

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

دستورالعمل اکتشاف ناحیه‌ای طلا به روش بلگ

ضابطه شماره ۷۵۱


وزارت صنعت، معدن و تجارت
معاونت امور معادن و صنایع معدنی
دفتر نظارت و بهره‌برداری

www.mimt.gov.ir

سازمان برنامه و بودجه کشور
معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

nezamfanni.ir

۱۳۹۷

شماره:	۹۷/۶۳۴۰۷۱
تاریخ:	۱۳۹۷/۱۱/۱۵
بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	
موضوع: دستورالعمل اکتشافات ناحیه‌ای طلا به روش بلگ	
<p>در چارچوب نظام فنی و اجرایی یکپارچه کشور موضوع ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و مواد (۶) و (۷) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی-مصوب سال ۱۳۵۲، به پیوست ضابطه شماره ۷۵۱ امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران؛ با عنوان «دستورالعمل اکتشافات ناحیه‌ای طلا به روش بلگ» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.</p> <p>رعایت مفاد این ضابطه در صورت نداشتن ضوابط بهتر، از تاریخ ۱۳۹۸/۰۴/۰۱ الزامی است.</p> <p>امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران این سازمان دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را اعلام خواهد کرد.</p>	
<p>محمد باقر نوبخت</p> 	

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور، 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- در سامانه مدیریت دانش اسناد فنی و اجرایی (سما) ثبت نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری

تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظرخواهی این نشریه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال کنید.

کارشناسان این امور 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 صفی علیشاه، سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام

فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

Email: nezamfanni@mporg.ir

web: nezamfanni.ir

باسمه 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 امور 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.

یکی از روش‌های اکتشافات طلا در مقیاس ناحیه‌ای، استفاده از روش بلگ است. در این روش وزن قابل توجهی از نمونه (۲ تا ۵ کیلوگرم) در محلول ۰/۱ درصد سیانید سدیم به مدت ۲۴ ساعت قرار داده می‌شود تا تمامی طلای موجود در نمونه به محلول وارد شود. به ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول استخراج شده ۴ میلی‌لیتر متیل ایزوبوتیل اضافه می‌شود و محلول برای اندازه‌گیری غلظت طلا به یکی از روش‌های *GF-AAS*، *ICP-OES* یا *ICP-MS* تجزیه می‌شود. حد اندازه‌گیری طلا در این روش 0.1 ppb است، پس از تجزیه و تحلیل نتایج، مناطق دارای آنومالی مشخص می‌شود که به صورت تجربی غلظت بالای 3 ppb را می‌توان به عنوان آنومالی در نظر گرفت. از مناطق آنومالی نمونه کنترلی برداشت شده و آنومالی‌های واقعی از کاذب تفکیک می‌شوند. پس از تعیین مناطق آنومالی بسته به شرایط زمین‌شناسی از روش‌های دیگر اکتشافات ژئوشیمیایی مانند رسوبات آبراهه‌ای، خاک و یا محیط سنگی برای تعیین موقعیت کانی‌سازی طلا استفاده می‌شود.

ضابطه حاضر با عنوان "**دستورالعمل اکتشاف ناحیه‌ای طلا به روش بلگ**" در قالب برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن تهیه شده است.

با همه‌ی تلاش‌های انجام شده قطعا هنوز کاستی‌هایی در متن موجود است که امید است، کاربرد عملی و در سطح وسیع این ضابطه توسط مهندسان موجبات شناسایی و برطرف نمودن آن‌ها را فراهم آورد. در پایان، از تلاش‌ها و جدیت جناب آقای سید جواد قانع‌فر رییس امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران همچنین جناب آقای دکتر جعفر سرقینی مجری محترم طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی بخش معدن کشور، کارشناسان دفتر نظارت و بهره‌برداری معادن و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این ضابطه، تشکر و قدردانی می‌نماید. امید است شاهد توفیق روزافزون همه‌ی این بزرگواران در خدمت به مردم شریف ایران اسلامی باشیم.

حمیدرضا عدل

معاون فنی، امور زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۳۹۷

مجری طرح

جعفر سرقینی معاون امور معادن و صنایع معدنی - وزارت صنعت، معدن و تجارت

اعضای شورای عالی به ترتیب حروف الفبا

فرزانه آقارمضانعلی	کارشناس ارشد مهندسی صنایع - سازمان برنامه و بودجه کشور
عباسعلی ایروانی	کارشناس ارشد مدیریت کارآفرینی (کسب و کار) - وزارت صنعت، معدن و تجارت
بهروز برنا	کارشناس مهندسی معدن - سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
محمد پریزادی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان برنامه و بودجه کشور
عبدالعلی حقیقی	کارشناس ارشد زمین شناسی
جعفر سرقینی	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - وزارت صنعت، معدن و تجارت
علیرضا غیاثوند	کارشناس ارشد زمین شناسی اقتصادی - وزارت صنعت، معدن و تجارت
حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
هرمز ناصرینیا	کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان نظام مهندسی معدن

اعضای کارگروه اکتشاف به ترتیب حروف الفبا

علی اصغرزاده	کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران
بهروز برنا	کارشناس مهندسی معدن - سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
محمد پریزادی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان برنامه و بودجه کشور
نعمت... رشیدنژاد عمران	دکترای پترولوژی - دانشگاه تربیت مدرس
بهزاد مهربابی	دکترای زمین شناسی اقتصادی - دانشگاه خوارزمی

اعضای کارگروه تنظیم و تدوین به ترتیب حروف الفبا

مهدی ایران نژاد	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
بهرام رضایی	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
علیرضا غیاثوند	کارشناس ارشد زمین شناسی اقتصادی - وزارت صنعت، معدن و تجارت
حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
بهزاد مهربابی	دکترای زمین شناسی اقتصادی - دانشگاه خوارزمی

اعضای گروه هدایت و راهبری پروژه

خانم فرزانه آقارمضانعلی	رئیس گروه امور نظام فنی و اجرایی
آقای علیرضا غیاثوند	رئیس گروه ضوابط و معیارهای معاونت امور معادن و صنایع معدنی
آقای اسحق صفرزاده	کارشناس معدن امور نظام فنی و اجرایی

پیش نویس این گزارش توسط **دکتر مسعود علی پوراصل** تهیه شده و پس از بررسی و تایید توسط کارگروه اکتشاف، به تصویب شورای عالی برنامه رسیده است.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول - کلیات
۳	۱-۱- آشنایی.....
۳	۲-۱- محیط‌های زمین‌شناسی مناسب برای اکتشاف طلا به روش بلگ.....
۴	۳-۱- دقت داده‌های بلگ.....
۵	۴-۱- حد تشخیص روش بلگ در اکتشافات ناحیه‌ای.....
۶	۵-۱- نمودار جریان اکتشاف ناحیه‌ای طلا به روش بلگ.....
۹	فصل دوم - طراحی، برداشت و تجزیه نمونه‌های بلگ
۱۱	۱-۲- آشنایی.....
۱۱	۲-۲- نقشه‌های پایه برای طراحی نمونه‌ها.....
۱۳	۳-۲- روش برداشت نمونه.....
۱۵	۴-۲- کدگذاری و ثبت اطلاعات صحرائی نمونه‌ها.....
۱۵	۵-۲- روش آماده‌سازی و تجزیه نمونه‌ها.....
۱۷	۶-۲- آزمون بطری غلتان.....
۲۱	۷-۲- روش‌های ارزیابی دقت نتایج تجزیه به روش بلگ.....
۲۳	فصل سوم - پردازش داده‌ها و کنترل صحرائی
۲۵	۱-۳- پردازش داده‌های بلگ.....
۲۵	۲-۳- کنترل صحرائی نواحی امیدبخش.....
۲۶	۳-۳- گزارش نهایی.....
۲۷	۴-۳- معیارهای تصمیم‌گیری برای توقف و ادامه عملیات اکتشافی.....
۲۷	۵-۳- سرفصل‌های گزارش به روش بلگ.....
۲۷	۱-۵-۳- چکیده.....
۲۷	۲-۵-۳- فهرست.....
۲۸	۳-۵-۳- مقدمه.....
۲۸	۴-۵-۳- کلیات.....
۲۸	۵-۵-۳- روش بلگ.....
۲۸	۶-۵-۳- اکتشافات ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای.....
۲۹	۷-۵-۳- نتایج و پیشنهادها.....
۲۹	۸-۵-۳- پیوست‌ها.....
۳۱	فصل چهارم - بررسی کیفیت داده‌ها
۳۳	۱-۴- آشنایی.....
۳۳	۲-۴- مطالعات دفتری.....
۳۳	۳-۴- نظارت بر فعالیت‌ها و برداشت‌های صحرائی.....
۳۳	۴-۴- آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی نمونه.....

۳۴۴-۵- تعبیر و تفسیر داده‌ها
۳۴۴-۶- کنترل آنومالی
۳۴۴-۷- نظارت بر تدوین گزارش پایانی
۳۴۴-۸- ارزیابی داده‌های پایه بر اساس سرفصل‌های مربوطه

فصل ۱

کلیات

۱-۱- آشنایی

روش بلگ مخفف واژه طلای قابل استخراج از طریق شستشوی شیمیایی نمونه‌های حجیم^۱ است. به این روش، الک ژئوشیمیایی^۲ و در مواقعی نیز شستشوی سیانیدی نمونه‌های حجیم^۳ می‌گویند. بلگ به عنوان روشی برای استخراج طلا از نمونه‌های بزرگ برای بهبود نمونه معرف، کاهش محدودیت آشکارسازی و شناسایی حوضه‌های آبریز دارای مقادیر غیرعادی از طلا و پیگیری سریع منشا مقادیر غیرعادی در مناطق فاقد داده‌های اکتشافی به کار می‌رود.

روش بلگ ابزاری ژئوشیمیایی برای اندازه‌گیری و اکتشاف طلاهای ریز دانه و جلوگیری از پدیده ناهمگنی است، این پدیده معمولاً در تجزیه نمونه‌های ژئوشیمی آبراه‌های و خاک با اندازه مش‌های گوناگون رخ می‌دهد. در این روش ۲ تا ۵ کیلوگرم از نمونه‌های ریز دانه در ابعاد سیلت و رس به وسیله محلول رقیق سیانید سدیم (NaCN) با غلظت ۰/۱ درصد در یک بازه زمانی یک تا چند روز (بسته به نمونه) حل می‌شود. طلا با سیانید طبق رابطه ۱-۱ تشکیل کمپلکس‌های سیانیدی می‌دهد:



برای انجام آزمایش ۱۰۰ میلی‌لیتر از این محلول با حلال ارگانیکی متیل‌ایزوبوتیل (MIBK)^۴ ترکیب می‌شود و تبادل یونی بین آن‌ها انجام می‌گیرد، به طوری که طلا از کمپلکس سیانیدی وارد کمپلکس آلی می‌شود، سپس ۱/۵ تا ۲ میلی‌لیتر از محلول تشکیل شده در بالای بالن برداشته می‌شود و در محفظه‌های خاصی در درون دستگاه جذب اتمی با کوره گرافیکی قرار می‌گیرد. در بعضی از آزمایشگاه‌ها (از جمله در کشورهای اندونزی، آمریکا و ایرلند) به جای استفاده از حلال آلی MIBK از پودر روی یا زغال چوب فعال برای استخراج طلا از محلول استفاده می‌کنند. استفاده از حجم زیاد نمونه و استحصال از یک حلال امکان آنالیز عناصری مانند طلا، مس و نقره را در مقادیر بسیار کم فراهم می‌سازد (حد آشکارسازی طلا ۰/۱، مس ۱۰ و نقره ۰/۵ میلی‌گرم در تن^۵ است). روش بلگ در پروژه‌های اکتشاف ناحیه‌ای طلا بسیار موثر و از دیدگاه اقتصادی مقرون به صرفه است. با این روش می‌توان به سرعت، وجود طلا در آبراه‌های مورد مطالعه را تشخیص داد.

۱-۲- محیط‌های زمین‌شناسی مناسب برای اکتشاف طلا به روش بلگ

گام نخست در اکتشاف ناحیه‌ای طلا به روش بلگ، شناخت محیط‌های زمین‌شناسی مناسب برای پیدایش و شکل‌گیری کنسارهای طلا است. طلا همانند بسیاری از عناصر دیگر به صورت تیپ‌های مختلف و در محیط‌های زمین‌شناسی گوناگون تشکیل می‌شود. هر یک از تیپ‌های کانی‌سازی طلا، ویژگی‌های زمین‌شناسی و معدنی خاص خود را دارند. از این رو، شناخت کنسارهای مختلف طلا و استفاده از روش‌های اکتشافی مناسب، احتمال شناسایی و کشف کنسارهای طلا را بالا می‌برد. برای مثال، در ایران ایالت‌های زمین‌شناختی سنندج- سیرجان، ارومیه- دختر، کمان آتشفشانی البرز خاوری و شرق ایران محیط‌های زمین‌شناسی مناسبی برای اکتشاف

- 1- Bulk leaching extractable gold (BLEG)
- 2- Chemical sieve method (CSM)
- 3- Bulk cyanide leach (BCL)
- 4- Methyl isobutyl ketone solvents (MIBK)
- 5- Part per billion (ppb)

کانسارهای طلائی تیپ‌های کوهزایی، طلائی پورفیری، مس-طلائی پورفیری، طلائی اسکارنی و رگه‌ای اپی‌ترمال هستند و بهتر است که در انتخاب مناطق برای اکتشاف ناحیه‌ای طلا به روش بلگ به این مساله توجه شود. در ادامه، اطلاعات مختصری در ارتباط با تیپ‌های مختلف کانسارهای طلا و خصوصیات زمین‌شناسی و اکتشافی آن‌ها ارائه می‌شود (جدول‌های ۱-۱ و ۱-۲).

جدول ۱-۱- ویژگی‌های زمین‌شناسی تیپ‌های مختلف کانسارهای طلا

تیپ کانسار	سنگ درونگیر	دامنه سن	خاستگاه تکنونیک	کانی‌شناسی
تیپ مس-طلائی پورفیری	توده‌های نفوذی تونالیتی تا مونزونیتی همراه با گدازه و توف آندزیتی و داسیتی	کرتاسه تا کواترنر	محیط‌های حاشیه قاره و جزایر قوسی	طلائی آزاد و الکتروم با سولفیدهای مس
تیپ طلا-نقره-تلور رگه‌ای	سینیت، مونزونیت، دیوریت، فنولیت و بازالت‌های کم تیتانیوم	عموما کرتاسه و ترشیری	شکسته شده پرکامبرین و همراه شوشونیت‌ها در جزایر قوسی	پیریت، گالن، اسفالریت، تتراهدريت، استینیت، فلوریت، باریت و آدولاریا در رگه‌های کوارتز
تیپ طلا-نقره چشمه‌های آبگرم	ریولیت غالب است.	عموما ترشیری و کواترنری	مناطق شکستگی موجود در محیط‌های فرورانش و گسل‌های تبدیلی	طلائی آزاد، پیریت، استینیت، رالگار، آرسنوپیریت، اسفالریت، کالکوپیریت، فلوریت و تلورید یا سلنید نقره
تیپ طلائی اپی‌ترمال کوارتز-آلونیت	داسیت، کوارتز لاتیت، ریوداسیت و ریولیت	عموما ترشیری	مناطق با شکستگی‌های حلقوی، گسل‌های نرمال و ساختارهای گنبدی	طلائی آزاد، انارژیت، پیریت، کالکوپیریت، بورنیت، گالن و اسفالریت
تیپ مس-اورانیم-طلائی المپیک دم	برشی شدن گرانیب آلکان پروتروزوییک با فلدسپات پتاسیم قرمز رنگ	تنها مورد بررسی حدود ۱۵۰۰ سال سن دارد.	گرابن‌های عمیق با عرض کم	هماتیت، بورنیت، کالکوپیریت، کالکوسیت، فلوریت، کباتیت، نقره آزاد، برانزیت و کوفنیت
تیپ طلائی کوارتز رگه‌ای کم سولفید	سنگ سبز، رسوبات اقیانوسی حاوی سنگ‌های آتشفشانی، گابرو و سرپانتینیت‌های آلی	از پرکامبرین تا ترشیری	در نواحی گسلی توسعه یافته در اثر فشارهای ناحیه‌ای	کوارتز، طلائی آزاد، پیریت، گالن، اسفالریت، آرسنوپیریت و کالکوپیریت

۱-۳- دقت داده‌های بلگ

در اکتشافات ژئوشیمیایی، دقت داده‌های آزمایشگاهی پایه و اساس عملیات اکتشافی را تشکیل می‌دهد. دقت عبارت از توانایی تکرار داده‌های آزمایشگاهی با نتایج مشابه است. صحت به معنی نزدیک شدن به مقدار واقعی یک کمیت است. در اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای، هدف اکتشاف مواد معدنی و ثبت کمیت غلظت‌های پایین عناصر برای تعیین آنومالی‌ها است، بنابراین در اکتشافات ژئوشیمیایی باید از آن دسته از روش‌های آزمایشگاهی استفاده کرد که قابلیت اندازه‌گیری عیارهای پایین با دقت بالا را داشته باشند. ارزیابی میزان دقت یک روش آزمایشگاهی با استفاده از نمونه‌های تکراری امکان‌پذیر است. در اکتشافات بزرگ‌مقیاس که با هدف ارزیابی عیار و

ذخیره کانی‌سازی انجام می‌گیرد، پارامتر دقت داده‌های آزمایشگاهی مهم است. در اکتشافات ناحیه‌ای طلا به روش بلگ نیز دقت داده‌های آزمایشگاه مهم است و در صورت تحقق این امر ناهنجاری‌های طلا معتبر خواهند بود.

جدول ۱-۲- ویژگی‌های اکتشافی تیپ‌های مختلف کانسارهای طلا

تیپ کانسار	راهنمای ژئوشیمیایی	راهنمای ژئوفیزیکی	کانسارهای وابسته
تیپ مس- طلای پورفیری	آنومالی‌های Au, Ag, Cu در مرکز، K, Mn, Zn, Pb در پیرامون	شناسایی خطواره‌ها و توده‌های نفوذی	مس و مولیبدن پورفیری، مس طلای پورفیری و طلای پلاستی
تیپ طلا- نقره-تلور رگه‌ای	آنومالی‌های Ag, Au, Cu, Pb, Ba, Zn, F, Sb, As, Hg, PGE و Tl, Sn Te,	-	پلی‌متالیک رگه‌ای و پلی‌متالیک جانشینی
تیپ طلا- نقره چشمه‌های آبگرم	آنومالی‌های Hg, Ag, Au, Sb و As و Tl. افزایش مقدار Ag و کاهش مقدار Hg, Sb, Tl, As به عمق مشهود است.	-	کوارتز رگه‌ای اپی‌ترمال، جیوه چشمه‌های آبگرم و طلای پلاستی
تیپ طلای اپی‌ترمال کوارتز-آلونیت	آنومالی‌های Au, Cu, W, Te و Au	روش الکتریکی برای تخمین حدود مناطق دگرسانی	مس پورفیری، پلی‌متالیک جانشینی و مس-آرسنیک-آنتیموان با میزبان آتشفشانی
تیپ مس- اورانیم- طلای المپیک دم	آنومالی‌های Au, Ag, Cu, U, REE و Fe Co, Ba, F	در کانسارهای کم عمق آنومالی رادیواکتیو وجود دارد.	-
تیپ طلای کوارتز رگه‌ای کم سولفید	آرسنیک بهترین ردیاب است. آنومالی‌های Ag و Pb, Zn, Cu نیز مشاهده می‌شود.	-	طلا و عناصر گروه پلاتین پلاستی، ماسیوسولفید

۱-۴- حد تشخیص روش بلگ در اکتشافات ناحیه‌ای

حد تشخیص به صورت توانایی یک روش دستگاهی در اندازه‌گیری مقادیر کمینه و بیشینه یک متغیر در یک نمونه تعریف می‌شود، به طوری که مقادیر غلظت پایین‌تر و بالاتر از این حدود با آن روش قابل اندازه‌گیری نباشد و به صورت مقادیر سنسورد حد بالا و پایین گزارش می‌شود.

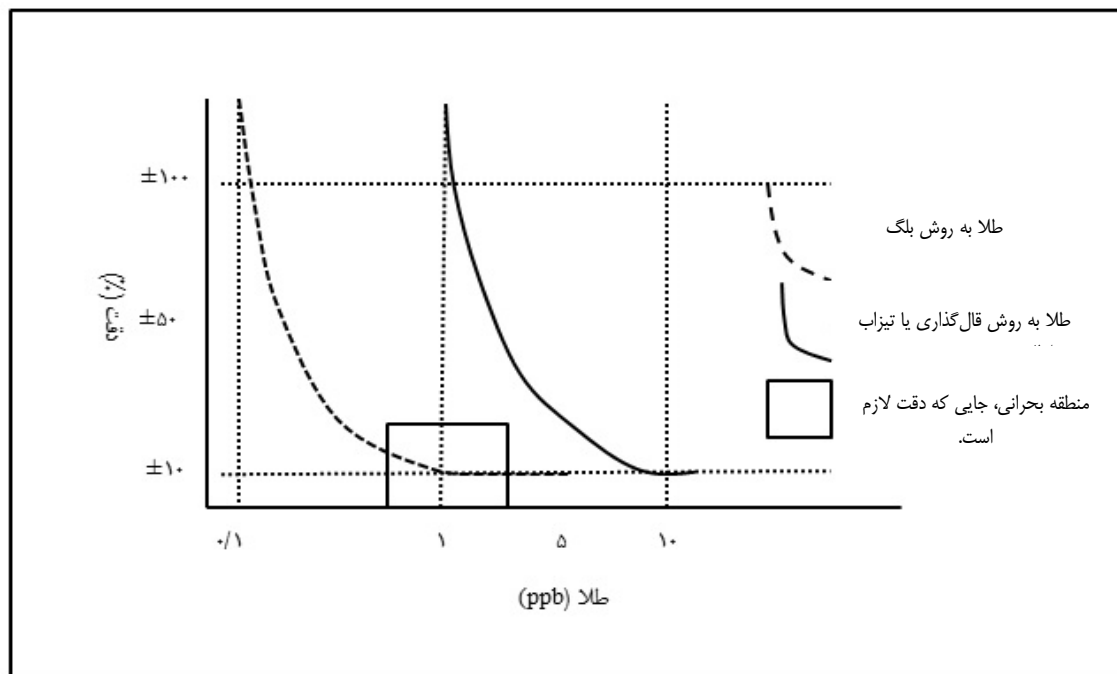
- در اندازه‌گیری طلا به روش بلگ حد تشخیص ۰/۱ میلی‌گرم در تن است، در حالی که در روش‌های قال‌گذاری^۱ و تیزاب سلطانی^۲ (انحلال در مخلوط نیتریک اسید و هیدروکلریک اسید) حد قابل ثبت یک میلی‌گرم در تن است.

- روش بلگ در اندازه‌گیری غلظت‌های بیش از یک میلی‌گرم در تن بیشترین دقت را دارد. روش‌های قال‌گذاری و تیزاب سلطانی دارای بیشترین دقت در عیارسنجی طلا در مقادیر مساوی و بالاتر از ۱۰ میلی‌گرم در تن هستند (شکل ۱-۱).

- در ارزیابی دقت روش بلگ با استفاده از نتایج نمونه‌های تکراری، باید داده‌هایی را انتخاب کرد که مقادیر غلظت آن‌ها بیش از یک میلی‌گرم در تن باشد.

1- Fire assay
2- Aqua regia

- با توجه به اینکه روش بلگ دارای دقت بالا در اندازه‌گیری مقادیر طلا در غلظت‌های پایین است، بنابراین اکتشاف ناحیه‌ای طلا با استفاده از مطالعه رسوبات آبراهه‌ای، با این روش، عملی است.

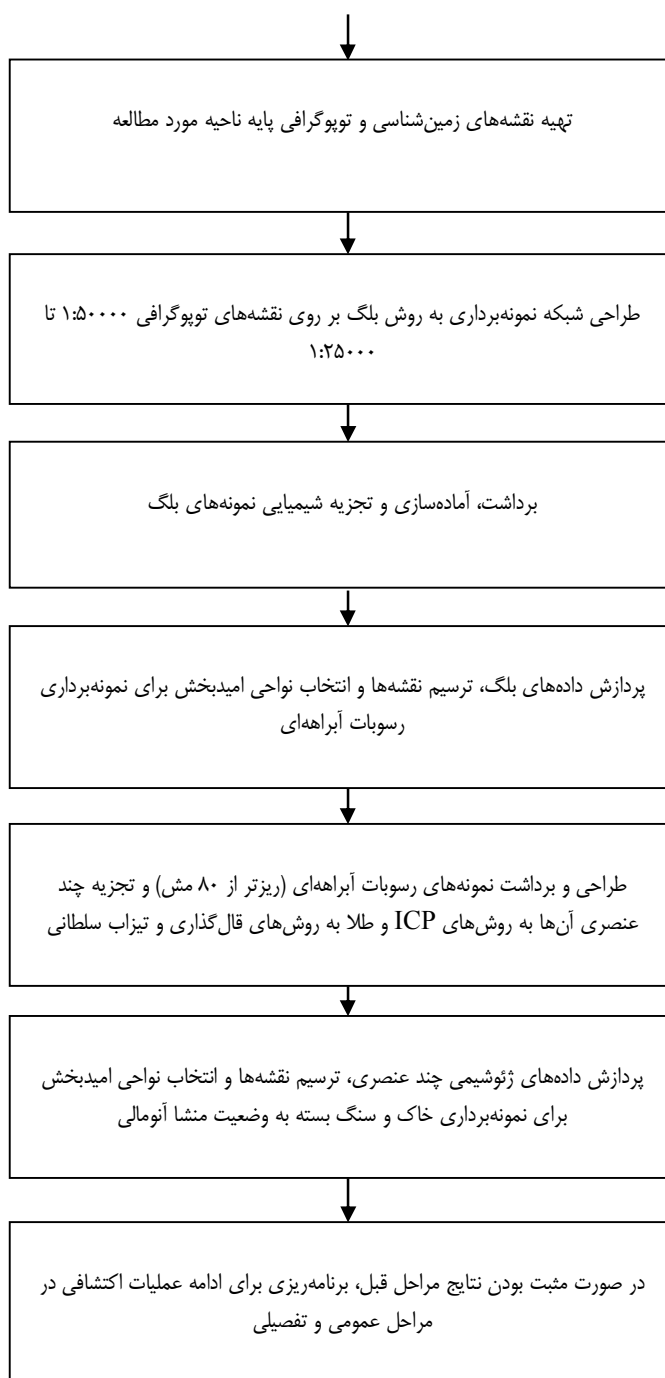


شکل ۱-۱- مقایسه حدود قابل ثبت طلا با استفاده از روش‌های بلگ، قال‌گذاری و تیزاب سلطانی

۱-۵- نمودار جریانی اکتشاف ناحیه‌ای طلا به روش بلگ

در اکتشاف ناحیه‌ای طلا با استفاده از روش بلگ، باید مراحل‌ی مانند شکل ۱-۲ به ترتیب و پشت سر هم انجام شوند.

انتخاب محیط زمین‌شناسی مناسب برای اکتشاف طلا با در نظر گرفتن ویژگی‌های
پیدایش کانی‌سازی



شکل ۱-۲ - مراحل مختلف اکتشاف طلا به روش بلگ

فصل ۲

طراحی، برداشت و تجزیه

نمونه‌های بلگ

۲-۱- آشنایی

در روش بلگ نیز همانند سایر روش‌های اکتشاف ژئوشیمیایی، نوع و ابعاد نمونه، چگالی نمونه‌برداری، تهیه نمونه معرف، روش و دقت تجزیه، پردازش و تفسیر داده‌ها و اخذ تصمیمات اصولی برای رد و یا قبول یک ناحیه، اساس یک بررسی ژئوشیمی را تشکیل می‌دهند. در ادامه، به شرح هر یک از آن‌ها پرداخته شده است.

۲-۲- نقشه‌های پایه برای طراحی نمونه‌ها

در طراحی شبکه نمونه‌برداری بلگ با هدف اکتشافات ناحیه‌ای طلا، موارد زیر باید به دقت رعایت شود:

الف- در اکتشافات ناحیه‌ای طلا به روش بلگ نیز همانند روش ژئوشیمیایی سنتی، از رسوبات بستر آبراهه‌ها نمونه‌برداری می‌شود. نقشه‌های پیش نیاز برای طراحی نمونه‌ها شامل نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰، تصاویر ماهواره‌ای و کلیه اطلاعات زمین‌شناسی، معدنی و اکتشافی است. در این مرحله، نقشه‌های پایه مناسب برای طراحی شبکه نمونه‌برداری رسوبات آبراهه‌ای، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ است (جدول ۲-۱).

ب- یکی از پارامترهای مهم در طراحی نقشه‌های نمونه‌برداری در روش بلگ، رعایت چگالی شبکه نمونه‌برداری است. چگالی شبکه نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای بیشتر تابع شرایط جغرافیایی و آب و هوایی، پوشش گیاهی، تراکم آبراهه‌ها در حوضه‌های آبریز، نوع کانی‌سازی، سقف بودجه اکتشافی و اهداف اکتشاف است. برای مطالعه بیشتر به نشریه شماره ۵۴۰ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان "دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ‌مقیاس رسوبات آبراهه‌ای (۱:۲۵۰۰۰)" مراجعه شود.

پ- در روش بلگ اندازه‌گیری غلظت‌های پایین طلا تا حد ۰/۱ میلی‌گرم در تن عملی است، از این رو چگالی شبکه نمونه‌برداری در این روش در مقایسه با روش‌های ژئوشیمی سنتی (قال‌گذاری و تیزاب سلطانی) پایین و این یکی از مزیت‌های روش بلگ است (شکل ۲-۱).

ت- در مناطق بارانی و نواحی که حوزه آبریزها و رودخانه‌ها به خوبی توسعه پیدا کرده‌اند، مانند شمال و شمال غرب ایران تراکم نمونه‌های بلگ پایین و در حدود یک نمونه به ازای هر ۵ تا ۱۰ کیلومتر مربع است، در حالی که در مناطق بیابانی و نیمه‌بیابانی با بارش کمتر مانند بخش‌های مرکزی، جنوبی و جنوب شرقی ایران که معمولاً آبراهه‌ها کوتاه و ناپیوسته هستند، تراکم نمونه‌ها بالا و در حدود یک نمونه به ازای هر ۲ تا ۳ کیلومتر مربع است (شکل ۲-۲).

ث- تراکم نمونه‌ها تابع نوع کانی‌سازی منطقه مورد اکتشاف است. اکتشاف کانسارهای تپ رگه‌ای، کانسارهای طلای کوهزایی، مرتبط با توده‌های نفوذی، اکسیدهای آهن- مس- طلا و نظایر آن در مقایسه با کانسارهای پورفیری و اپی‌ترمال باید شبکه نمونه‌برداری انبوه‌تری داشته باشند (شکل ۲-۳).

ج- در طراحی شبکه نمونه‌برداری، فاصله نمونه‌ها از یکدیگر و نوع درجه‌بندی آبراهه‌ها اهمیت دارد، به نحوی که آبراهه‌های اصلی اهمیت بیشتری دارند و معمولاً محل هر نمونه باید در منتهی‌الیه آبراهه و قبل از پیوستن به آبراهه‌های دیگر انتخاب شود.

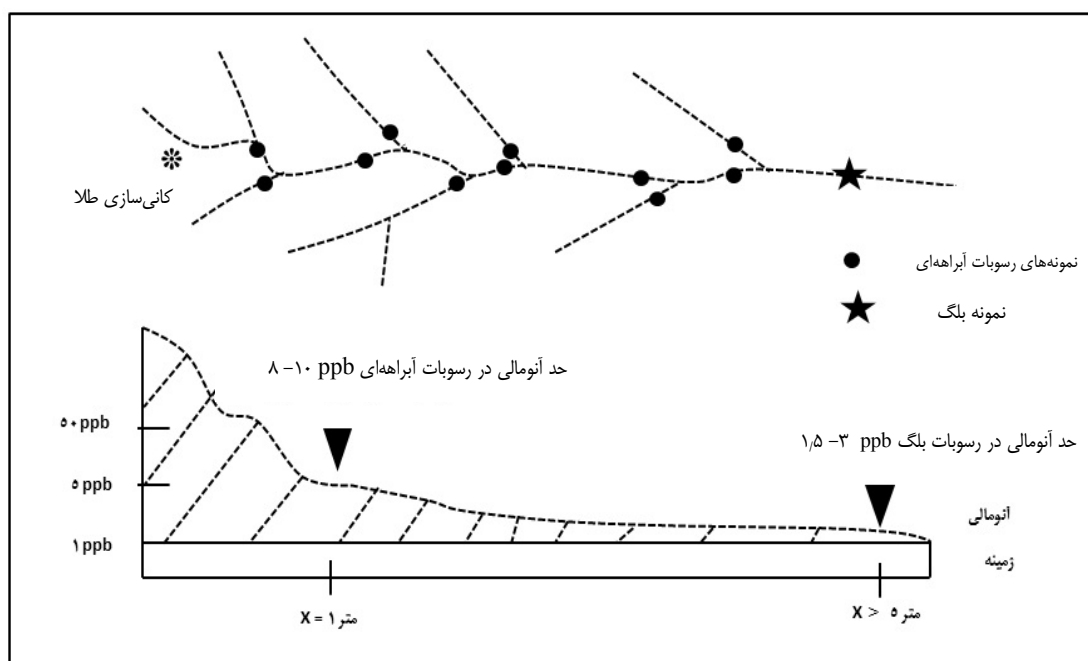
چ- نمونه‌برداری در روش بلگ در دو مرحله انجام می‌گیرد، در مرحله نخست نمونه‌های بلگ در مقیاس ناحیه‌ای و با تراکم پایین جمع‌آوری می‌شوند. در این مرحله، توصیه می‌شود که به ازای هر نمونه بلگ، یک نمونه رسوبات آبراهه‌ای از جزو منهای ۸۰ مش رسوبات بستر آبراهه‌ها برداشت شود. نمونه‌برداری مرحله دوم، در ادامه مرحله قبل و در مناطق دارای آنومالی طلا انجام می‌گیرد. در

این مرحله نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای و با تراکم بالا برداشت می‌شوند. این نمونه‌ها با رعایت نکات مندرج در نشریه شماره ۵۴۰ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان "دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس رسوب آبراهه‌ای (۱:۲۵۰۰۰)" برداشت می‌شوند.

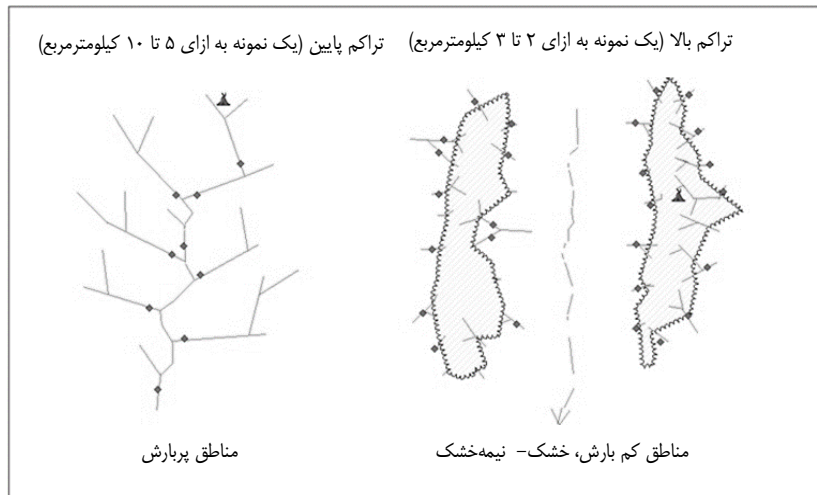
جدول ۱-۲- نقشه‌های پایه و گزارش‌های مورد نیاز برای اکتشافات ناحیه‌ای طلا (شناسایی و پی‌جویی) به روش بلگ

ردیف	موضوع	مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰۰۰	مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ تا ۱:۲۵۰۰۰۰
۱	نقشه توپوگرافی	—	×
۲	عکس‌های هوایی	—	+
۳	تصاویر ماهواره‌ای	×	+
۴	زمین‌شناسی	×	—
۵	ژئوفیزیک هوایی	—	—
۶	ژئوشیمیایی	+	—

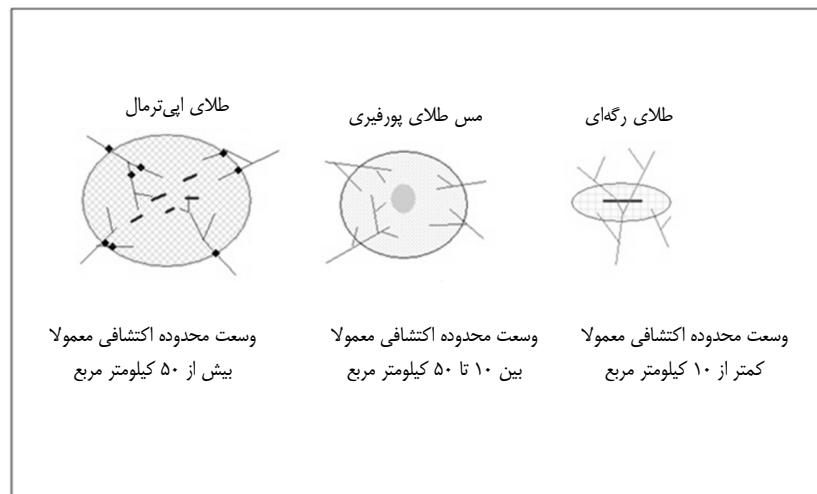
توجه: نقشه‌هایی که با علامت × نشان داده شده الزامی است و در صورت نبود باید تهیه شود، نقشه‌هایی که با علامت + نشان داده شده است، الزامی نیست ولی در صورت موجود بودن مورد استفاده قرار می‌گیرد، علامت منفی (-) معرف نقشه‌هایی است که به صورت سراسری در کشور منتشر نشده است.



شکل ۱-۲- تراکم نمونه‌برداری در روش بلگ در مقایسه با رسوبات آبراهه‌ای برای اکتشاف طلا



شکل ۲-۲- تراکم نمونه‌های بلگ در مناطق بارانی با حوضه آبریز توسعه یافته و بلند در مقایسه با مناطق بیابانی با حوضه آبریز کوتاه و ناپیوسته



شکل ۲-۳- تراکم نمونه‌های بلگ در اکتشاف کانسارهای اپی ترمال و پورفیری‌ها در مقایسه با انواع رگه‌ای

۲-۳- روش برداشت نمونه

در برداشت نمونه‌های بلگ رعایت موارد زیر الزامی است:

الف- نمونه‌ها از بستر آبراهه‌ها و با استفاده از جز زیر الک ۴۰ مش برداشت می‌شود. هر نمونه بلگ، متشکل از ۲۵ جز نمونه است که از ۲۵ محل و در یک فاصله ۴۰ تا ۵۰ متری از محل نمونه به سمت بالادست آن و از بخش غیرفعال^۱ بستر آبراهه انتخاب می‌شود (شکل ۲-۴).

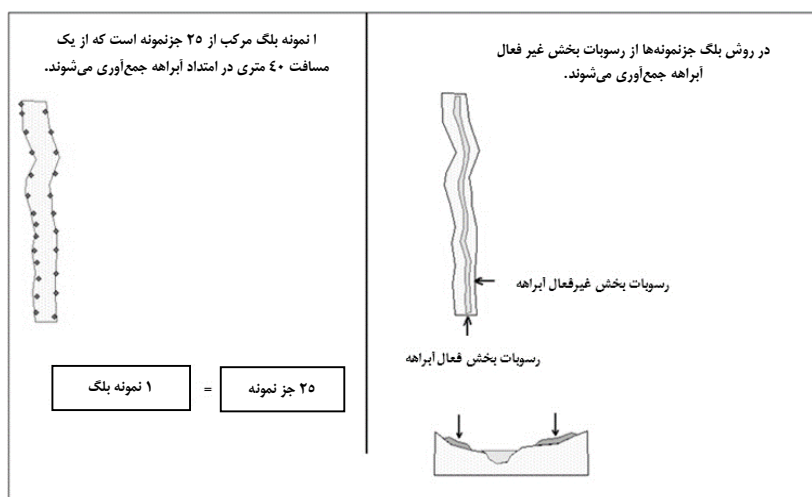
1- Inactive or over-bank sampling

ب- وزن هر نمونه بلگ باید ۲/۲ کیلوگرم باشد. در مناطق بدون دسترسی مناسب، می‌توان وزن نمونه را تا ۱/۱ کیلوگرم کاهش داد. اگر نمونه‌ها مرطوب و خیس باشند باید ۶ کیلوگرم نمونه برداشت شود (در مناطق بدون دسترسی، نمونه‌های با وزن حدود ۳ کیلوگرم نیز کافی است).

پ- نمونه‌های خیس در هوای طبیعی خشک شده و با الک ۴۰ مش سرنده و به بخش ریزتر از ۴۰ مش تجزیه می‌شوند سپس در کیسه‌های مخصوص و استاندارد بسته‌بندی شده و بر روی آن‌ها شماره سریال درج می‌شود.

ت- به ازای هر ۱۰۰ نمونه بلگ باید ۳ نمونه تکراری تهیه شود، بدین ترتیب که در هر ایستگاه ابتدا یک نمونه با رعایت تمامی استانداردها برداشت شده و سپس نمونه دیگری همانند نمونه قبل و جدا از آن در همان ایستگاه انتخاب می‌شود.

ث- تعداد نمونه‌ای که توسط یک گروه نمونه‌بردار در طول یک روز کاری گرفته می‌شود، متفاوت است. برای مناطق بدون دسترسی مناسب (پیاده‌روی)، وسیله نقلیه صحرائی و بالگرد به ترتیب تعداد نمونه‌ها ۵ تا ۸، ۲۰ تا ۲۵ و ۷۵ تا ۱۱۰ نمونه است. در ایران برای مناطقی با توپوگرافی ملایم و میزان دسترسی متوسط (ترکیبی از پیاده‌روی و ماشین‌رو) تعداد نمونه‌ها ۵ تا ۱۵ نمونه در هر روز برآورد می‌شود.



شکل ۲-۴- برداشت نمونه بلگ از ۲۵ نقطه در طول آبراهه‌ها و از بخش‌های غیر فعال

ج- در آزمایشگاه، از هر نمونه بلگ، یک نمونه کوچک و به وزن حدود ۱۰ گرم و با ابعاد ریزتر از ۸۰ مش انتخاب شده و برای هدف چند عنصری تجزیه می‌شود. آماده‌سازی این نمونه‌ها با تیزاب سلطانی و سپس اندازه‌گیری به وسیله ICP-OES و ICP-MS به دلایل زیر انجام می‌گیرد:

- ابعاد محدوده مورد اکتشاف، برای مثال کانسارهای طلای اپی‌ترمال ممکن است مناطق وسیعی از آنومالی‌های آرسنیک، آنتیموان و جیوه داشته باشند.

- کمک به تعیین نوع کانی‌سازی طلا، برای مثال کانی‌سازی‌های طلای اپی‌ترمال دارای پاراژنز عناصری مانند آرسنیک، آنتیموان، جیوه، نقره، مس، سرب و روی و کانسارهای مس پورفیری دارای پاراژنز عناصری مانند مولیبدن و طلا هستند.

- پی‌جویی کانسارهای فلزاتی مانند مس، سرب، روی و عناصر نقره، نیکل و کبالت در کنار طلا

- انتخاب نمونه معرف و کاهش خطای نمونه‌برداری، باید از بخش‌های غیرفعال آبراهه تعداد ۲۵ زیر نمونه در یک مسافت ۴۰ متری در طول آبراهه و توسط کارشناس ماهر انجام شود.

۲-۴- کدگذاری و ثبت اطلاعات صحرائی نمونه‌ها

یکی از وظایف اصلی کارشناس نمونه‌بردار، علاوه بر برداشت نمونه، تکمیل فرم مشخصات نمونه ژئوشیمیایی است. در فرم مشخصات نمونه موارد زیر باید درج شود:

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

ب- ویژگی‌های نمونه و محیط نمونه‌برداری شامل محل نمونه‌برداری، ابعاد، رطوبت، رنگ و بافت نمونه

پ- اطلاعات مرتبط با وضعیت مورفولوژی و شیب منطقه

ت- اطلاعات مربوط به وجود کانی‌سازی و دگرسانی

ث- اطلاعات مربوط به آلودگی احتمالی

ج- سایر اطلاعات بر حسب مورد

۲-۵- روش آماده‌سازی و تجزیه نمونه‌ها

نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای پس از برداشت، باید مطابق با دستورالعمل‌های موجود به آزمایشگاه ارسال شوند (شکل ۲-۵). روش تجزیه مورد استفاده در نمونه‌های بلگ به نام روش انحلال سیانیدی طلا شناخته می‌شود که مراحل آن به شرح زیر است:

- برای آماده‌سازی نمونه به نسبت یک به یک، حدود ۲ کیلوگرم نمونه توزین و سپس با ۱۹۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۵۰ میلی‌لیتر سیانید پتاسیم آماده‌سازی می‌شود (از آنجا که انحلال طلا به وسیله سیانید در محیط قلیایی انجام می‌گیرد، محلول باید دارای pH بالای ۸ باشد و در تمامی مراحل کنترل pH انجام گیرد).

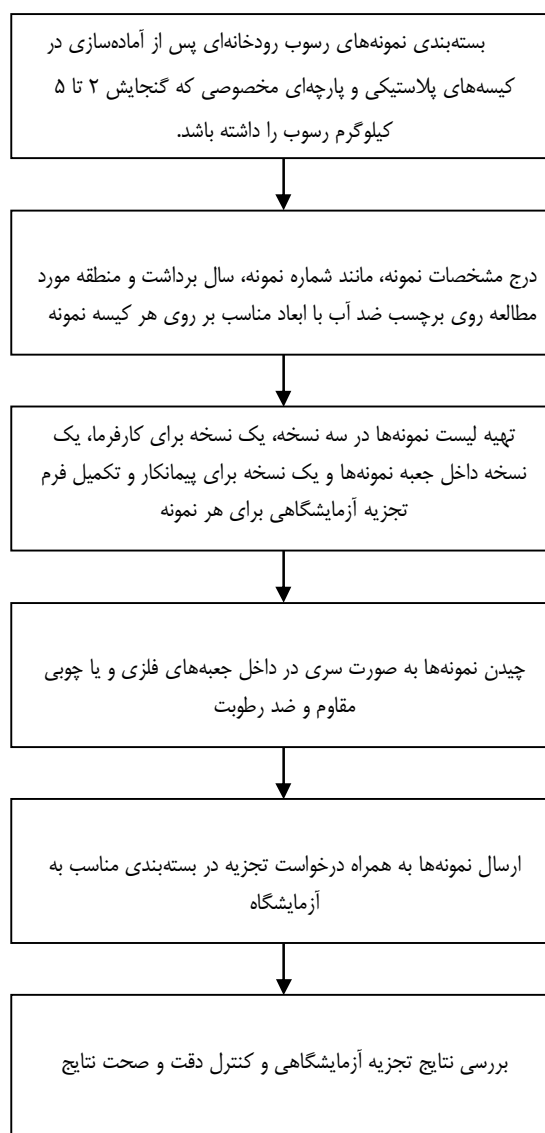
- نمونه به بطری استوانه‌ای منتقل و بر روی غلتک‌های دوار قرار می‌گیرد، بر حسب مدت دور در دقیقه زمان انحلال انتخاب می‌شود و حرکت تامپلی تا ۲۴ ساعت روی آن انجام می‌گیرد، برای اینکه عمل انحلال تسریع شود این رول‌ها در هر دقیقه ۵ بار می‌چرخند. سیانید طلا را طبق رابطه ۲-۱ در خود حل می‌کند.



- نمونه به مدت یک تا ۲ ساعت به حالت ساکن در می‌آید تا بخش جامد و مایع از هم جدا شود سپس محلول آماده شده به درون بشرهای پلاستیکی کوچکی ریخته و حجم آن ثبت می‌شود.

- مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول برداشته و ۴ میلی‌لیتر حلال آلی متیل ایزوبوتیل به آن اضافه می‌شود.

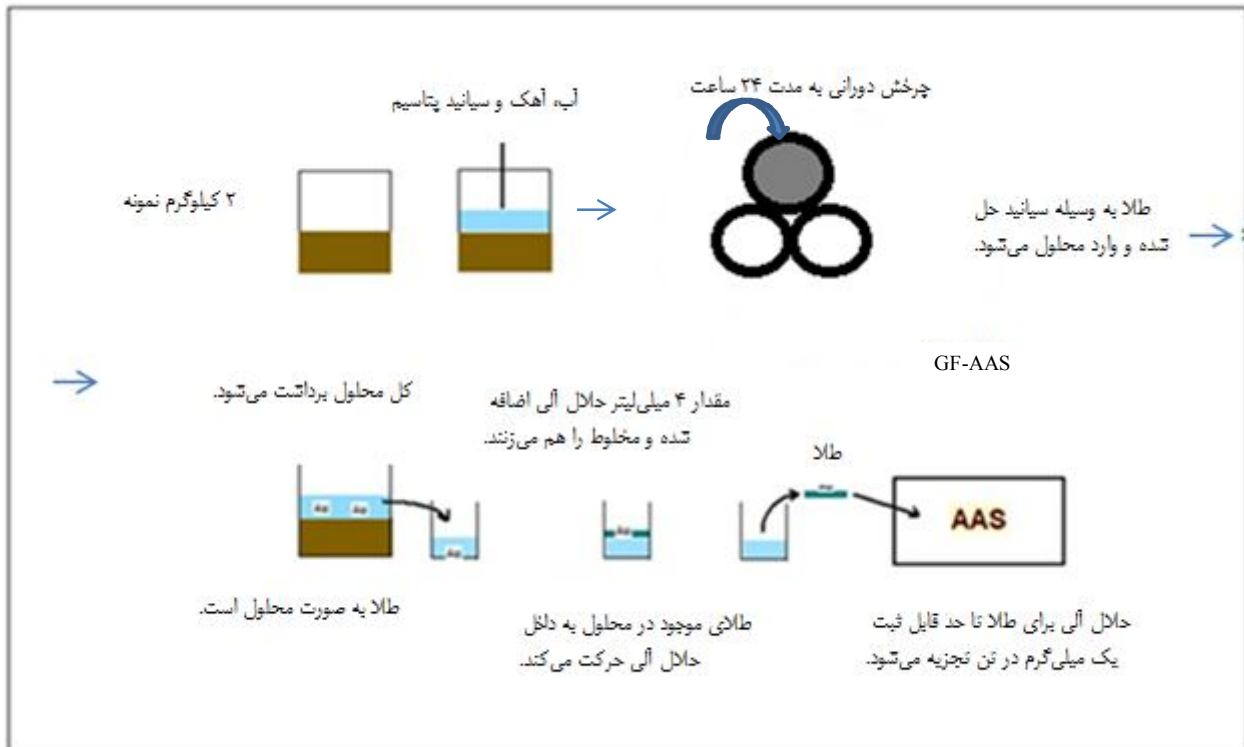
- غلظت طلا به روش جذب اتمی کوره گرافیتی تعیین می‌شود (حد سنجش ۰/۱ میلی‌گرم در تن (ppb))، سپس با در نظر گرفتن حجم محلول اولیه میزان طلای موجود در نمونه محاسبه می‌شود. اندازه‌گیری طلا با استفاده از روش‌های ICP-OES و ICP-MS نیز امکان‌پذیر است.



شکل ۲-۵- مراحل تهیه و ارسال نمونه بلگ به آزمایشگاه

- در مرحله پایانی تمامی محلول‌های سیانیدی باید پیش از دفع، خنثی‌سازی شوند (بر اساس نشریه شماره ۵۴۰ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان "دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ‌مقیاس رسوبات آبراهه‌ای (۱:۲۵۰۰۰)". برای این منظور از هیپوکلریت استفاده می‌شود و سیانید در واکنش با آن خنثی می‌شود، برای مطالعه بیشتر به نشریه شماره ۶۵۱ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان "دستورالعمل کنترل و خنثی‌سازی آرسنیک، سولفید و سیانید در آزمایشگاه‌های فرآوری" مراجعه شود.

همچنین ماده آلی مورد استفاده در آنالیز نیز باید جمع‌آوری و بازیافت شود. به این ترتیب که محلول‌های آنالیز شده را در درون ظرف‌های پلی‌اتیلن می‌ریزند و اجازه می‌دهند تا بخش آلی از بخش محلول جدا شود، بخش آلی به صورت لایه تیره رنگی در بالای ظرف جمع می‌شود. پس از مدتی این لایه را برمی‌دارند و خنثی‌سازی می‌کنند.



شکل ۲-۶- مراحل مختلف اندازه‌گیری مقادیر غلظت طلا در روش بلگ

۲-۶- آزمون بطری غلتان

در تکمیل بررسی‌های لیچینگ تشخیصی می‌توان از یکی دیگر از آزمون‌های بسیار مهم که در شناسایی و خواص‌سنجی ماده معدنی از نظر انحلال‌پذیری عناصر به ویژه طلا، نقره، مس و بسیاری دیگر کاربرد دارد، استفاده کرد. در این آزمون وضعیت عیار و کمیت عنصر بازیابی شده، سینتیک ویژه انحلال نمونه، واریانس‌های متالورژیکی نمونه (مانند تاثیر مس و دیگر عناصر در میزان مصرف مواد شیمیایی و پارامترهای موثر در لیچینگ طلا)، داده‌های ویژه مربوط قابل پیش‌بینی و ارزیابی است.

در آزمون بطری غلتان، در کنترل سطح اکسیژن، قلیابیت، زمان، ابعاد ذرات، میزان هم زدن و مصرف معرف‌ها باید دقت شود. بر حسب نیاز زمان آزمایش ۱۲، ۲۴، ۳۶ و حتی به ۴۸ ساعت هم می‌رسد که مدت ۲۴ ساعت متداول‌تر است.

مراحل انجام آزمون بطری غلتان به قرار زیر است:

- برداشت ۲ تا ۵ کیلوگرم نمونه

- افزودن محلول سیانور سدیم و آب به نسبت ۱:۱ با نمونه (۲ کیلوگرم نمونه، ۱۹۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر، ۵۰ میلی‌لیتر محلول

سیانور سدیم) و ریختن نمونه به داخل بطری غلتان

- قرار دادن نمونه بر روی میز غلتان و تنظیم زمان و تعداد دور در دقیقه (حدود ۲۰ دور در دقیقه)

- برای خنثی‌سازی سیانور باقی‌مانده در باطله از H_2O_2 استفاده می‌شود.
- علاوه بر موارد یاد شده با آزمون بطری غلتان می‌توان پارامترهای دیگری را ارزیابی کرد:
- روش بازیابی فلز از محلول باردار (کربن فعال و یا جعبه‌های روی)
- در امکان‌پذیری بررسی‌های لیچینگ توده‌ای، قبل از آزمون‌های ستون، آزمون بطری غلتان بر روی ذرات درشت انجام می‌شود.
- بررسی وضعیت رس‌ها از نظر آگلومره شدن و مشکلات فیلتر کردن
- رویت ذرات درشت طلا
- وضعیت عناصر مصرف‌کننده سیانور به غیر از طلا و نقره
- بررسی ذراتی تا ابعاد ۵۰ میلی‌متر
- در هنگام عملیات، درصد جامد بیش از ۴۰ است و در هر مقطع زمانی، محلول باردار برای آنالیز طلا، نقره، وضعیت pH و میزان NaCN آنالیز می‌شود. به میزان محصول برداشت شده، آب به بطری اضافه شود.
- معمولاً بازیابی با آزمون بطری غلتان ۱۰ درصد کمتر از آزمون با ستون در شرایط مشابه است. جدول ۲-۲ نتایج متالورژیکی آزمون بطری غلتان را بر روی نمونه‌ای از طلا نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲- نتایج متالورژیکی آزمون بطری غلتان

ابعاد ذرات (d _{۸۰})				نتایج متالورژیکی
۱۵۰ μm	۲۱۲ μm	۶۳ mm	۱۲۵ mm	
نمونه				درصد استخراج فلزات
۴	۳	۲	۱	
۷۲٫۱	۷۱٫۶	۳۳٫۷	۲۲٫۵	در ۲ ساعت
۷۲٫۵	۷۷	۴۴٫۸	۲۹٫۷	در ۶ ساعت
۷۵٫۶	۷۷٫۹	-	-	در ۱۲ ساعت
۷۷٫۱	۸۲٫۴	۶۱	۴۱٫۵	در ۲۴ ساعت
۸۰٫۷	۸۳٫۲	۷۱٫۱	۵۰٫۱	در ۴۸ ساعت
۸۵٫۲	۸۳٫۹	۷۷٫۱	۵۶٫۶	در ۷۲ ساعت
-	-	۷۹٫۷	۵۸٫۶	در ۹۶ ساعت

ادامه جدول ۲-۲- نتایج متالورژیکی آزمون بطری غلتان

ابعاد ذرات (d _{۸۰})				نتایج متالورژیکی
۱۵۰ μm	۲۱۲ μm	۶,۳ mm	۱۲,۵ mm	
نمونه				درصد استخراج فلزات
۴	۳	۲	۱	
۱,۷۶	۱,۶۷	۱,۸۸	۱,۲۲	گرم طلا بر تن
۰,۳۱	۰,۳۲	۰,۴۸	۰,۸۵	گرم طلا بر تن (باطله)
۲,۱۰	۱,۹۹	۲,۳۶	۲,۰۷	گرم طلا بر تن محاسباتی
۲,۱۶	۲,۱۶	۲,۱۶	۲,۱۶	متوسط عیار طلا (گرم بر تن)
۰,۱۶	۰,۱۳	۰,۳۹	۰,۲۲	NaCN مصرف شده kg/ton
۴,۲	۳,۳	۵	۴	آهک مصرف شده kg/ton
۱۰,۹	۱۰,۹	۱۰,۶	۱۰,۶	pH نهایی محصول
۴,۶	۵,۱	۴,۱	۴,۶	pH طبیعی با ۴۰ درصد جامد

جدول ۲-۳ تجزیه سرنندی نمونه با ۱۲,۵ میلی‌متر و توزیع طلا را نشان می‌دهد. برای هر یک از دانه‌بندی‌های ارایه شده در جدول ۲-۲ می‌توان جدول ۲-۳ را محاسبه کرد. جدول ۲-۴ نیز بازیابی ابعاد به ابعاد را در نمونه ۱۲,۵ میلی‌متر نشان می‌دهد.

جدول ۲-۳- تجزیه سرنندی نمونه ۱۲,۵ میلی‌متر و توزیع طلا

ابعاد (میلی‌متر)	وزن (درصد)	وزن تجمعی (درصد)	عیار طلا (گرم بر تن)	توزیع طلا (درصد)	توزیع تجمعی طلا (درصد)
+۱۲,۵	۱۸	۱۸	۱,۸۱	۱۵,۲	۱۵,۲
-۱۲,۵+۹,۵	۲۹,۶	۴۷,۶	۱,۵۶	۲۱,۵	۳۶,۷
-۹,۵+۶,۳	۲۱,۲	۶۸,۸	۲,۰۲	۲۰	۵۶,۷
-۶,۳+۱,۷	۲۰,۳	۸۹,۱	۲,۴۷	۲۳,۴	۸۰,۱
-۱,۷+۰,۴۲	۶,۱	۹۵,۲	۳,۱۶	۹	۸۹,۱
-۰,۴۲+۰,۲۱۲	۱,۳	۹۶,۵	۲,۸۷	۱,۷	۹۰,۸
-۰,۲۱۲+۰,۰۷۵	۱	۹۷,۵	۲,۹۷	۱,۴	۹۲,۲

ادامه جدول ۲-۳- تجزیه سرنندی نمونه ۱۲/۵ میلی‌متر و توزیع طلا

ابعاد (میلی‌متر)	وزن (درصد)	وزن تجمعی (درصد)	عیار طلا (گرم بر تن)	توزیع طلا (درصد)	توزیع تجمعی طلا (درصد)
-۷۵	۲/۵	۱۰۰	۶,۷۳	۷,۸	۱۰۰
جمع	۱۰۰	-	۲,۱۵	۱۰۰	-

جدول ۲-۴- بازیابی ابعاد به ابعاد نمونه ۱۲/۵ میلی‌متر

ابعاد (میلی‌متر)	وزن نمونه (درصد)		عیار طلا (گرم بر تن)		بازیابی طلا (درصد)
	اولیه	باطله	اولیه	باطله	
+۱۲/۵	۱۹,۸	۱۶,۶	۰,۷۳	۰,۴۵	۳۸,۴
-۱۲/۵+۹/۵	۲۵,۷	۲۴,۷	۱,۰۵	۰,۴۹	۵۳,۳
-۹/۵+۶/۳	۲۰,۴	۱۸,۲	۰,۹۴	۰,۳۳	۶۴,۹
-۶/۳+۱/۷	۲۱,۱	۱۸,۳	۱,۱۳	۰,۲۶	۷۷
-۱/۷+۰/۴۲	۶,۳	۳,۸	۱,۱۴	۲۱	۸۱,۶
-۴۲+۲۱۲	۱,۴	۰,۲	۱,۰۴	۱۵	۸۵,۶
-۲۱۲+۷۵	۱,۶	۰,۱	۱,۰۵	۱۶	۸۵,۷
-۷۵	۳,۷	۱۸,۱	۳,۱۸	۰,۰۸	۹۷,۵
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۱,۰۷	۰,۳۳	۶۹,۲



شکل ۲-۷- بطری غلتان

روش بلگ یک ابزار نمونه‌برداری- تجزیه است که در اکتشافات ناحیه‌ای طلا مورد استفاده می‌شود و بر مبنای افزایش دقت در برداشت ذرات ریز طلا و کاهش ناهمگنی نمونه‌ها استوار است. برداشت نمونه بیشتر استخراج طلا از نمونه به روش تبادل یونی و محلول‌های آلی باعث افزایش دقت و کاهش حدسنج تا 0.1 ppb می‌شود. معمولاً پس از تعیین مناطق آنومالی زیر نمونه‌ای برای تجزیه سایر عناصر برداشت و به روش ICP- OES/MS تجزیه می‌شود.

۷-۲- روش‌های ارزیابی دقت نتایج تجزیه به روش بلگ

بعد از تجزیه نمونه‌های تکراری، میزان خطا محاسبه می‌شود و در صورتی که بیشتر از خطای مجاز باشد، نمونه‌ها باید مجدداً در آزمایشگاه تجزیه شوند. روش‌های متعددی در زمینه محاسبه خطا وجود دارد که در زیر به آن‌ها اشاره شده است. روش‌های مختلف محاسباتی برای تعیین دقت اندازه‌گیری تجزیه نمونه‌ها استفاده می‌شود که برخی از آن‌ها عبارتند از:

- تعیین میزان خطا با استفاده از رابطه ۲-۲:

$$RAE \% = 2/n \square (|X_1 - X_2| / (X_1 + X_2)) \times 100 \quad (2-2)$$

که در آن:

X_1 و X_2 مقادیر نمونه‌های اصلی و تکراری

n تعداد نمونه‌های تکراری

RAE خطای نسبی آنالیز^۱

میزان خطای مجاز بر اساس این فرمول ۱۰ درصد در نظر گرفته می‌شود. با توجه به حد تشخیص بعضی از عناصر در برخی از روش‌های تجزیه که در حد دهم یا صدم گرم در تن است، ملاحظاتی در محاسبه خطا و یا حذف بعضی از نمونه‌ها که در حد ضرابی از حد تشخیص (حدود ۱۰ برابر حد تشخیص دستگاه) هستند، در نظر گرفته می‌شود. حداقل مقدار قابل ثبت برای طلا در روش بلگ در حدود ۰/۱ میلی‌گرم در تن است، بنابراین این روش دقت بالایی در اندازه‌گیری مقادیر با غلظت یک میلی‌گرم در تن و بیشتر از یک دارد و توصیه می‌شود که نمونه‌های با غلظت‌های کمتر از یک میلی‌گرم در تن برای محاسبه خطا منظور نشوند.

- محاسبه دقت تجزیه با روابط ۲-۳ تا ۲-۶ انجام می‌گیرد:

$$V = \pi/4 [\square |X_1 - X_2| / n]^2 \quad (3-2)$$

$$SD = \sqrt{V} \quad (4-2)$$

$$CL_{95\%} = 1.96 \times SD \quad (5-2)$$

$$RAE \% = CL \times 100 / \text{Total Mean} \quad (6-2)$$

که در آن:

V واریانس

SD انحراف معیار

X_1 و X_2 نتایج نمونه اصلی و تکراری

n تعداد نمونه‌های تکراری

CL سطح اعتماد

RAE خطای نسبی

- اندازه‌گیری خطای آزمایشگاهی به روش‌های مختلف نیز انجام می‌گیرد که برخی از آن‌ها به صورت نمودار یا گرافیکی مانند نمودار تامپسون و هوارثاند که در واقع از یک نمودار لگاریتمی استفاده می‌شود که محور افقی آن میانگین دو اندازه‌گیری و محور

قائم آن قدر مطلق اختلاف دو اندازه‌گیری است. در به کارگیری این روش تعداد جفت نمونه‌های تکراری ممکن است کمتر از ۵۰ عدد باشد.

در این روش، چنانچه میانگین دوبار اندازه‌گیری و اختلاف دو مقدار اندازه‌گیری روی محور عمودی پیاده شود (محورها لگاریتمی هستند)، در این صورت اختلاف این دو مقدار نسبت به موقعیت خط مایل، میزان خطا را نشان می‌دهد. اگر توزیع نقاط به گونه‌ای باشد که ۹۰ درصد آن‌ها زیر خط ۱۰ و ۹۹ درصد نقاط زیر خط یک درصد قرار گیرند، در این صورت میزان خطای اندازه‌گیری برابر با ۱۰ درصد خواهد بود، میزان خطا با استفاده از منحنی دقت کمتری دارد و بهتر است که از روش‌های محاسباتی استفاده شود.

فصل ۳

پردازش داده‌ها و کنترل صحرائی

۳-۱ - پردازش داده‌های بلگ

در پردازش داده‌های ژئوشیمیایی به روش بلگ مراحل زیر به ترتیب انجام می‌شود:

- داده‌ها پس از دریافت از آزمایشگاه در نرم‌افزار مناسب ذخیره می‌شوند، یک نسخه از این داده‌ها در پیوست ارائه می‌شود. مختصات محل برداشت نمونه‌ها (UTM) اضافه شده و داده‌های سنسورد پس از شناسایی جایگزین می‌شوند. برای جایگزینی داده‌های سنسورد از روش جایگزینی ساده استفاده می‌شود و مقادیر سنسورد با سه‌چهارم حد حساسیت برای مقادیر کوچکتر از حد حساسیت دستگاه جایگزین می‌شوند.

- برای ارزیابی میزان دقت تجزیه بر اساس نتایج نمونه‌های تکراری، ارزیابی خطا با استفاده از روش‌های محاسباتی و چارت استاندارد (بند ۲-۷) محاسبه می‌شود. اگر میزان خطا بیش از حد مجاز باشد، این موضوع به آزمایشگاه اعلام تا سریعاً نسبت به تجزیه مجدد و گزارش علت خطای بیش از حد اقدام شود.

- از آنجایی که در نمونه‌برداری به روش بلگ، تنها عنصر طلا تجزیه می‌شود، از این رو پردازش آماری خیلی ساده و تنها تجزیه و تحلیل تک متغیره عنصر طلا انجام می‌شود. پردازش‌های تک متغیره شامل تنظیم جدول پارامترهای آماری، هیستوگرام‌ها، نمودار جعبه‌ای، شناخت داده‌های خارج از ردیف و روش برخورد با آن‌ها و ترسیم نقشه آنومالی‌ها است.

- در این روش به دلیل تراکم کم نمونه‌ها، بهتر است که داده‌ها به صورت نقشه‌های نمادین^۱ نمایش داده شود و به تجربه مقادیر طلای بیش از ۳ میلی‌گرم در تن به عنوان آنومالی در نظر گرفته شود.

- در این روش به ازای هر نمونه بلگ، یک نمونه رسوب آبراهه‌ای با ابعاد ریزتر از ۸۰ مش برای تجزیه چند عنصری نیز برداشت و تجزیه می‌شود. پردازش و تهیه نقشه‌های این قبیل داده‌ها با رعایت نکات مندرج در نشریه شماره ۵۴۰ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان "دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ‌مقیاس رسوبات آبراهه‌ای (۱:۲۵۰۰۰)" انجام می‌گیرد.

۳-۲ - کنترل صحرائی نواحی امیدبخش

در اکتشافات ناحیه‌ای طلا به روش بلگ به دلیل تراکم پایین نمونه‌ها و ماهیت کانی‌سازی‌های طلا، کنترل مستقیم چکشی انجام نمی‌شود. برای کنترل نواحی امیدبخش در محدوده آنومالی‌ها در روش بلگ، نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای ریزتر از ۸۰ مش برداشت می‌شود (نشریه شماره ۵۴۰ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان "دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ‌مقیاس رسوبات آبراهه‌ای (۱:۲۵۰۰۰)". بسته به ویژگی‌های زمین‌شناسی می‌توان با برداشت نمونه‌های خاک (برای مناطق پوشیده از خاک برجا) و سنگ (مناطق دارای رخنمون) برداشت صحرائی را انجام داد (شکل ۳-۱). مرحله کنترل صحرائی آنومالی‌ها مهم‌ترین بخش از کنترل کیفیت پروژه است که در این مرحله می‌توان آنومالی‌های واقعی را از کاذب تشخیص داد. بر اساس نتایج حاصل از این مرحله دستاوردهای اکتشافی زیر به دست می‌آید:

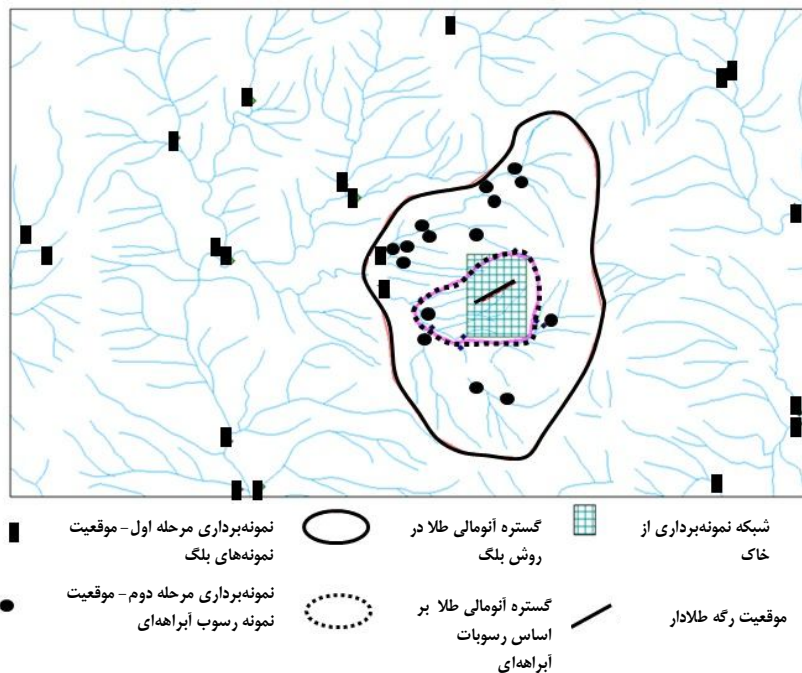
- تعیین رابطه بین زون‌های آنومالی با پدیده کانی‌سازی

- تعیین رابطه بین زون‌های آنومالی با ویژگی‌های زمین‌شناسی مانند واحدهای سنگی، زون‌های دگرسانی، ساخت‌های

زمین‌شناسی مانند سیستم گسله، چین‌خوردگی‌ها و نظایر آن

1- Symbol map

- تعیین رابطه زون‌های آنومالی با وجود رگه‌های سیلیسی، برشی، دایک‌های کانی‌ساز و نظایر آن
 - تعیین رابطه زون‌های آنومالی با وجود کانسارها، معادن فعال و متروکه و دیگر اندیس‌های فلزی و غیرفلزی
 تلفیق نتایج حاصل از بازدید صحرایی، ثبت کلیه پدیده‌های زمین‌شناسی و کانی‌سازی از پردازش داده‌های بلگ ضروری است و عامل اصلی در موفقیت پروژه اکتشافی خواهد بود. در این مرحله، نقش نمونه‌های خاک و سنگ نیز تعیین‌کننده است. در پایان باید با تلفیق داده‌های ژئوشیمیایی آبراهه‌ای، خاک، سنگ و نقشه زمین‌شناسی - معدنی هم‌مقیاس و شبکه حفریات اکتشافی (ترانسه، چاهک و گمانه) طراحی شود.



شکل ۳-۱- مثالی از موقعیت نمونه‌های بلگ و آنومالی‌های حاصل از آن، برداشت نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای در محدوده آنومالی‌های بلگ و برداشت نمونه‌های خاک بر روی آنومالی‌های مرحله دوم و در نهایت شناسایی محل کانی‌سازی

۳-۳- گزارش نهایی

با توجه به اهداف اکتشافات ژئوشیمیایی کوچک‌مقیاس در محدوده‌هایی بین چند ۱۰ تا چند ۱۰۰۰ کیلومتر مربع که شناسایی و معرفی مناطق امیدبخش برای اکتشاف طلا را به دنبال دارد، گزارش نهایی این مرحله باید پاسخگوی اهداف اصلی زیر باشد:

- شناسایی و تعیین آنومالی‌های واقعی طلا
- ارزیابی و تعیین رابطه مناطق آنومالی با اثرات معدنی، رگه‌ها، مناطق دگرسانی، ساختارهای زمین‌شناسی و دیگر شواهد کانی‌سازی و معدنی که شناخته شده باشد. به دلیل نبود رخنمون کانی‌سازی، وسعت زیاد آنومالی‌های طلا، تراکم پایین نمونه‌های بلگ و ماهیت پیچیده برخی از تیپ‌های کانی‌سازی، معمولاً در این مرحله برداشت زمین‌شناسی و معدنی انجام نمی‌شود.
- محدود ساختن مناطق پتانسیل‌دار برای اکتشافات بعدی (ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای، خاک و سنگ)
- با توجه به اهداف یاد شده، محتوی گزارش باید شامل روش‌های اکتشافی، چگونگی عملیات صحرایی و روش تجزیه و تعبیر و تفسیر یافته‌ها باشد تا بتوان با تلفیق کلیه اطلاعات، محدوده‌های پتانسیل‌دار را شناسایی و برای ادامه اکتشاف معرفی کرد.

۳-۴- معیارهای تصمیم‌گیری برای توقف و ادامه عملیات اکتشافی

اکتشافات ژئوشیمیایی همانند بسیاری از روش‌های اکتشافی به طور سیستماتیک و سلسله‌مراتبی انجام می‌گیرد و نتایج هر مرحله، پایه و اساسی برای تصمیم‌گیری برای ادامه عملیات اکتشافی در مرحله بعدی و یا توقف آن است. بلگ نیز به عنوان یک روش، در اکتشاف ناحیه‌ای طلا و عناصر گرانبها از این قاعده مستثنی نیست.

نخستین گام در به کارگیری روش بلگ در اکتشاف طلا، انتخاب محیط زمین‌شناسی و ساختاری مناسب برای رخداد تیپ‌های مختلف کانی‌سازی طلا است، زیرا احتمال کشف منابع معدنی طلا در این محیطها بیشتر و ریسک اکتشاف کمتر است.

تحلیل و تفسیر داده‌های بلگ گام دوم به حساب می‌آید، در این مرحله با توجه به نتایج به دست آمده، تصمیم منطقی برای ادامه و یا توقف عملیات اکتشافی گرفته می‌شود. به صورت تجربی معیار ادامه اکتشافات، وجود نمونه‌های بلگ با مقادیر بیش از ۳ میلی-گرم در تن طلا در میان سری داده‌ها است. هر چه که مقادیر غلظت طلا و تعداد نمونه‌های طلا دار بیشتر باشد و این نمونه‌ها در ارتباط فضایی نزدیک با یکدیگر باشند، منطقه هدف اعتبار بیشتری دارد (شکل ۳-۱).

از آنجایی که تراکم نمونه‌های بلگ کم است و طراحی و برداشت نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای با مش ۸۰- (نشریه شماره ۵۴۰ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان "دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ‌مقیاس رسوبات آبراهه‌ای (۱:۲۵۰۰۰)" از آبراهه‌های بالادست نمونه‌های آنومال بلگ، الزامی است. ثبت آنومالی‌های معتبر طلا و عناصر همراه بر اساس نتایج نمونه‌های رسوب آبراهه‌ای، معیار ادامه عملیات در مرحله بعدی خواهد بود (شکل ۳-۱).

در این مرحله از اکتشاف بسته به وضعیت زمین‌شناسی منشا آنومالی (رخمون و عدم رخمون کانی‌سازی) بررسی‌های ژئوشیمیایی بزرگ‌مقیاس خاک و یا سنگ (۱:۵۰۰۰ یا ۱:۱۰۰۰) بر اساس دستورالعمل‌های استاندارد انجام می‌گیرد. در صورت دستیابی به نتایج موفقیت‌آمیز در این مرحله نیز، ادامه عملیات اکتشافی با توجه به مراحل چهارگانه اکتشافی انجام می‌گیرد.

۳-۵- سرفصل‌های گزارش به روش بلگ

گزارش اکتشاف ژئوشیمیایی به روش بلگ باید بر اساس سرفصل‌های زیر تهیه شود:

۳-۵-۱- چکیده

۳-۵-۲- فهرست

الف- فهرست مطالب

ب- فهرست شکل‌ها

پ- فهرست جدول‌ها

ت- فهرست نمادها

۳-۵-۳- مقدمه

۳-۵-۴- کلیات

- هدف از اکتشافات: در این قسمت به طور خلاصه و شفاف باید اهداف اکتشاف توضیح داده شود.
- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
- کارهای انجام شده قبلی: در این قسمت باید آخرین اطلاعات زمین‌شناسی، اکتشافی و نظایر آن که موجود و قابل دسترسی است، ارائه شود.

- اطلاعات زمین‌شناسی
- اطلاعات ژئوشیمیایی
- اطلاعات ژئوفیزیکی
- اطلاعات ماهواره‌ای
- اطلاعات معدنی

۳-۵-۵- روش بلگ

- طراحی نمونه‌های بلگ
- جمع‌آوری، کدگذاری و ثبت اطلاعات صحرائی
- آماده‌سازی و تجزیه نمونه‌ها
- ارزیابی دقت داده‌ها
- پردازش داده‌ها و ارائه نقشه آنومالی‌ها
- تعبیر و تفسیر داده‌ها و ارزیابی و تفکیک مناطق آنومالی واقعی از انواع کاذب
- معرفی مناطق امیدبخش به منظور ادامه اکتشاف به روش بررسی ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای

۳-۵-۶- اکتشافات ژئوشیمی رسوبات آبراهه‌ای

- طراحی شبکه نمونه‌برداری
- برداشت، آماده‌سازی و تجزیه نمونه‌ها
- محاسبه خطا
- پردازش آمار داده‌ها و ارائه نقشه‌های آنومالی
- تعبیر و تفسیر داده‌ها و بحث ژنتیکی زون‌های کانی‌سازی (مانند تفسیر همبستگی‌ها، تحلیل خوشه‌ای، تحلیل فاکتوری و نظایر

آن)

- ارزیابی و تفکیک زون‌های آنومالی واقعی از انواع کاذب

- رابطه آنومالی‌ها با ساختمان‌های زمین‌شناسی (مانند درزه‌ها، گسل‌ها، چینه‌ها و نظایر آن)، مناطق کانی‌سازی و دگرسانی در محدوده مورد مطالعه
- ارزیابی اکتشافی و اقتصادی یافته‌ها (لزوم ادامه و یا قطع ادامه اکتشاف، دلایل ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و زمین‌شناسی)
- معرفی مناطق امیدبخش و پتانسیل‌دار برای اکتشافات عمومی و تفصیلی به روش‌های ژئوشیمی خاک و یا سنگ
- برای اطلاعات بیشتر به نشریه شماره ۵۴۰ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان "دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ‌مقیاس رسوبات آبراهه‌ای (۱:۲۵۰۰۰)" رجوع شود.

۳-۵-۷- نتایج و پیشنهادها

- نتایج حاصل از کلیه اطلاعات و اکتشافات انجام شده و جمع‌بندی نهایی نکات مثبت یافته‌ها
- ارایه پیشنهادها برای توقف یا ادامه عملیات
- ارایه شرح خدمات برای ادامه اکتشاف

۳-۵-۸- پیوست‌ها

- ارایه نتایج آنالیزها با سربرگ شرکت و یا آزمایشگاه تجزیه‌کننده
- نمودارها، جدول‌های آماری، نقشه‌ها و نظایر آن
- ارایه کلیه اطلاعات نوشتاری، نموداری، جدول‌ها، نقشه‌ها و نظایر آن به صورت رقمی در لوح فشرده

فصل ۴

بررسی کیفیت داده‌ها

۴-۱- آشنایی

کلیه تصمیمات در هر پدیده مورد مطالعه‌ای، بر مبنای کسب اطلاعات اولیه، جمع‌آوری آن‌ها، بررسی و پردازش داده‌ها انجام می‌شود. بدیهی است، در راستای تصمیم‌گیری، در مورد فعالیت‌های اکتشافی نیز، نحوه کنترل کیفیت داده‌ها و میزان اطمینان به آن‌ها مهم است، زیرا تمامی گزینه‌ها در مورد رد یا قبول یک منطقه اکتشافی بر مبنای اطلاعات و داده‌ها استوار است. با به کارگیری روش‌های کنترل کیفیت داده‌ها^۱ و سطح اطمینان داده‌ها^۲ مراحل بررسی داده‌ها و میزان اعتبار آن‌ها ارزیابی می‌شود. اولین گام در کسب اطلاعات و داده‌ها، برداشت نمونه است. علیرغم نوع نمونه و محیط برداشت آن، باید ناظر پروژه و کارشناس خبره با اجرای دقیق دستورالعمل‌های DQC و DQA در راستای کنترل کیفی پروژه اقدام کند. در شروع عملیات مراحل اولیه اکتشافی بررسی DQC و DQA ضرورت دارد، زیرا داده‌های حاصل از این مرحله و مراحل پس از آن در ارزیابی اقتصادی بودن یا نبودن یک کنسار نقش مهمی دارد. حدود ۸۰ درصد خطا و ریسک کنترل کیفیت در اجرای پروژه‌های اکتشافی، در ارتباط با نمونه‌برداری، حدود ۱۵ درصد مرتبط با آماده‌سازی و ۵ درصد آن‌ها مربوط به مرحله تجزیه شیمیایی است. بنابراین برای کنترل و کاهش خطاها اجرای دقیق مراحل DQC و DQA زیر نظر ناظر پروژه یا کارشناس خبره ضروری است. مراحل انجام کار در ادامه ارائه شده است.

۴-۲- مطالعات دفتری

الف- کنترل نقشه‌های پایه و پیاده کردن نقاط نمونه‌برداری بر روی نقشه‌های پایه
 ب- نظارت بر تعیین موقعیت شبکه نمونه‌برداری و اطمینان از کالیبره بودن دستگاه GPS
 پ- اطمینان از آشنایی نمونه‌برداران با دستورالعمل برداشت نمونه‌های بلگ
 ت- ارائه دستور کار به کارشناسان در زمینه دقت در ثبت مشاهدات و شواهد مربوط به پدیده‌های زمین‌شناسی از قبیل سنگ‌شناسی، دگرسانی، ساختارها و کانی‌سازی در پیرامون محل‌های نمونه‌برداری

۴-۳- نظارت بر فعالیت‌ها و برداشت‌های صحرائی

- نظارت بر تیم‌های نمونه‌برداری در حین و پس از نمونه‌برداری، برداشت نمونه‌های تکراری در صحرا و برداشت نمونه کنترل
 - کنترل کیفیت نمونه‌برداری

۴-۴- آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی نمونه

- نظارت بر مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها
 - کنترل کیفیت آزمایشگاه بر اساس استفاده از نمونه‌های تکراری (آزمایشگاهی)، نمونه‌های کنترل بین آزمایشگاهی، نمونه‌های پوچ و نمونه‌های مرجع

1- Data quality control (DQC)
 2- Data quality assurance (DQA)

۴-۵- تعبیر و تفسیر داده‌ها

- بررسی کیفیت داده‌های تجزیه نمونه‌ها و کنترل دقت آزمایشگاه
- نظارت بر روش داده‌پردازی و تعیین مناطق آنومالی

۴-۶- کنترل آنومالی

- کنترل صحرایی مناطق آنومالی و برداشت نمونه کنترلی تکراری
- تعیین آنومالی‌های واقعی و کاذب

۴-۷- نظارت بر تدوین گزارش پایانی**۴-۸- آرایه داده‌های پایه بر اساس سرفصل‌های مربوطه**

عناوین پروژه‌های اکتشاف برنامۀ تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در سازمان برنامه و بودجه کشور	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۱	تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های اکتشافی	۳۲۸	-
۲	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف زغال‌سنگ	۳۵۱	-
۳	دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی	۳۷۹	-
۴	راهنمای ملاحظات زیست‌محیطی در فعالیت‌های اکتشافی	۴۹۸	۱۳
۵	دستورالعمل تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی - اکتشافی بزرگ مقیاس رومی (۱:۲۵۰۰۰)	۵۳۲	۲۰
۶	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف سنگ آهن	۵۳۶	۱۷
۷	علائم استاندارد نقشه‌های زمین‌شناسی	۵۳۹	۲۳
۸	دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ‌مقیاس رسوبات آبراهه‌ای (۱:۲۵۰۰۰)	۵۴۰	۲۴
۹	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف مس	۵۴۱	۲۵
۱۰	فهرست خدمات اکتشافی سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی (باریت، بنتونیت، زئولیت، سلسنتین، سیلیس، فلدسپار، فلوتورین)	۵۶۶	۳۶
۱۱	واژه‌ها و اصطلاحات پایه اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی	۵۶۷	۳۷
۱۲	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف مس سرب و روی	۵۸۱	۴۰
۱۳	راهنمای مطالعات ژئوفیزیکی اکتشافی به روش‌های مغناطیس‌سنجی، گرانی‌سنجی و لرزه‌نگاری در اکتشافات معدنی	۵۹۴	۲۸
۱۴	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف آنتیموان	۵۹۵	۳۴
۱۵	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی	۵۹۹	۴۳
۱۶	فهرست خدمات و راهنمای مطالعات دورسنجی در اکتشاف مواد معدنی	۶۱۵	۴۵
۱۷	فهرست خدمات و دستورالعمل مراحل مختلف اکتشاف مواد اولیه سیمان	۶۱۷	۴۷
۱۸	فهرست خدمات و دستورالعمل بررسی‌های چاه‌پیمایی	۶۱۸	۴۸
۱۹	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف عناصر نادر خاکی	۶۴۸	۵۱
۲۰	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف قلع	۶۴۹	۵۲
۲۱	دستورالعمل آماده‌سازی و اندازه‌گیری عناصر در سنگ آهن	۶۵۲	۵۴
۲۲	دستورالعمل آماده‌سازی، تهیه نمونه و مطالعات میکروسکوپی و سیالات درگیر برای نمونه‌های اکتشافی	۶۵۵	۵۵
۲۳	دستورالعمل اکتشافات ژئوشیمیایی محیط‌های سنگی در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰	۶۷۱	۶۲
۲۴	دستورالعمل یکسان‌سازی اسامی مواد معدنی	۲۳۱	۶۵
۲۵	راهنمای مطالعات ژئوفیزیکی به روش‌های مقاومت ویژه، پلاریزاسیون القایی، الکترومغناطیسی و پتانسیل خودزا در اکتشاف مواد معدنی	۵۳۳	۶۶
۲۶	دستورالعمل تهیه گزارش پایان عملیات اکتشافی	۴۹۵	۷۰
۲۷	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف طلا	۷۰۳	۷۵
۲۸	دستورالعمل آماده‌سازی و اندازه‌گیری غلظت فلزات گرانبها (طلا، نقره و گروه پلاتین)	۷۰۴	۷۸
۲۹	دستورالعمل تهیه طرح اکتشاف مواد معدنی	۷۱۳	۸۰
۳۰	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف گچ و نمک	۷۲۱	۸۱
۳۱	دستورالعمل آماده‌سازی و اندازه‌گیری غلظت فلزات پایه (مس، روی و سرب)	۷۲۷	۸۲
۳۲	فهرست خدمات اکتشاف سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی (پرلیت، دیاتومیت و ورمیکولیت)	۷۲۸	۸۳
۳۳	دستورالعمل اکتشافات ژئوشیمیایی خاک در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰	۷۳۰	۸۵

عناوین پروژه‌های اکتشاف برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در سازمان برنامه و بودجه کشور	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۳۴	راهنمای مطالعات GIS در مقیاس ناحیه‌ای و تعیین نواحی امیدبخش	۷۳۹	۸۷
۳۵	دستورالعمل اکتشاف ناحیه‌ای طلا به روش بلگ	۷۵۱	۹۱
۳۶	دستورالعمل بررسی‌های ژئوشیمیایی به روش اکتشافات بیوژئوشیمیایی و ژئوبوتانی		در دست تدوین
۳۷	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف در شورابه‌ها		در دست تدوین
۳۸	فهرست خدمات و دستورالعمل اکتشاف سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی (نسوزها): خاک نسوز، منیزیت- هونتیت، بوکسیت، نسوزهای آلومینو سیلیکاته (کیانیت، سیلیمانیت و آندالوزیت)، گرافیت و دولومیت		در دست تدوین

عناوین پروژه‌های کمیته استخراج برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در سازمان برنامه و بودجه کشور	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۱	تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های استخراجی	۳۴۰	-
۲	مقررات تهیه در معدن	۳۵۰	-
۳	مقررات فنی آتشیاری در معدن	۴۱۰	-
۴	دستورالعمل تهیه نقشه‌های استخراجی معدن	۴۴۲	۸
۵	راهنمای ارزشیابی دارایی‌های معدنی	۴۴۳	۹
۶	دستورالعمل فنی روشنایی در معدن	۴۸۹	۱۰
۷	دستورالعمل امداد و نجات در معدن	۴۸۸	۱۸
۸	راهنمای تهیه گزارش‌های طراحی معدن	۴۹۶	۱۱
۹	دستورالعمل ترابری در معدن	۵۰۶	۱۴
۱۰	دستورالعمل توزیع هوای فشرده در معدن	۵۳۱	۱۹
۱۱	دستورالعمل طراحی و اجرای سیستم نگهداری تونل‌های معدنی	۵۳۷	۲۱
۱۲	دستورالعمل تحلیل پایداری و پایدارسازی شیب‌ها در معدن روباز	۵۳۸	۲۲
۱۳	راهنمای محاسبه قیمت تمام شده در فعالیت‌های معدنی	۵۴۲	۲۶
۱۴	دستورالعمل نگهداری و کنترل سقف در کارگاه‌های استخراج	۵۵۳	۲۹
۱۵	واژه‌ها و اصطلاحات پایه اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی	۵۶۷	۳۷
۱۶	راهنمای آبکشی در معدن	۵۷۳	۳۸
۱۷	دستورالعمل طراحی هندسی بازکننده‌ها و حفاریات زیرزمینی	۵۷۹	۴۱
۱۸	راهنمای ملاحظات زیست‌محیطی در فعالیت‌های استخراجی	۶۱۱	۴۴
۱۹	راهنمای ارزیابی و کنترل پیامدهای ناشی از انفجار در معدن	۶۱۶	۴۶
۲۰	راهنمای انتخاب روش استخراج ذخایر معدنی	۶۲۳	۴۹
۲۱	دستورالعمل تعیین مرز تغییر روش استخراج از روباز به زیرزمینی	۶۲۵	۵۰
۲۲	دستورالعمل کاربرد روش‌های عددی در طراحی ژئومکانیکی معدن	۶۵۶	۵۶
۲۳	راهنمای ارزیابی ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE) در معدن	۶۶۹	۶۰
۲۴	راهنمای امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی	۵۵۸	۶۴
۲۵	دستورالعمل پر کردن کارگاه‌های استخراج معدن زیرزمینی	۲۸۳	۶۹
۲۶	راهنمای محاسبه بار و توزیع برق در معدن	۳۰۴	۷۱
۲۷	دستورالعمل گاززدایی در معدن زغال‌سنگ	۷۰۹	۷۶
۲۸	دستورالعمل ابزاربندی و رفتارنگاری در معدن روباز	۷۲۵	۸۴
۲۹	دستورالعمل بازرسی و تعمیر سیستم‌های نگهداری در حفاریات معدنی	۷۲۶	۸۶
۳۰	راهنمای طراحی و احداث شبکه‌های زیرزمینی معدن	۷۴۶	۸۹
۳۱	دستورالعمل کنترل رقیق‌شدگی در معدن		در دست تدوین
۳۲	راهنمای تخمین و کنترل نشست در معدن		در دست تدوین
۳۳	علایم استاندارد نقشه‌های استخراجی معدن		در دست تدوین
۳۴	راهنمای متره و برآورد در فعالیت‌های استخراج معدنی		در دست تدوین
۳۵	راهنمای مکان‌یابی و جانمایی تاسیسات و تجهیزات در معدن روباز		در دست تدوین

عناوین پروژه‌های فرآوری برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در سازمان برنامه و بودجه کشور	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۱	راهنمای اکتشاف، استخراج و فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما	۳۷۸	-
۲	تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های کانه‌آرایی	۴۴۱	۷
۳	فهرست خدمات طراحی پایه واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری مواد معدنی	۴۹۷	۱۲
۴	علایم استاندارد نقشه‌های کانه‌آرایی	۵۰۸	۱۵
۵	راهنمای نرم‌افزاری علایم استاندارد نقشه‌های کانه‌آرایی مواد معدنی	۵۰۸	۲۷
۶	دستورالعمل مکان‌یابی واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری	۵۱۵	۱۶
۷	ضوابط انجام آزمایش‌های کانه‌آرایی در مقیاس آزمایشگاهی، پایه و پیشاهنگ	۵۴۴	۳۱
۸	راهنمای محاسبه تعیین ظرفیت ماشین‌آلات و تجهیزات واحدهای کانه‌آرایی	۵۴۵	۳۲
۹	راهنمای انباشت مواد باطله در واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری	۵۵۹	۳۳
۱۰	راهنمای سنگ‌جویری مواد معدنی به روش‌های دستی یا خودکار	۵۵۴	۳۰
۱۱	راهنمای حمل و نقل مواد معدنی در مدارهای کانه‌آرایی	۵۶۴	۳۹
۱۲	شناسایی مواد معدنی و آزادسازی آن‌ها در کانه‌آرایی	۵۶۵	۳۵
۱۳	واژه‌ها و اصطلاحات پایه اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی	۵۶۷	۳۷
۱۴	ضوابط و معیارهای انتخاب آسیای خودشکن و نیمه‌خودشکن	۵۸۰	۴۲
۱۵	دستورالعمل کنترل و خنثی‌سازی آرسنیک، سولفید و سیانید در آزمایشگاه‌های فرآوری	۶۵۱	۵۳
۱۶	دستورالعمل نمونه‌برداری در کانه‌آرایی	۶۶۰	۵۷
۱۷	راهنمای تعیین شاخص خردایش در آسیاهای مختلف	۶۶۱	۵۸
۱۸	راهنمای آزمایش‌های جدایش ثقلی در مقیاس آزمایشگاهی	۶۶۲	۵۹
۱۹	راهنمای انتخاب مدار خردایش مواد معدنی	۶۷۰	۶۱
۲۰	راهنمای افزایش مقیاس در واحدهای کانه‌آرایی	۶۷۲	۶۳
۲۱	راهنمای آزمایش‌های خشک‌کردن، تشویه و تکلیس در مقیاس آزمایشگاهی	۳۷۲	۶۷
۲۲	راهنمای پذیرش و نگهداری نمونه‌های معدنی در آزمایشگاه کانه‌آرایی	۶۸۰	۶۸
۲۳	راهنمای پوشش و تجهیزات حفاظتی کارکنان در واحدهای کانه‌آرایی	۵۱۴	۷۲
۲۴	راهنمای مخلوط‌سازی بار ورودی در کارخانه‌های فرآوری مواد معدنی	۵۷۲	۷۳
۲۵	فهرست کنترل کیفی بار ورودی، مواد در گردش و محصولات واحدهای کانه‌آرایی	۷۰۸	۷۷
۲۶	دستورالعمل دانه‌بندی مواد معدنی	۷۱۰	۷۹
۲۷	راهنمای نرم‌زدایی در واحدهای کانه‌آرایی	۷۳۸	۸۸
۲۸	راهنمای آماده‌سازی نمونه در آزمایشگاه کانه‌آرایی	۷۴۹	۹۰
۲۹	فهرست خدمات مهندسی تفصیلی واحدهای کانه‌آرایی		در دست تدوین
۳۰	راهنمای محاسبات در آزمایش‌های کانه‌آرایی		در دست تدوین
۳۱	راهنمای آزمایش‌های هیدرومتالورژی در مقیاس آزمایشگاهی		در دست تدوین
۳۲	راهنمای فنی کنترل و پایش تجهیزات فرآوری		در دست تدوین

خواننده گرامی

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از چهل سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر ششصد عنوان ضابطه تخصصی- فنی، در قالب آیین نامه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی، نشریه و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه 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 ضوابط منتشر شده در پایگاه اطلاع‌رسانی nezamfanni.ir قابل دستیابی می‌باشد.

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

Islamic Republic of Iran
Budget and Planning Organization

Instruction for Gold Regional Exploration Using Bulk Leaching Extractable Gold Method (BLEG)

No. 751

Deputy of Technical, Infrastructure and
Production Affairs
Department of Technical and Executive Affairs

nezamfanni.ir

Ministry of Industry, Mine and Trade
Deputy of Mine Affairs and Mineral
Industries
Office for Mining Supervision and
Exploitation

<http://mimt.gov.ir>

2019

در این نشریه

دستورالعمل اکتشاف ناحیه‌ای طلا به روش بلگ ارایه می‌شود. اگر چه روش‌های مختلفی برای شناسایی کانی‌سازی‌های طلا وجود دارد، اما به دلیل فراوانی پایین طلا، حساسیت آن به روش نمونه‌برداری، آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی آن پیچیده است. استفاده از روش بلگ، این محدودیت‌ها را به حداقل می‌رساند و با سرعت و دقت بالا و هزینه کمتر می‌توان مناطق دارای پتانسیل طلا را شناسایی کرد.