۲۵۲۰ گ
TN
۴۷۰
۱۹ الف
۴ ب
۱۴۷۸

بنام خدا

وزارت معادن و فلزات

اداره کلّ معادن و فلزات آذربایجان غربی

کتابخانه حوزه اکتشاف
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

بررسیهای ژئوشیمیائی در ناحیه قلعه

(میاندوآب)

کتابخانه سازمان زمین شناسی و
اکتشافات معدنی کشور
تاریخ:
شماره ثبت: ۸۱۳۲۸

مهندسین مشاور تهران پادیر

اسفند ماه ۱۳۷۸

مهندسین مشاور تهران پادیر
Tehran Padir

فهرست نوشتارها

عنوان — صفحه

بخش نخست : کلیات

۱-۱- پیشگفتار ۱
۱-۲- موقعیت جغرافیایی ۳
۱-۲-۱- وسعت ۳
۱-۲-۲- راهنمای دسترسی ۳
۱-۳- ویژگیهای طبیعی ۵
۱-۳-۱- آب و هوا ۵
۱-۳-۲- پوشش گیاهی ۶
۱-٤- مراکز جمعیتی ۷
۱-۵- طرح نمونه‌برداری و روش کار ۸

بخش دوم : زمین‌شناسی عمومی و محیط‌های رسوبی ناحیه

۲-۱- زمین‌شناسی عمومی ۱۲
۲-۲- محیطهای رسوبی ۱۳
۲-۲-۱- دریاچه ارومیه ۱۴
۲-۲-۱-۱- ویژگیهای دریاچه ۱۴
۲-۲-۱-۲- نهشته‌های دریاچه ۱۷
۲-۲-۱-۲-۱- نهشته‌های آواری ۱۷
۲-۲-۱-۲-۲- نهشته‌های برجا ۱۸
۲-۲-۲- زرینه‌رود ۲۱

بخش سوم : پیدایش و ذخایر طلا و نقره

۳-۱- طَلا (Au) ۲۶
۳-۱-۱ تولید طَلا ۲۶
۳-۱-۲- ویژگیهای عمومی پراکندگی طَلا در لیتوسفِر ۳۰
۳-۱-۳- رده‌بندی ذخایر طلا ۳۳
۳-۲- نقره (Ag) ۴۰
۳-۲-۱- مصارف نُقره ۴۰
۳-۲-۲- ذخایر و تولید جهانی نُقره ۴۰

نتیجه‌گیری ۴۳

پیشنهاد ۴۴

پیوستها ۴۵

شوندگی و ایستادگی فیزیکی مناسب باشند می توانند تشکیل چنین کانسارهایی را به‌دهند.

ناحیه مورد بررسی در حاشیه کرانه جنوبی دریاچه ارومیه ، در دهانه رودخانه رزینه‌رود و نزدیک دهانه رودخانه سیمینه‌رود قرار دارد لذا انتظار می‌رود کانیهایی که دارای سه ویژگی بالا هستند در این محیط رسوبی وجود داشته باشند. به‌طور کلی کانسارهای پلاسری کرانه‌های دریاها و دریاچه‌ها از توده‌های آبرفتی رودخانه‌ها مایه می گیرند و انبوه ذراتی که به‌دریا وارد می‌شوند به‌وسیله جریانها به‌درازای ساحل برده می‌شود و در نوار باریکی میان افقهای بالا و پایین جذر و مدی ، در آبگیری درون خشکی بدون جذر و مد و نیز در پهنه خیزاب‌ها جای می گیرند. گاهی بخش سنگین از مواد ارزشمند در رخساره دلتایی آبرفت انباشته می‌شوند.

بررسیهای ژئوشیمیایی ناحیه قلعه در دلتای زرینه‌رود به‌منظور اکتشاف طلا و نقره که نتیجه آن گزارش و نقشه موجود است ، در مساحتی معادل ۷۰ کیلومترمربع انجام گرفته است.

این مطالعات بر اساس مفاد قرارداد شماره ٤٩٤٤ /۳ تاریخ ۱۳۷۸/۵/۱۸ بین اداره کل معادن و فلزات استان آذربایجان غربی و شرکت مهندسین مشاور تهران پادیر صورت گرفته است.

بررسیهای صحرائی به‌کمک نقشه‌های توپوگرافی به‌مقیاس ۵۰،۰۰۰ : ۱ برگه *یادگارلو* به‌شماره ٥١٦٤III سری K٧٥٣ و برگه *چهاربرج قدیم* به‌شماره ٥١٦٤III سری K٧٥٣ تهیه شده توسط سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح انجام شد. مساحت مورد نظر در نقشه‌های اشاره شده به‌اندازه مقیاس ۱۰،۰۰۰ :۱ بزرگ شده و شبکه نمونه‌برداری و حفاری چاهک‌ها بر روی آن طراحی گردید. در این شبکه به‌ازای هر کیلومتر مربع یک چاهک حفر شد و از هر چاهک تعداد دو نمونه ژئوشیمیایی برداشت گردید. بر اساس وضعیت زمین‌شناسی و رسوب شناسی محیط هر چاهک عمق آنها از ۰/۵ تا ۲ متر انتخاب گردید. در بعضی نقاط برداشت نمونه از پادگانه‌های آبرفتی و رسوبات پوینت‌بار (Point Bar) رودخانه صورت گرفت. در مجموع تعداد ۱٤۳ نمونه ژئوشیمیایی برداشت و پس از آماده سازیهای صحرایی

و کارگاهی تحویل آزمایشگاه جذب اتمی شد. تعداد ۱۰ نمونه انتخابی نیز به‌منظور تعیین عیار عناصر موجود و اکسیدهای اصلی به‌روش X.R.F مورد آزمایش قرار گرفت. پس از انجام آزمایش تعیین عیار طلا و نقره به‌روش جذب اتمی، معلوم شد که هیچکدام از نمونه‌ها عیار قابل توجهی از طلا و نقره نداشته‌اند. جهت اطمینان از دقت آزمایش انجام شده، دو نمونه انتخابی در آزمایشگاه دیگری مورد آنالیز قرار گرفت و نتیجه آن تأئید گردید. نتایج آزمایشگاهی به‌پیوست گزارش آمده است.

در این گزارش مطالبی در رابطه با طرح نمونه‌برداری و روش کار، محیطهای رسوبی دریاچه ارومیه و رزینه‌رود و نیز پیدایش ذخائر طلا و نقره ذکر شده است.

در اینجا لازم می‌دانیم از مسئولین محترم اداره کل معادن و فلزات استان آذربایجان غربی به‌سبب همکاری و زحمات بی‌دریغشان در انجام این پروژه مطالعاتی، قدردانی و تشکر نمائیم.

۱-۲- موقعیت جغرافیایی

۱-۲-۱- وسعت

ناحیه مورد مطالعه در ۳۵ کیلومتری شمال باختری شهرستان میاندوآب قرار دارد. این ناحیه، ۷۰ کیلومترمربع وسعت دارد و به‌شکل مستطیلی به‌اضلاع ۷×۱۰ کیلومتر می‌باشد و بین طولهای خاوری ′۴۸ °۴۵ و ′۴۳ °۴۵ و عرضهای شمالی ′۱۲/۵ °۳۷ و ′۷ °۳۷ واقع شده است (نقشه شماره-۱).

۱-۲-۲- راههای دسترسی

ناحیه مورد بررسی در ۳۵ کیلومتری شمال باختری شهرستان میاندوآب واقع شده است. برای دسترسی به‌این ناحیه فقط یک راه وجود دارد وآن هم مسیرمیاندوآب-قلعه‌پایین می‌باشد. در این مسیر روستاهای زیادی وجود دارد. مهم‌ترین روستاهای مسیر عبارتند از : گوگ‌تپه، جعفرآباد، چلیک، تپه‌رش و قلعه‌بزرگ.

راه دسترسی به‌ناحیه ، از میاندوآب تا روستای جعفرآباد آسفالت درجه دو ۸ کیلومتر تا روستای تپه‌رش جاده شنی درجه یک و از آنجا تا روستای قلعه بزرگ (منتهی الیه جنوب ناحیه) جاده شنی درجه دو است و در ادامه به‌داخل ناحیه ، جاده‌های خاکی ماشین‌رو وجود دارد. روستای محمدآباد در جنوب خاوری و خارج از ناحیه تا روستای قلعه بزرگ در حدود یک کیلومتر فاصله دارد.

برای دسترسی به‌بخش میانی ناحیه از جاده خاکی قلعه‌بزرگ_قلعه‌پایین می‌توان استفاده کرد. البته قسمتهای زیادی از این جاده توسط سیلابهای فصلی تخریب شده است و روستای قلعه‌پایین خالی از سکنه می‌باشد.

برای دسترسی به‌بخش شمالی ناحیه ، باید جاده قلعه پایین را به‌سمت شمال ادامه داد ، که این راه به‌شمال باختری ناحیه ختم می‌شود. در حدود یک کیلومتری جنوب روستای متروکه قلعه‌پایین مسیر جاده ، عرض رودخانه قدیمی زرینه‌رود را قطع می‌کند و به‌سمت شمال و شمال خاوری ناحیه ادامه پیدا می‌کند.

در بخش جنوب و جنوب خاوری ناحیه راههای مختلف عبور و مرور و زمین‌های کشاورزی روستاهای محمدآباد و قلعه‌بزرگ وجود دارد که دسترسی را به‌آن بخش سهل نموده است. دسترسی به‌بخش خاوری ناحیه کمی مشکل است. برای این منظور یا باید از محل روستای محمدآباد از عرض رودخانه پرآب زرینه‌رود عبور کرد و سپس به‌سمت شمال رفت و یا از شمال خاوری ناحیه به‌سمت جنوب آمد.

۱-۳- ویژگیهای طبیعی

از ویژگیهای طبیعی ناحیه به‌آب و هوا و پوشش گیاهی اشاره می‌کنیم :

۱-۳-۱- آب و هوا

به‌طور کلی استان آذربایجان غربی دارای دو نوع آب و هوای معتدل و کوهستانی

جنوب خاوری ، دارای پوشش گیاهی است. در مجموع می‌توان پوشش گیاهی این ناحیه را به‌دو دسته خودرو وکشاورزی تقسیم‌بندی نمود.

مسیر اصلی رودخانه در این ناحیه در بعضی از نقاط تغییر کرده است. گیاهانی در حاشیه مسیر رودخانه وجود دارند که بیشتر آنها درختچه‌ها و بوته‌های خودرو می‌باشند. در حاشیه مسیرهای قدیمی بیشتردرختان و درختچه‌ها از بین رفته‌اند. بویژه در قسمت شمالی ناحیه که مسیر اصلی به‌صورت دو شاخه است. درختان خشکیده و بی‌جان عمود بر سطح زمین باقی مانده‌اند.

به طورکلی پیشروی و پسروی در یاچه روی شرایط زیست محیطی ناحیه اثر می‌گذارد. پوشش گیاهی خاص و پرندگان مهاجر از موجودات زنده ، آب رودخانه ، رسوبات ساحلی ، آبرفتی و هوا ، از عوامل غیر زنده اکوسیستم منطقه هستند که به‌طور مستقیم بر هم اثر می‌گذارند ، در بخشهای جنوب خاوری و جنوبی ناحیه زمینهای کشاورزی روستاهای محمدآباد و قلعه‌بزرگ وجود دارد. البته به‌دلیل بالا بودن میزان شوری آب‌های سطحی و زیرزمینی در این ناحیه ، کشاورزی رونق خوبی ندارد. حتی روستائیان از آب آشامیدن بهداشتی بهره‌مند نیستند.

محصولات کشاورزی بیشتر شامل گندم ، جو ، یونجه ، صیفی‌جات ، سیب‌زمینی ، پیاز و علوفه می‌باشد. جانوران اهلی شامل گاومیش ، گوسفند ، بز ، مرغ ، اردک ، الاغ و سگ می‌باشند.

۱-۴- مراکز جمعیتی

مهمترین مراکز جمعیتی در ناحیه ، روستای محمدآباد و قلعه‌بزرگ هستند. دو روستای متروکه قلعه‌پایین و مناف خالدزاده در این ناحیه واقعند. اهالی روستاهای مزبور ، پس از پیشروی آب دریاچه در سالهای اخیر و زیرآب رفتن زمینهای کشاورزی و بخشی از خانه‌های مسکونی به‌شهرهای میاندوآب و مهاباد مهاجرت کرده‌اند.

مردم روستاهای محمدآباد و قلعه‌بزرگ به‌زبان کردی و با لهجه خاص (مهابادی) گویش می کنند. فعالیت اصلی اهالی این روستاها ، کشاورزی و دامداری است.

۱-۵- طرح نمونه‌برداری و روش کار

به‌منظور بررسیهای ژئوشیمیایی رسوبات و تعیین میزان پتانسیل و عیار طلا و نقره در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ در ناحیه‌ای به‌وسعت ۷۰ کیلومترمربع در انتهای مسیر رودخانه زرینه‌رود ، برنامه‌ای در ٦ مرحله به‌شرح زیر تنظیم گردید :

۱-جمع آوری و بررسی اطلاعات و گزارشهای موجود در ارتباط با زرینه‌رود و دریاچه ارومیه

در این مرحله تلاش شد تا با بررسی کارهای انجام شده قبلی تحقیقات لازم صورت گرفته و برنامه‌ریزی عملیات صحرایی تهیه گردد و نیز شبکه‌ای به‌منظور حفر چاهکهای نمونه‌برداری بر روی نقشه توپوگرافی به‌مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ طراحی شد.

۲-توجیه نقشه‌های موجود قبل از شروع عملیات صحرایی

قبل از شروع عملیات صحرایی ، نقشه‌های موجود با طبیعت توجیه گردید و به‌تغییراتی که در طبیعت ناحیه صورت گرفته است پی برده شد. با توجه به‌اینکه نقشه‌های موجود ، با استفاده از عکسهای هوائی قدیمی (حدود چهل سال پیش) تهیه شده‌اند بعضی از عوارض طبیعی از جمله مسیر رودخانه در محل پیچش بخش جنوب خاوری ناحیه مسیر رودخانه در محل مجاورت روستاهای متروکه مناف خالدزاده و قلعه پایین و شاخه‌های اصلی و فرعی انتهای رودخانه در شمال و بخش میانی ناحیه تغییر کرده است. به‌نظر می‌رسد این تغییرات ناشی از بالا آمدن سطح آب دریاچه (پیشروی) در سالهای اخیر می‌باشد.

۳-عملیات صحرائی با هدف نمونه برداری براساس شبکه طراحی شده

در این عملیات دو نفر زمین‌شناس و یک نفر تکنسین زمین‌شناسی شرکت داشتند. در

این شبکه تعداد ۷۰ نقطه برای حفر چاهک یا نمونه‌برداری سطحی مشخص گردید. فاصله هر نقطه از نقطه مجاور به‌طور تقریبی یک کیلومتر میباشد. هر نقطه نمونه‌برداری نمایانگر ویژگیهای ژئوشیمیایی و رسوب‌شناسی مساحتی معادل یک کیلومتر مربع پیرامون خود می‌باشد. با توجه به‌اینکه این ناحیه از نظر ناهمواری ، دارای توپوگرافی بسیار ملایم است و تغییر یافتن مسیر رودخانه که سبب عدم انطباق نقشه توپوگرافی موجود با وضعیت فعلی زمین شده ، برای دسترسی به‌نقاط مورد نظر به‌کمک کُمپاس زمین‌شناسی جهت‌یابی و به‌کمک متر نواری و گاهی (Pacing) فاصله‌ها پیموده می‌شد. درمحل هر نقطه یک پرچم نصب می‌شد تا از فاصله دور مشخص باشد. برای دسترسی ساده‌تر ، از هر نقطه به‌چهار نقطه مجاور ، به‌کمک کمپاس به‌هر کدام از آنها قراول رفته (گراگیری نموده) و خطوطی به‌موازات راستای آنها روی زمین و در کنار پرچم ، کشیده می‌شد. بدین‌ترتیب همه نقاط دارای پرچم شاخص و خطوط جهت‌نما بودند. در شبکه نمونه‌برداری تعداد ۶۹ چاهک به‌عمقهای مختلف از ۰/۵ تا ۲ متر حفر گردید. در حفر چاهک از دو گروه کارگر محلی استفاده شد.

رسوبات دیواره عمودی چاهکها از نظر ویژگیهای ژئوشیمیایی مورد بررسی صحرایی قرار می‌گرفت و ضمن رعایت نکات فنی از هر چاهک تعداد دو نمونه برداشت شد. رسوبات* مذکور را از الک ۲۰- مش عبور داده و در حدود ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ سانتی‌متر مکعب در کیسه‌های پلاستیکی ویژه‌ای بسته‌بندی شدند. شماره کد نمونه‌ها در روی کیسه و روی نقشه (محل نمونه برداری) ثبت شدند. تعداد چهار نمونه نیز از رسوبات سطحی پادگانه‌های آبرفتی و رسوبات بخش پوینت‌بار رودخانه زرینه‌رود برداشت گردید.

۴-مطالعات آزمایشگاهی

پس از پایان یافتن عملیات صحرایی و بازگشت گروه صحرائی ، برنامه آزمایشگاهی

---

* در صورت خیس بودن نمونه‌ها خشک می‌شدند.

نمونه‌های برداشت شده ، آماده و همراه با نمونه‌های مربوطه تحویل آزمایشگاه گردید.

برنامه مذکور به‌شرح زیر بوده است :

الف_ تعداد ۱۴۳ نمونه ژئوشیمیایی جهت ، تعیین عیار عناصر طلا و نقره :

M,1-1,G	M,1-2,G	M,21-1,G	M,21-2,G	M,41-1,G	M,41-2,G	M,61-1,G	M,61-2,G
M,2-1,G	M,2-2,G	M,22-1,G	M,22-2,G	M,42-1,G	M,42-2,G	M,62-1,G	M,62-2,G
M,3-1,G	M,3-2,G	M,23-1,G	M,23-2,G	M,43-1,G	M,43-2,G	M,63-1,G	M,63-2,G
M,4-1,G	M,4-2,G	M,24-1,G	M,24-2,G	M,44-1,G	M,44-2,G	M,64-1,G	M,64-2,G
M,5-1,G	M,5-2,G	M,25-1,G	M,25-2,G	M,45-1,G	M,45-2,G	M,65-1,G	M,65-2,G
M,6-1,G	M,6-2,G	M,26-1,G	M,26-2,G	M,46-1,G	M,46-2,G	M,66-1,G	M,66-2,G
M,7-1,G	M,7-2,G	M,27-1,G	M,27-2,G	M,47-1,G	M,47-2,G	M,67-1,G	M,67-2,G
M,8-1,G	M,8-2,G	M,28-1,G	M,28-2,G	M,48-1,G	M,48-2,G	M,68-1,G	M,68-2,G
M,9-1,G	M,9-2,G	M,29-1,G	M,29-2,G	M,49-1,G	M,49-2,G	M,69-1,G	M,69-2,G
M,10-1,G	M,10-2,G	M,30-1,G	M,30-2,G	M,50-1,G	M,50-2,G	M,70-1,G	M,70-2,G
M,11-1,G	M,11-2,G	M,31-1,G	M,31-2,G	M,51-1,G	M,51-2,G		
M,12-1,G	M,12-2,G	M,32-1,G	M,32-2,G	M,52-1,G	M,52-2,G		
M,13-1,G	M,13-2,G	M,33-1,G	M,33-2,G	M,53-1,G	M,53-2,G	M,T-101,G	
M,14-1,G	M,14-2,G	M,34-1,G	M,34-2,G	M,54-1,G	M,54-2,G	M,T-102,G	
M,15-1,G	M,15-2,G	M,35-1,G	M,35-2,G	M,55-1,G	M,55-2,G	M,T-103,G	
M,16-1,G	M,16-2,G	M,36-1,G	M,36-2,G	M,56-1,G	M,56-2,G		
M,17-1,G	M,17-2,G	M,37-1,G	M,37-2,G	M,57-1,G	M,57-2,G		
M,18-1,G	M,18-2,G	M,38-1,G	M,38-2,G	M,58-1,G	M,58-2,G		
M,19-1,G	M,19-2,G	M,39-1,G	M,39-2,G	M,59-1,G	M,59-2,G		
M,20-1,G	M,20-2,G	M,40-1,G	M,40-2,G	M,60-1,G	M,60-2,G		

ب_ تعداد ۱۰ نمونه انتخابی از ۱۴۳ نمونه ژئوشیمیایی جهت تعیین عیار عناصر و اکسیدهای اصلی :

M,1-1,G	M,60-1,G
M,2-2,G	M,61-1,G
M,14-2,G	M,T-101,G
M,38-1,G	M,T-102,G
M,43-2,G	M,T-103 G

ج_ تکرار دو نمونه ژئوشیمیایی به‌منظور حصول اطمینان از عیار عناصر طلا و نقره در آزمایشگاه دیگر :

M,14-1,G
M,T-101,G

۵- بررسی نتایج آزمایشگاهی

در این مرحله همه اطلاعات حاصل از برنامه آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت.

بررسیهای ژئوشیمیائی در قاب قلعه
کتابخانه حوزه اکتشاف
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۶-تنظیم و تدوین گزارش نهایی

در این مرحله با استفاده از نتایج حاصل از برداشتهای صحرائی و مطالعات آزمایشگاهی ، گزارش حاضر تهیه و ارائه می گردد*.

* در نقشه نمونه‌برداری ارائه شده ، شماره نمونه‌ها به ترتیب از ۱ تا ۱۴۰ مشخص شده است.

بخش دوم : زمین‌شناسی عمومی و محیط‌های رسوبی ناحیه

ناحیه مورد بررسی در کرانه‌های جنوب خاوری دریاچه ارومیه واقع شده است. در این بخش ابتدا زمین‌شناسی عمومی با تکیه بر زمین‌شناسی کوه‌های جنوبی دریاچه و سپس محیطهای رسوبی ناحیه که شامل محیطهای دریاچه‌ای و آبرفتی است مورد بحث قرار می‌گیرد :

۲-۱- زمین‌شناسی عمومی

دریاچه ارومیه یکی از پست‌ترین فرونشستهای ناحیه آذربایجان را تشکیل داده و دورتادور آن را کوههای بلندی با ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر فراگرفته است. سنگهای گوناگون رسوبی ، آذرین ، دگرگونی موجود در اطراف دریاچه ضخامت بیش از ۱۵۰۰۰ متر را تشکیل داده‌اند که قدیمی‌ترین آنها مربوط به‌پرکامبرین است. در حالی‌که جوانترین نهشته‌ها در دریاچه و اطراف آن مربوط به‌عهد حاضراست.

رودها و آبراهه‌های دائمی و موقت فراوانی از کوههای اطراف دریاچه سرچشمه می‌گیرند که پس از گذر از کوهپایه‌ها و دشت‌ها ، آب خود را در آن تخلیه می‌نمایند. زرینه‌رود وسیمینه‌رود که تامین کننده بیش از نیمی از آبهای ورودی به‌دریاچه هستند به‌عنوان رودهای دائمی با گذر از این دشت‌ها و فرسایش آنها مقادیر معتنابهی از رسوبات را با خود به‌دریاچه‌ترابری می‌کنند که برحسب اندازه دانه‌ها در دلتا ، مصب و داخل دریاچه رسوب می‌نمایند.

کوههای کرانه جنوبی دریاچه ارومیه که بالای مدار ′ ۳۶°۴۵ عرض شمالی واقع می‌شود ، حد کوههای دریاچه ارومیه را در جنوب - جنوب خاوری و جنوب باختری تعیین می‌نماید.

بیش از ده هزار متر از واحدهای سنگی مختلف در این کوهها وجود دارند که نقشه و

گزارش آن توسط ج. *افتخارنژاد* (۱۹۸۰) تهیه گردیده است. واحدهای سنگ چینه‌ای موجود در این قسمت عبارتند از :

- سنگهای دگرگونی پرکامبرین
- گرانیت دوران
- سازند مهاباد
- سازند بایندور
- سازند سلطانیه
- سازند باروت
- سازند زاگون
- سازند لالون
- سازند میلا
- سنگهای آهکی و آواری پرمین
- آمیزه‌های رنگین و سنگهای رسوبی کرتاسه
- سازند قم و برونزد کوچکی از توفهای سبز
- رسوبات کواترنر شامل :
  - سنگهای آذرین بیرونی (بازالت)
  - پادگانه‌های قدیمی و آبرفتهای بادبزنی کهن
  - تراورتن
  - پادگانه‌های جوان و آبرفتهای بادبزنی جوان
  - سواحل باتلاقی و نهشته‌های آن

رسوبات تشکیل دهنده ناحیه مورد مطالعه از رسوبات آبرفتی و دریاچه‌ای هستند که در بخشهای بعدی در مورد آنها مطالبی مطرح می‌شود.

۲-۲- محیطهای رسوبی

ناحیه مورد بررسی در حاشیه جنوب خاوری دریاچه ارومیه و دهانه رودخانه زرینه‌رود قرار دارد. این ناحیه یک محیط رسوبی است که رسوبات آن تحت تاثیر محیط دریاچه‌ای و رودخانه‌ای تهنشین گردیده‌اند. رودخانه زرینه‌رود بار رسوبی خود را در ناحیه مزبور در اختیار آب دریاچه می‌گذارد. در این بخش مطالبی در باره دریاچه ارومیه و رودخانه زرینه‌رود مطرح می‌شود :

۲-۲-۱- دریاچه ارومیه

۲-۲-۱-۱- ویژگیهای دریاچه

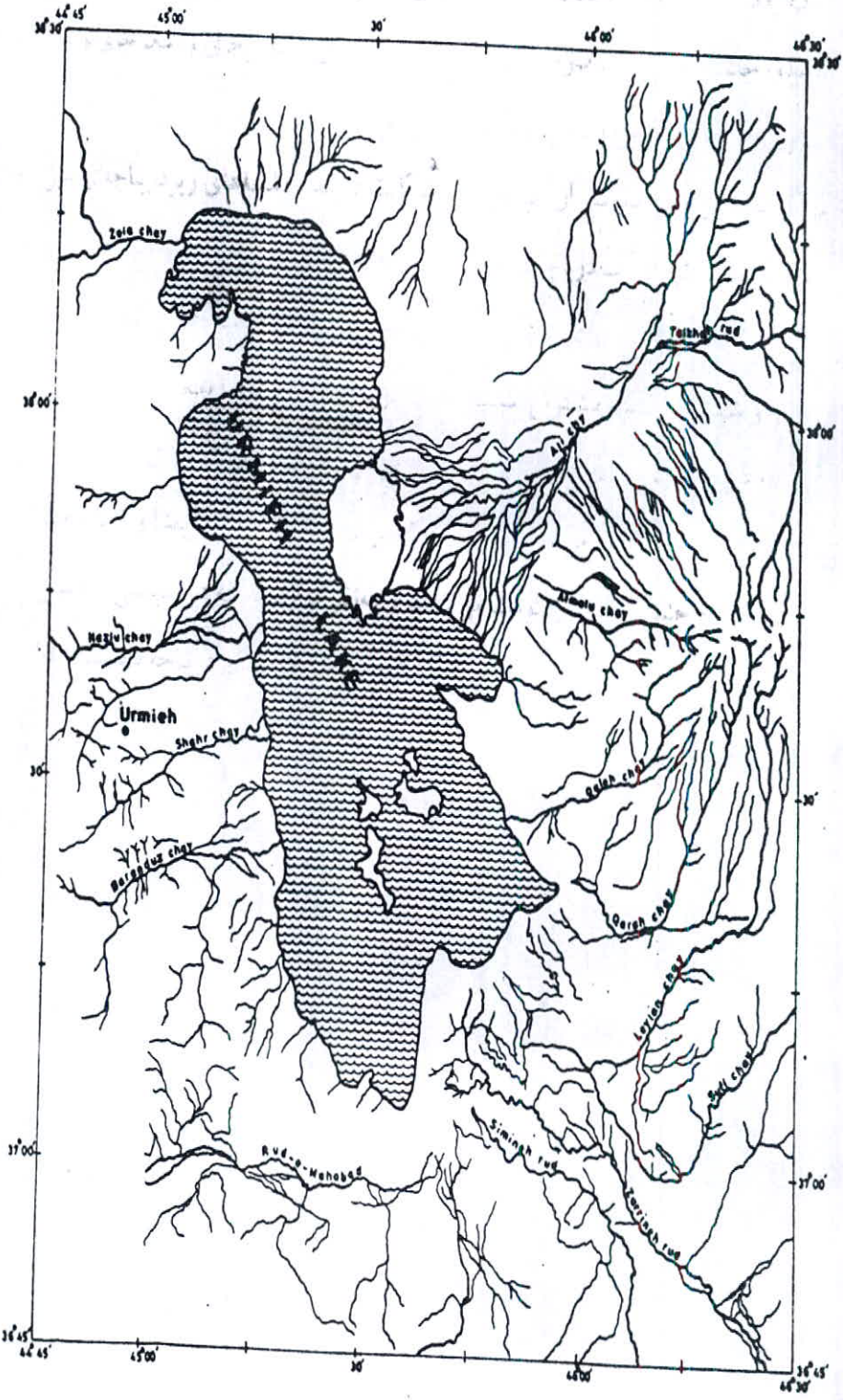
دریاچه ارومیه بزرگترین دریاچه داخلی ایران است که در شمال باختری کشور قرار دارد. این دریاچه بین طول‌های خاوری ° ٤٥ تا °٤٦ و عرضهای °۳۷ تا° ۳۸ و ۱۷′ دقیقه واقع شده‌است که ارتفاع آن نسبت به‌سطح آزاد دریا حدود ۱۳۰۰متر است. کوههای بلند و ناهمواری پیرامون پهنه دریاچه را در برگرفته‌اند که ارتفاع آنها بیشتر از ۲۵۰۰متر می‌باشد. قله کوه قوچ گلی‌داغی در مجموعه آتشفشانی سهند با ارتفاع ۳۷۵۰متر (نقشه توپوگرافی جاگ ۱:۲۵۰۰۰۰) بلندترین آنهاست. میانگین ارتفاع سطح آب ۱۲۷۸متر است که با تغییر سالانه‌ای تا یک متر و گاه بیشتر از آن نیز همراه است.

بیشترین مساحت دریاچه در ماههای اردیبهشت و خرداد به‌دلیل ذوب کامل برف کوههای پیرامون آن است و کمترین گسترش آن در ماههای مهر و آبان می‌باشد که باران و آب رودها به‌حداقل و تبخیر دریاچه به‌حداکثر خود می‌رسد.

آب و هوای حوضه رسوبی ارومیه به‌طور عمده‌ای تحت تاثیر کوههای پیرامون می‌باشد. این حوضه ، آب و هوایی از نوع نیمه خشک قاره‌ای دارد و از مشخصات آن تغییر نسبتا زیاد گرماست که به‌دلیل تاثیر توپوگرافی محل می‌باشد.

دما در این حوضه بین صفر تا ۲۰ درجه زیر صفر در زمستان و تا ٤۰ درجه بالای صفر در تابستان تغییر می‌کند. بارش سالیانه بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر است. پر بارش‌ترین فصل سال در زمستان است که تا نیمه اول بهار ادامه دارد و خشک‌ترین فصل ، اوایل تا اواخر تابستان است. وزش بادهای خشکی با امتداد شمال باختری- جنوب خاوری در این منطقه موجب برپایی موجهایی به‌ارتفاع ۸۰ سانتی متر تا یک متر شده و آب دریاچه را آشفته می‌کند و این از ویژگیهای دیگر آب و هوائی منطقه است.

تغییر شوری (Salinity)آب دریاچه تابع وارونه‌ای از ژرفای دریاچه است و با افزایش ژرفا شوری آن کمتر می‌شود.



شکل شماره-۱ : گستره آبگیر دریاچه ارومیه

رودهای دائمی که تغذیه کننده اصلی آب دریاچه هستند عبارتند از : زرینه‌رود ، تلخه‌رود (آجی‌چای) ، شهرچای ، زولاچای ، سیمینه‌رود ، لیلان‌چای ، نازلوچای ، باراندوزچای ، رود مهاباد ، صوفی‌چای ، قره‌چای ، قلعه‌چای ، آلمالوچای و اسکرچای و نیز بسیاری از رودهای فرعی و دائمی و فصلی که از کوههای بلند پیرامون دریاچه سرچشمه می‌گیرند و در تأمین قسمتی از آب دریاچه شرکت دارند. چشمه‌های زیردریاچه‌ای نیز تأمین کننده بخشی از آب دریاچه هستند (شکل شماره-۱).

دریاچه ارومیه حوضه‌ای است که کف آن مسطح و دارای شیب خیلی کم به‌طرف مرکز و شمال می‌باشد. بیشترین گستره کف دریاچه از موج‌نماها (Ripple Marks) پوشیده شده است ، ولی در قسمتهای ژرف آن (مرکز و شمال) برجستگیهای پشته‌مانندی (Mond Features) دیده می‌شود که ۲۰ تا ۳۰ متر درازا ، ۵ تا ۱۰ متر پهنا و ۱ تا ۲ متر بلندی دارند و جنس آنها از آراگونیت می‌باشد و به‌نظر می‌رسد که در سیمانی از همین جنس سخت شده‌اند. این پشته‌ها را می‌توان نتیجه فرسایش کف دریاچه دانست زیرا لایه‌بندی در آنها از نوع ناپیوسته بوده و ریختهائی که در بام این پشته‌ها دیده می‌شوند نشان‌دهنده ساختمان‌های داخلی ثانوی در آنها است.

دریاچه ارومیه یک دریاچه تکتونیکی نسبتا بزرگ و فوق‌اشباع از نمک است که در یک حوضه بسته قرار گرفته است. از دید زمین‌ساختی این دریاچه در قسمتی از پهنه خرد شده بین ورق‌های عربستان و اوراسیا و خرده‌ورق‌های ایران و ترکیه که بین ورق‌های مزبور فشرده شده‌اند ، قرار گرفته است. این حوضه در امتداد یک سیستم فعال از گسل‌های فشاری واقع شده است که حرکات و فعالیت‌های این گسل‌ها (زرینه‌رود ، شمال تبریز) احتمالا عامل اصلی هم‌آهنگی سیستم آبگیری این دریاچه شده است.

این دریاچه در یک فرونشست (Depression) کم‌ژرفای وسیعی قرار می‌گیرد که ژرفترین قسمت آن در حال حاضر ۱۳متر و در گوشه شمال باختری است. میانگین ژرفای آن ۶ متر است.

۲-۲-۱-۲- نهشته‌های دریاچه

نهشته‌های دریاچه ارومیه به‌طور عمده‌ای از نوع آواری، شیمیایی، بیوشیمیایی و رسوبات برجا تشکیل شده و در حال تشکیل است و شامل کانیهای گوناگون کلرور و سولفات می‌باشند.

رودهای دائمی و بسیاری از سیلابهای موقت نیز بار ریزدانه و آواری خود را به‌درون دریاچه می‌برند و در تنوع نهشته‌های آن نقشه بسزایی دارند. بیشتر این نهشته‌ها از گل‌ولای (mud) کربناتی است که بسیار دانه‌ریز بوده و به‌حالت تیغه‌های نازک (Lamina) روی‌هم قرار گرفته‌اند. فعالیتهای زیستی در تشکیل نهشته‌های کربناتی و آواری دریاچه اهمیت ویژه‌ای دارد (ریزه سرگین‌های خرچنگها).

۲-۲-۱-۲-۱- نهشته‌های آواری

این نهشته‌ها که همراه رودها و سیلابها به‌دریاچه می‌رسند، آمیزه‌ای از دانه‌های ریز و درشت سنگهای رسوبی، آذرین و دگرگونی‌اند. خاستگاه آنها برونزدهای تشکیل دهنده کوههای پیرامون دریاچه و حوضه آبگیر آن است. کلسیت، کوارتز و میکا فراوانترین کانیهای این نهشته‌ها را تشکیل میدهند. همراه آنها کانیهای دیگر مانند پلاژیوکلاز، کائولینیت و فلدسپاتهای پتاسیم‌دار نیز وجود دارد که کمتر هستند. تغییر اقلیمی در طول سن دریاچه سبب شده که رژیم رسوبگذاری دریاچه‌ای فوق اشباع از نمک به‌رسوبگذاری از نوع آب شیرین و یا لب‌شور تبدیل گردد و در نتیجه کانیهای آواری موجود در نهشتهٔ بیشتر و بیشتر شود. با افزایش میزان بارندگیهای سالیانه آب دریاچه رقیق و در نتیجه از ته‌نشتن شدن کانیهای شیمیایی کاسته می‌شود. از دهانه رودخانه زرینه‌رود و در جائی که رودخانه به‌دریاچه می‌پیوندد هم نهشته‌های موجود از نوع آواری دانه درشت تا سیلت (silt) می‌باشند. واکنش میان آب شیرین رودخانه و آب شور دریاچه موجب میشود که ریزدانه‌های رسی که به‌حالت دوار در آب می‌باشند از هم جدا شده و زودتر ته‌نشین شوند. مقدار رسوبات شیمیایی در پیوندگاه رودخانه و دریاچه ناچیز است. یکی دیگر از

سرچشمه‌های نهشته‌های آواری ریزدانه ، سیلت‌هایی هستند که بادهای شدید فصلی به‌دریاچه می‌پاشند. این کار به‌ویژه در مورد ریزدانه‌های خاکستر آتشفشانی کوه سهند بسیار نقش‌آفرین است.

۲-۲-۱-۲-۲- نهشته‌های برجا

این نهشته‌ها بیشتر شامل آراگونیت ، کلسیت ، دولومیت ، پوسته‌ها و ... می‌باشد که به‌طور مختصر در زیر به‌آنها اشاره می‌شود :

آراگونیت

تشکیل نهشته‌های شیمیایی مانند آراگونیت و کلسیت بستگی به‌تغییر دما و مقدار تبخیر دارد ولی مقدار گاز کربنیک در محیط رسوبی که توسط جانداران تولید می‌شود بسیار اساسی‌تر است.

رسوب آراگونیت و یا کلسیت در یک محیط رسوبی تابع مستقیمی از نسبت منیزیم به‌کلسیم (Mg/Ca) در محیط است. به‌این معنی که با افزایش مقدار منیزیم ، آراگونیت و با افزایش کلسیم ، کلسیت ته‌نشین می‌شود (*مولر و همکاران* ،۱۹۷۲). گروهی از دانشمندان مانند *لیپمن* (۱۹۷۳) ، *فولک و لاند* (۱۹۷۵) می‌گویند که یون‌های منیزیم چون زهری در ساختمان شبکه بلور کلسیت اثر کرده و از تشکیل بلورهای آن جلوگیری می‌کند و در نتیجه آراگونیت تشکیل می‌شود. برپایه نوشته *مولر* و همکاران فراوانی مقدار آراگونیت در نمونه‌های بررسی شده نشان می‌دهد که نسبت منیزیم به‌کلسیم در آب دریاچه ارومیه هیچگاه کمتر از ۵ به ۱ نبوده است و این نسبت اکنون ۲۸ به۱ است (*مصطفی شهرابی* ، ۱۳۷۳).

کلسیت

در نمونه‌های بررسی شده از مغزه های دریاچه ارومیه (*مصطفی شهرابی* ، ۱۳۷۳) ،

وجود کلسیت را می‌توان بدین شرح توجیه کرد:

کلسیت از تجزیه و فرسایش سنگهای کربناتی گسترده در پیرامون دریاچه به‌وجود آمده و به‌صورت بار محلول در رودهای دائمی و فصلی به‌دریاچه رسیده است. وجود دانه‌های کوارتز همراه کلسیت خاستگاه آواری بودن آن را تأیید می‌کند. در بعضی از قسمتهای دریاچه کلسیت خاستگاه آلی دارد.

دولومیت

موضوعهای وابسته به‌خاستگاه و چگونگی شرایط تشکیل دولومیت از دیرباز مورد بحث متخصصین بوده است. به‌طور کلی دولومیتی‌شدن نیاز به‌دو شرط اصلی و اساسی دارد:

۱- نسبت منیزیم به‌کلسیم در آب باید به‌اندازه‌ای باشد که اجازه دهد واکنش لازم جهت تشکیل دولومیت صورت گیرد.

۲- مکانیسمی که توانایی و ظرفیت بایسته را برای به‌جنبش درآوردن حجم معین و کافی از مایع منیزیم‌دار در محیط موجود باشد تا واکنش دولومیتی شدن انجام شود (بلات و همکاران، ۱۹۷۲).

دولومیت در دریاچه ارومیه هم دارای خاستگاه آواری است و هم خاستگاه شیمیایی دارد. رسوب کلسیت و جانشینی قسمتی از آن به‌وسیله دولومیت در شرایط ویژه‌ای انجام شده است.

پوسته‌ها

در بسیاری از نمونه‌های بررسی شده لایه‌های بسیار نازک ۰/۵ تا ۱ میلیمتر دیده می‌شود که کاتوره‌وار چون پوسته‌هائی درون نهشته‌ها تشکیل شده‌اند. جنس اصلی این پوسته‌ها لایه‌های سرگین‌داری است که با سیمانی از جنس آراگونیت، پس از رسوب گذاری به‌هم چسبیده و جوش خورده‌اند (*مصطفی شهرابی*، ۱۳۷۳).

مهندسین مشاور تهران پادیر
Tehran Padir

۲-۲-۲- زرینه‌رود

با توجه به‌این که ناحیه مورد بررسی در دهانه رودخانه زرینه‌رود قرار دارد و ویژگیهای آن ارتباط مستقیمی با رسوبات آبرفتی این رودخانه دارد ، در این قسمت حوضه آبریز و رسوبات آبرفتی زرینه‌رود را مورد بررسی قرار می‌دهیم :

زرینه‌رود مهمترین رودخانه‌ای است که حوضه رسوبی دریاچه ارومیه را تغذیه می کند و دارای ویژگیهای زیر می‌باشد :

۱- طول ۳۰۲ کیلومتر
۲- دائمی
۳- ارتفاع سرچشمه ۲۵۰۰ متر
٤- ارتفاع ریزشگاه ۱۲۷۸ متر
۵- شیب متوسط ۰/٤ ٪
٦- میانگین آبدهی ماهانه ۱۳۹/۵ میلیون متر مکعب
۷- متوسط آبدهی سالانه ۱۸۱۳میلیون متر مکعب
۸- رژیم سیلابی
۹- مسیر کلی نخست شمالی ، سپس شمال باختری

زرینه‌رود از چشمه‌سارهای دامنه جنوبی کوههای چهل‌چشمه ، بردرخاوی ، ملخور ، کنه‌شمشم و قره‌الیاس واقع در دهستان سرشید مریوان در ٦۲ کیلومتری شمال باختری سنندج و ۳۵ کیلومتری شمال خاوری مریوان سرچشمه می گیرد و بنام چم جغتو رو به‌سوی شمال جریان می‌یابد و پس از مخلوط شدن با چندین آبراهه در یک کیلومتری جنوب روستای بوخلر با چم بایدر در هم می‌آمیزد و در یک کیلومتری شمال روستای سوته با چم‌سرچشمه مخلوط می گردد. در روستای قشلاق با چم‌گوره قلعه مخلوط می گردد. در یک کیلومتری خاوری روستای داش‌آلوجه با چم سقز که یکی از مهمترین آبراهه‌های زرینه‌رود به‌شمار می‌آید ، مخلوط می‌شود و پس از دو کیلومتر چم خورخوره به‌آن اضافه می‌شود. رودخانه ساروق که بزرگترین ریزابه زرینه‌رود محسوب می گردد از ارتفاعات خاوری به‌آن ملحق می‌شود. سد زرینه‌رود در محل تلاقی این رودخانه‌ها در باختر روستای یمین‌آباد در سال ۱۳۵۰ احداث گردیده است. این رودخانه در ادامه مسیر خود با چم قوره ، هاچه سودا و خچه مخلوط شده و در ادامه مسیر از باختر شهر شاهین‌دژ می گذرد. از این

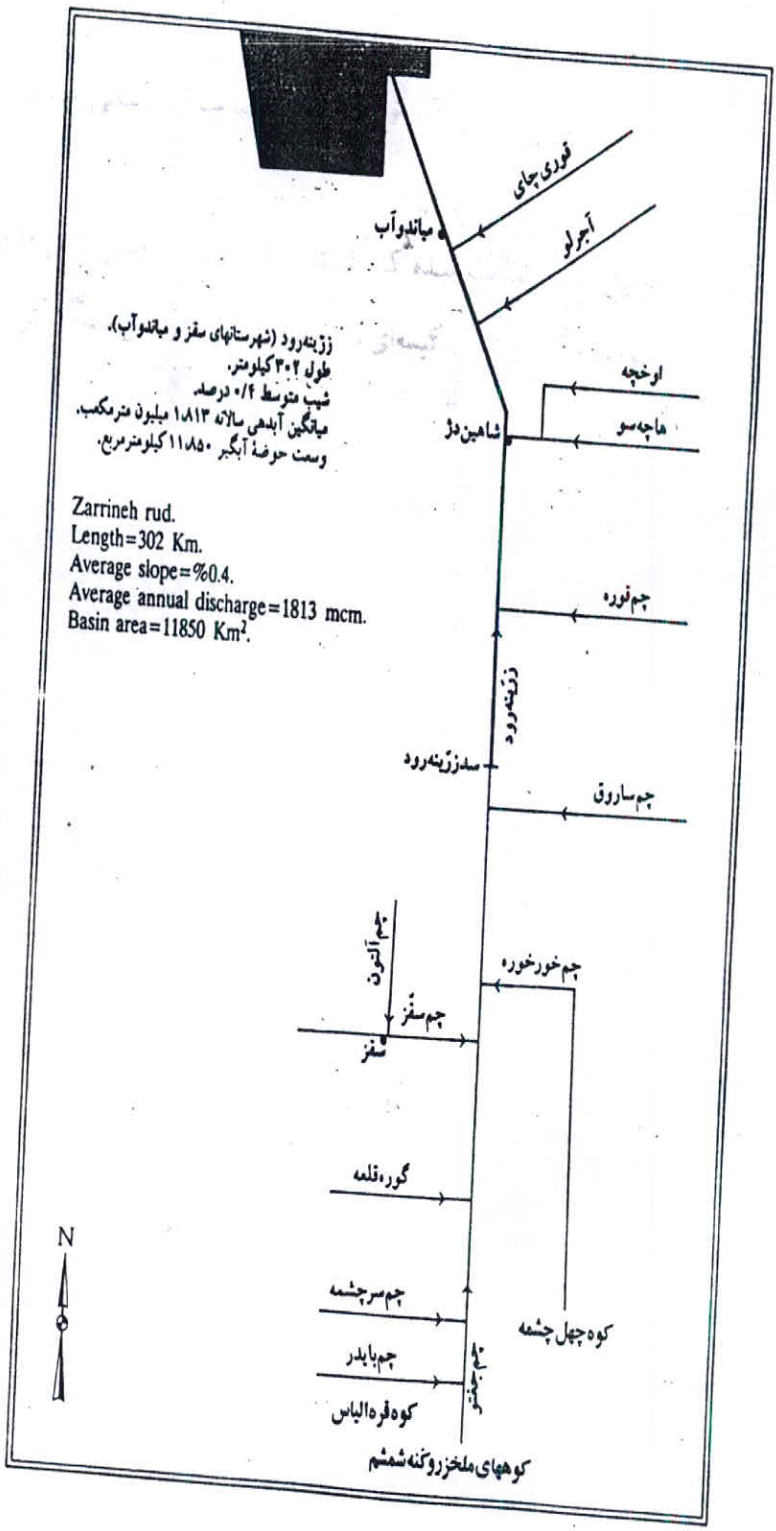
محدوده به‌بعد عرض بستر رودخانه زیاد می‌شود و به‌موازات جاده اتومبیل‌رو شاهین‌دژ به‌میاندوآب رو به‌سوی شمال باختری روان می‌گردد و در سر راه روستاهای زیادی را مشروب می‌سازد. رودخانه‌های آجرلو و قوری‌چای نیز در طول مسیر به‌زرینه‌رود می‌ریزد و پس از عبور از شهر میاندوآب سرانجام در محل روستاهای قلعه پایین و مناف خالدزاده به‌دریاچه ارومیه وارد می‌گردد (شکل شماره-۲).

در حوضه آبریز زرینه‌رود واحدهای سنگی گوناگونی بیرون زدگی دارند. با توجه به‌اینکه این حوضه مساحتی معادل ۱۱۸۵۰ کیلومتر مربع دارد، ستون چینه‌شناسی آن شامل واحدهای سنگی پرکامبرین تا رسوبات کواترنر می‌باشد. مجموعه سنگهای این مساحت در اثر فرآیند هوازدگی (فیزیکی و شیمیایی) تخریب و تجزیه می‌شوند و سپس به‌وسیله عوامل حمل کننده طبیعی، به‌ویژه آب‌های جاری، از محل سنگهای مادر دور می‌شوند. میزان حمل و نقل ذرات به‌انرژی رودخانه و طول مسیر وابسته است. عوامل موثر بر میزان انرژی رودخانه عبارتند از:

شیب بستر
حجم آب جاری
اختلاف ارتفاع بستر نسبت به‌سطوح مبنا
و شکل دره رودخانه.

همانطور که اشاره شد بستر رودخانه بعد از شاهین دژ پهن‌تر می‌شود، شیب آن کمتر و میزان انرژی کاهش می‌یابد. زرینه‌رود هرچه به‌دریاچه نزدیکتر می‌شود دره رودخانه‌ای آن به‌تدریج به‌مرحله بلوغ خود می‌رسد و فرسایش جانبی آن زیادتر شده و در نتیجه پیچش رودخانه بیشتر می‌شود و به‌عبارتی زرینه‌رود دربخش جلگه‌ای دریاچه به‌یک رودخانه مآندری تبدیل شده است و میزان انرژی آن نسبت به‌بخش‌های بالائی حوضه بسیار کمتر است و فقط در مواقع طغیان و سیلابی انرژی آن افزایش می‌یابد.

یکی از رودخانه‌های بزرگی که به‌زرینه‌رود می‌پیوندد، رودخانه ساروق می‌باشد. بخشی از آبراهه‌های سرشاخه آن از دامنه جنوب خاوری کوه قره‌داش یعنی مجاورت روستاهای زره‌شوران و یارعزیز، سرچشمه می‌گیرند. ارتفاعات پیرامون زره‌شوران دارای



شکل شماره -۲ : مسیر رودخانه و سرشاخه‌های فرعی زرینه‌رود

واحدهای سنگی دگرگونی حاوی کانیهای طلا و آرسنیک‌دار هستند. در این محدوده سنگهای شیست سبز، سرپانتی‌نیت همراه با شیست‌های سریسیتی و آمفیبولیت در زیر واقع شده و بخشهای سیلیسی و چرتی بر روی آنها قرار گرفته است. سری کربناتی که سنگ دربرگیرنده کانی است دارای ضخامت بیش از ۱۰۰ متر می‌باشد.

نیروهای تکتونیکی شدید باعث شده که گسترش کانی‌سازی آرسنیک در داخل سنگ درونگیر به‌صورت رگه، رگچه، کیسه‌ای و دانه‌های پراکنده در متن سنگ کربناته دگرگون شده (مرمر)، سیلیس و شیل ظاهر گردد. کانیهای ارزشمند که در این واحدهای سنگی وجود دارند عبارتند از:

رآلگار
اورپیمان
آنتیمونیت
فلوئورین
طلا
باریت
مالاکیت
گالن

از نظر اقتصادی رآلگار، اورپیمان و طلا از درجه اهمیت بالاتری برخوردار است.

در نتیجه عملکرد عوامل موثر بر هوازدگی سنگهای منطقه و شکسته شدن سنگهای معدنی و آزاد شدن ماده معدنی به‌ویژه به‌سبب شکنندگی سریع رآلگار- اورپیمان، طلای موجود در آنها در اختیار عامل حمل کننده یعنی نیروی جاذبه و آب‌های سطحی قرار می‌گیرد.

طلا به‌دو صورت محلول و معلق همراه آب حمل می‌گردد و در محیطی مناسب رسوب می‌شود. بنابراین دو نوع رسوب شیمیایی و آواری به‌وجود می‌آورد. ذرات و قطعات طلادار که به‌صورت معلق توسط آب انتقال پیدا می‌کنند، بسته به‌میزان انرژی آب از محل سنگ مادر دور می‌شوند. هرگاه انرژی آب برای حمل کافی نباشد آنها را ته‌نشین می‌کند. با توجه اینکه طلا وزن مخصوص بالایی دارد (۱۹/۳گرم بر سانتی متر مکعب) انرژی عامل انتقال (آب رودخانه) باید زیادتر باشد. بنابراین ذرات طلا دار از سنگ در برگیرنده فاصله

زیادی نمی گیرد. رسوبات طلا دار در درهٔ آبراهه زره‌شوران و یارعزیز تمرکز پیدا کرده و از فواصل دورتر اثری از این رسوبات به‌چشم نمی خورد. بخشی از طلا که به‌صورت محلول در آب انتقال پیدا می کند توسط پوشش گیاهی مسیر آبراهه یارعزیز جذب می گردد و بسیاری از بوته‌های گیاهی و علف‌های مسیر رودخانه در فاصله کمی دورتر از رسوبات طلادار در پیکره خود یونهای طلا دارند ودر ریشه بعضی از آنها طلا به‌صورت ذرات بسیار ریز مشاهده می گردد.

اما اینکه چرا خارج از این محدوده طلا وجود ندارد ، دلیل آن به‌هم پیوستن شاخه‌های فرعی زیادی است که غلظت محلول در آب را به‌شدت پایین می‌آورند و این پدیده برای رسوب گذاری طلا و یا جذب آن توسط گیاهان مناسب نمی‌باشد.

در رسوبات طلادار رودخانه‌ای معمولا بیش از ۹۰٪ این فلز در فاصله بسیار نزدیک به‌سنگ در برگیرنده تجمع حاصل می کند. متفاوت بودن شدت جریان رودخانه در قسمتهای مختلف ، حتی در یک حوضه معین رسوبگذاری موجب تغییر تمرکز مواد می گردد. پلاسرهای رودخانه‌ای که از کانسارهای اولیه منشا می گیرند در موارد زیادی (بویژه در مورد طلا)می‌تواند به‌کشف و شناسایی اصل آنها کمک کند.

در هر حال با ارزشترین کانسارهای پلاسر ، پلاسرهای طلا است. طلا در این کانسارها غالبا با نقره و گاهی با مس به‌صورت آلیاژ مشاهده می گردد. ولی چون قابلیت انحلال نقره و مس بیشتر از طلا است ، به‌همین جهت با گذشت زمان از آن جدا شده و ذرات طلا به‌حالت آزاد پلاسر ، باقی می‌مانند. اصولا در مورد زایش طلای درون پلاسر نظریات مختلفی موجود می‌باشد. این مسئله در مورد پلاسرهای زره‌شوران نیز صادق است.

در چند مورد مشاهده شده است که بعضی از آبرفتهای طلادار در آب و هوای مرطوب ، پس از استخراج و گذشت چندین سال ، دوباره پلاسر طلادار به‌وجود آمده است. ولی در مورد پلاسرهای کانسار طلای زره‌شوران هیچ وقت این اتفاق نیفتاده است.

در مناطق پلاسرهای طلا ، خاکستر گیاهان میزان درصد ناهنجاری از طلا را در خود نشان می‌دهند. گاهی طلا به‌صورت دانه‌های ریز بر روی ریشه گیاهان مشاهده می گردد.

مهندسین مشاور تهران پادیر
Tehran Padir

تمام این داده‌ها نوعی تحرک طلا ، حل آن و انباشته شدن دوباره آن را نشان می‌دهد.

با توجه به‌اینکه ناحیه مورد بررسی در دهانه رودخانه زرینه‌رود واقع است و نوعی محیط پلاسری محسوب می‌گردد و با توجه به‌اینکه کانسار طلا زره‌شوران در آبراهه‌های سرشاخه‌های حوضه آبریز این رودخانه قرار دارد ، انتظار می‌رفت که در این محیط آثاری از طلا و کانیهای طلادار وجود داشته باشد. ولی براساس نمونه برداریهای انجام شده و آزمایشهای صورت گرفته ، هیچ گونه آثار اقتصادی طلا و نقره در این رسوبات مشاهده نگردید.

بخش سوم : پیدایش و ذخائر طلا ونقره

با توجه به‌اینکه هدف بررسیهای انجام شده در این ناحیه ، طلا و نقره بوده و نتیجه بررسیها نشان داد که پراکندگی این دو عنصر بسیار اندک است ، لذا مطالبی ، اگرچه مختصر ، درباره تولید طلا و نقره ، پراکندگی آن در لیتوسفر و رده‌بندی ذخایر مربوطه در این بخش مطرح می‌شود :

۳-۱- طلا (Au)

طلا به‌خاطر زیبایی ، کمیابی و پایداری در تمام طول تاریخ مورد توجه بشر بوده است. نقش ابتدائی آن در زندگی بشر بیشتر جنبه تزئینی و زینتی داشته است. امروزه به‌عنوان اصلی‌ترین مبنای مبادلات تجاری در آمده و در بین ملل صنعتی جهان و نیز مبادلات تجاری بین‌المللی طلا به‌عنوان وجه قابل قبول و پرداخت بدهی‌های بین المللی عمل می‌کند و به‌عنوان پشتوانه رسمی یا غیر رسمی برای پول ملل مختلف هنوز مطرح است. به‌طور خلاصه طلا نقش خود را به‌عنوان ذخیره پولی در هر سطحی حفظ کرده است و بانکهای مرکزی ملل مختلف آن را به‌عنوان ذخیره پولی نگهداری می‌کنند. چه به‌طور خصوصی و چه به‌طور عمومی طلا نقش خود را به‌عنوان نوعی ثروت ثابت کرده است.

با پیشرفت جدیدی که در تکنولوژی حاصل شده است ، طلا هر روز مصارف صنعتی بیشتری نیز پیدا می‌کند. به‌خصوص در صنایع الکترونیک ، ولی مصارف صنعتی نسبت به‌مصارف تجاری آن فرعی است. گرانی قیمت طلا در کاهش مصارف صنعتی و ایجاد محدودیت‌های کاربری آن بی‌تاثیر نبوده است.

۳-۱-۱- تولید طلا

بیش از ۵۰۰۰ سال از تاریخ اولین معدن طلا در روی سیاره ما می‌گذرد. در این مدت بیش از ۱۳۰۰۰۰تن طلا از معادن استخراج شده است. بخش اعظم این مقدار طلا بعد از سال ۱۵۰۰ میلادی تولید شده است و حدود نصف کل مقدار طلای استخراج شده در چهل سال

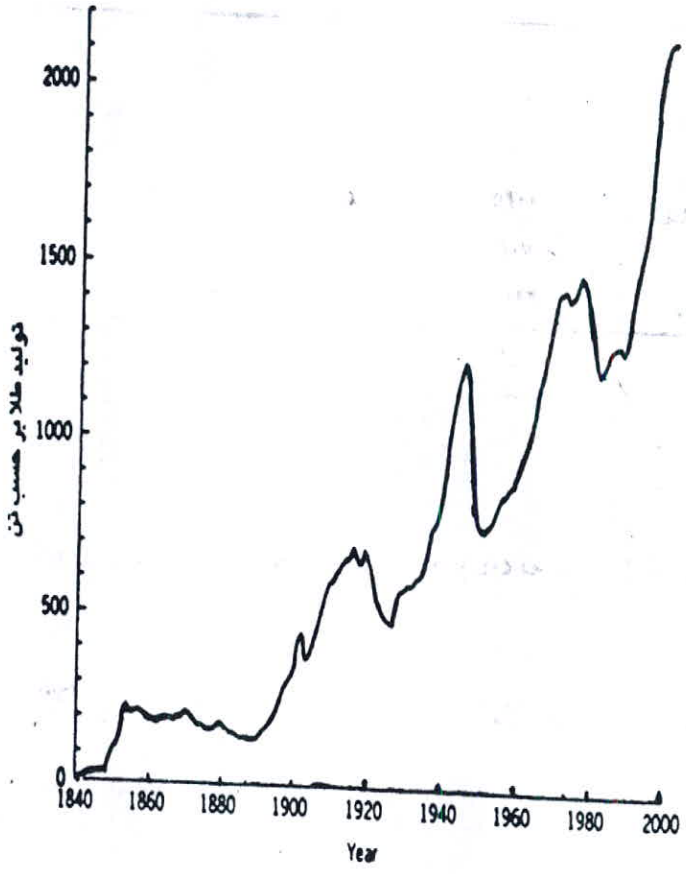
گذشته صورت پذیرفته است. این آمار ساده شتاب جوامع امروزی را در اکتشاف ، استخراج و فرآوری طلا نشان می‌دهد. میزان سرانه طلا دلیل روشنی بر این مدعاست. این مقدار در سال ۱۸۰۰ میلادی ٤/۳ گرم بوده است ولی در سال ۱۹۹۷ نزدیک به ۳۰ گرم می‌باشد (شاو ، ۱۹۸۸).

این شتاب چشمگیر در تولید طلا از یک طرف در نتیجه توسعه تکنیکهای اکتشاف ، استخراج و بهبود فن‌آوری استحصال این عنصر بوده و از طرف دیگر معرف نیاز جوامع و ملل مختلف به‌سرمایه برای توسعه می‌باشد. در این میان درک بهتر مهندسین اکتشاف از محیط تشکیل کانسارهای طلا و مدل سازی آنها و نیز تقاضای روز افزون ملل مختلف برای طلا ، که خود موجب افزایش قیمت آن در دهه‌های اخیر شده است بسیار با اهمیت می‌باشد.

در شکل شماره-۳ میزان تولید جهانی طلا بین سالهای ۱۸٤۰ تا ۲۰۰۰ نشان داده شده است. جدول شماره-۱ تولید معدنی طلا را از آغاز تا اواخر دهه ۱۹۸۰ نشان می‌دهد. چنان که ملاحظه می‌شود آفریقای جنوبی مقام اول را در بین کشورهای تولید کننده طلا دار می‌باشد (۳۷ درصد کل تولید). بقیه تولیدکنندگان فاصله زیادی با آن دارند.

کشور	کل تولید بر حسب تن	درصد نسبت به‌کل تولید
آفریقای جنوبی	٤۲۰٤۲	۳۷
ایالات متحده	۱۰٦۷۳	۹
کانادا	۷۲٥٥	٦
استرالیا	٦٥۰٦	٦
برزیل	۲۱۳۲	۲
کل تولید	۱۱۳۷٤۳	٪۱۰۰

جدول-۱ : آمار تولید طلا در کشورهای عمده تولید کننده طلا از آغاز تا سال ۱۹۸۸ (فاستر ،۱۹۹۳)



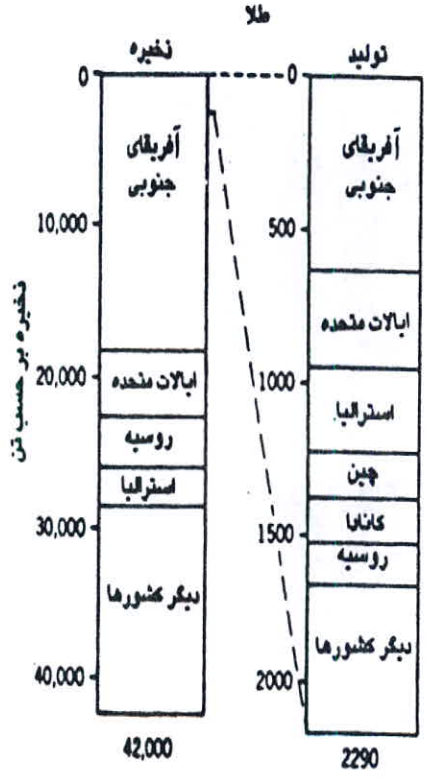
شکل شماره -۳: تولید سالانه جهانی طلا از سال ۱۸۴۰ تا ۲۰۰۰ (شاو، ۱۹۸۸)

از مقایسه اعداد جدول-۱ با اعداد جدول-۲ تولید در حدود سالهای ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۸ مشخص می‌شود که آفریقای جنوبی رشد تولید منفی داشته است ولی کشورهای تولید کننده همگی دارای رشد مثبت هستند. این کاهش تولید آفریقای جنوبی در ارتباط با کاهش عیار متوسط ذخایر آن در این دوره می‌باشد.

کشور	تولید بین ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۸	رشد سالانه (میانگین درصد)	درصد سهم در تولید کل ۱۹۸۰	درصد سهم در تولید کل ۱۹۸۸
استرالیا	۵۲۹	۳۲	۱	۸
برزیل	۶۲۰	۱۴	۲	۶
کانادا	۷۷۳	۱۲	۴	۷
آفریقای جنوبی	۵۹۰۰	-۱	۵۶	۳۳
ایالات متحده	۸۰۷	۲۷	۳	۱۱
سایر کشورها	۴۸۹۶	۶	۳۳	۳۵
جهان	۱۳۵۲۵	۵	٪۱۰۰	

جدول-۲ : آمار تولید طلا در کشورهای تولید کننده عمده در سالهای ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۸ (فاستر ، ۱۹۹۳).

به‌طور خلاصه اگرچه ذخایر طلا در سراسر جهان مورد اکتشاف ، استخراج و بهره‌برداری قرار گرفته و بسیاری از کشورها در چرخه تولید آن سهیم می‌باشند ولی تولید طلا در جهان به‌وسیله شش کشور آفریقای جنوبی ، آمریکا ، استرالیا ، چین ، کانادا و روسیه که هر یک سهم قابل ملاحظه‌ای در تولید طلا دارند کنترل می‌شود. در شکل-٤ توزیع جهانی ذخایر طلا در مقابل توزیع جهانی تولید آن در کشورهای مختلف نشان داده شده است.



شکل شماره-۴ : توزیع جهانی ذخایر طلا در مقابل تولید آن

۳-۱-۲- ویژگیهای عمومی ، پراکندگی طلا در لیتوسفر

پراکندگی طلا در لیتوسفر نقش حیاتی در مدل سازی کانسارهای طلا دارد. واکنش‌های فعال بین محلول‌ها و سنگهای درونگیر آنها می‌تواند سبب پراکندگی دوباره طلا و یا تمرکز آن در محیط شود. شواهدی هم دلالت بر اهمیت پتروژنتیکی گروه نسبتاً محدودی از سنگها به‌عنوان تمرکز دهنده دارد. بنابراین در اکتشاف ذخایر طلا دانستن اینکه چه مقدار طلا در یک سنگ می‌تواند عادی تلقی شود و چه مقدار طلا دلالت بر کانی‌سازی آن در سنگ دارد ، مهم می‌باشد. سنگهای آذرین دگرسان نشده عموما دارای طلای کمتر از *ppb* ۵ می‌باشند و این مقدار بندرت از *ppb*۱۰ تجاوز می‌کند. چون در ذخایر اقتصادی طلا ، مقدار این عنصر معمولا بین $۱۰^{۳}$ تا $۱۰^{۴}$ مرتبه بیشتر از مقدار زمینه آن در سنگ است لذا مقادیر طلا در حدود چند ده *ppb* ممکن است نشانگر فعال بودن فرایندهای کانی‌ساز باشند.

در جدول-۳ اطلاعاتی برای سنگهای آذرین به‌طور خلاصه آمده است. میانگین مقدار طلای سنگهای آتشفشانی فانروزوئیک در دامنه بین ۱/۲ *ppb* برای بازالت پشته‌های میان‌اقیانوسی تا ۳/۵ *ppb* برای بازالت‌های طغیانی تغییر می‌کند. هنگامی که سنگهای نفوذی مورد ملاحظه قرار می‌گیرد این مقدار به ۰/۵ *ppb* (اسپینل لرزولیت) کاهش می‌یابد.

یک روند ضعیف در کاهش مقدار طلا از سنگهای مافیک به‌سمت سنگهای فلسیک مشاهده می‌شود که سازگار با مقادیر بالاتر طلا در سیلیکاتهای مافیک و اکسیدهای Fe-Ti متبلور شده در مرحله پیشین و مقادیر پایین‌تر طلا در سیلیکاتهای روشن (کوارتز فلدسپات) متبلور شده در مرحله پسین است. مقدار طلای فلدسپات‌های موجود در سنگهای نفوذی از قطب بازیک به‌فلسیک نیز کاهش می‌یابد که تقویت کننده همان روند عمومی است.

البته این تغییرات به‌عنوان تابعی از نوع سنگ بسیار اندک می‌باشد. علاوه بر این ، کمپلکس‌های مافیک- اولترامافیک لایه‌ای نظیر بوشولد ، هیچگونه تغییرات سیستماتیک مقدار طلا را با استراتیگرافی آذرین نشان نمی‌دهند (*لی وتروودوکس* ، ۱۹۸۶). بنابراین مشکل می‌توان این تغییرات جزئی را به‌تبلور بخشی نسبت داد.

جدول شماره-۳ : میانگین مقدار طلا در انواع سنگهای آذرین برحسب ppb (فاستر ، ۱۹۹۳)

گروه سنگی	توضیحات	میانگین X	دامنه R	تعداد N	نسبت Ir/Au
محیط غیر کوهزایی					
MORB	بازالت پشته‌های میان اقیانوسی	۱/۲	۰/۰۴-۱۵	۲۱۰	۰/۰۳
بازالت‌های درون صفحه‌ای		۲/۰	۰/۲-۶/۶	۶۹	۰/۳۸
بازالت‌های طغیانی		۳/۵	۰/۵-۱۱	۴۹	۰/۰۲
ماگمای اولیه ، کمپلکس کابرولایه‌ای		۴/۶	۲/۸-۸/۰	۴	۰/۰۸
کیمبرلیت‌ها و زینولیت‌های گوشته					
کیمبرلیت‌ها		۳/۱	۰/۸-۹/۱	۵۵	
گارنت پریدوتیت		۲/۷	۰/۶-۸/۱	۳۷	
گارنت پریدوتیت		۰/۸۵	۰/۰۸-۲/۷	۱۰	۷/۳
اکلوژیت		۳/۴	۰/۸-۹/۱	۲۵	
اسپینل لرزولیت‌ها		۰/۵	۰/۱-۱/۱	۲۷	۷/۰
پلوتون‌های آلکالن		۲/۸	۰/۶۴-۴/۵	۲۹۱	
سنگ‌های مرتبط با محیط کوهزایی					
هارزبورگیت افیولیتی		۲/۸	۰/۳-۶/۴	۱۳۸	۳/۲
ولکانیک‌های مافیک	حاشیه قاره‌ای در صفحات همگرا	۲/۲	۰/۵-۵/۶	۳۱۵/۱۰	
ولکانیک‌های فلسیک	حاشیه قاره‌ای در صفحات همگرا	۱/۵۵	۰/۵۶-۴/۲	۳۰۵	
پلوتون‌های گرانیتی		۲/۶	۰/۵-۶/۹	۹۶۹	
سنگ‌های آذرین مرتبط با کمربندهای سنگ سبز پرکامبرین					
کومانه‌ایت پریدوتیتی		۴/۲	-۱۳/۵ ۰/۴۹	۱۵۶	۱/۵
بازالت کومانه‌ایتی		۱۲/۴	۱-۳۶	۴۴	۰/۰۳
بازالت تولئیتی		۵/۷	۱/۴-۳۷	۳۲۳	
پلوتون‌های گرانیتی		۱/۵	۱/۱-۲/۳	۲۳۲	

فاستر میانگین طلا را در انواع سنگهای آذرین در محیط‌های مرتبط با کوهزائی ، محیط‌های غیرکوهزائی ، کیمبرلیت‌ها و زینولیت‌های گوشته و کمربندهای سنگ سبز پرکامبرین مورد آزمایش قرار داد و نتیجه آن را به‌صورت جدولی ارائه کرد که در این جدول نسبت Ir/Au به‌عنوان شاخص تفریق ماگمائی آمده است (جدول شماره-۳). به‌طور کلی نه تبلور بخشی و نه ذوب بخشی هیچکدام قویاً موجب تفریق طلا نمی‌شوند ولی تبلور بخشی ماگماهای سیلیکاتی موجب تفریق ایریدیوم در فازهای متبلور شده مرحله پیشین می‌گردد. در طی ذوب بخشی پریدوتیت‌ها ، عنصر ایریدیوم رفتاری مانند یک عنصر سازگار در ماگماهای نظیر کومانه‌ایت (که با درصد بالای ذوب بخشی تولید می‌شوند)

دارد. معمولا این ماگماها دارای مقدار بیشتری ایریدیوم نسبت به ماگماهای تولید شده از طریق درجات پایین تری از ذوب بخشی (نظیر تولئیت‌ها) می‌باشند. نسبت Ir/Au در موارد تفریق نشده ۳/٤۳۵ می‌باشند که معادل آن کندریت کربن‌دار است (*اندرس و گرویز*، ۱۹۸۹).

۳-۱-۳- رده‌بندی ذخایر طلا بر اساس ویژگیهای محیط پیدایش

ذخایر طلا را می‌توان براساس ویژگیهای محیط پیدایش آن به‌انواعی به‌شرح زیر تقسیم کرد. این تقسیم بندی براساس کار *سینگر و کاکس* (۱۹۸٦) می‌باشد :

۱- ذخایر طلا ممکن است در ارتباط با توده‌های نفوذی فلسیک با بافت پورفیروآفانتیک یافت شود. ذخایر تیپ اسکارنی مس و نیز اسکارن سرب و روی می‌تواند محصول فرعی طلا داشته باشد. ذخایر تیپ پلی‌متالیک رگه‌ای ، پلی‌متالیک جانشینی با فلزات سرب ، روی و مس به‌عنوان محصولات اصلی می‌توانند طلا و نقره را به‌عنوان محصول فرعی داشته باشند. کانسارهای مس اسکارنی ، مس پورفیری ، مس- مولیبدن پورفیری و مس- طلای پورفیری با محصول اصلی مس می‌تواند طلا و نقره را به‌عنوان محصول فرعی تولید کند. این ذخایر با توده‌های نفوذی فلسیک با بافت پورفیروآفانتیک مرتبط می‌باشند. ذخایر تیپ نقره و طلای افشانی دور از همبری با محصول اصلی نقره و محصول فرعی طلا در سنگهای رسوبی اطراف توده‌های نفوذی فلسیک نیمه‌عمیق با بافت پورفیروآفانتیک یافت می‌شوند. آخرین تیپ ذخیره مرتبط با این نوع توده‌های نفوذی ، ذخایر تیپ طلا - نقره- تلور رگه‌ای است که در آن طلا محصول اصلی است.

۲- ذخایر طلای مرتبط با سنگهای خروجی به‌دو دسته شامل ذخایر مرتبط با سنگهای خروجی مافیک زیردریایی و ذخایر مرتبط با سنگهای خروجی فلسیک تا مافیک تقسیم می‌شوند. در گروه اول تیپ‌های ماسیو سولفید قبرسی (تیپ پیریت مس‌دار) با محصول اصلی مس (روی و سرب) و محصول فرعی طلا و نقره ، تیپ ماسیو سولفید بشی با محصول اصلی مس و روی با محصول فرعی طلا و نقره قرار می‌گیرند. در گروه دوم

یعنی سنگهای خروجی فلسیک تا مافیک خشکی نه (۹) تیپ ذخیره طلا با محصول اصلی طلا و یا محصول فرعی طلا قرار می گیرد. البته یک تیپ از این گروه به‌نام ماسیوسولفید تیپ کروکو متعلق به‌محیط زیر دریایی است ولی هشت تیپ دیگر در محیط خشکی تشکیل می‌شوند. ذخایر تیپ طلا- نقره چشمه‌های آبگرم با محصول اصلی طلا و نقره اولین تیپ از این گروه است. به‌دنبال آن ذخایر اپی ترمال شامل چهار تیپ اپی ترمال کربد، اپی ترمال کوهستاک، اپی ترمال *سادو* و اپی ترمال کوارتز-آلونیت (به نامهای اسید سولفات یا آنارژیست طلادار نیز نامیده شده است) قرار می گیرند، که در همه آنها محصول اصلی ذخیره طلا و نقره است. ذخایر تیپ طلا- نقره با میزبان کربناتی (مشهور به‌تیپ *کارلین* و یا تیپ طلای نامرئی) و آنتیموان رگه‌ای و افشانی سه تیپ باقیمانده از هشت تیپ مرتبط با خروجی‌های فلسیک تا مافیک در محیط‌های خشکی است. در اولی محصول اصلی طلا و نقره است و در دومی و سومی محصول اصلی آنتیموان است و طلا و نقره آن نیز محصول فرعی است. ذخایر ماسیوسولفیدی تیپ کروکو در ارتباط با همین نوع سنگ‌هاست ولی محیط تشکیل آن زیر دریایی است. محصول اصلی این کانسارها روی، مس و در بعضی موارد سرب است. طلا و نقره در آن به‌عنوان محصول فرعی می‌باشند.

۳- در سنگهای رسوبی تخریبی دو تیپ ذخیره طلا قرار می گیرند که عبارتند از: تیپ طلا- اورانیوم کنگلومرای کوارتزی که در آن طلا محصول اصلی و اورانیوم محصول فرعی است و تیپ مس- اورانیوم- طلای المپیک رم که در آن مس و اورانیوم محصول اصلی و طلا محصول فرعی است.

٤- در سنگهای دگرگونی ناحیه‌ای چهار تیپ ذخیره طلا با محصول اصلی و فرعی طلا قرار دارد. تیپ کوارتز رگه‌ای کم سولفید (یا تیپ رگه‌ای کوارتز فروترمال) که در آن طلا ونقره محصول اصلی است در این رده قرار می گیرد. ذخایر تیپ هومستیک که به‌نامهای طلای و لکانوژن، طلای با میزبان سازند آهنی و طلای رگه‌ای آرکئن نیز مشهور است با محصول اصلی طلا و نقره نیز در این رده قرار می گیرد. دو تیپ ذخیره به‌نامهای

اورانیوم- طلای دگرشیبی (یا اورانیوم شبه رگه‌ای) با محصول اصلی اورانیوم و محصول فرعی طلا و طلای مرتبط با گسل‌های کم شیب (تراستی) با محصول اصلی طلا نیز در این رده قرار دارند.

۵- در محیطهای شدیداً هوازده یک تیپ ذخیره طلا به‌نام طلای لاتریتی- ساپرولیتی و یا ساپرولیت‌های طلادار تشکیل می‌شود. محصول اصلی این تیپ طلا است. این تیپ در ارتباط با توسعه پروفیل‌های لاتریتی (غنی از اکسیدهای آهن و آلومینیوم) می‌باشد.

۶- در محیط پلاسری دو تیپ ذخیره طلا ممکن است توسعه یابد که عبارتند از : ذخایر طلای- PGE* پلاسری که مرتبط با تودهای نفوذی فلسیک تا متوسط می‌باشند و در آن‌ها محصول اصلی طلا و نقره است ولی امکان دارد PGE محصول فرعی آنها باشد. ذخایر PGE طلای پلاسری که در آنها PGE محصول اصلی است و طلا نقش محصول فرعی را دارد ، در ارتباط با فرسایش توده‌های نفوذی مافیک و اولترامافیک تشکیل می‌شوند.

۷- در سنگهای نفوذی مافیک و اولترامافیک چهار تیپ ذخیره پلاتین و عناصر وابسته به‌آن موسوم به PGE تشکیل می‌شوند. این چهار تیپ عبارتند از :

آ_ تیپ *مرنسکی‌ریف* با PGE استراتیفرم مافیک- اولترامافیک

ب_ تیپ *دولوث* با محصول اصلی PGE

پ_ تیپ *نوریلسک* با محصول اصلی نیکل و مس و محصول فرعی PGE

ت- تیپ *آلاسکائی* یا کروم _ پلاتینی اولترامافیک زونه (مشهور به‌تیپ کچکنار)

در جدول-٤ رده‌بندی نهایی ذخایر طلا براساس پیدایش آنها در محیطهای زمین‌شناسی مختلف آورده شده است.

رسوبات دهانه رودخانه زرینه‌رود شامل رسوبات آبرفتی و دریاچه‌ای است و از نظر محیط رسوبی یک محیط حد واسط است. با توجه به‌اینکه رسوبات این محیط ناشی از عملکرد رودخانه ، از سطح خشکی انتقال یافته‌اند ، می‌تواند یک پلاسر به‌شمار آید. بخش

---

* PGE عناصر گروه پلاتین

وسیعی از ناحیه به‌وسیله رسوبات دانه متوسط ماسه‌ای پوشیده شده است و در توالی عمودی رسوبات ، ذرات ریزدانه سیلتی و رسی نیز مشاهده می گردد. قشر نازکی از رسوبات گلی سیاه رنگ که به‌نظر می‌رسد حاوی مقداری کربن و مواد آلی است ، در سطح سایر رسوبات وجود دارد. ولی براساس مطالعات انجام شده میزان طلا و نقره آنها بسیار پایین است و هیچ ارزش اقتصادی ندارد.

جدول شماره -۴: رده‌بندی ذخایر طلا براساس ویژگی محیط‌های پیدایش آنها

۱-نفوذیهای مافیک و اولترامافیک

۱-۱ - در محیطهای تکتونیکی پایدار (در منطقه مبانی ذخایر استراتیفرم PGE مرنسکی ریف)

۱-۲- در محیطهای تکتونیکی ناپایدار

۱-۲-۱- سن توده های نفوذی مشابه سن توده های ولکانیکی است

محیط ریفتی :

[Cu-Ni-PGE دولوث]

[Cu-Ni-PGE نوریلسک]

۱-۲-۲= توده های نفوذی در خلال کوهزایی جایگیر شده‌اند

۱-۲-۲-۱- در کمپلکس‌های افیولیتی

در پلاسرها : (Au -PGE پلاسری)

در سرپانتینیت‌ها : (طلای کوارتز رگه‌های کم سولفید)

۱-۲-۲-۲- توده های نفوذی متقاطع متحدالمرکز

PGE آلاسکایی

(PGE-Au پلاسری)

۲- نفوذیهای فلسیک

۲-۱- بافت فانروکریستالین است (جایگیری عمیق)

در توده‌های نفوذی گرانیتی با سنگ درونگیر غیرکربناتی

(طلای کوارتز رگه‌ای کم‌سولفید)

(طلای هومستیک)

۲-۲- بافت غالب پورفیروآفانیتیک است (جایگیری نیمه عمیق) :

توده های نفوذی از نوع گرانیت‌ها و ریولیت‌های پرسیلیس نمی‌باشند

۲-۲-۱- [Cu پورفیری]

۲-۲-۲- سنگ درونگیر کربناتی است،

۲-۲-۲-۱- ذخایر نزدیک همبری

[Cu پرفیری اسکارنی]

[Cu اسکارنی]

[Pb-Zn اسکارنی]

Au اسکارنی

۲-۲-۲-۲- ذخایر دور از همبری

[ذخایر پلی‌متالیک جانشینی]

Ag-Au پراکنده دور از همبری

(Au با میزبان کربناتی)

۲-۲-۳- سنگ درونگیر از نوع ولکانیکی است، با ترکیب کالکوآلکالن یا آلکالی

[Au-Cu پرفیری]

۲-۲-٤- سنگ درونگیر آذرین ویا رسوبی قدیمی تر است

۲-۲-٤-۱- ذخیره درون توده نفوذی است :

[Cu-Mo پورفیری]

۲-۲-٤-۲- ذخیره درون سنگ درونگیر است

Au-Ag-Te رگه‌ای

[رگه‌ای پلی‌متالیک]

(طلای رگه‌ای اپی‌ترمال کوارتز _ آلونیت)

(طلای رگه‌ای کوارتز کم‌سولفید)

۳- سنگهای خروجی (ولکانیک)

۳-۱- مافیک

محیط دریایی به‌انضمام محیطهای مرتبط با کمپلکس‌های افیولیتی

[Cuقبرسی]

[ماسیو سولفید بشی]

۳-۲- فلسیک تا مافیک

۳-۲-۱- در محیط خشکی

۳-۲-۱-۱- ذخیره طلا به‌طور غالب در سنگ ولکانیکی است

Au-Ag چشمهٔ آبگرم

طلای رگه‌ای اپی‌ترمال کرید

طلای رگه‌ای اپی‌ترمال کومستاک

طلای رگه‌ای اپی‌ترمال سادو

طلای اپی‌ترمال کوارتز - آلونیت

۳-۲-۱-۲ذخیره طلا در سنگهای کربناتی قدیمی تر است :

Au-Ag با میزان کربناتی

۳-۲-۱-۳- ذخیره در سنگهای تخریبی است [آنتیموان ساده]

۳-۲-۲- در محیط دریایی

ماسیو سولفاید کروکو

(طلای کوارتز رگه‌ای کم‌سولفید)

مهندسین مشاور تهران پادیر
Tehran Padir

(طلای هومستیک)

٤- سنگ‌های رسوبی

٤-١- تخریبی

٤-١-١- کنگلومرا و برش رسوبی

Au-U کنگلومرای کوارتزی

[Cu-U-Auالمپیک دم]

٤-١-٢- ماسه سنگ

[U-Au دگر شیبی]

٤-١-٣- شیل -سیلتستون

(Au-Ag با میزبان کربناتی)

٤-٢- کربناتی مرتبط با منبع حرارتی ماگمایی

(پلی متالیک جانشینی)

(Au-Ag با میزبان کربناتی)

٥- سنگ‌های دگرگون شده ناحیه‌ای

٥-١- مشتق شده از سنگ‌های انوژنوسنکلینالی

طلای کوارتز رگه‌ای کم‌سولفید

طلای هومستیک

(طلای مرتبط با گسل های کم شیب)

٥-٢- مشتق شده از رسوبات پلیتی و سایر سنگ های رسوبی

U-Au دگر شیبی

Auمرتبط با گسل های کم شیب

Auاپی ترمال با میزبان گنایسی

Auکانیتی با میزبان گنایسی

٦- محیط‌های سطحی و مرتبط با دگر شیبی

٦-١- محیط برجا

طلای لاتریتی - سایرولیتی

(U-Au دگرشیبی)

٦-٢- محیط حمل و نقل یافته : پلاسری

Au-PGEپلاسری

PGE-Auپلاسری

(طلای کنگلومرای کوارتزی)

مهندسین مشاور تهران پادیر
Tehran Padir

۳-۲- نقره (Ag)

نقره در طبیعت به‌حالت آزاد یافت می‌شود و تا حدود ۹۹ درصد خالص است ، اما عموماً به‌همراه آن مقداری مس ، طلا و دیگر فلزات وجود دارد. نقره فلزی سفید است که بعد از طلا بهترین حالت چکش خواری و نرم شوندگی را دارد و بهترین هادی حرارت و جریان برق است. این خواص نقره بستگی به‌ساختمان اتمی آن دارد که همانند مس و طلا است. وزن مخصوص نقره ۱۰/۵ گرم در سانتی متر مکعب است و نقطه ذوب آن $960^{\circ}C$ می‌باشد.

۳-۲-۱- مصارف نقره

نقره دارای مصارف صنعتی و فنی زیادی است ولی ۷۵ درصد مصرف آن معلول دو ویژگی خاص این عنصر است که عبارتند از :

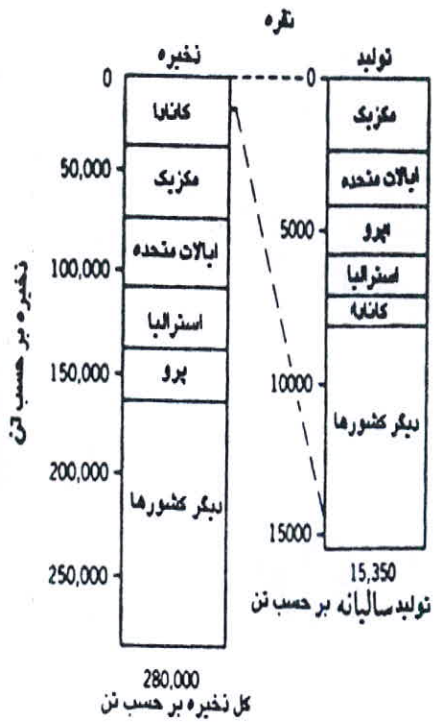
۱- ضریب هدایت الکتریکی آن از همه فلزات دیگر بالاتر می‌باشد. این خاصیت موجب مقاومت الکتریکی کم آن شده و در نتیجه مصارف زیادی در صنعت الکترونیک پیدا کرده است. تقریبا ۲۵ درصد نقره مصرفی در کشورهای صنعتی به‌بخش الکترونیک اختصاص دارد.

۲- بعضی از ترکیبات نقره مانند یدات نقره نسبت به‌نور بسیار حساس هستند. از این خاصیت در صنعت عکاسی استفاده می‌شود و حدود ۵۰ درصد مصرف نقره به‌این صنعت اختصاص پیدا می‌کند. مصارف دیگر آن شامل ضرب سکه ، ساخت ظروف نقره‌ای ، جواهرات و باطری است.

۳-۲-۲- ذخایر و تولید جهانی نقره

ذخایر نقره به‌دو گروه شامل ذخایری با محصول اصلی نقره و ذخایری با محصول فرعی نقره تقسیم می‌شوند. در گروه اول ذخایری قرار می‌گیرند که در آنها تولید نقره محصول اصلی ذخیره را تشکیل می‌دهد و چندان هم فراوان نیستند و سهم اساسی و عمده

در تولید نقره جهان ندارند. در گروه دوم ذخایر مس و ذخایر سرب قرار مـی گیرنـد کـه در آنها نقره (به صورت محصول فرعی) در حد قابل ملاحظه‌ای یـافت می‌شـود. اگر چه تولیـد نقره از این ذخایر امروزه سهم عمده‌ای در میزان تولیـد جـهانی آن دارد ولی بـه‌عنوان یـک تولید مستقل مورد ملاحظه قرار نمی گیرد ، زیرا اگر بـه‌دلایل زیست محیطی تولیـد سـرب کاهش یابد ، تولید نقره وابسته بـه‌آن نـیز کـاهش خواهـد یـافت. سـهم ذخایر گروه اول در تولید جـهانی نقـره ۲۵ درصـد و سـهم ذخـایر گروه دوم ۷۵ درصـد اسـت. دو کـانی عمـده نقـره‌دار در ذخـایر آن عبـارتند از آرژانیـت (Ag_2S) و تـتراهدریت [$(CuAg)_{12}Sb_4S_{13}$]. حدود ۷۵ درصد کل نقره تولیـد شـده در جـهان از کشورهـای آمریکـایی بـوده اسـت و ۲۵ درصد بقیه به‌قاره‌های دیگر تعلق دارد. اگرچه بیش از ۵۵ کشور جهان در تولید نقـره سـهیم می‌باشند ولی پنج کشور کانادا ، مکزیک ، ایالات متحده آمریکا ، استرالیا و پرو ۵۵ درصـد از ۲۸۰۰۰۰ تن ذخیره شناخته شده نقره را در خود جای داده‌انـد و سـهم ۵۰ کشـور دیگر از ذخایر جهانی نقره حدود ٤٥ درصد است (شکل- ۵).



شکل شماره-۵ : سهم کشورهای مختلف در تولید و میزان ذخایر نقره جهان

از نظر تولید نیز پنج کشور مکزیک ، آمریکا ، پرو ، استرالیا و کانادا در مجموع حدود نیمی از تولید جهانی سالانه نقره را که در حدود ۱۵۳۵۰ تن می‌باشد به‌خود اختصاص داده‌اند. در بین این کشورها پرو با کمترین ذخیره رتبه سوم تولید را دارا است ، که دلالت بر ثبات استخراج و تولید نقره در آن کشور دارد. بر عکس کانادا با آن که در رده‌بندی ذخیره مقام اول را دارا می‌باشد ، در تولید رتبه پنجم را کسب کرده است که دلالت بر سیاست تاخیری این کشور در تولید نقره دارد.

نتیجه گیری

۱- ناحیه مورد مطالعه با وسعت ۷۰ کیلومترمربع در شمال باختری شهرستان میاندوآب و حاشیه جنوب خاوری دریاچه ارومیه واقع است. این ناحیه به‌شکل یک مستطیل به‌اضلاع ۱۰ و ۷ کیلومتر بین طولهای خاوری ′۴۸ °۴۵ و ′۴۳ °۴۵ و عرضهای شمالی ′۱۲/۵ °۳۷ و ′۳۷ °۳۷ قرار دارد.

۲- ناحیه قلعه در بخش انتهایی زرینه‌رود و کرانه دریاچه ارومیه قرار دارد و برای دسترسی به‌آن از جاده میاندوآب- قلعه استفاده می گردد.

۳- مهمترین مراکز جمعیتی ناحیه روستاهای قلعه بزرگ و محمدآباد است و روستاهای تپه‌رش و چلیک در حومه ناحیه می‌باشند.

٤- مسیر رودخانه زرینه‌رود و شاخه های انتهایی آن در حال حاضر تغییر کرده است (به‌دلیل تغییر در انرژی محیطی)

۵- این ناحیه از نظر محیط رسوبی یک محیط حد واسط است و در توالی عمودی دارای رسوبات آبرفتی و دریاچه‌ای می باشد که تناوبی از رسوبات ماسه ای، سیلتی- رسی و مارنی در آن به‌چشم می‌خورد. تغییر در اندازه دانه‌های رسوبی در توالی عمودی نشان دهنده پیشروی و پسروی دریاچه است.

٦- نمونه‌برداری ژئوشیمیایی براساس شبکه طراحی شده برروی نقشه توپوگرافی انجام شده است. در این شبکه موقعیت ۷۰ نقطه حفاری و نمونه‌برداری مشخص گردید و به‌ازای هر کیلومترمربع یک چاهک به‌عمقهای مختلف از ۰/۵ تا ۲ متر حفر شد و از هر چاهک، با رعایت نکات فنی، دو نمونه ژئوشیمیایی برداشت گردید.

۷- تعداد سه نمونه از پادگانه های آبرفتی جدید برداشت شد.

۸- نمونه‌ها پس از آماده سازی صحرایی و کارگاهی، تحویل آزمایشگاه جذب اتمی شد تا از نظر عیار عناصر طلا و نقره مورد آزمایش قرار گیرد. نتیجه این آزمایشها، عیار طلا و نقره را بسیار ناچیز نشان داد.

۹- تعداد ۱۰ نمونه انتخابی برای تعیین عیار عناصر موجود به‌روش X.R.F آزمایش شدند. عیار این عناصر نیز اندک بوده و ارزش مطالعات دقیق‌تر ندارد.

۱۰- دو نمونه تکراری در آزمایشگاه جذب اتمی دیگری به‌منظور تائید میزان عیار عناصر طلا و نقره مورد آزمایش قرار گرفت و هر دو آزمایشگاه نتیجه مشابه داشتند.

۱۱- با توجه به‌ناچیز بودن عیار عناصر طلا و نقره پارامترهای آماری قابل محاسبه نبوده و در نتیجه نقشه های آنومالی مربوطه تهیه نشد.

پیشنهاد

براساس بررسیهای انجام شده ناحیه مورد مطالعه هیچ گونه ارزش مطالعاتی برای مراحل دقیق‌تر ندارد.

مهندسین مشاور تهران پادیر
Tehran Padir

پیوست ها

جدول-۵: نتایج آزمایش‌های طلا و نقره برروی نمونه‌های مختلف[1]

Sample	Au	Ag	Sample	Au	Ag	Sample	Au	Ag	Sample	Au	Ag
M1-1G	n-d	8	M21-1G	n-d	6	M41-1G	n-d	5	M61-1G	n-d	5
M1-2G	n-d	7	M21-2G	n-d	6	M41-2G	n-d	3	M61-2G	n-d	5
M2-1G	n-d	5	M22-1G	n-d	7	M42-1G	n-d	4	M62-1G	n-d	4
M2-2G	n-d	8	M22-2G	n-d	6	M42-2G	n-d	3	M62-2G	n-d	4
M3-1G	n-d	7	M23-1G	n-d	5	M43-1G	n-d	5	M63-1G	n-d	5
M3-2G	n-d	6	M23-2G	n-d	5	M43-2G	n-d	4	M63-2G	n-d	5
M4-1G	n-d	6	M24-1G	n-d	5	M44-1G	n-d	3	M64-1G	n-d	4
M4-2G	n-d	6	M24-2G	n-d	7	M44-2G	n-d	4	M64-2G	n-d	5
M5-1G	n-d	8	M25-1G	n-d	6	M45-1G	n-d	4	M65-1G	n-d	5
M5-2G	n-d	6	M25-2G	n-d	5	M45-2G	n-d	3	M65-2G	n-d	6
M6-1G	n-d	5	M26-1G	n-d	6	M46-1G	n-d	3	M66-1G	n-d	4
M6-2G	n-d	6	M26-2G	n-d	6	M46-2G	n-d	4	M66-2G	n-d	4
M7-1G	n-d	5	M27-1G	n-d	6	M47-1G	n-d	4	M67-1G	n-d	4
M7-2G	n-d	5	M27-2G	n-d	6	M47-2G	n-d	4	M67-2G	n-d	5
M8-1G	n-d	6	M28-1G	n-d	5	M48-1G	n-d	3	M68-1G	n-d	5
M8-2G	n-d	6	M28-2G	n-d	5	M48-2G	n-d	4	M68-2G	n-d	4
M9-1G	n-d	6	M29-1G	n-d	4	M49-1G	n-d	4	M69-1G	n-d	5
M9-2G	n-d	6	M29-2G	n-d	5	M49-2G	n-d	4	M69-2G	n-d	4
M10-1G	n-d	6	M30-1G	n-d	4	M50-1G	n-d	4	M70-1G	n-d	5
M10-2G	n-d	7	M30-2G	n-d	3	M50-2G	n-d	4	M70-2G	n-d	5
M11-1G	n-d	6	M31-1G	n-d	3	M51-1G	n-d	4	M,T-101,G	n-d	4
M11-2G	n-d	6	M31-2G	n-d	4	M51-2G	n-d	5	M,T-102,G	n-d	4
M12-1G	n-d	5	M32-1G	n-d	3	M52-1G	n-d	4	M,T-103,G	n-d	4
M12-2G	n-d	6	M32-2G	n-d	4	M52-2G	n-d	5			
M13-1G	n-d	5	M33-1G	n-d	5	M53-1G	n-d	4			
M13-2G	n-d	4	M33-2G	n-d	5	M53-2G	n-d	4			
M14-1G	n-d	5	M34-1G	n-d	3	M54-1G	n-d	5			
M14-2G	n-d	4	M34-2G	n-d	4	M54-2G	n-d	4			
M15-1G	n-d	5	M35-1G	n-d	3	M55-1G	n-d	5			
M15-2G	n-d	5	M35-2G	n-d	4	M55-2G	n-d	4			
M16-1G	n-d	4	M36-1G	n-d	3	M56-1G	n-d	4			
M16-2G	n-d	6	M36-2G	n-d	4	M56-2G	n-d	5			
M17-1G	n-d	7	M37-1G	n-d	4	M57-1G	n-d	5			
M17-2G	n-d	6	M37-2G	n-d	4	M57-2G	n-d	4			
M18-1G	n-d	6	M38-1G	n-d	4	M58-1G	n-d	4			
M18-2G	n-d	7	M38-2G	n-d	3	M58-2G	n-d	5			
M19-1G	n-d	6	M39-1G	n-d	4	M59-1G	n-d	4			
M19-2G	n-d	6	M39-2G	n-d	4	M59-2G	n-d	5			
M20-1G	n-d	7	M40-1G	n-d	4	M60-1G	n-d	4			
M20-2G	n-d	7	M40-2G	n-d	4	M60-2G	n-d	5			

جدول-۶: دو نمونه تکراری:

Sample No.	Au (ng/g)	Ag (ng/g)
M,14-1G	11	2.40
MT-101G	9	1.77

[1] عیار Au برحسب ppb است. عملیات آزمایشگاهی تا حد ۵۰ ppb دقت داشته و چون عیار طلا کمتر از این حد بوده است، به صورت n-d (not detected) نشان داده شده است. عیار Ag برحسب ppm می‌باشد.

مهندسین مشاور تهرانپادیر
Tehran Padir

جدول-۷ : آزمایش ده نمونه انتخابی با روش X.R.F

Sample No.	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	CaO	TiO_2	MnO	MgO	Fe_2O_3	Na_2O	P_2O_5	Cl	Sr	Cr	Ni	Cu	Ba	Zn	Rb	Y
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
M,1-2-G	70.09	12.27	2.32	7.18	0.49	0.07	2.67	3.97	0.87	0.12	0.08	350	87	79	83	35	122	96	15
M,14-2-G	68.29	13.31	2.41	7.74	0.51	0.09	2.11	4.24	0.91	0.23	0.10	355	84	75	82	42	109	110	17
M,2-2-G	63.77	13.35	2.25	7.11	0.42	0.07	2.10	3.47	3.29	0.21	1.37	340	75	74	80	49	111	65	21
M,38-1-G	61.35	13.51	2.51	10.77	0.72	0.12	2.40	5.43	0.71	0.33	0.84	333	79	70	85	56	125	84	22
M,43-2-G	68.28	12.48	2.35	7.07	0.41	0.09	1.91	4.08	2.91	0.25	1.30	361	72	78	90	51	123	92	15
M,60-1-G	68.08	11.76	2.63	8.74	0.57	0.11	1.98	4.81	2.11	0.27	1.27	362	80	81	97	62	145	85	11
M,61-1-G	59.09	14.02	2.24	8.32	0.47	0.10	2.96	4.17	3.60	0.21	1.78	325	80	72	94	48	126	75	18
M,T-101-G	70.05	12.73	2.66	7.20	0.47	0.11	1.71	4.21	0.89	0.22	0.54	349	81	69	85	56	133	118	17
M,T-102-G	72.62	14.01	2.32	4.93	0.21	0.05	1.77	2.51	0.98	0.20	0.07	411	59	78	86	35	184	98	15
M,T-103-G	60.63	14.96	1.94	8.56	1.17	0.11	2.35	7.71	0.91	0.22	0.21	318	91	80	81	75	154	134	16

کتابخانه حوزه اکتشاف