

# جیوه و دخا پیر آن در ایران

## درآمد

جیوه ابتدا در کشور چین و سپس هند شناخته شد و در سال ۱۵۰۰ قبل از میلاد، در اهرام مصر مورد استفاده قرار گرفت. این عنصر سمی است و به آسانی توسط دستگاه تنفسی جذب می‌شود و به معده و روده آسیب می‌رساند. وجود آن در هوا، اگر از حد مجاز تجاوز کند، خطرناک به نظر می‌رسد و با افزایش درجه‌ی حرارت، به دلیل تبخیر سریع آن، خطرناک‌تر می‌شود. «متیل جیوه» یک نوع آلاینده و خطرناک است که در آب و بخار، به وفور یافت می‌شود.

عنصر جیوه از گرما دادن به کانی «سینابر» در مجاورت هوا و متراکم کردن بخار آن تولید می‌شود. نمک‌های مهم، جیوه، کلرید جیوه، فولمینات جیوه و سولفید جیوه هستند. در آزمایشگاه‌ها از جیوه برای ساخت فشارسنج و پمپ‌های تخلیه‌ی فشار استفاده می‌شود. جیوه در ساخت لامپ‌ها، سوئیچ‌های جیوه‌ای، دستگاه‌های الکترونی، آفت‌کش‌ها و پیل‌های جیوه‌ای کاربرد دارد. هم‌چنین، به عنوان عامل ضد رسوب در رنگ‌ها، باتری‌ها و کاتالیزورها استفاده می‌شود. کلیدواژه‌ها: جیوه، آلیاژ، سنوزونیک، سینابر، هیدروترمال، کوه‌زایی، سیم‌رین پیشین و آبی.

## تاریخچه

«Murcury» (جیوه) که به «نقره‌ی روان»<sup>۱</sup> نیز معروف است، از واژه‌ی لاتین «Hugragyrum» و واژه‌ی یونانی «Hydragyros» (مرکب از ریشه‌های یونانی Hydro به معنی آب و Agyros به معنی نقره) و یا از دو واژه‌ی یونانی «Uopap» به معنی آب و «Apyupac» به معنی نقره یا سیم گرفته شده است. جیوه اولین بار توسط چینی‌ها و سپس توسط هندوها کشف شد. در آرامگاه‌های مصری مربوط به ۱۵۰۰ تا ۵۰۰ سال قبل از میلاد هم یافت شده که به صورت «آمالگام» (ملغمه یا آلیاژهای جیوه) استفاده شده است.

یونانی‌های قدیم در مرهم‌ها (پمادها) و رومی‌ها در ابزار آرایشی از آن استفاده کرده‌اند. کیمیاگران تصور می‌کردند که جیوه از خمیرهای شکل گرفته است که اگر سخت شود، به طلا تبدیل می‌شود. در ایران، جیوه در دوره‌ی هخامنشیان شناخته شد. در زبان پهلوی به آن «زبوندک» گفته شده است که نمایندگان چینی در دربار ایران (سال‌های ۵۳۱-۴۵۵ میلادی)، در نوشته‌های خود از آن به عنوان یکی از محصولات ایرانی نام برده‌اند.

کوروش شعبانی

کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی

فرزانه طیبی

کارشناس ارشد پترولوژی

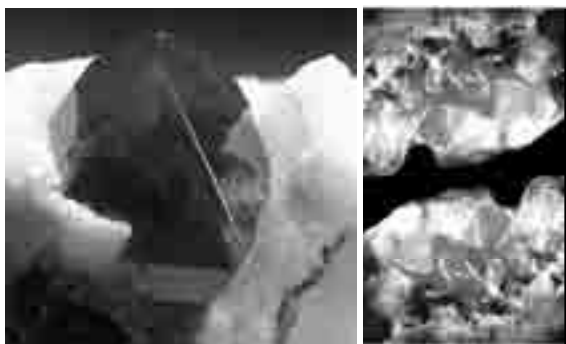
## خواص فیزیکی و شیمیایی جیوه

جیوه فلزی کمیاب و در دمای اتاق مایع است (شکل ۱). فشار نسبتاً بالایی دارد. نماد آن Hg، رنگ آن سفید - نقره‌ای، عدد اتمی آن ۸۰، وزن اتمی آن ۲۰۰/۵۹، وزن مخصوص آن ۱۳/۵۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب، سختی آن ۱/۵ در مقیاس موس، نقطه‌ی جوش آن ۳۵۷ و نقطه‌ی ذوب ۲۳۸/۷۲- درجه‌ی سانتی‌گراد دارد. سنگین، براق و سمی است و برخی از فلزات، مثل طلا، نقره و روی به راحتی در آن حل می‌شوند و تشکیل آلیاژ می‌دهند. حلالیت جیوه در آب به شدت به دما وابسته است. جیوه در فازهای جامد، مایع و بخار در طبیعت وجود دارد که در شرایط عادی مایع است و در اثر تصعید، به صورت بخار وارد هوا می‌شود. جیوه با هالوژن‌ها و گوگرد، ترکیبات تک‌ظرفیتی و دوظرفیتی تشکیل می‌دهد. هدایت گرمایی نسبتاً ضعیف، اما هدایت الکتریکی نسبتاً خوبی دارد. آب‌های سطحی به میزان بسیار کم جیوه را حمل می‌کنند. این جیوه از ترکیبات صنعتی و پزشکی وارد آب‌های سطحی می‌شود. غلظت ترکیبات جیوه محلول در آب‌های سطحی با جذب توسط رس‌ها و نیز پلانکتون‌ها، پروتئین‌های کلونیدی، و مواد هومیک و کلونیدی آلی و غیر آلی کاهش می‌یابد.



شکل ۱. نمایی از جیوه به حالت فلزی در دمای اتاق

(سیماب) است. از دیگر کانی‌های جیوه می‌توان از شوازیت<sup>۲</sup> ( $S_2As_2S_3$ )، رآلگار، کوپریت ( $Cu_2O$ )، رآلگار، پروستیت ( $Ag_3AsS_3$ ) و اریترین (۲) که از آن جیوه‌ی فلزی به دست می‌آید. تمایز این کانی از هماتیت، کوپریت ( $Cu_2O$ )، رآلگار، پروستیت ( $Ag_3AsS_3$ ) و اریترین با توجه به شباهت رنگ آن‌ها توسط چگالی و آزمایش‌های ساده، به‌وسیله‌ی شعله‌ی فوتک امکان‌پذیر است. مثلاً رآلگار و پروستیت در شعله‌ی بخاری با بوی سیر و کوپریت شعله‌ی سبز مایل به آبی ایجاد می‌کنند. سینابر در برابر شعله در لوله‌ی آزمایش باز، گلوله‌های کوچک تشکیل می‌دهد. کانی سینابر شامل انواع متفاوتی مثل کانی آجری جیوه (به رنگ جیوه جلادار و خالص سینابر)، کانی جگری جیوه (به رنگ مایل به قهوه‌ای) و کانی مرجانی جیوه است که سینابر قلوه‌ای با کانی‌های رسمی بیتومن‌دار است و در صدف‌های بازوپایان هم وجود دارد.



شکل ۲. فرم یوهدرال کانی سینابر

## انواع کانسارهای جیوه

۱. کانسارهای گرمابی با خاستگاه پلوتونیک (گرمابی درون‌زاد): این کانسارها در شوروی سابق، آسیای مرکزی، چین، ایرلند، ترکیه، تونس و آمریکا شناخته شده‌اند و عموماً در آن‌ها کانی‌سازی توسط گسل‌ها کنترل می‌شود. کانسنگ‌ها به شکل‌های رگه‌ای، عدسی و لوله‌ای با نیم‌رخ متقاطع مشاهده شده‌اند.

۲. کانسارهای گرمابی با خاستگاه ولکانوژنیک (گرمابی آتشفشان‌زاد): این کانسارها در شوروی سابق، آسیای مرکزی، ایتالیا، الجزایر، یوگسلاوی، ژاپن و آمریکا و عموماً در نواحی آتشفشانی جوان با چشمه‌های آب‌گرم فراوان یافت می‌شوند. کانسنگ به صورت رگه‌ای، داربستی، لوله‌ای، انبانه‌ای، عدسی و صفحه‌ای دیده

## کانی‌شناسی

جیوه به صورت فلز خالص، کمیاب است و بیشتر به صورت سولفید و کلرور یافت می‌شود. در حدود ۲۰ نوع از کانی‌های جیوه شناخته شده‌اند که مهم‌ترین آن‌ها، سینابر، کالومل، متاسینابر، لیونگستونیت، آمالگام طبیعی و جیوه‌ی طبیعی

## یونانی‌های قدیم در مرهم‌ها (پمادها) و رومی‌ها در ابزار آرایشی از آن استفاده کرده‌اند. کیمیاگران تصور می‌کردند که جیوه از خمیره‌ای شکل گرفته است که اگر سخت شود، به طلا تبدیل می‌شود. در ایران، جیوه در دوره‌ی هخامنشیان شناخته شد

می‌شود و کانه‌های سینابر، آرسنیک، آنتیموان، طلا و نقره در این نوع کانسارها مشاهده شده است.

**۳. کانسارهای چینه‌ای:** در شوروی سابق، آسیای مرکزی، اسپانیا، چین و پرو یافت شده‌اند. این کانسارها در نواحی ژئوسکلینال یا مناطق پلاتفرم و به صورت کانسارهای تله‌ترمال با منشأ ماگمایی هستند. در سنگ‌های آواری، کربناته، ساختمان‌های طاق‌دیدی (گنبدی) و جعبه‌ای شکل دیده می‌شوند. کانسنگ عموماً صفحه‌ای، عدسی یا لایه‌ای شکل است. این کانسنگ‌ها در ماسه‌سنگ‌های متخلخل و سنگ آهک‌های برشی و سیلیسی دیده شده‌اند. کانی اصلی در این گونه کانسارها سینابر است.

کانسار جیوه‌ی «المعدن» اسپانیا را که مهم‌ترین و بزرگ‌ترین کانسار جیوه‌ی دنیاست، از نوع چینه‌ای می‌دانند. کانی‌سازی در ماسه‌سنگ‌های سیلورین که تخلخل زیادی دارد، از نوع توده‌ای، رگه‌ای و پراکنده است. برخی این کانسار را از نوع پی‌ترمال (کم‌دما) می‌دانند، اما مطالعات اخیر نشان می‌دهد که کانی‌سازی هم‌زمان با رسوب‌گذاری در محیط دریا صورت گرفته است. فعالیت‌های آتشفشانی زیردریایی موجب آزاد شدن جیوه در آب شده که هم‌زمان با رسوبات آواری، جیوه نیز بر جای گذاشته شده است. بنابراین کانی‌زایی از نوع استراتاباند (چینه‌سان یا لایه‌ای) است. کانی‌های مهم این کانسار، سینابر، جیوه‌ی خالص و مقدار کمی استینیت است.

### سازوکار انتقال و کانی‌سازی جیوه

به علت تعدد نظریات و تجربیات، سازوکار انتقال این کانی و چگونگی کانی‌سازی آن هنوز به درستی مشخص نیست، اما در این خصوص دو نظریه‌ی مهم وجود دارد:

**۱. کانی‌سازی در ارتباط با مواد فرار هیدروترمال:** با فرض نظریه‌ی هیدروترمال در مراحل گوناگون کانی‌سازی این

کانی، حرارت و فشار عمده‌ترین عوامل در مراحل جدایش مواد فرار از توده‌های اصلی آذرین هستند. در مرحله‌ی هیپوترمال (دمای بالا) که درجه‌ی حرارت به علت نزدیکی به توده‌ی آذرین بالاست، کانی‌هایی نظیر ولفرامیت، کاسیتیریت، هماتیت، منیتیت و مولیبدینیت متبلور می‌شوند. فاصله‌ی این زون تا سطح زمین زیاد و فشار بیشتر از ۲۰۰۰ اتمسفر است. در مرحله‌ی دوم یا مزوترمال، کانی‌های درجه‌ی حرارت متوسط و فشار کمتر از ۲۰۰۰ اتمسفر، مثل بورنیت، گالن، اسفالریت و کالکوپیریت متبلور می‌شوند که کوآرتز، کربنات و باریت آن‌ها را همراهی می‌کنند. در مرحله‌ی آخر یا اپی‌ترمال که درجه‌ی حرارت بین ۲۰۰-۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و فشار در حد چند اتمسفر و فوق‌العاده کم و pH نزدیک به ۷ است، سینابر متبلور می‌شود.

مایع هیدروترمالی در مسیر خود با سنگ‌های اطراف واکنش می‌کند و یون سولفور از سنگ‌ها وارد مایع می‌شود. سولفات‌های غیرمحلول، سنگ‌ها را به صورت محلول در مایع درمی‌آورند و به سطوح بالاتر و دارای pH نزدیک به ۷، انتقال می‌دهند و بر جای می‌گذارند. وجود جیوه در کانه‌های طبیعی حوضه‌های نفتی مانند چشمه‌های آبگرم نیز دلیل بر سازوکار هیدروترمالی انتقال جیوه است. جیوه به شکل سینابر HgS داخل لوله‌های حامل گاز طبیعی رسوب می‌کند.

### ۲. کانی‌سازی بدون ارتباط مستقیم با مواد فرار

**هیدروترمالی (ثانویه):** تجمع ثانویه، حاصل تجزیه و حمل جیوه از کانی‌های محتوی مقدار فوق‌العاده کم جیوه یا حاوی آنکلوژیون است که توسط آب‌های سطحی یا زیرزمینی در ارتباط با جریان‌های گرم هیدروترمال صورت می‌گیرد. کانسارهای جیوه‌ی ترکمنستان از این نوع هستند و معادن جیوه‌ی کارائیلچی و کورشولی اهمیت خاص دارند. آزمایش‌های ژئوشیمیایی آبی برای تعیین منشأ جیوه، نشان داده است که انحلال کانی‌های محتوی جیوه باعث انتقال جیوه به زون گسله و خلل و فرج سنگ‌های مجاور سنگ مادر می‌شود. بدین ترتیب، کانی‌های محتوی جیوه توسط زون اکسیدکننده به صورت محلول در آب درمی‌آید و به طرف نقاط پایین‌تر در داخل خلل و فرج سنگ‌ها نفوذ می‌کند. سپس در ناحیه‌ی زیرین که محیطی احیاکننده است، به صورت سولفور جیوه HgS بر جای می‌ماند.

### فازهای کانی‌سازی و ذخایر جیوه در ایران

فلززایی جیوه در پالئوزوئیک پسین و جوان‌تر رخ داده و تاکنون

کانسارهای مربوط به کوه‌زایی کالدونین یا قدیمی‌تر گزارش نشده است. ذخایر اصلی جیوه در فازهای کوه‌زایی سیمین پیشین و آلبی به وجود آمده‌اند.

کانسارهای جیوه به سرزمین‌های چین خورده و قاره‌ای منحصر است و درون گسل‌های ژرف و کمربندهای آتشفشانی یافت می‌شوند و وابسته به ماگماتیسم بازالتی و آتاکسی زیر پوسته‌ای حاصل از آن هستند.

کانسارها و نشانه‌های معدنی جیوه در ایران در زمان‌های پروتروزوئیک پسین - کامبرین پیشین و الیگوسن و میو - پلیوسن گزارش شده‌اند. نهشت کان‌سنگ در زمان‌های جدید (پس از ائوسن) رخ داده و هر چند منشأ عناصر را باید در سنگ‌های قدیمی جست‌وجو کرد، اما کان‌سنگ‌ها در جاهایی یافت شده‌اند که سنگ‌های آتشفشانی ترشیری با سنگ‌های قدیمی درآمیخته‌اند و کانی‌سازی حاصل چرخه‌ی دوباره و بازیافت از پی‌سنگ پروتروزوئیک در سنگ‌های جوان ترشیری است. کانی‌سازی جیوه به آتشفشانی و پلوتونیسیم جوان‌تر از ائوسن وابسته است. محدوده‌های کانی‌سازی در پیوند با سنگ‌های اسیدی هستند و سنگ‌های بازی و حد واسط حاوی کان‌سنگ جیوه نیز بیشتر توسط سنگ‌های اسیدی پوشیده شده‌اند. بنابراین، نهشت کان‌سنگ توسط محلول‌های گرمایی دم‌پایین وابسته به مجموعه سنگ‌های آتشفشانی اسیدی زیرپوسته‌ی زیرین انجام می‌گیرد.

برای پی‌جویی ذخایر جیوه در ایران، باید مناطق قاره‌ای را که در آن‌ها آتشفشان جوان ترشیری (به‌ویژه جوان‌تر از ائوسن) رخ داده و گسل‌های ژرف در آن وجود دارند، در نظر گرفت. سنگ‌شناسی سنگ‌های آتشفشانی چنین مناطقی از بازالت تا ریولیت در تغییر است، ولی در بین آن‌ها، توده‌ی نفوذی کوچک

کم عمق (گرانیت پورفیری تا تونالیت پورفیری) نیز دیده می‌شود. در مناطق افیولیتی جوان نیز که ماگماتیسم ترشیری (الیگو - میوسن) فعال است، امکان پیدایش ذخایر جیوه وجود دارد؛ مانند آمیزه‌ی افیولیتی خاور در قاین خراسان جنوبی و آمیزه‌ی افیولیتی ناحیه‌ی خوی آذربایجان غربی.

تاکنون هیچ پی‌جویی سراسری برای جیوه در ایران صورت نگرفته است. تنها دانسته‌های موجود درباره‌ی جیوه، حاصل چند بازدید کارشناسان زمین‌شناسی و گردآوری اطلاعات مردم محلی و معدن‌کاران قدیمی از مشاهده‌ی جیوه‌ی عنصری و یا چند پی‌جویی مقدماتی در برخی اداره‌های کل معادن و فلزات است. تاکنون در مناطق زیر نشانه‌هایی از جیوه گزارش شده است [قربانی، ۱۳۸۶].

- **ناحیه‌ی شوراب:** با توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی و آنالیزهای انجام‌شده، می‌توان گفت ناحیه‌ی معدنی شوراب، ناحیه‌ای بسیار امیدبخش برای جیوه است.
  - **ناحیه‌ی ماکو:** محدوده‌های خان‌گلی و کلیسا کندی.
  - **ناحیه‌ی قره‌باغ:** آق‌دره، منطقه‌ی شاخ‌شاخ در ناحیه‌ی تکاب.
  - **ناحیه‌ی قاین:** محدوده‌ی علی‌آباد در حاجی‌آباد قاین.
  - **ناحیه‌ی اهر:** محدوده‌ی خوی‌نارود.
- در ادامه، برخی مناطق را که شواهدی از جیوه در آن‌ها گزارش شده است، بررسی می‌کنیم.

### کانسار زرنیخ و طلای زرشوران

زرشوران در ۳۱ کیلومتری شمال تکاب، در نقشه‌ی ۱:۲۵۰/۰۰۰ زمین‌شناسی تکاب واقع شده است. کانسار زرنیخ و طلای زرشوران در حدود شش کیلومتری شمال - شمال شرق زرشوران واقع شده است (شکل ۳ الف و ب).

شکل ۳. الف) نمای کلی از ناحیه‌ی زرشوران



باستانی طلا نام برده و به وجود عناصر آرسنیک، آنتیموان، جیوه، سرب و روی در آن اشاره کرده است.

رخنمون‌های محدوده‌ی کانسار از قدیم به جدید به شرح زیر است:

۱. سنگ‌های دگرگونه‌ی پروتروزوئیک بالایی (وندین) که شامل مجموعه‌ای از شیست سبز، سرپانتین شیست، آمفیبولیت و رخنمون‌هایی از اولترامافیک به سن پروتروزوئیک بالایی به نام مجموعه‌ی ایمان‌خان است.

۲. سنگ‌های آهکی و دولومیتی متبلور پروتروزوئیک بالایی. این سنگ‌ها به‌طور هم‌شیب و گاه با ناپیوستگی موازی روی سنگ‌های فوق قرار می‌گیرند و تحت عنوان واحد چالداغ نام‌گذاری شده‌اند.

۳. تناوب شیست سیاه کربن‌دار و آهک کریستالین پروتروزوئیک بالایی که مجموعه‌ای از سنگ‌های به‌هم‌پیوسته و تفکیک‌ناپذیر به‌صورت سنگ‌های کربناتی، رسی و سیلیسی با رنگ سیاه و حامل کانی‌سازی رآلگار و اریپیمان را تشکیل داده «واحد زرشوران» نامیده شده است.

۴. شیل و ماسه‌سنگ‌های خاکستری تیره، صورتی و بنفش مربوط به سازندهای باروت، زاگون و لالون.

۵. رسوبات الیگو میوسن (معادل سازند قم). این رسوبات با دگرشیبی زاویه‌دار روی سنگ‌های قدیمی قرار می‌گیرند.

نتایج به‌دست آمده از مطالعات کانی‌های سنگین در منطقه، تمرکز کانی سینابر را سرچشمه گرفته از معدن زرنیخ زرشوران، کارهای قدیمی بالدرغانی، بخیربلاغی و کارهای قدیمی جنوب آغدره بالا به حساب می‌آورد. حضور جیوه‌ی عنصری در حوالی آبادی‌های یار عزیز، شیرمرد و آغدره بالا را می‌توان به تجمع ثانویه نسبت داد که می‌تواند حاصل تجزیه و حمل جیوه از سنگ‌هایی باشد که محتوی مقدار کمی از این عنصر هستند. افزایش آب‌های سطحی و نزولات آسمانی باعث افزایش تجمع جیوه در لایه‌های پایین‌تر می‌شود و بدین ترتیب، کانی‌های محتوی جیوه را در لایه‌های پایین‌تر برجای می‌گذارد.

وجود چشمه‌های آبگرم، گازهای گوگردی، تراورتن‌های فراوان در ناحیه، پدیده‌ی سیلیسی‌شدن و اسکارن، و وجود کانی‌های سولفیدی آرسنیک، آنتیموان، سرب، روی، جیوه و غیره، همگی دلیل بر فعالیت هیدروترمال به‌صورت اپی‌ترمال هستند. لذا ناحیه از نظر متالورژی بسیار جالب‌توجه است. به‌طور کلی به نظر می‌رسد



شکل ۳. ب) کانال اکتشافی معدن

**حلالیت جیوه در آب به شدت به دما وابسته است. جیوه در فازهای جامد، مایع و بخار در طبیعت وجود دارد که در شرایط عادی مایع است و در اثر تصعید، به صورت بخار وارد هوا می‌شود**

**کانسار جیوه‌ی «المعدن» اسپانیا را که مهم‌ترین و بزرگ‌ترین کانسار جیوه‌ی دنیاست، از نوع چینه‌ای می‌دانند**

تاریخ بسیار طولانی تمدن موجود در منطقه‌ی تکاب (تخت‌سلیمان)، حکایت از شناخته‌بودن این معدن در زمان مادها و ساسانیان دارد. هم‌چنین، آثار معدن‌کاری یافت‌شده از آن زمان و استفاده از پلاسرها و شست‌وشوی ماسه‌های طلا‌دار در دوران باستان نیز، مؤید این موضوع است. معدن زرنیخ زرشوران تا سال ۱۳۷۸ فعال بود. از سال ۱۳۷۰، این کانسار به‌عنوان یک ظرفیت طلا مطرح و مطالعات اکتشافی تا مرحله‌ی نیمه‌تفصیلی روی آن در قالب طرح اکتشاف سراسری طلا انجام گرفت. مؤمن‌زاده (۱۳۸۵) از این کانسار به‌عنوان یکی از مهم‌ترین کانسارهای

که کانی‌سازی‌های موجود در ناحیه‌ی تیپ ولکانیکی اپی‌ترمال انجام می‌گیرد. با توجه به منشأ کانی‌سازی که ولکانوژنیک هیدروترمال است، احتمال حضور طلا در تراورتن‌های گسترش‌یافته در ناحیه را نیز می‌توان مطرح کرد.

## جیوه‌ی شوراب کاشمر

از نظر زمین‌شناسی ساختمانی و ریخت زمین‌ساختی، منطقه‌ی مورد مطالعه در شمال بلوک لوت و در بخش شمال خاوری زون ایران مرکزی و حاشیه‌ی زون بینالود (البرز شرقی) قرار دارد. این بخش روند شرقی- غربی دارد و به سمت شرق (مرز ایران با افغانستان) دارای جهت شمال‌غربی- جنوب‌شرقی و به سمت غرب (شاهرود)، روند آن به‌طرف شمال شرقی- جنوب‌غربی گرایش پیدا می‌کند. محدوده‌ی این بخش بین گسل‌های درونه (کویر بزرگ) و میامی- عطاری یا سمنان جای دارد. در منطقه‌ی مورد مطالعه سه رده‌ی سنی از سنگ‌ها و رسوبات وجود دارد که عبارت‌اند از: ۱. اسلیت‌ها و ماسه‌سنگ‌های دگرگون‌شده‌ی سیلورین معروف به سازند نیور؛ ۲. کنگلومرا لایه‌ی گچ‌دار نئوژن؛ ۳. رسوبات آبرفتی آبراهه‌های کوتاه‌تر.

سابقه‌ی مطالعات زمین‌شناسی معدنی در ناحیه‌ی شوراب بسیار کوتاه و به یکی دو دهه‌ی اخیر محدود می‌شود. طی چند سال گذشته، ناحیه‌ی شوراب با آثار زیادی که از عنصر جیوه در آن مشاهده شده، توجه مسئولین بخش معدنی و پژوهشگران زیادی را در دانشگاه‌ها و سایر مؤسسات دولتی به خود جلب کرده است. تا جایی که برای مطالعات از متخصصین خارج از کشور در چند نوبت دعوت به‌عمل آمده و یک پروژه‌ی مطالعاتی نیز به‌اجرا درآمده است.

اثرات کانی‌سازی جیوه در این ناحیه نخستین بار طی یک رویداد اتفاقی، درحالی‌که جهاد سازندگی در سال ۱۳۶۷ کانالی برای انتقال آب به روستایی حفر می‌کرد، مشاهده شد. در این واقعه پس از یک بارندگی، درحالی‌که کانال فوق رسوبات رسی کوتاه‌تر را قطع کرده بود، توسط افراد محلی، تجمع مقادیری جیوه طبیعی مشاهده شد که به اطلاع مقامات ذی‌ربط رسید. این اولین اثر جیوه بود که باعث شروع مطالعات در منطقه شد. متعاقب این واقعه، موضوع توسط مقامات مسئول اداره‌ی کل معادن و فلزات خراسان پی‌گیری شد. تعدادی چاهک در منطقه حفر شد

و نتیجه‌ی تجزیه‌ی یک نمونه از رسوبات حوالی محل مشاهده‌ی جیوه، وجود ۱۲ گرم جیوه‌ی طبیعی را در خاک نشان داد.

## معدن زر و جیوه‌ی آقدره

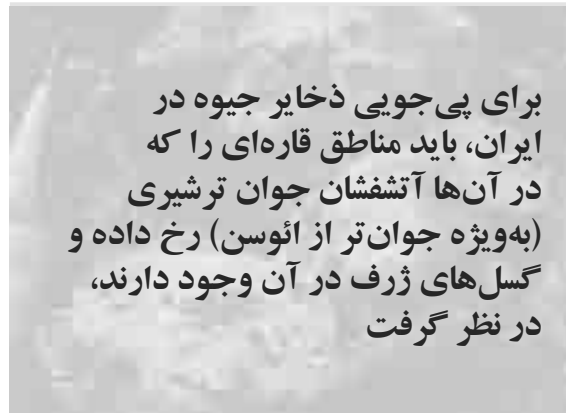
معدن «آقدره» در فاصله‌ی ۴۰ کیلومتری هوایی شمال، شمال‌غرب تکاب و ۱۲ کیلومتری غرب، جنوب‌غرب معدن زرشوران واقع است. شناسایی قسمتی از محل کارهای معدنی باستانی در جنوب آقدره بالا و توجه به وجود کانی‌سازی جیوه و کانی‌سازی احتمالی زر در این بخش، اول‌بار توسط یک گروه اکتشافات بنیادی از سازمان زمین‌شناسی کشور صورت گرفت. معدن‌کاری باستانی در دو محدوده‌ی مورد مطالعه با وسعت حدود ۲۰۰ هکتار صورت گرفته است. شکل ۴، نمایی از معدن‌کاری در محدوده‌ی معدنی آقدره را نشان می‌دهد.

تقریباً تمامی رخنمون‌های سنگ‌کانه‌دار توسط معدن‌کاران باستانی کاوش شده است. بنا به اظهار نظر مؤمن‌زاده (زرنه‌اکتشاف، ۱۳۸۷)، کارهای معدنی باستانی استخراج و استحصال طلا از معدن کهن آقدره مربوط به گذشته‌های دور، لاقلاً چندین سده قبل است و زمان آغاز و انجام آن به تحقیق برای ایشان و هم‌چنین مردم محلی مشخص نیست. مؤمن‌زاده در گزارش مطالعات معدنی خود، در مورد معدن‌کاری باستانی آقدره اشاره می‌کند، سند تاریخی و یا مکتوبی در این باره وجود ندارد که مستقیماً به فعالیت‌های معدن‌کاری باستانی در آقدره بالا اشاره کند. لیکن در مورد معدن‌کاری باستانی ناحیه‌ی شمال تکاب که محدوده‌ی مورد مطالعه را نیز دربرمی‌گیرد، گزارش **ابودولف**<sup>۴</sup> مهم‌ترین سند تاریخی است. او می‌گوید براساس این اسناد، احتمال این‌که کارهای معدنی جنوب آقدره بالا برای استحصال طلا، جیوه و آرسنیک بوده باشد، مطرح می‌شود.

**کانسارهای جیوه به سرزمین‌های چین خورده و قاره‌ای منحصر است و درون گسل‌های ژرف و کمربندهای آتشفشانی یافت می‌شوند و وابسته به ماگماتیسیم بازالتی و آناکسی زیر پوسته‌ای حاصل از آن هستند**



شکل ۵. کان سنگ جیوه (سینابر یا شنجرف) در معدن آقدره



برای پی جویی ذخایر جیوه در ایران، باید مناطق قاره‌ای را که در آنها آتشفشان جوان ترشیری (به‌ویژه جوان تر از ائوسن) رخ داده و گسل‌های ژرف در آن وجود دارند، در نظر گرفت



شکل ۴. نمایی از معدن کاری در محدوده‌ی معدنی آقدره

نشان می‌دهد.

بافت‌های متفاوت کان سنگ، از جمله بافت ریتمیک ظریف لایه‌ی چرت و خاکستر آتشفشانی سیلیسی-فلدسپاتی دگرسان، نشان‌دهنده‌ی تشکیل هم‌زمان کان سنگ و واحدهای سیلیس دارای اکسید آهن و سنگ آهن خاکستری و آهک قرمز-قهوه‌ای است (زرنه اکتشاف، ۱۳۸۷).

پی نوشت

1. Quick Silver
2. Amalgam
3. Schwazite
4. Abudolaof

منابع

۱. شرکت مهندسی کاوش کانسار (۱۳۷۹). اکتشاف نیمه‌تفصیلی جیوه‌ی شوراب کاشمر. سازمان صنایع و معادن استان خراسان.
۲. قربانی، م (۱۳۸۶). زمین‌شناسی اقتصادی ذخایر معدنی و طبیعی ایران.
۳. کوثری، س (۱۳۶۳). مکانیزم کانی‌سازی جیوه. سازمان تحقیقات زمین‌شناسی و معدنی کشور.
۴. گروه پژوهشی زرنه اکتشاف (۱۳۸۷). بررسی، شناسایی و مستندسازی معادن کهن پیرامون تخت سلیمان.
۵. مؤمن‌زاده، م (۱۳۸۵). مروری بر معادن و معدن‌کاری باستانی ایران. نشریه‌ی داخلی مؤسسه‌ی فرهنگی مفرغ‌نگار چشمه. شماره‌ی ۶.
۶. یعقوب‌پور، ع (۱۳۶۶). مبانی زمین‌شناسی اقتصادی. مرکز نشر دانشگاهی تهران.
۷. پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور (WWW.ngdir.ir).

ماده‌ی معدنی در بخش‌های دارای کانی‌سازی، به‌خصوص در بخش‌های سیلیسی آهن‌دار غالباً به‌صورت پراکنده دانه، رگه و رگچه است. ماده‌ی معدنی عبارت است از سولفید آرسنیک؛ یعنی اورپیمان و رآلگار که در بخش‌های متفاوت با مقادیر متفاوتی از باریت، فلورین و اکسیدهای منگنز همراه است. اکسیدهای آهن و سیلیس تقریباً همیشه کان‌سنگ را همراهی می‌کنند. در محدوده‌ی شرقی (بخش معروف به پدربزرگ)، مقدار باریت و فلورین نسبت به محدوده‌ی غربی (بخش معروف به مادربزرگ) بیش‌تر است. در محدوده‌ی شرقی از غرب به شرق و به ویژه در گوشه‌ی شمال‌شرقی، محدوده‌ی مقدار باریت، فلورین و به‌خصوص منگنز فراوان‌تر می‌شود. گالن و آنتیمونیت نیز در بخش شرقی محدوده‌ی شرقی فراوان‌تر است. در محدوده‌ی غربی، سینابر به‌همراه اورپیمان و رآلگار بیش‌تر می‌شود. شکل ۵ کان‌سنگ جیوه را در معدن آقدره