

## اکتشاف سیستم کانی سازی رگه ای طلا و پورفیری طلا - مس تنورچه - کاشمر

عباسعلی حیدری

دانشگاه آزاد اسلامی شاهرود، گروه مهندسی معدن، heidari\_33@yahoo.com

### چکیده

منطقه تنورچه در ۲۲۰ کیلومتری جنوب غرب مشهد و ۵۵ کیلومتری شمال شرق کاشمر قرار دارد. منطقه تنورچه بر روی کمر بند ولکانوپلوتونیک خواف- درونه واقع شده است. بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی رسوب آبراهه ای و محیط خاک چینی ها، منطقه تنورچه بعنوان یک آنومالی مهم و با ارزش طلا معرفی شده است.

بر اساس نتایج مطالعات اولیه، منطقه ای به وسعت ۳/۵ کیلومتر مربع به منظور اکتشاف طلای رگه ای و سیستم احتمالی طلا - مس پورفیری انتخاب شدند. نقشه های زمین شناسی، آلتراسیون و کانی سازی کل منطقه در مقیاس ۱:۵۰۰۰ تهیه گردید. در میان مجموعه ولکانیکی آندزیتی - ریولیتی، توده های نفوذی گرانودیوریت، دیوریت و کوارتز پورفیری نفوذ کرده اند. با توجه به نتایج پردازش تصویر ماهواره ای ASTER و بررسیهای صحرایی-آزمایشگاهی، وجود یک سیستم آلتراسیون هیدروترمالی با تنوعی از آلتراسیون فیلیک، سریستیک، آرژیلیک و پروپلیتیک تایید شده است. کانی سازی سولفیدی تیپ پورفیری در استوک نفوذی و سنگهای اطراف عمدتاً بصورت بقایای پیریت و در موارد محدودی کالکوپیریت است. اکسید شدن و لیچینگ سنگهای سطحی وجود دارد. وجود برش های هیدروترمالی و رگچه ها و رگه های سیلیسی و باکس ورک های درشت اکسید آهن ثانویه ناشی از تخریب سولفیدهای اولیه آهن و احتمالاً مس به همراه دیگر ویژگی ذکر شده بیانگر احتمال وجود بخش بالایی یک سیستم آلتراسیون پورفیری است. توزیع عیار طلا در سطح کل سیستم بیانگر آن است این سیستم پورفیری می تواند توام با طلا بوده باشد. دو پروفیل ژئوفیزیک RS, IP در مرکز سیستم آلتراسیون برداشت گردید و تعدادی آنومالی شارژ ابلیتی و رسانندگی سطحی و عمقی گزارش شده است. تعداد ۴ منطقه هدف دار بر اساس نقشه تلفیق اطلاعات برای تکمیل اکتشاف معرفی گردیدند.

کلمات کلیدی: طلا، مس، تنورچه، سیستم پورفیری، اکتشاف.

## Exploration of Gold Veins Mineralization and Porphyry Gold -Copper Alteration System in the Tanurjeh Area-Kashmar

Abbas Ali Heidari

### Abstract

The Tanurjeh area is located SW of Mashhad (220) next to the city of Kashmar 55 km distance  
The systematic stream sediment survey conducted by the Chinese revealed a first priority gold anomaly in the Tanurjeh area. Gold was also found in soil samples. This gold in soils could finally be traced back to numerous outcrops of mineralized rocks.

Fieldwork consisted of mapping and rock chip sampling over the 3.5 Km<sup>2</sup> (central part of the alteration zone). Two IP profiles were surveyed. Surface mapping confirmed the presence of a substantial hydrothermal alteration system related to the intrusion of quartz-rich porphyry. Pervasive hydrothermal alteration, Intense oxidation and leaching of the surface rocks, A central zone of intense quartz-Sericite alteration, spatially associated with outcrops of quartz-eye porphyry and ... are indicative of the upper part of a potentially porphyry alteration system. Detailed alteration mapping and chemical sampling suggest probable economic potential for vein and/or stock work type gold mineralization.

## ۱- مقدمه

منطقه تنورچه بر روی کمرند ولکانوپلوتونیک خواف - درونه در شمال گسل بزرگ درونه واقع گردیده است. کمرند زمین شناسی ولکانوپلوتونیک خواف - درونه باسن ترشیزی منطبق بر حاشیه جنوبی فعال پلیت قاره ای اوراسیا بوده و در یک زون فرورانش پوسته اقیانوسی - قاره ای قرار گرفته است [1].

در این کمرند زونهای آلتراسیون هیدروترمالی به تعداد زیاد و گسترش وسیع وهمچنین شبکه متراکمی از گسل ها همراه با تمرکز محلولهای هیدروترمالی کانه ساز وجود دارند. یکی از ویژگیهای ناحیه ای بارز این کمرند وجود اندیس های معدنی متنوع و فعالیت های معدنکاری قدیمی است [1].

اولین بار در فاصله سالهای ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۴ اکتشافات ژئوشیمیایی رسوب آبراهه ای ناحیه ای توسط یک شرکت چینی با همکاری سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور در حدفاصل گرمسار تا تربت حیدریه انجام شد و یکی از مهمترین و گسترده ترین آنومالیهای عنصر طلا، در منطقه تنورچه شناسایی گردید. این شرکت چینی سپس اقدام به ادامه اکتشاف ژئوشیمیایی در مقیاس محلی شامل نمونه برداری رسوب آبراهه ای، نمونه برداری از خاک و سنگ در بخش هایی از منطقه تنورچه نموده است [1].

در سال ۱۳۷۸ گروه صنعتی - معدنی زرمهر عملیات اکتشاف مقدماتی را بر روی ماده معدنی طلا در کل منطقه تنورچه انجام داد و بر اساس نتایج آن و با هدف شناسایی و اکتشاف کانی سازی رگه ای طلا و سیستم احتمالی پورفیری طلا - مس، ناحیه ای به وسعت ۳۵۰ هکتار در بخش میانی منطقه تنورچه با شواهد قوی زمین شناسی، آلتراسیون و کانی سازی مورد مطالعه قرار گرفت.

## ۲- موقعیت جغرافیایی

منطقه تنورچه در ۲۲۰ کیلومتری جنوب غرب مشهد و ۵۵ کیلومتری شمال شرق شهرستان کاشمر قرار دارد. روستای تنورچه از توابع بخش کوهسرخ در فاصله ۲ کیلومتری شمال محدوده مورد مطالعه واقع می شود (شکل ۱).

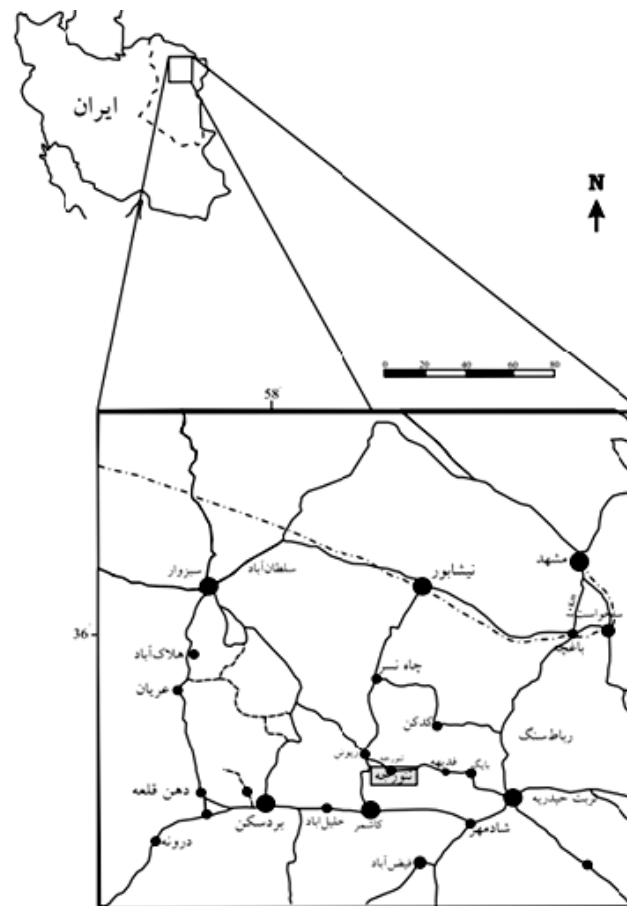
## ۳- زمین شناسی

بر اساس مطالعات زمین شناسی، منطقه تنورچه عموماً از سه مجموعه سنگ شناسی تشکیل شده است. سنگهای آذرین نفوذی عمیق تا نیمه عمیق در میان مجموعه ولکانیکی نفوذ کرده اند. این واحدهای نفوذی علیرغم تنوع کانی شناسی ولی در غالب سه واحد مونزونیت پورفیری، کوارتز مونزونیت پورفیری و دیوریت قرار می گیرند. رخنمون های توده های نفوذی مختلف بیانگر فعالیت های ماگمایی چند فازی هستند. واحدهای سنگی با ترکیب مونزونیت تا کوارتز مونزونیت بابافت پورفیری به اشکال استوک های کوچک و بزرگ رخنمون یافته اند. توده های نفوذی با ترکیب دیوریتی جز جوانترین واحدهای سنگی بوده و عمدتاً در حاشیه های منطقه مورد نظر و با کنترل کننده های گسلی ظاهر شده اند [1].

واحدهای سنگی پیروکلاستیک عمدتاً شامل توف، لاپیلی توف و کریستال توف هستند که در بخش های جنوب و غرب منطقه گسترش یافته اند. سنگهای گدازه ای تقریباً دارای بیشترین گسترش سطحی بوده و شامل ریولیت، داسیت و ریوداسیت هستند [۱].

## ۴- آلتراسیون

مطالعه آلتراسیون های منطقه تنورچه و مناطق اطراف آن بر اساس تصاویر ماهواره ای آستر (Aster) انجام شد و الگوی آلتراسیون منطقه بر اساس کانی های معین شناسایی گردیدند. شکل توزیع و تمرکز کانیهای آلتراسیون نشانگر الگوی تجمع کانی شناسی مرتبط با آلتراسیون هیدروترمالی در سیستم های کانی سازی پورفیری است [4].



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی منطقه تورچه

همچنین بر اساس پردازش و تحلیل داده های آستر زونهای آلتراسیون پروپلیتیک، فیلیک، آرژیلیک و احتمالاً آرژیلیک قوی مشخص شدند. تحلیل الگوی آلتراسیون هیدروترمال حاصل از داده های آستر موید آن است که منطقه تورچه یکی از امید بخش ترین مناطق محسوب می گردد (شکل ۲) [4].

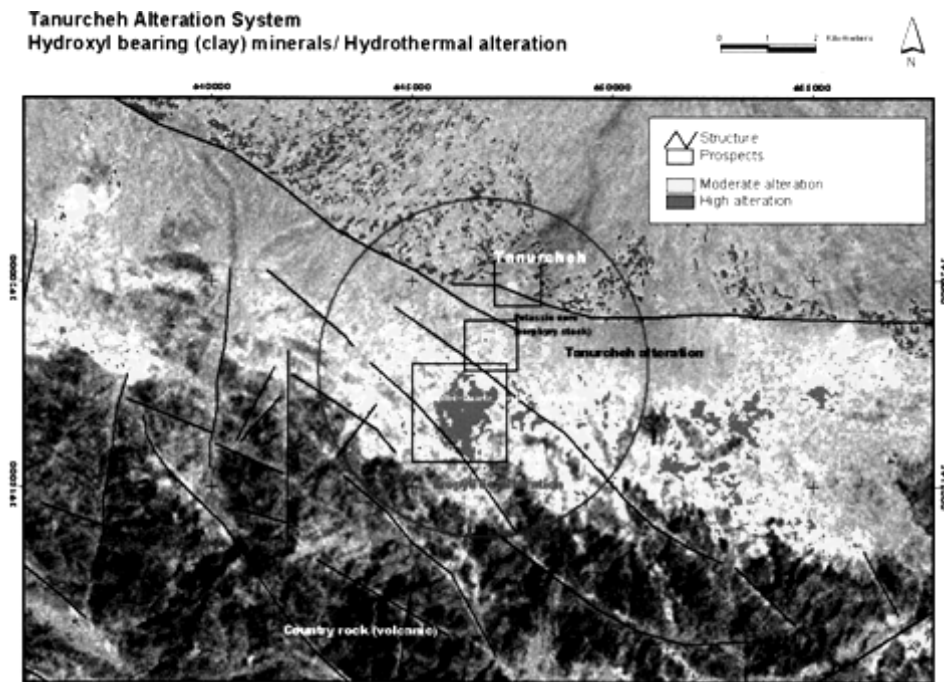
مطالعه صحرایی و آزمایشگاهی آلتراسیون هادر منطقه امیدبخش حاصل از پردازش تصویر ماهواره ای ASTER انجام گردید. این منطقه به استناد بررسیهای صحرایی- آزمایشگاهی نیز از شدت آلتراسیون بالا، گسترش و تنوع مطلوبی برخوردار است. مهمترین آلتراسیون های شناسایی شده در بررسیهای صحرایی-آزمایشگاهی، سریستیک، آرژیلیک، سیلیسی شدن و پروپلیتیک است [1].

آلتراسیون سریستیک و فیلیک اکثراً در بخش مرکزی منطقه مورد مطالعه ظاهر شده است. آلتراسیون سریستیک بعنوان قویترین و مهمترین آلتراسیون در مرکز سیستم محسوب می گردد و در بخش هایی به شکل آلتراسیون فیلیک در میان واحدهای ولکانیکی و توده های نفوذی کوارتز پورفیری توسعه یافته است [1].

آلتراسیون آرژیلیک ضعیف تا متوسط بطور گسترده در سطح منطقه ظاهر شده است ولی آلتراسیون آرژیلیک قوی بصورت خیلی محدود و احتمالاً در نتیجه دگرسانی زون سریستیک در بخش میانی منطقه مشاهده می گردد [1].

آلتراسیون سیلیسی بویژه در بخش های غربی منطقه از شدت و توسعه یافتگی بالایی برخوردار است و عمدتاً بصورت فاز تاخیری پس از شکل گیری آلتراسیونهای اصلی، و همچنین به شکل زون های رگچه ای و رگه ای ضخیم با کنترل کننده قوی ساختاری ظاهر شده اند. معمولاً مناطق آنومالی طلا بر این زون های سیلیسی انطباق خوبی دارند.

آلتراسیون پروپلیتیک بیشتر در پیرامون سیستم آلتراسیون تنورچه ظاهر شده است و انطباق نسبتا کاملی با توده های نفوذی دیوریتی دارند [1].



شکل ۲- نقشه شدت آلتراسیون و توزیع فراوانی کانی های رسی

## ۵- کانی سازی

شناسایی اندیس ها و شواهد کانی سازی با احتمال حضور تیپ پورفیری طلا - مس، انجام شد. کانی سازی سولفیدی غالبا پیریت با بافت پراکنده در متن سنگ (Disseminated) در استوک های نفوذی پورفیری و سنگ های اطراف آنها ظاهر شده اند. کانی پیریت در اکثر موارد به لیمونیت ثانویه و همچنین مقادیر کمی ژاروسیت اکسیده شده است. در بخش هایی از مرکز سیستم آلتراسیون، زون اسید لیچینگ در قالب بافت های باکس ورک مرتبط با لیچینگ کامل کانیهای سولفیدی نظیر پیریت وجود دارد [3].

اگر چه بافت های استوک ورک واقعی در این منطقه کمیاب می باشد ولی سیستم های رگه ای ورقه ای (Sheeted vein) و رگچه ای نازک نیمه موازی در مناطق معینی بویژه در مرکز سیستم اصلی آلتراسیون تنورچه مشاهده می شوند. کانی سازی در این رگچه های نازک، کوارتز، اکسیدهای آهن ثانویه و .. است (شکل ۳) [3].

اکسیدهای آهن ثانویه اعم از هماتیت، گوتیت و لیمونیت با بافت رگه و رگچه ای و بعضا بطور محدود برشی و پراکنده که ممکن است در ارتباط با اکسیداسیون کانی های سولفیدی باشند، در بخش های عمده ای از سیستم آلتراسیون تنورچه توزیع شده است [3].

کانی سازی های ثانویه مس شامل مالاکیت و بطور خیلی محدود آزوریت همراه با مقادیر ناچیز بقایای کالکوپیریت در غرب و جنوب غرب منطقه مورد مطالعه در سنگها ولکانیکی وجود دارد [1].

در غرب تا شمال غرب سیستم آلتراسیون، مجموعه ای از رگچه و رگه های سیلیسی با ضخامت های متغیر، روند غالب شمال غرب - جنوب شرق و کنترل کننده های ساختاری گسترش یافته اند. این تیپ کانی سازی شامل کوارتز خاکستری (Vuggy Quartz) همراه با کانی سازی سولفیدی (غالباً پیریت) ریزدانه پراکنده، رگچه و برش های اکسید آهن ثانویه عمدتا گوتیت و بطور محدوده و موضعی رگچه های کوارتز + تورمالین هستند. ناهنجاری های ژئوشیمیایی عنصر طلا بویژه تمرکز های اقتصادی آن تطابق بسیار خوبی با این تیپ کانی سازی دارد [1].

برشی شدن بطور معمول در این سیستم آلتراسیون مشاهده می گردد. پایپ های برشی هیدروترمالی بطور محلی از جمله در شمال غرب منطقه مشاهده می شوند [3].



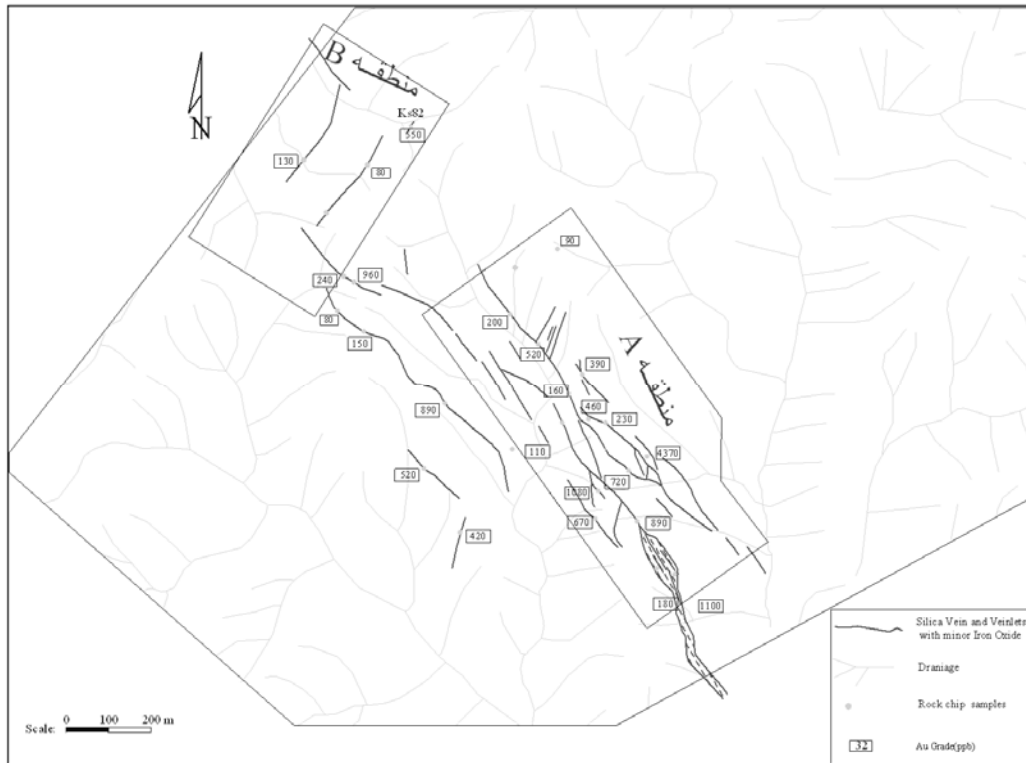
شکل ۳- رگچه های کوارتزاستوک ورک/نیمه موازی همراه با حاشیه های اکسید آهن ثانویه در زون آلتراسیون فیلیک

#### ۵- نمونه برداری و آنالیز شیمیایی نمونه های سنگی

در منطقه اکتشافی تنورچه طی [چند مرحله تعداد بالغ بر ۱۷۶ نمونه سنگی از رخنمونهای مختلف برداشت و آنالیز شیمیایی شدند. تعداد ۸۹ نمونه سنگی به روش لپیری همزمان با تهیه نقشه های زمین شناسی-آلتراسیون-کانی سازی از بیرون زدگی های مختلف شامل شواهد کانی سازی اولیه و ثانویه، زونهای آلتراسیون، واحدهای سنگی مشکوک و .. برداشت و در آزمایشگاههای خارج از کشور آنالیز شیمیایی شدند. بر اساس نتایج آنها، تقریباً کل سیستم آلتراسیون اصلی تنورچه دارای ناهنجاری ژئوشیمیایی عنصر طلا بوده و حد زمینه (Background) طلا در این سیستم نسبتاً بالا است. محتوی عیار مس در اکثر نمونه ها چندان قابل توجه نبوده و فقط در برخی مناطق مانند غرب و شمال غرب منطقه عیار این عنصر بالا می باشد. یکی از احتمالات موجود در ارتباط با پایین بودن عیار مس بویژه در بخش های مرکزی سیستم آلتراسیون تنورچه، بالا بودن افق فرسایشی سیستم آلتراسیون پورفیری و همچنین احتمال فروشویی کانیهای سولفیدی مس است [3].

تعداد ۱۰۲ نمونه سنگی از بخش هایی با آلتراسیون سیلیسی زونهای رگچه ای و رگه ای سیلیس همراه با اکسیدهای آهن ثانویه در غرب سیستم آلتراسیون تنورچه برداشت گردیدند. موقعیت رگه های سیلیسی مهم و نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های برداشت شده از آنها در شکل (۴) آورده شده است. براساس نتایج نمونه برداریهای اخیر، بخش غربی سیستم آلتراسیون تنورچه بعنوان یکی از هدف های اصلی کانی سازی طلای رگه ای جهت ادامه اکتشافات مورد توجه می باشد [2].

عناصر همراه طلا شامل آرسنیک، سرب، روی، نقره و مقادیر ناچیزی بیسموت و وانادیم نشان دهنده یک مجموعه اپی ژنتیک هستند. این مجموعه کانی شناسی بیانگر آن است که بخش سطحی سیستم آلتراسیون تنورچه معرف یک سیستم با افق



شکل ۴- نقشه موقعیت رگه و رگچه های سیلیسی و نتایج عیاری نمونه های پراکنده برداشت شده از آنها.

فرسایشی بالا بوده و به همراه کانی سازی سولفیدی غالباً پیریت در سطح آن دلالت بر احتمال رخداد کانی سازی پورفیری در اعماق پایین تر دارد [2].

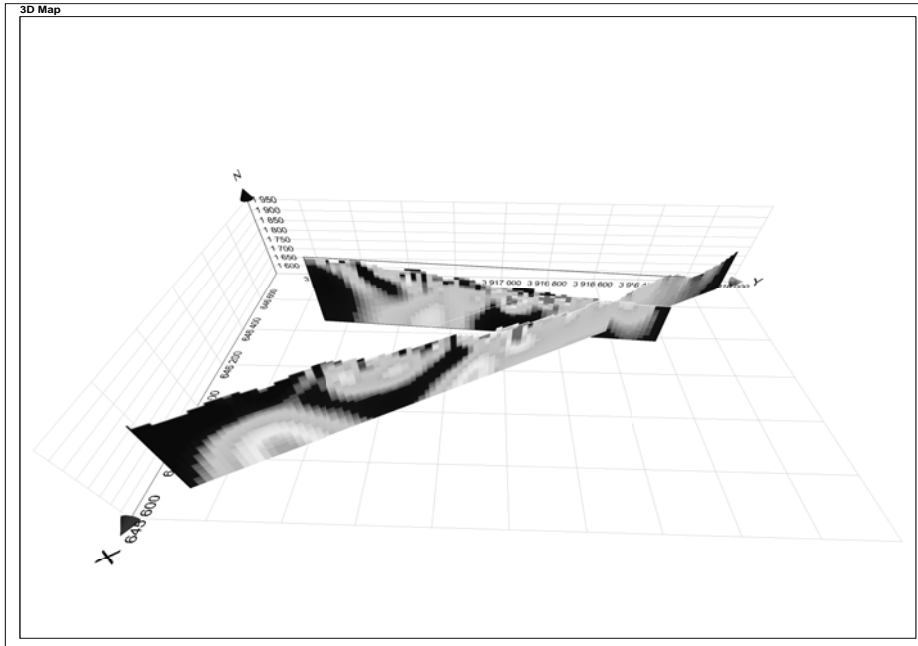
#### ۶- مطالعات ژئوفیزیک IP, RS

با توجه به وقوع لیچینگ اسیدی و احتمال فروشویی عنصر  $Cu$  به طرف بخش های پایین و قرارگیری زون کانی سازی اصلی در اعماق بیشتر، عملیات ژئوفیزیک زمینی برای شناسایی زونهای سولفیدی اعماق بیشتر و انتخاب موقعیت نقاط حفاری بکار گرفته شد. برداشت های ژئوالکتریک RS و IP بر روی دو پروفیل شمالی- جنوبی و شمال غرب- جنوب شرقی منطبق بر کف دو آبراهه عمیق اصلی منطقه با آرایش های دوقطبی- دوقطبی و قطبی- دوقطبی به تعداد بالغ بر ۷۰۰ نقطه انجام گردید [5]. هر دو پروفیل IP تعدادی ساختار با رسانندگی بالا و شارژبیلیتی بالا را در اعماق کم (۶۰-۱۰۰ متر) واقع در بخش جنوبی پروفیل ها نشان می دهند. احتمال دارد که ساختارهای کم عمق با رسانندگی و شارژبیلیتی بالا همراه با کانی سازی باشند. علاوه بر این، هر دو پروفیل IP موید وجود یک ساختار عمیق با شارژبیلیتی و رسانندگی متوسط در عمق بیش از ۱۵۰ متری در انتهای شمالی پروفیل ها هستند. شکل (۵) و (۶) به ترتیب مدل سه بعدی مقاومت و شارژ ابلیتی را با نگاه به سوی شرق نشان می دهند [5].

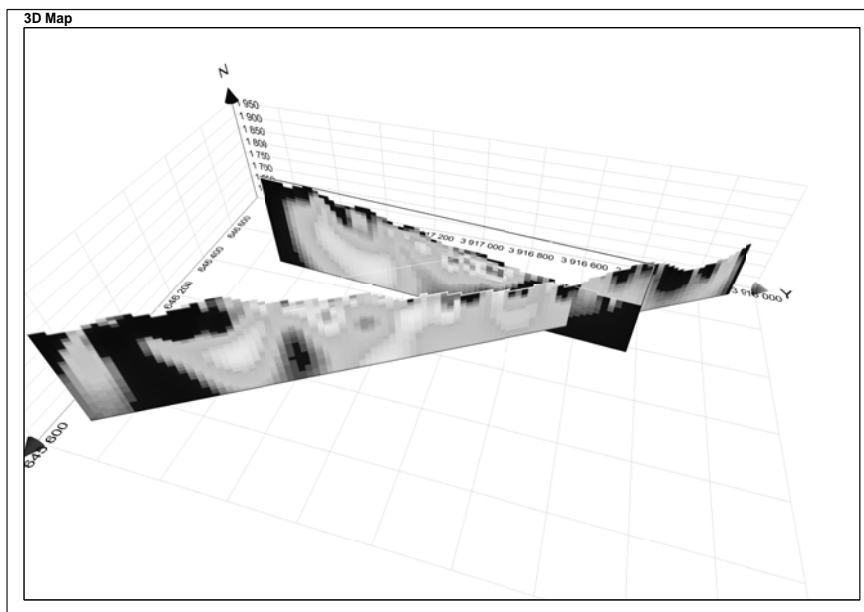
#### ۷- تلفیق داده های اکتشافی

کلیه داده های اکتشافی منطقه تنورچه بر روی نقشه توپوگرافی مبنا با مقیاس ۱ : ۵۰۰۰ تلفیق گردیدند. این داده های اکتشافی شامل ۶ مجموعه اطلاعاتی به شرح ذیل می باشند [2]:

۱- فعالیت های اکتشافی انجام شده توسط شرکت چینی در سال ۱۳۷۴-۱۳۷۰



شکل ۵- مدل سه بعدی مقاومت - نگاه به سوی شرق



شکل ۶- مدل سه بعدی شارژ ابلیتی - نگاه به سوی شرق

- ۲- نتایج نمونه های سنگی از رخساره های مختلف
  - ۳- رخساره های مهم و کلیدی سنگ شناسی، آلتراسیون و کانی سازی بر اساس نقشه های ۱ : ۵۰۰۰
  - ۴- محدوده منطقه آلتراسیون هیدروترمال بر اساس پردازش تصاویر ماهواره ای آستر (ASTER)
  - ۵- پروفیل های برداشت IP همراه با موقعیت آنومالیهای مقاومت ظاهری و شارژ ابلیتی
  - ۶- مشاهدات تکمیلی از بازدیدهای صحرائی انجام شده
- جمع آوری و تلفیق داده های (Compilation data) اکتشافی بصورت دستی انجام شد و یک نقشه تلفیقی تهیه گردید.

## ۸- انتخاب مناطق هدف دار (Target Area)

بر اساس نقشه تلفیق داده ها و مشاهدات صحرایی، چهار منطقه هدف دار (Target Area) برای تکمیل اکتشافات سطحی و انجام حفاری اکتشافی مقدماتی انتخاب شدند. مشخصات مناطق هدف دار در جدول (۱) ارائه شده است. بر اساس جدول اخیر، مناطق A, B برای اکتشاف سیستم کانی سازی طلای رگه ای و مناطق C, D برای اکتشاف کانی سازی احتمالی مس - طلا مشخص گردیدند [2].

جدول ۱- مشخصات مناطق هدف دار برای تکمیل اکتشاف سطحی و انجام عملیات حفاری اکتشافی

منطقه هدف دار	عنصر اصلی کانی سازی	تیپ کانی سازی	ابعاد کانی سازی احتمالی	عیار کانی سازی
A	Au	Stockwork, veins and disseminations	کوچک تا متوسط	متوسط
B	Au	Vein	کوچک	بالا
C	Cu (+Au)	Disseminations, veins, and breccias in porphyry stock	بزرگ	پایین
D	Cu(+Au)	Veins +deep porphyry?	؟	؟

## ۹- نتیجه گیری

جایگاه تکتونیکی، تنوع و ترکیب واحدهای سنگی نفوذی، تنوع و گسترش آلتراسیون، نتایج مطالعات ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی و شواهدکانی سازی مجموعاً وجود کانی سازی طلای رگه ای و سیستم پورفیری طلا - مس را در منطقه تنورچه تبیین می نماید.

بر اساس نتایج تلفیق داده های اکتشافی، چهار منطقه هدف دار بعنوان مناطق امید بخش جهت تداوم عملیات اکتشاف بر روی کانی سازی رگه و رگچه ای هیدروترمال طلا و سیستم احتمالی پورفیری طلا و مس انتخاب شدند. تکمیل اکتشاف سطحی در مناطق هدف دار و انجام حفاری اکتشافی مقدماتی در قالب حفر گمانه های کم عمق و عمیق بویژه در مناطق A, C، ضمن ارائه اطلاعات بیشتر در ارتباط با کانی سازی های رگه ای طلا دار مزوترمال حرارت پایین در منطقه A، می تواند در ارزیابی سیستم پورفیری طلا- مس در بخش های زیرین بویژه منطقه C و توسعه عملیات حفاری بسیار تعیین کننده و موثر باشد.

## ۱۰- تقدیر و تشکر

در پایان لازم می دانم از آقای مهندس زیارت نیا مدیریت محترم و دیگر همکاران در شرکت طلای زرمهر قدر دانی نمایم.

## ۱۱- مراجع

[1] حیدری، عباسعلی، آقاخانلو، مسعود و همکاران، ۱۳۸۵، گزارش پروژه اکتشاف طلا-مس تنورچه - کاشمر، گروه صنعتی-معدنی زرمهر، مشهد.

[2] حیدری، عباسعلی، سیدی، سید حسن و همکاران، ۱۳۸۶، گزارش مرحله سوم پروژه اکتشاف طلا - مس تنورچه-کاشمر، گروه صنعتی-معدنی زرمهر، مشهد.

[3] Akkerman, J.H., 2004, Visit report on Tanurjeh porphyry copper-gold project, Zarmehr mining & industrial group, Mashhad.

[4] Berlianto, B.; 2003; "Detection and mapping of hydrothermal alteration pattern related to copper-gold porphyry in kashmar-khaf belt, north east iran", M. S. thesis, ITC, Netherlands.

[5] Christensen, A; 2004; "Processing and analysis of induced polarization surveys from the tanurjeh copper-gold project, Iran"; BHP Billiton Mineral Exploration; Brisbane.