



## اکتشافات ژئوشیمیایی (رسوبات رودخانه و سنگ) در محدوده

### اکتشافی دهن قلعه، شمال غربی بردسکن

روحبخش، پیام<sup>۱\*</sup>، ابراهیمی، خسرو-آهمام، سید مسعود-آعباس نیا، حسین

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد

<sup>۲</sup> عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد

سازمان صنایع و معادن خراسان رضوی

[p.roohbakhsh@yahoo.com](mailto:p.roohbakhsh@yahoo.com)

#### چکیده:

محدوده اکتشافی دهن قلعه در استان خراسان رضوی و ۵۰ کیلومتری شمال غربی شهرستان بردسکن قرار دارد. زمین شناسی منطقه شامل مجموعه سنگ های دگرگونی ناحیه ای همراه با توده های آذرین بازیک و حدواسط دگرگون شده همگی متعلق به سازند تکنار می باشد که این سازند توسط توده های گرانیتوئیدی نیمه عمیق با بافت پورفیری، کمی دگرگون مورد نفوذ قرار گرفته است. ۵۰ نمونه آبراهه ای با در نظر گرفتن اطلاعات زمین شناسی، آلتراسیون، کانی سازی، تنوع و گستردگی آبراهه ها در تصاویر ماهواره ای، برداشت شد که بر این اساس قسمت های مرکزی و حاشیه شرقی محدوده مطالعاتی دارای بیشترین میزان عناصر بوده به طوری که بیشترین میزان طلا (۱۲/۳ppb)، نقره (۹۷ppb)، مس (۸۷/۲۸ppb)، سرب (۸۸/۹۴ppb) و روی (۱۶۰/۳ppm) می باشد. با توجه به نتایج ژئوشیمی آبراهه ای، ۳۶ نمونه خرده سنگی از نقاط دارای کانی سازی و آلتراسیون برداشت گردید به طوری که بیشترین میزان طلا (۷۲/۷ppb)، نقره (۳۵۹۶ppb)، مس (۶۳۱۸/۶۱ppm)، سرب (۴۳۹/۴۲ ppm) و روی (۵۵۱۵/۵ppm) بوده و مرتبط با واحد های شیستی نیمه شرقی و خصوصاً شمال شرق محدوده مطالعاتی می باشد. این نواحی می تواند جهت مراحل بعدی اکتشاف مد نظر قرار گیرد.

#### واژگان کلیدی:

دهن قلعه، اکتشافات ژئوشیمیایی، مس-طلا

#### Stream sediment and lithochemical explorations in Dahaneh Qaleh exploration prospect, northwestern Bardeskan

<sup>۱</sup>Roohbakhsh, P.\*<sup>۱</sup>, <sup>۱</sup>Ebrahimi, KH., <sup>۱</sup>Homam, S.M. & <sup>۲</sup>Abbas nia, H.

<sup>۱</sup>Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

<sup>۲</sup>Khorasan Razavi organization of industries & mines

[p.roohbakhsh@yahoo.com](mailto:p.roohbakhsh@yahoo.com)

#### Abstract:

Dahaneh Qaleh exploration prospect is located about 300 km southwestern of Mashhad and 50 km northwestern Bardeskan. Geological formation of the area is consists of regional metamorphic rocks with metamorphed basic-intermediate intrusive rocks (Taknar Formation) and low grade metamorphed subvolcanic intrusive rocks with porphyry texture. 50 stream sediment samples with regard to the geology, alteration, mineralization, diversity and extent of drainages in satellite images, were taken that central and eastern margin of study area was the highest values of elements. Maximum value of Au is (12.3ppb), Ag (97ppb), Cu (87.28ppm), Pb (88.94ppm), Zn (160.3ppm). 36 chip composit samples were taken of mineralized and altered zones so that the highest maximum value of Au was (72.7ppb), Ag (3596ppb), Cu (6318.61ppm), Pb (1439.42ppm), Zn (5515.5ppm) and related with schist units in eastern half and northeastern areas of study area. These areas can be for the next stages of exploration are recommended

**Keywords:** Dahaneh Qaleh, Geochemical exploration, Cu-Au



#### مقدمه:

محدوده اکتشافی دهن قلعه (Dahaneh Qaleh) در استان خراسان رضوی و ۵۰ کیلومتری شمال غربی شهرستان بردسکن بین مختصات جغرافیایی  $56^{\circ} 40' 57''$  تا  $57^{\circ} 45' 57''$  طول شرقی و  $35^{\circ} 25' 25''$  تا  $35^{\circ} 37' 21''$  عرض شمالی قرار دارد. هدف از این پژوهش مطالعات پیلو جویی طلا-مس و شناسایی نواحی امیدبخش برای مراحل بعدی اکتشاف می باشد. در راستای این هدف داده‌هایی مناسب به شرح ذیل تولید گردید:

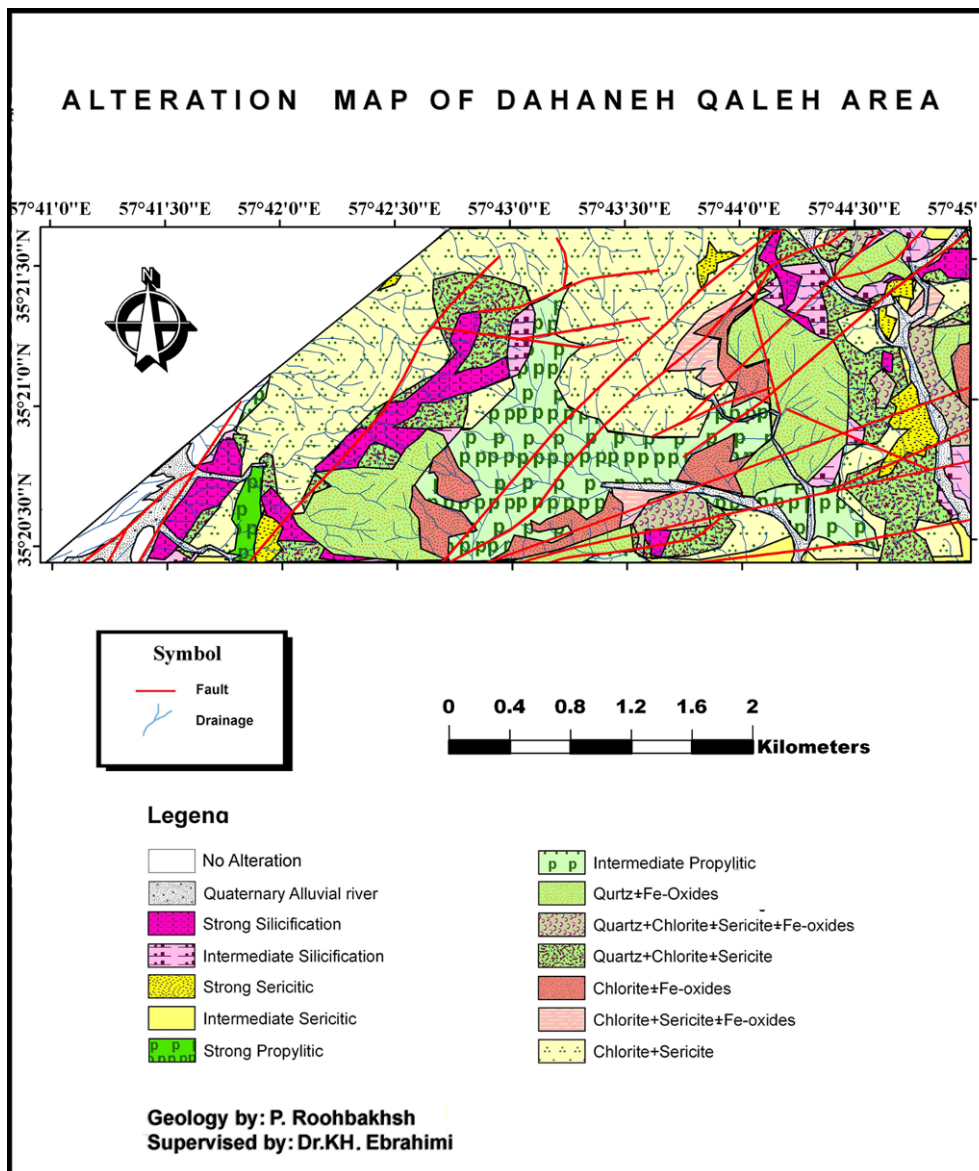
- ۱- پردازش داده‌های ماهواره آستر، جهت تفکیک لیتولوژیکی و بارزسازی زون‌های آلتراسیون
- ۲- تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی، آلتراسیون و بررسی کانی‌سازی در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ به وسعت ۱۰ کیلومتر مربع
- ۳- اکتشافات ژئوشیمیایی بر اساس رسوبات رودخانه‌ای و سنگ

#### زمین‌شناسی:

زمین‌شناسی منطقه شامل مجموعه سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای از جمله کلریت سرسیت شیبست، بیوتیت سرسیت شیبست و سرسیت شیبست (دگرگونی اوایل رخساره شیبست‌های سبز) [۱] همراه با توده‌های آذرین بازیک و حدواسط دگرگون شده در حد متا گابرو-دیوریت و متا دیوریت همگی متعلق به سازند تکنار به سن پرکامبرین [۲] می باشد که این سازند توسط توده‌های گرانیتوئیدی با بافت پورفیری نیمه عمیق کمی دگرگون شده به سن اواخر پرکامبرین تا اواخر پالئوزوئیک مورد نفوذ قرار گرفته است. این توده‌ها بر اساس وجود یا عدم حضور هورنبلند به ۵ دسته تقسیم بندی شدند. متا هورنبلند کوارتز مونزونیت پورفیری، متا هورنبلند کوارتز مونزودیوریت پورفیری، متا هورنبلند کوارتز مونزودیوریت پورفیری، متا کوارتز مونزونیت پورفیری و متا هورنبلند کوارتز مونزوسینیت پورفیری.

#### آلتراسیون:

تصویر ماهواره آستر محدوده اکتشافی دهن قلعه به روش نقشه برداری زاویه طیفی پردازش گردید و نتایج حاصله با مطالعات صحرایی و پتروگرافی ادغام گشت. نهایتاً نقشه آلتراسیون محدوده اکتشافی دهن قلعه با مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰ تهیه شد (شکل ۱).



شکل ۱- نقشه آلتراسیون محدوده اکتشافی دهن قلعه



همانطور که در (شکل ۱) مشاهده می شود به جز زون های آلتراسیون سیلیسی شدید و زون اکسید آهن ثانوی که ساختار خطی داشته و از روند گسل ها تبعیت می کنند، سایر زون های آلتراسیون تحت تاثیر مستقیم محلول های ماگمایی و گرمایی تشکیل شده اند. شاخصه زون سیلیسی در سنگ های محدوده مطالعاتی، رگچه های کوارتز ثانوی و زمینه به شدت سیلیسی واحد های سنگی می باشد. زون آلتراسیون پروپلیتیک شدید تنها در جنوب غربی محدوده مطالعاتی دیده شده و مرتبط با توده متا گابرو- دیوریت می باشد و با تبدیل هورنبلند به کلریت و پلاژیوکلاز به اپیدوت شناسایی می گردد. زون های آلتره سرسیتی بیشتر در نواحی جنوب غرب، شرق و شمال شرق رخنمون داشته و با تبدیل فلدسپات ها از مرکز و حاشیه به سرسیت و یا زمینه سرسیتی واحد های سنگی قابل تشخیص است. در زون پروپلیتیک متوسط بیشتر، کلریت های آلتراسیون در کنار قالب های پیریت حضور داشته و این زون در قسمت های مرکزی محدوده دهن قلعه واقع شده است. سایر زون های آلتراسیون در واقع زیر زون هایی از زون های اصلی ذکر شده می باشند.

#### اکتشاف ژئوشیمیایی رسوبات رودخانه ای:

موقعیت نمونه های رسوب رودخانه ای با در نظر گرفتن اطلاعات زمین شناسی، آلتراسیون، کانی سازی، تنوع و گستردگی آبراهه ها در تصاویر ماهواره ای، تعیین و نهایتاً ۵۰ نمونه آبراهه ای برداشت شد. برای آماده سازی نمونه های رسوب رودخانه ای، ابتدا در صحرا با الک بنایی (حدوده ۲۰ مش) نمونه برداری صورت گرفت تا ذرات درشت جدا گشته و پس از توزین نمونه ها (هر نمونه حدود ۶ کیلوگرم)، در آزمایشگاه توسط الک ۸۰ مش غربال شدند و پس از تقسیم، حدود ۵۰۰ گرم از هر نمونه توسط عمل نرمایش به سایز ۲۰۰ مش رسید. نهایتاً این نمونه ها به آزمایشگاه Acme کشور کانادا ارسال شدند. نمونه ها در آزمایشگاه مذکور به روش ICP MS آماده و برای ۵۳ عنصر از جمله طلا، مس، سرب، روی و نقره با دستگاه ICP MS تجزیه شدند.

#### طلا (Au):

با توجه به (شکل ۲)، توزیع ژئوشیمیایی عنصر طلا در آبراهه های قسمت های جنوبی و نیمه شرقی محدوده، نشان دهنده آنومالی در سنگ های بالادست می باشد در حالی که بیشترین میزان طلا (۱۲/۳ppb) مربوط به آبراهه ای در شمال غربی محدوده بوده که رسوبات آن از واحد کلریت سرسیت شیست و توده متا کوارتز مونزونیت پورفیری نشات گرفته است.

#### نقره (Ag):



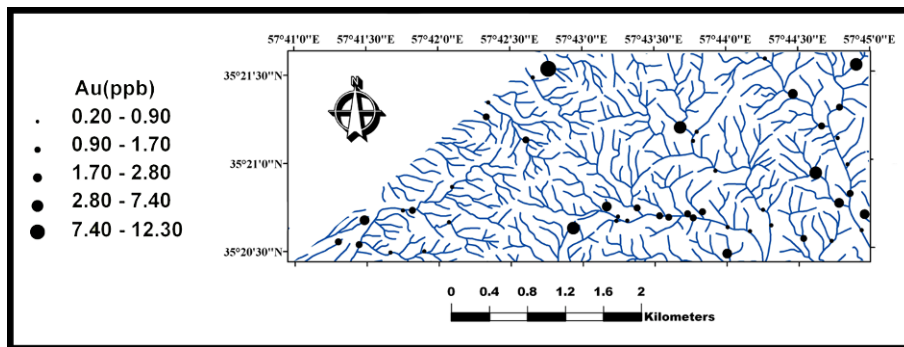
توزیع ژئوشیمیایی عنصر نقره، نشان دهنده بیشترین میزان آنومالی در قسمت های مرکزی و حاشیه شرقی محدوده می باشد. بیشترین میزان نقره (۹۷ppb) مربوط به آبراهه ای واقع در شمال شرقی محدوده بوده که از کلریت سرسیت شیست های خارج از محدوده دهن قلعه و توده متا هورنبلند کوارتز مونزونیت پورفیری سرچشمه گرفته است.

مس (Cu):

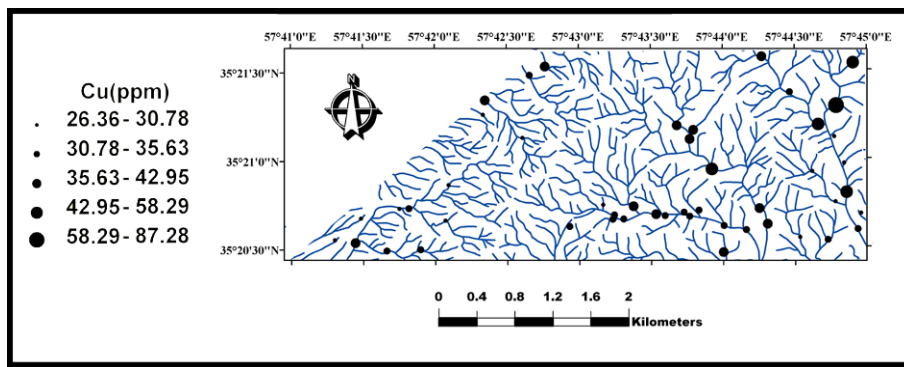
توزیع ژئوشیمیایی عنصر مس (شکل ۳)، نشان دهنده بیشترین میزان آنومالی در قسمت های حاشیه شرقی محدوده می باشد. بیشترین میزان مس (۸۷/۲۸ppm) مربوط به آبراهه ای واقع در شمال شرقی محدوده بوده که بالادست این آبراهه، واحد های کلریت سرسیت شیست، بیوتیت سرسیت شیست و توده متا هورنبلند کوارتز مونزونیت پورفیری می باشند.

سرب (Pb) و روی (Zn):

توزیع ژئوشیمیایی عناصر سرب و روی، نشان دهنده بیشترین میزان آنومالی در قسمت های مرکزی و حاشیه شرقی محدوده مطالعاتی است. بیشترین میزان سرب (۸۸/۹۴ppm) و روی (۱۶۰/۳ppm) مربوط به آبراهه های مرکز محدوده بوده که رسوبات آن از واحد های بیوتیت سرسیت شیست و کلریت سرسیت شیست منشأ گرفته اند.



شکل ۲- نقشه ژئوشیمی آبراهه ای عنصر طلا در محدوده مطالعاتی



شکل ۳- نقشه ژئوشیمی آبراهه ای عنصر مس در محدوده مطالعاتی

### اکتشاف ژئوشیمیایی واحدهای سنگی:

موقعیت نمونه های خرده سنگی با توجه به نقشه های زمین شناسی، آلتراسیون، ژئوشیمی آبراهه ای و تصاویر ماهواره ای پردازش شده، طی پیمایش های صحرایی تعیین و ۳۶ نمونه خرده سنگی از نقاط دارای کانی سازی و آلتراسیون برداشت شد. برای آماده سازی این نمونه ها، ابتدا در صحرا ۴-۵ کیلوگرم نمونه مشتمل بر ذرات خرده سنگی در اندازه ۱-۲ سانتی متر برداشت شد و در آزمایشگاه خردایش و سپس با عمل نرمایش بوسیله آسیاب فولادی به سایز ۲۰۰ مش رسیدند. سپس حجم اولیه نمونه را همگن کرده و نهایتاً ۱۰ تا ۱۵ گرم از محصول نهایی برای تجزیه به روش ICP MS به آزمایشگاه Acme کشور کانادا ارسال گردید. نمونه ها در آزمایشگاه مذکور به روش IF-MS آماده و برای ۵۳ عنصر از جمله طلا، مس، سرب، روی، نقره، آرسنیک، آنتیموان و جیوه تجزیه شدند.

### طلا (Au):

میزان طلا از ۰/۲ تا ۷۲/۷ میلی گرم در تن متغیر می باشد (شکل ۴). بیشترین مقدار مربوط به کلریت سرسیت شیست های شمال شرق محدوده بوده که حاوی پیریت های به شدت اکسیده شده با بافت پراکنده می باشد. در این محدوده کوچک، آنومالی طلا با افزایش عناصر مس، سرب، روی، نقره، آرسنیک، آنتیموان و جیوه همراه می باشد. پس از این محدوده، واحد کلریت سرسیت شیستی جنوب محدوده مطالعاتی با میزان ۶۴/۲ میلی گرم در تن حائز بیشترین میزان طلا بوده که با افزایش عنصر مس همراه است. در این واحد آثاری از کانی ملاکیت و آزوریت دیده می شود.

### نقره (Ag):



میزان نقره از ۳ تا ۳۵۹۶ میلی گرم در تن متغیر بوده (شکل ۴) که بیشترین مقدار این عنصر مربوط به همان واحد کلریت سرسیت شیستی شمال شرق محدوده مطالعاتی می باشد. بعد از این محدوده، بیشترین میزان نقره ۱۹۶۱ میلی گرم در تن بوده که از یک رگه سیلیسی-هماتیتی به عرض ۲۰ سانتی متر و طول ۲ متر در واحد متا کوارتز مونزونیت پورفیری واقع در شمال غربی محدوده برداشت شده است. عنصر نقره در این محدوده با افزایش تقریبی سرب، روی، آرسنیک و جیوه همراه است.

#### مس (Cu):

میزان مس بین ۱/۹۲ تا ۶۳۱۸/۶۱ گرم در تن متغیر است (شکل ۴). بیشترین میزان مس مربوط به واحد کلریت سرسیت شیستی جنوب محدوده مطالعاتی است. بیشترین میزان مس پس از این محدوده، مربوط به توده کوچک متا گابرو-دیوریتی جنوب شرقی محدوده دهن قلعه با میزان ۲۲۹۱/۸۶ گرم در تن می باشد. این توده تحت تاثیر آلتراسیون پروپلیتیک قرار گرفته است.

#### سرب (Pb):

میزان سرب از ۰/۸۵ تا ۱۴۳۹/۴۲ گرم در تن متغیر بوده (شکل ۴) که بیشترین مقدار این عنصر مربوط به واحد متا هورنبلند کوارتز مونزودیوریت پورفیری شرق محدوده مطالعاتی می باشد. پس از آن، کلریت سرسیت شیست های شمال شرق محدوده دهن قلعه حاوی بیشترین میزان این عنصر (۱۲۹۰/۱۳ گرم در تن) است.

#### روی (Zn):

میزان روی از ۱/۷ تا ۵۵۱۵/۵ گرم در تن متغیر بوده (شکل ۴) که بیشترین مقدار این عنصر مربوط به واحد کلریت سرسیت شیستی شمال شرق محدوده مطالعاتی است. پس از آن، نمونه برداشت شده از رگه سیلیسی-هماتیتی با میزان کلریت سرسیت شیستی واقع در شمال محدوده دهن قلعه دارای بیشترین میزان روی (۱۸۸۷/۲ گرم در تن) می باشد.

#### نتیجه گیری:

زمین شناسی منطقه شامل واحد های کلریت سرسیت شیست، بیوتیت سرسیت شیست و سرسیت شیست همراه با توده های متا گابرو-دیوریت و متا دیوریت همگی متعلق به سازند تکنار می باشد که این سازند توسط توده های متا هورنبلند کوارتز مونزونیت پورفیری، متا هورنبلند کوارتز مونزودیوریت پورفیری، متا هورنبلند مونزودیوریت پورفیری، متا کوارتز



مونزونیت پورفیری و متا هورنبلند کوارتز مونزوسینیت پورفیری به سن اواخر پرکامبرین تا اواخر پالئوزوئیک مورد نفوذ قرار گرفته است.

با پردازش داده های ماهواره ای و بررسی های صحرایی و مطالعات پتروگرافی، زون های آلتراسیون سیلیسی و زون اکسید آهن ثانوی، زون آلتراسیون پروپلیتیک شدید و متوسط، زون آلتراسیون سرسیتی و زیر زون هایی از آن ها شناسایی گردید. به جز زون های آلتراسیون سیلیسی شدید و زون اکسید آهن ثانوی، سایر زون های آلتراسیون تحت تاثیر مستقیم محلول های ماگمایی و گرمایی تشکیل شده اند.

آنالیز ژئوشیمیایی رسوبات رودخانه ای حاکی از آنومالی عناصر طلا، نقره، مس، سرب و روی بوده و بیشترین میزان طلا (۱۲/۳ppb)، نقره (۹۷ppb)، مس (۸۷/۲۸ppm)، سرب (۸۸/۹۴ppm) و روی (۱۶۰/۳ppm) می باشد.

آنالیز نمونه های خرده سنگی نیز نشان از آنومالی عناصر فوق داشته به طوری که بیشترین میزان طلا (۷۲/۷ppb)، نقره (۳۵۹۶ppb)، مس (۶۳۱۸/۶۱ppm)، سرب (۱۴۳۹/۴۲ ppm) و روی (۵۵۱۵/۵ppm) می باشد.

عدم تطابق نتایج ژئوشیمی خرده سنگی با رسوبات برداشت شده در برخی موارد، بدین علت است که نتایج ژئوشیمی آبراهه ای ترکیبی از مقادیر عناصر در سنگ های بالادست بوده و به تنهایی برای اکتشاف کافی نمی باشد و تنها می تواند به عنوان یکی از فاکتور های قابل توجه در تعیین نقاط نمونه برداری خرده سنگی و ردیابی منشأ آنومالی ها در بالادست، مد نظر قرار گیرد.

با توجه به نتایج ژئوشیمی سنگی، توده های گرانیتوئیدی فاقد آنومالی قابل توجه بوده و بیشتر آنومالی ها مرتبط با واحد های شیستی نیمه شرقی و خصوصا شمال شرق محدوده اکتشافی دهن قلعه (کلریت سرسیت شیست و بیوتیت سرسیت شیست) می باشد. بنابر این واحد های سنگی ذکر شده می توانند جهت بررسی های بیشتر در مراحل بعدی اکتشاف مد نظر قرار گیرند.

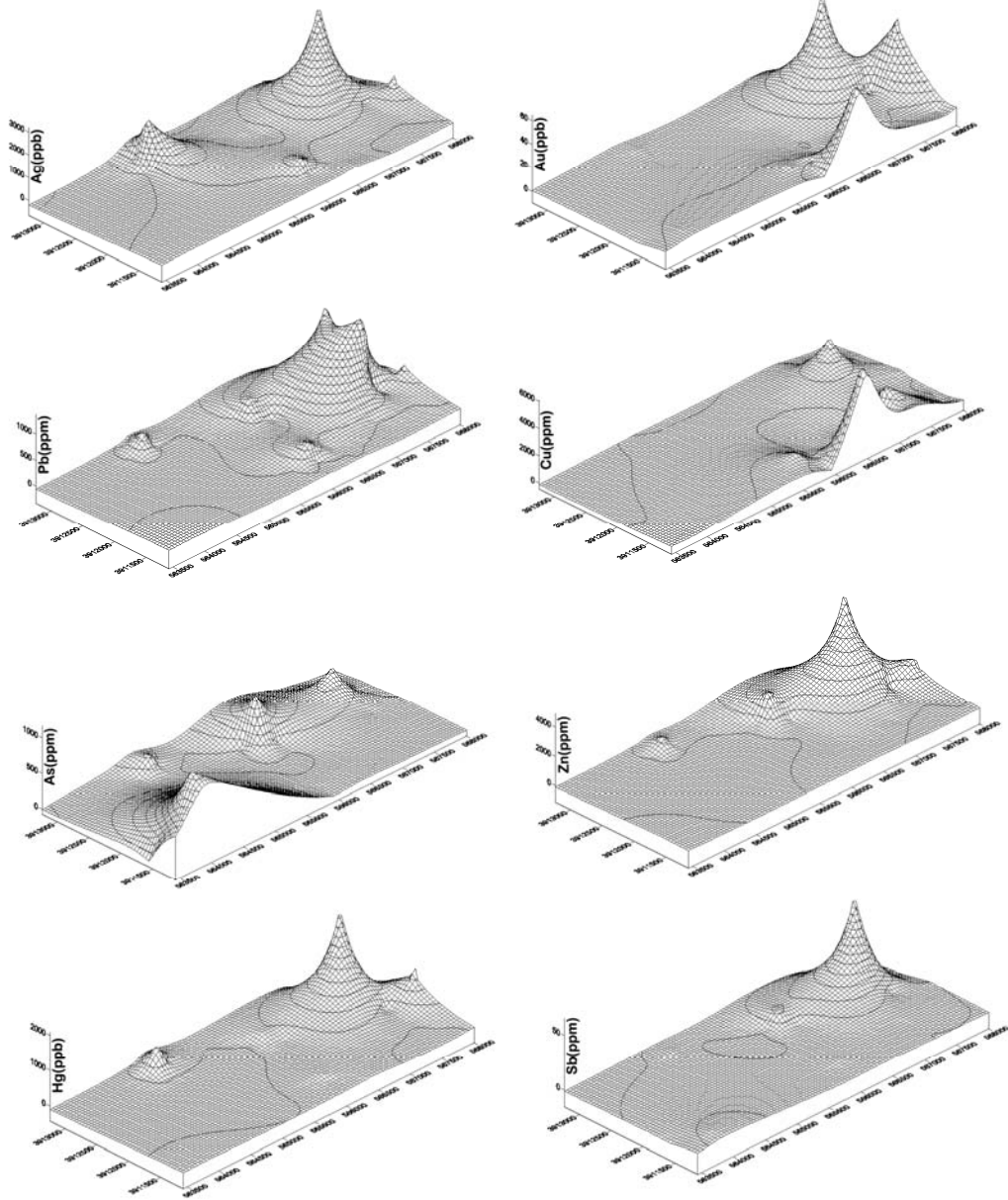
#### منابع:

[۱] همام س. م.، زمین شناسی و پترولوژی سازند تکنار-شمال غرب کاشمر استان خراسان، "پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، (۱۳۷۱) ۱۲۶ ص.

#### References:

[2] Karimpour, M.H., Lang Farmer, G., Stern, C.R., Salati E., " U-Pb zircon geochronology and Sr-Nd isotopic characteristic of late Neoproterozoic, Bornaward granitoids (Taknar zone exotic block)", Iran; In press; Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy.





شکل ۴- نقشه های سه بعدی ژئوشیمی سنگی عناصر طلا، نقره، مس، سرب، روی، آرسنیک، آنتیموان و جیوه در محدوده اکتشافی دهن قلعه