

## بررسی‌های ژئوشیمیایی و معرفی مناطق امید بخش در برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ زاهدان

علیرضا اسدی کرم، سعید جباری، ابراهیم علی‌ا قدم

### چکیده

محدوده مورد مطالعه در قالب نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ زاهدان از توابع استان بلوچستان و شهرستان زاهدان بوده، در جنوب ورقه ۱/۲۵۰۰۰۰ زاهدان واقع است و در موقعیت جغرافیایی "29°00'00" تا "29°30'00" عرض شمالی و "60°30'00" تا "61°00'00" طول‌خاوری قرار دارد و شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ زاهدان (I)، سفیدسنگ (II)، حاجی باران (III)، صفرآباد (IV) است.

در این برگه از روش رسوبات آبراهه‌های برای اکتشافات ژئوشیمیایی استفاده شده و شبکه نمونه‌برداری با در نظر گرفتن عواملی نظیر لیتولوژی، گسل و غیره طوری طراحی گردید که حداکثر انطباق را با روش مرکز ثقل داشته باشد. از مساحتی نزدیک به ۲۵۰۰ کیلومتر مربع ۵۵۲ نمونه ژئوشیمی برداشت گردید.

برای کنترل دقت آنالیزها از نمودارهای کنترلی تامپسون و محاسبه خطای نسبی استفاده شد. برای حذف اثر لیتولوژی از محاسبه شاخص غنی‌شدگی با نرمالایز کردن مقادیر مربوط به تک‌تک متغیرها به میانه همان جامعه (جامعه تفکیک شده بر اساس شباهتها و تفاوت‌های لیتولوژیکی) استفاده شد. پردازش‌های آماری تک متغیره و چند متغیره از جمله محاسبه ضرایب همبستگی، آنالیز خوشه‌ای، آنالیز ویژگی، تجزیه و تحلیل فاکتوری و غیره بر روی داده‌های شاخص غنی‌شدگی اعمال شده و نتایج مورد تفسیر و تعبیر قرار گرفتند و از این طریق کمپلکس‌های پارائزنی عناصر شناسایی شد. همچنین نقشه‌های تک متغیره، آنالیز فاکتوری، آنالیز ویژگی، P.N با استفاده از برنامه تخمین شبکه‌ای برای داده‌های خام و شاخص غنی‌شدگی ترسیم گردید و ۷ منطقه آنومالی مقدماتی داده‌های ژئوشیمیایی با استفاده از تلفیق نقشه‌های فوق معرفی گردید.

فاز کنترلی آنومالی واقعی از آنومالیهای کاذب و مشخص نمودن فاز پیدایش عناصر مختلف با مطالعات صحرایی و برداشت کانی سنگین و نمونه‌های مینرالیزه طراحی گردید که ۷۹ نمونه کانی‌سنگین و ۴۸ نمونه مینرالیزه برداشت گردید. برای نمونه‌های کانی سنگین نیز پردازش صورت گرفته و نمودارهای هیستوگرام برای آنها ترسیم گردید. منطقه مورد مطالعه دربرگیرنده بخشی از نوار گرانیتوئیدی زاهدان - سراوان می‌باشد که از نظر احتمال کانی‌سازی طلا و آنتیموان در فازهای آذرین نفوذی و پی جویی آن حائز اهمیت می‌باشد. از تلفیق اطلاعات ژئوشیمی، کانی سنگین، مینرالیزه، دانسیته گسلها و نتایج دورسنجی و ژئوفیزیک نیز در نهایت محدوده شمال خاوری و جنوب خاوری سفیدسنگ مشخص شد و برای انجام اکتشافات طلا، تنگستن، آنتیموان و عناصر همراه معرفی گردید.

### Abstract

Studied area (1/100000 sheet of Zahedan )is between 60° 30' 00" to 61° 00' 00" Longitudes and 29° 00' 00" to 29° 30' 00" Latitudes.

To explore the area geochemically, was used drainage sediments method and consequently accomplished drainage sampling.

40 element analysis for all samples was accomplished by AMDEL laboratory in Australia . The analyses were measured by two methods of Tampon control diagram and taking proportional error and data process was performed by statistical and diagram softwares after assurance about acceptable data.

So, at first statistical parameters involved to raw data was accounted and then lithologic homogeneous sets separated and every set was normalized in regard to mean scale of the set.

Enrichment index data was normalized by 3-parameter method and the data analysis accomplished

by statistical techniques of univariate and multivariate and finally background, threshold, and anomaly scales was accounted for any element and were diagramed by network estimation method.

After checking of this zones, collection samples of heavy minerals and mineralize and integrating data layers, according to the most overlap data layers 2 area defined for continues of exploration semi- details studies.

## مقدمه

محدوده مورد مطالعه در قالب نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ زاهدان از توابع استان بلوچستان و شهرستان زاهدان بوده، در جنوب ورقه ۱/۲۵۰۰۰۰ زاهدان واقع است. این منطقه از شمال به شهرستان زابل و بیرجند و کویرلوت، از جنوب به شهرستان خاش و ایرانشهر و از خاور به مرزهای افغانستان و پاکستان و از باختر به شهرستان بم و کرمان و کویرلوت محدود می‌شود و در موقعیت جغرافیایی "29°:00':00" تا "29°:30':00" عرض شمالی و "60°:30':00" تا "61°:00':00" طول‌خاوری قرار دارد و شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ زاهدان (I)، سفیدسنگ (II)، حاجی باران (III)، صفرآباد (IV) است.

مرتفع‌ترین بخش منطقه به ارتفاع ۲۴۶۱ متر در جنوب خاور ورقه مورد مطالعه بوده، در برگیرنده سنگهای گرانودیوریتی به همراه سنگهای اسیدی متوسط تا درشت دانه است و پست‌ترین بخش منطقه نیز به ارتفاع تقریبی ۶۰۲ متر در بر گیرنده مادستون، سیلتستون، ماسه‌سنگ می‌باشد که در جنوب باختر ورقه قرار دارد. مورفولوژی غالب منطقه نفوذی‌های زاهدان می‌باشند که با لیتولوژی سنگهای گرانودیوریت به همراه سنگهای اسیدی متوسط تا درشت دانه و روند شمال باختری - جنوب خاوری در بخش میانی و خاور ورقه مورد مطالعه بروز دارند. از دیدگاه توپوگرافی منطقه مورد مطالعه نسبتاً کوهستانی می‌باشد. و در بر گیرنده سلسله ارتفاعاتی است که دنباله رشته کوههای مرکزی ایران بوده، در همه جا به هم پیوسته نیستند.

از دیدگاه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه در زون فلیشی نهندان - خاش واقع شده است. که اکثر سنگهای آن کم و بیش دارای رخساره فلیشی می‌باشند و گستردگی سنگهای آتشفشانی ائوسن آن نیز نسبتاً کم است که تشکیل ساختارهای فلسی داده‌اند. هیچ مدرکی دال بر رسوبگذاری حدواسط الیگوسن تا پلیوسن در منطقه وجود ندارد. در بخش میانی نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ زاهدان توده‌های گرانیتیویدی کوچک و بزرگی در درون مجموعه فلیشی دگرگون شده ائوسن نفوذ کرده‌اند

بخشی از سنگهای محدوده قبل از نفوذ توده‌های گرانیتیویدی توسط فاز دگرگونی ائوسن دگرگونی ناحیه‌ای یافته‌اند و سپس با نفوذ توده بزرگ گرانیتیویدی زاهدان دچار دگرگونی همبري شده‌اند و فاسیس‌های دگرگونی همبري را نشان می‌دهند. توده‌های نفوذی در ورقه زاهدان به صورت منقطع دیده می‌شود و بر اساس نظر کارشناسان و بررسی پروفیل‌های ارائه شده در نقشه می‌توان پیش‌بینی کرد که در عمق منطقه یک توده باتولیتی پیوسته موجود است و رخنمونهای جداگانه‌ای که مشاهده می‌شوند حاصل عملکردهای گسلی یا پوشیده شدن توسط واحدهای چینه‌شناختی جوانتر است. گرانیتوئیدهای ورقه با دایکهای تیره رنگ زیادی قطع شده‌اند و شمایی کلی آنها همانند یک بیضی کشیده می‌باشد و دارای روند شمال باختر - جنوب خاور می‌باشد.

از دیدگاه لرزه زمین ساختی منطقه مورد مطالعه در حوزه سائیموتکتونیک قسمت مرکزی بخش شرقی ایران که نمایانگر محیط بین صفحه‌ای است قرار می‌گیرد. (بین زون جوش‌خورده قاره‌ای کپه‌داغ و زون فرورانش قاره‌ای - اقیانوسی مکران) و در بر گیرنده گسله‌های متعدد و فراوانی است.

بر اساس مطالعات صورت گرفته روی نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ زاهدان بارزترین ساختمانهای تکتونیک در منطقه عبارتند از چینها و شکستگیها (گسلها) که در طی فازهای کوهزایی مختلف پدید آمده‌اند.

چینها که شامل ساختمانهای تاقدیسی و ناودیسی نرمال و ناودیسهایی برگشته بوده از روند عمومی شمال باختری - جنوب خاور پیروی می‌کند. بیشتر در نیمه شمالی ورقه متمرکزند گسله‌ها نیز مشتمل بر گسله‌های نرمال، تراستی، واژگون و امتداد لغز بوده نقش مهمی را در بهم‌ریختگی طبقات سنگی دارند.

## بحث

پس از طراحی شبکه نمونه برداری و برداشت نمونه‌ها، نمونه‌ها برای عناصر La, Zn, Cr, Mn, Ba, Au, Na, Ti, Cs, Ce, Bi, Y, Cd, Te, U, Mg, Be, K, V, P, Li, Ca, Sc, Al, Fe, Ti, Sr, S, Zr, Hg, Ag, B, As, Co, Cu, Sb, W, Ni, Th, Sn, Rb, Pb, Nb, Mo, مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفتند. عنصر Au به روش اسپکتروگراف نشری و عناصر W و Mo به روش پلاروگراف و سایر عناصر به روش جذب اتمی اندازه‌گیری شده‌اند. پس از محاسبه خطای آنالیز دقت و صحت آنالیزها مورد تایید قرار گرفت.

یکی از اساسی‌ترین فرضیه‌های لازم برای تحلیل صحیح مقدار متغیرها در جوامع ژئوشیمیایی همگن بودن آنهاست (یک جامعه بودن) و هرگونه انحراف در صحت چنین فرضی می‌تواند کم و بیش موجب انحرافات در تحلیل داده‌ها گردد و نهایتاً به نتایج نادرستی منجر شود. یکی از متغیرهای محیط‌های سطحی که می‌تواند موجب ناهمگنی در جوامع ژئوشیمیایی گردد نوع سنگ بستر رخنمون‌دار است که نقش منشاء را برای رسوبات حاصل از فرسایش آنها ایفا می‌کند.

از آنجا که هر رسوب آبراهه‌ای فقط از سنگ‌های بالادست خود مشتق می‌شود بدون نرمال نمودن مقدار عنصر نسبت به جنس لیتولوژی بالادست درحوزه آبریز امکان دستیابی به جامعه همگن که بتوان بر اساس آن مقادیر زمینه، آستانه و آنومالی‌ها را مشخص کرد، غیرممکن می‌باشد. تقسیم‌بندی این جوامع بر اساس نوع یا انواع سنگ بسترهای رخنمون‌دار موجود در بخش بالادست محل هر نمونه صورت پذیرفته است. این تقسیم‌بندی در پردازش داده‌ها از آن جهت اهمیت دارد که اجازه می‌دهد تا در هنگام محاسبه مقدار زمینه و حد آستانه، برای هر محیط مشابه به طور جداگانه عمل کرده و باعث افزایش درجه همگنی جامعه مورد بررسی می‌شود.

## بررسی‌های آماری

اولین مرحله پردازش داده‌های ژئوشیمیایی، بررسی پارامترهای آماری مربوط به تک‌تک عناصر جهت شناخت ماهیت توزیع هر یک از آنها می‌باشد که با محاسبه پارامترهای آماری از قبیل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی، واریانس و . . . می‌توان به این موضوع دست یافت. هنگام بررسی مقادیر داده‌های خام به نمونه‌هایی برخورد می‌شود که در آستانه‌های بالا و پایین جامعه داده‌ها قرار گرفته و از جامعه اصلی جدا افتاده‌اند. اگر نمودار جعبه‌ای (Boxplot) آنها ترسیم شود این نمونه‌ها به نحو بارزی خودشان را از بقیه جدا می‌کنند. استفاده از برخی روش‌های آماری منوط به نرمال بودن تابع توزیع متغیرهای مورد مطالعه است در حالیکه توابع توزیع از نوع لاگ نرمال است، به همین علت قبل از استفاده از این روش‌ها داده‌های خام باید نرمال شوند. برای تعیین اینکه آیا ارتباط معنی‌داری میان تغییرات متغیرهای آماری وجود دارد، ضرایب همبستگی میان آنها محاسبه می‌شود. این عمل به دو منظور کشف همبستگی بین متغیرها و تخمین مقدار یک یا چند متغیر دیگر صورت می‌گیرد.

بر پایه جدول ضریب همبستگی پیرسون بین جفت متغیرهای در سطح اعتماد مطلوب ۹۹٪ می‌باشد که بیشترین ارتباط همبستگی بین عناصر V, Fe (0.768) وجود دارد. این ضرایب بیانگر ارتباط پاراژنری بین عناصر می‌باشند.

Fe-V	Fe-Ti	Cu-Co	Ni-Co	V-Ti	Fe-Mn	Fe-Cr	Mn-V
0.768	0.710	0.694	0.639	0.611	0.600	0.509	0.483

برای محاسبه ضریب همبستگی اسپیرمن از داده‌های خام استفاده شده است و همانطور که مشاهده می‌شود، در بعضی مواقع وضعیت متفاوتی نسبت به ضریب همبستگی پیرسون دارد. این اختلاف بیشتر

زمانی بروز می‌کند که مقدار داده‌های خارج از رده زیاد باشد. اما مقایسه دقیق آنها، این نکته را بیان می‌کند که اختلاف این دو ضریب همبستگی خیلی زیاد نیست، این امر نشان دهنده تأثیرپذیری کم داده‌ها از مقادیر خارج از رده است. بیشترین ارتباط همبستگی بین عناصر (0.705) V, Fe وجود دارد. ضریب همبستگی بین جفت متغیرها به روش پیرسون و اسپیرمن بیانگر اختلاف تقریباً کم بین ضرایب همبستگی عناصر متناظر می‌باشد که حکایت از توزیع نسبتاً نرمال عناصر و همین طور عدم تأثیر نمونه‌های دور افتاده دارد.

V-Fe	Co-Cu	Fe-Ti	Ni-Co	Ti-V	Mn-Fe	Cr-Fe	Sn-Pb
0.705	0.693	0.670	0.649	0.550	0.516	0.503	0.463

به دلیل اینکه هر گروه از عناصر نسبت به یکسری از شرایط محیطی کم و بیش به طور مشابه حساسیت نشان می‌دهند، شناخت ارتباط و همبستگی ژنتیکی متقابل بین عناصر مختلف می‌تواند در شناخت دقیق‌تر تغییرات موجود در محیط‌های ژئوشیمیایی به کار گرفته شود.

آنالیز خوشه‌ای یک روش آماری چند متغیره است که عناصر را بر اساس شباهت تغییرپذیری بین آنها در قالب دسته‌ها یا گروه‌هایی طبقه‌بندی می‌کند. دلایل زیادی برای ارزشمند بودن آنالیز خوشه‌ای وجود دارد، از جمله اینکه آنالیز خوشه‌ای می‌تواند در یافتن گروه‌های واقعی کمک کند و همچنین باعث کاهش تراکم داده‌ها شود. با توجه به دندروگرام محاسبه شده می‌توان سه گروه اصلی را جدا نمود که بیانگر ارتباط پارائزنی بین متغیرها می‌باشد.

گروه اول: شامل عناصر Ti, V, Fe, Mn, Cr, Mg, Sr, Ba, Ag

گروه دوم: شامل عناصر Pb, Sn, Mo, Be, W, Bi, Hg

گروه سوم: شامل عناصر Co, Cu, Ni, As, Sb, Zn, Au

همچنین بر روی داده‌های خام و شاخص غنی‌شدگی پارامترهای آماری دیگری چون آنالیز فاکتوری آنالیز تمایز، Pn و . . . انجام شد و در نهایت برای تخمین شبکه‌ای آماده گردید.

### تخمین شبکه‌ای داده‌ها

تخمین شبکه یکی از روش‌هایی است که با استفاده از داده‌های مربوط به نقاط نمونه‌برداری، تخمین‌هایی در مورد نقاطی که از آنها نمونه‌برداری صورت نگرفته انجام می‌دهد. با توجه به گستردگی مناطق تحت پوشش اکتشافات به روش رسوبات آبراهه‌ای و نیز چگالی پایین نمونه‌برداری بخصوص در ایران روش تخمین شبکه کارآیی بهتری دارد.

تخمین شبکه به ژئوشیمیست‌ها امکان می‌دهد تا نتایج حاصل از تخمین اطلاعاتی که مستقیماً از سلولها بدست می‌آید را به سایر سلولها نسبت دهند. این اطلاعات عموماً شامل فراوانی عناصر و شاخص‌های غنی‌شدگی مربوط به آنها می‌شوند.

در چنین حالتی افزایش تعداد سلول‌هایی که در مورد آنها داده‌ای بدست می‌آید، موجب می‌گردد تا ارتباط منطقی بین فراوانی یک عنصر در سلولها ظاهر گشته و امکان ارزیابی منطقه بندی موجود در نقشه توزیع یک عنصر فراهم گردد برای مثال اگر آنومالی توسط مقادیر زمینه محصور گردد. در این صورت این مدل تغییرات تدریجی از حد زمینه به حد آستانه و از حد آستانه به آنومالی موجب افزایش اعتبار آنومالی خواهد گردید.

تبدیل یک شبکه نامنظم نمونه‌برداری به یک شبکه منظم از امتیازات دیگر تخمین شبکه است. مهمترین ویژگی رسوبات آبراهه‌ای به منظور ارزیابی پتانسیل کانی‌سازی می‌تواند ناشی از این واقعیت باشد که مقدار هر متغیر در رسوبات رودخانه‌ای دارای خاصیت برداری است و جهت این بردار به طریقی است که همواره فقط برای ناحیه بالادست خود صادق است به عبارت دیگر ارقام حاصل از بررسی رسوبات آبراهه‌ای برخلاف سایر روش‌های ژئوشیمیایی خاصیت جهت یافتگی دارند و همواره انعکاس دهنده تغییرات در بالادست خود می‌باشند.

روش تخمین شبکه به نحوی طراحی گردیده که این اثر مهم را به حساب آورد. این تکنیک بر اساس برداری بودن داده‌های رسوبات آبراهه‌ای بنا گردیده است، بدین صورت که داده‌های حاصل از برداشت رسوبات آبراهه‌ای فقط شامل اطلاعات حوضه آبریز بالادست خود بوده و نمی‌تواند در تخمین نقطه‌ای که در پائین دست آنها قرار دارد، شرکت کند. لذا برای درون‌یابی چنین داده‌های جهت دار، ابتدا باید مرز حوضه آبریز مربوط به نمونه‌ها مشخص شده، سپس جهت داده‌ها که می‌تواند در تخمین شرکت نماید مشخص شود. بدین صورت امکان معرفی ساختار تغییرپذیری داده‌ها فراهم می‌گردد. بدیهی است بیشترین انطباق بین یک شکل هندسی با حوضه آبریز را در یک چند ضلعی غیرمنتظم یافت. این چند ضلعیها یا به اصطلاح پلی‌گونها با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای برای حوضه هر نمونه ترسیم می‌گردند.

برای نیل به این مقصود یک Extention تحت بسته نرم‌افزاری Arcview طراحی گردیده که به صورت نیمه اتوماتیک بوده و با بهره‌گیری از نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای در حداقل زمان و به بهترین نحو حوضه‌ها را ترسیم نموده و تا حد امکان حوضه‌های آبریز را اصلاح می‌نماید.

در روش تخمین شبکه‌ای ابتدا نقشه مورد نظر بوسیله شبکه‌ای از سلولهای هم بعد پوشانده می‌شود که ابعاد شبکه به مقیاس برداشتها و دقت مورد نیاز بستگی دارد. عموماً در برگه‌های ۱/۱۰۰۰۰۰ تاکنون با شبکه‌های ۲۵۰×۲۵۰ این تخمین انجام می‌گرفت که در این پروژه برای افزایش دقت نقشه‌ها از شبکه‌های ۳۰×۳۰ استفاده شده که به طور قابل توجهی به دقت این نقشه‌ها می‌افزاید. در نهایت سه نوع وزن (شامل فاصله، مساحت و نسبت مساحت اشغال شده از سلول مورد تخمین به مجموع مساحت‌های اشغال شده) برای هر سلول محاسبه گردیده و با توجه به این اوزان مقدار یک متغیر در هر یک از سلولهای شبکه تخمین زده می‌شود.

در نهایت برای تمام عناصر و فاکتورهای حاصله نقشه تخمین مهیا گردید که برای تعیین مکانهای نمونه‌های کانی سنگین استفاده می‌شوند.

### فاز کنترل آنومالی‌های ژئوشیمیایی

با پیشرفت علم اکتشاف بویژه اکتشافات ژئوشیمیایی در کشف کانسارهای ناشناخته و پنهان روش پی‌جویی کانی‌سنگین به عنوان یکی از کارآمدترین روش‌های اکتشافی مطرح است. ارزش مشاهدات کانیهای سنگین که جز، کانیهای فرعی سازنده سنگ هستند و ممکن است در مناطق فاقد کانی سازی نیز پیدا شوند به اندازه عناصر ردیاب نیست ولی می‌تواند معرف محیط و بستر مناسب وقوع کانی‌سازی باشد. در کل در محدوده ورقه ۱/۱۰۰۰۰۰ زاهدان با توجه به عملیات اکتشافی صورت گرفته ۷۹ نمونه از بستر آبراهه‌های منطقه به روش کانی‌سنگین و ۴۸ نمونه سنگی (مینرالیزه) برداشت شده است. در برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ زاهدان کانیهای مگنتیت، هماتیت، ایلمنیت، گارنت، پروکسن، آمفیبول، اکسیدپیریت، الیون، الیزیت، مارتیت، اسپینل، زیرکن، طلا، آپاتیت، روتیل، کالکوپیریت، باریت، آنتاز، اسفن، لوکوکسن، سینابر، کلسیت، کانیهای آلتره و ویتريت در نمونه‌های کانی‌سنگین مشاهده شدند.

با توجه به دندروگرامها و همچنین روابط پاراژنزی بین کانیهای مختلف مجموع متغیرهایی که می‌توانند راهنمای اکتشافی هستند عبارتند از:

- ۱ - مجموع کانیهای گارنت + آنتاز + بروکیت + پیرومورفیت + باریت + ایلمنیت + زیرکن + روتیل + کانیهای آلتره + پیریت اکسید + شلیت + ویتريت + مارتیت (Var1)
- ۲ - مجموع کانیهای طلا + الیزیت + کروندوم (Var2)
- ۳ - مجموع کانیهای هماتیت + آپاتیت + بیوتیت + پروکسن + آمفیبول + لوکوکسن + مگنتیت (Var3)
- ۴ - مجموع کانیهای ایلمنیت + اسفن + سروزیت + میمتیت + پیرولوویت + پیریت (Var4)

### تلفیق داده‌ها

پس از گردآوری و تلفیق داده های زمین شناسی ، ژئوفیزیک هوایی و ژئوشیمیایی در سیستم GIS ، V ناحیه آنومال مشخص گردید.

### **آنومالی شماره ۱:**

این آنومالی در جنوب شرق برگه ۱:۱۰۰۰۰۰:۱ زاهدان و در شرق برگه ۱/۵۰۰۰۰ سفیدسنگ در قسمت شمال کوه بی بی مه در شرق روستای سفیدسنگ واقع شده است. لیتولوژی رخنمون دار شامل گرانودیوریت، مادستون، سیلتستون آهکی، ماسه سنگ همراه با ولکانیک می باشد. این آنومالی نسبت به عناصر Cr, Zn, Ag, Au, W, Mn, Co, و Cu و همچنین فاکتور سه ناهنجاری نشان می دهد. نمونه های کانی سنگین ZS-110, ZS-111, ZS-112, ZS-113, ZS-114, ZS-117, ZS-119, ZS-134, ZS-096 و نمونه مینرالیزه ZS-110X, ZS-111X, ZS-111X2, ZS-112X, ZS-133X, ZS-134X از این محدوده برداشت شده است که در نمونه مینرالیزه ZS-110X (ppm) 0.134، طلا، (ppm) 4.39 جیوه و (ppm) 361 تنگستن به دست آمد. در مطالعات کانی سنگین کانیهای پیریت اکسید، گارنت، زیرکن، روتیل، آناتاز، اسفن، لیمونیت، پیریت لیمونیت، پیریت، پیرولوزیت، ویتريت، اریپمنت، سرب خالص، شئلیت و طلا مشاهده شده است. که در نمونه های کانی سنگین ZS-110 و ZS-096 يك ذره طلا مشاهده شده است.

### **آنومالی شماره ۲:**

این آنومالی در جنوب شرق برگه ۱:۱۰۰۰۰۰:۱ زاهدان و در شرق برگه ۱/۵۰۰۰۰ سفیدسنگ در قسمت جنوب کوه بی بی مه در جنوب شرق روستای سفیدسنگ واقع شده است. لیتولوژی رخنمون دار شامل گرانودیوریت، مادستون، سیلتستون، ماسه سنگ، سیلتستون آهکی، ماسه سنگ همراه با ولکانیک می باشد. این آنومالی نسبت به عناصر Au, Cu, Ag, Pb, W, Sb, Zn, Sn, Bi, Cr, Be و همچنین فاکتور های چهار و پنج ناهنجاری نشان می دهد. نمونه های کانی سنگین ZS-140, ZS-141, ZS-142, ZS-145, ZS-146, ZS-147, ZS-148 و نمونه های مینرالیزه ZS-140X, ZS-141X1 از این محدوده برداشت شده است. در مطالعات کانی سنگین کانیهای پیریت اکسید، الیژیست، مارتیت، باریت، زیرکن، روتیل، آناتاز، اسفن، لیمونیت، پیریت لیمونیت، پیریت، پیرولوزیت، ویتريت، پیرومرفیت، ولفینیت، وانادینیت، لیتارژ، سرب خالص، شئلیت، سروسیت، طلا، گالن مشاهده شده است. نکته قابل ذکر اینکه در نمونه های کانی سنگین ZS-140 نه ذره طلا و در نمونه های ZS-139 و ZS-142 يك ذره طلا مشاهده شده است.

### **آنومالی شماره ۳:**

این آنومالی در جنوب شرق برگه ۱:۱۰۰۰۰۰:۱ زاهدان و در شرق برگه ۱/۵۰۰۰۰ سفیدسنگ در قسمت جنوب شاه کرم در جنوب شرق روستای سفیدسنگ واقع شده است. لیتولوژی رخنمون دار شامل گرانودیوریت، مادستون، سیلتستون، ماسه سنگ، سیلتستون آهکی، ماسه سنگ همراه با ولکانیک می باشد. این آنومالی نسبت به عناصر Au, Cu, Ag, Pb, Zn, Sn, Ni, Co, Cd, Cr, Be و همچنین فاکتور های دو، سه، چهار و هفت و تمایز ناهنجاری نشان می دهد. نمونه های کانی سنگین ZS-152, ZS-155, ZS-158 و نمونه های مینرالیزه ZS-152X1, ZS-155X1, ZS-155X2 از این محدوده برداشت شده است. در مطالعات کانی سنگین کانیهای پیریت اکسید، الیژیست، مارتیت، باریت، زیرکن، روتیل، آناتاز، اسفن، لیمونیت، پیریت لیمونیت، پیریت، پیرولوزیت، ویتريت، پیرومرفیت، ولفینیت، وانادینیت، لیتارژ، سرب خالص، شئلیت، سروسیت، طلا، گالن مشاهده شده است. نکته قابل ذکر اینکه در نمونه کانی سنگین ZS-158 چهار ذره طلا مشاهده شده است.

### **آنومالی شماره ۴:**

این آنومالی در شمال غرب برگه ۱:۱۰۰۰۰۰:۱ زاهدان و در جنوب شرق برگه ۱/۵۰۰۰۰ صفرآباد در قسمت شرق کوه لوچان در حوالی روستای رحیم آباد پیرزنگ واقع شده است. لیتولوژی رخنمون دار شامل گرانودیوریت به همراه سنگهای متوسط و اسیدی می باشد. این آنومالی نسبت به عناصر Sn, Ni, Fe, Ti, Ag, Pb و W و همچنین فاکتور ۶ دارای ناهنجاری می باشد. نمونه های کانی سنگین ZA-447, ZA-448, ZA-449, ZA- و

ZA-457, ZA-455, 450 و نمونه مینرالیزه ZA-447X1, ZA-450X2, ZA-450X4 از این محدوده برداشت شده است. در نمونه مینرالیزه ZA-447X1 (5.12 ppm) اورانیوم، (115 ppm) روییدیوم، و در نمونه مینرالیزه ZA-447X1 (3.93ppm) اورانیوم، (107ppm) روییدیوم به دست آمد. در مطالعات کانی‌سنگین کانیهای گارنت، زیرکن، پیریت، آنتاز، گالن، اسفن، پیرومرفیت، ویتريت، شئلیت، میمیتیت و سرب خالص مشاهده شده است.

#### آنومالی شماره ۵ :

این آنومالی در جنوب غرب برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ زاهدان و در مرکز برگه ۱/۵۰۰۰۰ حاجی باران در شمال شرق رودخانه شهیدی واقع شده است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل ماسه‌سنگ، مادستون، سیلتستون می‌باشد. این آنومالی نسبت به عناصر Zn, Cr, Mn, Co, Ti, Fe, Bi, Au و همچنین فاکتور ۱ ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین ZH-323, ZH-324, ZH-333 و نمونه مینرالیزه ZH-323X از این محدوده برداشت شده است. در مطالعات کانی‌سنگین کانیهای کرومیت، روتیل، زیرکن، باریت، آنتاز، لیمونیت، شئلیت، ویتريت، پیرومرفیت، میمیتیت، سرب خالص و پیریت اکسید مشاهده شده است.

#### آنومالی شماره ۶ :

این آنومالی در شمال غرب برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ زاهدان و در جنوب برگه ۱/۵۰۰۰۰ زاهدان در قسمت غرب کوه خواجه مسک در جنوب روستای سورفروگ واقع شده است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل گرانودیوریت، مادستون، سیلتستون آهک، ماسه‌سنگ همراه با ولکانیکهای آندزیتی و گرانودیوریت به همراه سنگهای متوسط و اسیدی می‌باشد. این آنومالی در عناصر Ba, W, Cr, Sn, Fe و دارای ناهنجاری می‌باشد. نمونه‌های کانی‌سنگین ZZ-42, ZZ-43, ZZ-44, ZZ-45, ZZ-46, ZZ-58 از این محدوده برداشت شده است. در مطالعات کانی‌سنگین کانیهای پیریت اکسید، لوکوکسن، باریت، زیرکن، روتیل، آنتاز، اسفن، لیمونیت، پیریت، لیمونیت، پیریت، پیرومرفیت، ویتريت، پیرومرفیت، شئلیت، بروکیت مشاهده شده است.

#### آنومالی شماره ۷ :

این آنومالی در جنوب شرق برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ زاهدان و در جنوب شرق برگه ۱/۵۰۰۰۰ سفیدسنگ واقع شده است. لیتولوژی رخنمون‌دار شامل مادستون، سیلتستون، ماسه‌سنگ می‌باشد. این آنومالی نسبت به عناصر Au, Be, Cr, Sn, Zn, Ag, Cu, Ni و همچنین فاکتور دو وهفت ناهنجاری نشان می‌دهد. نمونه‌های کانی‌سنگین ZS-161, ZS-167, ZS-168, ZS-170, ZS-171 از این محدوده برداشت شده. در مطالعات کانی‌سنگین کانیهای پیریت اکسید، سینابر، لیمونیت، پیرومرفیت، ویتريت، شئلیت مشاهده شده است.

#### نتیجه‌گیری :

با توجه به مطالب فوق یک محدوده جهت ادامه مطالعات اکتشافی نیمه تفصیلی به شرح زیر معرفی گردید.

#### محدوده شمال‌خاوری و جنوب‌خاوری سفیدسنگ

این محدوده در مختصات جغرافیایی A(60°55',00" , 29°15',00") و B(61°00',00" , 29°15',00") و C(61°00',00" , 29°05',00") و D(60°55',00" , 29°05',00") در محدوده روستاهای قادرآباد، همت‌آباد، شورچاه و کوه بی‌بی‌مه در برگه ۱:۵۰۰۰۰ سفیدسنگ و در مساحتی در حدود ۱۵۱ کیلومتر مربع، واقع شده است. لیتولوژی رخنمون‌دار در این محدوده شامل گرانودیوریت، مادستون، سیلتستون آهکی، ماسه‌سنگ همراه با ولکانیک است. این آنومالی نسبت به عناصر Au, Be, Cr, Bi, Sn, Zn, W, Sb, W, Pb و همچنین فاکتورهای سه، چهار و پنج ناهنجاری نشان می‌دهد. به دلیل اهمیت این منطقه پس از مطالعه نتایج کانی‌سنگین و مینرالیزه از این محدوده مجدداً نمونه‌های کانی‌سنگین و مینرالیزه برداشت گردید که نتایج بسیار امیدوارکننده بود. مشاهده ۱ و ۱۰ ذره طلا در نوبت اول نمونه‌برداری به ترتیب در نمونه‌های Zs-110, Zs-140 و در نوبت دوم ۱۰ و ۱۵ ذره طلا این امر را تأیید می‌کند. این محدوده شامل ۳ آنومالی می‌باشد.

با توجه به مشاهدات صحرايي و آناليز ژئوشيميايي نمونه‌ها و مطالعات کاني سنگين و مينراليزه کاني‌زايي عناصر طلا و مس در ارتباط با فازهاي هيدروترمالي در امتداد گسلش مي‌باشد که نياز به بررسي‌هاي تکميلی دارد.

### فهرست منابع

- افتخارنژاد، جمشيد(۱۳۷۷)، زمين‌شناسي ايران، دانشگاه شهيد بهشتي
- تخشا و همکاران (۱۳۶۵) گزارش پي‌چوبي مواد اوليه در استان سيستان و بلوچستان، سازمان صنايع و معادن استان سيستان و بلوچستان
- حسني‌پاک، علي‌اصغر(۱۳۷۰). اصول اکتشافات ژئوشيميايي، انتشارات دانشگاه تهران،
- حسني‌پاک، علي‌اصغر(۱۳۷۱) ، نمونه‌برداري معدني، انتشارات دانشگاه تهران،.
- حسني‌پاک، علي‌اصغر(۱۳۷۸) . اکتشافات ذخاير طلا، انتشارات دانشگاه تهران،.
- حسني‌پاک، علي‌اصغر(۱۳۷۶) ژئوشيمي اکتشافي ( محيط سنگي )، انتشارات دانشگاه تهران،.
- حسني‌پاک، علي‌اصغر(۱۳۸۰). شرف‌الدين، محمد، تحليل داده‌هاي اکتشافي، انتشارات دانشگاه تهران،.
- درويش زاده، ع. (۱۳۷۱) ، زمين‌شناسي ايران ، انتشارات ندا
- سازمان صنايع و معادن استان سيتان و بلوچستان (۱۳۶۷)، گزارش عمليات طرح پتانسيل يابي مواد معدني و تهيه دفترچه مشخصات معادن
- مهندسین مشاور کاوشگران، (۱۳۶۹)، گزارش پتانسيل يابي و مناطق مناسب اکتشاف در استان سيستان و بلوچستان
- نوي . م . ( ۱۳۵۵ ) مختصري از سرگذشت زمين‌شناسي ايران، سازمان زمين‌شناسي کشور
- نقشه توپوگرافي ۱/۵۰۰۰۰ زاهدان (I)، سفيدسنگ (II)، حاجي باران (III)، صفرآباد (IV). سازمان جغرافيايي ارتش
- نقشه زمين‌شناسي زاهدان ،مقياس ۱/۱۰۰۰۰۰ ، ۱/۲۵۰۰۰۰ انتشارات سازمان زمين‌شناسي و اکتشافات معدني کشور

نويسندگان : عليرضا اسدي کرم، سعيد جباري ، ابراهيم علي اقدم

عليرضا اسدي کرم: کارشناسي ارشد زمين شناسي اقتصادي-دانشگاه تربيت معلم تهران- ۱۳۸۴-سازمان زمين شناسی و اکتشافات معدنی کشور

سعيد جباري: دانشجوي کارشناسي ارشد زمين شناسي نفت-واحد تهران شمال- سازمان زمين شناسی و اکتشافات معدنی کشور

ابراهيم علي اقدم: کارشناسي زمين شناسي -واحد پيام نورخوي-سازمان زمين شناسی و اکتشافات معدنی کشور