

## Occurrence of Cobalt Mineralization in Tidar area - Eqlid

Ghetmiri, H.

*Azad University - Shiraz*

Shahabpour, j.

*Shahid Bahonar University, Kerman*

**Key Words:** *Cobalt Mineralization, Surface adsorption of Cobalt, Sanandaj - Sirjan Zone, Eqlid*

**Abstract:** The Tidar cobalt deposit is located 18 km northwest of the town of Eqlid, in the Sanandaj - Sirjan zone. Cobalt mineralization occurs in a few horizons concordant with, and within the sedimentary detrital sequences of limestone, sandstone and marl of upper jurassic (Malm) age.

The main minerals are magnetite and changing gradually to hematite and then to limonite and goethite. Co, Ni, Mn, Ti, As, bearing minerals also occur. These minerals represents an oxidized environment, but whether cobalt bearing phases, are part of the oxidized zone or belong to an independent source underneath, is the subject of this study.

Association of cobalt with iron, manganese and clay minerals (scavenger components) strongly support the hypothesis of adsorption. The absence of ultramafic outcrops, the stratiform nature of mineralized horizons, the low Pb and Zn contents, the absence of indicator minerals of reduced facies, reject the known models of cobalt mineralization (skarn, lateritic, hydrothermal, magmatic and stratiform) for Tidar deposit.

The weathered mafic or ultramafic pluton is probably the primary source of cobalt; The free Cobalt released from this pluton is transported to the upper Jurassic sedimentary basin, or had been moved as a cobalt bearing phase to the deposition site, where it was weathered and Co was releases. And finally, the free Cobalt ions either were adsorbed on certain mineral grains, or were deposited as amorphous compounds filling the available open spaces.

پژوهشی

## رویداد کانی سازی کبالت در ناحیه تیدر اقلید

سید حسین قطمیری

دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، گروه زمین شناسی

جمشید شهاب پور

دانشگاه شهید باهنر کرمان، گروه زمین شناسی

چکیده: کانسار تیدر در ۱۸ کیلومتری شمال غرب اقلید واقع است. کانه زائی در تعدادی افق معدنی همشیب و همروند با واحدهای رسوبی منطقه شامل توالیهای آواری آهکی، ماسه سنگی و شیلی ژوراسیک بالایی (مالم) حادث شده است. ترکیبات اکسیدی آهندار در اثر هوازدگی از مگنتیت به هماتیت و سپس به لیمونیت و گوتیت تغییر پیدا کرده اند. همراه با این کانیها می توان از فازهای حاوی کبالت، نیکل، منگنز، تیتانیوم، آرسنیک و... نام برد. وجود کبالت در درزه ها و نیز به صورت پراکنده و گاه نقطه ای در زمینه ای از اکسیدهای ثانویه آهن و نیز بر روی کانیهای رسی، دلالت بر ته نشینی کبالت از محلولهای حاصل از دیاژنز و نیز محلولهای برونزاد و سطحی دارد. در ضمن شواهدی از قبیل عدم وجود توده نفوذی، نبود رخنمون توده های فرا بازی، تشکیل افقهای کانه زائی همشیب با لایه بندی، مقادیر پائین سرب و روی، عدم حضور کانیهای معرف رخساره احیایی، و... کانی سازی کبالت نوع اسکارنی، لاتریتی، گرمابی، ماگمایی، و رسوبی چینه سان را در ناحیه معدنی تیدر مردود می شناسد. بر اساس اطلاعات موجود می توان افیولیت های موجود را به عنوان منبع اولیه کبالت معرفی کرد. کبالت یا به صورت یون آزاد و ذرات کلوئیدی به حوضه رسوب گذاری ژوراسیک بالایی در ناحیه تیدر حمل شده است و یا آنکه از هوازدگی کانیهای حاوی کبالت موجود در حوضه رسوبی ناشی شده است. در نهایت یونهای آزاد شده کبالت یا بر روی اکسیدهای آهن و کانیهای رسی جذب شده است و یا اینکه صرفاً در پی تغییرات محیطی، در فضاهای خالی موجود در زمینه ته نشین شده است.

واژه های کلیدی: کانی سازی کبالت؛ جذب سطحی؛ کمر بند سنج - سیرجان؛ اقلید



## مقدمه

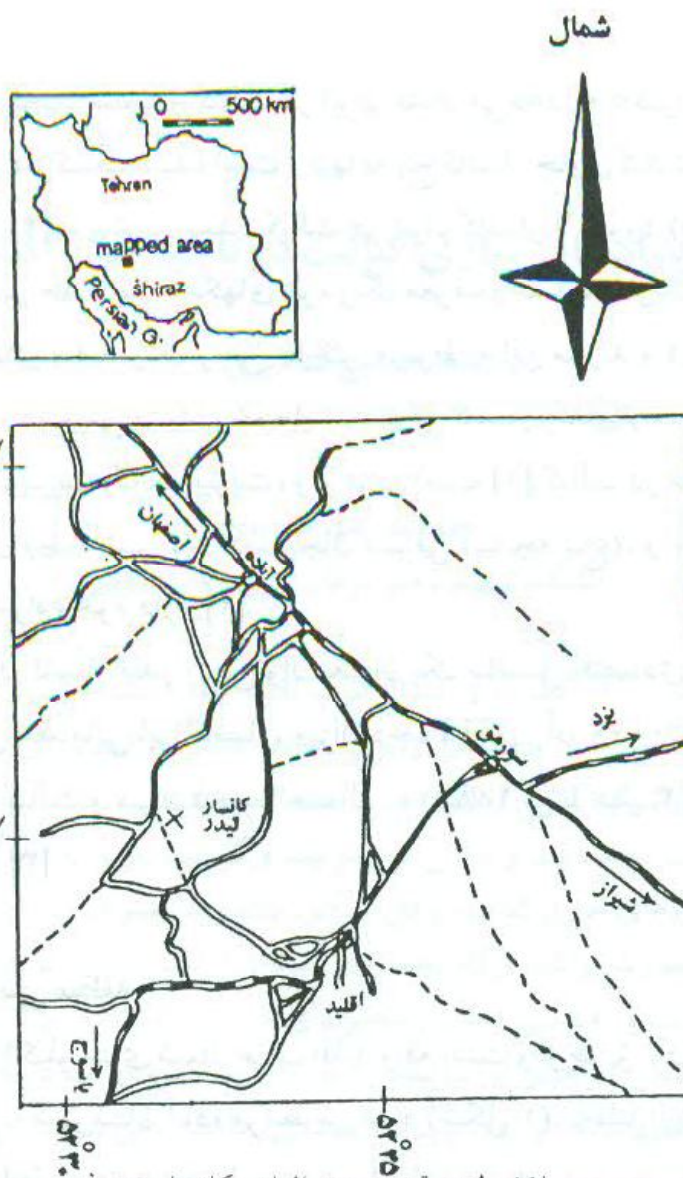
بررسی پیشینه تاریخی استخراج کبالت در ایران نشان می دهد که تاکنون معدن بزرگ و چشمگیری از این فلز کشف نشده است و تنها به پنج کانسار حاوی کبالت و فلزات دیگر اشاره شده است [۴]. بارزترین معدن کبالت در ایران کانسار لاجورد (قمصر کاشان) است. این کانسار در حد فاصل آهکهای تیره رنگ معرف رخساره پلاژیک قسمت زیرین سازند قم و آهکهای سفید رنگ ریفی جواتر مربوط به این سازند و در مجاورت یک توده نفوذی میکرو دیوریتی تشکیل شده است. شکل کانسار رگه ای و متشکل از کانیهای مگنتیت، هماتیت، پیریت، کالکوپیریت، و اریترین است [۱]. کبالت در شماری از معادن مس ایران مرکزی (چاه شوره)، آذربایجان شرقی (بایچه باغ)، و جغتای سبزوار به صورت کانی همراه وجود دارد [۴].

در این میان کانسار تیدر را می توان بعنوان یک پتانسیل اقتصادی جدید در نظر گرفت. در گزارش مقدماتی این کانسار، میزان ذخیره قطعی آن ۲۵۰۰۰۰ تن کانسار با عیار ۱-۳ درصد کبالت و میزان ذخیره احتمالی ۲۸۸۴۰۰ تن با عیار ۰/۱-۰/۳ درصد عنوان شده است [۳].

## موقعیت زمین شناسی منطقه

کانسار تیدر در ۱۸ کیلومتری شمال غرب اقلید واقع است و از طریق یک جاده خاکی به طول ۲۳ کیلومتر به شهرستان آباده مرتبط می شود (شکل ۱). به دلیل ارتفاع زیاد منطقه از سطح دریا، شرایط جوی در فصول سرد بسیار نامساعد است و معمولاً با بارش برف همراه است. این منطقه از لحاظ تقسیمات زمین شناسی ایران، جزئی از کمربند سنندج - سیرجان محسوب می شود. این کمربند به وسیله منطقه باریکی با پهنای حداکثر چند کیلومتر از گسلهای رورانده زاگرس در جنوب جدا می شود [۵] و در شمال در اثر فرو افتادگیهای سیرجان - گاوخونی، کویر توز لواز کمربند آتشفشانی ارومیه - دختر جدا می شود. [۲]

مناطق مجاور اقلید از جمله ارتفاعات شمال غربی این شهرستان که کانسار تیدر در دامنه آن واقع است، در منطقه ای بشدت گسلیده قرار می گیرد. به عقیده تراز [۹] این ناحیه به وسیله گسل اصلی آباده از منطقه پوشش تخته گاهی در شمال و در امتداد



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی کانسار تیدر.

روزاندگی زاگرس، از ناحیه خرد شده حوضه زاگرس در جنوب جدا می شود. مجموعه ای از ساختارهای هورست و گرابنی، زمین شناسی منطقه را به صورت پیچیده ای درآورده است؛ به نحوی که به دنبال حرکات اواخر تریاس، منطقه فرونشسته کرده است که در زمان ژوراسیک نیز تداوم یافته است و سپس در اواخر ژوراسیک یک فاز تکتونیکی باعث بالا آمدن ناحیه شده است و به دنبال آن در زمان نوکومین (کرتاسه زیرین) یک دوره فرسایشی شروع شده است. از نظر چینه شناسی، محدوده ای که کانه زائی در آن رخ داده است، بخشی از رخساره سنگی ژوراسیک محسوب می شود که



جدول ۱: توالی چینه شناسی عمومی منطقه اقلید و نواحی همجوار [۹]

| سیستم-اشکوب   | لیتولوژی                                                                    | ضخامت (متر)       |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| کواترنری      | مخروط افکنه شنی و ابرفتی<br>کنگلومرا<br>ماسه، گل، فورش، گلسنگ               | -۵۰<br>۶۰<br>+۱۰۰ |
| نئوژن         | سنگ آهک ریفی، مارن، کنگلومرا در قاعده                                       | +۱۳۰              |
| پالئوژن       | سنگ آهک، مارن سفید، کنگلومرا                                                | +۵۹۰              |
| آلبین - آپتین | سنگ آهک                                                                     | +۲۱۰              |
| ژوراسیک       | مارن، سنگ آهک اوولیتی و ماسه سنگ قهوه‌ای<br>-----<br>ماسه سنگ خاکستری و شیل | ۱۴۵۰ تا ۱۲۰۰      |

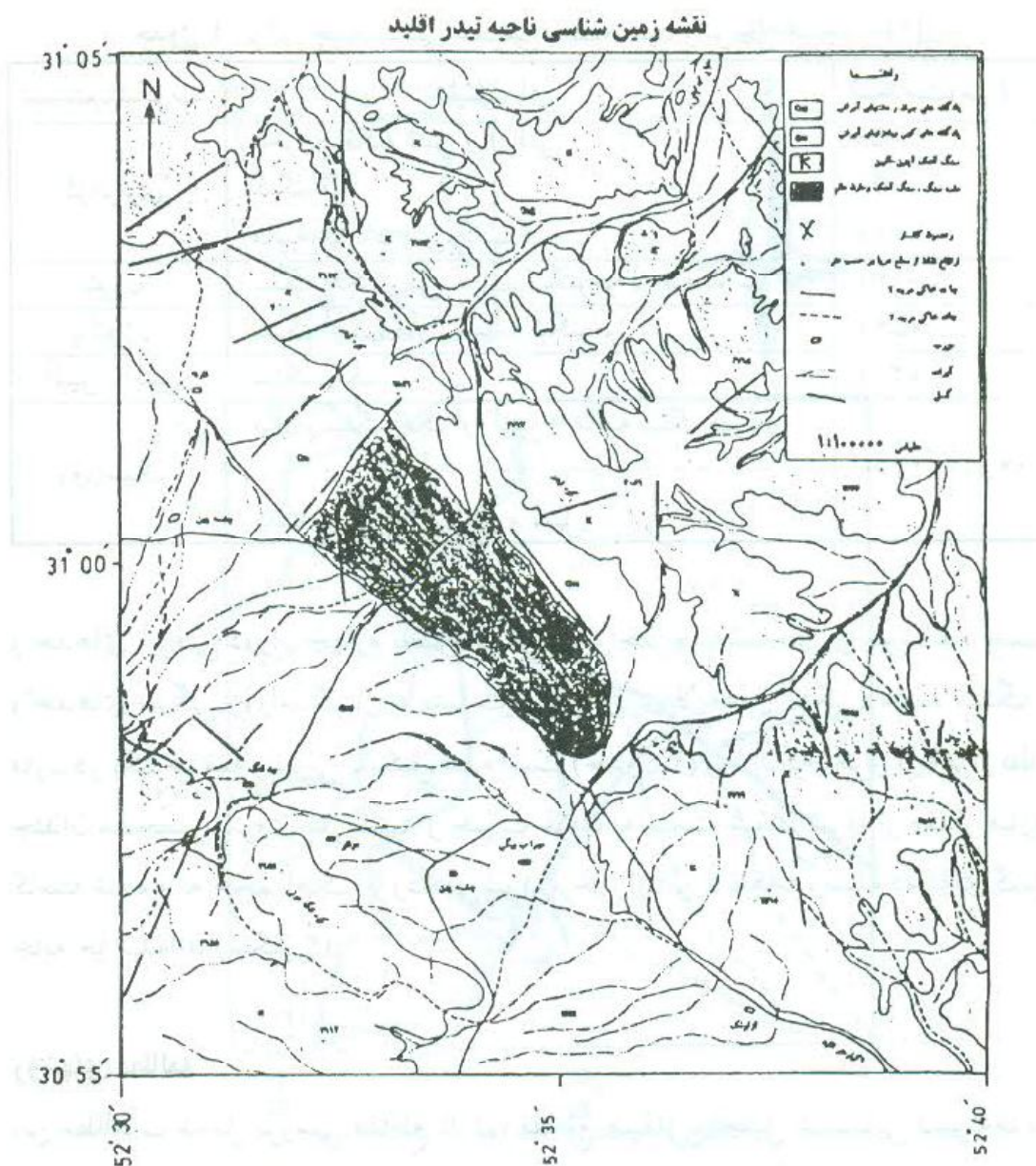
واحدهای ابرفتی دوران چهارم بخش عمده این واحد چینه‌شناختی را پوشانده است. واحدهای سنگی ژوراسیک از ته نشست توالی آواری لایه‌های آهکی، ماسه سنگ و مارن در یک حوضه رسوبی تشکیل شده است (جدول ۱) و با آن که تکرار لایه‌ها از نظام چندان مشخصی پیروی نمی‌کند، از جنوب غرب به سمت شمال شرق از مقدار مارن کاسته شده و به حجم آهک افزوده می‌شود. برخی از این لایه‌ها به وسیله دسته‌ای گسل جابه جا شده‌اند (شکل ۲).

### روشهای مطالعه

این مطالعات شامل بررسی مقاطع نازک، مقاطع صیقلی، تحلیل شیمیایی نمونه‌ها با استفاده از روش XRF، شناسایی کانیها با XRD و مطالعات SEM است.

### مطالعات کانی شناسی

مطالعات مقاطع نازک نشان می‌دهد که در زمینه دانه‌ریز مارن، دانه‌ها با اکسیدهای ثانوی آهن آغشته شده‌اند (شکل ۳). همچنین در مقاطع ماسه سنگ بلورهای نیمه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده کوارتز در یک زمینه فاقد رس که مبین وجود محیطی متلاطم در زمان رسوب گذاری است، مشاهده می‌شود (شکل ۴). حضور قابل توجه کانیهای اکسیدی آهن در این مقاطع نیز قابل ذکر است. مقاطع سنگ آهک حاوی ترکیب اسپارایتی در



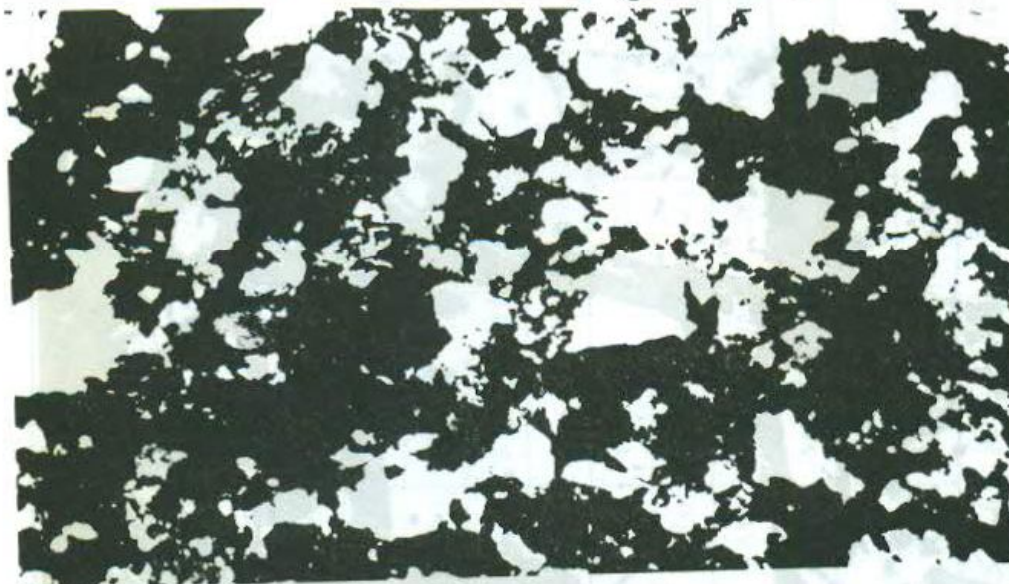
شکل ۲ نقشه زمین شناسی ناحیه تیدر.

زمینه و کانیهای اکسیدی آهن و تعداد قابل توجهی از آلئیت هاست که حضور آنها بیانگر محیط رسوبگذاری آشفته و کم عمق است [۱] (شکل ۵). مطالعه مقاطع صیقلی کانسنگهای این منطقه نشان می دهد که عمده ترین فاز کانیایی موجود، کانیهای اکسیدی آهن است. که شامل مگنتیت (شکل ۶)، هماتیت، گوتیت و نیز سیدریت است. در این میان فاز اکسیدی غالب به ویژه در افقهای سطحی،





شکل ۳ نمای مقطع نازک مارن زرد رنگ (PPL×40).



شکل ۴ نمای مقطع نازک ماسه سنگ آواری (XPL×40).

کانسار هماتیت است و رنگ قرمز مارنها را باید ناشی از حضور گسترده این کانی دانست. یافت جعبه‌ای (Boxwork) این کانی دلیل خوبی بر ثانوی بودن آنست. سایر فازهای کانیایی عبارتند از: ایلمنیت، روتیل، کانیهای منگنزدار، سیلیس و کانیهای رسی. به منظور شناسایی دیگر فازهای کانیایی موجود، از روش XRD نیز استفاده شده است. کانیهای نیکلین، ژرسدورفیت، کلودتیت، یوکونیت، کولفانیت و ارسنوسیدریت از آن جمله‌اند.





شکل ۵ نمای مقطع نازک سنگ آهک حاوی الیت (PPL×40).



شکل ۶ کانی مگنتیت که شکستگی‌های آن توسط سیلیس پر شده است (PPL×40).

#### تجزیه شیمیایی نمونه‌ها

نتایج تجزیه شیمیایی ۱۴ نمونه از سنگهای میزبان و نیز کانسنگهای مورد مطالعه در (جدول ۲) آمده‌اند. مقادیر بالای اکسیدهای آهن و نیز کبالت، همراه با مقادیر ناچیز عناصر سرب و روی از نکات قابل توجه‌اند.



جدول ۲ نتایج تجزیه شیمیایی سنگها و کانسنگهای منطقه تیدر (درصد).

| عنصر | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | CaO   | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MgO  | MnO  | TiO <sub>2</sub> | Pb   | Zn   | Co   | Ni  | Cu  | Cr  |
|------|-------------------|------------------|-------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------------------|------|------|------|-----|-----|-----|
| Ti   | .66               | .16              | 2/22  | .11/21                         | 7/87                           | 1/67 | .22  | .2               | —    | .006 | —    | —   | .04 | .01 |
| Fe   | .87               | .12              | 53/1  | .08                            | 3/86                           | .88  | .2   | —                | .008 | .008 | —    | —   | .04 | —   |
| Hr   | .97               | .22              | 3/63  | 5/36                           | 21/24                          | .38  | .24  | .64              | .031 | .005 | 5/07 | .22 | .05 | —   |
| H1   | .32               | .22              | 3/23  | .036                           | 34/42                          | .41  | 1/66 | —                | .028 | .009 | 8/42 | .45 | .09 | —   |
| Os   | 1/66              | .83              | .01   | 5/77                           | 35/19                          | .67  | 1/93 | .84              | —    | .011 | .38  | .04 | —   | —   |
| Lr   | .16               | .13              | 2/55  | .076                           | 48/37                          | .38  | .05  | .05              | .022 | .026 | —    | —   | .41 | —   |
| Od   | .63               | .27              | 1/47  | 1/15                           | 72/40                          | .43  | 2/69 | —                | —    | .020 | .007 | .01 | .23 | .01 |
| Of   | .55               | .23              | .97   | .11                            | 63/10                          | .83  | 2/51 | —                | —    | .011 | .42  | .11 | .03 | .03 |
| L6   | 1/66              | 1/05             | 1/17  | 13/2                           | 31/32                          | .50  | .58  | .52              | —    | .001 | .002 | —   | .26 | .22 |
| L*   | 1/66              | .05              | 2/16  | 2/82                           | 30/54                          | .52  | .64  | 2/12             | .005 | .017 | .03  | —   | .59 | .01 |
| L5   | 3/63              | .95              | 1/27  | 12/3                           | 41/39                          | .52  | .49  | 1/55             | .005 | .009 | .22  | .03 | .31 | —   |
| Er   | .84               | .12              | 1/56  | .82                            | 78/60                          | .73  | 4/21 | —                | —    | .014 | —    | —   | .10 | —   |
| E9   | .43               | .13              | 1/86  | .08                            | 79/38                          | .72  | 4/35 | —                | —    | .010 | —    | —   | .04 | —   |
| T0   | .67               | .46              | 25/51 | .55                            | 23/56                          | .87  | 1/23 | —                | —    | .008 | —    | —   | .08 | —   |

[illegible]

### مطالعات SEM

این مطالعات حضور ترکیباتی از عناصر نادر خاکی شامل عناصر گروه سریوم، لانتانیم و نیز ایتریوم را در نمونه‌ها نشان می‌دهد.

در مقاطع صیقلی، تشخیص کانیهای کبالت میسر نشد؛ اما به کمک میکروسکوپ الکترونی بخشهایی از مقاطع صیقلی که از لحاظ کانه‌زائی کبالت غنی بود، تعیین شد. کانیهای حامل کبالت یا به صورت توده‌های بیشکل ظاهر شده‌اند و یا این که درزه‌های موجود در کانیهای ثانوی آهن را پر کرده‌اند (شکل ۷).

در حالت اول، کانی حامل کبالت با پر کردن درزه‌های موجود در کانیهای ثانوی آهن، عملاً به صورت یک فاز ثانویه ظاهر شده است. وجود درزه‌های پر شده با فاز حامل کبالت بیانگر این نکته است که ته نشینی کبالت پس از کانیهای آهن ثانوی صورت گرفته است. تجزیه نقطه‌ای کانی حامل کبالت با SEM، ترکیبات متفاوتی را نشان می‌دهد. این ترکیبات عمدتاً حاوی آهن و منگنز، اکسیدها و هیدروکسیدهای ثانوی آهن و آلومینوسیلیکاتها (احتمالاً کانیهای رسی) است (شکل ۸).

یکی از راههایی که می‌تواند باعث تمرکز عناصری مانند کبالت شود پدیده جذب است که به صورتهای زیر امکانپذیر است [۶]:

- ۱ - ته نشینی همزمان؛ ۲ - جذب سطحی؛ ۳ - تشکیل کمپلکس سطحی؛ ۴ - تبادل یونی؛ ۵ - نفوذ در شبکه بلوری.

ترکیبات جذب کننده (Scavenger) اجزای بی شکل یا کمی متبلور هستند که به دلیل ریز بودن ابعاد آنها، دارای سطوح ویژه بزرگ و درجه بالایی از نقص ساختاری هستند و این ویژگی آنها را در جذب کاتیونها و آنیونها و حتی ملکولهای آب برای رسیدن به بار متعادل کمک می‌کند [۷]. از مهمترین جذب کننده‌های کبالت می‌توان به اکسیدهای آهن، منگنز و کانیهای رسی اشاره کرد [۸].

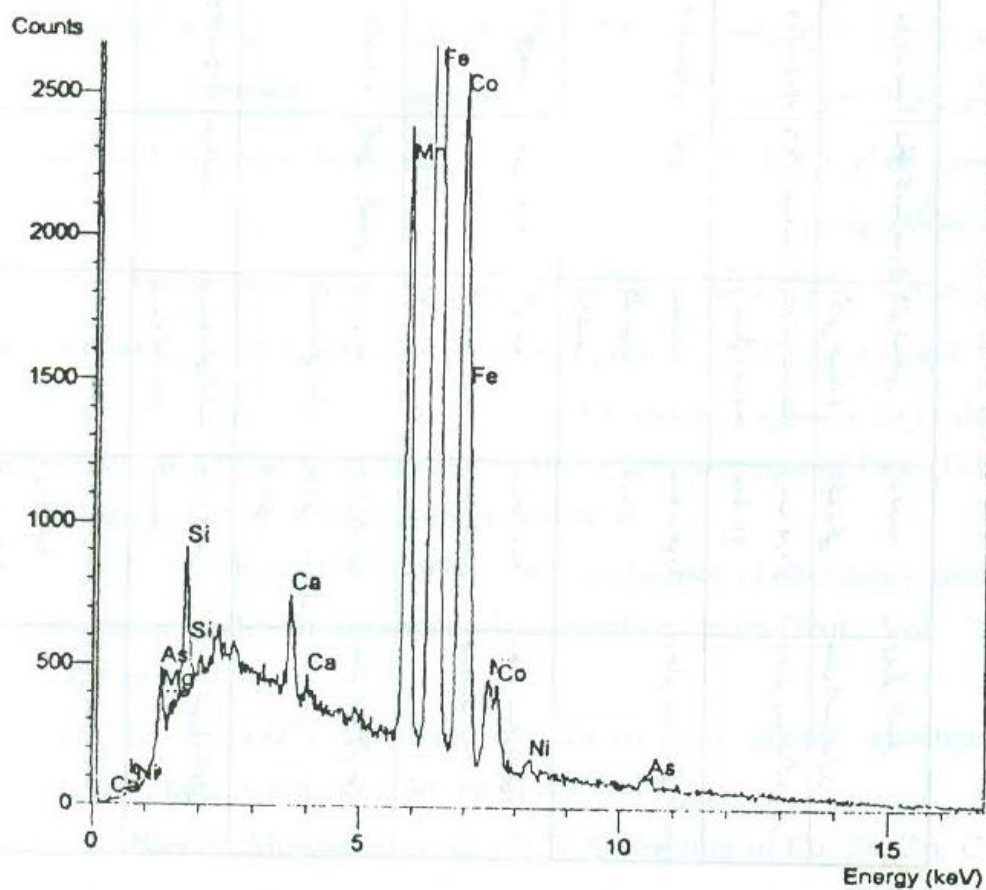
### بحث و برداشت

عدم وجود شرایط و مشخصه‌های کانسارهای شناخته شده کبالت در منطقه تیدر احتمال وقوع نوع متفاوتی از کانسار سازی کبالت را مطرح می‌سازد (جدول ۳). شواهدی از قبیل عدم وجود توده‌های آذرین، نبود رخنمون توده‌های فرابازی، تشکیل افقهای کانه زایی





شکل ۷ تصاویر الکترون ثانویه (چپ) و الکترون برگشتی (راست) از فاز کبالت دار در یک زمینه آهن دار



شکل ۸ آنالیز نقطه ای فاز کبالت دار شکل ۷.

جدول ۳ مهمترین مدل‌های کانسارسازی کبالت و خصوصیات هر یک.

| مثال                         | سنگ میزبان                                  | بافت              | ذخیره                 | عبار (درصد) | شکل کانسارسازی     | کانی شناسی                                            | موقعیت                                   | ویژگی کانسار                        |
|------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------|--------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|
| بوشولد<br>سادیبری            | سنگهای فوق بازی<br>(دونیت - پریتونیت)       | انسانه‌ای         | چند ده میلیون<br>(تن) | ۰/۵۵-۰/۰۷   | لایه‌ای چینه‌سان   | کانی میزبان<br>(پنتلاندیت، ارستید<br>و سولفورسینیدها) | تکتونیکی<br>رشت قاره‌ای<br>نقاط داغ      | مدل کانسار سازی<br>ذخائر تپ ماگمایی |
| کبالت کانادا<br>اوزبرگ انریش | سنگهای بازی<br>(بازالت - بازالت<br>آندزیتی) | رگچه‌ای           | چند میلیون            | ۰/۲۵-۰/۰۳   | رگه‌ای             | اسمانیت<br>کلواتیت<br>کبالتیت                         | نقاط برخورد<br>قاره‌ای                   | ذخائر تپ رگه‌ای - مگمایی            |
| کمریند مس<br>زامبیا          | شیل - شیل<br>دولومیتی                       | پورفیرو و لاسیت   | چند ده میلیون         | ۰/۴         | لایه‌ای - چینه‌سان | کارولیت<br>کاتیریت - بیریت<br>کبالت دار               | مراحل اولیه<br>رشت قاره‌ای               | ذخائر تپ رسوبی -<br>چینه‌سان        |
| کالدونیای جدید<br>توبا       | سنگهای فوق بازی<br>(دونیت - پریتونیت)       | جمعی<br>جاشینی    | چند ده میلیون         | ۰/۱-۰/۷     | رگه‌ای - رگچه‌ای   | هتروژنیت -<br>اکسیدهای منگنز                          | جزایر قوسی<br>بیرونی - سهرهای<br>قاره‌ای | ذخائر تپ لائیتی                     |
| کوردووال<br>امریکا           | گابروئیت<br>سینیت                           | جاشینی            | چند میلیون            | ۰/۲۵-۰/۳۵   | چینه‌سان           | ارستیدهای کبالت<br>بیریت کبالت دار                    | جزایر قوسی<br>آتشفشانی                   | ذخائر تپ اسکاری                     |
| -                            | مارن - سنگ آهک                              | جمعی -<br>کلوفرمی | ۲۵۰۰۰۰                | ۱-۳         | لایه‌ای            | فاندد کانیت مستقل                                     | قوس آتشفشانی<br>(ترشیاری)<br>(مزرود نیک) | کانسار بندر - اقلید                 |



همشیب با لایه بندی، مقادیر پایین سرب و روی، عدم حضور کانیه های معرف رخساره حیائی و... هر یک به نوعی امکان تشکیل کانسارهای ماگمایی، اسکارنی، لاتریتی، گرمابی و رسوبی چینه سان را در این منطقه به زیر سؤال می برد. براساس اطلاعات موجود، می توان یک توده هوازده فرابازی را به عنوان منبع اولیه کبالت معرفی کرد. در این میان، کبالت یا به صورت یون آزاد و ذرات کلوئیدی به حوضه رسوبگذاری ژوراسیک بالایی حمل شده است و یا آنکه از هوازگی کانی حاوی کبالت در ساختار شبکه ای خود، در حوضه رسوبی ناشی شده است. در نهایت یونهای آزاد شده کبالت یا جذب ترکیبات خاصی مانند اکسیدها، هیدروکسیدهای ثانوی آهن، و کانیه های رسی شده اند و یا این که صرفاً در پی تغییرات محیطی، در فضاها ی خالی موجود در زمینه ته نشین شده اند.

### مراجع

- ۱ - تقی زاده، ن.م.ح. رضوی، (۱۳۶۱). گزارش بازدید از کانسار کبالت قمصر کاشان، گزارش داخلی سازمان زمین شناسی کشور، تهران، ۱۴ صفحه.
- ۲ - خسرو تهرانی، خ. (۱۳۶۷). چینه شناسی ایران و مقاطع تیپ تشکیلات، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳ - کیوانفر، ک. (۱۳۷۴). گزارش مقدماتی کانسار تیدر اقلید (منشر نشده).
- ۴ - ملاک پور، م.ع (۱۳۷۰). گسترش و خاستگاه مواد معدنی در ایران، فصلنامه علمی علوم زمین، شماره ۱، صفحه ۶۱.
5. Berberian, M. (1976) Contribution to the Seismotectonics of Iran (Part II), Geological survey of Iran, Report No 39.
6. Chao, T.T, Theobald, P.K. (1976) The significance of secondary iron and manganese oxides in geochemical exploration. Econ.Geol., Vol. 71, pp. 1560-1569.
7. Kuhnel, R. A. (1987) The Role of Cationic and anionic scavengers in laterites. chem. Geol. Vol. 60. pp.31-40. 1987.
8. Rose, A., Bianchi-Mosquera, G. C.(1993) Adsorption of Cu, Pb, Zn, Co, Ni and Ag on goethite and hematite: A control on metal mobilization from red beds into stratiform copper deposits. Econ. Geol., Vol. 88,

- pp.1226-1236.
9. Taraz, H.(1974) Geology of the Surmaq-Deh Bid area, Abadeh Region, Central Iran, G.S.I, Report No. 37.
  10. Tillman, J. E., Poosti, A. Rossello, S. Eckert, A. (1981) Structural evolution of the Sanandaj-Sirjan ranges near Esfahan A. A. P. G, Bulletin, Vol. 65.
  11. Tucker, M. E. (1991) Sedimentary petrology, Blackwell, Berlin, Scientific publications, 260p.