

● مطالعه و ارزیابی اندیس های معدنی (اندیس معدنی دره کامو - الگوی مطالعاتی)

● نوشته: مهندس سلیمان کوثری * و پیمان پارسی *

چکیده

آثار و شواهد معدنی به صورت رگه، رگچه، عدسی، و کانی های پراکنده در متن سنگ، در بسیاری از مناطق پتانسیل دار رخ نمون دارند و بعضاً نشانه های از توده های کانی ساز پنهان می باشند. بررسی این آثار اهمیتی اساسی و بنیادی در طرح و برنامه ریزی اکتشافی دارند، که می توان آن را به عنوان مطالعات توجیهی مطرح کرد. این بررسی ها اگر به طور صحیح صورت گیرند، در طراحی درست و پایین آوردن هزینه اکتشاف و همچنین در بالا بردن ضریب اطمینان از به ثمر رسیدن مطالعات اکتشافی، تأثیر به سزایی دارند. گاهی زمین شناسان اکتشافی در برخورد با آثار و اندیس های معدنی سلیقه ای عمل می کنند و روش های مختلفی را جهت مطالعه و ارزیابی بر می گزینند. روش مطالعاتی انتخاب شده باید بتواند حداقل به اهداف زیر جوابی قانع کننده، علمی، منطقی، و مبتنی بر شواهد زمین شناسی و معدنی بدهد.

- ۱- تشخیص وجود سنگ میزبان مناسب (پتانسیل دار)
- ۲- تشخیص نوع کانی سازی از نظر منشأ رابطه با سنگ میزبان
- ۳- تشخیص عناصر و کانی های پاراژنز
- ۴- تعیین عیار عناصر و کانی های تشکیل دهنده کان سنگ
- ۵- بررسی حضور احتمالی کانی سازی پنهان
- ۶- تعیین سطح فرسایش فعلی توده ماده معدنی
- ۷- ارائه طرح و روش مناسب جهت اکتشاف

اندیس معدنی دره کامو (آب سرد) واقع در شمال شهرستان جوشقان قالی به عنوان نمونه و الگویی برای مطالعه و ارزیابی اندیس های معدنی مطرح می گردد. نتایج حاصل از این مطالعه به اکثر سئوالات فوق جواب قانع کننده داده است. روش اعمال شده در ارزیابی اندیس مذکور به طور مستقیم بر حضور مواد کانه ساز توام با شواهد زمین شناسی و سنگ شناسی و ژئوشیمیایی تکیه دارد. اندیس معدنی دره کامو شامل کانی سازی احتمالی پلی متان اسکارن مس، مولیبدن، سرب، روی، و عناصر نادر است. کانی های نوع اسکارن- مثل گارنت، اپیدوت، و هماتیت- در کنتاکت آهک های کرتاسه نشانه ای از حضور احتمالی یک توده نفوذی اسیدی همراه با کانی سازی آهن به صورت عدسی های اسکارنی است. ضرایب به دست آمده از نسبت عناصر فوق کانساری به عناصر تحت کانساری، نشان دهنده نزدیکی توده معدنی احتمالی به سطح فعلی توپوگرافی، به ویژه در بخش شرقی اندیس مذکور است؛ به عبارت دیگر، توده کانی ساز در بخش شرقی پروفیل فرسایش بیش تری نسبت به بخش غربی داشته و به همین دلیل بیرون زدگی اندیس مذکور در این محدوده به مراتب بیش تر از محدوده غربی است.



Evaluation of the Mineral Indices of Kamo Valley, Kashan Area

● By: S. Kousari* and P. Parsi*

Abstract

Evaluation of the mineral occurrences, always are the main task for the most geologists who are dealing with the mineral exploration. There are several methods that- applied by the field geologists for evaluating mineral indications. Thus, the chosen method should enable us to give sufficient and logical explanations to the subjects related to mineral occurrences.

The most important subjects are as follows:

- 1- The presence of a suitable host rock for mineral deposition.
- 2- The genetic type of mineralization and its relationship to the host rocks.
- 3- Grades of main and minor minerals and elements.
- 4- Paragenesis of elements and minerals.
- 5- The relation between the mineral indices and possible blind mineralization.
- 6- The erosional surface of ore deposit.

This paper presents the purpose, significance and the practical method for evaluating to achieve as close as possible to the above aims.

Kamo mineral occurrences, where have been identified in the Kashan Quadrangle map (1:25000), is an interesting mineralization zone for this purpose. 38 rock samples have been collected along a profile (AA') through the mineralization zone, and analysed for 14 elements and 10 oxides by spectrometry method.

The mineralization formed by contact metamorphism of Cretaceous Limestone and an intrusive granodiorite, as well as occurring within the Eocene Volcanic rocks. Chalcopyrite, Covellite, marcasite, arsenopyrite, pyrite, garnet, epidot, and magnetite (Iron Lenses) minerals are associated with the skarn zone and less dominated within the Volcano- sedimentary rocks.

According to the geochemical study, it has been found that the high concentration of Fe₂O₃, MgO, MnO, Cu, Ga, Y, Cr, CO, and Sn occurred in the first part of the profile AA' (eastern part) being associated with the skarn Zone.

The multiplicative values of above- ore elements and under - ore elements ratio, shows the possibility of mineralization in the eastern part of the study area, being close to the present surface.

Comparing matrix and also the cluster analyses indicate a strong possibility of the mineralization, particularly of the skarn type in the eastern portion as well as rocks of volcanic origin in the western parts. These two zones could be taken into account as the exploration targets.

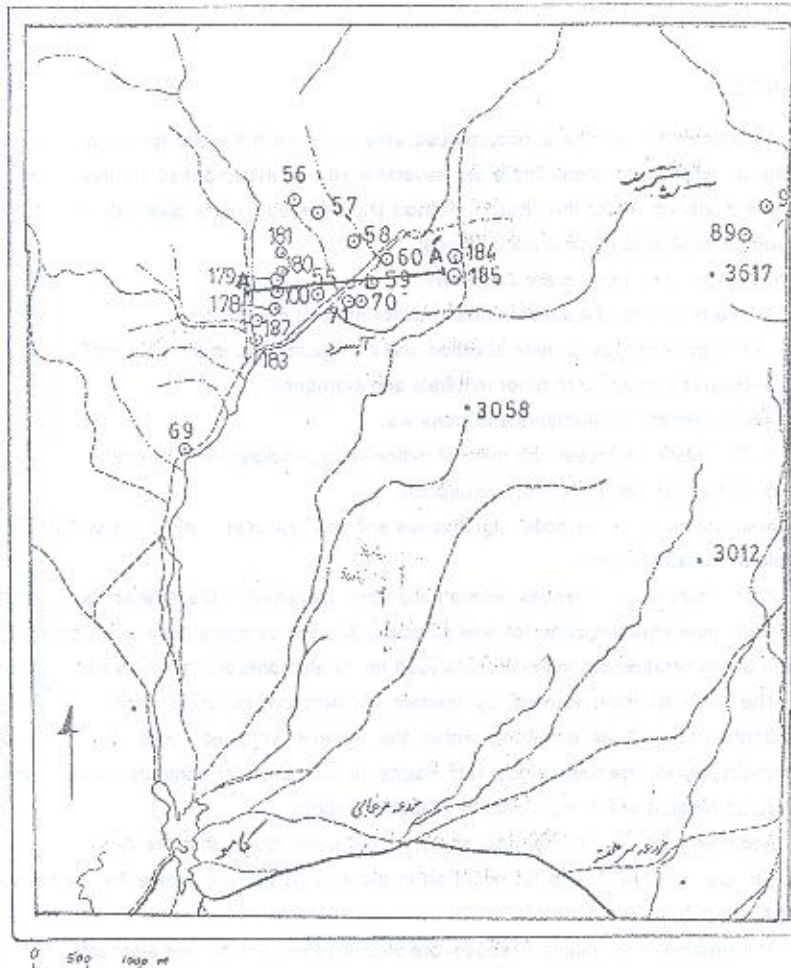
تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش‌های کانی‌شناسی، سنگ‌شناسی، و تجزیه شیمیایی، به پاره‌ای سئوالات اساسی - نظیر منشأ کانی‌سازی، رابطه کانی‌سازی با سنگ‌های دربرگیرنده، و ساختمان زمین‌شناسی، و همچنین مطالعه و بررسی حضور احتمالی توده کانی‌ساز که آثار آن به صورت اندیس مذکور رخ‌نمون دارد، و بالاخره تعیین لزوم یا عدم لزوم ادامه اکتشاف در محدوده اندیس - جوابی قانع‌کننده و مبتنی بر دلایل زمین‌شناسی و معدنی یافت.

مطالعه و ارزیابی اندیس‌های معدنی جهت تعیین ارزش اکتشافی آنها به روش‌های گوناگونی صورت می‌گیرد، ولی مسلم است که روش مذکور باید جوابگوی پاره‌ای سئوالات اساسی باشد. مقاله حاضر شاید الگویی ارائه دهد کلی و عمومی و قابل دسترسی، با هزینه‌ای کم، که نیازی به عملیات اکتشافی پرهزینه چون ترانسه و حفر چاله‌های اکتشافی و تهیه نقشه‌ها و مقاطع زمین‌شناسی و غیره نداشته باشد تا در صورت مثبت بودن نتایج بتوان طرحی اکتشافی با ضریب اعتماد بالا تهیه کرد.

اندیس دره کامو واقع در شمال دهکده کامو و شمال شرق شهرستان جوشقان قالی (کاشان) با توجه به بیرون زدگی سنگ‌های محتوی کانی‌های پیریت، کالکوپیریت، کولیت، عدسی‌های آهن، و کانی‌های تیپ اسکازن از نظر حضور احتمالی ذخایر معدنی قابل توجه است (نقشه‌های T.1 و T.2). منطقه مذکور به وسعت حدود ۵ کیلومتر مربع، طی اجرای طرح اکتشافات موضوعی توسط گروه معدنی سازمان زمین‌شناسی در ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ کاشان شناسایی و معرفی شد.

اندیس مذکور به لحاظ خصوصیات زمین‌شناسی و کانی‌سازی آن، یکی از مناطقی است که باید مورد ارزیابی اکتشافی قرار گیرد تا در صورت لزوم، و به شرط مثبت بودن نتایج ارزیابی، عملیات اکتشافی در آن اجرا گردد.

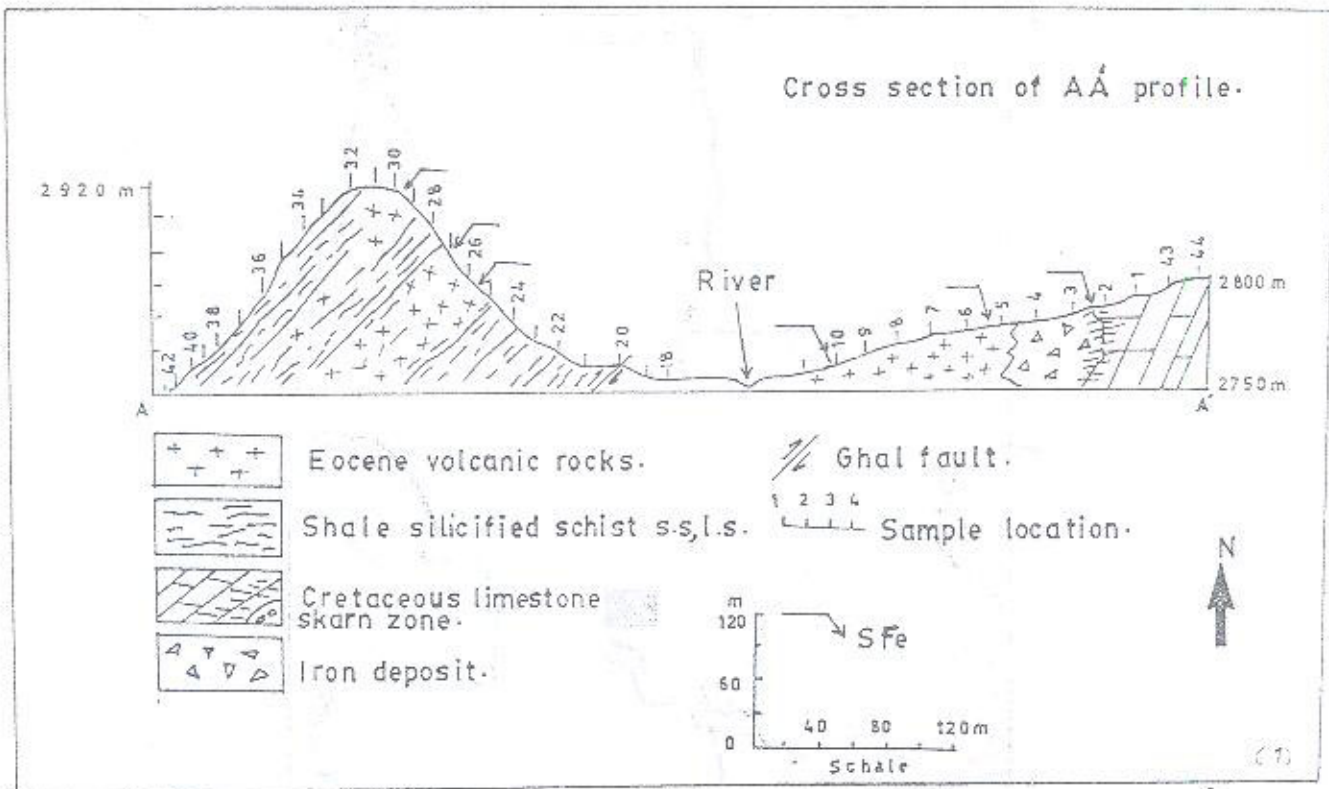
روشی که جهت ارزیابی اکتشافی دره مذکور به کار رفته عمدتاً بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی است، به طوری که بتوان از طریق



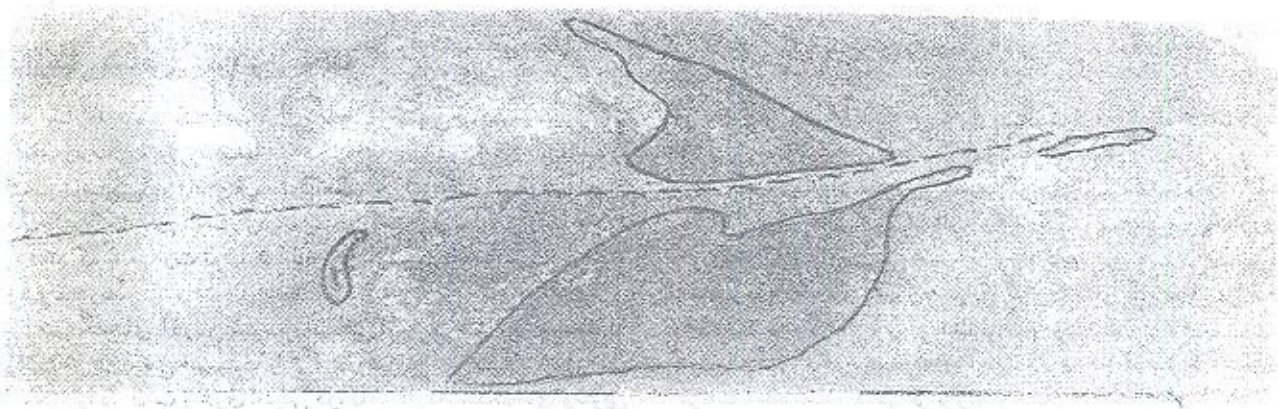
T.1 - موقعیت جغرافیایی و نمونه‌برداری چکشی در محدوده اندیس آبرسد و پروفیل AA'.

موقعیت نمونه‌های چکشی 56

موقعیت پروفیل مطالعاتی A' - A



مقطع شماره ۱:
 این مقطع موقعیت زمین‌شناسی، توپوگرافی و سنگ‌شناسی و هم‌چنین نمونه‌های واقع بر روی محور AA' را نشان می‌دهد.



عکس ۱ - موقعیت توپوگرافی و زمین‌شناسی اندیس آبسرد (دره گامو). نگاه به سمت شمال همان گونه که در عکس دیده می‌شود، عکس‌های آهن در کنساکت آهنک‌های کرتانه قرار دارند و در سمت شرق آهنک‌های کرتانه کریستالیزه (ابتدای پروقیل) مذکور به خوبی دیده می‌شوند. در محدوده آهنک‌های مذکور کانی‌های نئپ اسکازن پراکنده‌اند. بخش اول پروقیل AA' بین نمونه‌های ۱ تا ۲۲ در عکس ۱ دیده می‌شود.

۳- روش مطالعه و ارزیابی

اصولاً در قضاوت و ارزیابی‌های علمی، برای جلوگیری از هرگونه انحرافی، قضاوت باید بر مبنای مجموعه داده‌ها، مدارک، و یافته‌ها باشد. بطوری که بتوان از معلوم به مجهول و با استفاده از شواهد و دلایل منطقی به منشأ و ماهیت معلول پی برد، لذا انجام هرگونه ارزیابی و مطالعات اکتشافی باید به دور از هر نوع پیش‌داوری و تکیه بر الگوی شناخته شده صورت پذیرد. به عبارت دیگر، ابتدا باید داده‌های موجود را بررسی و ارزیابی کرد و در صورت تشابه با الگوهای شناخته شده، نتیجه‌گیری نهایی نمود.

ارزیابی اندیس دره کامو به کمک مجموعه‌ای از مطالعات ژئوشیمیایی در مراحل زیر صورت گرفته است:

- ۱- تعیین نوسان عیار عناصر از طریق تهیه نمودارهای انتشاری در محدوده اندیس.
 - ۲- انجام محاسبات آماری بر روی نمونه‌های برداشتی در طول پروفیل AA و نمونه‌های چکشی در محدوده اندیس.
 - ۳- انجام محاسبات همبستگی جهت تعیین رابطه ژنتیکی گروه عناصر هم‌خانواده، و علل حضور آنها.
 - ۴- تعیین ضریب نسبت عناصر فوق کانساری به تحت کانساری و تعیین سطح فرسایش اندیس کامو و احتمال حضور توده کانی‌ساز.
 - ۵- نمونه برداری چکشی در محدوده اندیس، همچنین در امتداد محور طولی اندیس مذکور به فاصله هر ۲۰ متر یک نمونه نمونه‌های برداشتی در هر ایستگاه شامل ۵ تا ۶ قطعه سنگ به وزن کلی یک کیلوگرم می‌باشد که پس از نمونه‌کوبی به روش اسپکترومتری و شیمی مورد تجزیه قرار گرفته‌اند.
- نتایج حاصل به صورت نمودارهای انتشاری، نمودارهای همبستگی، و غیره ارائه شده‌اند که همگی در تعبیر و تفسیر یافته‌ها به کار رفته‌اند.

۴- تعبیر و تفسیر و نتیجه‌گیری

۴-۱- تعیین نوسانات عیار عناصر در محدوده اندیس

جهت تعیین تغییرات عیار عناصر در محدوده اندیس، به ویژه در طول پروفیل AA از نمودارهای دو محوری X و Y استفاده شده است. در این نمودار بر روی محور X شماره نمونه، و بر روی محور Y عیار عناصر پیاده می‌شوند. برای مقایسه می‌توان عیار مجموعه‌ای از عناصر هم‌خانواده را بر روی یک نمودار نشان داد. برای مثال، در نمودار D.7 تغییرات عیار عناصر مس، سرب، روی، و اکسید سیلیسیوم در امتداد محور AA روند قابل توجهی را ارائه می‌نمایند. در ابتدای پروفیل، عیار مس و روی افزایش، و عیار سرب و سیلیس کاهش نشان می‌دهند، و در بخش سوم پروفیل، عیار عناصر مذکور عکس آن را نشان می‌دهند. نمودار D.8، تغییرات عیار باریوم، سرب، و روی را نشان می‌دهد. رفتار روی در بخش اول پروفیل عکس باریوم و سرب است (روی افزایش، و سرب و باریوم کاهش دارند)، در صورتی که در بخش میانی و انتهایی پروفیل، هر سه عنصر تقریباً روندی یک شکل دارند. در نمودار D.6 کرم و کبالت رفتاری یکسان دارند. کبالت در ثلث اول پروفیل به حداکثر تمرکز خود رسیده است، در صورتی که

عیار کرم در نیمه سوم پروفیل به حداکثر می‌رسد.

انتشار عناصر نادر چون گالیوم، ایتریوم، و اسکاندیوم نیز روند خاصی را نشان می‌دهد. عیار این عناصر در نیمه اول پروفیل افزایش، در بخش میانی پروفیل ایتریوم و اسکاندیوم کاهش نشان می‌دهد؛ در بخش انتهایی پروفیل، عناصر مذکور مجدداً افزایش می‌یابند؛ رفتار SiO₂ در ثلث اول پروفیل کاهش، و در بقیه پروفیل افزایش دارد.

با مقایسه تغییرات عیار عناصر در طول پروفیل AA می‌توان محل تمرکز و تجمع عناصر مختلفه- و به عبارت دیگر محل کانی‌سازی احتمالی- را معلوم کرد.

۴-۲- محاسبات آماری

اگر چه در محدوده اندیس مذکور، که کانی‌سازی در سطح رخ‌نمون دارد، انجام محاسبات آماری چندان لزومی نخواهد داشت، ولی به جهت تعیین شدت کانی‌سازی و تعیین فاکتورهای آماری که در تعبیر و تفسیر نقاط آنومالی و تمرکز یافته کانی‌ساز نقشی اساسی و گویا دارند، انجام آن مفید است.

جدول ۱ پارامترهای آماری انتشار عناصر را در طول پروفیل AA نشان می‌دهد، و چنانچه ارقام به دست آمده آنومالی‌های سه گانه نوع اول، دوم، و سوم عناصر مختلفه را با کلارک یا حد استاندارد انتشار آنها در واحدهای سنگی مشابه مقایسه کنیم، به میزان غنی‌شدن و تمرکز عناصر در محدوده سنگ‌های آندیس مذکور پی خواهیم برد.

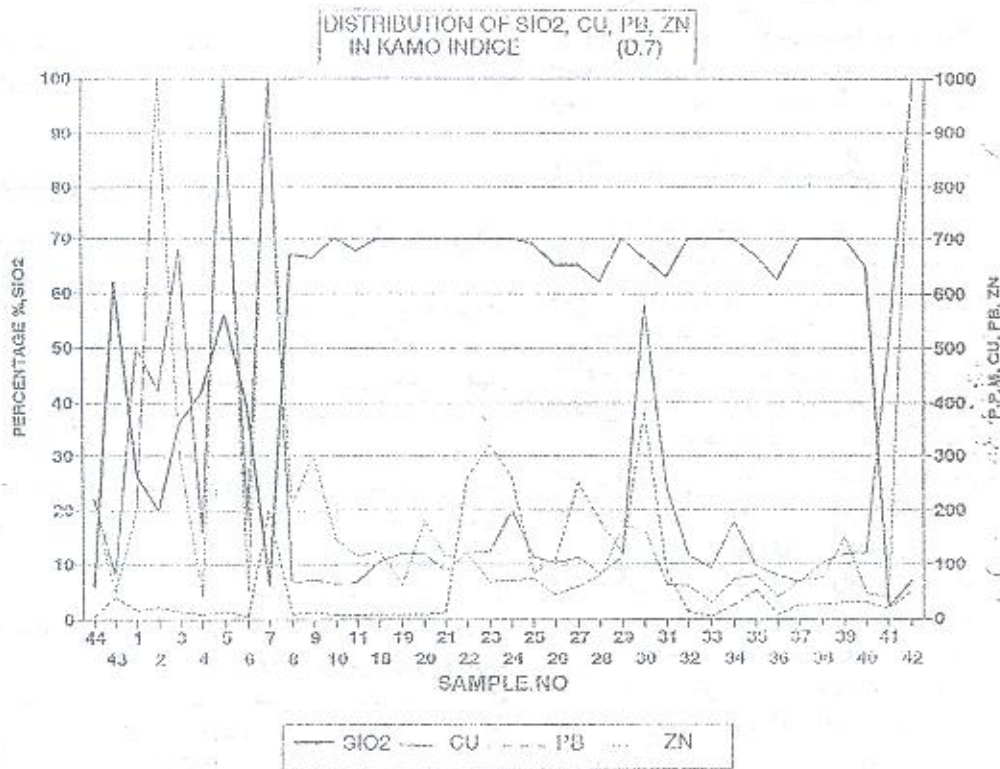
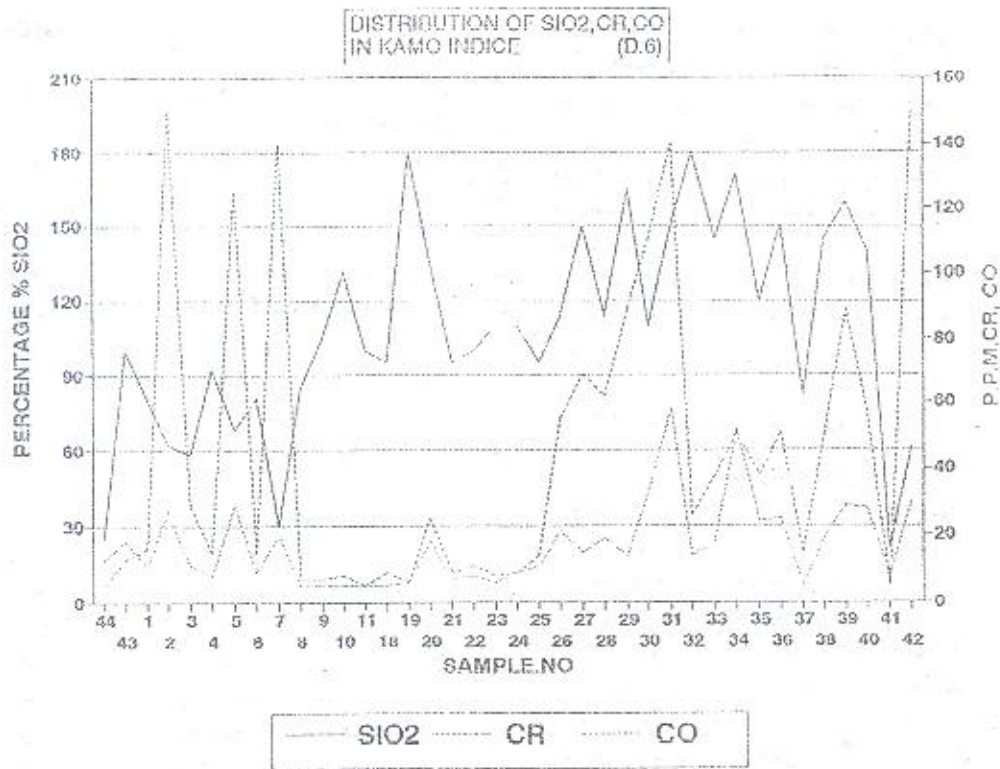
حضور آنومالی‌های مطلق (3S+x) برای عناصر مس، مولیبدن، سرب، روی، قلع، و تفره در محدوده مورد مطالعه گویای آن است که احتمالاً کانی‌سازی با ضریب اطمینان بالایی برای عناصر مذکور وجود دارد که محاسبات همبستگی احتمال مذکور را قوت می‌بخشد.

۴-۳- محاسبات همبستگی

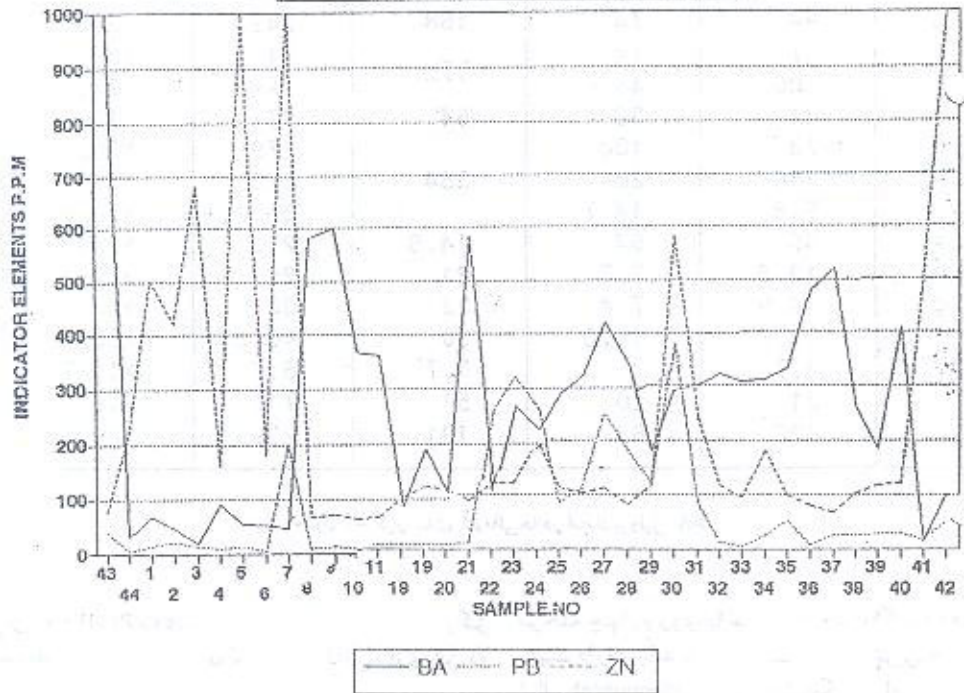
محاسبات همبستگی در واقع نشان دهنده رابطه ژنتیکی و کانی‌سازی گروهی از عناصر هم‌خانواده‌اند، به طوری که عناصر هم‌خانواده معمولاً با هم متمرکز و تشکیل می‌شوند، لذا با انجام این گونه محاسبات می‌توان تعداد عناصری را که با هم تشکیل و از محل کانی‌ساز جدا می‌گردند، و همچنین کانی‌سازی ویژه‌ای را که به وقوع پیوسته است تا اندازه‌ای معلوم و مشخص ساخت.

محاسبات همبستگی خطی معمولاً رابطه ژنتیکی و کانی‌زایی دو عنصر را نسبت به یکدیگر نشان می‌دهند و همبستگی خوشه‌ای نشانه‌ای از رابطه گروهی از عناصر با یکدیگر است.

عناصر مس و روی در امتداد پروفیل AA بیش‌ترین ضریب همبستگی را دارند (r=0.82). واضح است که هرچه رقم حاصل از ضریب همبستگی (r) به یک نزدیک‌تر باشد، شدت و میزان همبستگی بیش‌تر خواهد بود. انتشار جغرافیایی این دو عنصر در محدوده مورد مطالعه نیز به طور کامل برهم منطبق‌اند (نقشه‌های M1، M7) در محدوده شرقی محدوده اکتشاف و نیمه اول پروفیل AA خط طراز PPM300 مس نشانه‌ای از تمرکز بالای این عنصر در این محدوده است. نقشه M7 موقعیت تمرکز عنصر روی را نشان می‌دهد که با کمی

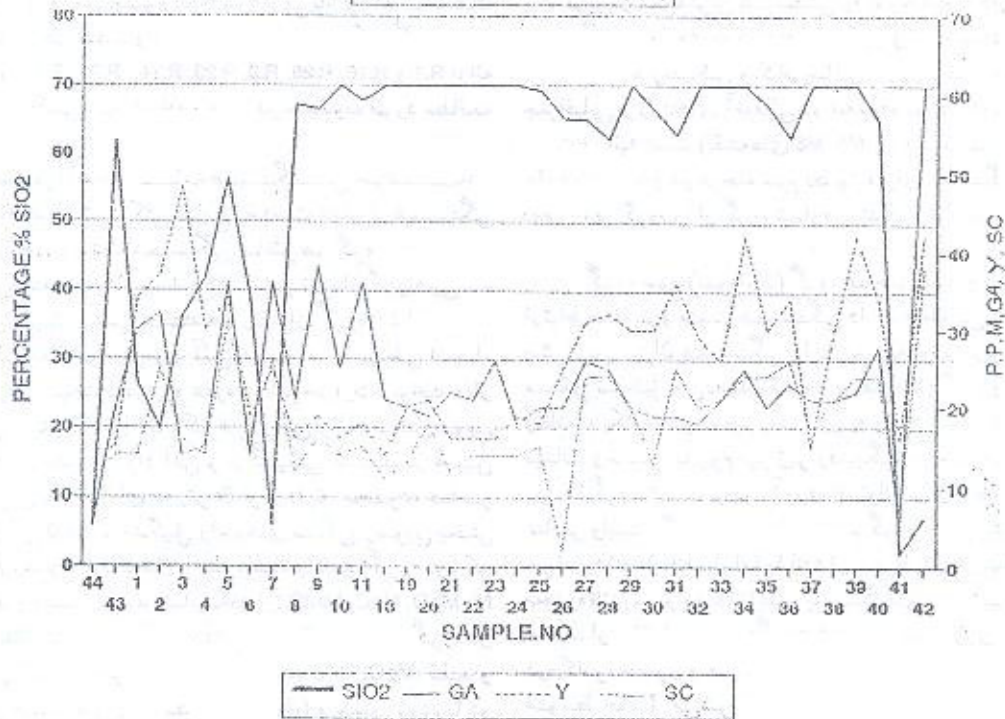


SUPRA ORE INDICATOR ELEMENTS
IN KAMO (D.8)



— BA PB ZN

DISTRIBUTION OF SiO_2, GA, Y, SC
IN KAMO INDICE (D.9)



— SiO_2 GA Y SC

عنصر	mean \bar{x}	Sd \bar{s}	$\bar{x} + \bar{s}$	$\bar{x} + 2\bar{s}$	$> \bar{x} + 3\bar{s}$
Cu	94	74	168	242	>300
Co	17	12	29	41	>53
Cr	106	44	150	194	>238
Ni	31	33	64	97	>130
Pb	78	100	179	279	>380
Zn	180	204	384	588	>792
Mo	6.8	14.7	21.5	36.2	>50.9
Sr	89	54	14.8	202	>256
Sn	13.5	7.7	21	29	>37
Sc	14.9	7.4	22	30	>37
Ga	19.7	10.3	30	40.3	>50.6
Ag	2.7	3	5.7	8.7	>11.7
Y	31	20	51	71	>99
V	123	58	181	239	>297

جدول ۱- گروه‌بندی آنومالی‌ها در امتداد پروفیل AA'

مرحله چهارم روی با سه عنصر مس، اکسید آهن و گالیوم همبستگی مثبت دارند باید توجه داشت که قوی‌ترین همبستگی از نقطه نظر توالی (Sequence) و دوری و نزدیکی عناصر در موقع تشکیل نسبت به یکدیگر (Zonality) در سه بعد فضایی، از هسته هر گروه شروع می‌شود یعنی در مرحله اول از نقطه نظر ترکیب شیمیایی و همچنین شکل فیزیکی (دوری و نزدیکی) دو عنصر مس و اکسید آهن بیش‌ترین و شدیدترین همبستگی را با یکدیگر دارند و در مراحل بعدی، گالیوم و روی به دو عنصر مذکور وابسته هستند. ارتباط ژنتیکی و کانی‌سازی این عناصر به صورت انتشار جغرافیایی و زون‌های آنومالی در محدوده مورد مطالعه به خوبی قابل رؤیت و تأیید است (نقشه‌های M5, M8, M9, M6). کبالت و نیکل در درجه اول و سپس Y و در مرحله سوم Se نیز دارای همبستگی شدیدی بوده و دومین زیر گروه را از گروه شماره ۲ تشکیل می‌دهند.

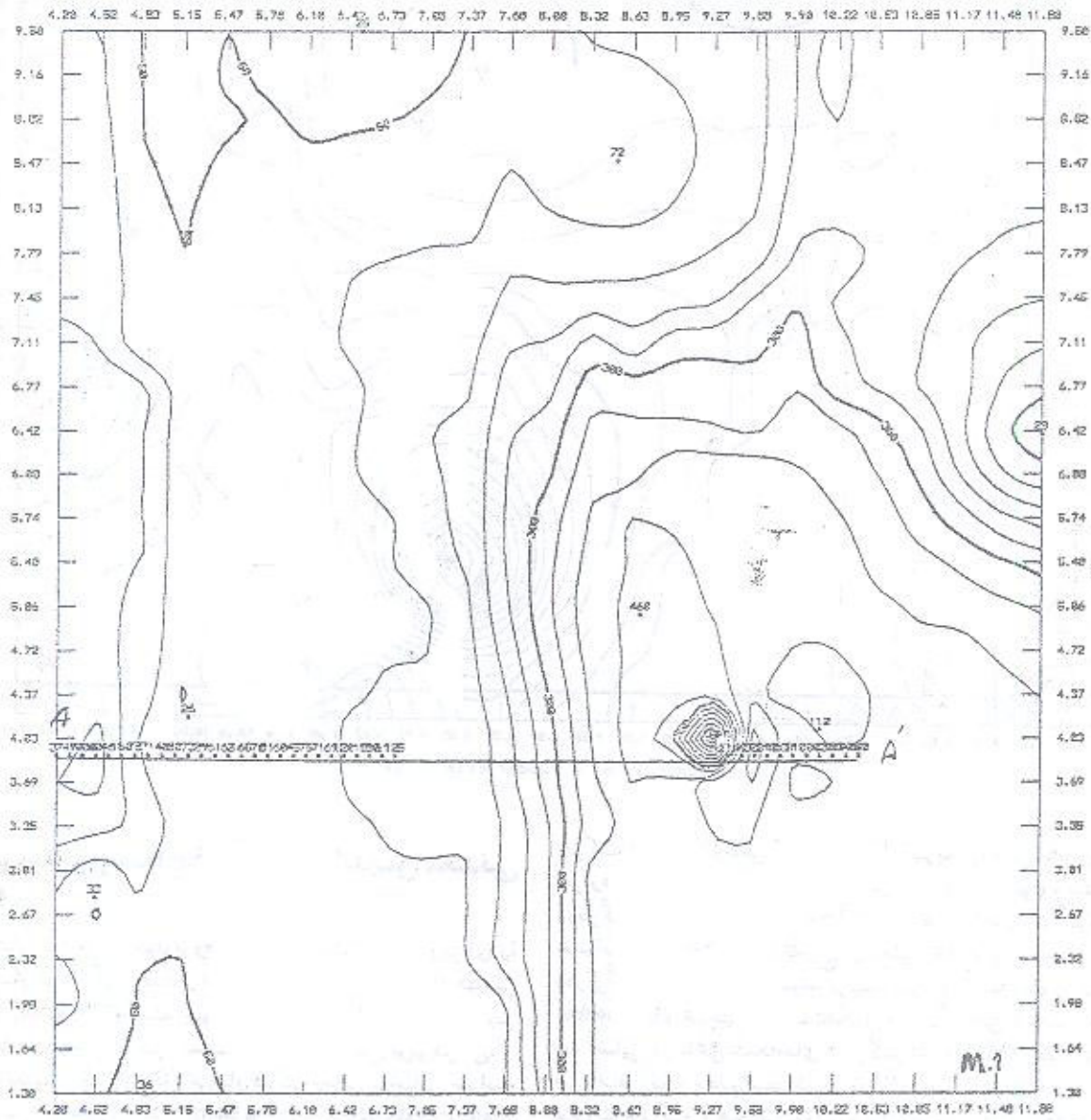
گروه سوم (نمودار 5) گروه عناصر اسید و بعضاً بازیک را که ارتباط مستقیم و مثبت همبستگی دارند ارائه می‌نماید. سرب و نقره بیش‌ترین میزان همبستگی را دارند، که اولین زیر گروه را به طور مستقل تشکیل می‌دهند (نقشه‌های M9, M6). کرم و سیلیس، و بعداً وانادیوم یک مجموعه زیررده را نیز به وجود آورده‌اند. اکسید پتاسیم و تیتان، و سپس باریوم نیز زیر رده‌دیگر، و مجموعاً همراه با دومین زیر رده گروه ۳ را به وجود آورده‌اند. توالی و ارتباط، دوری و نزدیکی عناصر وابسته، که مجموعه‌ای از زیر گروه‌ها و زیر رده را در محاسبات خوشه نشان داده‌اند، تماماً با انتشار جغرافیایی زون‌های آنومالی در محدوده‌اندیس و رابطه ژنتیکی با سنگ‌های دربرگیرنده خود منطبق هستند. از مطالعات همبستگی خطی و خوشه بر روی نمونه‌های اندیس دره کامو، حضور و همبستگی عناصر کانسار ساز به ویژه تیپ اسید تا متوسط حاصل می‌شود که احتمالاً در رابطه با پدیده متامورفیسم مجاورتی با توده آهک‌های کرتاسه (اسکارن) است.

انحراف خط طراز ۱۰۰۰ PPM روی بر محدوده بالاترین حد تمرکز مس منطبق است، لذا از نقطه نظر احتمال تمرکز و کانی‌سازی این دو عنصر در بالاترین حد قرار دارند.

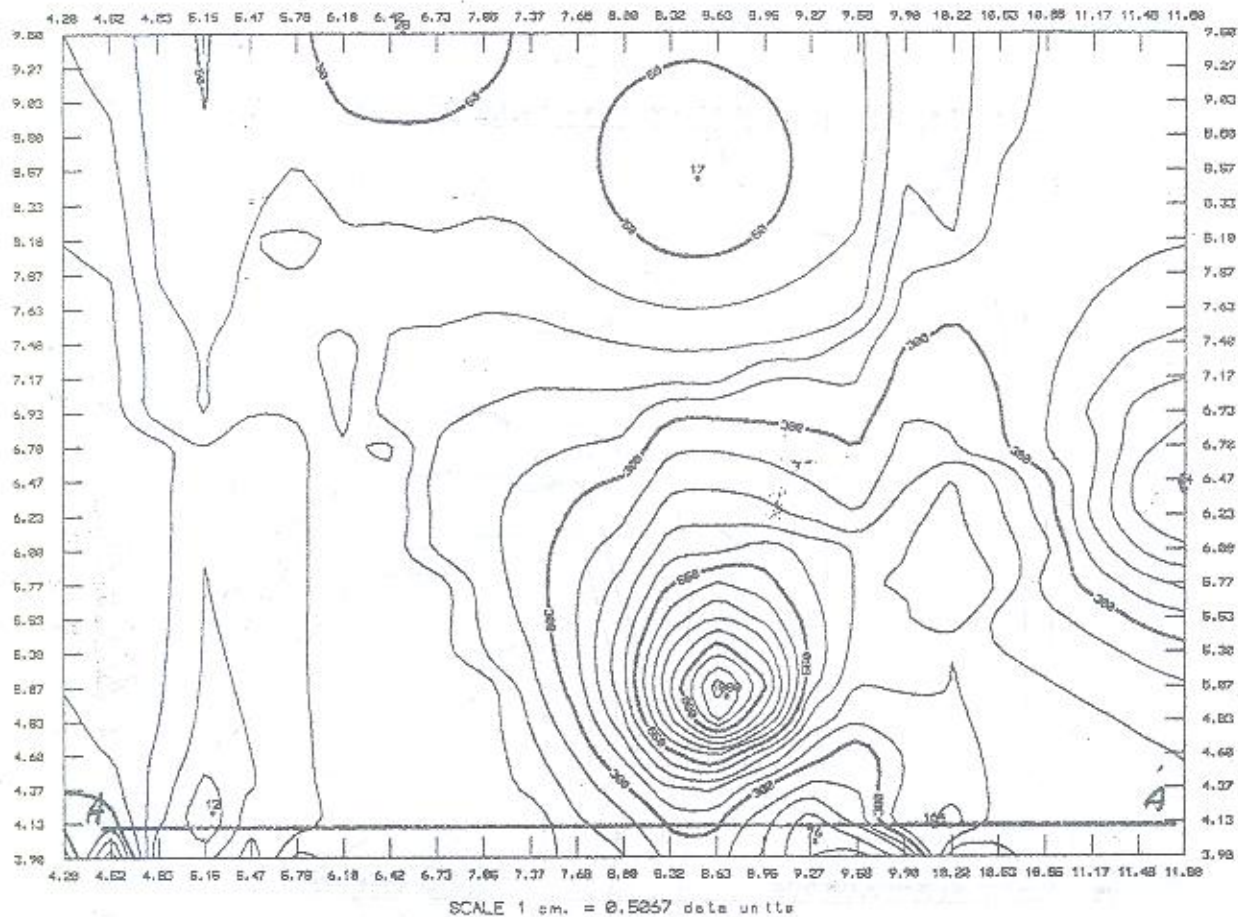
همبستگی خطی عناصر نیکل و مس ($r=0.694$)، نیکل و روی ($r=0.636$)، مس و روی ($r=0.820$)، کبالت و نیکل ($r=0.709$)، کرم و وانادیوم ($r=0.557$)، گالیوم و اسکاندیوم ($r=0.476$)، مس و گالیوم ($r=0.684$) و باریوم و استرانسیم ($r=0.600$) می‌باشند که تماماً نشان دهنده میزان همبستگی شدید و مثبت این عناصر با یکدیگر هستند نمودارهای شماره R.1, R.16, R.25, R.9, R.29, R.14, R.21, R.15 ارائه دهنده همبستگی عناصر هم‌خانواده و مهم در محدوده مورد مطالعه هستند.

نتایج حاصل از محاسبات همبستگی خوشه‌های (Cluster analysis) ضمن تأیید کلی نتایج به دست آمده از همبستگی خطی، ارتباط گروهی و شدت همبستگی عناصر هر گروه را نسبت به یکدیگر نشان می‌دهند (نمودار شماره 5). در این نمودار گروه‌هایی که دارای همبستگی مثبت و غنی هستند عبارتند از: گروه ۱ شامل: CaO, Sr, P2O5, L.O.I, مواد قرار و آلی هستند که در طی انجام آزمایشات به طریق اسپکترومتری و غیره در اثر حرارت سوخته و از محیط خارج می‌شوند) CaO و L.O.I که هر دو می‌توانند منشأ رسوبی داشته و بیش‌تر در رابطه با مواد آلی و ارگانیکی هستند. در همین گروه P2O5 و سپس با فاصله‌ای دورتر Sr قرار دارند. مجموعه عناصر همبسته این گروه می‌توانند با تشکیل واحدهای سنگی رسوبی بخش اول پروفیل AA' (محدوده آهک‌ها) رابطه داشته باشند. گروه دوم که همبستگی شدید و مثبت دارند عبارتند از: Ni, MgO, MnO, Na2O, Cu, Zn, Ga, Y, Se, Sn, CO, اکسید آهن Fe2O3، از همین گروه در درجه اول مس و اکسید آهن، نیکل و کبالت، MgO, MnO، قلع و Na2O شدیدترین همبستگی را داشته (درجه اول) و سپس روی با دو عنصر مس و اکسید آهن، گالیوم در مرحله سوم با همین دو عنصر و در

- Cu -



SCALE 1 cm. = 0.5467 data units



۵- کانی‌سازی و سطح فرسایش در اندیس معدنی دره کامو

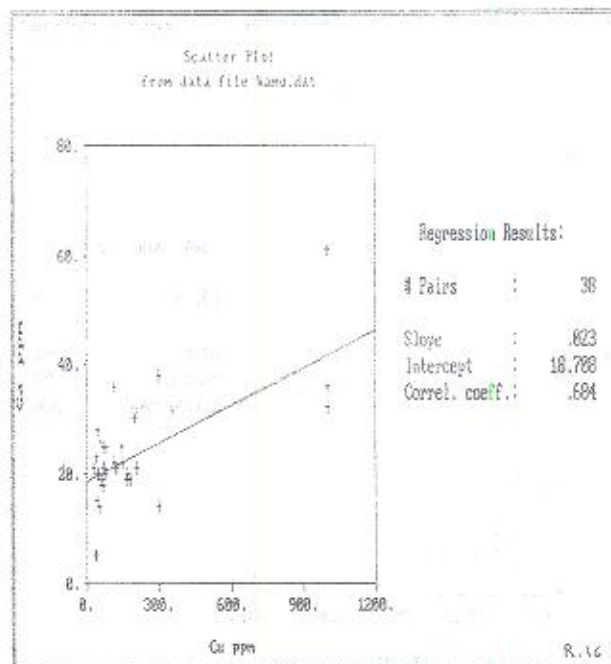
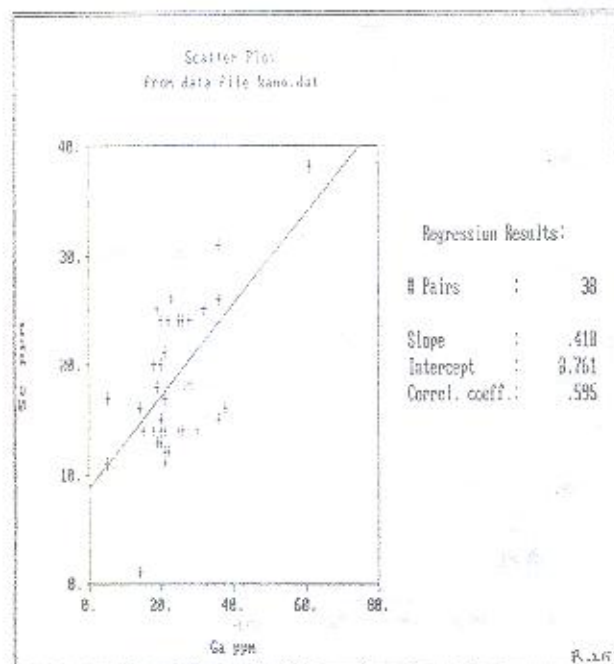
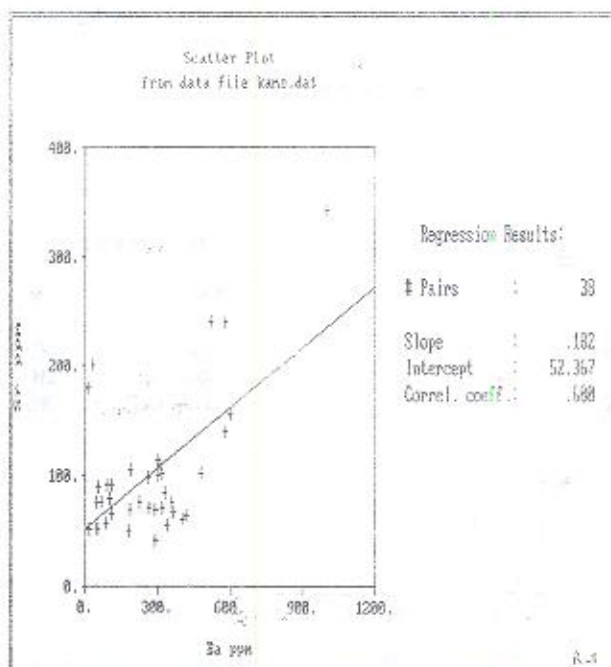
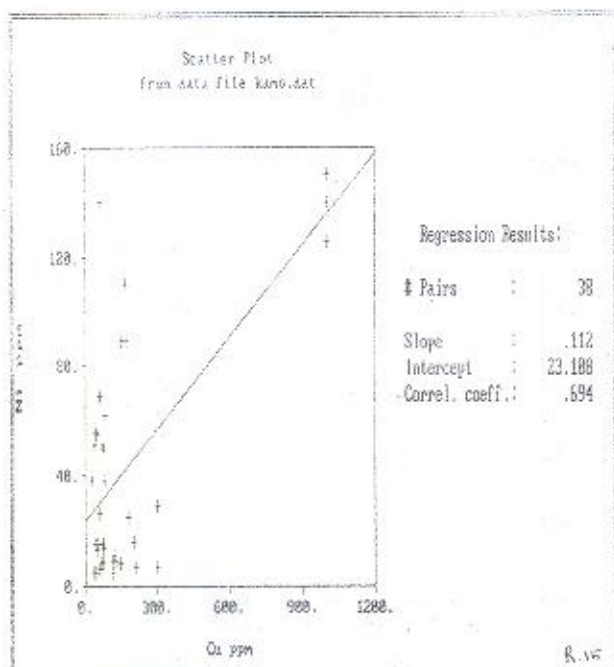
انتشار عناصر در طول پروفیل برداشت شده روند ویژه‌ای را ارائه می‌نمایند این‌گونه انتشار در رابطه مستقیم با تشکیل عناصر هم‌خانواده (Paragene) است. جهت ارزیابی انتشار عناصر و تعیین سطح فرسایش اندیس مذکور نسبت به سطح فعلی توپوگرافی، و همچنین موقعیت احتمالی توده کانی‌ساز دیاگرام‌هایی بر اساس ضرایب نسبت عناصر کانسار ساز (Ratio indexes of ore forming elements) تهیه شده است. در مجموع ۷ دیاگرام بر اساس ضرایب نسبت عناصر مختلفه تهیه شده که ۶ تای آن چگونگی انتشار، و دیاگرام هفتم مجموعه انتشار همه ضرایب را در امتداد پروفیل AA' نشان می‌دهد (نمودارهای P1 تا P7).

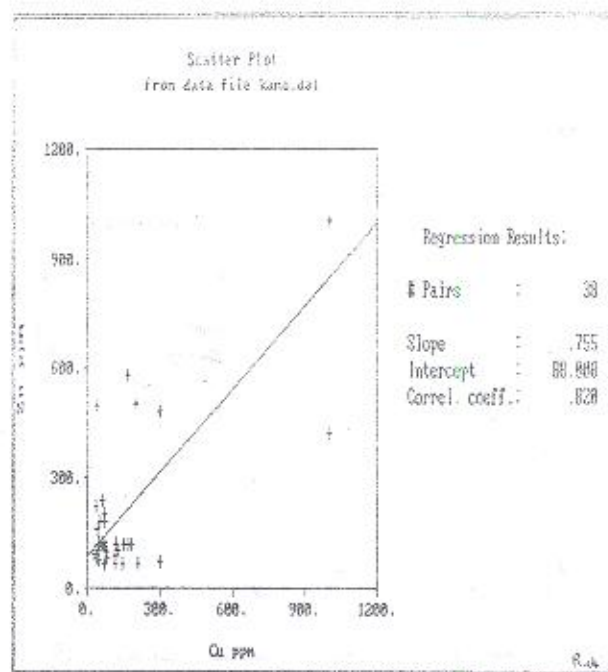
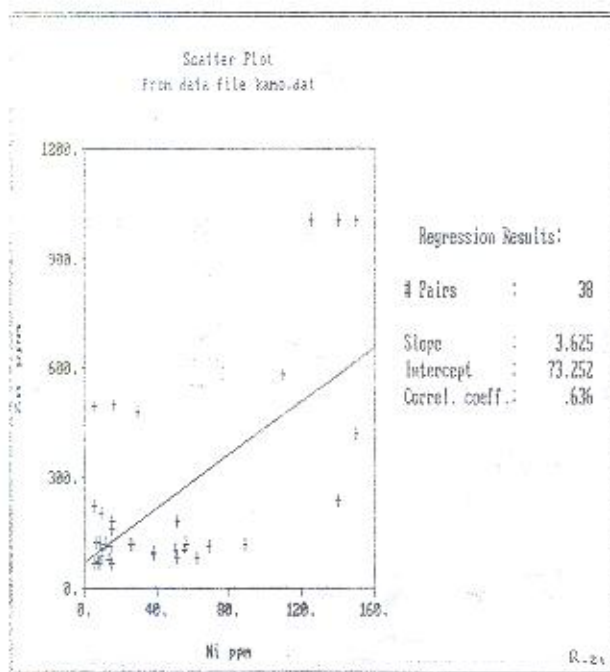
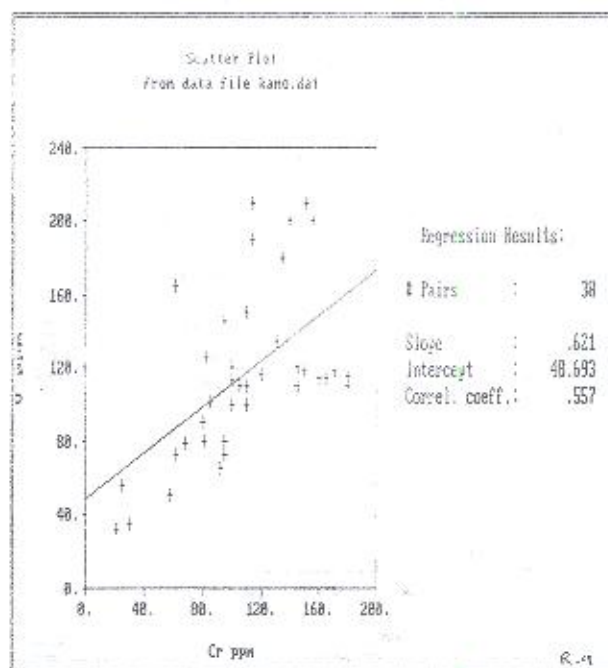
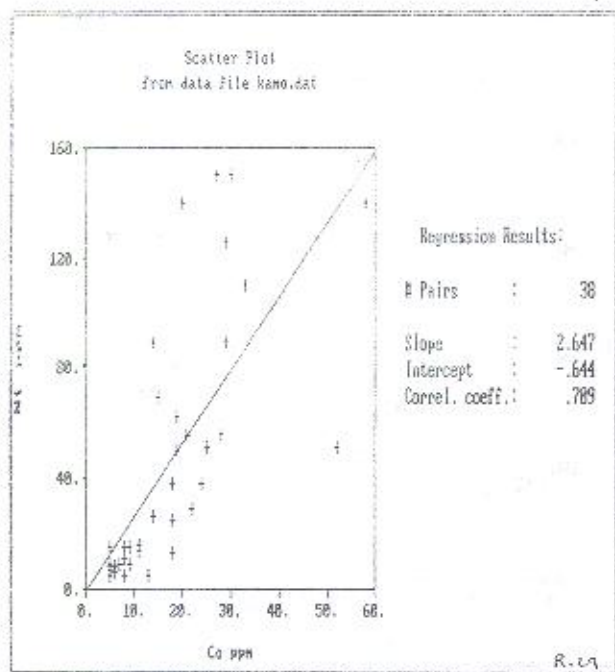
۵-۱- نسبت عناصر فوق کانساری به عناصر تحت کانساری

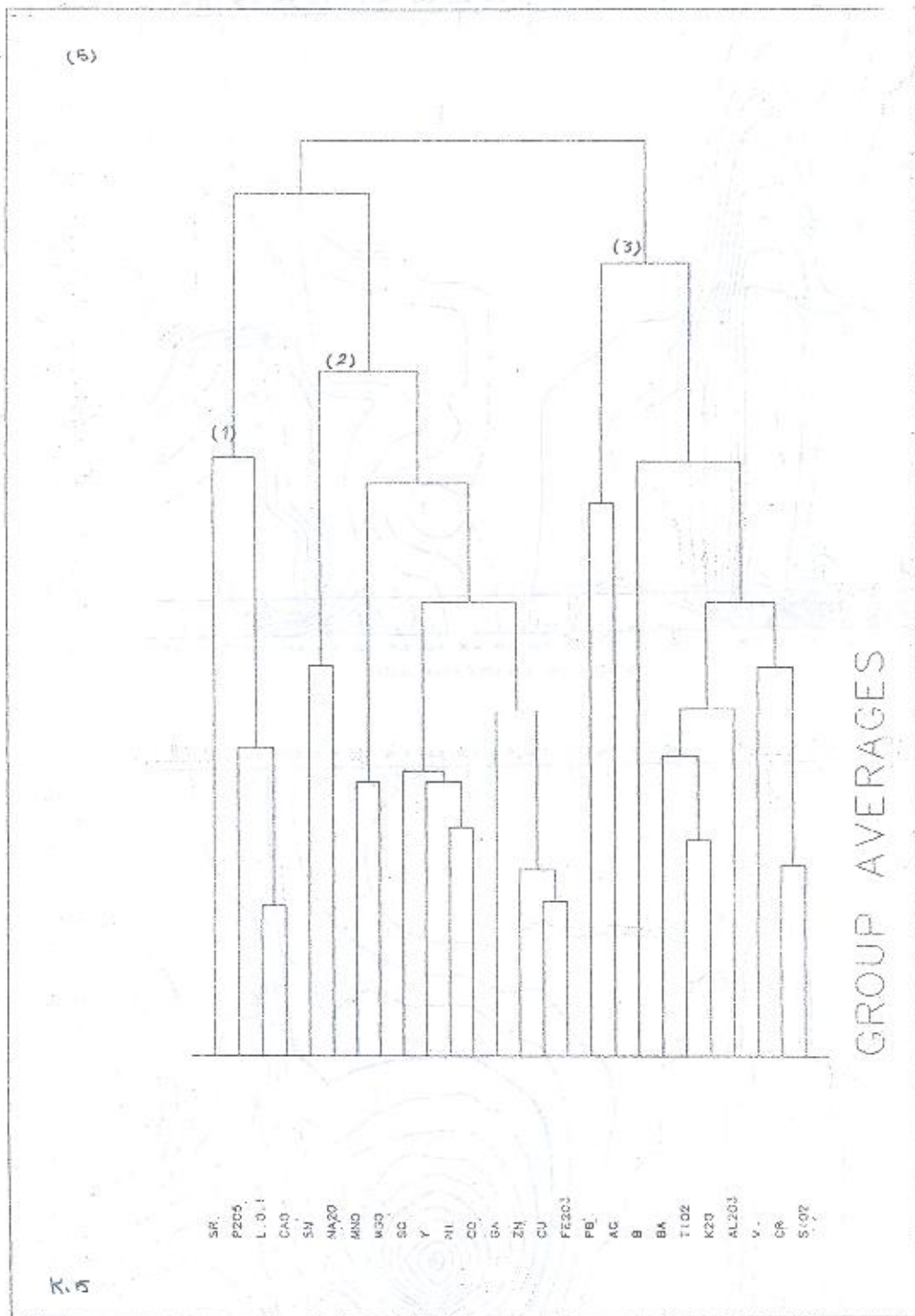
اصولاً عناصر به صورت محلول در یک محلول ماگمایی یا هیدروترمالی، تا زمانی که شرایط فیزیکوشیمیایی آن برهم نخورده است، همراه با محلول گرمایی به سمت طبقات فوقانی یا جانبی

حرکت می‌کنند زمانی که به هر دلیل فیزیکی، مثل فشار و درجه حرارت، یا دلیل شیمیایی هم‌چون تغییر در ترکیب محلول و سنگ‌های دربرگیرنده و غیره به وجود آید، عناصر به صورت گروهی یا خانواده‌گی (Pargenece) به تدریج از محلول خارج و در محیط اطراف (دربرگیرنده) نهشته می‌شوند ترتیب خروج از محلول را سکانس (Sequence) و همچنین ترتیب تشکیل و قرار گرفتن عناصر را در سه بعد فضایی در داخل سنگ‌های دربرگیرنده زون Zonation یا Zonality می‌نامند آنچه مسلم است در هر نقطه فضایی، تمرکز عناصر هم به صورت حداکثر و هم به صورت حداقل صورت می‌گیرد؛ به عبارت دیگر، در هر نقطه که عمل نهشته شدن و تمرکز مجموعه‌ای از عناصر پدید آید، تعدادی از عناصر با عیار بالا و تعدادی دیگر با عیار پایین ولی توأم تشکیل می‌شوند در این صورت، عناصری که عیار بالا دارند ماده اصلی معدنی را تشکیل می‌دهند، و عناصر دیگری که تمرکز و عیار کم‌تری دارند به نام عناصر همراه یا By Product خوانده می‌شوند، لذا تشکیل کانسارهای فلزی اکثر آچند عنصری است و به پلی‌متال معروف اند.

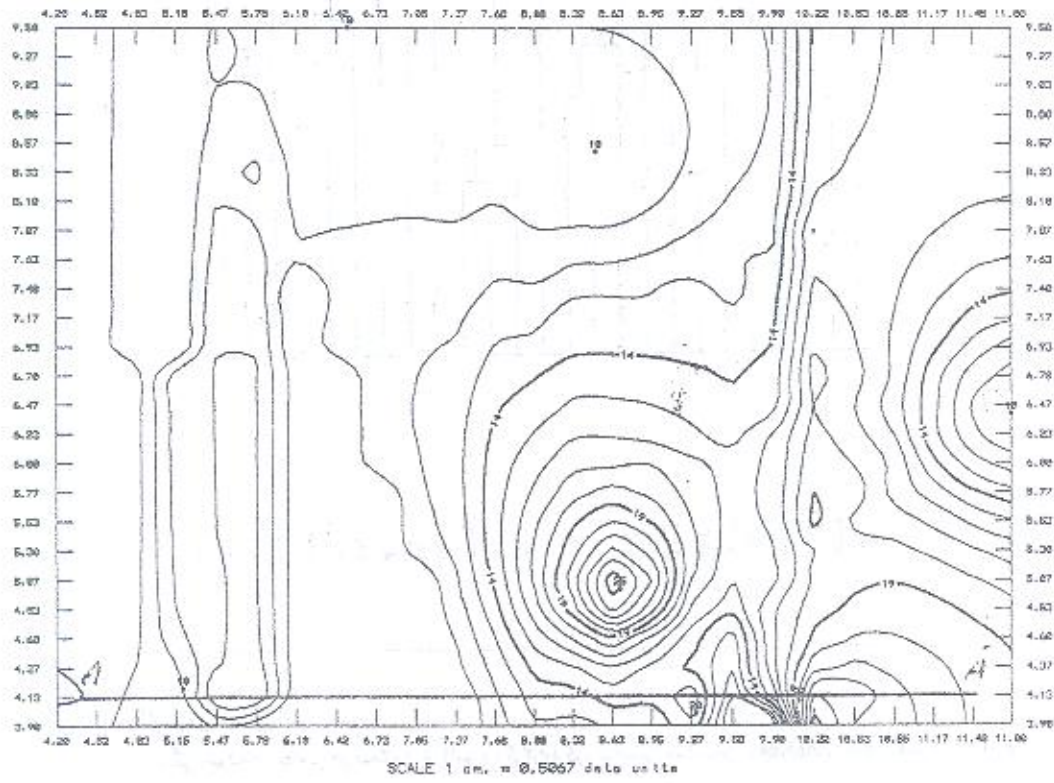
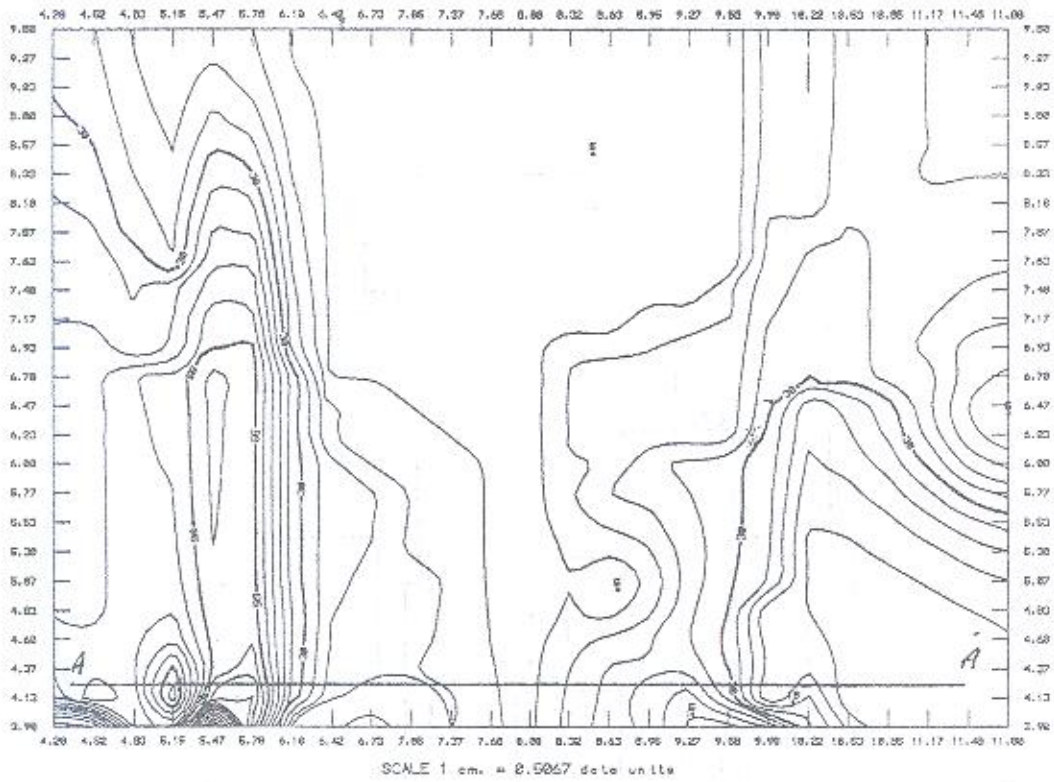
عامل دیگری که در چگونگی تشکیل، تفریق، و نهشته شدن عناصر در یک توده معدنی نقشی اساسی را دارد نوع عناصر است. برای مثال، عناصری مثل کرم، کبالت، نیکل، و ۱۰۰ به دلیل ثقل بالای خود در همان مراحل اولیه تفریق از محلول خارج می‌شوند و عناصر مربوط

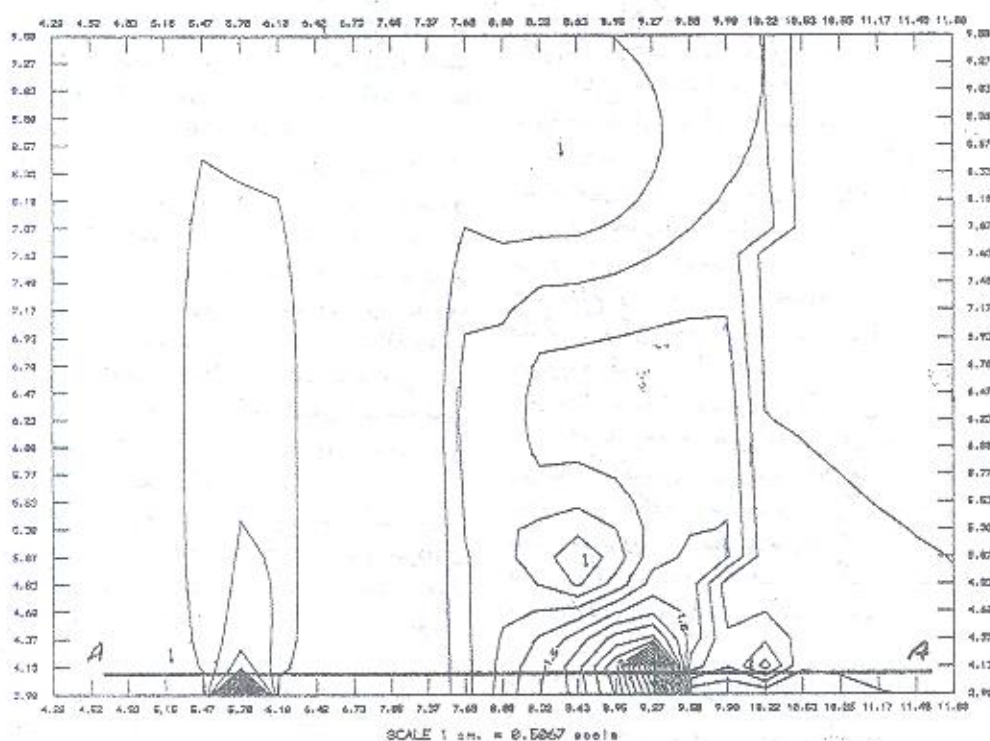
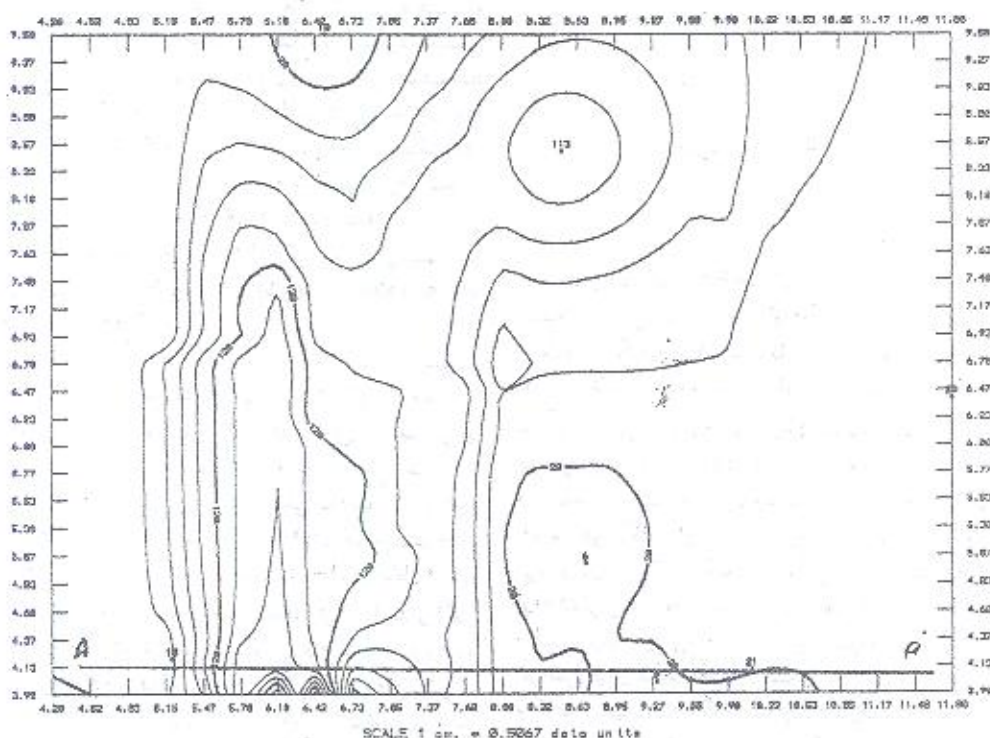






دیاگرام شماره ۵:
همبستگی خوشه‌ای عناصر در منطقه دره کامو. دیاگرام مذکور بر اساس محاسبات Cluster Analyses به دست آمده است.





توضیح نقشه‌ها:

نقشه‌های شماره M1, M5, M7, M8, M9 هر یک موقعیت انتشار عناصر را در محدوده اندیس دره کامو نشان می‌دهند. خطوط طراز گویای انتشار عناصر بر حسب PPM است. در نقشه شماره M1 موقعیت انتشار مس را در محدوده اکتشاف و در طول پروفیل AA' در مرکز نقشه به صورت نقاط متحد دیده می‌شود و در بقیه نقشه‌ها پروفیل AA' منطبق بر محور X (ضلع جنوبی چهارگوش) می‌باشد.

۴)	$\frac{Ag}{Cu}$	P.4	نمودار
۵)	$\frac{Ag, Pb, Zn}{Co, Cu, Mo}$	P.5	نمودار
۶)	$\frac{Pb, Mo}{Pb, Zn}$	P.6	نمودار

در دیاگرام P.1 عیار عناصر باریوم، سرب، و روی، که مشخص‌ترین عناصر تمرکز یافته در بخش فوقانی یک توده معدنی است، در یکدیگر ضرب شده و بر حاصل ضرب عیار عناصر تحت کانسار تقسیم شده است. ضرایب به دست آمده در هر نمونه به صورت دیاگرام تغییرات ضرایب بر روی محور Y پیاده شده است، لذا چنانچه در طول پروفیل AA' دقت کنیم متوجه می‌شویم که بین نمونه‌های ۴ تا ۲۰ مقدار ضریب مذکور به حداقل رسیده است، یعنی مقدار عیار عناصر فوق کانساری نسبت به عناصر تحت کانساری فوق‌العاده کم بوده و در نتیجه سطح توپوگرافی در محدوده نمونه‌های فوق نزدیک‌ترین فاصله را نسبت به سطح اصلی توده معدنی دارد. در بخش میانی پروفیل، یعنی در محدوده بین نمونه‌های ۲۱ تا ۳۲، مجدداً در اثر افزایش عیار عناصر فوق کانساری، یعنی عیار باریوم، سرب، و روی، و کاهش عیار مس، کبالت، و قلع رقم به دست آمده حدود ۲۵۰۰ است (بالاترین رقم به دست آمده) و در نتیجه سطح فعلی توپوگرافی نسبت به سطح کانسار فاصله و در واقع توده معدنی احتمالی یا زون کانی‌ساز در عمق بیش‌تری قرار دارند.

نتایج به دست آمده از ضرایب در ۵ نمودار دیگر همگی مشابه نتایج حاصل از نمودار P.1 اند، یعنی بخش اول پروفیل نزدیک‌ترین فاصله را نسبت به سطح کانسار دارد (P.7). نتایج نهایی حاصل از مطالعه تعیین ضرایب کانی‌سازی عبارت‌اند از:

۱- محدوده واقع بین نمونه‌های ۴۴ تا ۲۰ (شرق پروفیل) منطبق بر زون کانی‌ساز عناصر تحت کانساری، یعنی مس، کبالت، نیکل، آهن، قلع، و ۰۰۰ است و محدوده واقع بین نمونه‌های ۲۱ تا ۳۲ با تمرکز و تشکیل احتمالی عناصر فوق کانساری، به ویژه سرب، روی، باریوم، و نقره، انطباق دارد؛ و بخش سوم پروفیل نیز شرایطی کم و بیش مشابه بخش اول پروفیل دارد ولی شدت آن کم‌تر است.

۲- با توجه به حضور عدسی‌های آهن و مشاهده کانی‌هایی چون پیریت و کالکوپیریت، و حضور کانی‌های ویژه اسکارن مثل گارنت و اپیدوت در آهک‌های مجاور و در برگیرنده عدسی‌های آهن، می‌توان بخش اول پروفیل را منطبق بر یک کانسار احتمالی از نوع اسکارن دانست که مشخصات همبستگی عناصر و انتشار آن‌ها در محدوده مذکور، نظریه حضور کانسار احتمالی را قوت می‌بخشد.

۵-۲- رابطه کانی‌سازی و واحدهای سنگی مختلف

سنگ‌های موجود در محدوده اندیس معدنی دره کامو، به ویژه در پروفیل AA' عبارت‌اند از آهک‌های سفیدرنگ کرتاسه که در بخش شرقی پروفیل (ابتدای پروفیل) قرار دارند و در مجاورت آهک‌های مذکور، عدسی‌های متعددی از آهن نیز تشکیل شده است. به سمت غرب لیتولوژی منطقه تغییر می‌یابد و به تدریج به سنگ‌های خروجی

به ماگمای اسیدی چون سرب، روی، نقره، آرسنیک، آنتمون، و غیره به تدریج در مراحل پایانی تفریق از محلول کانسار ساز یا توده معدنی مشتق می‌گردند. طبیعی است که پاره‌ای عناصر، مثل مس، مولیبدن، قلع، و غیره، در محدوده حد واسطه زون بازیک و اسیدی از محلول جدا می‌شوند به طور کلی، در یک توده معدنی، عناصر مربوط به سنگ‌های بازیک در بخش‌های تحتانی نهشته می‌شوند و به عناصر معرف تحت کانسار (Under ore Indicator Elements) معروف‌اند، و عناصر اسیدی متعلق به سنگ‌هایی که در بخش‌های فوقانی توده معدنی نهشته می‌شوند، عناصر معرف فوق کانساری (ore Indicator Elements) نام دارند (S. V. Grigorian, 1975).

با توجه به این مقدمه، می‌توان چنین نتیجه گرفت که نسبت عناصر فوق کانساری به تحت کانساری در هر سطح از توده معدنی می‌تواند راهنمای خوبی برای تشخیص سطح فرسایش توده معدنی یا دوری و نزدیکی ماده اصلی معدنی به سطح افق باشد. واضح است که چنانچه سطح فعلی توپوگرافی منطبق بر بخش اصلی توده معدنی یا ore باشد (کانسار بیرون زده است)، نسبت عناصر فوق کانساری مثل سرب و روی، باریوم، و غیره به عناصر تحت کانساری مثل مس، کبالت، مولیبدیموم، و غیره به طور نسبی در حداقل قرار دارند و اگر سطح فعلی توپوگرافی با سطح توده اصلی ماده معدنی فاصله داشته باشد، (توده اصلی در عمق قرار دارد و فاقد بیرون زدگی است)، می‌توان انتظار داشت که نسبت عناصر فوق کانساری به تحت کانساری رقم فوق‌العاده بالایی را تشکیل دهد این ارقام معمولاً بین $10^7 \times n$ تا $10^{-7} \times n$ (و یا بیش‌تر از توان 7-) در نوسان‌اند (n عدد صحیح کم‌تر از عدد ۱۰ است) لازم به توضیح است که عناصر فوق کانساری و تحت کانساری در هر یک از انواع تیپ‌های کانساری متفاوت است، (رجوع شود به Beus and Grigorian).

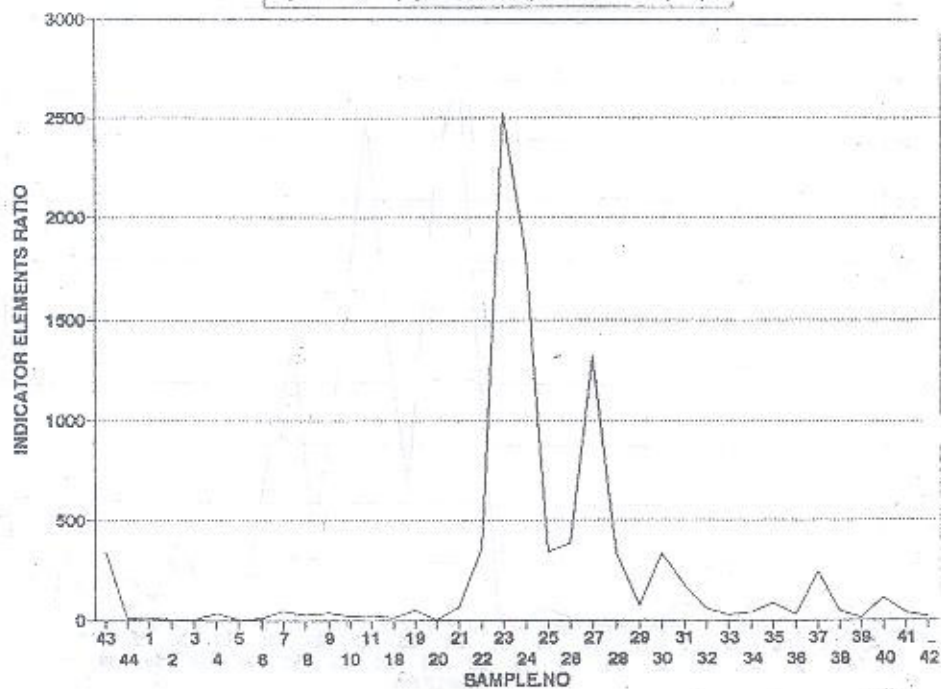
روش بسیار مناسبی جهت تعیین موقعیت فعلی سطح کانسار نسبت به موقعیت فعلی سطح توپوگرافی وجود دارد که س. و. گریگوریان آن را طبقه‌بندی و استاندارد ساخته است. در روش وی ابتدا مقدار عناصر فوق کانساری را در یکدیگر ضرب و بر حاصل ضرب عناصر تحت کانساری تقسیم می‌کنند. بدین ترتیب، رقم حاصل برای یک کانسار شناخته شده می‌تواند به عنوان استاندارد در مقایسه به کار رود، به طوری که ضریب حاصل از تقسیم حاصل ضرب عناصر فوق کانساری به تحت کانساری در یک کانسار ناشناخته قابل مقایسه با ضریب استاندارد است و در نهایت موقعیت فضایی توده ناشناخته (سطح فرسایش) را معلوم خواهد کرد.

در امتداد پروفیل AA' اندیس معدنی دره کامو به طول کم و بیش یک کیلومتر، به فواصل هر ۲۰ متر یک نمونه به صورت نمونه برداری قطعه‌ای برداشت شده است؛ محاسبات تعیین ضرایب عناصر فوق کانساری به تحت کانساری با توجه به عناصر آنالیز شده به صورت زیر به عمل آمده است:

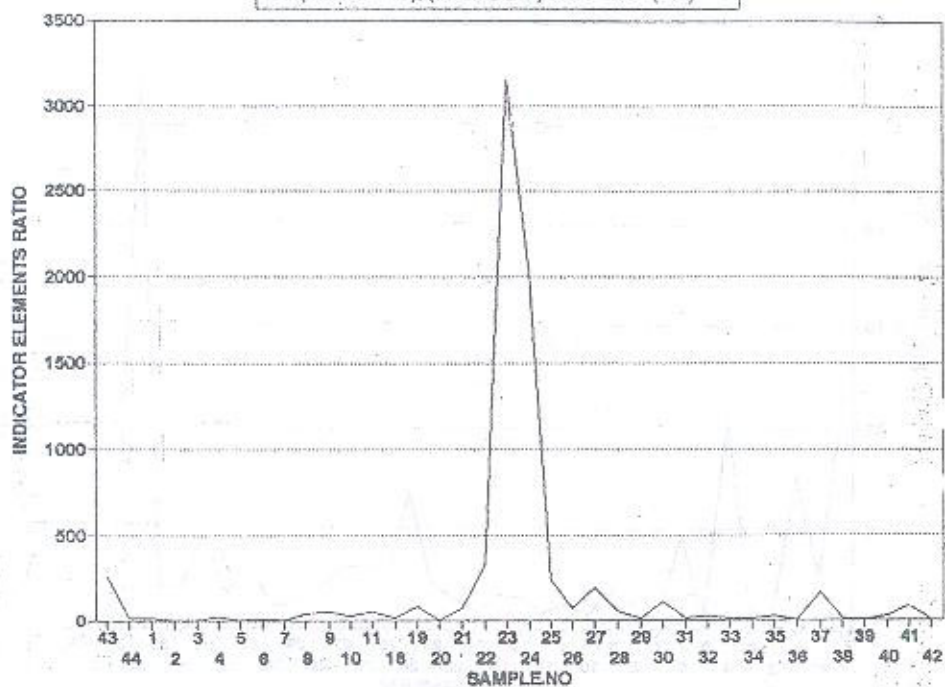
۱)	$\frac{Ba, Pb, Zn}{Co, Cu, Sn}$	P.1	نمودار
۲)	$\frac{Ba, Pb, Zn}{Co, Cu, Ni}$	P.2	نمودار
۳)	$\frac{Pb}{Cu}$	P.3	نمودار



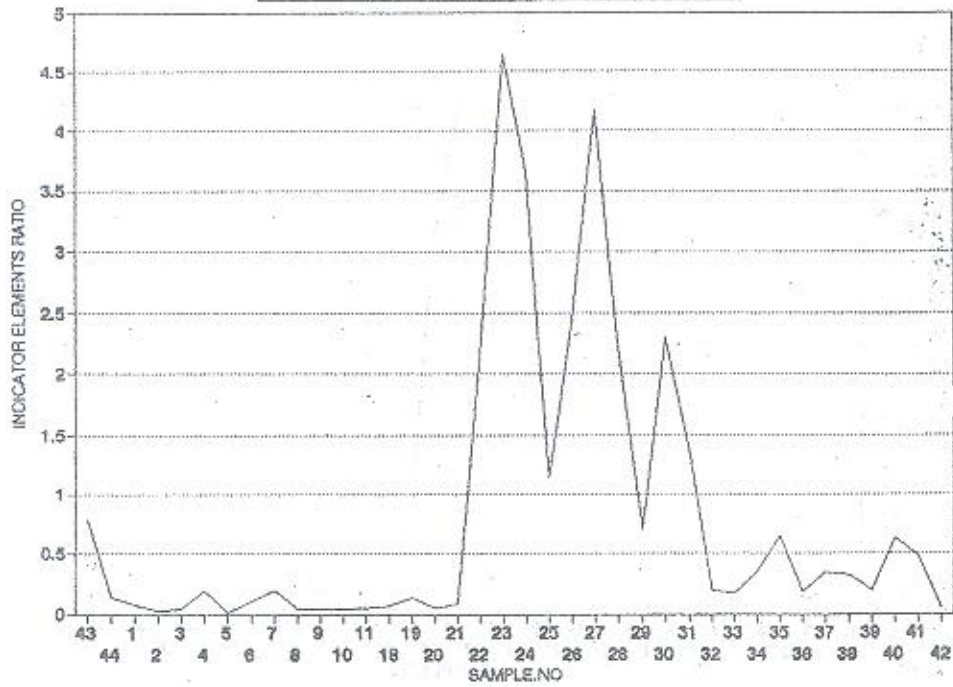
RATIO INDEX OF INDICATOR ELEMENTS
(BA*PB*ZN)/(CO*CU*SN) IN KAMO (P.1)



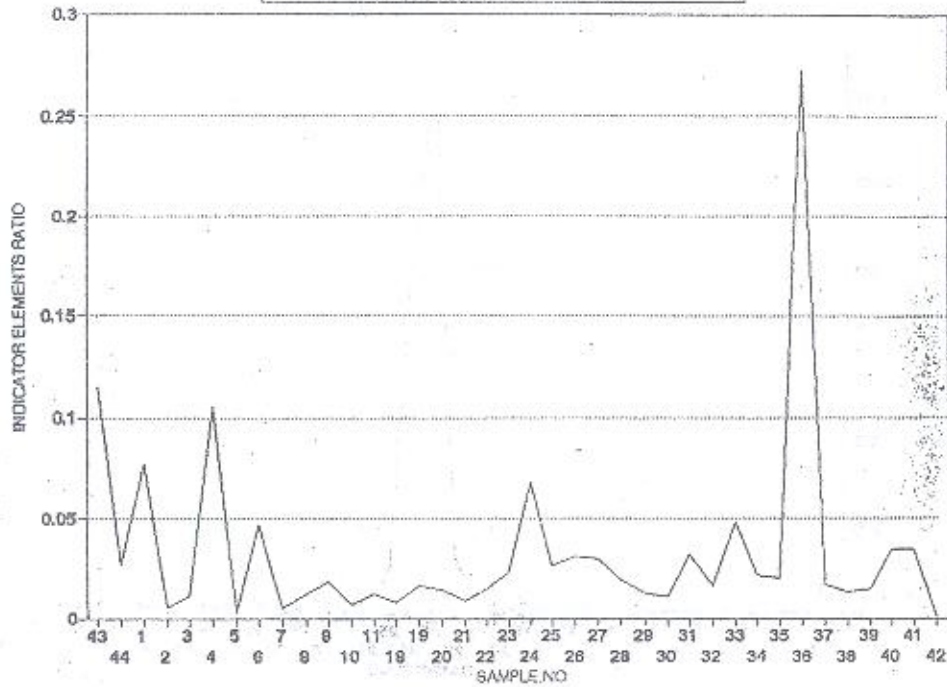
RATIO INDEX OF INDICATOR ELEMENTS
(BA*PB*ZN)/(CO*CU*NI) IN KAMO (P.2)



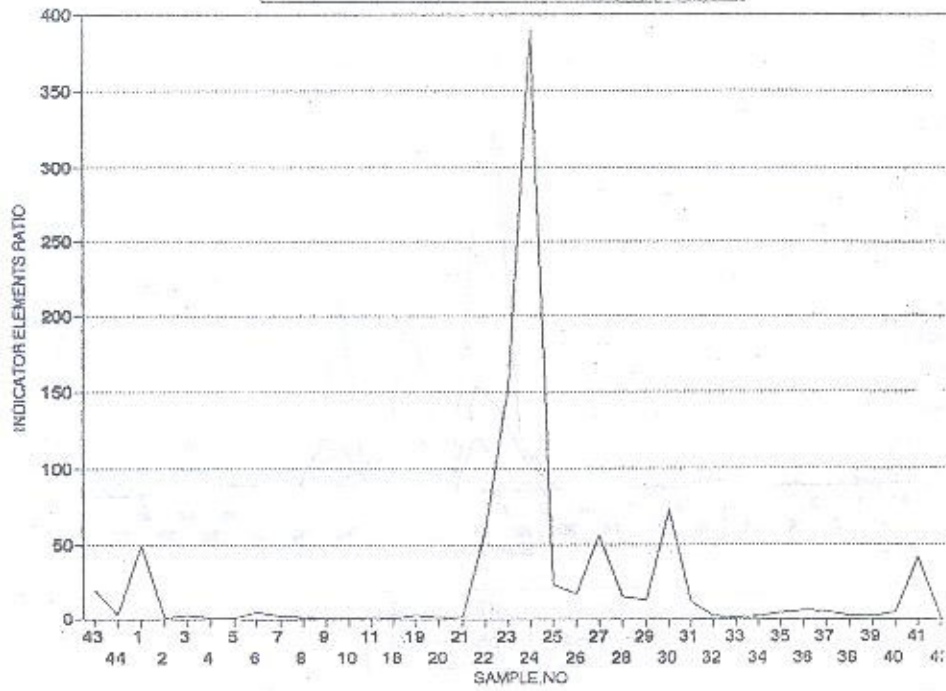
RATIO INDEX OF INDICATOR ELEMENTS
(PB / CU) IN KAMO (P.3)



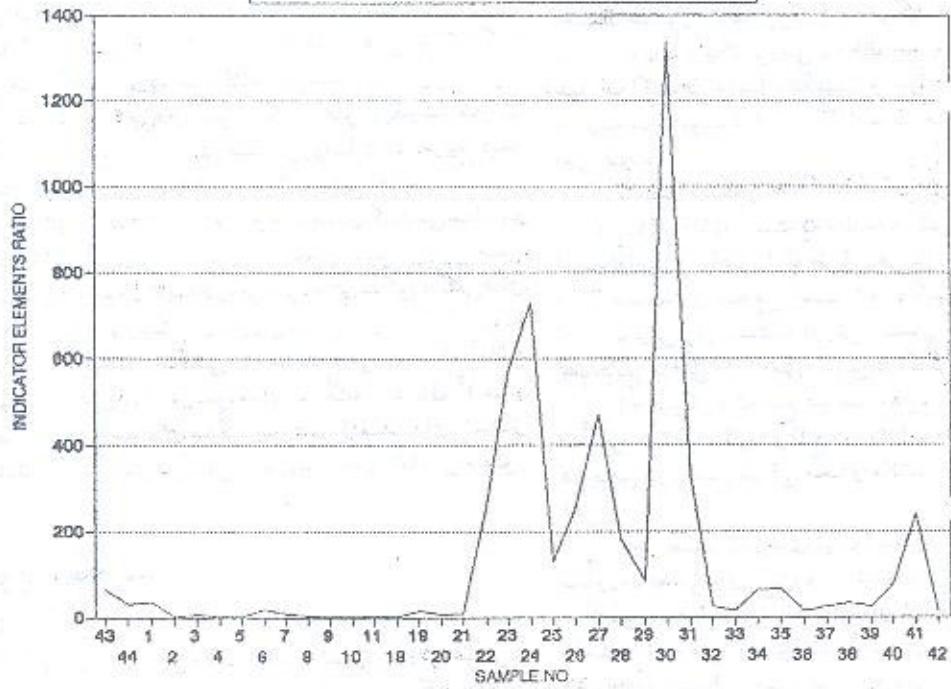
RATIO INDEX OF INDICATOR ELEMENTS
(AG / CU) IN KAMO (P.4)



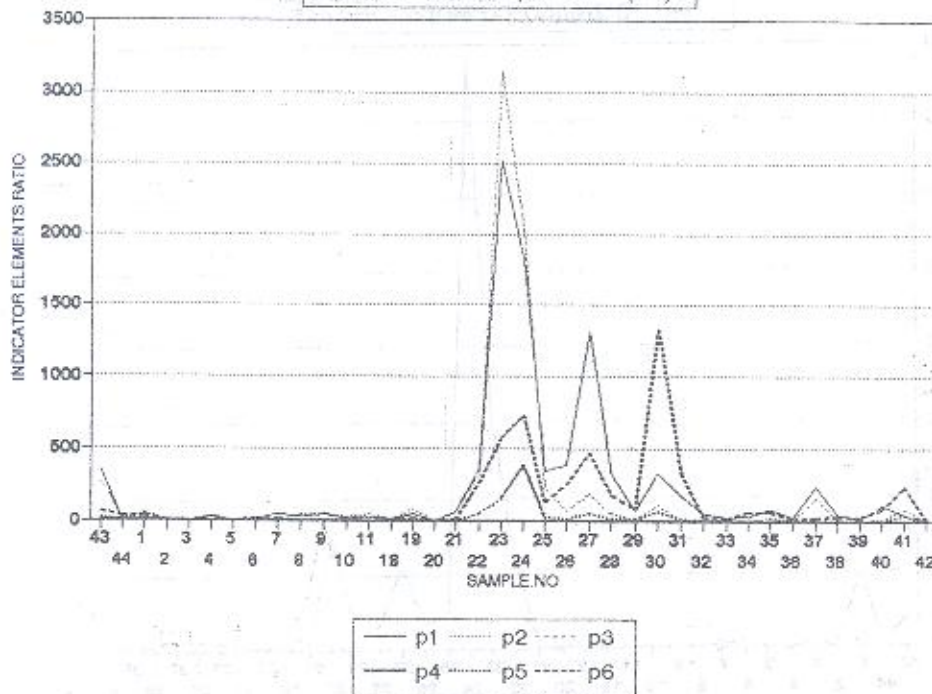
RATIO INDEX OF INDICATOR ELEMENTS
(AG*PB*ZN)/(CO*CU*MO) IN KANO (P.5)



RATIO INDEX OF INDICATOR ELEMENTS
(PB*ZN)/(CU*MO) IN KAMO (P.6)



COMPARING OF RATIO INDEXES
(P1,P2,P3,P4,P5,P6) IN KAMO (P.7)



را انجام داد. بسیاری از اندیس‌های معدنی در سطح محدودی رخ‌نمون دارند و شواهد زمین‌شناسی و معدنی حکایت از غنی‌بودن اندیس و احتمال حضور مناطق پرعیار و تمرکز یافته‌تری در محدوده اندیس دارند، که باید با یک بررسی و مطالعه محدود، بدون انجام آزمایش‌ها و عملیات اکتشافی مفصل، تکلیف و ارزش اندیس را معلوم کرد تا در صورت مثبت بودن نتایج مطالعات، مراحل بعدی اکتشاف طراحی و اجرا شوند.

اندیس معدنی دره کامو یکی از ده‌ها اندیس معدنی ورقه ۱:۱۰۰,۰۰۰ کاشان است که مطالعه حاضر بر روی آن صورت گرفته است. لذا نتایج حاصل ارائه‌طریقی هرچند اولیه و ناقص، ولی مبتنی بر دلایل مستدل و منطقی است که به کمک آن می‌توان با ضریب اطمینان بیش‌تری نسبت به ارزش اکتشافی اندیس قضاوت کرد.

اهم نتایج حاصل از بررسی اندیس دره کامو عبارت‌اند از:

۱- تمرکز و تجمع عناصر آهن، مس، روی، گالیوم، ایتریوم، منگنز، منیزیم، کرم، و قلع در حد آنومالی در بخش اول پروفیل و هم‌چنین در بخش شرقی محدوده اندیس و در مجاورت عدسی‌های آهن.

۲- حضور کانی‌های تیپ اسکارن در آهک‌های کرتاسه و در مجاورت عدسی‌های آهن، و نیز تمرکز و تجمع عناصر تیپ اسیدی در همین محدوده می‌تواند نشانه‌ای از احتمال کانی‌سازی اسکارن باشد. با توجه به حضور تمرکزهایی از قلع در زون اسکارن، (نقشه MB) احتمال حضور تنگستن نیز بعید نیست (عنصر تنگستن مورد آنالیز قرار نگرفته است).

از نوع آندزیت، توف‌های اسیدی، و شیل‌های سیلیسی شده، داسیت، و غیره تبدیل می‌گردد.

کانی‌های مگنتیت و هماتیت به صورت عدسی‌هایی از کنتاکت آهک‌ها و هم‌چنین کانی‌های پیریت، کالکوپیریت، آرسنوپیریت توام با رگه‌هایی از سیلیس و کانی‌های تیپ اسکارن مثل اپیدوت، گارنت تا محدوده کف آبراهه اصلی (بخش میانی پروفیل) به تدریج دیده می‌شوند (محدوده نمونه‌های ۱ تا ۱۹ در امتداد پروفیل AA').

نمونه‌های برداشت شده از واحدهای کانی‌ساز در محدوده اکتشاف نمونه‌های ۵۵، ۵۸، و ۵۹ مقدار قابل توجهی مس، آهن، و کبالت دارند (جدول ۲). علاوه بر نمونه‌های مذکور، کانی‌های پیریت، کالکوپیریت، بورنیت، آرسنوپیریت، مگنتیت، هماتیت، و لیمونیت در دیگر نمونه‌های چکشی نیز مشاهده می‌شوند که آنالیز نشده‌اند حضور کانی‌های فوق در نمونه‌های سنگ، و انطباق آن‌ها با پراکندگی عناصر در واحدهای سنگی مختلف (نقشه‌های انتشار عناصر M) نشانه‌ای از گسترش کانی‌سازی در محدوده اندیس مذکور است.

۶- نتایج و پیشنهادات

۶-۱- نتایج

یکی از اهداف اصلی این مقاله ارائه و تعیین روش علمی و عملی جهت بررسی و مطالعه اندیس‌های معدنی است که به دلایل گوناگون، چون کمبود بودجه، نمی‌توان مطالعات دقیق‌تر و مفصل‌تری

ویژه در بخش شرقی محدوده اندیس است.

۶-۲- پیشنهادات

با توجه به نتایج مثبت به دست آمده نسبت به ارزش اکتشافی اندیس معدنی دره کامو، پیشنهاد می‌شود که در محدوده‌ای به وسعت ۵ تا ۱۰ کیلومتر مربع مطالعه اکتشافات ژئوشیمیایی در حد نیمه تفصیلی با دانسیته نمونه برداری فشرده صورت گیرد. اهدای که از انجام این مرحله از اکتشاف مدنظر است عبارت‌اند از:

تعیین محدوده اصلی توده کانی ساز (زون‌های آنومالی)، تعیین عیار و نوع عناصر کانسار ساز، تعیین سطح فرسایش کانسار و انتشار سطحی و عمقی توده معدنی، و در صورت مثبت بودن نتایج می‌توان نسبت به تهیه و طرح اکتشافات تفصیلی نیز اقدام کرد.

سپاس‌گزاری

در پایان لازم است از آقای مهندس محمود کیوانفر، مجری فنی طرح اکتشافات موضوعی، که ضمن معرفی اندیس مذکور همکاری‌ها و راهنمایی‌های بی‌شائبه‌ای در طول برداشت و مطالعات نموده‌اند تشکر و قدردانی به عمل آید. از آقایان مهندس برنا و مهندس جان‌نثاری نیز به خاطر راهنمایی‌هایشان و نیز به سبب در اختیار قرار دادن نتایج حاصل از اکتشافات چکشی سپاس‌گزاری می‌شود.

از آقایان دکتر رسول نوبری، حسین جی‌رودی و یحیی آبادی نیز که در برداشت و مطالعات صحرایی قبل زحمت نموده‌اند تشکر و سپاس‌گزاری می‌شود.

شماره نمونه	Fe%	Co ppm	Cu ppm	Zn ppm
K.Ab.55	72.767	16	521	-
K.Ab.58	73.01	17	224	-
K.Ab.59	83.08	19	233	-
K.Ab.69	1.28 *	-	6.63%	112
K.Ab.70	-	-	-	112
K.Ab.71	76.32	40	0.32%	164

جدول ۲- صورت آنالیز نمونه‌های سنگ

۳- همبستگی مستقل عناصر تیپ اسیدی و بازیکن، و همچنین انطباق آن‌ها با انتشار جغرافیایی در محدوده اندیس نیز دلیل دیگری بر حضور کانی‌سازی احتمالی، به ویژه در بخش شرقی اندیس است.

۴- ارزیابی اندیس دره کامو به روش تعیین سطح فرسایش با استفاده از روش نسبت عناصر فوق کانساری به تحت کانساری نیز دورنمایی منطقی از حضور عناصر تحت کانساری در بخش اولی پروفیل، و همچنین حضور عناصر فوق کانساری در بخش میانی پروفیل به دست می‌دهد. ضرایب به دست آمده نشان می‌دهند که بخش شرقی محدوده اندیس به توده معدنی احتمالی به مراتب نزدیک‌تر است تا بخش غربی.

۵- در جمع‌بندی نهایی، حضور سطح فرسایش شدید و نزدیکی سطح توپوگرافی فعلی به سطح توده اصلی کانی‌ساز، هم‌چنین وجود همبستگی مثبت و غنی عناصر در بخش شرقی، و بالاخره انطباق زون‌های کانی‌ساز با ساختمان زمین‌شناسی و کانی‌های پیریت، کالکوپیریت، مگنتیت، ارسنوپیریت، کولیت، و غیره همگی نشانه‌ای از غنی بودن و احتمال حضور توده کانی‌ساز و نزدیک به سطح زمین، به

صورت تجزیه نمونه‌ها

Sample No	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	P ₂ O ₅	Na ₂
43	61.80	13.00	4.90	1.60	4.30	0.23	3.70
44	5.90	1.00	1.00	0.50	49.50	2.00	1.40
1	26.50	19.60	26.00	1.00	22.70	0.07	2.00
2	19.70	3.10	34.00	0.50	6.10	0.15	16.00
3	36.20	7.60	34.50	0.50	17.20	0.14	0.31
4	41.00	13.40	22.00	0.50	10.20	0.15	13.00
5	56.10	11.50	11.10	0.50	7.20	0.21	0.16
6	38.90	13.60	13.60	2.10	25.30	0.15	0.19
7	6.00	14.10	56.50	4.50	1.10	0.25	0.38
8	67.10	14.70	4.60	0.87	1.00	0.10	1.70
9	66.50	13.90	5.30	1.30	1.00	0.11	1.70
10	70.00	12.40	2.90	1.00	1.00	0.00	1.00
11	67.70	13.20	4.70	1.00	1.00	0.09	1.20
12	70.00	5.00	4.10	0.50	1.00	0.08	0.49
13	70.00	1.00	5.00	0.50	1.00	0.01	0.32
14	70.00	1.00	12.60	0.78	1.00	0.13	0.28
15	70.00	9.10	10.70	0.64	1.60	0.07	1.00
16	70.00	1.00	0.10	0.56	1.70	0.08	1.30
17	70.00	12.40	4.30	1.10	1.00	0.11	0.47
18	70.00	7.50	6.10	1.00	2.20	0.11	0.37
19	69.10	12.40	6.30	1.40	1.00	0.13	1.20
20	65.10	13.00	6.50	1.90	1.00	0.13	0.97
21	65.00	13.00	6.80	1.90	1.00	0.16	0.97
22	62.10	13.60	8.60	1.80	1.00	0.15	0.93
23	70.00	1.00	9.70	0.81	1.00	0.08	0.20
24	66.30	9.20	12.60	1.10	1.00	0.13	0.46
25	62.80	11.90	11.90	1.20	1.60	0.07	1.80
26	70.00	8.60	2.80	1.10	1.00	0.07	1.50
27	70.00	11.40	3.70	1.50	1.50	0.10	1.50
28	70.00	10.80	5.00	1.60	1.00	0.13	1.50
29	66.90	12.70	7.40	1.20	1.00	0.08	1.00
30	62.40	15.00	5.60	1.80	1.00	0.15	1.60
31	70.00	10.60	5.60	1.10	1.00	0.13	2.10
32	70.00	10.30	5.80	1.40	1.00	0.07	1.00
33	70.00	9.20	9.20	2.00	1.00	0.15	0.57
34	64.70	13.60	6.50	2.10	1.00	0.16	1.30
35	2.00	1.00	1.00	0.50	64.50	0.06	0.05
36	7.10	1.00	69.50	2.60	3.50	0.21	0.12

Sample No	K2O	TiO2	MnO	LOI	Ag	B	Ba	Co
43	4.90	0.56	0.31	3.39	1.00	21.00	1,000.00	18.00
44	0.10	0.10	0.07	38.99	1.00	5.00	31.00	13.00
1	1.10	0.24	0.57	8.81	1.00	12.00	68.00	11.00
2	3.20	0.32	0.18	10.44	1.00	76.00	47.00	27.00
3	3.90	0.15	0.08	2.19	1.00	21.00	18.00	11.00
4	0.10	0.47	0.08	2.26	1.00	14.00	90.00	8.00
5	2.30	0.32	0.03	9.48	1.00	72.00	55.00	29.00
6	1.30	0.43	0.50	2.93	1.00	12.00	52.00	9.00
7	2.30	0.19	2.00	12.03	1.00	85.00	47.00	20.00
8	5.40	0.91	0.01	3.33	1.00	52.00	580.00	5.00
9	5.50	0.93	0.01	3.47	1.00	42.00	600.00	5.00
10	5.10	0.65	0.01	2.71	1.00	60.00	365.00	5.00
11	6.00	0.94	0.01	3.43	1.00	86.00	360.00	5.00
18	1.80	0.53	0.42	3.43	1.00	51.00	86.00	5.00
19	2.40	0.48	0.01	2.26	1.00	71.00	190.00	6.00
20	1.90	0.41	0.01	3.95	1.00	49.00	110.00	18.00
21	2.50	0.46	0.01	3.25	1.00	42.00	580.00	7.00
22	2.00	0.47	0.01	3.31	3.00	53.00	109.00	8.00
23	5.00	0.70	0.07	3.29	1.00	100.00	265.00	6.00
24	2.80	0.56	0.12	3.00	1.00	85.00	225.00	9.00
25	4.20	0.69	0.16	3.30	1.00	90.00	290.00	11.00
26	5.20	0.91	0.24	4.16	1.00	71.00	321.00	21.00
27	5.20	1.00	0.18	3.79	1.00	100.00	420.00	15.00
28	5.30	1.10	0.18	4.14	1.00	102.00	340.00	19.00
29	2.10	0.56	0.01	4.23	1.00	50.00	180.00	14.00
30	3.90	0.53	0.13	4.27	1.00	150.00	290.00	33.00
31	3.10	0.56	0.08	3.65	1.00	91.00	300.00	58.00
32	3.00	0.62	0.05	2.28	1.00	300.00	320.00	14.00
33	5.00	0.64	0.09	2.27	1.00	69.00	305.00	18.00
34	3.10	0.72	0.14	2.44	1.00	21.00	310.00	52.00
35	4.60	0.67	0.08	4.28	1.00	79.00	330.00	24.00
36	6.80	0.93	0.18	3.25	1.00	81.00	480.00	25.00
37	3.50	0.70	0.02	4.32	1.00	180.00	520.00	5.00
38	2.50	0.66	0.09	3.12	1.00	62.00	260.00	19.00
39	2.10	0.71	0.07	3.32	1.00	68.00	185.00	29.00
40	4.60	1.30	0.25	3.42	1.00	92.00	405.00	28.00
41	0.26	0.45	0.65	30.90	1.00	5.00	14.00	8.00
42	0.27	0.08	0.13	14.45	1.00	91.00	101.00	30.00

Sample No	Cr	Cu	Ga	Ni	Pb	Sc	Sn	Sr
43	100.00	49.00	20.00	13.00	38.00	14.00	10.00	340.00
44	25.00	37.00	5.00	5.00	5.00	11.00	10.00	200.00
1	80.00	200.00	30.00	16.00	14.00	14.00	16.00	75.00
2	62.00	1,000.00	32.00	150.00	20.00	25.00	48.00	75.00
3	58.00	300.00	14.00	29.00	12.00	16.00	24.00	52.00
4	92.00	42.00	15.00	15.00	3.00	14.00	10.00	92.00
5	68.00	1,000.00	36.00	125.00	13.00	31.00	20.00	89.00
6	81.00	51.00	14.00	15.00	5.00	16.00	10.00	51.00
7	30.00	1,000.00	36.00	140.00	200.00	26.00	10.00	51.00
8	85.00	210.00	21.00	7.00	8.00	12.00	10.00	140.00
9	105.00	300.00	38.00	7.00	13.00	16.00	10.00	155.00
10	131.00	145.00	25.00	8.00	6.00	14.00	10.00	68.00
11	100.00	115.00	36.00	5.00	6.00	15.00	10.00	75.00
18	95.00	125.00	21.00	9.00	8.00	11.00	10.00	56.00
19	180.00	61.00	20.00	6.00	8.00	13.00	10.00	105.00
20	135.00	180.00	19.00	25.00	9.00	18.00	10.00	92.00
21	95.00	115.00	22.00	9.00	10.00	12.00	10.00	240.00



Sample No	Cr	Cu	Ga	Ni	Pb	Sc	Sn	Sr
22	100.00	120.00	21.00	11.00	260.00	14.00	10.00	65.00
23	110.00	69.00	26.00	8.00	320.00	14.00	10.00	70.00
24	110.00	71.00	18.00	9.00	260.00	14.00	10.00	76.00
25	95.00	75.00	20.00	14.00	85.00	15.00	10.00	69.00
26	114.00	45.00	20.00	55.00	110.00	2.00	10.00	71.00
27	150.00	60.00	26.00	69.00	250.00	24.00	10.00	63.00
28	114.00	81.00	25.00	62.00	180.00	24.00	10.00	55.00
29	165.00	170.00	20.00	89.00	120.00	20.00	15.00	49.00
30	110.00	165.00	19.00	110.00	380.00	13.00	36.00	41.00
31	150.00	62.00	19.00	140.00	85.00	25.00	10.00	114.00
32	180.00	61.00	18.00	26.00	12.00	20.00	10.00	101.00
33	145.00	29.00	21.00	38.00	5.00	21.00	10.00	100.00
34	171.00	73.00	25.00	51.00	25.00	24.00	10.00	110.00
35	120.00	80.00	20.00	38.00	52.00	24.00	10.00	85.00
36	151.00	40.00	23.00	51.00	7.00	26.00	10.00	102.00
37	82.00	71.00	21.00	15.00	24.00	17.00	10.00	240.00
38	145.00	75.00	21.00	50.00	24.00	21.00	10.00	99.00
39	160.00	150.00	22.00	89.00	29.00	24.00	10.00	69.00
40	140.00	46.00	28.00	56.00	29.00	24.00	10.00	60.00
41	21.00	40.00	5.00	5.00	19.00	7.00	10.00	180.00
42	61.00	1,000.00	61.00	150.00	51.00	38.00	10.00	79.00

Sample No	V	Y	Sample No	V	Y
43	113.00	15.00	24	150.00	19.00
44	56.00	14.00	25	145.00	18.00
1	90.00	34.00	26	190.00	25.00
2	72.00	37.00	27	200.00	31.00
3	51.00	48.00	28	210.00	32.00
4	65.00	30.00	29	114.00	30.00
5	79.00	34.00 1	30	100.00	30.00
6	80.00	19.00	31	118.00	36.00
7	35.00	25.00 1	32	115.00	29.00
8	102.00	16.00	33	120.00	26.00
9	110.00	19.00	34	118.00	42.00
10	135.00	16.00	35	116.00	30.00
11	120.00	18.00	36	210.00	34.00
18	72.00	14.00	37	125.00	15.00
19	110.00	20.00	38	110.00	30.00
20	180.00	21.00	39	114.00	42.00
21	80.00	16.00	40	200.00	34.00
22	100.00	16.00	41	32.00	16.00
23	110.00	16.00	42	165.00	42.00 1

References

Beus, A. A and Grigorian, S. V. 1975. Geochemical Exploration Methods for Mineral Deposits.

✽ سازمان زمین‌شناسی کشور

* Geological Survey of Iran

