

پژوهش‌های کانی‌شناسی - ژئوشیمیایی بر روی کانه‌های سولفوری عناصر با فراوانی کم، در کانسارهای بخش شمال خاوری و مرکزی قفقاز کوچک (آذربایجان)

نوشته: دکتر مغربی * آ. آ. - دکتر ناصرخویی * و خانم گاوریلیوک، پ. س. *
ترجمه از متن روسی: شهر داراب نیا *

چکیده

در شرایط کنونی، عناصر با فراوانی کم همراه با کاندها، هم از دیدگاه اقتصادی و هم به عنوان ردیاب‌های شاخص، در شناسایی شرایط ژئوشیمیایی کانی‌سازی و چگونگی زایش و پیدایش کانسارها مورد توجه است. در این راستا عناصری هم چون Te , Bi , In , Tl و Se از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا از یک سو عیار بالای آن‌ها به همراه کاندها توان اقتصادی کانسارها را بالا می‌برد، از سوی دیگر نوسان و پیدایش آن‌ها می‌تواند بازگو کننده تغییر شرایط پیدایش کانی باشد. در بارزاتر وجودی آن‌ها در کانسارهای پراکنده در آذربایجان اطلاعاتی جسته و گریخته یافت می‌شود. شناخت تفصیلی آن‌ها، در وابستگی با داده‌های زمین‌شناسی منطقه، بسیار محدود است.

در چهار چوب این کار، قانونمندی پراکندگی و گسترش عناصری هم چون Te , Bi , In , Tl و Se در کاندها و کانی‌های تشکیل دهنده کانسارها، در تشکیلات گوناگون، بادر نظر گرفتن عوامل مکانی - زمانی وابستگی متقابل آن‌ها با طلا و نقره بررسی شده است. بررسی‌های کانی‌شناسی - ژئوشیمیایی این نوشتار و زون‌های ساختمانی - متالورژی در کانسارهای شاخص لوکسکو- قره باغ و سوان اکریتسکی انجام شده است. زون‌های یاد شده در گامه‌های آغازین و نخستین ژئوسکلینال، ۱- اینورسیون ۲- و گامه‌های پایانی کومزایی دورمیتالورژی آلپ شکل گرفته‌اند.

Abstract

At the present, situation of the research on the trace elements, accompanied with the ore minerals, merit attention, both from economic point of view and as the characteristics path finders, in the recognition of the geochemical conditions of the mineralization, as well as the characteristics of the genesis and the formation of the deposits.

In this report the elements such as Tl , In , Bi , Te and Se are of particular importance because of their high concentration, associated with the ore minerals, these augment their economic potential from one side, and on the other hand their formation and fluctuation can be reflected as their conditions changes.

- ۱- ژئوسکلینال، مکتب متالورژی روسی اعتقاد به اصل انتشار و پراکندگی مواد و فلزات به هنگام تکوین ژئوسکلینال دارد. براین پایه برای هر گامه از تکوین، کانی‌سازی ویژه‌ای بدان نسبت داده می‌شود.
- ۲- گامه پیش از ژئوسکلینال و پس از سنکلینال، انعکاس دهنده آغاز و پایان ژئوسکلینال اینورسیون خوانده می‌شود.

Mineralogical and Geochemical Studies on Sulphurite Minerals Contain Rare Elements in the North East and Central Part of lesser Caucasus (Azarbaijan)

By: Dr. A. Magribey *, Dr. N.Khoi ** and Dr.P. Gavriluyk *

Traslated by: Sh. Darabnia

In addition, about their influence in the ore deposits dispersed in Azarbaijan, limited informations are available. Also, detailed information related to the geochemical data of the area is quite limited.

In the framework of this investigation, rules and regulations related to the dispersion and development of the elements, such as Ti, In, Bi, Te and Se, in the minerals and ore minerals contained in the different formations, as well as regarding the space- time factor, and their bilateral relations to gold and silver have been studied. Mineralogical- geochemical investigations in this report, and the structural- metallogenic zones in the typical deposits of Lokeksko- Gharabagh and Swanakrinski have been carried out. The concerned zones have been formed in the earliest stages of geosyncline and final stages of Alpine metallogenic epoch orogeny.

پیش درآمد

زمین‌شناسی مرز سیاسی، جغرافیایی، اقتصادی - را به رسمیت نمی‌شناسد و مرز میان ما و برادرانمان رودخانه‌ای است که آن هم با وجود پل‌ها و سدهای گوناگون دیگر از میان برداشته شده است. آن گاه که این رودخانه بود و جدایی‌ها هم، هم‌چنان؛ دانش و پژوهش به راهی می‌رفت سوی آن راهی که ما می‌رفتیم. برپایه این مکتب هستی گرفته از خوبی‌ها و بدی‌ها یا بدی‌ها و خوبی‌ها فرهنگی پی‌ریزی شد که گرچه زدودنش دشوار یا محال است، لیکن این خود کوشش بر آن دارد تا درها را بروی خویش بگشاید و در دیگر فرهنگ‌ها درآمیزد. در گیرودار بحث‌های داغ شورای نویسندگان برای پذیرش یا نپذیرش این نوشتار، بر سنگ‌های این سوی رودخانه- سونگون- کانساری در حال باز شدن بود پژوهش‌های خانواده‌مفری الگو قرار داده شد و کوشش به عمل آمد تا میان عناصر کمیاب به ویژه طلا و سلیوم وابستگی برقرار شود. با توجه به محدودیت‌های فنی، با وسایلی که در دسترس بود کانی کلاوستالیت (PbSe) در این میان ردیابی و سرانجام به همان نتیجه‌ای رسیده شد که خانواده‌مفری رسیده بودند میان Se و طلا وابستگی، وارونه است، به عکس Se و سرب وابستگی مستقیم دارند و با مس درگیرند در سونگون، طلا در اسکارن انباشته شده است و Se در بخش پورفیری، از سوی دیگر از دیدگاه ژئوشیمی توانایی ترکیب Se با Au بیش‌تر است تا سرب، پس چرا وارونه چنین واقعیت رخ داده است؟ گفتنی است که مکتب روسی درگیر تعاریف، اصطلاحات و باورهایی است و ما به دلیل آشنایی با این مکتب کوشش بر آن داشتیم تا این مکتب را تا آن جا که میسر است به فارسی که نه به غربی برگردانیم و آنچه را مقدور نشد به پاورقی کشانیم و ناگفته نماند که این خانواده در راستای تحقق بخشیدن به این کار برنده جایزه آکادمی علوم شده‌اند.

فشرده‌ای از ویژگی‌های زمین‌شناسی ناحیه فراگیر و کان سنگ کانی‌سازی

سنگ‌های همبر کانی‌سازی را ولکانوسدیمترهای آغاز و پایان بازوسین (Bajocien) (بیتی بولاغ، خارخار، گوش، چیراگیدور، قزل بولاغ)، سری گدازه- پیروکلاستیک با تونین (باش قشلاق، مهمانیسکی)، کوارتز دیوریت‌ها و ولکانوسدیمترهای باتونین همبر آن (کاشکاکچای)، اسکارن‌های پایان ژوراسیک (دش کسن)، لیستونیت‌های سربانتینیت‌ها و جاسپروئیدهای درون سنگ‌های آهک میو- پلیوسن (آقیاتاق شور بولاغ، آلیگایا، سایوت سوچای)، تشکیل می‌دهند. کانسارهای یاد شده بر روی یک خط ساختاری تکتونیکی جای دارند و ایالتی متالوژنی ویژه را پدید می‌آورند. توده‌های کانه درون این ایالت دارای شکل عدسی، آما، استوک و رک و رگه‌ای‌اند. بافت کانی‌سازی سولفور، بسیار گوناگون است. از افشان و پراکنده تا توده‌ای که به بافت آپوفیزی - افشان و پراکنده تبدیل می‌شود. نتایج بررسی‌ها بر بیش از ۳۹۰۰ آزمایش شیمیایی برای عناصر با فراوانی کم کانه‌ها و بخش‌های تک کانی پیریت، کالکوپریت، انارژیت، گالن، اسفالریت، سینابر استوار است.

ویژگی‌های پراکندگی عناصر

سلنیوم و تلوریوم

سلنیوم و تلوریوم برای همه کانسارهای بررسی شده عناصر ویژه‌اند. عیار آن‌ها به گونه‌ای محسوس تغییر می‌کند، به ویژه در کانی‌های گوناگون همان کانسار (جدول ۱). در پیریت، از کانه‌های خانواده‌مس سولفور، ۳- نوساناتی محسوس در عیار Se و Te دیده می‌شود.

عیار و تراکم نسبتاً بالای Se درون پیریت در کانسنگ‌های مس - ارسنیک (تتراندزیت) در کانسار بیتی بولاغ پدید آمده است، با این ویژگی که از ۱۸/۷ گرم در تن، در کانه‌های با بافت افشان پراکنده تا ۱۶۲ گرم در تن در پیریت‌های با بافت توده‌ای فزونی می‌یابد. نزدیک و در همسایگی آن کانه پیریت از کانه‌های کانسنگ در پاراژنز با مس سولفور در کانسار چیراگیدور است، که در آن‌ها عیار بالای Se برای تودفپیریت تک کانی شماره ۵ مشخص کننده است. عیار بسیار کم، لیکن نزدیک به یکدیگر و تقریباً همسان Se در پیریت با بافت افشان ویژه کانسارهای خارخار و گوستین و قزل بولاغ است. عیار Se در پیریت کانسارهای باشکی شلاغ، در پاراژنز باریت - چندفلزی، و تشکیلات اسکارنی منیتیتی داش کسن هم اندازه و هم ارز سه کانسار یاد شده در بالاست. عیار بالای Se در پیریت، از کانه‌های پاراژنز پیریت - کالکوپریت همراه با مولیبدنیت، ویژه کانسار کاشکاکچای (بخش دمزی) است. پیریت در کانسار چند فلزی مهمانیسکی مخصوص به خود است.

۳- کالچدان که در این گزارش از آن نام برده شده است، ترمی است متعلق به مکتب روسی و هم‌ارزی برای آن در مکتب غرب وجود ندارد. آن را مس سولفور برگر دانده‌ایم.

در کانسارهای جیوه، پیریت با عیار پایین‌تر و نوسانات کم‌تر Se و Te ظاهر می‌شود. بیشینه عیار Te مربوط به کانسارهای پیریت بیتی بولاغ، گوشین و کاشکاکچای است. عیار Te در دیگر کانسارها یک یا دو برابر پایین‌تر است.

از نقطه نظر Se در کالکوپریت، کانسار قزل بولاغ با کانه‌های طلادار مس سولفور، جایی ویژه را اشغال می‌کند. این کانسار به دلیل میانگین نسبتاً بالای ناهنجاری Se و فزونی استثنایی آن بر Te متمایز است. ۴- وابستگی عیار بالای Se با تأخیری بودن زایش کالکوپریت روشن شده است. بدین ترتیب، اگر در کالکوپریت ۱ عیار Se در محدوده ۵۰-۸۸ گرم در تن در نوسان باشد، در کالکوپریت ۱۱ در محدوده ۱۱۹ تا ۵۲۲ گرم در تن نوسان دارد. عیار Te در محدوده ۷۰-۶۰ گرم در تن است، این روند با ویژگی به اثبات رسیده رفتار ژئوشیمیایی - کریستال شیمی Se و Te در روند فرایند کانی‌سازی (۱۱)، که بر پایه آن عیار میانگین Se بسیار بیش‌تر از همزاد و همسان آن، Te، در کانسارهای کالکوپریت از مس سولفور اورال، سایان، شمال قفقاز، بلغارستان است، در هم آهنگی است. از نظر عیار Te، این کانسار نزدیک به برخی کانسارهای شمال قفقاز است. Te و Se در کالکوپریت به گونه‌ای استثنایی همانند مخلوط ایزومورفی عمل می‌کند. به وسیله پژوهش‌های تکنولوژی و کانه‌آرایی روشن شده است که Se موجود در ۵- کانه‌های پیریت - کالکوپریت این کانسار در فرآورده‌های تغلیظ شده استخراج ۰/۰۷۵/۲ است.

ویژگی یکتای پراکندگی Se و Te در کانی‌های اصلی کانسارهای نوع مس سولفور، بر روی هم، فزونی Se بر Te است. در نمودار همبستگی، عیار این عناصر (شکل ۱) میدان‌های پیریت و کالکوپریت زون‌هایی گسترش یافته و کشیده در راستای افزایش Se را نشان می‌دهد. برای پیریت از کانه‌های پیریتی و پیریت - انارژیت سه میدان به خوبی مشخص است.

میدان ۱- با عیار پایین Se و Te، میدان ۱۱ با عیار بالای Se و ناهنجاری شدید Te و میدان ۱۱۱ برای کانه‌های پیریت - انارژیت از کانسار بیتی بولاغ با وابستگی وارونه $Te > Se$ مشخص کننده است. برای کالکوپریت از کانه‌های مس سولفور در کانسار قزل بولاغ دو بخش در این میدان به خوبی مشخص است، میدان IV با عیار نه چندان بالای Se و کم‌تر Te و سرانجام، میدان V با عیار بالای Se و عیار کم Te (از ۱/۵ تا ۶)، که با زایشی گوناگون کالکوپریت هم آهنگی دارد، ویژگی پراکندگی Se و Te در کانی‌ها نشان می‌دهد که، Se به گونه‌ای استثنایی به شکل پراکنده - ایزومورفی وجود دارد، وابستگی مستقیم عیار این عناصر با نسبت مقدار گوگرد در کانه‌ها مشخص نشده است. افزایش شدید عیار Te در پیریت کانسار کوشینسکی به

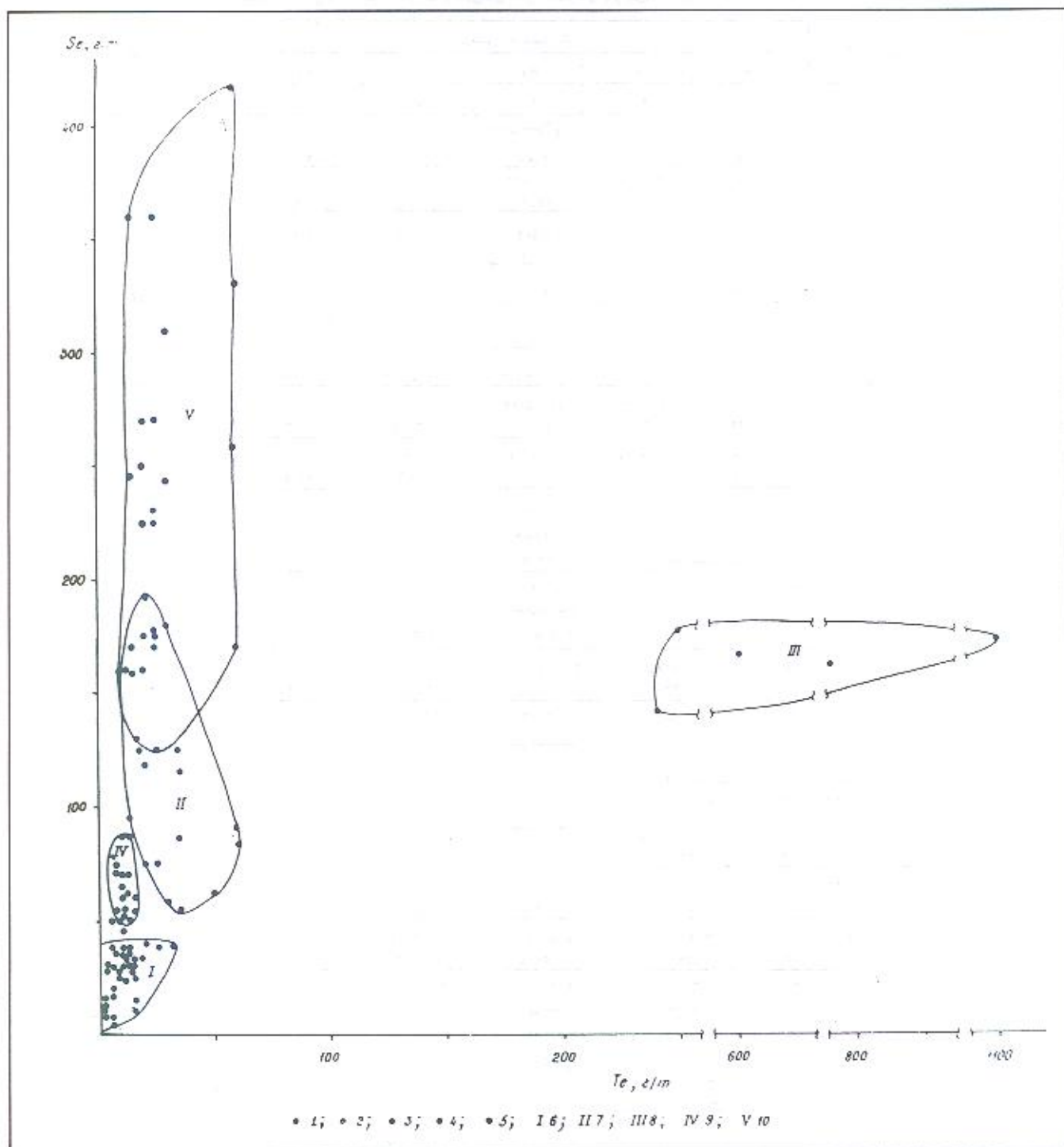
۴- برپایه بررسی‌های انجام شده در کانسار سونگون که دیاگرام تسلسل آن رسم شده است ارتباط Se در قالب کانی کلاوستالیت با فاز تأخیری Cu-MO روشن شده است. مراجعه شود به شماره ۸ فصلنامه علوم زمین «سونگون، نگینی دیگر بر کمر بند مس».

۵- رسیدن به بازیابی ۰/۰۷۵/۲ در تکنولوژی جدایش کانه‌ها و کانه‌آرایی رقمی بالا و در خور توجه است. مهم‌تر آن که کانه یاد شده که برای پیدا کردن آن آقای مغربی و خانم گاویریلیوک برنامه‌بازیه شرایطی ویژه را برای موقعیت کار تکنولوژی فراهم آورده است.



جدول ۱ معیار عناصر با فراوانی کم در کانی‌های اصلی کانسارهای با زایش‌های گوناگون کانه‌ای

ترکیب کانه‌ای	گرم / تن ، عیار					کانی
	Se	Te	Bi	Jn	Tl	
۷	۲	۳	۴	۵	۶	۱
میتسی بولاغ						
مس آرسنیک	۱۵-۱۷۵	۸-۱۱۰۰	۴-۸۰	۰/۳۲-۰/۸	۰/۷-۸	پیریت
	۹۰ (۱۳)	۲۰۳/۸ (۱۶)	۲۱/۸ (۱۶)	۰/۳۹ (۱۵)	۲/۶ (۱۵)	
انارزست			۸۵-۹۰	۰/۸-۱/۴	۶/۴-۷/۲	
			۸۷/۵ (۲)	۱/۱ (۲)	۶/۸ (۲)	
چیرا گیندور						
کوکرد - مس سولفور	۲/۵-۲۲۴	۸-۶۱	۱/۳-۱۰۰	۰/۲-۱/۵	۱/۴-۱۲/۸	پیریت
	۶۹/۶ (۳۳)	۱۹/۸ (۲۲)	۱۶/۵ (۳۰)	۰/۷۲ (۲۰)	۴/۵ (۲۸)	
قرل بولاغ						
طلا - سولفور	۲/۱-۹۰	۲-۲۱	۳/۶-۶۴	۰/۳-۶/۵	۲/۵-۱۸۰	پیریت
	۱۹/۷ (۴۲)	۲/۲ (۲۲)	۱۷/۷۵ (۲۲)	۱/۸۵ (۲۲)	۲۸ (۱۲)	
کالکوپیریت	۵۰-۵۲۲	۲-۶۰	۲-۱۶۰	۱-۲۵/۵	۱-۱۱/۲	
	۲۰۶/۳ (۱۳۴)	۷/۵۳ (۹۲)	۲۲/۳۱ (۱۳۱)	۵/۸۲ (۱۲۱)	۵/۵ (۳۴)	
اسفالریت	۲/۰۷-۲۳		۲-۲/۶	۰/۵-۱۰	۱-۲۱/۶	
	۱۳/۲۷ (۵)		۲ (۴)	۳/۰۵ (۴)	۱۰/۷ (۴)	
خارخار						
مس - پیریت	۱۰-۹۵	۱۳- یافت نشده است	۰/۴-۷	۰/۲۸-۰/۴	۲-۸/۲	پیریت
	۳۱/۹ (۱۰)	۲/۳ (۱۰)	۱/۳ (۸)	۰/۲۸ (۸)	۵/۳ (۸)	
کاش کاشی						
مس - پیریت	۵۶-۱۷۵	۲-۸۰	۰/۲/۵-۸۰	۱-۲	۱-۴/۲	پیریت
	۱۰۴ (۶)	۳۴/۶ (۶)	۳۵/۵ (۳)	۱/۵ (۳)	۲/۵ (۳)	
کالکوپیریت	۶۰-۱۶۰	۲۰-۲۴۰	۱/۹-۴۰۰	۱۲-۲۵	۱/۶-۹/۲	
	۱۰/۰ (۶)	۱۰۰ (۵)	۱۵۶/۳ (۶)	۱۹ (۶)	۲/۳ (۸)	
کونینگی						
پیریت	۶-۱۵۰	۱۰-۲۵۰	۱۱/۶-۵۱	۰/۴۴-۱/۴		پیریت
	۲۷/۷ (۱۱)	۱۰۳ (۱۱)	۳۵/۴ (۷)	۰/۷۵ (۷)		
مهمانیکی						
پیریت	۰/۷۲-۲۴	۰/۳۵-۲۰				پیریت
	۱۱/۴ (۵)	۸ (۶)				
گالین	۰/۱۵-۳	۰/۱۱-۲۶	۱/۳-۲/۸	۰/۱۴-۱/۳	۱-۱۲	
	۱/۲۵ (۱۳)	۴/۹ (۲۵)	۸/۸ (۱۸)	۰/۵ (۱۷)	۳/۹ (۱۹)	
اسفالریت	۱/۳-۴/۳	۰/۵۵-۱۲	۰/۴-۲۸/۸	۲/۴-۱۲۰	۱-۵/۶	
	۲/۷ (۱۲)	۳ (۲۹)	۶/۴ (۱۷)	۱۹/۵ (۱۷)	۳ (۲۰)	
پیریت	۸-۶۰	۲-۳۷	بانت قشلاق		۲/۲ (۲)	پیریت
	۲۷/۲ (۵)	۱۴/۳ (۵)				
دانش کس						
پیریت	۵-۶۰	۳۰- یافت نشده است				پیریت
	۲۳/۳ (۳)	۱۰ (۳)				
آکشیان						
پیریت	۲-۷	۲-۱۰	۰/۲۸-۳/۲	۰/۳۶-۳/۸		پیریت
	۳/۶ (۹)	۲/۷ (۹)	۱۶/۵ (۶)	۲ (۶)		
جیوه‌ای						
چنابر	۷- یافت نشده است	۷- یافت نشده است	۰/۴-۰/۸	۰/۳-۰/۶		چنابر
	۳/۶ (۹)		۰/۵۸ (۵)	۰/۴۴ (۵)		



III- پیریت از کانه پیریتی کانسار چپراگیدزور،
 IV- پیریت
 V- کالکوپیریت از کانه پیریت - کالکو پیریت کانسار فزل بولاغ،
 ۸ و ۷- کانه‌های پیریتی و پیریت - انارژیت،
 ۹، ۱۰- کانه‌های پیریت - کالکوپیریت،

شکل ۱- نمودار وابستگی عیار ارتباط سلفنیوم و تلور در کانی‌های اصلی از کانسارهای با همبدهای گوناگون:

I- پیریت از کانه پیریت - آنارژیت کانسار پیتی بولاغ
 II- پیریت از کانه پیریتی کانسار خارخار،

به ۴۸ گرم در تن می‌رسد و بطور میانگین ۸/۶ گرم در تن. در حالی که تراکم Bi در کانسارهای سرب - روی آلتای، آسیای میانه و دیگر مناطق بسیار کم است،

از نظر مقدار Bi در اسفالریت، کانسار مهمانیسکی بسیار نزدیک‌تر به کانسارهای سرب - روی آلتای و آلتای چونکارسکی، با دمای متوسط، است. عیار Bi در کانسارهای جیوه در حدود ۳/۹-۰/۱۲۸ گرم در تن در نوسان است، و در سینابر این عیار به ۱ گرم در تن نمی‌رسد.

عیار ایندیوم در پیریت در همه کانسارهای بررسی شده، مشخص کننده نیست و نیز در انارژیت و کانه‌های مس - آرسنیک بی‌بی‌یولاغ و در گالن کانسنگ چندفلزی کانسارهای مهمانیسکی، در بیشتر کانسارها کم‌تر از یک گرم در تن است.

عیار بسیار بالای In در کالکوپیریت، در کانسار کاشکاپای، مشخص کننده است، در کانه‌های کانسار قزل بولاغ انباشتگی اصلی In در کالکوپیریت دیده می‌شود که کانی اصلی تشکیل دهنده است، عیار بسیار کم In در اسفالریت (۲/۴-۱۲ گرم در تن)، در کانسنگ چند فلزی است. این واقعیت می‌تواند در کارهای عملی در معرفی عنصر همراه در کانه‌های کانسار مهمانیسکی نقشی اساسی داشته باشد.

تالیوم

تالیوم به صورتی گسترده در پیریت، کالکوپیریت، گالن و اسفالریت پراکنده است، لیکن تراکم آن، بر روی هم، پایین است و نوساناتی شدید دارد، عیار Tl به طور میانگین از ۲/۵ تا ۶/۸ گرم در تن نوسان دارد. بیشترین تراکم آن در پیریت کلومورف و مارکاسیت در کانه‌های پیریتی کانسار قزل بولاغ دیده شده است.

وابستگی مشخص و روشن Bi، Se، Tl با زایش پیریت‌های کریستالیزه‌ایدیومورف، مشخص شده است. روشن شده است که پیریت بلورین ایدیومورف دانه‌ای، از نقطه نظر Tl و Se، به نسبت ۲/۴ تا ۲/۹ مرتبه پر مایه‌تر است تا پیریت کلومورف. اما همین پیریت از نقطه نظر Tl ۲۴ مرتبه کم مایه‌تر است. یک چنین پراکندگی و عیار Tl در گونه‌های کلومورف دی سولفور آهن (پیریت)، توسط بیشتر پژوهشگران در کانسارهای مس سولفوری اورال، قفقاز، آلتای مشخص شده است. عیار بالای Tl در اسفالریت کلومورف کانسار یاد شده (۱۶/۸-۲۱/۶ گرم در تن) است. حال آن که در اسفالریت آپوفیزها، باهم آیند کانی‌شناسی کوآرتز- کالکوپیریت - اسفالریت، بسیار کم‌تر است (۳/۳ گرم در تن). عیار Tl در کانسارهای اخیر که از آنها نام برده شد، نزدیک به عیار آن در اسفالریت کانسار مهمانیسکی است، که در آن بواسطه پراکندگی کم، به طور میانگین، ۳ گرم در تن تعیین شده است.

بر عیار بالای تالیوم در گونه‌های کلومورف کانی‌ها، از جمله دی سولفور آهن، بیش‌تر پژوهشگران تاکید دارند. این چنین رفتار Tl نشان از آن دارد که، در این صورت نقش کلیدی، در دست پدیده‌تیلور همزمان و همراه با سولفور است. فزون بر این سرشت کلونیدی کانه اثری منفی بر تراکم Bi و Se دارد، رفتار تالیوم در کالکوپیریت کانسار قزل بولاغ ویژه خویش است. عیار آن از ده‌هزارم درصد بیش‌تر نیست، لیکن وجود Tl از نقطه نظر متالوژی جالب است. وجود

ویژه در کانسار بی‌بی‌یولاغ و کالکوپیریت کانسار کاشکاپای، همزمان، هم وابسته به ورود ایزومورفی Te در کانی میزبان، هم وجود ادخال‌تری میکروسکپی کانی‌های مستقل آن است. این واقعیت به وسیله بررسی کانی‌شناسی نمونه کانی اولیه تأیید شده، که در نتیجه پیریت کانسار بی‌بی‌یولاغ دارای کانه مس خاکستری (تتراندريت) تلوردار- گلدفیلدیت ۶- است، که در آن به صورت ذرات میکروسکپی تشکیل شده است.

وجود Se در کنسانتره کانه‌های مس سولفور کانسار قزل بولاغ نه تنها به کلیت خواص کریستالوژیسی Se و همسان آن به گوگرد، وابسته است، بلکه با ویژگی کلی متالوژی پیدایش این کانسار نیز ارتباط دارد. عوامل اصلی که بر رفتار Se اثر می‌گذارد، تغییر پتانسیل اکسید- احیاکننده و دمای کانی سازی است.

کانه‌های چندفلزی کانسار مهمانیسکی به واسطه همسانی و پراکندگی Se و Te در گالن و اسفالریت و فزونی کم Te Se (به جدول شماره ۱ مراجعه کنید) مشخص می‌شود. میانگین عیار Se و Te نزدیک به همان عیاری است که در گالن و اسفالریت کانسارهای سرب - روی با دمای متوسط، در توده‌های نفوذی - رسوبی آلتایی، آسیای میانه و بایکال شرقی دیده می‌شود. عیار Se در اسفالریت کانسار قزل بولاغ بسیار بالاست، که این واقعیت رنگ آن را مسی- زرد تا قهوه‌ای روشن کرده است.

تراکم Se در سینابر کانسارهای جیوه با رنگ آمیزی‌های گوناگون خودنمایی می‌کند، عیار Se در سینابر آلبالویی تیره- قرمز از کانسار آقیاتاق، ۵۰ گرم در تن است. با چنین عیاری از Se، تنها امکان ورود آن به صورت ایزومورفی به جای گوگرد در شبکه کریستالین سینابر وجود دارد. در گونه‌های روشن‌تر- رنگ قرمز پرتقالی - نه Se نه Te در کانسار شوربلاغ دیده نشد. در باره‌بالارفتن عیار Se در شاخص‌ترین گونه‌های سینابر در بررسی‌های گوناگون اظهار عقیده شده است (چترون سری - ژون ۱۹۵۳، یو. و. فینگن ۱۹۷۱). لیکن آزموده‌ها و آزمایش‌های اندک در دسترس نمی‌تواند تأیید کننده باشد. واقعیت حضور Se تنها با مقدار اندک آن در محلول‌های نیدروترمال قابل توضیح است.

بیسموت

پژوهش‌های انجام شده گسترش وسیع کانه Bi را در کانسارهای ناحیه نشان داده است. عیار بالای آن برای کانسار پیریت - کالکوپیریت کاشکاپای شاخص است. در کالکوپیریت - عیار Bi به ۴۰۰ گرم در تن می‌رسد که این می‌تواند به سبب وجود کانی ریزدانه Bi عنصری در کالکوپیریت باشد. کانی Bi در همه کانسارها مشخص نشده است و عیار آن احتمالاً می‌تواند به دلیل ایزومورفی در کانی‌های کانی‌سازی باشد.

در کانسارهای مس و مس سولفوری مقدار کم و بیش عنصر Bi درون پیریت و کالکوپیریت مشخص می‌شود. عیار بالای عنصر Bi در انارژیت کانسارهای بی‌بی‌یولاغ دیده می‌شود. بیسموت عنصری ویژه در کانسارهای مهمانیسکی است. بیشینه عیار آن در گالن است که

۶- گلدفیلدیت برای نخستین بار در ایالات متحده آمریکا و باردوم توسط نویسندگان در این کانسار پیدا شده است.



افزایش بسیار اندک می‌یابد وابستگی دوسویه Ag ، Au ، Te در ترکیب کالکوپیریت، به گونه‌ای محسوس، در افق‌های گوناگون تغییر می‌یابد در این جا میدان‌های جداگانه، که به صورت جزئی با یکدیگر در وابستگی‌اند و وابستگی جورواجور این عناصر را منمکس می‌کنند (شکل ۲b)، مشخص می‌شود.

عیار Ag و Au در بخش بالایی توده کانی به گونه‌ای چشم‌گیر بیش‌تر است. این پدیده به ویژه برای Au به گونه‌ای روشن نمایان می‌شود، تغییر عیار Au ، در مقایسه با تغییرات فلزات قلیایی (K ، Na)، قلیایی خاکی (Sr ، Ba) و عناصر فرار (F ، S)، نشان از آن دارد که، تراکم طلا، به واسطه تغییرات وضعیت اکسیدی- احیاکننده مشخص می‌شود برای فواصل با تراکم بیشینه Au ، موارد زیر مشخص کننده است:

۱- کاهش مقدار K در سنگ همبر، در مقایسه با سنگ همبر کانی‌سازی پیریت واقع در پایین، افزایش عیار طلا را در پی دارد. در پروبلیت‌ها (۰/۳۶ درصد در برابر k ۲/۷۲ درصد) و پرمایکی تا نسبی k در مقایسه با ولکانیت‌های همبر پوشاننده، با ترکیب آندزیت- داسیت و ریوداسیت (۰/۳۶ درصد در برابر k ۱/۱۲ درصد) مشخص کننده است.

۲- آن گاه مقدار Ba به ماکزیمم می‌رسد که شست و شوی و مهاجرت تقریباً کامل Sr و Na انجام گرفته باشد. رفتار S و F دارای ویژگی همانند است. بیشینه عیار آن‌ها با مقدار K/Na مطابقت دارد.

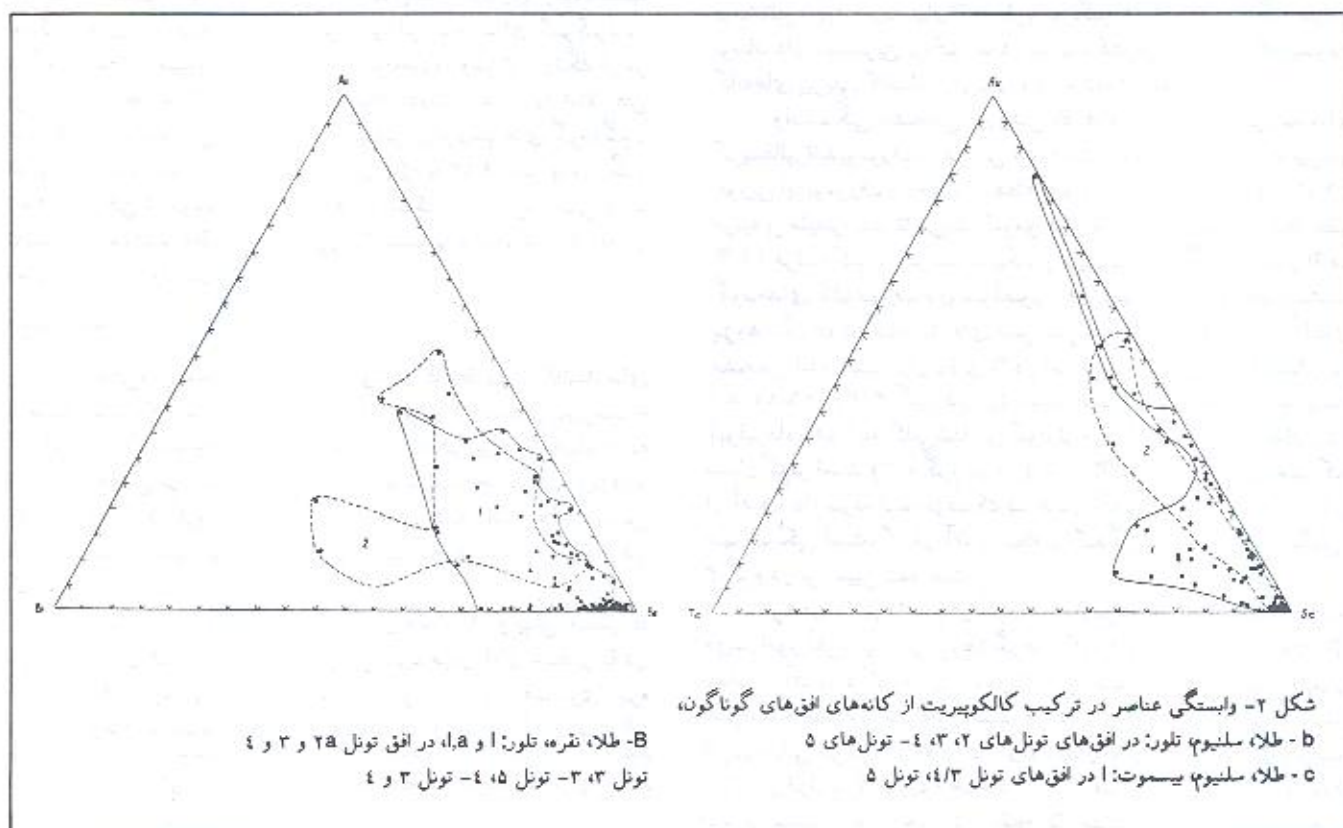
آن در کالکوپیریت از طریق ورود ایزومورفی، همانند ایزومورفی در کانی کروکزیب با فرمول شیمیایی (Cu ، Tl ، Ag ، Se)، که در آن Tl احتمالاً با مس ایزومورف است، پیش‌بینی می‌شود.

طلا و نقره

طلا و نقره برای کانسار قزل بولاغ مشخص کننده است. برای آن نوسان گسترده عیار (بیش‌تر از ۹۰۰، برپایه داده‌ها) ویژه‌خویش است.

شایسته‌ترین کالکوپیریت باردار از طلا، اجتماعات کوارتز- پیریت - کالکوپیریت اشباع شده از طلا و نقره است، که در این اجتماعات کالکوپیریت پرمایه از طلا و نقره و عناصر نادر است. از نمونه‌های باز مینه کم طلا، نمونه‌هایی با عیار بالای Au جدا می‌شود، که این بخش‌های جداگانه، از نظر کالکوپیریت پرمایه‌اند. بررسی وابستگی دوسویه Au با عناصر با فراوانی کم در ترکیب کالکوپیریت نشان داد که عیار Au به هنگام کاهش عیار Se در آن، افزایش می‌یابد. عیار Te در این صورت کمتر تغییر می‌کند (شکل ۲۰a).

در افق‌های پایین‌تر تغییرات عیار Te با نوسانات فراوان همراه است. وابستگی دوسویه Se ، Bi ، Au تا اندازه‌ای ناهمسان است، به هنگام کم‌ترین افزایش عیار Au همراه با کاهش Se ، عیار Bi به گونه‌ای محسوس در افق بالایی افزایش می‌یابد (شکل ۲b).

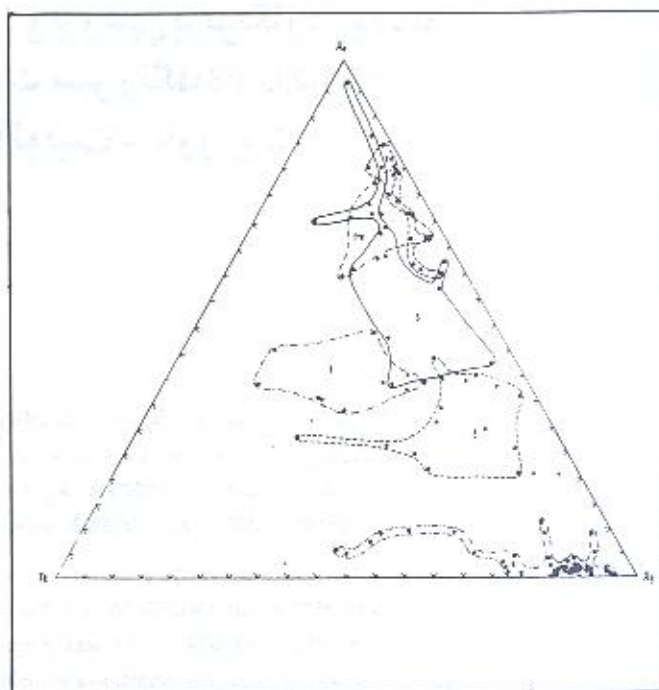


۲- در انباشت Te در دی سولفورهای کولومورف آهن، شرایط فیزیکی - شیمیایی پیدایش کلونیدها و خواص خود کلونیدها نقش عمده را به عهده دارد

۳- داده‌های به دست آمده در بررسی کانی‌های سولفوری کانسارهای شمال خاوری و بخش مرکزی قفقاز کوچک در مورد مفید بودن انجام پژوهش‌های معدنی - ژئوشیمیایی بر روی آن‌ها حکایت دارند، که مسئله اصلی آن باید در روش کلی برای ارزیابی دورنمای کانه‌داری آن‌ها باشد. بخش‌های اصلی پژوهش‌ها باید در مرحله اول برای کانسارهای نمونه‌تر دارای تشکیلات گوناگون کانه باشد.

کتاب نگاری

- ۱- عبدالله یف ر- نه و مصطفی یف گ، و، حسنوف ر. ک انتشارات آکادمی علوم آذربایجان سری علوم زمین ۱۹۷۸ شماره ۲، ص ۳۱-۳۸
- ۲- عزیز بکوف ش. آ. گاوریلیوک پ. س. اختصارف د. نه مغربی آ. آ. در مجموعه مقالات: ماگماتیزم و کانی‌سازی آندوژن م. نانوگا ۱۹۷۶. ص ۱۸۰-۱۶۷
- ۳- واسکر سنسکایانه ت. کارپوا. ای. س. ژئوشیمی ۱۹۵۸، شماره ۵ ص ۴۴۰-۴۳۵
- ۴- گاوریلیوک پ. س. مغربی آ. آ. آگاکیشیف آ. م. مجله آکادمی علوم آذربایجان ۱۹۸۴، جلد ۱۰، شماره ۲، ص ۴۶-۴۲
- ۵- ایوانف و. و. ولگین و. یو. و دیگران تالی. انتشارات آکادمی علوم شوروی ۱۹۶۰، ص ۱۵۴
- ۶- ایوانف و. و. بلویتین ل. ف. بوریسنکو آ. س. و دیگران، مقدار متوسط عناصر - مخلوط‌ها در کانی‌ها مسکو، ندراف، ۱۹۷۳، ص ۲۰۵
- ۷- کاشکای. م. آ. مغربی آ. آ. مجله آکادمی علوم آذربایجان، ۱۹۷۶، جلد ۳۲ شماره ۵، ص ۵۱-۴۸
- ۸- لوگینوف و. ن. مغربی آ. آ. روسینوف و. ل. و دیگران. مجله آکادمی علوم شوروی جلد ۲۷۳، ۱۹۸۳، شماره ۲، ص ۴۴۰-۴۳۷
- ۹- مارتی روسیان ر. آ. بابایف ز. ای، ژئوشیمی، ۱۹۷۴، شماره ۳، ص ۴۲۱-۴۱۸
- ۱۰- موطالوف. م. گ. ژئوشیمی ۱۹۷۷ شماره ۵، ص ۷۵۵-۷۴۸
- ۱۱- سیندیوا. نه د. مینرالوژی، انواع کانسارها و اشکال اصلی ژئوشیمی، سلنیوم و تلور. انتشارات آکادمی علوم شوروی ۱۹۵۹، ص ۲۵۶
- ۱۲- افدیف گ. خ. کمپلکس گرمایی بخش شمال شرقی قفقاز کوچک، انتشارات آکادمی علوم آذربایجان ۱۹۵۷، ص ۳۴۲.



نتیجه گیری

از پژوهش‌های انجام شده امکان انجام نتایج زیر فراهم می‌آید:

- ۱- Bi, Te, Se در کانه‌های کانسارهای تشکیلات گوناگون همراهان و آمیزه‌های پایدار و همیشگی‌اند ویژگی پراکندگی Se و Te برای بیش‌تر کانسارها، فزونی Se بر Te است. گرایش به انباشت Se در فرآورده‌های پیریت - کالکوپیریت و به مقدار کم‌تر، در گرد آمدگی پیریتی کانی‌ها دیده می‌شود. Se به گونه‌ای استثنایی به عنوان آمیزه‌ایزومورفی در کانی‌ها یافت می‌شود نبود وابستگی میان Se و Te روشن است.
- تراکم Se و Te در لوای یک قانونمندی استوار، در پیریت کانسارها، از تشکیلات جوان‌تر به طرف کهن‌تران، کاهش می‌یابند.
- گوناگونی گسترده عیار Bi و Te در برخی از کانسارها سبب پیدایش آن‌ها در کانی‌های مستقل شده است.

✱ انستیتوی زمین‌شناسی آکادمی علوم جمهوری آذربایجان

✱✱ سازمان زمین‌شناسی کشور

* Institute of Geology of the Academy of Sciences of the Azerbaijan Republic, Baku.

** Geological Survey of Iran