



کانسارهای سرب و روی با میزبان کربناته در محور ملایر- اصفهان و ارتباط آنها با ساختارهای گسلی، کاربرد روش آنالیز فرای

مهدوی، امیر*، رحیمی، بهنام
دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

پراکندگی و توزیع فضایی کانسارها و نشانه‌های معدنی در یک ناحیه می‌تواند به عنوان یک کلید اکتشافی مورد استفاده قرار گیرد. وجود جهت‌یابی ترجیحی در نتایج حاصل از بررسی این پراکندگی‌ها بیانگر نقش کنترل‌های ساختاری در تشکیل کانه‌زایی مورد نظر خواهد بود. آنالیز فرای روش مناسبی برای تعیین جهات اصلی پراکندگی کانسارهای مرتبط با ساختارهای خطی به شمار می‌رود. کانسارهای سرب و روی در محور ملایر- اصفهان غالباً از نوع کانسارهای دره می‌سی‌سی‌پی (MVT) بوده و در واحدهای کربناته کرتاسه تشکیل شده‌اند. پراکندگی فضایی ۴۷ کانسار و اندیس معدنی سرب و روی در این کمربند به روش آنالیز فرای مورد بررسی قرار گرفت و نشان داد که کانه‌زایی غالباً با گسل‌های شمال‌غرب- جنوب‌شرق منطقه هم‌روند است.

کلمات کلیدی: آنالیز فرای، محور ملایر- اصفهان، نوع دره می‌سی‌سی‌پی، کانسارهای سرب و روی.

Carbonate Hosted Pb-Zn Deposits in Malayer-Isfahan Belt and Their Relation with Fault Structures, Application of Fry Analysis

Mahdavi, Amir* and Rahimi, Behnam
Ferdowsi University of Mashhad

Abstract

The spatial distribution of deposits and occurrences can be used as an exploration key. Preferred orientation in results of analysing these distributions, indicates the role of structural controls in mineralization. Fry analysis is an appropriate way to determine the main directions of deposits distributions related to linear structures. Pb-Zn deposits in Malayer-Isfahan belt is frequently Mississippi Valley type (MVT) and occurred in cretaceous carbonate units. The spatial distribution of 47 Pb-Zn deposits and occurrences in this belt is analyzed by the Fry analysis. The results indicate that mineralization usually is in the same direction with northwest-southeast faults.

Keywords: Fry analysis, Malayer- Isfahan belt, MVT, Pb-Zn deposits

مقدمه

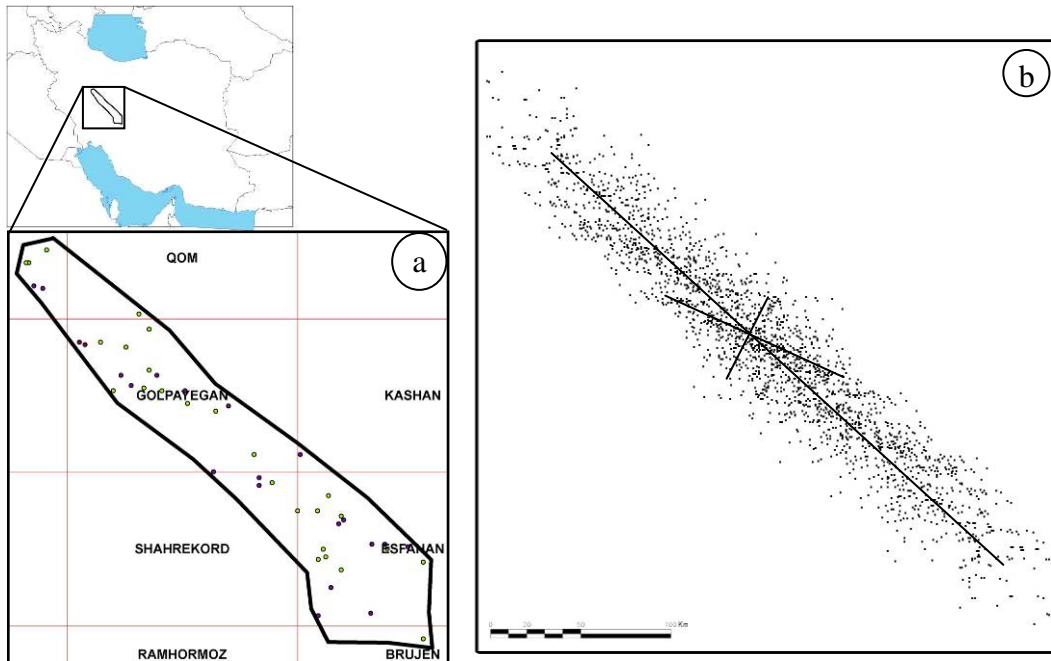
مهمترین ایالت‌های فلززایی سرب و روی ایران عبارتند از: ایران مرکزی، زون سنندج- سیرجان و ناحیه البرز (قربانی، ۱۳۸۱). کانسارهای سرب و روی در زون سنندج- سیرجان، غالباً در قسمت میانی (محور ملایر- اصفهان) و در سنگ‌های آهک، دولومیت و شیل کرتاسه قرار گرفته‌اند (آقائباتی، ۱۳۸۳).

مطالعه توزیع فضایی کانه‌زایی در یک منطقه پارامتر موثری در اکتشاف هر چه بهتر ماده معدنی به شمار می‌رود (Vearncombe & Vearncombe, 1999). بررسی پراکندگی کانسارها و اندیس‌های معدنی شناخته شده و نیز جهت یابی ترجیحی آنها در مقیاس ناحیه‌ای راهنمای بسیار مفیدی جهت کشف نشانه‌های معدنی ناشناخته است (Ehya et al, 2010). همچنین توزیع فضایی رخدادهای متعدد کانه‌زایی در یک منطقه می‌تواند بیانگر همراهی و یا عدم همراهی آنها با کنترل‌کننده‌های ساختاری باشد. مطالعه چنین پراکندگی‌هایی به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد که یکی از پرکاربردترین آنها بررسی توزیع فضایی کانه‌زایی به روش آنالیز فرای (Fry analysis) (Fry, 1979) است. در این مقاله سعی گردیده است تا با استفاده از روش آنالیز فرای و بر اساس روش پیشنهادی Vearncombe و Vearncombe در سال ۱۹۹۹ توزیع فضایی اندیس‌ها و کانسارهای سرب و روی محور ملایر- اصفهان ترسیم و ارتباط آن با کنترل‌کننده‌های ساختاری بررسی گردد.

روش مطالعه

در ابتدا محدوده تقریبی محور ملایر- اصفهان بر روی کمر بند دگرگونی سنندج- سیرجان مشخص و نقشه‌های زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰۰ منطبق با این محدوده انتخاب و تصحیح موقعیت‌های جغرافیایی (rectifying) بر روی آنها صورت گرفت (شکل ۱). از میان نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ همدان، قم، گلپایگان، کاشان، شهرکرد، اصفهان و بروجن نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ زیر مورد استفاده قرار گرفت: خنداب، با درصد پوشش ۵۵٪، اراک (۵۰٪)، محلات (۷۰٪)، کوه دهق (۷۵٪)، گلپایگان (۷۰٪)، الیگودرز (۱۵٪)، میمه (۱۵٪)، چادگان (۶۵٪)، نجف‌آباد (۸۵٪)، شهرضا (۷۵٪)، ریز لنجان (۹۰٪)، بروجن (۲۰٪) و دهاقان (۲۰٪). سپس تمامی گسل‌های نرمال و تراست موجود در این نقشه‌ها رقومی و در یک لایه مجزا ذخیره گردید (شکل ۲).

پس از رسم دیاگرام گل‌سرخ از گسل‌های رسم شده، ۴۷ کانسار و اندیس معدنی سرب و روی که درون آهک‌های کرتاسه محدوده‌های فوق‌الذکر قرار داشتند انتخاب و بصورت نقاط مشخص بر روی یک لایه جدا ترسیم شد (شکل ۱a). این نقاط بصورت یک فایل تصویری به نرم‌افزار GeoFry Plot منتقل و آنالیز فرای بر روی آن انجام گردید. نتایج حاصل از آنالیز فرای بر روی این نقاط در شکل ۱b نشان داده شده است.



شکل ۱: (a) موقعی قرارگیری کمر بند سرب و روی ملایر- اصفهان در بین نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ و نمایش ۴۷ کانسار و اندیس سرب و روی با میزبان کربناته بر روی آن. (b) نتایج حاصل از آنالیز فرای بر روی نقاط انتخابی.

بحث و نتیجه‌گیری

ذخایر سرب و روی با میزبان کربناته (MVT deposits) از مهمترین منابع سرب و روی جهان محسوب می‌شوند. کانسارهای سرب و روی با میزبان کربناته غالباً در یک توالی ضخیم کربناته و در آبهای کم عمق محیط‌های نزدیک به سواحل دریاهای گرم تشکیل می‌گردند (Leach et al, 1993). شوری بالا، دمای پایین، قرارگیری در محدوده‌ای به وسعت صدها کیلومتر و ایجاد یک ایالت فلززایی از ویژگی‌های مهم این کانسارهاست (Leach et al, 2001). بطور کلی ارتباط تنگاتنگی بین تشکیل کانسارهای MVT و پدیده‌های تکتونیکی بزرگ مقیاس وجود دارد. از لحاظ جایگاه تکتونیکی، حوضه‌های فورلندی یکی از اصلی‌ترین مناطق تشکیل این کانسارها محسوب می‌شود. فاکتورهایی مانند شیب فرورانش، ساختار حرارتی صفحه فرورونده و الگوی کنوکسیونی در آستنسفر، همگی بر روی حوضه فورلندی تأثیر می‌گذارند (Leach et al, 2001). با فرورفتن پوسته اقیانوسی، گسل‌های نرمال ایجاد شده و پیشانی برآمده به سمت قاره حرکت می‌کند. در تصادم‌هایی که در عرض‌های جغرافیایی پایین اتفاق می‌افتد پیشانی برآمده به وسیله کربنات‌های نواحی کم عمق دریا پوشیده می‌شوند. هنگامی که همگرایی متوقف می‌شود عناصر مختلف فورلندی توسط سکانس‌های آواری و تبخیری پوشیده می‌شوند (Leach et al, 2001). چنین شرایطی در زون سنندج- سیرجان، در بخش‌هایی که پتانسیل بالایی برای تشکیل کانسارهای نوع MVT دارند وجود داشته است (Ehya et al, 2010). تکامل خیلی از حوضه‌های فورلندی در اینجا به پایان می‌رسد، اما برای تشکیل کانسارهای سرب و روی با میزبان کربناته فرایندهای دیگری لازم است. فرسایش کوه‌های تشکیل شده، بخشی از وزن حوضه فورلندی را کاهش می‌دهد و باعث بالا آمدن حوضه می‌گردد. جدا شدن پوسته اقیانوسی از قاره و هضم آن در مثل نیز اثر مشابهی دارد و باعث انتقال سیالات کانسارساز به سمت حاشیه فورلند می‌شود (Leach et al, 2001).

محور ملایر- اصفهان به عنوان یکی از گسترده‌های معدنی سرب و روی ایران معرفی شده است که در زون سنندج- سیرجان قرار دارد. سطح محدوده آن حدود ۳۰ هزار کیلومتر مربع بوده که ۲۰ هزار کیلومتر آن رخنمون داشته و ۱۰

هزار کیلومتر آن توسط آبرفت‌ها پوشیده شده است. مرز جنوبی این زون در محدوده معدنی ملایر-اصفهان، زاگرس بوده و مرز شمالی آن نوار آتشفشانی ارومیه-دختر است (طرح جامع سرب، ۱۳۸۵).

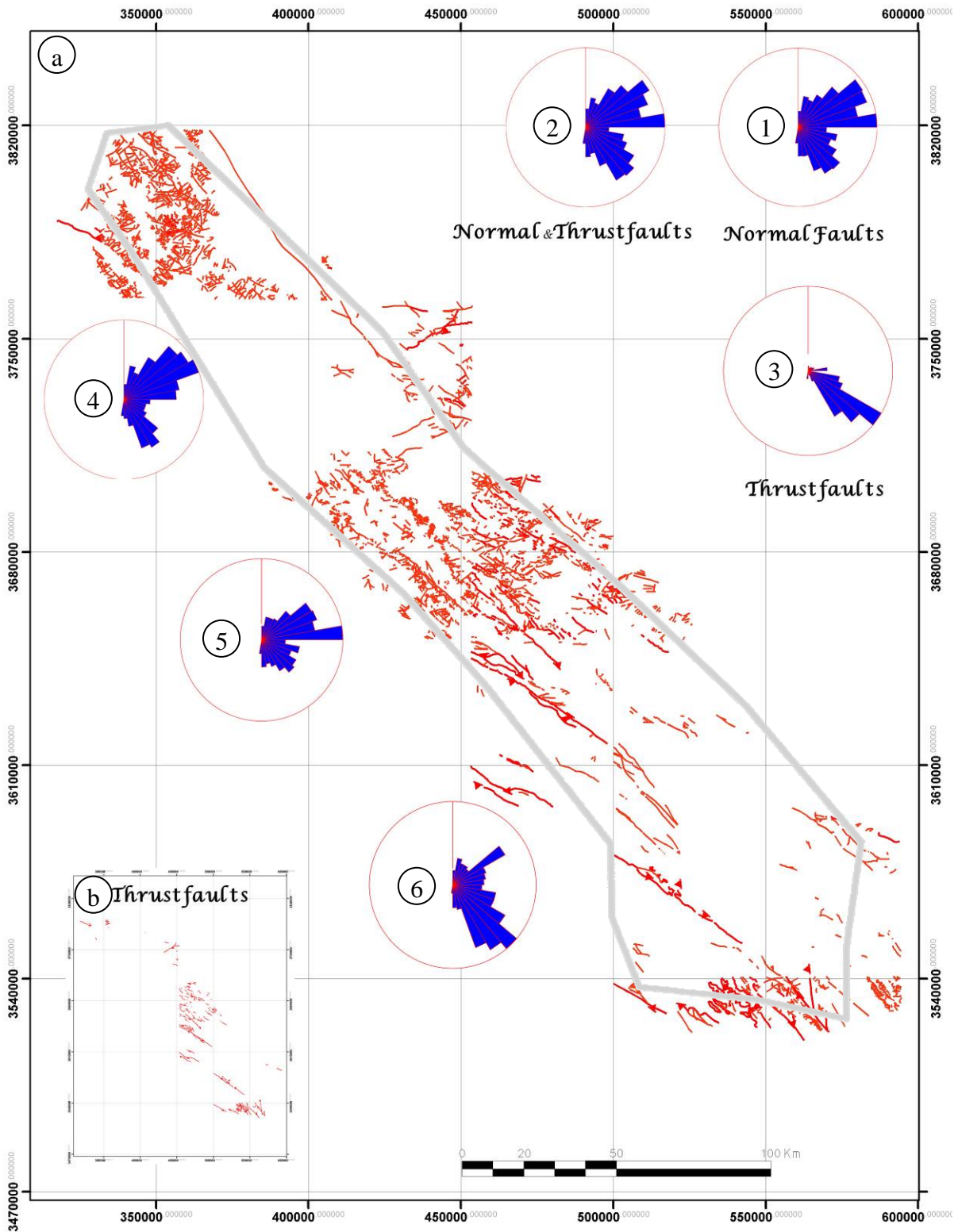
محور ملایر-اصفهان دارای اندیس‌های متعدد سرب و روی با میزبان کربناته است که درون زون‌های گسلی و شکستگی‌های ناشی از آن تجمع پیدا کرده‌اند (Ehya et al, 2010). در این محور بیش از ۱۲۰ کانسار و نشانه معدنی سرب و روی گزارش شده است که مجموعه ذخایر قطعی و شناخته شده آنها بیش از ۶۰ میلیون تن است (طرح جامع سرب، ۱۳۸۵). از این میان نیمی در ناحیه اصفهان و نیمی دیگر در ناحیه خمین، آشتیان، ملایر و شمس‌آباد قرار دارد. از مهمترین کانسارهای محور ملایر اصفهان می‌توان به ایرانکوه، عمارت، راونج، انجیره، شمس‌آباد، آهنگران اشاره کرد (Ehya et al, 2010; Ghazban et al, 1994).

در محور ملایر- اصفهان کانه‌سازی کانسارها و نشانه‌های معدنی سرب و روی، اغلب چینه‌کران هستند و به صورت لایه‌ای، رگه‌ای و عدسی شکل دیده می‌شود. این کانی‌سازی‌ها بطور عمده به سنگ‌های آهکی، دولومیت شیلی و گاه ماسه‌سنگ کرتاسه محدود می‌گردند (Ghazban et al, 1994). با بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی زون سنندج-سیرجان در محور ملایر-اصفهان و بدست آوردن روندهای اصلی گسلی منطقه سعی گردید یک رابطه منطقی بین روند اصلی پراکندگی اندیس‌های معدنی و روند گسل‌های منطقه بدست آید. بدین منظور از روش آنالیز فرای استفاده گردید.

آنالیز فرای یک روش مکمل در مطالعات زمین‌شناسی ساختمانی است که در بررسی پراکندگی کانه‌زایی در یک منطقه و ارتباط آن با ساختارهای خطی نیز به کار برده می‌شود (Fry, 1979). به عبارت دیگر کاربرد روش آنالیز فرای در مطالعه عوارض خطی و جهت‌دار است. در مقیاس ناحیه‌ای این روش به بررسی الگوهای پراکندگی کانه‌زایی، و در مقیاس کانسار به توصیف زون‌های کانه‌زایی از قبیل جهت کانه‌زایی، جهت زون‌های پرعیار و پراکندگی عیار می‌پردازد (Vearncombe & Vearncombe, 1999).

اساس این روش بدین ترتیب است که عوارض نقطه‌ای مورد نظر مانند موقعیت کانسارها و اندیس‌های معدنی، رخنمون فعالیت‌های معدنکاری قدیمه و... را بصورت نقاط پراکنده بر روی صفحه کاغذ پیاده کرده و کاغذ شفاف را که در مرکز آن یک نقطه مبنا قرار گرفته است بر روی آن قرار می‌دهیم. سپس نقطه مبنا را بر روی یکی از نقاط تعیین شده گذاشته و سایر نقاط اطراف آن را بر روی کاغذ شفاف علامت می‌زنیم (Vearncombe & Vearncombe, 1999). این کار را برای تک تک نقاط تکرار می‌کنیم. بدین ترتیب به ازای n نقطه بر روی کاغذ اول، $n-2$ نقطه بر روی کاغذ شفاف بدست می‌آید که به آن Fry plot گویند (شکل ۱a). به منظور سهولت کار، این روش به کمک نرم‌افزارهای مختلفی قابل انجام است. پس از پیاده کردن تمام نقاط بر روی Fry plot می‌توان روندهای خطی احتمالی بدست آمده را مشاهده نمود.

در شکل ۲ پراکندگی گسل‌های شمال و تراست موجود در کمربند ملایر- اصفهان رسم شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از رسم دیاگرام‌های گل‌سرخ این گسل‌ها می‌توان چنین نتیجه گرفت که گسل‌های تراستی منطقه (شکل ۲b) بطور مشخص دارای روند شمال غرب-جنوب شرق و با امتداد تقریبی N125E هستند (شکل ۲a۳). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که گسل‌های تراستی در محور ملایر-اصفهان با روند عمومی زون ساختاری زاگرس مرتفع و سنندج-سیرجان موازی است.



شکل ۲: نمایش روند گسل‌های محور ملایر-اصفهان توسط دیاگرام‌های گل سرخی.

گسل‌های نرمال منطقه دارای دو روند اصلی می‌باشند که عبارتند از: ۱- شمال شرق- جنوب غرب با امتداد N60E تا N85E که روند غالب گسل‌های نرمال محور ملایر-اصفهان محسوب می‌شود و ۲- شمال غرب- جنوب شرق با امتداد کلی N135E که با گسل‌های تراستی منطقه انطباق خوبی را نشان می‌دهد (شکل ۲a۱). نکته قابل توجه دیگر برای گسل‌های نرمال این است که روند عمومی آنها از جنوب محور ملایر-اصفهان به سمت شمال تغییر می‌کند (شکل ۲a۴،۵،۶). بدین ترتیب که روند اصلی گسل‌های نرمال در بخش جنوبی محور ملایر-اصفهان شمال غرب- جنوب شرق، و همروند با گسل‌های تراستی می‌باشد. این در حالی است که این روند به سمت شمال تغییر نموده و بطور غالب شمال شرق- جنوب غرب است.

با نگاهی دوباره به نتایج حاصل از آنالیز فرای ۴۷ اندیس معدنی سرب و روی در محور ملایر-اصفهان (شکل ۱) مشخص می‌شود که علاوه بر روند اصلی شمال غرب- جنوب شرق، دو روند فرعی N45E و N120E نیز قابل مشاهده است. لذا با توجه به همخوانی روندهای بدست آمده از روش آنالیز فرای با روند گسل‌های منطقه، نقش کنترل‌های گسلی در تشکیل کانسارهای سرب و روی با میزبان کربناته در محور ملایر-اصفهان کاملاً مشهود است. همچنین بخش عمده کانه‌زایی‌های سرب و روی این منطقه با گسل‌های نرمال و تراستی با روند شمال غرب- جنوب شرق همراه است. علاوه بر آن کانه‌زایی در گسل‌های نرمال با روند شمال شرق- جنوب غرب نیز تشکیل شده است.

منابع

- آقائباتی، علی، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- طرح جامع سرب، ۱۳۸۵. وزارت صنایع و معادن کشور.
- قربانی- منصور، «دیباچه ای بر زمین‌شناسی ایران»، وزارت صنایع و معادن، پایگاه داده‌های علوم زمین، ۱۳۸۱.
- Ehya, F., Lotfi, M., Rasa, I. Emarat carbonate-hosted Zn-Pb deposit, Markazi Province, Iran: A geological, mineralogical and isotopic (S, Pb) study. *Journal of Asian Earth Sciences* 37 186-194. (2010)
- Fry N., Random point distributions and strain measurement in rocks. *Tectonophysics*, 60: 89-105 (1976)
- Ghazban, F., McNutt, R.H., Schwarcz, H.P., Genesis of sediment-hosted Zn-Pb-Ba deposits in the Irankuh district, Esfahan area, west-central Iran. *Economic Geology* 89, 1262-1278. (1994)
- Leach, D. L., Sangster, D. F., Mississippi Valley-type lead-zinc deposits. *Geological Association of Canada, Special Paper* 40. (1993)
- Leach, D.L., Bradley, D., Lewchuk, M.T., Symons, D.T.A., Marsily, G., Brannon, J. Mississippi Valley-type lead-zinc deposits through geological time: implications from recent age-dating research. *Mineralium Deposita* 36, 711- 740. (2001)
- Vearncombe J. and Vearncombe S. The spatial distribution of mineralization: Application of fry analysis. *Economic Geology*, 94: 475-486 (1999).