فصلنامه زمین شناسی کاربردی
سال ۵ (۱۳۸۸)، شماره۲: ۱۵۵-۱۴۸
www.appliedgeology.ir

ارتباط شکستگی‌ها و کانه‌زایی در محدوده معدن مس پورفیری میدوک

علی مهرابی[۱]، رضا درخشانی[۱] و جعفر رهنماراد[۳]
۱) گروه زمین‌شناسی، دانشکده‌ی علوم پایه، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۳) گروه زمین‌شناسی، دانشکده‌ی علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان

چکیده

برای شناسایی ذخایرجدید مس پورفیری در مقیاس منطقه‌ای، ارتباط مکانی بین ذخایر مس پورفیری منطقه و شکستگی‌ها در بخش جنوبی کمربند آتشفشانی ایران مرکزی (منطقه میدوک) مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین ارتباط مکانی بین اندیس‌های معدنی، به خصوص پورفیری‌های مس با شکستگی‌ها، به طور کمی از روش وزن‌های نشانگر استفاده و اندازه گیری شد. مناطق بین گسل‌های محلی امتدادلغز، برای جای‌گیری پلوتون‌های پورفیری و کانه‌زایی مس، زون های مناسبی می‌باشند. این بررسی نشان داد که بین اندیس‌های معدنی و پورفیری‌های مس با شکستگی‌ها، تا فاصله یک کیلومتری، بیشترین ارتباط برقرار است.

واژه‌های کلیدی: اکتشاف کانسار، اندیس معدنی، سنجش ازدور، گسل، میدوک. وزن‌های نشانگر

Spatial Association of Mineralization and Fractures in Meiduk Porphyry Copper Mine

A. Mehrabi[1], R. Derakhshani[1] & J. Rahnama-Rad[2]
1) Department of Geology, Faculty of Basic Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman - Iran
2) Department of Geology, Faculty of Basic Science, Islamic Azad University, Zahedan Branch, Zahedan - Iran

Abstract

To provide guides for exploration of porphyry copper mineralization at a district scale, we examine the spatial association between known copper deposits and strike-slip faults/fractures in south central Iranian volcanic belt. The spatial associations between the porphyry copper deposits and strike-slip faults/fractures are quantified using weights of evidence modeling. The porphyry copper occurrences are associated spatially with strike slip faults/fractures within distances of 1 km. In addition, based on these observations local strike slip faults/fractures related to regional strike slip faults systems are the most important foci for emplacement of copper-bearing porphyritic intrusions in the study area.

Key words: Meiduk, mining index, mineral exploration, remote sensing, faults, weights of evidence

۱- مقدّمه

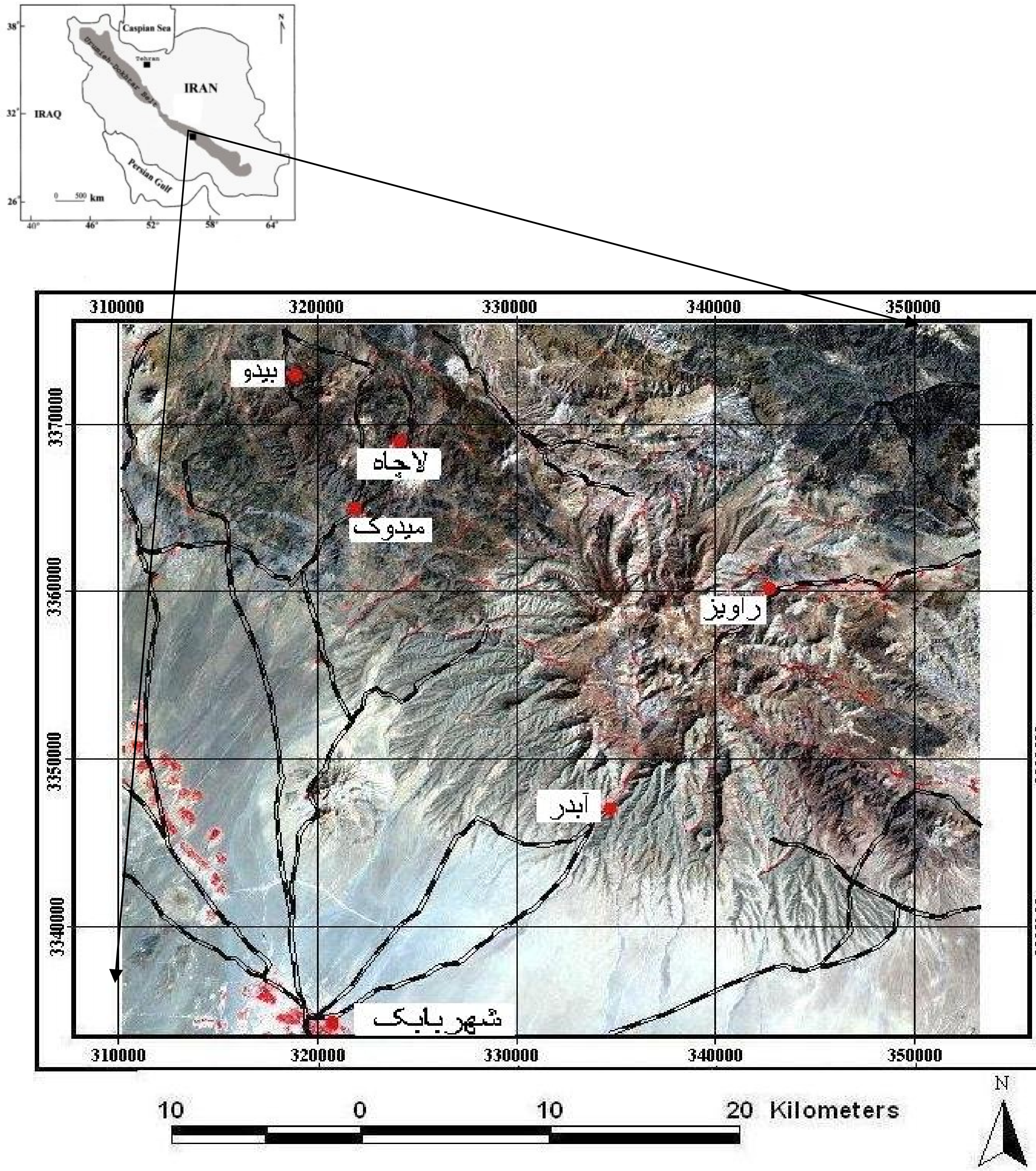
کانسارهای مس پورفیری را می توان محصول سرد شدن سیستم‌های هیدروترمالی همراه با نفوذی‌های کم عمق پورفیری جایگیرشده در کمان‌های ماگمایی مرتبط با فرورانش، دانست (Beane & Titley 1981; Carranza 2002). به‌طور کلی مدل ژنتیکی کانسارهای هیدروترمالی را می‌توان به دو صورت بررسی نمود، یکی مدل ژنتیکی مرتبط با فرآیندهای زمین‌شناسی و ژئوشیمیایی و دیگری مدل ژنتیکی در ارتباط با فرآیندهای دگرشکلی پوسته‌ای و محیط‌های ژئودینامیکی. مطالعات اخیر (Richards et al. 2001; Padilla et al. 2001) نشان می‌دهد که تشکیل و جایگیری کانسارهای مس پورفیری نه تنها تحت تأثیر فرآیندهای ماگمایی و هیدروترمالی می‌باشد، بلکه تکتونیک ناحیه‌ای، محلی و رژیم‌های تکتونیکی در زمان تشکیل این کانسارها نیز اهمیت بسیار زیادی دارد. بسیاری معتقدند که کانسارهای مس پورفیری در مقایسه با سایر کانسارهای هیدروترمالی به طرز جالب توجهی همزاد با توده‌های نفوذی پورفیری، در امتداد سیستم‌های گسلی امتدادلغز کمان‌های قاره‌ای و جزیره‌ای می‌باشند. بنابراین به منظور بررسی جایگاه مناسب جایگیری نفوذی‌های پورفیری و کانسارهای مس همراه آنها، شناسایی محل‌های تمرکز سیالات ماگمایی درون پوسته بسیار با اهمیت می باشد (Carranza & Hale 2002). به‌طور کلی مهاجرت سیالات ماگمایی توسط مکانیک و ترمودینامیک آنها کنترل می‌شود. سیالات عموماً از زون‌های پرفشار به مناطق کم فشار با درجه‌ی حرارت پایین‌تر مهاجرت می‌کنند. در چنین شرایطی سیالات ماگمایی بیش از آنکه متمرکز گردند، پراکنده می‌شوند. این الگوی گسل‌ها/ شکستگی ها، زون‌های برشی و تنش‌های متفاوت می‌توانند مکانی برای متمرکزشدن ماگما و یا حرکت آن در نواحی کم‌عمق پوسته شوند. لذا بررسی هندسه و مکانیسم گسل‌های مرتبط با کانسارهای مس پورفیری، جهت مطالعه مکان‌های مناسب برای جایگیری توده‌های پورفیری می تواند بسیار با اهمیت تلقی شود. در این راستا کارانزا، (Carranza 2002) زون های برشی، حوضه‌های جدایش کششی (pull a part) و انقطاع در امتداد گسل‌های امتدادلغز، مکان‌هایی بسیار مناسب جهت نفوذ توده‌های تفریق یافته‌ی پورفیری و تشکیل کانسارهای مس پورفیری را معرفی می‌کند. اکثر ذخایر مس ایران به خصوص پورفیری‌ها در زون ولکانو- پلوتونیک ارومیه- دختر واقع می باشند که ارتباط زمانی بسیار جالبی با گسل های امتدادلغز و توده‌های نفوذی گرانیتوئدی میوسن در این زون دارند. منطقه معدنی شهربابک(محدوده میدوک) جهت تعیین این ارتباط انتخاب گردید. نگاه کلی به این محدوده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که ارتباط مکانی خاصی بین تمامی اندیس‌های شناخته شده و به خصوص پورفیری‌های مس با شکستگی‌ها در این منطقه وجود دارد. با توجه به وسعت منطقه و پراکندگی این ذخایر استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روش‌های دورسنجی به همراه ترکیب و مدل نمودن داده‌های حاصل در سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS, Geographical Information System) می‌تواند کمک بسیار شایانی به تعیین این ارتباط به لحاظ کیفی و کمی نماید. خاطرنشان میسازد هدف این مقاله صرفاً بررسی ارتباط مکانی گسلها و توده های مس پورفیری از طریق سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی بوده است و ارتباط مکانیزمی و تکتونیکی گسلها و آتشفشانها و توده های نفوذی مد نظر نبوده و مورد مطالعه قرار نگرفته است.

۲- زمین شناسی منطقه

کمربند آتشفشانی- نفوذی ایران مرکزی به نام کمربند آتشفشانی ارومیه - دختر به صورت یک کمربند با راستای شمال غرب- جنوب شرق از آذربایجان (سهند و سبلان) تا بزمان - تفتان در بلوچستان امتداد دارد. این کمربند ۱۷۰۰ کیلومتر طول و با عرض ۱۰۰ کیلومتر به موازات منطقه رورانده زاگرس گسترش دارد. فعالیت آتشفشانی در این کمربند از کرتاسه شروع شده و در دوره ائوسن به نهایت شدت خود می رسد. فوران‌های گدازه‌های ائوسن از نوع کالکوآلکالن و زیر دریایی در نواحی جنوب غرب یزد از نوع اسپلیت آندزیتی شروع شده و در پی آن انواع سنگ‌های آتشفشانی نظیر آندزیت، لاتیت، ریولیت و توف تزریق شده اند (Zarasvandi 2004).

منطقه مورد مطالعه در بخش جنوبی کمربند آتشفشانی ایران مرکزی، مابین عرض جغرافیای ۳۰° ۷/۵´ تا ۳۰° ۳۰´ شمالی و طول جغرافیایی ۵۵° تا ۵۵° ۳۰´ شرقی در شرق شهرستان شهربابک در استان کرمان واقع شده است (تصویر ۱).

قسمت اعظم گستره مورد مطالعه را واحدهای آندزیتی ائوسن به همراه واحد های آتشفشانی- رسوبی ائوسن پوشانده است. البته در نواحی مرکزی، شرق و شمال غرب منطقه توده‌های کوچکی از متاولکانیک‌های منتسب به کرتاسه نیز به چشم می‌خورد (Zarasvandi et al. 2005). از سیماهای بارز این منطقه وجود حجم عظیمی از سنگ‌های ولکانیکی ائوسن (عمدتا آندزیت)، به‌عنوان میزبان اصلی اکثر کانه‌زائی‌ها و دگرسانی‌های منطقه همواره مد نظر بوده‌اند. در الیگوسن میانی تا میوسن تزریق توده‌های دیوریتی تا گرانودیوریتی موجب تشکیل ذخایر مس پورفیری منطقه و اکثر رخدادهای مس مرتبط شده‌اند. در بسیاری از نواحی نیز هاله‌های دگرسانی وسیعی در اطراف این توده‌های نفوذی، اغلب به‌صورت باتولیت‌های کوچک و استوک، تشکیل شده و در ادامه، در میوسن بالایی تکمیل کننده چرخه


Caspian Sea
Tehran
IRAN
IRAQ
Persian Gulf
Urumieh-Dokhtar Belt
0 500 km
38°
32°
26°
40°
46°
52°
58°
64°
310000
320000
330000
340000
350000
3370000
3360000
3350000
3340000
بیدو
لاچاه
میدوک
راویز
آبدر
شهربابک
10
0
10
20 Kilometers
N

تصویر ۱- منطقه مورد مطالعه در تصویر ماهواره ای سنجنده تی ام (TM).

پلوتونیسم در منطقه بوده‌اند (اصفهانی نژاد و رحیمی ۱۳۷۹).

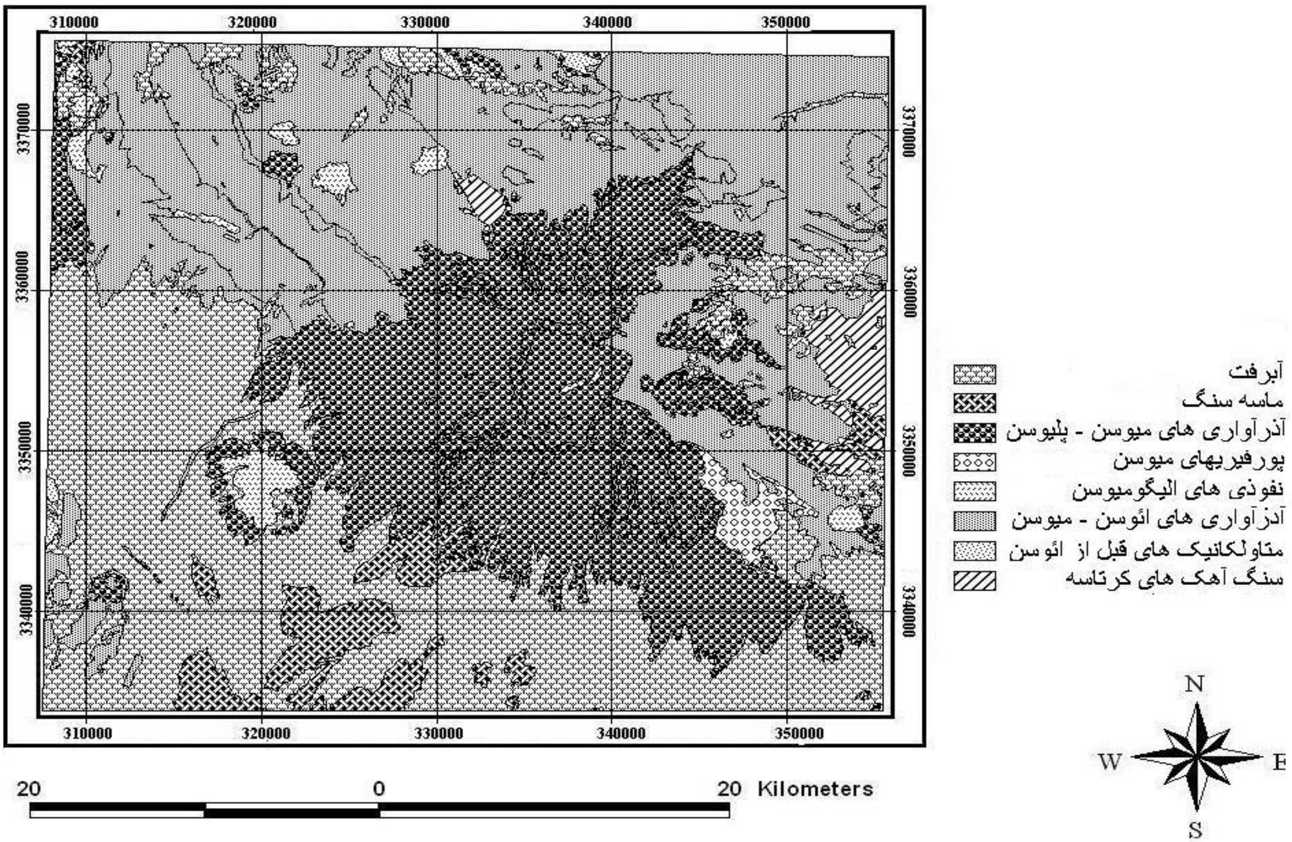
این منطقه یکی از مناطق عمده با پتانسیل مس پورفیری در کمربند متالوژنی مس کرمان می‌باشد. رخداد و کانسارهای بسیار مس با زایش‌های متفاوت گزارش شده اند که عمدتا در ارتباط با جایگیری توده‌های گرانیتوئیدی در میوسن می‌باشند. مطالعات ساختاری متفاوت نشان می دهد که اکثر ذخایر و به‌خصوص پورفیری‌ها ارتباط ژنتیکی بسیار نزدیکی با سیستم‌های گسلی امتداد لغز این بخش از کمربند ارومیه-دختر دارند (Zarasvandi et al. 2005 ، Forster 1978).

۳- روش تحقیق

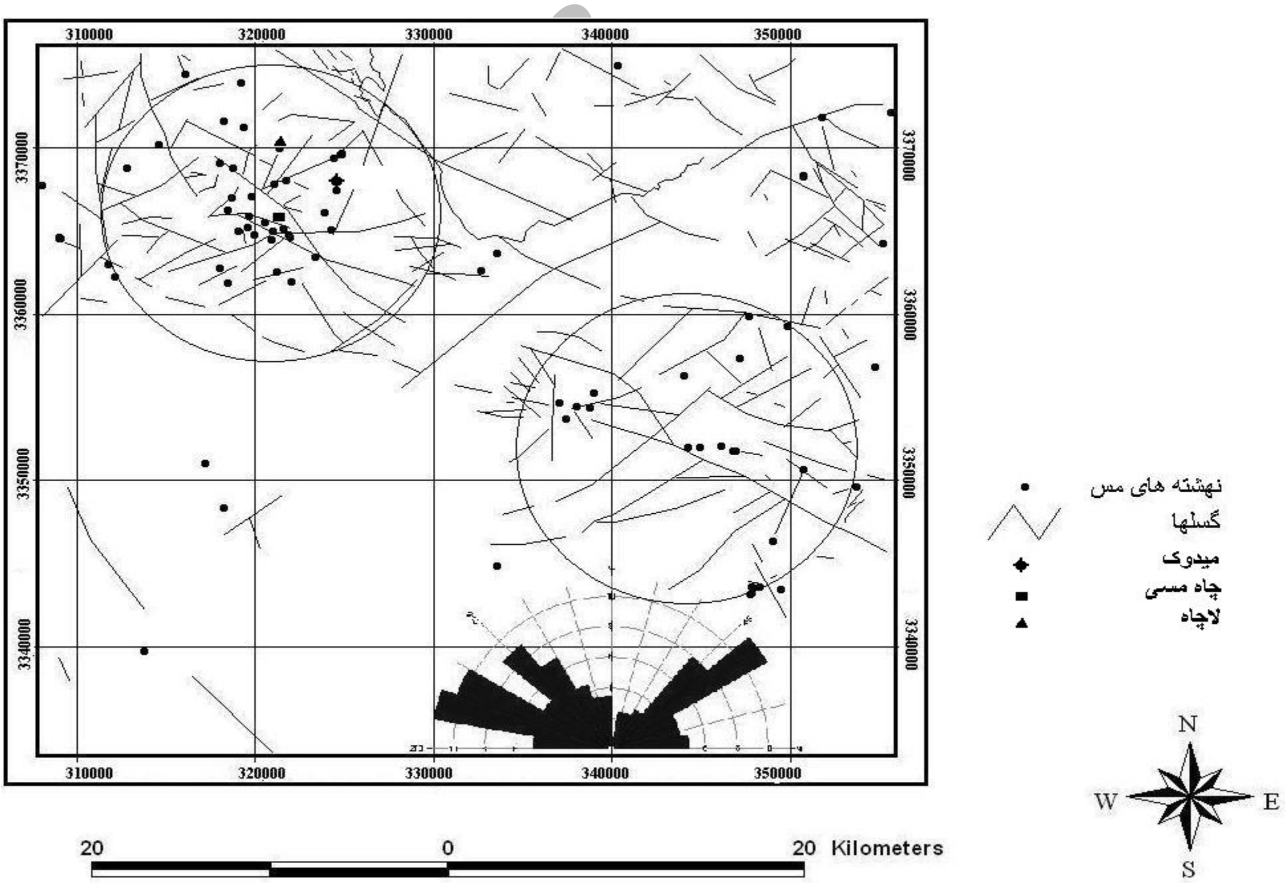
ابتدا در نرم افزار (ENVI 4.0) شکستگی های منطقه با استفاده از تکنیک های دورسنجی مانند اعمال فیلتر های جهت دار بر روی تصویر ماهواره ای استخراج گردیده و بعد از آن لایه مربوطه از فرمت وکتور(vector) به فرمت رستر (raster) تبدیل می شود.

سپس نمودار گلسرخی مربوط به شکستگی‌های منطقه نیز ترسیم گردید (تصویر۳).

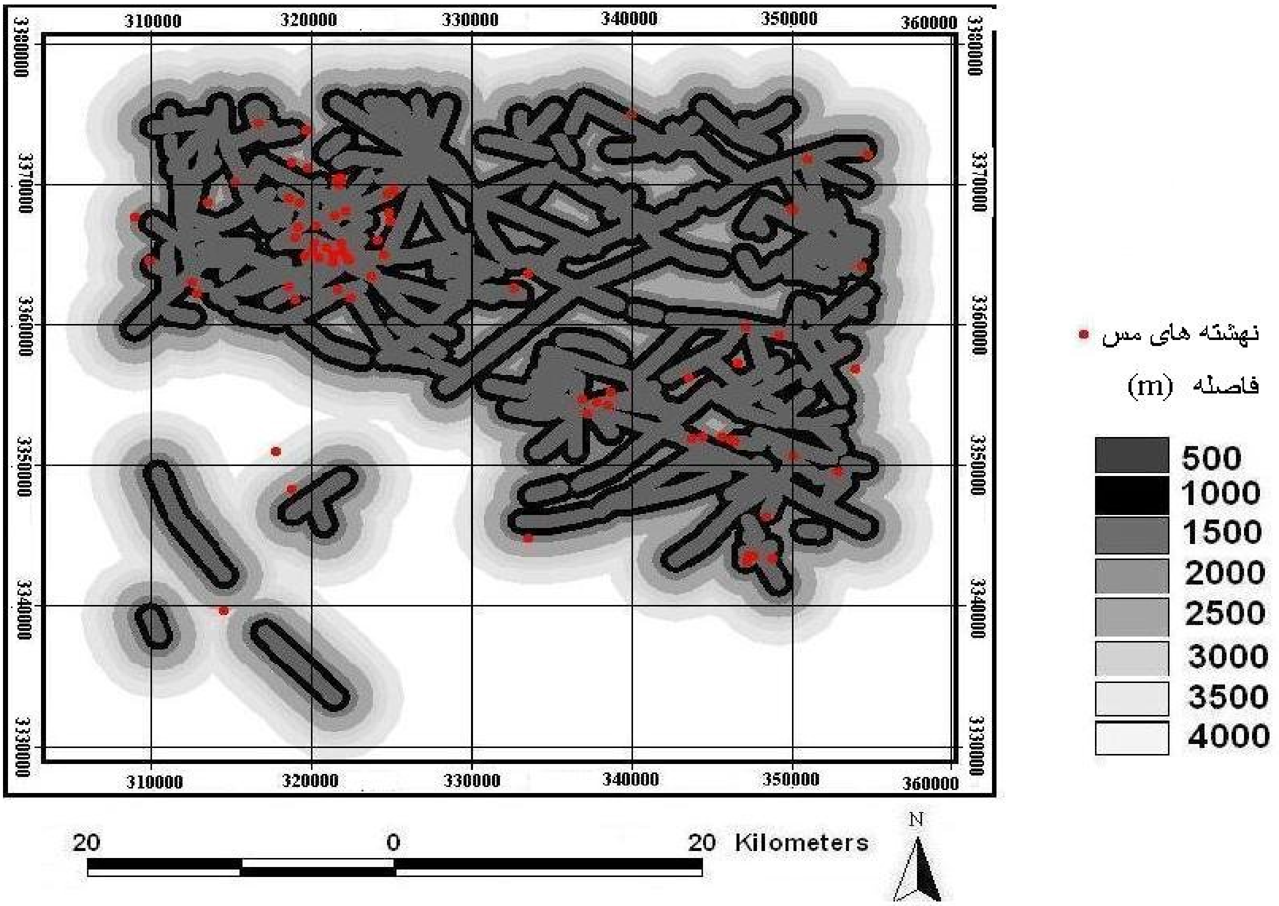
ارتباط مکانی بین نهشته‌های معدنی با شکستگی‌ها


310000
320000
330000
340000
350000
3370000
3360000
3350000
3340000
آبرفت
ماسه سنگ
آذرآواری های میوسن - پلیوسن
پورفیریهای میوسن
نفوذی های الیگومیوسن
آذرآواری های ائوسن - میوسن
متاولکانیک های قبل از ائوسن
سنگ آهک های کرتاسه
N
W
E
S
20
0
20 Kilometers

تصویر ۲- نقشه زمین شناسی منطقه


310000
320000
330000
340000
350000
3370000
3360000
3350000
3340000
نهشته های مس
گسلها
میدوک
چاه مسی
لاچاه
N
W
E
S
20
0
20 Kilometers

تصویر ۳- لایه شکستگی‌های منطقه، و نمودار گلسرخی، همراه با موقعیت اندیس‌های مس.


310000
320000
330000
340000
350000
360000
3380000
3370000
3360000
3350000
3340000
3330000
نهشته های مس ●
فاصله (m)
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
20
0
20 Kilometers
N

تصویر٤–بافرهای ۵۰۰ متری اطراف امتداد شکستگی‌ها.

با استفاده از روش وزن‌های نشانگر (weights of evidence) (Bonham-Carter et al. 1989) مورد آزمایش قرار می گیرد. البته پایه ریاضی این تکنیک پیچیده بوده و در این تحقیق از نوع ساده شده این روش، ارائه شده توسط تورنر (Turner 1997)، استفاده شد. مبنای این روش بر حضور یا عدم حضور یک پدیده نقطه‌ای (مانند اندیس‌ها و نهشته‌های مس پورفیری) در یک محدوده (domain) می‌باشد، که این محدوده می‌تواند فواصل مشخص از شکستگی‌ها و یا پلوتون‌های منطقه باشد و بر اساس وزن‌دهی بین این نقاط و محدوده‌ها عمل می‌کند. این وزن‌ها به‌صورت W^+ (وزن‌دهی به پدیده‌های درون‌محدوده (D_P)) و W^- (وزن‌دهی به پدیده‌های بیرون از محدوده (D_A)) می‌باشند.باید توجه کرد $T = D_P + D_A$ و T کل محدوده ایست که مطالعه شده است. ارتباط مکانی بین مجموعه‌ی نقاط و محدوده های دو تایی را با توجه به رابطه‌ی زیر می‌توان مشخص نمود:

ارتباط مکانی مثبت اگر:

(درصد کل مساحت /(درصد رخدادهای قرارگرفته در درون محدوده)
۱ < درون محدوده)

ارتباط مکانی منفی اگر:

(درصد کل مساحت /(درصد رخدادهای قرارگرفته در درون محدوده)
۱ > درون محدوده)

بدون ارتباط مکانی اگر :

(درصد کل مساحت /(درصد رخدادهای قرارگرفته در درون محدوده)
۱ = درون محدوده)

اما به دلیل اینکه مساحت رخنمون ها بسیار کوچکتر از محدوده‌هایست که درون آن قرار دارند، برای نمایش تغییرات روابط بالا به‌صورت لگاریتمی ارائه می‌شود.

W^+ = (درصد کل / لگاریتم (درصد کانسارهای درون محدوده) مساحت درون محدوده)

W^- = (درصد کل / لگاریتم (درصد کانسارهای برون محدوده) مساحت برون محدوده)

پس از وزن دهی، واریانس وزنها از طریق روابط زیر محاسبه می گردد:

$$s^2(w+) = \frac{1}{mD_p} + \frac{1}{bD_p} \quad (۱)$$

$$s^2(w-) = \frac{1}{mD_A} + \frac{1}{bD_A} \quad (۲)$$

جدول۱ – مختصات جغرافیایی اندیس‌های مس موجود در منطقه (اصفهانی‌نژاد و رحیمی ۱۳۷۹)

نام	مختصات (UTM)	
	X	Y
میدوک	۳۲٤٦۳۱/۲۱۸۷	۳۳٦۷۳٦۰/۰۰۰۰
چاه مسی	۳۲۱٦۰۷/۱۲۵۰	۳۳٦۵۱۱۵/۷۵۰۰
سارا	۳۲۱۲۲۱/۳۷۵۰	۳۳۷۰۲٤۵/۷۵۰۰
شرق مدوار	۳۱۷۲۳٦/۳٤۳۷	۳۳۵۰۹۳۸/۵۰۰۰
کهتوکارها	۳۰۹۱۳۲/۸٤۳۷	۳۳٦٤۵۱٦/۷۵۰۰
غرب شهربابک	۳۱۳۸۵۹/۳۷۵۰	۳۳۳۹٦۵۸/۰۰۰۰
کنگ	۳۱۱۸۱۱/۰٦۲۵	۳۳٦۲۹٦۰/۲۵۰۰
دره تنگله	۳۱٤٦۰۸/۵۹۳۷	۳۳۷۰۱۱۸/۲۵۰۰
جنوب رگه سیلیکاتی میدوک	۳۲۳۹۰٦/۳۱۲۵	۳۳٦٦۰۲۵/۰۰۰۰
کوه گلاب	۳۱۸۲۹۹/٤۳۷۵	۳۳٤۸۲۹۷/۷۵۰۰
هرناشک	۳۱۸۵۰۸/۵۳۱۲	۳۳٦۱۷۹۹ ۵۰۰۰
جنوب میدوک	۳۲۰۰۰۳/٤۰٦۲	۳۳٦٤۷۰۷/۵۰۰۰
رگه سیلیکاتی دربیدویه	۳۱۸۷۸٤/٤٦۸۷	۳۳٦۸۷۰۳/۷۵۰۰
دربیدویه	۳۱۸۳۰۸/۸۱۲۵	۳۳۷۱۵۷۹/۷۵۰۰
شرق ایستگاه میدوک	۳۱۹۷۱۲/۳۷۵۰	۳۳٦۵۸۳۱/۲۵۰۰
غرب ایستگاه میدوک	۳۱۸٤۹٤/۵٦۲۵	۳۳٦٦۱۹۵/۵۰۰۰
شمال غرب بندوان	۳۲۲۰۸۵/۰۰۰۰	۳۳٦۱۸۷۷/۰۰۰۰
شمال کمکوئیه	۳۲۱۲۹۵/۰٦۲۵	۳۳٦۲۵۰۸/۷۵۰۰
جنوب شرق چاه مسی	۳۲۱۹۸٦/۸٤۳۷	۳۳٦٤۵٦۵/۵۰۰۰
جنوب میدوک	۳۲۰۹۸٦/۰۳۱۲	۳۳٦٤۳۹۷/۰۰۰۰
شمال غرب میدوک	۳۲۱۱۱۵/۳۱۲۵	۳۳٦۷۷۳۷/۰۰۰۰
لاتلا	۳۲٤٤٤۰/٦۵٦۲	۳۳٦۹۳۲۳/۷۵۰۰
آبدار۱	۳۳۸۰۲۸/۳۷۵۰	۳۳۵٤٤۱۱/۰۰۰۰
آبدار۲	۳۳۳٦۲۹/۵۹۳۷	۳۳٤٤۷۷۸/۵۰۰۰
رگه سیلیکاتی آبدار	۳۳۷٤۳۲/۳۱۲۵	۳۳۵۳٦۲۲/۰۰۰۰
رشکن	۳٤۰۳۵۳/۷۱۸۷	۳۳۷٤۹۰۸/۵۰۰۰
جنوب غرب گلاب	۳٤۸۲۹۱/۱۲۵۰	۳۳٤۳۵۱۳/۰۰۰۰
حسین آباد	۳٤۷۷۱٦/۵٦۲۵	۳۳۵۹۷۹٦/۷۵۰۰
جنوب غرب پیشوستا	۳٤۷۰۱۷/۰۳۱۲	۳۳۵۱٦٦۱/۷۵۰۰
درخونی	۳٤٦۲۰۰/۲۱۸۷	۳۳۵۱۹٦۸/۰۰۰۰
گلاب	۳٤۹٤۸۰/۰۹۳۷	۳۳٤۳۳٦۷/۰۰۰۰
کوه مدوار	۳٤۹۱۰۱/۰٦۲۵	۳۳٤٦۲۹۲/۵۰۰۰
جنوب شرق همدین	۳۵۵۲٦٤/۱۵٦۲	۳۳٦٤۱۷۲/۰۰۰۰
بادامستان	۳۵۳۷۳۹/٦۲۵۰	۳۳٤۹۵٤۷/۲۵۰۰
گوری	۳۵٤۸۱۱/۱۸۷۵	۳۳۵٦۷۷۷/۲۵۰۰

در روابط ۱ و ۲، (mD_P) تعداد پیکسل‌های (کوچکترین واحد سازنده تصویر) درون محدوده و شامل اندیس مس، و(bD_P) ، تعداد پیکسل‌های بدون اندیس مس و درون محدوده می باشند. سپس برای هر محدوده دو تایی ضریب تباین (C) از رابطه ۳ بدست می آید:

$$C=(W+)-(W-) \qquad (۳)$$

سپس انحراف معیار به طریق زیر (رابطه ٤) محاسبه می گردد:

$$s(C)=\sqrt{s^2(W+)+s^2(W-)} \qquad (٤)$$

در مواردی که نقاط و رخنمون ها نسبتا" کم باشند (مانند: تحقیق پیش‌رو) نسبت C/s(C) مبنای کار قرار می گیرد (Bonham-Carter 1994). براین اساس هر چه مقدار نسبت بدست آمده بالا، بزرگتر باشد ارتباط مکانی مطلوب‌تر بوده، به‌طوری که حداکثر نسبت بدست آمده برای یک محدوده ارتباط مکانی مطلوب‌تری را برای آن محدوده می توان در نظر گرفت.

۴- بحث

منطقه مورد مطالعه سه کانسار مهم مس پورفیری تحت عنوان میدوک، لاچاه و چاه مسی دارد. در آن چندین اندیس مس شناخته شده است (اصفهانی‌نژاد و رحیمی ۱۳۷۹) (جدول۱). تمامی ذخایر و اندیس‌های ذکر شده بر روی نقشه شکستگی‌ها و زمین‌شناسی ترسیم گردیدند. بیشترین تمرکز اندیس‌های مس در شمال غرب و جنوب شرق منطقه‌ی مورد مطالعه می‌باشند. مطالعات زمین‌شناسی نشان می‌دهد که ولکانیسم و پلوتونیسم در این دو منطقه در ارتباط با ساختارهای آتشفشانی شکلی می‌باشند که به‌صورت وسیع در منطقه برونزد دارند. بیشترین تراکم شکستگی‌ها نیز در این دو منطقه دیده می‌شوند.

در مرحله‌ی بعد اندیس‌های مس موجود در منطقه در محیط سامانه اطلاعات جغرافیائی به‌صورت یک لایه‌ی نقطه‌ای درآمده و با تلفیق مشخصات توصیفی به آنها، تبدیل به رستر می‌شود. سپس در محیط در محیط مذکور بافرهای ۵۰۰ متری اطراف لایه شکستگی‌ها ایجاد می گردد (تصویر ٤).

در ادامه بر اساس روش وزن‌های نشانگر، تعداد نقاط (اندیس‌های معدنی) در درون و بیرون محدوده‌ی دوتایی (فواصل مختلف از شکستگی‌ها)، با روی‌هم‌اندازی لایه‌های رستری آنها، شمارش شده و سپس با استفاده از معادلات ذکر شده در بالا ضرایب C و C (Studentized) محاسبه می‌شود(جدول۲).

مطالعات اخیر (Carranza 2002, Richards et al. 2001) نشان داد، سیستم‌های کانه‌زایی در کمربندهای ولکانو- پلوتونیک دنیا (کمان‌های ماگمایی) ارتباط بسیار تنگاتنگی با گسل‌های امتدادلغز دارند. بنظر می‌رسد، گسل‌های امتدادلغز بدلیل داشتن خاصیت انقطاع در مکان‌های مختلف توانایی ایجاد محیط‌های مناسب جهت نفوذ توده‌های ماگمایی پورفیری را داشته باشند. این توده‌ها در کمان‌های ماگمایی عمدتا همراه با کانه‌زایی های مس، به‌خصوص سیستم‌های مس پورفیری می‌باشند. بر این اساس تعیین

جدول۲- تغییرات وزن‌ها و کنتراست‌ها برای فواصل تجمعی از امتداد شکستگی‌ها نسبت به اندیس‌های مس.

Distance buffer (m)	Area (Km^2)	No. points	W+	s(W+)	W-	s(W-)	C	s(C)	C/s(C)
500	631.93	50	0.4964	0.1474	-0.4545	0.1743	0.9509	0.2283	4.1655
1000	1017.81	71	0.3603	0.1230	-0.9754	0.2801	1.3357	0.3059	4.3662
1500	1221.00	81	0.3064	0.1150	-2.0949	0.5792	2.4013	0.5905	4.0664
2000	1337.85	82	0.2218	0.1140	-2.2146	0.7091	2.4364	0.7182	3.3922
2500	1421.65	82	0.1572	0.1138	-1.9410	0.7098	2.0983	0.7188	2.9190
3000	1497.05	83	0.1153	0.1129	-2.3066	1.0026	2.4219	1.0089	2.4004
3500	1566.84	83	0.0671	0.1128	-1.8547	1.0041	1.9219	1.0104	1.9021
4000	1690.01	84							

و مشخص‌نمودن روابط مکانی و زمانی گوناگون بین این توده‌ها و این گسل‌ها همواره مد نظر بوده‌اند. در این مطالعه ارتباط مکانی اندیس‌های معدنی با شکستگی‌ها و گسل‌های امتداد لغز منطقه در فاصله‌ی ۱ کیلومتری بدست آمده است. این مشاهدات نشان می‌دهد، که مناطق بین گسل‌های امتداد لغز، زون‌های مناسبی برای کانه‌زایی مس پورفیری می‌باشد.

۵- نتیجه‌گیری

۱- استفاده از فیلترهای جهت‌دار و اعمال آن‌ها بر روی تصاویر ماهواره‌ای یکی از سریع‌ترین و دقیق‌ترین روش‌ها برای استخراج گسل‌ها و شکستگی‌ها می‌باشد.

۲- بر اساس روش وزن‌های (weights of evidence) بیشترین ارتباط بین نهشته‌های معدنی با شکستگی‌ها در فاصله ۱ کیلومتری، می باشد..

۳- مطالعه نقشه های بدست آمده نشان می دهد که بطور کلی دو سیستم کانه زایی، آتشفشانی و تراکم شکستگی در منطقه مورد مطالعه به چشم می خورد. آن دو سیستم عمدتا در شمال غرب و در جنوب شرق منطقه قرار دارند وبا دو سیستم آتشفشانی بزرگ، سیستم شمال غرب با مرکزیت میدوک و لاچاه و سیستم جنوب شرق با مرکزیت آبدر منطبق می باشند.

٤- تصاویر ماهواره‌ای، دیاگرم‌های گلسرخی و نقشه‌ی ارتباط شکستگی‌های استخراج شده با نهشته‌های مس‌دار، تماماً، کانه‌زایی مرتبط با دو سیستم آتشفشانی ذکرشده را نشان می دهد، که در تقاطع گسل اصلی شهربابک با سری‌های گسلی با روند شمال شرق- جنوب غرب و شمالی- جنوبی می باشند.

تشکّر و قدردانی

بدینوسیله از راهنمایی‌های خردمندانه‌ی اساتید ارجمند دانشگاه شهید چمران اهواز، جناب آقای دکتر رنگزن و جناب آقای دکتر زراسوندی تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید.

مراجع

اصفهانی‌نژاد، م.، رحیمی، م.، ۱۳۷۹، "گزارش تهیه نقشه پتانسیل موادمعدنی در گستره برگه ۱/۱۰۰۰۰۰ شهربابک با بهره گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS)"، *سازمان زمین شناسی کشور.*

Bonham – Carter, G.F., 1994, "Geographic information systems for geoscientists. Modelling with GIS", *Pergamon, Oxford, 398 P.*

Bonham-Carter, G. F., Agterberg, F. P. & Wright, D. F., 1989, "Weights of evidence modelling: a new approach to mapping mineral potential", *In: Agterberg, F. P., and Bonham-Carter, G. F., (eds.), Statistical Applications in the Earth Sciences: Geol. Survey Canada Paper 89–9: 171–183.*

Carranza, E. J. M., 2002, "Geologically-Constrained Mineral Potential Mapping", *PhD Thesis, Delft University of Technology, the Netherlands, 480 pp.*

Carranza, E. J. M. & Hale, M., 2002, "Where are porphyry copper deposites spatially localized? A case study in Banquet province, Philippines", *Natural Resource Research, Vol.11 (1): 45-59.*

Forster, H., 1978, "Mesozoic-Cenozoic metallogenesis in Iran", *Journal of the Geological Society, Vol. 135: 443-455.*

Richards, J. P., Boyce, A. J. & Pringle, M. S., 2001, "Geologic evolution of the Escondido area, northern Chile: a model and temporal localization of porphyry Cu mineralization", *Economic Geology, Vol. 98: 1515-1533.*

Titley, S. R. & Beane, R. E, 1981, "Porphyry copper deposites. Part 1. Geologic setting, petrology, and tectogenesis: Part2. Hydrothermal alteration and mineralization", *Economic Geology, 75th Anniversary Volume: 214-269.*

Turner, D.D., 1997, "Predictive GIS model for sediment-hosted gold deposites, North-Central Nevada, U.S.A", *In: Gubins, A. G., (ed.), Proc. Exploration 97: Fourth Decennial Intern. Conf. on Mineral Exploration (Toronto, Canada): 115–126.*

Padilla Garza, R.A., Titley, S.R. & Francisco Pimentel, B., 2001. "Geology of the Escondido porphyry copper deposites, Antofagasta region, Chile", *Economic Geology, Vol. 96: 307-344.*

Zarasvandi, A., Liaghat, S. & Zentilli, M., 2005, "Geology of the Darreh-Zerreshk and Ali-Abad porphyry copper deposit, central Iran", *International Geology Reviews, Vol. 47 (6): 620-646.*

Zarasvandi, A., 2004, "Magmatic and structural controls on localization of the Darreh-Zerreshk and Ali-Abad porphyry copper deposits, Yazd Province, Central Iran", *PhD thesis, Shiraz University, Shiraz, Iran, 280p.*