تحلیل فرکتالی شکستگیها و ارتباط آن با روند کانی سازی طلا در شمال کاشمر

کاوه پازند[۱]; حسین حسنی[۲]
۱-دانشجوی دکتری اکتشاف معدن،دانشگاه علوم و تحقیقات تهران،**kavehpazand@yahoo.com**
۲-استاد دانشکده معدن، دانشگاه صنعتی امیر کبیر ; **a_mohammadi@yahoo.com**

چکیده

محدوده مورد مطالعه (شمال کاشمر) در حدود ۲۵۰ کیلومتري جنوب غرب مشهد در شمال شرق ایران واقع شده اسـت. ایـن محـدوده جزیي از زون ساختاري گسل درونه میباشد و عمدتا از سري سنگهاي ولکانیکي و آذرآواري شامل آندزیت، ریولیت و لاوا- توف همراه با سري سنگهاي نفوذي گرانیتي و گرانودیوریت تشکیل شده است. بر اساس مطالعات پترولوژي صورت گرفته، سـري ماگمـایي سـنگهاي منطقه ساب آلکالن و از نوع کالکوآلکالن بوده و محیط تکتونیکي آن نشان دهنده ماگماي تشکیل شده و فوران یافتـه در زون فـرورانش مي باشد. اطلاعات حاصله از برداشت صحرایي درز و ترکها و گسلها در محدوده مورد مطالعه توسط استریوگرامها و رز دیاگرامهـا مـورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. نتایج بدست آمده ساختار شکستگیهاي ریدل را نشان مي دهد. این مکانیسم یکي از عوامل عمـده در کانه زایي مس، سرب و روي در منطقه مي باشد. در مجاورت مناطق آلتراسیوني، سـري سـنگهاي آذریـن نفـوذي در داخـل سـنگهاي ولکانیکي در امتداد شکستگیهاي **P,T,R',R** مربوط به مکانیسم ریدل دیده مي شوند. در ایـن بخـش آلتراسـیون هیـدروترمالي نـوع پروپلیتیک، آرژیلیک و سیلیسیک حاوي ذخایر مس، سرب و روي توسعه دارند. بمنظور بررسي توسعه مکانیسم ریدل در محدوده مورد مطالعه، تحلیل فرکتالي شکستگیها با استفاده از نتایج استریوگرامها ي منطقه و هندسه مکانیسم ریدل انجام شد. نتایج نشان مي دهـد بعد فرکتالي مکانیسم ریدل بمیزان ۱/۱۷ انطباق خوبي با مقادیر فرکتالي شکستگیهاي ناحیه ي مورد مطالعه دارد.

کلمات کلیدي: ساختار، کاني زایي، ریدل، فرکتال، کاشمر.

The Role Of Structural Controls In Au Mineralization In North Kashmar, Iran

K. Pazand And H.Hassani

ABSTRACT

The North part of Kashmar is located 250 Km South-west of Mashhad, Northeast of Iran. It is a part of Darouneh Fault zone and contains rholytic, andesitic pyroclastic and lava flow. The geometry of Kashmar strike-slip fault has been reviewed and described. From the data obtained it appears that fault geometry (the distribution of shear fractures such as R, R´, P surfaces, Riedel structures) plays an important role in controlling the location and emplacement of mineralization of copper, plumb and zinc ore deposits.
In alterated regions along R, R´, P surfaces, intrusion of plutonic rocks into volcanic rocks have caused the development of propylytic, argillic and silisic hydrothermal alteration, hosting copper, plumb and zinc ore deposits. To show that the observed shear fracture surfaces are indeed not significantly different from classical Riedel shear pattern a fractal analysis has been done to compare field observations and classical Riedel shear pattern. The result shows that the estimated fractal dimension for schematic riedel is about 1.17 which is in agreement with fractal dimension of field measurement.

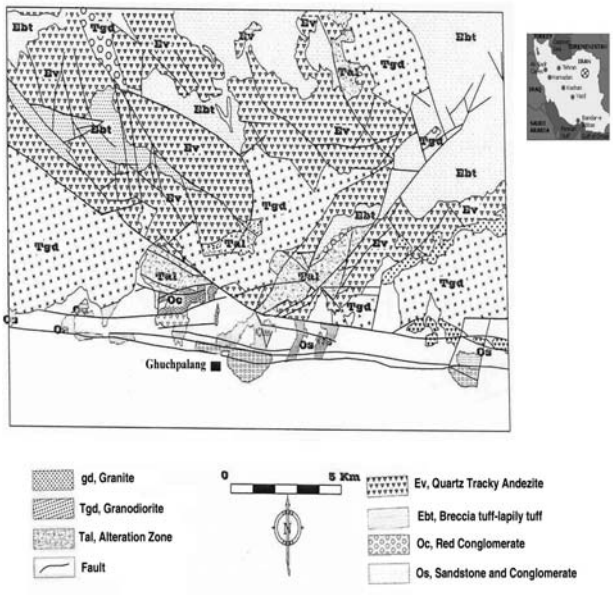
Keywords: Structure, Mineralization, Riedel, Fractal, Kashmar

۱- مقدمه

منطقه شمال کاشمر در استان خراسان به دلیل ویژگیهاي خاص زمین شناسي از جمله وجود توده هاي نفوذي گرانیتي - گرانودیوریتي، وجود زونهاي آلتراسیون نسبتا وسیع و همچنین گسل بزرگ درونه از اهمیت ویژه اي برخوردار است . اکتشافات ژئوشیمیایي انجام شده در محدوده زون سمنان- تربت حیدریه این منطقه را به عنوان یکي از مناطق پر پتانسیل براي اکتشافات طلا و مس معرفي کر ده است[۵]. در این راستا آنومالیهاي منطقه تنورچه و قوچ پلنگ شنا سایي شده است. در این مطالعه هدف شناخت مکانیسم حرکتی گسیختگی ها این ناحیه در پیوند با اختصاصات پترولوژیکي و کانی زائی طلا مي باشد. بدین منظور تعداد زیادي نمونه از واحدهاي مختلف لیتولوژیکي و ساختهاي خطي و صفحه اي مربوط به گسل ها برداشت شد و با استفاده از تصاویر ماهواره اي زونهاي آلتراسیوني مرتبط با شکستگیها شناسایي شده است. با استفاده از نقشه گسل ها و انطباق آن با آنومالیهاي منطقه، نقشه مناطق امید بخش معدني تهیه گردید. ازآنجا که مطالعات اشکال نا منظمي مانند گسلها، بوسیله روشهاي آماري دقیق نمي باشد با استفاده از هندسه ي فرکتال[۱۰] بعد فرکتالي گسل هاي منطقه با روش شمارش جعبه اي محاسبه گردیده و با توجه به شباهت بعد فرکتال دیاگرام شماتیك مکانیسم ریدل[۳] و همچنین شواهد تکتونیکي دیگر مکانیسم ریدل به عنوان الگوي بخشي از گسلهاي منطقه معرفي گردید.

۲- زمین‌شناسي منطقه

محدوده ي مورد مطالعه به لحاظ تقسیمات زمین ساختي در زون ایران مرکزي و در واحد ژئوتکتونیکي سبزوار به موازات گسل بزرگ درونه واقع شده است[۹]. رخنمون واحدهاي سنگي این محدوده بطور عمده شامل فعالیتهاي ماگماتیسم پالئوژن (ائوسن_الیگوسن) مي با شد[۱] . بطوریکه عمده ترین واحد آتشفشاني در فاصله زماني ائوسن



شکل۱- نقشه زمین شناسي و ساختاري شمال کاشمر.

زیرین تا میاني گسترش دارد و شامل حجم عظیمي از لاواهاي آندزیتي، تراکي آندزیتي، کوارتز، برش آتشفشاني، ریوداسیت و آندزیت هاي آلتره است. همزمان با فعالیتهاي آتشفشاني و شکل گرفتن واحد بالا در بخشهاي وسیعي از حوضه مجموعه سنگهاي آتشفشاني، رسوبي شکل گرفته اند که شامل تناوبي از توفینهاي سبز و خاکستري، توف ماسه اي، نازك لایه هایي از ماسه سنگ، آهك نومولیت دار، میکروکنگلومرا ودر پاره اي از نقاط همراه با روانه هاي آندزیتي و تراکي آندزیتي مي با شد. در ائوسن بالایي فعالیت هاي آذرآواري شامل توف، توف برشي، توف ماسه اي وآگلومرا بعلاوه حجم عظیمي از گدازه هاي آتشفشاني، ترکیب غالب تراکي آندزیتي مشاهده مي شوند. در اواخر ائوسن- الیگوسن همزمان با بسته شدن حوضه و بالا

آمدگي آن، مجموعه فوق الذكر تحت نفوذ توده هاي گرانوديوريتي، ديوريتي و گرانيتي و دايكهاي بازيك تا اسيدي قرار گرفته است. در نتيجه پيشرفت تفريق فاز پاياني، ماگما از مواد فرار و عناصر كانسار ساز، غني شده و از طريق شكستگيها، سنگهاي ميزبان را دگرسان نموده و موجب كاني سازي شده است. نهايتا واحد كنگلومراي اليگوسن با دگرشيبي، واحد هاي قديمي تر را پوشانده است[۱].

۳- نمونه برداري

محدوده مورد مطالعه قسمتي از برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ فيض آباد مي باشد. مطالعات ژئوشيميايي اين محدوده توسط شركت جيانگ چين و با همكاري سازمان زمين شناسي صورت گرفته است. بر اساس مطالعات ژئوشيمي آبراهه اي انجام گرفته، پنج محدوده آنومال براي عناصر Au، Zn،CuوPb در اين منطقه معرفي گرديده است[۵] به منظور تكميل اطلاعات موجود تعداد ۴۷ نمونه ليتوژئوشيميايي به روش نمونه برداري لبپري از نقاط مختلف منطقه برداشت گرديد و در آزمايشگاه شركت صنايع مس ايران مورد تجزيه قرار گرفتند.

۴- تحليل داده ها

پس از تجزيه و تحليل آماري داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS مشخص شد كه توزيع عناصر Zn، Cu و Pb از توزيع لاگ نرمال پيروي مي كند. پس از نرمال سازي داده ها ضرايب همبستگي اسپرمن محاسبه شد. بيشترين ضريب همبستگي مثبت در منطقه مربوط به عناصر سرب، روي در سطح اعتماد ۹۹ درصد مي باشد. جهت جداسازي آنومالي از زمينه از روش لپلتيه استفاده شد[۲]. بر اين اساس آنومالیهايي از عناصر Au، Cu، Pb، Zn و Sn جنوب روستاي تنورچه، شمال قوچ پلنگ ، ناحيه كوه زر، ناحيه امامزاده، ناحيه كلاته چوبك و معدن متروكه يافت شد كه در ادامه به بررسي ارتباط اين كاني سازي ها با سيستم گسله آن مناطق مي پردازيم.

جدول۱- آمار توصيفي عناصر مس، سرب و روي حاصل از تجزيه **XRF** نمونه ها.

Descriptive Statistics

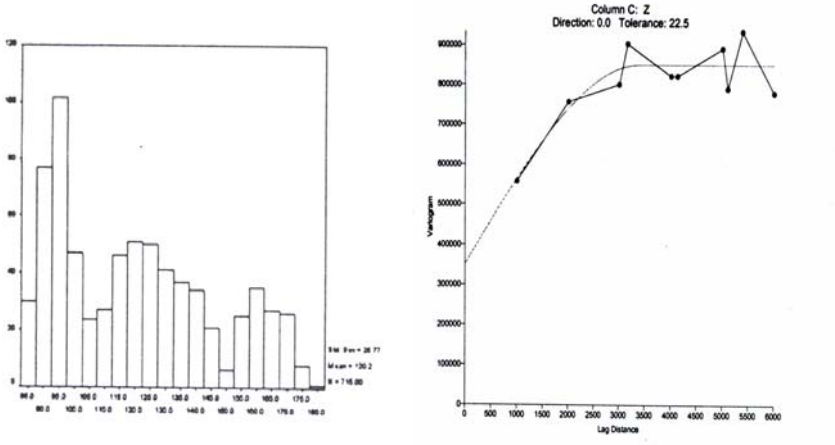
	N	Range	Minimu	Maximu	Mean	Std.	Variance	Skewnes	Kurtosis
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic
Cu	47	125980	20.00	126000	4101.06	18612.47	3.5E+08	6.39	42.38
Zn	47	697.00	3.00	700.00	72.21	116.94	13673.95	3.78	17.99
Pb	47	312.00	8.00	320.00	49.11	57.69	3328.18	3.79	15.29

۵- ساختار تكتونيكي محدوده مورد مطالعه

منطقه ي معدني در شمال گسل امتداد لغز درونه با حركت چپ لغز و در جنوب گسل تنورچه با حركت راستگرد واقع شده است . گسل درونه داراي روند شرقي - غربي و گسل تنورچه روند شمال شرقي - جنوب غربي را نشان مي دهند . نقش اين گسلها و ديگر گسله ها و درز و شكستگيهاي ناشي از آنها در سيماي ژئومورفولوژي جوان منطقه از اهميت بالايي برخوردار است و باعث شده كه اين ناحيه جزء مناطق فعال تكتونيكي قلمداد شود. عملكرد گسلهاي امتداد لغز و راندگيهاي پيامد آنها بهم ريختگي زيادي را در واحدهاي ولكانيكي بوجود آورده و در بيشتر نقاط اين گسلها بر زونهاي آلتراسيوني انطباق خوبي را نشان مي دهند. با استفاده از بر داشت ساختهاي صفحه اي و ترسيم دياگرامهاي گلسرخي دو روند غالب NWW-SEE و NE-SW كه از روند هاي گسلهاي درونه و تنورچه تبعيت مي كنند و نيز چند سيستم از شكستگيهاي فرعي با روندهاي NW_SE و N_S در منطقه ديده مي شود.

٦- مطالعه تغييرپذيري گسلها

به منظور مطالعه ي دانسيته گسلها، در شبكه مربعي با سلول هايي به ابعاد ۱۰۰۰متر *۱۰۰۰متر، طول و آزيموت گسلها در هر واحد شبكه اندازه گيري شد. هيستوگرام توزيع دانسيته گسلها بر حسب متر بر كيلومترمربع در شكل شماره ۲ نشان داده شده است. متوسط طول گسلها در هر شبكه ٥۳٤متر و حداقل طول گسلها در يك واحد شبكه ۱/٥ متر و حداكثر ان ١٦٦٤متر مي باشد. با اين حال با چنين تغييرات شديد، ضريب تغييرات حدود ۳۱۹ است. رقم فراواني معادل ٦۹۲متر است. اين رقم براي تهيه نقشه و تعيين محدوده هايي با شكستگي بالا ملاك قرار گرفته است. بر اساس اندازه گيريهاي امتداد گسلها ،هيستوگرام توزيع امتداد آنها در واحدهاي شبكه اي و نيز دياگرام گلسرخي آنها تهيه شد امتداد غالب N100E مي باشد كه نشان دهنده گسل درونه مي باشد. دوسري شكستگي با امتدادهاي N170,N130 در اين دياگرام ديده ميشود.



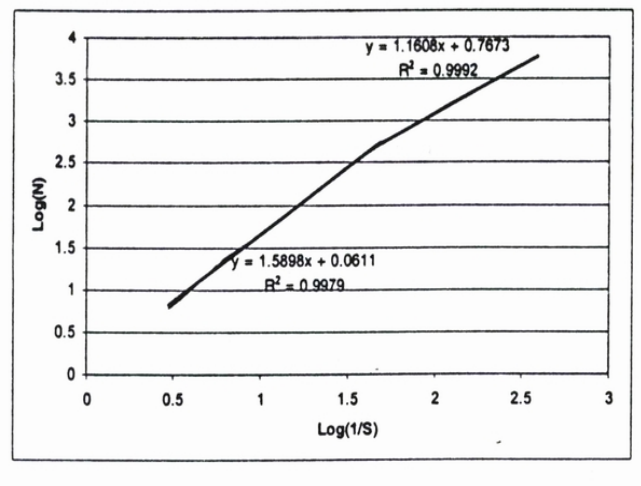
شكل۲- الف) واريوگرام دانسيته گسلها در جهت شمال ب) هيستوگرام دانسيته گسلها .

۷- تحليل فركتالي توزيع گسلها

به منظور اندازه گيري بعد فركتالي توزيع گسلها از روش بعد شمارش جعبه اي[۷] استفاده شد. از طريق رسم نمودار تمام لگاريتمي تعداد جعبه هايي كه توسط سوژه اشغال مي شود ((N(s)) در مقابل مقدار عكس مقياس شبكه مربوطه (1/s) مي باشد. خط مستقيم برازش شده به اين نقاط كه داراي شيب Db است بعد شمارش جعبه اي گفته مي شود. جهت محاسبه بعد فركتال گسلهاي منطقه، از روش شمارش جعبه اي استفاده شد. محاسبه شيب منحني و خطي كه در صفحه تمام لگاريتمي با محورهايN (تعداد مربع هاي حاوي گسل) وS يا 1/s (طول شبكه اندازه گيري) مي باشد مد نظر است. طي اين فرآيند رابطه خط در اين صفحه مختصات بصورت زير است:

$$LogNs = a + KLog(\frac{1}{s}) \qquad (۷)$$

در اين رابطه K شيب خط و a ضريب مربوط به شيب خط مي باشد. با استفاده از نقشه دانسيته گسل و رابطه فوق، شكل شماره ٦ بدست آمده است. مقادير بعد فركتالي براي محدوده مورد مطالعه ۱/١٦و ۱/٥۸ را نشان مي دهد.

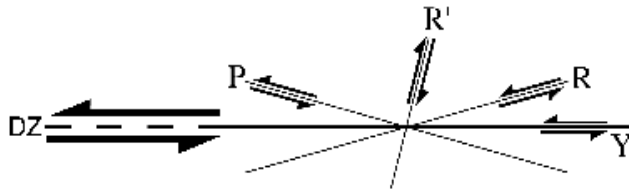


شكل شماره۳- دياگرام **Klog (1/s)** و **LogN** در شمال كاشمر.

۸- محاسبه بعد فركتالي سيستم ريدل

اغلب مناطق برشي با مكانيسم ريدل از تعدادي اجزاء با جهت يافتگي متفاوت تشكيل شده اند كه در كل داراي يك هندسه پيچيده و بهم پيوسته اي مي باشند. در مناطق برش از نوع شكنا پنج نوع اصلي شكستگي شناخته شده است[۳].. اين شكستگي ها بر حسب موقعيتشان نسبت به همبري منطقه برش و روند عمومي منطقه عبارتند از:

- شكستگي برشي ريدل با زاويه ي كوچك (R) : شكستگي هايي هستند كه با روند عمومي منطقه برشي زاويه ي ۱۵ درجه مي سازند و زاويه آنها با همبري منطقه برشي در امتداد جابجايي بلوكي كه درآن واقع مي شوند بسته مي شود(شكل ۴).
- شكستگي هاي برش ريدل با زاويه ي بزرگ('R) : شكستگي هايي هستند كه با روند عمومي منطقه برشي زاويه ي ۷۵ درجه مي سازند و زاويه حاده آنها با همبري منطقه برشي در امتداد جابجايي بلوكي كه در آن واقع مي شوند بسته ميشود.
- شكستگي هاي برشي فشاريي (P) : گروهي از شكستگي هاي برشي هستند كه با روند عمومي منطقه برشي زاويه ي ۱۵ درجه مي سازند و زاويه حاده آنها با همبري منطقه برشي در امتداد جابجايي بلوكي كه در آن واقع مي شوند باز مي شود.
- شكستگي هاي برشي نوع (T) كه به موازات همبري منطقه برشي قرار مي گيرند و شكستگي هاي كششي (T) داراي امتدادي بين شكستگي هاي برشي R',R مي با شند

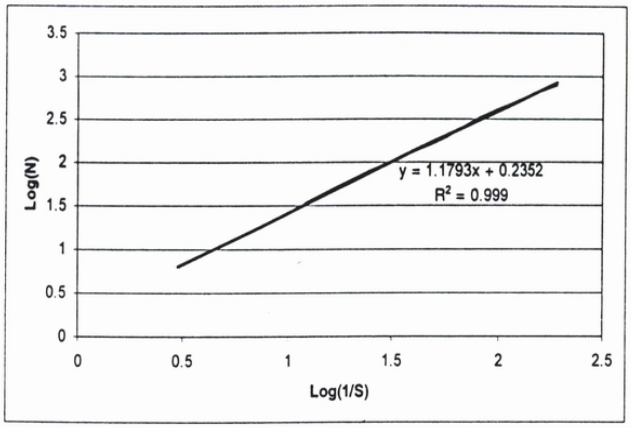


R = synthetic Riedel shear
R' = antithetic Riedel shear
P = synthetic thrust shear
Y = // to displacement zone DZ

شكل۴- عناصر ساختاري مرتبط با سيستم ريدل[۳]

شكستگي هاي R وP داراي جهت جابجايي مشابه جهت جابجايي منطقه برشي مي باشند در حاليكه شكستگي هاي برشي نوع 'R داراي جهت جا بجايي خلاف جهت جابجايي منطقه برشي هستند. رگه هاي برشي معمول ترين نوع رگه در پهنه برشي منطقه مي باشند. اين رگه ها معمولا نسبت به كناره ي پهنه برشي به حالت موازي يا مورب قرار مي گيرند و نوع مورب بسيار معمول است و اين رگه ها نسبت به كناره منطقه برشي (درونه وگسل تنورچه) با زاويه اي قرار مي گيرند كه شكستگي هاي P را نشان مي دهد. اين امر دلالت بر آن دارد كه رگه هاي برشي مورب احتمالا در اثر انبساط در شكستگي هاي برش نوع P

ايجاد شده است. نتايج بدست آمده از نمودارهاي گلسرخي شباهت مكانيسم ريدل را در اين محدوده نشان مـي دهـد. فركتـال اين سري شكستگي ها با استفاده از روش شمارش جعبه اي محاسبه گرديده اسـت (شـكل ۵). بعـد فركتـال شكسـتگي هـاي مكانيسم ريدل مقدار D=1.17 را نشان مي دهد. مقايسه نمودار با نمودار شكستگي هاي منطقه (شـكل ۵)و مقـادير بدسـت آمده، مكانيسم ريدل را در منطقه تاييد مي نمايد.



شكل۵- دياگرام **Klog (1/s)** و **LogN** يک سيستم برشي ريدل**[۳]**.

۹- ارتباط گسلها و زون هاي آلتراسيون

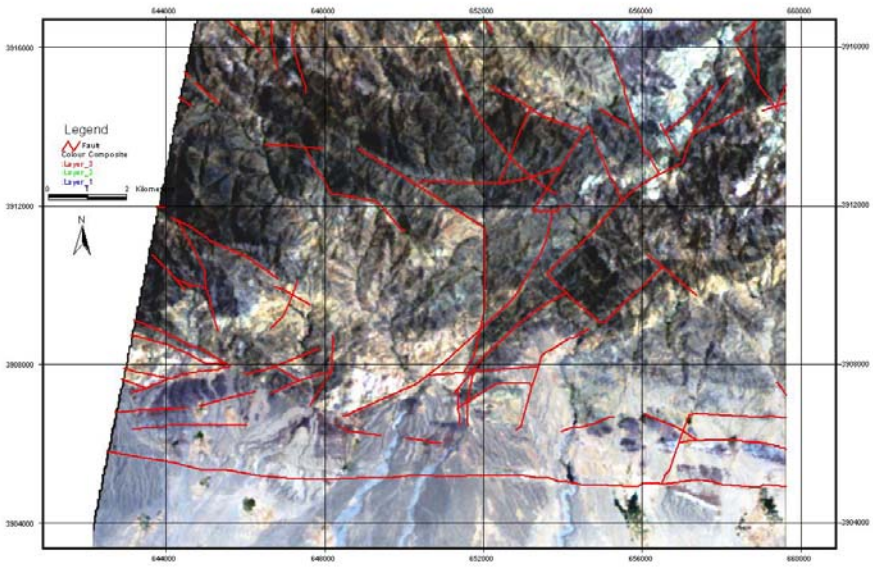
جهت مطالعه ارتباط گسله ها و زون هاي آلتراسيون از روشهاي دورسنجي استفاده شد. بررسي هـاي دور سـنجي در محـدوده مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار هـاي پـردازش تصـوير از جملـه ER-DAS ، ENVI وArcview و بـا داده هـاي مـاهواره لندست انجام شد. براي تشخيص شكستگي از تصاوير تك باندي، رنگي فيلتره و همچنين از تصاوير با زوايـاي تـابش خورشـيد مختلف استفاده گرديد[۷]. خطوط راست و يا كمي منحني گسلهاي راستالغز را نشان مي دهد. گسلهاي راندگي اثري نـامنظم دارند كه از توپوگرافي تبعيت مي كند و گسلهاي نرمال با اثر زيگزاگي ديده مي شوند. با اسـتفاده از توابـع رياضـي و روشـهاي آماري و روشهاي مختلف پردازش نواحي دگرساني گرمايي شناسايي شدند.

۱۰- مطالعه گسلها در نواحي آنومال منطقه

مشخصات گسلهاي سه منطقه آنومال در منطقه شامل ۱) ناحيه معدن متروكه، ۲) ناحيه امامزاده و ۳) ناحيه كلاته چوبـك بـا عمليات صحرايي برداشت شد (جدول ۲). با استفاده از نرم افزار Wintek نمودارهـاي گـل سـرخي و خطـوط تـراز بـراي سـه محدوده ذكر شده ترسيم و نتايج زير حاصل گرديده است. با توجه به رزدياگرام كلي منطقه و همچنين شكلهاي مربوط به سـه ناحيه برداشت شده و نقشه گسلهاي منطقه مشخص مي گردد كه داده هاي ناشي از مؤلفـه امتـداد لغـز گسـل درونـه موجـب تشكيل گسل هايي با امتدادهاي مختلف در محدوده گرديده كه بيشترين درصد فراوانـي امتـدادهاي گسـلي را در منطقـه كـه امتداد خوبي با مكانيسم ريدل دارند تشكيل مي دهند. جهت اصلي شكستگيها در اين مناطق N100 مي باشد.

۱۱- ارتباط كاني سازي با كنترل كننده هاي ساختماني

رگه هاي برشي معمول ترين نوع رگه در پهنه هاي برشي مي باشند. آنها معمولاً نسبت به مرز منطقه برشي به حالت موازي يا مورب قرار مي گيرند. در اين ميان معمولترين رگه هاي برشي رگه هاي مورب هستند.



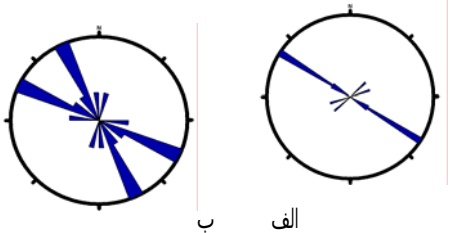
شکل۶- تصویر فیلتره شده همراه با گسلهاي منطقه.

رگه هاي برشي مورب نسبت به رز منطقه برشي با همان زاويه اي قرار مي گيرند كه شكستگيهاي برشي نوع P ايجاد شده باشند[۱۰]. اگر پهنه گسل اصلي درونه را به عنوان يك پهنه برشي در نظر بگيريم كه در قسمت مركزي آن راستاي شرقي - غربي دارد كاني زائي آنومالي ناحيه تنورچه انطباق بسيار خوبي با شكستگي نوع P خواهد داشت. همچنين در ناحيه كوه زر با چرخش گسل درونه راستاي P نيز تغيير مي كند و مي توان كاني زائي رگه هاي پلي متال كوه زر را نيز جزء شكستگي P در نظر گرفت. بمنظور تعيين جايگاه تكتونيكي كاني زائي هاي فلزی منطقه، نمودارهاي گل سرخي رگه هاي فلزی در كوه زر، تنورچه و قوچ پلنگ تهيه شد. در ناحيه كوه زر گسلها به عنوان كنترل كننده اصلي كاني زائي در منطقه عمل كرده اند.

الف ب ج

شكل۷- رز دياگرام شكستگيها در محدوده مورد مطالعه الف) منطقه امامزاده ب) منطقه كلاته چوبک ج) منطقه معدن متروكه.

شكل ۸ رز دياگرام مربوط به رگه هاي كاني سازي در اين ناحيه را نشان مي دهد. رز دياگرام رگه هاي كاني سازي ناحيه تنورچه نشان مي دهد كه روند عمومي كاني سازي رگه ها N115 است. امتداد رگه كاني سازي مس در شمال قوچ پلنگ N110 است.



الف ب

شكل۸- رزدياگرام رگه هاي پلي متال. الف) ناحيه كوه زر، ب) ناحيه تنورچه

شكل۹- تصويري از كاني زائي مس در گسلي با آزيموت ۱۱۵ درجه در شمال قوچ پلنگ.

۱۲- نتيجه گيري

محدوده مورد مطالعه جزئي از زون ساختاري گسل درونه مي باشد و عمدتاً از سري سنگهاي ولكانيكي و آذرآواري شامل آندزيت، ريوداسيت و لاوا- توف همراه با سري سنگهاي نفوذي گرانيتي و گرانوديوريت تشكيل شده است. بر اساس مطالعات پترولوژيكي صورت گرفته، سري ماگمايي سنگهاي منطقه ساب آلكالن و از نوع كالكوآلكالن بوده و محيط تكتونيكي آن نشان دهنده ماگماي تشكيل شده و فوران يافته در زون فرورانش مي باشد. نقشه دانسيته گسلها راهنماي بسيار خوبي در اكتشاف نيمه تفصيلي مي تواند باشد .مطالعات آماري و فركتالي گسلها نشان دهنده مكانيسم ريدل براي شكستگيهاي اطراف گسل درونه مي باشد. روند كاني زائي ها و امتداد رگه هاي طلا و رگه هاي سيليسي و كلسيتي با زاويه ي ۲۰-۱۵ درجه نسبت به گسل درونه و تنورچه واقع شده اند. با در نظر گرفتن گسل اصلي درونه به عنوان يك پهنه برشي در منطقه معدني با كاني زائي نوع اپي ترمال و اينكه بخش مركزي اين گسل در شمال كاشمر راستاي شرقي _غربي دارد، كاني زائي هاي مناطق امامزاده، كلاته چوبك ومعدن متروكه انطباق بسيار خوبي با شكستگي نوع P دارند. همچنين در ناحيه قوچ پلنگ با چرخش گسل درونه راستاي P نيز تغيير مي كند و مي توان كاني زائي رگه هاي مس دار كوه زر را نيز جزء شكستگي P در نظر گرفت.

۱۳- مراجع

[1] درويش زاده، علي، ۱۳۸۰، زمين شناسي ايران، انتشارات مؤسسه اميركبير.

[2]حسني پاك، علي اصغر و شرف الدين، محمد (۱۳۸۰)، تحليل داده هاي اكتشافي، انتشارات دانشگاه تهران.

[3] Cowan and Brandon, 1994, *A symmetry based method for kinematic Analysis of large slip brittle fault zone*, American Journal of science.

[4] Geotraverse, 1986, *Geodynamic project in Iran*, Report No.51, GSI

[5] Jianxi Co. , 1995, *Explnatory text of geochemical map of Feizabad(NE Kashmar)*, Report No.22,GSI

[6] Lillesand TM, Kiefer RW, Chipman JW, (2004), *Remote sensing and mape interpretation*. 5th ed. New York, John Wiley & Sons.

[7] Mandelbrot, 1993, *The fractal geometry of nature, Freeman*, New York 446 pp.

[8] Miashiro, A. (1974), *Volcanic rock series in aisland arcs and active continental margins*, Am. J. Sci, 274, 321-355

[9] Schtocklin, 1973, *Tectonic map of Iran*, GSI.

[10] Wang, X. (2001), *Fractal structures of the non-boundary region of the generalized Mandelbort set*, Progress in Natural Science, 11(9), 693-700

[11] Wang, X. and Shi, Q. (2006), *The generalized Mandelbort Julig sets form a class of complex exploration map, Applied Journal Mathemetics and computation*, p.p:1-10.

[12] Zhang, C. Manheim, F.T. and Grossman, J. N. (2005), *Statistical characterization of a large geochemical database and effect of sample size, Journal of Applied Geochemistry*; 20, pp: 1857-1874.