مدل ساختاری و ارتباط ساختارها با کانهزایی در شمالخاوری شهربابک

لیلا عبادی^(* ۱)، سید احمد علوی^۲، شهرام شفیعی بافتی^۳ و عباس صادقی^۲

۱. کارشناس ارشد تکتونیک، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی ۲. دانشیار گروه زمینشناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی ۳. استادیار گروه معدن، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان ٤. دانشیار گروه زمینشناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۷ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۱۰

چکیدہ

این پژوهش به بررسی، ارتباط بین رخداد کانی سازی و تکوین عناصر ساختاری با استفاده از پیمایش های صحرایی و تحلیل عکس های ماهوارهای در ناحیه شمالخاور شهربابک، که بخشی از کمربند آتشفشانی ارومیه - دختر است، می پردازد. بررسی های صورت گرفته در منطقه ارتباطی تنگاتنگ بین کانی سازی و عناصر ساختاری نشان میدهد، به گونهای که شکستگیهای 'T₁,T₂,R,R از مهمترین شکستگیهای منطقه که تحت تأثیر چین خوردگی بزرگ مقیاس و گسل های راستالغز با مولفه راندگی در منطقه شکل گرفتهاند. تحلیل های انجام شده در این ناحیه نشان میدهد که شکستگی های کششی T₂ با روند E-W، از قدیمی ترین شکستگی های که وابسته به چین خوردگی هستند که اغلب توسط ماگما پر شدهاند و گروههای دایک را شکل دادهاند. در مرحله دوم، شکستگیهای آنتی ریدل('R) شکل گرفتهاند که وابسته به حرکات گسل.ها بودهاند و با روند NE- SW و سازوکار راستالغز چپ گرد با مولفهی نرمال اغلب شکستگیهای گروه T₂ را قطع کرده و در محل تقاطع آنها کانیسازی پورفیری شکل گرفته است. دسته دیگر از شکستگیهای کششی منطقه، شکستگیهای T با روند N-S هستند که اغلب ذخایر با ارزش رگهای و دایکهای منفرد، در این گروه جایگیر شدهاند. شکستگیهای ریدل وابسته به پهنه برشی راستگرد با روند NW-SE اغلب فاقد پرشدگی است و یا کانهزایی عقیم در آنها صورت گرفته است. تحلیل های ساختاری و افست شکستگی ها نشان میدهد که شکستگی ها آنتی ریدل پیش از شکستگی های ریدل در سامانه ترافشارش راست گرد شکل گرفتهاند که خود دلیلی بر بالاآمدگی در منطقه می باشد. از این رو تحلیل عناصر ساختاری ارتباط کانهزایی مس با روند گسل نشاندهنده است.

واژه های کلیدی: تحلیل ساختاری،کانهزایی، مس، میدوک، شهربابک

مقدمه

آنها با تودههای نفوذی، در مناطق متاثر از فعالیتهای ماگمایی، کمک بسیار ارزندهای در شناسایی و اکتشاف مواد معدنی میکند. بهطور کلی برخوردگاه گسلهای اصلی، میتواند محل مناسبی برای نفوذ ماگما و کانیزایی باشد (Forster, 1978). مطالعات نشان میدهد که کانیسازی پورفیری مرتبط با فرورانش صفحه عربی به زیر صفحه ایران و در ناحیهی پشت کمان صورت گرفته است

دگرشکلیهای مرتبط با نیروهای زیاد زمین ساختی در پوسته، توسط فرایندهای برشی مشخص می شوند ,Ramsay and Huber) 1987; Brown and Solar, 1998; Peacock, 2002; Montesi and Hirth, 2003; Wang and Ludman, 2004; Brogi, 2006) شناسایی عناصر ساختاری مرتبط با برش (بویژه گسلها) و ارتباط

^{*} نویسنده مرتبط erg_eb@yahoo.com

مدل ساختاري و ارتباط ساختارها با...

است که از شمال به روستای جوزم و از جنوب به روستای کمرعلیا میرسد همچنین، منطقه از باختر و خاور به ترتیب به روستای گزوئیه و روستای بهنو منتهی می گردد. در شکل ۱ موقعیت منطقه و راههای دسترسی به آن ارائه شده است که مهمترین راههای دسترسی به منطقه، جاده آسفالته یزد – انار – میدوک، رفسنجان – شهربابک – میدوک و شهرک سرچشمه – شهربابک – میدوک است. منطقه مورد مطالعه بخشی از کمربند آتشفشانی – رسوبی

موقعیت و زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در ٤٢ كيلومتري شمالخاور شهربابك واقع



شکل۲- نقشه زمین شناسی منطقه (مقیاس ۱/۵۰۰۰) (اقتباس از عبادی، ۱۳۸۸)



شکل۳- الف)نمایی از جابهجایی چپگرد لایههای توفی توسط گسل با روند خاوری- باختری، شمال روستای میدوک، دید به سمت خاور. ب) نمایی از خشلغزهای ایجاد شده توسط گسلهای دسته یک، دید به جنوب، ج) نمایی از رگههای همپوشان، دید به سمت باختر. د) نمایی از جابهجایی چپگرد لایههای توفیت، شمال روستای گزوئیه، دید به جنوب، ه) نمای نزدیک از خشلغزهای گسلی، دید به شمال. و) نمایی از دره کششی ایجاد شده توسط گسل با روند شمالی- جنوبی، روستای لاارزوقیه، دید به شمال. ز) نمایی از خشلغزهای قائم بر روی صفحه گسل، دید به سمت خاور. ح) نمایی از جابهجایی راستگرد توسط گسل با روند شمال اختری- جنوب میال از منابی از خشرای و میاد می دید به شمال. و) نمایی از دره کششی ایجاد شده توسط گسل با روند

ارومیه – دختر است که از دیدگاه سنگشناسی بخشی از کمپلکس آتشفشانی رازک به سن ائوسن میباشد و از آندزیت – بازالت، توفیت، تراکیآندزیت – تراکیبازالت، توف قرمز و لاواهای جریانی تشکیل شده است و از دیگر واحدهای سنگی در منطقه میتوان به تودههای نفوذی با ترکیب داسیت – آندزیت در پالئوژن اشاره کرد. دو گسل راستالغز انار و شهربابک با امتداد WNN و میکنند و سبب ایجاد پهنهی برشی راستگرد گردیدهاند. منطقه، میکنند و سبب ایجاد پهنهی برشی راستگرد گردیدهاند. منطقه، پتانسیلهای اقتصادی بالایی از مس دارد، به گونهای که کانسار میدوک به صورت مس پورفیری و معدن چاهمسی به صورت رگه چندفلزی(مس، سرب – روی) رخنمون دارند. البته ذخایر هرناشک، دربیدوئیه، کاهتواکارا و کنگ با نشانههای معدنی و یا کارهای قدیمی معدن کاری در منطقه رخنمون دارند که مطالعات ساختاری بر روی آنها صورت نگرفته است.

روش مطالعه

از آنجا که در منطقه مورد مطالعه رابطه بین عناصر ساختاری و کانی سازی را مشخص نشده است، به منظور مطالعه ساختاری نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ منطقه با استفاده از عکس های هوایی (با مقیاس ۱/۲۰۰۰) و تصاویر ماهوارهای (+ETM) تهیه شد(شکل ۲) سپس، برداشتها در سه بخش کانسار میدوک، معدن چاهمسی و نواحی پیرامون دو معدن صورت گرفت. از أنجاكه غالبترين عنصر ساختاري در كانسار ميدوك شكستكيها هستند، درزهها به روش پیمایشی برداشت شدند. با توجه به رگهای بودن معدن چاهمسی، علاوه بر برداشت رگهها، برداشت درزه در سنگ میزبان رگه، صورت گرفت. در تکمیل مطالعات ساختاری منطقه، در ۱۳ ایستگاه، گسل ها و درزهها و بیش از ۱۱۰ دایک رخنمون شده نیز به عنوان ساختار صفحهای برداشت شدند. پس از برداشتهای صحرایی، نمودار گلسرخی درزهها و دایکها و تصویر استریوگرام گسلها رسم شد سپس به منظور تحلیل مناسب، دادهها بر روی نقشههای مربوطه پیاده شدند و از آنجایی که منطقه برشی مورد مطالعه بر روی یال چین خوردگی بزرگ مقیاس واقع شده است، عناصر ساختاری تحلیل شده و در نهایت رابطه شکستگیها با کانیسازی رگهای و پورفیری مشخص و مدل ساختاری منطقه ارائه شد.

تحلیل دادهها گسل ها

گسلهای منطقه در چهار روند (خاوری – باختری، شمال خاوری – جنوب باختری، شمالی – جنوبی و شمال باختری – جنوب خاوری) رخنمون دارند که شواهد صحرایی برداشت شده در ارتباط با روندهای یاد شده در شکل ۳ ارائه شده است.

۱- روند خاوری- باختری : به طور میانگین، راستای گسلها
در این روند بین ۱۹۸۹-۱۹۸۷ بوده و شیب متوسط ۸۵ درجه

به سمت جنوب در صفحات گسلی اندازه گیری شده است، در حالی که ریک خش لغزهای گسلی ۲۰-20 درجه به سمت باختر است (شکل ۳ الف-ب).میانگین مولفه های تنش در این روند عبارتند از: ۲۱۷۱/۳۰، ۲۵٫:۱۱۲/٤۲، و ۲۱۹/۲۸، استریوپلات رسم شده از صفحات گسلی (شکل ٤) و برداشت های صحرایی به نظر می رسد که گسل های این روند سازوکار نرمال با مولفه راستالغز چپ گرد داشته باشند. در این راستا شواهدی همچون جابه جایی لایه های توفی و رگه های با شکل ۲ مولفه چپ گرد گسل را تایید میکند(شکل ۳، ج).

۲- روند شمالخاوری - جنوب باختری: این گسل ها با امتداد بین EooN-Eron شیب بین ۷۰- ۵۶ درجه به سمت جنوب خاور و ریک بین ۵ تا ۳۵ درجه، واحدهای ائوسن منطقه را تحت تاثیر قرار داده که در شکل (۳- د) نمایی از یک نمونه از گسل ها نمایش داده شده است، با توجه به مختصات صفحهی گسلی و تصاویر استریوگرام رسم شده میانگین جهت مولفه های تنش، ۱۱۲/۱۲: ۵، ۲۰۷/۵۳: ۶ و ۲۲/۳۲۲: ۵، به دست آمده است. تحلیل جنبشی گسل های این روند و شواهد صحرایی (از جمله جابه جایی لایه ها) نشان می دهد که این گسل ها، جنبش راستالغز چپ گرد با مولفه شیب لغز نرمال هستند (شکل ۳- ه).

۳- روند شمالی- جنوبی: این روند در گسلهای کششی با امتداد میانگین E۱۵N و شیب ۸۵ به سمت خاور، خش لغزها ریک ۸۰ درجه که سازوکار نرمال با مولفهی راستالغز چپگرد دارند، رخنمون یافتهاند. (شکل ۳- و، ز). میانگین تنشهای اصلی که با استفاده از مشخصات گسل و اطلاعات برداشت شده از صفحهء گسل محاسبه شده است، در این روند، عبارتند از؛ ۳۱۲/۳۹: ۵٫ ۸۸/۸۸

٤- روند شمال باختری - جنوب خاوری: این گسل ها واحدهای فلیش، توف و آندزیت - بازالت ائوسن را تحت تاثیر قرار داده است (شکل ۳- ز، ح). و با امتداد بین W٤٥N-W۲٤N و شیب بین ۲۰ - ٤۸ به سمت باختر، و ریک ٥ درجه در خش لغز مشخص میشوند، میانگین مولفهی تنش در این روند عبارتند از: ۲۱/۳۲، ۲۱/۵۱، ۳۵،۲۳۱/۵۱ مادرا ایت. میزان ریک خش لغز گسلی از یک سو و جهتیابی تنش حدواسط از سوی دیگر، بر غلبهء مولفهء راستالغزی در گسل دلالت دارد. شواهد صحرایی از جمله، جابه جایی لایه ها نشان می دهد که اغلب گسل های این روند سازوکار راستالغز راست گرد دارند(شکل ۳ - ح، ت).

به طورکلی از مطالعه گسلها در منطقه می توان چنین استنباط کرد که آنها سنی جوان تر از ائوسن دارند به طوری که سنگهای آتش فشانی – رسوبی ائوسن را تحت تاثیر قرار داده اند (شکل ٤). بیشتر گسلهای منطقه راستالغز با مولفه شیب لغز می باشند و بیشتر شیب زیاد بین ۲۰ تا ۹۰ درجه دارند. طول میانگین گسلهای منطقه ۳ کیلومتر می باشد و به صورت محلی به ۱۰ کیلومتر نیز می رسد. شواهد صحرایی نشان می دهد که گسلهایی با روند شمالی – جنوبی و خاوری – باختری دچار جابه جا شده اند (شکل ۲). از این رو می توان نتیجه گرفت که گسلهایی با راستای



شکل٤- موقعیت گسل.های اندازهگیری شده به همراه سازوکار کانونی و تصویر استریوگرام مربوطه بر روی تصاویر ماهوارهای با ترکیب ٥٣١

شمالی جوان تر ازگسل هایی با راستای خاوری هستند. به منظور مطالعه بهتر گسل در ۱۳ ایستگاه درزههای سیتماتیک برداشت شد (شکل۷) که از مطالعه درزهها چنین بر میآید که اندازهء شکستگیها متفاوت و از میزان ۱/۰ سانتیمتر تا ۱۰۰ سانتیمتر متغیر است. عمدتاً درزههای منطقه دارای سطوح صاف،

فاصلهبندی منظم و فاقد پرشدگی است. در منطقه هر سه دسته شکستگی (کششی، برشی – کششی و برشی – فشارشی) مشاهده می شود (شکل ۵) که به تاثیر و سازوکار گسل ها اشاره دارد. درزهها به صورت نیمه عمودی با شیب بین ۸۰ تا ۸۵ درجه دیده می شوند.

مدل ساختاري و ارتباط ساختارها با...



شکل۵– الف) نمایی از درزههای برشی، دید به سمت باختر. ب) نمایی از درزههای برشی– کششی، دید به سمت شمال. ج) نمایی از درزههای کششی، دید به سمت شمال.



شکل ٦- موقعیت جابهجایی گسل خاوری- باختری توسط گسل با روند شمالیخاوری- جنوب باختری در تصاویر ماهوارهای



شکل۷- نقشه زمینشناسی همراه نمودار گلسرخی فراوانی درزه (نمودارهای آبیرنگ)، و دایک (نمودارهای سیاه)



شکل۸– الف) دایک هوازده و بدون هالهی دگرشکلی، جاده منتهی به کانسار میدوک، دید به باختر. ب) دایک به همراه هالهی دگرشکلی، کانسار میدوک، دید به جنوب. ج) نمودار فراوانی دایکها در منطقه، د)نمودار فراوانی درزهها در سنگ میزبان دایکهای منطقه، ه) مدل شکل گیری دایکها، و) نقشهء گستردگی دایکها و گسلها در منطقه

دايكها

Price and Cosgrove(1990) دو مدل جایگیری به روش باز کردن و تزریق در اثر اعمال فشار پیشنهاد کردند که در مدل بازکردن، دایکها فاقد هالهی دگرشکلی و بهصورت دسته دایک مشاهده می شوند از طرفی، در مدل دوم دایکها به صورت انفرادی به همراه هاله دگرشکل رخنمون دارند. مشاهدات و بررسیهای صحرایی نشان داد که هر دو روش جایگیری در شکل گیری دایکهای منطقه موثر بودهاند (شکل۸ الف، ب). با برداشت بیش از ۱۱۰ دایک (شکل ۸-ج)، ۲۱۶ درزه در سنگ میزبان دایکها (شکل ۸-د) و رسم نقشه گستردگی دایکها و گسلهای منطقه (شکل ۸-و) مشخص شد که بین شکستگیها، جایگیری ماگما و شکل گیری دایکها ارتباط مستقیم و تنگاتنگ وجود دارد. اما اگر دایکها در یک سامانه کششی جایگیری شوند همروند با ساختارهای اصلی در منطقه هستند (Coulomd-Anderson, 1988) و اگر با ساختارهای اصلی در منطقه زاویه بین ۱۵–۲۵ درجه بسازند به حضور سامانه برشی و فشارشی گواهی میدهند و با توجه به روند ارومیه – دختر و دایکها در منطقه و مدل شکل گیری دایکها که توسط

(1999) Glaznar et al ارانه شده است (شکل ۸-ه)؛ پیشنهاد می شود که اغلب دایکهای منطقه درسامانه برشی و فشارشی جایگیری شدهاند که برش نقش مهم تری داشته است.

برداشتها در کانسار میدوک

کانسار میدوک با پتانسیل اقتصادی مس پورفیری، در سنگ میزبان گرانودیوریت شکل گرفته است. از آنجا که استخراج مس در منطقه صورت می گیرد بنابراین درزههای موجود در پله ۲۹۷۵ که به حد نهایی رسید، بود به روش پیمایشی برداشت شد. جهت گیری درزهها از یک سو و عیار اقتصادی از سوی دیگر، سبب شده است که پله مورد مطالعه با روند شمال – جنوب به سه بخش تقسیم شود، به گونهای که در بخش جنوبی پله روند غالب درزهها خاوری – باختری و عیار مس در این بخش بالا می باشد (شکل ۹– نمودار الف، ب، ج). در بخش خاوری، روند درزهها شمال خاوری – جنوب باختر است و سولفور مس پرشدگی بیشتر شمال خاوری – جنوب باختر است و سولفور مس پرشدگی بیشتر درزهها را تشکیل می دهد (شکل ۹– د، هه ز)، در حالی که در بخش شمالی اکسیدهای مس و آهن پرکننده ی اصلی درزهها بوده

و روند غالب درزهها شمالی - جنوبی است(شکل ۹- نمودار ح، ت، ی، ک).

(1973) Saric نمودار گل سرخی شکستگیهای عمیق و امتداد تودههای نفوذی در منطقهی کرمان را ارائه کرد (شکل ۱۰). با مقایسه روندهای ارائه شده و مطالعه ساختاری در منطقه چنین استنباط میشود که کانهزایی پورفیری در محل تقاطع دو روند خاوری– باختری و شمالخاوری– جنوبباختری صورت گرفته است.

برداشت در معدن چاەمسی

معدن چاهمسی در ۱/۵ کیلومتری جنوب کانسار میدوک، به صورت سامانه رگهای کوارتز حاوی عناصر با ارزش مس، سرب – روی است. امتداد چیره این سامانه در منطقه N20E است که

شیب ۸۵ درجه به سمت خاور دارد. مطالعات و برداشتهای صحرایی در منطقه نشان می دهد که واحدهای سنگ میزبان رگه تداخل بین انگشتی دارند از این رو، شکل گیری رگه ارتباط مستقیمی با ساختارها دارد(عبادی،۱۳۸۸). از این رو در ۱۶ ایستگاه از درزههای موجود در سنگ میزبان برداشت صورت گرفت، پس از پیاده کردن دادهها بر روی نقشه زمین شناسی (شکل ۱۱) چنین استنباط می شود که رگه چاهمسی در شکستگیهای کششی و کششی – برشی با روند تقریبی شمالی – جنوبی که بر اساس تقسیم بندی (1987) Atkinson سه مدل را ارائه کردند که عبارتند از : مد I، بازشدگی^۱، مد II) لغزشی^۲، مد III) قیچی یا برشی^۳ شکستگیهای منطقه از نوع مد I (شکستگیهای کششی) هستند، جایگیر شده است.



شکل ۱۰– الف) نمودار گل سرخی فراوانی امتداد مناطق دگرسان شده. ب)نمودار گسل های عمیق (Saric,1973)

1. opening

2. sliding

3. scissors



شکل ۱۱- نقشه زمینشناسی معدن چاهمسی (شرکت کانایران، ۱۳۸۵)به همراه نمودار گلسرخی امتداد درزهها در سنگهای درگیرنده رگه

تحلیل و ارائه مدل ساختاری در منطقه

از آنجا که منطقه مورد مطالعه بخشی از پهنه برشی راستگرد حاصل از دو گسل راستالغز انار و شهربابک است، روند ساختارها در شمالخاور شهربابک با الگوی مناطق برشی که توسط Storti et al. (2005) ارائه شده است (شکل ۱۲)، مقایسه گردید و روند ساختارها در شکل ۱۳ نمایش شده است.

شکستگیهایی با آزیموت 11درجه، معرف پهنه جابهجایی اصلی (PDZ) در الگویی است که توسط (PDZ) در الکه شده است، اما در الگوی که (1994) Woodcock and Schubert ال شده است، اما در الگوی که (1994) Woodcock and Schubert بع به عنوان شکستگیهای Y نامگذاری شده اند، این شکستگیها با حرکت راستگرد، همسو با حاشیههای برش و علاوه بر مولفه راستالغزی دارای مولفه شیب لغز نیز دارند که در واقع گسلهای مایل لغز هستند. برش ریدل (Riedel, 1929) (R) با آزیموت تقریبی مایل لغز هستند. برش ریدل (Riedel, 1929) (R) با آزیموت تقریبی در شمال خاور شهربابک، برشهای P که با زاویه ۲۸- نسبت به پهنه برشی در منطقه مورد مطالعه با آزیموت 17۰ درجه برداشت شده اند. برشهای آنتی ریدل ('R)، با اختلاف زاویه ۸۰ درجه نسبت به پهنه برشی با حرکت چپگرد، در پیرامون تودههای نفوذی نفر می رسد در جایگیری تودههای پورفیری، شکستگیهایی با نظر می رسد در جایگیری تودههای پورفیری، شکستگیهایی با

این روند موثر هستند که این مسئله با نظر (Saric (1973) در مورد جایگیری تودههای پورفیری موافق است. شکستگیهای با آزیموت درجه ۸۰ طبق الگوی ۲ معرف شکستگی های X هستند که در طبیعت کمیابند هستند. زیرا کشش حاصل از حرکت راستالغز گسلها، به راحتی توسط شکستگیهای P خنثی شود. شکستگیها با روند تقریبی خاوری – باختری که بر اساس مدل Storti et al. (2005) منطبق بر شکستگی های کششی _۲ و معرف گسل موازی انقباض بوده، عمود بر شکستگیهای T است و بەنظر مىرسد قديمى ترين شكستگى ھا در منطقە مىباشند كە توسط ماگما یر شده و دایکها را شکل دادهاند و نقش موثری در ایجاد ذخیره پورفیری داشتهاند. شکستگی های با آزیموت ۱۰درجه بر اساس زاویهای که با یهنهی برشی می سازند در گروه گسل های نرمال یا شکستگیهای T, قرار میگیرند. این شکستگیها توسط سیالهای گرمابی و ماگما پرشده و به ترتیب ذخایر رگهای و دایکها را شکل دادهاند. شکستگیهای اصلی منطقه از الگوی ثابتی پیروی میکنند و بسته به وضعیت محور تنش بیشینه در هر محل و شیب سطح شکستگی، سازوکار ویژهای نشان میدهند. با مقایسه روندهای شکستگیهای در مدلهای آزمایشگاهی با عناصر ساختاري در منطقه، اختلافات جزئي نشان مي دهد و بهنظر مىرسد به علت اختلاف خصوصيات محييط واقعى زمين شناسي با شرایط آزمایشگاهی باشد.



شکل ۱۲- روابط بین شکستگی ها و زاویه آنها با یهنه ی جابه جایی اصلی (PDZ) (Storti et al., 2005).

Angle to PDZ			
R=15°	P'=30°	C1=135°	T1=45°
X'=80°	R'=75°	C2=0°	T2=90°
P=50°	X=120°	C3=20°	T3=0°



شکل ۱۳- نمودار گل سرخی شکستگی منطقه به همراه الگوی شکستگی های منطقه. الف) ۱۹۰ گسل های برداشت شده. ب) ۱۱۰ دایک. ج) ۲۳۲۵ درزه. د) ٤٠ رگه. ه) ۳۰۱۸ خطواره های اقتباس شده از تصاویر ماهواره ای. و) ۳۰۱۲ آبراهه. ز) ۷۹۳ گسل از تصاویر ماهواره ای و عکس هوایی. ح) الگوی شکستگی ها.

دو گسل راستالغز انار و شهربابک دارای مولفه ی شیب لغز معکوس دارند (Berberain, 1976) که سبب ایجاد بالاآمدگی در منطقه شده است (شکل ۱۶–ب) و با مدل .Angelier et al (2004) (شکل ۱۶–الف) سازگار است. در شکل (۱۶–ج) مدل زمین ساختی منطقه ارائه شده است.

مرحله اول

عملکرد تنش بهصورت سامانه فشارشی با چینخوردگی بزرگ مقیاس و شکستگیهای ائوسن میانی مشخص میشود (Dimitrijevic, 1973). شکستگیهایی با روند خاوری – باختری که بر اساس تقسیمبندی (2005). Storti et al شکستگیهای بT نامگذاری شدهانددر این مرحله شکل گرفتهاند (شکل ۱۲) ماگما در آنها نفوذ کرده و دایکهای خاوری – باختری را شکل داده است. از سوی دیگر، در بعضی از رخنمونها این دسته از شکستگیها توسط شکستگیهای جوانتر شمالخاوری – جنوبباختری جابهجا شدهاند.

مرحله دوم

در زمان الیگومیوسن، عملکرد تنش کششی، سبب ایجاد شکستگیهایی با روند شمالخاور - جنوبباختر که جنبش راستالغز به همراه مولفه کششی داشته است. این دسته از شکستگیها بر اساس زاویهای که با پهنه برشی اصلی در منطقه میسازند، با شکستگیهای آنتیریدل ('R) منطبق هستند. آنها به همراه شکستگیهای ایجاد شده در مرحله اول، زمینه را برای نفوذ و دگرسانی تودههای داسیت - آندزیت و ایجاد کانسارهای پورفیری فراهم کردهاند به گونهای که در شعاع هفت کیلومتری کانسار میدوک و درون کانسار فراوانی چشمگیری دارند.

مرحله سوم

با تغییر، عملکرد تنش و ایجاد تنش برشی، شکستگیهای شمالی – جنوبی شکلگرفتهاند که آنها زمینه را برای نفوذ سیالات گرمابی(باقیمانده سیالات مولد مس پورفیری) و ماگما فراهم کرده و رگههای چندفلزی و دایکها شکل دادهاند.



م المال توسعهی شکستگیها در پهنهی برشی Angelier et پهنهی برشی Angelier et پهنهی برشی All الف

al. ,2004، ب) نمایش دو گسل انار و شهربابک، ج) مدل توسعه ساختارها در منطقه مورد مطالعه

گسل های نرمال با روند شمالی – جنوبی و شکستگیهای با روند خاوری – باختری بر اساس زاویه ای که آنها با برش در منطقه می سازند به ترتیب بر شکستگیهای T و X منطبق هستند و حضور شکستگیهای کششی X به حضور برش جوان در منطقه گواهی می دهند. شکستگیهای ریدل با روند شمال باختری – جنوبخاوری که فاقد پرشدگی هستند، بر اساس Woodcocok (1994) جنوبخاوری که فاقد پرشدگی هستند، بر اساس Woodcocok پیش از شکستگیهای زیدل شکل گرفته اند و توالی شکل گیری پیش از شکستگیهای ریدل شکل گرفته اند و توالی شکل گیری شکستگیها با، مدل (2004) Angelier et al. (2004)

نتيجه گيري

مطالعه ساختاری در شمالخاور شهربابک نشان میدهد که منطقه در واقع بخشی از پهنه برشی ساده راستگرد، با چرخش در خلاف جهت عقربههای ساعت میباشد.

شکستگیها و فعالیتهای ماگمایی، نقش موثری در جایگیری دایکها، شکلگیری نهشتهها پورفیری و ایجاد رگهها داشتهاند به گونهای که در محل تقاطع شکستگیهای خاوری – باختری

و شمالخاوری - جنوبباختری نهشتههای پورفیری و در شکستگیهای شمالی - جنوبی، رگهها شکل گرفتهاند. در هرسه روند ذکرشده، ماگما جایگیری شده و دایکها را به وجود آورده است. دو روند شمالی- جنوبی و خاوری - باختری به ترتیب منطبق بر شکستگیهای T و T در برش ساده هستند که حضور T به تاثیر تنش برشی اشاره دارد در حالی که T دلیلی بر تاثیر تنش فشارشی است.

از مطالعه ساختاری در منطقه چنین استنباط میشود که کانهزایی پورفیری در محل تقاطع دو روند خاوری – باختری و شمالخاوری – جنوبباختری صورت گرفته و کانهزایی رگهای اغلب در شکستگیهای کششی با روند شمالی – جنوبی جایگیری شده است.

معمولاً در سامانههای برشی، شکستگی ریدل پیش از شکستگی آنتیریدل شکل می گیرند اما بر اساس مدل (2004) Angiler et al. در مناطق بالاآمدگی فشارشی' همراه با چرخش شکستگیهای آنتیریدل در منطقه، قبل از شکستگیهای ریدل می شوند که این مسئله به خوبی در منطقه مورد مطالعه مصداق دارد.

بهطور کلی در منطقه مورد مطالعه، سامانه ترافشارش حاکم است. اما با توجه با فراوانی زیاد گسلهای راستالغز و حضور Press, London, 1-26.

- Dimitrijevic, M.D. 1973. Geology of Kerman region. Geol. Surv. Iran.Yu/52, 334.

- Forster, H., 1978. Mesozoic - Cenozonic metallogensis in Iran - Geological Society- London, 135, 443-445.

- Glazner, A. F.; Bartley, J. M. and Carl, B. S., 1999. Oblique opening and noncoaxial emplacement of the Jurassic Independence dike swarm, California. Journal of Structural Geology, 21, 1275-1283.

- Hassanzadeh, J., 1993. Metallogenic and tectonomagmatic events in the SE sector of the Cenozoic active continental margin of Iran (Shahr-e-Babak area, Kerman Province). Unpublished PhD thesis, University of California, Los Angeles, 204.

- Hezarkhani, A., 2006. Hydrothermal evolution of Sarcheshemh porphyry Cu-Mo deposit, Iran: evidence from fluid inclusion. Journal Asian Earth Sciences, 28, 409-422.

- Katz, Y., Weinberger, R. and Aydin, A., 2004. Geometry and Kinematic evolation of Riedel shear structures, Capitol Reef Natioal Park, Utah. Journal of Structural Geology, 26, 491-501.

- Montest L.G.J. and Hirth G. 2003. Grain size evolution and the rheology of ductile shear zone: from laboratory experiments to postseismic creep. Earth and Planetary Science Letters, 211, 97-110.

- Peacock S.M., 2002. Blueschist-facies metamorphism, shear heating and P-T- t paths in subduction shear zones. Journal of Geophysical Research, 97, 17693-17707.

- Price, N.J. and cosgrove, J.W., 1990. Analysis of Geological Structures, Cambridge university press, 502.

- Ramsay, J.G. and Huber, M.I., 1987. The techniques of Modern Structural Geology. Volume 2: Folds and Fractures. Academic Press, London, 391.

- Riedel, W., 1929. Zur Mechanik geologischer Brucherscheinungen. Zentral-blatt fur Mineralogy Abteilung B, 354-368.

- Saric, B., 1973. Report on exploration at Darrehzar copper mineral deposit G.S.I. report No Yu. 51.

- Shahabpour, J., 2005. Tectonic evolution of the orognic belt in the region located between Kerman and Neyriz. Journal of Asian Earth Sciences 24, 405-417

- Shahabpour, J., 2007. Island-arc affnity of the Central Iranian Volcanic Belt, Journal of Asian Earth sciences, 30, 652-665. شکستگیها میتوان نتیجه گرفت که تاثیر مولفهی برشی بیش از مولفه فشارشی بوده است.

سپاسگزاری

نویسندگان سپاس و قدردانی خود را از شرکت ملی صنایع مس ایران به ویژه آقای مهندس احمد آتش پنجه (رئیس امور تحقیق و توسعه شرکت مس) برای تامین اعتبار در تهیه امکانات صحرایی، همچنین خانم هاله مدرک به دلیل همراهی در برداشتهای صحرایی اعلام میدارند.

منابع

– عبادی، ل. ۱۳۸۸. تحلیل ساختاری معدن میدوک(لاچا) و نواحى پيرامون أن شمالشرق شهربابك. پاياننامه كارشناسي ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۱۱. - کان ایران، ۱۳۸۵. گزارش اکتشافی منطقه چاه مسی، ۱۵۰.

- Ahlgren, S.G., 2001. The nucleation and evolution of Riedel shear zone as deformation bands in porous sandstone. Journal of Structural Geology, 23,1203-1214.

- Angelier, J., Bergerat, F., Bellou, M. and Homberg, C, 2004. Co-seismic strike-slip fault displacement determined from push-up structures: the Selsund Fault case, South Iceland. Journal of Structural Geology. 26, 709-724.

- Atkinson, B.k., 1987. Introduction to fracture mechanics and its geophysical applications, in Atkinson, B.K.(ed.), Fracture Mechanics of Rock: Academic Press, London, 1-26.

- Berberian, M., 1976. Generalized fault map of Iran 1/5000000. Iran Geological Survey.

- Brogi. A. 2006. Evolution, formation mechanism and kinematics of a contractional shallow shear zone within sedimentary rocks of the Northern Apennines (Italy). Eclogae Geologicae Helvetiae. 99, 29–47.

- Brown, L.J. and Solar, M. 1998. Model of the copper and polymetallic vein family of deposits- applications in Slovakia, Hungary and Romania. International Geology Review, 45, 12-19.

- Ceolho, S., Passchier, C., Marques, F., 2006. Riedelshear control on the development of pennant veins: Field example and analogue modeling. Journal of Structural Geology, 28, 1658-1669.

- Coulomd, J. and Anderson, E.M, 1988, Introduction to fracture mechanics and its geophysical applications, in Atkinson, B.K.(ed.), Fracture Mechanics of Rock: Academic

ليلا عبادي و همكاران

- Storti, F., Rossetti, F., Laufer, A.L. and Salvinv, F., 2005. Consistent kinematic architecture in the damage zones of intraplate stike- slip fault systems in North Victoria Land, Antarctica and implicatins for fault zone evolution. Journal of Structural Geology, 27, 1-14.

- Sylvester, 1988. Strike –slip faults. Geological Society of American Bulletin, 100, 1666-1703.

- Wang, C. and Ludman A., 2004. Deformation condi-

tions, kinematics and dis-placement history of shallow crustal ductile shearing in theNorumberga fault system in the Northern Appalachians, eastern Maine. Tectonophysics 384, 129–148.

- Woodcock, N. H. and Schubert, C., 1994. Continental strike- slip tectonics. In: continental Deformation, (ed. By P. L. Hancock), Pergamum Press Ltd, Oxford. 215-26.