Archive of SID

فصلنامه زمین‌شناسی ایران، سال هفتم، شماره بیست و هفتم، پاییز ۱۳۹۲، صفحات ۴۱-۵۳

چنددگرریختی و شواهد فابریکی آن‌ها در سنگ‌های دگرگونی کمپلکس شورو، باختر سیرجان

کیوان اورنگ[۱] و محمد محجل[۲و*]

۱. کارشناسی ارشد، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۲. دانشیار، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۵

تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۱۲

چکیده

مجموعه دگرگونی شورو، واقع در بخش جنوب خاوری پهنه سنندج - سیرجان، سه گامه دگرریختی اصلی و دو گامه دگرگونی را متحمل گردیده است که همگی پس از ژوراسیک میانی رخ داده‌اند. این مجموعه به بخش‌های چاه‌گز، چاه‌انجیر، چاه‌قند و دوچاه‌زهرا تقسیم شده است. دگرریختی گامه اول در مناطق چاه‌گز و چاه انجیر، در بردارنده چین‌های یال موازی دارای میل کم تا متوسط رو به شمال باختر - جنوب خاور و برگوارگی پیوسته سطح‌محوری دارای شیب کم تا متوسط رو به شمال خاوری می‌باشد. چین‌های محصول دگرریختی گامه دوم، باز تا بسته بوده، میل کم رو به شمال خاور - جنوب باختر داشته و برگوارگی کنگره‌ای سطح محوری آن‌ها شیب زیاد به سوی شمال و جنوب دارد. برگوارگی ترکیبی گامه دوم، قائم بوده، راستای شمال خاور - جنوب باختر داشته و به موازات آن در واحدهای شیستی ناحیه چاه گز، پهنه‌های برشی محلی راستالغز راستگرد توسعه یافته‌اند. برگوارگی سطح محوری چین‌های مراحل اول و دوم با تبلور و آرایش بلورهای مسکویت مشخص شده و شرایط دما - فشار پائین رخساره شیست سبز را نشان می‌دهند. در دگرریختی گامه سوم، چین‌ها ایستاده و دارای میل کم (در ناحیه چاه‌انجیر) تا متوسط (در ناحیه چاه‌گز) رو به شمال باختر هستند. در منطقه دوچاه‌زهرا، دگرریختی گامه اول به دو بخش قابل تفکیک است: گامه نخست با فعالیت پهنه‌های برشی شکل‌پذیر راستالغز با راستای کلی خاوری - باختری و جای‌گیری هم زمان گرانیت دوچاه‌زهرا مشخص می‌شود. در گامه دوم، چین‌های دارای محور با میل کم رو به شمال باختر و جنوب خاور با سطوح محوری دارای شیب متوسط رو به جنوب تا قائم تشکیل شده و پهنه‌های برشی شکل‌پذیر را با محور موازی با خطواره کششی چین می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: چند دگرریختی، سیرجان، گرانیت میلونیتی، مجموعه دگرگونی شورو.

مقدمه

پهنه سنندج - سیرجان با روند شمال باختر - جنوب خاور و طول و عرض به ترتیب ۱۵۰۰ و ۲۰۰-۱۵۰ کیلومتر، هسته دگرگونی کوهزاد زاگرس را تشکیل داده و دگرریختی، دگرگونی و ماگماتیسم چند گامه‌ای را تجربه کرده است. این تحول حاصل فرورانش لیتوسفر اقیانوسی تتیس جوان به زیر پهنه سنندج - سیرجان و سپس برخورد قاره‌ای ورق عربی با آن بوده است. پهنه سنندج - سیرجان از زمان تریاس پایانی - ژوراسیک زیرین در جایگاه کمان ماگمایی قرار گرفته و فعالیت‌های ماگمایی در آن تا قبل از دوره کرتاسه پایانی استمرار داشته است (Berberian and Berberian.,1981; Arvin et al., 2007; Omrani et al., 2008)، به‌طوری‌که مجموعه‌های آتشفشانی - رسوبی و توده‌های نفوذی مرتبط با فرورانش، به قبل از این دوره زمانی تعلق دارند.

مجموعه‌های آتشفشانی - رسوبی از گدازه‌های بازالتی -

* نویسنده مرتبط mohajjel@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

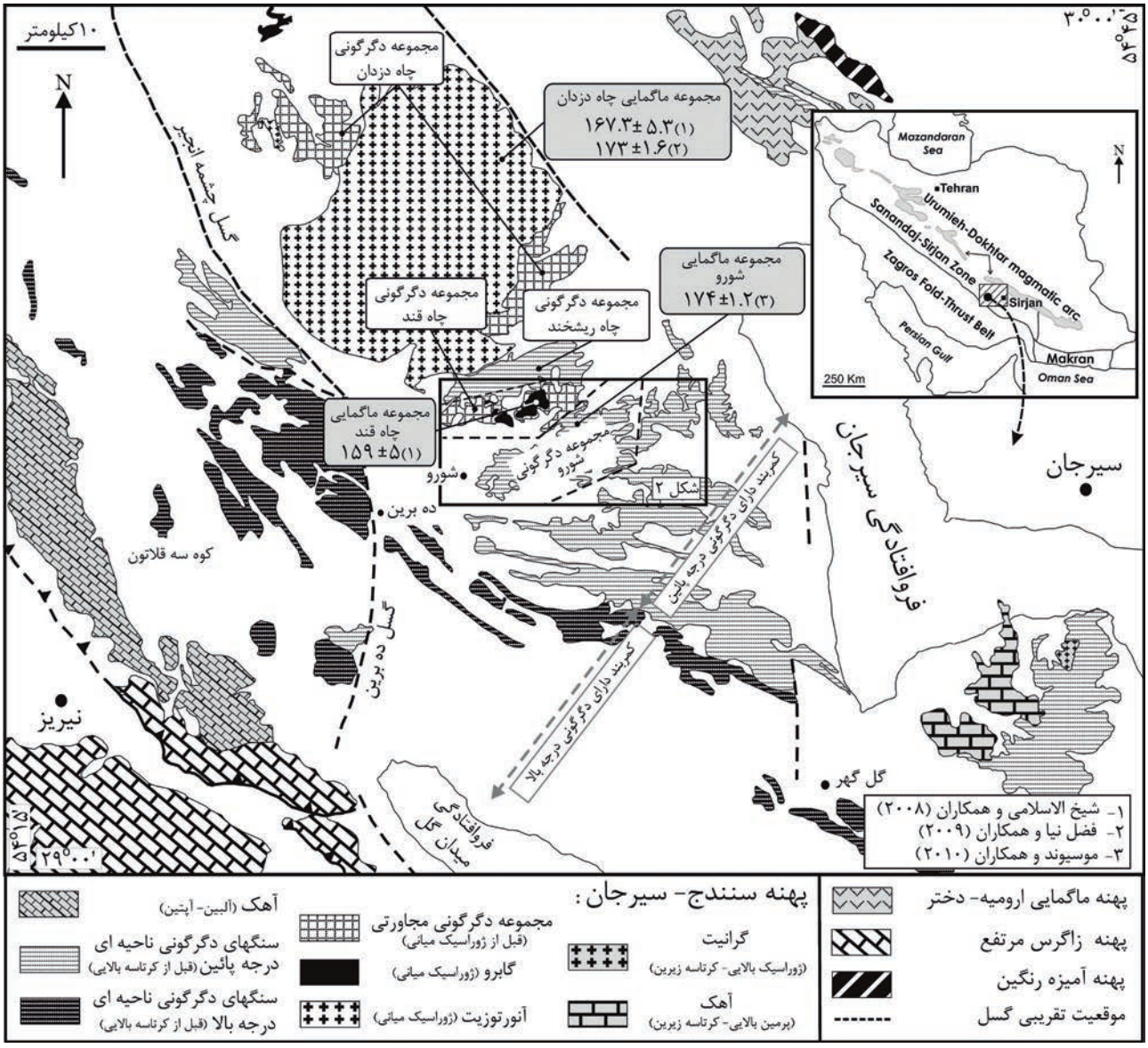
آندزیتی، آذرآواری‌های آندزیتی، اسپیلیت و واحدهای تخریبی – آهکی تشکیل شده‌اند و در بخش‌های آهکی جنوب خاوری پهنه (مناطق خبر، باغات و دشت ور) دارای فسیل‌هایی با سن ژوراسیک بالایی تا کرتاسه زیرین بوده‌اند (سبزه ای و همکاران، ۱۳۷۶و ۱۳۷۵، سهندی و همکاران، ۱۳۷۶). شکل‌گیری و جای‌گیری توده‌های نفوذی، از زمان تریاس پایانی – ژوراسیک زیرین آغاز گشته و در دوره ژوراسیک میانی به اوج خود رسیده است. بسیاری از مجموعه‌های نفوذی مانند بروجرد، چاه‌دزدان، چاه‌قند و الوند متعلق به این زمان هستند (Shahbazi et al., 2010; Shejholeslami et al., 2003; Fazlnia et al., 2009; Ah-madi Khalaji et al., 2007)

نوشتار حاضر به بررسی دگریختی و شواهد فابریکی آن در مجموعه دگرگونی شورو واقع در ۶۰ کیلومتری باختر سیرجان می‌پردازد.

زمین‌شناسی ناحیه‌ای

مجموعه‌های دگرگونی باختر سیرجان به دو گروه مجاورتی (مجموعه‌های چاه‌قند و چاه‌دزدان) و ناحیه‌ای (مجموعه‌های شورو و چاه‌ریشخند) قابل تفکیک هستند (شکل ۱). مجموعه دگرگونی مجاورتی چاه‌قند (شکل ۲) آمیخته‌ای از واحدهای هورنفلسی، شیست‌های دارای آندالوزیت، سیلیمانیت، کردیریت و گارنت، آمفیبولیت و مرمر است که در نتیجه نفوذ و جای‌گیری گابروی چاه‌قند ایجاد شده است (سبزه ای و همکاران، ۱۳۷۴). توده گابرویی چاه‌قند به ژوراسیک میانی تعلق دارد (Sheikhole-slami et al., 2003). مجموعه دگرگونی مجاورتی چاه‌دزدان از واحدهای اسلیتی دارای کردیریت و آندالوزیت تشکیل شده و حاصل نفوذ آنورتوزیت چاه‌دزدان است.

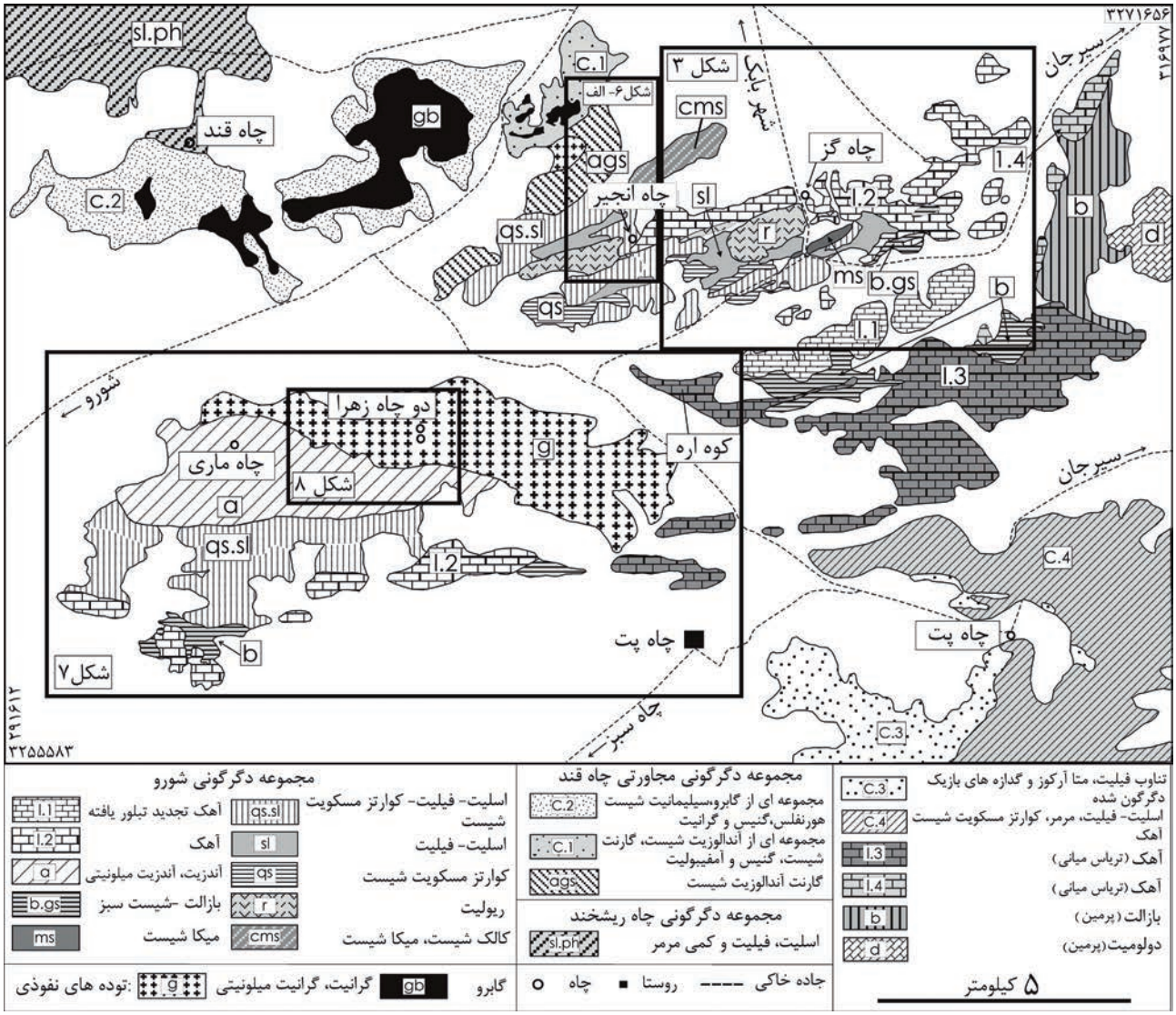
سن مجموعه ماگمایی چاه‌دزدان نیز ژوراسیک میانی است (Sheikholeslami et al., 2003; Fazlnia et al., 2009). مجموعه



شکل ۱. مجموعه‌های ماگمایی و دگرگونی باختر سیرجان (تفکیک واحدهای سنگی) (سبزه‌ای و همکاران، ۱۳۷۲، سهیلی و همکاران، ۱۳۶۹).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. نقشه واحدهای سنگی ناحیه چاه‌گز- دوچاه‌زهرا. ترسیم شده برپایه تصاویر ماهواره ای و داده های صحرایی. توصیف واحدهای مجموعه دگرگونی چاه قند بر اساس اطلاعات سبزه ای و همکاران (۱۳۷۴) ارائه شده است.

دگرگونی چاه‌ریشخند از واحدهای دگرگونی دما پائین مانند اسلیت، فیلیت و کمی مرمر تشکیل شده است و در مجاورت توده نفوذی چاه‌دزدان آثاری از دگرگونی مجاورتی نشان می‌دهد (سبزه‌ای و همکاران، ۱۳۷۴؛ Watters et al., 1970). سنگ اولیه مجموعه دگرگونی شورو متشکل از واحدهای آتشفشانی (گدازه‌ها و آذرآواری‌های ریولیتی - ریوداسیتی، بازالت و آندزیت (و واحدهای رسوبی (گل‌سنگ و آهک) است که بخش‌هایی از آن در اثر دگرگونی به واحدهای فیلیتی، اسلیتی و شیستی تبدیل شده اند (شکل ۲). مرز واحدهای سنگی با یکدیگر تدریجی و عادی بوده و رسوب گذاری واحد گل‌سنگ و فوران گدازه‌های ریولیتی و بازالتی هم زمان رخ داده است. گرانیت دوچاه‌زهرا توده نفوذی اصلی منطقه است و در داخل واحد آندزیتی نفوذ کرده است. سن سنجی U/Pb بر روی گدازه‌های ریوداسیتی ناحیه چاه‌گز آشکار کرده است که مجموعه آتشفشانی - رسوبی شورو، به دوره ژوراسیک میانی (با سن میانگین ۱/۲±۱۷۴میلیون سال) تعلق دارد (Mousivand et al., 2011).

دگریختی

نمود اصلی دگریختی در مجموعه دگرگونی شورو، چین‌خوردگی چند گامه‌ای، توسعه برگوارگی‌ها و عملکرد پهنه‌های برشی شکل‌پذیر است. در این مجموعه سه گامه دگریختی اصلی و دو گامه دگرگونی تشخیص داده شده است. مجموعه شورو را می‌توان به بخش‌های چاه‌گز، چاه‌انجیر و دوچاه زهرا تقسیم کرد (شکل ۲). روند طاق‌فرم‌های بزرگ مقیاس گامه دوم در بخش‌های چاه‌گز و چاه‌انجیر در شکل ۳ نشان داده شده است. تفکیک و انطباق ساختارها در این سه بخش، براساس سه قاعده برهم‌افزایی، سبک چین‌خوردگی، آرایش و روند عناصر ساختاری صورت گرفته است (Williams, 1985). در بخش مطالعات فابریکی و با در نظر داشتن اهدافی چون شناسایی ماهیت برگوارگی‌ها و رابطه آن‌ها با یکدیگر، تحلیل

www.SID.ir

Archive of SID

حرکتی پهنه‌های برشی شکل‌پذیر و بررسی شرایط دگرگونی، نمونه‌برداری جهت‌دار از واحدهای سنگی صورت گرفته و برش‌های سنگی و مقاطع نازک مورد مطالعه قرار گرفته اند.

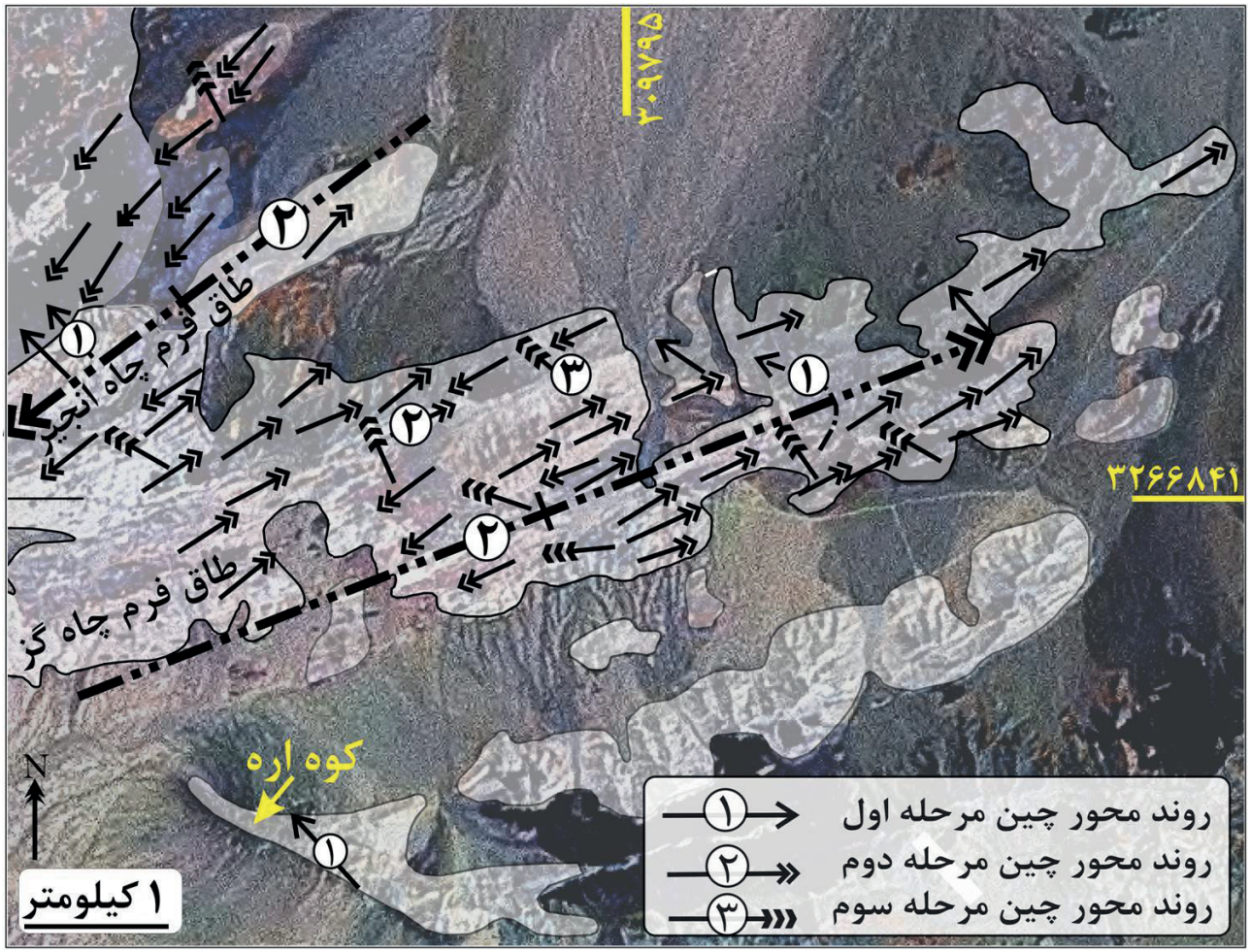
ناحیه چاه‌گز

دگریختی گامه اول

ساختارهای بازمانده از دگریختی گامه اول عبارتند از چین‌ها و برگوارگی‌هایی که به ترتیب در واحد آهکی، شیستی، اسلیتی و فیلیتی حفظ شده‌اند. چین‌های متوسط مقیاس، در یال شمالی طاق‌فرم چاه‌گز (شکل ۴) و همچنین در جنوب ناحیه چاه‌گز (کوه اره) یافت شده‌اند (شکل‌های ۳ و ۵- الف). آن‌ها در بیشتر موارد دارای یال‌های موازی بوده و یال جنوبی برگشته دارند. چین‌ها دارای میل کم تا متوسط (۴۵-۱۳ درجه) رو به شمال- شمال باختر (در ناحیه چاه‌گز) و شمال باختر (در کوه اره) هستند و سطوح محوری آن‌ها شیب متوسط (۵۰- ۳۳ درجه) رو به شمال خاوری دارند. انواع کوچک مقیاس چین‌های گامه اول در آهک‌ها و با فراوانی کمتر در فیلیت‌ها مشاهده شده است. یال‌های چین‌ها به‌شدت نازک شده‌اند و موقعیت محوری آن‌ها $38^{o}/323^{o}$ (جهت میل/ میل) است (شکل ۶-۱). برگوارگی سطح‌محوری چین‌های گامه اول از نوع پیوسته بوده و در اثر تبلور و آرایش بلورهای مسکویت و سریسیت تشکیل شده است. برگوارگی در اثر چین‌خوردگی گامه دوم موقعیت‌های بسیار متغیری پیدا کرده است. نمونه‌های حفظ شده از آن در اسلیت‌ها و شیست‌های سبز یافت شده است. راستای برگوارگی‌ها بین 325^{o}- 288^{o} متغیر بوده و شیب ۱۵ تا ۳۵ درجه رو به شمال خاوری دارند.

دگریختی گامه دوم

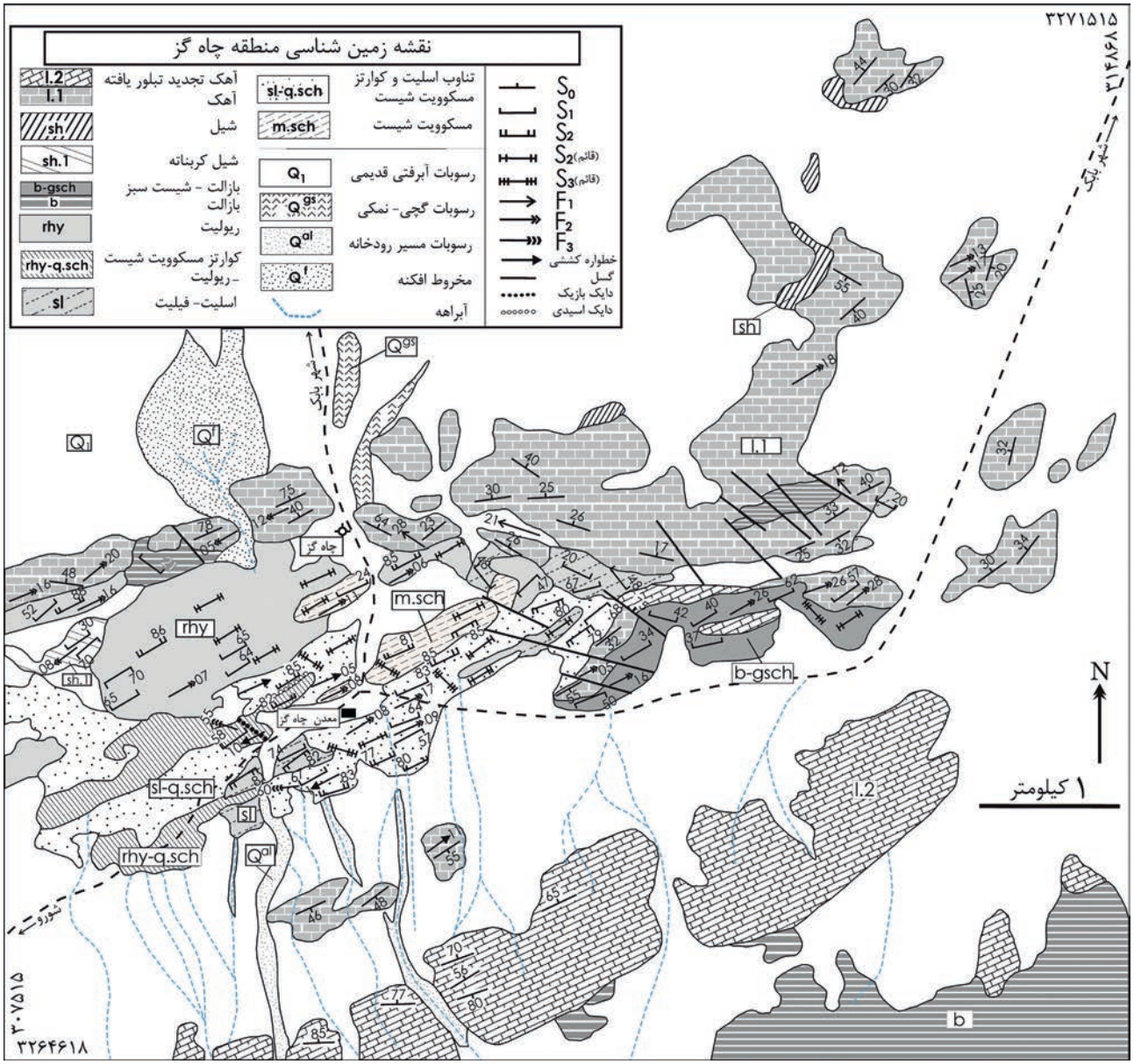
طاق‌فرم چاه‌گز، چین بزرگ مقیاس این گامه بوده و طول و عرض آن به ترتیب ۱۰ و ۳ کیلومتر است (شکل ۴). این ساختار دارای هندسه نیمه استوانه‌ای بوده، یال‌های عادی با شیب متوسط داشته و موقعیت محوری آن $17^{o}/062^{o}$ است (شکل ۶-۲). چین‌های متوسط و کوچک مقیاس گامه دوم دارای تمایل سطح محوری زیاد بوده و محور با میل کم تا متوسط دارند و در بیشتر موارد از نوع باز تا بسته هستند (شکل ۵- ب و د). در شیست‌ها، چین‌های بسیار بسته تا یال موازی نیز یافت شده‌اند. توزیع موقعیت محور چین‌های متوسط مقیاس، دو تمرکز اصلی



شکل ۳. تصویر ماهواره‌ای و نقشه ساده شده ساختاری از موقعیت طاق‌فرم‌های با مقیاس کیلومتری گامه دوم و روند محوری چین های متوسط مقیاس هر سه گامه دگریختی در ناحیه چاه‌گز و چاه‌انجیر.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴. نقشه زمین شناسی ساختاری ناحیه چاه‌گز.

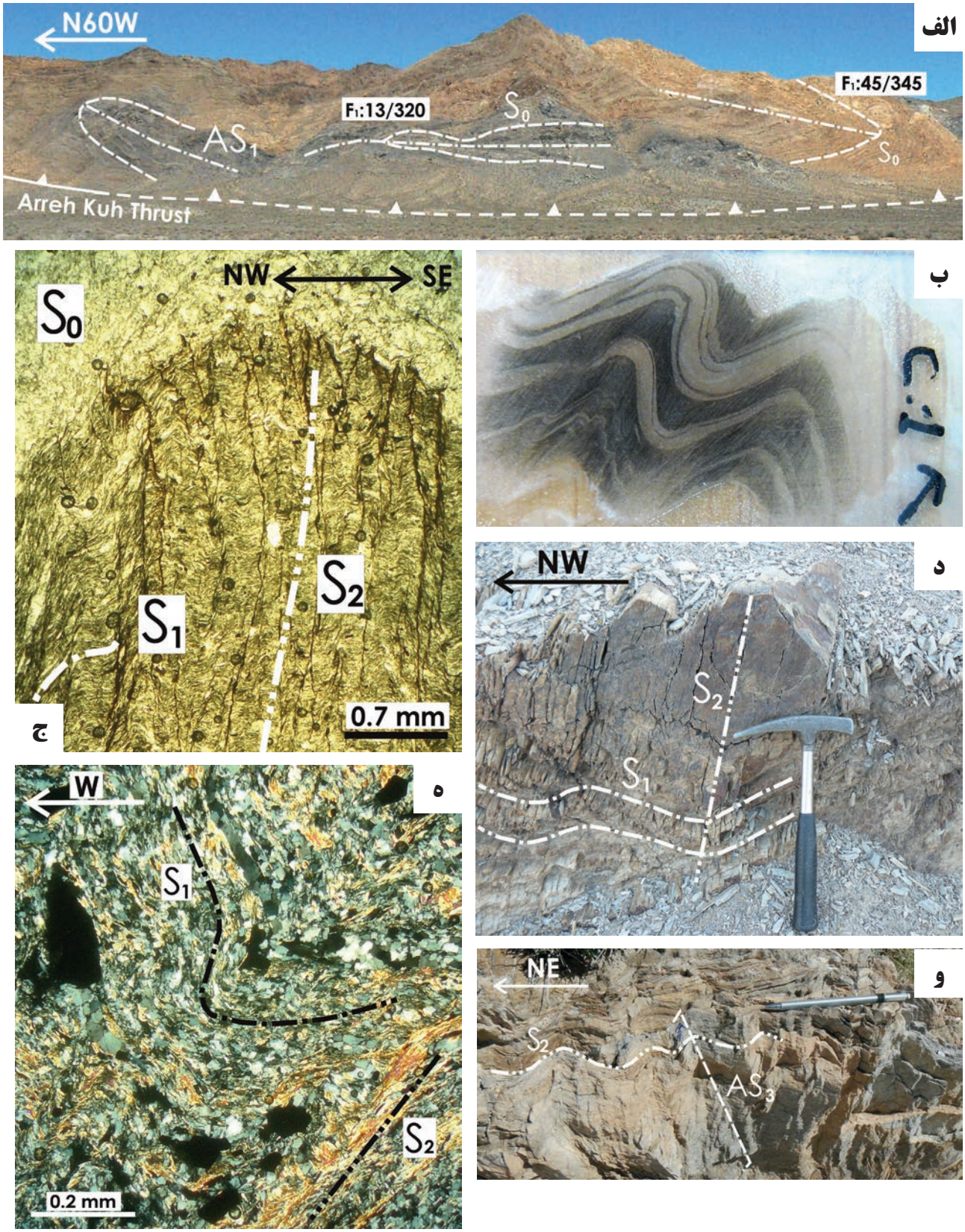
و فرعی با موقعیت‌های ۰۹°/۰۶۹° و ۴۵°/۰۶۴° را نشان می‌دهند (شکل ۶-۳) که به‌ترتیب در واحدهای شیستی و آهکی، فراوانی دارند. برگوارگی سطح‌محوری چین‌ها، از نوع کلیواژ کنگره‌ای بوده و راستای ۰۶۴°- ۰۵۹° و شیب بیش از ۷۰ درجه رو به شمال و جنوب دارد (شکل ۵- ج و ه). تبلور، جهت‌یافتگی و آرایش مجدد بلورهای میکا به همراه فرایند انتقال محلول و عملکرد انحلال فشاری (شکل ۵- ج)، فرایندهای اصلی ایجاد و توسعه برگوارگی بوده است. بجز برگوارگی سطح محوری چین‌ها، برگوارگی دیگری نیز در منطقه حضور دارد که منحصر به ناحیه لولایی چین‌ها نبوده و گسترشی فراگیر دارد. برگوارگی فوق در واحدهای شیستی توسعه یافته و در بیشتر موارد، همراه با لایه‌بندی و برگوارگی گامه اول، تشکیل برگوارگی ترکیبی را داده است. این برگوارگی حاصل فشردگی و تخت‌شدگی یال‌های چین‌های گامه دوم بوده و موقعیت آن NW °۸۸/ °۰۶۴(جهت شیب - شیب/ امتداد) است (شکل ۶-۴). به‌موازات برگوارگی ترکیبی واحدهای فیلیتی و شیستی، پهنه‌های برشی شکل پذیر محلی توسعه یافته‌اند. موقعیت برگوارگی میلونیتی و خطواره کششی به‌ترتیب NW°۸۸/°۰۶۳ و °۰۶/°۰۶۱ است و توسعه برگوارگی‌های C’ S/، S/C و میکاهای ماهی شکل، سازوکار راستالغز راستگرد را برای این پهنه‌ها نشان می‌دهند.

دگریختی گامه‌های سوم و چهارم

ساختارهای گامه سوم، موجب دگریختی خفیف در ساختارهای قبلی شده و کانی‌های دگرگونی جدیدی آن‌ها را همراهی نمی‌کنند. چین‌های این گامه کوچک مقیاس و کم دامنه، متقارن، ملایم تا باز و دارای تمایل سطح محوری زیاد و میل

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. ساختارهای ناحیه چاه‌گز. الف) چین‌های گامه اول در واحدهای آهکی و بازالتی کوه اره، ب) الگوی تداخلی کوچک مقیاس، میان چین‌های مراحل اول و دوم در واحد فیلیتی، ج) چین‌خوردگی لایه‌بندی و برگوارگی گامه اول، به موازات برگوارگی کنگره‌ای گامه دوم، انحلال فشاری گسترده‌ای رخ داده است. د) چین و برگوارگی گامه دوم در واحد کوارتز مسکویت شیست، ه) برگوارگی کنگره‌ای توسعه یافته در سطح محوری چین‌های گامه دوم، واحد کوارتز مسکویت شیست، و) چین‌های کوچک مقیاس گامه سوم.

www.SID.ir

Archive of SID

متوسط هستند (شکل ۵- و) و موقعیت محوری آن‌ها ۶۳°/۳۲۰° است (شکل ۶-۵). کینک‌باندهای مزدوج، برگوارگی‌های قبلی را در ابعاد چند سانتیمتری متأثر کرده‌اند. سطوح محوری آن‌ها شیب زیاد تا قائم داشته و راستای اصلی ۳۳۵°-۳۳۰° دارند (شکل ۶-۶). پهنه‌های برشی شکنا، شکنا- شکل‌پذیر، راستای ۰۵۵°- ۰۴۴° و شیب متوسط رو به شمال باختر و جنوب خاور دارند. این پهنه‌ها سازوکار راستالغز داشته، با برگوارگی گامه اول همسویی نشان می‌دهند و حاصل فعال‌شدگی دوباره آن در طی چین‌خوردگی گامه سوم می‌باشند. دگریختی گامه چهارم منحصر به محدوده معدن چاه‌گز بوده و در طی آن ساختارهای کششی همچون رگه‌های سیلیسی و دایک‌های مافیک شکل گرفته‌اند. رگه‌ها شیب زیاد تا قائم داشته و دارای راستای اصلی ۳۴۰°-۳۱۰° هستند. دایک‌ها دارای شیب بسیار زیاد از جنس مونزودیوریت بوده و راستای ۳۴۰°- ۳۱۵° دارند.

ناحیه چاه‌انجیر

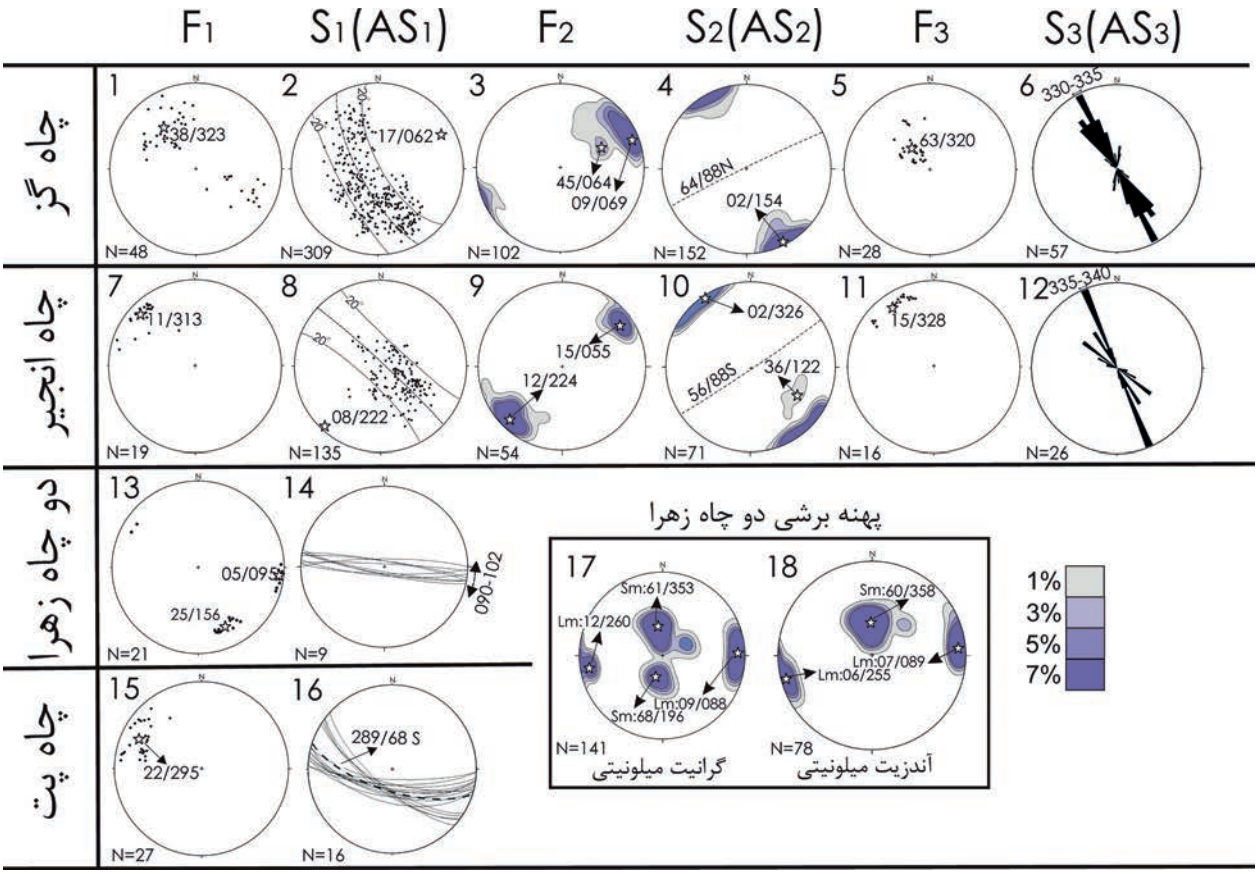
دگریختی گامه اول

چین‌های این گامه به‌ترتیب فراوانی در واحدهای آهکی، شیل کربناته، مرمر و اسلیت توسعه یافته‌اند. آن‌ها در بیشتر موارد بسیار بسته تا یال موازی بوده (شکل ۷- ب)، دارای میل کم (۲۷- ۱۱ درجه) رو به شمال باختر هستند و سطوح محوری آن‌ها شیب کم (۴۰- ۱۰ درجه) رو به جنوب باختر دارند. موقعیت میانگین محور چین‌ها ۱۱°/۳۱۳° است (شکل ۶-۷). برگوارگی پیوسته این گامه در اثر تبلور و آرایش بلورهای کلریت و مسکویت ایجاد شده است.

دگریختی گامه دوم

طاق‌فرم چاه انجیر، چین بزرگ مقیاس گامه دوم بوده و طول و عرض آن به ترتیب ۶ و ۲/۵ کیلومتر است (شکل ۷- الف). این ساختار دارای هندسه نیمه استوانه‌ای بوده، یال‌های عادی با شیب کم تا متوسط داشته و محور آن موقعیت ۰۸°/۲۲۲° دارد (شکل ۶- ۸). چین‌های متوسط و کوچک مقیاس گامه دوم، شیب سطح محوری زیاد و محور با میل کم رو به شمال خاوری و جنوب باختر داشته و از نوع باز تا بسته می‌باشند. توزیع محور آن‌ها دو تمرکز جداگانه با موقعیت‌های ۱۵°/۰۵۵° و ۱۲°/۲۲۴° را نشان می‌دهد (شکل ۶-۹).

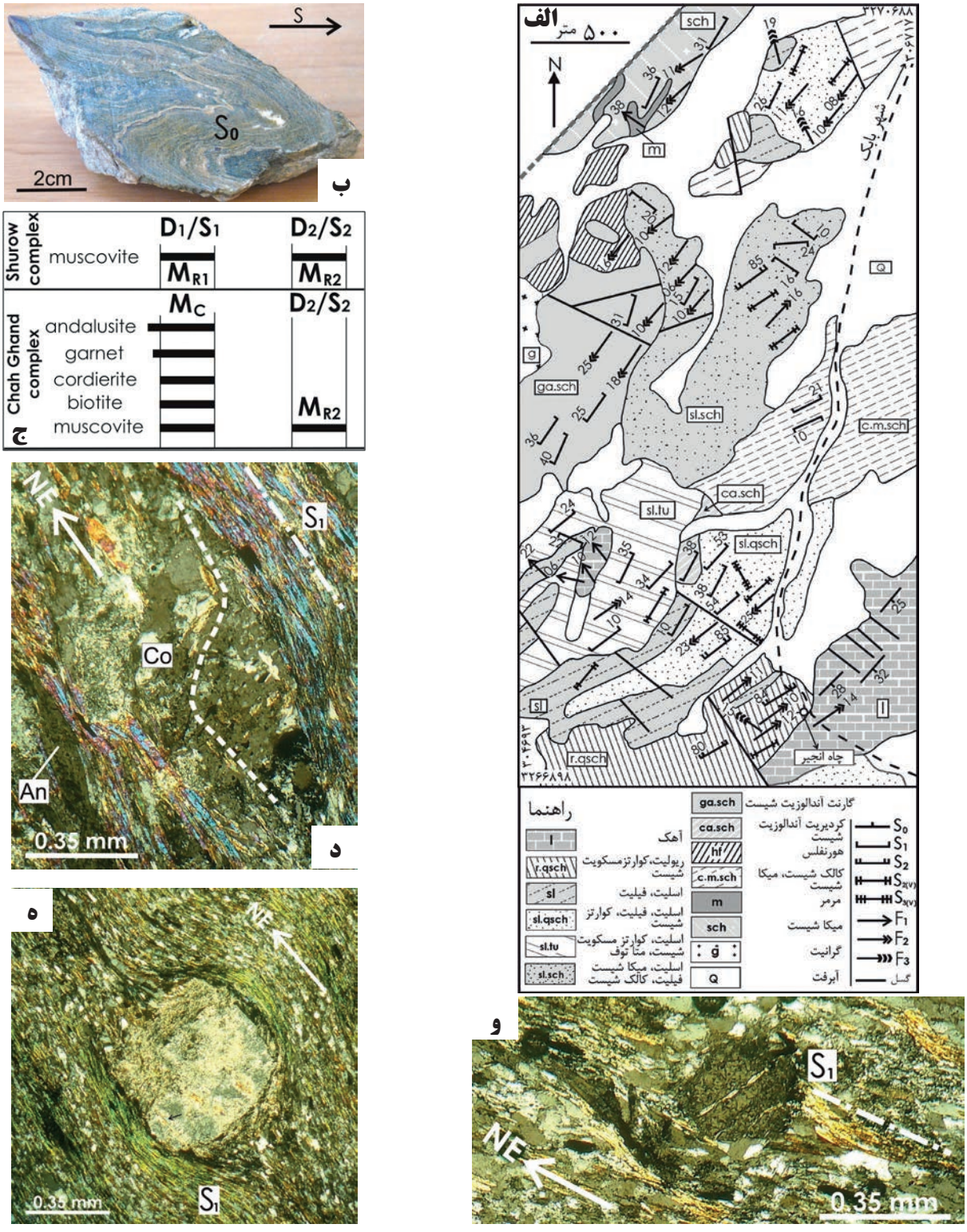
سطوح محوری چین‌های گامه دوم موقعیت میانگین ۰۵۴°/۷۲°NW داشته و به موازات آن‌ها در واحدهای شیستی و اسلیتی، برگوارگی کنگره‌ای شکل گرفته است. مشابه ناحیه چاه‌گز، برگوارگی ترکیبی در واحدهای شیستی توسعه یافته است و موقعیت ۰۵۶°/۸۸°SE دارد (شکل ۶-۱۰).



شکل ۶. استریونت‌های عناصر ساختاری مناطق چاه‌گز، چاه‌انجیر، دوچاه‌زهرا و چاه‌پت. داده‌ها در نیمکره پائینی و بر روی شبکه هم مساحت تصویر گردیده‌اند و در شکل‌های ۱۷،۱۰،۹،۴،۳ و ۱۸ بر اساس ۵،۳،۱ و ۷% توزیع داده‌ها در ۱% مساحت کنتوربندی شده‌اند. ستاره‌ها موقعیت میانگین داده‌های ساختاری را نشان می‌دهند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. الف) نقشه زمین شناسی ناحیه چاه‌انجیر. ترسیم شده برپایه عکس‌های هوایی، ب) چین کوچک مقیاس گامه اول در ناحیه چاه‌انجیر، ج) نمودار نمایش‌دهنده رابطه میان تبلور کانی‌ها و مراحل مختلف دگرریختی و دگرگونی در مجموعه‌های دگرگونی شورو و چاه‌قند، دگرگونی مجاورتی (Mc)، دگرگونی ناحیه ای (MR)، د) بلورکردیریت (Co) دارای ادخال‌های چرخنده از میکا (مشخص شده با خط چین) که نشانه هم زمانی تبلور بلور و شکل‌گیری برگوارگی زمینه است. در سمت چپ تصویر، آندالوزیتی (An) در مقطع طولی دیده می‌شود که هم زمان با برگوارگی زمینه ایجاد شده است، ه) انحراف برگوارگی در اطراف بلور آندالوزیت نشانه آن است که بخش قابل توجهی از بخش مرکزی بلور، قبل از برگوارگی شکل گرفته است. از طرف دیگر چرخش و ورود برگوارگی زمینه به بخش خارجی بلور، نشانه تبلور هم زمان این بخش با برگوارگی زمینه است، و) بلور گارنت دارای ادخال‌های چرخنده از میکا که همزمان با تشکیل برگوارگی گامه اول تبلور یافته است. برگوارگی زمینه در بخش زیرین و میانی گارنت چرخیده و ادامه آن در داخل بلور حفظ شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

دگرریختی گامه سوم

ساختارهای گامه سوم منحصر به واحدهای شیستی و اسلیتی بوده، موجب دگرریختی خفیف در ساختارهای قبلی شده و دگرگونی مشخصی آن‌ها را همراهی نمی‌کند. چین‌های گامه سوم کوچک مقیاس با دامنه کم، متقارن و باز هستند. آن‌ها دارای تمایل سطح‌محوری زیاد و میل کم بوده و موقعیت محوری $15^{\circ}/328^{\circ}$ دارند (شکل ۶- ۱۱). کینک‌باندها دارای راستای $335^{\circ}-340^{\circ}$ بوده (شکل ۶-۱۲) و سطوح محوری آن‌ها دارای شیب زیاد یا قائم هستند.

مجموعه دگرگونی چاه‌قند

بخش جنوبی مجموعه دگرگونی چاه‌قند، در شمال باختر ناحیه چاه‌انجیر رخنمون دارد و از واحدهای شیستی و مرمری تشکیل شده است (شکل ۷- الف). برگوارگی موجود در واحدهای شیستی، از نوع پیوسته بوده و در نتیجه تبلور و آرایش بلورهای بیوتیت و مسکویت ایجاد شده است. موقعیت برگوارگی $029^{\circ}/31^{\circ}NW$ بوده و توسط چین‌های گامه دوم متاثر شده است. پورفیروبلاست‌های اصلی موجود در شیست‌ها یعنی گارنت، کردیریت و آندالوزیت هم زمان با برگوارگی زمینه سنگ متبلور شده‌اند (شکل ۷- ج، د، و). البته شواهدی نیز نشان می‌دهد که بخش مرکزی گروهی از آندالوزیت‌ها کمی قبل از شکل‌گیری برگوارگی زمینه متبلور شده‌اند (شکل ۷- ه). لایه‌بندی در واحدهای مرمری توسط چین‌های گامه اول دارای موقعیت محوری $40^{\circ}/309^{\circ}$ متاثر شده است. مرمرها در طی دگرریختی دوم دچار جریان‌یافتگی شدید شده و در آن‌ها ساختارهایی چون چین‌های غلافی و الگوهای چین‌خوردگی تداخلی منقاری شکل توسعه یافته است.

رابطه چین‌خوردگی‌های گامه‌های اول و دوم در مناطق چاه گز - چاه انجیر

در مناطق دارای تاریخچه چین‌خوردگی مجدد، ساختارهای قدیمی هدایت‌کننده توزیع عناصر ساختاری جوان‌تر می‌باشند. بنابراین می‌توان با بررسی چگونگی چین‌خوردگی مجدد لایه‌بندی و برگوارگی گامه اول، اطلاعاتی در رابطه با خصوصیات چین‌خوردگی گامه اول به‌دست آورد (Ramsay, 1967; Ramsay and Huber, 1987). در ناحیه چاه گز، هندسه چین‌خوردگی لایه‌بندی و برگوارگی اولیه در دو قلمرو اطراف اثر سطح‌محوری چین متوسط مقیاس گامه اول، الگویی استوانه‌ای داشته و موقعیت محورهای چین‌خوردگی در دو قلمرو خاوری و باختری به ترتیب $15^{\circ}/055^{\circ}$ و $18^{\circ}/065^{\circ}$ است. میل یکسان محور چین‌ها نشان‌دهنده آن است که یال‌های چین گامه اول شیب‌های تقریبا یکسان داشته و چین از نوع یال موازی است. از طرف دیگر، تمایل رو به شمال خاوری محور چین‌ها مشخص کننده آن است که یال جنوبی چین بزرگ مقیاس اولیه رو به شمال برگشته بوده است. چگونگی توزیع و میزان پراکندگی محور چین‌های متوسط و کوچک مقیاس گامه دوم، به میزان تنگ‌شدگی، اندازه ناحیه لولایی و مقدار توسعه‌یافتگی یال‌های چین‌های گامه اول بستگی دارد (Ramsay, 1967). در صورتی‌که چین‌های گامه اول یال‌موازی باشند و ناحیه لولایی آن‌ها باریک باشد، محور چین‌های گامه دوم، تنها یک تمرکز غالب را نشان می‌دهد.

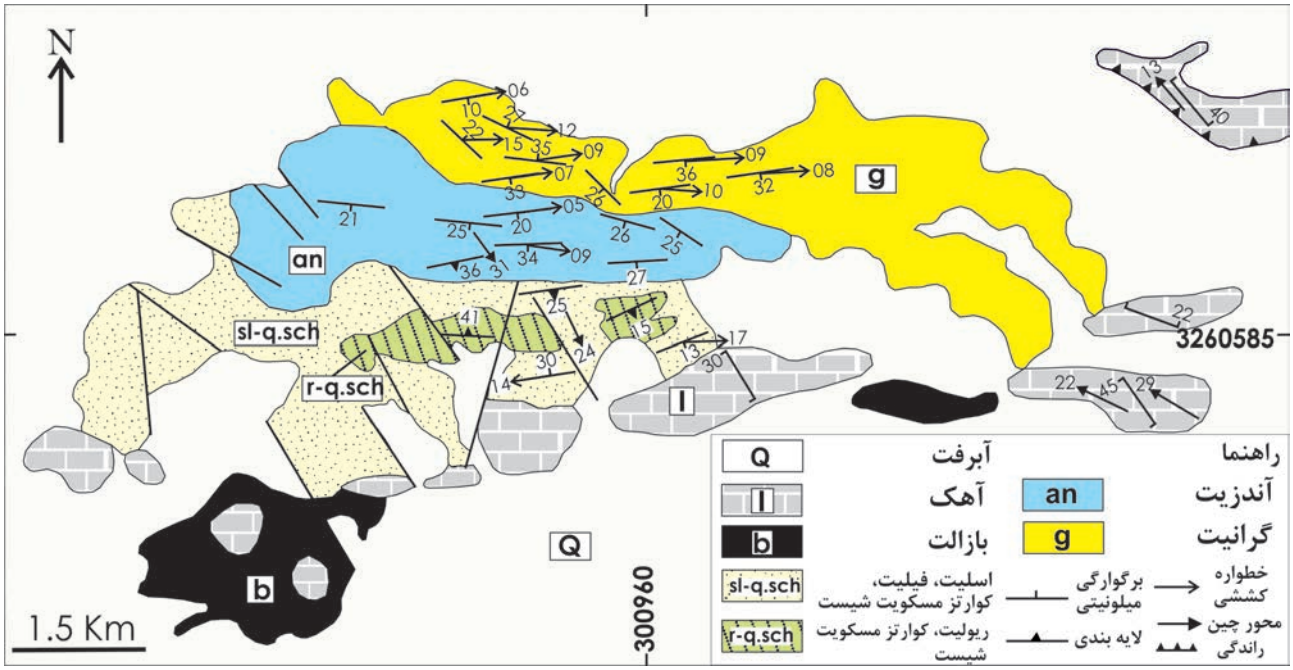
اما اگر لایه‌بندی و برگوارگی گامه اول موقعیت هندسی یکنواختی در منطقه داشته و چین‌های این گامه دارای یال‌های توسعه یافته و ناحیه لولایی باریک باشند، محور چین‌های گامه دوم، دو تمرکز جداگانه نشان می‌دهند و موقعیت آن‌ها توسط یال‌های چین‌های گامه اول کنترل می‌گردد. قاعده اول در مورد ناحیه چاه‌گز صادق است. جایی‌که در اثر هندسه یال موازی چین‌های اولیه، محور چین‌های جدیدتر یک توزیع غالب نشان می‌دهند (شکل ۶-۳). قاعده دوم در رابطه با ناحیه چاه انجیر صدق می‌کند. در این ناحیه، توزیع دوگانه محور چین‌های گامه دوم، بازتاب‌دهنده یال‌های توسعه‌یافته و ناحیه لولایی باریک چین‌های گامه اول است. مقدار و جهت شیب یال‌های چین‌های گامه اول، بر روی میل و روند محور چین‌های گامه دوم تاثیر داشته است. به‌طوری‌که در اثر شیب کم آن‌ها، میل محور چین‌ها از ۲۵ درجه فراتر نرفته و به‌دلیل عادی بودن یال‌ها، چین‌های بعدی دو روند شمال خاور و جنوب باختر را نشان می‌دهند (شکل ۶-۹). روابط زاویه‌ای میان چین‌خوردگی‌های مراحل اول و دوم در مناطق چاه‌گز - چاه‌انجیر این گونه اقتضا می‌کنند که محور و سطح‌محوری چین‌های گامه اول، در طی چین‌خوردگی دوم دچار چین‌خوردگی مجدد شده باشند. داده‌های صحرایی نشان‌دهنده آن است که الگوی چین‌های تداخلی هر دو منطقه، بر اساس طبقه‌بندی Ramsay (1967)، از نوع حالت تدریجی ۱ به ۲ و در تقسیم‌بندی Thiession and Means (1980)، از نوع ۲ است.

ناحیه دوچاه زهرا

در ناحیه دو چاه‌زهرا تنها آثار دگرریختی گامه اول قابل مشاهده است و در طی آن ساختارهایی چون چین‌ها و پهنه‌های برشی شکل‌پذیر ایجاد شده‌اند (شکل ۸). چین‌های متوسط و کوچک مقیاس، در واحدهای مرمری شمال روستای چاه‌پت رخنمون دارند. آن‌ها دارای میل کم (۳۵- ۱۰ درجه) رو به شمال باختر بوده، باز تا بسته هستند و سطوح محوری آن‌ها شیب زیاد (۷۵- ۶۰ درجه) رو به جنوب دارند (شکل ۹). موقعیت محور و سطوح محوری آن‌ها به ترتیب $22^{\circ}/295^{\circ}$ و $289^{\circ}/68^{\circ}SW$ است (شکل ۶-۱۵، ۱۶). چین‌ها توسط راندگی‌هایی متاثر شده‌اند که شیب رو به جنوب داشته و همزمان یا کمی پس از چین‌خوردگی ایجاد شده‌اند. پهنه‌های برشی شکل‌پذیر، موجب توسعه فابریک میلونیتی در واحدهای گرانیتی، آندزیتی و ریولیتی گردیده‌اند. این پهنه‌ها در طی جای‌گیری گرانیت دوچاه‌زهرا فعال بوده‌اند و خود در اثر استمرار دگرریختی گامه اول، چین خورده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸. نقشه زمین شناسی ناحیه دوچاه‌زهرا که بر پایه تصاویر ماهواره‌ای ترسیم شده است (اندازه‌گیری‌های ساختاری روی آن پیاده شده است).

گرانیت میلونیتی

توده گرانیتی دوچاه‌زهرا، سرزمین‌هایی هموار و فرسوده را شکل داده و بخش قابل توجهی از نیمه خاوری آن فاقد رخنمون است. با توجه به انطباق و مشابهت میان ریولیت‌های مناطق دوچاه زهرا و چاه‌گز، به‌نظر می‌رسد در این ناحیه نیز، زمان فعالیت ماگمایی به ژوراسیک میانی باز گردد. طول و عرض تقریبی توده گرانیتی به ترتیب ۸ و ۲/۵ کیلومتر بوده و در مقطع افقی شکلی کشیده دارد (شکل ۸). آثار برش یافتگی در مرزهای توده شدیدتر بوده و به سمت مرکز آن کاهش می‌یابد. گرانیت میلونیتی، متشکل از نوارهای روشنی از جنس کوارتز، فلدسپار و مسکویت و نوارهای تیره‌ای از کانی‌های بیوتیت است.

برگوارگی میلونیتی توسط آرایش بلورهای مسکویت و بیوتیت مشخص شده و برگوارگی‌های با شیب شمالی تنها در بخش باختری توده قرار دارند. برگوارگی میلونیتی دارای دو موقعیت اصلی و فرعی به ترتیب ۰۸۳°/۲۹°SE و ۱۰۶°/۲۲°NE می باشد (شکل ۶-۱۷). موقعیت برگوارگی میلونیتی در بخش‌های مختلف توده نفوذی، تغییراتی را نشان می‌دهد (شکل ۸). به‌طوری‌که در بخش خاوری، راستای ۰۸۰°-۰۹۵° داشته و شیب کمتر از ۳۵ درجه رو به جنوب دارد. با ورود به نیمه باختری توده، راستای برگوارگی ۱۱۰°-۱۰۰° بوده و این بار شیب کمتر از ۳۰ درجه رو به شمال پیدا می‌کند. در مرز شمالی گرانیت، بار دیگر برگوارگی به راستای اولیه بازگشته و شیبی کمتر از ۱۵ درجه رو به جنوب دارد. خطواره کششی، توسط آرایش و جهت‌یابی باندهای پلی کریستالین کوارتز و پورفیروکلاست‌های فلدسپار مشخص می‌شود و دارای دو موقعیت اصلی و فرعی ۰۹°/۰۸۸° و ۱۲°/۲۶۰° است (شکل ۶-۱۷). موقعیت خطواره کششی در بخش‌های مختلف توده نفوذی تقریبا ثابت است (شکل ۸).

آندزیت‌ها و ریولیت‌های میلونیتی

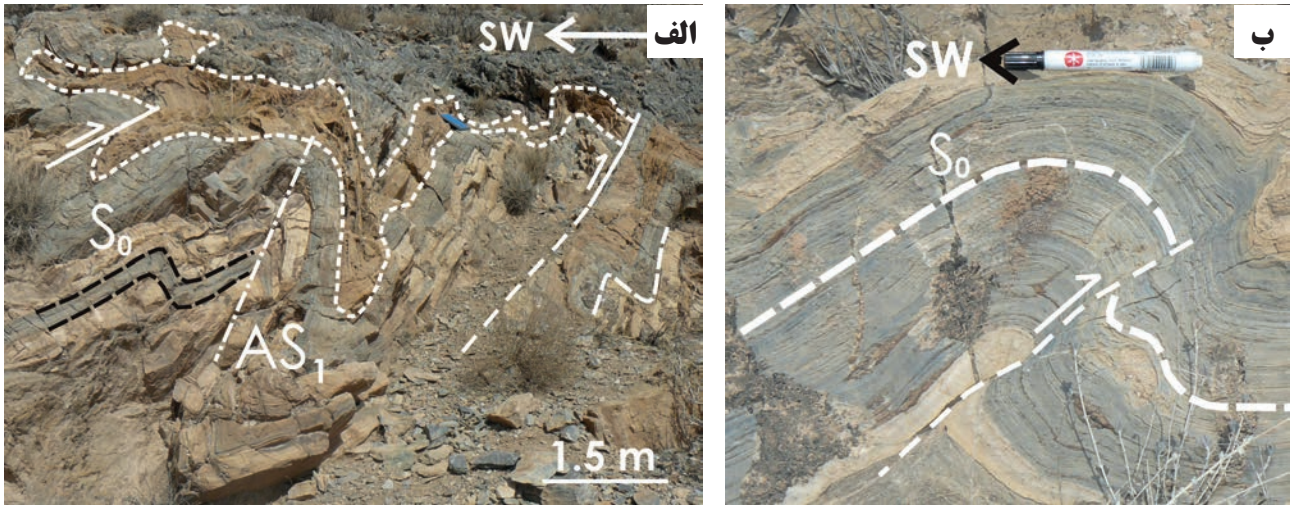
فابریک میلونیتی در بخش شمالی واحد آندزیتی و در مرز آن با واحد گرانیتی توسعه بیشتری دارد. برگوارگی میلونیتی توسط آرایش بلورهای بیوتیت مشخص شده و موقعیت ۸۸°/۳۰°SE دارد (شکل ۶-۱۸). موقعیت برگوارگی میلونیتی در بخش‌های مختلف واحد آندزیتی ثابت بوده و تنها در بخش مرکزی آن است که با حفظ جهت شیب، تا راستای ۱۳۸° دچار چرخش شده و سپس به موقعیت اولیه باز می‌گردد (شکل ۸). برگوارگی میلونیتی در رخنمون توسط خطواره‌ای کانیانی که حاصل جهت‌یابی بلورهای بیوتیت و با موقعیت میانگین ۰۷°/۰۸۹° است، همراهی می‌شود (شکل ۶-۱۸). در مقاطع نازک، در این خطواره بلورهای کشیده و به‌شدت تخت‌شده‌ای از کوارتز مشاهده می‌شود که نشان‌دهنده کشش به موازات آن است. موقعیت خطواره کششی در بخش‌های مختلف واحد آندزیتی ثابت است (شکل ۸). توسعه پهنه‌های برشی در واحد ریولیتی، محدود بوده و موقعیت برگوارگی میلونیتی و خطواره کششی در آن‌ها به ترتیب ۰۶۸°/۱۳°SE و ۰۹°/۰۹۲° است.

دگرگونی

مجموعه دگرگونی شورو دو گامه دگرگونی ناحیه‌ای (MR1-MR2) را تجربه نموده است (شکل ۷- ج). مسکویت دما بالاترین کانی یافت شده است که برگوارگی سطح‌محوری چین‌های مراحل اول و دوم موجود در واحدهای اسلیتی- فیلیتی و شیستی را تشکیل داده است. در بلورهای کلسیت موجود در واحد کالک شیستی ناحیه چاه‌انجیر، ماکل‌های دگرریختی مطابق با نوع ۴ تقسیم‌بندی Burkhard (1993) یافت شده است که مشخص‌کننده شرایط دمایی بیش از ۲۵۰ درجه سانتیگراد

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۹. چین‌های گامه اول در واحد مرمری شمال چاه‌پت. الف) برای جبران فضای حاصل از جریان‌یافتگی واحد نامقاوم قهوه‌ای رنگ (مشخص شده با خط چین)، راندگی‌هایی در واحدهای مقاوم توسعه یافته‌اند، ب) راندگی هم زمان با چین‌خوردگی عمل نموده و توسعه آن در داخل چین متوقف شده است.

هستند. شواهد فوق نشان‌دهنده آن است که دو گامه دگرگونی همراه با دگریختی‌ها، در بخش‌های بالایی رخساره شیست سبز و در شرایط دما و فشار پائین رخ داده است. مجموعه دگرگونی چاه‌قند نیازمند مطالعات جامع‌تری در آینده است. اطلاعات در دسترس نشان از رخداد یک گامه دگرگونی مجاورتی (MC) و متعاقب آن یک گامه دگرگونی ناحیه‌ای (MR2) دارند (شکل ۷-ج). پاراژنز کانیایی مسکوویت + بیوتیت + آندالوزیت + گارنت + کردیریت که در واحدهای شیستی این مجموعه قابل مشاهده است، نشان‌دهنده شرایط دمای متوسط و فشار پائین بوده و در طی دگرگونی مجاورتی ایجاد شده‌اند. عامل ایجاد دگرگونی مجاورتی به احتمال زیاد با صعود و جای‌گیری مجموعه مافیک - اولترامافیک چاه قند در ارتباط است (سبزه‌ای و همکاران، ۱۳۷۴). دگرگونی ناحیه‌ای با تبلور بلورهای مسکویت در سطح‌محوری چین‌های گامه دوم مشخص شده و معادل دگرگونی گامه دوم مجموعه دگرگونی شورو است.

بحث

مجموعه آتشفشانی - رسوبی شورو و مجموعه‌های ماگمایی چاه‌دزدان و چاه‌قند محصول یک دوره فعالیت ماگمایی گسترده در ژوراسیک میانی هستند (شکل ۱). سن سنجی K/Ar در بخش‌های گرانیتی و گابرویی مجموعه‌های ماگمایی چاه‌دزدان و چاه‌قند، سن آن‌ها را به ترتیب ۵±۱۶۵و ۵±۱۵۹ میلیون سال مشخص کرده (Sheikholeslami et al., 2003) و طبیعت کالک آلکالن توده‌ها، شاهدی بر ارتباط آن‌ها با فرورانش دانسته شده است. سن سنجی U/Th در بخش آنورتوزیتی مجموعه چاه‌دزدان، سنی نزدیک به مطالعه پیشین (۱/۶±۱۷۳میلیون سال) را مشخص کرده است (Fazlnia et al., 2009). اما در مطالعه اخیر، جای‌گیری توده، هم زمان با ریفت‌شدگی مرتبط با بازشدگی حوضه نئوتتیس عنوان شده است. با وجود اختلاف دیدگاه در رابطه با جایگاه تکتونیکی مجموعه‌های چاه‌دزدان و چاه‌قند، نتایج مطالعات ژئوشیمیایی بر روی گدازه‌های ریولیتی ناحیه چاه‌گز مشخص کرده است که مجموعه آتشفشانی - رسوبی شورو، از دیدگاه جایگاه تکتونیکی، به بخش کمان ماگمایی پهنه سنندج - سیرجان تعلق دارد (Mous-ivand et al., 2011). در مجموعه دگرگونی شورو، ساختارهای متعلق به قدیمی‌ترین دگریختی به‌خوبی حفظ شده‌اند و طیفی از ساختارهایی چون چین‌ها و برگوارگی‌ها تا پهنه‌های برشی شکل‌پذیر را در بر می‌گیرند. دگریختی گامه اول به دو بخش قابل تفکیک است. زیرگامه نخست با فعالیت پهنه‌های برشی شکل‌پذیر و جای‌گیری هم زمان گرانیت دو چاه‌زهرا مشخص می‌گردد. در نتیجه، به‌نظر می‌رسد زمان عملکرد پهنه‌های برشی شکل‌پذیر، به دوره اوج فعالیت‌های ماگمایی در ژوراسیک میانی بسیار نزدیک است. زیرگامه دوم موجب توسعه ناحیه‌ای چین‌ها و برگوارگی‌ها در مناطق چاه‌گز، چاه‌انجیر و شمال چاه‌پت گردیده و پهنه‌های برشی شکل‌پذیر را نیز چین داده است. برگوارگی گامه اول، توسعه ناحیه‌ای داشته و در نواحی مجاور چون ده برین و کوه سه قلاتون نیز شناسایی گردیده است (Sarkarinejad et al., 2008, 2009). سن سنج Ar/Ar بر روی بیوتیت‌های تشکیل دهنده این برگوارگی در کوه سه قلاتون، زمان تشکیل آن را آپتین پایانی مشخص کرده است (Sarkarinejad et al., 2009) . Fazlnia et al. (2009) بر پایه سن سنجی ترونجمیت‌های ناحیه سه قلاتون، زمان شروع فرورانش را قبل از ۰/۷±۱۴۷میلیون سال (انتهای ژوراسیک پایانی) مشخص کرده است. با توجه به اطلاعات فوق، به‌نظر می‌رسد دگریختی و دگرگونی گامه اول در محدوده زمانی ژوراسیک پایانی - کرتاسه زیرین و منطبق با مراحلی از کوهزایی کیمرین پسین رخ داده باشد. دگریختی‌های مراحل دوم و سوم تنها در مناطق چاه‌گز و چاه‌انجیر عمل کرده‌اند. از آنجاکه در این مناطق، مجموعه‌های سنگی جوان‌تر از ژوراسیک میانی فاقد رخنمون می‌باشند، نمی‌توان اظهار نظر دقیقی در رابطه با جایگاه تکتونیکی آن‌ها داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری

مجموعه رسوبی – آتشفشانی شورو به‌عنوان بخشی از سنندج – سیرجان، سه گامه دگرریختی و دو گامه دگرگونی را متحمل گردیده است که همگی پس از ژوراسیک میانی رخ داده‌اند. دگرریختی گامه اول در مناطق چاه‌گز و چاه‌انجیر، در بردارنده چین‌های یال موازی دارای میل کم تا متوسط رو به شمال باختر – جنوب خاور و برگوارگی سطح‌محوری دارای شیب کم تا متوسط رو به شمال خاوری است. در دگرریختی گامه دوم، چین‌ها باز تا بسته بوده، میل کم رو به شمال خاور– جنوب باختر دارند. برگوارگی کنگره‌ای سطح محوری چین‌ها شیب زیاد رو به شمال و جنوب دارد. برگوارگی ترکیبی این گامه، قائم بوده، راستای شمال خاور – جنوب باختر داشته و در واحدهای شیستی ناحیه چاه‌گز، فابریک میلونیتی ضعیفی را نشان می‌دهد. دو گامه دگرریختی مورد اشاره، با دگرگونی در حد رخساره شیست سبز همراهی می‌گردند. دگرریختی گامه سوم در شرایط پس از دگرگونی رخ داده و ساختارهایی چون چین‌های ایستاده با میل کم تا متوسط رو به شمال باختر و پهنه‌های برشی محلی را در بر می‌گیرد. در منطقه دو چاه‌زهرا، دگرریختی گامه اول از دو زیر گامه تشکیل شده است: گامه نخست با عملکرد پهنه‌های برشی شکل‌پذیر دارای راستای کلی خاوری – باختری و سازوکار راستالغز مشخص می‌شود. گرانیت دوچاه‌زهرا توده نفوذی همزمان با این گامه بوده و در فضای میان پهنه‌های برشی جای‌گیری کرده است. در گامه دوم، چین‌های دارای محور با میل کم رو به شمال باختر – جنوب خاور و سطوح محوری دارای شیب متوسط رو به جنوب تا قائم شکل گرفته و پهنه‌های برشی شکل‌پذیر را چین می‌دهند. این گامه با دگرریختی گامه اول مناطق چاه‌گز و چاه‌انجیر قابل انطباق است.

سپاسگزاری

این نوشتار بخشی از طرح تحقیقاتی "ساختارها و فابریک در منطقه شورو (جنوب شهربابک)" است که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس به انجام رسیده است. لذا به این وسیله از تلاش های آن معاونت قدردانی می‌گردد.

منابع

– سبزه‌ای، م.، علوی تهرانی، ن.، مجیدی، ب.، واله، ن.، ریکو، ا.، قریشی، م.، اطمینان، ه. و عمیدی، م،۱۳۷۲. نقشه زمین‌شناسی نیریز، مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

– سبزه‌ای، م.، روشن روان، ج. و امینی، ب. ۱۳۷۴. نقشه زمین‌شناسی کرسفید، مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

– سبزه‌ای، م.، روشن روان، ج.، ناظم‌زاده.، م. و عزیزیان، ه. ۱۳۷۵. نقشه زمین‌شناسی باغات، مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

– سبزه‌ای، م.، روشن روان، ج.، ناظم زاده، م. و عزیزیان، ه.، ۱۳۷۶. نقشه زمین‌شناسی خبر، مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

– سهندی، م.، ناظم‌زاده، م.، عزیزیان، ه.، نوازی، م.، عطاپور، ه. و ۱۳۷۶. نقشه زمین شناسی دشت ور، مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

– سهیلی، م.، سبزه‌ای، م.، اشراقی، س.، روشن روان، ج.، محجل، م.، خان ناظر، ن.، گروه یوگسلاو.، عبداللهی، م.و اقلیمی، ب.، ۱۳۶۹. نقشه زمین‌شناسی سیرجان، مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

- Ahmadi Khalaji, A., Esmaeily, D., Valizadeh, M.V. and Rahimpour-Bonab, H., 2007. Petrology and geochemistry of the granitoid complex of Boroujerd, Sanandaj-Sirjan Zone, Western Iran. Journal of Asian Earth Sciences, 29, 859–877.

- Arvin, M., Pan, Y., Dargahi, S., Malekizadeh, A. and Babaei, A., 2007. Petrochemistry of the Siah–Kuh granitoid stock southwest of Kerman, Iran: implications for initiation of Neotethys subduction. Journal of Asian Earth Sciences, 30, 474–489.

- Berberian, F. and Berberian, M., 1981. Tectono-plutonic episodes in Iran. In: Gupta, H.K., Delany, F.M. (Eds.), Zagros, Hindu Kush, Himalaya. Geodynamic Evolution, American Geophysical. Union, Geodynamics Series, 3, 5–32.

- Burkhard M., 1993. Calcite twins, their geometry, appearance and significance as stress-strain markers and indicators of tectonic regime: a review. Journal of Structural Geology, 15, 351–368.

- Fazlnia, A., Schenk, V., Van der Straaten, F. and Mirmohammadi, M., 2009. Petrology, geochemistry, and geochronology of trondhjemites from the Qori Complex, Neyriz, Iran. Lithos, 112, 413-433.

- Mousivand, F., Rastad, E., Meffre, S., Peter, J. M. and Solomon, M., 2011. U-Pb geochronology and Pb isotope characteristics of the Chahgaz volcanogenic massive sulfide deposit, Sanandaj-Sirjan zone, southern Iran. International Geology Review, 53, 1239-1262.

- Omrani, J., Agard, P., Whitechurch, H., Benoit, M., Prouteau, G. and Labrousse, L., 2008. Arc-magmatism and subduction history beneath the Zagros Mountains, Iran: A new report of adakites and geodynamic consequences, Lithos, 106, 380–398.

- Ramsay , JG., 1967. Folding and Fracturing of Rocks.

www.SID.ir

Archive of SID

McGraw Hill, 564.

- Ramsay, J.G. and Huber, M.I., 1987. The Techniques of Modern Structural, Geology, volume 2: Folds and Fractures, Academic Press, 700.

- Sarkarinejad, K., Faghih, A. and Garsemann, B., 2008. Transpressional deformations within the Sanandaj-Sirjan metamorphic belt (Zagros Mountains, Iran). Journal of Structural Geology, 30, 818–826.

- Sarkarinejad, K., Godin, K. and Faghih, A., 2009. Kinematic vorticity flow analysis and 40Ar/39Ar geochronology related to inclined extrusion of the HP-LT metamorphic rocks along the Zagros Accretionary Prism, Iran. Journal of Structural Geology, 31, 691-706.

- Shahbazi, H., Siebel, W., Pourmoafee, M., M., Ghorbani, M., Sepahi, A.A., Shang, C.K. and Vousoughi Abedini, M. 2010. Geochemistry and U–Pb zircon geochronology of the Alvand plutonic complex in Sanandaj–Sirjan Zone (Iran): New evidence for Jurassic magmatism. Journal of Asian Earth Sciences, 39, 668-683.

- Sheikholeslami, M.R., Bellon, H., Hashem Emami, M., Sabzehei, M. and Pique´, A., 2003. Nouvelles donnees structurales et datation 40K–40Ar sur les roches metamorphiques de la region de Neyriz (zone de Sanandaj-Sirjan, Iran meridional). Leur interet dans le cadre du domaine Neotethysien du Moyen-Orient, C.R. Geoscience 335, 981– 991.

- Thiessen, R.L.and Means, W.D., 1980. Classification of fold interference patterns: a re-examination. Journal of Structural Geology, 2, 311–316.

- Watters, W.A., Sabzehei, M., Alavi Tehrani., M., Etminan, H. and Majidi, B., 1970. Preliminary report on the geology and petrography of the metamorphic and igneous rocks of central part of Neyriz Quadrangle Geological Survey of Iran, Internal report, 113.

- Williams, P.F., 1985. Multiply deformed terrains problems and correlation. Journal of Structural Geology, 7, 269-280.

www.SID.ir