

الگوی چین خوردگی در نهشته های دگرگونی منطقه فاریاب

(جنوب خاوری پهنه ساندج - سیرجان)

نویسنده: شهرام شفیعی بافتی*، سید احمد علوی* و محمد محجل**

* دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، گروه زمین شناسی، تهران، ایران

** دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پایه، گروه زمین شناسی، تهران، ایران

Folding Style in Metamorphic Rocks of Faryab Area (South-East of Sanandaj-Sirjan Zone)

By: Sh. Shafiei Bafti*, S. A. Alavi* & M. Mohajjel**

*University of Shahid Beheshti, Faculty of Earth Sciences, Department of Geology, Tehran, Iran

**University of Tarbiat Modarres, Faculty of Basic Sciences, Department of Geology, Tehran, Iran

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۰۴/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۵/۰۷/۱۷

چکیده

منطقه فاریاب در انتهای جنوب خاوری پهنه ساندج- سیرجان در بخش داخلی کوهزاد زاگرس واقع شده و با واحدهای سنگشناسی پالئوزویک، دو مرحله چین خوردگی را نشان می دهد. این دو مرحله چین خوردگی در شرایط دگرشکلی شکل پذیر و الگوی چین خوردگی مکرر، به صورت پیشرونده رخ داده است. چینهای خوابیده نسل اول با سطح محوری دارای شیب متوسط به سمت شمال و میل محوری متغیر به سمت شمال باختر تا جنوب باختر در تمام واحدهای سنگشناسی منطقه مورد مطالعه دیده می شوند. در تداوم چین خوردگی نسل اول، راندهایی در یالهای برگشته چینها روی داده است. تأثیر بارز راندها در حوضه مرکزی در شمال اندیس طلای زرتشت و لبه جنوبی این حوضه با جایگیری ورقه های عظیم از کالک شیبست با میان لایه های مرمری کمپلکس سرگز به خوبی مشخص است. چین خوردگی نسل اول تحت سازوکار جریانی- خمشی، یالهای برگشته بریده شده، پهنه های برشی وابسته به راندها و دگرگونی واحدهای سنگی در رخساره شیبست سبز از ویژگیهای مرحله اول چین خوردگی است. مرحله دوم به وسیله چین خوردن مجدد سطح محوری چینهای نسل اول در مقیاس بزرگ در سه تاقدیس پاسفید، زرتشت و زهمکان به خوبی دیده می شود. در این مرحله از چین خوردگی، راندهای نسل قبلی نیز چین خورده اند. داده های ساختاری، تنوع جهت یابی محورهای چین خوردگی نسل دوم را از S45W تا N80W نشان می دهد که الگوهای تداخلی S on S، M on S، Z on S به خوبی معرف هم محور بودن دو نسل چین خوردگی هستند.

کلید واژه ها: تکوین ساختاری، مراحل دگرشکلی، چین خوردگی دوباره، ساختارهای تداخلی، فاریاب.

Abstract

Faryab area at the southeastern part of the Sanandaj-Sirjan zone, containing the Paleozoic rocks in the internal part of Zagros Orogen, displays two folding episodes through a progressive deformation event. Axial planes of recumbent F1 folds dip moderately to the north and the axes also plunge moderately to NW - SW. F1 folds were generated in a flexural-flow condition in whole lithological units. Thrust faults were produced along the overturned limbs of the F1 folds. These thrusts are most abundant in the central domain, the north of Zartorosht Au-index. At the southern edge of the central domain, displacement of large slabs of calcschist with interbedded marble were produced by these thrust faults.

Overturned limbs were cut by ductile shear zones of thrusts and development of green-schist facies in these shear zones implying the medium dips for thrusting. F2 folds were developed by co-axially refolding of F1 that are well exposed in Pasafid, Zartorosht and Zehmakan anticlines. Structural data shows the variation of F2 axis between S45W - N80W directions. Interference patterns of Z on S, M on S and S on S indicate coaxial refolding F1 by F2 (Hook Type).

Key words: Structural evolution, Deformation phases, Refolding, Deep structures, Faryab.

مقدمه

داخلی کوهزاد زاگرس نشان دهنده توالی دگرشکلی به صورت فازهای دگرشکلی شکل پذیر (Ductile Deformation) و فاز دگرشکلی شکنا

مطالعه ساختاری سنگهای دگرگونی پالئوزویک در منطقه فاریاب واقع در بخشهای انتهایی جنوب خاوری پهنه ساندج - سیرجان به عنوان بخش

شده + کالک شیت ۲- واحد Pzmv: آمفیبول شیت که حاصل دگرگونی آتشفشانیهای بازالتی و آذرآواریهاست. ۳- واحد PzQt: کوارتز مسکوویت شیت + نوارهای کوارتزیتی.

به نظر می‌رسد که مواد اولیه دگرگونیهای سرگز متعلق به دونین - کربنفر باشد. (Sabzehi & Berberian (1972 در آهکهای داخل میکاشیستهای سبز مجموعه سرگز بقایایی از بازوپایان، لاملی برانشها و کرینوییدها را یافته‌اند. در ناحیه دهمسرد در شمال باختر منطقه فاریاب (Hushmandzadeh & Berberian (1972 در مجموعه‌های قابل مقایسه با مجموعه‌های سرگز - آبشور گرده‌هایی یافتند که متعلق به دونین تشخیص داده شده است. به هر حال سن مواد اولیه مجموعه آبشور در محدوده دونین و سن مواد اولیه سرگز دونین - کربنفر است. این دو کمپلکس خارج از منطقه مورد مطالعه به طور دگرشیب در زیر واحدهای ماسه‌سنگی و کنگلومرایی ژوراسیک زیرین قرار گرفته‌اند (شکل ۲).

دایکها

در محدوده کانی‌سازی طلای زرتشت، دایکهای فراوانی قابل مشاهده است. این دایکها که عمدتاً از جنس دیاباز می‌باشند، تمامی واحدهای سنگ‌شناسی منطقه را قطع کرده‌اند.

ساختر

از لحاظ ساختری می‌توان منطقه را به حوضه‌های متفاوتی تقسیم کرد. تفاوت ساختارها در این مناطق یک عامل اساسی در تقسیم‌بندی حوضه‌هاست. (شکلهای ۳- الف و ب).

حوضه خاوری

حد خاوری این حوضه به نهشته‌های کواترنری و حد باختری آن به گسلهای عادی در قسمتهای باختری و شمال باختر آبراهه پاسفید ختم می‌شود. در این حوضه، ارتباطات چینه‌شناسی به‌طور عادی نمایان است. همان‌طور که در شکل ۴ مربوط به مقطع A-A' دیده می‌شود، همه واحدهای سنگ‌شناسی منطقه مورد مطالعه در این حوضه حضور دارند.

حوضه مرکزی

حد خاوری این حوضه به سامانه گسلهای عادی در خاور و حد باختری آن به سامانه گسلی کوه سهرگل ختم می‌شود. حضور سیمایهای ساختری اعم از گسلهای عادی، رانده‌ها در شمال و جنوب حوضه، حضور فازهای دگرشکلی نسل اول و دوم، نفوذ فراوان دایکهای دلریتی از ویژگیهای

(Brittle Deformation) می‌باشد. تحلیل الگوی چین‌خوردگی بر مبنای تکنیک فازها و تعیین سن نسبی رخداد چین‌خوردگی و تعیین سازوکار چین‌خوردگی و ارائه الگوی توسعه رانده‌ها در واحدهای پالئوزویک هدف اصلی این نوشتار می‌باشد.

موقعیت زمین‌شناختی منطقه فاریاب

از دیدگاه تقسیمات زمین‌ساختی، منطقه فاریاب در بخشهای انتهایی کمربند سهندج - سیرجان و در باختر گسل زندان (میناب) واقع شده است (شکل ۱- الف و ب).

چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی

قدیمی‌ترین واحدهای چینه‌شناسی برونزد یافته در محدوده مورد مطالعه مربوط به پالئوزویک است. این واحدها در تقسیم بندی پیکره‌های سنگ‌شناسی منطقه اسفندقه، جزو دگرگونیهای این منطقه قرار گرفته‌اند (Sabzehi, 1974). اولین بار (Hubber (1955 این دگرگونیها را سازند سرگز نامید. (Sabzehi (1974 این سازند را به دو بخش شامل سنگهای دگرگونی پالئوزویک (کمپلکسهای سرگز و آبشور) و دگرگونیهای زون آمیزه رنگین تقسیم کرد.

کمپلکس آبشور

قدیمی‌ترین واحد چینه‌شناسی، مرمرها و دولومیت‌های کمپلکس آبشور هستند. این واحد در لبه جنوبی و همچنین در دو ارتفاع به‌نام کوههای اسپیدرز و سهرگل رخمون یافته است. کمپلکس آبشور را می‌توان به دو قسمت شامل مرمر و دولومیت (Pzm) و گدازه‌های بازی دگرگون شده (Pzv) تقسیم کرد. واحد Pzv در کوه پاسفید در خاور منطقه رخمون یافته است، این واحد در دیگر نقاط دیده نمی‌شود و می‌توان آن را به صورت روانه‌های بازیک عنوان کرد که در محیط رسوبی Pzm شکل گرفته که البته این فرایند به‌صورت متناوب و گسترده تکرار نشده است. در مرمرهای کوه سهرگل به‌رغم دگرگونی شدید آثاری از مرجانها، کرینوییدها و بازوپایان قابل مشاهده است. هیچ کدام از فسیلهای مذکور به دلیل تبلور دوباره برای سن‌سنجی مفید نیستند. در مناطق اطراف دولت آباد، دهمسرد و کوه خبر آثار فسیلی قابل تشخیصی مربوط به دونین بالایی از مرمرهای مشابه یافت شده است. (سبزه‌ی، ۱۳۷۳)

کمپلکس سرگز

کمپلکس سرگز بر روی بالاترین افق مرمرهای آبشور قرار می‌گیرد (Sabzehi, 1974). این کمپلکس از پایین به بالا شامل سه واحد به شرح زیر است: ۱- واحد Pzc: شامل شیت + میان لایه‌های کربناتی دگرگون

ساختاری بارز حوضه مرکزی است. مقطع B-B' در شکل ۵ ساختارهای این حوضه را نشان می دهد.

حوضه باختری

حد خاوری این حوضه به سامانه گسلی کوه سهر گل و حد باختری آن به بلندبهای تنگ آبشویه ختم می شود. حضور یا عملکرد کمتر ساختارها بویژه راندها از تفاوتهای بارز این حوضه با دو حوضه مرکزی و خاوری است. راندها در لبه جنوبی این حوضه با شدت کمتری حضور دارند. مانند دو حوضه دیگر، دگر شکلی نسل اول و دوم اثرات قابل ملاحظه ای بر جا گذاشته اند، گسلش عادی و نفوذ دایکهای دلریتی با شدتی کمتر نسبت به حوضه مرکزی قابل مشاهده است (مقطع C-C'، شکل ۶).

ساختارهای حوضه خاوری

چین خوردگی نسل اول

در منطقه مورد مطالعه و بویژه در حوضه مرکزی، چین خوردگی نسل اول به صورت یک چین خوابیده (recumbent) بزرگ مقیاس رخنمون یافته است. بهترین محل ظهور این چین در جنوب باختری رخداد معدنی زرتشت است. اما در حوضه خاوری چین نسل اول به صورت یک چین خوابیده بزرگ مقیاس قابل مشاهده و مطالعه نیست، اما اثرات این نسل به صورت ریز چینهای مشاهده می شود. با توجه به تأثیر تنوع سنگی، مشخصات این نسل چین خوردگی در هر کدام از واحدها جداگانه تشریح شده است.

واحد Pzm

اثرات این نسل چین خوردگی در بخشهای نازک لایه واحد Pzm قابل بررسی است (شکل ۷- الف). این چینها جزو چینهای تنگ و یال موازی تقسیم بندی می شوند. دارای برگوارگی سطح محوری هستند که بیشتر موازی با لایه بندی مشاهده می شود. شیب سطح محوری در این چینها به طور میانگین ۲۰ تا ۲۵ درجه به سمت شمال و امتداد آن با روندی تقریباً خاوری- باختری اندازه گیری شده است. این چینها طول موج کوتاه و دامنه بلندی دارند. شکل ۸ توزیع محورهای چینهای F1 را در کل منطقه نشان می دهد.

واحد Pzc

واحد Pzc یک واحد متنوع و مرکب از شیب، میان لایه های کرناتی دگرگون شده و کالک شیب است. به دلیل تنوع و تفاوت در رئولوژی واحدهای مذکور و به دلیل قابلیت چین خوردگی بهتر میان لایه های کرناتی، چینهای نسل اول در این واحد مطالعه و پیگیری شده اند. شکل ۸

نمایی از چین خوردگی لایه های مرمری با تناوبی از واحدهای شیستی را نشان می دهد. این چینها جزو چینهای بسته تقسیم بندی می شوند. به دلیل سختی لایه های مرمری برگوارگی سطح محوری در این چینها توسعه پیدا نکرده، اما در لایه های شیستی به صورت واگرا نسبت به هسته چین تشکیل شده است (شکل ۹). شیب سطح محوری در این نوع چینها به طور میانگین ۳۵ تا ۴۵ درجه به سمت شمال باختر و امتداد آن تقریباً شمال خاور - جنوب باختر اندازه گیری شده است. سازوکار تشکیل این نوع چین را می توان خمشی - جریانی عنوان کرد.

واحد Pzmv

به دلیل ماهیت سنگ شناسی این واحد، آثار چین خوردگی نسل اول بیشتر در لایه های کوارتز - فلدسپاتی تفریق شده از توده سنگ و به صورت چینهای کششی قابل مطالعه و پیگیری است (شکل ۱۰). سبترای لایه کوارتز - فلدسپاتی بین ۱/۵ تا ۵ سانتی متر متغیر است. تغییرات محور این چینها مشابه شبکه ارائه شده در شکل ۷- ب باشد. این چینها دارای سطح محوری افقی تا مایل با شیب ۴۵ درجه به سمت شمال است.

واحد PzQt

نوع چین خوردگی نسل اول در این واحد به دلیل حضور لایه های شیستی و میان لایه های مقاوم کوارتزی شیب چین خوردگی در واحد Pzc است. در اثر این چین خوردگی یک برگوارگی قوی و واگرا نسبت به هسته چین در بخشهای شیستی توسعه یافته است و لایه های کوارتزی مقاوم بدون برگوارگی ظاهر شده اند (شکل ۱۱). این چینها جزو چینهای بسته تقسیم بندی می شوند. تغییرات محور این چینها مشابه دیگر چینهای نسل اول در سایر واحدها است و سطح محوری این چینها دارای شیب ۴۵ تا ۵۰ درجه به سمت شمال و یا جنوب است. با توجه به تغییر سبترای لایه در یالها نسبت به لولای می توان رده II یا چینهای مشابه را برای این گروه در نظر گرفت. شواهد سازوکار خمشی - جریانی به خوبی در واحدهای سنگ شناسی مذکور دیده می شود. سبتر شدگی لایه های مقاوم در لولای نسبت به یال (شکل ۷- الف و ۸)، جریان یافتگی واحدهای شیستی نامقاوم، نازک شدگی این لایه ها در یال و ایجاد یک شیب وارگی سطح محوری واگرا (شکل ۹) همگی این ساز و کار را تایید می کند. یکی دیگر از شواهد این سازوکار ایجاد ساختار Saddle reef می باشد. Ramsay (1967) براساس تفاوت در گرانروی لایه مقاوم نسبت به لایه نامقاوم یا نسبت μ_1/μ_2 و نسبت سبترای لایه نامقاوم به لایه مقاوم یا $n=d_2/d_1$ مدلهای متفاوتی ارائه کرده است که ساختار Saddle reef در وضعیت نسبت بالای μ_1/μ_2 و مقدار متوسط n رخ می دهد. نسبت μ_1/μ_2 به وضوح قابل

الگوها به خوبی توسعه یافته اند. می توان الگوی تداخلی را نوع III (Hook Type) اعلام کرد (Ramsay, 1967) (شکل های ۱۵-الف، ب، پ و ت). موقعیت AS_1 نسبت به AS_2 و شبکه استریوگرافیک توزیع محورهای و همچنین وضعیت قطب سطح محوری چینهای نسل دوم و مقایسه این شبکه با شبکه محور چینهای F1 نشان می دهد که چین خوردگی F1, F2 از نوع هم محور بوده است (شکل های ۱۶-الف و ب).

ساختارهای حوضه مرکزی

چین خوردگی نسل اول

با توجه به الگوهای ارائه شده از نسل اول چین خوردگی در واحدهای Pzm و Pzc در حوضه خاوری مشخص شده است که این نسل باید یک چین خوابیده را ایجاد کرده باشد که البته در حوضه خاوری قابل مشاهده نیست اما اثر این نسل در حوضه مرکزی به بهترین وضع ممکن ظاهر شده است. در جنوب باختری رخداد معدنی زرتشت نسل اول به صورت یک چین خوابیده بزرگ رخنمون یافته است. با توجه به این که این رخنمون کامل از این نسل است بدین لحاظ بحث چین خوردگی نسل اول در حوضه مرکزی در این نقطه ارائه شده است. این رخنمون متعلق به واحد Pzc است. چین خوردگی در این نسل باعث توسعه شیست وارگی سطح محوری شده که همگی موازی لایه بندی هستند. با توجه به اندازه گیریهای انجام شده و تصویر آنها در شبکه استریوگرافیک، مختصات محور و سطح محوری به ترتیب $N50W/35SW, N50W/30$ اعلام می شود. اثرات فرعی این نسل در یال عادی این چین به صورت یک چین فرعی Z شکل دیده می شود (شکل های ۱۷-الف و ب).

چین خوردگی نسل دوم

این چین خوردگی مشابه با چینهای نسل دوم در حوضه خاوری یک چین بزرگ مقیاس ایجاد کرده است. رخنمون مطالعه شده در لبه جنوبی حوضه مرکزی قرار دارد و در مقطع $B - B'$ با نام تاقدیس زرتشت نشان داده شده است. این نسل در این حوضه نیز در واحد Pzm (مرآبشور) رخ داده است. در یال جنوبی تاقدیس فوق تکرار لایه ها یا به عبارتی دقیق تر چین خوردن AS_1 مشاهده می شود. مختصات محور و سطح محوری براساس شبکه استریوگرافیک به ترتیب عبارت است از: $N80W/85SW, N80W/15$ (شکل های ۱۸-الف و ب).

ساختارهای تداخلی چینا

در فاصله ۱۵۰۰ متری خاور تاقدیس فوق الگوی تداخلی F1, F2 در واحد Pzc متشکل از کالک شیستها و میان لایه های کربناتی رخنمون یافته است. شکل ۱۹ تصویر پانورامایی از این رخنمون را نشان می دهد. در تصویر، تکرار لایه های کالک شیستی و کربناتی مشاهده می شود که این

درک است به طوری که تفاوت در گرانیروی لایه های مرمری نسبت به شیستها در واحد Pzc، تفاوت زیاد گرانیروی بین لایه های کوارتزیتی و شیستی در واحد PzQt نیز قابل مشاهده است. Saddle reef واقعی به وسیله تبلور مواد از فاز سیال ایجاد شده در سنگ در مدت توسعه چین خوردگی ایجاد می شود و این فاز سیال می تواند در برگیرنده عناصر فلزی با اهمیت اقتصادی باشد. اگر تبلور مواد قادر به پر کردن فضاها نباشد، مواد نامقاوم می تواند از یال به طرف لولا مهاجرت کرده که نتیجه آن در شکل های ۸ و ۹ به صورت نازک شدگی لایه های شیستی در یالهای چین و تجمع آن در منطقه لولا و حضور یک برگوارگی سطح محوری ظهور پیدا کرده است. در صورتی که مواد مقاوم فضای خالی را محاصره کند، به طوری که سیال یا مواد نامقاوم قادر به ورود به آن نباشد لایه مقاوم به طرف فضای خالی حرکت کرده و یک لولای فرو ریخته یا Hinge collapse ایجاد می شود (Ramsay, 1987) (شکل ۸، محدوده داخل مستطیل).

چین خوردگی نسل دوم

این نسل یک ساختار کاملاً مشخص را در منطقه مورد مطالعه ایجاد کرده که به وسیله یک چین خوردگی بزرگ مقیاس (Map scale) توسعه یافته است. بهترین رخنمون این نسل در تاقدیس پاسفید قابل مشاهده است. با توجه به داده های برداشت شده و با توجه به شبکه استریوگرافیک چین مذکور از نوع استوانه ای و قائم (Upright) و مختصات محور و سطح محوری به ترتیب $S60W/10$ و $S60W/85NW$ می باشد (شکل های ۱۲-الف و ۱۲-ب).

ساختارهای تداخلی چینا

در حوضه خاوری در یک نقطه در فاصله تقریباً ۵۰۰ متری شمال تاقدیس پاسفید الگوی تداخلی F1, F2 رخنمون یافته است. به دلیل مقیاس کوچک رخنمون الگوی تداخلی در مقیاس نقشه قابل برداشت نیست، بدین لحاظ برای توصیف این الگو که در واحد Pzc رخ داده است، از تصاویر برداشت شده استفاده شده است. (Ramsay (1967) عنوان می کند که تأثیرات چین خوردگی دوباره می تواند به صورت ظهور ریز چینهای ثانویه روی ریز چینهای اولیه دیده شود. در این بخش به وسیله تصاویر الگوی فوق ارائه می شود و در نهایت نوع الگوی تداخلی اعلام می گردد. شکل ۱۳ نمایی از رخنمون مورد بحث را نشان می دهد. این موقعیت در نقشه ساختاری با علامت (E.I.P) نشان داده شده است. شکل ۱۴ الگوی چین خوردگی دوباره یک چین S شکل را نشان می دهد که تأثیر چین خوردگی دوباره به صورت الگوهای S on S، Z on S و M on S به تصویر کشیده شده است. در رخنمون الگوی تداخلی در این نقطه نیز این

حوضه خاوری

راندگی T1

عملکرد این راندگی با قرارگیری واحد Pzmv بر روی واحد PzQt و افزایش ستبرای واحد Pzmv ظهور یافته است. در مقطع A-A' افزایش سطح رخنمونی این واحد به خوبی تأثیر راندگی را نشان می دهد (شکل ۲۴).

راندگی T2

تشخیص این راندگی به واسطه قرارگیری درون یک واحد سنگ شناسی با مختصات منطبق بر لایه بندی در انتهای خاوری مشکل است اما رانده شدن بخشی از واحد Pzmv بر روی مرمهرهای واحد Pzm، افزایش ستبرای واحد PzC و دگرشکلی میان لایه های کربناتی و کالک شیتها در انتهای باختری نشانه های ساختاری این راندگی است. حضور چینهای کششی و ساختار S-C و همچنین برگوارگی ترانهشی (Transposition) از نشانه های دگرشکلی کالک شیتها در پهنه برشی این راندگی است (شکلهای ۲۵-الف، ب، پ و ت).

حوضه مرکزی

راندگی T1

تکرار واحدهای PzQt و Pzmv و حضور تکه های عظیم از واحد PzC درون واحد PzQt از نشانه های این راندگی است. افزایش ستبرای در نقشه زمین شناسی در مقطع A-A' به وضوح عملکرد این راندگی را نشان می دهد. حضور فابریک S-C نشان دهنده مؤلفه راستالغزی راستگرد است (شکلهای ۲۶-الف، ب و ج).

راندگی T2

عملکرد این راندگی در شمال رخداد طلای زرتشت با بریده شدن یال برگشته چین خوردگی نسل اول، حضور بخشهایی از واحد PzC در پهنه برشی، دگرشکلی شدید این واحد، جابه جایی بخشهای کالک شیتستی کمپلکس سرگز و قرارگیری این بخشها در لبه جنوبی حوضه مرکزی قابل مطالعه است (مقطع B-B' و شکل ۲۷). مختصات راندگی T2 به طور میانگین عبارت است از S.S: N40W/30 و F: N70W/35NE. تأثیر نسل دوم چین خوردگی باعث تغییر در مختصات ساختاری راندگیها در حوضه مرکزی شده است به عبارت دیگر، می توان عملکرد نسل دوم چین خوردگی را به صورت چین خوردن راندگیها عنوان کرد (مقطع B-B' و شکل ۲۷).

تکرار مؤید یک چین مکرر هم شیب است. شیبست وارگی دقیقاً بر مختصات لایه بندی قرار گرفته و به طور میانگین دارای شیب 35SW و امتداد 110 است. الگوهای تداخلی مشابه با حوضه خاوری به خوبی توسعه یافته اند. شکلهای ۲۰-الف، ب و پ به ترتیب این الگوها را نشان می دهد. موقعیت الگوی تداخلی با علامت (C-I-P) در نقشه ساختاری مشخص شده است. در این الگو نیز با توجه به وضعیت چینهای نسل دوم نسبت به نسل اول می توان چین خوردگی دوباره را از نوع هم محور یا نوع III اعلام کرد. میانگین روند محورها 210 با میل 22 در جهت جنوب باختر است. (شکل ۲۰-ت).

ساختارهای حوضه باختری

چین خوردگی نسل اول

در حوضه باختری نیز مشابه با حوضه مرکزی چین خوردگی نسل اول با توسعه یک چین خوابیده قابل مشاهده و مطالعه است. رخنمون این نسل در ابتدای مسیر رودخانه زهمکان مطالعه شده است. با توجه به مختصات برداشت شده وضعیت محور و سطح محوری این چین به ترتیب عبارت است از: E-W/20N, E-W/15 (شکلهای ۲۱-الف و ب).

چین خوردگی نسل دوم

در این حوضه نیز مشابه با حوضه های خاوری و مرکزی نسل دوم به صورت یک چین قائم بزرگ مقیاس ظاهر شده است. این نسل در لبه جنوبی حوضه باختری و در واحد Pzm واقع شده است. شکل ۲۲-الف نمایی از چین مذکور و شکل ۲۲ ب شبکه استریو گرافیک مربوطه را نشان می دهد. با توجه به مختصات برداشت شده وضعیت محور و سطح محوری این چین به ترتیب عبارت است از: N80W/90, N80W/15.

ساختار الگوی تداخلی

در یک رخنمون کوچک در فاصله ۱۰۰ متری جنوب تاقدیس نسل دوم و در واقع در یال جنوبی این تاقدیس چین خوردگی دوباره سطح محوری چین نسل اول (AS₁) قابل مشاهده است. شکل ۲۳ نمایی از موقعیت سطح محوری نسل اول نسبت به سطح محوری نسل دوم در الگوی تداخلی را نشان می دهد. از مطالعه الگوهای تداخلی در سه حوضه ساختاری مشخص می شود که الگوی تداخلی از نوع III یا هم محور است.

گسلش

راندگیها

در سه حوضه ساختاری منطقه فاریاب راندگیها با تمایل جنوبی و موقعیت ساختاری یکسان قرار گرفته اند راندگیها همزمان با چین خوردگی نسل اول توسعه یافته و تأثیر نسل دوم به صورت چین خوردن راندگیها ظاهر شده است.

حوضه باختری

رانندگی T1

افزایش ستبرای واحد Pzmv در شمال کوه سهرگل از اثرات بارز این رانندگی است. با توجه به ویژگی سنگ شناختی این واحد و انطباق رانندگی بر مختصات برگوارگی تشخیص رانندگی در این واحد دشوار است (شکل ۲۸).

رانندگی T2

عملکرد این رانندگی با افزایش ستبرای واحد Pzc در نقشه زمین شناسی و در مقطع C-C' نمایان است. حضور چینهای خوابیده در پهنه برشی رانندگی مذکور، همزمانی این دو ساختار را نشان می دهد. مشابه با حوضه مرکزی تأثیر نسل دوم چین خوردگی باعث چین خوردن رانندگیها و در نتیجه تغییر در وضعیت ساختاری آنها شده است (شکلهای ۲۹-الف و ب).

گسل لبه جنوبی کوهستان فاریاب یا حد کوه و دشت (T3)

از دیدگاه زمین ریخت شناسی منطقه مورد مطالعه را می توان فلات برآمده از دشت نامید که بالا آمدگی قابل ملاحظه ای یافته است. در حد جنوبی کوهستانهای شمال دشت پاسفید یک برآمدگی بسیار مشخص دیده می شود که حاصل حرکات زمین ساختی در این منطقه است. می توان قطعاً حد کوه و دشت را در این منطقه گسل دانست. در لبه جنوب خاوری منطقه مورد مطالعه روند این گسل تقریباً به صورت خاوری - باختری است و در ادامه به سمت باختر به جنوب باختری متمایل می شود، به طوری که می توان یک روند کلی شمال خاور - جنوب باختر برای آن در نظر گرفت. حضور مخروط افکنه های جوان بر روی مخروط افکنه های قدیمی تر در نزدیکی حد کوه و دشت، حضور آبراهها با مقطع V شکل، پرتگاههای فراوان در لبه جنوبی همگی دلالت بر فعال بودن گسل بین حد کوه و دشت در این منطقه دارند (شکل ۳۰).

برگوارگی

برگوارگی چیره در منطقه مورد مطالعه یک رخ اسلیتی است که در همه واحدهای سنگ شناختی به جز مرمرهای ستبر لایه کمپلکس آبشور، دیده می شود. این برگوارگی یک رخ سطح محوری است که با توسعه نسل اول چین خوردگی ایجاد شده و مختصات آن منطبق بر لایه بندی است. شکل ۳۱ نمایی از برگوارگی در واحد کالک شیتست از کمپلکس سرگز به عنوان نماینده ریخت شناسی برگوارگی در کل منطقه و شکل ۳۲ شبکه استریوگرافیک مختصات برگوارگی در سه حوضه ساختاری منطقه را نشان می دهد.

نتیجه گیری

با توجه به داده های ساختاری به دست آمده که جزئیات آنها توضیح داده شد، چین خوردگی منطقه فاریاب با چینهای نسل اول (F1) که با توسعه چین خوابیده نمایان شده شروع می شود و در ادامه به توسعه رانندگیها در تداوم چین خوردگی نسل اول منتهی می شود. چین خوردگی نسل دوم (F2) به صورت چینهای قائم هم محور با چینهای نسل اول می باشند که در بخش جنوبی منطقه مورد مطالعه به خوبی برونزد دارند. منطقه مورد مطالعه در واقع در بخش داخلی (crystalline core zone) یا هسته مرکزی کوهزاد زاگرس واقع شده است. این منطقه سنگهای دگرگونی را دربر می گیرد که به طور گسترده در اثر دگرشکلی شکل پذیر (Ductile flow) چین خورده اند. ساختارهای حاصل از این چین خوردگی در منطقه فاریاب شامل چینهای مکرر، سفره های چین خورده و رانندگی است. زایش مکرر چین خوردگی در این منطقه، الگوهای تداخلی دو مرحله چین خوردگی را ایجاد کرده است. توالی ساختاری که از تحلیل هندسی این ناحیه به دست آمده، دو نسل چین خوردگی را نشان می دهد. این الگو دقیقاً بر الگوی دگرشکلی در مناطق مرکزی کمربندهای کوهزایی منطبق است. با توجه به شواهد به دست آمده از نسل اول می توان سازوکار چین خوردگی را خمشی - جریانی اعلام کرد که در آن لایه های سست (incomptent) دچار دگرشکلی شکل پذیر و لایه های مقاوم (comptent) دچار شکستگی و خمش شده اند. در این سازوکار تفاوت گرانروی متوسط تا بالا در تمامی واحدهای سنگ شناسی منطقه فاریاب مشاهده می شود. در این واحدها، بخشهای شستی و کالک شستی گرانروی بیشتری نسبت به دیگر بخشها مانند لایه های کوارتزی و مرمری دارند که دمای لازم برای این سازوکار حداکثر تا ۳۰۰ درجه سانتی گراد برآورد می شود. در این سازوکار تغییر ستبرای لایه های مقاوم به اندازه لایه های نامقاوم صورت نمی گیرد. افزایش ستبرای در منطقه لولا و کاهش ستبرای لایه های نامقاوم در یال چینهای نسل اول در منطقه مورد مطالعه به وضوح این موضوع را نشان می دهد که البته لایه های مقاوم کنترل کننده طول موج و دامنه چین خوردگی می باشد (Hatcher, 1995). نسل دوم چین خوردگی با چین دادن سطوح محوری نسل اول به صورت یک چین خوردگی قائم نمایان شده که در لبه جنوبی منطقه مورد مطالعه بهتر مشاهده می شود. روند کلی که می توان برای این چین خوردگی در نظر گرفت شمال خاور - جنوب باختر تا خاوری - باختری است. شکل ۳۳ توالی دگرشکلی در منطقه فاریاب را به صورت شماتیک نشان می دهد. با توجه به هم محور بودن دو نسل چین خوردگی در منطقه فاریاب، می توان چنین نتیجه گرفت که ایجاد نسل اول و نسل دوم با تشکیل الگوی تداخلی در یک فرایند دگرشکلی پیشرونده رخ داده است (Ramsay, 1967).

جابه جایی واحدهای سنگ شناسی همگی نوع F راندها در این منطقه را تأیید می کند. یکی دیگر از آثار این نوع راندها ستر شدگی پوسته ای است که در اثر تشکیل سفره های روراندگی به وجود می آید. چنین ورقه های راندها در بسیاری از مناطق مرکزی کمربندهای کوهزایی از جمله آپالاش (Butler & Coward, 1984) و هیمالیا (Brunel & Kienast, 1986) (Ando et al., 1983 ; Hatcher, 1989)، کالدونید گزارش شده است.

سیاسگزاری

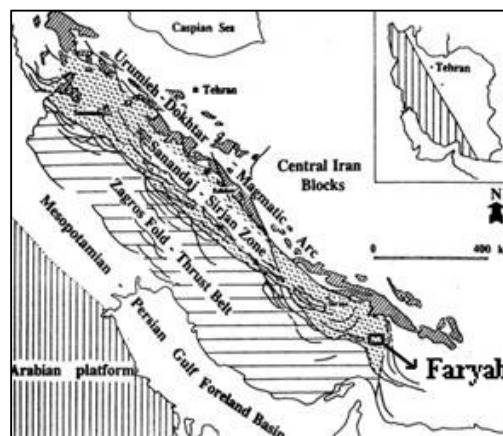
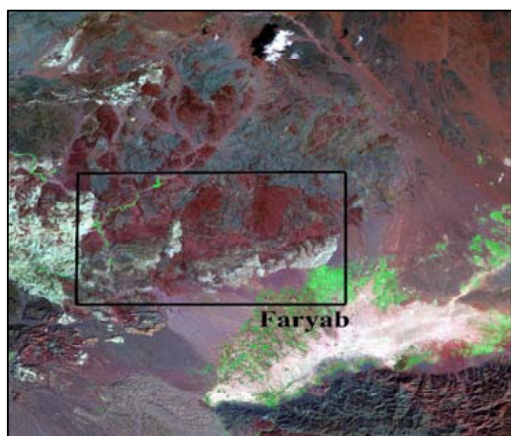
نگارندگان بر خود لازم می دانند از کارشناسان محترم سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، مدیریت جنوب خاوری (مرکز کرمان)، آقای مهندس محمد حسینی اختیارآبادی، آقای مهندس مسعود ناظم زاده و آقای مهندس مهدی قربانی به خاطر همکاری و پشتیبانی در انجام بازدیدهای صحرایی و از آقایان دکتر جمشید شهاب پور و دکتر حمید احمدی پور اعضای محترم هیئت علمی گروه زمین شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان به خاطر گفتگوهای ارزنده و از آقای دکتر حجت الله رنجبر عضو محترم هیئت علمی گروه معدن دانشگاه شهید باهنر کرمان و آقای مهندس مهدی هنرمند معاون محترم معدنی سازمان صنایع و معادن استان کرمان به خاطر همکاری در خصوص استفاده از نرم افزارها و تصاویر ماهواره ای و از آقای مهندس آذرینگ کارشناس معدن طلای زرترشت و آقای ایران منش از سازمان زمین شناسی کرمان تشکر و قدردانی نمایند.

با دگرشکلی پیشرونده یالهای خوابیده یا برگشته چین خوردگی نسل اول در پهنه های راندها، برش خورده و سفره های راندها را به وجود آورده است. بارزترین عملکرد راندها در حوضه مرکزی در مقطع B-B' و در جنوب رخداد طلای زرترشت با تکرار واحدهای کالک شیبی با میان لایه های مرمری دیده می شود. این مجموعه نابرجا در جنوب رخداد طلای زرترشت در واقع باز مانده یک سفره راندها است که قسمت اعظم سترای واحد Pzm و بخشهایی از سترای واحد Pzm^v و Pzc را پوشانده است که از دیدگاه ریخت شناسی نیز چنین وضعیتی در مسیر جاده معدن زرترشت قابل مشاهده است.

(Hatcher & Hooper, 1992) تکامل ورقه های راندها در بخشهای داخلی کمربندهای کوهزایی را مورد بحث قرار داده اند. براساس نظر ایشان دو نوع اصلی از ورقه های راندها بلورین (Crystalline thrust sheets) شامل نوع C یا ورقه های راندها خیلی بزرگ (Megacrystalline thrust sheets) و نوع F یا نوع ورقه های راندها همراه با توسعه چین خوردگی جریانی - خمشی در سامانه های کوهزایی به وجود می آید.

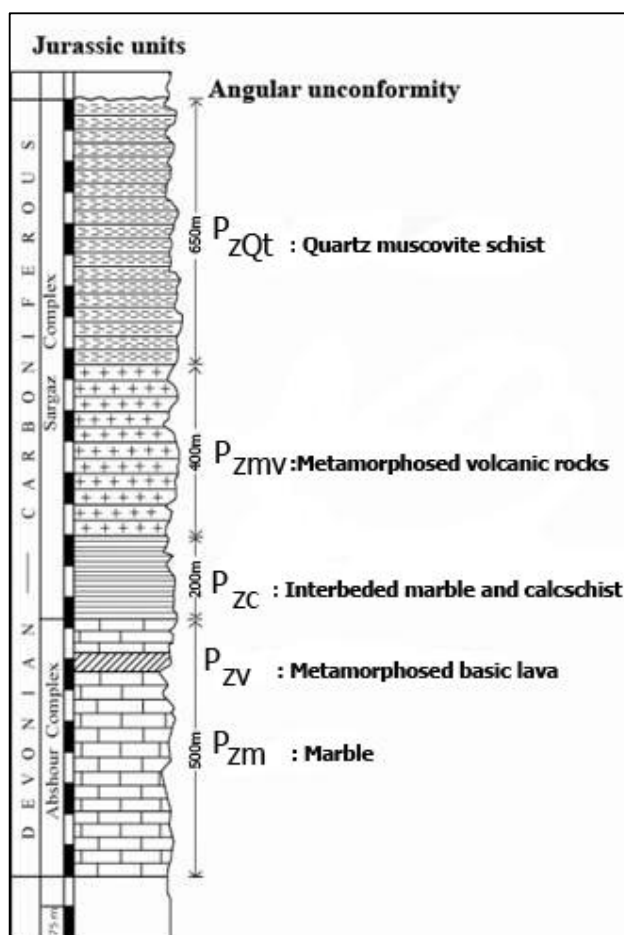
تشکیل ورقه های نوع F به واسطه اختلاف جریان در توده شکل پذیر ایجاد کننده چین و برش یال بین تاقدیس و ناودیس صورت می گیرد که این اختلاف جریان و بریده شدن یال چینه های خوابیده به خوبی در منطقه فاریاب

بوژه در حوضه مرکزی قابل مشاهده است. شواهدی همچون حضور نسل اول چین خوردگی تحت سازوکار جریانی - خمشی با یالهای خوابیده بریده شده، پهنه های برشی وابسته به راندها، حضور رخساره شیب سبز و

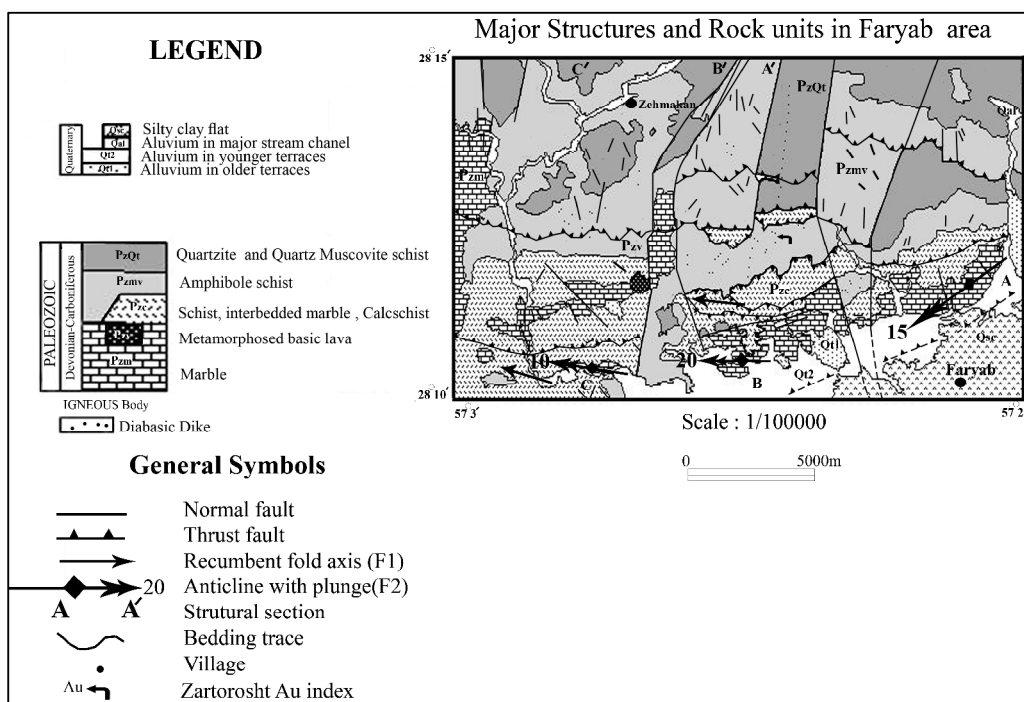


شکل ۱- ب) تصویر ماهواره ای منطقه فاریاب و محدوده مورد مطالعه

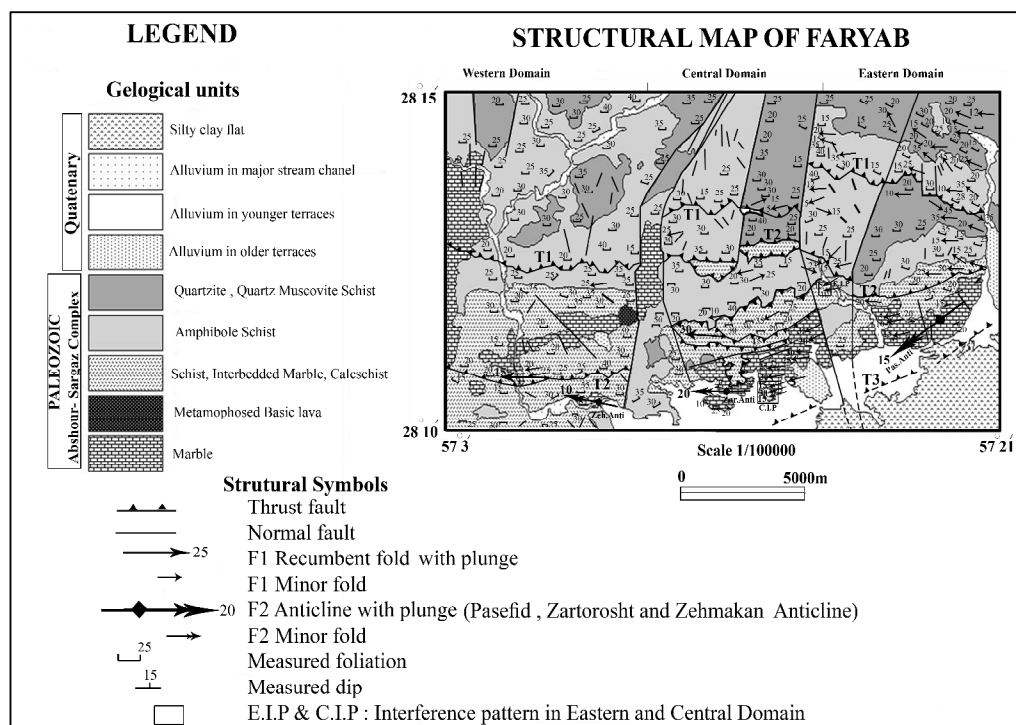
شکل ۱- الف) موقعیت ساختاری کمربند سهند- سیرجان و منطقه مورد مطالعه (Mohajjel, 1997)



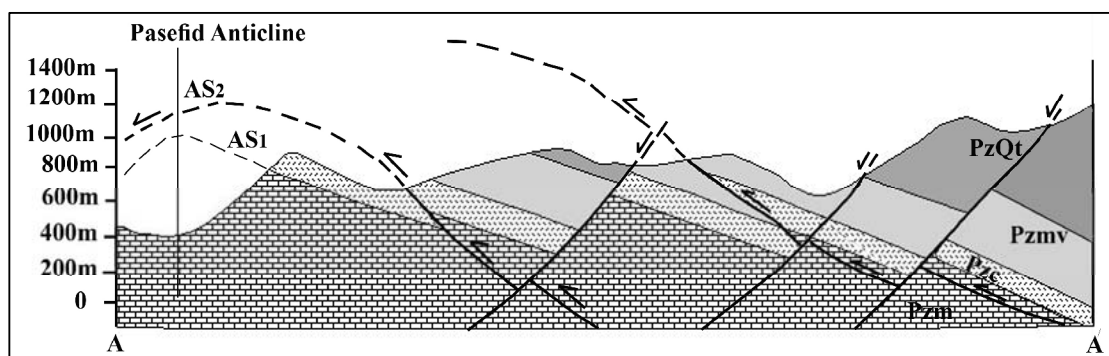
شکل ۲ - ستون چینه شناسی واحدهای سنگ شناسی منطقه فاریاب



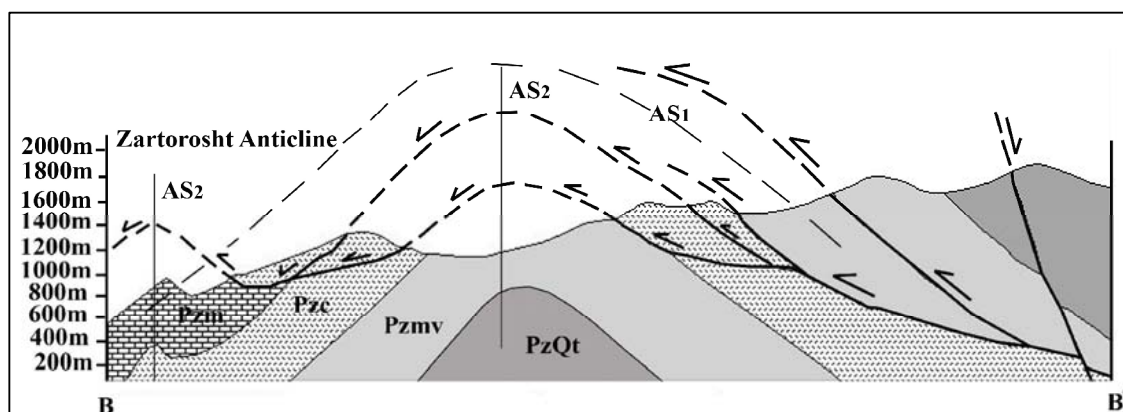
شکل ۳- الف) نقشه واحدهای اصلی چینهای در منطقه فاریاب



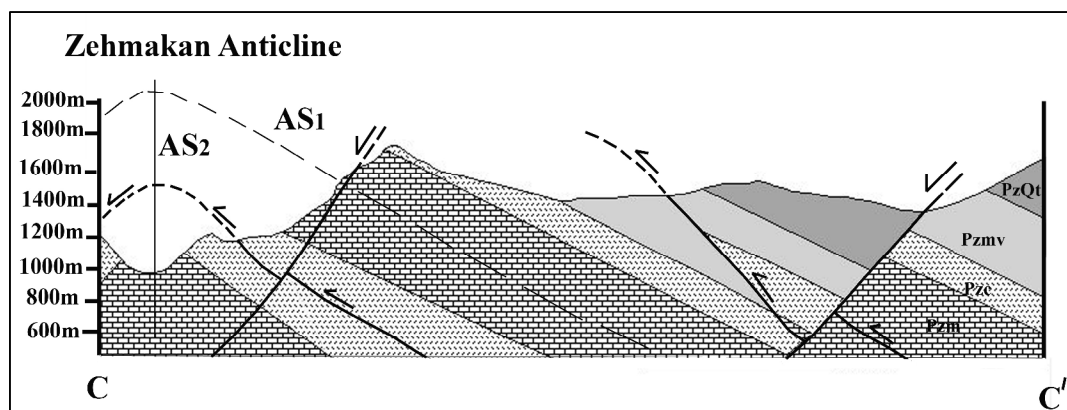
شکل ۳- ب) نقشه ساختاری منطقه فاریاب



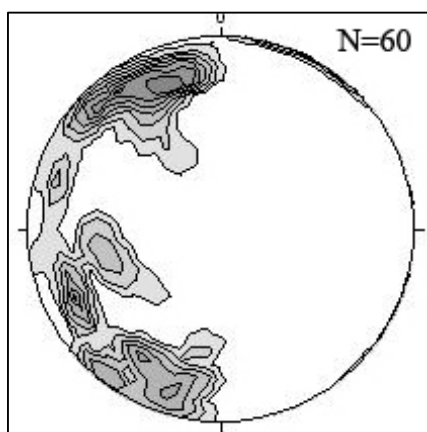
شکل ۴ - مقطع A-A' در حوضه خاوری



شکل ۵ - مقطع B-B' در حوضه مرکزی



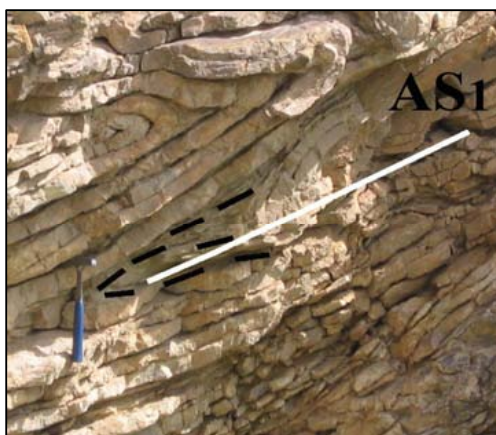
شکل ۶ - مقطع C-C' در حوضه باختری



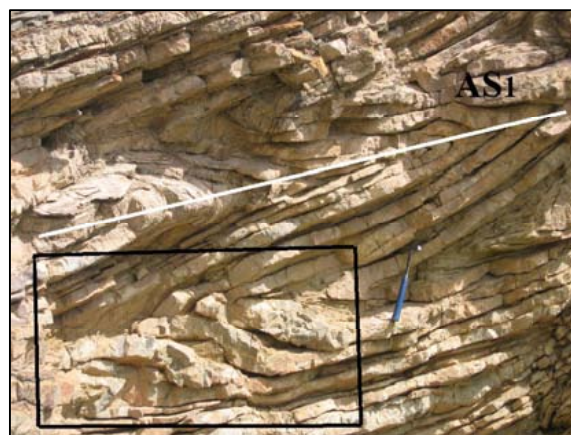
شکل ۷-ب) موقعیت محورهای F1 در کل منطقه



شکل ۷-الف) چین نسل اول در بخشهای نازک لایه واحد Pzm (دید به سمت باختر)



شکل ۹- نمایی از برگوارگی سطح محوری واگرا در میان لایه های شیبی



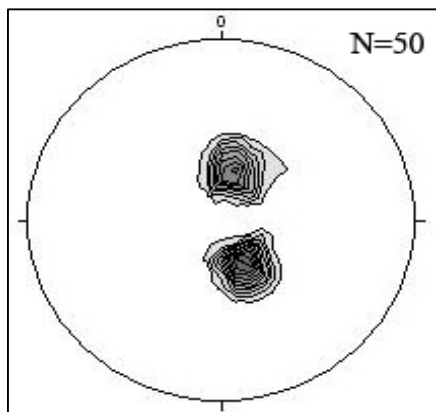
شکل ۸- نمایی از چین نسل اول در واحد Pzc (دید به سمت شمال خاور)



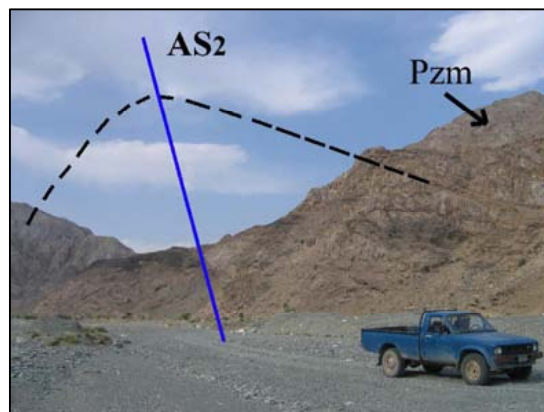
شکل ۱۱ - نمایی از چین نسل اول در واحد PzQt (دید به سمت شمال باختر)



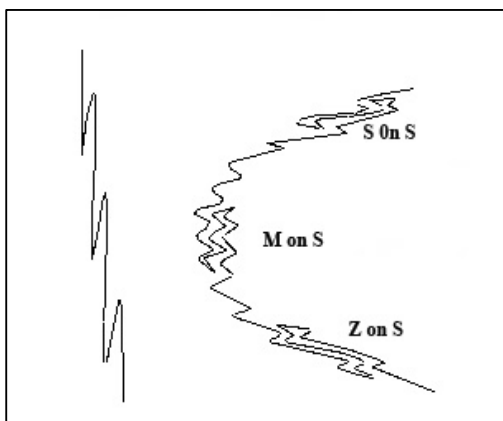
شکل ۱۰- نمایی از چین کششی در لایه کوارتز-فلدسپاتی تفریق شده در واحد Pzmv (دید به سمت خاور)



شکل ۱۲-ب) شبکه استریوگرافیک قطبهای لایه بندی تاقدیس پاسفید



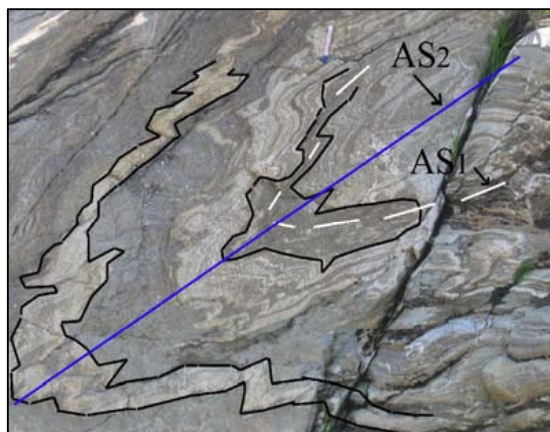
شکل ۱۲-الف) نمایی از تاقدیس پاسفید (دید به سمت شمال خاور)
در الگوی تداخلی حوضه خاوری



شکل ۱۴ - چین خوردگی دوباره یک چین S (Ramsay, 1987)



شکل ۱۳ - نمایی از رخنمون الگوی تداخلی در واحد Pzc
(دید به سمت خاور)



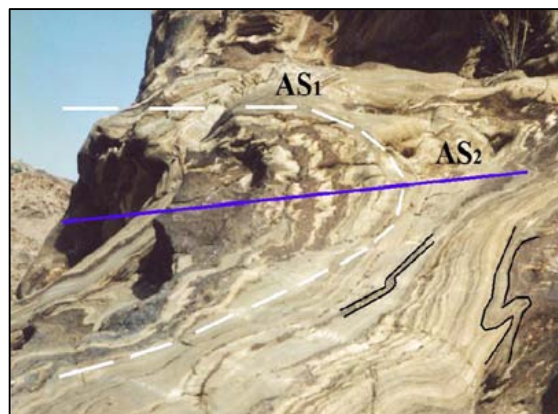
شکل ۱۵-ب) الگوی MonS



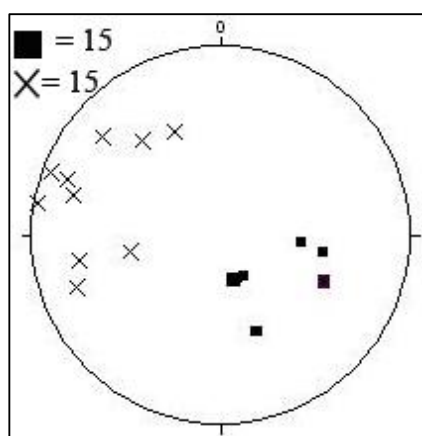
شکل ۱۵-الف) الگوی ZonS



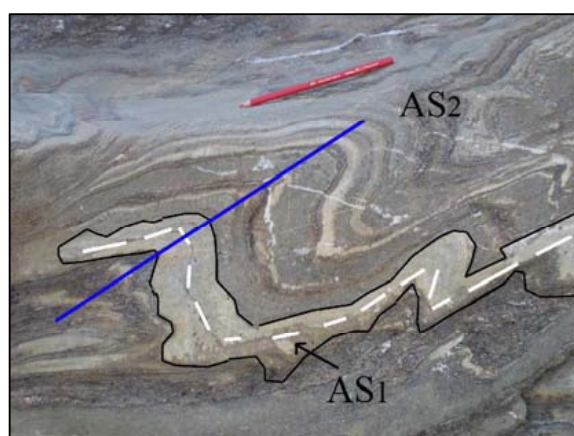
شکل ۱۵- ت) الگوی تداخلی نوع سوم (HookType)



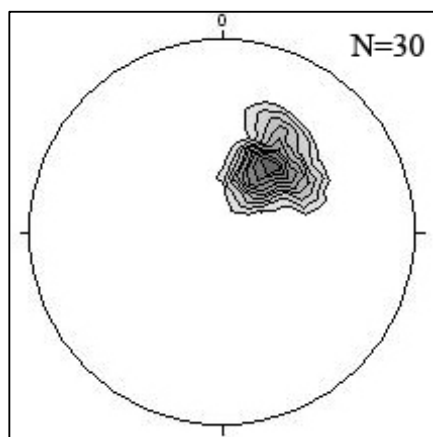
شکل ۱۵ - پ) الگوی SonS



شکل ۱۶- ب) توزیع محورها (x) و قطب سطوح محوری F_2 (■) در الگوی تداخلی حوضه خاوری



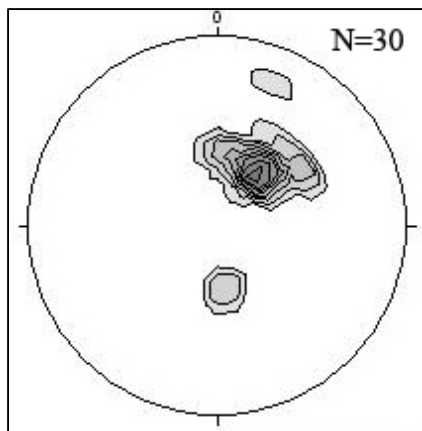
شکل ۱۶ - الف) موقعیت AS_2 نسبت به AS_1



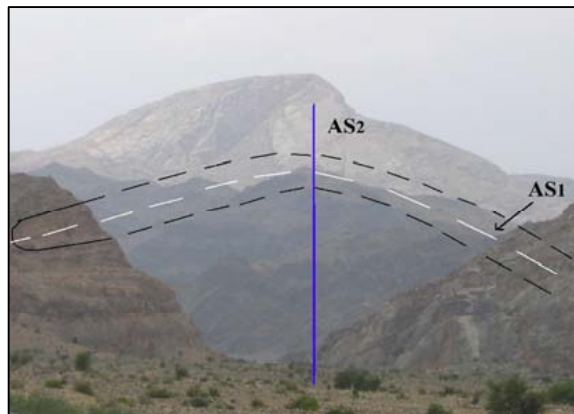
شکل ۱۷ - ب) شبکه استریوگرافیک قطبهای لایه بندی چین خوابیده جنوب باختری رخدادهای طلای زرتشت



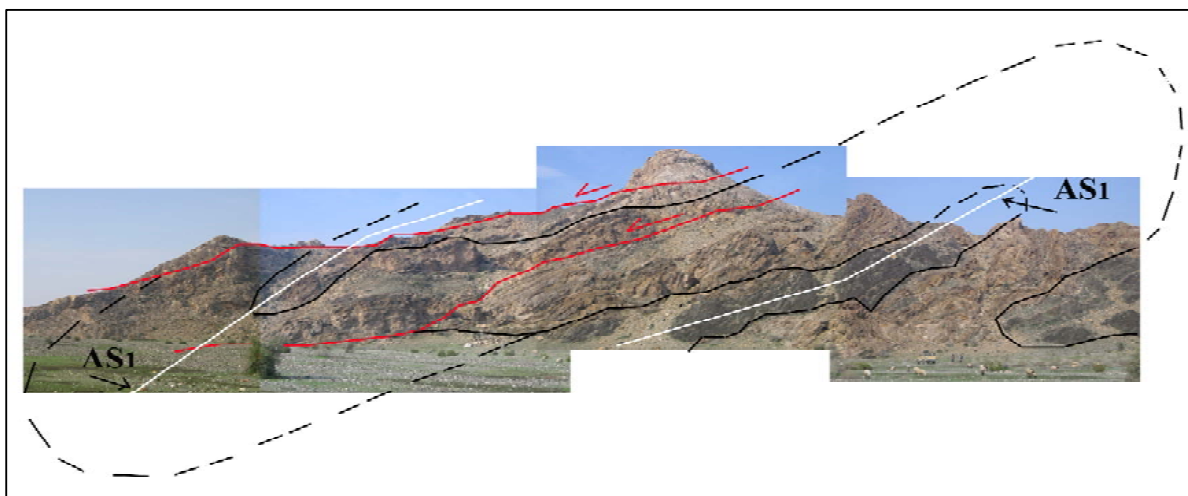
شکل ۱۷ - الف) حضور نسل اول در حوضه مرکزی به صورت چین خوابیده و چینهای فرعی این نسل با حضور چین Z شکل در یال عادی



شکل ۱۸ - ب) شبکه استریوگرافیک قطبهای لایه بندی تاقدیس زرترشت



شکل ۱۸- الف) نمایی از چین خوردگی نسل دوم در حوضه مرکزی (دید به سمت باختر)



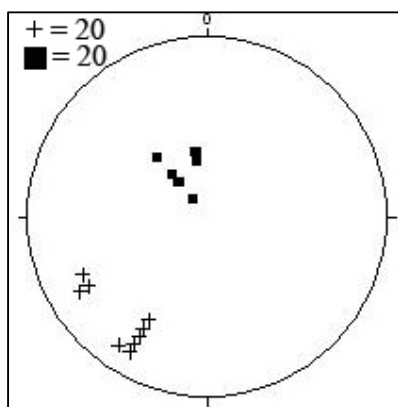
شکل ۱۹- نمایی از رخنمون الگوی تداخلی در واحد Pzc در حوضه مرکزی (دید به سمت باختر)



شکل ۲۰- ب) الگوی تداخلی MonS



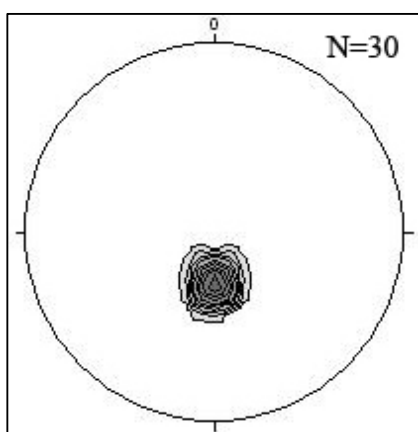
شکل ۲۰- الف) الگوی تداخلی ZonS



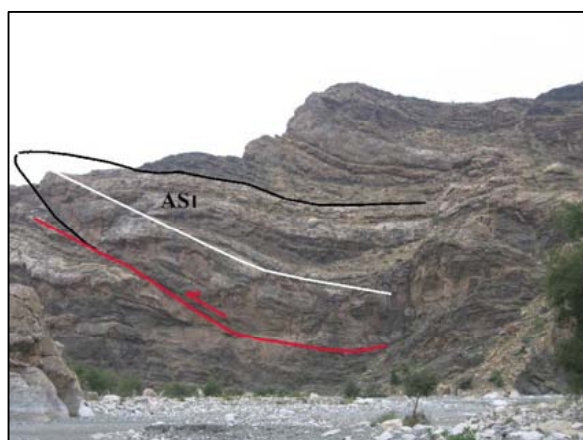
شکل ۲۰- ت) توزیع محور چینها (+) و قطب سطوح محوری F_2 (■) در رخنمون الگوی تداخلی در حوضه مرکزی



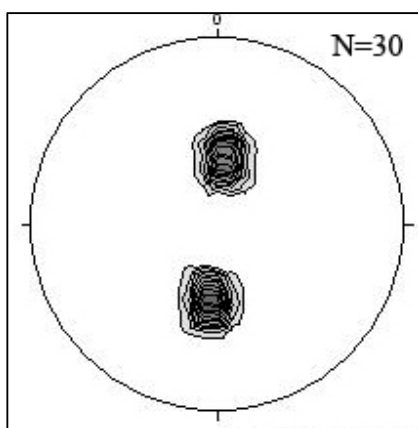
شکل ۲۰- پ) الگوی تداخلی SonS



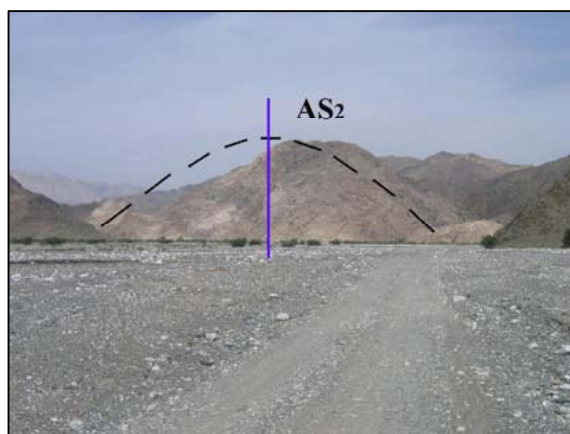
شکل ۲۱- ب) شبکه استریوگرافیک چین خوابیده در حوضه باختری



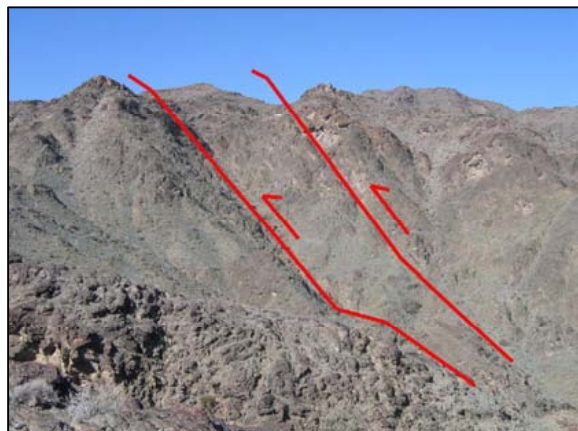
شکل ۲۱- الف) نمایی از چین نسل اول در حوضه باختری (دید به سمت باختر)



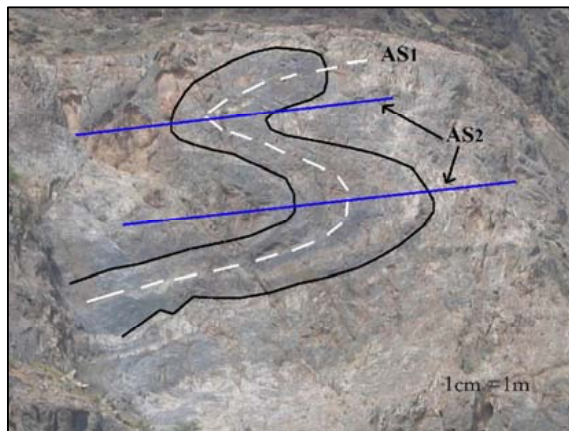
شکل ۲۲- ب) شبکه استریوگرافیک قطبهای لایه بندی تاق‌دیس زهمکان در حوضه باختری



شکل ۲۲- الف) نمایی از چین نسل دوم در حوضه باختری (دید به سمت باختر)



شکل ۲۴- نمایی از راندگی T1 درون واحد Pzmv



شکل ۲۳- نمایی از الگوی تداخلی در حوضه باختری چین خوردن سطح محوری نسل اول (AS_1) و موقعیت AS_2 نشان داده شده است (دید به سمت باختر)



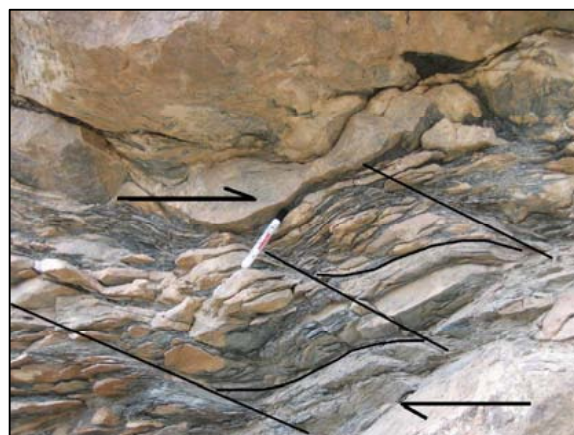
شکل ۲۵ - (ب) چینهای کششی ایجاد شده در پهنه برشی راندگی T2



شکل ۲۵ - (الف) نمایی از راندگی T2 در انتهای باختری (دید به سمت خاور)



شکل ۲۵ - (ت) برگوارگی ترانهشی حاصل از دگرشکلی لایه بندی اولیه و تشکیل چینهای سنجاقی. جابه جایی قطعات مرمری مؤلفه راندگی را نشان می دهد.



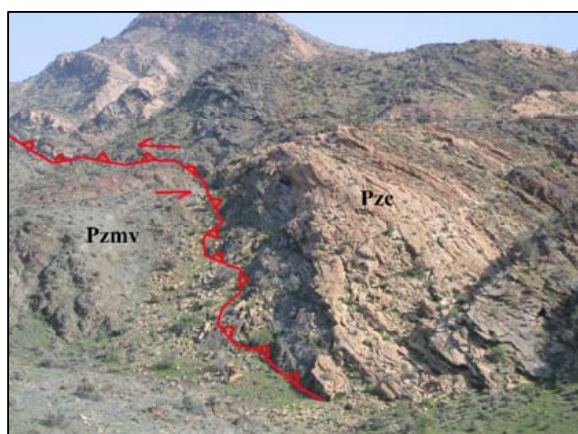
شکل ۲۵ - (پ) ساختار S-C که سوی برش را نشان می دهد (دید به سمت شمال)



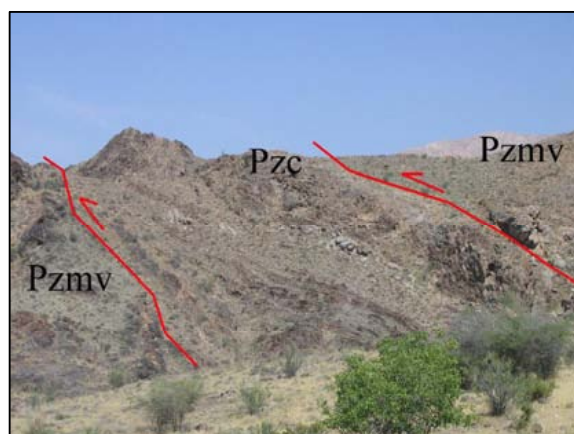
شکل ۲۶- ب) ساختار S-C در پهنه برشی راندگی که برش راستگرد را نشان می دهد (دید به سمت شمال)



شکل ۲۶- الف) نمایی از بخشهای بالاآمده واحد Pzc در راندگی T1 (دید به سمت شمال باختر).



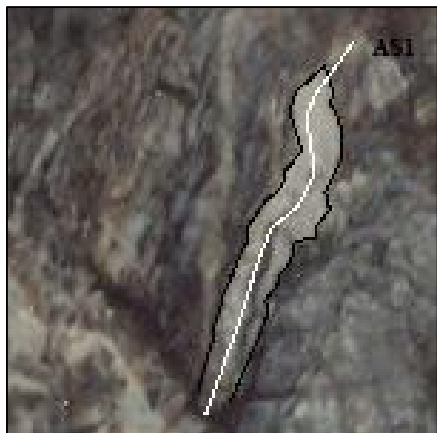
شکل ۲۷- نمایی از قرارگیری واحد Pzc بر روی واحد Pzm (جنوب رخداد طلای زرتشت، دید به سمت خاور)



شکل ۲۶- ج) نمایی از رانده شدن تکه هایی از واحد Pzc بر روی واحد Pzm (دید به سمت باختر)



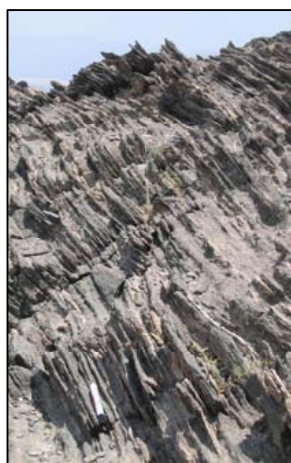
شکل ۲۸ - نمایی از راندگی T1 در واحد Pzm



شکل ۲۹ - ب) نمایی نزدیک تر و حضور یک چین خوابیده در مقیاس مزوسکوپی در پهنه برشی راندگی



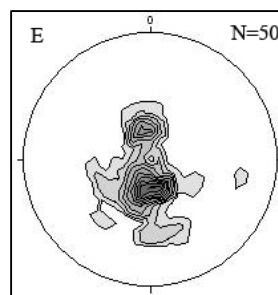
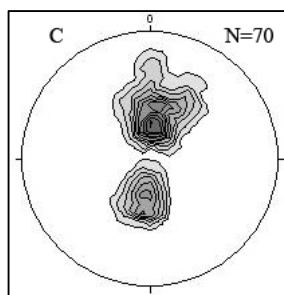
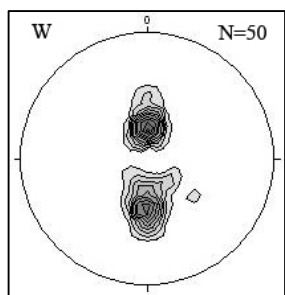
شکل ۲۹ - الف) نمایی از راندگی در حوضه باختری. تأثیر نسل دوم چین خوردگی باعث چین خوردن راندگی شده است.



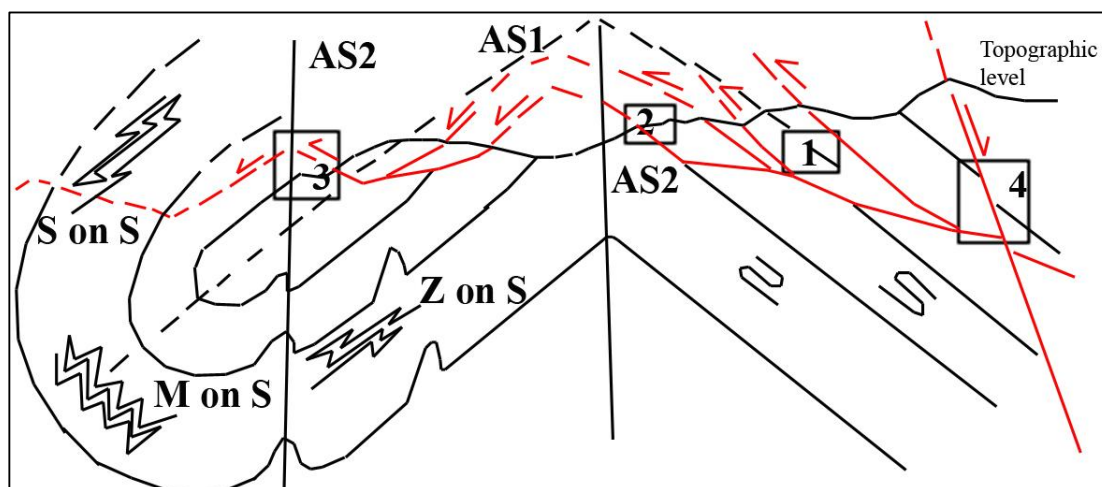
شکل ۳۱ - نمایی از برگوارگی در بخش کالک شیستی کمپلکس سرگز



شکل ۳۰ - نمایی از مخروط افکنه جوان در پای کوه پاشید که به صورت یک برجستگی دیده می شود.



شکل ۳۲ - شبکه استریوگرافیک توزیع قطب سطوح برگوارگی در حوضه های خاوری (E)، مرکزی (C) و باختری (W)



شکل ۳۳- توالی دگرشکلی پیشرونده در منطقه فاریاب. ۱-چین خوردگی نسل اول به صورت چینهای خوابیده ۲- توسعه راندگی در تداوم چین خوردگی نسل اول ۳- نسل دوم و تاثیر آن به صورت چین خوردن دوباره سطح محوری نسل اول و راندگیها ۴- گسلش عادی

کتابنگاری

سبزه‌بی، م.، ۱۳۷۳ - گزارش مقدماتی درباره کانی سازی طلای زرتشت، جنوب باختر سبزواران. شرکت توسعه علوم زمین، ۳۹ صفحه.

References

- Ando, C. J., Cook, F. A., Oliver, J. E., Brown, L. D., Kaufman, S., 1983- Crustal geometry of the Appalachian orogen from seismic reflection studies. In: Hatcher, R. D., Jr., Williams, H., In (eds) Contribution to the Tectonics and Geophysics of Mountain chains, Geological society of America Memoir 158, 83-102.
- Brunel, M., Kienast, J. R., 1986- Etude petro-structurale des chevauchements ductiles himalayens sur la transversale de l'Everest_Makalu (Nepal) oriental. Canadian journal of earth Sciences, 23, 1117-1137.
- Butler, R. W. H., Coward, M. P., 1984 - Geological constraints, structural evolution and deep geology of the northwest Scottish Caledonides. Tectonics, 3, 347-365.
- Hatcher, R. D., Jr., 1995- Structural Geology. Printice Hall, New Jersey, 528p.
- Hatcher, R. D., Jr., 1989- Tectonic synthesis of the US Appalachians. Geological society of America, The Geology of North America. F-2, 511-535.
- Hatcher, R. D., Jr., Hooper, R. J., 1992- Evolution of crystalline thrust sheets in the internal parts of mountain chains. In (eds) Thrust Tectonics. Chapman, Hall, 447p.
- Hubber, H., 1955- Geological report on the Esfandagheh area. N.I.O.C. Geol. Rept. No, 124, 49p.
- Hushmandzadeh, A., Berberian, M., 1972- The geological observation in Khabr-Dehsard area. Geol. surv. Iran. Internal report.
- Mohajjel, M., 1997- Structure and tectonic evolution of Paleozoic - Mesozoic rocks, Sanandaj-Sirjan Zone, Western Iran. Ph.D thesis, University of Wollongong, Wollongong, Australia (unpublished).
- Ramsay, J. G., 1967- Folding and Fracturing of Rocks. McGrawHill, New York, 568p.
- Ramsay, J. G., Huber, M. I., 1987- The Techniques of Modern Structural Geology. Volume 2 Folds and Fractures. Academic Press, London, 700p.
- Sabzehi, M., 1974- Les melanges ophiolitiques de la region d' Esfandagheh, Interpretation dans le cadre iranien. These, Universite de Grenoble, 205P.
- Sabzehi, M., Berberian, M., 1972- Preliminary note on the structural and metamorphic history of the area between Dolatabad and Esfandagheh, southern central Iran. Geol. Surv. Iran. Internal report.