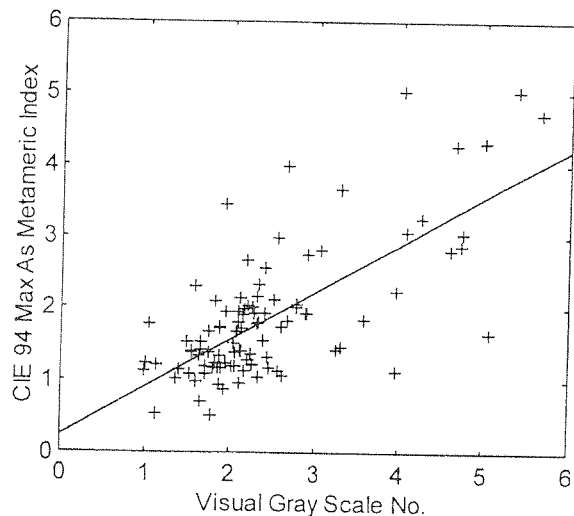


شکل (۵) مقایسه نتایج MI6 در برابر مشاهدات بصری به همراه خط عبور کننده از داده ها.



شکل (۴) مقایسه نتایج CIE94 در برابر مشاهدات بصری به همراه بهترین خط عبور کننده از داده ها.

## مراجع

- [1] G. Wyszecki, "Evaluation of Metameric Color", J. Opt. Soc. Am, 48, 1958.
- [2] F. W. Billmeyer and M. Soitzman, "Principles of Color Technology", 2 ed. John Wiley, New York, 1981.
- [3] B. Judd and G. Wyszecki, "Color in Business, Science and Industry." 2 ed. Wiley New York, 1967.
- [4] S. Moradian and B. Rigg, "The Quantification of Metamerism", J. S. D. C., 103, 1987, 209.
- [5] I. Nimeroff and J. A. Yurow, "Degree of Metamerism", J. Opt. Soc. Am. ,55, 1965, 185-190.
- [6] W. G. Kuo and M. R. Luo, "Methods for Quantifying Metamerism, Path I-Visual Assessment". J. S. D. C., Vol. 112, Nov 1996, 312.
- [7] Tracey Badcock, "Accuracy of Metameric Indices in relation to Visual Assessment", J. D. S. C., Vol. 108, 31, 1992.
- [8] Saeed Parvaneh, "Metameric correction With Matrix R", Ms. Thesis, Amirkabir Univ., 1998.
- [9] S. Moradian and F. Toloee, "The Degree of Metamerism", First Middle East Conference organized By. P. R. A, Dubai, UAE, 1994.
- [10] A. Brockes, "The Comparison of Calculated metameric indices with visual observation", Die Farbe 19, 135, 1970.
- [11] F. Billmeyer, H. K. Hammond, "ASTM Standards on Color Difference Measurements", Color Res. And Appl., Vol. 15 No. 4, Aug 1990, 206.
- [12] W. G. Kuo and M. R. Luo, "Methods for Quantifying Metamerism, Part II-Instrumental Methods", J. S. D. C., Vol. 112, Nov 1996, 312.
- [13] S. Moradian, M. Pailthrdpe, "Metamerism and related topics", Australusion textiles, 1986.
- [14] S. Moradian, E Coates and B. Rigg, "Color 77", AIC, Bristol: Adam Hilger, 1978.
- [15] S. Moradian, "Metameric equations for Computer Color Match Prediction", Amirkabir Journal of Technology, 1986.
- [16] M. Daghighi-Rouhi, Ms. Thesis, Amirkabir Univ., 1986.
- [17] M. Amani, "Modification of Metameric Indices by Parameric Decomposition in relation to Visual Assessment", Ph. D. thesis, Amirkabir Uni, 2000.
- [18] F.J.J. Clarke. R. McDonald and B. Rigg, "Modification to the JPC79 color-difference formula", 100, 128, 1984.
- [19] MacDonald, "Color Difference Formula developed by J&R Coats LTD.", J. P. C., 1984, 180-181.
- [20] D.B. Judd, "Specification of Uniform Color Tolerances", Am. J. Psychol, Vol. 52, 1939.
- [21] S. Oglesby, "The Effectiveness of CIE 94 Compare with the CMC equation", J.S.D.C., 111, 1995, 380.

- [22] D.Heggie and R.H. Wardman and M.R. Luo, "Using the CIM 94, CMC (l:c), and BFD (l:c) formula", J.S.D.C., 112, 1996, 264.
- [23] CIE. "A Uniform Color Space utilizing an Adams - Nickerson cube root formula", CIELABL\*a\*b\* Color Space, 1976.
- [24] Richard S. Hunter and R. W. Harold, "The Measurement of apperance", 2 ed, John Wiely Pub, 1987.
- [25] T. Bridgeman and N.E.Hudson, "Colour 69", GoHingen, 1969, P745.
- [26] J.B. Cohen and W.E. Hudson, "Colour Mixture and Fundamental Metamers", Am. J. Psychol, 98, 1985.
- [27] J.B. Cohen, "Colour and Color Mixture Scalar and Vector Fundamentals", Color Res. And Appl., Vol. 13 No. 1, 1988.
- [28] J.B. Cohen and W.E. Kappauf, "Metameric color stimuli, fundamnetal metamers, and Wyszecki.s metameric blcks", Am. J. Psychol. 95,537-564,1982.
- [29] Hugh S. Fairman, "Metameric Correction Using Parameric Decomposition", Color Res. And Appl., Vol 12 No. 5, 1987.
- [30] A.K.Roy Choudhury, S.M. Chatterjee, "Evaluation of the Performanec of Meta,meric Indices," Color Res. And Appl., Vol. 21 No. 1, 1996.
- [31] W.G. Kuo and M.R. Luo, "Methods for Quantifying Metamerism, Path II-Instrumental Methods", J.S.D.C., Vol. 112, Dec 1996, 354-360.
- [32] ASTM, "Standard Test Method for Evaluation of Visual Color Difference With Gray Scale", D 2616.
- [33] CIE. "International Commission on Illumination", Proceedings of the eight sessipon, Cambridge, England, 1931.
- [34] Isshinkai Foundation, "Ishihara's tests for color-Blindness", Kanehara & Co. LTD., Japan, 1993.
- [35] R.H. Myere, RE. Walpole, "Probability and Statistics for Engineers and Scientist", 2 Ed.Macmilllan Pub. 1978.
- [36] M.R.Luo and B Rigg, "Study of Statistical Performance factor", J.S.D.C., Col.103, 1987,86.
- [37] E.Coates, K. Fong and B. Rigg, J.S.D.C., 97, 1981, 79.
- [38] W. Schultz, "Color Metric", Soesterberg, Netherlands: AIC, 1972,254.

# تحلیل ساختاری سنگ های دگرگونه منطقه موته (خاور گلپایگان) و ارتباط آن با کانی سازی طلا

حسین حسنی

استادیار

دانشکده مهندسی معدن، متالورژی و نفت،

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

محمد محجل

استادیار

دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس تهران

محمد صدیق

دانشجوی کارشناسی ارشد

دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس تهران

## چکیده

منطقه مونه که در ۲۷۰ کیلومتری جنوب تهران واقع شده است از دیدگاه پهنه بندی زمین ساختی در پهنه سندج - سیرجان واقع شده است. سنگ های موجود در این منطقه شامل مجموعه رسوبی - آذرین دگرگون شده و نوده های گرانیتوئیدی است. بررسی های ساختاری در این منطقه تأثیر یک فرایند دگرشکلی پیشرونده در سه مرحله دگرریختی را نشان می دهد. هدف مقاله شناخت و تفکیک مراحل تغییر شکل سنگ های منطقه در ارتباط با جایگزینی کانه های طلا دار با استفاده از تحلیل پارامترهای ساختاری و مقاطع میکروسکوپی است.

طی اولین مرحله دگر ریختی یک لایه بندی ترکیبی از جدایش نوارهای غنی از کانی های روشن (کوارتز و فلدسپار) و کانی های تیره میکابی در متابلیت ها و کانی های آمفیبول در متابازیت ایجاد شده است. دومین مرحله مهمترین حادثه دگر ریختی بود که چین های با روند شمالغرب - جنوب شرق دارای دامنه بلند و طول کوتاه و زاویه بین یالی کمتر از  $30^\circ$  با گرایش (vergence) به سوی جنوب غرب مشخص می گردند (چین های بسته تا موازی). بر گوارگی سطح محوری این چین ها به خوبی در سنگ های مختلف گسترش یافته است. این بر گواره در پهنه های برشی به صورت بر گواره میلوئیتی به همراه خطواره کششی هم راستا با امتداد آن و میل کم به دو سوی شمال غرب یا جنوب شرق مشاهده می گردد. دگر شکلی سوم با چین دادن ساختارهای پیش از خود چین های باز در مقیاس نقشه ایجاد کرده است که بر گوارگی سطح محوری همراه آن بوجود نیامده است. گسل های این منطقه نقش مهمی در شکل دادن ریخت شناسی کنونی منطقه ایفا کرده اند. دو گسل شمالی و جنوبی محدود کننده سنگ های دگرگون منطقه معدن مونه با راستای شمال شرق - جنوب غرب یا سازو کار معکوس و شیب زیاد به سوی شمال غرب عمده ترین گسل ها بوده و گسل های راستا لغز در دو راستای شمال غرب - جنوب شرق و شمال شرق - جنوب غرب به همراه گسل های عادی با راستای شمال - شمال غرب از دیگر ساختارهای ترد در منطقه می باشند. همسویی بر وزدهای گرانیتوئیدها با این گسل ها نقش آنها را در شکل گیری گسل ها نشان می دهد. نفوذ این گرانیتوئیدها به همراه گسلش نقش مهمی در خالص سازی و پر عیار کردن سولفورهای طلا دار موجود در سنگ ها داشته است.

## کلمات کلیدی

دگر شکلی - پهنه های برشی - کانی زایی طلا - گسل های عادی - زمین ساخت کششی

## Structural Analysis of Metamorphosed Rocks in Mouteh Area (East of Golpayegan) and its Gold Mineralization

H.Hassani

Assistant Professor

Faculty of Mining, Metallurgical

and Petroleum Engineering,

Amirkabir University of Technology

M.Mohajjel

Assistant Professor

Department of Earth Sciences,

University of Tarbiat Moddarres

M.Seddigh

M. Sc Student

Department of Earth Sciences,

University of Tarbiat Moddarres

## Abstract

The Mouteh area is located 270-km southwest of Tehran. It is a part of Sanandaj-sirjan Zone and contains metamorphosed igneous-sedimentary complex (predominantly composed of mica-schist, mylonitic felsic metaigneous rocks), granitoids and sedimentary assemblage. A progressive deformation affected on these lithologic assemblage. This process contains three deformation stages including: D1, D2 and D3. Result of the first deformation stage (D1) is production of a compositional layering in different parts of this area containing alteration of layers rich in felsic (quartz and feldspar) and mafic (biotite and amphibole) minerals. Structural event that produced this compositional layering (S1) has been overprinted by following stages. The second stage of deformation that is the most important event of deformation in the Mouteh and adjacent areas developed a penetrative mylonitic foliation (S2 = Sm) and stretching / mineral lineation (Lm). Folds that are related to this stage, have high amplitude and low wavelength and their inter-limb angle is less than 30 (tight to isoclinal). Many of these folds have attenuated limbs and thickened hinge representing 1c, 2class fold. Linear elements of this stage (fold axes and stretching lineation) have shallowly plunging in different parts of the area. Trend of these elements is NW and SW. The third stage of deformation that is the youngest event of deformation produced open folds that has changed position of the second structural elements. Development of dextral en-echelon fault system with sinistral-reverse sense of movement is the main character of this stage. Several joint systems are related to this event. The most activity of magmatism occurred during this stage. The mouteh granitoid appears to intruded after D1 & D2 deformations along "transtension shear zones". This deformation was accompanied by remobilization of quartz pyrite and chalcopyrite (hosting gold) from granitoid intrusion.

## Keywords

Deofrmation, Shear zones, Gold mineralization, Transtension Tectonics

## مقدمه

منطقه دارد، سنگ شناسی متنوعی از میکاشیست، کالک شیست با منشاء رسوبی و سنگ های آتشفشانی اسیدی و بازی دگرگون با منشاء آذرین را شامل می شود. حضور کانی های کوارتز، فلدسپار، بیوتیت، موسکویت و کلریت در سنگ های با منشاء آذرین از سوی دیگر نشان می دهد که بیشتر سنگ های این مجموعه در رخساره شیست سبز دگرگون شده اند. بالاترین کانی دگرگونی در مجموعه با منشاء آذرین حضور هورنبلند سبز در آن می باشد که درجه پایین در حد رخساره اپیدوت آمفیبولیت را نشان می دهد (شریفی ۱۳۷۶).

مجموعه آذرین دگرگون که بیشترین برونزد را در منطقه موته دارد، دارای پیریت و سولفورهای دیگر است که اکسید شدن آنها رنگ آمیزی متنوعی را در این مجموعه ایجاد کرده است. این سنگ ها اغلب حاوی بلورهای کوارتز، فلدسپات پتاسیم، پلاژیوکلاز، کلریت و سریسیت می باشند که کاملاً بافت جهت یافته به همراه سولفورهای موجود در آن مشاهده می شوند.

آمفیبولیت ها در این مجموعه رخنمون های پراکنده ای در

منطقه موته از دیر باز به دلیل داشتن کانه طلا مورد توجه زمین شناسان و معدن کاران بوده است (تیله و همکاران ۱۹۶۸، فرهنگ ۱۳۶۸، خوئی ۱۳۵۹ و ۱۳۶۶، سهندی و حاج ملا علی ۱۳۶۰) و بیشتر پژوهشگران در ارتباط با نحوه تشکیل طلا و سنگ های در برگیرنده مطالعاتی داشته اند. سنگ های دگرگونی دارای سولفورهای طلا دار، توده های گرانتیوئیدی فراوان و پدیده دگرسانی هر کدام در تشکیل و تجمع طلا در منطقه نقش داشته اند ولی ارتباط پهنه های پر عیار طلا با ساختار مورد مطالعه قرار نگرفته بود. در این مطالعه تحلیل دگر ریختی های موجود در سنگ ها، رابطه مابین آنها و نقش ساختار در تجمع مواد معدنی (عمدتاً کانه های طلا دار) مورد مطالعه قرار گرفته است.

## ۱- سنگ چینه نگاری

مجموعه های سنگی منطقه موته را می توان به چهار واحد سنگی شامل مجموعه آذرین - رسوبی دگرگون، واحد اسلیتی، دولومیت و سنگ های نفوذی اسیدی تا متوسط تقسیم کرد. مجموعه آذرین - رسوبی دگرگون که بیشترین رخنمون را در

قسمت غربی منطقه دارند که شامل آمفیبول (۵۰٪) پلاژیوکلاز (۳۰٪) و کوارتز (حدود ۱۰٪) می‌باشند این ترکیب در همه نمونه‌ها ثابت است. نهشته‌های رسوبی دگرگون شامل کالک شایست‌های چرت دار و شایست‌ها می‌باشند که از نوع پلیتی تا کوارتز - فلدسپاتی در تغییر هستند و پاراژنز کانی‌های آن در زون‌های کلریت، بیوتیت و بیوتیت گارنت دار با کانی‌های مشترک کوارتز، آلبیت، مسکویت می‌باشند.

اسلیت‌های سبز خاکستری قسمت دیگری از سنگ‌های موجود در منطقه می‌باشند که بیشتر با نام سازند کهر معرفی شده است (تیل و همکاران ۱۹۶۸، سهندی و حاج ملا علی ۱۳۶۰). این رسوبات با ضخامت ظاهری ۸۰۰ متر در قسمت‌های میانی حاوی سیلت و ماسه سنگ دانه ریز است، سنگ‌های آتشفشانی باریک تا متوسط در بخش‌های مختلف (بیشتر در قسمت‌های فوقانی) در این توالی وجود دارد. دولومیت‌های چرت دار بر روی اسلیت‌های سبز و بصورت گسله در کنار سنگ‌های آذرین - رسوبی دگرگون در قسمت‌های مختلف منطقه (شمال گرانیته - کوه بید و کوه یوخولو) قرار گرفته‌اند. قسمتی از این دولومیت‌ها که در کوه تخت در قسمت شمال شرق منطقه قرار می‌گیرد، پیشتر با نام سازند سلطانیه معرفی شده و بقیه آنها که رابطه گسسته با سنگ‌های آذرین - رسوبی دگرگون دارند، با سن پرمین معرفی شده‌اند.

گرانیتوئیدها بخش دیگری از مجموعه سنگ‌های موجود در منطقه موته را شامل می‌شوند (نقشه شماره ۱). این توده‌ها در ابعاد مختلفی رخنمون دارند که بزرگترین آنها حدود ۹ کیلومتر مربع وسعت دارد. این گرانیتوئیدها دارای کانی‌های تیره کم می‌باشند. و ترکیبشان آلکالی گرانیته تا مونزو گرانیته است که بعضاً توده‌های تونالیتی نیز به‌همراه آنها مشاهده شده است. آنچه که در بررسی صحرایی توده‌های گرانیتی مشاهده می‌شود، شکل پروژند آنها است که بعضی در جهت شمال - شمال غرب و بعضی در جهت شمال شرق - جنوب غرب امتداد یافته‌اند و بیشتر کناره‌های آنها با گسل‌هایی با هم‌مین روند محدود می‌گردد (نقشه شماره ۱). درزه شدگی شدید این توده‌ها در جهات مختلف از دیگر خصوصیات ظاهری آنها می‌باشد.

## ۲- ساختار

آنچه که از بررسی‌های ساختاری این منطقه حاصل شده است، رویداد سه مرحله دگرریختی است که از میان آنها دگر ریختی دوم قویترین تغییر شکل را در سنگ‌ها ایجاد کرده و با این مرحله برگوارگی میلونیتی و خطواره کششی نافذ در

زون‌های برشی منطقه ایجاد شده است. تفکیک مراحل دگر ریختی با توجه به روابط ساختاری موجود در منطقه مثل لایه بندی ترکیبی، با تناوب لایه‌های غنی از کانی‌های تیره (میکا در متاپلیت‌ها و آمفیبول در متابازیت‌ها) و لایه‌های غنی از کانی‌های روشن (فلدسپار و کوارتز) به عنوان برگوارگی نسل اول مورد شناسایی قرار گرفته است (تصویر ۱). این لایه بندی ترکیبی احتمالاً در اثر دگرگونی در حد رخساره شایست سبز - آمفیبولیت به همراه دگر شکلی ایجاد شده است. ماهیت چین‌های نسل اول که لایه بندی رسوبی اولیه را چین داده به دلیل تأثیر دگر شکل‌های بعدی مشخص نیست. ولی برگوارگی نسل اول که توصیف آن گذشت قدیمی‌ترین بافت در سنگ‌های منطقه است.

دومین مرحله دگر شکلی که مهمترین و پر نفوذترین مرحله است از چین دادن لایه بندی ترکیبی بوجود آمده‌اند. این چین‌ها در مقیاس‌های کوچک و متوسط، بسته تا موازی با زاویه بین یالی کمتر از  $30^\circ$ ، با لولای زاویه دار تا نیمه زاویه دار هستند. طول دامنه نسبت به طول موج در این چین‌ها زیادتر است. شیب سطح محوری متوسط تا زیاد ( $80^\circ - 50^\circ$ ) به سمت شمال شرق و گاهی جنوب غرب که اندازه گیری‌های انجام گرفته امتداد آنها را در محدوده  $310^\circ - 290^\circ$  نشان می‌دهد. محور این چین‌ها میل ملایم ( $30^\circ - 15^\circ$ ) به سوی شمال غرب دارند (شکل ۱). به همراه این چین‌ها برگوارگی موازی سطح محوری گسترش یافته که در زون‌های برشی هم‌زمان با این دگر شکلی برگوارگی میلونیتی و خطواره کششی ایجاد شده است.

در شایست‌ها به دلیل دگرریختی جریان‌ی رده ۲ و ۳ (تقسیم بندی رمزی ۱۹۸۷) را به خود گرفته‌اند. در آمفیبولیت‌های ۲ کیلومتری جنوب معدن قرم قرم لایه بندی ترکیبی به زیبایی چین خورده‌اند. در این چین‌ها لولای زاویه دار بوده و نوارهای غنی از فلدسپار در یال‌ها نازک شده و در منطقه لولای جمع شدگی را نشان می‌دهند. برگوارگی موازی سطح محوری در سنگ‌های آذرین دگرگون شده از کنگره شدن و قطع شدن یال‌های ریز چین‌ها ساخته شده است. در کالک شایست‌ها چین‌های مرحله دوم شبیه چین‌های موجود در شایست‌ها بوده ولی لولایی گرد تا نیمه گرد دارند. در اسلیت‌ها برگوارگی غالب مرحله دوم با راستای  $50^\circ - 40^\circ$  و شیب متوسط به سوی شمال غرب مشاهده می‌شود. تشخیص چین‌های نسل دوم در این مجموعه به دلیل ریزدانه بودن آنها مشکل می‌باشد ولی با تلاش زیاد چین‌ها در آن شناسایی شد که آشکار شد هندسه آنها دقیقاً شبیه چین‌های موجود در شایست‌ها می‌باشد. این چین‌ها یال‌های دراز و لولای زاویه دار دارند که در آنها یال جنوبی برگشته است.

دگر ریختی مرحله سوم جوانترین دگر ریختی است که عملکرد آنرا به صورت چین خوردگی در مقیاس نقشه مشاهده می‌نمائیم. سطح محوری این چین‌ها روند شمال شرق - جنوب غرب داشته و سطح محوری و محور چین‌های مرحله دوم را چین داده‌اند. محور چین‌های نسل سوم با میل کم به سوی  $N 225$  می‌باشد. این چین‌ها باز و نسبت ارتفاع به طول موج آنها کم می‌باشد. در قسمت شمال شرق منطقه در دره چاه موشی این چین‌ها را بهتر می‌توان دنبال کرد، به طوریکه در  $400$  متری جنوب این دره برگواره مرحله دوم شیبی  $40^\circ$  به سوی  $160^\circ - N 150$  دارد و سطح محوری با امتداد  $40^\circ - 55^\circ N$  دارای شیب متوسط تا زیاد ( $80^\circ - 50^\circ$ ) به سوی غرب می‌باشند. این چین‌ها فاقد برگواره سطح محوری بوده و به خوبی در دولومیت‌های کوه تخت دیده می‌شوند.

### ۱-۳- پهنه برشی چاه باغ

این پهنه برشی به طول حدود ۳ کیلومتر و عرض ۲ کیلومتر در بخش جنوب غربی منطقه مورد مطالعه واقع شده و از دره چاه باغ شروع و تا جنوب غرب گرانیت چشمه دستار امتداد می‌یابد (نقشه شماره ۱). این پهنه برشی با راستای  $290^\circ - 280^\circ N$  بر روی عکس‌های هوایی و تصویر ماهواره‌ای کاملاً پیداست. گاهی شدت دگر شکلی در این زون به حدی است که کانی‌های تیره و روشن از همدیگر جدا شده و حالت نواری (Banded gneiss) یافته‌اند. در این پهنه برشی کلیه سنگ‌های موجود از جمله گرانیت، شایست و آمفیبولیت تحت تأثیر دگر ریختی برشی قرار گرفته و برگواره میلیونیتی بسیار نافذ و خطوط کشتی گسترش یافته است. تبلور دینامیکی باعث ریز شدن بلورهای موجود در گرانیت‌های این زون برشی شده است. روند برگواره میلیونیتی همان روند برگواره مرحله دوم دگر شکلی منطقه است که راستای  $305^\circ - 295^\circ N$  را مشخص می‌سازد و شیب زیادی ( $80^\circ - 60^\circ$ ) بسوی شمال شرق دارند و گاهی بصورت قائم شیب خیلی زیاد بسوی جنوب غرب دارند (تصویر ۲ و شکل ۲). برگواره میلیونیتی از جهت یافتگی ترجیحی کانی‌های روشن از قبیل کوارتز و آلکالی فلدسپار ایجاد شده‌اند که دارای میل کم ( $30^\circ - 15^\circ$ ) متغیر به دو سوی شمال غرب یا جنوب شرق هستند. همچنین در این گرانیت‌ها چین‌های جناغی همچون چین‌های موجود در بقیه سنگ‌ها مشاهده می‌شوند که سطح محوری آنها موازی با برگواره میلیونیتی و محورشان موازی خطوط کشتی است (تصویر ۳، شکل ۳ و ۴).

### ۲-۳- گسل‌ها

گسل‌های منطقه را می‌توان از روی ساز و کار آنها به

چند دسته تقسیم بندی کرد:

### ۱-۲-۳- گسل‌های معکوس

این گسل‌ها مهمترین نقش را در تکوین ساختمانی و شکل‌گیری برونزدها داشته‌اند. گسل شمالی که جداکننده مجموعه‌های دگرگون در سوی جنوبی و دولومیت‌ها و نهشته‌های ائوسن در سوی دیگر می‌باشد،  $8/5$  کیلومتر درازا دارد. راستا آن در منطقه مورد مطالعه  $45^\circ N$  می‌باشد که از دو سوی شمال شرق و جنوب غرب در مناطق مجاور امتداد می‌یابد. شیب گسل بین  $50^\circ$  الی  $80^\circ$  متغیر است که جهت آن به سوی شمال غرب است. وجود حداقل دو نوع خط خش در سطح گسل نشان می‌دهد که تاریخچه پیچیده‌ای داشته است. یکی از آنها وضعیت  $48^\circ$  را نشان می‌دهد که براساس آن حرکت شیب لغز بوده است. دیگری همسو با راستای سطح گسل جابجایی راستا لغز را بازگو می‌کند. دولومیت‌های گسلیده در کوه پلنگی و کوه یوخلو که تقریباً پای آنها با گسل بریده شده و به صورت کلاه بر روی مجموعه رسوبی - آذرین دگرگون در قسمت جنوب و جنوب غربی منطقه قرار گرفته‌اند، سنگ‌هایی می‌باشند که از شمال منطقه توسط گسل‌های راندگی جابجا شده‌اند. برداشت دقیق از زون برشی این گسل‌ها صورت نگرفته است ولی ریخت صحرایی آنها موضوع را تأیید می‌نماید وجود گسل‌ها در این دولومیتی‌های حمل شده یادآور گسل‌های وزنه‌ای است که در مجموعه‌ای رانده شده دیده می‌شوند (تصویر ۵ و شکل ۵).

### ۲-۲-۳- گسل‌های مورب لغز

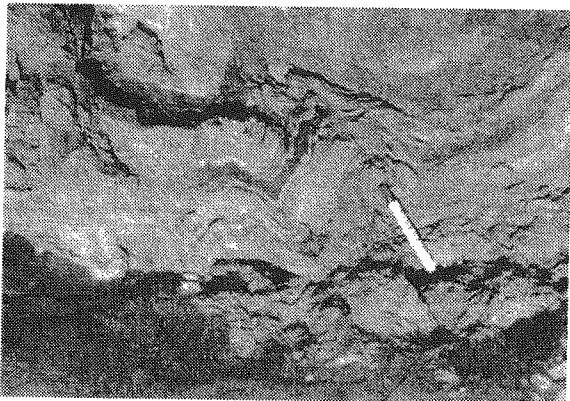
راستای این گسل‌ها شمال غرب جنوب شرق بوده و اکثراً ساز و کار راستا لغز راستبر را نشان می‌دهند. این گسل‌ها در طرفین توده‌های گرانیتی مثل سوی شمال غربی گرانیت قرم قرم، سوی جنوبی گرانیت چشمه دستار و سوی شمال غربی گرانیت بزرگ دیده می‌شوند. ارتباط شکل ظاهری گرانیت‌ها و کشیده شدن آنها در سوی شمال غرب - جنوب شرق و یا شمال شرق و جنوب غرب با فعالیت این گسل‌ها به خوبی مشاهده می‌شود.

### ۳-۲-۳- گسل‌های عادی

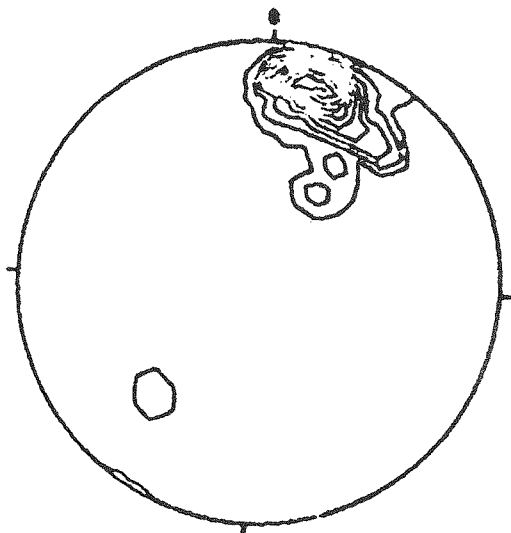
این گسل‌ها راستای شمال - شمال غرب داشته و ساز و کار نرمال دارند. بهترین برونزده این گسل‌ها در معدن چاه خاتون با شیب  $60^\circ$  به سوی شرق دیده می‌شود. زون برشی این گسل و فابریک S-C موجود در آن بخوبی نشان می‌دهد که این گسل در جهت شیب لغزیده و بلوک شرقی نسبت به

بلوک غربی پایین افتاده است.

مرحله دوم دگر شکلی که مهمترین حادثه دگر ریختی است، چین‌هایی با روند شمال غرب - جنوب شرق و تمایل (Vergence) به سوی جنوب غرب مشخص می‌شوند. برگواره حاصل از این چین خوردگی در زون‌های برشی به صورت برگواره میلیونیتی به همراه خطواره کششی هم راستا با امتداد آن و میل کم به دو سوی شمال غرب یا جنوب شرق مشاهده می‌گردد. مرحله سوم که جوان‌ترین مرحله دگر شکلی می‌باشد. چین‌های باز همراه با گسلش و نفوذ گرانیتهای در طی تکتونیک کششی بوجود آمده است. زون‌های برشی گسل‌های نرمال با راستای شمال - شمال غرب محل نفوذ شیره‌های سیلیسی غنی از سولفورهای طلا دار بوده و این زون‌های برشی منطبق بر مناطق آلتزه شده می‌باشد.



تصویر (۱) نمونه‌ای از چین‌های ناهماهنگ (Disharmonic) در مجموعه آذرین - رسوبی دگرگون شده، به تناوب لایه‌های روشن (غنی از کوارتز و فلدسپات) و لایه‌های تیره (غنی از کانیدهای مافیک) دقت شود.



شکل (۱) استریوگرام تمرکز موقعیت محور چین‌ها در نیم کره پائینی اشمیت در مجموعه سنگ‌های آذرین - رسوبی دگرگون شده در تصویر شماره ۱.

شیشه همین گسل با راستای مشابه آن در معدن قرم قرم معدن سنجدیده دیده می‌شود. تمرکز سولفورها در امتداد این گسل‌های کششی باعث غنی شدن زون‌های کششی از کانه‌های طلا دار شده است.

### ۳-۳- درزه‌ها

اندازه‌گیری‌های محدود در سنگ‌های مختلف در چندین ایستگاه هماهنگی قابل قبول در روند آنها را نشان می‌دهد. عمده‌ترین روند درزه‌ها را می‌توان در سوی  $N 315-330$  مشاهده کرد. اندازه‌گیری روی دولومیت‌های کوه یوخلو و کوه بید همسویی روند درزه‌های فوق با گسل‌های نرمال را نشان می‌دهد. روند دیگر  $N 235-250$  است که گرانیتهای طویل جنوب غربی منطقه در همین راستا نفوذ کرده است. روند دیگر  $N 270-285$  می‌باشد.

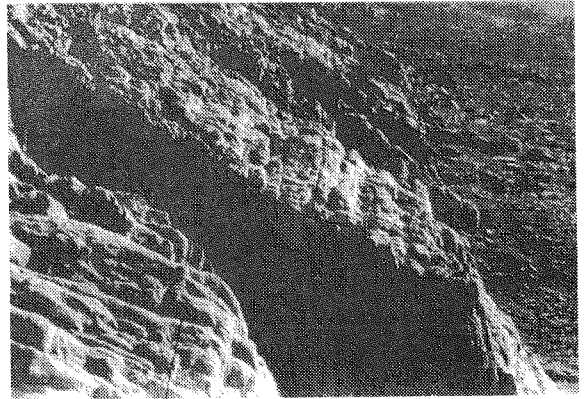
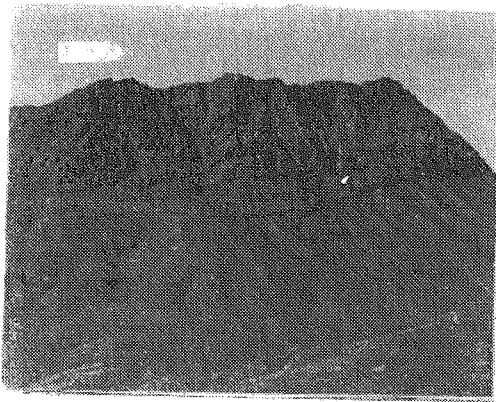
روندهای مذکور در نهشته‌های معادل سازند قم نیز در جنوب منطقه مشاهده می‌گردد.

### ۴-۳- جایگزینی کانه‌های طلا دار

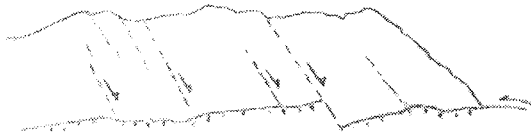
رابطه کانی زائی با برگواره غالب (بخش ۲) نشان می‌دهد که یکسری از لایه‌های کانه دار (پیریت واجد طلا) به موازات و یا با زاویه کمی نسبت به برگواره غالب توسعه یافته و دسته دیگری از رگه‌های کانه دار، این برگواره غالب را کاملاً قطع می‌نمایند (شکل‌های ۶a، ۶b، و ۶c). رگه‌های موازی با برگواره غالب و پیریت همراه با باندهای کوارتزی (Quartz ribbons) اکثراً اشکال کششی نوع بودین شدگی را نشان می‌دهند و مربوط به زمان دگر شکلی و ایجاد برگوارگی می‌باشد و جایگزینی آنها توسط تکتونیک و دگر شکلی مزبور کنترل گردیده است. رگه‌های کانه داری که برگواره غالب را قطع می‌نمایند، مربوط به مرحله‌ای پس از دگر شکلی فوق بوده که در امتداد درزه‌های نوع کششی این رگه‌ها به سه صورت (شکل‌های ۶d، ۶e، و ۶f) در مجاورت و نزدیکی گسل‌های نرمال دیده می‌شوند (تصاویر ۶ و ۷) شکل‌گیری این رگه‌ها مربوط به جوان‌ترین مرحله دگر شکلی در منطقه می‌باشد.

### ۴- نتیجه‌گیری

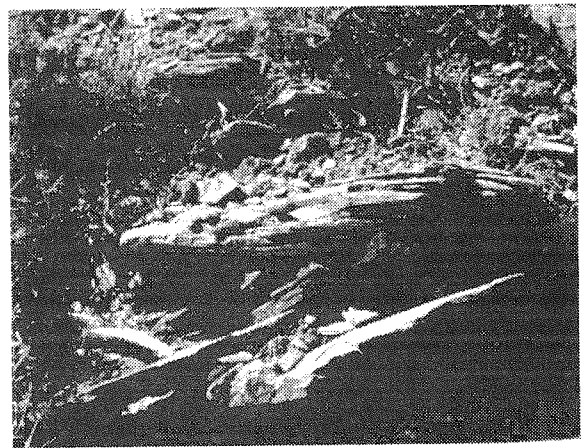
بررسی‌های ساختاری انجام شده در منطقه شرق گلپایگان مشخص می‌سازد که این منطقه تحت تأثیر یک فرایند دگر شکلی پیش‌رونده در سه مرحله ( $D_3, D_2, D_1$ ) قرار گرفته است. در اولین مرحله از دگر شکلی (DI) یک نوع لایه بندی ترکیبی بوجود آمده است (SI). در مرحله بعد چین خوردن این لایه بندی ترکیبی چین‌های مرحله دوم را بوجود آورده است.



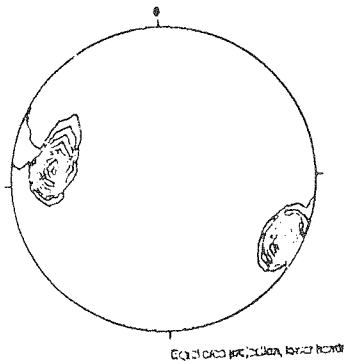
تصویر (۲) وضعیت برکوارگی غالب (میلونیتی) در گرانیت های میلونیتی  
چاه باغ که دارای شیب زیاد به سمت شمال شرق می باشد.



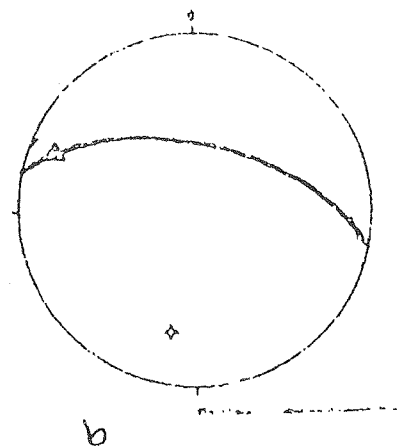
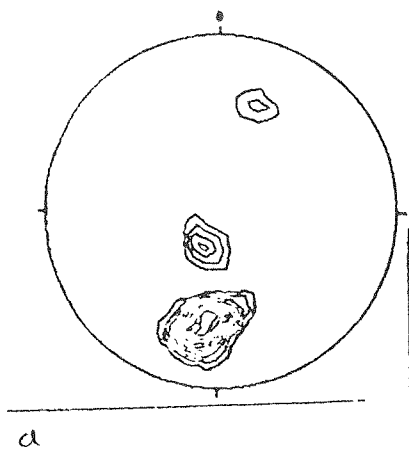
تصویر (۴) وضعیت گسل های نرمال در متادولومیت های  
کوه پلنگی (رخساره نابرجا).



تصویر (۳) نمونه از چین ها را در شیست های منطقه نشان می دهد.  
یال های کشیده، زاویه بین یالی کم، طول موج کوتاه و لولای زاویه ای با  
هندسه جناغی از ویژگی های این چین هاست.

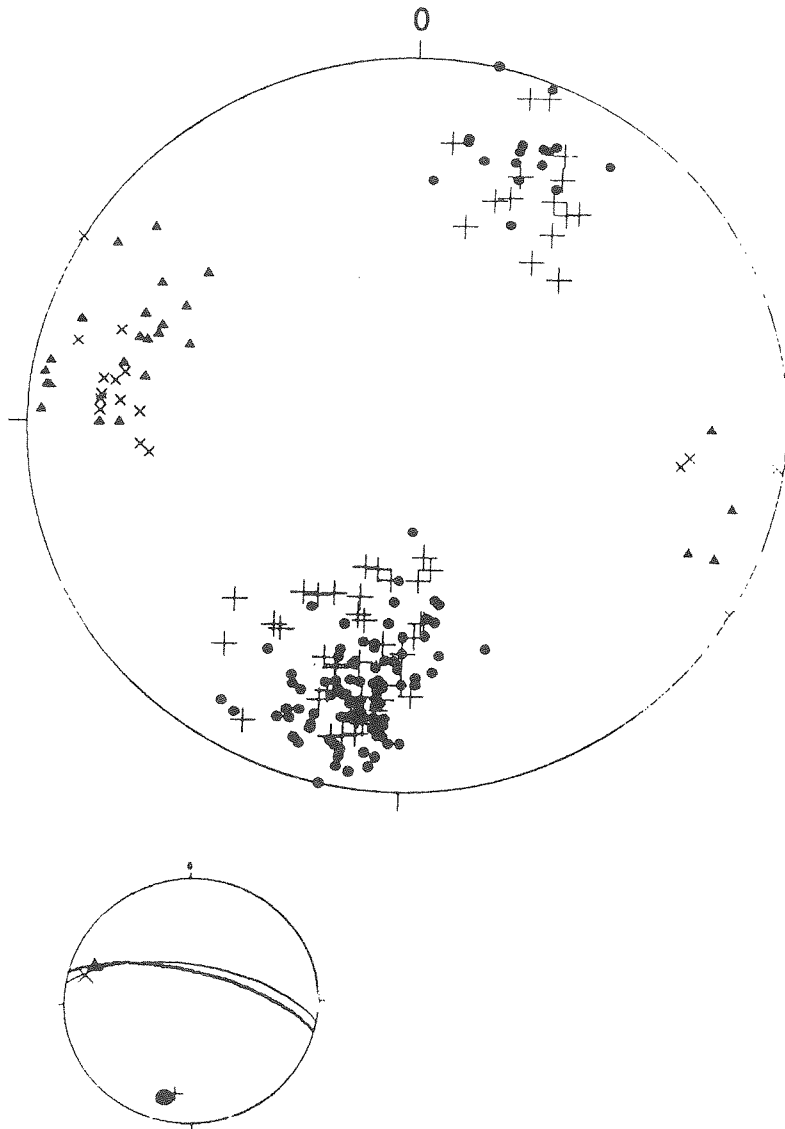


شکل (۳) استریوگرام تمرکز موقعیت محور چین ها در نیم کره پائینی  
اشمیت در شیست های منطقه در تصویر شماره ۲.

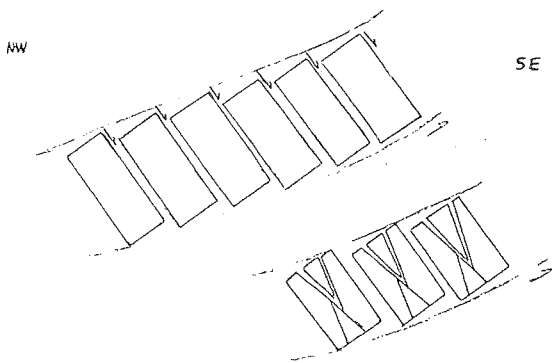


شکل (۲) a = وضعیت توزیع قطب برکواره در گرانیت های میلونیتی چاه باغ، بیشترین تجمع در 25/195 می باشد. اندازه گیری ۳۸ عدد  
b = تصویر سیلکو گرافیک مربوط به وضعیت برکواره غالب و خطواره کشتی/کانیایی در گرانیت های میلونیتی.





شکل (۴) a = وضعیت توزیع عناصر ساختاری (اعم از صفحه ای و خطی) در پهنه بزرگ مقیاس میلونیتی  
 a = تصویر سلکوگرافیک مربوط به وضعیت سطح بر کوارگی و خطوارگی در زون بزرگ مقیاس میلونیتی در بخش جنوب غربی منطقه.



شکل (۵) طرح شماتیکی کسل های نرمال وزنی در ورقه رانده شده  
 (متادولومیت های نابرجای کوه پلنگی)  
 a = مدل کسل وزنی با یک سری نرمال در ورقه های رانده  
 b = مدل کسل وزنی با دو سری کسل نرمال مزدوج در ورقه های رانده.



تصویر (۵) کسل امتدادی فشای در منطقه مونه.