

مورفوتکتونیک تاقدیس گدوان (شمال شرق شیراز)

قدرت الله فرهودی^۱، امین کره پورا^{۱*}، زهره رضایی کاونرودی^۲

(۱) گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز

(۲) گروه زمین‌شناسی، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران

پیکیده

در مطالعه‌ی حاضر، بر روی تاقدیس کوه گدوان (گداون) بررسی‌هایی شامل تهیه‌ی نقشه‌ی خطواره‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷، تهیه‌ی نقشه‌ی تراکم طول، تقاطع و تعداد خطواره‌ها، همچنین محاسبه‌ی دو شاخص ژئومورفیکی شاخص پیچ و خم پیشانی کوهستان، درصد رخ‌دار شدن پیشانی کوهستان و تحلیل استریوگرافیکی چین انجام گرفت. با توجه به دسته‌بندی شاخص‌های ژئومورفیکی، منطقه‌ی مورد بررسی از لحاظ تکتونیک دارای فعالیت شدید تشخیص داده شده و بنابراین سرعت بالاآمدگی در این منطقه بیش از فرسایش پیشانی کوه می‌باشد، که در حدود یک الی پنج میلی‌متر در سال تخمین زده می‌شود. همچنین روش‌های اتوماتیک و نیمه اتوماتیک به همراه روش دستی در استخراج خطواره‌ها در این مطالعه انجام گرفت. نقشه‌ی خطواره‌ی منطقه به همراه نقشه‌های تراکم طول، تعداد و تقاطع خطواره علاوه بر آنکه نواحی دارای آنومالی شکستگی را مشخص می‌کنند، کمک بسزایی در تعیین محل حفاری چاه‌های آب در دشت داریان می‌نمایند. با تحلیل استریوگرافیکی چین نیز نوع و مختصات فضایی اجزاء آن تعیین گردید.

واژه‌های کلیدی: بالاآمدگی، پیشانی کوه، شاخص ژئومورفیکی، نقشه‌ی تراکم خطواره‌ها

Morphotectonics of Gadvan anticline, northeast of Shiraz

Gh. Farhoudi¹, A. Karampour¹ & Z. Rezaee Kavanroudi²

1) Department of Geology, Islamic Azad University, Shiraz Branch, Shiraz, I. R. Iran

2) Department of Geology, Islamic Azad University, Science & Research Campus, Tehran, I. R. Iran

Abstract

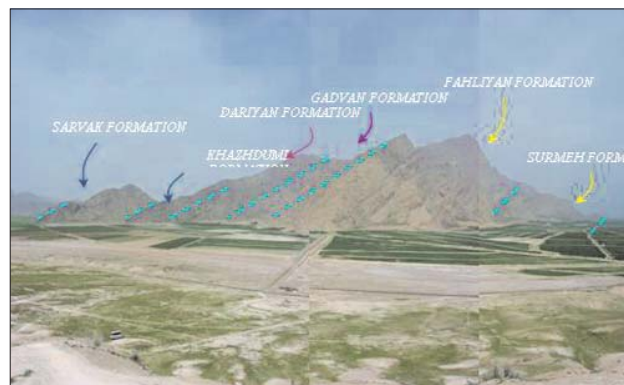
In the present work, on the anticline of Gadvan (Gadaun) mountain that placed in northeast of Shiraz, some investigation has done as preparation of lineaments map by Landsat 7 images, length, intersection, & counts density map of lineaments, calculate two geomorphic indices Smf & facet% and stereographic fold analysis which can use these items for structural analysis & morphotectonic investigation. Geomorphic indices show active tectonics in this area so that the rate of uplift is higher than the rate of mountain front erosion, estimated 1 to 5 mm/year. Also automatic and semi-automatic methods are used with manual method to enhance lineaments. Map of length, counts & intersection density show the area of fractures anomaly and also can help in position determination of ground water boreholes in Dariyan plane. Kind and attitude are determined by stereographic fold analysis too.

Key words: Uplift, mountain front, geomorphic indices, lineaments density map.

۱- مقدمه

منطقه‌ی مورد مطالعه، در محدوده‌ی طول و عرض ۶۷۲۰۰۰ تا ۶۹۸۰۰۰ و ۳۲۶۵۰۰۰ تا ۳۲۹۰۰۰۰ در سیستم مختصات جهانی در ۴۰ کیلومتری شمال شرق شهر شیراز (شمال داریان) در استان فارس واقع گردیده است. این تاقدیس از لحاظ چینه‌شناسی شامل سازندهای کربناتی سورمه با سن ژوراسیک، آهکی فهلیان با سن کرتاسه، شیلی - آهکی گدوان با سن کرتاسه، آهکی داریان با سن کرتاسه (گروه خامی)، شیلی کژدمی با سن کرتاسه و آهکی سروک با سن کرتاسه می‌باشد (تصویر ۱). این منطقه در بخش زاگرس چین‌خورده‌ی ساده واقع گردیده است (Berberian 1995).

در مجاورت پلانژ جنوب شرقی این تاقدیس، سازند نمکی هرمز (گنبد نمکی ایزدخواست) در اثر عملکرد یکی از قطعات گسل پی‌سنگی و راستالغز سروستان رخنمون یافته است (تصویر ۲). همچنین در جنوب این تاقدیس دشت داریان واقع است. در تصویر ۳ نمونه‌ای از فسیل‌های لیتوتیس در قاعده‌ی سازند سورمه قابل مشاهده است.



تصویر ۱- نمای کلی از تاقدیس کوه گدوان با مرزبندی تقریبی سازندها (دید عکس به سمت غرب)



تصویر ۲- نمای کلی از گنبد نمکی ایزدخواست در حاشیه‌ی پلانژ جنوب شرقی کوه گدوان



تصویر ۳- تصویر فسیل‌های لیتوتیس در قاعده‌ی سازند سورمه

گسل‌های مهم منطقه شامل موارد زیر است:

۱- گسل بمو جزء گسل‌های طولی و اریب لغز است و راندگی، مؤلفه‌ی اصلی جابه‌جایی در آن می‌باشد. حرکت اساسی این گسیختگی مربوط به آخرین فاز کوهزایی آلبین پایانی است و دشت تکتونیک داریان بر فرودپواره‌ی این گسل واقع است. میانگین آزیموت راستای این گسل ۱۰۵ درجه است.

۲- گسل سروستان که حدود ۷۸ کیلومتر طول دارد و راستایی بین N17W تا N30W دارد. این گسل دارای حرکت راستالغز با مؤلفه‌ی عادی است.

۳- گسل سیاه که یکی از شاخه‌های گسل بمو می‌باشد و در شمال گسل بمو، شمال دشت سه تلان، قرار دارد. این گسل باعث قرار گرفتن سازند تاربور در کنار سازند جهرم شده است.

۴- گسل کته که در گروه گسل‌های طولی قرار دارد و ساز و کار آن راندگی است. گسل کته در تاقدیس کوه گدوان، باعث قرار گرفتن سازند سروک در مجاورت سازند تاربور شده و در این بین سازند گورپی حذف گردیده است (تصویر ۵).

۵- گسل داریان که در گروه گسیختگی‌های طولی قرار دارد و مؤلفه‌ی اصلی جابه‌جایی در آن راندگی است.

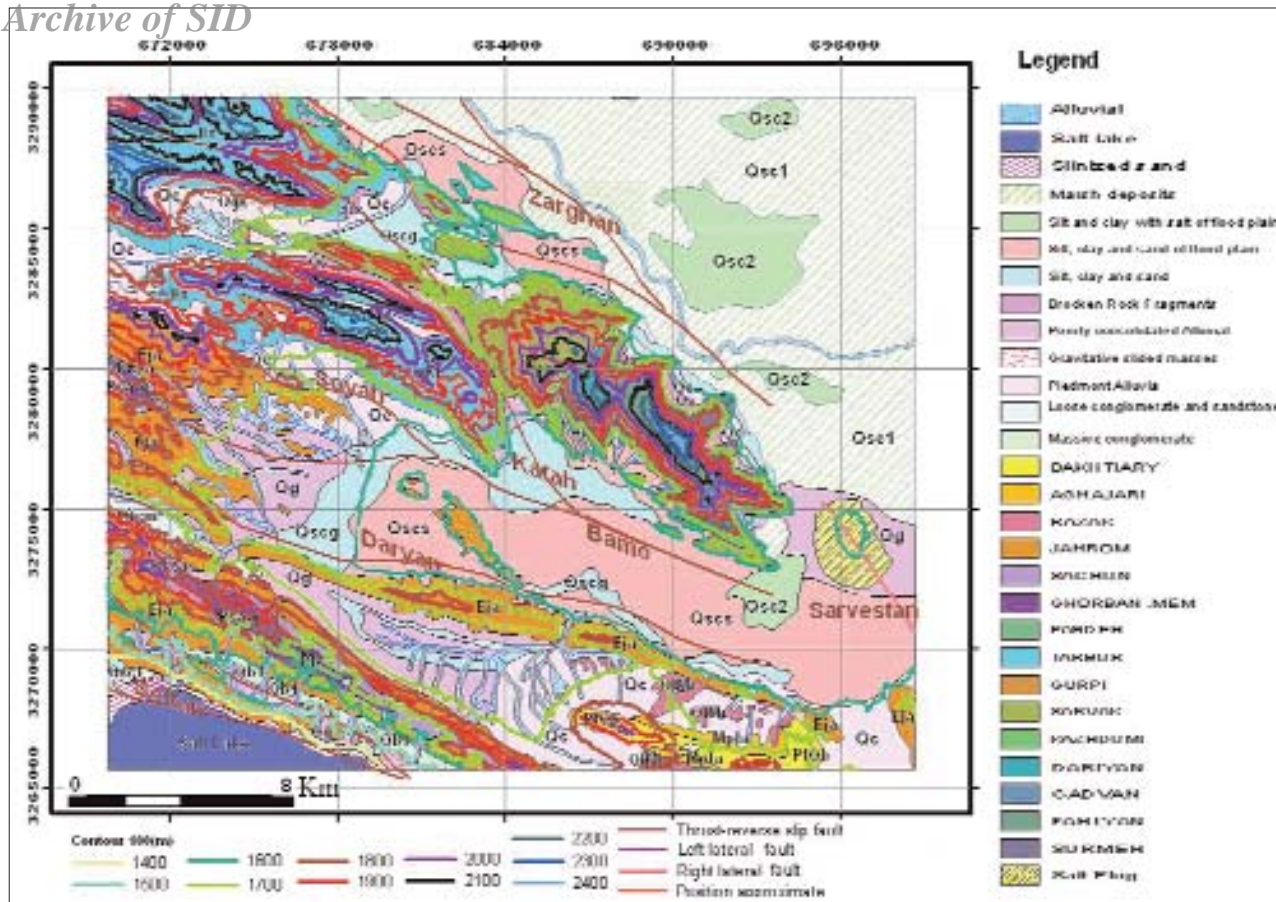
نقشه‌ی لیتولوژی-توپوگرافی گسل‌های اصلی منطقه در تصویر ۴ قابل مشاهده است.

۲- بحث

۲-۱- شاخص‌های ژئومورفیک تکتونیک فعال

توصیف اشکال و ناهمواری‌های سطح زمین با توجه به اندازه،

Archive of SID



تصویر ۴- نقشه‌ی لیتولوژی- توپوگرافی گسل‌های اصلی منطقه

می‌باشد. در مطالعات مورفومتریکی، داده‌های لازم از نقشه‌های توپوگرافی، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای به دست می‌آیند (Stewart & Hancock 1994).

دو شاخص که بر روی کوه گدوان اندازه‌گیری شده‌اند عبارتند

از:

الف- رخدار شدن پیشانی کوهستان (Front Faceting)

(Mountain): این شاخص به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\text{Facet \%} = \text{Lf} / \text{Ls} * 100$$

در این فرمول درصد رخ دار شدن پیشانی کوهستان (% Facet)

، طول سطح در پیشانی کوهستان (Lf) و طول خط مستقیم جبهه کوهستان (Ls) است (Wells 1988). درصدهای بالا نشان دهنده‌ی فعال بودن پیشانی کوهستان است.

ب: پیچ و خم پیشانی کوهستان (Front Sinuosity)

(Mountain): این شاخص بیانگر تعادل بین شدت و تمایل رودها برای ایجاد یک پیشانی نامنظم و فعالیّت تکتونیکی قائم جهت ایجاد یک پیشانی مستقیم بر روی کوه است. بنابراین کوهستان‌های دارای فعالیّت تکتونیکی قائم، دارای پیشانی مستقیم و فرورفتگی و



تصویر ۵- نمایی از گسل کنه، عملکرد این گسل باعث قرارگیری دو سازند تاربور و سروک در مجاورت یکدیگر و حذف سازند گوربی در بین این دو سازند شده است.

ارتفاع و شیب آن‌ها صورت گرفته و به طور کیفی با یکدیگر مقایسه می‌گردند ولی با استفاده از اندازه‌گیری‌های کمی می‌توان این پارامترها را دقیق‌تر مقایسه کرد. شاخص‌های ژئومورفیکی، ویژگی‌های خاص یک ناحیه مانند سطح فعالیّت تکتونیکی را تعیین می‌نمایند (زمانی و ملک ۱۳۷۶). هدف اصلی به کارگیری شاخص‌های ژئومورفیک و اندازه‌گیری پارامترهای مورفومتریک، مطالعه‌ی اشکال و ناهمواری‌های زمین به صورت کمی و عددی

جدول ۱- مقادیر شاخص های پیچ و خم پیشانی کوهستان و درصد رخ دار شدن پیشانی کوهستان در ۱۱ پهنه ی تاقدیس کوه گدوان

Front	Lmf	Ls	Smf	Lf	Facet%
۱	۵۰۱۰	۴۳۰۰	۱/۱۶۵	۲۶۱۰	۶۰/۷
۲	۵۶۰۰	۴۷۰۰	۱/۱۹۱	۳۱۵۰	۶۷/۰۷
۳	۳۶۸۰	۳۵۳۰	۱/۰۴۲	۲۴۵۰	۶۹/۴
۴	۴۴۳۰	۴۱۳۰	۱/۰۷۳	۳۱۹۰	۷۷/۲
۵	۱۹۳۲	۱۸۷۷	۱/۰۲۹	۱۶۶۳	۸۸/۶
۶	۲۳۴۳	۲۳۲۰	۱/۰۱۰	۲۲۵۲	۹۷/۱
۷	۴۷۰۰	۴۶۵۰	۱/۰۱۱	۴۵۵۰	۹۷/۸
۸	۲۰۵۳	۲۰۱۰	۱/۰۲۱	۱۸۵۱	۹۲/۱
۹	۲۱۶۰	۲۱۰۴	۱/۰۲۷	۱۹۷۶	۹۳/۹
۱۰	۳۸۴۰	۳۷۶۵	۱/۰۲۰	۳۵۵۰	۹۴/۳
۱۱	۶۰۰۵	۵۴۰۰	۱/۱۱۲	۳۹۵۰	۷۳/۱

سامانه ی اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور، استخراج خطوطاره ها به سه روش دستی، نیمه اتوماتیک و اتوماتیک صورت پذیرفت و در نهایت نقشه ی خطوطاره های منطقه تهیه شد.

الف- روش دستی

برای استخراج خطوطاره ها به صورت دستی، مدل های مختلف توپوگرافی مانند نقشه ی شیب (Slope)، نقشه ی جهت شیب (Aspect)، مدل ارتفاعی سایه دار (Shaded relief image) و مدل های سه بعدی از روی تصاویر ماهواره ای برای افزایش قدرت

بیرون زدگی کمتری بوده و مقدار شاخص Smf به عدد یک نزدیک تر خواهد بود. اگر میزان بالا آمدگی کاهش یافته یا صفر شود، فرایند فرسایش پیشانی، پیچ و خمی را تشکیل می دهد که با گذشت زمان نامنظم تر می شود. این شاخص از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$Smf = Lmf / Ls$$

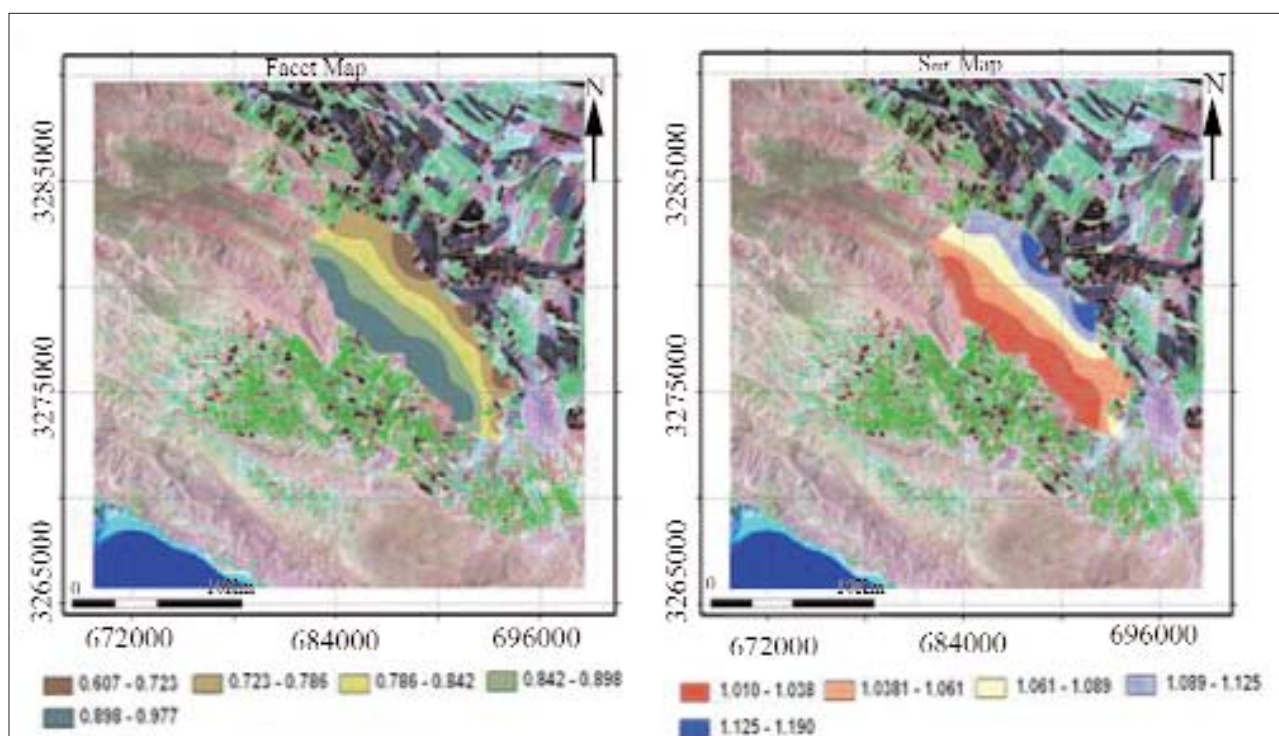
بول (Bull 1978) با استفاده از شاخص Smf مناطق مختلف را از نظر فعالیت تکتونیکی در ۴ دسته قرار داد. دسته ی ۱ با بیشترین فعالیت تکتونیکی دارای Smf بین ۱ تا ۱/۶ می باشد. دسته ی ۲ Smf بین ۱/۶ تا ۳، دسته ی ۳ Smf بین ۳ تا ۷/۸ و دسته ی ۴ شاخص Smf بسیار بزرگتر از ۱ را دار می باشند.

در این رابطه شاخص پیچ و خم پیشانی کوهستان Smf، طول جبهه ی کوهستان در محل اتصال کوهستان با آبرفت (Lmf) و طول خط مستقیم پیشانی کوهستان (Ls) می باشد.

بر روی تاقدیس کوه گدوان ۱۱ پهنه (Front) برای اندازه گیری این دو شاخص انتخاب گردیده و نتایج حاصل در جدول ۱ قابل مشاهده است. همچنین براساس این اطلاعات، مدل های رقمی تهیه گردید (تصویر ۶).

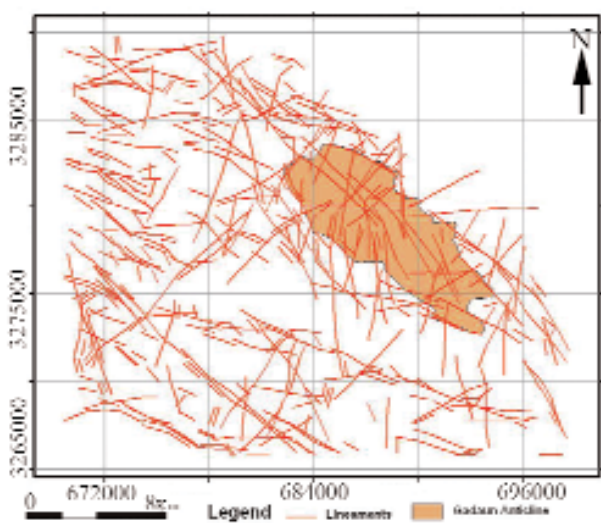
۲-۲- استخراج خطوطاره های منطقه

با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست ۷ و نرم افزارهای

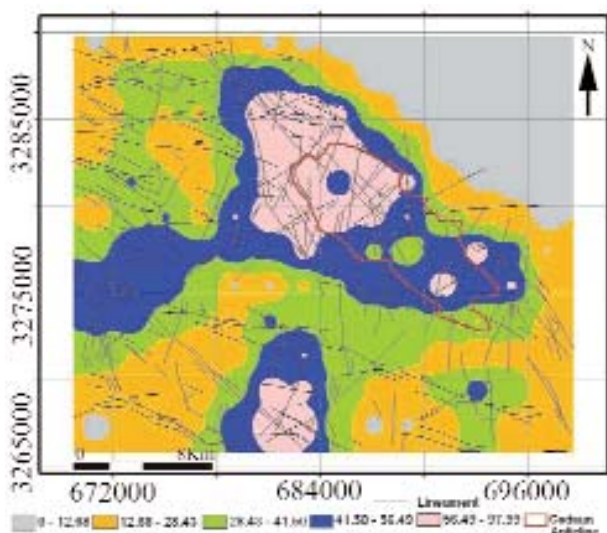


تصویر ۶- مدل های رقمی شاخص های پیچ و خم پیشانی کوهستان و درصد رخ دار شدن پیشانی کوهستان، تاقدیس کوه گدوان

جغرافیایی استفاده شد. اساس کار تهیه ی این نقشه ها، تقسیم نمودن تعداد خطواره ها، طول خطواره ها و یا تعداد تقاطع خطواره ها بر واحد سطح می باشد. ابتدا منطقه ای دایره ای شکل به شعاع T تعریف می گردد و سپس این منطقه با تعریف شبکه ای با فاصله ی مشخص به صورت جانبی و عمودی بر روی نقشه جابه جا می گردد و آنگاه نتیجه ی محاسبات به صورت یک نقطه با یک عدد مشخص در وسط هر منطقه ی دایره ای شکل قرار می گیرد. حال با استفاده از این نقاط نقشه های کانتوری تهیه می گردد. اگر هدف، بررسی جزئیات شکستگی ها در مقیاس کوچک باشد باید شعاع دایره، کوچک انتخاب شود و در صورتی که شکستگی ها در مقیاس منطقه ای مورد بررسی قرار گیرند باید شعاع دایره بزرگتر انتخاب گردد.



تصویر ۷- نقشه ی خطواره های منطقه



تصویر ۸- نقشه ی تراکم تعداد خطواره های منطقه با شعاع محاسباتی دو کیلومتر (رنگ صورتی بیشترین تراکم را نشان می دهد).

تفسیر بصری تهیه گردید. از مزیت های این روش این است که به راحتی می توان خطواره های غیر مرتبط با زمین شناسی را شناسایی نمود. (Kocal et al. 2004)

پ- روش نیمه اتوماتیک

این روش ترکیبی از تفسیر چشمی و تفسیر کامپیوتری است (Lee et al. 2007). تفسیر کامپیوتری با اعمال فیلترهای لاپلاسی، خطی، روبرت و سوبل (Directional, Robert, Sobel Filters, Laplacian), صورت می پذیرد. فیلترها در سنجش از دور و پردازش تصاویر، کاربردهای مختلفی دارند که از آن جمله می توان بازسازی تصاویر، کاهش نویز تصویر و تشخیص عوارض خطی را نام برد.

چ- روش اتوماتیک

مهمترین مزیت این روش، زمان نسبتاً کوتاه برای استخراج خطواره هایی است که با چشم غیر مسلح قابل دید نیستند. برای استخراج خطواره ها با استفاده از مدول خطی (Line module) در نرم افزار سنجش از دور پی سی آی ژئوماتیکا از دو مجموعه پارامتر مختلف استفاده گردید:

الف- پارامترهای مورد استفاده جهت استخراج خطواره های

کوچک

RADI =10 GTHR= 50 LTHR =30

FTHR= 2 ATHR= 1 DTNR= 30

ب- پارامترهای مورد استفاده جهت استخراج خطواره های

بزرگتر

RADI =11 GTHR= 25 LTHR =90

FTHR= 4 ATHR= 15 DTNR= 200

نقشه ی نهایی خطواره های منطقه با استفاده از نقشه های تهیه

شده با روش های مختلف، رسم گردید (تصویر ۷). همچنین با استفاده

از نقشه ی نهایی خطواره های منطقه، سه نقشه ی دیگر تهیه گردید:

الف- نقشه ی تراکم تعداد خطواره ها (تصویر ۸)

ب- نقشه ی تراکم تقاطع خطواره ها (تصویر ۹)

ج- نقشه ی تراکم طول خطواره ها (تصویر ۱۰)

برای تهیه ی این سه نقشه از نرم افزارهای سامانه ی اطلاعات

برای تعیین مختصات سطح محوری چین **محور a** و **محور b** و **محور c** بر روی یک دایره ی بزرگ قرار می گیرند. محور **c** همان نقطه ی وسط دو نقطه ی بیشینه بر روی دایره ی بزرگ مربوطه می باشد. محور **a** قطب سطح محوری چین است.

زاویه ی میان یالی چین نیز از رابطه ی زیر محاسبه می گردد:

$$Q = 180 - n$$

در رابطه ی فوق **Q** زاویه ی میان یالی و **n** زاویه ی بین دو نقطه ی بیشینه است.

نتایج تحلیل انجام شده بر روی تاقدیس کوه گدوان به صورت زیر است:

مختصات محور **a** S26 W, 10

مختصات محور **b** (لولای چین) N61W, 20

مختصات محور **c** N89E, 66

مختصات سطح محوری N64W, 79NE

زاویه ی میان یالی (Interlimb Angle) 146

زاویه ی ریک لولا ۲۱

نوع چین

۱- این چین از لحاظ زاویه ی بین یالی از نوع ملایم (Gentle) می باشد.

۲- این چین از نظر نحوه ی دوران محور آن جزء چین های استوان های (Cylindrical) می باشد.

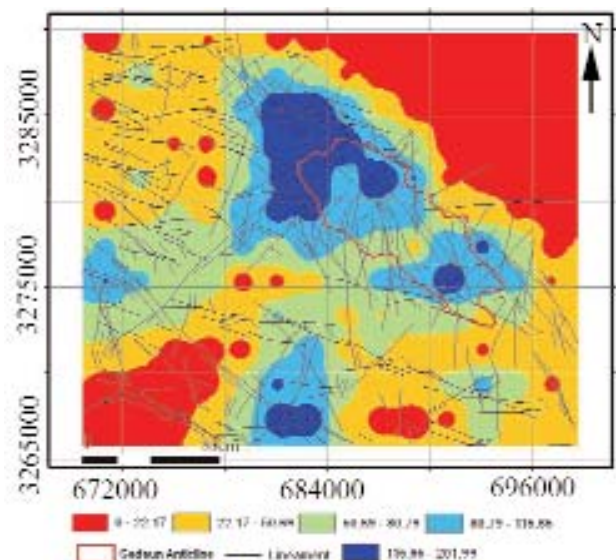
۳- این چین از نظر تقارن سطح چین خورده جزء چین های نامتقارن (Asymmetrical) می باشد.

۴- با توجه به اینکه این چین تنها یک سطح محوری دارد، بنابراین از نظر تعداد سطح لولایی جزء چین های تک شیب (Monoclinal) (Ramsay & Huber 1987) می باشد.

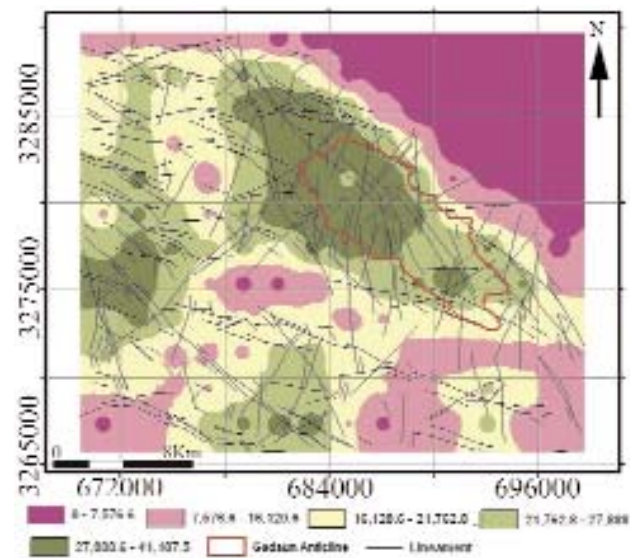
۵- این چین بر اساس نیمرخ جزء چین های موازی (Parallel) محسوب می گردد.

۶- این چین بر اساس زاویه ی میل خط لولا و زاویه ی شیب سطح محوری (تقسیم بندی فلوتی Fleuty 1964) جزء چین های کم میل و پرشیب (Gently plunging & Steeply inclined) می باشد.

۷- این چین بر اساس تقسیم بندی ریکارد (Rickard 1971)، ریگان (Ragan 1985) جزء چین های خمیده (Inclined) محسوب می گردد.



تصویر ۹- نقشه ی تراکم تقاطع خطواره های منطقه با شعاع محاسباتی دو کیلومتر (رنگ آبی تیره بیشترین تراکم را نشان می دهد).



تصویر ۱۰- نقشه ی تراکم طول خطواره های منطقه با شعاع محاسباتی دو کیلومتر (رنگ سبز تیره بیشترین تراکم را نشان می دهد).

۱۲-۳- تحلیل استریوگرافیکی تاقدیس کوه گدوان

معمولاً تحلیل استریوگرافیکی سنگ های چین خورده به دو روش نمودار بتا و پی صورت می پذیرد که در این جا از روش دوم استفاده شد. مختصات فضایی لایه های چین خورده به صورت ایستگاه هایی با پراکندگی یکنواخت در اطراف چین برداشت می شوند، آن گاه قطب این سطوح به شبکه ی استریونت هم وسعت منتقل می گردد. پس از شمارش و کانتوربندی این نقاط، دو نقطه ی بیشینه بر روی یک دایره ی بزرگ قرار می گیرند و قطب آن مشخص می گردد که این قطب مختصات فضایی محور (لولای) چین است.

Lee, S. T., Yu, T. T., Wang, C. L. & Peng, W. F., 2007, "Automatic geological lineaments extraction from digital elevation model of Airborne Lidar", *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 9, 05256, © European Geosciences Union 2007

Ragan, D. M., 1985, "Structural geology: An introduction to geometrical techniques", *Third Edition: John Wiley & Sons*, 393p.

Ramsay, J. C. & Huber, M., 1987, "The techniques of modern structural geology", Vol. 2: *Folds and Fractures: Academic press, London: 700p.*

Rickard, M. J., 1971, "A classification diagram for fold orientation", *Geological Magazine*, Vol. 108: 23-26.

Stewart, I. S. & Hancock, P. L., 1994, "Geotectonic", In: Hancock P. L. (Ed.), *Continental Deformation*, Pergamon Press: 370-409.

Wells, S., 1988, "Regional variations in tectonic geomorphology along a segmented convergent plate boundary pacific coast of Costa Rica", *Geomorphology*, Vol. 1 (3): 239-265.

۳- نتیجه گیری

یکسان بودن راستای دشت داریان با روندهای غالب زمین شناسی ناحیه بیانگر تأثیر عوامل ساختاری و تکتونیکی در شکل گیری آن است.

به طور کلی گسل های راستالغز سبب ایجاد یک منطقه ی چرخان گردیده و نیروهای کششی و فشارشی ایجاد شده در منطقه ی مذکور فضای لازم جهت تجمع نمک را فراهم می کنند. این گسل ها یک بالآمدگی در لایه های پوشاننده ی پی سنگ ایجاد می نمایند که برونزد سازندهای بسیار قدیمی ژوراسیک و کرتاسه در مجاورت گنبد نمکی ایزدخواست در اثر عملکرد گسل راستالغز سروستان تأیید کننده ی این مطلب است.

با توجه به دسته بندی شاخص های مورفوتکتونیک، این منطقه از لحاظ تکتونیکی دارای فعالیت شدید است و بالآمدگی در این منطقه بیش از فرسایش پیشانی کوه بوده و حدود یک الی پنج میلی متر در سال تخمین زده می شود.

استفاده از روش اتوماتیک و نیمه اتوماتیک به همراه روش دستی در استخراج خطواره ها باعث افزایش سرعت، دقت و صحت کار می گردد.

نقشه ی خطواره منطقه به همراه نقشه های تراکم طول، تعداد و تقاطع خطواره علاوه بر آنکه نواحی دارای آنومالی شکستگی را مشخص می کند، می تواند کمک بسزایی در تعیین محل حفاری چاه های آب در دشت داریان نماید.

مراجع

ملک، ع، ۱۳۷۶، کاربرد شاخص های مورفومتریک در مطالعات نفوتکتونیکی بخش های جنوبی البرز مرکزی، پایان نامه ی کارشناسی ارشد تکتونیک، دانشگاه شیراز.

Berberian, M., 1995, "Master blind thrust faults hidden under the Zagros folds, Active basement tectonics and surface morphotectonics", *Tectonophysics*, Vol. 241: 193-224.

Bull, W. B., 1978, "Geomorphic tectonic classes of the south front of the San Gabriel mountains, California", *U.S. Geol. Surv., Contract Rep.*, 59p.

Fleuty, M. J., 1964, "The description of folds", *Proceedings of the Geologists Association*, Vol. 75: 461-492.

Kocal, A. 2004, "A methodology for detection and evaluation of lineament from satellite imagery", *M. S. Thesis, Middle East Technical University: 121 p.*