فصلنامه‌ی زمین شناسی کاربردی
سال ۴ (۱۳۸۷)، شماره‌ی ۱ : ۵۵ ـ ۴۹
www.appliedgeology.ir

Archive of SID

مورفوتکتونیک تاقدیس گدوان (شمال شرق شیراز)

قدرت الله فرهودی[۱]، امین کرم پور[۱]*، زهره رضایی کاونرودی[۲]
۱) گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز
۲) گروه زمین شناسی، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران

چکیده

در مطالعه‌ی حاضر، برروی تاقدیس کوه گدوان (گدایون) برّرسی‌هایی شامل تهیّه‌ی نقشه‌ی خطواره‌ها با استفاده از تصاویر ماهوارهای لندست ۷، تهیّه‌ی 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 توجّه به دسته‌بندی شاخص‌های ژئومورفیکی، منطقه‌ی مورد برّرسی از لحاظ تکتونیکی دارای فعّالیّت 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 مشخّص می‌کنند، کمک بسزایی در تعیین محلّ حفّاری 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

Morphotectoics of Gadvan anticline, northeast of Shiraz

Gh. Farhoudi[1], A. Karampour[1] & Z. Rezaee Kavanroudi [2]
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.

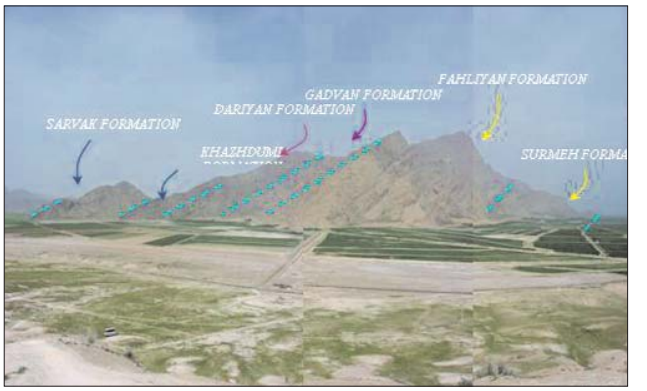
Key words: Uplift, mountain front, geomorphic indices, lineaments density map.

www.SID.ir

۱- مقدّمه

منطقه‌ی مورد مطالعه، در محدوده‌ی طول و عرض ۶۷۲۰۰۰ تا ۶۹۸۰۰۰ و ۳۲۶۵۰۰۰ تا ۳۲۹۰۰۰۰ در سیستم مختصات جهانی در ۴۰ کیلومتری شمال‌شرق شهر شیراز (شمال داریان) در استان فارس واقع گردیده است. این تاقدیس از لحاظ چینه‌شناسی شامل سازندهای کربناتی سورمه با سنّ ژوراسیک، آهکی فهلیان با سنّ کرتاسه، شیلی- آهکی گدوان با سنّ کرتاسه، آهکی داریان با سنّ کرتاسه (گروه خامی)، شیلی کژدمی با سنّ کرتاسه و آهکی سروک با سنّ 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 ایزد خواست) در اثر عملکرد یکی از قطعات گسل پی‌سنگی و راستالغز سروستان رخنمون یافته است (تصویر۲). همچنین در جنوب این تاقدیس دشت داریان واقع است. در تصویر ۳ نمونه‌ای از فسیل‌های لیتیوتیس در قاعده‌ی سازند سورمه قابل مشاهده است.



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

تصویر ۲- نمای کلّی از گنبد نمکی ایزدخواست در حاشیه‌ی پلانژ جنوب‌شرقی کوه گدوان

تصویر ۳- تصویر فسیل‌های لیتیوتیس در قاعده‌ی سازند سورمه

گسل‌های مهمّ منطقه شامل موارد زیر است:

۱- گسل بمو جزء گسل‌های طولی و اریب لغز است و راندگی، مؤلّفه‌ی اصلی جابه جایی در آن می‌باشد. حرکت اساسی این گسیختگی مربوط به آخرین فازکوهزایی آلبین پایانی است و دشت تکتونیکی داریان بر فرودیواره‌ی 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 مؤلّفه‌ی 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 قرارگرفتن سازند سروک در مجاورت سازند تاربور شده و در این بین سازند گورپی حذف گردیده است (تصویر۵).

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

نقشه‌ی لیتولوژی- توپوگرافی گسل‌های اصلی منطقه در تصویر۴ قابل مشاهده است.

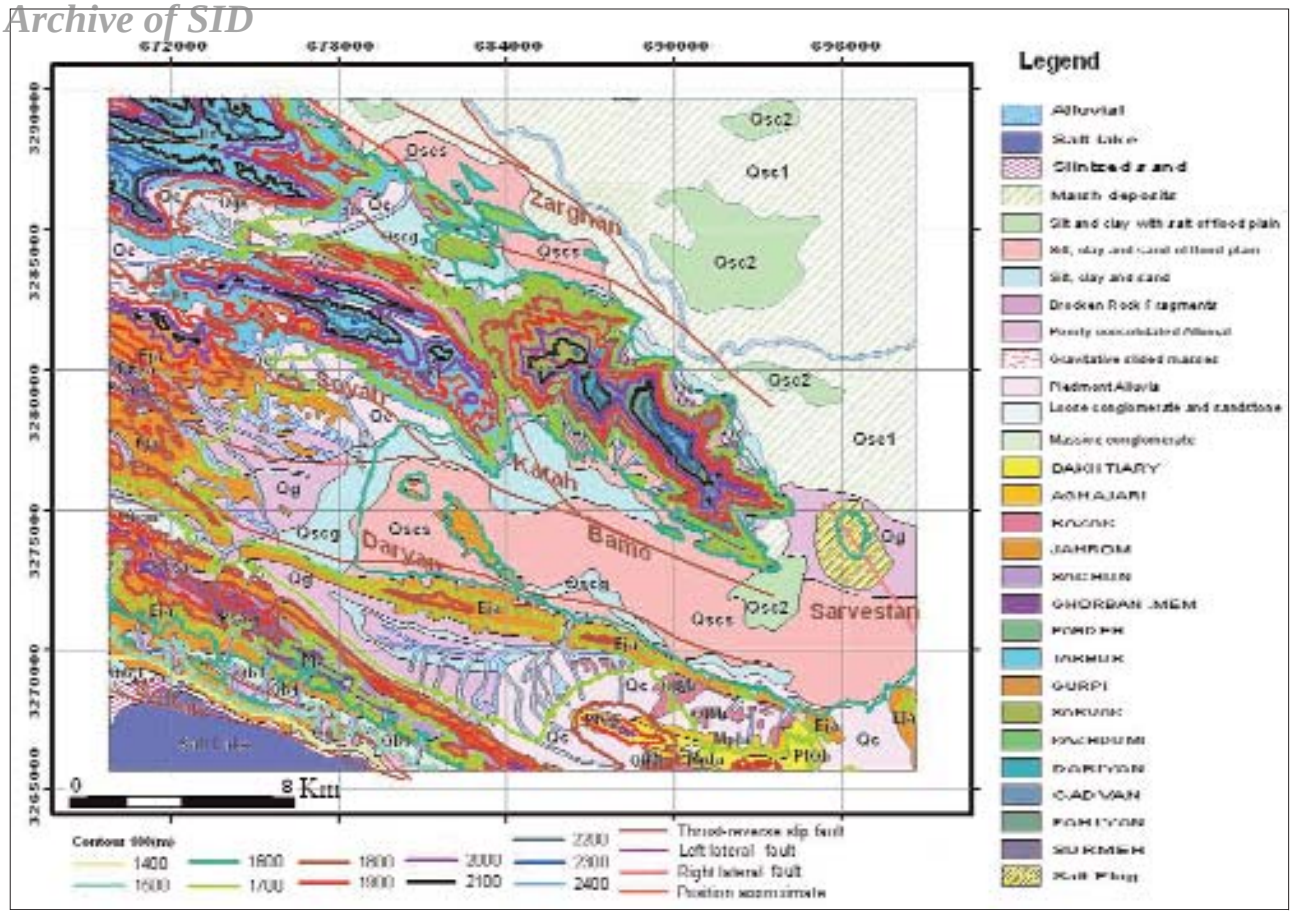
۲- بحث

۲-۱- شاخص‌های ژئومورفیکی تکتونیک فعّال

توصیف اشکال و ناهمواری‌های سطح زمین با توجّه به اندازه،

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر ۴- نقشه‌ی لیتولوژی- توپوگرافی گسل‌های اصلی منطقه

تصویر ۵- نمایی از گسل کته، عملکرد این گسل باعث قرارگیری دو سازند تاربور و سروک در مجاورت یکدیگر و حذف سازند گورپی 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 کمّی می‌توان این پارامترها را دقیق‌تر مقایسه کرد. شاخص‌های ژئومورفیکی، ویژگی‌های خاص یک ناحیه مانند سطح فعّالیّت 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 کمّی و عددی می‌باشد. در مطالعات مورفومتریکی، داده‌های لازم از نقشه‌های توپوگرافی، عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای به دست می‌آیند (Stewart & Hancock 1994).

دو شاخص که برروی کوه گدوان اندازه‌گیری شده‌اند عبارتند از:

الف- رخدار شدن پیشانی کوهستان (Front Faceting Mountain): این شاخص به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$Facet\ \% = Lf / Ls * 100$$

در این فرمول درصد رخ‌دار شدن پیشانی کوهستان(Facet %)، طول سطح در پیشانی کوهستان (Lf) و طول خط مستقیم جبهه کوهستان (Ls) است (Wells 1988). درصدهای بالا نشان دهنده‌ی فعّال بودن پیشانی کوهستان است.

ب: پیچ و خم پیشانی کوهستان (Front Sinuosity Mountain): این شاخص بیانگر تعادل بین شدّت و تمایل رودها برای ایجاد یک پیشانی نامنظّم و فعّالیّت تکتونیکی قائم جهت ایجاد یک پیشانی مستقیم بر روی کوه است. بنابراین کوهستان‌های دارای فعّالیّت تکتونیکی قائم، دارای پیشانی مستقیم و فرورفتگی و

www.SID.ir

بیرون‌زدگی کمتری بوده و مقدار شاخص Smf به عدد یک نزدیک‌تر خواهد بود. اگر میزان بالاآمدگی کاهش یافته یا صفر شود، فرایند فرسایش پیشانی، پیچ و خمی را تشکیل می‌دهد که با گذشت زمان نامنظم‌تر می‌شود. این شاخص از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$Smf = Lmf / Ls$$

بول (Bull 1978) با استفاده از شاخص Smf مناطق مختلف را از نظر فعّالیّت تکتونیکی در ۴ دسته قرار داد. دسته‌ی ۱ با بیشترین فعّالیّت تکتونیکی دارای Smf بین ۱ تا ۱/۶ می‌باشد. دسته‌ی ۲ Smf بین ۱/۴ تا ۳، دسته‌ی ۳ Smf بین ۱/۸ تا ۵ و دسته‌ی ۴ شاخص Smf بسیار بزرگ‌تر از ۱ را دار می‌باشند.

در این رابطه شاخص پیچ و خم پیشانی کوهستان Smf، طول جبهه‌ی کوهستان در محلّ اتصال کوهستان با آبرفت (Lmf) و طول خطّ مستقیم پیشانی کوهستان (Ls) می‌باشد.

برروی تاقدیس کوه گدون ۱۱ پهنه (Front) برای اندازه‌گیری این دو شاخص انتخاب گردیده و نتایج حاصل در جدول ۱ قابل مشاهده است. همچنین براساس این اطلاّعات، مدل‌های رقومی تهیّه گردید (تصویر ۶).

۲-۲- استخراج خطواره‌های منطقه

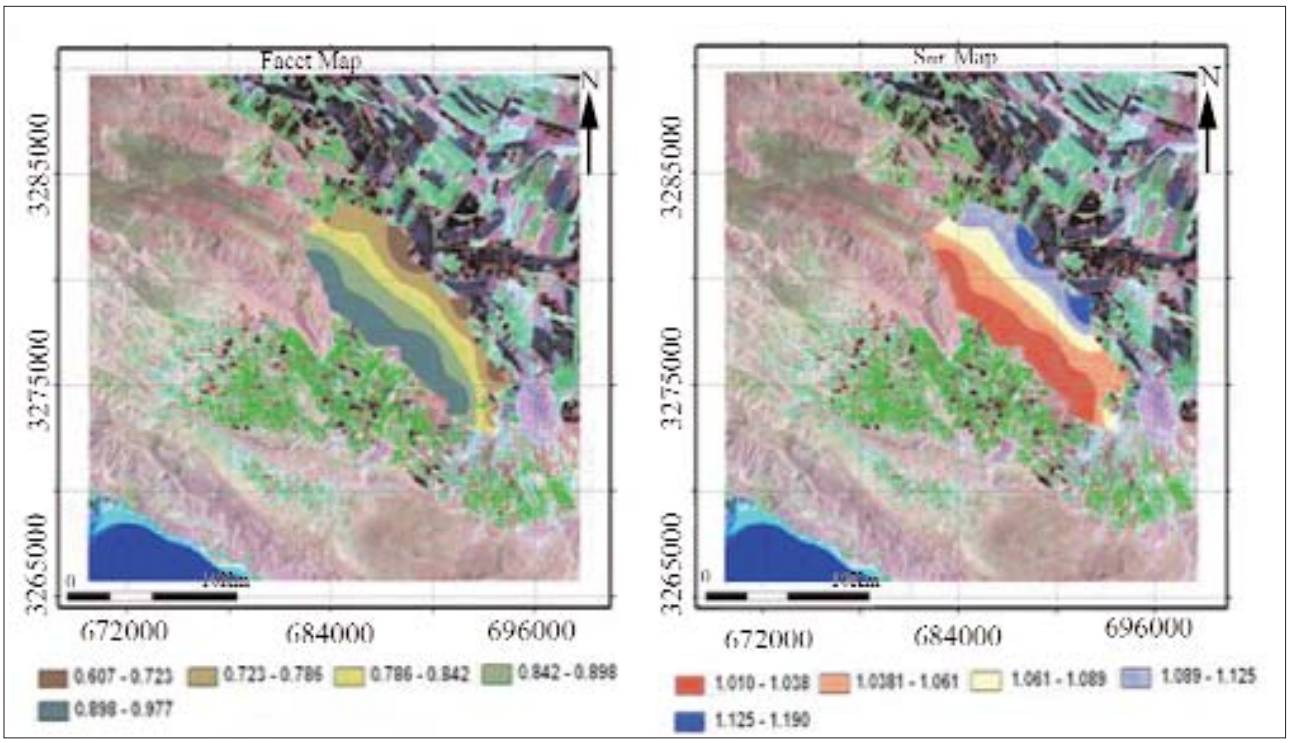
با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست۷ و نرم افزارهای سامانه‌ی اطلاّعات جغرافیایی و سنجش از دور، استخراج خطواره‌ها به سه روش دستی، نیمه‌اتوماتیک و اتوماتیک صورت پذیرفت و در نهایت نقشه‌ی خطواره‌های منطقه تهیّه شد.

جدول ۱- مقادیر شاخص‌های پیچ و خم پیشانی کوهستان و درصد رخ‌دار شدن پیشانی کوهستان در ۱۱ پهنه‌ی 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

الف- روش دستی

برای استخراج خطواره‌ها به صورت دستی، مدل‌های مختلف توپوگرافی مانند نقشه‌ی شیب (Slope)، نقشه‌ی جهت شیب (Aspect)، مدل ارتفاعی سایه‌دار (Shaded relief image) و مدل‌های سه بعدی از روی تصاویر ماهواره‌ای برای افزایش قدرت



تصویر ۶- مدل‌های رقومی شاخص‌های پیچ و خم پیشانی کوهستان و درصد رخ‌دار شدن پیشانی کوهستان، تاقدیس کوه گدوان

www.SID.ir

تفسیر بصری تهیّه گردید. از مزیّت‌های این روش این است که به راحتی می‌توان خطواره‌های غیر مرتبط با زمین‌شناسی را شناسایی نمود (Kocal et al. 2004).

پ- روش نیمه‌اتوماتیک

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

چ- روش اتوماتیک

مهمترین مزیّت این روش، زمان نسبتاً کوتاه برای استخراج خطواره‌هایی است که با چشم غیرمسلّح قابل دید نیستند. برای استخراج خطواره‌ها با استفاده از مدول خطّی (Line module) در نرم‌افزار سنجش از دور پی سی آی ژئوماتیکا از دو مجموعه پارامتر مختلف استفاده گردید:

الف- پارامترهای مورد استفاده جهت استخراج خطواره‌های کوچک

RADI =10 GTHR= 50 LTHR =30

FTHR= 2 ATHR= 1 DTHR= 30

ب- پارامترهای مورد استفاده جهت استخراج خطواره‌های بزرگتر

RADI =11 GTHR= 25 LTHR =90

FTHR= 4 ATHR= 15 DTHR= 200

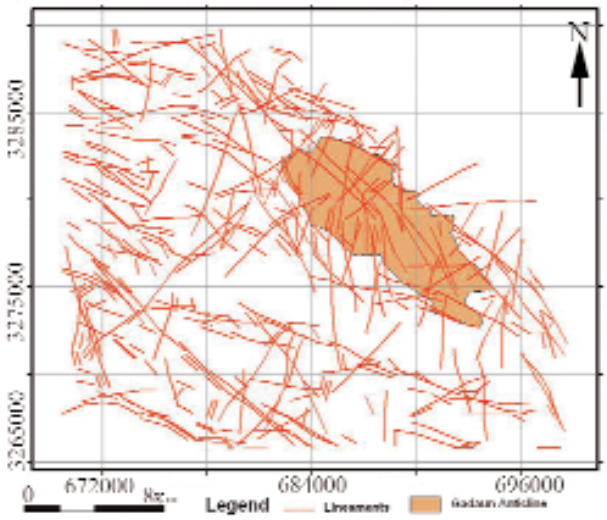
نقشه‌ی نهایی خطواره‌های منطقه با استفاده از نقشه‌های تهیّه شده با روش‌های مختلف، رسم گردید (تصویر ۷). همچنین با استفاده از نقشه‌ی نهایی خطواره‌های منطقه، سه نقشه‌ی دیگر تهیّه گردید:

الف- نقشه‌ی تراکم تعداد خطواره‌ها (تصویر ۸)

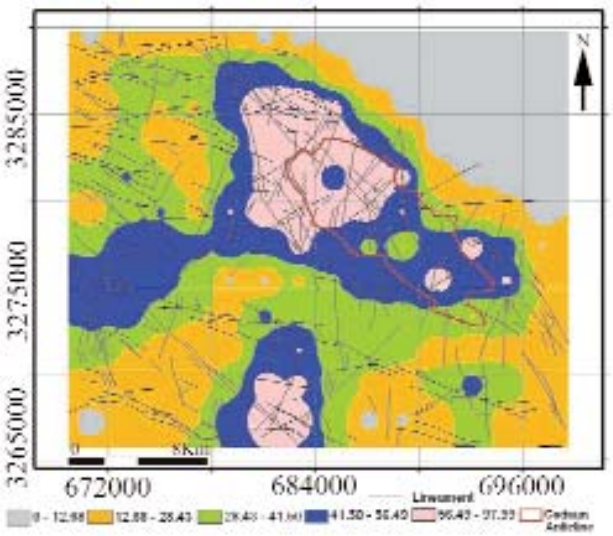
ب- نقشه‌ی تراکم تقاطع خطواره‌ها (تصویر ۹)

ج- نقشه‌ی تراکم طول خطواره‌ها (تصویر ۱۰)

برای تهیّه‌ی این سه نقشه از نرم‌افزارهای سامانه‌ی اطلاّعات جغرافیایی استفاده شد. اساس کار تهیّه‌ی این نقشه‌ها، تقسیم نمودن تعداد خطواره‌ها، طول خطواره‌ها و یا تعداد تقاطع خطواره‌ها بر واحد سطح می‌باشد. ابتدا منطقه‌ای دایره‌ای شکل به شعاع r تعریف می‌گردد و سپس این منطقه با تعریف شبکه‌ای با فاصله‌ی مشخّص به صورت جانبی و عمودی بر روی نقشه جابه‌جا می‌گردد و آنگاه نتیجه‌ی محاسبات به صورت یک نقطه با یک عدد مشخّص در وسط هر منطقه‌ی دایره‌ای شکل قرار می‌گیرد. حال با استفاده از این نقاط نقشه‌های کانتوری تهیّه می‌گردد. اگر هدف، بررّسی جزئیات شکستگی‌ها در مقیاس کوچک باشد باید شعاع دایره، کوچک انتخاب شود و در صورتی که شکستگی‌ها در مقیاس منطقه‌ای مورد بررّسی قرار گیرند باید شعاع دایره بزرگتر انتخاب گردد.



تصویر ۷- نقشه‌ی خطواره‌های منطقه

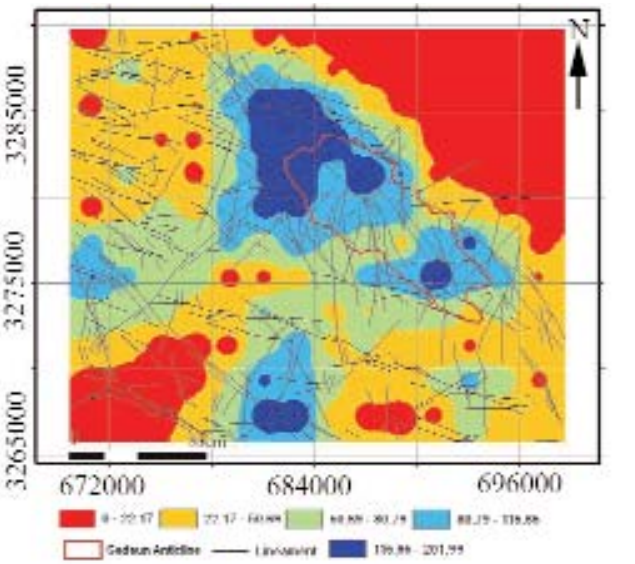


تصویر ۸- نقشه‌ی تراکم تعداد خطواره‌های منطقه با شعاع محاسباتی دو کیلومتر (رنگ صورتی بیشترین تراکم را نشان می‌دهد).

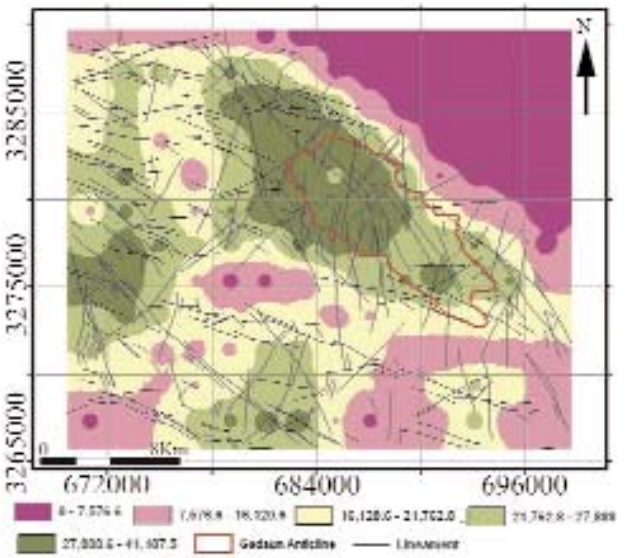
Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID



تصویر ۹- نقشه‌ی تراکم تقاطع خطواره‌های منطقه با شعاع محاسباتی دو کیلومتر (رنگ آبی تیره بیشترین تراکم را نشان می‌دهد).



تصویر ۱۰- نقشه‌ی تراکم طول خطواره‌های منطقه با شعاع محاسباتی دو کیلومتر (رنگ سبز تیره بیشترین تراکم را نشان می‌دهد).

۲-۳- تحلیل استریوگرافیکی تاقدیس کوه گدوان

معمولاً تحلیل استریوگرافیکی سنگ‌های چین‌خورده به دو روش نمودار بتا و پی صورت می‌پذیرد که در این‌جا از روش دوّم استفاده شد. مختصات فضایی لایه‌های چین‌خورده به صورت ایستگاه‌هایی با پراکندگی یکنواخت در اطراف چین برداشت می‌شوند، آن‌گاه قطب این سطوح به شبکه‌ی استریونت هم وسعت منتقل می‌گردد. پس از شمارش و کانتوربندی این نقاط، دو نقطه‌ی بیشینه بر روی یک دایره‌ی بزرگ قرار می‌گیرند و قطب آن مشخّص می‌گردد که این قطب مختصات فضایی محور (لولای) چین است.

برای تعیین مختصات سطح محوری چین، محور b و محور c بر روی یک دایره‌ی بزرگ قرار می‌گیرند. محور c همان نقطه‌ی وسط دو نقطه‌ی بیشینه بر روی دایره‌ی بزرگ مربوطه می‌باشد. محور a قطب سطح محوری چین است.

زاویه‌ی میان‌یالی چین نیز از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌گردد:

$$Q = 180-n$$

دررابطه‌ی فوق Q زاویه‌ی میان‌یالی و n زاویه‌ی بین دو نقطه‌ی بیشینه است.

نتایج تحلیل انجام شده برروی 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

زاویه‌ی میان‌یالی (Interlimb Angle) 146

زاویه‌ی ریک لولا ۲۱

نوع چین

۱- این چین از لحاظ زاویه‌ی بین‌یالی از نوع ملایم (Gentle) می‌باشد.

۲- این چین از نظر نحوه‌ی دوران محور آن جزء چین‌های استوان‌های (Cylindrical) می‌باشد.

۳- این چین از نظر تقارن سطح چین خورده جزء چین‌های نامتقارن (Asymmetrical) می‌باشد.

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

۵- این چین بر اساس نیمرخ جزء چین‌های موازی (Parallel) محسوب می‌گردد.

۶- این چین بر اساس زاویه‌ی میل خط لولا و زاویه‌ی شیب سطح محوری (تقسیم‌بندی فلوتی Fleuty 1964) جزء چین‌های کم میل و پرشیب (Gently plunging & Steeply inclined) می‌باشد.

۷- این چین بر اساس تقسیم‌بندی ریکارد (Rickard 1971)، ریگان (Ragan 1985) جزء چین‌های خمیده (Inclined) محسوب می‌گردد.

www.SID.ir

۳- نتیجه‌گیری

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

به طورکلّی 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 بالاآمدگی در لایه‌های پوشاننده‌ی پی‌سنگ ایجاد می‌نمایند 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 توجّه به دسته‌بندی شاخص های مورفوتکتونیک، این منطقه از لحاظ تکتونیکی دارای فعّالیّت شدید است و بالاآمدگی در این منطقه بیش از فرسایش پیشانی کوه بوده و حدود یک الی پنج میلی‌متر در سال تخمین زده می‌شود.

استفاده از روش اتوماتیک و نیمه اتوماتیک به همراه روش دستی در استخراج خطواره‌ها باعث افزایش سرعت، دقّت و صحّت کار می گردد.

نقشه‌ی خطواره منطقه به همراه نقشه‌های تراکم طول، تعداد و تقاطع خطواره علاوه بر آنکه نواحی دارای آنومالی شکستگی را مشخّص می‌کند، می‌تواند کمک بسزایی در تعیین محلّ حفاری چاه‌های آب در دشت داریان نماید.

مراجع

ملک، ع.، ۱۳۷۶، "کاربرد شاخص‌های مورفومتریک در مطالعات نئوتکتونیکی بخش‌های جنوبی البرز مرکزی"، پایان نامه‌ی 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.*

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.*

Archive of SID

www.SID.ir