



بررسی مورفوتکتونیک باباکوهی واقع در شمال شیراز

قدرت الله فرهودی و هستی شرافی

گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، gfarhoudi@yahoo.com
hasti_sharafi@yahoo.com

مکیده

در این پژوهش سعی شده است با انجام عملیات صحرایی، برداشت‌های ساختاری، محاسبه اندیس‌های ژئومورفومتریک از قبیل درصد رخ‌دار شدن پیشانی کوه (Facet)، پیچ‌وخم پیشانی کوه (S_{mf})، نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن (V_f)، مطالعه عکس‌های هوایی و پردازش تصاویر ماهواره‌ای و استخراج و بارسازی خطواره‌ها توسط روش‌های مختلف سنجش ازدور، به ابهامات موجود در ساختمان تاقدیس باباکوهی و عوامل حاکم بر وضعیت مورفوتکتونیک موجود در منطقه پاسخ داده شود. با توجه به مطالعات انجام شده، به نظر می‌رسد که فشار ناشی از عملکرد گسل راستالغز - راستگرد سبزپوشان و همچنین گسل راستالغز - راستگردی که در منطقه بمو قرار دارد، در شکل‌گیری دگرریختی‌های منطقه از جمله تغییرات روند تاقدیس بابا کوهی، ایجاد گسل‌های اصلی منطقه و به‌وجود آمدن تاقدیس کوچک تپه دانشگاه، تاثیر بسزایی داشته اند.

واژه‌های کلیدی: تاقدیس، زاگرس، کمربند چین خورده - گسلیده، اندیس‌های ژئومورفومتریک، گسل راستالغز - راستگرد

Morphotectonic Analysis of the Babakouhi Anticline North of Shiraz

G. Farhoudi & H. Sharafi

Department of Geology, Islamic Azad University, Shiraz Branch, Shiraz - Iran, gfarhoudi@yahoo.com
hasti_sharafi@yahoo.com

Abstract

In this research it was tried to use field work, geomorphic indices such as mountain front faceting (Facet %), mountain front sinuosity (S_{mf}), ratio of valley floor width to valley height (V_f), the study of air photos and processing of satellite images and detecting and enhancing of lineaments, using different remote sensing methods, to answer ambiguities regarding Babakouhi anticline and factors affecting the morphotectonic situation of the area. This research shows that the pressure caused by Sabzpooshan strike slip - dextral fault with NW-SE trend and Bamu Strike slip - dextral fault with SW-NE trend have had great impact on the deformation of the area such as changes in anticline trend, creation of main faults of the area and creation of the university hill anticline.

Key words: anticline, Zagros, folded - faulted zone, geomorphometric indices, strike slip - dextral fault.

۱- مقدمه



تصویر ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه.

منطقه مورد مطالعه قسمتی از زاگرس چین خورده - گسلیده (Berberian 1995) واقع در استان فارس و شمال شهر شیراز می باشد که از لحاظ مختصات جغرافیایی بین طول های جغرافیایی $28^{\circ} 15'$ و $52^{\circ} 16' 16''$ شرقی و عرض های جغرافیایی $29^{\circ} 34' 03''$ و $32^{\circ} 42' 40''$ شمالی و از لحاظ مختصات متریک در فاصله 3271833 تا 3288017 و 663521 تا 642505 واقع شده است (تصویر ۱).

تاقدیس باباکوهی (پشت مله) با روند عمومی شمال غرب - جنوب شرق و درازای بیش از 20 کیلومتر عمدتاً از آهک های آسماری - جهرم با سن الیگوسن - میوسن تشکیل شده است. از آنجا که این تاقدیس نزدیکترین کوه به شهر شیراز می باشد و اهمیت زیادی در مسائل مهندسی، آب های زیر زمینی و شهر سازی شهر شیراز دارد، مطالعات مورفوتکتونیک و ساختاری آن حائز اهمیت می باشد. پلانژ شمال غربی این تاقدیس در حوالی منصورآباد و پلانژ جنوب شرقی آن بعد از شهرک سعدی می باشد، که به دلیل فرسایش شدید نمی توان محل دقیق آن را تعیین نمود. در جنوب غرب منطقه مورد مطالعه می توان گسل راستگرد سبزپوشان را مشاهده نمود که با امتداد شمال غرب - جنوب شرق تا شمال غرب شیراز ادامه می یابد. در شمال شرقی تاقدیس بابا کوهی، تاقدیس برگشته (Overturned) بمو قرار دارد، برگشتگی این تاقدیس حاصل گسلی راستگرد با امتداد شمال شرق - جنوب غرب می باشد که کوه صوفیا را به طرف جنوب جابجا کرده و در نتیجه این حرکت کوه بمو برگشته است (تصویر ۱۳) (فرهودی و همکاران ۱۳۸۵).

خود تاقدیس باباکوهی نیز توسط گسل های متعدد عرضی به بخش هایی تقسیم شده است که اکثر این گسل ها مؤلفه حرکتی راستا لغز دارند و راستای NE - SW را نشان می دهند.

۲- مطالعات زمین شناسی و صمراپی

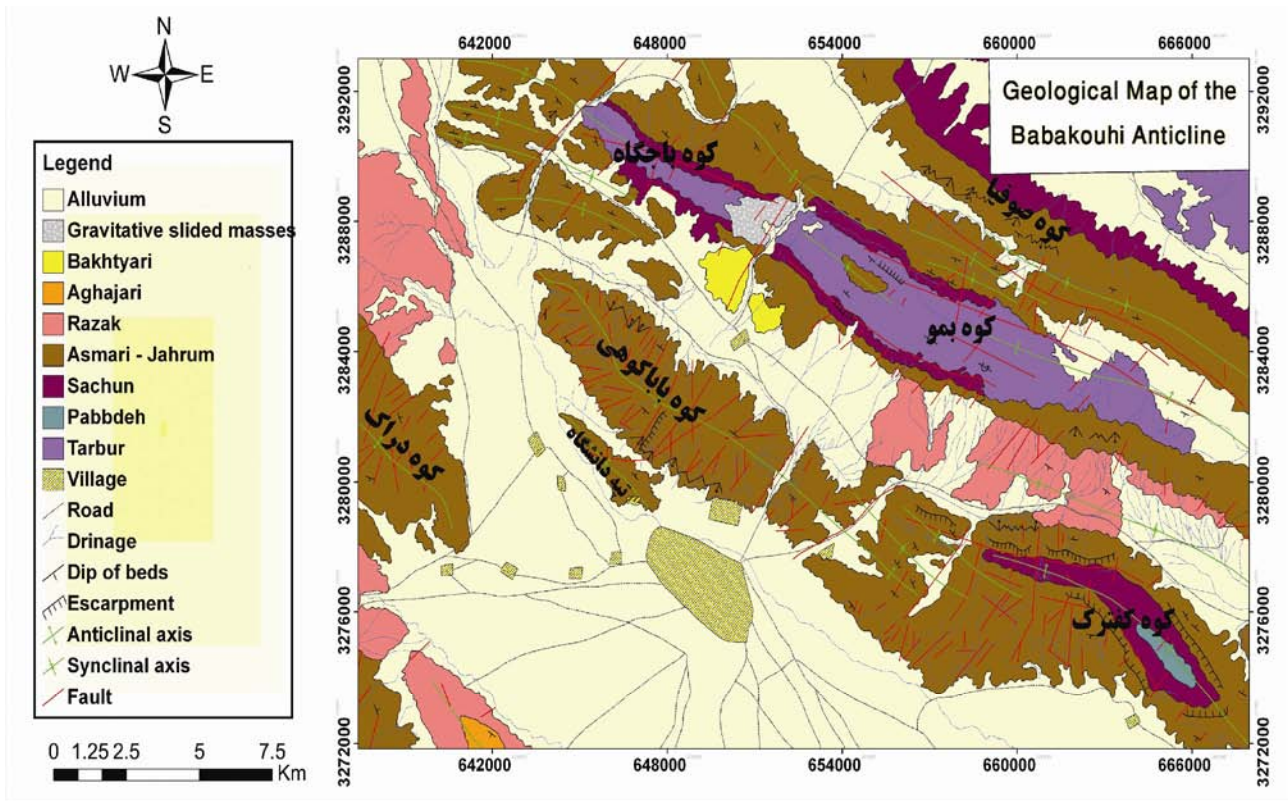
پس از بررسی عکس های هوایی و تصاویر ماهواره ای، نقشه زمین شناسی منطقه تهیه گردید (تصویر ۲). سپس این نقشه در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) مختصات دار شده و جهت بررسی های بعدی به فرمت برداری (Vector) در آورده شد.

بررسی عکس های هوایی و تصاویر ماهواره ای نشان می دهد که روند تاقدیس باباکوهی در طول محور آن اغلب متفاوت است، بنابراین بایستی در نقاط مختلف فشار ماکزیمم را به دست آورد و معین کرد شکل کنونی این تاقدیس به چه دلیل به این صورت در آمده است. از این رو تعداد ۱۰ ایستگاه برای برداشت شیب و امتداد عناصر صفحه ای (درزه ها و لایه بندی) در نظر گرفته شد (تصویر ۳).

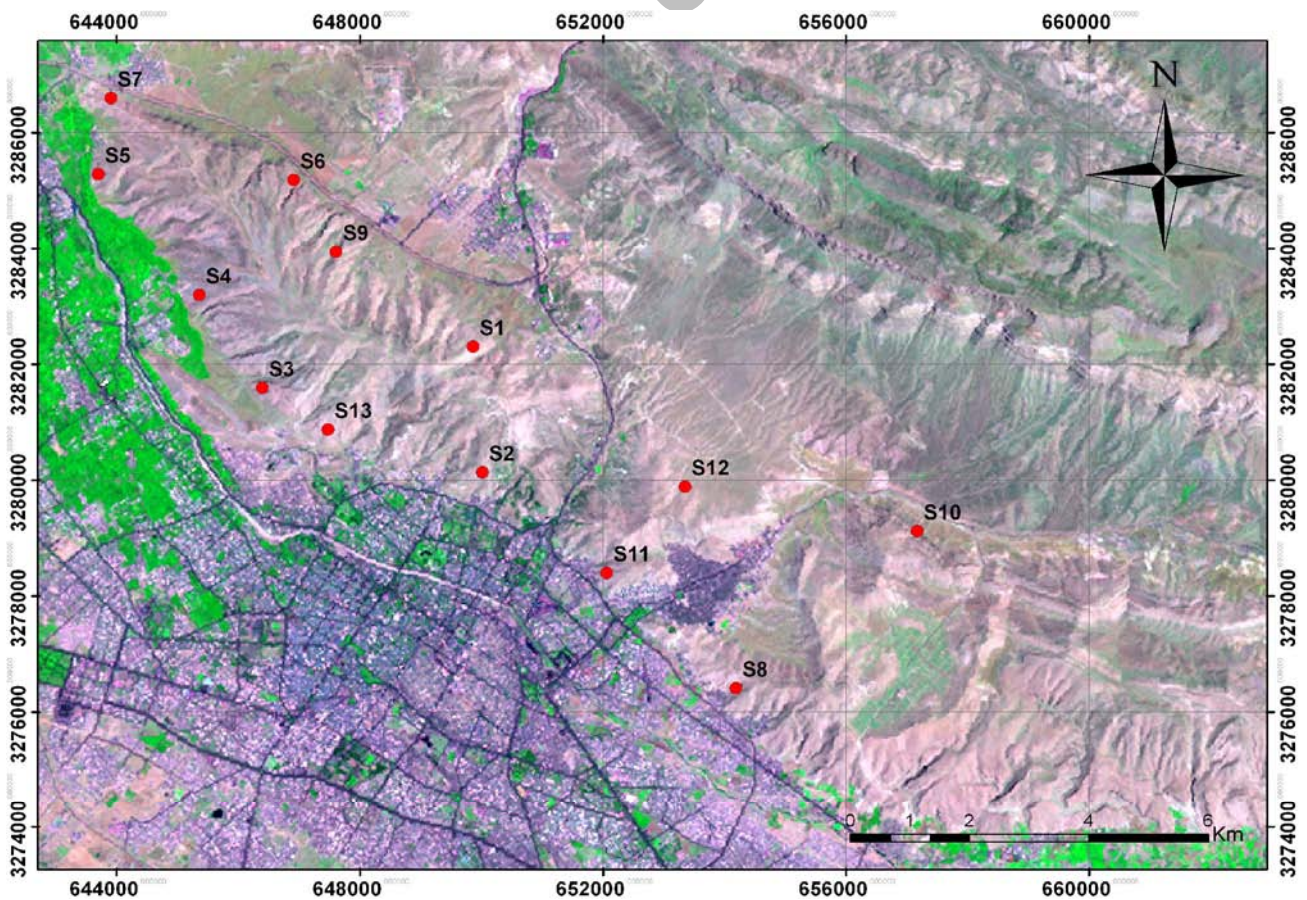
و با استفاده از نمودارهای گل سرخی رسم شده (تصویر ۴) و آنالیز چین، موقعیت تنش بیشینه و نوع درزها تعیین گردید بررسی درزهای منطقه جهت تنش بیشینه را به طور متوسط $N43^{\circ}E$ نشان می دهد، مطالعات صحرائی و آنالیز چین نشان می دهد که زاویه بین یالی این تاقدیس 148 درجه و پلانژ لولای آن 1 درجه و سطح محوری آن در امتداد $S46^{\circ}E$ و با شیب 84 درجه به سمت NE قرار می گیرد، با توجه به داده های فوق مشخصات زیر برای این تاقدیس در نظر گرفته شد: نا متقارن، ملایم، قائم، نیمه افقی.

۳- اندیس های ژئومورفومتریک

با توجه به اینکه اندیس های کمی و کیفی ژئومورفومتریک به خوبی گویای فعالیت های تکتونیک منطقه هستند با کاربرد تعدادی از اندیس های کمی ژئومورفومتریک مانند پیچ و خم پیشانی کوه (S_{mf}) رخ دار شدن پیشانی کوه ($\text{Facet } \%$) و نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن (V_f)، می توان تکتونیک منطقه را مورد بررسی و تجزیه و



تصویر ۲- نقشه زمین شناسی تاقدیس باباکوهی و مناطق اطراف آن.



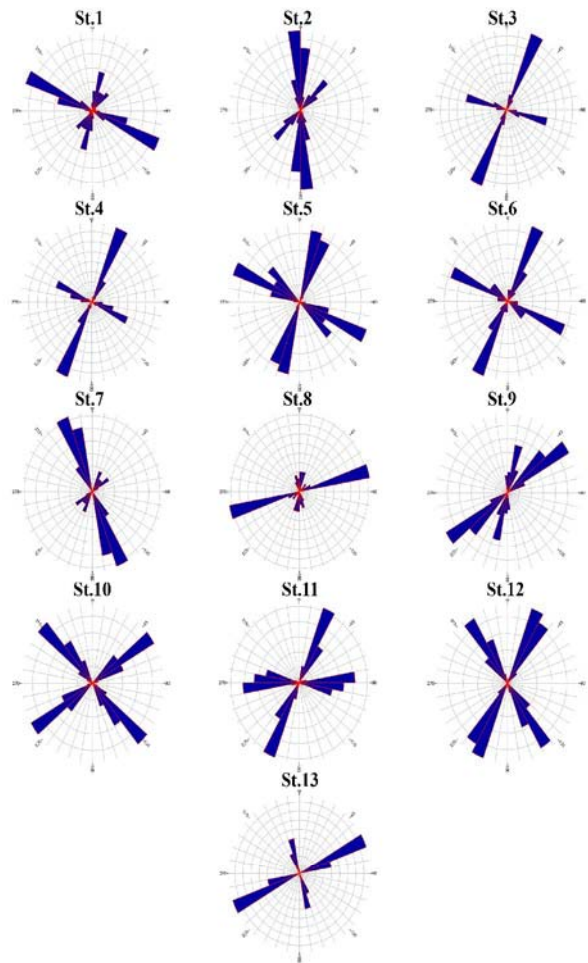
تصویر ۳- تصویر ماهواره‌ای تاقدیس باباکوهی و موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی درزه‌ها.

مقدار اندیس درصد رخدار شدن پیشانی کوه (Facet%) بین ۲۹/۱ درصد در جبهه ۳ تا ۸۹/۶ درصد در جبهه ۶ متغیر بوده و دارای میانگینی برابر ۶۱/۶۴ درصد می‌باشد.

جهت مطالعه بیشتر، اندیس نسبت عرض کف دره به ارتفاع دره (V_f) برای ۱۰ حوضه محاسبه شده است که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است. مقادیر این شاخص از ۰/۴۵ در ایستگاه ۴ تا ۳/۷۵ در ایستگاه ۹ تغییر کرده و میانگین برابر ۱/۷۵ را به خود اختصاص داده است.

۴- مطالعات سنجش اذور و سیستم اطلاعات مغرافیائی

برای مطالعات ساختاری و تکتونیکی مدت زمان طولانی است که از آنالیز مورفولوژیکی اشکال توپوگرافی به ویژه خطواره‌ها استفاده می‌شود و برای این منظور روش‌های متعددی وجود دارد، پایه و اساس آنالیزهای مورفولوژیکی برای اینگونه مطالعات، استفاده از عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای است (Salvi 1995, Woldai et.al. 2000). در این بررسی پس از اجرای تکنیک‌های بارزسازی (Enhancement) بر روی تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و بکارگیری فیلترهای بارزسازی



تصویر ۴- نمودارهای گل سرخی رسم شده در تاقدیس باباکوهی که توسط برداشت‌های ساختاری تهیه شده است. همانطور که دیده می‌شود جهت درزه‌های غالب منطقه شمال شرق - جنوب غرب می‌باشد.

تحلیل قرار داده و منطقه را از لحاظ بیشترین و کمترین فعالیت تکتونیکی تقسیم‌بندی نمود.

بر اساس ویژگی‌های زیر پیشانی تاقدیس باباکوهی به ۱۰ جبهه (Front) تقسیم شده است: (Wells et al. 1988) (تصویر ۵).

• بریده شدن توسط یک آبراه که در مقایسه با پیشانی کوه بزرگ باشد.

• انحراف ناگهانی در امتداد کوه.

• تغییرات ناگهانی سنگ شناسی.

• تغییرات ناگهانی در ویژگی‌های ژئومورفیکی اصلی آن نسبت به پیشانی کوه متصل به آن.

در ادامه شاخصهای S_{mf} و Facet% برای هر جبهه محاسبه گشته است (جدول ۱).

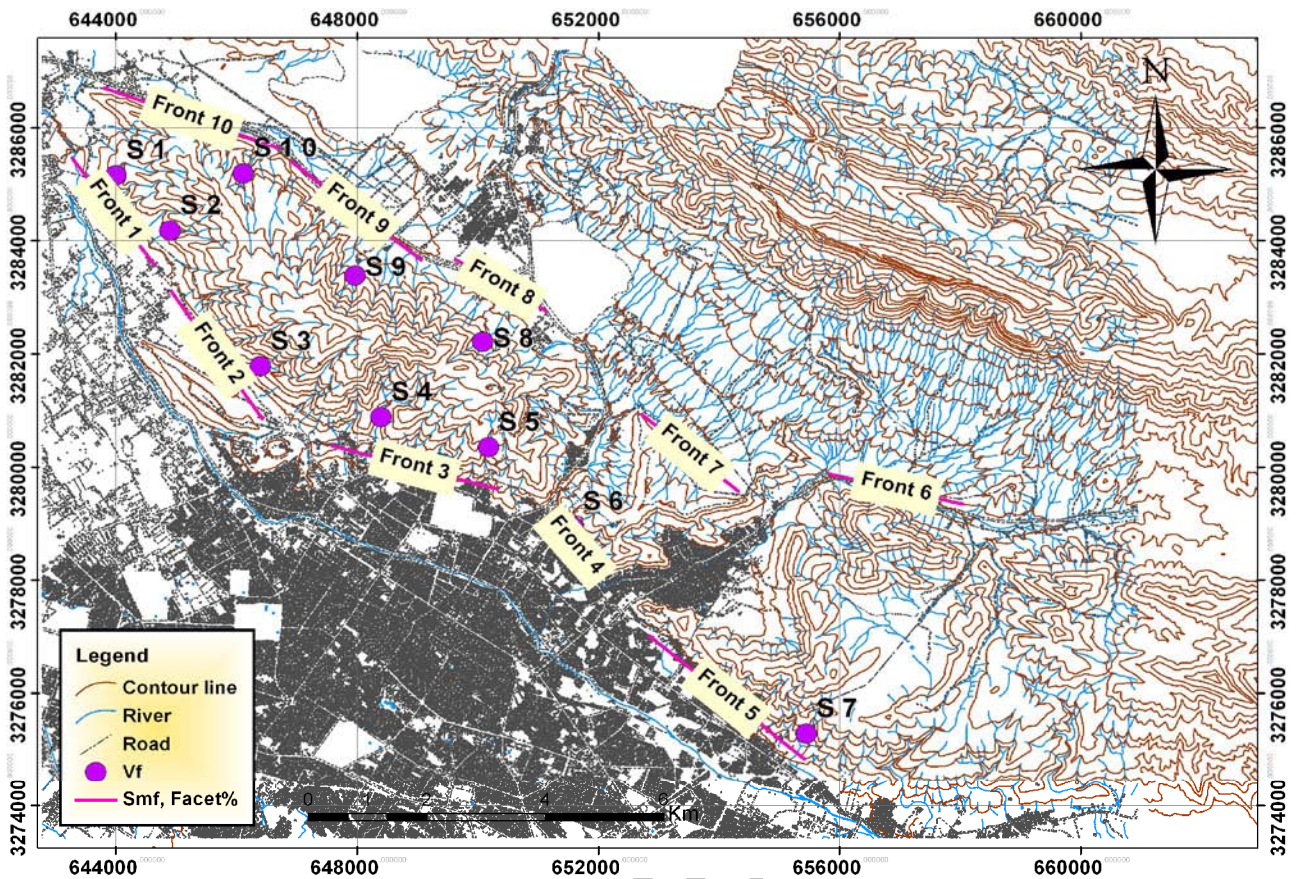
مقدار اندیس پیچ و خم پیشانی کوه (S_{mf}) از ۱/۲۲ در جبهه ۸ تا ۱/۸۴ در جبهه ۱ تغییر کرده و میانگین آن در کل منطقه ۱/۴۶ می‌باشد.

جدول ۱- مقادیر محاسبه اندیس‌های S_{mf} و Facet%

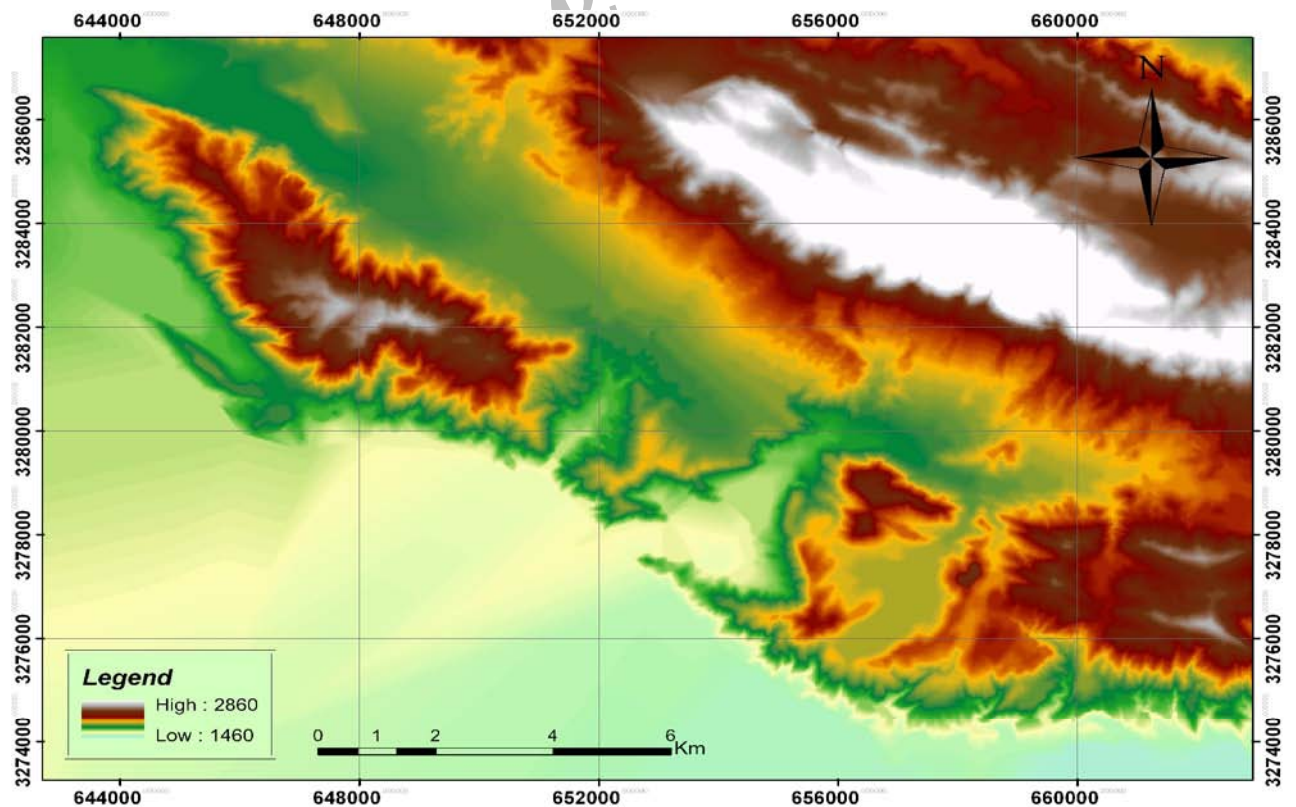
Front	L_s	L_{mf}	L_f	S_{mf}	Facet %
۱	۲۳۴۱/۰۱	۴۳۱۱/۶۶	۱۱۱۰/۳۴	۱/۸۴	۴۷/۴
۲	۲۷۲۹/۵۵	۳۴۲۸/۷۹	۱۸۴۹/۵۸	۱/۲۶	۶۷/۸
۳	۲۹۰۴/۱۴	۵۲۹۰/۷۹	۸۴۶/۳۷	۱/۸۲	۲۹/۱
۴	۱۲۹۲/۰۷	۲۰۲۶/۴۲	۶۴۰/۴۵	۱/۵۷	۴۹/۶
۵	۳۴۰۹/۵۱	۵۰۲۹/۰۳	۱۸۴۹/۶۸	۱/۴۸	۵۴/۳
۶	۲۳۰۶/۰۴	۲۹۵۴/۸۲	۲۰۶۶/۴۸	۱/۲۸	۸۹/۶
۷	۲۱۲۱/۰۴	۳۲۴۲/۵۷	۷۲۷/۷۵	۱/۵۳	۳۴/۳
۸	۱۷۸۱/۲۶	۲۱۷۷/۱۳	۱۴۵۰/۴۵	۱/۲۲	۸۱/۴
۹	۲۷۸۱/۴۷	۳۹۴۲/۰۵	۲۰۷۲/۵۷	۱/۴۲	۷۴/۵
۱۰	۳۱۴۶/۴۹	۳۸۷۱/۴۵	۲۷۸۱/۱۵	۱/۲۳	۸۸/۴

جدول ۲- مقادیر محاسبه اندیس V_f .

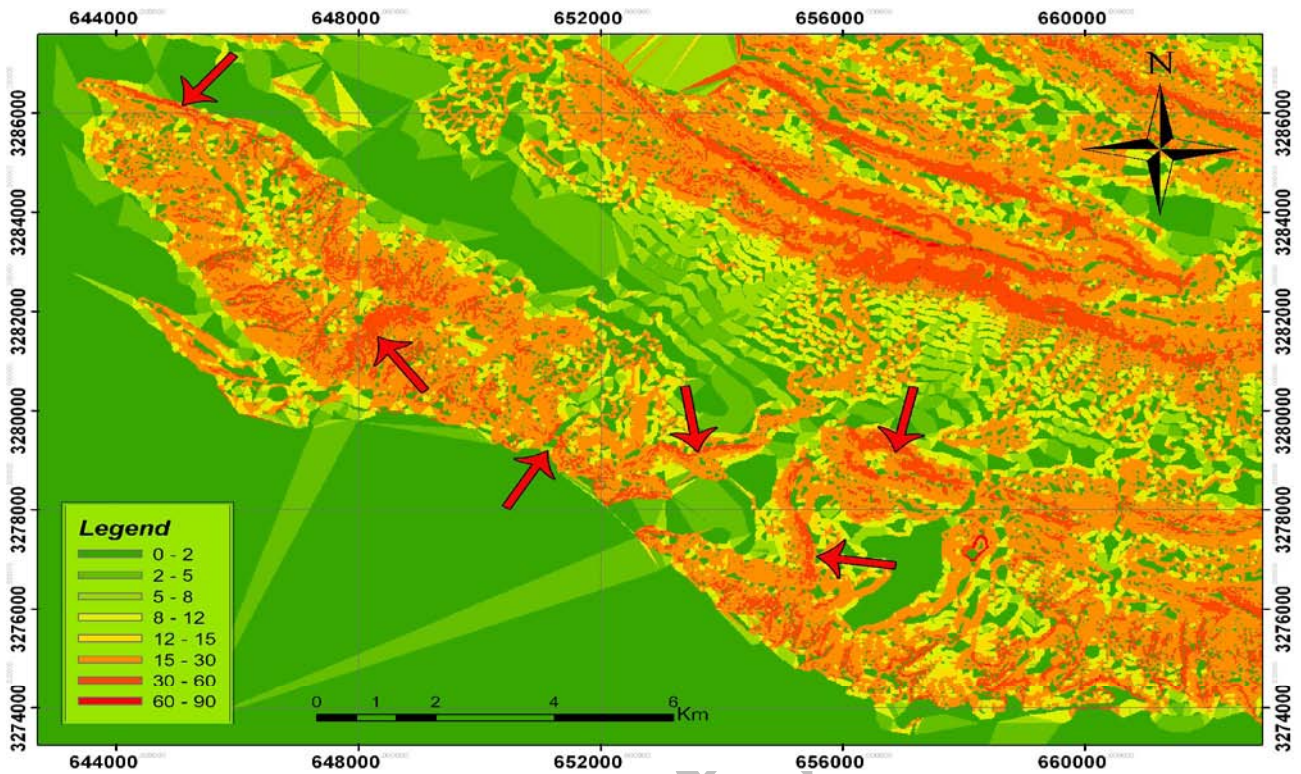
St.	Eld	Erd	Esc	V_{fm}	V_f
۱	۱۷۴۰	۱۷۴۰	۱۶۹۰	۱۲۵	۲/۵۰
۲	۱۷۲۰	۱۷۴۰	۱۶۷۰	۱۰۰	۱/۶۷
۳	۱۸۴۰	۱۷۹۰	۱۷۱۰	۱۵۰	۱/۴۳
۴	۱۸۰۰	۱۸۶۰	۱۷۲۰	۵۰	۰/۴۵
۵	۱۸۰۰	۱۷۸۰	۱۷۴۰	۸۷/۵	۱/۷۵
۶	۱۶۴۰	۱۶۶۰	۱۶۲۰	۷۰	۲/۳۳
۷	۱۶۶۰	۱۶۶۰	۱۵۷۰	۷۵	۰/۹۴
۸	۱۸۲۰	۱۸۶۰	۱۸۰۰	۷۵	۱/۸۸
۹	۱۸۴۰	۱۸۲۰	۱۷۹۰	۱۵۰	۳/۷۵
۱۰	۱۸۸۰	۱۸۴۰	۱۷۸۰	۶۲/۵	۰/۷۸



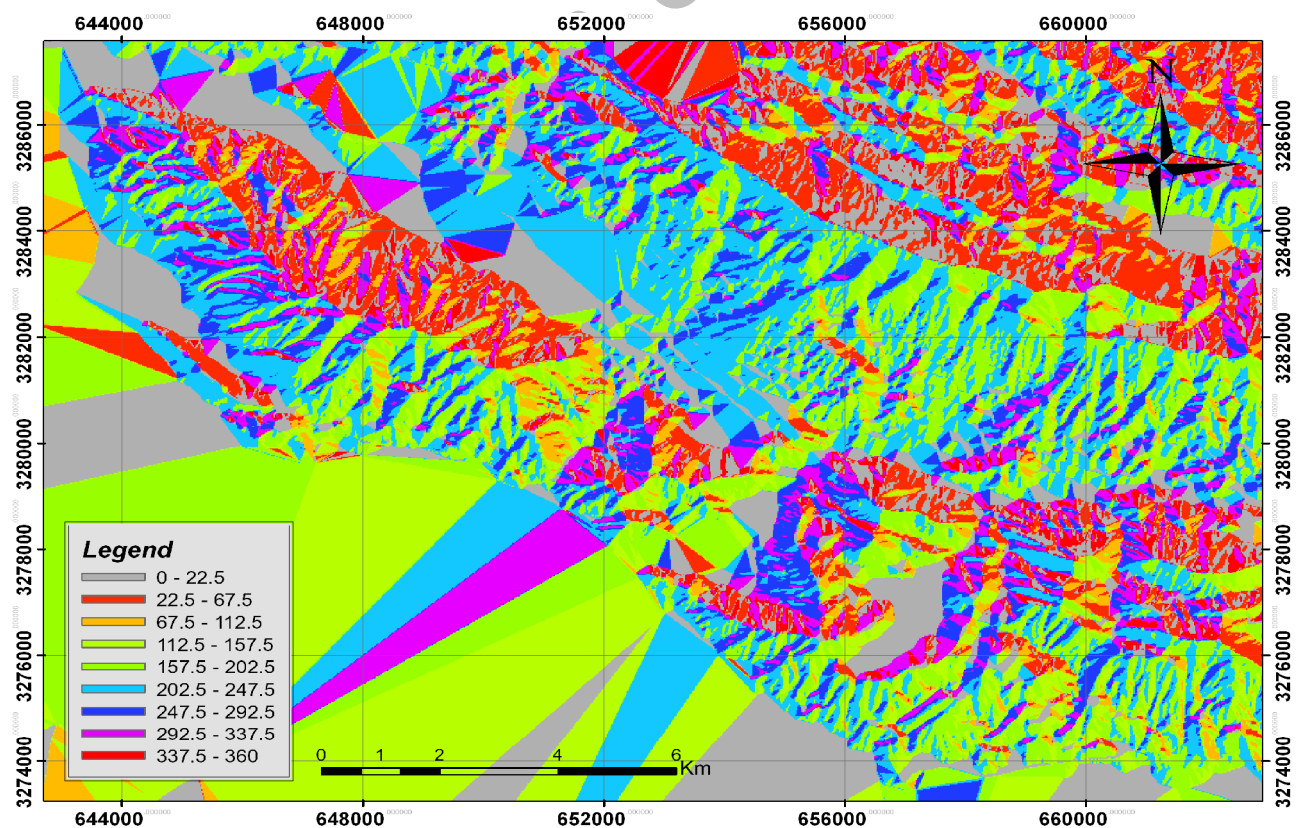
تصویر ۵- موقعیت ایستگاه‌های مطالعاتی اندیس‌های پیچ و خم پیشانی کوه، رخ‌دار شدن پیشانی کوه و نسبت پهنای کف دره به ارتفاع آن.



تصویر ۶- مدل رقومی ارتفاعی (DEM)، این مدل تغییرات ارتفاعی منطقه را به صورت رقومی نشان می‌دهد. همچنین از این مدل جهت تهیه مدل‌های دیگر از جمله نقشه شیب و نقشه جهت شیب، مدل ارتفاعی سایه دار و مدل سه بعدی استفاده شده است.



تصویر ۷- نقشه شیب توپوگرافی (Slope)، که به صورت کلاس بندی شده ایجاد گردیده است، در این نقشه مناطق با شیب زیادتر به رنگ قرمز و مناطق با شیب کمتر به رنگ سبز نشان داده شده است. فلش های قرمز رنگ مناطق دارای تغییرات شیب ناگهانی یا خطی را نشان میدهند که می توانند بیانگر وجود گسل در منطقه باشند.



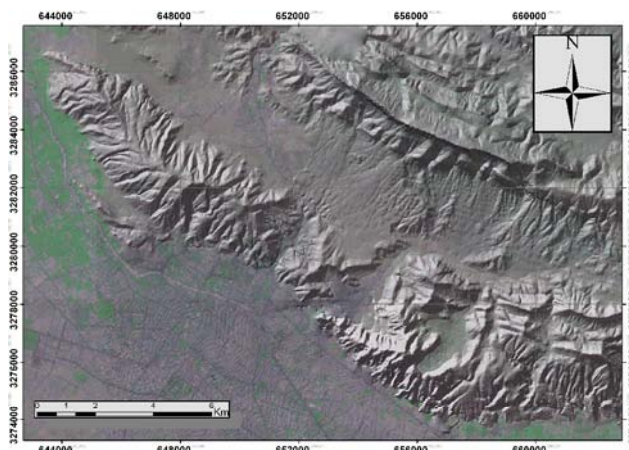
تصویر ۸- نقشه جهت شیب توپوگرافی (Aspect)، که بر اساس هشت جهت شیب اصلی (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW) تهیه گردیده است، در این تصویر مناطقی که در آن تغییرات جهت شیب به صورت پیوسته و خطی می باشد می توانند معرف وجود خطواره یا گسل در منطقه باشند.

لپه‌ها مانند فیلتر لاپلاسی، فیلتر خطی در سه راستای N-S, E-W، فیلتر روبرت و فیلتر سوئل (Laplacian Filter, NE-SW Directional Filter, Robert Filter, Sobel Filter) مشخص شدند. در ادامه جهت بررسی بیشتر پس از تهیه نقشه‌های رقومی توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و فاصله کنتوری ۲۰ متر، نقشه مدل رقومی ارتفاعی (Digital Elevation Model, DEM) تهیه گردید. (تصویر ۶).

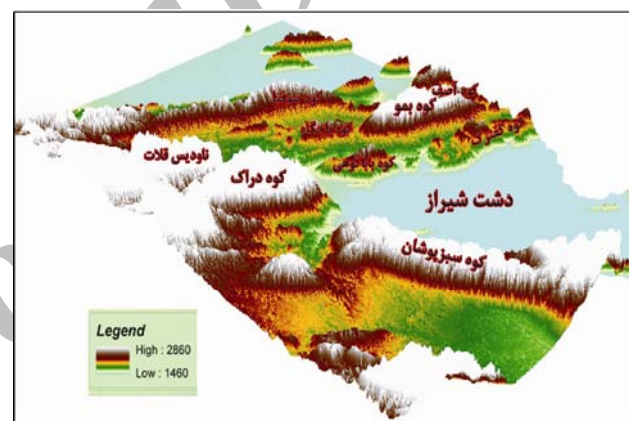
سپس با استفاده از نقشه مدل رقومی ارتفاعی (DEM) مدل‌های مختلف توپوگرافی همچون نقشه شیب (Slope) (تصویر ۷)، نقشه جهت شیب (Aspect) (تصویر ۸)، مدل ارتفاعی سایه دار (Shaded Relief Image) (تصویر ۹) و مدل سه بعدی (تصویر ۱۰) ایجاد و جهت آشکار سازی روند های کلی مانند لندفرم ها، آبراهه‌ها، دره‌ها و قله‌ها و در نهایت شناسایی خطواره‌ها بکار گرفته شدند، همچنین با استفاده از پردازش‌هایی که بر روی تصاویر ماهواره‌ای و مدل رقومی ارتفاعی منطقه صورت گرفت، دگرشکلی‌های منطقه شناسایی و بررسی شدند.

پس از تهیه نقشه خطواره‌های منطقه توسط تکنیک‌های فوق (تصویر ۱۱) چگونگی توزیع خطواره‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور با استفاده از نرم افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی بر اساس تعداد خطواره‌ها به واحد سطح نقشه چگالی خطواره‌های منطقه به دست آمد (تصویر ۱۲).

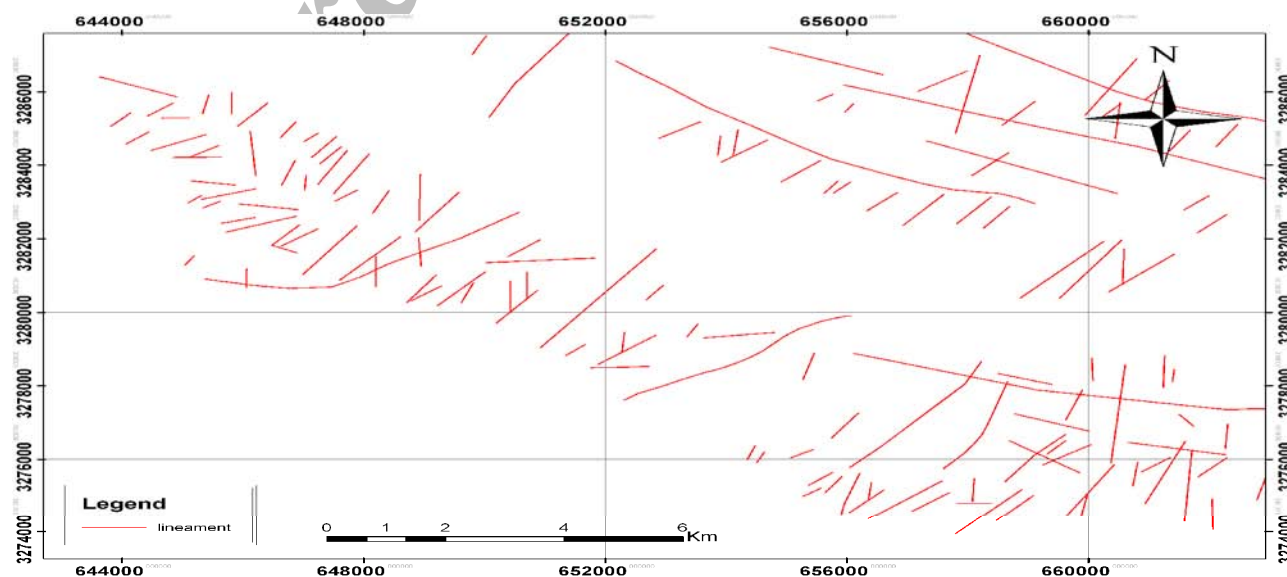
ملاحظه می‌شود که پرتگاه‌ها، مناطق با شیب توپوگرافی زیاد و مناطق با آنومالی چگالی با مناطقی که در بحث شاخص‌های ژئومورفیک به عنوان مناطق فعالتر شناخته شده‌اند منطبق می‌باشند. با استفاده از پردازش‌هایی که بر روی تصاویر ماهواره‌ای و مدل رقومی ارتفاعی منطقه صورت گرفت، دگرشکلی‌های منطقه شناسایی و بررسی شدند.



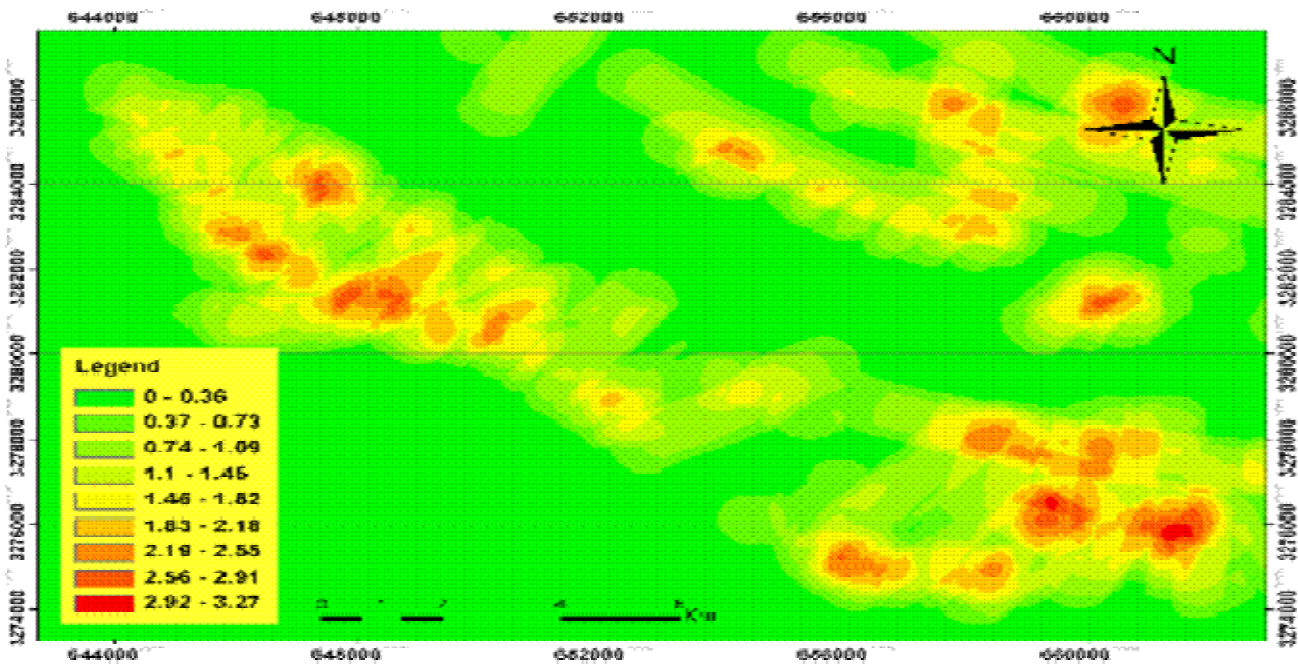
تصویر ۹- مدل ارتفاعی سایه دار (Shaded Relief Image)، با ارتفاع خورشید ۳۰ و آزیموت ۳۱۵ درجه. هدف از تهیه این مدل بارز کردن و شناسایی ساختارهای خطی از جمله شکستگی‌ها و آبراهه‌هاست.



تصویر ۱۰- مدل سه بعدی تاقدیس باباکوهی و تاقدیس‌های اطراف آن با اغراق عمودی 5X. هدف از تهیه این مدل برطرف نمودن نقایص و مشکلات بصری در دید دو بعدی و همچنین ارزیابی و بررسی لندفرم‌ها، ساختارها و آبراهه‌ها است، در این تصویر تغییرات روند محور تاقدیس بابا کوهی به خوبی دیده می‌شود، همچنین می‌توان روند گسل سبز پوشان، جابجایی کوه آصف و صوفیا و گسل راستالغزی که سبب این جابجایی گشته است را به وضوح مشاهده کرد.



تصویر ۱۱- نقشه خطواره‌های بدست آمده از منطقه مورد مطالعه.



تصویر ۱۲- نقشه چگالی خطواره‌های منطقه با شعاع محاسباتی ۷ کیلومتر. در این تصویر مناطقی که به رنگ قرمز دیده می‌شوند، دارای بیشترین چگالی خطواره در منطقه می‌باشند.

۵- نتیجه گیری

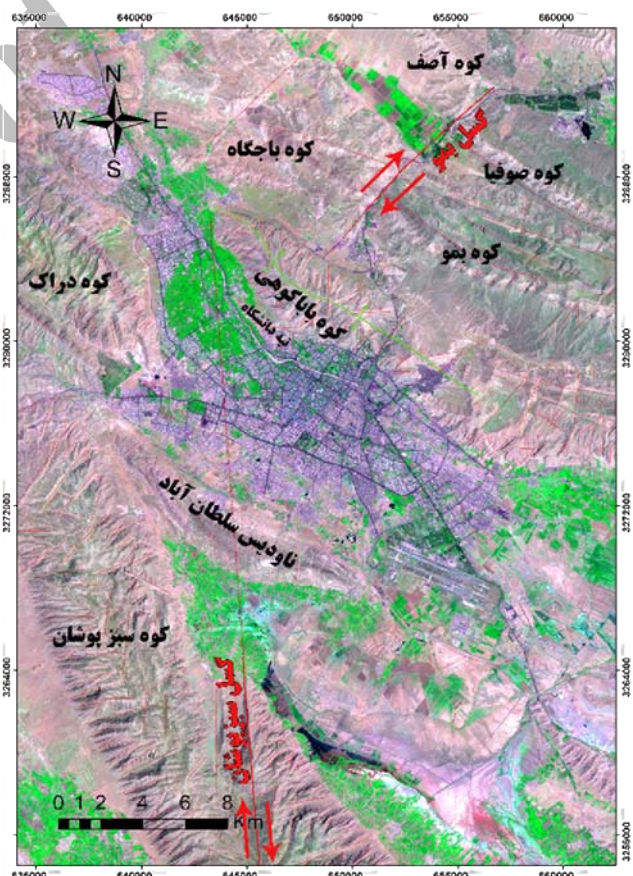
تلفیق نتایج حاصل از مطالعات زمین‌شناسی صحرایی و شاخص‌های ژئومورفومتریک و مطالعه و تفسیر عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره- نتایج زیر را ارائه می‌دهد:

■ (Farhoudi & Poll 1992) نشان دادند که گسل راستگرد سبز پوشان باعث چرخش چین خوردگی‌ها شده است، همچنین تغییر روند چین‌ها توسط گسل‌های راستالغز در زاگرس توسط (فرهودی و رشیدی ۱۳۷۴) و در سایر نقاط (Berberian 1995) مورد تایید قرار گرفته‌اند. به نظر می‌رسد با توجه به وضعیت هندسی و مکانیزم پهنه گسلی راستالغز - راستگرد سبزپوشان با امتداد NW-SE و گسل راستالغز - راستگردی که با امتداد SW-NE از منطقه بمو عبور می‌کند، تنش فشارشی ناشی از این گسل‌ها موجب تغییرات روند تاقدیس باباکوهی در طول محور آن گردیده است و در نتیجه این خمش گسل‌های عرضی در منطقه ایجاد شده‌اند.

■ پلانژ جنوب شرقی این تاقدیس در اثر گسل خوردگی و فرسایش شدید از بین رفته است.

■ بعد از شکستگی تاقدیس باباکوهی فشاری که در اثر برگشتگی کوه بمو به کوه باباکوهی وارد شده است، سبب به وجود آمدن چین-خوردگی تپه دانشگاه به صورت تاقدیسی کوچک شده است.

■ مقایسه نتایج بدست آمده با تقسیم بندی‌های متعدد نشان می‌دهد، فعالیت زمین‌ساختی منطقه مورد مطالعه در قسمت‌های مختلف



تصویر ۱۳- تغییرات روند باباکوهی در طول محور آن در اثر تنش فشارشی ناشی از گسلی راستالغز - راستگرد سبزپوشان و گسل راستالغز - راستگردی که از منطقه بمو عبور می‌کند، می‌باشد. (موقعیت این گسل‌ها و شکستگی‌های منطقه مورد مطالعه و مناطق اطراف آن در تصویر فوق نشان داده شده است). (تصویر ۱۳).

Woldai, T., Schetselaar, E.M., & Haile Mariam, M., 2000, "Structural analysis of the Asmara area Eritrea: using remote sensing and GIS", *Proceedings of the 28th International Symposium on Remote Sensing of the Environment Information for Sustainable Development, Cat. 5. pp. 2-7, March 27-31 2000 Caps Town, South Africa.*

متوسط تا بالا است، میزان این فعالیت در تمام قسمت‌های منطقه به یک اندازه نبوده و در مناطقی که روند محور دچار تغییر شده است، به طور قابل توجهی افزایش داشته است.

مراجع

فرهودی، ق.، رشیدی، م.ا.، ۱۳۷۴، "تحلیل ساختاری کوه دالشنین و مناطق اطراف آن در شمال دریایچه طشک فارس و تاثیر آن بر مناطق اطراف آن"، مجموعه مقالات نخستین همایش علمی انجمن زمین شناسی ایران، ۱۸۵-۱۸۲.

فرهودی، ق.، رهنماری، ج.، و قدرت، م.، ۱۳۸۵، "راز برگشتگی کوه بگو واقع در شمال شرق شیراز"، فصلنامه زمین شناسی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی زاهدان، سال ۲ (۲): ۳۱-۲۵.

Berberian, M., 1995, "Master blind thrust fault hidden under the Zagros folds; active basement tectonics and surface morphotectonic", *Tectonophysics, Vol. 241, (3-4): 193-195.*

Bull, W.B., & McFadden, L. d., 1977, "Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California", In: Doehring, D.O. (ed.), "Geomorphology in arid regions", *Proc. 8th. Ann. Geomorph. Symp. State University of New York, Binghamton: 115-138.*

Farhoudi, G., & Poll, K., 1992, "A morphotectonic study of environmental impact on ground water in southern Iran and under the Persian Gulf", *Geologische Rundschau, Vol. 81(2): 581-587.*

Keller, E.A. & Pinter, N., 1996, "Active tectonics, earthquake, uplift and landscape", *Prentice Hall Inc: 338 pp.*

Mayer, L. 1986, "Tectonic geomorphology of escarpment and mountain fronts", In: Wallace, R.E. (ed.), *Active tectonics, National Academic Press Washington: 125-133.*

Rockwell, T.K., Keller, E.A. & Johnson. D.L., 1985, "Tectonic geomorphology of alluvial fans and mountain fronts near Ventura, California", In: Morisava, M. and Hack, J.T. (editors), "Tectonic Geomorphology", *Unwin Hyman, London: 183-207.*

Salvi, S., 1995, "Analysis and interpretation of Landsat synthetic stereo pair for the detection of active fault zones in the Abruzzi region (Central Italy)", *Remote Sens. Environ. 53: 153-163.*

Wells, S.G. et al., 1988, "Regional variation in tectonic geomorphology along a segmented convergent plate boundary, Pacific coast of Costa Rica", *Geomorphology Vol. 1: 239-265.*