

# تحلیل هندسی تاقدیس بنه کوه (زاگرس)

نویسنده: مهران آرین\* و ثریا کشاورزی دانا\*

\* دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۰۶/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۰۱/۲۷

## چکیده

تاقدیس بنه کوه با درازای ۴ و ۲۵ کیلومتر و پهنای ۷ تا ۱۷ کیلومتر و راستای چپره شمال باختری - جنوب خاوری، یکی از تاقدیس‌های واقع در منطقه فارس ساحلی (کمر بند چین خورده ساده زاگرس) می‌باشد. سازند گچساران، هسته در حال فرسایش این تاقدیس را تشکیل داده است. در این مقاله، عناصر سبک چین آشکار شده و سازوکار چین خوردگی از نوع جدایشی نامتقارن بر روی سازند هرمز تشخیص داده شد. با توجه به شباهت تاقدیس بنه کوه با تاقدیس هرنگ و قرار گرفتن آنها در راستای یکدیگر تاقدیس هرنگ به عنوان ادامه شمال باختری تاقدیس بنه کوه مطرح شد. نقشه خطوط همتراز زیرزمینی رأس گروه دهرم (مخزن گاز) نیز تهیه شد و بلندترین نقطه ارتفاعی بستگی باختری آن در بخش باختری تاقدیس برای حفاری مناسب تشخیص داده شد.

**کلیدواژه‌ها:** تاقدیس بنه کوه، زاگرس، سبک چین، گروه دهرم

## ۱- مقدمه

سنگ‌های آذرینی که همراه این نمک‌ها دیده شده‌اند بازالت، کوارتز پورفیری، کراتوفیر، تراکیت به همراه کانی‌هایی از قبیل کلسیت دولومیت، هماتیت، پیریت، ایلمنیت، اپیدوت، آپاتیت، گوگرد و غیره می‌باشد و در اشکال شبه گنبدی، گنبدی و به هم ریخته در دو میل تاقدیس به سطح زمین راه یافته‌اند. بررسی‌ها نشان می‌دهند که جنبش‌های زمین‌ساختی و حرکت به سوی بالا در گنبد نمکی هرنگ واقع در میل باختری تاقدیس بنه کوه و گنبد نمکی زندان در میل خاوری آن در حال حاضر نیز ادامه دارد. تأثیر فعالیت‌های زمین‌ساختی و انحلالی، حفره‌ها و ناهمواری‌های کیفی شکلی را بر بام گنبد‌های نمکی به وجود آورده است. در هر حال عناصر سبک تاقدیس بنه کوه عبارتند از:

### ۱-۴. استوانه‌های بودن

بر اساس موقعیت‌های لایه‌بندی برداشت شده، تاقدیس بنه کوه در بخش باختری یک چین نامتقارن است. شیب یال پشتی از ۱۱ الی ۱۷ درجه متغیر است. شیب یال جلویی نیز از ۱۳ الی ۵۲ درجه در تغییر است.

### ۲-۴. تقارن

تاقدیس بنه کوه یک تاقدیس نامتقارن با تمایل چپره به سمت جنوب باختری در بخش باختری است.

### ۳-۴. سبک یک سطح چین خورده

با توجه به رخنمون قابل توجه بخش گوری سازند میشان، رأس آن به عنوان سطح آزمون مورد بررسی‌های ذیل قرار گرفته است (شکل ۴).

### - نسبت ظاهری

نسبت ظاهری (P) یا نسبت دامنه به نصف طول موج چین در بخش خاوری و باختری تاقدیس بنه کوه اندازه‌گیری شده است. با توجه به مقادیر محاسبه شده در بخش‌های خاوری ( $P_E = 0.1$ ) و باختری ( $P_W = 0.13$ )، یک چین وسیع را تشکیل داده است.

### - فشردگی

زاویه بین یالی (۲) تاقدیس بنه کوه از ۱۳۵ درجه در بخش خاوری تا ۱۰۸ درجه در بخش باختری تغییر می‌کند. بدین ترتیب، زاویه چین خوردگی (۳) آن از ۴۵ تا ۷۲ درجه در تغییر است و باید بخش خاوری را یک چین ملایم و بخش باختری را یک چین باز به شمار آورد.

### - نوک دار بودن

نوک دار بودن (b) یا انحنا نسبی چین در محل بستگی آن (Twiss & Moores, 1992)،

در این مقاله، هندسه تاقدیس بنه کوه (نگاره ۱)، مورد بررسی قرار گرفته است. دلیل انتخاب این تاقدیس نیز، وجود گروه دهرم (مخزن گاز) در این بخش از زاگرس بوده است (شکل ۱). بر همین اساس، سعی شده تا افزون بر عناصر سبک چین، سازوکار آن نیز مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور ۴ نیمرخ عرضی به روش باسک تهیه شد و نقشه خطوط همتراز زیرزمینی رأس گروه دهرم تهیه شد.

## ۲- موقعیت جغرافیایی

تاقدیس بنه کوه بین عرض‌های جغرافیایی ۲۶° و ۲۷° و ۲۸° و ۲۹° شمالی و طول‌های جغرافیایی ۲۸° و ۳۵° و ۳۰° و ۳۵° خاوری و در ۳۰ کیلومتری جنوب خاوری بستک و ۴۰ کیلومتری شمال باختر بندر لنگه واقع شده است و یکی از تاقدیس‌های واقع در ایالت زمین‌شناسی فارس از زیرحوضه فارس ساحلی (کمر بند چین خورده ساده زاگرس) می‌باشد (شکل ۱).

درازای این تاقدیس ۴ و ۲۵ کیلومتر و پهنای آن بین ۷ تا ۱۷ کیلومتر است. فرازای چکاد آن ۱۱۲۶ متر در بخش باختری است (شکل ۲- الف).

## ۳- موقعیت زمین‌شناسی

تاقدیس بنه کوه در کمر بند چین خورده ساده زاگرس از تقسیم‌بندی (Berberian 1995) قرار دارد و راستای عمومی آن، شمال باختری - جنوب خاوری است. این تاقدیس در منطقه فارس ساحلی قرار دارد و قدیمی‌ترین واحد رخنمون یافته در آن تاقدیس، بخش چهل از سازند گچساران است (نگاره ۲) که نتیجه عملکرد همزمان بالا آمدگی و فرسایش است. بخش‌های چمپه و مول (نگاره ۳) نیز در این تاقدیس قابل مشاهده هستند.

## ۴- وضعیت ساختار

تاقدیس بنه کوه یک چین نامتقارن است که گنبد‌های نمکی هرنگ در باختر و زندان در خاور میل‌های آن را تحت تأثیر قرار داده‌اند (شکل ۳).

قدیمی‌ترین واحد چینه‌ای رخنمون یافته، بخش نمکی سازند هرمز به سن کامبرین زیرین تا میانی است که به شکل گنبد‌های نمکی بیرون زدگی دارند و شامل سنگ‌نمک به رنگ‌های مختلف، انیدریت و ژپس و بلوک‌هایی از سنگ‌های رسوبی مانند آهک‌های نازک لایه سیاه رنگ و دولومیت‌های چرتی، ماسه‌سنگ‌های قرمز، شیل‌های رنگارنگ و رس‌های قرمز رنگ و سنگ‌های آذرین هستند (نگاره ۴).

رسیده به سرعت حل می‌شوند و نمک‌ها از عمق تخلیه می‌شوند، در اطراف دپایر، منطقه فرورفته مدوری ایجاد می‌شود که توسط رسوبات پر می‌شوند. در اثر تداوم عملکرد گسل‌های عرضی، رسوبات فرورفته روی نمک دچار کشیدگی نیز می‌شوند و تاقدیس مورد نظر، به ظاهر به دو تاقدیس تبدیل می‌شود (شکل ۱۰).

با پیروی از این الگو، می‌توان تاقدیس هرنگ و بنه‌کوه را در ابتدا تاقدیس منفردی به شمار آورد که به دلیل ایجاد و توسعه گسل عرضی هرنگ در منطقه (محل کنونی گنبد نمکی هرنگ) و با کم شدن فشار نمک‌های هرمز، نمک‌ها به سمت بالا جریان یافته‌اند. سپس با تخلیه شدن نسبی نمک‌ها، منطقه فرو افتاده‌ای در اطراف گنبد نمکی ایجاد شده و یک تاقدیس به دو تاقدیس تبدیل شده است. تاقدیس بنه‌کوه در سمت جنوب خاوری و تاقدیس هرنگ در سمت شمال باختری (شکل ۱۱) و گنبد نمکی بین این دو نیز گنبد نمکی هرنگ (نگاره ۵) نامیده شده است. این موضوع با توجه به اندازه تاقدیس بنه‌کوه نسبت به تاقدیس‌های اطراف و به وسیله تهیه و بررسی نقشه خطوط همتراز زیرزمینی رأس گروه دهرم (شکل ۹) نیز قابل تأیید است.

### ۸- نتیجه‌گیری

بر اساس مجموع بررسی‌های صورت پذیرفته، باید چنین بیان داشت که تاقدیس بنه‌کوه در شمال باختری بندر لنگه، یک چین جدایشی نامتقارن بر روی سازند جدایشی هرمز است. با توجه به شواهد و شباهت تاقدیس بنه‌کوه با تاقدیس هرنگ و قرار گرفتن آنها در راستای یکدیگر می‌توان تاقدیس هرنگ را ادامه شمال باختری تاقدیس بنه‌کوه به شمار آورد که به حالت زین اسبی از آن جدا شده است. بر اساس نقشه خطوط همتراز زیرزمینی رأس گروه دهرم، دو بستگی خاوری به مساحت ۱۶ و باختری به مساحت ۴۱ کیلومتر مربع آشکار شدند که بلندترین نقطه ارتفاعی بستگی باختری آن در نزدیکی نیمرخ DD' برای حفاری مناسب تشخیص داده شد.



شکل ۱- نقشه نشانگر موقعیت تاقدیس بنه‌کوه و راه دسترسی به آن

(اقتباس از اطلس راه‌های ایران، ۱۳۸۴)

در دو بخش خاوری و باختری تاقدیس بنه‌کوه اندازه‌گیری شده است. از آنجا که  $r_c$  (شعاع انحنا در بستگی تاقدیس) کوچک‌تر از  $r_0$  (شعاع دایره مماس بر یال‌های تاقدیس در محل نقاط عطف آن) می‌باشد، از رابطه  $b = r_c/r_0$  برای محاسبه نوک‌دار بودن استفاده شد. با توجه به مقادیر به دست آمده، بخش خاوری یک چین مدور با  $b = 0.9$  و بخش باختری، یک چین نیمه مدور با  $b = 0.7$  است.

### تحلیل فوریه

بر اساس تحلیل فوریه شکل رأس سازند آسماری در تاقدیس بنه‌کوه، ضرایب  $b_1, b_2, b_3$  به تکنیک یال‌های جلویی و پستی در بخش شمالی و جنوبی چین اندازه‌گیری شدند (جدول ۱ و شکل ۵).

### ۴-۴- سبک یک لایه چین خورده

گروه دهرم برای بررسی لایه چین‌خورده آزمون انتخاب شد و موارد ذیل مورد بررسی و محاسبه قرار گرفتند:

#### انحنا نسبی (الگوی شیب ایزوگون)

الگوی شیب ایزوگون گروه دهرم از نوع همگرا (رده ۱) است. الگوی شیب ایزوگون در یال جلویی (شکل ۶ و جدول ۲) و یال پستی (شکل ۷ و جدول ۳) از 1A تا 1C تغییر می‌کند.

#### ستبرای حقیقی یا قائم ( $t_\alpha$ )

ستبرای حقیقی گروه دهرم از ۱۱۰۰ تا ۱۳۰۰ متر برآورد می‌شود.

### ۵- سازوکار چین خوردگی

بر اساس بررسی‌های صورت پذیرفته، تاقدیس بنه‌کوه یک چین جدایشی نامتقارن (McClay, 2000) با سامانه بسته (Gonzalez-Mieres & Suppe, 2006) واقع بر روی سازند جدایشی هرمز می‌باشد. عمق سطح جدایش نیز بر اساس (Marshak & Mitra, 1988) ۱۱۹۳۱ متر (Mitra, 2002) محاسبه شده است (شکل ۸) که با نیمرخ‌های تهیه شده (شکل ۴) و نقشه پی‌سنگ (Morris, 1977) و روش ارائه شده توسط (Bulnes & Poblet, 1999) همخوانی نشان می‌دهد.

### ۶- نقشه خطوط همتراز زیرزمینی در رأس گروه دهرم

تاقدیس بنه‌کوه دارای دو برجستگی خاوری و باختری است. برجستگی خاوری به طول ۱۰ کیلومتر در جهت خاور دارای میل ۷ تا ۱۰ درجه و برجستگی باختری به طول ۱۵ کیلومتر طول به سمت باختر دارای میل ۵۰ تا ۸۰ درجه است. این دو برجستگی در نقشه خطوط همتراز زیرزمینی توسط منحنی تراز ۴۲۰۰- متر از هم جدا می‌شوند. با توجه به شباهت تاقدیس بنه‌کوه با تاقدیس هرنگ و قرار گرفتن آنها در راستای یکدیگر می‌توان تاقدیس هرنگ را ادامه شمال باختری تاقدیس بنه‌کوه به حساب آورد که به حالت زین اسبی از آن جدا شده است.

در هر حال نقشه خطوط همتراز زیرزمینی رأس گروه دهرم براساس نیمرخ‌های عرضی (شکل ۴) تهیه شده است (شکل ۹) و بلندترین نقطه ارتفاعی بستگی باختری آن به مساحت ۴۱ کیلومتر مربع، در نزدیکی نیمرخ DD' برای حفاری مناسب تشخیص داده شد.

### ۷- الگوی پیشنهادی برای شکل‌گیری تاقدیس بنه‌کوه

فشردگی ناحیه‌ای، سبب ایجاد تاقدیس‌های طویل با هسته نمکی می‌گردد. توسعه گسل‌های عرضی پس از شکل‌گیری تاقدیس نیز، می‌تواند مکان‌های به نسبت کم‌فشاری را برای صعود نمک فراهم سازد. از آنجا که گنبد‌های نمکی به سطح

جدول ۱- ضرایب فوریه محاسبه شده برای رأس سازند آسماری

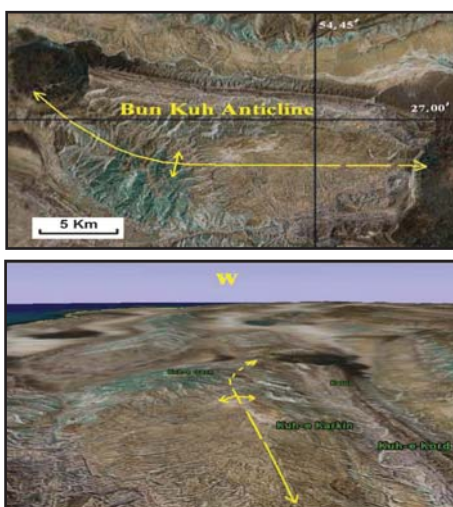
شماره نقطه	شماره نیمرخ	یال	b1	b3	b5	نوع چین
1	AA'	جنوبی	12.89	2.16	0.77	نیمه بیضی پر دامنه
2		شمالی	11.89	0.16	-0.22	سینوسی پر دامنه
3	BB'	جنوبی	16.48	3.33	0.87	نیمه بیضی پر دامنه
4		شمالی	15.17	1.33	0.16	سهمی پر دامنه
5	CC'	جنوبی	14.55	1.66	0.11	نیمه بیضی پر دامنه
6		شمالی	13.01	0.33	0.31	سهمی پر دامنه
7	DD'	جنوبی	10.24	1.66	0.42	نیمه بیضی پر دامنه
8		شمالی	8.83	0	0.16	سینوسی پر دامنه

جدول ۲- داده‌های اندازه‌گیری شده از گروه دهرم در یال جلویی تاقدیس بنه کوه

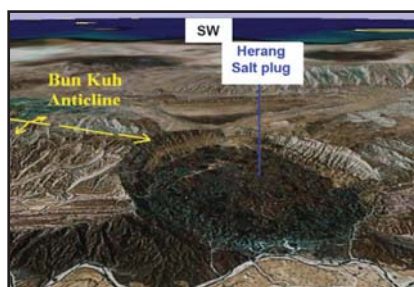
	نیمرخ	شیب	رده	T'	t'
۱	AA'	12	1C	1.01	0.98
۲	BB'	30	1B	1.13	1
۳	CC'	47	1B-1C	1.36	1
۴	DD'	18	1A	1.15	1.1

جدول ۳- داده‌های اندازه‌گیری شده از گروه دهرم در یال پشتی تاقدیس بنه کوه.

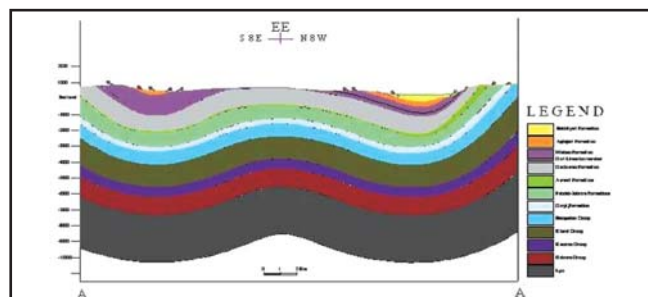
شماره	نیمرخ	شیب	رده	T'	t'
۱	AA'	24	1B-1C	1.04	0.98
۲	BB'	20	1B	1.09	1
۳	CC'	10	1B	1	1
۴	DD'	40	1A	1.04	0.98



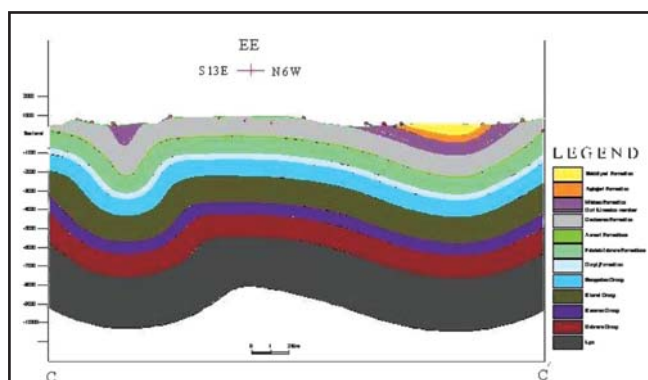
شکل ۲- الف) نمای نقشه و ب) نمای مایل از تاقدیس بنه کوه با دید به سمت باختر



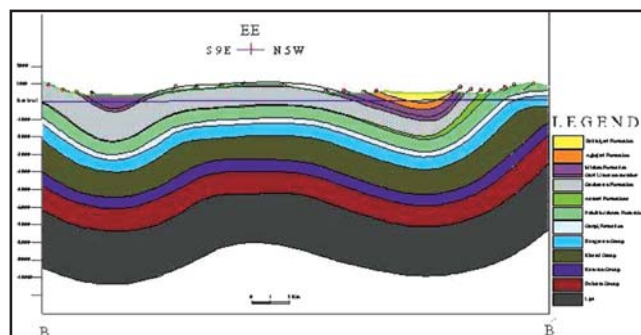
شکل ۳- تصویر ماهواره‌ای میل خاوری (الف) و باختری (ب) تاقدیس بنه کوه



شکل ۴- الف) نیمرخ تهیه شده از بخش خاوری تاقدیس بنه کوه

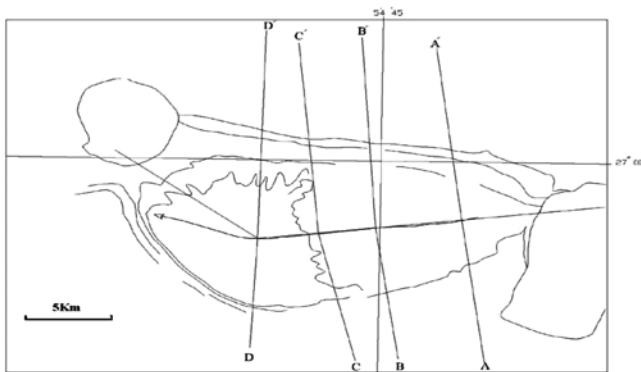


شکل ۴- ب) نیمرخ تهیه شده از بخش باختری تاقدیس بنه کوه

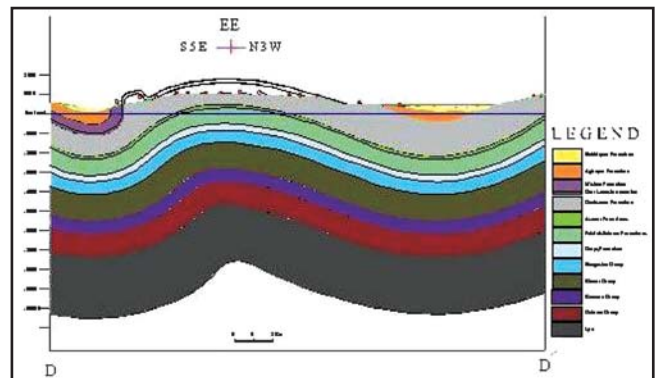


ادامه شکل ۴- الف) نیمرخ تهیه شده از بخش خاوری تاقدیس بنه کوه

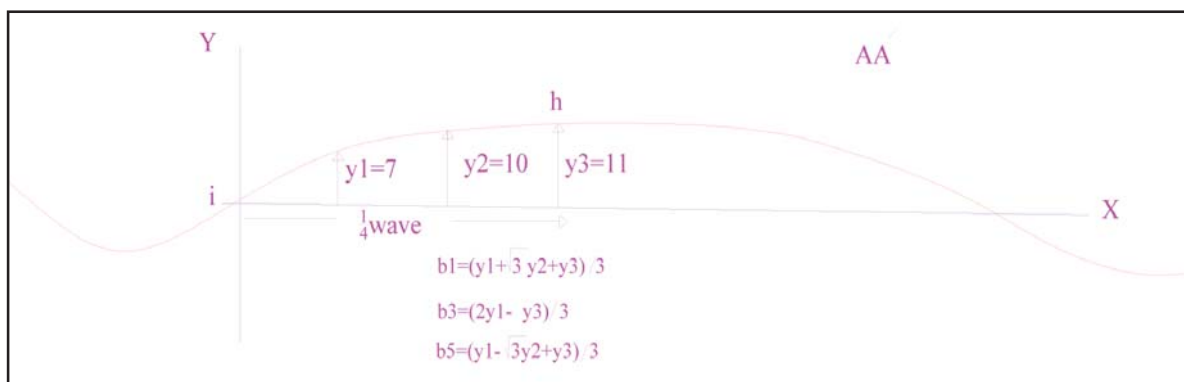




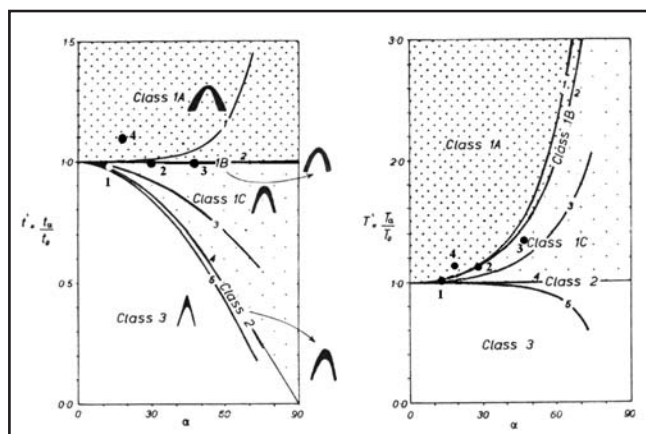
شکل ۴- ج) موقعیت نیمرخ‌های تهیه شده از تاقدیس بنهکوه



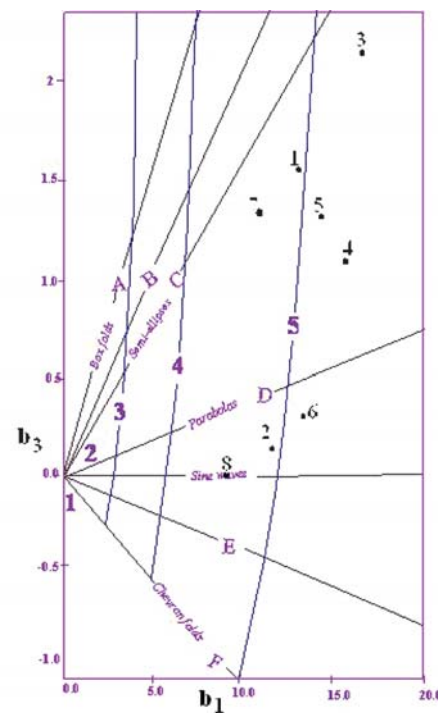
ادامه شکل ۴- ب) نیمرخ تهیه شده از بخش باختری تاقدیس بنهکوه



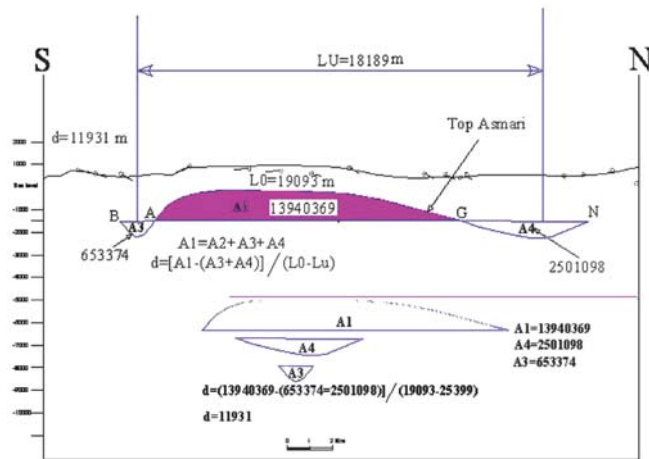
شکل ۵- الف) روش اندازه‌گیری ضرایب فوریه



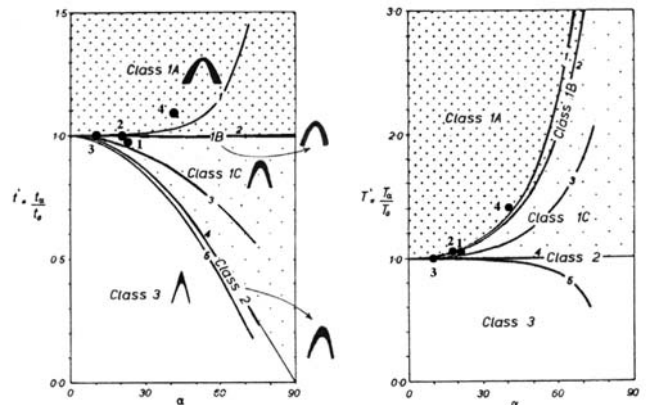
شکل ۶- رده‌بندی هندسی گروه دهرم در یال جلویی (جنوبی) بر اساس الگوی شیب ایزوگون اقتباس از Twiss & Moores (1992)  
 $t_0 = T_0$  و نشانگر ستبرای موازی سطح محوری در محل لولای واحد چین‌خورده است.  $T_\alpha$  و  $t_\alpha$  به ترتیب نشانگر ستبرای موازی سطح محوری و ستبرای حقیقی در یال می‌باشند.  $\alpha$  نیز نشانگر مقدار شیب گروه دهرم در بخش‌های مورد اندازه‌گیری است. اعداد، در جدول ۲ معرفی شده‌اند.



شکل ۵- ب) روش ترسیمی برای پیاده کردن شکل چین‌ها اقتباس از Ramsay & Huber (1987). خطوط ۱ تا ۵ مربوط به دامنه چین هستند و نقاط در جدول ۱ معرفی شده‌اند.

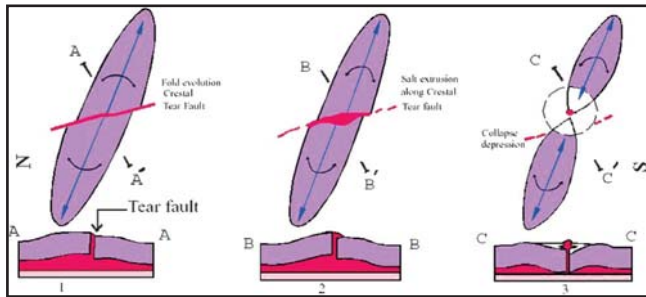


شکل ۸- محاسبه عمق جدایش اصلی تاقدیس بنه کوه

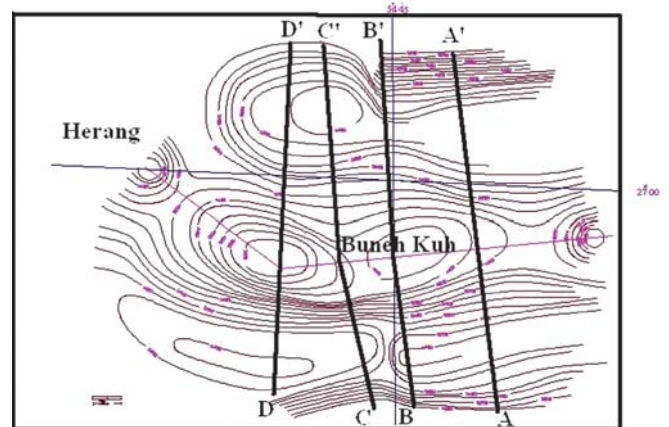


شکل ۷- رده بندی هندسی گروه دهرم در یال پستی (شمالی) بر اساس الگوی شیب ایزوگون اقتباس از (Twiss & Moores 1992)

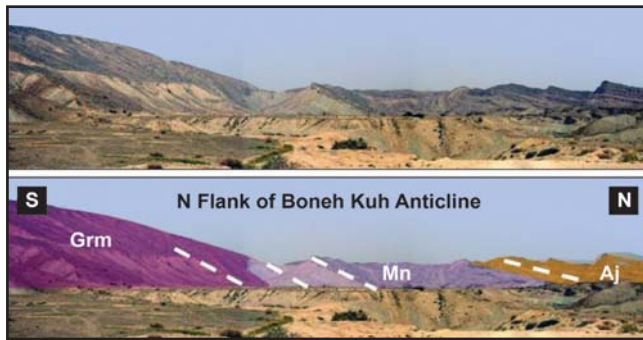
$t_0 = T_0$  و نشانگر ستبرای موازی سطح محوری در محل لولای واحد چین خورده است.  $T_\alpha$  و  $t_\alpha$  به ترتیب نشانگر ستبرای موازی سطح محوری و ستبرای حقیقی در یال می باشند.  $\alpha$  نیز نشانگر مقدار شیب گروه دهرم در بخش های مورد اندازه گیری است. اعداد، در جدول ۳ معرفی شده اند



شکل ۱۰- خروج نمک از یک گسل عرضی در طی فشارش (اقتباس از Letouzey, et al ۱۹۹۵)



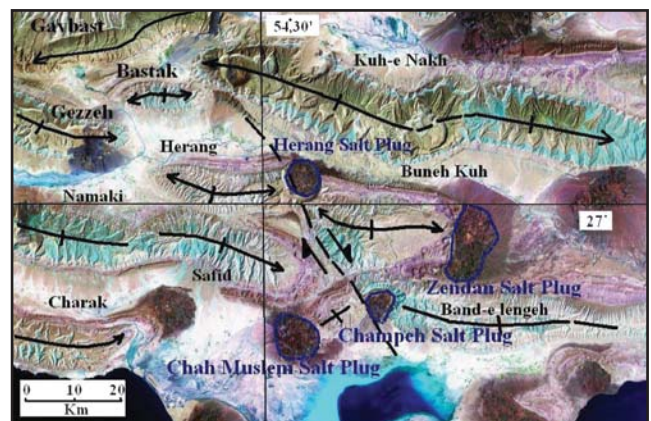
شکل ۹- نقشه خطوط همتراز زیرزمینی رأس گروه دهرم بر اساس نیمرخ های عرضی تهیه شده (خطوط پررنگ)



نگاره ۱- نمایی از یال شمالی تاقدیس بنه کوه، دید به سمت باختر



نگاره ۲- نمایی از ژئوسپس های بخش چهل در هسته تاقدیس بنه کوه



شکل ۱۱- موقعیت تاقدیس بنه کوه و هرنگ نسبت به هم دیگر و ساختارهای اطراف



نگاره ۴- نمایی از سنگ‌های آذرین موجود در سازند هرمز



نگاره ۳- نمایی از سنگ آهک‌های بخش گوری که یک ساختار فلپ را در بخش باختری یال جنوبی تاقدیس بنه‌کوه ایجاد نموده است، دید به سمت شمال باختری



نگاره ۵- نمایی از گنبد نمکی هرنگ، دید به سمت شمال خاوری

## کتابنگاری

اطلس راه‌های ایران، ۱۳۸۴- مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، صفحه ۱۰۵ و ۱۰۴.

## References

- Berberian, M., 1995- Master blind thrust faults hidden under the Zagros Folds: Active Basement Tectonics & Surface Morphotectonics. *Tectonophysics*, 241, pp. 193-224.
- Bulnes, M., Poblet, J., 1999-Estimating the detachment depth in cross sections involving detachment folds, *Geol. Mag.* Vol.136, N0.4, PP.395-412.
- Gonzalez-Mieres, R., Suppe, J., 2006-Relief and Shortening in detachment folds, *Journal of Structural Geology*, Vol.28, PP.1785-1807.
- Letouzey, J., Colleta, B., Vially, R. & Chermette, J. C., 1995- Evolution of salt related structures in compressional settings, In: *Salt Tectonics: A global Perspective* (eds. By M. P. A. Jackson, D. G. Roberts and S. Snelson), AAPG. Memoir 65, pp. 41-60.
- Marshak, S. & Mitra, G., 1988- *Basic Methods of Structural Geology*, W.H. Freeman and Company, New York, PP.370-372, 503P.
- McClay, K. R., 2000- *Structural Geology for Petroleum Exploration*, Royal Holloway, University of London, PP.392-395, 503p.
- Mitra, G., 2002- Structural models of faulted detachment folds, *AAPG Bulletin*, Vol.86, No.9, PP.1673-1694.
- Morris, P., 1977- Basement structures as suggested by aeromagnetic survey in South West Iran, *Proceedings of Second Iranian Petro. Inst. Earth Science Symposium*.
- Ramsay, J.G. & Huber, M. I., 1987- *The Techniques of Modern Structural Geology*, Academic press, London, PP.314 -317, 700P.
- Twiss, R. J. & Moores, E. M., 1992- *Structural Geology*, W.H. Freeman and Company, New York, PP. 226-232, 532p.