

## تحلیل عناصر سبک چین در تاقدیس سرمه (زاگرس)

مهران آرین\*

گروه زمین‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

محمود حاجیان

اداره زمین‌شناسی سطح الارضی، مدیریت اکتشاف، شرکت ملی نفت ایران، تهران، ایران

### چکیده

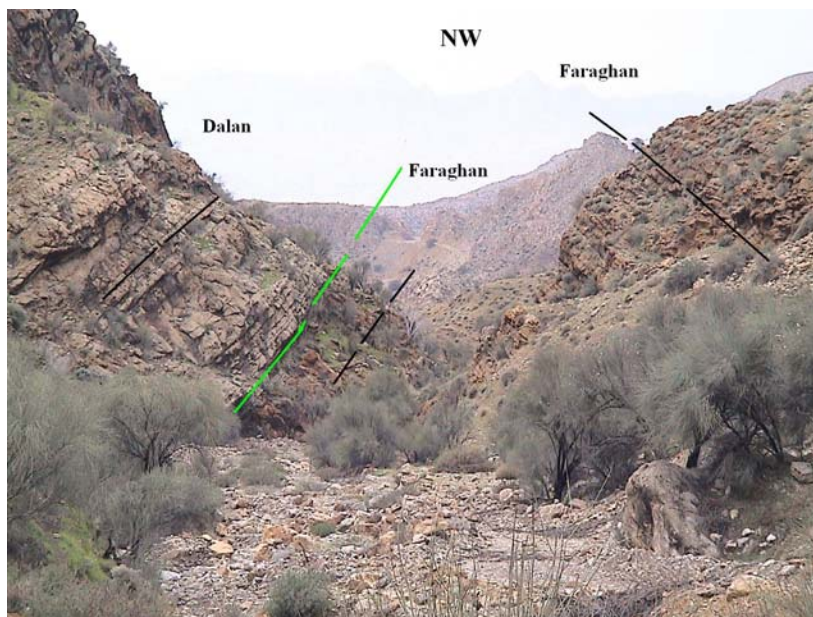
تاقدیس سرمه یا کوه سرمه با درازای نزدیک به ۵۰ کیلومتر و پهنای ۹ تا ۱۴ کیلومتر و راستای چیره شمال باختری - جنوب خاوری، یکی از تاقدیس‌های واقع در منطقه فارس نیمه ساحلی (کمربند چین خورده ساده زاگرس) می‌باشد. سازند آسماری و گاه گروه بنگستان، هسته تاقدیس‌های در حال فرسایش این منطقه را تشکیل می‌دهند. لیکن رخنمون یافتن غیر عادی واحدهای قدیمی تر (تا شیل‌های آردوویسین) در بخش باختری این تاقدیس، سبب شد تا جهت بررسی تنها رخنمون سازند دشتک در زاگرس که سنگ پوشش ذخایر گازی گروه دهرم می‌باشد، مورد تحلیل قرار گیرد.

در این مقاله، سعی شده تا عناصر سبک چین و سازوکار چین خوردگی در دو بخش خاوری و باختری تاقدیس سرمه مورد بررسی قرار گیرند. بدین ترتیب، راندگی پنهان رمپ شده در بخش باختری تاقدیس، به عنوان عامل فرازگیری آن بخش، رخنمون یافتن واحدهای قدیمی تا پالئوزوئیک زیرین و تغییر سبک چین پیشنهاد شده است. افزون بر این، وجود شواهد ریخت‌شناختی و لرزه‌ای نیز سبب گردید تا بتوان تاقدیس سرمه را به عنوان یک تاقدیس جنب‌در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی: تاقدیس سرمه، زاگرس، سبک چین، سازند دشتک

## مقدمه :

در این مقاله ، تاقدیس سرمه به عنوان یکی از محدود ساختارهایی که سازندهای پالئوزوئیک زیرین در بخش باختری آن رخنمون یافته (نگاره ۱) ، مورد بررسی قرار گرفته است. دلیل انتخاب این تاقدیس نیز منحصر به فرد بودن رخنمون سازند دشتک به منظور بررسی توان پوششی آن در زاگرس بوده است. تاقدیس سرمه بخشی از منطقه فارس نیمه ساحلی را تشکیل داده که از نظر وجود ذخایر گاز، قابل توجه است و بر همین اساس ، سعی شده تا با تحلیل عناصر سبک چین ، دلایل این وضعیت مورد بررسی قرار گیرد.

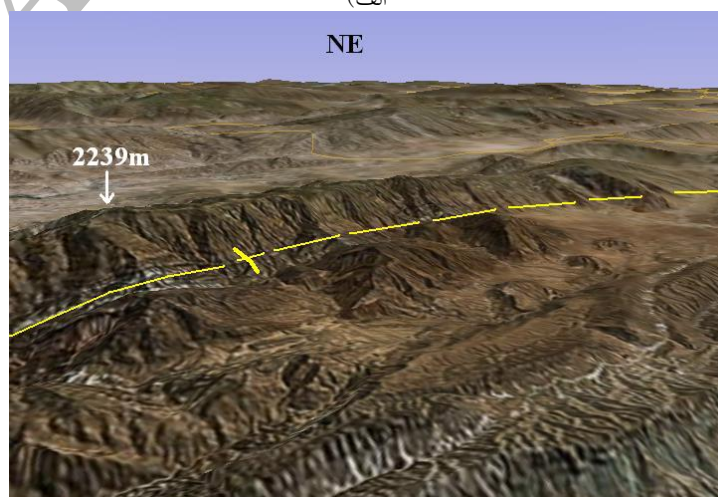


نگاره ۱ : نمایی از هسته تاقدیس سرمه، دید به سمت شمال باختری.

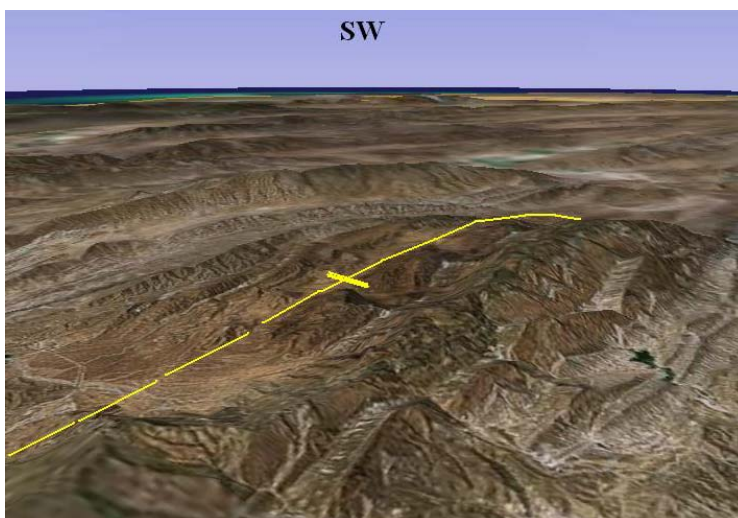
## موقعیت جغرافیایی :

تاقدیس سرمه در ۳۵ کیلومتری جنوب فیروزآباد فارس در حد فاصل طول های جغرافیایی ۲۸' و ۵۲° الی ۵۸' و ۵۲° خاوری و عرض های جغرافیایی ۲۸' و ۲۸° الی ۳۶' و ۲۸° شمالی قرار دارد. درازای این تاقدیس نزدیک به ۵۰ کیلومتر و پهنای آن ۱۴ کیلومتر در بخش باختری است که تا ۹ کیلومتر در بخش خاوری کاهش می یابد. فرازای چکاد آن ۲۲۳۹ متر در سازند فهلیان در یال شمالی است (شکل ۱ الف).

(الف)



(ب)



(ج)

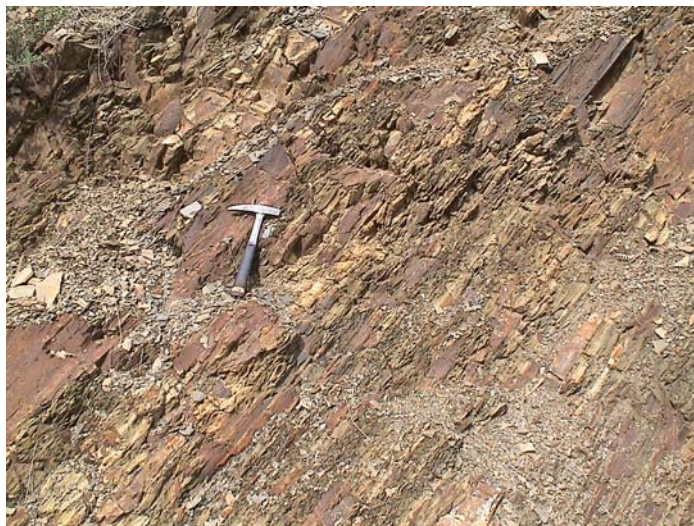


شکل ۱: نمای مایل از بخش باختری تاقدیس سرمه. الف) نمای با دید به سمت شمال خاوری، ب) نمای با دید به سمت جنوب باختری و ج) نمای با دید به سمت شمال باختری.

#### موقعیت زمین شناسی :

تاقدیس سرمه در کمربند چین خورده ساده زاگرس از تقسیم بندی بربریان<sup>(۱)</sup> قرار دارد و راستای عمومی آن، شمال باختری - جنوب خاوری است. در این تاقدیس که در منطقه فارس نیمه ساحلی قرار دارد، شیب یال جنوبی در بخش باختری، بیش از یال شمالی آن می باشد. قدیمی ترین واحد رخنمون یافته در بخش باختری این تاقدیس شیل های اردوویسین (نگاره ۲) و در بخش خاوری آن، سازند آسماری است و توسعه یک راندگی پنهان در بخش باختری این تاقدیس، می تواند به عنوان دلیل این وضعیت در نظر گرفته شود. این گسل ابتدا با عنوان بخش انتهایی

گسل کره بس معرفی گردید<sup>(۲)</sup> و سپس با عنوان بخش جنوبی گسل منقارک در نظر گرفته شد<sup>(۳)</sup>. این گسل همچنین به عنوان عامل به سطح رسیدن چند توده نمکی نظیر جهانی (نگاره ۳) شناخته شده است<sup>(۴)</sup>.



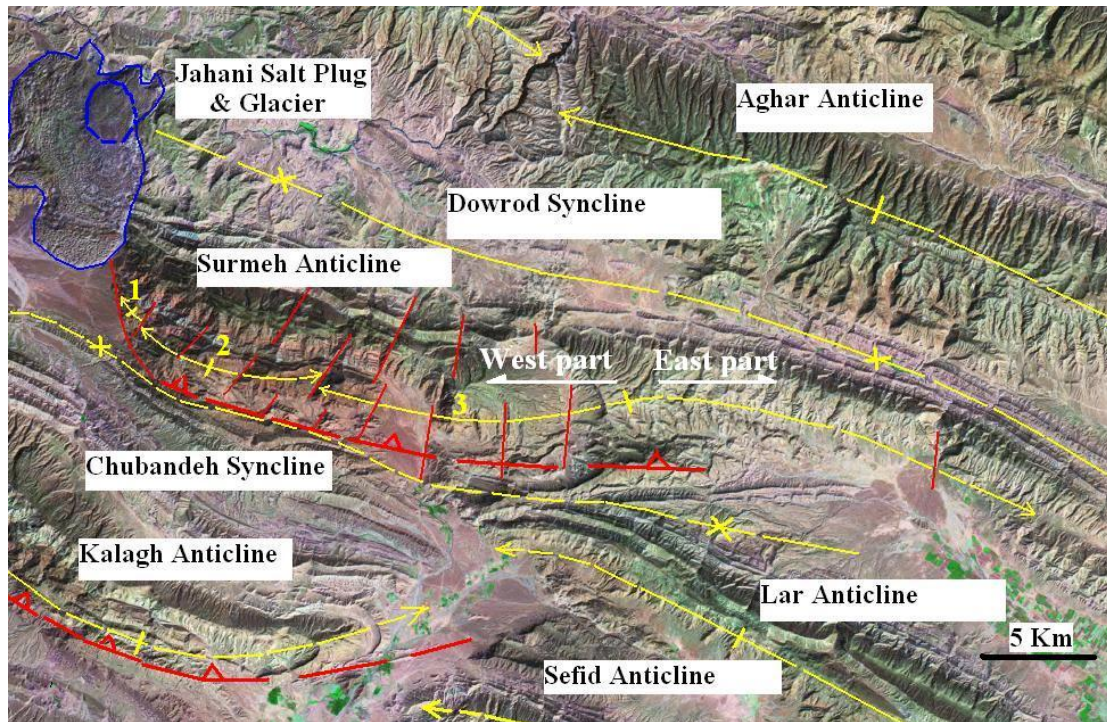
نگاره ۲: نمایی از شیل های اردوویسین رخنمون یافته در هسته تاقدیس سرمه.



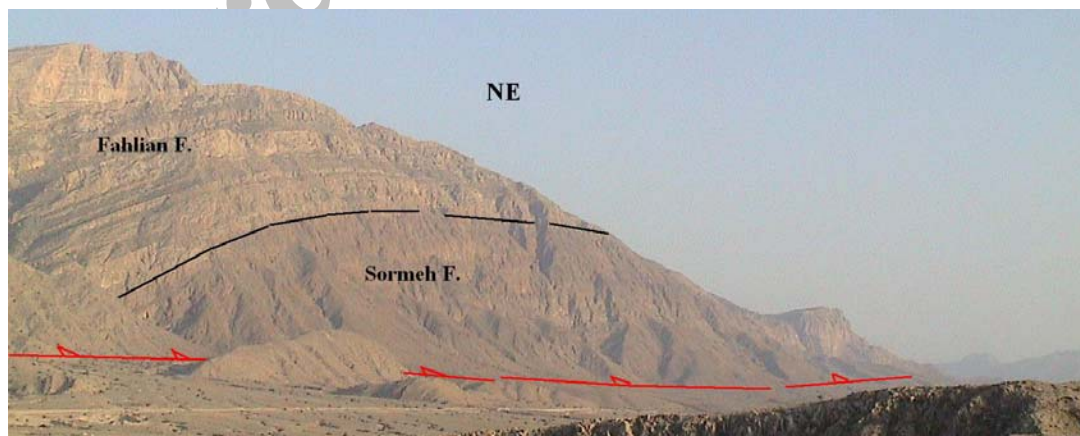
نگاره ۳: نمایی از بخش جنوب باختری توده نمکی جهانی ، دید به سمت شمال خاوری.

#### وضیعت ساختار :

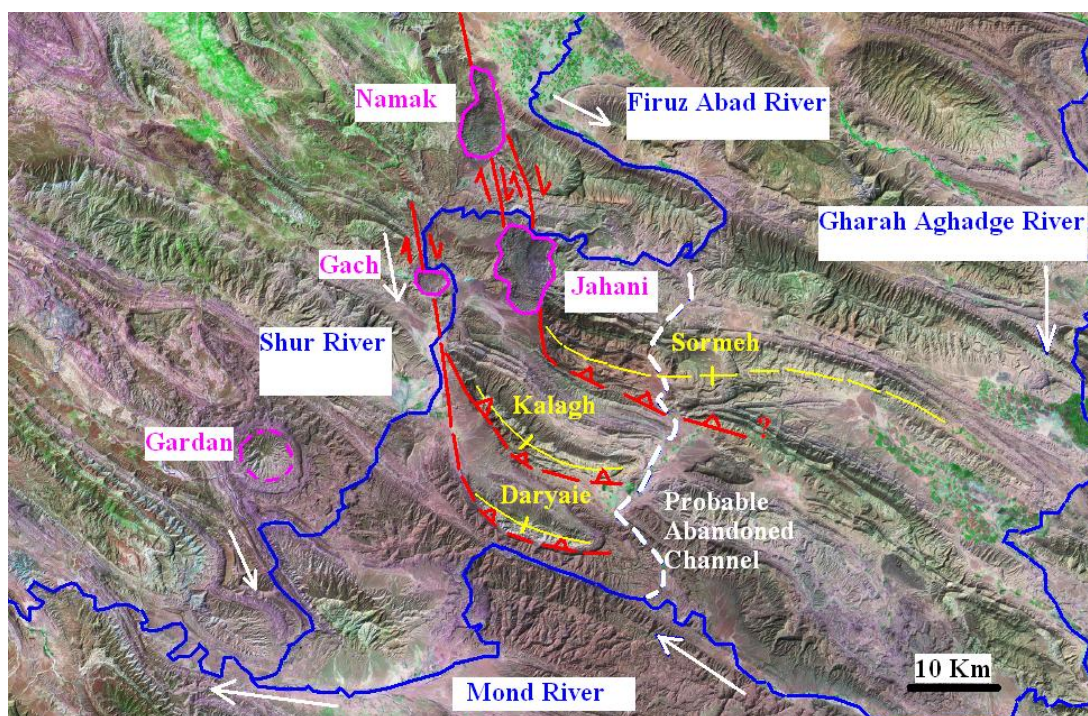
تاقدیس سرمه متشکل از سه چین فرعی نردبانی با آرایش راست پله می باشد و توسط گسلهای فرعی راستالغز متعددی جابه جا شده است. این تاقدیس جهت بررسی به دو بخش خاوری و باختری (شکل ۲) تقسیم گردیده است.



شکل ۲: نگاره ماهواره ای تاقدیس سرمه و چین های اطراف آن در بخش باختری تاقدیس نیز یک فروزمین به درازای بیش از ۲/۵ کیلومتر در شیلهای اردوویسین تشکیل یافته که می تواند بر روی بخشی از راندگی پنهان یاد شده در بالا توسعه یافته باشد. این راندگی و راندگی های واقع در یال جنوبی تاقدیس کلاغ (نگاره ۴) و دریایی (واقع در جنوب تاقدیس سرمه) را می توان به عنوان شاخه های منشعب شده<sup>۱</sup> از انتهای جنوبی سامانه گسلی منقارک در نظر گرفت (شکل ۳).



نگاره ۴: نمایی از یال جنوبی تاقدیس کلاغ، دید به سمت شمال خاوری.



شکل ۳: نگاره ماهواره ای نشانگر موقعیت تاقدیس های سرمه ، کلاغ و دریایی در انتهای جنوبی سامانه گسلی منقارک. رودخانه های اصلی منطقه مورد نظر نیز در این نگاره قابل مشاهده هستند و توضیحات مربوطه در بخش انتهایی مقاله ارائه شده اند.

#### ۱- استوانه ای بودن چین :

بر اساس موقعیت های لایه بندی و تحلیل استریوگرافیک آنها ، تاقدیس سرمه در بخش باختری یک چین مخروطی با مقطع بیضی شکل و در بخش خاوری یک چین نیمه استوانه ای است. شیب یال پشتی از ۳۵ الی ۵۴ درجه در بخش باختری (نگاره ۵) تا ۱۰ الی ۳۲ درجه در بخش خاوری متغیر می باشد. شیب یال جلویی نیز از ۷۰ الی ۸۰ درجه در بخش باختری تا ۱۶ الی ۴۷ درجه در بخش خاوری در تغییر است.



نگاره ۵: نمایی از یال شمالی تاقدیس سرمه در بخش باختری ، دید به سمت جنوب خاوری.

## ۲- تقارن :

تاقدیس سرمه یک تاقدیس نامتقارن با تمایل به سمت جنوب باختری و حتی دچار برگشتگی بخشی از یال جنوب باختری در بخش باختری است. اما به تدریج از شدت این وضعیت در بخش های خاوری تاقدیس کاسته می شود.

## ۳- سبک یک سطح چین خورده :

با توجه به ارزش پوششی سازند دشتک (نگاره ۶)، رأس آن به عنوان سطح آزمون مورد بررسی های ذیل قرار گرفته است.



نگاره ۶: نمایی از سازند دشتک در یال شمالی تاقدیس سرمه، دید به سمت جنوب خاوری.

۳-۱- نسبت ظاهری<sup>۱</sup> :

نسبت ظاهری (P) یا نسبت دامنه به نصف طول موج چین در بخش خاوری و باختری تاقدیس سرمه اندازه گیری شده است. با توجه به مقادیر محاسبه شده در بخشهای خاوری ( $P_E = 0.16$ ) و باختری ( $P_W = 0.9$ )، بخش خاوری یک چین وسیع<sup>۲</sup> و بخش باختری یک چین متعادل<sup>۳</sup> را تشکیل داده است.

## ۳-۲- فشردگی:

زاویه بین یالی ( $\gamma$ ) تاقدیس سرمه از ۴۵ درجه در بخش باختری تا ۱۴۰ درجه در بخش خاوری تغییر می کند. بدین ترتیب، زاویه چین خوردگی ( $\phi$ ) آن از ۱۳۵ تا ۴۰ درجه در تغییر است و باید بخش باختری را یک چین بسته و بخش خاوری را یک چین ملایم به حساب آورد.

1 - Aspect ratio  
2 - Wide  
3 - Equant

۳-۳- نوک دار بودن<sup>۱</sup>:

نوک دار بودن (b) یا انحنای نسبی چین در محل بستگی<sup>۲</sup> آن، در دو بخش خاوری و باختری تاقدیس سرمه اندازه گیری شده است. از آنجا که rC (شعاع انحنا در بستگی تاقدیس) کوچکتر از rO (شعاع دایره مماس بر یالهای تاقدیس در محل نقاط عطف آن) می باشد، از رابطه  $b = rC/rO$  برای محاسبه نوک دار بودن استفاده گردید. با توجه به مقادیر به دست آمده، بخش خاوری یک چین نیمه مدور<sup>۳</sup> با  $b = 0.4$  و بخش باختری، یک چین زاویه دار<sup>۴</sup> با  $b = 0.19$  است.

## ۳-۴- تحلیل فوریه:

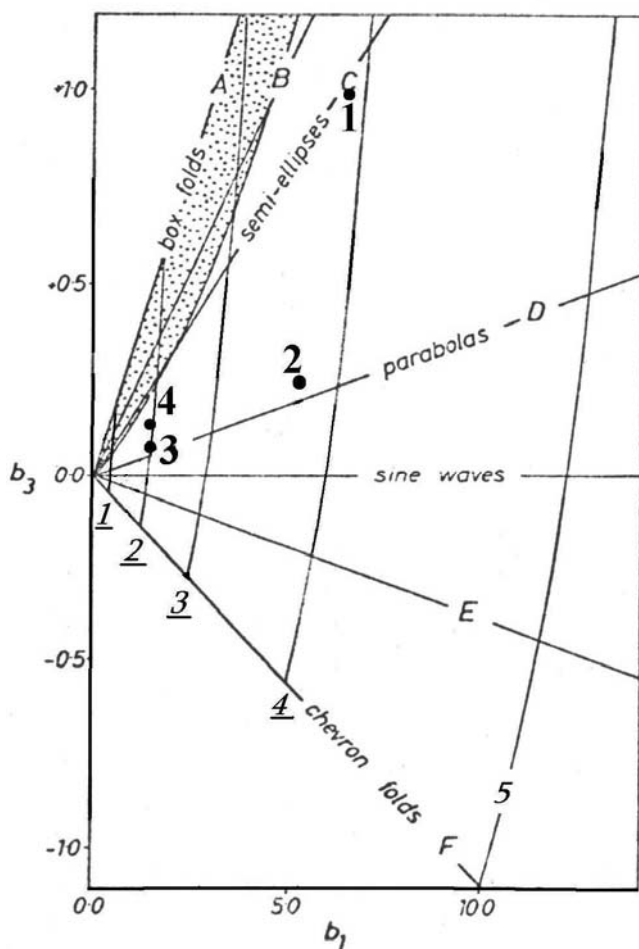
بر اساس تحلیل فوریه شکل رأس سازند دشتک در تاقدیس سرمه، ضرایب  $b_1$ ,  $b_3$ ,  $b_5$  به تفکیک یالهای جلویی و پشتی در بخش خاوری و باختری چین اندازه گیری شدند (جدول ۱ و شکل ۴).

جدول ۱: ضرایب فوریه محاسبه شده برای رأس سازند دشتک.

شماره	یال	بخش	$b_1$	$b_3$	$b_5$	نوع چین
۱	جلویی	باختری	7	1	1.16	نیمه بیضی - پردامنه
۲	پشتی	باختری	6	0.2	0.83	سهمی - پردامنه
۳	جلویی	خاوری	1	0.05	0.08	سهمی - کم دامنه
۴	پشتی	خاوری	1	0.1	0.25	سهمی - نیمه بیضی کم دامنه

- 
- 1 - Bluntness
  - 2 - Closure
  - 3 - Subrounded
  - 4 - Angular





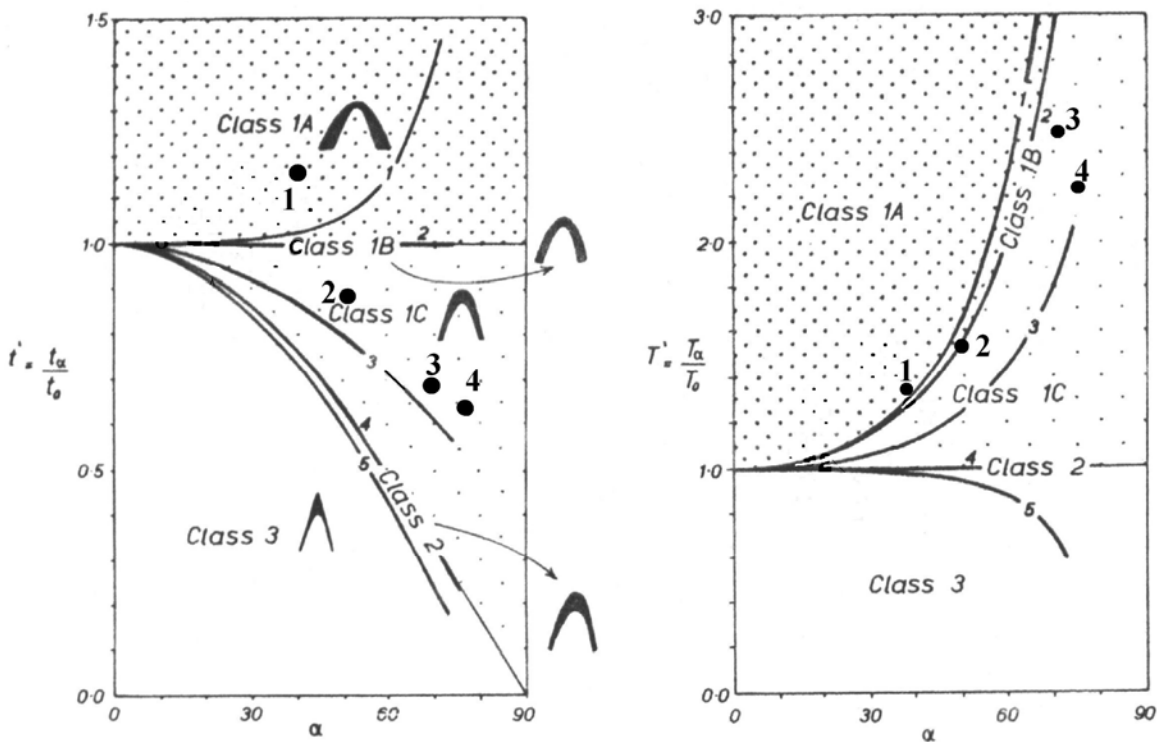
شکل ۴: روش ترسیمی برای پیاده کردن شکل چین ها<sup>(۵)</sup>. خطوط ۱ تا ۵ مربوط به دامنه چین می باشند و نقاط در جدول ۱ معرفی شده اند.

#### ۴- سبک یک لایه چین خورده :

سازند دشتک جهت بررسی لایه چین خورده آزمون انتخاب گردید و موارد ذیل مورد بررسی و محاسبه قرار گرفتند :

#### ۴-۱- انحنا نسبی (الگوی شیب ایزوگون) :

الگوی شیب ایزوگون سازند دشتک از نوع همگرا (رده ۱) است. این وضعیت به گونه ای است که از بخش باختری تاقدیس به سمت بخشهای خاوری که زاویه بین یالی افزایش می یابد، الگوی شیب ایزوگون از 1A تا 1C تغییر می کند (شکل ۵ و جدول ۲).



شکل ۵: رده بندی هندسی سازند دشتک بر اساس الگوی شیب ایزوگون.  $t_0 = T_0$  و نشانگر ضخامت موازی سطح محوری در محل لولای واحد چین خورده است.  $T_\alpha$  و  $t_\alpha$  به ترتیب نشانگر ضخامت موازی سطح محوری و ضخامت حقیقی در یال می باشند.  $\alpha$  نیز نشانگر مقدار شیب سازند دشتک در بخشهای مورد اندازه گیری است. اعداد نمایش داده شده در نمودارها<sup>(۶)</sup>، در جدول ۲ معرفی شده اند.

جدول ۲: داده های اندازه گیری شده از سازند دشتک از سمت خاور (۱) به سمت باختر (۴) تاقدیس سرمه.

شماره	شیب	رده	$T^1$	$t^1$
۱	۴۰	1A	1.36	1.18
۲	۵۰	1B-1C	1.54	0.9
۳	۷۰	1C	2.5	0.7
۴	۷۵	1C	2.22	0.61

۲-۴- ضخامت حقیقی  $(t_\alpha)$  :

ضخامت حقیقی در یال جلویی از ۲۱۰ متر در بخش باختری تا ۶۰۰ متر در بخش خاوری و در یال پشتی از ۵۵۰ متر در بخش باختری تا ۶۵۰ متر در بخش خاوری اندازه گیری شده است.

۳-۴- ضخامت موازی سطح محوری  $(T_\alpha)$  :

ضخامت موازی سطح محوری در یال جلویی از ۸۰۰ متر در بخش خاوری تا ۲ کیلومتر در بخش باختری و در یال پشتی از ۷۰۰ متر در بخش خاوری تا ۱/۵ کیلومتر در بخش باختری اندازه گیری شده است.

## ۵- سبک یک توالی چین خورده :

تاقدیس سرمه یک چین چند لایه ای<sup>۱</sup> متشکل از واحدهای سنگی متفاوت فانروزوئیک است و سبک کلی آن بر اساس موارد ذیل معین گردیده است :

۱-۵- هماهنگی<sup>۲</sup> :

هماهنگی یا نسبت ژرفای چین خوردگی به نصف طول موج آن در دو بخش خاوری و باختری تاقدیس سرمه اندازه گیری شده است. این اندازه گیری با در نظر گیری ضخامت ۱۲ کیلومتری پوشش رسوبی<sup>(۳)</sup> ، ۱/۲ برای بخش خاوری و ۲/۱ برای بخش باختری می باشد.

## ۲-۵- هندسه سطح محوری :

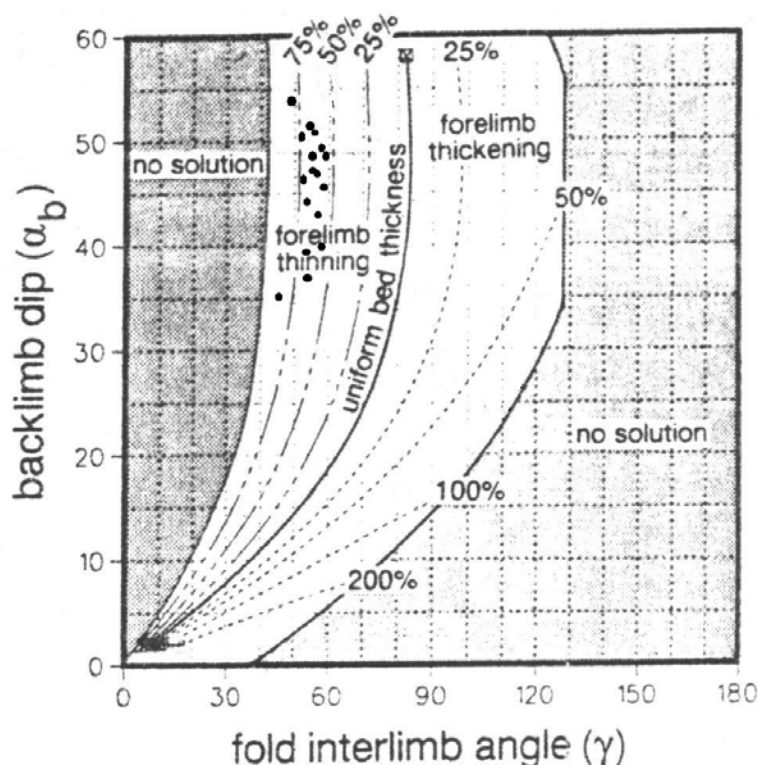
هندسه سطح محوری تاقدیس سرمه ، عموماً از نوع مسطح<sup>۳</sup> با شیب ۷۳° (بخش باختری) الی ۹۰° (بخش خاوری) است. بررسی های انجام پذیرفته و انتقال داده های موقعیت بر روی نمودارهای مثلثی شکل<sup>(۷)</sup> نشان می دهد که بخش باختری و خاوری تاقدیس سرمه ، به ترتیب یک چین خمیده مایل<sup>۴</sup> با یال جلویی برگشته و یک چین ایستاده مایل<sup>۵</sup> را نشان می دهد.

- 
- 1 - Multilayer Fold
  - 2 - Harmony
  - 3 - Planar
  - 4 - Inclined plunging fold
  - 5 - Upright plunging fold

## ۶- سازوکار چین خوردگی :

بر اساس مجموع بررسی های صورت پذیرفته ، تاقدیس سرمه یک چین جدایشی<sup>۱</sup> واقع بر روی سازند جدایشی هرمز می باشد که بخش خاوری آن از نوع جدایشی نامتقارن و بخش باختری آن از نوع جدایشی انتقال یافته<sup>۲</sup> از انواع چینهای جدایشی معرفی شده است<sup>(۸)</sup>. این نوع اخیر ، در جایی تشکیل می شود که یک راندگی ، شروع به رمپ شدن نموده و سبب انتقال یک چین جدایشی قبلاً تشکیل شده نماید. این تاقدیس همچین از الگوی شماره ۱ چینهای جدایشی گسله شده نامتقارن با اختلاف استحکام زیاد بین واحدهای قاعده ای و پوششی<sup>(۹)</sup> تبعیت می نماید. شکل چین خوردگی جدایشی تاقدیس سرمه از الگوی شماره سه (شیب و طول یال متغییر) پیشنهاد شده<sup>(۱۰)</sup> تبعیت می کند و یال جلویی آن بر اساس نمودار های مربوطه<sup>(۱۱)</sup> ، عموماً بین ۵۰ الی ۷۵ درصد نازک شدگی نشان می دهد (شکل ۶) که با ضخامت حقیقی اندازه گیری شده (۲۱۰متر) انطباق بسیار مناسبی دارد.

## DETACHMENT FOLDING



شکل ۶: نمودار نازک شدگی و ضخیم شدگی یال جلویی چین های جدایشی<sup>(۱)</sup>

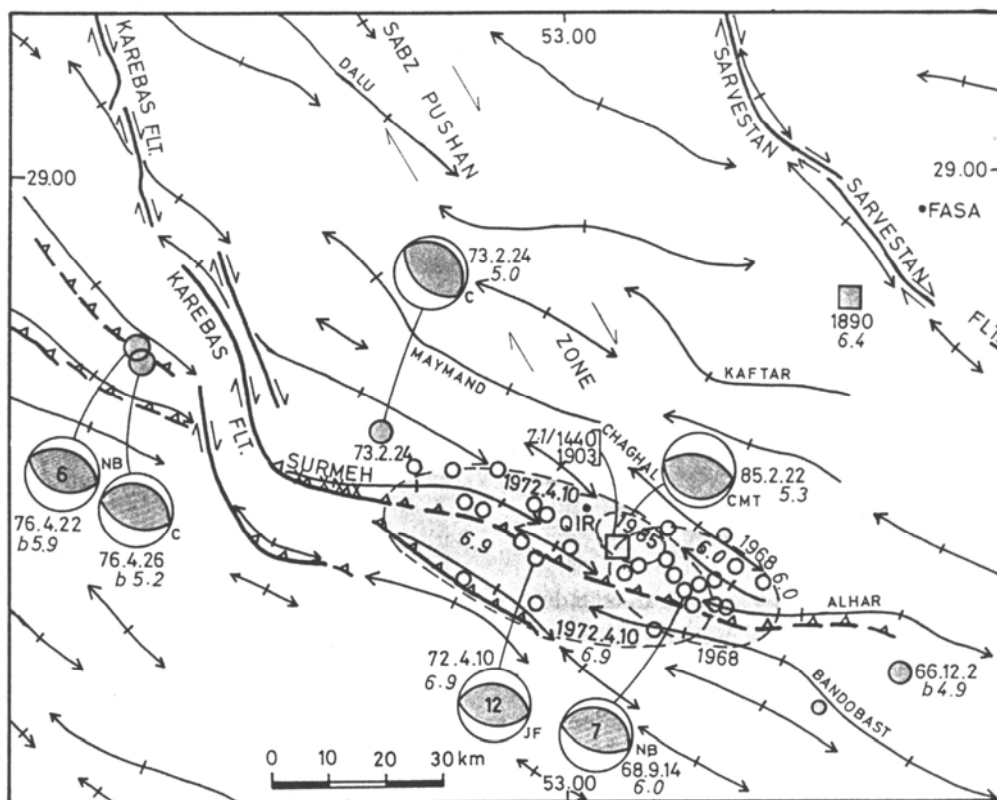
از سوی دیگر ، شواهد ذیل بر اساس تعاریف<sup>(۱۲)</sup> ، حاکی از جنبا بودن تاقدیس سرمه هستند :

الف- نزدیکی مرکز سطحی زمین لرزه تاریخی سال ۱۴۴۰ میلادی کارزین با بزرگی برآورد شده ۷/۱ بر اساس بررسی های صورت پذیرفته<sup>(۱۳)</sup> و چهار زمین لرزه دستگاهی قابل توجه ۱۹۶۸/۹/۱۴ تنگ راین و مبارک آباد

1 - Detachment fold

2 - Transported Detachment fold

( $M_s = 6$ ) با سازوکار چیره راندگی، ۱۹۷۲/۴/۱۰ قیر ( $M_s = 6.9$ ) و ۱۹۷۳/۲/۲۴ ( $M_s = 5$ ) با سازوکارهای چیره راندگی و ۱۹۸۵/۲/۲۲ فتح آباد ( $M_s = 5.3$ ) با سازوکار چیره معکوس بر اساس بررسی های بربریان<sup>(۱۴)</sup> (شکل ۷). لازم به ذکر است که بربریان<sup>(۱۵)</sup> گسل پنهان واقع در یال جنوبی تاقدیس سرمه را در جهت خاور، جنوب خاوری تداوم بخشیده و آن را با عنوان گسل پی سنگی قیر معرفی نموده است.



شکل ۷: پدیده های نئوتکتونیکي ناحیه ای در منطقه سرمه - قیر اقتباس از بربریان<sup>(۱)</sup>.

ب- خطی بودن و سینوسیته پایین پیشانی ساختاری تاقدیس سرمه به ویژه در بخش باختری یال جنوب باختری ( $S_{mf} = 1.1$ )  
 ج- تغییر مسیر احتمالی خط چین در (شکل ۳) و انحراف شدید به سمت باختر رودخانه فیروزآباد در یال شمال خاوری تاقدیس سرمه بر اساس کارکرد گسل پنهان مورد نظر

### نتیجه گیری :

بر اساس مجموع بررسی های صورت پذیرفته، می توان چنین اذعان داشت که تاقدیس سرمه در جنوب فیروزآباد فارس، یک چین جدایش نامتقارن بر روی سازند جدایش هرمز است. لیکن رمپ شدن یک راندگی پنهان در بخش باختری آن، سبب تشکیل یک چین جدایش انتقال یافته شده است. کارکرد این راندگی پنهان، سبب

رخنمون یافتن واحدهای سنگی مربوط به پالئوزوئیک زیرین، نازک شدگی یال جلویی تاقدیس به میزان ۵۰ الی ۷۵ درصد در بخش باختری و لذا تغییر سبک چین از بخش خاوری به سمت باختری شده است. راندگی مورد نظر را نیز باید به عنوان یکی از شاخه های فرعی واقع در انتهای جنوبی سامانه گسلی متقارک در نظر گرفت که مؤلفه راستالغز راستبر آن، سبب شکل گیری سه چین فرعی دارای گرایش نردبانی راست پله، تحت عنوان تاقدیس سرمه شده است. شواهد ریخت شناسی و رخداد قطعی چهار زمین لرزه دستگاهی قابل توجه نیز گویایی جنبا بودن تاقدیس سرمه و گسترش به سمت خاور، جنوب خاوری راندگی یاد شده در یال جلویی آن است. به همین دلیل رخداد مجدد زمین لرزه ها و حتی به سطح رسیدن گسیختگی به ویژه در بخش باختری تاقدیس سرمه، دور از ذهن نیست.

## References:

- 1- Berberian, M., *Tectonophysics*, **241**, 193 (1995).
- 2- Berberian, M., and Tchalenko, J., *Geol. Surv. Iran*, **39**, 343 (1976).
- 3- Evers, H. J., Fakhari, M., and Verrall, P., *OSCO. Rep. No. 1251* (1977).
- 4- Talbot, C.J., and Alavi, M., *Geol. Soc. Spec. Pub.No.100*, 89 (1996).
- 5- Ramsay, J.G., and Huber, M. I., *The techniques of Modern Structural Geology* Academic press, London, 314 (1987).
- 6- Twiss, R. J., and Moores, E. M., *Structural Geology*, W.H. Freeman and Company, New York, 226 (1992).
- 7- Richard, M. J., *Geological magazine*, **108**, 23 (1971).
- 8- McClay, K. R., *Structural Geology for Petroleum Exploration*, Royal Holloway, University of London, 392 (2000).
- 9- Mitra, S., *AAPG*, **86**, 1673 (2002).
- 10- Poblet, J. A., and McClay, K. R., *AAPG*, **8**, 1085 (1996).
- 11- Jamison, W. R., *Journal of Structural Geology*, **9**, 207 (1987).
- 12- Keller, E.A., and Pinter, N., *Active Tectonics*, Prentice Hall, 223 (2002).
- 13- Ambraseys, N. N., and Melville, C. P., *A History of Persian Earthquakes*, Cambridge university press, Cambridge, (1982).
- 14- Berberian, M., *Natural Hazards and the First Earthquake Catalogue of Iran*, IIEES, 254 (1994).
- 15- Berberian, M., *Am. Geophys. Union, Geodyn. Ser.* **3**, 33 (1981).