تاریخ چاپ: تابستان ۱۳۹۱

تحلیل ساختاری تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل در شمال غرب پهنه لرستان، زاگرس چین خورده- رانده، به منظور برآورد بستگی افق دهرم

سمیه دریکوند: گروه زمین‌شناسی دانشگاه تبریز
*علی یساقی: گروه زمین‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل در غرب- شمال غرب شهرستان خرم‌آباد در منطقهٔ لرستان و در کمربند چین خورده- راندهٔ زاگرس واقع هستند. هندسه و تحول جنبشی چین‌ها درکمربند چین‌خورده- راندهٔ زاگرس به‌وسیلهٔ گسل‌های راندگی کنترل می‌شوند. بنا بر این هندسهٔ ساختاری چین‌ها که در پتانسیل ساختار مخزنی بودن آن‌ها مؤثر است، به‌وسیله این گسل‌های راندگی که غالباً کور هستند و شواهد سطحی ندارند، کنترل می‌شود. در این پژوهش، هندسه ساختاری تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل به‌منظور برآورد پتانسیل مخزن هیدروکربوری آن‌ها بررسی شده است. برای این هدف، سه برش ساختاری حاصل پیمایش‌ها ی ساختاری عمود بر امتداد اثر سطح محوری چین‌ها از تاقدیس‌ها تهیه شده است. بر اساس تحلیل‌های هندسی انجام شده، تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل هندسه‌ای شبیه به هندسهٔ چین‌های جدایشی گسل خورده دارند. سطح جدایشی عامل چین‌خوردگی این تاقدیس‌ها عمیق و احتمالاً در شیل‌های کامبرین است، گرچه وجود شواهدی از چین‌خوردگی‌های جوان‌تر، چین‌های گوش‌خرگوشی و چین‌های مشابه دروغین در پهلوهای این تاقدیس‌ها و سازندهای جوان‌تر دلالت بر اثر سطوح جدایش میانی در توسعه این چین‌ها دارد. سازند گرو که یکی از سطوح جدایش اساسی میانی در منطقهٔ لرستان است، عامل توسعه این چین‌ها در پهلوهای تاقدیس‌های بزرگ است. این سطح جدایشی همچنین کنترل کنندهٔ سبک هندسه ساختارهای سطحی از ساختارهای عمقی نفتی است، به‌گونه‌ای که باعث جابه‌جایی مکانی ناحیهٔ لولایی آن‌ها از سطح تا عمق می‌شود. با بررسی نقشهٔ هم‌تراز زیرزمینی تاقدیس‌ها میزان بستگی‌های قائم و افقی تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل برآورد شده است.

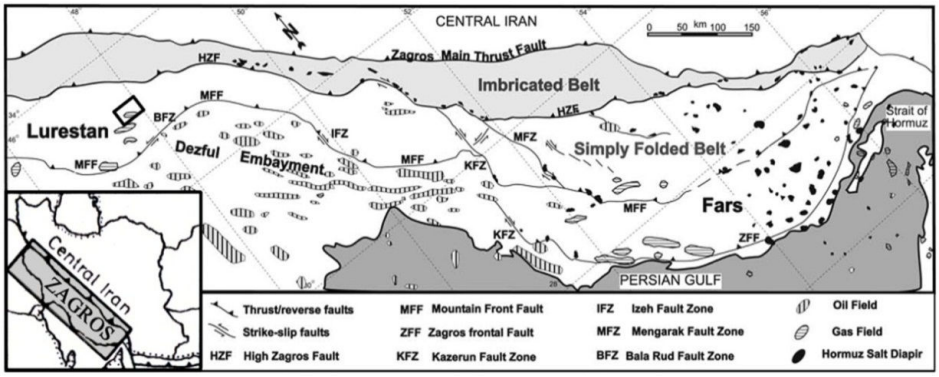
مقدمه

کمربند چین خورده ـ راندهٔ زاگرس به‌عنوان بزرگ‌ترین منطقهٔ ساختاری ایران در اثر برخورد ورق عربی و فلات ایران در ترشیری پسین [۱]، به‌صورت سلسله جبالی به‌طول تقریبی ۱۸۰۰ کیلومتر و بر روی سکوی آرام قاره‌ای عربی تشکیل شده است [۲]. این کمربند به‌دلیل دارا بودن چین‌های بزرگ، منظم و جوان و همچنین

واژه‌های کلیدی: بستگی قائم و افقی، سطوح جدایشی، تحلیل ساختاری تاقدیس، ناحیهٔ لرستان، زاگرس چین خورده- رانده
دریافت ۸۹/۳/۲ پذیرش۹۰/۶/۱۶
*نویسنده مسئول derikvand_sss@yahoo.com, yassaghi@modares.ac.ir

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

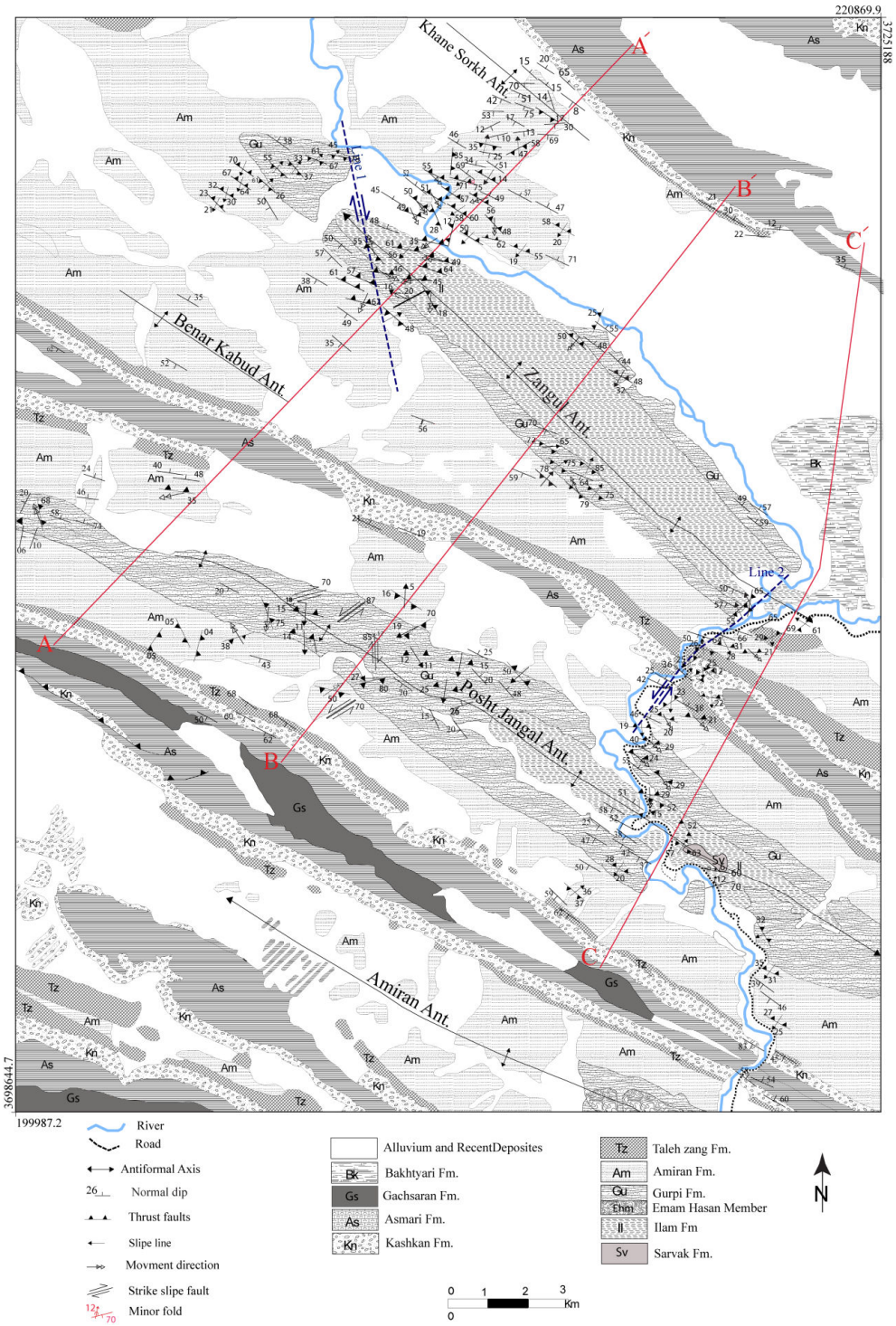
ذخایر هیدروکربوری موجود در بسیاری از تاقدیس‌های آن، به‌عنوان یکی از غنی‌ترین ایالت‌های هیدروکربوری، حاوی ۸/۶٪ مخازن نفت و ۱۵٪ مخازن گاز اثبات‌شدهٔ جهان است [۳]. از آن‌جا که تمامی مخازن هیدروکربوری شناخته شده در نفت‌گیرهای تاقدیسی متمرکز هستند، شناخت دقیق‌تر این ساختارها و تحلیل هندسی و جنبشی آن‌ها از بنیادی‌ترین موضوعات زمین‌شناسی نفت زاگرس محسوب می‌شود. تاقدیس زنگول در بخش میانی ناحیه لرستان در شمال‌غرب فروافتادگی دزفول قرار دارد (شکل ۱). این منطقه در محدودهٔ طول‌های جغرافیایی ´۴۰ °۴۷ الی ´۵ °۴۸ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ´۴۵ °۳۳ الی ´۱۸ °۳۳ شمالی قرار گرفته است. ساختارهای ناحیهٔ لرستان روند شمال‌غرب- جنوب‌شرق دارند. در این محدوده آهک‌های آسماری با سن ائوسن- الیگوسن و سازندهای مزوزوئیک، بیش‌تر ارتفاعات را تشکیل می‌دهند و تاقدیس‌های آهکی مقاوم خصوصیات ریخت‌شناسی این منطقه را در کنترل دارند.



شکل ۱. کمربند چین‌خورده ـ راندهٔ زاگرس (اقتباس از [۱۳]). موقعیت گسترهٔ بررسی شده در ناحیهٔ لرستان با مستطیل کوچك نمایش داده شده است، نقشهٔ ساختاری این منطقه در شکل ۲ آمده است

در تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل، گروه بنگستان رخنمون سطحی دارد و به‌عنوان مخزن نفتی مطرح نیست. ولی با توجه به آن‌که در برخی از تاقدیس‌های منطقه، ذخیرهٔ گازی در افق سازند دهرم آن‌ها گزارش شده است، این تاقدیس‌ها نیز می‌توانند از این نظر به‌عنوان یك هدف اکتشاف مخزن گازی مطرح باشند. با توجه به آن‌که اطلاعات زیرسطحی مناسبی مانند اطلاعات ژئوفیزیکی و داده‌های چاه‌های اکتشافی از این تاقدیس‌ها وجود ندارد، تنها راه دست‌یابی به این مهم و تحلیل تاقدیس به‌عنوان یك هدف اکتشاف ذخیره هیدروکربوری، بررسی وضعیت ساختاری تاقدیس‌ها با استفاده از برداشت‌های صحرایی و در قالب تحلیل هندسی و جنبشی آن است. هدف از این مقاله تحلیل هندسی و جنبشی تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل و استفاده از آن در برآورد بستگی تاقدیس در افق سازند دهرم است که به‌عنوان افق ذخیرهٔ گازی مطرح است. برای این منظور، سه پیمایش ساختاری عمود بر محور این تاقدیس‌ها صورت گرفته که منجر به تهیهٔ سه برش عرضی ساختاری از تاقدیس‌ها شده است. با استفاده از داده‌های ساختاری برداشت شده در این پیمایش‌ها، نقشهٔ ساختاری در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰، تهیه شده است (شکل ۲). سپس به‌منظور بررسی سلامت و محاسبهٔ بستگی افق دهرم، با استفاده از این برش‌ها نقشهٔ هم‌تراز زیرزمینی[1] برای سطح فوقانی گروه دهرم تاقدیس‌ها تهیه گردیده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]



شکل ۲. نقشهٔ ساختاری از منطقه تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل، 'AA، 'BB و'CC مسیرهای پیمایش‌های برش‌های ساختاری‌اند. برای مشاهده موقعیت منطقه در کمربند چین خورده- راندهٔ زاگرس به شکل ۱ مراجعه شود.

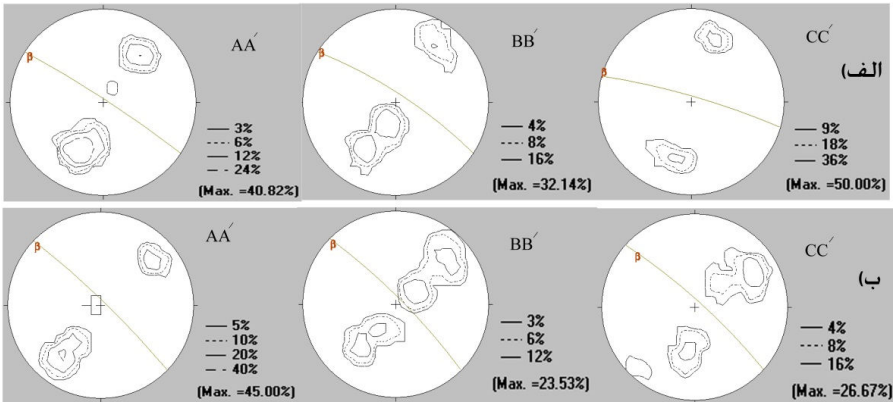
۱. Under Ground Contour Map

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

هندسهٔ ساختاری تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل

تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل به‌ترتیب با طول‌های ۳۴ و ۵۴کیلومتر، در شرق شهرستان کوهدشت در پهنهٔ لرستان زاگرس چین خورده- راندهٔ واقع شده‌اند (شکل‌های ۱ و ۲). این تاقدیس‌ها روند شمال غربی- جنوب شرقی دارند و رخنمون‌های سنگی آن‌ها عمدتاً از واحدهای سنگی کرتاسه- ترشیری هستند و به‌ترتیب از قدیم به جدید شامل گروه بنگستان (عمدتاً در هستهٔ تاقدیس) و سازندهای گورپی، امیران، تله‌زنگ، کشکان و آسماری است قسمت‌هایی از این تاقدیس‌ها با رسوبات جوان‌تر سازند بختیاری و رسوبات آبرفتی جوان پوشیده شده‌اند.

بر مبنای موقعیت لایه‌بندی‌ها در پهلوهای شمالی و جنوبی تاقدیس‌ها در پیمایش‌های سه‌گانه (شکل ۳)، مشخص شد که تاقدیس زنگول و پشت‌جنگل به‌طور کلی تاقدیس‌های نامتقارن و با تمایل (Vergence) به‌سمت جنوب - جنوب‌غرب است. مقایسهٔ موقعیت محور و سطح محوری تاقدیس زنگول در سه مسیر 'AA، 'BB و'CC نشان می‌دهد که در روند محور این تاقدیس حدود ۱۷ درجهٔ چرخش صورت گرفته است، این موضوع بر روی نقشهٔ زمین‌شناسی منطقه (شکل ۲) نیز قابل مشاهده است. همچنین با توجه به زاویهٔ بین‌پهلویی به‌دست آمده در مسیرهای مختلف (جدول ۱)، تاقدیس زنگول در مسیر 'AA و 'BB در محدودهٔ چین‌های باز و در مسیر 'CC در محدودهٔ چین‌های بسته قرار دارد، تاقدیس پشت‌جنگل نیز در هر سه پیمایش برداشت شده در محدودهٔ چین‌های بسته قرار می‌گیرد.



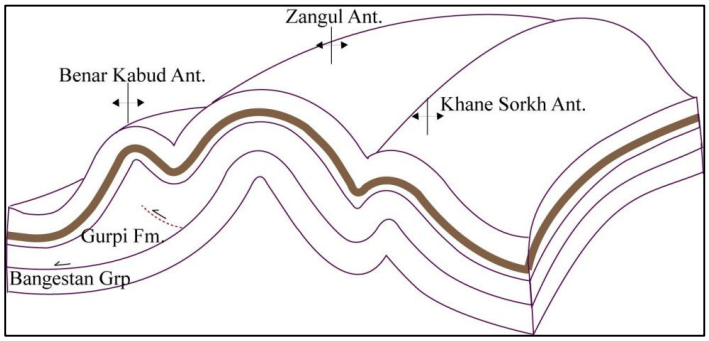
شکل ۳. استریوگرام‌های مسیرهای مختلف الف) تاقدیس زنگول ب) تاقدیس پشت‌جنگل

جدول ۱. خصوصیات هندسی تاقدیس زنگول در امتداد مقاطع بررسی شده

	تاقدیس زنگول			تاقدیس پشت‌جنگل		
نام مقطع	A-A'	B-B'	C-C'	A-A'	B-B'	C-C'
سطح محوری	۸۸/۰۳۳	۸۲/۰۳۳	۸۵/۰۱۶	۸۶/۰۴۴	۸۴/۰۴۵	۸۴/۰۴۸
محور چین	۰۲/۳۰۳	۰۱/۳۰۳	۰۷/۲۸۶	۰۹/۳۱۵	۰۸/۳۱۶	۱۷/۳۲۰
زاویهٔ بین پهلوها (درجه)	۷۵	۷۰	۶۸	۶۹	۷۰	۷۰
شیب پهلوی خلفی یا شیب پلکان گسل	۵۱	۴۹	۵۰	۵۲	۴۹	۵۱
ضخامت سازند در پهلوی خلفی(متر)	-	۳۸۰	-	-	۸۸۸.۹	-
ضخامت سازند در پهلوی پیشانی	-	۲۹۵.۴	-	-	۶۷۳.۵	-
نازک‌شدگی پهلوی پیشانی	-	۲۲.۲ %	-	-	۲۴.۲ %	-

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

در برش ساختاری 'AA و در پهلوی خلفی و پیشانی، چین‌های کوچکی در سازند امیران شکل گرفته‌اند. از آن‌جا که این تاقدیس‌های کوچک در پهلوهای تاقدیس زنگول تشکیل شده‌اند، می‌توانند در اثر لغزش بر روی سطوح لایه‌های قدیمی‌تر تشکیل شده باشند. تاقدیس فرعی تشکیل شده در پهلوی پیشانی تاقدیس زنگول، از چین‌های تشکیل شده بر روی گروه بنگستان است و در عمق ادامه پیدا نمی‌کند. موقعیت سطح گسستگی را می‌توان سطح پایینی سازند گورپی در نظر گرفت که به‌صورت یک سطح جدایشی میانی عمل کرده است. این چین با میلی به موازات محور تاقدیس اصلی ناپدید می‌شود و به‌علت نزدیکی به روستای بنارکبود، در این تحقیق با عنوان تاقدیس بنار کبود نام‌گذاری شده است. تاقدیس موجود در پهلوی خلفی تاقدیس زنگول، ادامهٔ تاقدیس خانه سرخ واقع در شمال غربی تاقدیس زنگول است که در اثر لغزش بر روی سازند گرو شکل گرفته است (شکل۲). سازند گرو یکی از سطوح جدایش اساسی میانی در منطقهٔ لرستان است. شکل ۴ بلوك دیاگرامی از موقعیت این تاقدیس‌ها بر روی پهلوهای تاقدیس اصلی زنگول در گروه بنگستان را نشان می‌دهد. چنان‌که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، در پهلوی خلفی و پیشانی تاقدیس زنگول، اثر راندگی‌های کوچکی که از سطح جدایشی منشأ گرفته به‌عنوان عامل تشکیل چین‌های فرعی تحلیل گردیده است. این ساخت‌ها، هندسه‌ای مشابه با ساخت گوش خرگوشی دارند [۴].

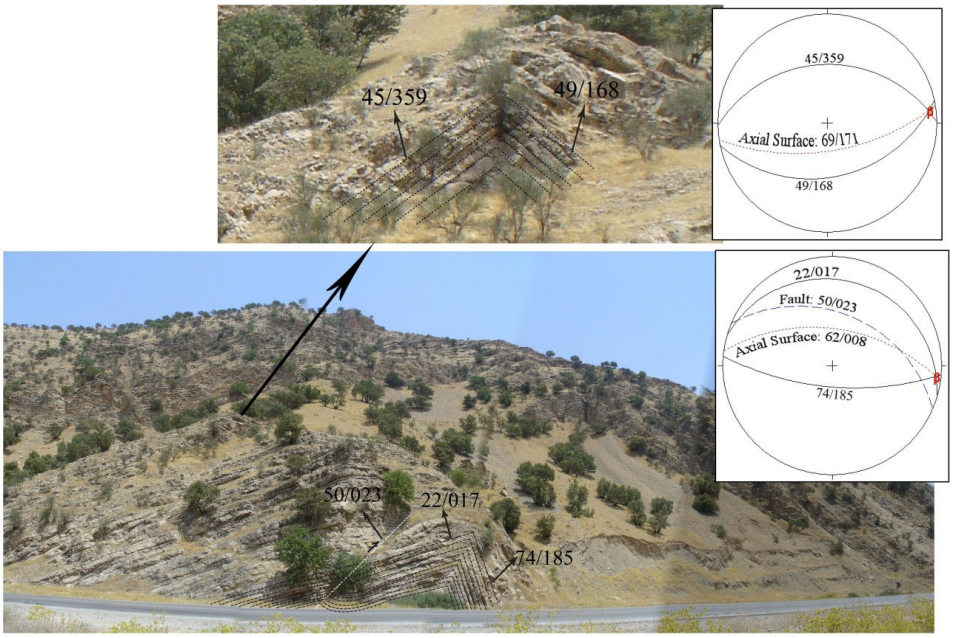


شکل۴. بلوك دیاگرامی از تاقدیس‌های فرعی در پهلوهای تاقدیس زنگول

در مسیر پیمایش 'CC ، در مختصات ″۲۴/۴ ′۲۶ °۳۳ و ″۳۳/۴ ′۵۶ °۴۷ تاقدیس‌های نامتقارنی در سازند گورپی شکل گرفته‌اند. این تاقدیس‌ها در اثر کمانش بر روی افق پایینی سازند گورپی به‌عنوان سطح جدایش به‌وجود آمده‌اند. در حال حاضر بخش خارجی این تاقدیس‌ها به شکل مدور و بخش داخلی آن‌ها به‌صورت جناغی دیده می‌شوند و هندسه‌ای شبیه چین‌های موازی و هم‌مرکز مرتبط با سطوح جدایشی دارند (شکل ۵). هندسهٔ جناغی و بسته‌تر بودن تاقدیس‌ها در قسمت‌های داخلی، نشان‌گر کم عمق بودن سطح جدایشی در ناحیه است. از آن‌جا که آهک مقاوم ایلام در زیر سازند گورپی قرار گرفته است، موقعیت سطح گسستگی را می‌توان سطح پایینی سازند گورپی در نظر گرفت که به‌صورت یک سطح جدایشی میانی عمل کرده است، در این سبک چین خوردگی‌ها بر اساس نظر دهلستروم[۱] [۵] سطح جدایش فوقانی را می‌توان سطوح تماس سنگ با هوا یا آب در نظر گرفت. در این محدوده سازند گورپی به‌عنوان سطح جدایش تحتانی عمل کرده است و سطح جدایش فوقانی را می‌توان افق پایینی سازند امیران در نظر گرفت که در اثر فرسایش رخنمون ندارد.

۱. Dahlstrom

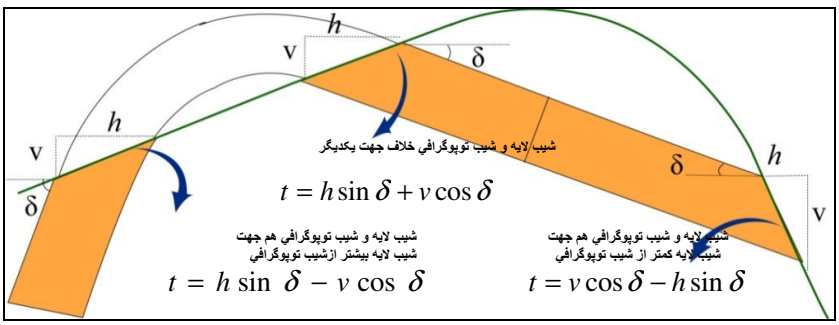
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]



شکل ۵. تاقدیس‌های جناغی موجود درسازند گورپی(دید به سمت شمال شرق)
(به هندسهٔ جناغی این تاقدیس‌ها که در بخش‌های بالایی محو می‌گردند توجه شود)

هندسهٔ تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل

برای تشخیص مدل هندسی مناسب برای تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل از نمودارهای جیمسون[۱] [۶] استفاده شده است. به‌منظور استفاده از این نمودارها پارامترهای لازم برای تجزیه و تحلیل هندسی از پیمایش‌های سه‌گانه برداشت‌های صحرایی استخراج شده است. این پارامترها شامل شیب پلکان گسل (α) و یا شیب پهلوی خلفی (αb)، زاویهٔ بین پهلوها (γ) و میزان نازك شدگی یا ضخیم شدگی سازند خاصی در پهلوی پیشانی نسبت به پهلوی خلفی است. برای محاسبهٔ تغییرات ضخامت پهلوی پیشانی نسبت به پهلوی خلفی، مطابق شکل ۶ ابتدا باید ضخامت حقیقی سازند یا لایهٔ مورد نظر را در هردو پهلوی تاقدیس به‌دست آورد. در صورت امکان، سازند انتخابی باید کم قوام باشد. برای به‌دست آوردن ضخامت حقیقی (t) باید مقادیر اختلاف ارتفاع توپوگرافی در ابتدا و انتهای لایه (v)، عرض لایه در نقشهٔ (h) و شیب لایه‌بندی (δ) محاسبه شوند. البته باید توجه داشت که تأثیرات توپوگرافی در نظر گرفته شود.



شکل ۶. روابط محاسبهٔ ضخامت واقعی لایه‌ها با در نظر گرفتن تأثیرات توپوگرافی (Rowland & Duebendorfer, 1994)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

با توجه به گسترش سازند گورپی و امیران در منطقه و قابلیت تغییر ضخامت‌شان، به‌ترتیب در تاقدیس زنگول و پشت‌جنگل از این واحدهای سنگی برای اندازه‌گیری مقدار ضخیم‌شدگی یا نازک‌شدگی در پهلوی پیشانی چین در سطح، استفاده شده است. البته میزان نازک‌شدگی این سازند در مسیر 'BB اندازه‌گیری شده است. زیرا در بقیه قسمت‌ها به‌علت عمل‌کرد گسل‌های عرضی- برشی و فرسایش، اندازه‌گیری سطحی ضخامت واقعی امکان‌پذیر نیست. برای تعیین تغییر ضخامت این سازندها در مسیر 'BB ، اختلاف ارتفاع توپوگرافی و ضخامت بیرون‌زدگی لایه از نقشهٔ زمین‌شناسی منطقه (شکل ۲) استخراج شده و شیب لایه‌بندی بر اساس اندازه‌گیری‌های صحرایی نیز لحاظ گردیده است. میزان نازک‌شدگی سازند گورپی در پهلوی پیشانی تاقدیس زنگول در مسیر برش ساختاری 'BB، ۲۲/۲۷٪ و میزان نازک‌شدگی سازند امیران در پهلوی پیشانی تاقدیس پشت‌جنگل ۲۴/۲٪ محاسبه شده است (جدول۱).

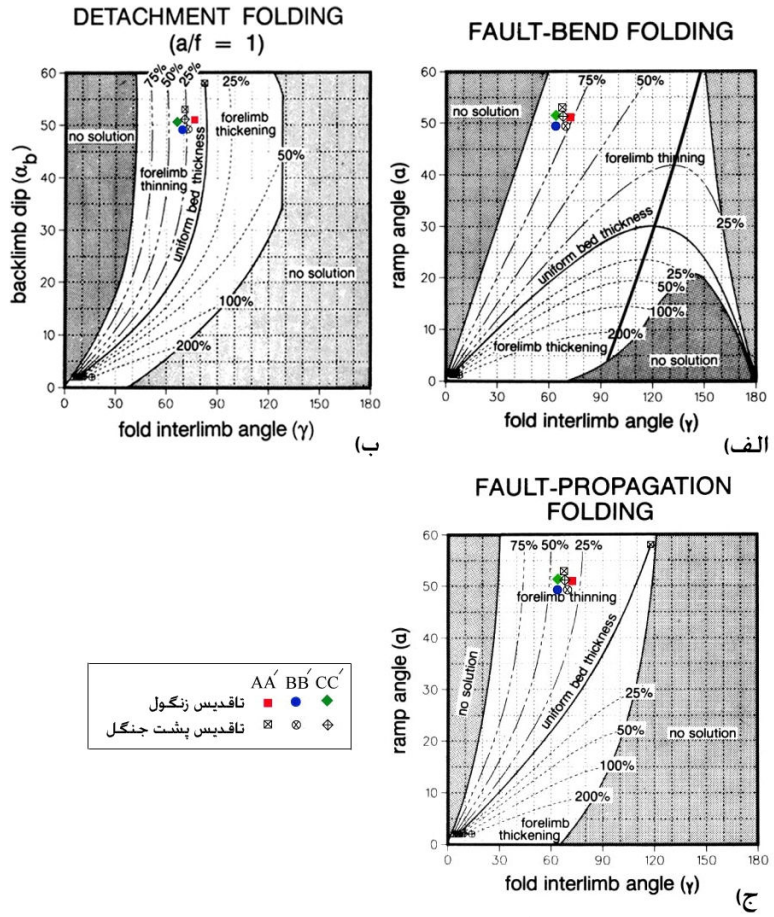
به‌منظور تشخیص هندسه این تاقدیس‌ها، پارامترهای هندسی لازم از برش‌های ساختاری عرضی رسم شده همچنین برداشت‌های صحرایی استخراج شده (جدول ۱) و بر روی نمودارهای جیمسون[۱] [۶] پیاده شده است. چنان‌که مشاهده می‌شود، قرارگیری هندسهٔ تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل در سه پیمایش ساختاری، در نمودار چین‌های خم گسلی (شکل ۷- الف) در محدوده‌ای که با حدود ۷۵٪ نازك شدگی پهلوی پیشانی همراه است با برداشت‌های ساختاری منطقه همخوانی ندارد. همچنین قرارگیری هندسهٔ تاقدیس‌ها در سه پیمایش، در نمودارهای دیگر چین‌های جدایشی و چین‌های انتشار گسلی (شکل۷- ب و ج) نشان از نازك شدگی به ترتیب ۲۲٪ تا ۴۰٪ و ۳۰٪ تا ۴۵٪ برای پهلوی پیشانی تاقدیس زنگول و نازک‌شدگی به ترتیب ۲۴٪ و ۳۵٪ تا ۴۰٪ برای پهلوی پیشانی تاقدیس پشت‌جنگل دارد. با توجه به مقادیر نازک‌شدگی به‌دست آمده از پهلوهای پیشانی، این تاقدیس‌ها (جدول۱) هندسه‌ای شبیه به چین‌های جدایشی دارند. گرچه وجود راندگی‌های کوچکی با چین‌های فرادیواره همراه نزدیك به هندسه چین‌های انتشار گسلی، ممکن است بر هندسهٔ مشابه در تاقدیس دلالت کند، لیکن چنین راندگی‌های کوچك در پهلوها بر اساس مدل میترا[۲] [۷] می‌تواند در پهلوی چین‌های جدایشی نیز توسعه یابد (شکل ۸).

تحلیل جنبشی تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل

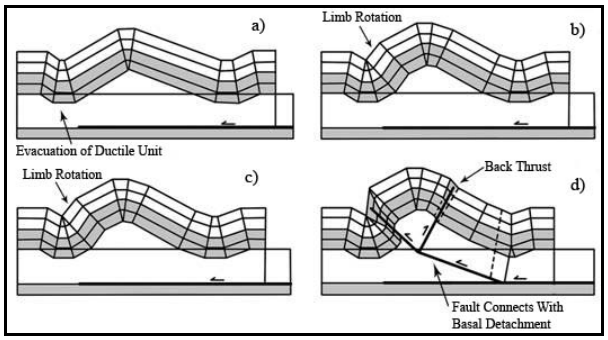
سه مدل اصلی هندسی و جنبشی برای چین‌های جدایشی ارائه شده است [۸]. بر اساس مدل اول که میشل[۳] و وودوارد[۴] [۹] ارائه کرده‌اند، چین جدایشی با افزایش طول پهلوها و ثابت ماندن شیب آن‌ها شکل می‌گیرد. در مدل دوم که دی‌سیتر[۵] [۱۰] ارائه کرده است چین جدایشی با افزایش شیب پهلوها و ثابت ماندن طول آن‌ها به‌وجود می‌آید. در مدل سوم که دهلستروم [۵] ارائه کرده رشد چین جدایشی بر مبنای قانون ثابت بودن سطح لایه‌های ویسکوز و مقاوم و با افزایش تدریجی طول و شیب پهلوهای چین شکل می‌گیرد. پابلت[۶] و مک‌کلی[۷] [۸] معتقدند که تحول جنبشی چین‌های جدایشی در غالب کمربندهای چین‌خورده- رانده عمدتاً منطبق بر مدل سوم

۱. Jamison ۲. Mitra ۳. Mitchell ۴. Woodward ۵. De Sitter
۶. Poblet ۷. McClay

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]



شکل ۷. موقعیت تاقدیس زنگول بر روی نمودارهای جیمسون [۶]، در مسیرهای مختلف



شکل ۸. توالی تکامل یك چین جدایشی گسل خورده. چین به‌صورت تقریباً متقارن شروع به تشکیل می‌کند (a و b) و تکامل آن به‌صورت نامتقارن، همزمان با انتشار گسل است (c و d) [۷]

هستند. زیرا مدل‌های اول و دوم به‌دلیل تغییر در مساحت منطقه شکل‌پذیر چین از نظرتحول جنبشی امکان‌پذیر نبوده و قابل قبول نیستند، چون در فرایند تکامل چین جدایشی لایهٔ شکل‌پذیر از پایین‌ترین بخش ناودیس به‌سمت بالاترین بخش تاقدیس مهاجرت می‌کند تا چین متمرکز به‌وجود آید. بر مبنای مدل دهلستروم [۵] با افزایش جابه‌جایی گسل راندگی، کوتاه‌شدگی در لایهٔ شکل‌پذیر رخداده و موجب مهاجرت آن به بالاترین بخش تاقدیس در ناحیه لولایی آن می‌گردد. چنین مهاجرتی موجب برخاستگی ناحیهٔ لولایی تاقدیس می‌شود. برخاستگی با میزان

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

کوتاه‌شدگی رابطهٔ مستقیمی دارد و در این صورت قانون ثابت بودن سطح رعایت می‌گردد. برای برقراری این قانون در خلال تکامل جنبشی چین، باید با افزایش طول پهلوها شیب آن‌ها نیز افزایش یابد (یعنی مدل سوم [۵]). افزایش طول پهلوها با اضافه شدن لایه از بخش تغییرشکل نیافته به بخش تغییرشکل یافته در چین تأمین می‌گردد و افزایش شیب پهلوها نیز با چرخش پهلوها در خلال این فرایند صورت می‌گیرد. چنین چرخشی در پهلوها موجب توسعهٔ ساختارهایی در پهلوهای چین، چون زبانه‌های راندگی توسعه یافته در پهلوهای تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل می‌گردد.

پابلت و مک‌کلی [۸] برای تحلیل هندسی چین‌های جدایشی به‌وجودآمده بر اساس تکامل جنبشی مدل دهلستروم [۵]، نمودارهایی را معرفی کرده‌اند و معتقدند چنان‌چه میزان شیب پهلوهای چین و نسبت سینوس آن‌ها اندازه‌گیری شود برای محاسبهٔ میزان کوتاه‌شدگی لایهٔ مقاوم بالای لایهٔ جدایشی شکل‌پذیر که چین در آن توسعه یافته است، استفاده می‌شود. اگر این میزان با مقادیر کوتاه‌شدگی به‌دست آمده از اندازه‌گیری برشی از تاقدیس مطابقت داشته باشد، بیان‌گر آن است که هندسه و تحول جنبشی چین مورد نظر منطبق بر مدل است. برای این منظور باید برشی از چین عمود بر محور آن ترسیم و برای سهولت محاسبه، هندسهٔ چین به‌صورت یکی از هندسه‌های جناغی، شکنجی یا جعبه‌ای فرض شود و اندازه‌گیری زاویهٔ بین پهلوها بدون در نظر گرفتن تمایل سطح جدایشی صورت گیرد.

برای تعیین سازوکار جنبشی، نیاز به تحلیل هندسی چین‌های جدایشی است. برای تحلیل هندسی، نیاز به دانستن متغیرهایی مانند: طول پهلوی پیشانی، طول پهلوی خلفی، شیب پهلوی پیشانی، شیب پهلوی خلفی، مقدار برخاستگی، زاویهٔ بین پهلوها و شیب سطح محوری است. این متغیرها را می‌توان از برداشت‌های صحرایی، مقاطع لرزه‌ای عمقی یا برش عرضی ترسیمی اندازه‌گیری کرد. با کمک دو معادله اصلی (۱) و (۲) می‌توان مقدار برخاستگی (U) و مقدار کوتاه‌شدگی (S) یك لایهٔ چین‌خورده را در بالای یك سطح جدایشی محاسبه کرد. در این روابط، Lf، Lb و Lt به‌ترتیب طول پهلوهای پیشانی، خلفی و لولایی و υf، υb و υt به‌ترتیب شیب پهلوهای پیشانی، خلفی و لولائی است همچنین نیمی از زاویهٔ بین پهلویی (γ) و زاویهٔ بین سطح محوری و افق جدایش (δ) از روابط (۳) و (۴) به‌دست می‌آید.

$$U = Lb\ Sin(\upsilon b) = Lf\ Sin(\upsilon f) \quad (۱)$$

$$S = Lb[1- Cos(\upsilon b)] + Lf[1- Cos(\upsilon f)] + Lt[1- Cos(\upsilon t)] \quad (۲)$$

$$\gamma = 90° - (\upsilon b/2) – (\upsilon f/2) \quad (۳)$$

$$\delta = 180° - \upsilon f – \gamma \quad (۴)$$

برای این منظور، طبق روابط ارائه شده (۱) و (۲) مقدار برخاستگی و کوتاه‌شدگی در تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل با استفاده از متغیرهای به‌دست آمده از برش عرضی ترسیمی 'AA (شکل ۹) محاسبه شده‌اند (جدول ۲).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

جدول ۲. خصوصیات هندسی به‌دست آمده از برش عرضی ترسیمی 'AA، بر اساس مدل [۸] Poblet and McClay

	Lf(m)	Lb	Lt	υf	υb	υt	U	S	γ	δ
تاقدیس زنگول	۶۸۰۰	۷۳۰۰	۹۵۰	۵۴	۵۱	۰	۵۵۸۷.۲	۵۵۰۲.۶	۳۷.۵	۸۸.۵
تاقدیس پشت‌جنگل	۲۷۵۰	۳۲۵۰	۶۲۵	۶۰	۵۲	۰	۲۴۷۱.۳	۲۶۲۴.۱	۳۴	۸۶

برای محاسبهٔ کوتاه‌شدگی می‌توان از روش نمودار نیز استفاده کرد. پارامترهای مورد نیاز برای برآورد میزان کوتاه‌شدگی تاقدیس با استفاده از نمودارهایی که پابلت و مک‌کلی ارائه کرده‌اند [۸] و در شکل (۱۰) آمده است، عبارتند از: طول و شیب پهلوهای پیشانی و خلفی و نسبت Rl (رابطه ۵).

$$R1 = (Sin(vf)) / (Sin(vb)) \qquad (۵)$$

با توجه به این پارامترها موقعیت تاقدیس زنگول و پشت‌جنگل در نمودارهای شکل ۱۰ نمایش داده شده است تا میزان کوتاه‌شدگی تاقدیس‌ها برآورد گردد. این میزان کوتاه‌شدگی که تقریباً در هر دو نمودار شکل ۱۰ یکسان است، باید بر مبنای طول پهلوی پیشانی تاقدیس‌ها نرمالیزه گردد تا میزان کوتاه شدگی واقعی به‌دست‌آید. زوایای نشان داده شده بر روی این نمودارها به درجهٔ واقعی است، ولی مقادیر خطی بر مبنای Lf = ۱۰ نرمالیزه شده‌اند.

مقدار کوتاه‌شدگی واقعی بر مبنای نمودار برای پهلوی خلفی و پیشانی، از معادلهٔ ساده (۶) مشتق می‌شود:

$$S=(\text{Calculated Shotening Lf})/10 \qquad (۶)$$

با جای‌گزینی کوتاه شدگی‌های به‌دست آمده از نمودار شکل (b و ۱۰a) به‌جای کوتاه‌شدگی در معادلهٔ بالا، مقدار کوتاه‌شدگی واقعی به‌دست می‌آید. معادله‌ای مشابه می‌تواند برای محاسبهٔ برخاستگی واقعی مشتق شود.

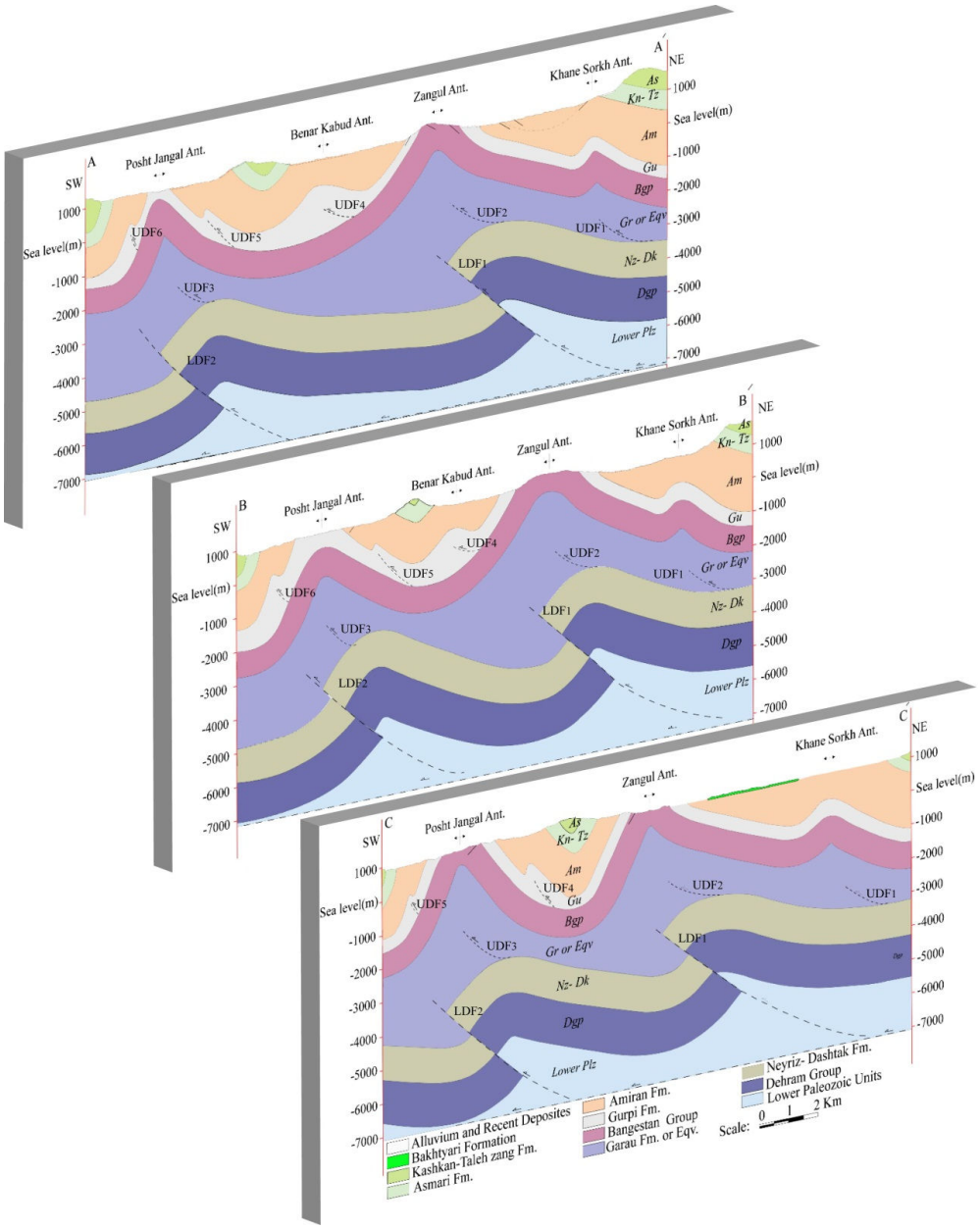
با توجه به مقدار Rl به‌دست آمده در تاقدیس زنگول و پشت‌جنگل، نمودار (۱۰-a) مقدار کوتاه‌شدگی را برای پهلوی خلفی این تاقدیس‌ها به‌ترتیب برابر ۷/۴ و ۷/۲ نشان می‌دهد، در حالی که این مقدار برای پهلوی پیشانی آن‌ها بر روی نمودار (۱۰-b) به‌ترتیب برابر ۷/۸ و ۸/۱ به‌دست آمده است. این اعداد نرمالیزه شده را در رابطهٔ (۶) قرار می‌دهیم تا مقدار کوتاه‌شدگی واقعی برای تاقدیس‌ها به‌دست آید (جدول۳).

با قراردادن مقدار کوتاه‌شدگی به‌دست آمده از نمودار شکل (۱۰-a) در نمودارهای c, d, e به‌ترتیب مقدار برخاستگی، زاویهٔ بین پهلویی و شیب سطح محوری چین به‌دست آمده است.

برای رسیدن به عدد واقعی برخاستگی، از رابطهٔ (۶) برای پهلوی پیشانی استفاده کرده و در این رابطه عدد نرمالیزه برخاستگی (شکل ۱۰-c) را به جای عدد کوتاه‌شدگی قرار می‌دهیم.

مقایسهٔ نتایج به‌دست آمده از نمودارها با مقادیر به‌دست آمده از روابط، نشان می‌دهند که آن‌ها بسیار به هم شبیه‌اند. این تطابق بیان‌گر آن است که هندسهٔ تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل مشابه هندسه چین‌های جدایشی که دهلستروم ارائه کرده [۵]، است و هندسهٔ چین جدایشی و تکامل جنبشی تحلیل شده برای تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل بر مبنای مدل پابلت و مک‌کلی [۸] معتبر است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

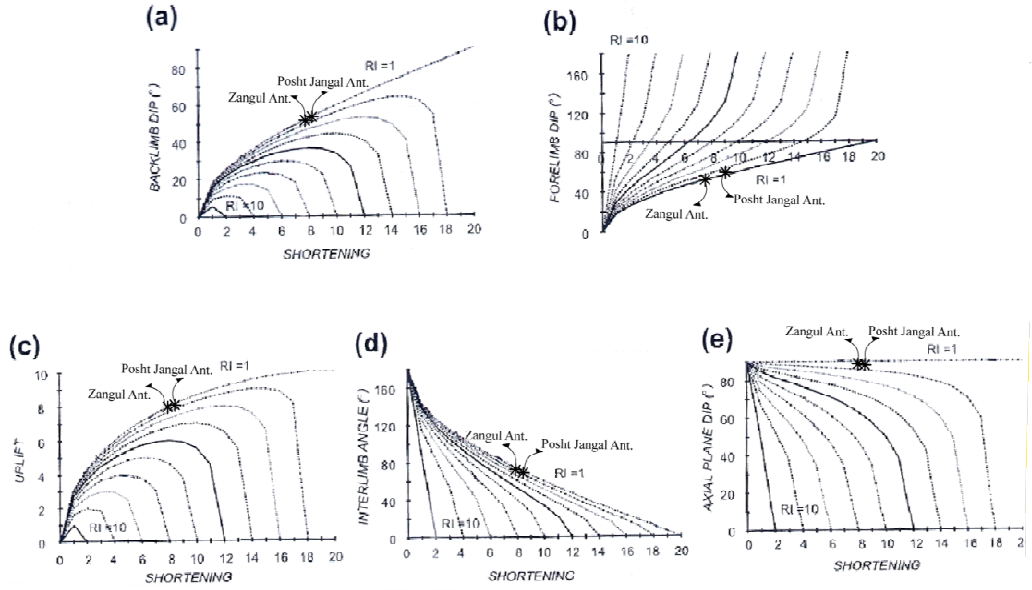


شکل ۹. تصویری از سه برش ساختاری تهیه شده بر روی تاقدیس زنگول

تحلیل برش‌های ساختاری برای برآورد میزان بستگی گروه دهرم تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل

برای بررسی گروه دهرم تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل که شامل سازندهای فراقون با سن دونین ـ پرمین، دالان با سن پرمین بالایی و کنگان با سن تریاس زیرین در منطقه است، به اطلاعات عمقی این تاقدیس‌ها نیاز است. از آن‌جا که اطلاعات زیرسطحی ژئوفیزیکی مناسبی برای این تاقدیس‌ها وجود ندارد، این اطلاعات بر اساس نتایج پژوهش‌های هندسی و جنبشی این تاقدیس و سه برش عرضی ساختاری ترسیمی (شکل ۹) تهیه

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]



شکل ۱۰. نمودارهای تعیین پارامترهای هندسی چین‌های جدایشی [۸]. منحنی‌های نمودارها، منطبق بر مقادیر RI به ترتیب ۱، ۱.۱۱، ۱.۲۵، ۱.۴۳، ۱.۶۷، ۲، ۲.۵۰، ۳.۳۳ و ۱۰ هستند. (موقعیت تاقدیس زنگول بر مبنای پارامترهای هندسی آن به‌صورت ستاره در نمودارها نمایش داده شده است)

گردیده‌اند. بدین‌منظور اطلاعات عمقی مربوط به سطح فوقانی گروه دهرم از برش‌های ساختاری برداشت و نقشهٔ هم‌تراز زیرزمینی برای سطح فوقانی گروه دهرم منطقه تهیه شده است تا به‌کمك آن میزان بستگی قائم و افقی این گروه در تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل محاسبه شود.

برش‌های عرضی ساختاری یکی از ابزارهای مناسب، برای ارائهٔ هندسهٔ ساختاری چین‌ها به‌ویژه در عمق هستند، از این‌رو در بیش‌تر بررسی‌های مربوط به اکتشاف ذخایر هیدروکربوری در مناطق پیش‌بومی با توسعهٔ تله‌های نفتی تاقدیسی، نقش بسیار مهمی به‌عهده دارند. برای ترسیم این برش‌ها در تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل از روش باسك[۱] یا روش قوس که برای چین‌های موازی به‌کار می‌رود، استفاده شده است. به‌علت وجود نداشتن هرگونه اطلاعات زیرسطحی مانند اطلاعات ژئوفیزیکی مناسب و اطلاعات چاه از این تاقدیس‌ها، برش‌های ساختاری با در نظر گرفتن مدل هندسی تحلیل شده (شکل‌های۷ و ۱۰)، تأثیر افق‌های جدایش میانی (که در این منطقه شیل‌های کامبرین و سازندهای گرو و گورپی ـ امیران هستند) و اطلاعات ساختاری سطحی مسیرهای پیمایش شکل ۲، ترسیم شده‌اند (شکل ۹). چنان‌که در تمام برش‌های ساختاری مشاهده می‌شود (شکل ۹) چین‌خوردگی در لایه‌های مقاوم آهکی از نوع چین‌های موازی است و در ردهٔ 1B تقسیم‌بندی رامسی[۲] [۱۱] قرارمی‌گیرند ولی در لایه‌های تبخیری و شیلی که شکل پذیرتر هستند و به‌عنوان سطوح جدایش میانی در نظر گرفته شده‌اند، برش در امتداد سطوح جدایش به‌عنوان تابعی از اختلاف مقاومت میان واحدهای مقاوم و نامقاوم، با تشکیل گسل‌های راندگی در این سازندها و افزایش ضخامت آن‌ها در لولای تاقدیس، منجر به پدید آمدن سبك

۱. Busk ۲. Ramsay

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

چین‌خوردگی غیرموازی و حالتی مانند چین‌های مشابه در تقسیم‌بندی رامسی [۱۱] شده است. چنین چین‌هایی، چین‌های مشابه دروغین[۱] نامیده شده‌اند [۵].

با توجه به جدایشی بودن چین‌های این منطقه بر اساس تست هندسی معرفی شده توسط پابلت و مک‌کلی [۸] و با استناد به مدل‌های ارائه شده توسط ولاس[۲] و هومزا[۳] [۱۲] و برش‌های ساختاری ترسیم شده که در آن‌ها تأثیر افق‌های جدایشی منطقه نشان داده شده است، مدل تکاملی تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل ارائه گردیده است (شکل۱۱).

در اولین مرحله دگرشکلی و شروع تکامل چین (شکل۱۱-a)، خمش هم ضخامت و متقارن رسوبات بر روی سطح جدایش تحتانی[۴] LDF1 و LDF2 که سطوح شیلی کامبرین هستند، نخستین هسته چین موازی را شکل می‌دهد که این چین از نوع کمانشی است و در ادامه لایه‌های نامقاوم به‌سمت هسته تاقدیس جریان می‌یابند (شکل۱۱-b). طول موج تاقدیس در این مرحله با ضخامت پوشش رسوبی کنترل می‌گردد. با افزایش دگرشکلی، تاقدیس با مهاجرت لولا و چرخش پهلوها که اجازهٔ رشد چین و انتقال مواد از ناودیس به سمت تاقدیس را می‌دهند به خمش خود ادامه می‌دهد.

با توجه به مقاوم بودن گروه بنگستان و قرارگیری آن بر روی سطوح گسسته گرو، در ابتدا چین‌های با طول موج بلند بر روی این سطوح تشکیل شده است. به‌طوری‌که لایه‌های بالایی از فرم چین‌خوردگی این سازند تبعیت می‌کنند. در این مرحله گسلش راندگی می‌تواند برای متعادل کردن[۵] کوتاه‌شدگی در سطوح عمیق شروع به تکامل کند ولی به‌علت وجود سطح جدایش میانی (سازند گرو) تا سطح ادامه نمی‌یابد. در این مرحله کوتاه‌شدگی در واحدهای نامقاوم به‌عنوان تابعی از اختلاف مقاومت میان واحدهای مقاوم و نامقاوم می‌تواند موجب شکل‌گیری گسل‌های راندگی جدید[۶] UDF1 ، UDF2 و UDF3 در سطح جدایش میانی (سازند گرو) و تشکیل تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل گردند (شکل ۱۱-c). شرکتی [۳] این مرحله را عبور از چین جدایشی به چین جدایشی گسل‌خورده نامیده است.

در صورت قفل‌شدن شاخه اصلی گسلش راندگی، در سطوح جدایش پایینی، این بار جابه‌جایی و لغزش را بر روی سطوح پایینی سازند گورپی خواهیم داشت (UDF4، UDF5 و UDF6)، که منجر به پدید آمدن سبك چین‌خوردگی غیرموازی و حالتی مانند چین‌های مشابه [۱۱] و یا چین‌های مشابه دروغین [۵] شده است (شکل۱۱-c). در چین‌های مشابه شکل هر لایه منفرد با لایه دیگر مشابه است، چنین حالتی ممکن نیست مگر آن‌که ضخامت لایه در پهلوها به شدت کاهش و در ستیغ تاقدیس افزایش یابد و به عبارتی جریان یافتگی مواد جامد صورت گیرد. این چین‌ها در طبقاتی که شامل تناوبی از لایه‌های مقاوم و نامقام هستند، رخ می‌دهند. در چنین حالتی لایه‌های مقاوم ضخامت خود را حفظ کنند در حالی‌که لایه‌های نامقاوم در ستیغ چین دچار افزایش ضخامت می‌شوند. در حقیقت این چین‌ها نوعی چین متحدالمرکز هستند، با این تفاوت که در آن‌ها در گروه نامقاوم

۱. Pseudo-Similar Folds ۲. Wallace ۳. Homza ۴. Lower Detachment Fault
۵. Accommodate ۶. Upper Detachment Fault

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

برش صورت می‌گیرد که می‌تواند باعث گسلش و یا مچاله‌شدگی[1] طبقات نامقاوم گردد. این حالت در محل لولای چین اتفاق می‌افتد و توسعه آن در پهلوهای چین بعید است، زیرا لولای چین محلی است که از نظر فضا دچار مشکل می‌شود. در زاگرس انتظار می‌رود که این پدیده را در سازندهایی چون دشتک، سرگلو، گوتنیا، هیث، گرو، کژدمی، گورپی و پابده داشته باشیم [۴]. در اثر برش در امتداد سطوح جدایش میانی و لغزش لایه‌های بخش بالایی سازند گورپی بر روی بخش پایینی، چین‌های با طول موج کوچک‌تر بر روی گروه بنگستان تشکیل می‌شوند که در محور این چین‌ها افزایش ضخامت خواهیم داشت. البته این افزایش ضخامت در لولای تاقدیس، نتیجهٔ اختلاف مقاومت میان واحدهای نامقام و مقاوم و تشکیل گسل‌های راندگی در هستهٔ چین‌ها در جهت جبران است.

بنا بر این در اثر ادامه جابه‌جایی بر روی این سطح و همچنین تأثیر سازند گورپی به‌عنوان سطوح جدایش میانی کم‌عمق چین‌های گوش خرگوش (تاقدیس بنار کبود در شکل۱۱-d) و چین‌های مشابه دروغین می‌توانند تشکیل شوند (شکل۱۱-d). در نهایت، پس از یک دوره نبود رسوب‌گذاری و عمل‌کرد فرسایش در منطقهٔ بررسی شده، سازند بختیاری به‌صورت دگرشیبی زاویه دار بر روی منطقه نهشته شده است(شکل۱۱-d).

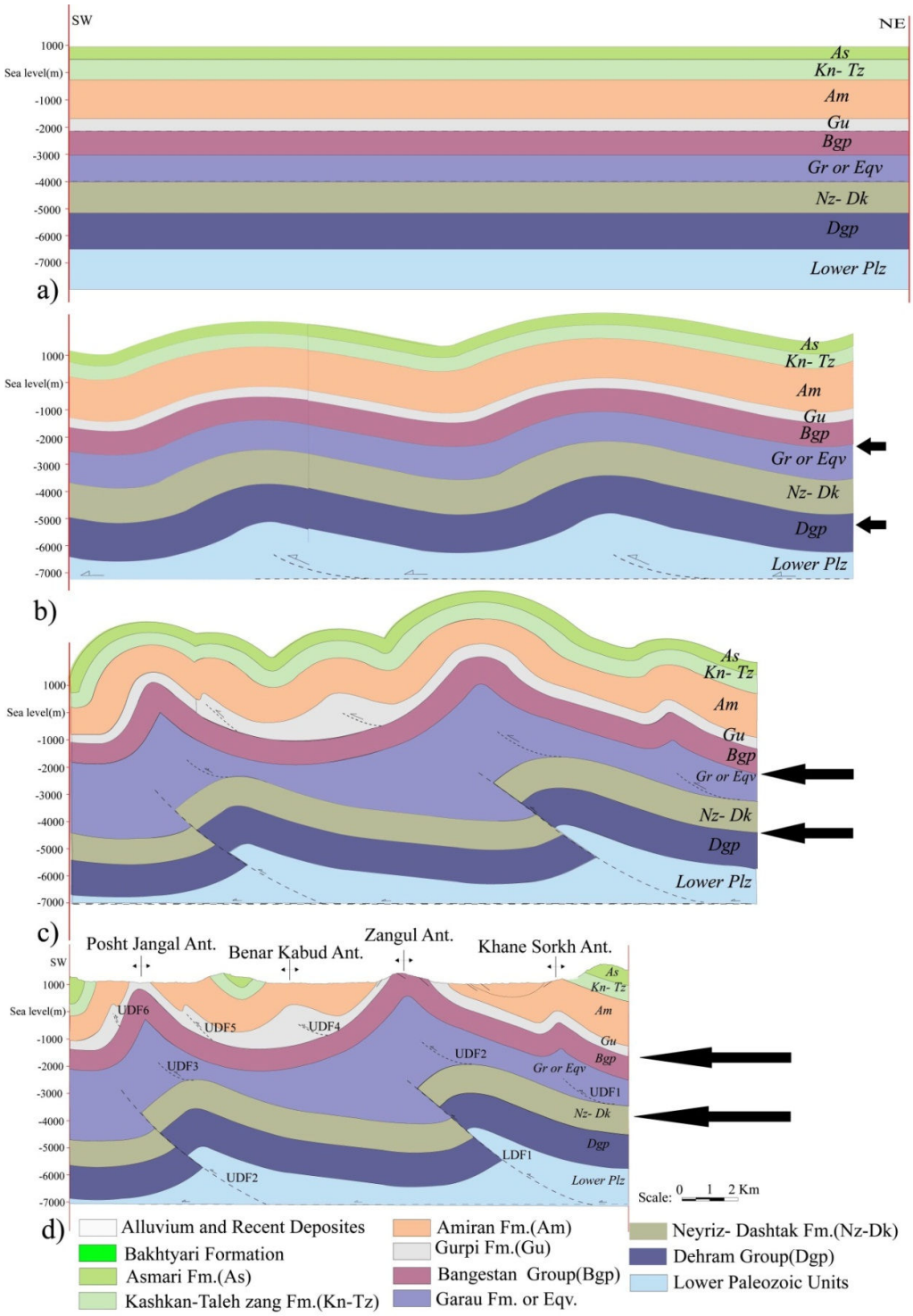
تحلیل برش‌های ساختاری تهیه شده بر روی منطقه نشان می‌دهد که هندسه و موقعیت مکانی تاقدیس‌های تشکیل شده در واحدهای سطحی (گروه بنگستان و سازندهای گورپی، امیران، تله‌زنگ، کشکان، شهبازان و آسماری) با آن‌چه که در گروه دهرم به‌عنوان پتانسیل سنگ مخزن هیدروکربوری تشکیل شده متفاوت است، لذا در مکان‌یابی حفاری‌های اکتشافی و بهره‌برداری باید لحاظ گردد. بر همین مبنا برآورد بستگی قائم و افقی این گروه با توجه به چنین تحلیلی ضروری است.

برآورد میزان بستگی قائم و افقی گروه دهرم تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل

نقشهٔ هم‌تراز زیر زمینی (UGC Map) ساختارهای زیرسطحی را به نمایش می‌گذارد و ترازهایی را بر روی افق‌های زمین‌شناسی زیرسطحی نسبت به سطح مبنای تعیین شده که معمولاً سطح تراز دریاست، نشان می‌دهد. افق انتخابی معمولاً قاعدهٔ پوش سنگ یا سطح بالایی مخزن است که نشان‌گر محل تجمع هیدروکربور است. آخرین منحنی بسته، مقدار بستگی را نشان می‌دهد که به اندازه، ارتفاع، طرز قرارگیری و شکل تاقدیس بستگی دارد، همچنین فاصلهٔ قائم بین بالاترین نقطهٔ ساختاری یا به‌عبارت دیگر کم عمق‌ترین نقطه ساختاری تاقدیس با آخرین منحنی تراز بسته آن، بستگی قائم تاقدیس است. چنان‌که در شکل ۱۲ مشاهده می‌شود، نقشه هم‌تراز زیرزمینی با استفاده از برش‌های ساختاری (شکل‌های ۹ و ۱۱) بر روی سطح فوقانی گروه دهرم ترسیم شده است. با توجه به میزان اختلاف ارتفاع و مساحت آخرین منحنی تراز بسته، میزان ذخیرهٔ هیدروکربوری در تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل محاسبه و بهترین مکان از لحاظ ساختاری، برای حفاری تعیین گردیده است. بر اساس نقشه هم‌تراز زیرزمینی ترسیم شده، میزان بستگی قائم تاقدیس زنگول حدود ۴۵۰ متر و میزان بستگی

۱. Crumpling

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

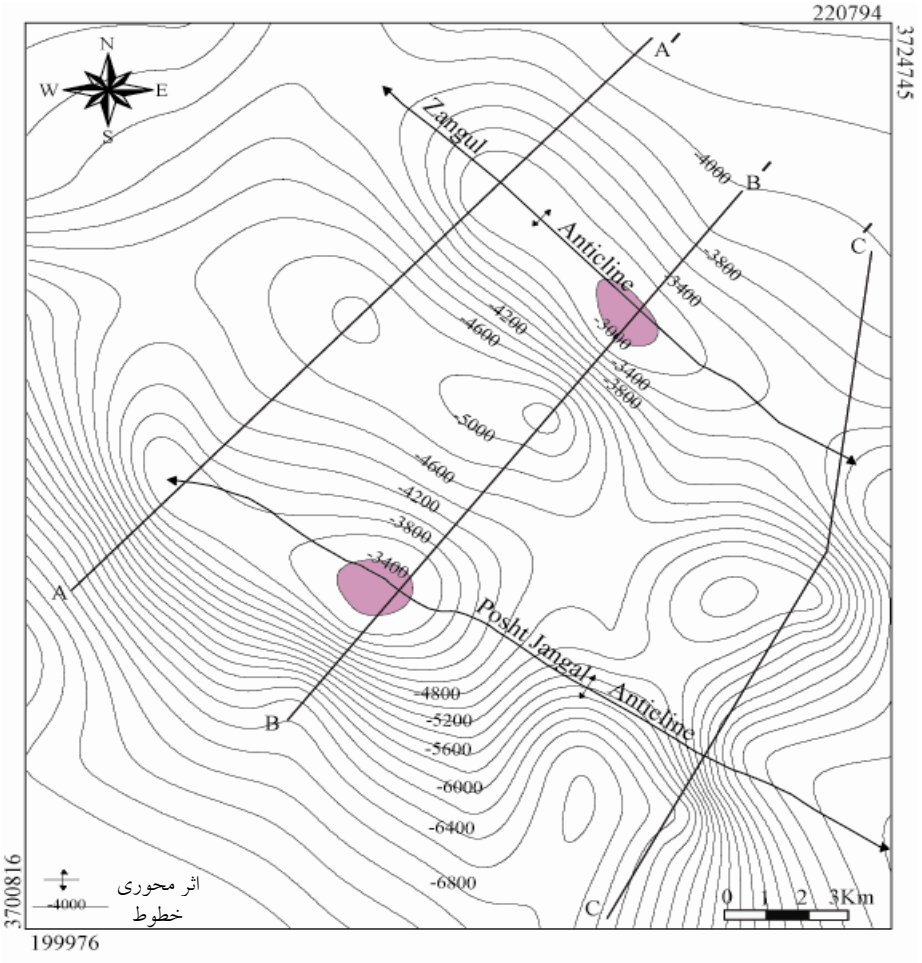


شکل ۱۱. مدل تکاملی ارائه شده برای تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل

افقی آن حدود ۱/۳۶۹ کیلومترمربع و میزان بستگی قائم تاقدیس پشت‌جنگل حدود ۲۰۰ متر و میزان بستگی افقی آن حدود۱/۶۶۷ کیلومترمربع محاسبه شده است. به‌طور معمول، مرکز بالاترین یا به‌عبارت دیگر کم عمق‌ترین

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

منحنی تراز بسته ساختاری در نقشه هم‌تراز زیرزمینی را به‌عنوان بهترین موقعیت ساختاری برای حفاری اکتشافی در نظر می‌گیرند. در تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل این موقعیت به ترتیب در مختصات تقریبی (E ۲۱۴۳۲۶/۷۷ و N۳۷۱۶۸۰/۴۶) و (E۲۰۸۷۰۵/۹۱ و N۳۷۰۹۶۹۹/۹۳) واقع می‌شوند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲. نقشهٔ هم‌تراز زیرزمینی ترسیم شده برای گروه دهرم در تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل

نتیجه‌گیری

براساس تحلیل هندسی، تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل از نوع چین‌های هم مرکز قابل بسط به چین‌های جدایشی هستند. به‌علت عدم دسترسی به اطلاعات زیرسطحی و همچنین به‌علت هندسه گرد و به نسبت باز این تاقدیس‌ها، وجود اختلاف مقاومت در بین واحدهای مختلف از سطح تا عمق و توسعهٔ راندگی‌ها در پهلوهای تاقدیس‌ها می‌توان مدل چین جدایشی گسل‌خورده را نیز برای این تاقدیس‌ها در نظر گرفت.

یک‌نواختی ضخامت طبقات مقاوم، آثار لغزش در سطح تماس بین طبقات مقاوم و نامقاوم و وجود راندگی‌های کوچک مقیاس در پهلوهای چین، نشان می‌دهند که تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل تحت مکانیزم

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

چین‌خوردگی خمشی- لغزشی تشکیل شده‌اند. در این چین‌ها لایه‌های مقاوم ضخامت خود را حفظ می‌کنند و لایه‌های نامقاوم در قسمت‌های بالایی چین دچار افزایش ضخامت می‌شوند.

از آن‌جا که هیچ شاهدی از رخنمون نمک هرمز در منطقهٔ بررسی شده دیده نمی شود، سطوح شیلی کامبرین می‌توانند نقش سطح جدایش قاعده‌ای را ایفا کنند. همچنین تبخیری‌ها و شیل‌های ژوراسیک و کرتاسه زیرین (سازندهای گرو و گوتینا)، شیل‌ها و مارن‌های کرتاسه بالایی و پالئوسن (سازند گورپی) به‌عنوان سطوح جدایش میانی عمل کرده‌اند. گسل‌های راندگی و تاقدیس‌های فرعی موجود بر روی شیل‌ها و مارن‌های افق پایینی سازند گورپی، تأثیر این لایه‌ها را به‌صورت سطوح جدایش میانی، در منطقه نشان می‌دهد. در منطقهٔ بررسی شده سطوح جدایش میانی در سبک چین‌خوردگی و تشکیل ساختارهای سطحی تأثیر گذاشته‌اند. این سطوح باعث ایجاد سبک چین‌خوردگی ناهماهنگ در این منطقه شده‌اند به‌طوری که در سطح، چین‌های باز تا بسته با طول موج کوتاه، در آهک‌ها و شیل‌های سازند گورپی ایجاد کرده‌اند و در بخش‌های میانی چین باز تا ملایم با دامنهٔ بلند در آهک‌های گروه بنگستان که بر روی تبخیری‌ها و شیل‌های سازندهای گوتنیا و گرو قرار دارند، به وجود آورده‌اند که با چین‌های موجود در سطح منطبق نیست. سطوح جدایش میانی سری‌های رسوبی را به واحدهای چینه‌ای- ساختاری تقسیم می‌کنند که کوتاه‌شدگی متفاوتی دارند، در نتیجه شکل سطحی برخی از چین‌ها همیشه وضعیت ساختاری زیر سطحی را منعکس نمی‌کند، بنا بر این داده‌های لرزه‌ای پیشرفته و پردازش آن‌ها برای شناسایی ساختارهای عمیق و کاهش تردید فرضیات، ضروری است.

در مناطقی که بررسی‌های لرزه نگاری بازتابی انجام نشده است، همچون تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل، تحلیل هندسی و جنبشی تاقدیس‌ها و رسم برش ساختاری بر آن‌ها می‌تواند ابزار مناسبی برای تحلیل هندسهٔ ساختارهای نفتی در عمق باشد. بر همین اساس نقشه هم‌تراز زیرزمینی از منطقه تاقدیس‌ها ترسیم شده و میزان بستگی قائم و افقی تاقدیس‌های زنگول و پشت‌جنگل نیز برآورد گردیده است. میزان بستگی قائم تاقدیس زنگول حدود ۴۵۰ متر و میزان بستگی افقی آن حدود ۱/۳۶۹ کیلومترمربع برآورد شده است. در تاقدیس پشت‌جنگل نیز میزان بستگی قائم حدود ۲۰۰ متر و میزان بستگی افقی آن حدود۱/۶۶۷ کیلومترمربع محاسبه شد.

منابع

1. J. Stocklin, "Structural history and tectonics of Iran: a review", AAPG Bulletin, 52 (1968) 1229-1258.
2. K. Hessami, H. A. koyi, C. J. Talbot, "The Significance of Strike-Slip Faulting in the Basement of the Zagros Fold and thrust Belt", Journal of Petroleum Geology, 24 (1) (2001)5-28.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]

۳. شرکتی، شهرام؛ *تکتونیک پوشش رسوبی و پی‌سنگ در کمربند کوهزایی زاگرس*، نکاتی در زمینه مدل‌سازی هندسی دگرشکلی؛ تهران: شرکت ملی نفت ایران، مدیریت اکتشاف (۱۳۸۴).

۴. مطیعی، همایون؛ *زمین‌شناسی ایران: چینه‌شناسی زاگرس*؛ طرح تدوین کتاب زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور (۱۳۷۲).

5. C. D. A. Dahlstrom, "Structural geology in the eastern margin of the Canadian Rocky Mountains", Bulletin of Canadian Petroleum Geology, V. 18 (1970) 332-406.

6. W. R. Jamison, "Geometric analysis of fold development in over thrust terrenes", Journal of Structural Geology, V. 9 (1987) 207-219.

7. S. Mitra, "Structural models of faulted detachment folds. AAPG Bull", 86 (9) (2002) 1673-1694.

8. J. Poblet, K. R.McClay, "Geometry and kinematics of single-layer detachment folds", American Association of Petroleum Geologists' Bulletin 80 (1996) 1085-1109.

9. M. Mitchell, N. B. Woodward, "Kink detachment fold in the southwest Montana fold and thrust belt", Geology 16 (1988) 162-165.

10. L.V. De Sitter, "Structural Geology. McGraw-Hill Book Company, Inc.", New York (1956) 552.

11. J. G. Ramsay, "Folding and Fracturing of Rocks", McGrow-Hill, New York (1967).

12. W. K. Wallace, T. X. Homza, "Differences between fault-propagation folds and detachment folds and their subsurface implications", American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 6 (1997) 122.

13. M. Sepehr, "The Tectonic Significance of the Kazerun Fault Zone", Zagros Fold-Thrust Belt, Iran. Thesis Submitted for the Degree for PhD, University of London (2001) 215.

14. S. M. Rowland, E. M. Duebendorfer, "Structural analysis and synthesis 2nd Edition", Blackwell Scientific PubUcation (1994).

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-03]