

تکامل ساختاری حوضه میوسن پیشین - پلیوسن پسین در ناحیه ساوه، حوضه رسوبی ایران مرکزی

کلناز عباسی^۱، علی سلگی^۲، محسن پور کرمانی^۳، حسین معتمدی^۴، علی‌رضا فرخ‌نیا^۵ و کیوان اورنگ^۶

^۱دانشجوی دکترا، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

^۲دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

^۳استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران، ایران

^۴استادیار، اداره زمین‌شناسی، مدیریت اکتشاف، شرکت ملی نفت ایران، تهران، ایران

^۵استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران

^۶کارشناسی ارشد، اداره زمین‌شناسی، مدیریت اکتشاف، شرکت ملی نفت ایران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۲۴

چکیده

در این مطالعه، از خطوط لرزه‌ای، مشاهدات صحرایی و اطلاعات چاه اکتشافی به منظور بازسازی تاریخچه دگرریختی حوضه رسوبی ساوه در اواخر میوسن پیشین تا پلیوسن پسین بهره گرفته شده است. در این دوره زمانی، حدود ۸ تا ۹ کیلومتر رسوبات سازند قرمز بالایی و واحد کنگلومرای پلیوسن در محل مرکز حوضه ساوه نهشته شده است. در اواخر میوسن پیشین - اوایل میوسن میانی (۴)، رسوب‌گذاری بخش زیرین سازند قرمز بالایی همزمان با عملکرد شبکه‌ای از گسل‌های پرشیب و دارای مؤلفه شیب‌لغز عادی بوده است. گسل‌های مذکور راستای شمال‌باختر - جنوب‌خاور تا خاوری - باختری داشته و با جابه‌جایی شیبی در کف حوضه رسوبی، فضای کافی برای تجمع رسوبات را فراهم کرده‌اند. از اواخر میوسن میانی (یا در میوسن پسین)، دگرریختی فشارشی در ناحیه ساوه آغاز شده است و رسوب‌گذاری بخش بالایی سازند قرمز بالایی و واحد کنگلومرای پلیوسن همزمان با آن ادامه می‌یابد. در این مرحله، افق جدایشی پدید آمده در بخش میانی سازند قرمز بالایی، فعال شده و چین‌خوردگی‌هایی چون تاقدیس‌های ترازنازین و ساوه شکل می‌گیرند. نازک‌شدگی رسوبات واحد کنگلومرای پلیوسن به سمت رأس تاقدیس‌ها، نشان‌دهنده رشد چین‌خوردگی جوان است. بر طبق نقشه عمقی تهیه شده از رأس سازند قم، بستگی تاقدیسی مستقل از گسل، در ناحیه ساوه وجود ندارد. عمق دسترسی به افق رأس سازند قم در محل چاه تراز نائین-۱، حدود ۴۲۵۰ متر پیش‌بینی می‌شود.

کلیدواژه‌ها: ساوه، حوضه رسوبی ایران مرکزی، سازند قرمز بالایی، سازند قم، گسل کوشک نصرت.

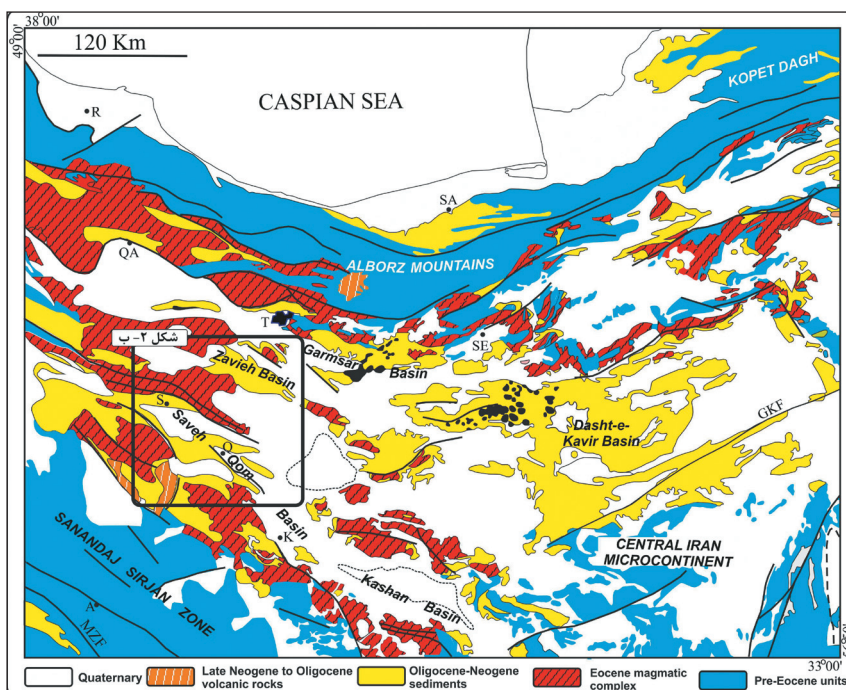
*نویسنده مسئول: علی سلگی

E-mail: asolgi66@yahoo.com

۱- پیش‌نوشتار

خرده‌قاره ایران مرکزی محدود شده است (Huber, 1976a, 1976b and 1978). حوضه رسوبی ایران مرکزی در بخش‌های باختری، به زیرحوضه‌های مستقلی تقسیم می‌شود که توسط مجموعه‌های ماگمایی ائوسن محصور شده‌اند. بخش باختری حوضه ایران مرکزی، دربردارنده زیرحوضه‌های زاویه، قم - ساوه و کاشان است (شکل ۱).

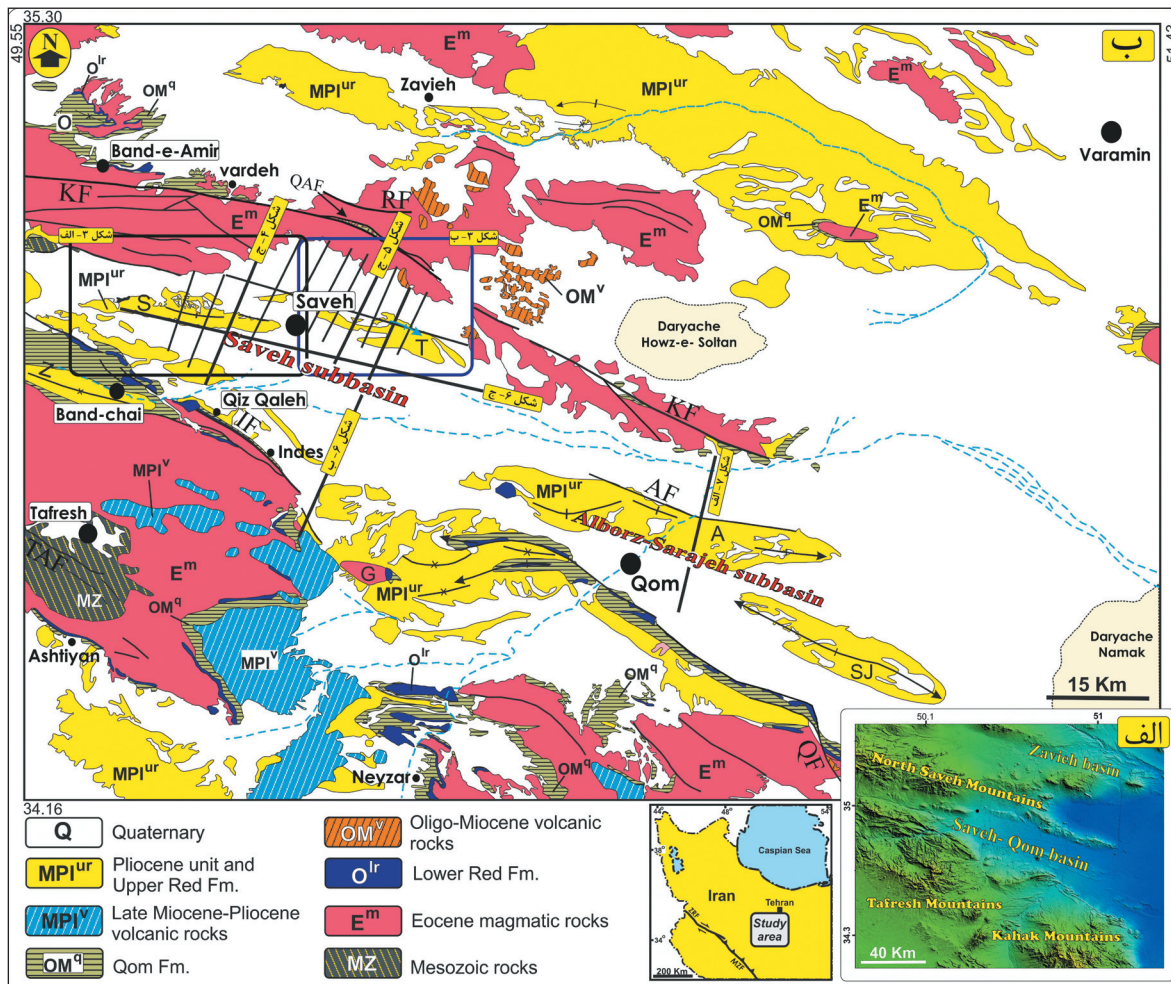
حوضه رسوبی ایران مرکزی، یک حوضه رسوبی مثلث شکل است که نمای کنونی آن از رخنمون‌های وسیعی از رسوبات چین‌خورده الیگوسن - نئوژن، پهنه‌های نمکی (پالایا) و گنبد‌های نمکی تشکیل شده است (شکل ۱). مرز شمالی این حوضه، توسط دامنه جنوبی کوه‌های البرز و مرز خاور و جنوب‌خاوری آن، توسط بخش‌های شمالی



شکل ۱- زیرحوضه‌های حوضه رسوبی ایران مرکزی (ترسیم مجدد از Huber, 1976a, 1976b and 1978). علائم اختصاری: (R) رشت، (SA) ساری، (QA) قزوین، (T) تهران، (S) ساوه، (SE) سمنان، (K) کاشان، (Q) قم، (A) الیگودرز، (GKF) گسل کویر بزرگ، (MZF) گسل اصلی زاگرس.

زمره اهداف اکتشافی مهم و اقتصادی به شمار می‌آیند (Abaie et al., 1964). حفاری اکتشافی در حوضه ساوه، محدود به تاقدیس تراز ناین (واقع در خاور شهر ساوه) است. ساختمان مذکور، در اوایل دهه ۷۰ میلادی حفاری شد، اما ضخامت فراتر از پیش‌بینی سازند قرمز بالایی در محل چاه موجب شد که عملیات اکتشافی بدون دسترسی به سازند قم متوقف شود (Mogharabi, 1973).

حوضه رسوبی قم- ساوه را می‌توان از نظر جغرافیایی به دو زیربخش البرز- سراجه (در ناحیه قم) و ساوه تقسیم کرد (شکل ۲-ب). حوضه رسوبی قم- ساوه از نظر قابلیت هیدروکربوری، جایگاه ویژه‌ای دارد. مطالعات اکتشافی در این حوضه در دهه‌های ۵۰ و ۶۰ میلادی گسترش یافت و منجر به اکتشاف هیدروکربور در تاقدیس‌های البرز و سراجه شد. در این تاقدیس‌ها، عضوهای e و c از سازند قم در



شکل ۲- الف) مدل ارتفاعی رقمی از حوضه قم- ساوه و ارتفاعات در برگیرنده آن؛ ب) نقشه زمین‌شناسی ناحیه قم- ساوه. ترسیم مجدد از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ ساوه، قم، تهران و آران و ۱:۱۰۰۰۰۰ قم، ساوه، زاویه، نوران و نفرش تهیه شده به ترتیب توسط عمیدی و همکاران (۱۳۶۳)، امامی و حاجیان (۱۳۷۰)، حتی پور و همکاران (۱۳۶۵)، امامی و تکنواکسپورت (۱۳۷۱)، زمانی پدرام و همکاران (۱۳۷۸)، قلمقاش و همکاران (۱۳۷۷)، عمیدی و همکاران (۱۳۸۴)، علائی مهابادی و خلعتبری جعفری (۱۳۸۳)، امینی و همکاران (۱۳۷۸). حوضه رسوبی قم- ساوه به دو زیربخش ساوه در شمال باختر و البرز- سراجه در جنوب خاور قابل تقسیم است. علائم اختصاری: O) کوه اردونشین، G) کوه گلستان، KF) گسل کوشک نصرت، RF) گسل رنگ زرد، IF) گسل ایندس، TAF) گسل نفرش، AF) گسل البرز، QAF) گسل قاراقد، QF) گسل قم، S) تاقدیس ساوه، T) تاقدیس تراز ناین، Z) ناودیس زنگار، A) تاقدیس البرز، SJ) تاقدیس سراجه. مسیر خطوط لرزه‌ای مورد استفاده در این مطالعه با خط‌های سیاه رنگ مشخص شده است.

۲- چینه‌شناسی ناحیه‌ای

توالی سنگی سنوزویک ناحیه ساوه، از جدید به قدیم، در بردارنده واحد کنگلومرای پلیوسن، سازند قرمز بالایی (اواخر بوردیگالین- میوسن پسین)، سازند قم (الیگوسن پسین- میوسن پیشین)، سازند قرمز زیرین (الیگوسن پیشین) و مجموعه‌های ماگمایی انوسن است. نزدیک‌ترین رخنمون سازند قرمز زیرین در شمال باختر ساوه (شمال روستای بندامیر) قرار دارد (شکل ۲-ب). واحد مذکور در این ناحیه به دو بخش، واحد تخریبی (کنگلومرا، ماسه سنگ) در زیر و واحد مارنی در بالا تقسیم می‌شود.

از آنجا که تعیین چهارچوب هندسی و تحلیل تاریخچه تکاملی ساختارهای زمین‌شناسی گام نخست و اساسی در مطالعات اکتشافی به شمار می‌آیند و از سوی دیگر در سال‌های اخیر، مطالعه جامعی در ارتباط با الگوی ساختاری زیرسطحی حوضه ساوه صورت نگرفته است، در نوشتار پیشرو، به ارائه نتایج حاصل از تحلیل الگوی چین‌خوردگی و گسلش، در حوضه مذکور پرداخته خواهد شد. در این راستا مقاطع ساختاری در نرم‌افزار MOVE تهیه شد. برای ترسیم مقاطع ساختاری، از خطوط لرزه‌ای دوبعدی موجود در ناحیه بهره گرفته شده است.

هستند. اثر گسل‌های قشلاق و نورعلی‌بیگ در تصاویر ماهواره‌ای قابل مشاهده است (شکل ۳)، اما صفحه گسلی قابل اعتمادی از آنها یافت نشده است. بر طبق تفسیر خطوط لرزه‌ای، گسل‌های والمان و امیرآباد در زیر رسوبات کواترنری مدفون هستند. گروه دوم گسل‌ها، شبکه‌ای از شکستگی‌های پرشیب تا قائم و دارای مؤلفه شیبی قابل توجه هستند. این گروه از گسل‌ها مدفون هستند و بخش‌های زیرین سازند قرمز بالایی و واحدهای سنگی قدیمی‌تر را بریده‌اند (شکل‌های ۴ و ۵). تأثیرگذارترین آنها تحت عنوان گسل‌های تراز نائین و حقانیه معرفی می‌شوند.

۳-۱. تاق‌دیس‌های ساوه و تراز نائین

تاق‌دیس‌های ساوه و تراز نائین به ترتیب در باختر و خاور شهر ساوه قرار دارند. کهن‌ترین واحد سنگی رخنمون یافته در این ساختارها به بخش‌های بالایی سازند قرمز بالایی تعلق دارد (شکل ۳). راستای اثر سطح محوری تاق‌دیس‌ها ۲۷۰ تا ۳۰۰ درجه است. در رخنمون سطحی از تاق‌دیس ساوه، شیب یال جنوبی بین ۵۵ تا ۸۸ درجه متغیر بوده و شیب یال شمالی در نیمه باختری تاق‌دیس حدود ۸۰ درجه است (شکل ۳-الف). بخش عمده از یال شمالی تاق‌دیس تراز نائین به وسیله نهشته‌های دوره کواترنری پوشیده شده و فاقد رخنمون است (شکل ۳-ب). در رخنمون سطحی از تاق‌دیس تراز نائین، شیب یال جنوبی بین ۲۸ تا ۳۱ درجه است. در بیشتر مقاطع ساختاری، زاویه بین یالی تاق‌دیس تراز نائین ۶۰ تا ۷۵ درجه است و این مقدار تنها در جنوبی‌ترین مقطع (JL) به ۱۰۵ درجه می‌رسد (شکل ۵-ز). بنابراین تاق‌دیس تراز نائین در گروه چین‌های بسته تا باز قرار می‌گیرد. در تاق‌دیس ساوه طیف تغییرات زاویه بین یالی ۳۴ تا ۷۰ درجه است و در گروه چین‌های بسته قرار دارد. در تاق‌دیس‌های ساوه و تراز نائین، الگوی دگرریختی در واحد کنگلومرای پلیوسن و بخش بالایی سازند قرمز بالایی با بخش‌های زیرین سازند قرمز بالایی و واحدهای قدیمی‌تر (از جمله سازند قم) متفاوت است (شکل‌های ۴ و ۵). دگرریختی در واحد کنگلومرای پلیوسن و بخش بالایی سازند قرمز بالایی، به‌صورت ترکیبی از توسعه چین‌خوردگی‌های بسته تا باز و عملکرد گسل‌های رانندگی و معکوس است. در حالی که بخش زیرین سازند قرمز بالایی و واحدهای قدیمی‌تر، با توسعه چین‌خوردگی‌های با دامنه کم و عملکرد تأثیرگذار گسل‌های پرشیب تا قائم (مانند گسل‌های تراز نائین و حقانیه) دگرریخت شده‌اند (شکل‌های ۴ و ۵). گسل‌های مذکور بعد از رسوب‌گذاری بخش‌های زیرین سازند قرمز بالایی، فعالیت تأثیرگذاری نداشته‌اند.

در داخل سازند قرمز بالایی افق‌های جدایشی متعدد فعال شده‌اند. تأثیرگذارترین آنها که عامل اصلی تفاوت هندسه چین‌خوردگی‌ها از سطح تا عمق شده است، در بخش میانی سازند قرمز بالایی قرار دارد (شکل‌های ۵-ج و د). گسل‌های معکوس مانند قشلاق، امیرآباد و والمان در افق جدایشی مذکور به حالت افقی در آمده‌اند (شکل‌های ۴ و ۵). بر طبق اطلاعات چاه تراز نائین-۱، سنگ‌شناسی سازند قرمز بالایی، از عمق حفاری ۲۶۷۵ تا حدود ۳۳۷۵ متری، از رس‌سنگ و مقدار کمی ماسه‌سنگ و گچ تشکیل شده است (Mogharabi, 1973). وجود رس‌سنگ و گچ در این بخش از توالی سنگی، می‌تواند دلیل عملکرد این بخش به عنوان واحد جدایشی تفسیر شود. با توجه به عملکرد تأثیرگذار واحد جدایشی در شکل‌گیری تاق‌دیس‌های تراز نائین و ساوه، چین‌خوردگی‌های مذکور در گروه چین‌های جدایشی (Detachment folds) قرار می‌گیرند. کیفیت نه چندان مناسب خطوط لرزه‌ای و همچنین شدت دگرریختی در واحدهای سنگی بالای افق جدایشی، مانع اظهار نظر دقیق در رابطه با زمان شروع چین‌خوردگی جدایشی هستند. در شکل ۵-ج، توالی سنگی روی افق جدایشی دچار کاهش ضخامت به سمت رأس تاق‌دیس تراز نائین شده است (مشخص شده با خط چین). این پدیده را می‌توان متأثر از مراحل آغازین فعال‌شدگی افق جدایشی دانست.

۳-۲. تاق‌دیس‌های شمال ساوه و یل‌آباد

تاق‌دیس شمال ساوه یک چین بسته تا باز بوده و در بخش‌های بالایی سازند قرمز بالایی و واحد کنگلومرای پلیوسن توسعه یافته است (شکل ۴-ه). یال شمالی تاق‌دیس شمال ساوه، توسط گسل معکوس نورعلی‌بیگ بریده شده است. در جنوب

ضخامت سازند قرمز زیرین به‌طور متوسط، حدود ۱۷۰ تا ۲۰۰ متر است (قلمقاش و همکاران، ۱۳۷۷). در ارتفاعات واقع در جنوب باختر حوضه و در شمال روستای بند چای (شکل ۲-ب)، سازند قرمز زیرین متشکل از مارن، ماسه‌سنگ آهکی و کنگلومرا (در بخش قاعده‌ای) است و حدود ۳۱۶ متر ضخامت دارد (Mohajer, 1958). نهشته‌های متعلق به سازند قم، در شمال ساوه (کوه اردونشین، اطراف روستاهای بندامیر و ورده) رخنمون دارند (شکل ۲-ب). سنگ‌شناسی این واحد، متشکل از آهک‌های زیستی-تخریبی، آهک ماسه‌ای و مارن است. ضخامت سازند قم از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر متغیر است (قلمقاش و همکاران، ۱۳۷۷). به علاوه، توالی سازند قم در شمال روستای بند چای (شکل ۲-ب)، از آهک، مارن، ماسه‌سنگ و کنگلومرا تشکیل شده است و حدود ۷۹۰ متر ضخامت دارد (Mohajer, 1958).

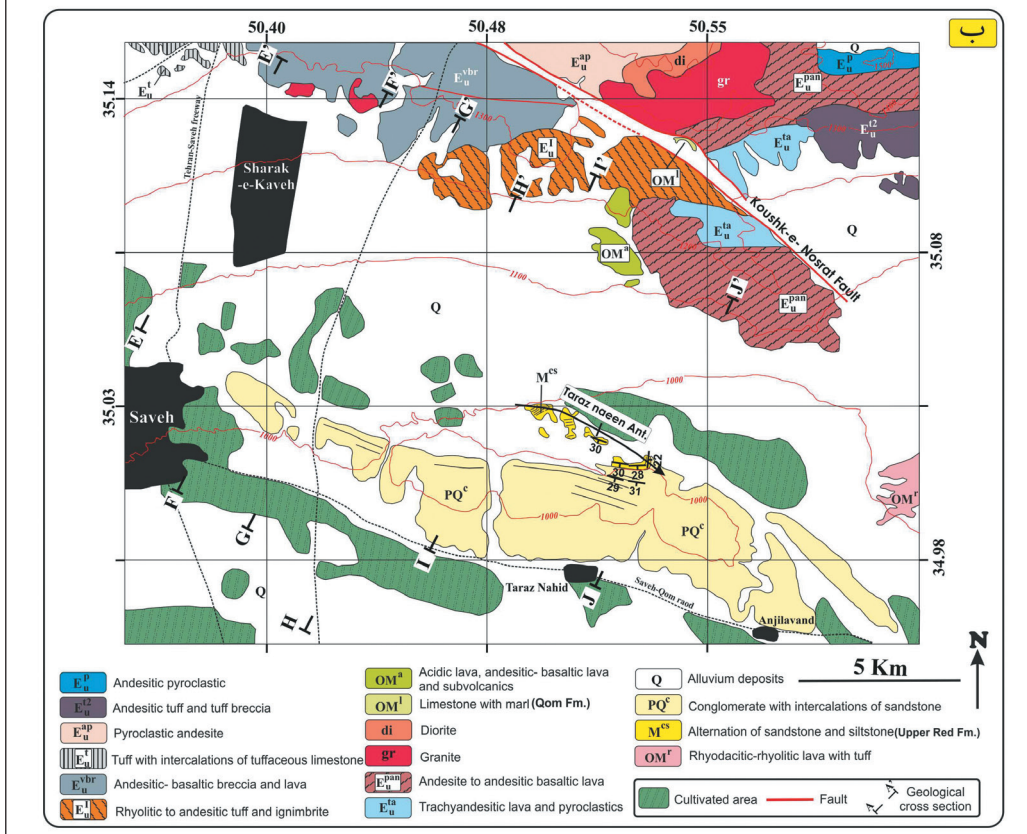
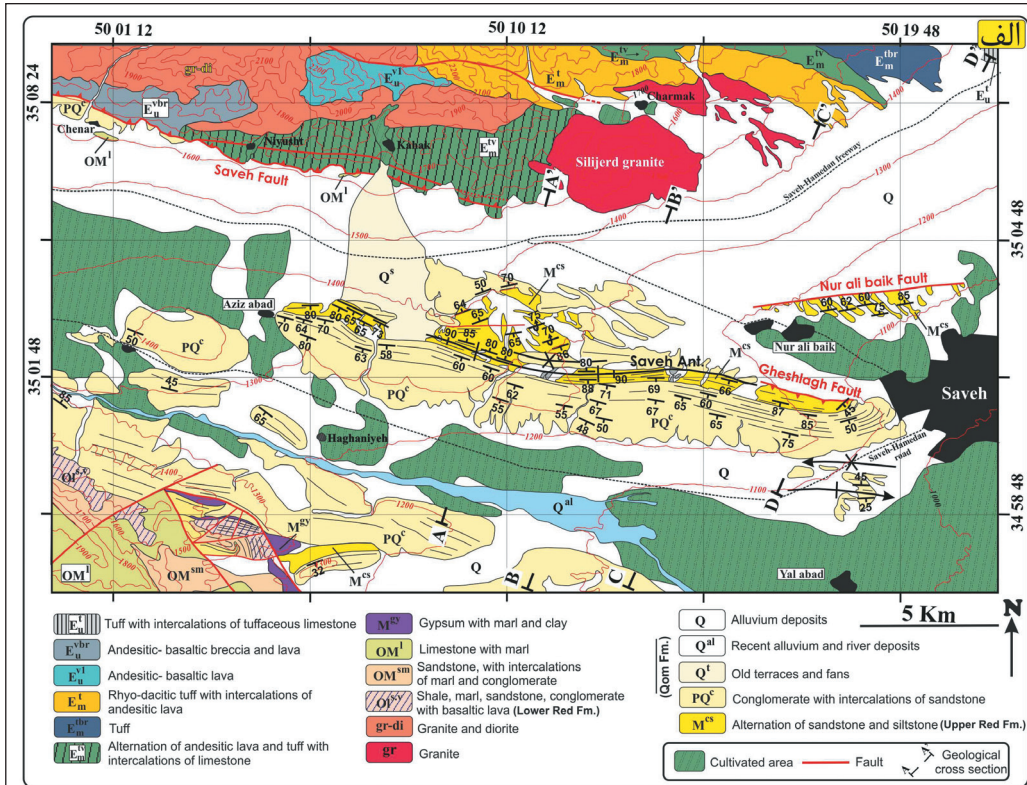
رخنمون‌های وسیعی از سازند قرمز بالایی در داخل حوضه ساوه گسترش دارند. ضخامت واقعی این واحد نامشخص است. حدود ۳۶۰۰ متر از سازند قرمز بالایی در چاه تراز نائین-۱ حفاری شده است. سنگ‌شناسی این واحد از رس‌سنگ، گل‌سنگ دارای گچ، سیلتستون خاکستری تا سبز و همچنین مقداری ماسه‌سنگ قرمز-قهوه‌ای تشکیل شده است (Mogharabi, 1973). بیشترین ضخامت سازند قرمز بالایی در نزدیکی زیر حوضه ساوه، در ناحیه کوه گلستان (شکل ۲-ب) گزارش شده است. در این ناحیه، سازند از مارن قرمز با میان‌لایه‌های ماسه‌سنگ و مقداری کنگلومرا تشکیل شده است و ضخامت حدود ۶۸۵۰ متر دارد (Mohajer, 1958). در کوه‌های جنوب حوضه ساوه و در هسته ناودیس زنگار، ضخامت کل سازند قرمز بالایی حدود ۱۵۹۳ متر است (شکل ۲-ب؛ انصاری و همکاران ۱۳۷۵). در ناحیه کوه ایندس و در حوالی روستای قیز قلعه (شکل ۲-ب)، سازند قرمز بالایی ۲۲۲۸ متر ضخامت دارد و از نظر سنگی به ۳ بخش تقسیم شده است. بخش زیرین از رس‌های قرمز با میان‌لایه‌های ماسه‌سنگ نازک‌لایه، بخش میانی از ماسه‌سنگ‌های درشت‌دانه و بخش بالایی از رس‌های قرمز با میان‌لایه‌های ماسه‌سنگ تشکیل شده است (انصاری و همکاران، ۱۳۷۵). با توجه به ماهیت تخریبی سازند قرمز بالایی و کمبود فسیل‌های شاخص، تعیین سن این واحد با مشکلاتی همراه بوده است. در ناحیه قم، قاعده سازند قرمز بالایی دارای فسیل‌های متعلق به میوسن پیشین است (Gansser, 1955). از سوی دیگر سن رأس سازند قم حدود ۱۷ میلیون سال (اواخر بوردیگالین) تعیین شده است (Schuster and Wielandt, 1999; Daneshian and Ramezani Dana, 2007). بر طبق مطالعه مگنتواستراتیگرافی انجام شده توسط (Ballato et al., 2008)، سن سازند قرمز بالایی در جنوب کوه‌های البرز، ۱۷/۵ تا ۷/۵ میلیون سال محاسبه شده است که محدوده زمانی اواخر بوردیگالین تا اواخر میوسن پسین را دربر می‌گیرد. سن واحد قرمز بالایی در ناحیه ساوه، به‌طور دقیق مشخص نیست، اما با توجه به موارد ذکر شده، محدوده سنی اواخر بوردیگالین تا اواخر میوسن پسین برای آن در نظر گرفته می‌شود. جوان‌ترین واحد سنگی ناحیه، واحد کنگلومرای پلیوسن است که رخنمون‌های وسیعی را در جنوب حوضه ساوه تشکیل داده است. این واحد شامل تناوبی از کنگلومرا با میان‌لایه‌هایی از ماسه‌سنگ و رس است که ضخامت آن به بیش از ۲۰۰۰ متر می‌رسد (قلمقاش و همکاران، ۱۳۷۷). بر اساس رخنمون‌های واقع در دشت ساوه، مرز این واحد با سازند قرمز بالایی تدریجی است.

۳- ساختارها

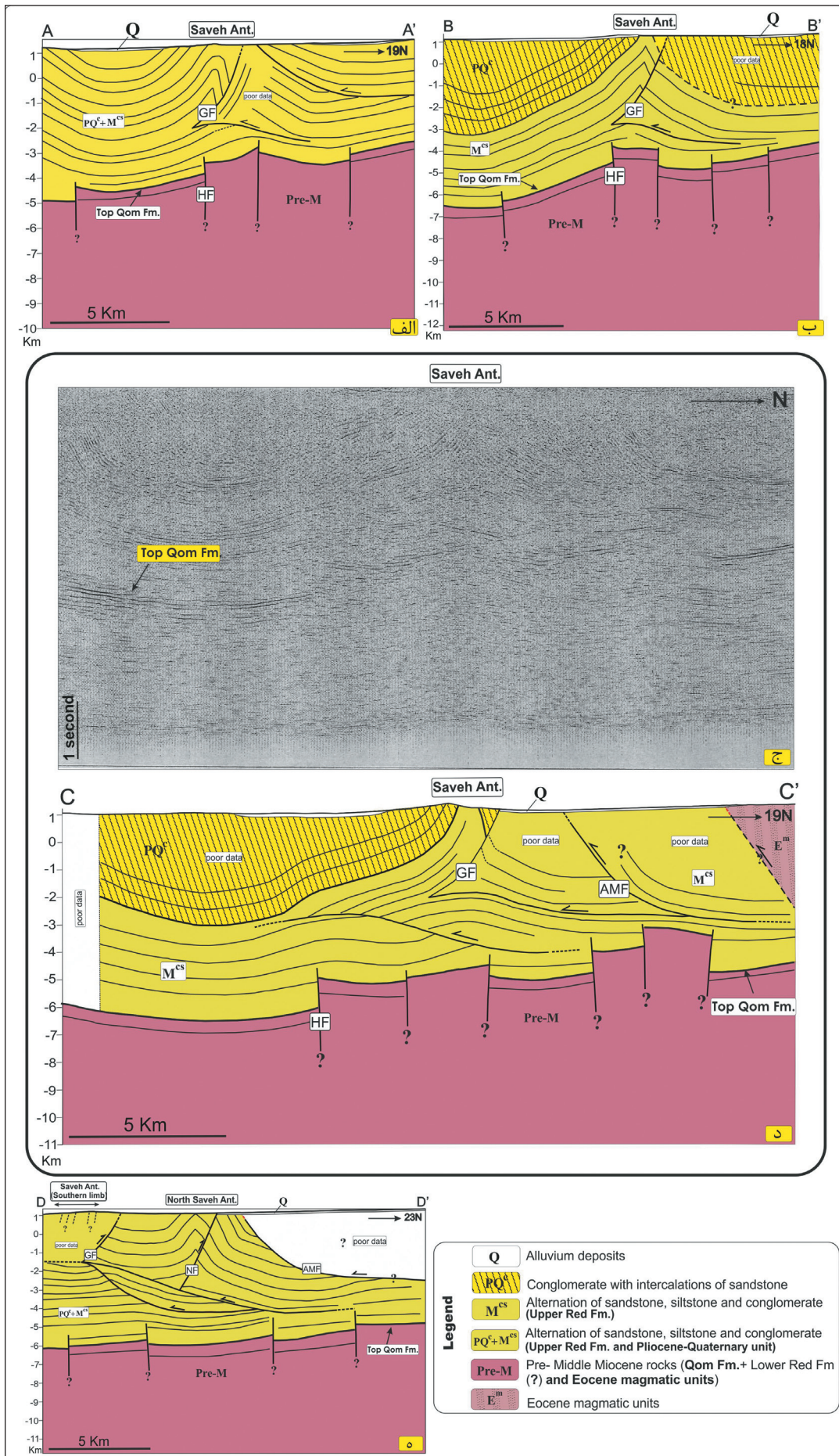
ساختارهای توسعه یافته در حوضه ساوه به دو گروه قابل تفکیک هستند. گروه نخست دربردارنده چین‌خوردگی‌هایی مانند تاق‌دیس‌های تراز نائین، ساوه، شمال ساوه و یل‌آباد است. بر اساس تفسیر خطوط لرزه‌ای، چین‌خوردگی‌های شمال ساوه و یل‌آباد، در زیر رسوبات کواترنری مدفون هستند. گروه دوم ساختارها، شامل گسل‌هایی با روند شمال باختر- جنوب خاور تا خاوری- باختری بوده که خود شامل دو زیرگروه است. گروه نخست دارای سازوکار معکوس هستند و توالی سنگی متشکل از بخش‌های بالایی سازند قرمز بالایی و رسوبات پلیوسن را بریده‌اند. این گروه شامل گسل‌های قشلاق، والمان، نورعلی‌بیگ و امیرآباد

تاق‌دیس تراز ناین، چین‌خوردگی دیگری در واحد کنگلومرای پلیوسن، توسعه یافته است که تحت عنوان تاق‌دیس یل آباد معرفی می‌شود (شکل‌های ۵-ج و د).
 با یال‌های کم‌شیب و ناحیه لولایی گرد است.

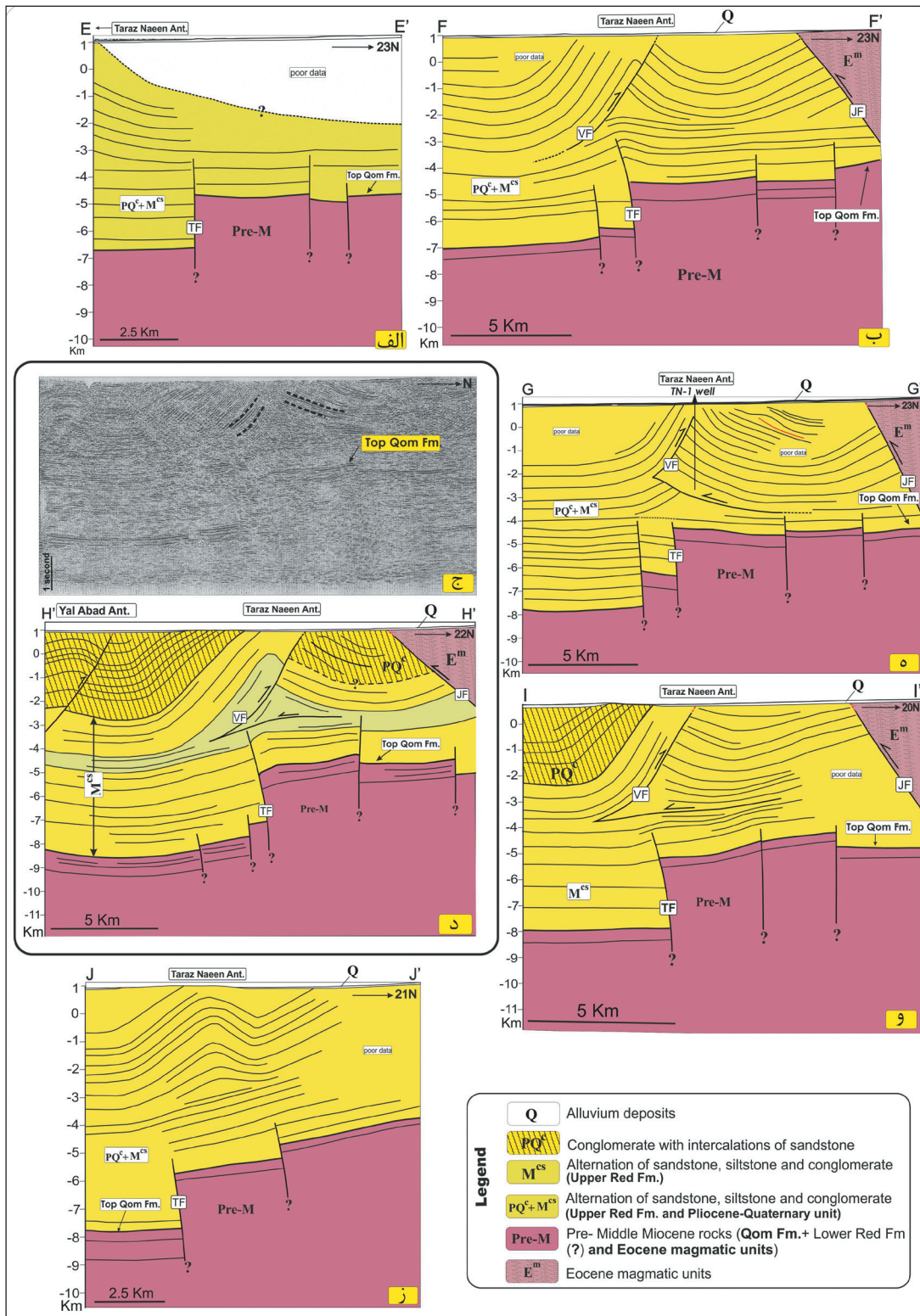
تاق‌دیس یل آباد در زیر رسوبات کواترنری مدفون است. این چین‌خوردگی از نوع باز



شکل ۳- الف) نقشه‌های زمین‌شناسی از ناحیه ساوه؛ ب) تراز ناین، تهیه شده بر اساس تصاویر ماهواره‌ای، داده‌های صحرایی جمع‌آوری شده در این مطالعه و اطلاعات نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ ساوه، زاویه و تفرش تهیه شده توسط قلمقاش و همکاران (۱۳۷۷)، عمیدی و همکاران (۱۳۸۴) و امینی و همکاران (۱۳۷۸).



شکل ۴- مقاطع ساختاری ترسیم شده از تاقدیس‌های ساوه و شمال ساوه. علائم اختصاری: (GF) گسل قشلاق، (HF) گسل حقانیه، (AMF) گسل امیرآباد، (NF) گسل نورعلی بیگ.

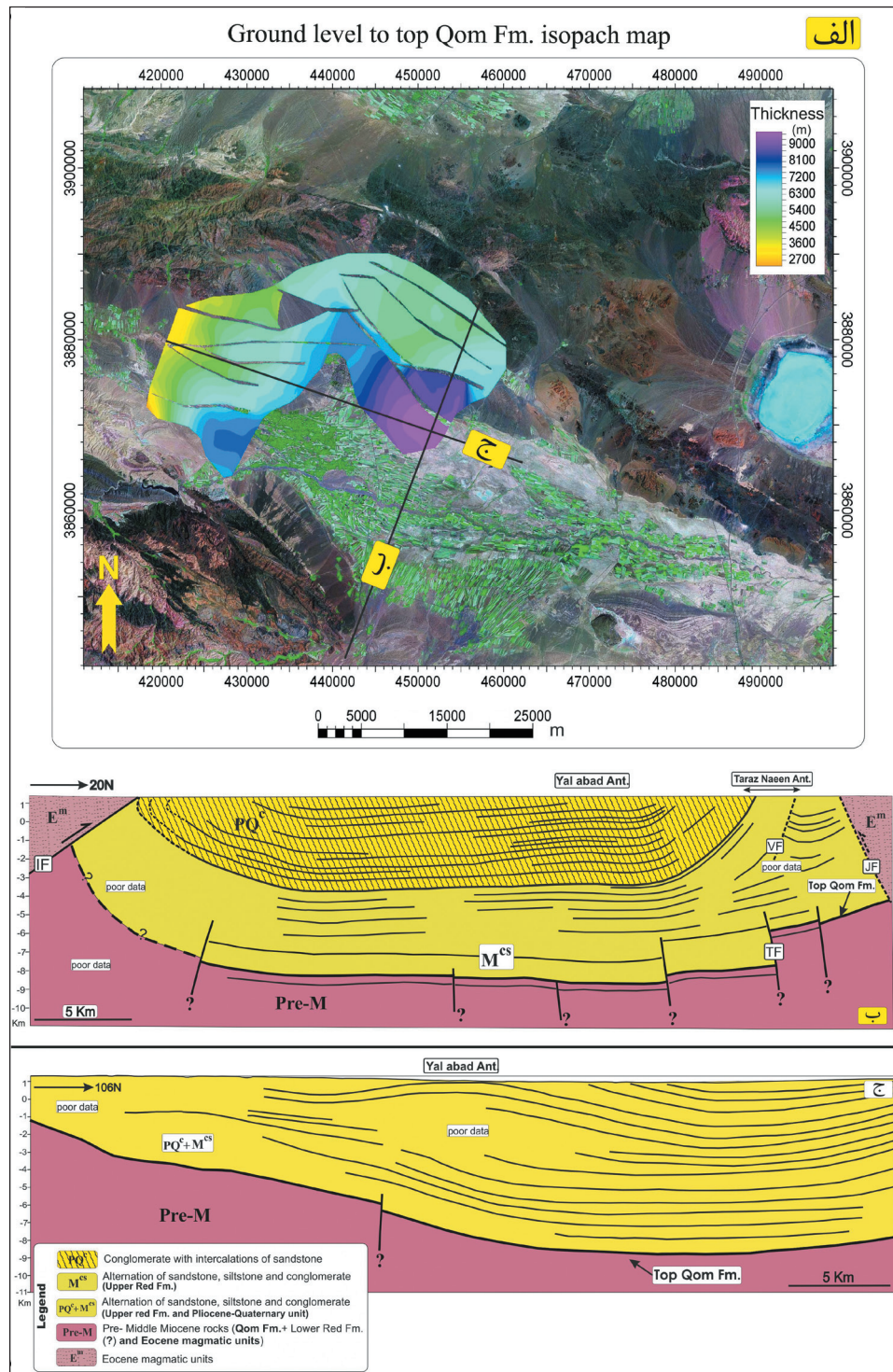


شکل ۵- مقاطع ساختمانی ترسیم شده از تاقیدس تراز نائین. علائم اختصاری: (VF) گسل والمان، (TF) گسل تراز نائین، (JF) گسل جعفرآباد.

۳-۳. مقاطع ساختمانی ناحیه‌ای

حوضه رسوبی ساوه از شمال و جنوب توسط دو پهنه گسلی معکوس یعنی جعفرآباد و ایندس در بر گرفته شده است (شکل ۶- ب). در مقطع با راستای شمال باختر- جنوب خاور، مشاهده می‌شود که رأس سازند قم رو به شمال باختر کم عمق تر می‌شود. در انتهای جنوبی این مقطع، می‌توان مشاهده کرد که عمق رأس سازند قم به تدریج رو به جنوب کم و از ضخامت سازند قرمز بالایی و واحد کنگلومرای پلیوسن، کاسته می‌شود (شکل ۶- ج).

دو مقطع ساختمانی ناحیه‌ای، نمایی کامل از حوضه رسوبی ساوه را مشخص کرده است. حدود ۸ تا ۹ کیلومتر از رسوبات سازند قرمز بالایی و واحد کنگلومرای پلیوسن در مرکز حوضه رسوبی ساوه نهشته شده‌اند (شکل‌های ۶- ب و ج). ضخامت این واحدها به سمت مرکز حوضه افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهد. این پدیده، در نقشه هم ضخامت سازند قرمز بالایی و واحد پلیوسن نیز مشخص است (شکل ۶- الف). به طوری که در مرکز حوضه، ضخامت واحدهای مذکور حدود ۹۰۰۰ متر است.



شکل ۶- الف) نقشه هم‌ضخامت میان سطح زمین و رأس سازند قم. مجموع ضخامت سازند قرمز بالایی و واحد پلیوسن، رو به جنوب افزایش می‌یابد؛ ب و ج) مقاطع ساختمانی ناحیه‌ای از حوضه ساوه، محل برش‌ها در شکل الف مشخص شده است. علائم اختصاری: (VF) گسل ولمان، (IF) گسل ایندس، (TF) گسل تراز نائین، (JF) گسل جعفرآباد.

۴- بحث

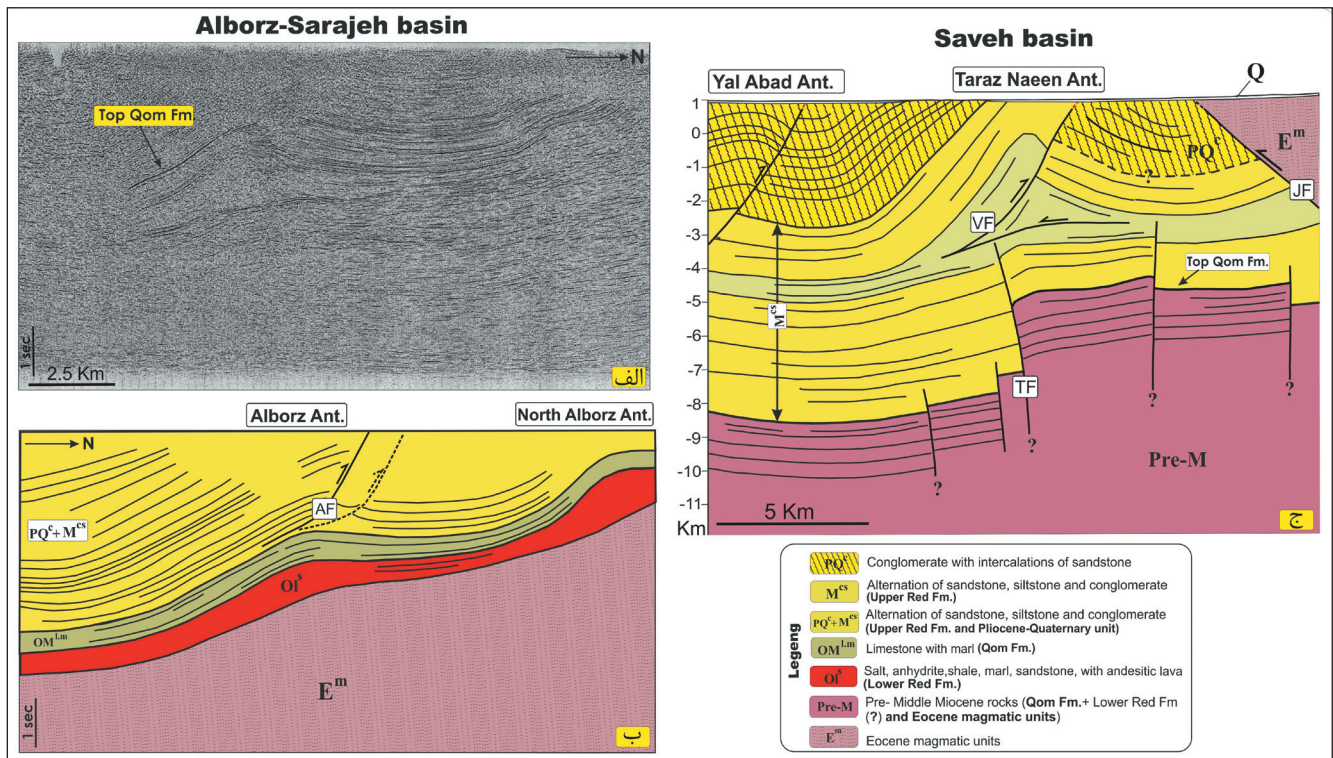
۴-۱. مقایسه الگوی چین‌خوردگی در زیر حوضه‌های ساوه و البرز- سراج

تفاوت الگوی دگرریختی در بخش مرکزی زیرحوضه البرز- سراج با زیرحوضه ساوه، در چارچوب تاریخچه متفاوت رسوب‌گذاری در این دو ناحیه، قابل ارزیابی است. برای مقایسه تاقدیس‌های البرز و تراز نائین انتخاب شده‌اند (شکل ۷). بر طبق خط لرزه‌ای که از بخش میانی تاقدیس البرز می‌گذرد (شکل‌های ۲- ب و ۷- الف و ب)،

سازند قرمز زیرین به‌صورت یک افق جدایشی اصلی عمل کرده و موجب تفاوت هندسه دگرریختی میان توالی ائوسن و مجموعه‌های سنگی الیگوسن بالایی و جوان‌تر شده است. واحد جدایشی قرمز زیرین از نمک، انیدریت و کمی شیل تشکیل شده و ضخامت آن در چاه البرز- ۷، حدود ۵۱۷ متر است. سازند مذکور در اثر چین‌خوردگی به سمت هسته تاقدیس‌های البرز و البرز شمالی ضخیم شده است

افق جدایشی داخل سازند قرمز بالایی مشخص می‌شود (شکل ۷-ج). با توجه به عدم حفاری و نبود اطلاعات درباره ضخامت سازند قم، امکان تفسیر رأس سازند قرمز زیرین در زیرحوضه ساوه وجود ندارد، اما الگوی بازتاب دهنده‌ها در خطوط لرزه‌ای نشان می‌دهد که هندسه چین خوردگی بخش زیرین سازند قرمز بالایی، سازند قم و واحدهای قدیمی‌تر مشابه است و افق جدایشی تأثیرگذاری در داخل توالی مذکور وجود ندارد. بر طبق اطلاعات موجود، به نظر می‌رسد سازند قرمز زیرین در زیرحوضه ساوه نقش افق جدایشی تأثیرگذار نداشته است. این پدیده می‌تواند به دلیل سنگ‌شناسی مقاوم و یا ضخامت کم این واحد باشد.

(شکل‌های ۷-الف و ب). الگوی چین خوردگی رأس سازند قم در تاقدیس البرز با دامنه کم، طول موج بلند و زاویه بین یالی باز تا آرام مشخص می‌شود. به سمت بخش‌های کم‌عمق‌تر، توالی سنگی قاعده سازند قرمز بالایی از یک واحد نامقاوم تبخیری با ضخامت میانگین ۲۲۰ متر تشکیل شده است (Abaie et al., 1964). گسل البرز و پهنه‌های موازی با آن، توالی سنگی سازند قرمز بالایی و واحدهای جوان‌تر را بریده و در عضو تبخیری قاعده‌ای سازند قرمز بالایی به حالت افقی در آمده‌اند. گسل البرز شیب رو به جنوب دارد و سازوکار آن معکوس است. بر خلاف زیرحوضه البرز-سراجه، الگوی دگرریختی در حوضه ساوه با توسعه چین‌های جدایشی بر روی



شکل ۷- مقایسه الگوی دگرریختی در زیر حوضه‌های: الف، ب) البرز- سراجه و ج) ساوه. الگوی دگرریختی در زیر حوضه‌های البرز- سراجه و ساوه به ترتیب با عملکرد افق‌های جدایشی سازند قرمز زیرین و بخش میانی سازند قرمز بالایی مشخص می‌شود، علائم اختصاری: (AF) گسل البرز، (VF) گسل والمان، (TF) گسل ترازنائین، (JF) گسل جعفرآباد.

نتایج وجود این رژیم برشی، بخش‌های جنوبی ناحیه (در محل حوضه رسوبی ساوه) را متأثر کرده باشد. در مدل تکامل حوضه ساوه در اواخر میوسن پیشین پیشنهاد می‌شود که عملکرد برش راست‌گرد بر روی انحنای بزرگ‌مقیاسی که مرزهای آن توسط گسل‌های کوشک نصرت و ایندس مشخص می‌شود، موجب رخداد کشش محلی شده و پهنه‌های گسلی داخل حوضه ساوه را ایجاد کرده است (شکل ۹-الف). در این دوره زمانی، گسل‌های ترازنائین و حقانیه و پهنه‌های موازی با آنها، موجب جابه‌جایی شیبی در کف حوضه شده و فضای رسوب‌گذاری کافی برای تجمع رسوبات متعلق به بخش زیرین سازند قرمز بالایی فراهم کرده‌اند (شکل ۹-ب). احتمال وجود مؤلفه امتدادی برای گسل‌های مذکور وجود دارد اما پیگیری این موضوع در خطوط لرزه‌ای امکان‌پذیر نیست. از اواخر میوسن میانی یا در میوسن پسین، دگرریختی فشارشی در ناحیه قم- ساوه آغاز می‌شود (Morley et al., 2009). رسوب‌گذاری بخش بالایی سازند قرمز بالایی همزمان با این دگرریختی است. با پیشرفت دگرریختی فشارشی، افزایش کوتاه‌شدگی موجب چرخش انفعالی مختصر (حدود ۱۰ درجه) در برخی گسل‌ها مانند ترازنائین شده و شیب آنها را از حالت پرشیب رو به جنوب باختر (در مرحله دگرریختی کششی پیشین) به حالت قائم یا پرشیب رو به شمال‌خاور برگردانده است. چرخش انفعالی گسل‌های دارای مؤلفه شیبی عادی

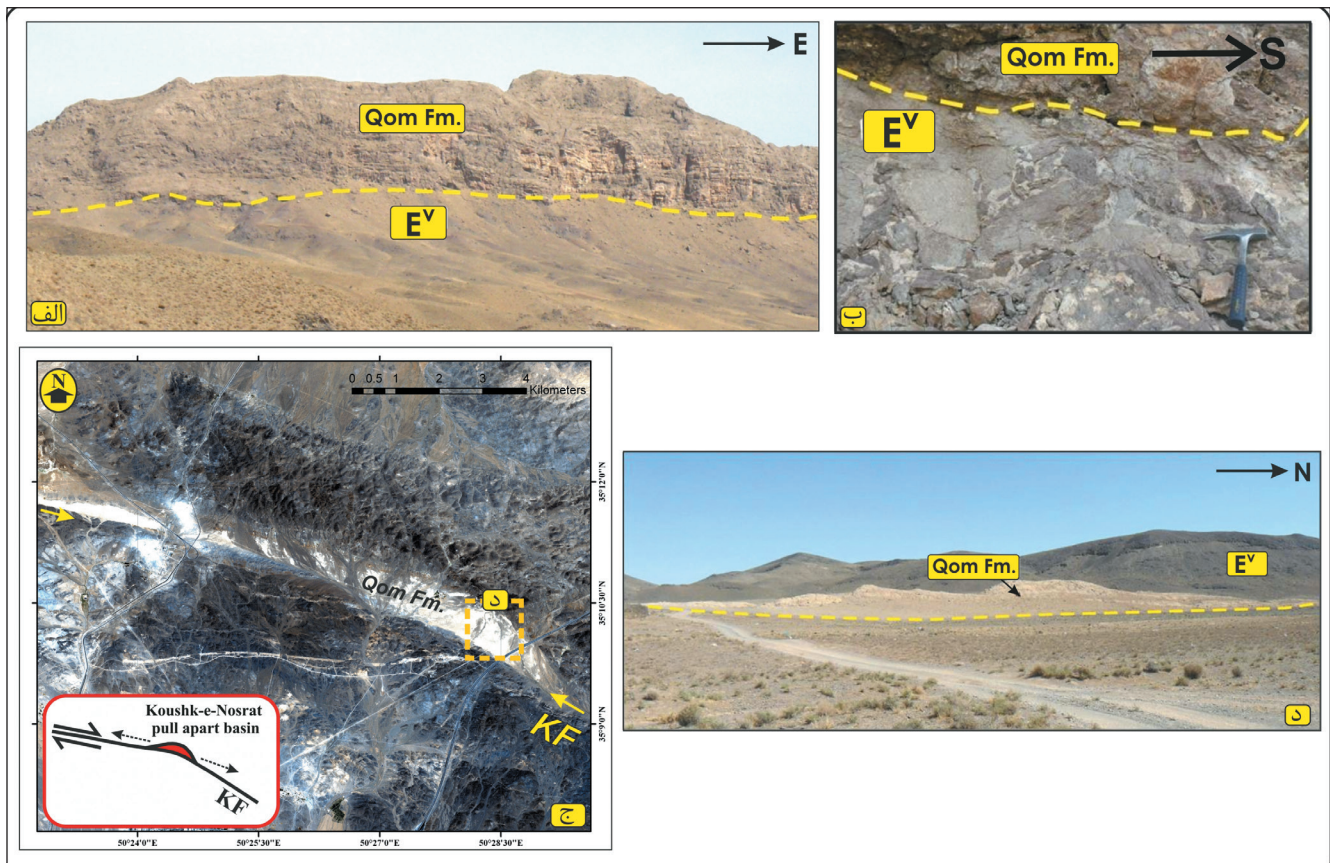
۴-۲. تکامل حوضه رسوبی ساوه: از میوسن پیشین تا پلیوسن پسین

با توجه به کیفیت پایین بخش‌های عمقی خطوط لرزه‌ای، نیاز است تا برای ارزیابی تکامل زمین‌شناسی حوضه ساوه به رخنمون‌های شمال ساوه مراجعه شود. بر طبق اطلاعات صحرائی، مجموعه‌های ماگمایی انوسن، قبل از پیشروی دریا و رسوب‌گذاری سازند قم، دچار برخاستگی و فرسایش شده‌اند. شاهد این پدیده وجود ناپیوستگی آذرین‌پی در قاعده سازند قم است (شکل‌های ۸-الف و ب). در میوسن پیشین، دگرریختی لغزشی- کششی راست‌بر در ناحیه شمال ساوه حاکم بوده است. رخداد این دگرریختی، پدیده‌ای ثانویه نسبت به حرکت امتدادی راست‌گرد گسل کوشک نصرت بوده و در پاسخ به وجود انحنای با تقعر رو به جنوب در مسیر گسل ایجاد شده است (شکل ۸-ج). مهم‌ترین شاهد این دگرریختی، حوضه رسوبی کششی کوشک نصرت است که در محل آن سازند قم با ضخامت حدود ۱۵۰ متر نهشته شده است (شکل‌های ۸-ج و د).

شکل ۹- الف، آرایش گسل‌های مدفون متأثر کننده رأس سازند قم را در ارتباط با ساختارهای ناحیه‌ای، همچون گسل‌های کوشک نصرت و ایندس نشان می‌دهد. همچنان که عنوان شد، بر طبق شواهد صحرائی در میوسن پیشین، رژیم برشی راست‌گرد در امتداد گسل کوشک نصرت فعال بوده است. به نظر می‌رسد که

دگرریختی را ندارند، چرا که راه آسان‌تر برای ادامه دگرریختی، فعال شدن افق جدایشی واقع در بخش میانی سازند قرمز بالایی است. در نتیجه این پدیده، رشد چین‌های جدایشی همچون ساوه و تراز نائین آغاز شده و در دوره پلیوسن ادامه می‌یابد.

در سایر مناطقی که وارون‌شدگی سازوکار گسل‌ها را تجربه کرده‌اند نیز دیده شده است. نمونه‌هایی مشابه با پدیده فوق از کوه‌های راکی (Mc Clay et al., 1989)، خلیج سوئز (Knott et al., 1995) و شمال اسپانیا (Quintana et al., 2006) گزارش شده‌اند. با پیشرفت دگرریختی، گسل‌های پرشیب تا قائم قابلیت تطبیق مؤلفه فشارشی



شکل ۸- الف) مرز ناپیوسته میان آهک قم و واحد آتشفشانی ائوسن در جنوب خاور روستای ورده، شمال ساوه؛ ب) نمای نزدیک از مرز ناپیوسته میان واحد آهکی قم و واحد آتشفشانی ائوسن، جنوب خاور روستای ورده؛ ج) تصویر ماهواره‌ای از حوضه کششی کوشک نصرت که در محل خمیدگی مسیر گسل کوشک نصرت و در نتیجه حرکت امتدادالغز راست‌گرد آن در زمان میوسن پیشین ایجاد شده است. در این حوضه رسوبی، ضخامت محدودی از سازند قم نهشته شده است؛ د) رخنمون واحد آهکی قم در محل حوضه کششی کوشک نصرت. علائم اختصاری: E^v مجموعه‌های آتشفشانی ائوسن، KF گسل کوشک نصرت.

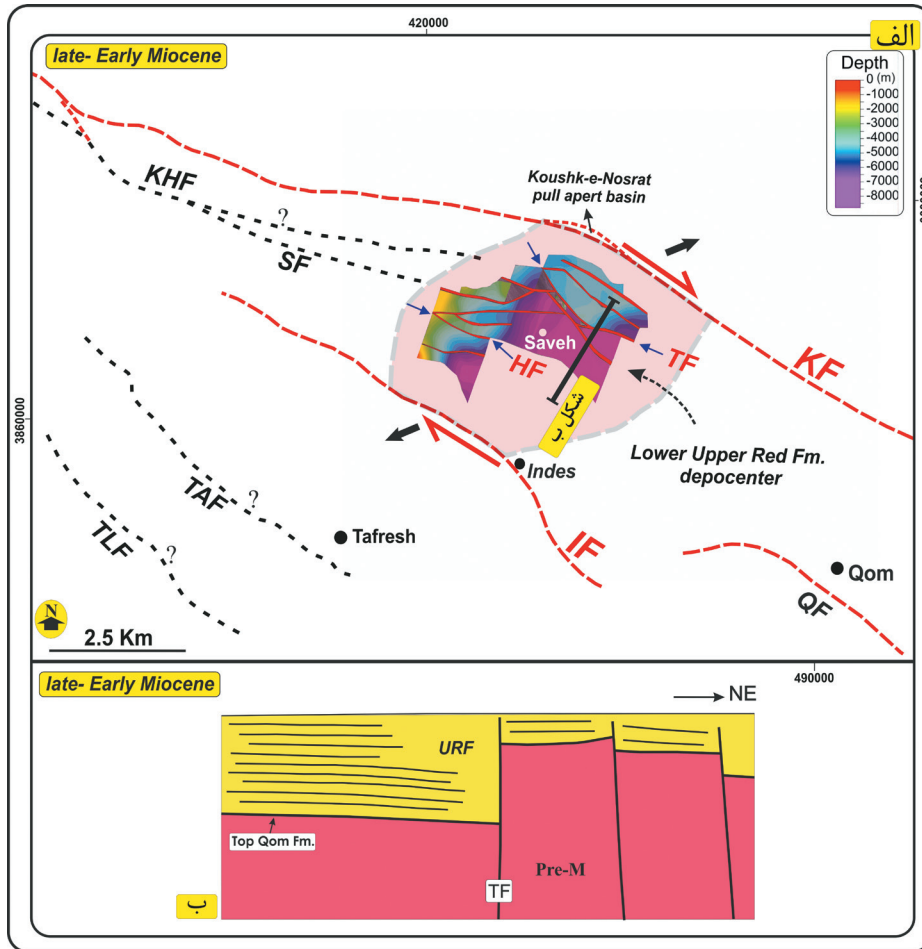
نتایج مطالعه حاضر، می‌تواند اطلاعاتی درباره تله هیدروکربوری و عمق دسترسی به افق مخزنی قم در اختیار بگذارد. در این راستا نقشه عمقی رأس سازند قم، بر اساس برش‌های ساختاری ترسیم شده، تهیه شد (شکل ۱۰). نقشه مذکور، در نرم افزار پترل (PETREL) تهیه شده و برای عملیات میان‌یابی (Interpolation) بین داده‌های نقطه‌ای، از الگوریتم convergent استفاده شده است.

همچنان که شکل ۱۰ نشان می‌دهد، رأس سازند قم توسط گسل‌های متعدد به بلوک‌های مختلفی تقسیم شده است و تله ساختاری تاقدیسی مشخصی وجود ندارد. در اصل، بستگی افق رأس سازند قم به گسل‌ها محدود می‌شود. برش ساختاری که قبل از حفاری چاه تراز نائین-۱ ترسیم شده است، نشان می‌دهد که در آن زمان، تصور بر این بوده است که تاقدیس تراز نائین یک تله تاقدیسی ساده در عمق است (شکل ۱۱). برداشت خطوط لرزه‌ای جدید که از آنها در طی مطالعه حاضر استفاده شده است، مشخص کرد که هندسه افق قم، انطباقی با هندسه موجود در بخش بالایی سازند قرمز بالایی و واحد پلیوسن ندارد (شکل ۵-ه را با شکل ۱۱ مقایسه کنید).

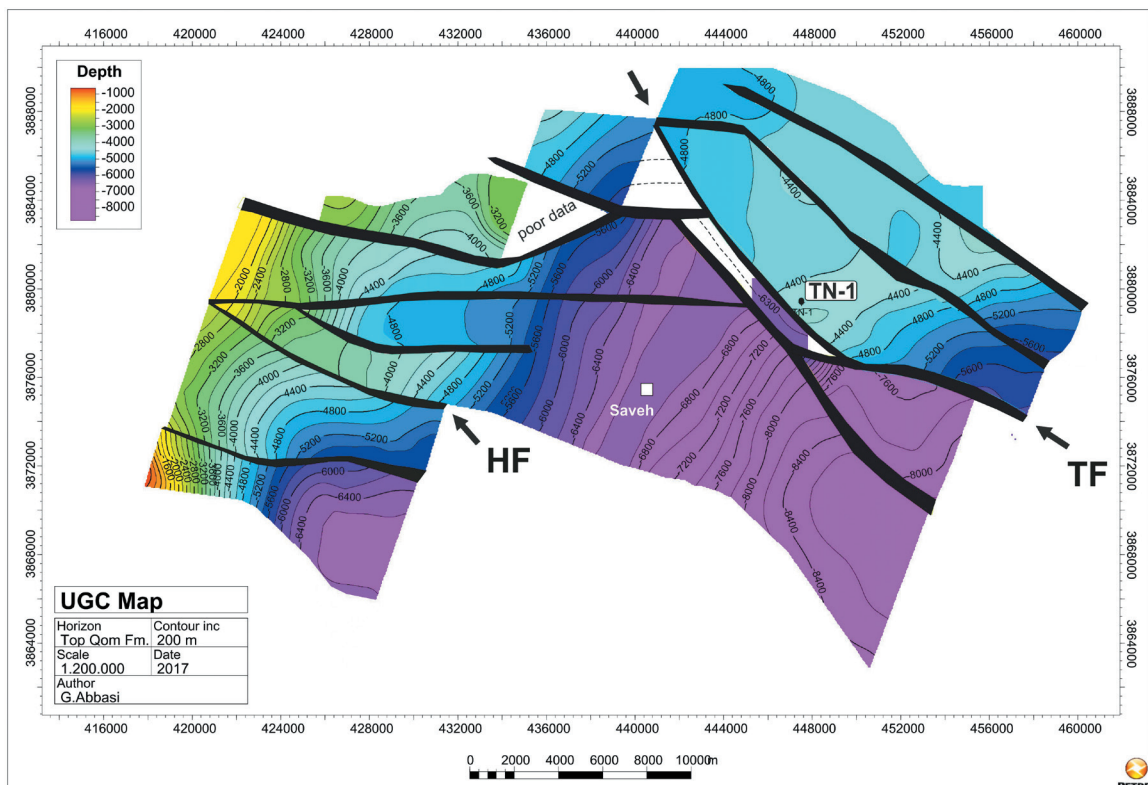
شاهد این پدیده وجود چین‌های رشدی در بخش بالایی سازند قرمز بالایی و واحد کنگلومرای پلیوسن است (شکل‌های ۴-د و ۵-ب و د). در مراحل پایانی توسعه چین‌ها، گسل‌های معکوس (مانند المان و قشلاق)، یال پرشیب چین‌های جدایشی را بریده‌اند.

۴-۳. دلالت‌هایی برای اکتشاف منابع هیدروکربوری

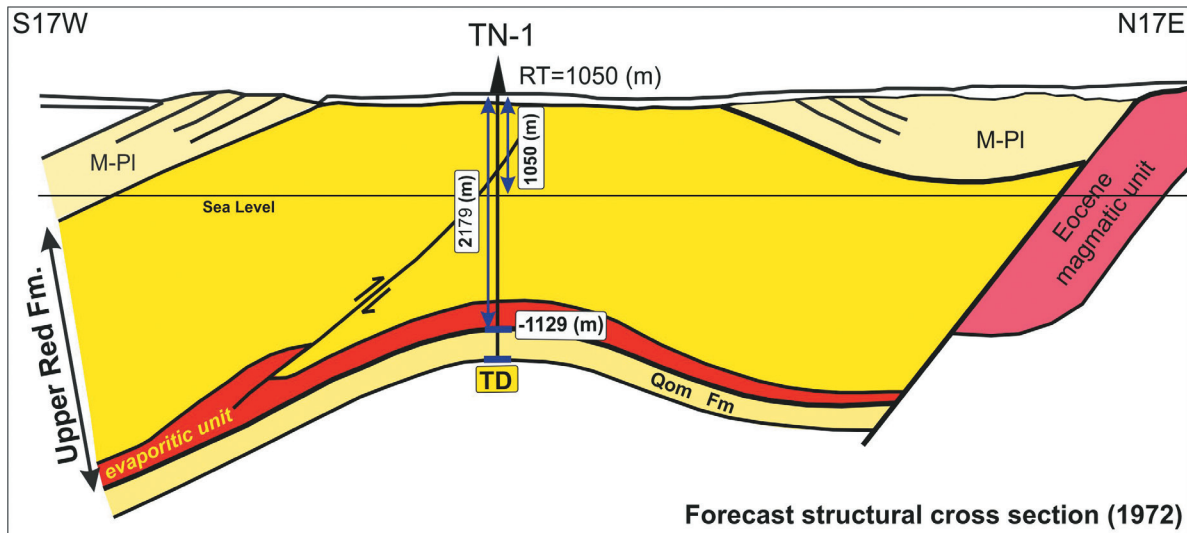
شکل‌گیری یک ذخیره هیدروکربوری به مجموعه‌ای از عوامل وابسته است. وجود سنگ منشأ، مخزن، پوش سنگ و تله هیدروکربوری (چینه‌ای، ساختاری یا مرکب) ۴ شرط لازم هستند. اما برای تشکیل یک ذخیره نیاز است تا سنگ منشأ بلوغ یافته و سیالات هیدروکربوری در زمانی بعد از زمان تشکیل تله هیدروکربوری، به سمت آن مهاجرت کرده باشند. عمق دسترسی به افق مخزنی و همچنین حجم ذخیره درجا دو عامل اصلی هستند که در تصمیم‌گیری درباره میزان اقتصادی بودن حفاری یک چاه اکتشافی، نقش اساسی دارند. در ناحیه ساوه، اطلاعات دقیقی در رابطه با وجود سنگ منشأ و قابلیت آن برای تولید هیدروکربور، ویژگی‌های مخزنی سازند قم (همچون تخلخل و نفوذپذیری) و زمان احتمالی مهاجرت سیالات وجود ندارد. اما



شکل ۹-الف) آرایش گسل‌های اصلی ناحیه قم-ساوه و گسل‌های مدفون زیر حوضه ساوه. نقشه عمقی رأس سازند قم توسط پهنه‌های گسلی پریشیب به بلوک‌های مختلف تقسیم شده است. در ناحیه ساوه رژیم برشی راست‌گرد در میوسن پیشین غلبه داشته است. شاهد این پدیده، رسوب‌گذاری سازند قم در حوضه کششی گسل کوشک نصرت است. در مدل تکامل حوضه رسوبی ساوه در اواخر میوسن پیشین پیشنهاد می‌شود که عملکرد برش راست‌گرد بر روی انحنای بزرگ مقیاسی که مرزهای آن توسط گسل‌های کوشک نصرت و ایندس محدود می‌شود، موجب رخداد دگرریختی کششی شده است. گسل‌های با مؤلفه جدایشی شیبی (مانند گسل تراز نائین) که در محل این خمش شکل گرفته‌اند، فضای لازم برای رسوب‌گذاری بخش زیرین سازند قرمز بالایی را فراهم کرده‌اند. علائم اختصاری: (KF) گسل کوشک نصرت، (IF) گسل ایندس، (TF) گسل تراز نائین، (HF) گسل حقانیه، (KHF) گسل خلخاب، (SF) گسل ساوه، (TAF) گسل نفرش، (TLF) گسل تلخاب، (QF) گسل قم؛ ب) شکل شماتیک از موقعیت حوضه رسوبی ساوه در زمان اواخر میوسن پیشین.



شکل ۱۰- نقشه عمقی رأس سازند قم تهیه شده بر اساس مقاطع ساختاری این مطالعه. محل چاه تراز نائین ۱- (TN-1) مشخص شده است.



شکل ۱۱- مقطع ساختمانی پیش بینی چاه تراز نائین-۱ که قبل از حفاری چاه تهیه شده است (تهیه شده توسط شرکت ملی نفت ایران، ۱۹۷۲). اختلاف مشخصی از نظر هندسه چین خوردگی و گسل ها میان این مقطع و مقطع چاه گذر جدید (شکل ۵-۵) دیده می شود. عمق رأس سازند قم حدود ۱۱۲۹- زیر سطح دریا پیش بینی شده بود. TD نقطه کف چاه را نشان می دهد. RT ارتفاع میز دوار چاه را مشخص می کند که مقدار آن ۱۰۵۰ متر بالای سطح دریاست.

اواخر میوسن میانی (یا در میوسن پسین)، دگرریختی فشارشی در ناحیه ساوه آغاز شده و رسوب گذاری بخش بالایی سازند قرمز بالایی و واحد کنگلومرای پلیوسن همزمان با آن ادامه می یابد. در طی دگرریختی فشارشی، افق جدایشی واقع در بخش میانی سازند قرمز بالایی فعال شده و چین خوردگی هایی چون تاقدیس های تراز نائین و ساوه شکل می گیرند. نازک شدگی رسوبات کنگلومرای واحد پلیوسن به سمت رأس تاقدیس ها، نشان دهنده رشد چین خوردگی جوان است. بر طبق نقشه عمقی تهیه شده از رأس سازند قم، بستگی تاقدیسی مستقل از گسل، در حوضه رسوبی ساوه وجود ندارد. عمق دسترسی به افق رأس قم در محل چاه تراز نائین-۱، حدود ۴۲۵۰- متر پیش بینی می شود. بنابراین، در صورت تعمیق چاه مذکور، نیاز است تا در داخل سازند قرمز بالایی ۱۶۵۰ متر حفاری صورت گیرد.

سپاسگزاری

نگارندگان از شرکت نفت مناطق مرکزی ایران، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران و دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات به دلیل فراهم کردن این فرصت پژوهشی صمیمانه سپاسگزاری و قدردانی می کنند.

نکته دیگر در رابطه با عمق دسترسی به افق رأس قم است. قبل از حفاری چاه تراز نائین-۱، عمق دسترسی به این افق ۱۱۲۹- زیر سطح دریا پیش بینی شده بود (شکل ۱۱)، اما با وجود ادامه حفاری تا ۲۶۰۰ متری زیر سطح دریا، امکان دسترسی به این افق فراهم نشده است (Mogharabi, 1973). بر طبق نقشه عمقی جدید، عمق دسترسی رأس سازند قم در محل چاه تراز نائین-۱ حدود ۴۲۵۰- متر پیش بینی می شود. بنابراین، در صورت تعمیق چاه مذکور، نیاز است تا ۱۶۵۰ متر در داخل سازند قرمز بالایی حفاری صورت گیرد.

۵- نتیجه گیری

از اواخر میوسن پیشین تا پلیوسن پسین، حوضه رسوبی ساوه محل رسوب گذاری حدود ۸ تا ۹ کیلومتر از رسوبات سازند قرمز بالایی و واحد کنگلومرای پلیوسن بوده است. در اواخر میوسن پیشین- اوایل میوسن میانی (۴)، رسوب گذاری بخش زیرین سازند قرمز بالایی همزمان با عملکرد شبکه ای از گسل های پرشیب تا قائم و دارای راستای ۲۷۰ تا ۳۲۰ درجه بوده است. گسل های مذکور موجب جابه جایی شیبی در کف حوضه شده و فضای کافی برای تجمع رسوبات فراهم کرده اند. از

کتابنگاری

- امامی، م. ه. و تکنواکسپورت، ۱۳۷۱- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ آران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
 امامی، م. ه. و حاجیان، ج.، ۱۳۷۰- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ قم، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
 امینی، ب.، حاجیان، ج. و امینی چهرق، م.، ۱۳۷۸- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ نرفش، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
 انصاری، د.، اصیلان، ح. و اعلانی، ب.، ۱۳۷۵- چینه شناسی، سنگ شناسی و بررسی محیط های رسوبی سازند قم در ناحیه باختر قم و شمال ساوه. گزارش زمین شناسی شماره ۱۸۳۵، شرکت ملی نفت ایران.
 حقی پور، ع.، تراز، ه. و وحدتی دانشمند، ف.، ۱۳۶۵- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ تهران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
 زمانی پدram، پ.، حسینی، ح. و جعفریان، م.، ب.، ۱۳۷۸- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ قم، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
 علانی مهابادی، س. و خلعتبری جعفری، ب.، م.، ۱۳۸۳- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ نوبران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
 عمیدی، س. م.، شهرابی، م. و نوایی، م.، ۱۳۸۴- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ زاویه، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
 عمیدی، س. م.، نوگل سادات، ا.، بهروزی، ا.، ناظر، ن.، خ.، کایا، س.، دهلوی، پ. و مارتن ژانتین، ب.، ۱۳۶۳- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ ساوه، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
 قلمقاش، ج.، فنودی، م. و مهرپرتو، م.، ۱۳۷۷- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ساوه، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

References

- Abaie, I., Ansari, H. J., Badakhshan, A. and Jafari, A., 1964- History and development of the Alborz and Sarajeh fields of Central Iran, World petroleum congress proceedings, Section II, Paper 13, PD3, 697-713.
- Ballato, P., Nowaczyk, N. R., Landgraf, A., Strecker, M. R., Friedrich, A. and Tabatabaei, S. H., 2008- Tectonic control on sedimentary facies pattern and sediment accumulation rates in the Miocene foreland basin of the southern Alborz Mountains, northern Iran, *Tectonics* 27, doi: 10.1029/2008TC002278.
- Daneshian, J. and Ramezani Dana, L., 2007- Early Miocene benthic foraminifera and biostratigraphy of the Qom Formation, Deh Namak, Central Iran, *Journal of Asian Earth Sciences*, v. 29, 844-858.
- Gansser, A., 1955- New aspects of the geology of Central Iran: Proceedings, Fourth World Petroleum Congress, Section 1/A/5, Carlo Colombo, Rome, v. 286-305.
- Huber, H., 1976a- Tectonic Map of North-West Iran, scale: 1:250,000, National Iranian Oil Company.
- Huber, H., 1976b- Tectonic Map of South-West Iran, scale: 1:250,000, National Iranian Oil Company.
- Huber, H., 1978- Tectonic Map of North-Central Iran, scale: 1:250,000, National Iranian Oil Company.
- Knott, S. D., Beach, A., Welbon, A. I. and Brockbank, P. J., 1995- Basin inversion in the Gulf of Suez: implications for exploration and development in failed rifts. In: Buchanan, J.G and Buchanan, P.G. (Eds.), *Basin Inversion*. Geological Society of London Special Publication, v.88, 59-81.
- Quintana, L., Alonso, J. L., Pulgar, J. A., and Rodríguez-Fernández, L. R., 2006- Transpressional inversion in an extensional transfer zone (the Saltacaballos fault, northern Spain), *Journal of Structural Geology*, v.28, 2038-2048.
- Mc Clay, K. R., Insley, M. W. and Anderton, R., 1989- Inversion of the Kechika Trough, Northeastern British Columbia, Canada. In: Cooper, M. A., Willians, G.D. (Eds.), *Inversion Tectonics*. Geological Society of London Special Publication, v.44, 235-257.
- Mogharabi, A., 1973- Well completion report Taraznain well No.1 (TN-1), National Iranian Oil Company, 8p.
- Mohajer, G. A., 1958- Geology of the Saveh basin. Geological Report no. 183, National Iranian Oil Company, 20p.
- Morley, C. K., Kongwung, B., Julapour, A. A., Abdolghafourian, M., Hajian, M., Waples, D., Warren, J., Otterdoom, H., Srisuriyon, K. and Kazemi, H., 2009- Structural development of a major late Cenozoic basin and transpressional belt in Central Iran: the Central Basin in the Qom- Saveh area. *Geosphere*, v.5, 1-38.
- Schuster, F. and Wielandt, U., 1999- Oligocene and Early Miocene coral faunas from Iran: Palaeoecology and palaeobiogeography, *International Journal of Earth Sciences*, v. 88, p. 571-581.

Structural evolution of the early Miocene- late Pliocene basin in the Saveh area, Central Iran basin

G. Abbasi¹, A. Solgi^{2*}, M. Pourkermani³, H. Motamedi⁴, A. R. Farokhnia⁵ and K. Orang⁶

¹Ph.D. Student, Department of Geology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

²Associate Professor, Department of Geology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

³Professor, Department of Geology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran

⁴Assistant Professor, Geology Office, Exploration Directorate, National Iranian Oil Company, Tehran, Iran

⁵Assistant Professor, Department of Geology, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran

⁶M.Sc., Geology Office, Exploration Directorate, National Iranian Oil Company, Tehran, Iran

Received: 2017 September 18

Accepted: 2018 January 14

Abstract

We used 2D seismic profiles, field observation and well data to constrain the structural evolution of the Saveh basin during the late- lower Miocene to late Pliocene. During this period almost 8-9 kilometers of Upper Red Formation (URF) and the Pliocene conglomerates were deposited in the depocenter of the basin. During the late- lower Miocene (to early- middle Miocene ?), Syn-depositional activity of west-east-northwest-southeast trending high-angle fault zones, with an extensional component, created accommodation space for deposition of lower URF. Since the late- middle Miocene (or late Miocene), initiation of a compressional phase has resulted in regional deformation. The deposition of upper part of the URF and the Pliocene unit was contemporaneous with compressional deformation. During this stage, the middle part of the URF acted as an effective detachment horizon and detachment folds such as the Saveh and Taraz Naeen anticlines were formed. The thinning of the Pliocene conglomerates towards the crestal point of these folds indicates late structural growth. According to the top Qom depth map, there are no traps with fault independent closure within the Saveh basin. The top of the Qom Formation is estimated at -4250 m in the Taraz Naeen anticline.

Keywords: Saveh, Central Iran basin, Upper Red Formation, Qom Formation, Koushk-e- Nosrat Fault

For Persian Version see pages 161 to 172

*Corresponding author: A. Solgi; E-mail: asolgi66@yahoo.com