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

گلناز عباسی'، علی سلگی۲*، محسن پورکرمانی۳، حسین معتمدی۴، علیرضا فرخ نیا ^۵ و کیوان اورنگ⁹

^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 ^۹استادیار، اداره زمینشناسی، مدیریت اکتشاف، شرکت ملی نفت ایران، تهران، ایران ^۲کارشناسی ارشد، اداره زمینشناسی، مدیریت اکتشاف، شرکت ملی نفت ایران، تهران، ایران تاریخ دریافت: ۲۷/۰۶/۱۳۹۶

چکیدہ

U.L. Diook

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 کنگلومرایی پلیوسن در محل مرکز حوضه ساوه نهشته شده است. در اواخر میوسن پیشین – اوایل میوسن میانی (؟)، رسوب گذاری بخش زیرین سازند قرمز بالایی همزمان با عملکرد شبکهای از گسل های پرشیب و دارای مؤلفه شیبلغز عادی بوده است. گسل های مذکور راستای شمال باختر – جنوب خاور تا خاوری – باختری داشته و با جابه جایی شیبی در کف حوضه رسوبی، فضای کافی برای تجمع رسوبات را فراهم کرده اند. از اواخر میوسن میانی (یا در میوسن پسین)، دگرریختی فشارشی در ناحیه ساوه آغاز شده است و رسوب گذاری بخش بالایی سازند قرمز بالایی و واحد کنگلومرای پلیوسن همزمان با آن ادامه می یابد. در این مرحله، افق جدایشی پدید آمده در باحیه ساوه آغاز شده است و رسوب گذاری بخش بالایی سازند قرمز بالایی و واحد کنگلومرای پلیوسن همزمان با آن ادامه می یابد. در این مرحله، افق جدایشی پدید آمده در بخش میانی سازند قرمز بالایی، فعال شده و چین خوردگی هایی چون تاقدیسهای ترازنائین و ساوه شکل می گرمان ناز کنشدگی رسوبات واحد کنگلومرای پلیوسن به سمت رأس تاقدیس ها، نشاندهنده رشد چین خوردگی جوان است. بر طبق نقشه عمقی تهیه شده از رأس سازند قم، بستگی تاقدیسی مستقل از گسل، در ناحیه ساوه وجود ندارد. حق دسترسی به افق رأس سازند قر مر مالایی از از این را سان تر و ساوه می از ند قره، مستگی

> **کلیدواژهها:** ساوه، حوضه رسوبی ایران مرکزی، سازند قرمز بالایی، سازند قم، گسل کوشک نصرت. *نویسنده مسئول: علی سلگی

E-mail: asolgi66@yahoo.com

1- پیشنوشتار

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

خرده قاره 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).





عادية المحافظين

حوضه رسوبی قم- ساوه را می توان 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

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



شکل ۲-الف) مدل ارتفاعی رقومی از حوضه قم- ساوه و ارتفاعات در بر گیرنده آن؛ ب) نقشه زمین شناسی ناحیه قم- ساوه. ترسیم مجدد از نقشه های ۲۰۲۵٬۰۰ ساوه، قم، تهران و آران و ۲۰۰۰: قم، ساوه، زاویه، نوبران و تفرش تهیه شده به ترتیب توسط عمیدی و همکاران (۱۳۶۳)، امامی و حاجیان (۱۳۷۰)، حقی پور و همکاران (۱۳۶۵)، امامی و تکنواکسپورت (۱۳۷۱)، زمانی پدرام و همکاران (۱۳۷۸)، قلمقاش و همکاران (۱۳۷۷)، عمیدی و همکاران (۱۳۶۴)، مامی و 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: (۵) کوه اردونشین، G) کوه گلستان، (۲۸) گسل کوشک نصرت، RF) گسل رنگ زرد، IF) گسل ایندس، TAF) گسل تفرش، AF) گسل البرز، QAF) قم، S) تاقدیس ساوه، T) تقدیس تراز نائین، Z) ناودیس زنگار، A) تاقدیس البرز، SJ) تاقدیس سراجه. مسیر خطوط لرزهای مورد استفاده در این مطالعه با خطهای سیاه رنگ مشخص شده است.

از آنجا که تعیین چهارچوب هندسی و تحلیل تاریخچه تکاملی ساختارهای زمین شناسی گام نخست و اساسی در مطالعات اکتشافی به شمار می آیند 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.

۲- چینهشناسی ناحیهای

توالی سنگی سنوزوییک 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 ائوسن است. نزدیک ترین 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 می شود.

ضخامت سازند قرمز زیرین به طور 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، ماسه سنگ آهکی و کنگلومرا (در بخش قاعدهای) است و حدود ۳۱۶ متر ضخامت دارد (Mohajer, 1958).

نهشته های متعلق به سازند قم، در شمال ساوه (کوه اردونشین، اطراف روستاهای بندامیر و ورده) رخنمون دارند (شکل ۲– ب). سنگ شناسی این واحد، متشکل از آهک های زیستی– تخریبی، آهک ماسه ای 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، ماسه سنگ و کنگلومرا تشکیل شده است و حدود ۷۹۰ متر ضخامت دارد (Mohajer, 1958).

رخنمون های 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. سنگ شناسی این واحد از رس سنگ، گل سنگ دارای گچ، سیلتستون خاکستری تا سبز و همچنین مقداری ماسه سنگ قرمز – قهو های تشكيل شده است (Mogharabi, 1973). بيشترين ضخامت سازند قرمز بالايي 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 رس های قرمز با میانلایههای ماسهسنگ نازکلایه، بخش میانی از ماسهسنگهای درشتدانه و بخش بالایی از رس های قرمز با میانلایه های ماسهسنگ تشکیل شده است (انصاری و همکاران، ۱۳۷۵). با توجه به ماهیت تخریبی سازند قرمز بالایی و کمبود فسیل های شاخص، تعيين سن اين واحد با مشكلاتي همراه بوده است. در ناحيه قم، قاعده سازند قرمز بالایی دارای فسیل های 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 می گیرد. 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، واحدکنگلومرایی پلیوسن است که رخنمونهای وسیعی را در جنوب حوضه ساوه تشکیل داده است. این واحد شامل تناوبی از کنگلومرا با میانلایه هایی 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 اين واحد با سازند قرمز بالايي تدريجي است.

3- ساختارها

ساختارهای توسعه یافته در حوضه ساوه به دو گروه قابل تفکیک هستند. گروه نخست دربردارنده چین خوردگیهایی مانند تاقدیسهای تراز نایین، 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، نورعلی بیک و امیر آباد

هستند. اثر گسل های قشلاق و نورعلی بیک در تصاویر ماهوارهای قابل مشاهده است (شکل ۳)، اما صفحه گسلی قابل اعتمادی از آنها یافت نشده است. بر طبق تفسیر خطوط لرزهای، گسل های والمان و امیر آباد در زیر رسوبات کواترنری مدفون هستند. گروه دوم گسل ها، شبکهای از شکستگی های پرشیب تا قائم و دارای مؤلفه شیبی قابل توجه هستند. این گروه از گسل ها مدفون هستند و بخش های زیرین سازند قرمز بالایی و واحدهای سنگی قدیمی تر را بریدهاند (شکل های ۴ و ۵). تأثیر گذارترین آنها تحت عنوان گسل های تراز نائین و حقانیه معرفی می شوند.

۳- ۱. تاقدیسهای ساوه و تراز نائین

تاقدیس.های ساوه و تراز نائین به ترتیب در باختر و خاور شهر ساوه قرار دارند. کهن ترین واحد سنگی رخنمون یافته در این ساختارها به بخشهای بالایی سازند قرمز بالایی تعلق دارد (شکل ۳). راستای اثر سطح محوری تاقدیس ها 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 جنوبی ترین مقطع ('JJ) به ۱۰۵ درجه میرسد (شکل ۵-ز). بنابراین تاقدیس تراز نائین در گروه چینهای بسته تا باز قرار می گیرد. 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 بخش های زیرین سازند قرمز بالایی و واحدهای قدیمی تر (از جمله سازند قم) متفاوت است (شکل های ۴ و ۵). دگرریختی در واحد کنگلومرای پلیوسن و بخش بالایی سازند قرمز بالایی، بهصورت ترکیبی از توسعه چینخوردگی های بسته تا باز و عملکرد گسل های راندگی و معکوس است. در حالی که بخش زیرین سازند قرمز بالایی و واحدهای قدیمی تر، با توسعه چینخوردگیهای با دامنه کم و عملکرد تأثیر گذار گسل های پرشیب تا قائم (مانند گسل های تراز نائین و حقانیه) دگرریخت شدهاند (شکلهای ۴ و ۵). گسلهای مذکور بعد از رسوب گذاری بخشهای زیرین سازند قرمز بالایی، فعالیت تأثیر گذاری نداشتهاند.

در داخل سازند قرمز بالایی افق،های جدایشی متعدد فعال شدهاند. تأثیر گذارترین آنها که عامل اصلی تفاوت هندسه چین خوردگی ها از سطح تا عمق شده است، در بخش میانی سازند قرمز بالایی قرار دارد (شکل های ۵- ج و د). گسل های معکوس مانند قشلاق، امیرآباد و والمان در افق جدایشی مذکور به حالت افقی در آمدهاند (شکل های ۴ و ۵). بر طبق اطلاعات چاه تراز نائین-۱، سنگ شناسی 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 رس سنگ 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 شکل گیری تاقدیس های تراز نائین و ساوه، چین خوردگی های مذکور در گروه چین های 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 چین خوردگی 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 خطچین). این پدیده را می توان متأثر از مراحل آغازین فعال شدگی افق جدایشی دانست.

۲-۲. تاقدیسهای شمال ساوه و یلآباد

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

تاقدیس تراز نائین، چینخوردگی دیگری در واحد کنگلومرایی پلیوسن، توسعه یافته است که تحت عنوان تاقدیس یل آباد معرفی میشود (شکلهای ۵– ج و د).

تاقدیس یل آباد در زیر رسوبات کواترنری مدفون است. این چینخوردگی از نوع باز با یالهای کمشیب و ناحیه لولایی گرد است.



شکل ۳- الف) نقشههای زمینشناسی از ناحیه ساوه؛ ب) تراز نائین، تهیه شده بر اساس تصاویر ماهوارهای، دادههای صحرایی جمع آوری شده در این مطالعه و اطلاعات نقشههای ۱:۱۰۰۰۰ 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 تاقدیس.های ساوه و شمال ساوه. علائم اختصاری: GF) گسل قشلاق، HF) گسل حقانیه، AMF) گسل امیرآباد، NF) گسل نورعلی بیک.



شكل ۵- مقاطع ساختاري ترسيم شده از تاقديس تراز نائين. علائم اختصاري: VF) گسل والمان، TF) گسل ترازنائين، JF) گسل جعفرآباد.

3-30. مقاطع ساختاری ناحیهای

دو مقطع ساختاری ناحیهای، نمایی کامل از حوضه رسوبی ساوه را مشخص کرده است. حدود ۸ تا ۹ کیلومتر از رسوبات سازند قرمز بالایی و واحد کنگلومرایی پلیوسن در مرکز حوضه رسوبی ساوه نهشته شدهاند (شکلهای ۶- ب و ج). ضخامت این واحدها به سمت مرکز حوضه افزایش قابل ملاحظهای نشان می دهد. 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.

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



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 ساختاری ناحیهای از حوضه ساوه، محل برش ها در شکل الف مشخص شده است. علائم اختصاری: VF) گسل والمان، IF) گسل ایندس، TF) گسل تراز نائین، UF) گسل جعفرآباد.

4- بحث

۴- ۱. مقایسه الگوی چینخوردگی در زیرحوضههای ساوه و البرز- سراجه

تفاوت الگوی دگرریختی در بخش مرکزی زیرحوضه البرز- سراجه با زیرحوضه ساوه، در چارچوب تاریخچه متفاوت رسوب گذاری در این دو ناحیه، قابل ارزیابی است. برای مقایسه تاقدیس های البرز و تراز نائین انتخاب شدهاند (شکل ۷). بر طبق خط لرزهای که از بخش میانی تاقدیس البرز می گذرد (شکل های 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

(شکلهای ۷- الف و ب). الگوی چینخوردگی رأس سازند قم در تاقدیس البرز با دامنه کم، طول موج بلند و زاویه بین یالی باز تا آرام مشخص می شود. به سمت بخش های کم عمق تر، توالی سنگی قاعده سازند قرمز بالایی از یک واحد نامقاوم تبخیری با ضخامت میانگین ۲۲۰ متر تشکیل شده است (Abaic et al., 1964). گسل البرز و پهنههای موازی با آن، توالی سنگی سازند قرمز بالایی و واحدهای جوان تر را بریده و در عضو تبخیری قاعدهای سازند قرمز بالایی به حالت افقی در آمدهاند. گسل البرز شیب رو به جنوب دارد و سازو کار آن معکوس است. بر خلاف زیر حوضه البرز - سراجه، الگوی دگرریختی در حوضه ساوه با تو سعه چین های جدایشی بر روی

افق جدایشی داخل سازند قرمز بالایی مشخص می شود (شکل ۷- ج). با توجه به عدم حفاری و نبود اطلاعات درباره ضخامت سازند قم، امکان تفسیر رأس سازند قرمز زیرین در زیر حوضه ساوه وجود ندارد، اما الگوی بازتاب دهنده ها در خطوط لرزه ای نشان می دهد که هندسه چین خوردگی بخش زیرین سازند قرمز بالایی، سازند قم و واحدهای قدیمی تر مشابه است و افق جدایشی تأثیر گذاری در داخل توالی مذکور وجود ندارد. بر طبق اطلاعات موجود، به نظر می رسد سازند قرمز زیرین در زیر حوضه ساوه نقش افق جدایشی تأثیر گذار نداشته است. این پدیده می تواند به دلیل سنگ شناسی مقاوم و یا ضخامت کم این واحد باشد.



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 می شود، علائم اختصاری: AF) گسل البرز، VF) گسل والمان، TF) گسل ترازنائین، JF) گسل جغفرآباد.

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

با توجه به کیفیت پایین بخش های عمقی خطوط لرزهای، نیاز است تا برای ارزیابی تکامل زمین شناسی حوضه ساوه به رخنمون های شمال ساوه مراجعه شود. بر طبق اطلاعات صحرایی، مجموعه های ماگمایی ائوسن، قبل از پیشروی دریا و رسوب گذاری سازند قم، دچار برخاستگی و فرسایش شده اند. شاهد این پدیده وجود ناپیوستگی آذرین پی در قاعده سازند قم است (شکل های ۸- الف و ب). در میوسن پیشین، دگرریختی لغز شی - کششی راست بر در ناحیه شمال ساوه حاکم بوده است. رخداد این دگرریختی پدیده ای ثانویه نسبت به حرکت امتدادی راست گرد گسل کو شک نصرت بوده و در پاسخ به وجود انحنای با تقعر رو به جنوب در مسیر گسل ایجاد شده است (شکل ۸- ج). مهم ترین شاهد این دگرریختی، حوضه رسوبی کششی کو شک نصرت است که در محل آن سازند قم با ضخامت حدود ۲۰ متر نهشته شده است (شکل های 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 صحرایی در میوسن پیشین، رژیم برشی راست گرد در امتداد گسل کوشک نصرت فعال بوده است. به نظر می رسد که

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 راست گرد بر روی انحنای بزر گمقیاسی که مرزهای آن توسط گسل های کوشک نصرت و ایندس مشخص می شود، موجب رخداد کشش محلی شده و پهنههای گسلی داخل حوضه ساوه را ایجاد کرده است (شکل ۹-الف). در این دوره زمانی، گسل های تراز نائین و حقانیه و پهنههای موازی با آنها، موجب جابهجایی شیبی در کف حوضه شده و فضای رسوب گذاری کافی برای تجمع رسوبات متعلق به بخش زیرین سازند قرمز بالایی فراهم کردهاند (شکل ۹– ب). احتمال وجود مؤلفه امتدادی برای گسل های مذکور وجود دارد اما پیگیری این موضوع در خطوط لرزهای امکانپذیر نیست. از اواخر میوسن میانی یا در میوسن پسين، دگرريختي فشارشي در ناحيه قم- ساوه آغاز مي شود (Morley et al., 2009). رسوب گذاری 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 گسل ها مانند تراز نائین شده و شیب آنها را از حالت پر شیب رو به جنوب باختر (در مرحله دگرریختی کششی پیشین) به حالت قائم یا پرشیب رو به شمال خاور برگردانده است. چرخش انفعالی گسل های دارای مؤلفه شیبی عادی

اللي المحالي محالي م

در سایر مناطقی که وارون شدگی سازو کار گسل ها را تجربه کردهاند نیز دیده شده است. نمونه هایی مشابه با پدیده فوق از کوه های راکی (Mc Clay et al., 1989)، خلیج سوئز (Rnott et al., 1995) و شمال اسپانیا (Quintana et al., 2006) گزارش شدهاند. با پیشرفت دگرریختی، گسل های پرشیب تا قائم قابلیت تطبیق مؤلفه فشارشی

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



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 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 راست گرد 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: EV) مجموعههای آتشفشانی ائوسن، KF) گسل کوشک نصرت.

> شاهد این پدیده وجود چینه های رشدی در بخش بالایی سازند قرمز بالایی و واحد کنگلومرای پلیوسن است (شکل های ۴- د و ۵- ب و د). در مراحل پایانی توسعه چین ها، گسل های معکوس (مانند والمان و قشلاق)، یال پرشیب چین های جدایشی را بریدهاند.

۴- ۳. دلالتهایی برای اکتشاف منابع هیدروکربوری

شکل گیری یک ذخیره هیدرو کربوری به مجموعهای از عوامل وابسته است. وجود سنگ منشأ، مخزن، پوشسنگ و تله هیدرو کربوری (چینهای، ساختاری یا مرکب) ۴ شرط لازم هستند. اما برای تشکیل یک ذخیره نیاز است تا سنگ منشأ بلوغ یافته و سیالات هیدرو کربوری در زمانی بعد از زمان تشکیل تله هیدرو کربوری، به سمت آن مهاجرت کرده باشند. عمق دسترسی به افق مخزنی و همچنین حجم ذخیره درجا دو عامل اصلی هستند که در تصمیم گیری 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 هیدرو کربور، ویژگیهای مخزنی سازند قم (همچون تخلخل و نفوذپذیری) و زمان احتمالی مهاجرت سیالات وجود ندارد. اما

نتایج مطالعه حاضر، می تواند اطلاعاتی درباره تله هیدرو کربوری و عمق دسترسی به افق مخزنی قم در اختیار بگذارد. در این راستا نقشه عمقی رأس سازند قم، بر اساس برش های 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 می دهد، رأس سازند قم توسط گسل های متعدد به بلوکهای مختلفی تقسیم شده است و تله ساختاری تاقدیسی مشخصی وجود ندارد. در اصل، بستگی افق رأس سازند قم به گسل ها محدود می شود. برش ساختاری که قبل از حفاری چاه تراز نائین – ۱ ترسیم شده است، نشان می دهد 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).







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 شر کت ملی نفت ایران، ۱۹۷۲). اختلاف مشخصی از نظر هندسه چینخوردگی و گسل ها میان این مقطع و مقطع چاه گذر جدید (شکل ۵- ه) 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.

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 متری زیر سطح دریا، مکان دسترسی 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- نتیجهگیری

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 (؟)، رسوب گذاری بخش زیرین سازند قرمز بالایی همزمان با عملکرد شبکهای از گسل های پرشیب تا قائم و دارای راستای ۲۷۰ تا ۳۲۰ درجه بوده است. گسل های مذکور موجب جابهجایی شیبی در کف حوضه شده و فضای کافی برای تجمع رسوبات فراهم کردهاند. از

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 مییابد. در طی دگرریختی فشارشی، افق جدایشی واقع در بخش میانی سازند قرمز بالایی فعال شده و چینخوردگی هایی چون تاقدیسهای تراز نائین و ساوه شکل می گیرند. ناز کشدگی رسوبات کنگلومرایی واحد پلیوسن به سمت رأس تاقدیسها، نشاندهنده 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 پیشبینی میشود. 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 میکنند.

کتابنگاری

امامی، م. ه. و تکنواکسپورت، ۱۳۷۱– نقشه زمین شناسی ۱۰٬۲۵۰۰۰ آران ، سازمان زمین شناسی واکتشافات معدنی کشور

- امامی، م. ه. و حاجیان، ج.، ۱۳۷۰- نقشه زمین شناسی ۱۰٬۰۵۰ قم ، سازمان زمین شناسی واکتشافات معدنی کشور.
- امینی، ب.، حاجیان، ج. و امینی چهرق، م. ر.، ۱۳۷۸– نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰ تفرش، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- انصاری، د.، اصیلیان، ح. و اعلائی، ب.، ۱۳۷۵- چینهشناسی، 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.

حقیپور، ع.، تراز، ه. و وحدتی دانشمند، ف.، ۱۳۶۵- نقشه زمینشناسی ۱۰۲۵۰۰۰ تهران، سازمان زمینشناسی و اکتشافات معدنی کشور. زمانی پدرام، پ .، حسینی، ح . و جعفریان، م. ب.، ۱۳۷۸- نقشه زمینشناسی ۱۰۱۰۰۰۰ قم، سازمان زمینشناسی و اکتشافات معدنی کشور. علائی مهابادی، س. و خلعتبری جعفری، ب. م.، ۱۳۸۳- نقشه زمینشناسی ۱۰۱۰۰۰۰ نوبران، سازمان زمینشناسی و اکتشافات معدنی کشور. عمیدی، س. م، شهرابی، م. و نوایی، م.، ۱۳۸۴- نقشه زمینشناسی ۱۰۱۰۰۰۱ نوبران، سازمان زمینشناسی و اکتشافات معدنی کشور عمیدی، س. م، شهرابی، م. و نوایی، م.، ۱۳۸۴- نقشه زمینشناسی ۱۰۱۰۰۰۱ زویه، سازمان زمینشناسی 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 زمینشناسی ۱۱۲۵۰۰۰ ساوه، سازمان زمینشناسی و اکتشافات معدنی کشور. .قلمقاش، ج.، فنودی، م. و مهرپرتو، م.، ۱۳۰۷- نقشه زمینشناسی و مارتن ژانتین، ب.، ۱۳۶۳- نقشه زمینشناسی ۱۱۲۵۰۰۰ سازمان زمینشناسی 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 Rodri'guez-Ferna'ndez, 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 Bristish 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

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-eastnorthwest-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 Formatiom, Qom Formation, Koushk-e- Nosrat Fault For Persian Version see pages 161 to 172 *Corresponding author: A. Solgi; E-mail: asolgi66@yahoo.com