نقش زمین‌ساخت گنبدهای نمکی در تحول حوضهٔ رسوبی زاگرس (حدفاصل گسل کازرون و گسل میناب)

موسی قربانی ارجنلی*، محمدرضا قاسمی؛
پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

دریافت ۹۳/۶/۲۸ پذیرش ۹۴/۹/۴

چکیده

مجموعه هرمز به‌عنوان کهن‌ترین توالی تبخیری جهان در حوضهٔ زاگرس گسترش چشم‌گیری دارد. یکی از پدیده‌های ساختاری منحصر به‌فرد در ارتباط با مجموعه نمکی هرمز، ساخت‌های نمکی حاصل از جنبش آن است که در بخش های گوناگون زاگرس بیرون‌زدگی دارند. از آن جا که شواهد مربوط به بخش‌های بیرون‌زده برای بررسی تأثیر زمین‌ساخت نمک کافی نیست، با استفاده از داده‌های زیرسطحی می‌توان اطلاعات با ارزشی را در این زمینه به‌دست آورد. بدین‌منظور با استفاده از منحنی‌های هم‌ضخامت شرکت ملی نفت ایران و نقشهٔ پراکندگی گنبدهای نمکی در بین گسل‌های کازرون و میناب، تأثیر زمین‌ساخت نمک بر رسوب‌گذاری حوضهٔ رسوبی فارس و پس خشکی بندرعباس از پرمین تا زمان حاضر بررسی شد. ابتدا منحنی‌های هم‌ضخامت در محیط GIS رقومی شد و سپس در محیط نرم‌افزار Surfer به‌صورت سه‌بُعدی منفی (قبل از رسوب‌گذاری) و مثبت (بعد رسوب‌گذاری) ترسیم شد. بررسی تغییرات ناشی از فعالیت گنبدهای نمکی در بازهٔ زمانی پرمین پسین تا میوسن در این گستره نشان می‌دهد که اولین حرکت گنبدهای نمکی که در توالی رسوبی زاگرس به ثبت رسیده است، در زمان پرموتریاس هم‌زمان با زمان باز شدن اقیانوس تتیس‌نو روی داده است، در طول بازهٔ زمانی تریاس پسین تا کرتاسه پیشین برخی از گنبدهای نمکی گستره بررسی شده مدفون بوده‌اند و فعالیت محسوسی که منجر به تغییر سامانه‌های رسوبی این بازهٔ زمانی شود، مشاهده نمی‌شود. دومین گامه اصلی حرکت گنبدهای نمکی در طول کرتاسه پسین هم‌زمان با توسعه حوضهٔ پیش‌بوم آغاز شده است. اوج فعالیت گنبدهای نمکی گسترهٔ بررسی شده و تأثیر آن‌ها روی سامانه‌های رسوبی در بازهٔ زمانی پالئوسن-ائوسن، هم‌زمان با گسترش نهایی حوضهٔ پیش‌بوم روی داده است. در طول بازهٔ زمانی الیگوسن تا میوسن گنبدهای نمکی گسترهٔ مورد نظر به‌ویژه در بخش‌های جنوب خاوری فعال بوده‌اند. در این پژوهش تلاش بر آن است که گنبدهای نمکی و تأثیر بالاآمدگی آن‌ها بر روی مجموعه سامانه‌های رسوب‌گذاری گسترهٔ فارس بررسی شود.

واژه‌های کلیدی: زمین‌ساخت نمک، مجموعهٔ هرمز، نقشهٔ هم‌ضخامت، زاگرس

مقدمه

بررسی سکانس‌های رسوبی حاشیهٔ گنبدهای نمکی در مدت زمان زمین‌شناسی، اطلاعات کاملی از تأثیر گنبدهای نمکی بر الگوی پراکندگی رسوبات در دوران‌های خاص ته‌نشینی این توالی در حوضه‌های رسوبی قدیمی با تغییرات جزئـی و کلی ثبت شده در ایـن نهشته‌ها اعم از تغییرات در ضخامت لایـه‌ها، الگوی لایه‌بندی، تغییرات ریزرخساره‌ها و

*نویسنده مسئول ghorbanigeo@gmail.com

فونای موجود ارائه می‌دهد که به درک بهتر نحوهٔ حرکت گنبدها در حوضهٔ رسوبی حاشیه آن می‌انجامد. این گنبدها در حین بالا آمدن توپوگرافی حوضهٔ رسوبی را تحت تأثیر قرار می‌دهند که این بالاآمدگی با تغییرات جانبی حوضهٔ رسوبی باعث ایجاد حوضه‌های متفاوت می‌شود. علاوه بر مطالب ذکر شده، میزان و نوع حرکت نیز در رخساره‌های رسوبی و مقدار ته‌نشست آن‌ها در بازهٔ زمانی تأثیرگذار است. کنش و واکنش بین گنبد نمکی و سیستم های رسوبی قبل، در حین و پس از ته‌نشینی رسوبات با تغییر نوع رخساره و ساختارها به‌خصوص در بحث زمین‌ساخت و رسوب‌شناسی، می‌تواند سبب ایجاد انواع تله‌های نفتی ساختمانی و چینه‌ای شود [۱۰]، [۴۳]، [۴۵]، [۵۴]، [۶۸]. حوضهٔ رسوبی زاگرس چین‌خورده واقع در بخش شمال خاوری صفحه عربی (حدفاصل گسل کازرون و میناب) به‌دلیل وجود گنبدهای نمکی متنوع، برای بررسی نقش این گنبدها روی سیستم‌های رسوبی مکان مناسبی است (شکل ۱). در این تحقیق داده‌های لرزه‌ای، داده‌های چاه و اطلاعات سطحی با هم تلفیق شده تا دید بهتری برای درک تعامل گنبدهای نمکی با سیستم‌های رسوبی اطراف آن‌ها را فراهم آورد. بدین‌ترتیب که داده‌های لرزه‌ای وضعیت ناحیه‌ای ساختارها را روشن می‌کند و داده‌های سطحی و چاه به‌صورت محلی مورد تحلیل واقع می‌شوند [۲۳] و[۶۸].

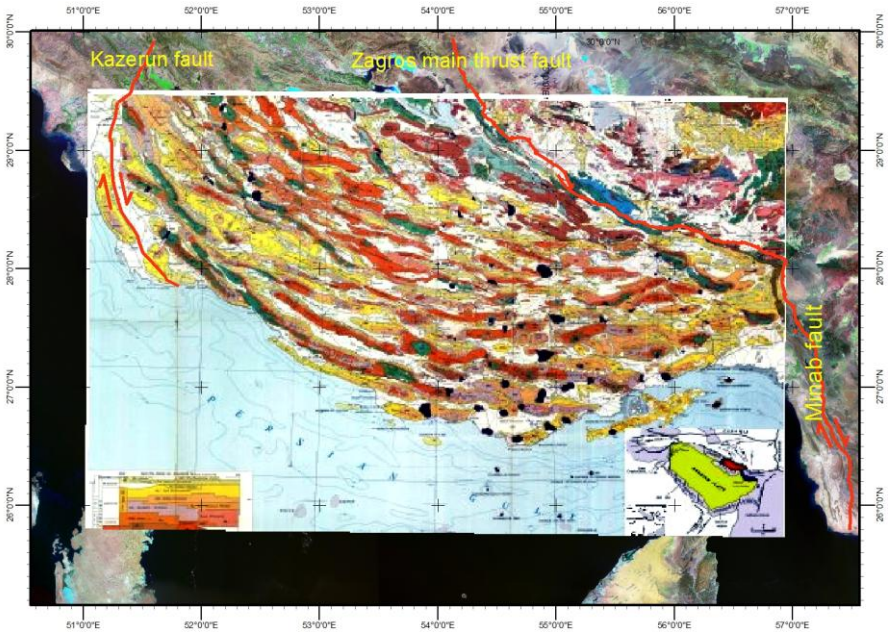
۱. موقعیت جغرافیایی و جای‌گاه زمین‌شناسی گستره

ناحیهٔ بررسی شده بین طول‌های جغرافیایی ۵۰ تا ۵۷ درجه خاوری و عرض‌های جغرافیایی ۲۶ تا ۳۰ درجهٔ شمالی واقع شده است. منطقهٔ بررسی شده در بخش جنوبی کمربند چین‌خورده-رانده زاگرس قرار گرفته است و ایالت زمین‌شناسی فارس را پوشش می‌دهد. گسل‌های کازرون و میناب به‌ترتیب در شمال‌باختر و جنوب‌خاور و پهنه دگرگونی سنندج-سیرجان در شمال خاور این گستره واقع شده است. حد جنوب باختر ناحیه نیز محدود به خلیج فارس می‌شود. روند شمال‌خاوری- جنوب‌باختری ساختمان‌های تاقدیسی در بخش شمالی این کمربند (لرستان و دزفول) در ایالت زمین‌شناسی فارس به روندی خاوری- باختری تبدیل می‌شود. گنبدهای نمکی هرمز از جمله سیماهای ساختاری شاخص در این بخش از کمربند زاگرس به‌شمار می‌روند. ازمهم‌ترین ویژگی‌های منطقه فارس حضور بلندای پی‌سنگی به‌نام بلندای گاوبندی یا بلندای فارس است که ادامه شمالی کمان قطر محسوب می‌شود (شکل ۱) [۴].

۲. چینه‌شناسی و تاریخچهٔ زمین‌ساختی گستره

رشته کوه‌های زاگرس با طول تقریبی ۱۸۰۰ کیلومتر در قسمت میانی کمربند آلپ- همالیا، از کوه‌های تاروس در شمال خاوری ترکیه آغاز و به تنگه هرمز ایران ختم می‌شود [۷]، [۸]، [۱۸]، [۲۹]، [۶۱]. این کمربند از شمال‌خاور به جنوب‌باختر شامل زاگرس بلند و زاگرس چین‌خورده است [۱۹]، [۲۱]، [۶۱]. زاگرس چین‌خورده بر اساس مشخصات زمین‌ساختی و رسوب‌شناسی شامل ایالت‌های لرستان، خوزستان و فارس (فارس داخلی و خارجی) است [۳]. زاگرس چین‌خورده تاریخچه تکامل زمین‌ساختی و ژئودینامیکی پیچیده‌ای دارد که مهم‌ترین آن‌ها شامل فاز سکوی قاره‌ای در طول پالئوزوئیک، کافت‌شدگی در طول پرمین-تریاس، حاشیهٔ غیرفعال قاره‌ای در حاشیهٔ اقیانوس تتیس‌نو در طول ژوراسیک و کرتاسه پیشین، بالاآمدگی و برجا گذاشتن افیولیت‌ها در طول کرتاسه پسین و در نهایت بسته شدن تتیس‌نو و کوتاه‌شدگی در طول نئوژن است [۵]، [۱۱]، [۲۰]، [۵۳]، [۵۸]. ضخامت نهشته‌های این پهنه به حدود ۱۲

کیلومتر می‌رسد که متشکل از نهشته‌های کامبرین تا پلیوسن است [۱۵]، [۲۱]، [۳۳]، [۶۱]. بررسی توالی‌های پان‌آفریکن زاگرس به‌طور رسمی انجام و در ادامه علوی (۲۰۰۴) [۸] آن را اصلاح کرده است.



شکل ۱. نقشهٔ صفحه عربی و موقعیت گسترهٔ بررسی شده به‌همراه گسل‌های اصلی روی تصویر ماهواره‌ای [برگرفته با تغییر از [۵۸]

در طول پالئوزوئیک پیشین رسوبات دریایی کم‌عمق و ماسه‌سنگ‌های رودخانه‌ای با ضخامت کم با سطحی فرسایشی روی نهشته‌های حوضهٔ هرمز (متعلق به پی‌سنگ پرکامبرین-کامبرین پیشین) نهشته شده‌اند. قدیمی‌ترین رسوبات شناخته شده در زاگرس مجموعهٔ هرمز است. مجموعهٔ هرمز در حوضه‌های بسیار کم‌عمق ولی در ارتباط با دریاهای آزاد، از پرکامبرین پسین تا کامبرین پیشین روی سپر دشتگون شده زاگرس نهشته شده است. این مجموعه نمکی هم‌چنین نشان می‌دهد که این خشکی‌ها در ناحیهٔ اقلیمی گرم قرار داشته‌اند (بین ۱۰ تا ۴۰ درجه) و گسل اصلی امروزی زاگرس، به احتمال محل گسل‌های عادی مهار کننده رسوب‌گذاری بوده است [۵۹]. ترکیب سنگی مجموعهٔ هرمز، شامل سنگ‌نمک (به‌رنگ‌های گوناگون)، انیدریت، ژیپس، سنگ‌آهک سیاه‌رنگ، دولومیت بودار چرتی، ماسه‌سنگ سرخ، شیل رنگارنگ، سنگ‌های آذرین (درونی-بیرونی)، کانی‌های آهن‌دار و آپاتیت است [۶]، [۳۶]، [۴۱]، [۵۲]. سنگ‌های یادشده فاقد نظم چینه‌نگاشتی هستند از این رو، تاکنون برش الگو ندارند. در مورد ضخامت این مجموعه، نظرها بین ۹۰۰ تا ۴۰۰۰ متر متفاوت است.

در سیلورین و کربونیفر نبود چینه‌شناسی بزرگی متأثر از حرکات کوه‌زایی واریسکین دیده می‌شود که سبب یک پس‌روی بزرگ دریا در منطقه شده است. ناپیوستگی هرسینین نیز در طول پرمین پیشین مشاهده می‌شود. در طول این دوره شرایط دریای کمی عمیق‌تر حاکم بوده است (سازند فراقون). در طول پرمین پسین و ژوراسیک پیشین رسوبات کربناته دریایی ظاهر شده است [۱۱]، [۴۰]، [۵۶]. در طول تریاس میانی و پسین زاگرس چین‌خورده با رسوبات تبخیری کم عمقی پوشیده بوده است [۴۹]، ولی در زاگرس بلند در این زمان در بخش‌های شمالی و مناطق عمیق‌تر رسوبات تبخیری به رخسارهٔ نهشته‌های دولومیتی تغییر پیدا می‌کند. در این زمان اقیانوس تتیس‌نو شروع به

گسترش کرده است [۱۱]، [۴۹]، [۵۶]، [۶۳]. طی ژوراسیک و کرتاسه پیشین حوضهٔ رسوبی در حال نشست است که این نشست با حرکات عمودی در طول گسل‌های پی‌سنگ مهار می‌شده است و رخساره رسوبی، از رسوبات پلتفرم در جنوب خاوری زاگرس به رخساره غالب حوضهٔ عمیق در شمال خاوری تغییر کرده است که از مشخصات این دورهٔ زمانی است [۵۶]. در طول کرتاسه پسین (سنومانین-تورنین) نهشته‌های دریایی کم‌عمق و درون‌حوضه‌ای در سرتاسر ناحیه گسترش یافته‌اند (سازند سروک). در طول تورونین-سانتونین شرایط پلتفرم غالب است و رسوبات نهشته شده رابطه‌ای بین‌انگشتی با محیطی عمیق دارند. در سانتونین- مایستریشتین رسوبات متعلق به محیط پلاژیک (سازند گورپی) گسترش چشم‌گیری داشته است. در اواخر مایستریشتین سازند تاربور که یکی از نهشته‌های مهم حاشیهٔ فلات کم‌عمق و سازند تبخیری ساچون مربوط به محیط پلتفرم کم عمق غالب می‌شود. در طول پالئوژن و دورهٔ زمانی پالئوسن- ائوسن رسوبات غالب این پهنه متشکل از دولومیت و آهک‌های کم‌عمق (سازند جهرم) با مارن‌ها و آهک‌های مارنی مناطق پلاژیک (سازند پابده) است که در زمان الیگومیوسن به نهشته‌های سکوی کم‌عمق (سازند آسماری و سازند گچساران) تغییر پیدا می‌کنند (شکل ۲) [۱۲]، [۱۳]، [۱۴]، [۳۳]، [۳۷]، [۳۸]، [۴۶]، [۶۵]، [۶۶].

کمربند کوه‌زایی زاگرس دست‌کم نتیجهٔ دو رویداد زمین‌ساختی مهم است. رویداد اول شامل آغاز بسته شدن تتیس‌نو است که نتیجهٔ آن بالاآمدگی و ایجاد حوضهٔ پیش‌بوم[1] در کرتاسه پسین است. رویداد دوم شامل برخورد نهایی و بسته شدن کامل تتیس‌نو در طول میوسن-پلیوسن است [۸]، [۲۴]، [۲۵] [۲۶]، [۲۷]، [۵۳]، [۶۲]. برخورد قاره‌ای احتمالاً در الیگوسن در شمال دماغه صفحهٔ عربی رخ داده [۶۹] و به‌سوی جنوب‌باختری در میوسن زیرین گسترش یافته است [۵۸]، که در نتیجهٔ آن زاگرس چین‌خورده شکل گرفته است [۵۳].

ساختارهای رشدی در بالای سازند آغاجاری (میوسن پسین-پلیوسن) رویداد این فاز مهم چین‌خوردگی را ثابت می‌کند [۳۰]، [۵۹]. این رویداد زمین‌ساختی در طول نهشتگی سازند آسماری و گچساران نیز دیده می‌شود. کنگلومرای بختیاری بعد از این فاز مهم چین‌خوردگی رسوب کرده است [۵۹] (شکل ۲).

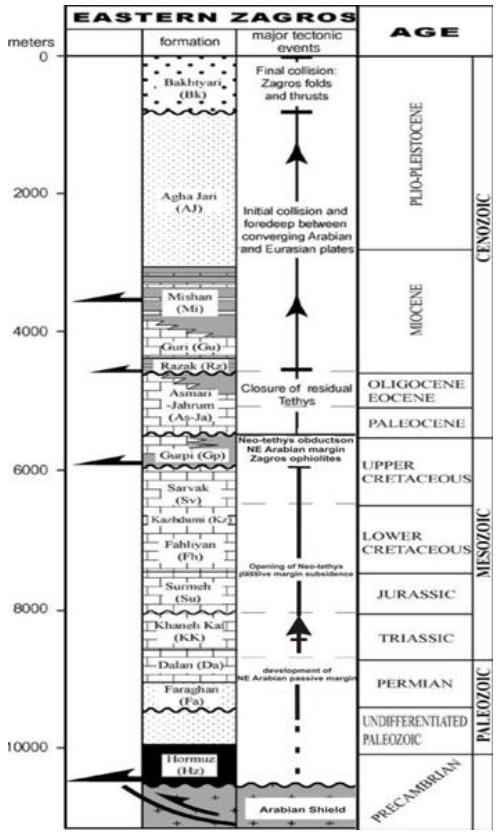
مواد و روش‌ها

در این تحقیق روش‌های استفاده شده در چهار مرحله خلاصه می‌شود:گام اول شامل بررسی جزئیات سکانس‌ها، تغییرات و تطابق آن‌ها برای درک بهتر محیط رسوب‌گذاری و تحولات حوضهٔ رسوبی، گام دوم، تطابق زمانی و بررسی نقشه‌های هم‌ضخامت واحدهای رسوبی مختلف از بازهٔ زمانی پرمین تا میوسن، گام سوم، تطابق زمانی واحدها براساس سلسله مراتب سکانس‌های رسوبی هر دوره و گام چهارم، بررسی تغییرات حوضهٔ رسوبی مدل‌سازی شده برای پی بردن به نقش گنبدهای نمکی بر واحدهای رسوبی هر دوره از زمان زمین‌شناسی مورد بحث است.

اهداف این مقاله شامل ۱) بررسی زمان فعالیت گنبدهای نمکی و تأثیر آن در رسوب‌گذاری حوضهٔ رسوبی زاگرس، ۲) بازسازی فعالیت‌های ساختاری-رسوبی حوضهٔ زاگرس در محدودهٔ بررسی شده، ۳) بررسی نقش توپوگرافی و بستر حوضهٔ رسوبی در فرآیند رسوب‌گذاری سکانس‌های بالایی، ۴) تعبیر و تفسیر تحولات زمین‌ساختی-رسوبی ناحیه بر اساس نقشه‌های هم‌ضخامت جغرافیای گذشته در دوره‌های مختلف زمین‌شناسی و ۵) ترسیم نقشه‌های هم‌ضخامت

1. Foreland

واحدهای سنگی پرموتریاس تا الیگومیوسن با در نظر گرفتن گنبدهای نمکی این گستره برای پی بردن به تأثیر این گنبدها روی سیستم‌های رسوبی این بخش از زاگرس چین‌خورده است. برای رسیدن به اهداف مورد نظر در این تحقیق از چینه‌نگاری سکانسی و نقشه‌های هم ضخامت بازه زمانی پرمین تا الیگوسن با استفاده از داده‌های موجود در شرکت ملی نفت ایران استفاده شده است.

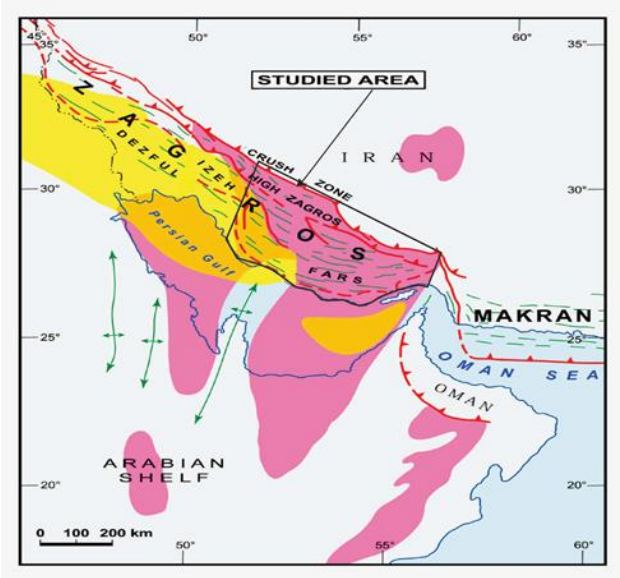


شکل ۲. تکامل زمین‌ساختی-چینه‌شناسی زاگرس [۴۴]. پرکامبرین پسین تا پالئوزوئیک پیشین: نهشته شدن مجموعه هرمز و توالی پالئوزوئیک در سکوی کربناته صفحه عربی. ژوراسیک بالایی: شمال کمربند زاگرس چین‌خورده، آغازحادثه بازشدگی تتیس‌نو، شروع راندگی احتمالی یافت شده در زمان کرتاسه پیشین. کرتاسه میانی: نهشته شدن رسوبات ضخیم سکوی کربناته. کرتاسه پسین: فرارانش افیولیت بالای سکوی کربناته عربی، دوره‌ای از نابرجایی زمین‌ساختی پسین در طول زمان ائوسن. ائوسن- الیگوسن: برخورد قاره‌ای در شمال دماغه صفحه عربی و شروع بسته شدن تتیس‌نو و آغاز شکل یافتن زاگرس چین‌خورده. میوسن- پلیوسن: بسته شدن کامل تتیس‌نو، برخورد صفحه عربی به صفحهٔ ایران و شکل یافتن نهایی زاگرس چین‌خورده. زمان حاضر: در حال مهاجرت از پیش خشکی است که ترکیب جدید نهشته‌ها در خلیج فارس از نوع رسوبات مولاس در زاگرس است. این حوضه تکامل و تغییر شکل یافته از رسوبات عهد حاضر تولید شده‌اند

۱. گنبدهای نمکی

گنبدهای نمکی جنوب ایران و اطراف بندرعباس از دیرباز مورد توجه و موضوع پژوهش‌های تعداد زیادی از پژوهش‌گران بوده است و از جنبه‌های گوناگونی بررسی شده‌اند. قدیمی‌ترین نوشتارها در مورد گنبدهای نمکی جنوب ایران به (Nicaise, 1851) برمی‌گردد که در آن Nicaise گزارشی از ردیف سنگ‌های در برگیرندهٔ نمک در جنوب ایران ارائه می‌دهد و نام مجموعه نمکی هرمز را به‌کار می‌برد [۵۰]. به‌طورکلی از ۲۰۰ گنبد نمکی گزارش شده در زاگرس

حدود ۱۱۵ گنبد نمود سطحی دارد که از این تعداد ۱۱۰ گنبد در منطقهٔ بندرعباس تا سروستان قرار دارد و منطقه مثلثی شکلی را بین پهنهٔ چین‌خورده-گسلیده (در شمال‌خاوری) و نصف‌النهار ۵۴ درجهٔ خاوری (در باختر) فرا می‌گیرد [۶]، [۱۶]، [۱۷]، [۲۲]، [۲۸]، [۳۵]، [۳۶]، [۶۴]. نام مجموعهٔ هرمز برگرفته شده از جزیرهٔ هرمز ایران است و متشکل از آمیزهٔ رنگین نمک در بردارندهٔ انیدریت، ژیپس، بلوک‌های دولومیت، شیل، سیلتستون‌های قرمز، ماسه‌سنگ، سنگ‌های دگرگونی و آتشفشانی است [۶]، [۳۶]، [۴۱]، [۵۲]. این مجموعه در حوضه‌ای تبخیری در طول پرکامبرین پسین و کامبرین پیشین (مطیعی،۲۰۰۱) در گسترهٔ زاگرس خاوری، خلیج‌فارس، عمان، قطر، پاکستان و شمال باختری هند نهشته شده است [۱۶]، [۳۲]، [۳۴]، [۶۱]، [۶۴]. ضخامت این مجموعه بسیار مورد بحث است و نظرات مختلفی در مورد آن وجود دارد. بر پایهٔ نظر پژوهش‌گران مختلف ستبرای آن ۱۰۰۰ متر (Kent, 1979)، ۹۰۰-۱۵۰۰متر (Player, 1969)، ۱۵۰۰متر (Huber, 1975) و ۲۰۰۰-۴۰۰۰ متر (Verrull, 1978) گزارش شده است. نهشته‌های این حوضهٔ رسوبی در گسترهٔ فارس و خاور زاگرس با رسوباتی به‌ضخامت ۷ تا ۹ کیلومتر پوشیده شده است [۵۹] (شکل ۳).

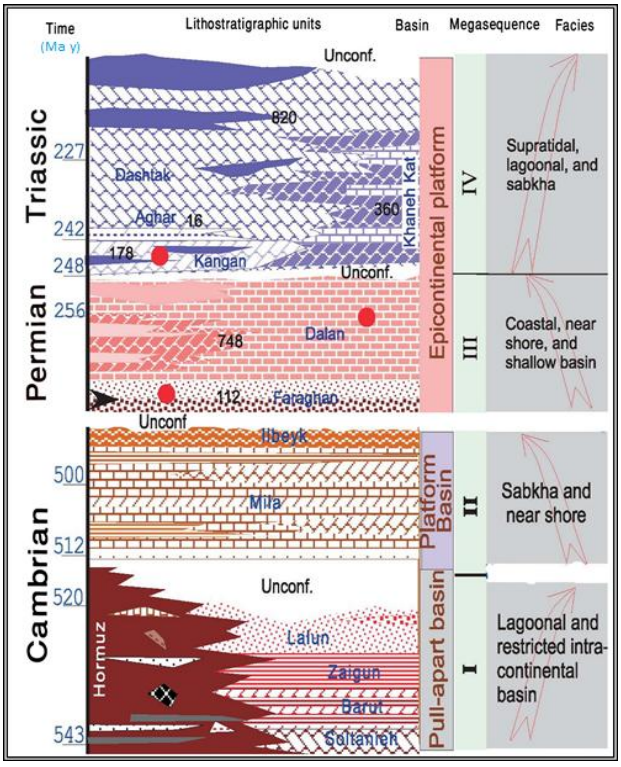


شکل ۳. موقعیت گستره بررسی شده در کمربند چین‌خورده رورانده زاگرس و توزیع نهشته‌های نمکی عمده شامل نمک هرمز به سن پروتروزوییک پسین تا کامبرین پیشین (واحد تبخیری که به‌رنگ صورتی نشان داده شده است) و نمک نئوژن یا گروه فارس پایینی (با رنگ زرد در نقشه). در چندین حوضهٔ کافتی به‌سوی جنوب در ناحیه خلیج‌فارس و هم‌چنین در ناحیهٔ عمان، ایران مرکزی، پاکستان و شمال باختر هند نشان داده شده است. نقشه بر گرفته از (شرکتی و همکاران، ۲۰۰۵) که با استفاده از داده‌های دیگران [۹]، [۱۶]، [۳۴]، [۳۹]، [۶۱] تهیه شده است

۲. تحولات محیط رسوبی در گسترهٔ بررسی شده برپایهٔ چینه‌نگاری سکانسی

ردیف رسوبات شناخته شده در نواحی فارس و خلیج فارس از پرکامبرین تا کنگلومرای بختیاری را در برمی‌گیرد که در ناحیهٔ شمال بندرعباس بیش‌ترین ضخامت و در محدودهٔ میدان‌های پارس‌جنوبی و هامون کم‌ترین ضخامت را شامل می‌شود [۶۶]. برای ثبت مرحله به مرحلهٔ تکامل تاریخچه رسوب‌گذاری هم‌زمان با فعالیت‌های زمین‌ساختی و بالاآمدگی گنبدهای نمکی در این ناحیه از روش چینه‌نگاری سکانسی استفاده شده است. در بازه‌های زمانی گوناگون در حوضه‌ای رسوبی با فعالیت‌های زمین‌ساختی، شاهد تغییرات ضخامتی و رخساره‌ای شدیدی هستیم [۵۱]. باغبانی

(۱۳۸۲) به‌منظور آشکارسازی رویدادهای زمین‌ساختی ناحیهٔ فارس، تحولات جغرافیای گذشته ناحیه را با توجه به اطلاعات موجود، از پرمین تا میوسن بررسی کرده است. در بررسی تحولات جغرافیایی گذشته ناحیه، تحولات نهشت‌کانون[1] و توزیع رخساره‌ای حوضه اساس کار بوده است. ناحیهٔ فارس به‌دلیل داشتن شرایط پلتفرمی به‌ویژه در مزوزوییک دارای بیش‌ترین ناپیوستگی‌ها در ردیف رسوبی زاگرس است. به‌منظور شناخت ناپیوستگی‌ها و تفکیک سکانس‌های بین آن‌ها در مقیاس ناحیه‌ای شش نگاره کرونواستراتیگرافی عمود به روند زاگرس به‌ترتیب از جنوب‌باختر به‌سمت شمال‌خاور در این ناحیه ترسیم شده است. تعداد ۱۱ ناپیوستگی بزرگ و هم‌چنین ۱۴ ناپیوستگی کوچک‌تر و ۱۰ سکانس بین آن‌ها تشخیص داده شده‌اند که به‌دلیل کمبود اطلاعات از چهار سکانس ابتدائی، از بحث در مورد این سکانس‌ها خودداری می‌کنیم (شکل‌های ۴ و ۵).



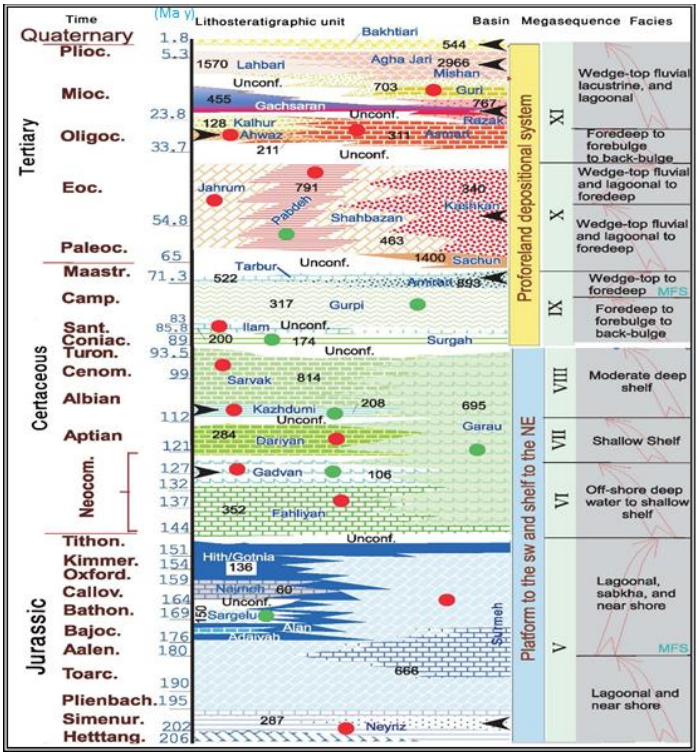
شکل۴. سکانس‌های رسوبی یک تا چهار حوضهٔ رسوبی ناحیهٔ فارس بر اساس نقشه‌های هم‌ضخامت [۸]

۳. تحولات حوضهٔ رسوبی در ارتباط با گنبدهای نمکی

پس از بررسی سکانس‌ها به‌همراه ناپیوستگی‌های مهم گسترهٔ مورد نظر در بازه‌های زمانی پرمین پسین تا میوسن و بررسی تحولات حوضهٔ رسوبی بر اساس منحنی‌های هم‌ضخامت، می‌توان به بررسی تعامل بین گنبدهای نمکی و تحول حوضهٔ رسوبی این بخش از زاگرس چین‌خورده براساس همین داده‌ها پرداخت. به‌دلیل کمبود اطلاعات واحدهای چینه‌ای قدیمی‌تـر از پرمین پسین در مقاطع چینه‌شناسی سطح الارضی و تحت‌الارضی که ناشی از رخنمون محدود سازندهای قدیمی‌تر از پرمین پسین است و به‌دلیل قدرت تفکیک اندک ناشی از تراکم کم داده‌ها و امکان بروز خطا در تصویر نهایی از ترسیم نقشه‌های مربوط به واحدهای چینه‌ای یاد شده صرف‌نظر شده است و نقشه‌های هم‌ضخامت مربوط به واحدهای چینه‌ای پس از پرمین پسین تفسیر شده‌اند. بر همین اساس داده‌های مربوط به نقشه‌های هم‌ضخامت ابتدا در

1. Depocenter

نرم‌افزار Arc Map به‌روزرسانی و پس از استخراج ارتفاع خطوط هم‌تراز و موقعیت گنبدهای نمکی این گستره در نرم افزار Surfer به‌صورت دوبعدی و سه‌بعدی نشان داده شده، در بازه‌های زمانی مختلف ترسیم و سپس تفسیر شده‌اند.



شکل۵. سکانس‌های رسوبی پنج تا چهارده حوضهٔ رسوبی ناحیهٔ فارس بر اساس نقشه‌های هم‌ضخامت [۸]

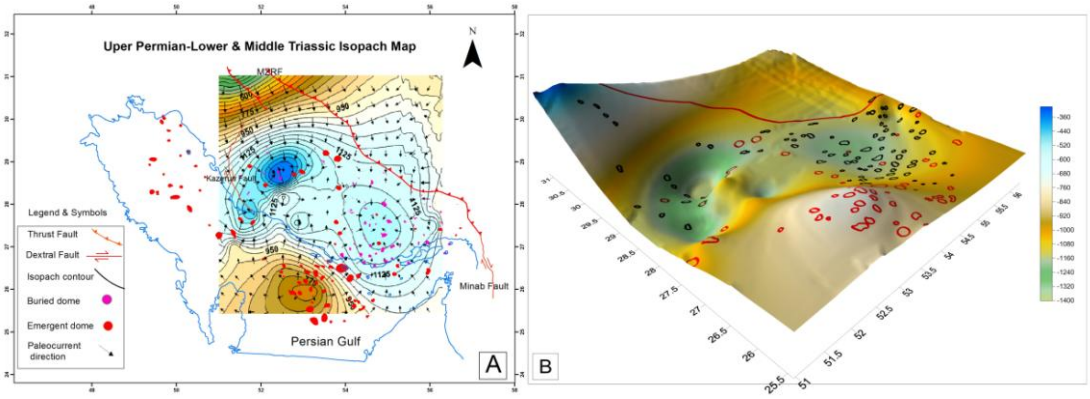
پرمین پسین-تریاس زیرین و میانی

در طول پرمین پسین تا تریاس زیرین و میانی اقیانوس تتیس‌نو به‌عنوان پیش‌درآمد فاز زمین‌ساختی سیمرین پیشین آغاز به باز شدن کرده است [۶۰]. با توجه به نقشه‌های هم‌ضخامت (شکل۶)، هندسهٔ حوضه و الگوی رسوب‌گذاری متغیر است. در طول این زمان قبل از رسوب‌گذاری (شکل۶ ، A´-A) مرکز انباشت رسوب و نهشت‌کانون حوضه در حاشیهٔ گنبدهای نمکی بر اساس خطوط مرکز انباشت دارای حداکثر میزان است. پس از رسوب‌گذاری (شکل۶ ،B´-B) نیز بیش‌ترین انباشت رسوب را در حاشیهٔ این گنبدها می‌توان مشاهده کرد. بنابراین گنبدهای نمکی در این زمان پویا بوده است و با حرکت خود که به باز شدن تتیس‌نو پیش از فاز کوه‌زایی سیمرین پیشین نسبت داده شده باعث انباشت رسوب در حاشیهٔ این گنبدها شده است [۸].

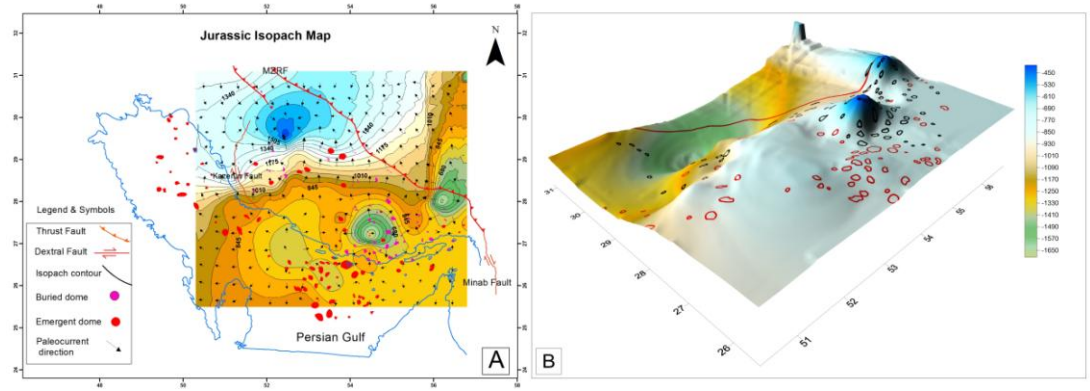
ژوراسیک

در نظر گرفتن گنبدهای نمکی گسترهٔ بررسی شده و بررسی نقشه‌های هم‌ضخامت این بازه زمانی نشان می‌دهد که نهشت‌کانون در امتداد یک روند شمال‌باختری قرار دارد (شکل ۷) که به‌واسطه آرایش شمالی‌جنوبی و فشرده شدن خطوط هم‌تراز قبل و بعد از رسوب‌گذاری مشخص می‌شود. این نهشت‌کانون انطباقی با گنبدهای نمکی ندارد به‌عبارت

دیگر در این بازهٔ زمانی خطوط هم‌تراز و مرکز انباشت رسوب چه قبل و چه بعد از رسوب‌گذاری ارتباطی به گنبدهای نمکی ندارد و یک دورهٔ آرامش و مدفون‌شدگی برای این گنبدها در این بازه می‌توان در نظر گرفت [۵۹].



شکل ۶. A) نقشهٔ هم‌ضخامت تهیه شده بر اساس خطوط میزان پرمین پسین-تریاس پیشین و میانی، B) تصویر سه بعدی این بازه زمانی قبل از رسوب‌گذاری



شکل ۷. A) نقشه هم‌ضخامت تهیه شده بر اساس خطوط میزان بازهٔ زمانی ژوراسیک، B) تصویر سه‌بعدی این بازهٔ زمانی قبل از رسوب‌گذاری

کرتاسه

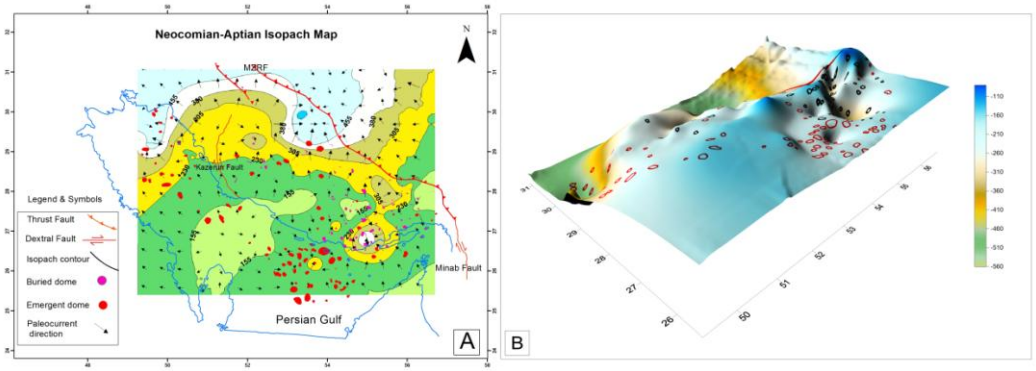
با توجه به رویدادهای مهم زاگرس به‌خصوص آغاز بسته شدن تتیس‌نو در این بازهٔ زمانی و با در دست داشتن داده‌های کامل، این بازهٔ زمانی با جزئیات بیش‌تری بررسی می‌شود.

نئوکومین-آپتین

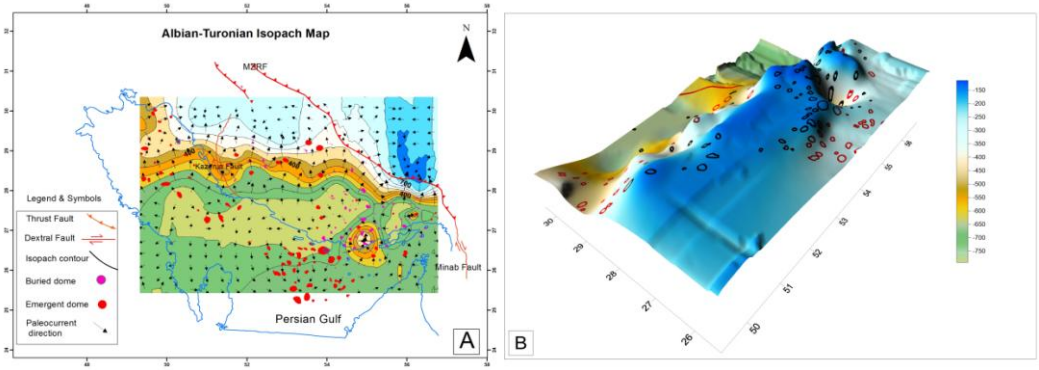
نقشهٔ هم‌ضخامت این بازهٔ زمانی در گسترهٔ بررسی شده و در ایالت زمین‌شناسی فارس به‌همراه گنبدهای نمکی این گستره در شکل ۸ نشان داده شده است. براساس این اطلاعات نهشت‌کانون با روند شمال‌باختری- جنوب‌خاوری گسترده شده است و به‌سمت جنوب و حاشیهٔ گنبدها چه قبل (شکل ۸، A´-A) و چه بعد از رسوب‌گذاری (شکل ۸، B´-B) کاسته می‌شود. در نقشه هم‌ضخامت با در نظر گرفتن موقعیت گنبدهای نمکی، نهشت‌کانون به‌واسطه گنبدهای نمکی کنترل نشده است و این نهشت‌کانون در روند شمال‌باختری-جنوب‌خاوری روندی کلی را نشان می‌دهد.

آلبین-تورونین

در این بازهٔ زمانی نیز نهشت‌کانون در روند شمال‌باختری-جنوب‌خاوری گسترش دارد و الگوی پراکنش منحنی‌های هم‌تراز قبل و بعد از رسوب‌گذاری مانند بازهٔ زمانی نئوکومین-آپتین است (شکل ۹). به‌نظر می‌رسد در این دو بازهٔ زمانی گنبدهای نمکی این گستره در حالتی پایدار است و تغییر محسوسی در الگوی گسترش رسوبات ایجاد نکرده‌اند.



شکل ۸. A) نقشهٔ هم‌ضخامت تهیه شده بر اساس خطوط میزان بازه زمانی نئوکومین-آپتین، B) تصویر سه‌بعدی این بازهٔ زمانی قبل از رسوب‌گذاری



شکل ۹. A) نقشهٔ هم‌ضخامت تهیه شده بر اساس خطوط میزان بازهٔ زمانی آلبین-تورونین، B) تصویر سه‌بعدی این بازه زمانی قبل از رسوب‌گذاری

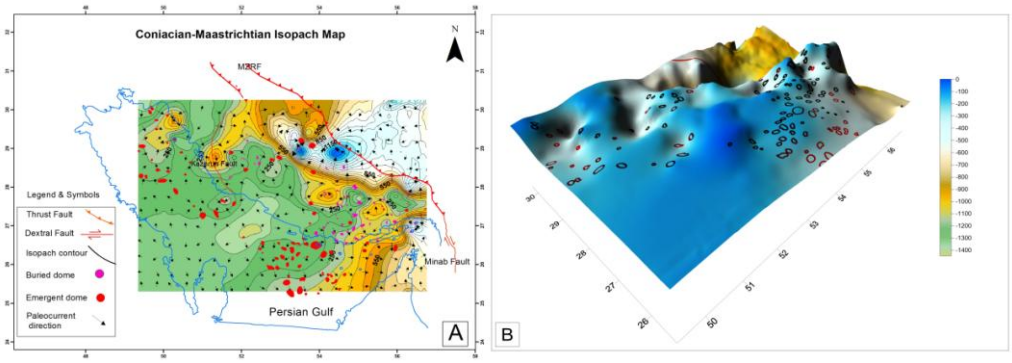
کنیاسین- مایستریشتین

در این بازهٔ زمانی با توجه به آغاز وقایع مهم در تاریخ زمین‌شناسی این گستره و شروع بسته شدن اقیانوس تتیس‌نو تحت تأثیر فاز زمین‌ساختی لارامید، از نظر ساختمانی شاهد یک فاز فشارشی در این گستره هستیم که سبب تغییرات اساسی در حوضهٔ رسوبی شده است [۸]. با توجه به پراکنش منحنی‌های میزان که در شکل ۱۰ نمایش داده شده است شاهد نهشت‌کانون متعدد در گسترهٔ بررسی شده هستیم اما مرکز غالب انباشت رسوب در امتداد شمال‌باختری جنوب‌خاوری متمرکز شده است. قبل از رسوب‌گذاری (شکل ۱۰، A´-A) مرکز انباشت‌هایی نیز در حاشیه گنبدها دیده می‌شود که پس از رسوب‌گذاری نیز بیش‌ترین مقدار رسوب‌گذاری علاوه بر نهشت‌کانون که در امتداد شمال‌باختری

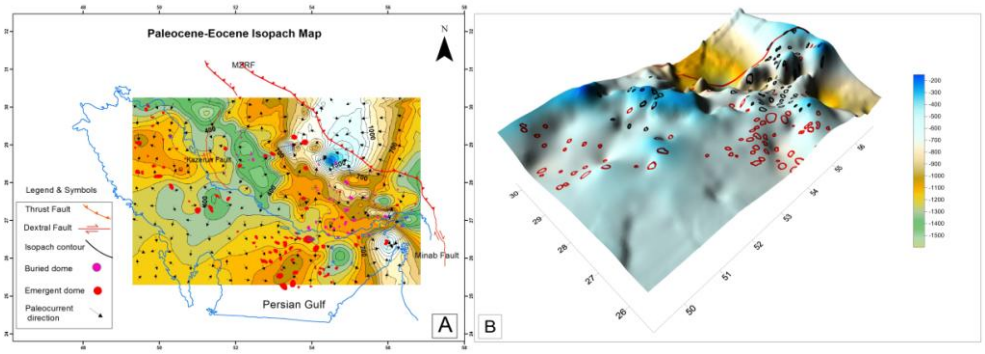
جنوب‌خاوری است در حاشیهٔ گنبدها به‌خصوص در بخش‌های جنوبی دیده می‌شود. این تغییرات در حوضهٔ رسوبی نشان از آغاز فعالیت گنبدها پس از یک دوره آرامش است (شکل ۱۰، B´-B).

پالئوسن- ائوسن

شرایط حاشیهٔ فعال قاره‌ای در حوضهٔ زاگرس که در کرتاسه پسین با آغاز بسته شدن اقیانوس تتیس‌نو آغاز شده بود در طی بازهٔ زمانی پالئوسن- ائوسن نیز تداوم داشته است [۸]. بررسی نقشه‌های هم‌ضخامت بر اساس منحنی‌های میزان در ایالت زمین‌شناسی فارس نشان‌دهندهٔ یک نهشت‌کانون با روند شمال‌باختری- جنوب‌خاوری است (شکل۱۱). بررسی جزئی منحنی‌های میزان این بازهٔ زمانی براساس تصاویر سه‌بعدی قبل از رسوب‌گذاری (شکل۱۱، A´-A) نشان می‌دهد که نهشت‌کانون‌های فرعی‌تر در حاشیهٔ گنبدهای نمکی شکل گرفته است و پس از رسوب‌گذاری با ته‌نشست رسوبات با ضخامت بیش‌تر مشخص می‌شود (شکل ۱۱، B´-B). مقایسهٔ تغییرات حوضهٔ رسوبی در حاشیهٔ گنبدهای نمکی با کرتاسه پسین، نشان‌دهندهٔ تغییرات بیش‌تر و متأثر بودن بیش‌تر حوضهٔ رسوبی از حرکت گنبدهای نمکی در این بازهٔ زمانی است. به‌نظر می‌رسد در طول پالئوسن تا ائوسن تحت تأثیر فاز فشارشی ناشی از حرکات زمین‌ساختی آلپین حرکت گنبدهای نمکی شدت بیش‌تری گرفته و به اوج خود رسیده است و باعث تغییر حوضهٔ رسوبی در حاشیهٔ این گنبدها شده است.



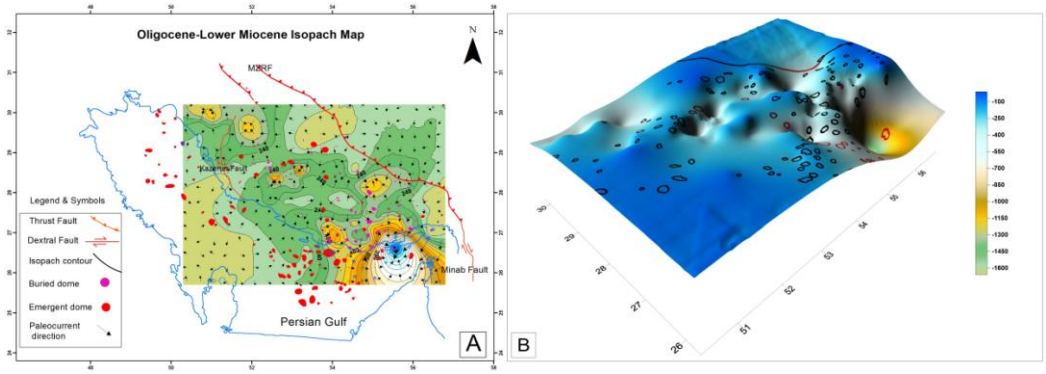
شکل ۱۰. A) نقشهٔ هم‌ضخامت تهیه شده بر اساس خطوط میزان بازه زمانی کنیاسین- مایستریشتین، B) تصویر سه‌بعدی این بازهٔ زمانی قبل از رسوب‌گذاری



شکل ۱۱. A) نقشهٔ هم‌ضخامت تهیه شده بر اساس خطوط میزان بازهٔ زمانی پالئوسن-ائوسن، B) تصویر سه‌بعدی این بازه زمانی قبل از رسوب‌گذاری

الیگو- میوسن پیشین

در طول بازهٔ الیگوسن نیز حاشیهٔ فعال قاره‌ای زاگرس تداوم داشته و نهشت‌کانون آن کم و بیش با همان الگوی حوضه درائوسن پسین مطابقت دارد [۵۵]. در اوایل میوسن چین‌خوردگی زاگرس آغاز می‌شود که این چین‌خوردگی سبب تغییر حوضهٔ رسوبی شده است [۸]. بررسی نقشه‌های هم‌ضخامت این بازهٔ زمانی نشان می‌دهد که نهشت‌کانون به بخش‌های شمال‌خاوری منتقل شده است (شکل ۱۲). بررسی منحنی‌های هم‌تراز این بازهٔ زمانی در حاشیهٔ گنبدها، نشان‌دهندهٔ ایجاد نهشت‌کانون در حاشیهٔ گنبدهای جنوب و جنوب‌خاوری گسترهٔ مورد نظر، قبل از رسوب‌گذاری است (شکل ۱۲، A´-A) که پس از رسوب‌گذاری نیز با افزایش ضخامت رسوب در حاشیهٔ این گنبدها مشخص می‌شود (شکل ۱۲، B´-B). اما در مقایسه با بازهٔ زمانی پالئوسن -ائوسن، در این بازه زمانی فعالیت گنبدها کم‌تر و محدود به گنبدهای جنوب‌باختری گسترهٔ مورد نظر می‌شود.



شکل ۱۲. A) نقشهٔ هم‌ضخامت تهیه شده بر اساس خطوط میزان بازهٔ زمانی الیگوسن-میوسن پیشین، B). تصویر سه‌بعدی این بازهٔ زمانی قبل از رسوب‌گذاری

بحث

بررسی گوناگونی‌های مکانی و زمانی ضخامت و تحلیل نقشه‌های هم‌ضخامت واحدهای سنگی گوناگون در بخش فارس از کمربند چین و راندگی زاگرس، الگوی گسترش رسوبات و تغییرات زمین‌ساختی-رسوبی حوضه را از پرمین تا میوسن نشان می‌دهد. این تغییرات شامل این موارد است:

۱. افزایش ضخامت سکانس‌های هر مرحله به طرف حاشیهٔ گنبدها در هر دوره رسوب‌گذاری.

۲. افزایش ضخامت طبقات غالب آهکی با ریزرخساره نشان‌گر حوضهٔ عمیق به‌طرف حاشیه گنبدها.

۳. تغییرات فونا به‌طرف حاشیهٔ گنبدها.

شواهد نشان می‌دهد که برخی دیاپیرهای زاگرس مانند دیاپیر نمکی دادنجان، در زمان پیش از چین‌خوردگی زاگرس با سازوکار فروسازش خیزش کرده‌اند. فروسازش یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین سازوکارهای خیزش نمک و دیاپیرهای نمکی در حوضه‌های تبخیری جهان است [۲]. فروسازش مستلزم خیزش نمک در حالتی است که حجم زیادی از رسوبات به‌طور پیوسته در ناودیس حاشیه‌ای هم‌سایه دیاپیر تجمع می‌یابد. این انباشتگی رسوب سبب می‌شود که نمک به‌طور پیوسته نسبت به چینه‌های پیرامون خیزش کند و این در حالی است که سطح دیاپیر در حال رشد،

نزدیک به سطح زمین (به‌طور عمومی بستر حوضهٔ رسوبی) باقی‌می‌ماند [۲]. به این ترتیب ما دلیل افزایش ستبرای برخی واحدهای سنگی در پیرامون دیاپیرهای گستره بررسی شده را فرایند فروسازش تفسیر می‌کنیم.

نقشه‌های هم‌ضخامت ترکیب شده با محیط های رسوب‌گذاری نشان‌دهندهٔ تغییرات از شمال‌باختر به جنوب‌خاور است. ترکیب تغییرات ضخامت با تطابق اصول چینه‌نگاری سکانسی نشان‌دهندهٔ این موارد است:

در کل بررسی چینه‌شناسی توالی‌ها ترکیب شده با نقشه‌های هم‌ضخامت و چینه‌نگاری سکانسی گسترهٔ مورد نظر نشان‌دهنده افزایش ضخامت رخساره های پیش‌رونده (TST) در حاشیهٔ گنبدها، افزایش عمق سطح پیش‌روی (mfs) در حاشیهٔ گنبدها و الگوی رسوب‌گذاری پیچیده در هر دورهٔ زمانی از پرمین پسین تا میوسن است. عمیق‌شدگی توالی‌های رسوبی در دوره‌های فعالیت این گنبدها به‌طرف گنبدهای نمکی نشان‌دهندهٔ متأثر بودن حوضهٔ رسوبی این گستره از بالاآمدگی گنبدها است. الگوی پراکنش رسوبات در فاصلهٔ دورتر از گنبد یک‌نواخت است و تأثیر محلی گنبدها را نشان است.

نتیجه‌گیری

مجموعه پژوهش‌ای انجام گرفته روی گنبدهای نمکی محصور بین گسل کازرون و میناب و نهشته‌های پیرامونی آن‌ها متعلق به بازهٔ زمانی پرمین پسین تا میوسن با استفاده از برش‌های سطحی و برش‌های زیرسطحی که به‌صورت منحنی‌های هم‌تراز و نقشه‌های هم‌ضخامت استفاده شده است بیان‌گر تشکیل نهشت‌کانون در روند شمال‌باختری-جنوب‌خاوری در ناحیهٔ بررسی شده است که در طول میوسن به بخش‌های جنوب‌خاوری منتقل می‌شود. تاریخچهٔ رسوب‌گذاری منطقهٔ بررسی شده براساس پژوهش‌های چینه‌نگاری سکانسی چهار مرحله حوضهٔ فلات قاره (پرمین پسین تا کرتاسه زیرین) حوضهٔ پیش‌بوم (کامپانین تا مایستریشتین)، ادامه حوضهٔ پیش‌بوم (پالئوسن- ائوسن) و سکوی کربناته (الیگوسن تا میوسن پیشین) در گسترهٔ بررسی شده را نشان می‌دهد. علاوه بر آن تغییرات ناشی از فعالیت گنبدهای نمکی در بازهٔ زمانی پرمین پسین تا میوسن در این گستره نشان می‌دهد که اولین نشانه‌های حرکت گنبدهای نمکی در نهشته‌های زمان پرموتریاس هم‌زمان با باز شدن اقیانوس تتیس‌نو دیده می‌شود. در طول بازهٔ زمانی تریاس پسین تا کرتاسه زیرین گنبدهای نمکی گسترهٔ بررسی شده مدفون بوده‌اند و فعالیت محسوسی که باعث تغییر سیستم‌های رسوبی این بازه زمانی شود، مشاهده نمی‌شود. دومین مرحلهٔ عمده حرکت گنبدهای نمکی در طول کرتاسه بالایی هم‌زمان با توسعهٔ حوضهٔ پیش‌بوم آغاز شده است و در نهایت اوج فعالیت گنبدهای نمکی گسترهٔ بررسی شده و تأثیر آن‌ها روی سیستم‌های رسوبی در بازهٔ زمانی پالئوسن-ائوسن هم‌زمان با گسترش حوضهٔ پیش‌بوم روی داده است و در طول بازهٔ زمانی الیگوسن تا میوسن گنبدهای نمکی گسترهٔ مورد نظر به‌خصوص در بخش‌های جنوب‌خاوری فعال بوده‌اند.

سپاسگزاری

از آقای دکتر عباس بحرودی به‌دلیل در اختیار قرار دادن اطلاعات پایه سپاس‌گزاری می‌کنیم.

منابع

۱. باغبانی د.، بررسی تحولات جغرافیایی گذشته و ارزیابی توان هیدروکربوری افق دهرم در ناحیه فارس و جنوب خاور خلیج‌فارس و تعیین محدوده بلندای قدیمی فارس، شرکت ملی نفت ایران (مدیریت اکتشاف)، جلد اول (۱۳۸۲).

۲. حسن‌پور ج.، علوی ا.، جهانی س.، قاسمی م.ر.، دیاپیر نمکی دادنجان: شواهد فعالیت پیش از کوهزایی، سازوکار خیزش و اثرات بعدی بر تغییرات هندسی ساختارهای همسایه (جنوب باختر شیراز، ایران). فصلنامهٔ علوم زمین، بهار ۹۴ (زمین‌ساخت)، سال بیست‌وچهارم، شمارهٔ ۹۵ (۱۳۹۴) ۱۰۱-۱۱۴.

۳. مطیعی ه.، چینه‌شناسی زاگرس، کتاب زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی واکتشافات معدنی کشور (۱۳۷۲).

۴. معتمدی ح.، تحلیل ساختاری در بخشی از پهنه فارس داخلی-فارس ساحلی از جنوب خنج تا بندر چیرو، ۱۳۸ص، رساله دکترا (۱۳۸۶).

5. Agard P., Omrani J., Jolivet L., Mouthereau F., "Convergence history across Zagros [Iran]: Constraints from collisional an earlier deformation", Int. J. Earth Sci., 94 (2005) 401-419.

6. Ala M.A., "Salt diapirism in southern Iran", Am. Ass. Petrol. Geol. Bull. 58 (1974) 758-770.

7. Alavi M., "Tectonics of the Zagros Orogenic Belt of Iran: New Data and Interpretation",Tectonophys. 229 (1994) 211-238.

8. Alavi M., "Regional Stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution", Am. J. Sci. 304 (2004)1- 20.

9. Al-Husseini M.I., "Origin of the Arabian Plate Structures: Amar collision and Najd rift", GeoArabia 5 (2000) 527-542.

10. Apak S.N., Moors H.T., "Basin development and petroleum exploration potential of the Lennis area, Officer Basin", Western Australia: Geological Society of Western Australia Report 77 (1996) 1-32.

11. Berberian M., King G.C.P., "Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran", Can. J. Earth Beydoun, Z.R., 1991. Arabian plate hydrocarbon geology and potential- a plate tectonic approach. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 33, p. 77.Sci. 18 (1981) 210- 265.

12. Bolz H., "The paleogeographic evolution during the Cretaceous in the operating area with special emphasis on the Bangestan Group", NIOC, Tehran (1985).

13. Bordenave M.L., "Zagros domain of Iran holds exploration", EOR opportunities, Oil and Gas Journal, 8 (2000) 36-38.

14. Bordenave M.L., Hegre J.A., "The influenceof tectonics on the entrapment of oil in the Dezfulembayment", Zagros fold belt, Iran. Journal of PetroleumGeology, 28 (2005) 339-368.

15. Colman-Sadd S.P., "Fold development in Zagros simply foilded belt", Southwest Iran American Association of Petroleum Geologists, V.62, No.6 (1978) 984-1003.

16. Edgell H.S., "Salt Tectonics in the Persian Gulf basin. In: Alsop", G.L., D.L. Blundell, I. Davison, [Eds], Salt Tectonics, Geol. Soc. London Spec. Pub. 100 (1996) 129-151.
17. Eliassi J., Sobhani A.E., Behzad A., Moinvaziri H., Meisami A., "Geology of Hormuz Island", (1977).
18. Falcon N.L., "Major earth-flexuring in the Zagros Mountains of southwest Iran", Quarterly Journal of the Geological Society of London, 117(4) (1961) 167-376.
19. Falcon N.L., "Th e geology of the northeast margin of the Arabian Basement shield", Advanc. Sci. 24 (1967) 1-12.
20. Falcon N.L., "Problems of the relationship between surface structure and deep displacements illustration by the Zagros Range, in Kent", P.E., Sauerthwaite, G.E., and Spencer, A.M., editors, Time and Place in Orogeny: London, Geological Society Special Publication, v. 3 (1969) 9-22.
21. Falcon N., "Southern Iran: Zagros Mountains, In A. Spencer [Editor], Mesozoic-Cenozoic Orogenic belts", Geol. Soc. London, Spec. Pub. 4 (1974) 199-211.
22. Gansser A., "The enigma of the Persian dome inclusions. Eclogae Geologica Helveticae", 85 (1992) 825-846.
23. Ge H., Jackson M.P.A., Vendeville B.C., "Kinematicsand dynamics of salt tectonics driven by progradation: AAPG Bulletin", v. 81 (1997) 398-423.
24. Glennie K.W., "Cretaceous tectonic evolution of Arabia's eastern plate margin: a tale of two oceans. In: ALSHARHAN", A.S. & SCOTT, R.W. [eds] Middle East Models of Jurassic/Cretaceous Carbonate Systems. SEPM Special Publications, 69 (2000) 9-20.
25. Glennie K.W., "The age of the Hawasina and other problems of Oman Mountains Geology: Discussion", Journal of Petroleum Geology, 24 (2001) 477-484.
26. Gray K.W., "A tectonic window in southwestern Iran", Journal of the Geological Society, London, 106 (1950) b461-464.
27. Hall B.A., "Slump folds and the determination of paleoslope", Geological Society of America, Abstracts with Programs, 5 (1973).
28. Harrison J.V., "Th e geology of some salt diapirs in Laristan", Quar. Jour. Geol. Soc. London 86 (1930) 463-522.
29. Harrison H., "Salt domes in Persia. J. Inst. Petrol", Technologists 17 [91] (1931) 300-320, 9 figs.
30. Haynes S.J., McQuillan H., "Evolution of the Zagros suture zone, Southern Iran", Geol. Soc. Am. Bull. 85 (1974) 739-744.

31. Homke S., Verges J., Garces G., Emamia H., Karpuzc R., "Magnetostratigraphy of Miocene-Pliocene Zagros foreland deposits in the front of the Push-e Kush Arc [Lurestan Province", Iran], Earth Planet. Sci. Lett., 225 (2004) 397-410.

32. Huber H., "Geological map of Iran 1:1000, 000 scale NIOC, Exploration and Production (1975).

33. Husseini M.I., "The Arabian Infracambriam extentional system", Tectonophysics, 148 (2000) 93-103.

34. James G.A., Wynd J.G., "Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area", Am. Ass. Petrol. Geol. Bull. 49 (1965) 2182-2245.

35. Jeroen M.P., Filbrandt J.B., Grotzinger J.P., Newall M.J., Shuster M.W., Al-Siyabi A., "Surface-piercing salt domes of interior North Oman, and their signifi cance for the Ara carbonate ‘stringer’hydrocarbon play: GeoArabia", v.8, no. 2, 231-270. Journal of Petroleum Geology 27 (2003) 163-178.

36. Kent P.E., "Recent studies of south Persian salt diapirs: Am", Ass. Petrol. Geol. Bull. 42 (1958) 2951-2972.

37. Kent P.E., "Th e emergent Hormuz salt diapirs of southern Iran", J. Petrol. Geol. 2 (1979) 117-144.

38. Khalili M., "The biostratigraphic synthesis of the Bangestan Group in southwest Iran", NIOC Report, 1219 (1976).

39. Kheradpir A., "Stratigraphy of the Khami Group in southwest Iran. NIOC Report", 1235 (1975).

40. Konert G., Afi fi A.M., Al-Hajri S.A., De Groot K., Al Naim A.A., Droste H.J., "Palaeozoic stratigraphy and hydrocarbon habitat of the Arabian plate. In Downey", M.W., Th reet, J. C., and Morgan, W. A. [Ed], Petroleum provinces of the twenty-fi rst century. Am. Ass. Petrol. Geol. Memoir, 74 (2001) 483-515.

41. Koop W.J., Stoneley R., "Subsidence history of the Middle East Zagros Basin", Permian to Recent. Phil. Trans. R. Acad. Soc., London. A 305 (1982) 149-168.

42. Lee G.M., "Salt: Some depositional and Deformational Problems", Symposium on salt domes. J. Inst. Petrol. Tech. (1931) 259-280.

43. Letouzey J., Sherkati S., "Salt Movement, Tectonic Events, and Structural Style in the Central Zagros Fold and Th rust Belt [Iran], In Salt sediments interactions and hydrocarbon prospectivity", 24th Ann.GCSSEP Foundation, Bob F. Perkins research Conf (2004).

44. Magoon L.B., Dow W.G., "The petroleum system", in L. B. Magoon and W. G. Dow, eds., The petroleum system, From source to trap: AAPG Memoir 60 (1994) 3- 24.

45. Molinaro M., Guezou J.C., Leturmy P., Eshraghi S.A., Frizon de Lamotte D., "The origin of changes in structural style across the Bandar Abbas syntaxis, SE Zagros [Iran]", Marine Petrol. Geol., V. 21, 6 (2004) 735-752.

46. Morse D.G., "Siliciclastic reservoir rocks", in L. B Magoon and W.G. Dow, eds., The petroleum system, From source to trap: AAPG Memoir 60 (1994) 121-139.

47. Motiei H., "Stratigraphy of Zagros. Publi. Geol", Survey of Iran (in Farsi) (1993).

48. Motiei H., "Petroleum geology of Zagros", 1 and 2, Geol.Survey of Iran Publications (In Farsi) (1995).

49. Motiei H., "Simplified Table of rock unit in south west Iran (a map unpublished", KEPS Company) (2001).

50. Murris R.J., "Middle East: Stratigraphic evolution and oil habitat", Am. Ass. Petrol. Geol. Bull., 64 (1980) 597-618.

51. Nicaise, "Notices geologique sur quelque points visite par la ferate l'Artemise pendant son voyage autour du monde", B. Soc. Geol. Paris (1851).

52. Piryaei A.R. Reijmer J.J.G., Borgomano J., Van Buchem F.S.P., "Late cretaceous tectonic and sedimentary evolution of the Bandar Abbas Area", Fars region, southern Iran. Journal of Petroleum Geology, Vol. 34[2], April 2011 (2011) 1-24.

53. Player R.A., "Salt diapirs study", National Iranian Oil Company,Exploration Division, report NO. 1146, [unpublished] (1969).

54. Ricou L.E., "Le croissant ophiolitique periarabe: Une ceinture de nappes mises en place au Cretace superieur", Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn.,13 (1971) 327-350.

55. Rowan M.G., Lawton T.F., Giles K.A., Ratliff R.A.," Near-salt deformation in La Popa basin, Mexico, and the northern Gulf of Mexico: A general model for passive diapirism", Am. Ass. Petrol. Geol. Bull., 87, 5 (2003) 733-756.

56. Sans M., Koyi H., "Modeling the role of erosion in diapir development in contractional settings: GSA ", Memoir 193 (2001) 111-122.

57. Setudenia A., "Mesozoic sequence in south west Iran and adjacent area", J. Petr. Geol. (1978) 3-34.

58. Sharland P.R., Archer R., Casey D.M., Davis R.B., Hall S.H., Heward A.D., Horbury A.D., Simmons M.D., "Arabian plate sequence stratigraphy", GeoArabia, Special Publications, 2, 371 (2001).

59. Sherkati S., Letouzey J., Frizon de Lamotte D., "Th e Central Zagros fold-thrust belt [Iran]: New insights from seismic data, fi eld observation and sandbox modeling", Tectonics, 25, 4, doi:10:1029/2004TC001766 (2006).

60. Sherkati S., Molinaro M., Frizon de Lamotte, D., Letouzey J., "Detachment folding in the Central and eastern Zagros fold-belt [Iran]: salt mobility, multiple detachments and fi nal basement control", J Struct. Geol. 27 (2005) 1680-1696.

61. Sherkati S., Letouzey J., "Variation of structural style and basin evolution in the central Zagros [Izeh zone and Dezful Embayment], Iran", Marine Petrol. Geol., 21 (2004) 535-554.

62. Stocklin J., "Structural history and tectonics of Iran: A review. Am.", Ass. Petr. Geol Bull., 52 (1968) 1229-1258.

63. Stoneley R., "The geology of the Kuh-e-Dalneshin area of southern Iran, and its bearing on the evolution of southern Tethys", Journal of the Geological Society of London, v. 138 (1981) 509-526.

64. Szabo F., Kheradpir A., "Permian and Triassic stratigraphy, Zagros basin, south-west Iran", J. Petrol. Geol. 1 (1978) 57- 82.

65. Talbot C., Alavi J.M., "The past of a future syntaxis across the Zagros: in G.L. Alsop, D.L. Blundell, and I. DavisonDavison", eds., Salt Tectonics, Geol. Soc., London, Spec. Pub., 100 (1996) 129-151.

66. Van Buchem F.S.P., Baghbani D., et al., "Aptian organic-rich intra-shelf basin creation in the Dezful Embayment [Kazhdumi and Dariyan formations, SW Iran]", AAPG Annual Meeting, Houston, TX. Abstract (2006).

67. Van Buchem F.S.P., Letouzey J., et al., "The petroleum systems of the Dezful Embayment and Northern Fars [SW IRAN]", NIOC-IFP Joint Study Research Project 2000. Internal Report of Institut Franc¸ais du Pe´trole [IFP] (2001).

68. Verrall P., "The signifi cance of thickness variations in the Gachsaran formation", NIOC Exploration report 182 (1978).

69. Volozh Y., Talbot C.J., Ismail-Zadeh A., "Salt structures and hydrocarbons in the Precaspian basin: AAPG Bulletin", v. 87, no. 2 (2003) 313-334.

70. Yilmaz Y., "New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian region", Geol. Soc. Am., Bull., 105 (1993) 251-271.