چهل و دومین گردهمایی (همایش) ملی
علـوم زمیـــن
The 42nd National
Geosciences Congress
www.geoconf.ir

تطابق چینه شناسی سازند سروک در مقطع چینه شناسی الگو با میادین شمال غرب خلیج فارس

سولماز صادقی*۱، حسین هاشمی۲، بیژن بیرانوند۳

۱- دانشجوی دکتری گرایش چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
sadeghisolmaz6890@gmail.com

۲- دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران h.hashemi@khu.ac.ir

۳- استادیار، پژوهشکده علوم زمین، پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران biranvandb@ripi.ir

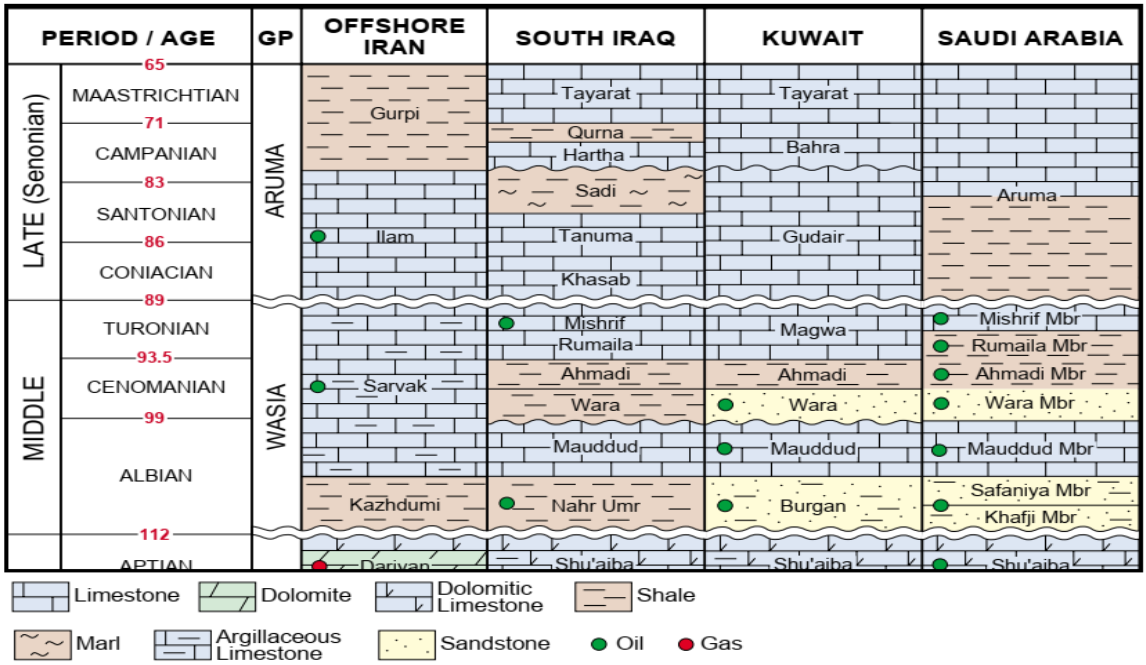
چکیده

سازند سروک (کرتاسه میانی) از مخازن مهم نفتی ایران و کشورهای عربی خلیج فارس به شمار می رود. با توجه به اهمیت این واحد سنگی در شمال غرب خلیج فارس، این سازند در میادین آرش و بهرگانسر و یک چاه از بخش جنوبی (چاه F در کویت) با برش جینه شناسی نمونه آن در تنگ سروک مقایسه شده است. ضخامت سازند سروک در برش نمونه ۸۲۱ متر است که به سمت میدان بهرگانسر از ستبرای آن کاسته شده و به سمت میادین آرش و چاه F ضخامت آن افزایش می یابد. این تغییر ضخامت که به عملکرد متفاوت بلوک ها در امتداد ارتفاع قدیمی بهرگانسر – نوروز در زمان بعد از سنومانین نسبت داده می شود نتیجه عدم رسوبگذاری و نیز فرسایش نهشته های قبلا تشکیل شده می‌باشد. سازند سروک در برش نمونه متشکل از سنگ‌آهک‌های خاکستری تیره تا قهوه‌ای روشن ضخیم لایه تا توده‌ای رودیست‌دار همراه با میان‌لایه‌هایی از شیل و آهک رسی همراه با محتوای فسیلی بیوزون های ۲۴، ۲۵ و ۲۶ است. اگرچه شرایط نسبتا مشابهی در میدان بهرگانسر وجود داشت اما به سمت جنوب منطقه (میدان آرش و چاهF) میزان رسوبات آواری افزایش یافته و محتوای فسیلی نشان دهنده وجود بیوزون های ۲۱، ۲۴ و ۲۵ می باشند. بنابراین، الگوی رسوب‌گذاری سازند سروک نشان‌دهنده یک حوضه وسیع با شرایط پلاتفرمی است که قسمت‌های عمیق حوضه (Open marine) در شمال منطقه مورد مطالعه (میدان بهرگانسر و تنگ سروک) قرار داشتند. به دلیل گسترش محدود رسوبات دلتایی که از سمت سپر عربی وارد ایران شدند، نهشته آهکی در بخش شمالی صفحه عربی (میادین بهرگانسر و تنگ سروک) جانشین رسوبات آواری شده و تفکیک رسوبات سروک به بخش های مختلف مشکل است.

واژه‌های کلیدی : سازند سروک، خلیج فارس، کرتاسه میانی، چینه شناسی، پلیت عربی

۱. مقدمه

سازند سروک به سن کرتاسه میانی یکی از مخازن مهم نفتی ایران و کشورهای عربی منطقه خلیج فارس است. در اواخر آلبین- اوایل سنومانین در اثر پیشروی دریا، رسوب‌گذاری نهشته‌های تخریبی، به ویژه ماسه‌های دلتایی که از فرسایش سپر عربستان سرچشمه می-گرفت به‌تدریج کاهش و خاتمه یافت و رسوبات کربناته، بخش مادود هم ردیف سازند مادود، روی این پلتفرم نهشته شدند. به دنبال این رسوب‌گذاری، در ادامه نهشته‌های تخریبی در فاصله زمانی کوتاهی سرتاسر خلیج‌فارس را فرا گرفتند که محیط‌های رسوبی دلتا و یا جلوی دلتایی (pro- delta) برای آن‌ها در نظر گرفته شده است (بخش احمدی معادل سازند احمدی، ختیا (Khatiyah) و یا شیلیف (Shiliaf) و بخش وارا (Wara) در کویت، عراق و عربستان). با گذشت زمان در اواخر سنومانین به علت عملکرد فاز ساب‌هرسینین قسمت‌های بالائی سازند سروک، به‌ویژه در نواحی شمال خلیج‌فارس، فروافتادگی دزفول و فارس فرسایش یافت (شکل ۱). با این حال در تورونین با پیشروی دریا و بالابودن نسبی سطح آب، شرایط مناسبی جهت رشد ریفهای رودیستی در حاشیه فلات قاره ایجاد گردید که بخش میشریف معادل سازند میشریف یا سروک فوقانی است. همچنین یک حوضه عمیق داخل فلات قاره‌ای در بخش های شرقی خلیج‌فارس (عمان و ابوظبی) در این زمان ایجاد گردید که در آن نهشته‌های مارنی حاوی رادیولر و Oligosteginids، در شرایط بی-هوازی تشکیل شدند و سنگ منشأ برای کربنات‌های میشریف (سروک فوقانی) که متشکل از جلبک، روزنبران و رودیست است، فراهم گردید [4,3]. حوضه خلیج‌فارس به علت وجود لایه‌های رسوبی ضخیم و دارا بودن شرایط سنگ مخزن، منشأ و پوش‌سنگ مناسب، گستردگی ناحیه‌ای و وضعیت استراتژیک یکی از اقتصادی‌ترین حوضه‌های هیدروکربوری جهان به شمار می‌رود. نیمی از ذخایر قابل بازیافت نفت (۶۸-۵۰٪) و کمتر از ۴۰ درصد گاز جهان در این منطقه شناسایی شده است [6,5]. با توجه به اهمیت سازند سروک در شمال غرب خلیج فارس جینه شناسی این سازند در شمال غرب خیلج فارس با برش نمونه آن در تنگ سروک مقایسه شده است.

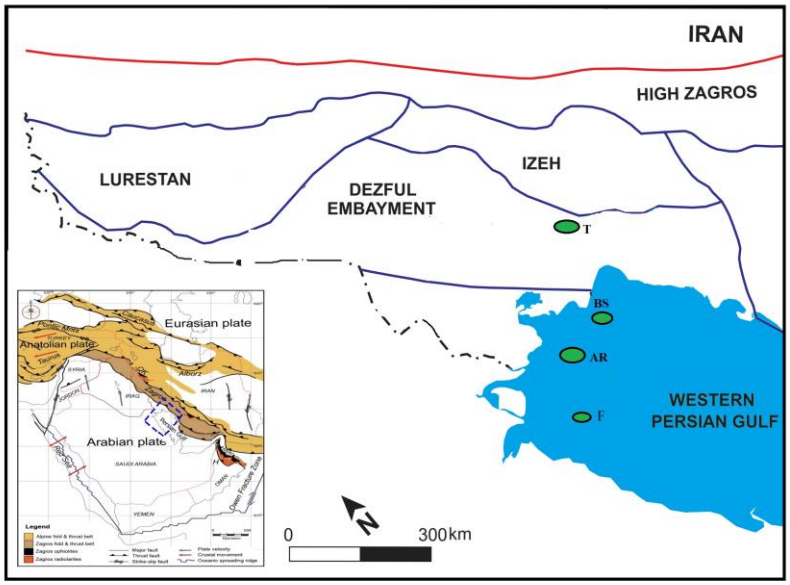


شکل ۱. مقایسه توالی‌های کرتاسه میانی و پسین در شمال غرب خلیج فارس با کشورهای همجوار. موقعیت ناپیوستگی تورونین در شکل مشخص است [7, 3].

۲. زمین شناسی منطقه ای

منطقه خلیج فارس در اواخر سنوزوئیک در مرز تکتونیکی پلت عربی (Arabian Plate) و اوراسیا، جایی که کوه‌های زاگرس در شمال و شمال شرقی آن و سپر عربی در بخش غربی آن قرار دارد، توسعه یافت [8,9]. شمال غرب خلیج‌فارس متأثر از عملکرد دو تاقدیس

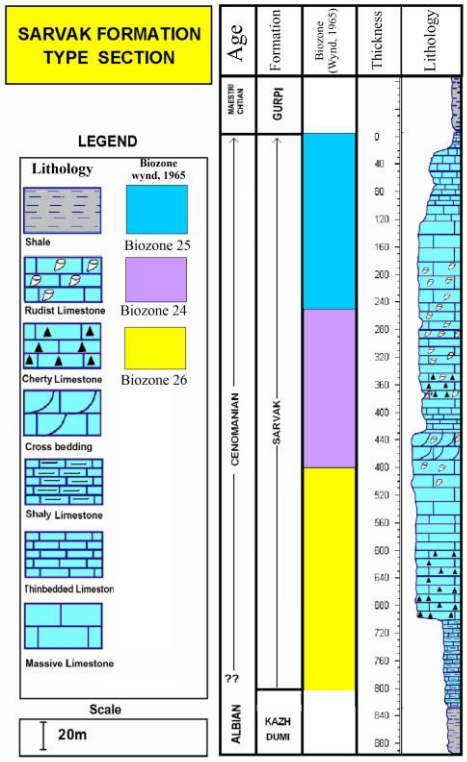
خارگ- میش و هندیجان - نوروز با روند شمال شمال شرق- جنوب جنوب غربی است که تاقدیس خارگ از آپتین و تاقدیس هندیجان از سنومانین– تورونین فعال بودند و توسط تراف بینک از هم جدا می شدند [5,6,8]. میدان آرش (AR-1) در شمال غرب خلیج‌فارس با روند SSW-NNE یک ساختمان قدیمی گنبدی‌شکل است که در ادامه ساختمان‌های خفجی، هوت و دوورا (در کویت) واقع شده است. میدان نفتی بهرگانسر در شمال‌غرب خلیج فارس و جنوب‌شرق بخش هندیجان واقع شده است. برش چینه‌شناسی نمونه سازند سروک در تنگ سروک واقع در یال جنوبی تاقدیس کوه بنگستان در ۴۵ کیلومتری شمال غربی بهبهان و شمال شرق میادین نفتی پارسی و کرنج در استان خوزستان قرار دارد و چاه F در کویت از نزدیک ترین چاهها به میادین شمال غرب خلیج فارس است که در این مطالعه استفاده شده اند (شکل ۲).



شکل ۲ موقعیت جغرافیایی میادین مورد مطالعه، T: برش نمونه سازند سروک در تنگ سروک، BS: میدان بهرگانسر، AR: میدان آرش، F: چاه F در کویت[9] .

۳. چینه شناسی سازند سروک در میادین مورد مطالعه

ضخامت سازند سروک در برش نمونه ۸۲۱ متر بوده و متشکل از سنگ‌آهک‌های خاکستری تیره تا قهوه‌ای روشن ضخیم لایه تا توده‌ای رودیست‌دار همراه با میان‌لایه‌هایی از شیل و آهک رسی و براساس بیوزوناسیون وایند (Wynd, 1965) شامل بیوزون های ۲۴، ۲۵ و ۲۶ است [1]. حد پایینی این سازند در برش چینه‌شناسی نمونه با سازند کژدمی تدریجی و هم‌شیب است. در محل برش چینه‌شناسی نمونه، سازندهای سورگاه و ایلام بر روی سازند سروک قرار ندارند؛ لذا حد بالایی آن با سازند شیلی گورپی قاطع و آغشته به ترکیبات آهن‌دار است که می‌تواند معرف یک ناپیوستگی فرسایشی باشد (شکل ۳).



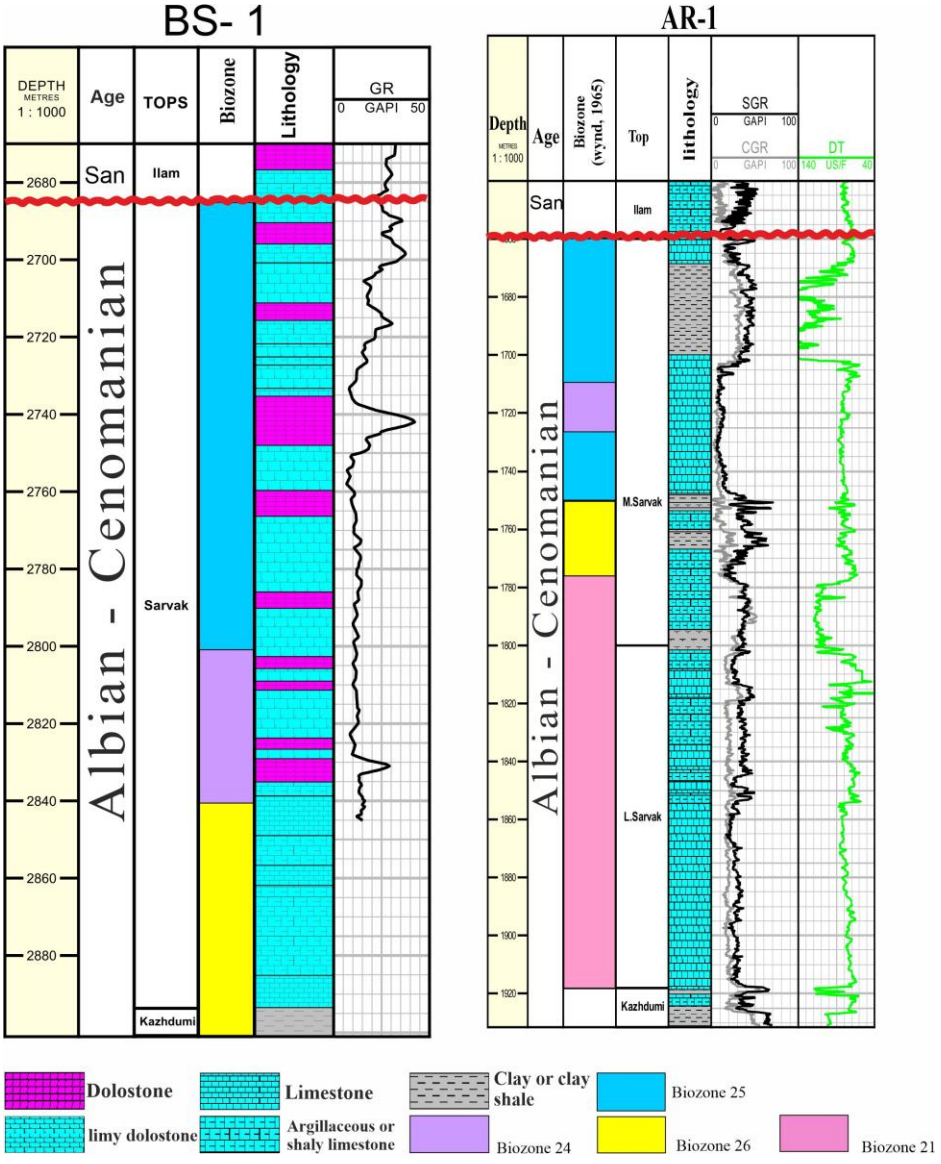
شکل ۳. ستون چینه شناسی سازند سروک در برش نمونه تنگ سروک [1].

سازند سروک در میدان آرش ۲۵۸ متر ضخامت دارد (شکل ۴). حد بالایی آن با سازند ایلام به سن سانتونین به صورت دگرشیب و در بخش پایین با سازند کژدمی به صورت هم شیب است. بخش پایینی سروک با ضخامت ۱۳۵ متر عمدتاً از سنگ آهک‌های کرم تا قهوه‌ای روشن و دولستون بوده و میزان کمی شیل تشکیل شده است. در بخش بالایی با ضخامت ۱۲۰ متر از شیل خاکستری تا سبز زیتونی، شیل‌های آهکی، مارن و سنگ آهک تشکیل شده است. براساس بیوزوناسیون واینـد (Wynd, 1965) با محتوای فسیلی زیر میتوان در آرش بیوزون های ۲۱، ۲۴ ، ۲۵ و ۲۶ را شناسایی کرد:

Orbitolina discoidea conidea, *Orbitolina* spp., *Trocholina lenticulina*, *Praealveolona acretacea*, *Nezzazata conica*, *Dukhania* sp., *Cuneolina* sp., *Pseudolituonella reicheli*, *Hedbergella washitensis*, *Hemicyclammina sigali*, Milliolid, Oligosteginids., *Trochospira aviemenchi*., *Hedbergella* spp., Rudist debris, Dasycladacean algea, *Permocalculus* sp., shell fragments, Echinoid

براساس تقسیم بندی مناطق چینه‌ای-ساختاری ایران (Stocklin, 1968)، میدان بهرگانسر در شمال غرب خلیج فارس و نواحی مجاور آن در بخش ساختمانی، دشت آبادان (اروند رود) که ادامه ورق عربی می باشد، قرار دارد [10]. یکی از مشخصات مهم ناحیه مورد مطالعه، چین خوردگی شدید در کرتاسه میانی و پسین می باشد. با مقایسه ضخامت سازند سروک در چاه‌های مختلف می توان گفت ضخامت سازند سروک از شرق میدان به سمت غرب کاهش می یابد زیرا در کرتاسه پسین، ناحیه مورد مطالعه خارج از آب بود. بخشی از کاهش ضخامت سازند سروک به دلیل عدم رسوبگذاری و بخش دیگر حاصل فرسایش رسوبات می‌باشد. در چاه بهرگانسر ۱، سازند سروک متشکل از آهک، دولوستون ریزبلور به رنگ قهوه‌ای همراه با رگه‌های نازک شیل و آهک دولومیتی خیلی ریزدانه به رنگ‌های خاکستری است. مرز سازند سروک با سازند گورپی در بالا ناپیوسته و با سازند کژدمی در پائین، هم‌شیب می باشد (شکل ۴). براساس محتوای فسیلی زیر می توان بیوزون های۲۴، ۲۵ و ۲۶ را در این واحد سنگی شناسایی کرد:

Nezzazata simplex, *Nezzazata conica*, *Nezzazata* spp., *Nummoloculina hemi*, *Praealveolina cretacea*, *Dictyoconus* sp., *Dicyclina* sp. *Chrysalidina gradata*, *Ovalveolina ovum*, *Cuneolina pavonia*, *Dictyoconus* sp., Alveolinids, *Hemicyclammina* sp., *Orbitolina* sp., *Pseudotextularia* sp., *Stomisphaera sphaerica*, *Favusella washitensis*, *Pithonella ovalis*, *P. trejoi*, Oligosteginids, Textularids, Miliolids, Ostracod, Algae, Echinoid, shell fragments, Rudist.

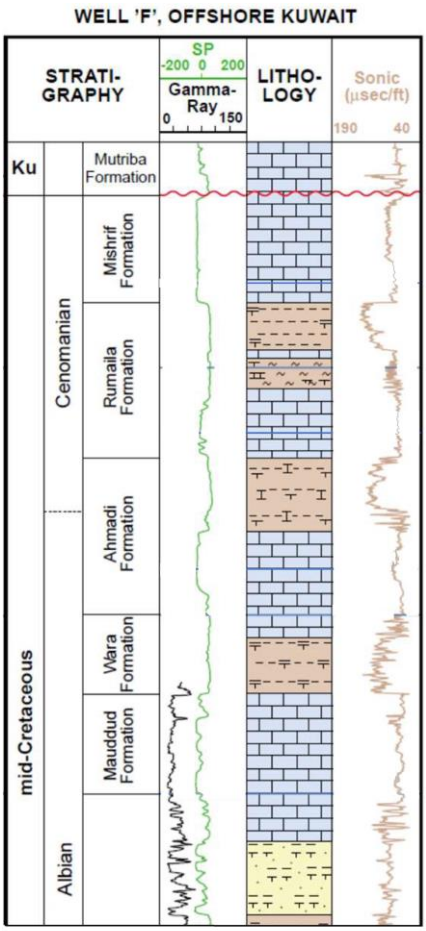


شکل ۴. ستون چینه شناسی سازند سروک در میادین بهرگانسر و آرش در شمال غرب خلیج فارس

در کویت سازند مادود با ضخامت بیش از ۱۱۰ متر شامل دولوستون، آهک های دولومیتی شده و میان لایه هایی از ماسه سنگ و لایه های مارنی در بخش های نزدیک به قاعده بوده و روی سازند بورگان و زیر سازند وارا قرار گرفته است (شکل ۵). سازند مادود در کویت با هفت توالی پیشرونده به صورت جانبی از لایه های کاملا آهکی در بخش شمالی (چاه F) به رسوبات آواری سازند بورگان در بخش جنوبی تغییر می کند [11]. محتوای فسیلی سازند مادود در کویت به شرح زیر است:

Iraqia simplex, *Trocholina altispira*, *Trocholina lenticularis* cf. *concave* , *Rabanitina basraensis*, miliolid

در کویت بخش احمدی از دو عضو تشکیل شده است عضو آهک توبا که یک مخزن کربناته در شمال کویت است و شیل احمدی سنگ پوش آن محسوب می شود که در یک محیط کم عمق نهشته شده است. شیل های احمدی به سمت شمال صفحه عربی (میدان بهرگانسر) غالبا به رخساره های آهکی مبدل می شود. از نظر محتوای فسیلی مطالعه نانوفسیل ها در چاه F، منجر به شناسایی دو بیوزون KN30 و KN31 در شیل های وارا و احمدی و بیوزون های KN21 و KN28 در سازندهای رومیله و میشریف شد [11, 12].



شکل ۵. ستون چینه شناسی سازند سروک در چاه F در شمال کویت[3, 12]

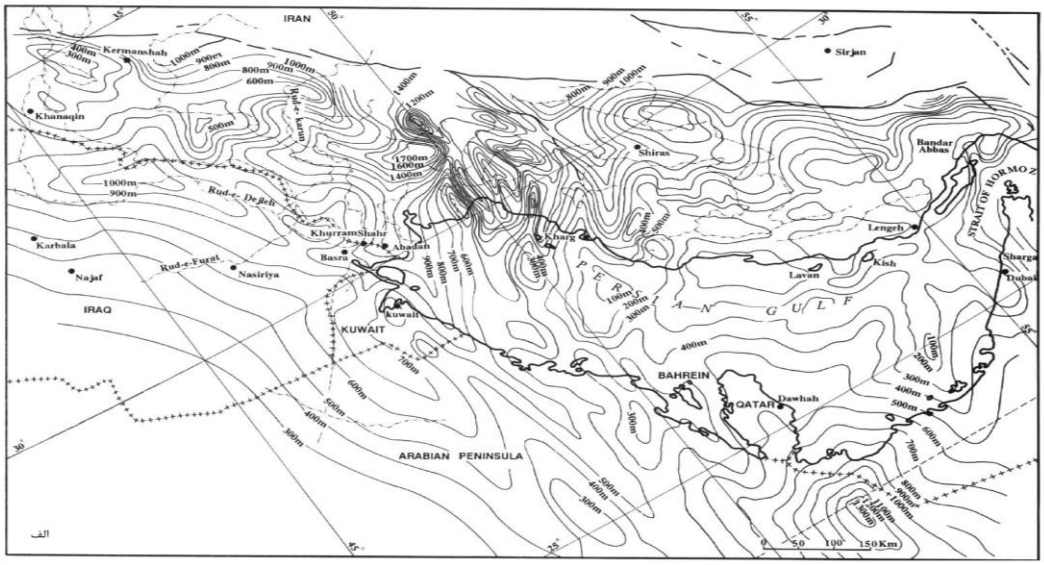
۳. بحث

مقایسه ستون چاه های مورد مطالعه با برش نمونه سازند سروک در یک روند شمالی – جنوبی نشان می دهد که مرز بین سازند سروک و سازند کژدمی در بخش ایرانی و سازند بورگان در بخش عربی هم شیب است.

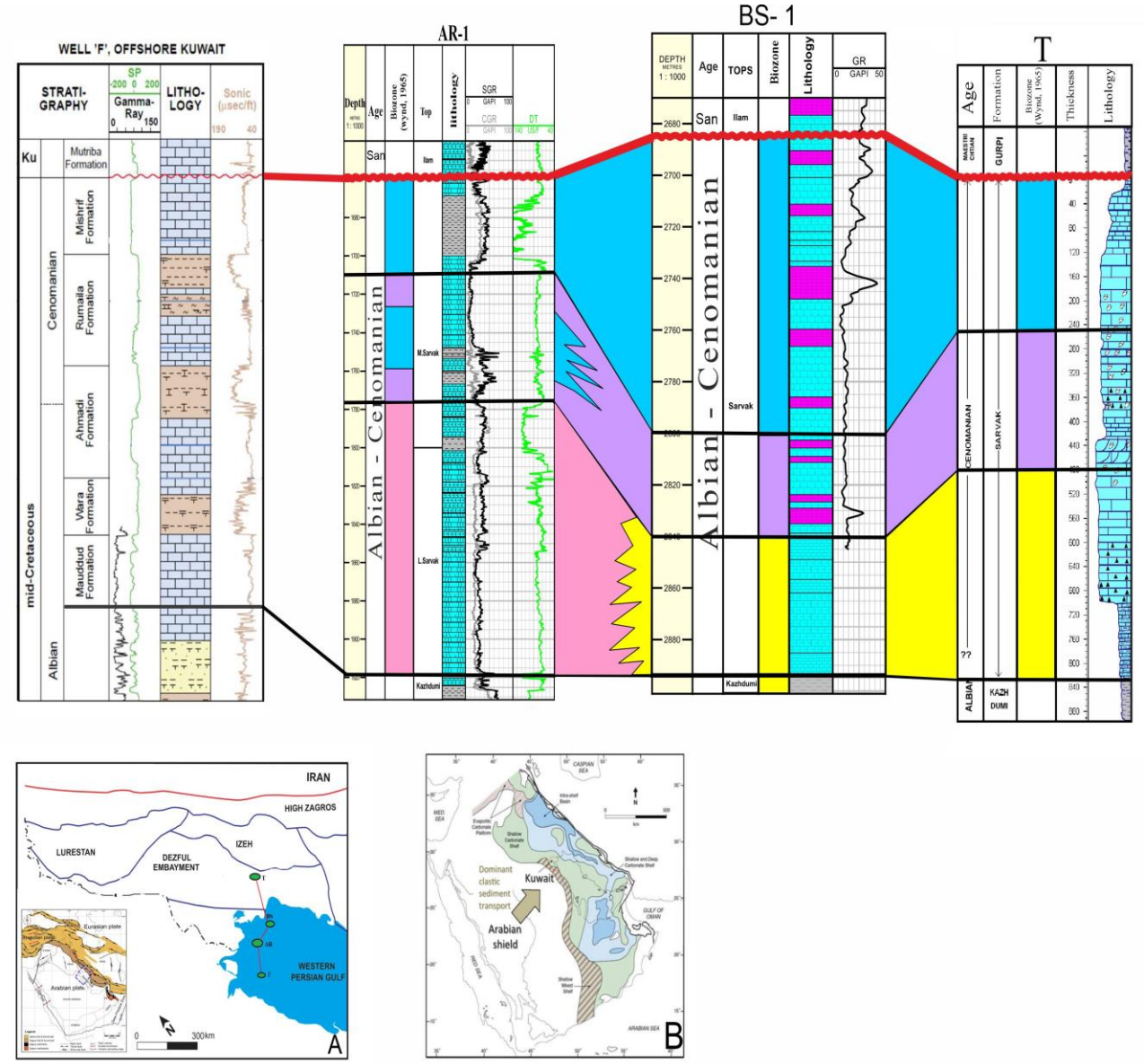
مطالعه الگوی رسوب‌گذاری سازند سروک نشان‌دهنده یک حوضه وسیع با شرایط پلاتفرمی است که قسمت‌های عمیق حوضه به سمت شمال منطقه (میدان بهرگانسر) بود و تا تنگ سروک ادامه داشت. به این ترتیب در انتهای آلبین- اوایل سنومانین در اثر پیشروی دریا، رسوب‌گذاری نهشته‌های تخریبی، به ویژه ماسه‌های دلتایی که از فرسایش سپر عربستان سرچشمه می‌گرفت به‌تدریج کاهش و خاتمه یافت و رسوبات کربناته، بخش مادود هم ردیف سازند مادود، روی این پلتفرم نهشته شدند (شکل 7B). وجود ماسه سنگ و شیل در طبقات زیرین سازند مادود در میادین جنوبی کویت بیانگر این سیستم دلتایی است که به تدریج به سمت شمال خلیج فارس و تنگ سروک به رسوبات آهکی تغییر رخساره داده و بالاترین حد سطح آب را نشان می دهد (شکل ۷).

در بازه زمانی سنومانین منطقه از آرامش نسبی برخوردار بود و با گسترش یک حوضه اینتراشلفی در داخل پلت فرم کربناته صفحه عربی مشخص می شود. واحدهای سیلیسی- آواری (شیل وارا و احمدی) در این دوره گسترش کمتری داشته و این پالس های سیلیسی- آواری می تواند در ارتباط با افت سطح آب و همزمان با فواصل آب و هوای مرطوب باشد. به دلیل گسترش کم رسوبات دلتایی وارا، این سازند در بخش شمالی صفحه عربی (میادین بهرگانسر و تنگ سروک) به آهک تبدیل شده و از سازند احمدی قابل تفکیک نیست. شروع حرکات و فازهای تکتونیکی مهم در اواخر سنومانین، موجب بالاآمدگی منطقه در امتداد برجستگی قدیمی بهرگانسر – نوروز گردید و در ادامه با عقب نشینی دریا رسوبات سنومانین در بیشتر قسمتهای زاگرس (از جمله مناطق مورد مطالعه) از آب خارج شدند.

با وجود اینکه در تورونین برخی از نواحی زاگرس در فارس و فروافتادگی دزفول و بخش‌هایی از خلیج‌فارس، شروع به فرونشینی نمودند ولی این فرونشینی در حد ایجاد محیط‌های کم‌عمق ساحلی بود. در این مدت همچنان به صورت محلی، بلندی قدیمی از آب بیرون مانده و موجب توسعه نبودهای چینه‌شناسی در مناطق مورد مطالعه شد. بررسی نقشه ضخامتی سازند سروک (شکل های ۶ و ۷) و تغییرات آن بیانگر وجود شرایط مختلف تکتونیکی و رسوبی در زمان رسوبگذاری این سازند بوده و این امر احتمالا ناشی از عملکرد متفاوت بلوک های حاصل از تاثیر گسل ها است. همچنین ارتباط مرز بالایی سازند سروک با سازند ایلام یا گورپی به صورت ناپیوستگی و به میزان فرسایش بعد از سنومانین بستگی دارد. به عبارت دیگر، فازهای تکتونیکی بعد از سنومانین که منجر به تشکیل Palacohigh (هندیجان - نوروز) گردید و در زمان Coniacian به حداکثر فعالیت خود میرسد. دریای کنیاسین در بیشتر مناطق عقب نشینی نموده و تنها حوضچه های کوچک و محدودی در بین ارتفاعات قدیمی وجود داشت که نسبت به تورونین از وسعت کمتری برخوردار بوده و ارتباط این حوضه ها در بعضی اوقات با دریای آزاد نیز قطع می شد. به همین دلیل لایه های آهکی و شیلی لافان در مناطق مورد مطالعه رسوب گذاری نکرده و تنها بصورت onalp در کناره های Palaeohigh رسوب کردند [2].



شکل ۶. نقشه خطوط میزان ضخامت رسوبات کرتاسه میانی در جنوب غرب ایران [2].



شکل۷. A: انطباق چینه شناسی سازند سروک در شمال غرب خلیج فارس با برش نمونه، B: موقعیت ورود رسوبات فرسایش یافته از سپر عربی به سمت ایران [13].

۴. نتیجه گیری

سازند سروک به سن کرتاسه میانی یکی از مخازن مهم نفتی ایران و کشورهای عربی در منطقه خلیج فارس است. شمال غرب خلیج‌فارس متأثر از عملکرد دو تاقدیس خارگ- میش و هندیجان - نوروز با روند شمال شمال شرق- جنوب جنوب غربی است که تاقدیس خارگ از آپتین و تاقدیس هندیجان از سنومانین– تورونین فعال بودند و توسط تراف بینک از هم جدا می شدند. با توجه به اهمیت سازند سروک در شمال غرب خلیج فارس،این سازند در میادین آرش و بهرگانسر و یک چاه از بخش جنوبی در کویت با برش نمونه آن در تنگ سروک مقایسه شده است. ضخامت سازند سروک در برش نمونه ۸۲۱ متر است که به سمت میدان بهرگانسر از ضخامت آن کاسته شده و به طرف میادین آرش و چاه F افزایش می یابد. این تغییر ضخامت احتمالا به دلیل عملکرد متفاوت بلوکها در امتداد ارتفاع قدیمی بهرگانسر

– نوروز در زمان بعد از سنومانین است و بخشی از کاهش ضخامت سازند سروک به دلیل عدم رسوبگذاری و بخش دیگر حاصل فرسایش رسوبات می‌باشد. سازند سروک در برش نمونه متشکل از سنگ‌آهک‌های خاکستری تیره تا قهوه‌ای روشن ضخیم لایه تا توده‌ای رودیست دار همراه با میان‌لایه‌هایی از شیل و آهک رسی همراه با محتوای فسیلی بیوزون های ۲۴، ۲۵ و ۲۶ وایند (Wynd, 1965) است. مشابه همین شرایط در میدان بهرگانسر وجود داشت. اما به سمت جنوب منطقه (میدان آرش و چاهF) در توالی سنگی میزان رسوبات آواری افزایش یافته و محتوای فسیلی نشان دهنده بیوزون های ۲۱، ۲۴ و ۲۵ وایند (Wynd, 1965) هستند. بنابراین مطالعه الگوی رسوب‌گذاری سازند سروک نشان‌دهنده یک حوضه وسیع با شرایط پلاتفرمی است که قسمت‌های عمیق حوضه (Open marine) به سمت شمال منطقه مورد مطالعه (میدان بهرگانسر و تنگ سروک) بود. به دلیل گسترش کم رسوبات دلتایی که از سمت سپر عربی وارد ایران شدند، نهشته آهکی در بخش شمالی صفحه عربی (میادین بهرگانسر و تنگ سروک) جانشین رسوبات آواری شده و تفکیک رسوبات مشکل است. همچنین با گذشت زمان در اواخر سنومانین به علت فاز کوهزایی ساب‌هرسینین قسمت‌های بالائی سازند سروک، به‌ویژه در نواحی شمال خلیج‌فارس، فروافتادگی دزفول و فارس فرسایش یافت. بنابراین با وجود اینکه در طی تورونین برخی از نواحی زاگرس شروع به فرونشینی نمود ولی این فرونشینی در حد ایجاد محیط‌های کم‌عمق ساحلی بود و همچنان به صورت محلی، بلندی قدیمی از آب بیرون مانده و موجب توسعه نبودهای چینه‌شناسی در مناطق مورد مطالعه شد.

۵. منابع

[1] نصرت ناصری، محمد حسین آدابی، هرمز قلاوند، علی غبیشاوی ۱۳۸۴. بررسی زمان تشکیل بالا آمدگی قدیمه کوه بنگستان، بیست و چهارمین گردهمایی علوم زمین، ۱-۱۰.

[2] همایون مطیعی ۱۳۷۲. چینه‌شناسی زاگرس، طرح تدوین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۰۱۰ صفحه.

[3] Sharland, P.R., Archer, R., Casey, D.M., 2001. Arabian plate sequence stratigraphy, GeoArabia Special Publication, 2, Gulf Petro Link, Bahrain, 261- 278.

[4] Sadooni, F. and Aqrawi, A., 2000. Cretaceous Sequence Stratigraphy and Petroleum Potential of the Mesopotamian Basin, Iraq, middle East Modles of Jurassic/ Cretaceous Carbonate Systems SEPM (Society for Sedimentary Geology) Special Publication, 69, 315-334.

[5] Mohammadrezaei, H., Alavi, A., Cardozo, N., Ghassemi, M.R., 2020. Deciphering the relationship between basement faulting and two-phase folding in the Hendijan anticline, northwest Persian Gulf, Iran Marine and Petroleum Geology, 122.

[6] Ranjbar-Karamia, R., Rajabib, M., Ghavidel, A., Afroogh, A., 2019. Contemporary tectonic stress pattern of the Persian Gulf Basin, Iran Tectonophysics, 766, 219– 231.

[7] Christian, L., 1997. Cretaceous Subsurface Geology, GeoArabia, 2(3), p. 18.

[8] KazemShiroodi, S., Ghafoori, M., Faghih, A., Ghanadian, M., Lashkaripour, G., Hafezi Moghadas, N., 2015. Multiphase inversion tectonics related to the Hendijan Nowrooz Khafji Fault activity, Zagros Mountains, SW Iran, Journal of African Earth Sciences. 111, 399- 408.

[9] Al-Qayim, A. B., Baziany, M., Bakhtyar, M. A., meen, B. M., 2018. Mesozoic Tethyan radiolaria age determination, Zagros suture zone, Kurdistan, NE Iraq, Iraqi Geological Journal, 50(1), 17-33.

[10] Stocklin, J., 1968. Structural history and tectonics of Iran; a review. AAPG Bulletin, 52, 1229–1258.

[11] Strohmenger, C.J., T. Demko, J. Mitchell, P. Lehmann, H. Feldman, G. Alsahlan and Al-Enezi, H., 2002. Regional sequence stratigraphic framework for the Burgan and Mauddud formations (Lower Cretaceous, Kuwait): implications for reservoir distribution and quality. 5th Middle East Petroleum Geosciences Conference, GEO 2002, Abstracts. GeoArabia, v. 7, no. 2, p. 304.

[12] Al-Fares, A. A., Bouman, M. and Jens, P., 1998. A new look at the Middle to Lower Cretaceous stratigraphy, offshore Kuwait. GeoArabia, 3 (4): 543–560.

[13] Cross, N., Singh, S.K., Al-Enezi, A., and Behbehani, S. 2022: Mixed carbonate-clastic reservoir characterization of the mid-Cretaceous Mauddud Formation (Albian), north Kuwait—Implications for field development. AAPG Bulletin, v. 106, no. 2, pp. 289–319