

## بررسی سیکلو استراتیگرافی مخزن آسماری در میدانی نفتی کرنج، پرنج و

### پارسی

اردوان خلیلی<sup>۱</sup>، حسین وزیری مقدم<sup>۲\*</sup>، مهران آرین<sup>۱</sup>، علی صیرفیان<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه علوم زمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

<sup>۲\*</sup> گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

\*avaziri7304@gmail.com

دریافت تیر ۱۴۰۰، پذیرش شهریور ۱۴۰۰

### چکیده

مهمترین دلیل مطالعه هر مخزن نفتی استفاده بهینه تر از قسمت های تولیدی مخزن می باشد و اولین قدم در شناسایی مخزن زون بندی آن است. زون بندی بر اساس تغییرات سنگ شناسی با تلفیق داده های تولیدی و نمودارهای پتروفیزیکی در هر مخزن مشخص می گردد. جهت بهبود و تسریع زون بندی مخازن نفتی همانند دیگر شاخه های علوم در سالیان اخیر استفاده از نرم افزار رایج گردیده است. یکی از قدرتمندترین این نرم افزارها سیکلولوگ (Cyclolog) است. علم استفاده از این نرم افزار سیکلو استراتیگرافی است که بر اساس چرخه های رسوبی و شناخت آنها می توان زون های مخزنی را از یکدیگر تفکیک نمود. نرم افزار سیکلولوگ به کمک نمودارهای پتروفیزیکی اخذ شده از درون حفره چاه و بویژه نمودار گاما (GR) امکان تطابق زیر سطحی و تهیه چارت تطابقی را در چاه های انتخابی به ما می دهد. در این تحقیق در سه میدان نفتی مورد مطالعه (کرنج، پرنج و پارسی) با استفاده از نرم افزار سیکلولوگ در مجموع هفت خط زمانی مثبت (Pb3000, Pb2000, Pb1500, Pb1000, Pb500, Pb400, and Pb300) و همچنین پنج خط زمانی منفی (Nb4000, Nb3000, Nb2000, Nb1000, and Nb500) تشخیص داده شد. براین اساس خط زمانی Pb1500 جدا کننده و مرز آشکوب های شاتین و آکی تانین بوده که در چاه های هر سه میدان مورد مطالعه تقریباً از مرز زونهای مخزنی ۳ و ۴ عبور می کند. همچنین خطوط زمانی Nb4000, Nb3000, and Nb2000 دارای سن شاتین می باشند. خط زمانی Nb3000 در میدان نفتی کرنج با توجه به کالیبره نمودن با شواهد سن سنجی (بیواستراتیگرافی) در بیشتر چاهها از مرز زونهای ۴ و ۵ عبور کرده و مشخص کننده سر سازند پابده است. سن خط زمانی Nb500 بوردیگالین بوده و در میدانی مورد مطالعه از میانه زون ۱ مخزنی آنها عبور می کند. مرز بین آشکوب های آکی تانین و بوردیگالین با خط زمانی Nb1000 مشخص می گردد این خط زمانی در هر سه میدان مورد مطالعه از مرز زونهای ۱ و ۲ عبور می کند.

واژه های کلیدی: سیکلولوگ، نمودار پتروفیزیکی، مخزن آسماری

## ۱-۱- کلیات موضوع

تجزیه و تحلیل داده‌های رسوبی و آنالیز رخساره‌های تشکیل دهنده در زمین‌شناسی، کمک شایانی به داشته‌ها و اطلاعات اکتشافی آن ناحیه می‌کند. در بررسی‌های سطح‌الارضی امکانات و ابزار آلات زیادی وجود دارد، از طرفی با وجود تماس مستقیم و جمع‌آوری داده‌ها از روی زمین، صحت و سقم اطلاعات بدست آمده بسیار بالا بوده و در کیفیت و کمیت آنها تاثیر زیادی دارد. در بررسی‌های زیرزمینی بخصوص در اکتشافات نفت و گاز همواره یکی از دغدغه‌های زمین‌شناسان کمبود اطلاعات و همچنین تجزیه و تحلیل و تلفیق داده‌ها با یکدیگر می‌باشد، لذا منابع اطلاعات اولیه در پژوهش‌ها محدود به اطلاعات لرزه‌نگاری، نمودارهای پتروفیزیکی، خرده‌های حفاری و مغزه‌های اخذ شده از چاه‌های حفاری شده می‌گردد. از طرفی از نظر اطمینان به صحت و پیوستگی داده‌ها، نمودارهای پتروفیزیکی<sup>۱</sup> مطمئن‌ترین و پیوسته‌ترین این داده‌های درون چاهی می‌باشند [۲۴] به استثنای فواصل کوتاه و در بعضی موارد داده‌های ضعیف، نمودارهای پتروفیزیکی مربوطه کم و بیش در دسترس می‌باشند [۲۳]. بررسی نمودارهای پتروفیزیکی و بررسی تغییرات آنها در نرم‌افزارهای قدرتمند کمک شایانی در تفسیر محیط رسوبی یک حوضه دارد [۶].

سیکلواستراتیگرافی علمی است که بر اساس بررسی و تفسیر این نمودارها در نرم‌افزارهایی نظیر سیکلولاگ بوده و شاخه‌ای از چینه‌شناسی است که بر اساس ثبت تغییرات گردش زمین بدور محور خود و همچنین تغییرات آب و هوای دیرین در تطابق‌های زمین‌شناسی [۱۳] و تعیین زمان زمین‌شناسی کمک شایانی می‌کند [۱۵].

رویکرد ما در تطابق چینه‌شناسی بستگی به تغییرات چرخه‌های آب و هوایی بعنوان اصلی‌ترین عامل کنترل تغییرات رخساره‌ای دارد. آب و هوا تاثیر عمده‌ای در هر مرحله از چرخه هوازگی، فرسایش و حمل و نقل رسوبات دارد. تغییرات آب و هوایی بر اساس چرخه‌های میلانکوویچ در مقاطعی انجام می‌شود که به اندازه کافی طولانی باشند تا اطمینان حاصل گردد که مراحل اقلیمی پی‌درپی در سابقه طولانی مدت نشان داده می‌شوند [۳۳]. این چرخه‌ها به ۴ دسته تقسیم می‌شوند. با پیدا کردن این چرخه‌ها در یک مقطع چینه‌نگاری و با فرض مشخص بودن مدت زمان این چرخه‌ها، می‌توان به تغییرات نرخ رسوبگذاری پی برد. با استفاده از نرم‌افزار سیکلولاگ مرزهای سکانسی و سطوح حداکثر پیشروی دریا شناخته می‌شود. این مرزها در کنار بهره‌گیری از شناسایی گونه‌های فسیل و همچنین سن سنجی استرانسیوم کمک شایانی به انجام و تصحیح زون‌بندی مخازن در چاه‌های حفاری شده و بخصوص در چاه‌های جهت‌دار می‌کند. همچنین بکمک نرم‌افزار سیکلولاگ امکان تطابق ناحیه‌ای (در مقیاس بزرگتر) در مخازن میداین مختلف وجود دارد و جهت شروع مطالعات چینه‌نگاری سکانسی بسیار مناسب می‌باشد. در این مطالعه در سه میدان نفتی کرنج، پرنج و پارس در مخزن آسماری با استفاده از نرم‌افزار سیکلولاگ در چاههای مورد مطالعه مرزهای زمانی سازند آسماری مشخص و تصحیح گردید. لازم به ذکر است که مرزهای مذکور بر اساس مطالعات فسیلی صورت گرفته کنترل و کالیبره شد.

<sup>1</sup> Wireline Logs

## ۱-۲- تاریخچه و کارهای انجام شده

اولین بار ریاضیدانی به نام میلانکوویچ علاوه بر حرکت انتقالی و وضعی زمین، حرکات و چرخشهای دیگری برای زمین در منظومه شمسی توصیف کرد که مهم‌ترین آنها که دارای ارتباط با رده‌های سکansı بوده و به نام پدیده‌های میلانکوویچ نامگذاری شد [۳۳]. چرخه‌های میلانکوویچ که شدت تشعشع نورخورشید دریافتی توسط سطح زمین نسبت به توزیع فصلی و عرض جغرافیایی را کنترل می‌کنند مستقیماً روی اقلیم جهانی و فرآیندهای رسوبی و تولید زیستی تأثیر می‌گذارند بنابراین سیکل‌های ریتمیک چینه‌ای مشاهده شده در توالیهای سیلیسی آواری و کربناتها در ارتباط با چرخه‌های میلانکوویچ می‌باشند [۳۳]. این فیزیکیدان اهل صرب در واقع دو دستاورد اساسی برای دانش جهانی به ارمغان آورد. اولین دستاوردش قانون کلی مجموع انرژی خورشیدی دریافت شده توسط زمین بود که در خصوص مجموع انرژی دریافت شده توسط هر یک از سیارات منظومه خورشیدی از جمله زمین توضیح می‌دهد. دستاورد دوم او به توضیح تغییرات آب و هوای زمین در دراز مدت در اثر تغییر موقعیت سیاره زمین نسبت به خورشید می‌پردازد و هم اکنون تحت عنوان چرخه‌های میلانکوویچ شناخته می‌شود.

چینه‌شناسی چرخه‌ای ۲ شاخه جدیدی از علم چینه‌نگاری است که در آن بررسی‌های مفصلی در مورد الگوی سیکلیک (چرخه‌ای) منظم در ثبت چینه‌شناسی که حاصل اثرات متقابل تکتونیک و فرآیندهای اقلیمی میلانکوویچ می‌باشد صورت می‌گیرد. سیکلواستراتیگرافی در ارتباط با شناسایی، تعیین ویژگی‌ها، تطابق و تفسیر تغییرات چرخه‌ای ۳ در چینه‌شناسی است [۳۴]. شواهد زیادی نشان‌دهنده تأثیر چرخه‌های کیهانی بر اقلیم هستند و امروزه ثابت شده است که چرخه‌های کیهانی می‌توانند در تنظیم دقیق‌تر مرزهای زمانی به کار گرفته شوند [۱۹]. در آخرین بازنگری جداول کرونواستراتیگرافی از این روش جهت تنظیم دقیق‌تر مرز آشکوبها استفاده شده است [۱۸].

همانطور که قبلاً گفته شد تطابق چینه‌ای و زون‌بندی مخزن بر پایه چارچوب زمان اهمیت بسیار زیادی در اکتشاف منابع هیدروکربوری دارد و اساس مدل‌سازی مخزن را تشکیل می‌دهد. بنابراین در تطابق چینه‌ای باید از روش‌هایی که مبنای زمانی دارند استفاده نمود یکی از این روش‌ها استفاده از علم سیکلواستراتیگرافی و چینه‌نگاری اقلیمی است.

سیکلولاگ از نرم‌افزارهای مفیدی است که براساس مبانی علم چینه‌نگاری اقلیمی<sup>۴</sup> ساخته شده و از آن می‌توان در بررسی‌های اولیه چینه‌ای و مخزنی استفاده نمود و سطوح چینه‌ای مهم در مبحث چینه‌نگاری سکansı (مرزهای سکansı و سطوح حداکثر پیشروی دریا) را بهتر شناخت تا در مراحل بعدی سن سطوح مذکور با استفاده از روش‌های مختلف (فسیل‌شناسی و سن‌سنجی استرانسیوم) تعیین گردد و با استفاده از علم چینه‌نگاری سکansı (مطالعه مغزه‌ها در مقیاس ماکروسکوپی و مطالعه ریزرخساره‌ها) صحت و دقت سطوح چینه‌ای شناسایی شده مورد بررسی، تایید و یا تصحیح قرار گیرد.

قابلیت‌های این نرم‌افزار در تطابق چینه‌ای در مقیاس ناحیه‌ای و مخزنی توسط افراد مختلفی همانند [۲۴] و [۱۵]، به اثبات رسیده است. طی سالیان اخیر افراد مختلفی در مناطق نفت‌خیز جنوب از این نرم‌افزار جهت انطباق چینه‌ای و بررسی زون‌بندی مخزنی استفاده نموده‌اند:

اولین بار غیبشای، و رحمانی، [۸] با استفاده از نرم‌افزار سیکلولاگ مرزهای زمانی مخزن بنگستان میدان آب تیمور را تعیین کردند و پس از آن افراد دیگری همچون رحمانی [۵]، غیبشای [۹] و شب افروز [۳۲]، فتحی ایسوند [۴]، ظهوریان [۷] و ... از سیکلولاگ در جهت تعیین مرزهای زمانی و کنترل زون‌های مخزنی استفاده نمودند. سپس نفراتی مانند رحمانی [۶] و

<sup>۲</sup> Cyclostratigraphy

<sup>۳</sup> Cyclic change

<sup>۴</sup> Climate Stratigraphy

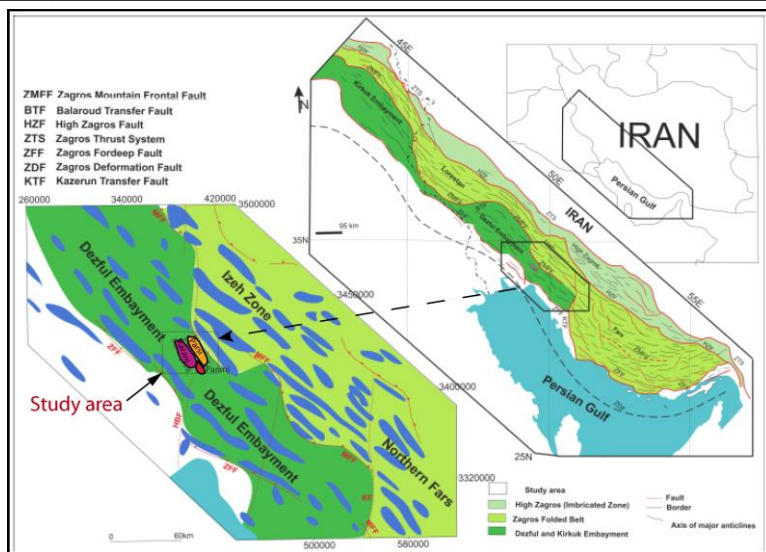
اکبری [۱] در گزارشات داخلی شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب به شرح مختصری از قابلیت‌های این نرم‌افزار پرداختند. همچنین توانایی نرم‌افزار سیکلولاگ جهت تطابق و زون‌بندی در چاه‌های انحرافی با ضخامت حفاری شده زیاد و نیز در چاه‌های با کیفیت نمودار گامای پایین در زون‌بندی مخزن آسماری در میدان پرنج نشان داده شد [۷]. با توجه به این نکته که در اکثر موارد استفاده از سیکلولاگ نتیجه مطلوبی حاصل شده است استفاده از آن در مطالعات مخزنی رو به افزایش بوده و به تدریج به یکی از مراحل مطالعات مخزنی درآمده است. بطورکلی با توجه به در دسترس بودن نمودارهای پتروفیزیکی و سهولت کار با نرم‌افزار سیکلولاگ، این نرم‌افزار می‌تواند ابزار مناسبی جهت انجام مرحله اول مطالعات چینه‌نگاری سکansı باشد.

### ۱-۳- هدف از پژوهش

در مطالعات جامع پیشین صورت گرفته در سه مخزن نفتی مورد مطالعه (کرنج، پرنج و پارسی) زون‌های فسیلی بر اساس مطالعه مقاطع نازک تهیه شده از مغزه‌ها و خرده‌های حفاری تفکیک گردیده بودند. با توجه به افزایش تعداد حلقه‌های چاه‌های حفاری شده، لزوم تطابق چینه‌ای تمامی چاه‌های این میادین به کمک نرم‌افزار سیکلولاگ و بررسی و زون‌بندی نهایی ضروری بود. بر این اساس با هدف بازنگری و اصلاح زون‌بندی در هر سه میدان در تمامی چاه‌ها به کمک نرم‌افزار سیکلولاگ خطوط زمانی تفکیک، و در نهایت زون‌بندی مخزن آسماری در کنار استفاده از پارمترهای مخزنی بر پایه چارچوب زمانی و با کالیبراسیون با زون‌های فسیلی انجام گرفت. اهمیت این روش در چاه‌هایی انحرافی و دارای ضخامت زیاد (مانند چاه‌های جدید حفاری شده در میدان پارسی و پرنج) بسیار مشهود بوده و کمک شایانی به زون‌بندی مخزن و در نهایت تهیه مدل سه‌بعدی دارد.

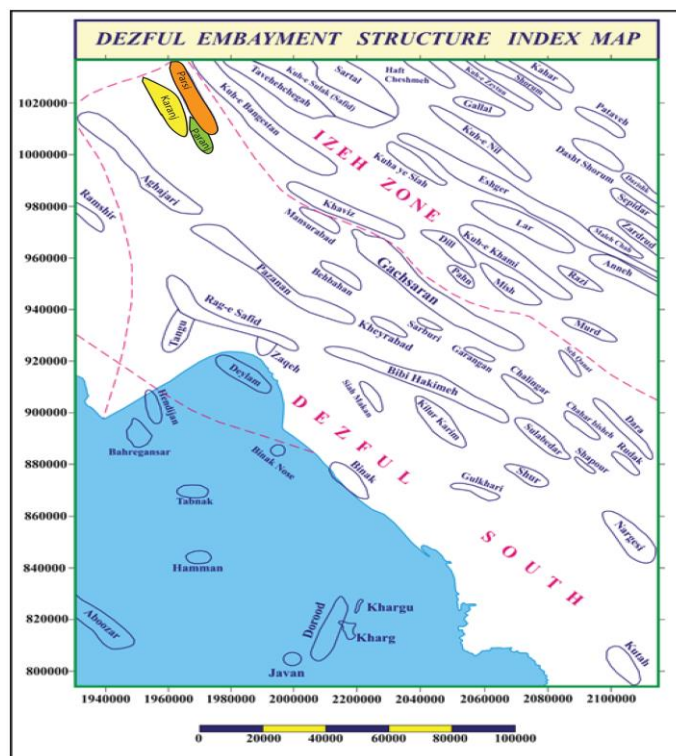
### ۲- موقعیت زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

رشته کوه‌های زاگرس با طول تقریبی حدود ۲۰۰۰ کیلومتر و عرض بین ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتر از مرز جنوب شرقی ترکیه - ارمنستان آغاز شده و با یک روند شمال غرب - جنوب شرق تا تنگه هرمز واقع در جنوبی‌ترین بخش فلات مرکزی ایران ادامه می‌یابد. منطقه مورد مطالعه در جنوب غرب ایران و جنوب فراافتادگی دزفول در میادین نفتی پارسی، کرنج و پرنج واقع شده است. میادین نفتی پارسی، کرنج و پرنج در ۱۱۰ تا ۱۳۰ کیلومتری جنوب شرقی اهواز و ۳۵ کیلومتری شمال غربی بهبهان قرار دارند بطوریکه میدان پارسی در شمال شرقی و میدان کرنج در جنوب غربی میدان پرنج واقع شده است (شکل ۱).



شکل ۱: نمایش موقعیت میداین مورد مطالعه در فروافتادگی دزفول. با اندکی تغییر برگرفته از مقاله [۳۷]

میداین مذکور در محدوده عرض‌های جغرافیایی  $30^{\circ}/55'$  الی  $31^{\circ}/12'$  و طول‌های جغرافیایی  $49^{\circ}/49'$  الی  $50^{\circ}/03'$  واقع شده‌اند. حداکثر ارتفاع منطقه نسبت به سطح تراز دریا ۹۰۰ متر است. اکتشاف ساختمان میدان پرنج جدیدتر از دو میدان دیگر بوده و بعد از انجام عملیات لرزه نگاری سه بعدی میداین کرج و پارسی در سال ۲۰۰۳ میلادی شناسائی گردیده است. میداین مورد مطالعه در منتهی‌الیه جنوبی و در امتداد محور حداکثر فرونشست فروافتادگی دزفول شمالی قرار دارند (شکل ۲).



شکل ۲: جایگاه میدانهای پارسی، کرج و پرنج در فروافتادگی دزفول با اندکی تغییر [۱۰]

بررسی سیکلواستراتیگرافی مخزن آسماری در میداین نفتی کرنج، پرنج ...

در میداین مذکور، تاکنون فقط در ۱۴ حلقه چاه ضخامت کامل سازند آسماری حفاری شده است. ضخامت متوسط سازند آسماری در میدان کرنج، پرنج و پارسی به ترتیب ۴۰۸، ۴۰۹ و ۳۹۵ متر می باشد [۲] و [۳] در میدان کرنج تاکنون تعداد ۴۸ حلقه چاه حفاری شده است که ۴۵ حلقه از آنها در مخزن آسماری، دو حلقه در مخزن بنگستان و یک حلقه نیز در مخزن خامی کامل شده است. مخزن آسماری عمدتاً از سنگهای کربناته شامل سنگ آهک و دولومیت [۱۲] با لایه‌های پراکنده از ماسه سنگ و شیل تشکیل شده است [۳].

ساختمان میدان پرنج بر اساس تفسیر ژئوفیزیکی انجام شده دارای دو برآمدگی شمال غربی و جنوب شرقی است. طول و عرض تقریبی میدان به ترتیب حدود ۱۳ و ۳/۵ کیلومتر می باشد. تاکنون تعداد ۱۱ حلقه چاه در این میدان حفاری شده که همگی در مخزن آسماری تکمیل شده اند. توالی سازند آسماری به صورت تناوبی از لایه های آهک، دولومیت و آهک دولومیتی مشاهده می گردد [۱۲]، [۱۴] و [۳۸]. در نیمه پایینی سازند آسماری لایه‌های آهک رسی همراه با میان لایه‌هایی از شیل مشاهده می شوند [۷].

در میدان پارسی: تاکنون تعداد ۸۹ حلقه چاه در میدان پارسی حفاری شده است که ۸۷ حلقه آن در سازند آسماری تکمیل شده و ۲ حلقه نیز در مخزن بنگستان حفاری شده است [۲].

آسماری فوقانی در این میدان بیشتر از جنس دولومیت [۱۲] و آهک و قسمت زیرین آن از سنگ‌های آهکی و شیل تشکیل شده است. این آهک‌ها حاوی شکستگی، رگچه‌های انحلالی، استیلولیت و نودولهای انیدریت می باشند. شیل‌ها عمدتاً در بخش آسماری پایینی متمرکز بوده و به رنگ خاکستری تیره، گاه متمایل به سبز و گاه با حالت متورق دیده می شوند [۲].

### ۳- روش کار

در این مطالعه، با توجه به اینکه استفاده از تغییرات لاگ گاما در مخزن آسماری مهمترین ابزار در شناسایی چرخه‌های رسوبی می‌باشد در سه میدان پارسی، کرنج و پرنج از اطلاعات چاههایی استفاده گردید که: بیشترین ضخامت سازند آسماری در آنها حفاری شده باشد.

دارای نمودارهای گاما (CGR, SGR) در تمام ضخامت حفاری شده باشند.

تا حد امکان دارای پراکندگی ایده‌ال بوده و بیشتر نقاط میدان را پوشش دهند.

لذا در میدان پارسی ۵ حلقه چاه (چاههای پارسی ۱۱، ۱۶، ۱۸، ۱۹، ۳۳) و در میدان کرنج ۴ حلقه چاه (چاههای کرنج ۱۴، ۲، ۹، ۳۱) و همچنین یک حلقه چاه از میدان پرنج (پرنج ۶) انتخاب گردید. سپس تمامی چاه‌ها در نرم افزار سیکلولوگ وارد و دو حلقه چاه پارسی ۱۱ و کرنج ۹ به‌عنوان چاه‌های نمونه انتخاب گردید. پس از این تمامی مرزهای سکانشی بر روی این دو چاه جدا و سپس در بقیه چاه‌ها نیز مشخص گردید. لازم به ذکر است جهت بررسی بهتر این سه میدان چاه‌های منتخب در دو مقطع عرضی ترسیم شده انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند. در نهایت با تلفیق اطلاعات بدست آمده با داشته‌های فسیلی در این سه میدان، مرز زمانی (آشکوب‌های سازند آسماری) تفکیک و همچنین سر سازند پایده تصحیح گردید.

### ۴- سیکلواستراتیگرافی (Cyclostratigraphy)

مهمترین دلیل مطالعه هر مخزن نفتی استفاده بهینه‌تر از قسمت‌های تولیدی مخزن می‌باشد و اولین قدم در شناسایی مخزن زون‌بندی آن است.

اولین پارامتر در جدا کردن زون‌های مخزنی در هر میدان تغییرات سنگ شناسی در آن مخزن است، که با تلفیق داده‌های دیگر نظیر داده‌های تولیدی و نمودارهای پتروفیزیکی در هر مخزن لایه‌های تولیدی و غیرتولیدی از یکدیگر تفکیک می‌شوند. سیکلواستراتیگرافی یا چینه‌شناسی سکانشی علمی است که بر اساس چرخه‌های رسوبی و شناخت آنها کمک شایانی در تفکیک زون‌های مخزنی می‌کند. رایج‌ترین و قدرتمندترین نرم‌افزار جهت شناسایی این چرخه‌ها، سیکلولاگ<sup>۵</sup> می‌باشد. نرم‌افزار سیکلولاگ به کمک نمودارهای پتروفیزیکی اخذ شده از درون حفره چاه و بویژه نمودار گاما (CGR, SGR) امکان تطابق زیر سطحی و تهیه چارت تطابقی را در چاه‌های انتخابی به ما می‌دهد. نرم‌افزار سیکلولاگ بر پایه تغییرات چرخه‌ای آب و هوایی و تناوب در آنها استوار است [۲۶]. این تغییرات و حوادث همگی در رسوبات ثبت می‌گردد که بخوبی بر روی نمودار گاما قابل پیگیری می‌باشد [۲۷].

جهت تهیه نمودار تطابقی<sup>۶</sup> در نرم‌افزار سیکلولاگ ابتدا داده‌های رقومی لاگ گاما (CGR/SGR) جهت کلیه چاه‌های مورد مطالعه بررسی، یکسان سازی و وارد نرم‌افزار گردید. سپس جهت تمامی چاه‌ها نمودار INPEFA<sup>۷</sup> تهیه شد. نمودار INPEFA در واقع نشان دهنده میزان انحراف تغییرات فضای رسوب‌گذاری است. این نمودار روند طیف طول موج‌های نمودار پرتو گاما است که تغییرات آن بصورت افزایشی و یا کاهشی است. هرگونه تغییراتی در این نمودارها، نشان دهنده تغییرات آب و هوا در چینه‌نگاری است [۲۱]. همچنین اهمیت خاص نمودار INPEFA در برقراری انطباق بین چاه‌ها و وجود شکل‌های کلیدی مانند روند تغییر منحنی<sup>۸</sup> و نقاط برگشت نمودار<sup>۹</sup> بین آنها است [۲۵]. این خصوصیت نشان دهنده رژیم رسوبگذاری ناشی از تغییرات آب و هوایی نواحی می‌باشد [۲۴].

همچنین نقاط برگشت نمودار معرف تغییر در روندهای رسوبگذاری می‌باشد که بین چاه‌ها قابل تطابق بوده و ارزش زمانی دارد [۱۶]. روند افزایش رو به بالای INPEFA را روند مثبت<sup>۱۰</sup> و روند کاهشی رو به پائین را روند منفی<sup>۱۱</sup> می‌نامند. روند مثبت معرف پیشروی دریا<sup>۱۲</sup> و روند منفی معرف پسروی دریا<sup>۱۳</sup> می‌باشد [۱۵]. در مجموع تغییرات مثبت Pb در مرزهای سکانشی (SB) رخ می‌دهد و تغییرات روند منفی Nb سطوح حداکثر سیلابی<sup>۱۴</sup> را نشان می‌دهد.

Pb # SB # Transgrasive  
Nb # MSF # Regrasive

در این مطالعه در مجموع جهت 10 حلقه از چاه‌های میدان‌های پارسی، کرنج و پرنج نمودار ترکیبی<sup>۱۵</sup> تهیه شد. البته جهت بررسی بهتر از چاه‌های میداین اطراف مانند منصورآباد ۱۱ (Mb-11) و آجاجاری ۳۰ (Aj-30) نیز یک چاه انتخاب، و در نمودار تطابقی با سایر چاه‌های منطقه مورد مطالعه، بررسی گردید.

<sup>5</sup> Cyclog

<sup>6</sup> Correlation Chart

<sup>7</sup> Integrate Predicate Error Filter Analysis

<sup>8</sup> Curve patterns

<sup>9</sup> Turning point

<sup>10</sup> Positive break: Pb

<sup>11</sup> Negative break: Nb

<sup>12</sup> Transgrasive

<sup>13</sup> Regrasive

<sup>14</sup> MSF

<sup>15</sup> Composite Well Chart

بررسی سیکلواستراتیگرافی مخزن آسماری در میداین نفتی کرنج، پرنج ...

در تطابق زون‌های مخزنی و مرزهای زمانی باید به این نکته مهم توجه داشت که زون‌های مخزنی، خطوط زمانی را قطع نمی‌کنند چرا که در یک مخزن واحدهای تراوا و ناتراوا (به‌خصوص میان لایه‌های شیلی ممتد) باید از خطوط زمانی جدا شده پیروی کنند [۲۸]، [۱۷] و [۱۳].

## ۵- مقایسه سطوح تفکیکی سیکلولاگ با سایر سطوح شناسایی شده در میداین کرنج، پرنج و پارسی

جهت بررسی خطوط زمانی در سه میدان مورد مطالعه ابتدا در تمامی چاه‌های منتخب خطوط زمانی تفکیک گردید لازم به ذکر است که از دو میدان منصورآباد (Mb-11) و آغاچاری (Aj-30) هر کدام یک حلقه چاه جهت کنترل خطوط در نمودارهای تطابقی کمک گرفته شد (جدول ۱).

جدول ۱: خطوط زمانی سیکلو استراتیگرافی در چاههای سه میدان مورد مطالعه

Cyclostratigraphy time lines in study area (Karanj, Paranj, Parsi oil fields)												
Well name	Positive Break depth(m)							Negative Break depth(m)				
	Pb300	Pb400	Pb500	Pb1000	Pb1500	Pb2000	Pb3000	Nb500	Nb1000	Nb2000	Nb3000	Nb4000
Kr-2	...	2118	2125	2139	2200	2330	2490	2070	2102	2322	2445	...
Kr-9	...	2570	2588	2603	2685	2765	2950	2520	2555	2750	2885	...
Kr-14	...	3121	3134	3150	3220	3270	...	3072	3108	3269	3332	...
Kr-31	...	3490	2501	2510	2615	2670	2860	3435	2475	2660	2790	...
Prj-6	...	...	2975	2990	3085	3168	3280	...	2950	3040	3265	3300
Pr-11	...	...	2570	2580	2670	2700	2835	2498	2535	2703	2825	2870
Pr-16	...	...	1985	2000	2090	2112	2218	1880	1930	2084	2208	2255
Pr-18	2321	2345	2365	2390	...	...	...	2235	2275	...	...	...
Pr-19	2004	2020	2040	2060	2210	...	...	1940	1990	...	...	...
Pr-33	2170	2182	2198	2220	...	...	...	2118	2185	...	...	...
Aj-30	...	...	2015	2025	2045	2081	2265	1970	2000	2077	2222	2295
Mb-11	...	...	...	2438	2635	2612	2730	...	2410	2515	2755	...

جهت بررسی بهتر در هر میدان یک چاه بعنوان چاه نمونه انتخاب و تمامی خطوط زمانی بر روی آن تفکیک گردید. در ابتدا خطوط زمانی تفکیکی میداین پارسی و پرنج و سپس میدان کرنج شرح داده می‌شود. در مطالعات مخزنی قبلی، مخزن آسماری میدان پارسی بر اساس ویژگی‌های سنگ شناسی و پتروفیزیکی به ۷ زون اصلی تقسیم گردید که زون ۲ به دو زیر زون تفکیک شده است (جدول ۲) [۲].

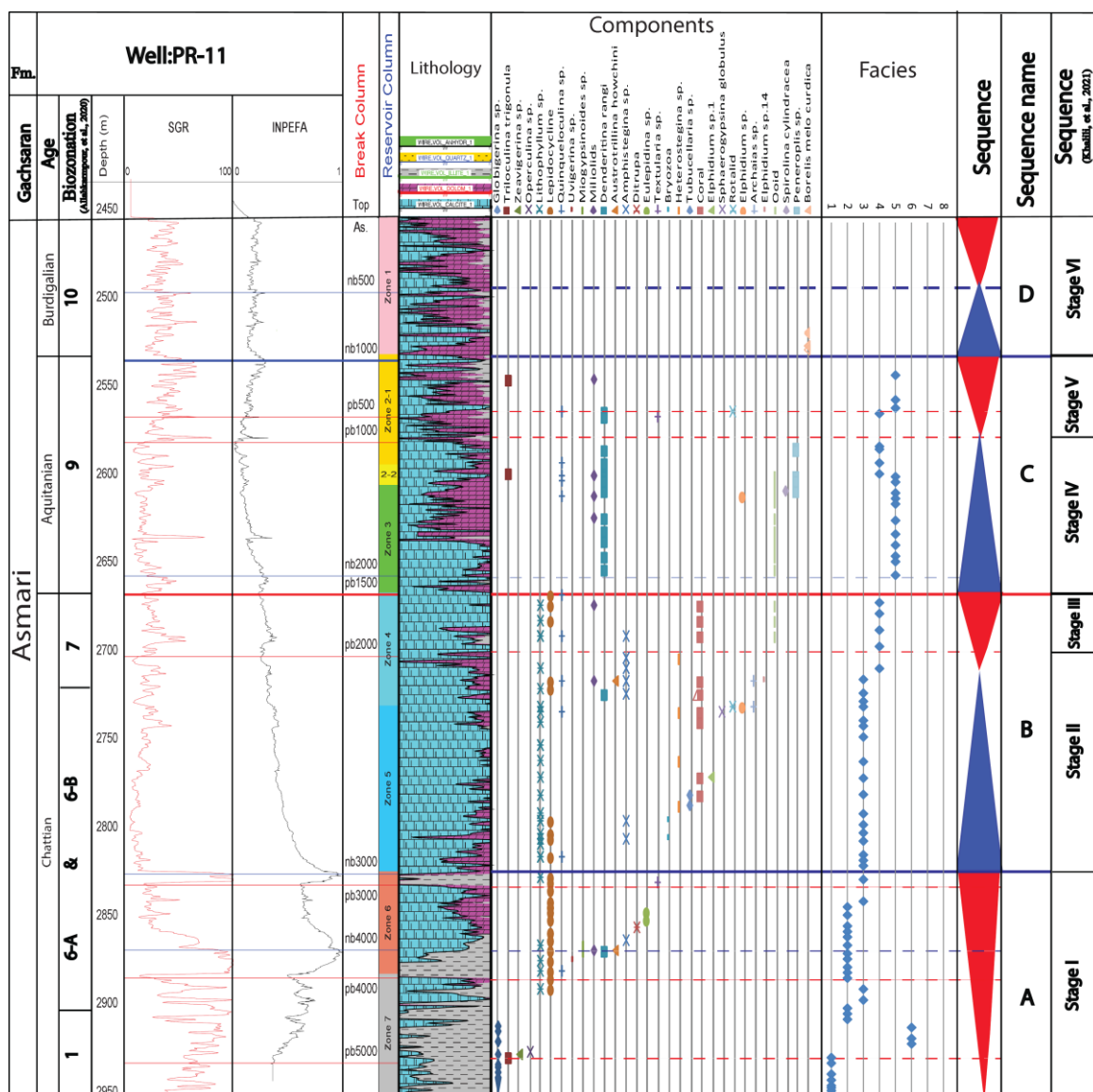
جدول ۲: خصوصیات پتروفیزیکی مخزن آسماری میدان پارسی [۲]

Parsi Field										
Summary of Petrophysical Av. Data (Base on Petrophysic Department)										
Zone	Thick.(m)	Pro.(%)	SW.(%)	NTG	Lithology (%)					
					DoI.	Lst.	SST.	SHL.	EVAP.	
1	80	10.4	42	0.72	34	60.7	0	2.9	2.4	
2-1	53	7.3	62	0.45	27.4	66.1	0	6.2	0.3	
2-2	14	6.2	70	0.35	15.7	64.2	0	20.1	0	
3	89	6.3	58	0.51	11.4	79.7	0	6.9	2	
4	41	9	49	0.60	23.4	62.2	0	3.1	11.3	
5	46	6	67	0.27	18	69.3	3.1	9.6	0	
6	34	2.2	93	0.045	11	69.4	0	19.6	0	
7	53	6	74	0.29	10.7	61.2	0	28.1	0	
Total	410	6.7	64.4	0.40	24.6	67	0.1	6.3	2	



اردوان خلیلی، حسین وزیری مقدم، مهران آرین، علی صیرفیان

با ایجاد نمودار تطابقی در یال‌های جنوبی، شمالی و ستیغ میدان، خطوط زمانی تعیین شده کلیه چاه‌ها به هم وصل شده و تطابقی بین زون‌های مخزنی و خطوط زمانی (سطوح مرزی شناسایی شده) انجام گردید. با توجه به شباهت مخزنی بیشتر میدان پرنج با میدان پارسی جهت این دو میدان یک توصیف ارائه می‌گردد و چاه ۱۱ پارسی با توجه به ضخامت کامل حفاری شده سازند آسماری و موقعیت قرار گیری در میدان و همچنین به جهت کیفیت نمودارها و تفکیک روندهای Nb و Pb به عنوان چاه نمونه ۱۶ این دو میدان انتخاب گردید (شکل ۳).



شکل ۳: انطباق زون‌های مخزنی و مرزهای زمانی در مخزن آسماری چاه پارسی ۱۱-

خط زمانی Nb500 روی یک نقطه با میزان پرتو گامای زیاد ۱۷ در میانه زون ۱ مخزنی قرار دارد و در تمام چاه‌های مورد مطالعه میدان پارسی و پرنج این مرز زمانی به موازات این زون امتداد یافته است و تطابق بسیار خوبی نشان می‌دهد. خط زمانی Nb1000 در تمامی چاه‌های مورد مطالعه میدان پارسی بر روی مرز بین زون‌های ۱ و ۲ عبور می‌کند و

<sup>16</sup> Type well

<sup>17</sup> Peak

تطابق خوبی با زون بندی مخزن دارد. با بررسی و شناسایی گونه‌های فسیلی [۳۹] و [۳۶] و جدا نمودن بایوزون‌ها تفکیک شده [۱۱] از نظر زمانی مشخص گردید که این مرز جدا کننده آشکوب بوردیگالین و آکی تانین می‌باشد که با خطوط مرزهای سکانسی شناسایی شده در این سه میدان [۲۲] که در واقع جدا کننده سکانس Stage VI (Bu.) از Stage V (Aq.2) است هم‌خوانی خوبی دارد [۲۹] و [۳۵]. ضخامت آشکوب بوردیگالین از شرق به غرب میدان تقریباً یکسان بوده و فقط در میانه میدان و در چاه ۳۵ افزایش ضخامت دارد. خط زمانی Nb3000 از مرز زون‌های مخزنی ۵ و ۶ چاه‌های شرق میدان پارسی (۱۱ و ۱۶ و ۳۵) عبور می‌کند ولی در چاه‌های غرب میدان بدلیل عدم حفاری قابل تفکیک نمی‌باشد. خطوط زمانی Nb2000 و Nb4000 از میانه زون‌های مخزنی میداین پارسی و پرنج عبور کرده و تطابق خوبی از خود نشان نمی‌دهند.

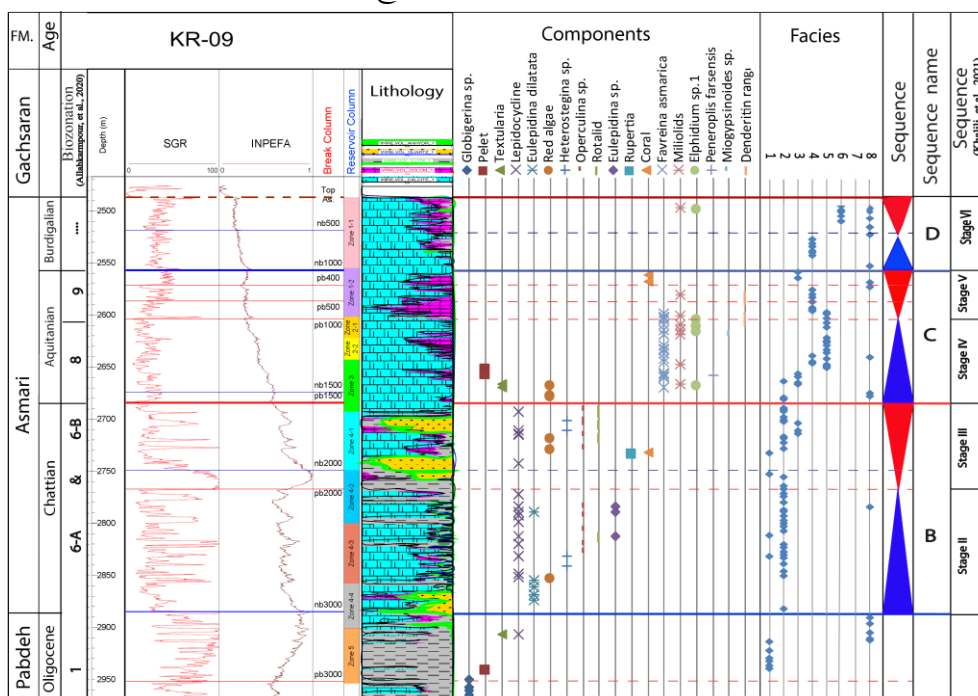
خط زمانی Pb500 در چاه‌های غرب میدان پارسی (۱۸، ۳۳ و ۱۹) بر روی مرز زیر زون‌های ۱-۲ و ۲-۲ عبور می‌کند ولی در چاه‌های شرق میدان از میانه زیرزون ۱-۲ عبور می‌کند و تطابق خوبی با زون بندی ندارد. خط زمانی Pb1000 در چاه‌های غرب میدان پارسی (۱۸، ۳۳ و ۱۹) بر روی مرز زیر زون ۲-۲ و زون ۳ عبور می‌کند ولی در چاه‌های شرق میدان این مرز زمانی از میانه زیرزون ۱-۲ عبور کرده و تطابق خوبی با زون بندی مخزنی میدان ندارد. خط زمانی Pb1500 در چاه‌های غرب میدان پارسی (۱۸، ۳۳ و ۱۹) از میانه زون ۳ عبور می‌کند و در چاه‌های شرق میدان از مرز زونهای ۳ و ۴ عبور می‌کند تطابق خوبی با زون بندی دارد. با بررسی و کالیبره با گونه‌های فسیلی [۳۹] و [۳۶] و جدا نمودن بایوزون‌ها تفکیک شده [۱۱] از نظر زمانی مشخص گردید که این مرز جدا کننده آشکوب آکی تانین از شاتین می‌باشد که با خطوط مرزهای سکانسی شناسایی شده در این سه میدان [۲۲] که در واقع جدا کننده سکانس Stage IV (Aq.1) از Stage III (Ch.3) است هم‌خوانی خوبی دارد [۳۰] و [۳۵]. خط زمانی Pb4000 از مرز زونهای مخزنی ۶ و ۷ میداین پارسی و پرنج عبور می‌کند و در تمامی میدان از روند یکسانی برخوردار است. خطوط زمانی Pb300 و Pb400 در چاه‌های غرب میدان پارسی (۱۸، ۳۳ و ۱۹) از میانه زیر زون ۱-۲ عبور می‌کنند ولی در چاه‌های شرق میدان از جمله در چاه پارسی ۱۱ قابل تفکیک نمی‌باشد. خطوط زمانی Pb2000، Pb3000 و Pb5000 از میان زونهای مخزنی عبور کرده و نطابق قابل ملاحظه‌ای از خود نشان نمی‌دهند. در ضمن خطوط زمانی Pb2000، Nb3000، Pb3000، Nb4000، Pb4000 و Pb5000 در چاه‌های مورد مطالعه در غرب میدان بدلیل عدم حفاری شناسایی نگردید. در مطالعات مخزنی قبلی، مخزن آسماری میدان کرنج بر اساس ویژگی‌های سنگ‌شناسی و پتروفیزیکی به ۴ زون اصلی تقسیم شده است که زون‌های ۱ و ۲ به دو زیرزون و زون ۴ به چهار زیرزون تفکیک گردید (جدول ۳). زون ۵ در این تقسیم بندی در واقع سر سازند پابده در نظر گرفته شده است [۳].

جدول ۳: خصوصیات پتروفیزیکی مخزن آسماری میدان کرنج [۳]

Karanj Field									
Asmari Reservoir Summary of Petrophysical Av. Data (Base on Petrophysic Department)									
Zone	Thick.(m)	NTG	Pro.(%)	SW.(%)	Lithology (%)				
					LST.	DOL.	SST.	SH.	ANHY.
1-1	51	0.73	0.13	0.25	56	42	0	2	0
1-2	47	0.62	0.12	0.31	53	42	0	5	0
2-1	28.5	0.54	0.09	0.31	62	33.9	0.10	3	1
2-2	27.8	0.65	0.11	0.27	53	35.6	0.40	10	1
3	46	0.51	0.10	0.30	81	12.1	2	2.9	2
4-1	63	0.59	0.10	0.31	83	10.8	1	5	0.2
4-2	55	0.49	0.11	0.28	56	8.5	13	22.5	0
4-3	52	0.21	0.13	0.31	47	8	0.30	44.7	0
4-4	33	0.17	0.13	0.41	66	4.5	1.5	28	0
5	54	0.19	0.11	0.61	42.00	1	0	57	0
Total Av.	200.3	0.41	0.11	0.38	69.00	10.00	1.30	19.60	0.10

با ایجاد نمودار تطابقی ۱۸ در یال‌های جنوبی، شمالی و ستیغ میدان، خطوط زمانی تعیین شده کلیه چاه‌ها به هم وصل شده و تطابقی بین زون‌های مخزنی و خطوط زمانی (سطوح مرزی شناسایی شده) انجام گردید. چاه ۹ کرنج با توجه به ضخامت کامل حفاری شده سازند آسماری و موقعیت قرار گیری در میدان و همچنین به جهت کیفیت نمودارها و تفکیک روندهای Nb و Pb به عنوان چاه نمونه ۱۹ انتخاب گردید.

خط زمانی Nb500 روی یک نقطه با میزان پرتو گامای زیاد ۲۰ در میانه زون ۱ قرار دارد و در تمام چاه‌های مورد مطالعه میدان کرنج این مرز زمانی به موازات این زون امتداد یافته است و تطابق بسیار خوبی نشان می‌دهد. خط زمانی Nb1000 در تمامی چاه‌های مورد مطالعه میدان کرنج بر روی مرز بین زیر زون‌های ۱-۱ و زیر زون ۲-۲ عبور می‌کند و تطابق خوبی با زون بندی مخزن دارد. با بررسی و کالیبره با گونه‌های فسیلی از نظر زمانی مشخص گردید که این مرز جدا کننده آشکوب بوردیگالین و آکی تانین می‌باشد. ضخامت آشکوب بوردیگالین از غرب به شرق میدان با کاهش می‌یابد. خطوط زمانی Nb2000 و Nb1500 از میانه زون‌های مخزنی میدان کرنج عبور کرده و ارزش تطابقی ندارد (شکل ۴).



شکل ۴: انطباق زون‌های مخزنی و مرزهای زمانی در مخزن آسماری چاه کرنج ۹-

خط زمانی Nb3000 در چاه‌های غرب میدان (مانند ۹ و ۳۱) از میان زیر زون ۴-۴ عبور می‌کند ولی در شرق میدان این خط زمانی از مرز زونهای ۴ و ۵ عبور می‌کند. در واقع این خط زمانی مشخص کننده مرز سازندهای پابده و آسماری است که به کمک آن سرسازند پابده در چاه‌های میدان کرنج قابل تصحیح می‌باشند.

خطوط زمانی Pb500 و Pb400 در تمامی چاه‌های مورد مطالعه میدان کرنج از میان زیر زون ۲-۲ عبور می‌کنند و تطابق خوبی با زون بندی ندارند. خط زمانی Pb1000 در تمام چاه‌های میدان کرنج از مرز زیر زون ۲-۲ و زیر زون ۲-۲ عبور

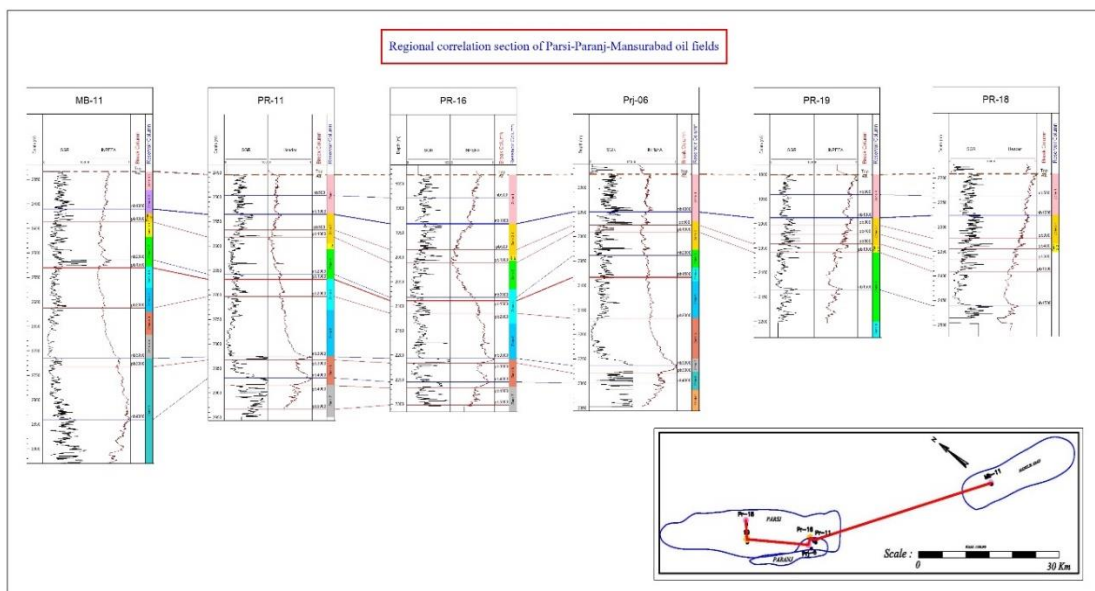
18 Correlation Chart

19 Type well

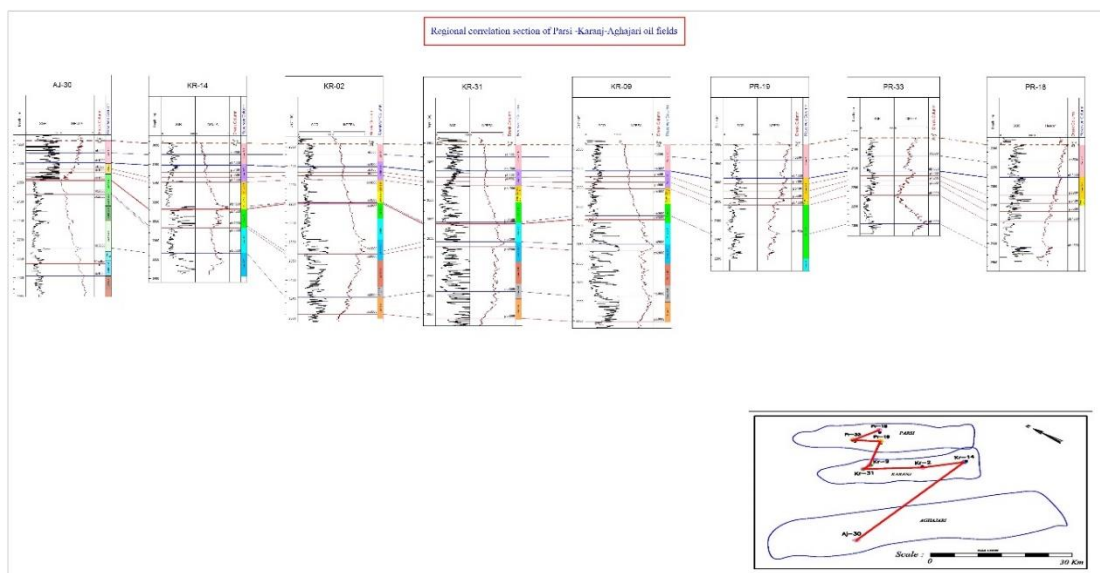
20 Peak

بررسی سیکلوآستراتیگرافی مخزن آسماری در میادین نفتی کرنج، پرنج ...

می‌کند و تطابق خوبی با زون بندی مخزنی میدان دارد. خط زمانی Pb1500 در بیشتر چاه‌های میدان کرنج از مرز زون ۳ و زیرزون ۴-۱ عبور می‌کند که با بررسی و کالیبره با گونه‌های فسیلی از نظر زمانی مشخص گردید که این خط زمانی جدا کننده آشکوب های آکی تائین و شاتین از یکدیگر می‌باشد. خطوط زمانی Pb2000 , Pb3000، در چاه‌های مورد مطالعه از هماهنگی و تطابق خوبی با زون بندی مخزنی برخوردار نمی‌باشند (شکل های ۵ و ۶).



شکل ۵: انطباق زون‌های مخزنی و مرزهای زمانی در مخزن آسماری چاه‌های میادین پارسی و پرنج با یکی از میادین مجاور (میدان منصورآباد)



شکل ۶: انطباق زون‌های مخزنی و مرزهای زمانی در مخزن آسماری چاه‌های میادین پارسی و کرنج با یکی از میادین مجاور (میدان آغاچاری)

## ۶- بحث و تحلیل یافته‌های پژوهش

در محدوده مطالعه صورت گرفته در مجموع هفت خط زمانی مثبت (Pb3000, Pb2000, Pb1500, Pb1000, Pb500, Pb400, and Pb300) و همچنین پنج خط زمانی منفی (Nb4000, Nb3000, Nb2000, Nb1000, and Nb500) در چاه‌های (Aj-30, Kr-2, Kr-9, Kr-14, Kr-31, Prj-6, Pr-11, Pr-16, Pr-18, Pr-19, Pr-33 and Mb-11) بر روی نمودارهای INPEFA تشخیص داده شد. سن خطوط زمانی Pb3000 and Pb2000 شاتین، و خطوط زمانی Pb1000, Pb500, Pb400, and Pb300 در محدوده سنی آکی تانین می‌باشند. خط زمانی Pb1500 جدا کننده و مرز آشکوب‌های شاتین با آکی تانین است این خط زمانی در هر سه میدان مورد مطالعه تقریباً از مرز زونهای مخزنی ۳ و ۴ عبور می‌کند. همچنین خطوط زمانی Nb4000, Nb3000, and Nb2000 دارای سن شاتین است. خط زمانی Nb3000 در میدان کرنج با توجه به کالیبره نمودن با شواهد سن سنجی (بیواستراتیگرافی) در بیشتر چاه‌ها از مرز زونهای ۴ و ۵ عبور کرده و مشخص کننده سر سازند پابده است. به کمک این خط زمانی سر سازند پابده در چاه‌های میدان کرنج تصحیح گردید.

سن خط زمانی Nb500 بوردیگالین می‌باشد که در تمامی چاه‌های هر سه میدان مورد مطالعه (کرنج، پرنج و پارسی) از میانه زون ۱ مخزنی عبور می‌کند. مرز بین آشکوب‌های آکی تانین و بوردیگالین با خط زمانی Nb1000 مشخص می‌گردد این خط زمانی در هر سه میدان مورد مطالعه از مرز زون‌های ۱ و ۲ عبور می‌کند. باید توجه داشت که سر سازند آسماری با یک خط زمانی مثبت شروع می‌گردد (Top Asmari) که جدا کننده کربنات از سازند تبخیری گچساران می‌باشد براساس ارتباط بین این خطوط زمانی (Pb and Nb) و شناسایی آنها، دو مقطع عرضی تهیه و ترسیم گردید (شکل‌های ۵ و ۶). این خطوط زمانی کلیدی (Pb and Nb) به کمک شواهد سن سنجی (بیواستراتیگرافی) در طول میداین نفتی مورد مطالعه، کالیبره گردیدند (جدول ۴).

جدول ۴: زمان خطوط سیکلو استراتیگرافی در ناحیه مورد مطالعه

Period	Epoch	Stage	Peaks (Ma)	Time Lines in study area	
				Pb	Nb
Neogene	Miocene	Burdigalian	20.44		Nb 500
		Aquitanian	23.03	Pb 300 Pb 400 Pb 500 Pb 1000 Pb 2000	Nb 1000
	Oligocene	Chattian	27.82	Pb 3000	Nb 2000 Nb 3000 Nb 4000
		Rupelian	33.9	...	...

## ۷- نتیجه گیری

خط زمانی Nb3000 در میدان کرنج جدا کننده سازند آسماری از سازند پایده می باشد. به کمک این خط زمانی و همچنین با کالیبره کردن آن با مجموعه های فسیلی، سر سازند پایده در تمامی چاه های میدان کرنج تصحیح گردید. خط زمانی Pb1500 در سه میدان مورد مطالعه با توجه به کالیبره کردن با مجموعه های فسیلی مشخص گردید که جدا کننده آشکوب شاتین از آکی تانین می باشد همچنین خط زمانی Nb1000 در سه میدان مورد مطالعه با توجه به کالیبره کردن با مجموعه های فسیلی جدا کننده آشکوب آکی تانین از بوردیگالین است. آشکوب بوردیگالین در اکثر نواحی سه میدان مورد مطالعه از گسترش یکسانی برخوردار می باشد همچنین بررسی گسترش و ضخامت آشکوب آکی تانین در طول میدان پارسی نشان دهنده افزایش قابل توجه ضخامت آن در محدوده چاه های ۱ و ۳۵ میدان پارسی (حدود ۶۵ متر) است. از طرفی این آشکوب در میدان منصور آباد افزایش ضخامت قابل توجهی دارد (حدود ۷۰ متر) ولی ضخامت آن در میدان پرنج مشابه اکثر نواحی میدان پارسی است. در میدان کرنج ضخامت آشکوب آکی تانین تقریباً یکسان بوده ولی در میدان مجاور آن (میدان آغا جاری) این آشکوب کاهش ضخامت پیدا می کند (حدود ۶۰ متر). تغییرات ضخامت آشکوب شاتین در سه میدان و همچنین میداین مجاور قابل توجه نمی باشد از طرفی در سه میدان مورد مطالعه آشکوب روپلین شناسایی نگردید.

## سپاس و قدردانی

این مقاله با حمایت بخش زمین شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران، تهیه شده است که قابل تقدیر و سپاسگزاری است. همچنین از شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب به جهت در دسترس قرار دادن اطلاعات و اجازه انتشار آنها سپاسگزاری می کنیم. همچنین از داوران مقاله آقایان دکتر علی بهداد و دکتر علی رحمانی تشکر و قدردانی می گردد.

## منابع

- [۱] اکبری بس گلانه، ن، ۱۳۹۴، آموزش کار با نرم افزار سیکلولاگ، اداره مطالعات زمین شناسی، گزارش داخلی، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، ۳۴ صفحه.
- [۲] گروه مطالعات زمین شناسی، ۱۳۸۸، مطالعه جامع مخزن آسماری میدان پارسی، گزارش پ-۶۵۲۴، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، ۴۲۰ صفحه.
- [۳] گروه مطالعات زمین شناسی، ۱۳۹۰، مطالعه جامع مخزن آسماری- پایده میدان کرنج، گزارش پ-۷۰۹۹، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، ۴۱۷ صفحه.
- [۴] فتحی ایسوند، ر، ۱۳۹۵، شناسایی و تطابق چرخه های رسوبی سازند آسماری در میدان های آغا جاری، پازنان و رگ سفید با استفاده از نرم افزار سیکلولاگ، گزارش شماره پ- ۸۶۸۱، اداره مطالعات زمین شناسی، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، ۱۳۰ صفحه.
- [۵] رحمانی، ع، ۱۳۹۰، چینه شناسی سازند آسماری در تاقدیس های خويز و بنگستان و میدان نفتی پارسی، پایان نامه دکتری چینه شناسی و فسیل شناسی دانشگاه اصفهان، ۲۱۰ صفحه.
- [۶] رحمانی، ع، ۱۳۹۱، آشنایی با نرم افزار سیکلولاگ (Cyclog) و کاربردهای آن در صنعت نفت (مطالعات چینه نگاری سکانسی)، گزارش داخلی شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، ۸ صفحه.

- [۷] ظهوریان، س. ۱۳۹۵، مطالعه زمین‌شناسی و تهیه مدل سه‌بعدی مخزن آسماری میدان پرنج، گزارش شماره پ-۸۶۸۲، اداره مطالعات زمین‌شناسی، شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب، ۹۴ صفحه.
- [۸] غیث‌شاهی، ع.، و رحمانی، ع.، ۱۳۸۵، سکانس استراتیگرافی سازندهای ایلام و سروک در میدان آب‌تیمور (چاه شماره ۱۴)، گزارش شماره پ-۵۹۱۸، اداره مطالعات زمین‌شناسی، شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب، ۶۱ صفحه.
- [۹] غیث‌شاهی، ع.، ۱۳۹۳، مطالعه مخزن بنگستان میدان اهواز، بخش مدل سازی رخساره‌ای، گزارش پ-۸۰۷۹، اداره مطالعات زمین‌شناسی شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، ۴۴۵ صفحه، صفحات ۱۳ تا ۵۲.
- [۱۰] مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران، ۱۳۹۵، نقشه بروز شده میادین نفتی جنوب غرب ایران.
- [11] ALLAHKARAMPOUR DILL, M., VAZIRI-MOGHADDAM, H., SEYRAFIAN, A., BEHDAD, A., and SHABAFROOZ, R., 2020, A review of the Oligo–Miocene larger benthic foraminifera in the Zagros basin, Iran; New insights into biozonation and palaeogeographical maps: *Revue de Micropaléontologie*, p. 100408.
- [12] AQRAWI, A. A. M., KERAMATI, M., EHRENBERG, S. N., PICKARD, N., MOALLEMI, A., SVANA, T. A., DARKE, G., DICKSON, J. A. D., and OXTOBY, N. H., 2006, The origin of dolomite in the Asmari Formation (Oligocene-Lower Miocene), Dezful embayment, Sw Iran: *Journal of Petroleum Geology*, **29** (4): 381-402.
- [13] BORGOMANO, J. R. F., FOURNIER, F., VISEUR, S., and RIJKELS, L., 2008, Stratigraphic well correlations for 3-D static modeling of carbonate reservoirs: *AAPG Bulletin*, 92 (6): 789-824.
- [14] BUSK, H. G., and MAYO, H. T., 1918, Some notes on the geology of the Persian Oilfields: *Journal of the Institution of Petroleum Technologists*, **5**, 5-16.
- [15] DE JONG, et al., 2006, Subsurface correlation in the upper carboniferous (Westphalian) of the Anglo-Dutch Basin using the climate stratigraphic v. 23.
- [16] EMBRY, A., 2009, Practical Sequence Stratigraphy, *Canadian Society of Petroleum Geologists' monthly magazine*, The Reservoir, between May 2008 and September 2009.
- [17] FOURNIER, F., BORGOMANO, J., and MONTAGGIONI, L. F., 2005, Development patterns and controlling factors of Tertiary carbonate buildups: Insights from high-resolution 3D seismic and well data in the Malampaya gas field (Offshore Palawan, Philippines): *Sedimentary Geology*, **175** (1-4), 189-215.
- [18] GRADSTEIN, F., OGG, J., and SMITH, A., 2004, A Geological Time Scale 2004: Cambridge, U.K, Cambridge University Press, p. 589.
- [19] HILGEN, F., SCHWARZACHER, W., and STRASSER, A., 2004, Concept and Definitions in Cyclostratigraphy (Second Report of Cyclostratigraphy Working Group). In: Cyclostratigraphy: Approaches and Case Histories. *SEPM (Society for Sedimentary Geology)*: 303-305.
- [20] HUNT, D., and TUCKER, M., 1991. Sequence stratigraphic models for carbonate platforms (abstract): Dolomieu Conference on Carbonate Platforms and Dolomitization, Abstracts, Ortisei, Italy, September 16-21, 1991, p. 113.
- [21] JONG, M.G.G. DE, NIO, S.D., SMITH, D.G. and BOHM, A.R., 2007, Subsurface correlation in the Upper Carboniferous of the Anglo-Dutch Basin using the climate stratigraphic approach. *First Break*, 25, December 2007, 49-59.
- [22] KHALILI A., VAZIRI-MOGHADDAM H., ARIAN M., SEYRAFIAN A., 2021, Carbonate platform evolution of the Asmari Formation in the east of Dezful Embayment, Zagros Basin, SW Iran, *Journal of African Earth Sciences*, 181 DOI 10.1016/j.jafrearsci.2021.104229
- [23] LI, Y. Y., LERCHE, I., and PERLMUTTER, M. A., 1993, Global Cyclostratigraphy: A Model of Carbonate Growth PatteArns. *Marine and Petroleum Geology*, 10(6): 620-631.
- [24] NIO, S. DJIN, BROUWER, J., SMITH, D. G., DE JONG, M., and BOHM, A., 2005, Spectral trend attribute analysis applications in the stratigraphic analysis of wireline logs. *First Break*, **23**(4): 71-75.
- [25] NIO, S. D., A. R. BOHM, H. H. BROUWER, M.G.G. DE JONG and D. G. SMITH, 2006, Climate stratigraphy, principles and applications in subsurface correlation. *EAGE short course series*, 1: 130 P.
- [26] PERLMUTTER, M. A. and MATTEWS, M. D., 1990, Global cyclostratigraphy – a model. In Cross, T. (Ed) *Quantitative, Dynamic Stratigraphy*, Prentice Hall, 233-260.
- [27] PERLMUTTER, M. A., RADOVICH, B. J., MATTEWS, M. D. and KENDALL, C. G. ST. C., 1998, The impact of high frequency sedimentation cycles on stratigraphic interpretation. In Gradstein, F., Sandvik, K. O. and Milton, N. J. (Eds) *Sequence Stratigraphy, Concepts and Applications*, Elsevier, 141-170.

- [28] PRANTER, M. J., N. F. HURLEY, and T. L. DAVIS, 2004, Sequence-stratigraphic, petrophysical, and multicomponent seismic analysis of a shelf-margin reservoir: San Andres Formation (Permian), Vacuum field, New Mexico, United States, in *Seismic imaging of carbonate reservoirs and systems: AAPG Memoir* 81: 59– 89.
- [29] RAHMANI, A., VAZIRI-MOGHADDAM, H., TAHERI, A., and GHABEISHAVI, A., 2009, A model for the paleoenvironmental distribution of larger foraminifera of Oligocene–Miocene carbonate rocks at Khaviz Anticline, Zagros Basin, SW Iran: *Historical Biology*, **21 (3-4)**: 215-227.
- [30] RAHMANI, A., TAHERI, A., VAZIRI-MOGHADDAM, H., and GHABEISHAVI, A., 2012, Biostratigraphy of the Asmari Formation at Khaviz and Bangestan Anticlines, Zagros Basin, SW Iran: *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen*, **263 (1)**: 1-16.
- [31] SEPEHR, M., and COSGROVE, J. W., 2002, The major fault zones controlling the sedimentation, deformation and entrapment of hydrocarbon in the Zagros fold-thrust belt, Iran, *AAPG Annual Meeting*: Houston, Texas, p. 10-13.
- [32] SHABAFROOZ, R., MAHBOUBI, A., VAZIRI-MOGHADDAM, H., GHABEISHAVI, A., and MOUSSAVI-HARAMI, R., 2015a, Depositional architecture and sequence stratigraphy of the Oligo–Miocene Asmari platform; Southeastern Izeh Zone, Zagros Basin, Iran: *Facies*, v. **61 (1)**: 1-32.
- [33] SCHWARZACHER, W., 1993, Cyclostratigraphy and the Milankovitch Theory. *Developments in Sedimentology* 52. Elsevier.
- [34] STRASSER, A., HILGEN, F.J., HECKEL, P.H., 2006, Cyclostratigraphy, concepts, definition and applications, *Newletters on Stratigraphy Journal*, **42 (2)**: 75-114.
- [35] VAZIRI-MOGHADDAM, H., KIMIAGARI, M., and TAHERI, A., 2006, Depositional environment and sequence stratigraphy of the Oligo-Miocene Asmari Formation in SW Iran: *Facies*, **52 (1)**: 41-51.
- [36] VAN BUCHEM, F. S. P., ALLAN, T. L., LAURSEN, G. V., LOTFPOUR, M., MOALLEMI, A., MONIBI, S., MOTIEI, H., PICKARD, N. A. H., TAHMASBI, A. R., VEDRENNE, V., and VINCENT, B., 2010, Regional stratigraphic architecture and reservoir types of the Oligo - Miocene deposits in the Dezful Embayment (Asmari and Pabdeh Formations) SW Iran: *Geological Society, London, Special Publications*, **329 (1)**: 219-263.
- [37] VATANDOUST, M., FAGHIHI, A., ASADI, S., AZIMZADEH, A. M., HEIDARIFARD, M. H., 2019, Study of hydrocarbon generation and 1D-2D modeling of hydrocarbon migration at the Karanj and Parsi oil fields, Southern Dezful Embayment, SW Iran: *Marin and Petroleum Geology*. <https://doi.org/10.10616/j/marpetgeo.2019.104095>.
- [38] VINCENT, B., VAN BUCHEM, F. S. P., BULOT, L. G., JALALI, M., SWENNEN, R., HOSSEINI, A. S., and BAGHBANI, D., 2015, Depositional sequences, diagenesis and structural control of the Albian to Turonian carbonate platform systems in coastal Fars (SW Iran): *Marine and Petroleum Geology*, **6**: 46-67.
- [39] WYND, J. G., 1965, Biofacies of the Iranian consortium- agreement area: Iranian Offshore Oil Company.



## Cyclostratigraphy study of Asmari reservoir in Karanj, Paranj and Parsi oil fields

Ardavan Khalili<sup>1</sup>, Hossein Vaziri-Moghaddam<sup>\*2</sup>, Mehran Arian<sup>1</sup>, Ali Seyrafian<sup>2</sup>

1- Department of Earth Sciences, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Department of Geology, Faculty of Science, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

\*avaziri7304@gmail.com

Received: June 2021, Accepted: August 2021

### Abstract

The most important reason for studying any oil reservoir is the more efficient use of the production parts of the reservoir and the first step in identifying the reservoir is its zoning. Zoning is determined based on lithological changes by combining production data and petrophysical logs in each reservoir. In order to improve and accelerate the zoning of oil reservoirs, like other branches of science, the use of software has become common in recent years. One of the most powerful of these software's is Cyclolog. The science of using this software is cyclostratigraphy, which can be used to separate reservoir zones based on sedimentary cycles and their knowledge. Cyclolog software with the help of petrophysical logs taken from the wellbore and especially gamma diagram (GR) allows subsurface matching and preparation of matching charts in selected wells. In this study, in the three oil fields studied (Karanj, Paranj and Parsi) using cyclolog software, a total of seven positive timelines (Pb3000, Pb2000, Pb1500, Pb1000, Pb500, Pb400, and Pb300) as well as five negative timelines (Nb4000, Nb3000, Nb2000, Nb1000, and Nb500) were detected. Accordingly, the Pb1500 timeline is the separator and the boundary of the Chattian and Aquitanian peaks, which in the wells of all three studied fields almost cross the boundary of reservoir zones 3 and 4. The Nb4000, Nb3000, and Nb2000 timelines are also Chattian age. The Nb3000 timeline in Karanj oil field has crossed the boundaries of zones 4 and 5 in most of the wells due to calibration with biometric evidence (biostratigraphy) and indicates the top of the formation. The age of the Nb500 timeline is Burdigalian and passes through the middle of their reservoir zone 1 in the study area. The boundary between the Aquitanian and Burdigalian peaks is defined by the Nb1000 timeline. This timeline crosses the boundaries of zones 1 and 2 in all three fields studied.

**Keywords:** Cyclolog, Petrophysical log, Asmari reservoir