

بررسی زون‌های غنی از ماده آلی با استفاده از داده‌های ژئوشیمیایی و پتروفیزیکی سازندهای پابده و کژدمی در میادین نفتی آغاچاری و پازنان

نرگس عدالتی منش^{۱*}، علی کدخدائی^۱، بهرام علیزاده^۲ و محمدحسین حیدری فرد^۳

۱- دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، ایران

۲- دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران

۳- شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۷

چکیده

در این پژوهش براساس داده‌های ژئوشیمیایی و پتروفیزیکی، عمق دقیق سنگ‌های منشاء احتمالی سازندهای پابده و کژدمی در میادین نفتی آغاچاری و پازنان تفکیک شده و گسترش این سازندها (ضخامت) و تغییرات ماده آلی در دیگر چاه‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفته است. سازند پابده را از نظر میزان TOC می‌توان به ۳ بخش فوقانی و زیرین (A و C) با TOC کمتر از ۱٪ و میانی با TOC بالاتر از ۱٪ (بخش B)، تقسیم نمود که بخش‌های A و C غالباً آهکی بوده و در بخش B شیل گسترش بیشتری دارد. با مشاهده بخش غنی (B) در سازند پابده و با توجه به کیفیت آن، مقدار ماده آلی بالای ۲٪ به عنوان زون غنی شناسایی شد. ضخامت بخش B در همه چاه‌ها بیشتر از دو بخش دیگر است. میانگین ماده آلی سازند پابده ۱ تا ۳٪ است. زون B به عنوان زون اصلی سنگ‌های منشاء و زون‌های (A و C) به عنوان زون فرعی مشخص شدند. سازند کژدمی در چاه پازنان شماره ۲۳ به دلیل قرارگیری در خارج از محدوده بلندی‌های قدیمی بیشترین میزان غنای ماده آلی را دارد. اما چاه ۱۷ به دلیل قرارگیری در ناحیه پرحرارت بلندی‌های قدیمی، اگرچه دارای زون غنی می‌باشد، اما در اثر حرارت بالا مواد آلی سریع به نفت تبدیل شده و مواد آلی کمتری باقی‌مانده است. جهت بررسی جامع وضعیت غنای ماده آلی سازندهای پابده و کژدمی در این چاه‌ها، محل دقیق نمونه‌برداری و میزان ماده آلی توسط نرم‌افزار مشخص شده است که میزان انطباق زون غنی آنها با پیرولیز راک ایول مشخص می‌شود.

کلمات کلیدی: زون بندی، تغییرات TOC^۱، داده‌های ژئوشیمیایی و پتروفیزیکی، بلندی‌های قدیمه، میادین نفتی آغاچاری و پازنان

مقدمه

منطقه لازم است ابتدا سنگ‌های منشاء آن مشخص شود و سپس به بررسی ویژگی‌های آنها پرداخت. در ارزیابی ژئوشیمیایی سنگ منشاء، پیدایش و تکوین نفت و گاز، ارتباط مستقیمی با کمیت، کیفیت و بلوغ ماده آلی دارد [۱].

سنگ منشاء، یکی از عناصر اصلی سیستم هیدروکربوبنی است لذا جهت شناخت یک سیستم هیدروکربوری در یک

*مسئول مکاتبات

1. TOC (Total Organic Carbon)

nargesedalatimanesh@yahoo.com

آدرس الکترونیکی

غرب توسط میدان مارون محدود شده است [۳]. میدان پازنان با روند شمال غرب - جنوب شرق چسبیده به میدان آغاچاری است. این میدان از شمال غرب به میدان آغاچاری، از شمال شرق به میدان خويز، از شرق به میدان های بهبهان و گچساران، از جنوب شرق به میدان بی بی حکیمه و از جنوب غرب به میدان رگ سفید محدود می گردد [۴]. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی میداین نفتی مورد مطالعه را نشان می دهد [۵].

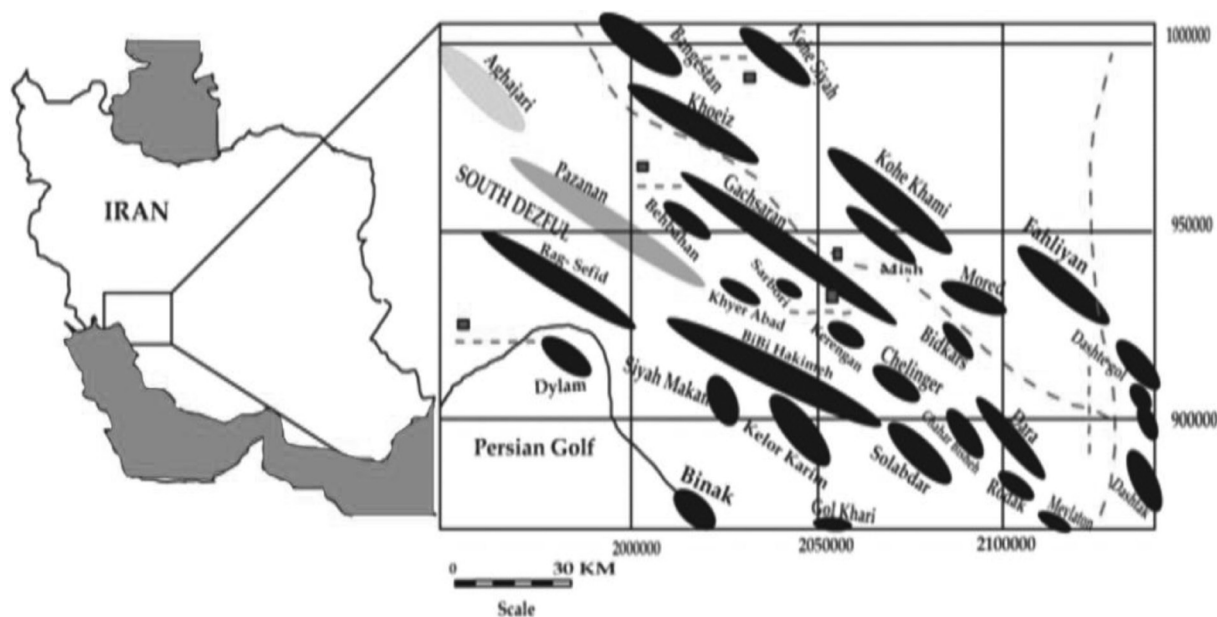
چینه شناسی سازندهای پابده و کژدمی

سازند پالئوژن پابده در مناطق مختلفی در غرب و جنوب غرب ایران شناخته شده است. این سازند در شرایط اکسیدان و تحت اکسیدان نهشته شده و تغییرات قابل ملاحظه ای در ضخامت و لیتولوژی آن در هر قسمت زاگرس وجود دارد [۶]. براساس داده های پالئوتولوژیکی، سنگ های پابده اساساً دارای سن پالئوژن می باشند. از لحاظ گسترش منطقه ای لیتولوژی سازند پابده عموماً مارنی - شیلی است [۷]. توالی کژدمی شامل تناوبی از آهک های خاکستری تیره و سنگ آهک های غنی از رس می باشد. براساس فسیل های شاخص موجود در این توالی، سن آلین - سنومانین برای سازند کژدمی ثبت شده است [۸].

نوع ماده آلی نقش بسیار مهمی در کیفیت سنگ منشاء بر عهده دارد. چندین واحد سنگ منشاء در حوضه زاگرس وجود دارد اما سازندهای آلین - سنومانین کژدمی و پالئوژن پابده به عنوان سنگ های منشاء اصلی در فروافتادگی دزفول در نظر گرفته می شوند و بیشترین میزان تولید اقتصادی هیدروکربن را در بین ایالت های نفتی ایران، در این ناحیه بر عهده داشته است [۲]. هدف اصلی این مطالعه تعیین زون های غنی از ماده آلی در میداین نفتی آغاچاری و پازنان می باشد. یکی از روش هایی که می تواند در رسیدن به این هدف مؤثر واقع شود، استفاده از داده های پیرولیز راک ایول و لاگ های ژئوشیمیایی می باشد [۳]. این مطالعه به منظور مشخص نمودن سنگ های منشاء، گسترش جغرافیایی، زون بندی و تعیین میزان غنای ماده آلی سازند پابده در میداین یاد شده انجام پذیرفت.

زمین شناسی منطقه

میدان نفتی آغاچاری، یکی از مشهورترین میداین نفتی خاورمیانه است که در فروافتادگی دزفول، در مرز بین دزفول شمالی و جنوبی قرار دارد. این میدان نسبت به میداین مجاور خود از شمال توسط میدان کرنج، از جنوب توسط میدان رامشیر، از شرق توسط میدان پازنان و از



شکل ۱- موقعیت میداین نفتی آغاچاری و پازنان [۵]

روش کار

$\Delta \log R$ موسوم است [۱۶].

بحث و بررسی

جهت ارزیابی سنگ‌های منشاء در میدین نفتی آغاچاری و پازنان حدود ۳۵ نمونه از خرده‌های حفاری حاصل از سازندهای پابده و کژدمی به عنوان سنگ منشاء احتمالی از چاه‌های ۱۲۴، ۱۱۸، ۶۱، ۱۷، ۲۳، ۱۱۳ و ۱۸۷ مورد آنالیز راک ایول قرار گرفته است. از چاه‌های ۵۶ و ۸۲ هیچ نمونه‌ای مورد آنالیز راک ایول قرار نگرفت. براساس شکل ۳ نتایج حاصل از نمودار S_2 (توان هیدروکربن‌زایی نمونه) در مقابل TOC (مقدار کربن آلی موجود در نمونه) نشان می‌دهد که مقدار ماده آلی سازند پابده در محدوده خوب تا عالی قرار می‌گیرد [۱۷]. همچنین میانگین TOC برای سازندهای پابده و کژدمی به ترتیب مقادیر ۲/۶۸ و ۲/۲۱ می‌باشد که این مقادیر براساس طبقه‌بندی مبین پتانسیل بسیار خوب سنگ‌های منشاء می‌باشد (جدول ۱) [۱۸].

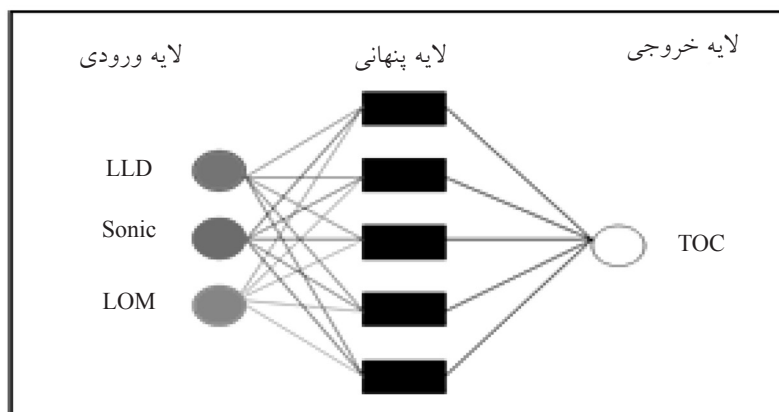
بررسی تغییرات TOC سازند پابده در میدین آغاچاری و پازنان

در این مطالعه جهت زون‌بندی سنگ منشاء بر اساس غنای ماده آلی سازنده پابده از نرم‌افزار Cyclog نسخه ۳/۲ استفاده شده است. پس از ترسیم ستون سنگ‌شناسی، به منظور همسان‌سازی راس و قاعده سازندهای پابده و کژدمی، از نگار گاما نیز استفاده شده است. سپس با استفاده از داده‌های مربوط به ستون سنگ‌شناسی، نگارها و مقادیر TOC حاصل از شبکه عصبی و روش $\Delta \log R$ ، امکان طراحی لاگ پتروفیزیکی-ژئوشیمیایی برای هر چاه میسر گردید.

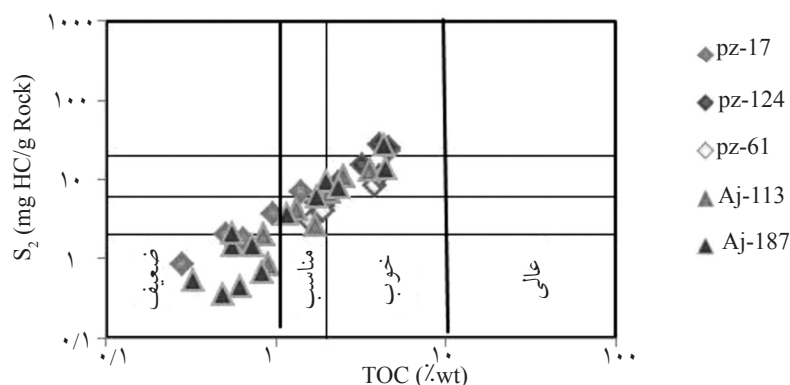
مطالعه و ارزیابی نسبتاً جدیدی با استفاده از انطباق داده‌های حاصل از آنالیزهای ژئوشیمیایی و پتروفیزیکی به منظور تعیین پتانسیل هیدروکربنی این سازندها صورت پذیرفت. از دو روش شبکه عصبی مصنوعی و $\Delta \log R$ به منظور سنجش میزان ماده آلی سازندهای پابده و گورپی در این میدین استفاده شد. هدف از انجام این مرحله، برقراری ارتباط بین پارامترهای ژئوشیمیایی و پتروفیزیکی می‌باشد. مهم‌ترین پارامتر مورد نظر، مقدار کربن آلی کل (TOC) می‌باشد. نگارهای چگالی، صوتی، اشعه گاما، نوترون و مقاومتی غالباً جهت ارزیابی سنگ‌های منشاء مورد استفاده قرار می‌گیرند [۹-۱۱].

در این پژوهش جهت مدل‌سازی TOC از شبکه عصبی نوع پس انتشار خطا استفاده شده است که دارای سه لایه ورودی، میانی و خروجی می‌باشد [۱۲]. ورودی‌های شبکه شامل مقاومت تصحیح شده، مقدار نگار صوتی و پارامتر LOM و خروجی آن نیز مقدار ماده آلی کل (TOC) می‌باشد (شکل ۲). داده‌های خروجی مدل‌سازی به صورت ستون پیوسته‌ای از TOC برای سازندهای پابده و کژدمی در هر دو میدان ارائه شده است. ضریب همبستگی داده‌های دسته تست این شبکه (پس از پایان مرحله آموزش) حدود ۰/۸۳ و ضریب همبستگی کل حدود ۰/۸۹ می‌باشد.

براساس اطلاعات پتروفیزیکی، روش‌های آزمایشگاهی متفاوتی جهت تمایز سنگ‌های منشاء از غیر منشاء به کار گرفته شد [۱۳-۱۵]. پسی و همکاران یک روش جدید جهت ارزیابی سنگ منشاء پیشنهاد نمودند که به روش



شکل ۲- شبکه عصبی مورد استفاده در این مطالعه



شکل ۳- نمودار S₂ در مقابل TOC برای تعیین مقدار ماده آلی [۱۷]

جدول ۱- زون‌بندی استاندارد براساس مقادیر TOC [۱۸]

| کمیت (مقدار) | ضعیف | مناسب | خوب | خیلی خوب | عالی |
|--------------|-------|-------|-----|----------|------|
| TOC (wt %) | ۰-۰/۵ | ۰/۵-۱ | ۱-۲ | ۲-۴ | > ۴ |

تأثیر بلندی‌های قدیمی **Paleo high** بر میزان غنای ماده آلی (**Paleo high**) یا بالآمدگی‌های قدیمی به مناطقی گفته می‌شود که در زمان رسوب‌گذاری نسبت به مناطق اطراف خود در ارتفاع بالاتری قرار داشته‌اند. این ساختمان‌ها در اثر فعال شدن مجدد گسل‌های پی‌سنگی در زمان فرارانش ایجاد شده‌اند. فعالیت گسل‌ها در مرز این مناطق موجب افزایش اصطکاک و در نتیجه افزایش غیرعادی گرادیان حرارتی می‌گردد که موجب پختگی بیشتر مواد آلی می‌شود. **Paleo high** با کاهش و افزایش ضخامت سازندها در طرفین خود تأثیرات مهمی بر روی وضعیت غنای ماده آلی، گسترش و پراکندگی سنگ‌های منشاء و مخزن این منطقه داشته است [۱۹]. شکل ۴ نشان دهنده موقعیت قرارگیری میداین نفتی مورد مطالعه بر روی **Paleo high** است.

میدان آغاچاری

از میدان آغاچاری چاه‌های ۱۱۳، ۸۲، ۵۶ و انتخاب گردید که ضخامت سازندهای مورد مطالعه و میانگین ماده آلی آنها در جداول ۲ تا ۴ ارائه شده است. میانگین TOC سازند گورپی در چاه AJ-۵۶، برابر ۰/۸۶ می‌باشد که در رده مناسب، چاه AJ-۱۱۳ با میانگین TOC، ۱/۹۰ در رده خوب و چاه AJ-۸۲ با میانگین TOC، ۱/۷۱ نیز در رده خوب طبقه‌بندی می‌شود (جداول ۲ تا ۴).

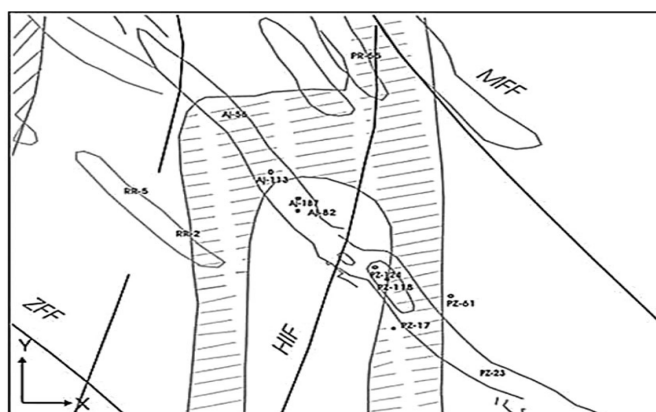
ترسیم نمودارهای حاصل از اطلاعات ژئوشیمیائی و پتروفیزیکی

پس از انجام آنالیزهای دستگامی و حصول نتایج توسط نرم‌افزار **Cyclolog**، نمودار تغییرات TOC (از هر دو روش) بر حسب عمق رسم شد و جهت نمایش ترسیمی با نتایج واقعی (دوایر مشکی) تلفیق گردید.

با توجه به میزان انطباق خیلی خوب شبکه عصبی با نتایج واقعی، این نتایج مبنای طبقه‌بندی و ترسیم جدول‌ها قرار گرفت. علاوه بر این، میزان ماده آلی براساس معیار ژئوشیمیایی (جدول ۱) طبقه‌بندی و با تباین رنگ تفکیک گردید و نسبت به عمق نمایش داده شد.

با توجه به تغییرات TOC مشاهده شده، امکان تفکیک یک زون با غنای بیش از ۲٪ TOC وجود دارد که اساس زون‌بندی سازندهای پابده و کژدمی واقع شد.

سازند پابده را از نظر میزان TOC می‌توان به ۳ بخش فوقانی و زیرین (A و C) با TOC کمتر از ۱٪ و میانی با TOC بالاتر از ۱٪ (بخش B) تقسیم نمود. بخش‌های A و C غالباً آهکی بوده و در بخش B شیل گسترش بیشتری دارد. ضخامت بخش B در همه چاه‌ها بیشتر از دو بخش دیگر است؛ ضخامت زون غنی شده B را می‌توان در کل میداین یاد شده تعقیب نمود.



شکل ۴- گسل‌ها و Paleo high در زاگرس و موقعیت قرارگیری چاه‌های مطالعاتی در میدان نفتی آغاچاری و پازنان [۲۰]

جدول ۲- مشخصات زون‌های مختلف سازندهای پایده و گورپی در چاه Aj- 56

| شماره چاه | واحد | راس (m) | قاعده (m) | ضخامت (m) | میانگین ماده آلی (درصد) | رده‌بندی |
|--------------|---------------------|---------|-----------|-----------|-------------------------|----------|
| آغاچاری (۵۶) | Top - TOP OF GURPI | ۲۲۱۵/۷۹ | ۲۴۳۵ | ۲۱۹/۲۱ | ۰/۸۶۵ | مناسب |
| | TOP OF GURPI - ILAM | ۲۱۶۹ | ۲۲۷۱/۱۱ | ۱۰۲/۱۱ | ۰/۶۲۱ | FAIR |

جدول ۳- مشخصات زون‌های مختلف سازندهای پایده و گورپی در چاه Aj- 113

| شماره چاه | واحد | راس (m) | قاعده (m) | ضخامت (m) | میانگین ماده آلی (درصد) | رده‌بندی |
|---------------|-----------------------------------|---------|-----------|-----------|-------------------------|----------|
| آغاچاری (۱۱۳) | Top - Pz ₂ | ۱۹۶۶/۰۲ | ۲۰۷۶ | ۱۰۹/۹۸ | ۱/۶۴۳ | خوب |
| | Pz ₂ - Pz ₁ | ۲۰۷۶ | ۲۱۴۵/۳۳ | ۶۹/۳۳ | ۳/۱۲۵ | خیلی خوب |
| | Pz ₁ - TOP GU | ۲۱۴۵/۳۳ | ۲۱۶۹ | ۲۳/۶۷ | ۱/۹۰۵ | خوب |
| | TOP GU - Bottom | ۲۱۶۹ | ۲۲۷۱/۱۱ | ۱۰۲/۱۱ | ۱/۲۵۹ | خوب |

جدول ۴- مشخصات زون‌های مختلف سازندهای پایده و گورپی در چاه Aj- 82

| شماره چاه | واحد | راس (m) | قاعده (m) | ضخامت (m) | میانگین ماده آلی (درصد) | رده‌بندی |
|--------------|-----------------------------------|---------|-----------|-----------|-------------------------|----------|
| آغاچاری (۸۲) | Pz ₄ - Pz ₃ | ۱۸۱۸/۴۸ | ۱۹۰۵/۳ | ۸۶/۸۲ | ۲/۶۷۹ | خیلی خوب |
| | Pz ₃ - Pz ₂ | ۱۹۰۵/۳ | ۱۹۲۸/۶ | ۲۳/۳ | ۱/۳۲۵ | خوب |
| | Pz ₂ - Pz ₁ | ۱۹۲۸/۶ | ۲۰۴۰/۲ | ۱۱۱/۶ | ۳/۸۴۱ | خیلی خوب |
| | Pz ₁ - TOP OF GURPI | ۲۰۴۰/۲ | ۲۰۵۶ | ۱۵/۸ | ۱/۷۱۴ | خوب |
| | TOP OF GURPI - GZ ₂ | ۲۰۵۶ | ۲۰۸۹/۷ | ۳۳/۷ | ۱/۴۱۳ | خوب |
| | GZ ₂ - GZ ₁ | ۲۰۸۹/۷ | ۲۱۲۰/۹ | ۳۱/۲ | ۲/۶۰۳ | خیلی خوب |

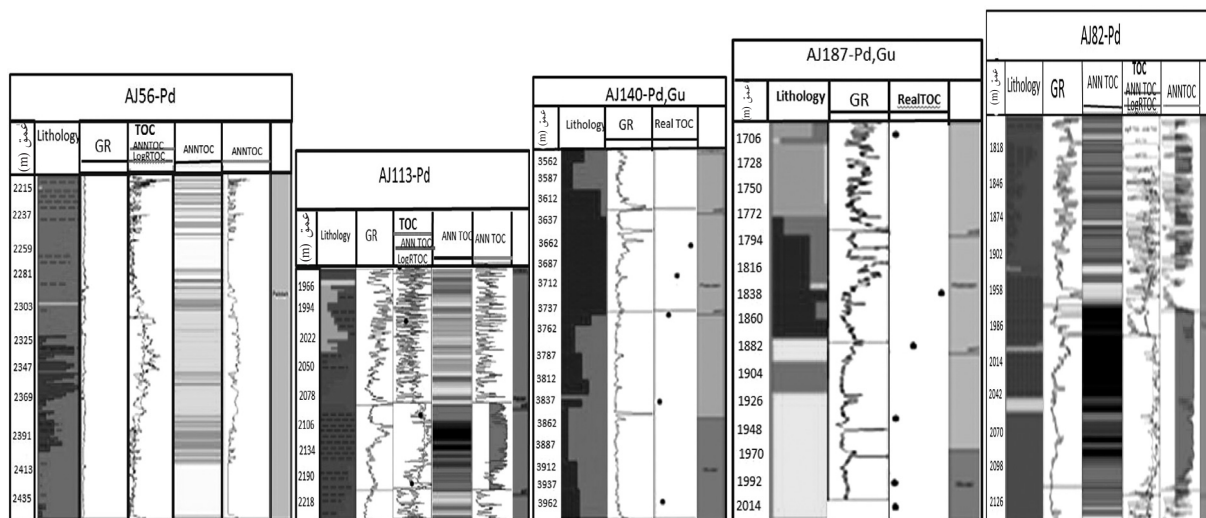
است.

تنها در چاه AJ- 82 می‌توان سازند گورپی را زون‌بندی نمود که یک زون خیلی خوب با ضخامت حدود ۳۱ m و یک زون خوب با ضخامت ۳۴ m قابل تفکیک می‌باشد. ضخامت زون غنی در چاه AJ-82 قابل توجه است. زون Pz₂-Pz₁ با ضخامت ۱۱۲ m و با میانگین ۳/۸٪ ماده آلی) و نیز زون Pz₄-Pz₃ به ضخامت حدود ۸۷ m و میانگین ۲/۶۸٪ ماده آلی قابل تفکیک می‌باشد (جدول ۴). انطباق سازندهای پایده و گورپی در چاه‌های ۵۶، ۱۱۳، ۱۴۰، ۱۸۷ و ۸۲ میدان نفتی آغاچاری در شکل ۵ نشان داده شده

میدان نفتی پازنان

میدان نفتی پازنان چاه شماره ۱۲۴-

به لحاظ غنای ماده آلی سه زون A-B-C در سازند پایده قابل تفکیک می‌باشد. زون A (مناسب) با ضخامت ۴ m در بالا، زون B (خیلی خوب) با ضخامت ۱۰۳ m در قسمت وسط و زون C (مناسب) با ضخامت ۵۹/۶ m میانگین در قسمت انتهایی سازند پایده مشخص شده است.



شکل ۵- انطباق سازندهای پابده و گورپی در چاه‌های ۵۶، ۱۱۳، ۱۴۰، ۱۸۷ و ۸۲ میدان نفتی آغاچاری

ماده آلی و کمترین مقدار درصدی زون Net Interval (%). می‌باشد.

میدان نفتی پازنان چاه شماره-۱۷

سازند پابده با ۱۵۰ m ضخامت شروع می‌شود که در راس سازند پابده، لیتولوژی آهکی، درقسمت مرکزی لیتولوژی شیلی و در قاعده این سازند لایه‌های کربناته مشاهده می‌شود که لیتولوژی شیلی سهم بیشتری دارد. در این چاه دو زون به لحاظ غنای ماده آلی به صورت زون مناسب با ضخامت ۵۳/۹ m و یک زون خیلی خوب با ضخامت ۹۶/۸ شناسایی شده است (جدول ۸). به دلیل قرارگیری این چاه روی بلندی‌های قدیمی (Paleo high) کاهش بسیار چشم‌گیری در ضخامت زون غنی شده B و همچنین میانگین مقدار ماده آلی در این چاه مشاهده می‌شود. زون B سازند پابده در این چاه دارای ۴۳ m ضخامت و میانگین مقدار ماده آلی ۳/۰۸٪ می‌باشد که ۳۸/۷ m از این ضخامت دارای مقدار ماده آلی بالاتر از ۲ است و نسبت به ضخامت کل زون غنی شده ۹۰/۲٪ می‌باشد (جدول ۷).

دو زون غنی برای سازند کژدمی در این چاه شناسایی شده است که هر دو در رده خیلی خوب قرار می‌گیرند (جدول ۹).

سنگ‌شناسی این چاه بیشتر شیلی است. مطابق با جدول ۵ زون B سازند پابده در این چاه دارای ۱۰۳ m ضخامت و میانگین مقدار ماده آلی ۳/۳۵ است که ۹۲/۸ m از این ضخامت دارای مقدار ماده آلی بالاتر از ۲ می‌باشد که نسبت به ضخامت کل زون غنی شده ۹۲/۱٪ می‌باشد. در این چاه بیشترین ضخامت زون غنی شده، بیشترین ضخامت برای مقدار ماده آلی بالاتر از ۲ و بیشترین درصد زون Net Inter-val (%). مشاهده شده است (جدول ۶).

میدان نفتی پازنان چاه شماره-۱۱۸

سازند پابده با ۲۰۷ m ضخامت و لیتولوژی شیلی شروع می‌شود. در این چاه سه زون به لحاظ غنای ماده آلی شناسایی شده است براساس جدول ۷ زون A (مناسب) با ضخامت ۲۱/۹ m، زون B (خیلی خوب) با ضخامت ۹۲/۵ m و زون C (مناسب) با ضخامت ۹۷/۲ m مشخص شده است. زون B دقیقاً منطبق بر لیتولوژی شیلی است. در این چاه لیتولوژی شیلی سهم بیشتری دارد. مطابق با جدول ۷ ۹۲/۵ m با ضخامت برای زون B و میانگین مقدار ماده آلی ۳/۶۸ تعیین شده که ۸۲/۸ m از این ضخامت دارای مقدار ماده آلی بالاتر از ۲ است که حدود ۸۹/۵٪ ضخامت کل زون غنی شده می‌باشد. این چاه دارای بیشترین مقدار میانگین

جدول ۵- مشخصات زون‌های مختلف سازند پایده در چاه Pz- 124

| شماره چاه | واحد | راس (متر) | قاعده (متر) | ضخامت (متر) | میانگین ماده آلی (درصد) | رده بندی |
|--------------|------|-----------|-------------|-------------|-------------------------|----------|
| پازنان (۱۲۴) | Pb-1 | ۲۳۲۶ | ۲۳۳۰ | ۴ | ۰/۵۵ | مناسب |
| | Pb-2 | ۲۳۳۰/۱ | ۲۴۴۴/۳ | ۱۱۴/۲ | ۳/۰۵ | خیلی خوب |
| | Pb-3 | ۲۴۴۴/۴ | ۲۵۰۴ | ۵۹/۶ | ۰/۶۷ | مناسب |

شکل ۶- مشخصات زون‌های مختلف سازندهای پایده و کژدمی بر مبنای شبکه عصبی در میدین نفتی آگاجاری و پازنان توسط نرم‌افزار Cyclog

| شماره چاه | راس (m) | قاعده (m) | ضخامت (m) | ضخامت زون خالص (m) | درصد زون خالص | میانگین ماده آلی (درصد) |
|---------------|---------|-----------|-----------|--------------------|---------------|-------------------------|
| Pz-61-Kz | ۳۸۶۴ | ۴۰۷۷/۵ | ۵۷ | ۱۱۸/۰۴۶ | ٪۹۱/۷۵ | ۳/۰۷۷ |
| Pz-118- pd,Gu | ۲۲۳۷/۵ | ۲۳۳۰ | ۵/۹۲ | ۵/۹۲ | ٪۵۹/۸۹ | ۳/۶۸۱ |
| Aj113-Pd | ۲۰۷۶ | ۲۱۴۵ | ۶۹ | ۶۹ | ٪۹۵/۵۶ | ۳/۵۸۴ |
| Aj82Pd | ۱۹۳۰ | ۲۰۳۵ | ۱۰۵ | ۱۰۵ | ٪۹۸/۶۳ | ۳/۹۳ |
| Pz17Pd,Gu | ۲۴۶۵ | ۲۵۰۸ | ۴۳ | ۶۸۴/۴۲ | ٪۹۰/۰۲ | ۳/۰۸۷ |
| Pz17-Kz | ۳۹۰۲ | ۴۱۱۳ | ۲۱۱ | ۶۲۴/۱۱۹ | ٪۷۷/۶۶ | ۲/۹۸۸ |
| Pz23,Pd,Gu | ۲۲۳۰ | ۲۳۲۷ | ۹۷ | ۳۶۸/۹۶ | ٪۹۲/۹۲ | ۳/۱۳۲ |
| Pz23Kz | ۳۶۴۷ | ۳۷۵۵ | ۱۰۸ | ۳۳۶/۴۸ | ٪۹۷/۲۵ | ۳/۵۵۴ |
| Pz124,Pd,Gu | ۲۳۳۰ | ۲۴۳۳ | ۱۰۳ | ۳۵/۱۰۲ | ٪۹۲/۱۲ | ۳/۳۵۵ |

جدول ۷- مشخصات زون‌های مختلف سازند پایده در چاه Pz- 118

| شماره چاه | واحد | راس (m) | قاعده (m) | ضخامت (m) | میانگین ماده آلی (٪) | رده بندی |
|--------------|------|---------|-----------|-----------|----------------------|-----------|
| پازنان (۱۱۸) | Pb-1 | ۲۲۱۵/۱ | ۲۲۱۹/۲ | ۴/۱ | ۰/۵۰ | Fair |
| | Pb-2 | ۲۳۱۹/۴ | ۲۳۵۳ | ۱۳۳/۶ | ۲/۸۴ | Very Good |
| | Pb-3 | ۲۳۵۳/۲ | ۲۴۲۲/۸ | ۶۹/۶ | ۰/۵۸ | Fair |

جدول ۸- مشخصات زون‌های مختلف سازندهای پایده و گورپی در چاه Pz- 17

| شماره چاه | واحد | راس (m) | قاعده (m) | ضخامت (m) | میانگین ماده آلی (٪) | رده بندی |
|-------------|-----------------------------------|---------|-----------|-----------|----------------------|----------|
| پازنان (۱۷) | Top - Pz ₂ | ۲۴۰۵/۰۶ | ۲۴۵۹/۰۴ | ۵۳/۹۸ | ۰/۸۷۳ | مناسب |
| | Pz ₂ - Pz ₁ | ۲۴۵۹/۰۴ | ۲۵۵۵/۸۹ | ۹۶/۸۵ | ۲/۶۹۹ | خیلی خوب |
| | Pz ₁ - TOP OF GURPI | ۲۵۵۵/۸۹ | ۲۶۳۶ | ۸۰/۱۱ | ۰/۶۳۲ | مناسب |
| | TOP OF GURPI - Bottom | ۲۶۳۶ | ۲۷۸۸/۷۸ | ۱۵۲/۷۸ | ۰/۵۳۴ | مناسب |

جدول ۹- مشخصات زون‌های مختلف سازند کژدمی در چاه Pz-۱۷

| شماره چاه | واحد | راس (m) | قاعده (m) | ضخامت (m) | میانگین ماده آلی (٪) | رده بندی |
|-------------|-----------------------------------|---------|-----------|-----------|----------------------|----------|
| پازنان (۱۷) | Kz ₄ - Kz ₃ | ۳۸۱۰/۶۱ | ۳۹۵۶/۶۷ | ۱۴۶/۰۶ | ۲/۴۸۱ | خیلی خوب |
| | Kz ₂ - Kz ₁ | ۳۹۵۶/۶۷ | ۴۱۱۸/۹۳ | ۱۶۲/۲۶ | ۲/۰۷۹ | خیلی خوب |

آلی بالاتر از ۲ می باشد که ۹۲/۹٪ ضخامت کل زون غنی شده را شامل می شود (جدول ۷).

دو زون غنی برای سازند کژدمی در این چاه شناسایی شده است که با ضخامت های ۶۱/۹ و ۱۹/۴ m، هر دو در رده خیلی خوب قرار می گیرند (جدول ۱۱). زون غنی شده سازند کژدمی در این چاه دارای ۱۰۸ m ضخامت و میانگین مقدار ماده آلی ۳/۵۵ می باشد که از این ضخامت ۱۰۵ m دارای مقدار ماده آلی بالاتر از ۲ می باشد که نسبت به ضخامت کل زون غنی شده ۹۷/۲٪ را شامل می شود. بیشترین مقدار میانگین ماده آلی، کمترین ضخامت زون غنی شده سازند کژدمی و بیشترین درصد زون Net Interval (٪) مربوط به این چاه می باشد (جدول ۷).

لیتولوژی غالب سازند کژدمی در این دو چاه شیل است و آهک به صورت میان لایه دیده می شود. همان گونه که در جدول ۱۱ ارائه گردیده، سازند کژدمی میدان پازنان عموماً در رده خیلی خوب قرار می گیرد و به دو زون قابل تقسیم است. به دلیل آن که سازند کژدمی چاه ۲۳ کامل نیست، میانگین ماده آلی در این دو چاه قابل مقایسه نمی باشد. در شکل ۶ انطباق سازندهای پابده و گورپی در چاه های ۱۲۴، ۱۱۸، ۱۷ و ۲۳ در میدان نفتی پازنان نشان داده شده است.

زون غنی شده سازند کژدمی در این چاه دارای ۲۱۱ m ضخامت و میانگین مقدار ماده آلی ۲/۹۸ می باشد که از این ضخامت ۱۶۳/۸ m دارای مقدار ماده آلی بالاتر از ۲ می باشد که نسبت به ضخامت کل زون غنی شده، ۷۷/۶٪ را شامل می شود. در این چاه نیز زون غنی شده سازند کژدمی دارای کمترین مقدار است، مقدار میانگین ماده آلی به حداقل مقدار خود در این چاه می رسد و بیشترین ضخامت برای مقدار ماده آلی بالاتر از ۲ متعلق به این چاه می باشد (جدول ۷).

میدان نفتی پازنان چاه شماره- ۲۳

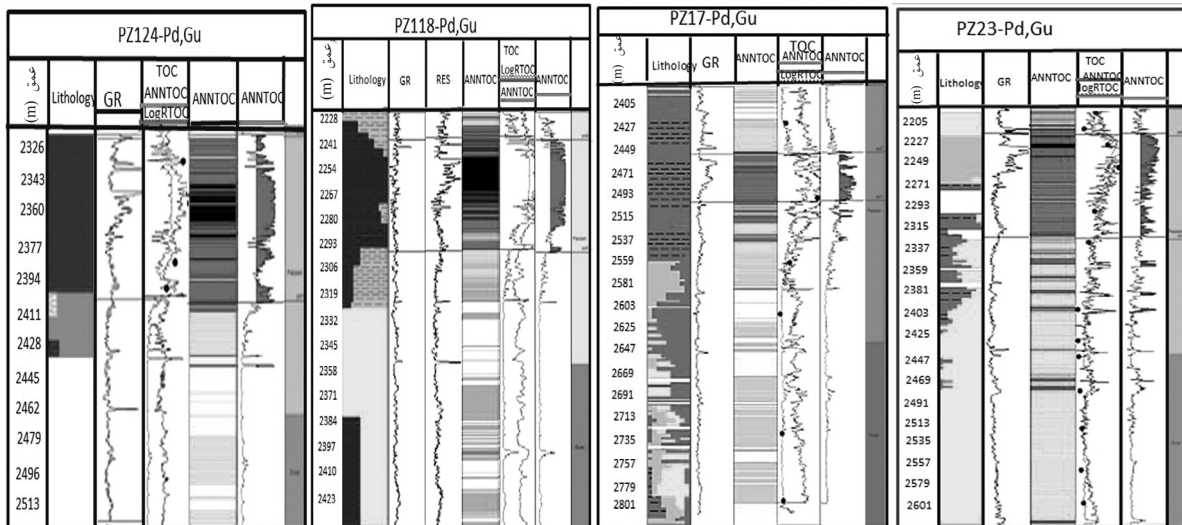
همانگونه که در جداول ۹ و ۱۰ مشاهده می شود، سازند گورپی میدان پازنان در رده مناسب قرار گرفته و فاقد زون مشخصی می باشد. ولی سازند پابده به طور مشخص به سه زون قابل تقسیم است. ضخامت این لایه غنی در چاه شماره ۱۷ حدود ۹۷ m و در چاه ۲۳ حدود ۹۹ m است. با نگاهی به ستون سنگ شناسی چاهها تغییراتی از غرب به شرق مشاهده می شود. تبدیل رسوب آهکی چاه شماره ۱۷ به آهک آرژیلی در چاه شماره ۲۳، می تواند دلیلی بر افزایش میزان TOC در این چاه باشد. زون B سازند پابده در این چاه دارای ۹۷ m ضخامت و میانگین ماده آلی ۳/۱۳ می باشد که از این مقدار حدود ۹۰/۱ m دارای مقدار ماده

جدول ۱۰- مشخصات زونهای مختلف سازندهای پابده و گورپی در چاه PZ- 23

| شماره چاه | واحد | راس (m) | قاعده (m) | ضخامت (m) | میانگین ماده آلی (٪) | رده بندی |
|-------------|-----------------------------------|----------|-----------|-----------|----------------------|----------|
| پازنان (۲۳) | Top - Pz ₂ | ۲۲۰۵/۰۸ | ۲۲۲۶/۲۵۵ | ۲۱/۱۷۵ | ۱/۸۴۷ | خوب |
| | Pz ₂ - Pz ₁ | ۲۲۲۶/۲۵۵ | ۲۳۲۴/۹۵ | ۹۸/۶۹۵ | ۳/۳۲۳ | خیلی خوب |
| | Pz ₁ - TOP OF GURPI | ۲۳۲۴/۹۵ | ۲۴۳۳ | ۱۰۸/۰۵ | ۱/۰۵۳ | خوب |
| | TOP OF GURPI - Bottom | ۲۴۳۳ | ۲۵۹۵/۹۸ | ۱۶۲/۹۸ | ۰/۷۰۹ | مناسب |

جدول ۱۱- مشخصات زونهای مختلف سازند کژدمی در چاه Pz- 23

| شماره چاه | واحد | راس (m) | قاعده (m) | ضخامت (m) | میانگین ماده آلی (٪) | رده بندی |
|-------------|-----------------------------------|---------|-----------|-----------|----------------------|----------|
| پازنان (۲۳) | Kz ₄ - Kz ₃ | ۳۶۶۶/۷۸ | ۳۷۲۸/۶۹ | ۶۱/۹۱ | ۳/۷۶۷ | خیلی خوب |
| پازنان (۲۳) | Kz ₂ - Kz ₁ | ۳۷۳۶/۳۶ | ۳۷۵۵/۷۶ | ۱۹/۴ | ۳/۸۲۱ | خیلی خوب |



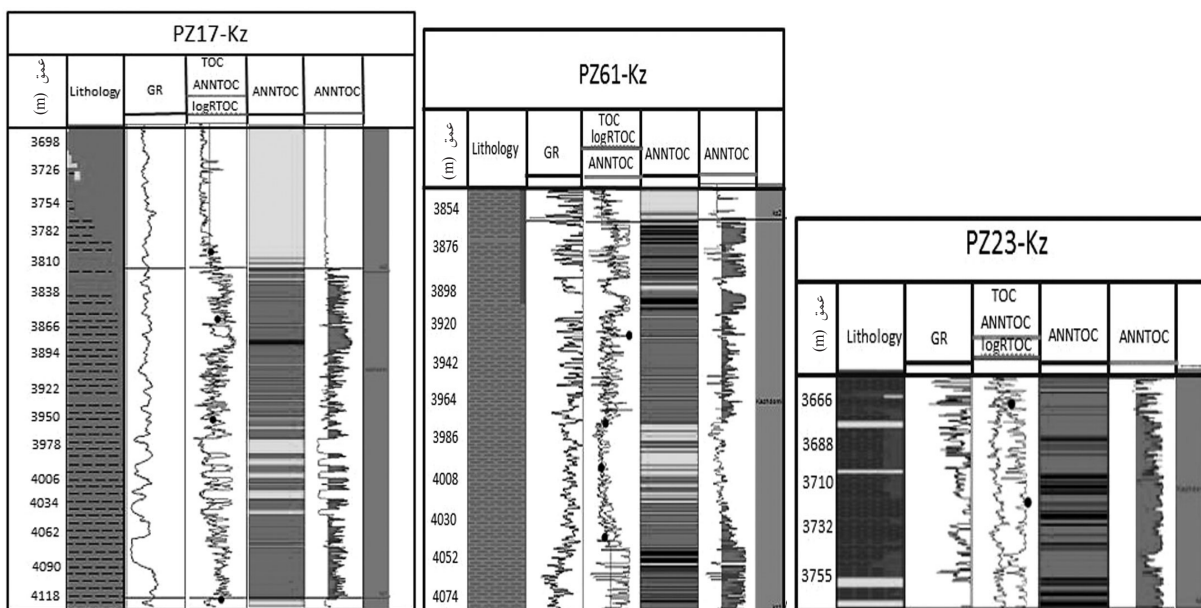
شکل ۶- انطباق سازندهای پابده و گورپی در چاه‌های ۱۲۴، ۱۱۸، ۱۷ و ۲۳ در میدان نفتی پازنان

این چاه دارای بیشترین ضخامت و کمترین مقدار درصد Net Interval (%) می‌باشد. شکل ۷ نشان دهنده انطباق سازند کژدمی در چاه‌های ۱۷، ۶۱ و ۲۳ در میدان نفتی پازنان می‌باشد.

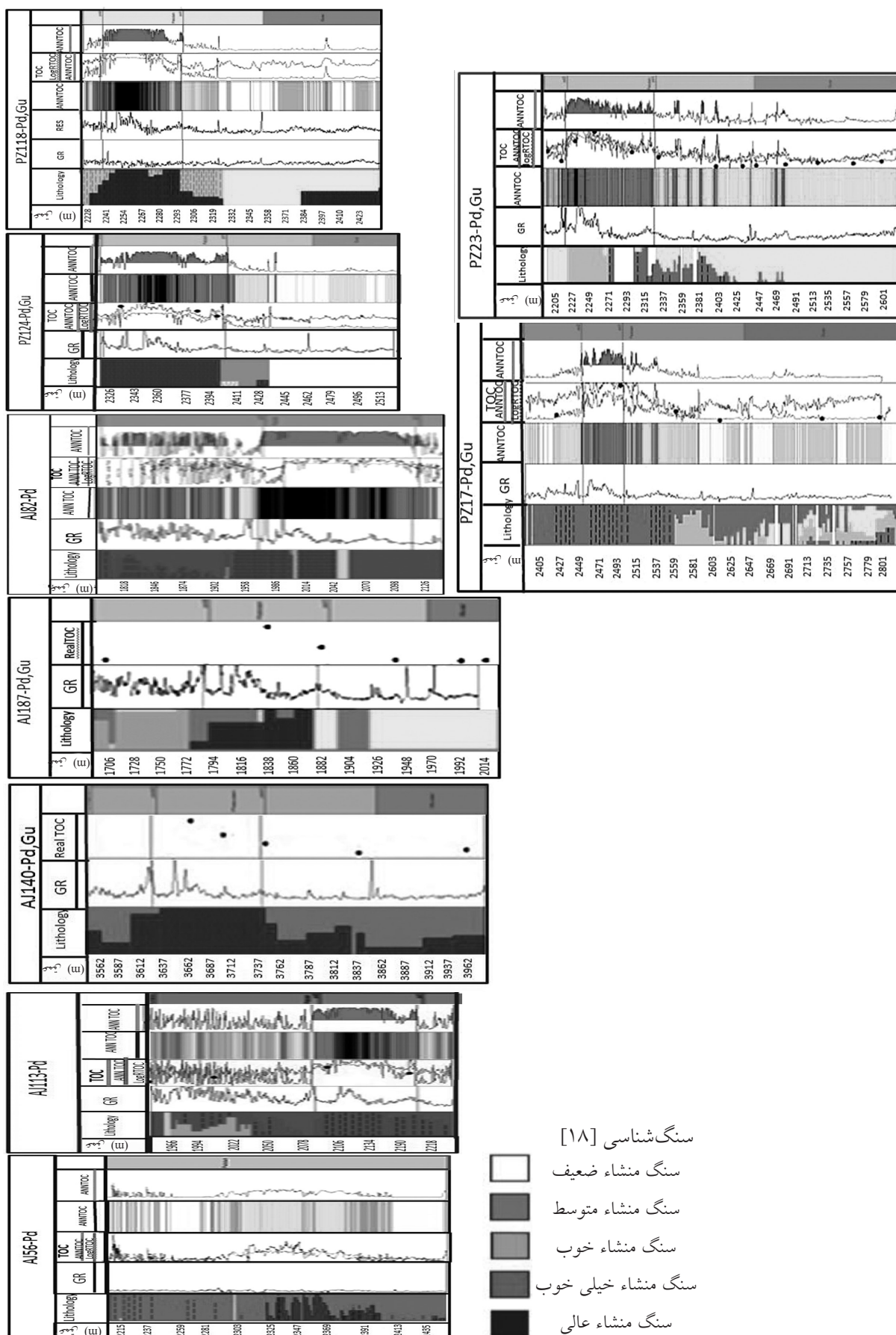
هدف اصلی این پژوهش برقراری ارتباط بین داده‌های ژئوشیمیایی و پتروفیزیکی و به طور خاص پیش‌بینی و انطباق پارامتر TOC از روی نگارهای چاه‌پیمایی است که در شکل ۸ نشان داده شد.

میدان نفتی پازنان چاه شماره- ۶۱

زون‌بندی سازند پابده در این چاه امکان پذیر نمی‌باشد زیرا فقط لاگ سازند کژدمی موجود است؛ بنابراین، عمل زون‌بندی نیز برای سازند کژدمی امکان پذیر می‌باشد. براساس (جدول ۷) ضخامت زون غنی شده سازند کژدمی در این چاه ۲۱۳ m و میانگین مقدار ماده آلی ۲/۵۱ می‌باشد. ۱۱۸ m از این ضخامت دارای مقدار ماده آلی بیشتر از ۲ می‌باشد که نسبت به ضخامت کل زون غنی شده ۵۶/۹٪ است. زون غنی شده سازند کژدمی در



شکل ۷- انطباق سازند کژدمی در چاه‌های ۱۷، ۶۱ و ۲۳ در میدان نفتی پازنان



شکل ۸- انطباق لاگ‌های پتروفیزیکی و ژئوشیمیایی زون‌های غنی سازند پابده در چاه‌های مطالعاتی در میدان نفتی آغاچاری و پازنان

نتیجه‌گیری

کمتر بوده و زون‌های خوب و خیلی خوب در آن مشاهده می‌شود. در چاه ۸۲-Aj بیشترین ضخامت زون غنی شده مشاهده شده است که به علت جایگزین شدن قاعده آهکی و کم ضخامت سازند پابده توسط یک لایه شیلی می‌باشد که در لایه شیلی شرایط مساعدی برای تجمع ماده آلی فراهم می‌گردد. کمترین ضخامت زون غنی شده مربوط به چاه 17-Pz می‌باشد که به دلیل قرارگیری آن در ناحیه پرحرارت و در مرز بلندی‌های قدیمی می‌باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، به ویژه اداره زمین‌شناسی بنیانی جهت فراهم نمودن نمونه‌ها و تامین بودجه مورد نیاز انجام این پروژه تحقیقاتی و همچنین مرکز پژوهش زمین شیمی و زمین‌شناسی نفت دانشگاه شهید چمران اهواز به منظور استفاده از امکانات آزمایشگاهی جهت آنالیز نمونه‌ها تشکر و قدردانی نمایند.

سازند پابده حاوی یک یا دو زون غنی (خیلی خوب) ماده آلی است که رابطه مسقیمی بین غنی شدگی ماده آلی و لیتولوژی وجود دارد، تجمع ماده آلی به ترتیب از شیل به مارن و آهک کاهش می‌یابد. ضخامت سازند پابده در چاه‌های ۵۶، ۸۲ و ۱۱۳ واقع در میدان آغاچاری اختلاف قابل ملاحظه‌ای با هم دارند. تغییرات میزان TOC متأثر از لیتولوژی و شرایط محیط رسوب‌گذاری است. میزان TOC در چاه‌های ۸۲ و ۱۱۳ بالا است ولی در چاه ۵۶-Aj کاهش چشم‌گیری در مقدار TOC روی می‌دهد، به طوری که در این چاه زون غنی مشاهده نمی‌شود. کاهش مقدار میانگین TOC در این چاه به دو علت می‌تواند قابل تفسیر باشد اول اینکه ضخامت لایه کربناته در این چاه بیشتر است و دوم قرارگیری این چاه در ناحیه پرحرارت بلندی‌های قدیمی، موجب پختگی بیشتر ماده آلی و کاهش TOC شده است. ۱۱۳-Aj در نزدیکی مرز بلندی‌های قدیمی قرار گرفته است. بنابراین، تاثیر گرادیان حرارتی روی آن

مراجع

- [1]. Hunt J. M., "Petroleum Geochemistry and Geology", W.H. Freeman and Company, New York, 2nd edition, p. 743, 1996.
- [2]. Espitalie J., Marquis F. and Barsony I., "Geochemical logging", In: Voorhees, K.J. (ed.), analytical Pyrolysis, Butterworths, Boston, pp. 276-304, 1984.
- [۳]. امیری بختیار ح.، ناصح، م.، پتروگرافی، میکروفاسیسی و محیط رسوبی مخزن آسماری میدان آغاچاری، گزارش شماره پ-۵۲۷۸، ۸۶ ص. ۱۳۸۲.
- [۴]. مطیعی ه.، زمین‌شناسی نفت زاگرس (جلد اول و دوم). انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران، ص. ۱۰۱۰، ۱۳۷۴.
- [۵]. زینل‌زاده، ا. معین‌پور، م. شایسته، م. حیدری فرد، م. ح.، مدل‌سازی دو بعدی سیستم هیدروکربوری در میداین نفتی گچساران و بی‌بی حکیمه. مجله پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، شماره پیاپی ۴۱، شماره ۴، ۱۱۳ ص. پ.، ۱۳۸۹.
- [6]. Kamali M. R. and Mirshady A. A., "Total organic carbon content determined from well logs using $\Delta \log R$ and neuro fuzzy techniques", Journal of Petroleum Science and Engineering 45, pp. 141-148, 2004.
- [۷]. درویش‌زاده، ع.، زمین‌شناسی ایران. دانشگاه تهران، ۱۳۷۰.
- [8]. Alizadeh B., Srafdokht H., Rajabi M., Opera A. and Janbaz M., "Organic geochemistry and petrography of Kazhdumi (Albian - Cenomanian) and Pabdeh (Paleogen) potential source rock in the southern part of Dezful Embayment", Iran. Journal of Organic Geochemistry 49, pp. 36-46, 2012..
- [9] Serra O. L., "Fundamentals of well-log interpretation: the acquisition logging data", v. 1, Elsevier. p. 679, 1986.

- [10]. Herron S. L., "Source rock evaluation using geochemical information from wireline logs and cores (abs): AAPG Bulletin", Vol. 72, 1007, 1988.
- [11]. Luffel D. L., "Evaluation of Devonian shale with new core and log analysis methods", SPE 21297, pp. 1192-1197, 1992.
- [12]. Mohaghegh S., Arefi R., Bilgesu H. I., Ameri S. and Rose D., "Design and development of an artificial neural network for estimation of formation permeability", SPE 28237, Proceeding of SPE Petroleum Computer Conference, Dallas TX., 1994.
- [13]. Schmoker J. W., "Determination of organic content of Appalachian Devonian shales from formation-density logs: AAPG Bulletin", pp.1504-1537, 1979.
- [14]. Hearst J. R., Nelson P. H. and Paillet F. L., *Well logging for physical properties: Hohn Wiley & Sons, Ltd.*, Chilchester, 2000.
- [15]. Schlumberger, Log interpretation Principles/Applications, 8th printing Feb. 1999.
- [16]. Passey Q. R., Creaney S., Kulla B., Moretti F. J. and Stroud J. D., "Well log evaluation of organic rich rocks", 14th International meeting on organic geochemistry, Paris, Abstract 75, 1989.
- [17]. Shaaban F., Lutz R., Littke R., Bueker C. and Odisho K., "Source rock evaluation and basin modeling in NE Egypt (NE Nile Delta and Northern Sinai)", Journal of Petroleum Geology, v. 29, no. 2, pp. 103-124, 2006.
- [18]. Peters K. E., Cassa M. R., "Applied source rock geochemistry. In: The petroleum System from source to trap", Magoon, L.B., Dows, W.G (eds.), AAPG Memoir 60, pp. 93-117, 1994.
- [۱۹]. اشرف‌زاده، ع.، بلندی‌های قدیمی (Paleo high)، نقش و اهمیت آن‌ها در منطقه دزفول جنوبی، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران، گزارش زمین‌شناسی شماره ۱۹۱۹، ۱۳۷۸.
- [۲۰]. شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب. نقشه بلندی‌های قدیمی فرفاقتادگی دزفول. اداره کل زمین‌شناسی گسترشی، ۱۳۸۵.