

تأثیر جانیشینی هیدروکربن در فرآیندهای سیمان‌شدگی افق‌های ماسه‌سنگی مخزن آسماری میدان منصوری

بهمن سلیمانی*^۱ و عباس اشجعی^۲

پست الکترونیکی: soleimani_b@scu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۸۴/۳/۱۶ تاریخ پذیرش: ۸۶/۲/۱۰

چکیده

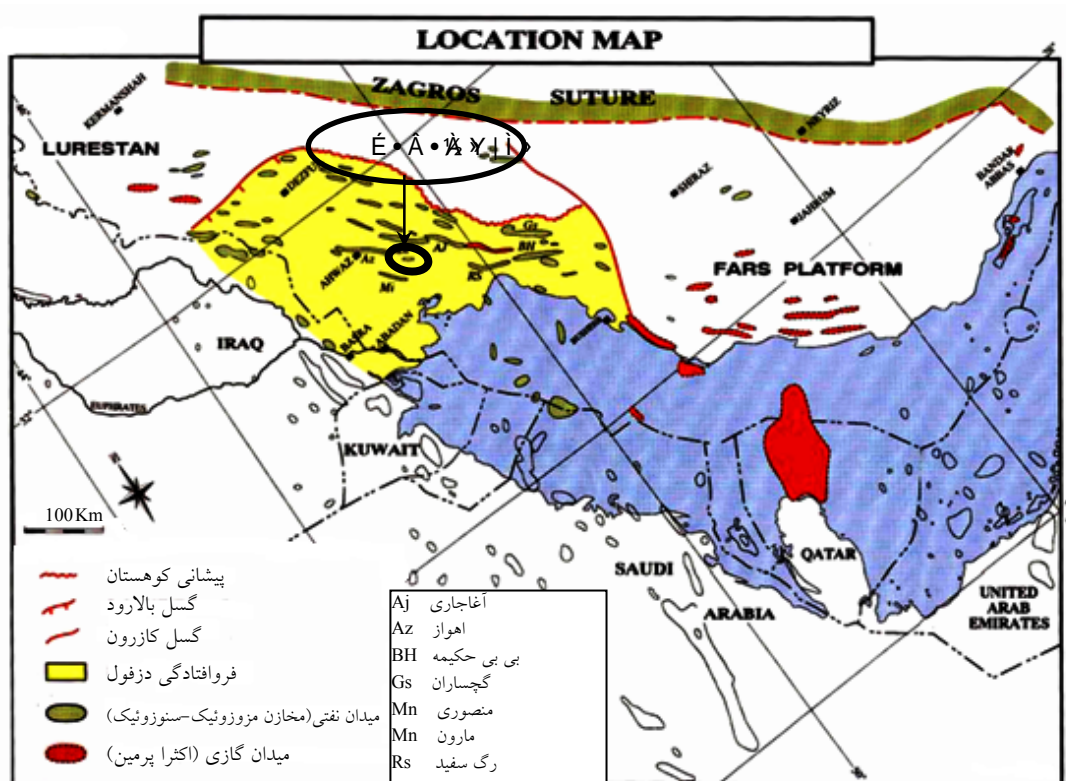
زون‌های ماسه‌سنگی مخزن آسماری در میدان نفتی منصوری به زون‌های ۲، ۳، ۴، و ۵ متعلق است. دو زون اول از جمله افق‌های عمده تولید ماسه به واسطه سیمان‌شدگی ضعیف و سست بودن ذرات سازنده در زمان بهره‌برداری و استخراج نفت می‌باشد. در این مطالعه، با استفاده از نمودارهای چاه پیمایی، مقاطع نازک میکروسکوپی و همچنین اطلاعات پتروفیزیکی، به شناسایی و مطالعه این افق‌ها پرداخته شده است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که پدیده عدم سیمان‌شدگی و تولید ماسه، بیشتر در قسمت‌های مرکزی و شرقی میدان و در بخش‌های بالایی زون ۲ وجود دارد. از طرفی، با نزدیک شدن به سطح آب و نفت، بر میزان سیمان‌شدگی و پیوستگی ذرات سازنده ماسه‌سنگ‌ها افزوده می‌شود. بر اساس مطالعات پتروگرافی، مشخص گردید که دانه‌های اصلی سازنده بخش‌های ماسه‌سنگی مخزن آسماری، اغلب از کوارتز و مقداری هم از آهک، دولومیت، انیدریت و ژیپس تشکیل شده که دارای جورشدگی ضعیف تا متوسط هستند. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، مهاجرت و جانیشینی هیدروکربن در ماسه‌سنگ‌های مخزن آسماری میدان منصوری، از جمله مهم‌ترین عوامل عدم سیمان‌شدگی به حساب می‌آید. به طوری که، ورود هیدروکربن به داخل مخزن، باعث کاهش تراوایی نسبی آب موجود و در نتیجه، کاهش سرعت فرآیند سیمان‌شدگی شده است. همچنین، تنوع و توزیع سنگ‌شناسی، عامل کنترل‌کننده مؤثری در وضعیت سیمان‌شدگی ماسه‌سنگ‌های این میدان می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: میدان نفتی منصوری، مخزن آسماری، نمودارهای چاه پیمایی، سیمانی شدن، تخلخل و نفوذپذیری

مقدمه

مطالعاتی که قبلاً در این میدان انجام گرفته، بیشتر جنبه‌های چینه‌شناسی [۱] و محیط رسوبی [۲] و یا پتروفیزیکی [۳] مخزن را شامل می‌شده است. به همین علت در مطالعه حاضر، سعی بر این بوده که بیشتر به بررسی تأثیر جانیشینی هیدروکربن بر فرآیندهای سیمان‌شدگی و سپس نقش آن در تغییر پارامترهای پتروفیزیکی و میزان تولید نفت از این مخزن پرداخته شود. جانیشینی هیدروکربن در فرآیندهای دیازنتیکی مخزن آسماری میدان منصور، اهمیت فوق‌العاده‌ای در نحوه ارزیابی کیفیت مخزن، شناسایی محل‌های دارای سیمان‌شدگی مناسب، شناسایی زون‌های دارای تخلخل و تراوایی بالاتر، و در نتیجه، کاهش ریسک حفاری و تولید بهینه از مخزن دارد.

مطالعه حاضر بر روی میدان نفتی منصور صورت گرفته است که تاقدیسی کشیده با دامنه‌های ملایم و کم شیب در راستای شمال‌غرب- جنوب‌شرق می‌باشد و در سطح تماس آب و نفت حدود ۲۸ کیلومتر طول و ۴ کیلومتر عرض دارد. این میدان در ۴۵ کیلومتری جنوب باختری شهرستان اهواز واقع شده (شکل ۱) و دارای چند سازند مخزنی است. تاکنون ۵۶ حلقه چاه در این میدان حفاری شده است که بیشتر آن‌ها با هدف تولید از مخزن آسماری و تعدادی نیز در زون‌های مختلف گروه بنگستان حفر شده‌اند. سازند آسماری در این میدان به ۸ زون تقسیم شده است که زون‌های ۱، ۶ و ۸ کربناته و بقیه زون‌ها عمدتاً ماسه‌سنگی، با میان لایه‌هایی از آهک، دولومیت، شیل و انیدریت می‌باشند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی میدان منصور [۴]

(۴) منشأ و تأثیر تله‌های دیاژنتیکی [۲۳]

روش مطالعه

به منظور بررسی دقیق چگونگی تأثیر جانشینی هیدروکربن در مخزن، تغییرات میزان سیمان‌شدگی و دیگر فرآیندهای دیاژنتیکی در دو زون اشباع از آب و اشباع از هیدروکربن، در موقعیت‌های مختلف میدان در چاه‌های متعدد مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه، تغییرات ترکیبی و بافتی افق‌های ماسه سنگی بالایی مخزن آسماری برای تعداد ۴۹ حلقه چاه، با استفاده از اطلاعات پتروفیزیکی و نمودارهای چاه پیمایی نظیر دانسیته سازند^۱ (FDC)، نوترون^۲ (CNL)، فاکتور فوتوالکتریک^۳ (PEF)، اشعه گامای کلی^۴ (SGR)، اشعه گامای محاسبه شده^۵ (CGR) و نمودارهای صوتی و همینطور اطلاعات پتروگرافی حاصل از مطالعه مقاطع نازک میکروسکوپی خرده‌ها و مغزه‌ها در میدان منصوره مورد بررسی قرار گرفت.

بحث و بررسی

یکی از مهم‌ترین مسائلی که در این مطالعه به آن پرداخته شد، توجه به تغییرات سنگ‌شناسی زون‌های مورد مطالعه بود. زیرا سنگ‌شناسی، تأثیر مستقیم بر ترشده‌گی و آب-دوست بودن یا نفت-دوست بودن مخازن هیدروکربنی دارد [۲۴ و ۲۵]، و این عوامل به نوبه خود، موجب تغییرات میزان سیمان‌شدگی در مخازن می‌شوند. زیرا سیالی که با ذرات سنگ مخزن در تماس است، تأثیر مستقیم در تعیین واکنش‌های ایجاد شده در مخزن دارد و

به طور کلی، کاهش و یا توقف جریان‌های سیمان‌شدگی در مخازن ماسه‌سنگی، نشانه تراوایی نسبی خیلی کم آب در زون‌های اشباع از هیدروکربن است [۵]، ولی این فرآیندها هنوز به طور تجربی و صد در صد ثابت نشده‌اند. عدم آگاهی از عوامل کنترل‌کننده مؤثر فرایند پر شدن مخزن از هیدروکربن، در دسترس نبودن تاریخچه نفوذ هیدروکربن به مخزن، توجه نکردن به بافت، ترکیب و تاریخچه حرارتی نمونه‌های گرفته شده از زون‌های اشباع از آب و هیدروکربن، فقدان اطلاعات کافی در مورد تأثیر نوع هیدروکربن بر میزان سیمان‌شدگی و عدم آگاهی از میزان ترشده‌گی نمونه‌ها، مانع از یک ارزیابی صحیح در مورد چگونگی عملکرد فرآیندهای دیاژنتیکی مرتبط با جانشینی هیدروکربن در مخازن ماسه‌سنگی شده است. تاکنون تحقیقات گسترده‌ای در زمینه مهاجرت هیدروکربن و عدم سیمان‌شدگی در مخازن نفتی صورت گرفته است، که از اولین آن‌ها می‌توان به مطالعات انجام گرفته توسط [۶] اشاره نمود. وی اظهار داشت که اهمیت نفوذ هیدروکربن به مخزن، به دلیل جانشینی آب اولیه موجود، توسط هیدروکربن، و در نتیجه، ممانعت از تشکیل سیمان در مخزن می‌باشد. پس از آن در سال‌های بعد، تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه صورت گرفت که تا زمان حال نیز ادامه دارد. به طور کلی، این تحقیقات را می‌توان به چهار دسته تقسیم نمود [۷]:

(۱) تأثیر جانشینی هیدروکربن بر تشکیل بعضی از سیمان‌های:

(الف) کوارتزی [۸-۱۴]؛ (ب) ایلیتی [۱۱، ۱۵ و ۱۶]؛ (ج) کائولینیتی [۱۷]؛ و (د) کربناته [۱۸ و ۱۹]

(۲) مقایسه دگرسانی دیاژنتیکی کانی‌ها در زون‌های حاوی نفت با زون‌های اشباع از آب [۲۰ و ۲۱]

(۳) تأثیر تجمع هیدروکربن بر فرآیند فیزیکی (تراکم)

دیاژنز [۲۲]

1- Formation Density Compensated Log (FDC)

2- Compensate Neutron Log (CNL)

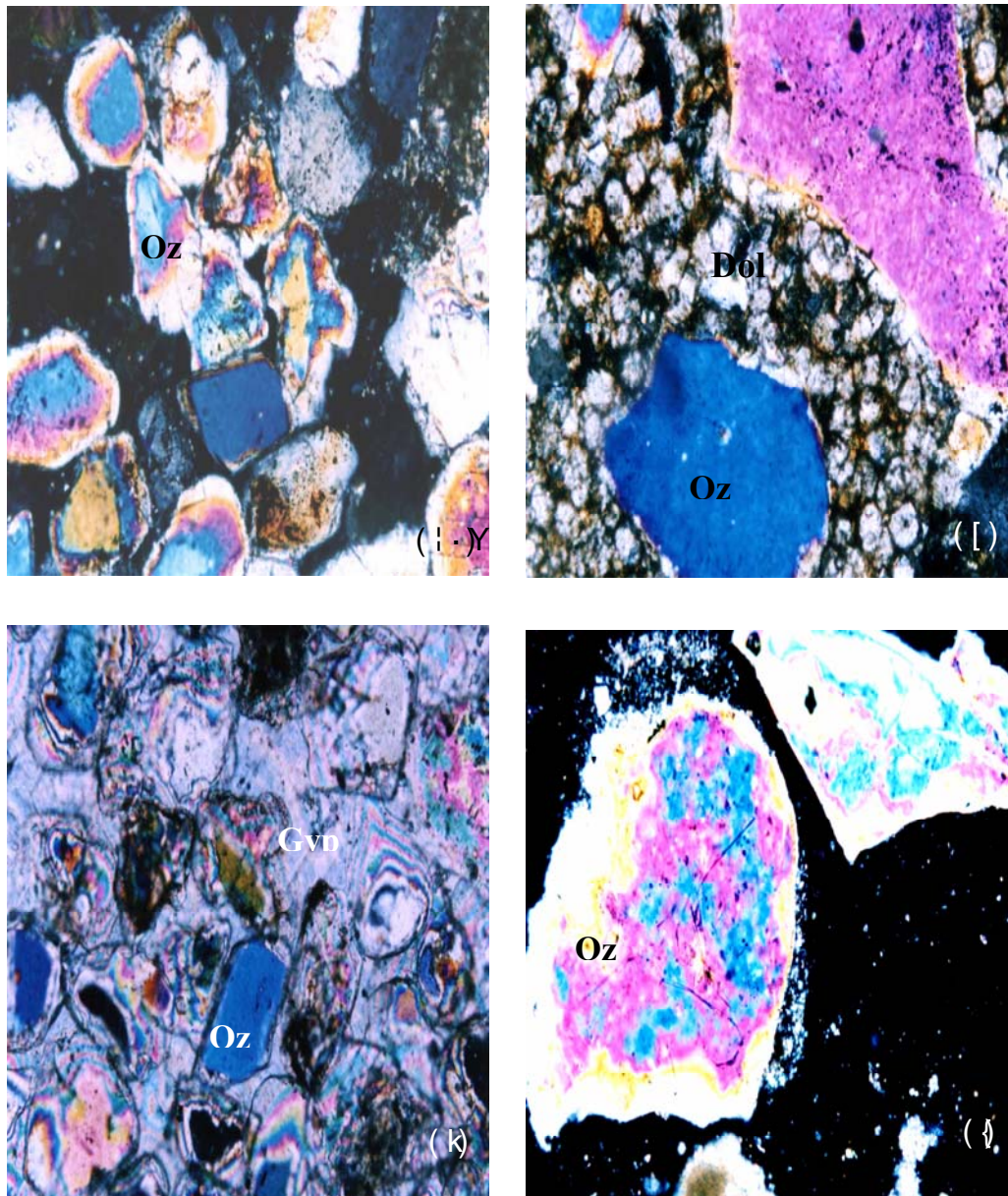
3- Photo electric Factor (PEF)

4- Sum Gamma Ray (SGR)

5- Computed Gamma Ray (CGR)

است (شکل ۲). منشأ و نحوه تشکیل این سیمان‌ها نیازمند داده‌های ایزوتوپی بوده و مطالعات بیش‌تری را می‌طلبد. بررسی‌های بعمل آمده از مقاطع نازک میکروسکوپی، نشان می‌دهد که قسمت غربی میدان از سیمان‌شدگی بهتری برخوردار است. این پدیده در قسمت پایینی زون ۳ بیش‌تر به چشم می‌خورد. این موضوع می‌تواند تأثیر ترکیب فاز سیال حفره‌ای را نشان دهد. زیرا در قاعده این افق‌ها، سطح اشباع آب قرار دارد و فرآیند سیمان‌شدگی در درون سیال آبی ادامه می‌یابد [۷، ۲۶ و ۲۷]. ارزیابی و آنالیز مقاطع نازک میکروسکوپی نشان می‌دهد که میانگین نسبت ماسه‌سنگ به کربنات در تعدادی از این چاه‌ها برای زون‌های ۲ و ۳ به ترتیب حدود ۸/۴۸ و ۱/۰۲ می‌باشد. در مطالعه این ماسه‌سنگ‌ها، قطعاتی از سنگ‌های آذرین و همین‌طور کوارتز پلی‌کریستالین و کانی‌های سنگین نیز مورد شناسایی قرار گرفت که نشانه وجود سنگ منشأ آذرین درونی و یا دگرگونی هستند. لذا با توجه به این یافته‌ها شاید بتوان منشأ ماسه‌سنگ‌های زون‌های ۲ و ۳ را چنین ترسیم نمود: ابتدا از تخریب و فرسایش سنگ‌های آذرین سپر عربستان ماسه‌سنگ‌هایی تشکیل شده است (که چنین شرایطی عملاً وجود داشته است)، سپس ماسه‌سنگ‌ها مجدداً مورد تخریب واقع شده و با ماسه‌سنگ‌های دیگر از منشأ دگرگونی و با جورشدگی کم مخلوط گردیده و پس از طی مسافت طولانی در شرایط مطلوب قاره‌ای سازند ماسه‌سنگی غار در عراق و ماسه‌سنگ‌های زون‌های ۲ و ۳ بخش اهواز را به وجود آورده است [۲۸].

آب-دوست بودن یا نفت-دوست بودن هر نوع لیتولوژی، در تعیین نوع سیالی که با سنگ مخزن در تماس است، مؤثر می‌باشد. بر اساس مطالعات [۲۴ و ۲۵] مخازن ماسه‌سنگی خاصیت آب-دوست بودن دارند و مخازن کربناته، نفت-دوست هستند. یعنی، بر سطح دیواره خلل و فرج مخازن ماسه‌سنگی، همیشه یک لایه نازک از آب وجود دارد. قبل از ورود هیدروکربن به داخل مخزن، فازهای سیال موجود در خلل و فرج، شامل آب اولیه موجود و هوا بوده است و با ورود هیدروکربن و جانشینی آن به جای آب، از میزان اشباع و توانایی حرکت آب داخل خلل و فرج به شدت کاسته شده است. با کاهش اشباع آب در مخزن، از میزان سیال حاوی سیمان کاسته شده است و با افزایش اشباع هیدروکربن، مقدار و سرعت فرآیند سیمان‌شدگی نیز کاهش پیدا کرده است. بر اساس مطالعه و بررسی ۵۰۱ مقطع نازک میکروسکوپی، مشخص گردید که دانه‌های اصلی سازنده بخش‌های ماسه‌سنگی مخزن آسماری، اغلب از کوارتز و مقدار کمی آهک میکریتی، دولومیت، انیدریت و ژپس تشکیل شده، که دارای جورشدگی ضعیف تا متوسط هستند. جنس سیمان‌های موجود در ماسه‌سنگ‌های این میدان، اغلب کربناته و مقداری هم سولفات و دولومیتی می‌باشد، که در بعضی جاها کاملاً دانه‌های ماسه را در بر گرفته‌اند و در بعضی جاها نیز دانه‌های ماسه به صورت ناقص سیمانی شده‌اند و یا به طور کلی سیمانی در آن‌ها مشاهده نمی‌شود. در مرز بعضی از دانه‌ها، آثار شسته شدن سیمان‌هایی مثل سیمان میکریتی نیز مشاهده می‌شود که نشان می‌دهد در این مناطق، سیمان در حال از بین رفتن



شکل ۲- بعضی از تصاویر میکروسکوپی نمونه‌های مطالعه شده از افق‌های ماسه سنگی:

الف) نمونه‌ای از ماسه‌سنگ‌های کوارتزی (Mi#3- 8090 ft)، ب) سیمان دولومیتی در ماسه‌سنگ‌های موجود در مخزن (Mi#1- 7265-7270 ft) با آتاری از هیدروکربن در فضای بین بلورهای دولومیت، ج) نمونه‌ای از سیمان انیدریتی در ماسه-سنگ‌های مخزن آسماری (Mi#3- 8090 ft)، و د) آثار باقی‌مانده سیمان در ماسه‌سنگ‌های مخزن آسماری میدان منصوری (Mi#9- 2605-2615). علائم اختصاری عبارتند از: Oz = کوارتز، Dol = دولومیت، Gyp = انیدریت. بزرگ‌نمایی تصاویر X ۷۰ می‌باشد به استثنای شکل د که X ۳۵ می‌باشد

متبلور مؤید اختلاط و ته نشست دوباره ذرات از منابع گوناگون می‌باشد. جنس سیمان‌های موجود در

در هر حال وجود ماسه‌های خوب گرد شده در کنار ماسه‌های نیمه‌مدور و نیمه‌زاویه‌دار و دانه‌های درشت

آب-دوست، با ورود هیدروکربن به مخزن، سرعت سیمان‌شدگی به شدت کاهش می‌یابد. زیرا در این سیستم، سیلیس لازم برای تشکیل سیمان، به وسیله جریان هیدرودینامیکی منطقه، وارد مخزن می‌شود و با ورود هیدروکربن، از تراوایی نسبی آب موجود در مخزن کاسته، و ارتباط این منبع سیلیسی با مخزن، قطع می‌گردد. این موضوع توسط مرجع [۲۹] نیز اشاره شده است. اگر چه، در سیستم بسته آب-دوست، سیلیس لازم در آب باقی‌مانده در مخزن وجود دارد و با ورود هیدروکربن، سرعت سیمان‌شدگی کاهش یافته (ولی قطع نمی‌شود) و سرعت سیمان‌شدگی بستگی به فابریک ماسه‌سنگ و اشباع نفت دارد. در سیستم‌های نفت-دوست، با ورود هیدروکربن، عملاً سیمان‌شدگی قطع می‌شود. زیرا دیگر آب باقی‌مانده در مخزن، با سطح دانه‌ها در تماس نیست. لازم به ذکر است، که مدل‌های ارائه شده برای بیان چگونگی فرآیند سیمان‌شدگی کوارتز در مخازن، در مورد انواع دیگر سیمان‌ها و همین‌طور انواع مخازن هیدروکربنی، کاربرد دارد و با توجه به نوع سیمان، جنس سنگ مخزن و همچنین، نوع هیدروکربن وارد شده، شرایط آن تغییر می‌کند. لذا، در یک مخزن ماسه‌سنگی نظیر مخزن آسماری میدان منصوری که دارای هیچ‌گونه منبعی برای سیلیس نیست، بعد از ورود هیدروکربن، به دلیل باز بودن سیستم، عمل سیمان‌شدگی نیز متوقف می‌شود. یکی از دلایل آن وجود لایه‌هایی متشکل از دولومیت و انیدریت در بخش‌های بالا و پایین افق‌های ماسه‌سنگی است و این لایه‌ها فاقد هرگونه ذخیره سیلیسی می‌باشند.

میزان کانی اسمکتیت نیز بسیار ناچیز است، زیرا این کانی به دلیل دارا بودن خاصیت تورم‌پذیری شدید می‌تواند در حین حفاری، مشکلات زیادی را ایجاد نماید و این موضوع در این میدان تاکنون گزارش نشده است. بنابراین، در سیمان‌شدگی زون‌های مخزنی ماسه‌سنگی در میدان

ماسه‌سنگ‌های این میدان اغلب کربناته و مقداری هم سولفات و دولومیتی می‌باشد که در بعضی جاها کاملاً دانه‌های ماسه را در بر گرفته‌اند و در بعضی جاها نیز دانه‌های ماسه به صورت ناقص سیمانی شده‌اند و یا به‌طور کلی سیمانی در آن‌ها مشاهده نمی‌شود. البته در اطراف بعضی از دانه‌ها آثار بیش از یک نوع سیمان دیده می‌شود که نشان دهنده فازهای مختلف سیمانی شدن می‌باشد.

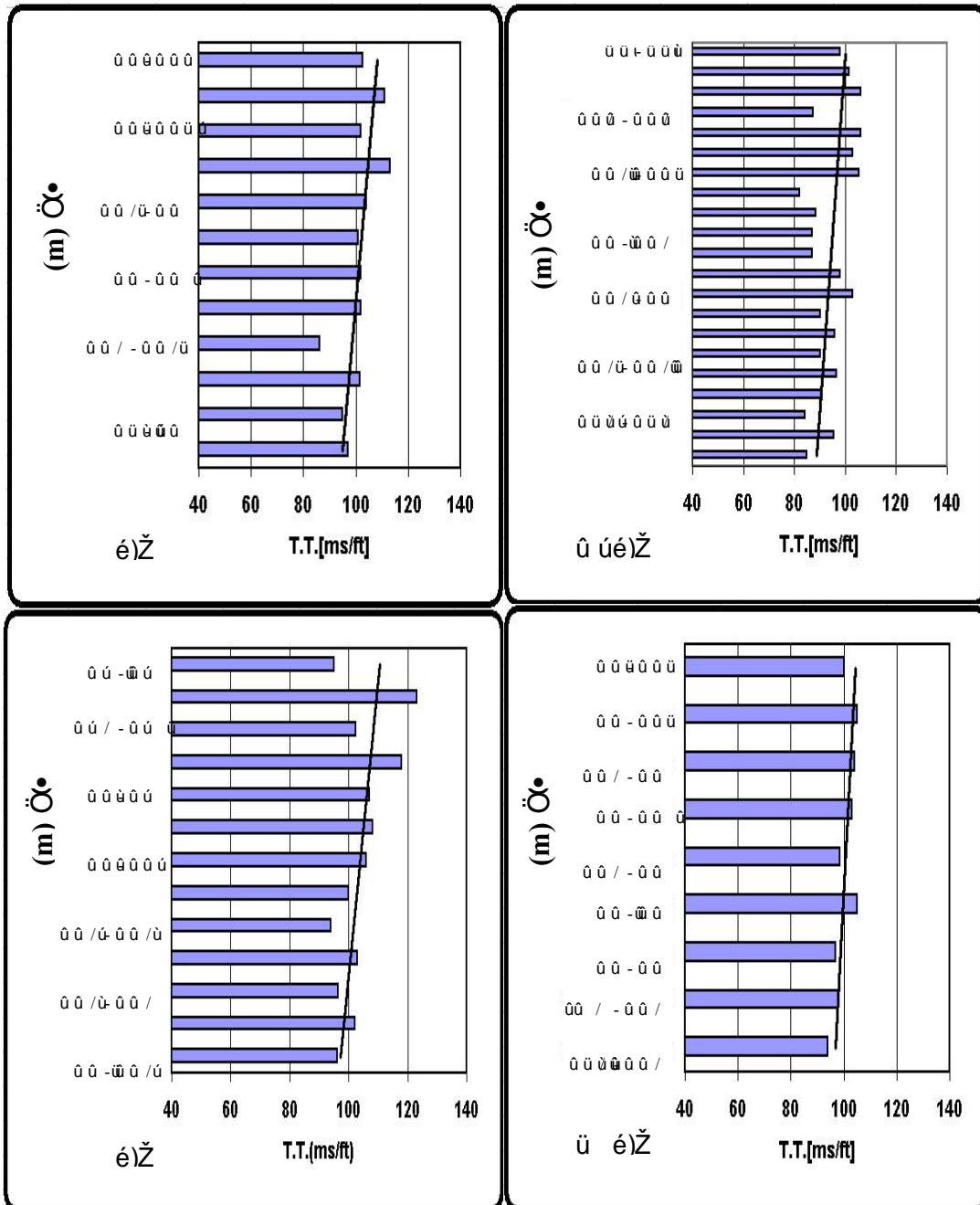
در بین لایه‌های ماسه‌سنگی و کربناته، میان لایه‌هایی از انیدریت مشاهده می‌شود که می‌تواند منشأیی برای سیمان‌های سولفات‌ها باشد. تخلخل در ماسه‌سنگ‌های این میدان از ۱-۳۵ درصد تغییر نموده که عمدتاً از نوع بین‌دانه‌ای، درون‌دانه‌ای، قالبی و شکستگی می‌باشد که در بعضی موارد این خلل و فرج‌ها و شکستگی‌ها و آثار فسیلی، توسط انیدریت پر شده‌اند. در بسیاری از موارد پدیده دولومیتی شدن آهک‌ها و سولفات‌ها را هم می‌بینیم که باعث افزایش تخلخل و سست شدن دانه‌ها و سیمان بین آن‌ها شده است. در مرز بین بعضی از دانه‌ها آثار شسته شدن سیمان مشاهده می‌شود که نشان می‌دهد در این مناطق سیمان در حال از بین رفتن است.

با بررسی مقاطع نازک در ستون‌های سنگ‌شناسی مختلف روشن می‌شود که از نظر سیمان‌شدگی، توالی سیمان‌های کربناته، سولفات‌ها و دولومیتی با سکناس محیط‌های سبخایی و یا حوضه‌های کم عمق مطابقت دارد. این سکناس سیمان‌شدگی نشانه تغییرات افزایشی pH و سالینیته در محیط و یا ترکیب فاز سیال می‌باشد.

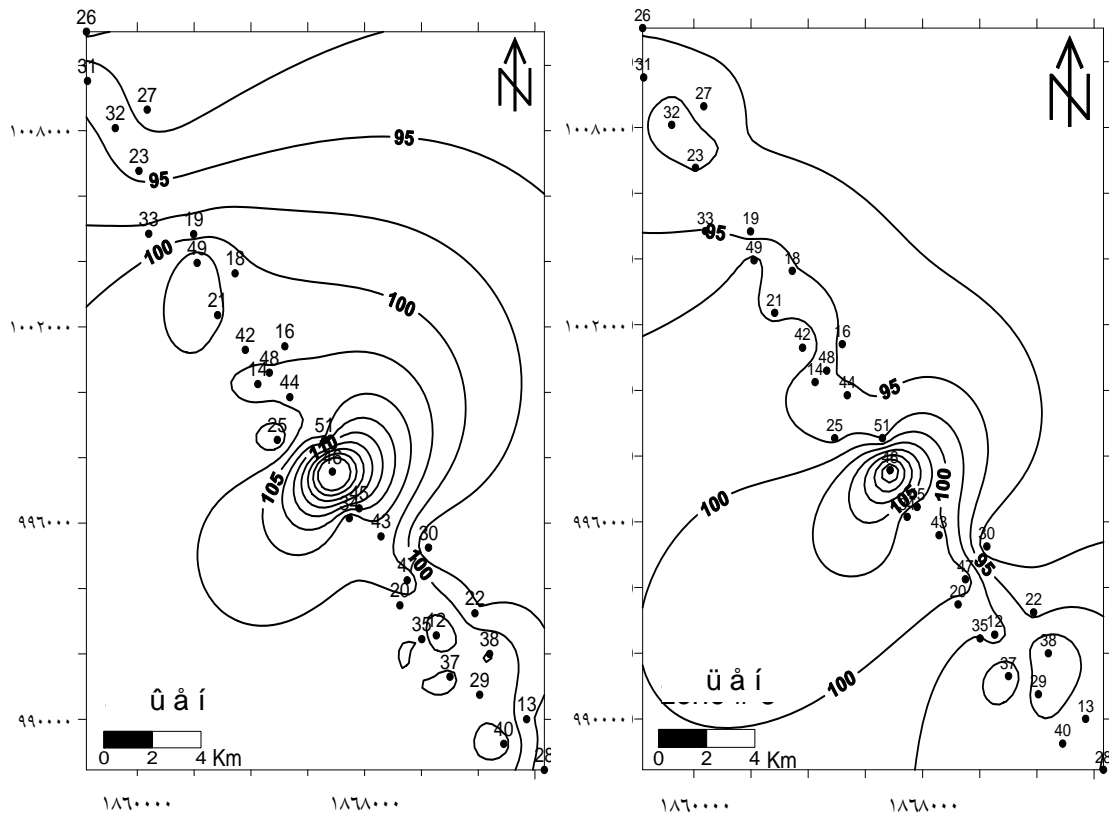
در افق‌های ماسه‌سنگی مخزن آسماری میدان منصوری با توجه به نوع سنگ‌شناسی انتظار می‌رفت که دارای سیمان سیلیسی باشد ولی مطالعه مقاطع میکروسکوپی شواهدی از آن را نشان نداد. با در نظر گرفتن مدل [۱۰] در تشکیل سیمان کوارتزی سه سیستم آب‌دوست (باز یا بسته) و نفت دوست، می‌توان اظهار داشت که در سیستم باز

قادر به تغییر خصوصیات سطحی کانی‌ها هستند، و ترکیب سازنده‌های آلی حاضر در نفت‌های خام اشاره کرد [۳۰].

منصوری، عوامل مختلف دیگری نیز تأثیرگذار هستند که باید به اثر هر کدام از آن‌ها توجه نمود. در این میان می‌توان به اندازه ذرات، تخلخل، حضور فلزات سنگین که



شکل ۳- نمونه‌ای از نمودارهای تغییرات زمان عبور امواج صوتی از میان اینتروال‌های ماسه‌سنگی زون‌های ۲ و ۳ مخزن آسماری میدان منصوری. بررسی بخش‌هایی با سیمان‌شدگی مطلوب‌تر (دوایر رسم شده) در میان بخش‌هایی با درجه سیمان‌شدگی ضعیف‌تر نشان داد که تغییر دانه‌بندی یکی از عوامل مؤثر است به طوری که افق‌های دانه ریزتر دارای سیمان‌شدگی بهتری هستند



شکل ۴- نقشه هم میزان زمان عبور امواج صوتی در زون‌های ۲ و ۳ مخزن آسماری میدان منصور. علامت • موقعیت چاه‌ها را نشان می‌دهد. محورهای نمودار در سیستم لامبرت می‌باشد

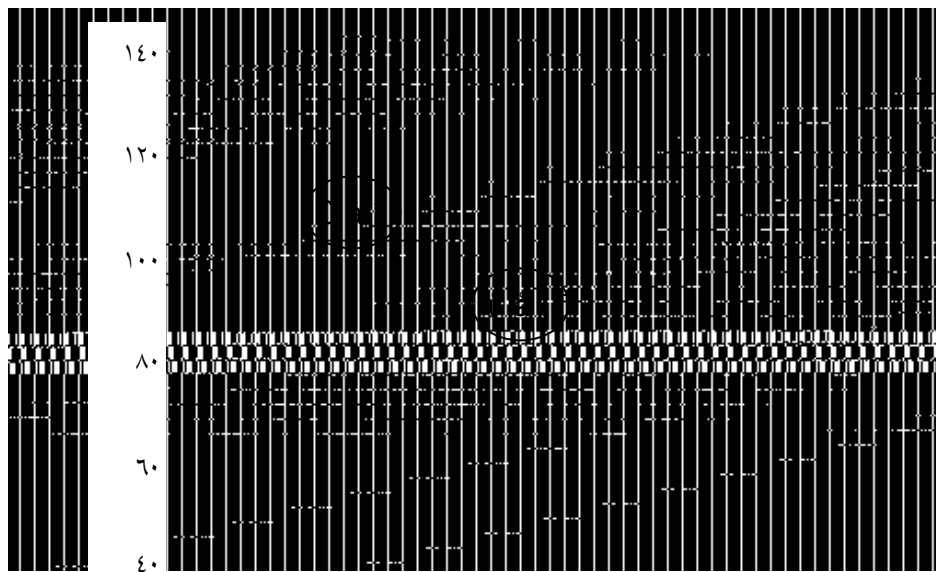
سیمان شده در افق‌های ماسه‌سنگی مخزن آسماری میدان منصور شناسایی گردید. اگر چه در این شکل روند نسبی تغییرات زمان عبور امواج صوتی نسبت به عمق، به صورت کاهشی است، بنابراین، افق‌هایی که در سمت چپ این خطوط قرار می‌گیرند، دارای زمان عبور امواج صوتی کم‌تری می‌باشند و در نتیجه، از میزان سیمان‌شدگی بیش‌تری برخوردار هستند. بررسی میکروسکوپی نمونه‌های تهیه شده از این بخش‌ها نشان داد که دانه‌بندی آن‌ها نسبت به بخش‌های مجاور متفاوت است و از دانه‌بندی ریزتری برخوردار است. بنابراین به نظر می‌رسد که عمل سیمان‌شدگی در افق‌های دانه ریزتر بهتر صورت گرفته باشد.

با بررسی زمان عبور امواج صوتی در سرتاسر زون‌های ۲ و ۳ مخزن آسماری (شکل ۴) می‌توان ملاحظه نمود که

با توجه به مطالب فوق می‌توان بیان نمود که ورود اولیه هیدروکربن به افق‌های ماسه‌سنگی مخزن آسماری در میدان منصور، باعث کاهش سریع میزان فرآیند سیمان‌شدگی شده و موجب گردیده که در این مناطق، ماسه‌ها به صورت آزاد و بدون سیمان باشند، از آن‌جا که فضای خالی بین این دانه‌های ماسه، توسط سیالات مختلف پر شده، این مناطق دارای چگالی پایینی هستند و با استفاده از نمودار زمان عبور امواج صوتی، به راحتی می‌توان آن‌ها را مورد شناسایی قرار داد و تدابیر لازم را قبل از حفاری، اعمال نمود. بدین ترتیب که در این مناطق، سرعت عبور امواج صوتی کم می‌شود و افق‌های دارای سیمان‌شدگی ضعیف، بر روی نمودارهای صوتی، مشخص می‌شوند. در مطالعه حاضر نیز، با استفاده از همین نمودارها (شکل ۳)، مناطق سیمان نشده و یا کم

سیمان‌شدگی ضعیف‌تر این زون نسبت به زون ۳ می‌باشد. زیرا افزایش زمان عبور امواج صوتی، به مفهوم کاهش سرعت و در نتیجه، کاهش شدت سیمان‌شدگی است.

بخش‌های سیمانی شده ضعیف‌تر، بیش‌تر متوجه مرکز میدان است. همچنین مقایسه زمان عبور امواج صوتی در دو زون مذکور در مقطع شرقی-غربی میدان (شکل ۵)، نشان از مقدار بیش‌تر این پارامتر در زون ۲ و در نتیجه،



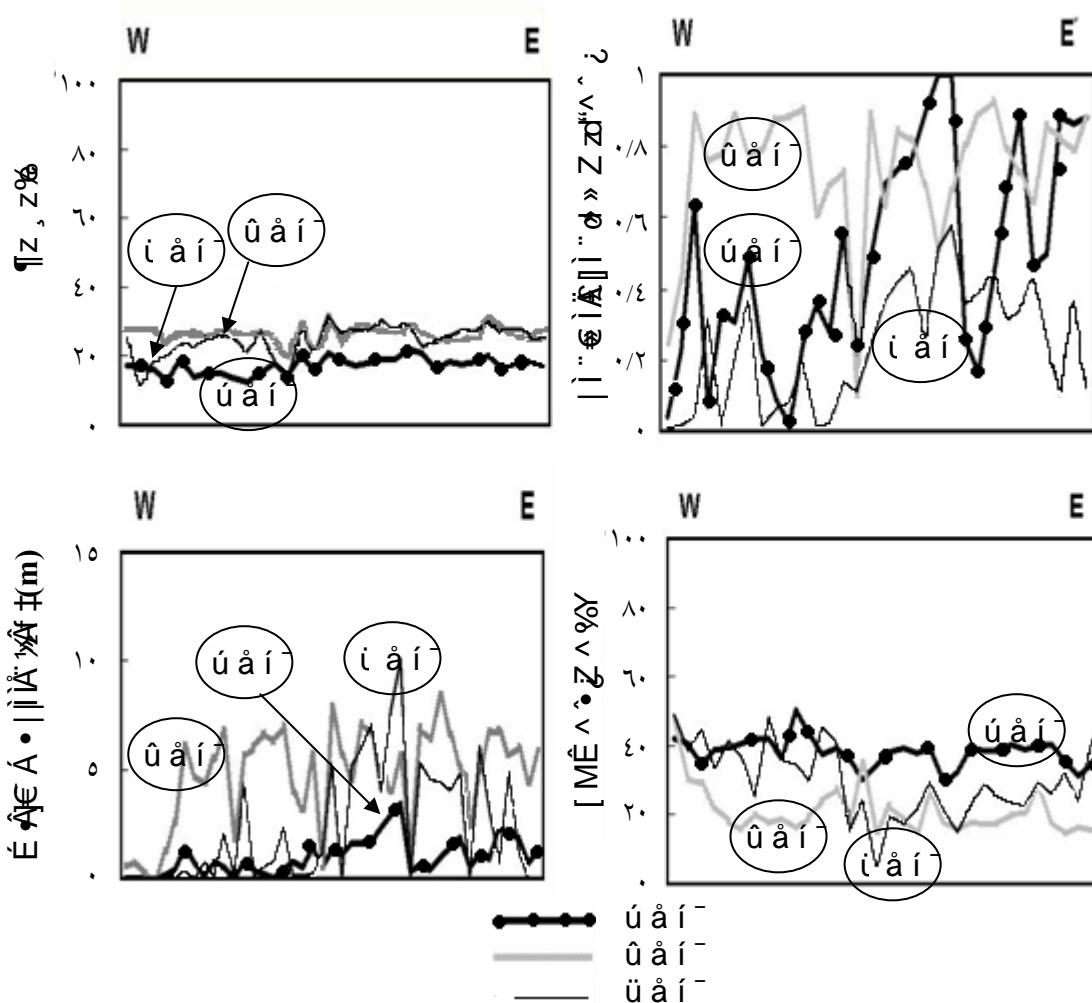
شکل ۵- مقایسه تغییرات زمان سیر امواج صوتی در زون‌های ۲ و ۳ در مقطع شرقی-غربی

پارامترهای پتروفیزیکی آن (نظیر ضخامت مفید و کل زون تولیدی و ستون مفید هیدروکربوری) افزوده شده است. با توجه به بررسی‌های به عمل آمده به نظر می‌رسد که قسمت شرقی میدان از درجه سیمان‌شدگی بهتری برخوردار باشد. این پدیده در قسمت پایینی زون ۳ بیش‌تر به چشم می‌خورد. در مخازن نفتی در طی مهاجرت و ورود هیدروکربور به داخل مخزن سرعت سیمان‌شدگی کم‌تر می‌شود [۱۰]. هیدروکربور وارد شده، جایگزین سیالات اولیه داخل مخزن، که حاوی مقادیر زیادی از سیمان می‌باشند، می‌شود. همچنین به علت خاصیت بالاروندگی نفت و کم‌تر بودن وزن مخصوص آن نسبت به آب ابتدا قسمت‌های بالایی مخزن در طی مهاجرت توسط نفت و دیگر سیالات مخزنی اشغال می‌شود و پس از آن نوبت به مناطق پایین‌تر می‌رسد. به همین علت بخش‌های نزدیک‌تر به سطح آب و نفت از

برای درک بهتر چگونگی ورود هیدروکربن به داخل مخزن و تأثیر آن بر کیفیت مخزن، با استفاده از اطلاعات پتروفیزیکی موجود، نمودارهای تغییرات تخلخل، تغییرات میزان ستون هیدروکربوری، تغییرات نسبت ضخامت مفید به ضخامت کل و همچنین، تغییرات میزان اشباع آب در زون‌های تولیدی مخزن آسماری میدان منصوری، در یک روند غرب به شرق رسم گردید (شکل ۶). در این نمودارها، اطلاعات زون ۱ مخزن آسماری نیز به عنوان مقایسه آورده شده است. با توجه به این نمودارها و نمودارهایی که قبلاً ارائه شد، می‌توان این گونه عنوان کرد که به طور کلی پدیده سیمان‌شدگی در قسمت‌های شرقی مخزن ضعیف‌تر از مناطق غربی عمل نموده و پارامترهای کیفیت مخزنی در شرق میدان، وضعیت مطلوب‌تری را نشان می‌دهند. زیرا، با کاهش مقدار فرآیند سیمان‌شدگی در شرق میدان، بر میزان تخلخل و تراوایی و دیگر

همین عامل باعث بهبود وضعیت سیمان‌شدگی در ماسه‌سنگ‌های واقع در شرق میدان شده است. به طور کلی در ماسه‌سنگ‌های مخزن آسماری در میدان منصوری ترکیب سیمان‌ها از درجه استحکام کافی برخوردار نمی‌باشند و عدم پیوستگی لازم بین دانه‌ها و وجود آثار سیمان میکریتی در لبه بعضی از دانه‌های ماسه حکایت از این امر دارد. در این مناطق جریان سیال به راحتی توانایی عبور از بین لایه‌های ماسه‌سنگی را داشته و مقادیر زیادی از سیمان‌ها را شسته و از محل خارج نموده است.

درجه سیمان‌شدگی بیش‌تری برخوردار هستند [۲۶]. بر اساس مشاهدات انجام شده ماسه‌سنگ‌های قسمت‌های پایینی زون ۳ که در زیر سطح آب و نفت قرار دارند دارای درجه سیمان‌شدگی خوبی هستند. با توجه به این که وضعیت سیمان‌شدگی در قسمت‌های شرقی مخزن بهتر از غرب آن است، می‌توان این طور عنوان نمود که در دوران آغازین مهاجرت، حرکت سیال هیدروکربوری از سمت غرب به طرف شرق بوده است و ابتدا قسمت‌های غربی مخزن و سپس بخش‌های شرقی توسط هیدروکربور اشغال شده‌اند و یا به عبارت دیگر جهت جریان هیدرودینامیکی از سمت غرب به شرق میدان می‌باشد.



شکل ۶- مقایسه نمودارهای تغییرات پارامترهای پتروفیزیکی زون‌های تولیدی مخزن آسماری

آب زون ۳ در بخش شرقی کم‌تر از بخش غربی است (حداقل در چاه شماره ۵) و در زون ۲ نیز همین روند را نشان می‌دهد (در غرب ۴۸٪ و در شرق حدود ۱۴/۵٪) (جدول ۱).

حداکثر ضخامت ستون هیدروکربوری نیز ۳/۵ متر در بخش شرقی میدان است و دلیل آن تمیز بودن و عدم مقدار کافی رس یا کلسیت و... برای تشکیل هسته‌های اولیه سیمان است. یکی دیگر از دلایل آن می‌تواند ورود نفت به درون مخزن و جلوگیری از سیمانی شدن باشد. زیرا نفت ارتباط بین دانه‌ها را کاهش می‌دهد و نفوذپذیری را پایین می‌آورد. مقایسه داده‌های پتروفیزیکی و مطالعات پتروگرافی در این میدان، نشان می‌دهد که زون‌های ۲ و ۳ مهم‌ترین قسمت‌های مخزن آسماری محسوب شده و کیفیت مخزنی مطلوب‌تری داراست و لذا پتانسیل نفتی بالاتری دارد.

به طور کلی با مقایسه ستون‌های سنگ‌شناسی در بخش‌های مختلف مخزن و نمودارهای نوترون (CNL) و درصد تخلخل و ستون اشباعی و داده‌های حفاری آشکار شده است که ماسه‌سنگ‌های قسمت شرقی میدان از استحکام بیشتری برخوردار بوده و میزان تولید از چاه‌های واقع در این مناطق به واسطه بالا بودن ضخامت ستون هیدروکربوری، بیش از قسمت‌های غربی است، و چاه‌های تولیدی در این مناطق، کم‌تر با مشکل تولید ماسه مواجه هستند. همین طور به علت استحکام بیشتر ماسه‌سنگ‌های زون ۲ نسبت به زون ۳، دبی تولید در زون ۲ بسیار بالا می‌باشد و مقدار ماسه کم‌تری وارد چاه می‌شود. میزان درصد تخلخل در رأس طاق‌دیس بیش از بخش‌های دیگر است. به طوری که چاه شماره ۵ حدود ۳۵٪، چاه شماره ۴۱ حدود ۳۱٪ و چاه شماره ۴ واقع در بخش شمال غربی ۱۶٪ تخلخل مفید دارند. درصد اشباع

جدول ۱- میانگین مشخصات پتروفیزیکی زون‌های مختلف مخزن آسماری در میدان منصوری

| N/G | ستون خالص (N) | | | ستون ناخالص (G) | | | سنگ‌شناسی | افق (m) | زون |
|-------|---------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|------------------------|-----------|-----|
| | تخلخل | % اشباع آب | ضخامت (m) | % تخلخل | % اشباع آب | ضخامت (m) | | | |
| ۰/۳۳۳ | ۱۶/۳ | ۳۴/۴ | ۷ | ۱۳/۹ | ۵۴/۳ | ۲۱ | دولومیت | ۲۲۰۲-۲۱۷۹ | ۱ |
| ۰/۸۲۴ | ۲۸/۳ | ۲۲/۵ | ۲۸ | ۲۷/۴ | ۲۷/۶ | ۳۴ | ماسه‌سنگ | ۲۲۳۸-۲۲۰۲ | ۲ |
| ۰/۳ | ۲۶/۸ | ۳۰/۲ | ۲۲/۵ | ۲۱/۲ | ۶۴/۵ | ۷۵ | | ۲۳۲۳-۲۲۳۸ | ۳ |
| ۰/۰۲۲ | ۲۱/۳ | ۴۴/۱ | ۱/۶ | ۲۵/۶ | ۸۸/۷ | ۷۲ | | ۲۳۹۰-۲۳۲۳ | ۴ |
| ۰/۰۱۵ | ۱۲/۸ | ۳۶/۰ | ۰/۹ | ۲۱/۳ | ۸۹/۵ | ۵۵ | | ۲۴۳۶-۲۳۹۰ | ۵ |
| ۰/۰۲۲ | ۱۷/۸ | ۴۳/۲ | ۲/۵ | ۱۳/۵ | ۸۵/۲ | ۱۱۸ | کلسیت | ۲۵۶۰-۲۴۳۶ | ۶ |
| ۰ | -- | -- | ۰ | ۱۸/۱ | ۸۹/۸ | ۳۷ | ماسه‌سنگ | ۲۵۹۱-۲۵۶۰ | ۷ |
| ۰ | -- | -- | ۰ | ۹/۶ | ۸۸/۷ | ۳۱ | کلسیت | ۲۶۲۷-۲۵۹۱ | ۸ |
| ۰/۴۴۲ | ۲۶/۵ | ۲۶/۸ | ۵۷/۵ | ۲۱/۶ | ۵۷/۲ | ۱۳۰ | متوسط زون‌های ۱، ۲ و ۳ | | |

۱- بر اساس مطالعات پتروگرافی، دانه‌های اصلی سازنده بخش‌های ماسه‌سنگی مخزن آسماری شامل کوارتز و به

به طور کلی، مهم‌ترین نتایج حاصل از این مطالعه را به صورت زیر می‌توان بیان نمود:

ورود اولیه هیدروکربن باعث کاهش سریع نرخ سیمان شدگی شده، و در نتیجه ماسه‌ها به صورت آزاد و بدون سیمان باقی مانده‌اند.

تشکر و قدردانی

بر خود فرض می‌دانم که از بخش پژوهشی دانشگاه شهید چمران و مناطق نفت‌خیز جنوب و همکاران محترم در گروه زمین‌شناسی که در بهبود کیفیت این مقاله نقش داشته‌اند، تشکر گردد.

مراجع

[1] Shirmohammadi, N.H., Geological study of Asmari reservoir in Mansuri field, (rep. no. p-3703), National Iranian Oil Company, Ahwaz, (1980).

[۲] اشجعی، ع، سلیمانی، ب، حیدری، خ، نقش محیط رسوبی و سیالات کانی‌ساز در کیفیت مخزنی افق‌های ماسه‌سنگی تولیدی سازند آسماری میدان منصوری، دوازدهمین کنفرانس بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، ۱۴ و ۱۵ بهمن، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ۱۳۸۳، صفحات ۵۴۰-۵۴۷.

[۳] حیدری چهارلنگ، خ، مطالعه جامع زمین‌شناسی مخزن آسماری میدان منصوری، رساله کارشناسی‌ارشد زمین‌شناسی نفت، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۳۸۱.

[4] Bordenave, M.L., The Middle Cretaceous to Early Miocene Petroleum System in the Zagros Domian of Iran, and its prospect evaluation. AAPG Annual Meeting, March 10-13, Houston, Texas, (2002).

مقدار کم‌تر آهک، دولومیت، انیدریت و ژپس بوده، دارای جورشدگی ضعیف تا متوسط هستند.

۲- جنس سیمان غالب معمولاً آهک میکریتی، انیدریت و دولومیت است. به طور کلی، ترکیب سیمان‌ها از درجه استحکام کافی برخوردار نبوده و عدم پیوستگی لازم بین دانه‌های ماسه، حکایت از این امر دارد.

۳- بررسی نمودارهای صوتی نشان می‌دهد که وضعیت سیمان شدگی در مناطق غربی مخزن آسماری در میدان منصوری، بهتر از نواحی مرکزی و شرقی آن است.

۴- پارامترهای پتروفیزیکی در زون‌های تولیدی این میدان، از غرب به شرق وضعیت مطلوب‌تری را نشان می‌دهد، که مهم‌ترین دلیل آن، جانیشینی اولیه هیدروکربن در مناطق شرقی و مرکزی میدان می‌باشد.

۵- درصد اشباع آب مخزن در زون‌های ۱، ۲ و ۳ مخزن، حاکی از افزایش آن در یک روند شرق به غرب است، که فزونی درصد اشباع آب در بخش غربی، خود می‌تواند عاملی جهت تشکیل سیمان و پیشرفت آن در این قسمت از مخزن باشد. به طوری که، محلول‌های سیمان‌زا فرصت کافی جهت تشکیل سیمان داشته‌اند.

۶- کاهش پدیده سیمان شدگی در مناطق شرقی، علی‌رغم این که موجب سست شدن ذرات سازنده ماسه‌سنگ‌ها گردیده، ولی باعث افزایش تخلخل، تراوایی و همچنین نسبت ضخامت مفید به ضخامت کل شده است.

۷- به طور کلی، با توجه به مطالعات صورت گرفته، تمرکز ماسه‌های بدون سیمان در زون‌های ۲ و ۳ مخزن آسماری در میدان منصوری، بیش‌تر در نواحی مرکزی و شرقی میدان و قسمت‌های بالایی زون ۲ است (زون‌هایی که دارای نفت هستند)، که عامل اصلی آن، مهاجرت و جانیشینی هیدروکربن در این قسمت‌ها می‌باشد.

۸- شارژ مخزن در میزان شدت فرآیندهای دیاژنتیکی مخزن آسماری میدان منصوری نقش دارد. به طوری که

- [12]Merchand, A.M.E., Haszeldine, R.S., Smalley, P.C., Macaulay, C.I. and Fallick, A.E., Evidence for reduced quartz cementation rates in oil-field sandstones, *Pet. Geol.*, 29 (2001) 915-918.
- [13]Oelkers, E.H., Bjorkum, P.A. and Murphy, W.M., A petrographic and computational investigation of quartz cementation and porosity reduction on North Sea sandstones: *Am. J. Sci.*, 296 (1996) 420-452.
- [14]Walderhaug, O., Kinetic modelling of quartz cementation and porosity loss in deeply buried sandstone reservoirs: *AAPG Bulletin*, 80 (1996) 731-745.
- [15]Macci, L., Curtis, C.D., Levinson, A., Woodward, K. and Hughes, C.R., Chemistry, morphology, and distribution of illites from Morecambe gas field, Irish Sea, offshore United Kingdom: *AAPG Bulletin*, 74 (1990) 296-308.
- [16]Haszeldine, R. S., Andrew J. Cavanagh, Gavin L. England, Effects of oil charge on illite dates and stopping quartz cement: calibration of basin models, *Journal of Geochemical Exploration*, 78-79 (2003) 373-376.
- [17]Seneeflock, R., Permeability traps in the Gatchell sand of California: *AAPG Bulletin*, 58 (1978) 848-853.
- [18]Theodore, T. Mowers and David A. Budd, Quantification of porosity and permeability reduction due to calcite cementation using computer-assisted petrographic image
- [5] Honarpour, M., Koederitz, L. and Harvey, A.H., Relative permeability of petroleum reservoirs: Boca Raton, Florida, CRC Press, (1986) 143.
- [6] Johnson, R.H., The cementation process in sandstones: *AAPG Bulletin*, 4 (1920) 33-35.
- [7] Bloch, S., Lander, R.H. and Bonnell, L., Anomalously high porosity and permeability in deeply buried sandstone reservoirs: origin and predictability. *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.*, 86 (2002) 301-328.
- [8] Saigal, G.C., Bjorlykke, K. and Larter, S., The effects of oil emplacement in diagenetic processes-example from the Fulmar reservoir sandstones, central North Sea: *AAPG Bulletin*, 76 (1992) 1024-1033.
- [9] Nedkvitne, T., Karlsen, D.A., Bjorlykke, K. and Larter, S.R., Relationship between reservoir diagenetic evolution and petroleum emplacement in the Ula field, North Sea: *Mar. Petr. Geol.*, 10 (1993) 255-270.
- [10] Worden, R.H., Oxtoby, N.H. and Smalley, P.C., Can oil emplacement prevent quartz cementation in sandstones?: *Petrol. Geosci.*, 4 (1998) 129-137.
- [11] Midtbo, R.E.A., Rykkje, J.M. and Ramm, M., Deep burial diagenesis and reservoir quality along the eastern flank of the Viking Graben: evidence for illitization and quartz cementation after hydrocarbon emplacement: *Clay Mine.*, 35 (2000) 231-241.

- [26]Haszeldine, R.S., Macaulay, C.I., Marchand, A., Wilkinson, M., Crahan, C.M., Cavanagh, A., Fallick, A.E. and Couples, G.D., Sandstone cementation and fluids in hydrocarbon basins, *Journal of Geochemical Exploration*, 69-70 (2000) 195-200.
- [27]England, G.L., Haszeldine, R.S., Celeverly, J., Barclay, S.A., Yardley, B.W.D., Fisher, Q., Graham, C.M. and Fallick, A.E., Applying ion-microprobe technology in reconstruction quartz cement history in an upper Jurassic Sandstone Reservoir of the Outer Moray Firth Basin, North sea, U.K. *Am. Assoc. Pet. Geol. Mtg. Salt Lake City, AAPG, Tulsa, ok.* (2003).
- [28]Zahdnzhad, J.,(1988), Geological study of Ahvaz sandstone member in southwest margin of Asmari basin, Persian, National Iranian Oil Company, Fields Report NO.p.4028 (Unpub).
- [29]Walderhaug, O., Precipitation rates of quartz cement in sandstones determined by fluid-inclusion microthermometry and temperature-history modeling: *J. Sed. Res.*, A64 (1994) 324-333.
- [30]Hoeiland, S., Barth, T., Blokhus, A.M. and Skauge, A., The effect of crude oil acid fractions on wettability studied by interfacial tension and contact angles: *J. Petr. Sci. Engin.*, 30 (2001) 91-103.
- analysis techniques, *AAPG Bulletin*, 80, 3 (1996) 303-322.
- [19]Neilson, J.E., Oxtoby, N.H., Simmons, M.D., Simpson, I.R. and Fortunova, N.K., the relationship between petroleum emplacement and carbonate reservoir quality: examples from Abu Dhabi and the Amu Darya Basin: *Mar. Petrol. Geol.*, 15 (1998) 57-72.
- [20]Prozorovich, G.E., Determination of the time of oil and gas accumulation by epigenetic studies: *Sed.*, 15 (1970) 41-52.
- [21]Yurkova, R.M., Comparison of post-sedimentary alterations of oil- gas and water-bearing rocks: *Sed.*, 15 (1970) 53-68.
- [22]O'Brien, J.J. and Lerche, I., The preservation of porosity through hydrocarbon entrapment during burial: *Soc. Petrol. Engin. Form. Eval.*, 1, 3 (1986) 295-299.
- [23]Lee, Ming-Kuo, and C.M. Bethke, Groundwater flow, late cementation, and petroleum accumulation in the Permian Lyons Sandstone, Denver Basin: *AAPG Bulletin*, 78, 217-237.
- [24]Anderson, W. G., 1986, Wettability literature survey-part 1: rock/oil/brine interactions and the effects of Petroleum Technology, 36 (1994) 1125-1144.
- [25]Robin, M., Rosenberg, E. and Fassi-Fihri, O., Wettability studies at the pore level: a new approach by use of cry-SEM: *Soci. Petrol. Engin. Form. Eval.*, 10 (1995) 11-18.