

بررسی عوامل کنترل کننده کیفیت مخزنی سازند دالان بالایی در یکی از میادین ناحیه فارس

مستقبل نیکاندریش - شرکت نفت مناطق مرکزی ایران

الهام مومنی*، حسین رحیم پور نایب، اکتشاف تهران

چکیده

آنالیزهای رخساره‌ای سازند دالان بالایی با سن پرمین پسین در یکی از میادین ناحیه فارس در جنوب غرب ایران مبین نهشت این رسوبات در بخش داخلی یک رمپ هوموکلینال بوده که سپس در معرض دیاژنز کم عمق و به مقدار کمتر دیاژنز تدفینی قرار گرفته‌اند. مطالعه سازند دالان بالایی در میدان آغار منجر به شناسایی یازده رخساره متعلق به پهنه جزر و مدی، لاگون و کمپلکس سد گردید. رخساره‌های دانه غالب با اندازه دانه‌های متوسط و جورشدگی متوسط از کیفیت مخزنی خوبی برخوردارند. بر اساس این مطالعات، ترکیب کانی شناسی، نوع سیمان‌ها، فابریک‌های اولیه و محیط‌های دیاژنزی واحدهای مطالعه شده شناسایی شد و به محیط‌های دریایی، تحت جوی و تدفینی تقسیم گردید. استفاده از داده‌های تخلخل و تراوایی، شاخص کیفیت مخزنی، با استفاده از داده‌های آنالیز مغزه برای به دست آوردن کیفیت مخزنی در مقیاس‌های گوناگون متقاعد کننده است. فرآیندهای دیاژنزی افزایش دهنده کیفیت مخزنی عبارتند از: انحلال، دولومیتی شدن و شکستگی؛ در صورتی که سیمانی شدن و تراکم از عوامل کاهش دهنده کیفیت به شمار می‌روند.

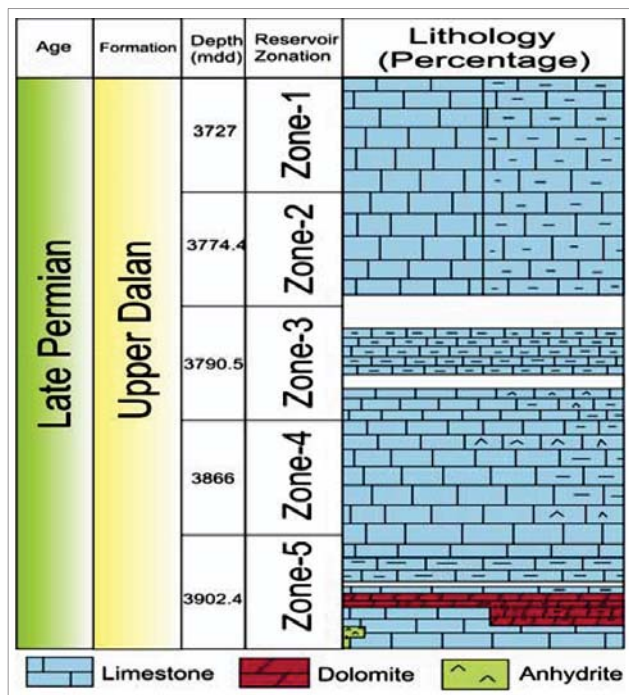
واژگان کلیدی: دیاژنز، رخساره، رمپ هوموکلینال، سازند دالان بالایی، کیفیت مخزنی

مقدمه

سازند دالان بالایی جزء گروه دهرم از تقسیم‌بندی کمیته چینه‌شناسی ایران در سال ۱۳۵۵ خورشیدی برای توالی پرمین-تریاس است. برای نخستین بار رسوب‌شناسی و چینه‌شناسی سازند دالان در سال ۱۹۷۸ توسط زابو و خرد پیر انجام گرفت [۱] (شکل-۱). بر اساس نتایج آزمایش‌های مختلف ارزیابی بهره‌دهی چاه‌ها، سازند دالان در میدان مورد مطالعه، گازده است. سنگ‌های سازنده مخزن گازی اساساً سنگ آهک، سنگ آهک دولومیتی و دولومیت هستند و مرز پایینی آن از سنگ‌های پالئوزوئیک و مرز بالایی آن از سازند کنگان ناپیوسته است. شناخت محیط رسوبی در مطالعات مخزنی جهت شناسایی رخساره‌های مستعد مخزن اهمیت فراوان دارد. مطالعه روی داده‌های موجود (تنها سازند دالان بالایی در دسترس بود) سعی بر شناسایی محیط رسوبی و تأثیر فرآیندهای دیاژنزی بر کیفیت مخزنی دارد.

۱- روش کار

به‌طور کلی عوامل اصلی کنترل کننده کیفیت مخزنی در مخازن کربناته را می‌توان به دو دسته کلی فرآیندهای اولیه (رسوبی) و ثانویه (دیاژنزی) تقسیم نمود. مطالعه روی یک چاه از میدان مربوطه انجام گرفت و آنالیزهای



شکل ۱ | لیتواستراتیگرافی و ناحیه‌بندی مخزنی سازند دالان بالایی در چاه مورد مطالعه

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات (elham.momeni67@gmail.com)

دقیق مقاطع نازک منجر به شناسایی رخساره‌ها و ویژگی‌های دیاژنزی سازند دالان بالایی گردید. برای آنالیزهای رخساره‌ای از روش دانهام [۴] همراه با فابریک‌های رسوبی، نوع آلوکم‌ها، نوع سیمان و مدل استاندارد فلوگل [۵و۶] و فولک [۷] استفاده شد. آنالیزها روی چهل متر از ضخامت مخزن و روی یکصد مقطع نازک آغشته به آلیزارین رد اس [۸] انجام گرفت. شناسایی رخساره‌ها و محیط رسوبی تشکیل آنها بر مبنای مشخصات رسوب‌شناسی و فسیل‌شناسی آنها صورت گرفته است. این داده‌ها برای شناسایی عوامل دیاژنزی کنترل‌کننده کیفیت مخزنی به کار می‌روند.

۲- شناسایی محیط رسوبی و میکروفاسیس‌ها

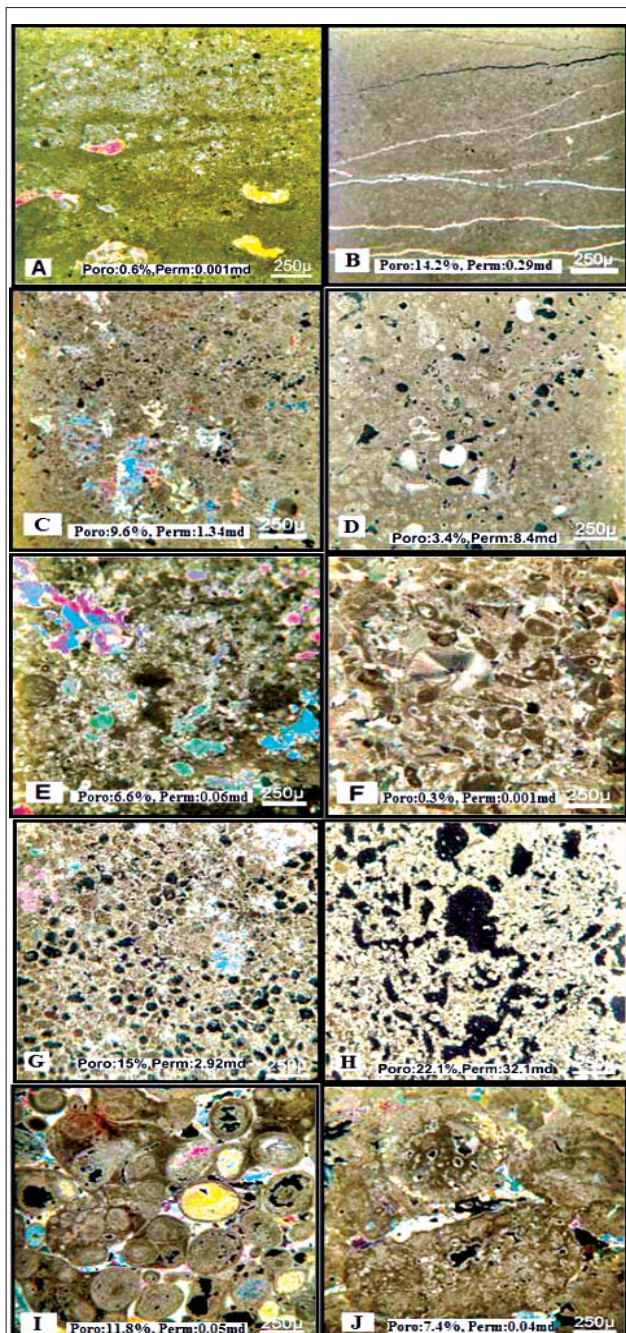
فهم کیفیت مخزنی و عوامل کنترل‌کننده آن نیازمند آنالیز رخساره‌ای همراه با مطالعه دیاژنزی است [۹و۱۰]. بر اساس مطالعات پتروگرافی و آنالیزهای تصویری در سازند دالان بالایی در یکی از چاه‌های این میدان یازده رخساره معرفی شد که تصاویری از آنها در شکل ۲- ارائه شده است. رخساره‌ها و کمربندهای رخساره‌ای نیز در جدول ۱- ارائه شده‌اند. در مجموع سه کمربند رخساره‌ای در مقیاس میدان تشخیص داده شد:

الف) کمربند رخساره‌ای پهنه جزر و مدی که به وسیله لیتولوژی مادستون/دولومادستون‌هایی با ساختارهای لایه‌ای، نودولی مشخص می‌شود؛ در این محیط آلوکمی یافت نشد. از مشخصات آن فابریک فنسترال و قالب‌های تبخیری است.

ب) کمربند رخساره‌ای لاگون با رخساره‌های پکستون بایوکلستی، پلوتیدی و اوئید مشخص شده است. پدیده میکراتیتی شدن و ذرات پلوتیدی در این محیط به فراوانی یافت می‌شود. موجوداتی مانند فرامینیفرهای کف‌زی، گاستروپود و دیگر موجودات خاص محیط لاگون نیز در آن مشاهده می‌شود.

ج) کمربند رخساره‌ای سد، این محیط از سه قسمت بخش مرکزی سد، بخش رو به دریای باز سد و بخش رو به خشکی سد تشکیل شده است. بخش مرکزی شامل رخساره‌های گرینستون یا دولوگرینستون اوئیدی بایوکلستی است. در قسمت پشت سد که از رخساره‌هایی پکستونی تشکیل شده و میکراتیتی شدن و سیمانی شدن فرآیندهای غالب آن هستند، می‌توان اوئیدهای مربوط به بخش مرکزی و موجودات مربوط به محیط لاگون را مشاهده کرد. بخش رو به دریای سد نیز از واحدهای گرینستونی همراه با اینتراکلیست‌های درشت می‌باشد.

در رخساره‌های مورد مطالعه اوئیدها، پلوتیدها، بایوکلست‌ها و اینتراکلیست‌ها به صورت نیمه گرد شده تا گرد شده در بافت سنگ حضور دارند. میزان جورشدگی بر تخلخل و تراوایی اثر گذارند؛ به طوری که در رخساره‌هایی که جورشدگی در حد متوسط است کیفیت مخزنی بهتر خواهد بود. در مجموع در رسوبات دانه متوسط تا دانه درشت با جورشدگی متوسط کیفیت مخزنی بهتر خواهد بود. این ویژگی‌ها در رخساره‌های گرینستونی کمربند رخساره‌ای سدی دیده می‌شود.

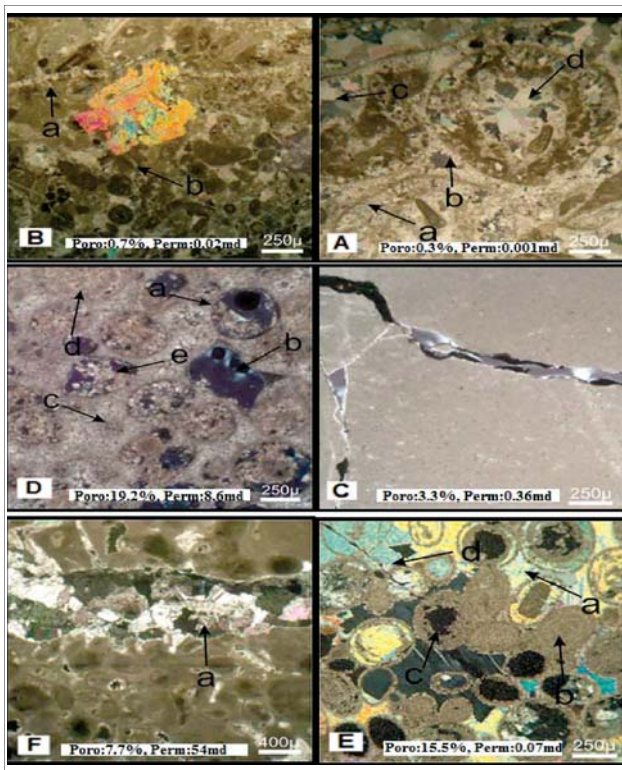


شکل ۲ | عکس‌های مقاطع نازک انواع رخساره‌ها در محیط‌های مختلف (A) دولومادستون با فابریک فنسترال در کمربند رخساره‌ای پهنه جزر و مدی با پایین‌ترین تخلخل و تراوایی (B) رخساره دولومادستون در کمربند رخساره‌ای پهنه جزر و مدی (C) اوئید پکستون در کمربند لاگون (D) بایوکلست و کستون تا پکستون در کمربند لاگون (E) اوئید بایوکلستیک پکستون در کمربند رخساره‌ای پشت سد بایوکلست پلوتیدی پکستون در کمربند رخساره‌ای پشت سد (F) اوئید گرینستون در کمربند رخساره‌ای سد با بهترین تخلخل و تراوایی (H) اوئید گرینستون در کمربند سد با تخلخل زیاد و تراوایی کم (I) اینتراکلیست اوئید گرینستون (J) اینتراکلیست بایوکلست گرینستون در کمربند رخساره‌ای جلوی سد نور پلاریزه

فضاهای منفذی اولیه وجود دارند. هم چنین می توان به حفظ مشخصات رسوبی و دیاژنزی توسط این دولومیت ها، استیلولیتی شدن و شکستگی بعد از دولومیتی شدن و فابریک های انیدریتی همراه با دولومیت های جانیشینی که توسط استیلولیت قطع شده اند، اشاره کرد.

۳-۲- دیاژنز تحت جوی

مراحل دیاژنز با دیاژنز متئوریک طی فرآیندی که در آن دانه های اسکلتی و غیراسکلتی نیمه پایدار حل شده و تولید تخلخل های انتخاب کننده فابریک و غیرانتخاب کننده انجام می دهند ادامه می یابد. سیمانی شدن تیپیک آب تحت جوی و انحلال نشانه هایی از این محیط هستند. انحلال صورت گرفته در این ناحیه بیشتر انتخاب کننده فابریک بوده؛ جایی که رسوبات به طور کامل سنگ نشده اند (شکل-۳D, E).



۳ | مراحل دیاژنزی مختلف (A) فلش های (a) میکرایتی شدن اطراف بایوکلسیت ها (b) سیمان ایزوپکوس (c) سیمان بلوکی (d) سیمان کلسیتی دروزی را به نمایش گذاشته که سبب کاهش تخلخل و تراوایی شده است. (B) تقدم و تأخر فرآیندها در (a) شکستگی پر شده با سیمان کلسیتی (b) استیلولیت که عوارض دیگر را قطع کرده را نشان می دهد. (C) انحلال در مسیر استیلولیت نشان داده شده (D) نمایش دهنده فرآیندهای دیاژنزی (a) میکرایتی شدن (b) انحلال (c) سیمان کلسیت هم بعد (d) دولومیتی شدن (e) خورده شدن دولومیت (E) فرآیندهایی مثل (a) سیمان انیدریتی (کاهنده تراوایی) (b) دولومیتی شدن حفظ کننده و انتخاب فابریک (c) حل شدن دولومیت در اوئیدهای مشابه جانیشینی انیدریت (d) شکستگی دیده می شود (F) نمایش سیمان انیدریتی پرکننده شکستگی



تغییر تدریجی بین کمربندهای رخساره ای نسبتاً وسیع، تنوع کم رخساره ای، عدم گسترش ریف های حاشیه ای مشخص، موجود نبودن یک شکست مشخص در شیب پلتفرم، همگی وجود بخش درونی یک رمپ کربناته را برای این نهشته ها تأیید می کند [۱۴ و ۱۳ و ۱۲]. با توجه به مطالعات صورت گرفته روی بافت اولیه و از همه مهم تر اثرات دیاژنزی بعدی کیفیت مخزنی تحت تأثیر قرار گرفته است.

۳-۱- دیاژنز دریایی

بر اساس مطالعات ترکیب کانی شناسی، نوع سیمان ها به فابریک های اولیه، محیط های دیاژنزی واحدهای مطالعه شده به محیط های دریایی، متئوریک و تدفینی تقسیم شد.

۳-۱-۱- دیاژنز دریایی

به طور کلی اثرات دیاژنزی اولیه از منشاء دریایی شامل میکرایتی شدن و سیمانی شدن دریایی است. ویژگی های پتروفیزیکی این ناحیه شامل سیمان حاشیه ای هم قد، سیمان تیغه ای، میکرایتی شدن اسکلتی و سیمانی شدن انیدریتی اولیه است. سیمان های حاشیه ای آراگونیتی اطراف اوئیدها، دانه های اسکلتی و غیراسکلتی در ناحیه متئوریک به کلسیت تبدیل می شوند.

این سیمان های دریایی توسط اسپارهای کلسیتی شفاف فربایتیک و دفنی دنبال می شوند. علاوه بر سیمانی شدن، میکرایتی شدن نیز یک فرآیند مهم این محیط است (شکل-۳A, D). در گریستون های اوئیدی و پکستون ها بعضی اوئیدها و دانه های اسکلتی پوششی میکرایتی را نشان می دهند. گاهی دانه ها حل شده اند و پوشش میکرایتی مشخص است. سیمانی شدن انیدریتی و شکل گیری ندول در وضعیت هیپرسالین محیط های دریایی کم عمق و محدود شده وجود دارند. فاز دولومیتی شدن اصلی نیز در وضعیت دفنی کم عمق و هم زمان با رسوب گذاری وجود دارد. از جمله شواهد مبنی بر این موضوع دولومیت های ریز بلوری است که در

۱ | توصیف رخساره ها و کمربندهای رخساره ای در چاه مورد مطالعه

کمر بند رخساره ای	معادل در تقسیمات دیگر	توضیحات	نام	کد رخساره
بنه ی جزر و مدی	RMF23 فولنگ	وجود ماتریکس ماسونونی، عدم وجود فسیل، وجود ساختار فسیل های انیدریت	گل آهکی با فابریک فسیلدار و شعیری	F1
بنه ی جزر و مدی	SMF23 فولنگ	عدم وجود فسیل، ماهیت ماسونونی، نبود نودول های انیدریتی، تخلخل استیلولیتی	ماسنون	F2
لاگون	RMF20 فولنگ	وجود فسیل، ماهیت ماسونونی، وجود میکرایتی به همراه فسیل های انیدریتی	بایوکلسیت و کستون تا پکستون	F3
لاگون	فولنگ	ماتریکس صفت اسپارهای، معکوس شکلی ریفی (مختصر اوئید های پر انرژی در زمینه ی کم انرژی)	اوئید پکستون	F4
پشت بند	اوئید اسپارهای، فولنگ	اوئید های گرد شده به همراه بایوکلسیت های لاگون و حضور میکرایت	اوئید بایوکلسیت پکستون	F5
پشت بند	RMF20 فولنگ	حضور بایوکلسیت های از قبیل جانیک، برانگوپود، فراسپار، پلوانید، سیمانی شدن و میکرایتی شدن	بایوکلسیت پلوانید پکستون	F6
مرکز بند	RMF29 فولنگ	عدم وجود فسیل، ماهیت ماسونونی، وجود میکرایتی به همراه فسیل های انیدریتی	اوئید گریستون	F7
مرکز بند	اوئید اسپارهای، فولنگ	فرآیند بالای اوئیدها، ماهیت فادگ، همراهی بایوکلسیت ها	اوئید بایوکلسیت گریستون	F8
مرکز بند	بایو پل اسپارهای، فولنگ	بایوکلسیت ها به همراه پلوانید، فرآیند مستقیم، سیمانی شدن، میکرایتی شدن	بایوکلسیت پلوانید گریستون	F9
جلوی بند	اندر او اسپارهای، فولنگ	کند شدن رسوبات و تشکیل اندر اکتست های سیمان ترابری، اوئید های ترابری	اندر اکتست اوئید گریستون	F10
جلوی بند	اندر او اسپارهای، فولنگ	اندر او ترابری، جود شکستگی متوسط، میزان کم گل، سیمان ترابری کلسینی	اندر اکتست بایوکلسیت گریستون	F11

۳-۳- دیاژنز دفنی

تلور دوباره و تراکم شیمیایی نشان از یک محیط دیاژنزی تدفینی دارد. سیمان‌های مربوط به این محیط، استیلولیت‌ها، سطوح محدب و مقعر بین دانه‌ها، شکستگی و حفرات انحلالی در طول استیلولیت‌ها از فرآیندهای این ناحیه هستند. نمونه‌هایی با سیمان‌های اولیه ایزوپیکوس، نسبت به تراکم مکانیکی مقاوم و سیمان‌های دولومیتی بسیار ناچیز بودند. شکل‌های یوهدرال تا ساب‌هدرال و افزایش اندازه بلورها نشان از افزایش عمق و دما دارد. انیدریت‌های تدفینی به‌عنوان انیدریت‌های پرکننده شکستگی‌ها هستند (شکل-۳۲). شکستگی و سیمان دولومیت سدل به‌مقدار ناچیزی طی مراحل بعدی فاز دیاژنز تدفینی حضور دارند. انحلال‌های به‌وجود آمده در مسیر استیلولیت‌ها که فراوانی بسیار ناچیزی دارند در این مرحله صورت می‌گیرد (شکل-۳۳).

از فرآیندهای دیاژنزی توضیح داده شده در بالا عوامل اصلی مثل انحلال آلومک‌ها از جمله اوئیدها و بایوکلیست‌ها، بیشتر در رخساره‌های دانه غالب و هم‌چنین دولومیتی شدن، با ایجاد فضای بین بلوری و شکستگی که موجب ارتباط بین تخلخل‌ها شده در افزایش کیفیت مخزنی چاه مورد مطالعه نقش دارند. البته عواملی مثل سیمانی شدن که شامل سیمان‌های کلسیتی دریایی، متئوریک و تدفینی و سیمان انیدریتی می‌شود و انواع تراکم که باعث از بین رفتن فضاهای خالی شده‌اند در کاهش کیفیت مخزنی نقش مهمی دارند. فرآیندهای دیاژنزی و محیط تشکیل آنها به همراه مدل رسوبی در شکل ۴- نشان داده شده‌اند.

۴- شاخص کیفیت مخزنی

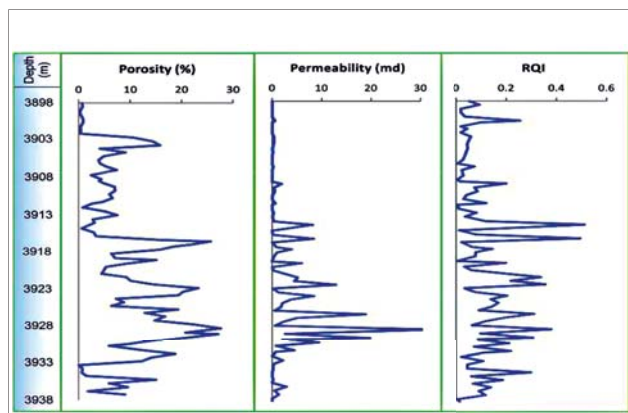
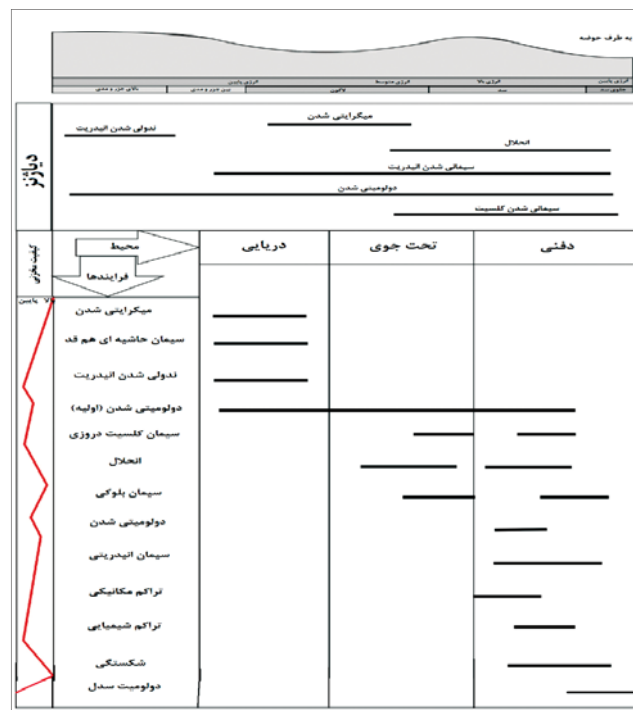
شاخص کیفیت مخزنی تقریبی از متوسط شعاع هیدرولیکی در یک سنگ مخزنی است. این مفهوم عاملی کلیدی در تعیین واحدهای هیدرولیکی و مرتبط کردن تخلخل، تراوایی و فشار موئینه است. روش آمافوله [۱۵] برای محاسبه این اندیس به‌صورت زیر است:

$$RQI = 0.0314 \sqrt{\frac{k}{\phi_e}} \quad (1)$$

RQI شاخص کیفیت مخزنی (μm)، k نفوذپذیری (md)، ϕ_e تخلخل مؤثر است و به صورت اعشاری بیان می‌شود. در شکل ۵- شاخص کیفیت مخزنی در چاه مورد مطالعه نشان داده شده است. این شاخص بیان‌کننده خوبی از دو اندیس کیفیت مخزنی (تخلخل و نفوذپذیری) به‌شمار می‌رود. پیش‌بینی کیفیت مخزنی توسط شناسایی فرآیندهای کنترل‌کننده تخلخل و تراوایی (رسوبی و دیاژنزی) و ارزیابی چگونگی تغییرات آنها در مقیاس توجه (چاه، مخزن، حوزه) امکان‌پذیر است. با ترکیب داده‌های تخلخل و تراوایی شاخص کیفیت مخزنی، همراه با استفاده از داده‌های آنالیز مغزه به‌عنوان مزیتی برای نشان دادن کیفیت مخزنی در مقیاس‌های گوناگون مناسب است. نمونه‌های دانه غالب با فرآیندهای دیاژنزی غالب از جمله دولومیتی شدن فراگیر و انتخاب‌کننده فابریک و هم‌چنین حضور تخلخل‌های قالبی مرتبط با هم (حضور شکستگی) که نشان از زیاد بودن مقدار دو شاخص تخلخل و تراوایی دارد به‌طور غالب کیفیت مخزنی خوبی دارند. البته مسدود شدن منافذ در نمونه‌ها توسط سیمان کلسیتی و انیدریتی و هم‌چنین تراکم در نمونه‌های دانه غالب از عوامل کاهش‌دهنده تخلخل و تراوایی به‌شمار می‌روند. نمونه‌های گل غالب و هم‌چنین نمونه‌های دانه‌ای غالب با فرآیندهای دیاژنزی کاهش‌دهنده تخلخل و تراوایی اغلب کیفیت مخزنی نامناسبی دارند.

نتیجه‌گیری

■ فرآیندهای کنترل‌کننده کیفیت مخزنی شامل فرآیندهای اولیه (رسوبی) و ثانویه (دیاژنزی) است. به‌طور کلی بافت‌های رسوبی تخلخل و



شکل ۵ | تخلخل، نفوذپذیری و اندیس کیفیت مخزنی در چاه مورد نظر

شکل ۴ | محیط رسوبی و سکناس پارائتیک شناسایی شده در چاه مورد مطالعه

شکستگی نفوذپذیری را در بعضی واحدهای پکستون و وکستون کم انرژی افزایش می دهد.

■ با استفاده از داده های تخلخل و تراوایی و شاخص کیفیت مخزنی، اثرات دیاژنز بر روی کیفیت مخزن مورد بررسی قرار گرفت.

■ در بین داده های موجود، نمونه های دانه غالب با فرآیندهای دیاژنزی غالب از جمله دولومیتی شدن فراگیر و انتخاب کننده فابریک و هم چنین حضور تخلخل های قالبی مرتبط با هم (حضور شکستگی) که نشان از زیاد بودن دو شاخص تخلخل و تراوایی دارد اغلب کیفیت مخزنی مناسبی دارند. البته مسدود شدن منافذ در نمونه ها توسط سیمان کلسیتی و انیدریتی و هم چنین تراکم در نمونه های دانه غالب از عوامل کاهنده تخلخل و تراوایی به شمار می روند.

■ هم چنین نمونه های گل غالب یا نمونه های دانه غالب با فرآیندهای دیاژنزی کاهنده تخلخل و تراوایی از جمله انواع سیمانی شدن های کلسیتی، انیدریتی و به مقدار ناچیز دولومیتی و انواع تراکم های فیزیکی و شیمیایی اغلب کیفیت مخزنی نامناسبی دارند.

■ نتایج نشان می دهد که برای حصول مباحث مناسب و دقیق ضروری است از مجموع داده های گوناگون و محتوای زمین شناسی استفاده کرد. ■

نفوذپذیری را کنترل می کنند؛ اگر چه این رابطه مستقیم می تواند توسط دیاژنز منع شود.

■ آنالیزهای دقیق مقاطع نازک منجر به شناسایی یازده رخساره در سه کمر بند رخساره ای (پهنه جزر و مدی، لاگون، شل) مربوط به بخش داخلی یک رمپ کربناته گردید.

■ بر اساس مطالعات ترکیب کانی شناسی، نوع سیمان ها، فابریک های اولیه، محیط های دیاژنزی واحدهای مورد مطالعه به محیط های دریایی، متوریک و تدفینی تقسیم شدند.

■ از جمله عوامل بافتی تأثیر گذار بر کیفیت مخزنی می توان به اندازه دانه و جورشدگی آن اشاره کرد. رسوبات دانه غالب با اندازه دانه های متوسط و هم چنین جورشدگی متوسط از کیفیت مناسبی برخوردارند.

■ علاوه بر فرآیندهای رسوبی، فرآیندهای دیاژنزی نیز بر کیفیت مخزنی تأثیر گذاراند. از جمله فرآیندهای دیاژنزی افزایش کیفیت مخزنی می توان به انحلال، دولومیتی شدن و شکستگی اشاره کرد. در مقابل فرآیندهای دیاژنزی از قبیل انواع سیمانی شدن و تراکم ها از عوامل کاهنده کیفیت به شمار می روند. به طور عمده در برخی گریستون های پراثری، سیمانی شدن انیدریت کیفیت مخزنی را نابود کرده و

پانویس ها

¹Reservoir quality Index (RQI)

²central shoal

³seaward shoal

⁴leeward shoal

منابع

- [1] Szabo, F., Khradpir, A., 1978. Permian and Triassic stratigraphy Zagros Basin. Southwest Iran. Jour. Pet. Geo. 1: 57-82.
- [2] Alavi, M., 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution. American Journal of Science, v. 304, p. 1-20.
- [3] Insalaco, E., Virgone, A., Coutme, B., Gaillot, J., Kamali, M., Moallemi, A., Lotfpour, M., Monibi, S., 2006. Upper Dalan Member and Kangan Formation between the Zagros Mountains and offshore Fars, Iran: depositional system, biostratigraphy and stratigraphic architecture. GeoArabia, v. 11, no. 2, p. 75-173.
- [4] Dunham, R. J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. American Association of Petroleum Geologist Memoir 1, P. 108-121.
- [5] Flugel, E., 1982. Microfacies analysis of Limestone, Springer-Verlog, P. 633.
- [6] Flugel, E., 2004. Microfacies of carbonate rocks. Analysis, Interpretation, Application. Springer-Verlog, P. 976.
- [7] Folk, R. L., 1962. Spectral subdivision of limestone types. In: Classification of carbonate rocks (Ed. By W.E. Ham) Mem. Am. Ass. Petrol. Geol. 1, P. 62-84.
- [8] Dickson, J. A. D., 1965. A modified staining technique for carbonate in thin section. Nature 205-587.
- [9] Lucia, F. J., 2007. Carbonate reservoir characterization: an integrated approach, 2nd, edition. Springer, p. 336.
- [10] Ahr, W. M., 2008. Geology of carbonate reservoir, the identification, description and characterization of hydrocarbon reservoirs in carbonate rocks. Wiley Publication, New Jersey, p. 278.
- [11] Wilson, J. L., 1975. Carbonate facies in geologic history. New York, Springer Verlag.
- [12] Read, J. F., 1985. Carbonate platform facies models. AAPG Bulletin 69/1, P. 1-21.
- [13] Wright, V. P., 1986. Facies sequences on a carbonate ramp: the Carboniferous Limestone of South Wales. Sedimentology 33, P. 221-241.
- [14] Tucker, M. E., 1993. Carbonate diagenesis and sequence stratigraphy. In: V. P, Wright (ed): Sedimentology review 1. Blackwell, London, P. 51-72.
- [15] Amaefule, J. O., Altunbay, M., Tiab, D., Kersey, D. G., and Keelan, D. K., 1993. Enhanced reservoir description; using core and log data to identify hydraulic (flow) units and predict permeability in uncored intervals/wells: Formation evaluation and reservoir geology. Proc. Society of Petroleum Engineers Annual Conference, v. Omega, p. 205-220