Archive of SID

زون‌بندی و تعیین گونه‌های سنگی مخزن بنگستان براساس بررسی‌های رسوب‌شناختی و پتروفیزیکی در میدان سرکان

مرصاد معینی*[۱]، حسین رحیم‌پور بناب[۱]، وحید توکلی[۱]، مهران مرادپور[۲]، سعید معدنی‌پور[۳] و حسین رضاپناه[۱]

۱ دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران
۲ کارشناس پژوهشگاه صنعت نفت
۳ گروه زمین‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

نویسنده مسئول: MersadMoeini@Gmail.Com

دریافت: ۹۳/۱۱/۱۵ پذیرش: ۹۴/۳/۱۶

چکیده

در این پژوهش با تلفیق نتایج مطالعات رسوب‌شناختی و پتروفیزیکی در مخزن بنگستان واقع در میدان سرکان، به تعیین گونه‌های سنگی پرداخته شده است. تعیین گونه‌های سنگی مخزن، فرآیندی مشترک بین زمین‌شناسی و پتروفیزیک است،که به وسیله‌ی آن رخساره‌های زمین‌شناسی به وسیله رفتار دینامیکی‌شان مشخص می‌شوند. این مطالعه بر اساس اطلاعات در دسترس از سه چاه موجود در میدان صورت گرفته و از این‌رو، مخزن بنگستان در این میدان به شش زون مخزنی و غیرمخزنی تقسیم‌بندی شده است. از آنجا که هر زون می‌تواند از یک یا چند گونه سنگی با ویژگی‌های لیتولوژیکی و پتروفیزیکی تقریبا مشابه تشکیل شود که متعاقبا ویژگی‌های رفتاری و دینامیکی تقریبا یکسانی از خود نشان می‌دهند، بر همین اساس، در این پژوهش پنج گونه‌سنگی از توالی‌های مخزن بنگستان در این میدان شناسایی شده که در ساختار زون‌بندی معرفی شده، آرایش یافته‌اند. در این بررسی جهت نیل به هدف اصلی پژوهش، توالی‌های مورد نظر، در مراحل گوناگونی اعم از شناسایی رخساره در دو مرحله میکروسکوپی و ماکروسکوپی، مطالعه بافت و فابریک کنونی رخساره‌ها، درک از شرایط محیطی حاکم بر حوضه در زمان نهشت، آنالیز فرآیندهای پس از نهشت و فهم تغییرات حاصل از این تاثیرات، ضخامت مربوط به هر زون و درک تغییرات آن در گستره‌ی میدان، شناسایی انواع تخلخل‌ها و درک عوامل موثر در ایجاد آن‌ها، اندازه‌گیری‌های پتروفیزیکی بر اساس داده‌های مغزه و نمودارهای چاه‌پیمایی (به صورت کمی) و در نهایت ایجاد ارتباط منطقی بین فابریک گونه‌های‌سنگی و ویژگی‌های پتروفیزیکی وابسته به آن‌ها، مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند، سرانجام، بر مبنای همین مراحل پژوهشی اشاره شده، سازند ایلام به دو زون مخزنی (B و A)، سازند سورگاه به یک زون غیر مخزنی (C) و سازند سروک به سه زون مخزنی (D,E,F) تقسیم‌بندی شده‌اند، که زون A مربوط به قسمت بالایی سازند ایلام و زون C متعلق به کل توالی سازند سورگاه، به ترتیب دارای بالاترین و پایین‌ترین کیفیت مخزنی در بین سایر زون‌ها، شناخته شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: زون‌بندی، رخساره، ویژگی‌های مخزنی، دیاژنز، گونه‌های سنگی

مقدمه

کمربند کوهزایی زاگرس با یک توالی ضخیم رسوبی ۷ تا ۱۲ کیلومتری در حاشیه شمال‌خاوری ورقهٔ عربی با راستای شمال باختری - جنوب‌خاوری از ترکیه تا تنگهٔ هرمز به طول بیش از ۳۰۰۰ کیلومتر گسترش یافته است. رشته کوه‌های زاگرس، بخشی از رشته کوه آلپ-هیمالیا است که مرز شمال‌باختری آن گسل امتداد لغز آناتولی خاوری، در جنوب خاوری ترکیه و مرز جنوب خاوری آن، خط عمان است [۲]. حوضه زاگرس در طی پرمو تریاس دستخوش کشش قرار گرفته است که در اثر ریفتی شدن به دو بخش لرستان در شمال‌باختر و فارس در جنوب‌خاور تقسیم شده، که زون حد واسط آن‌ها در طول روند امروزی زون گسلهٔ کازرون_ایذه (به صورت شمالی_جنوبی) واقع شده است [۳]. در بررسی‌های پالئوژئوگرافیکی [۲۵] و کوپ و استنلی [۱۹] مشخص شد که، به تدریج در طی کرتاسه یا بالاآمدن سطح دریا سکوهای رسوبی یا فیزیوگرافی رمپ، بخش اعظم منطقه خاورمیانه را احاطه کرده‌اند. دورهٔ کرتاسه یکی از گرم‌ترین دوره‌های زمین‌شناسی محسوب می‌شود [۱۲، ۱۳، ۳۰، ۳۲] حرکت پلیت عربی به سمت مناطق گرمسیری تا نیمه‌گرمسیری در این زمان رخ داده است

www.SID.ir

Archive of SID

[۷، ۳۲]. همین امر، تاثیرات قابل ملاحظه‌ای بر روی ماهیت و اجزای تشکیل‌دهنده رخساره‌ها داشته و نیز شرایط خاصی را به جهت اعمال نوع فرایندهای دیاژنزی و شدت تاثیر آن‌ها بر روی رخساره‌ها در زمان پس از نهشت و افزایش میزان دسترسی آن‌ها به سیالات جوی در مرحلهٔ متئوریک را فراهم کرده است. عوامل متعددی نظیر افت قابل ملاحظه سطح دریا، بالاآمدگی‌های محلی در پی آغاز قرارانش افیولیت بر روی حاشیه پلیت عربی و نیز وجود بلندی‌های دیرینه باعث ایجاد ناپیوستگی‌هایی در زمان‌های سنومانین پیشین، سنومانین - تورونین و تورونین میانی شده‌اند که در طی عبور عظیم سیالات جوی به داخل رسوبات به تبع حاکم بودن شرایط اقلیمی گرم و مرطوب، سبب شکل‌گیری کارستی شدن‌ها در مقیاس و گستردگی‌های متفاوت گردیده‌اند، بر همین اساس، ویژگی‌های مخزنی قابل‌ملاحظه‌ای برای توالی‌های گروه بنگستان به ویژه سازند سروک ایجاد شده است [۲۵، ۱۸، ۲۴ و ۱۳]. اما ناپیوستگی‌های مذکور به سمت شمال‌غرب و منطقه لرستان به تدریج محو شده و به صورت پیوستگی‌های معادل در توالی گروه بنگستان ثبت گردیده‌اند [۱۳] که در این زمان‌ها، در منطقه لرستان به دلیل تداوم حاکمیت شرایط عمیق در حوضهٔ طی رسوب‌گذاری توالی مورد مطالعه، احتمال قرارگیری رخساره‌ها در سطح و تاثیرپذیری آن‌ها از فرایندهای سطحی به کم‌ترین میزان خود رسیده است. لذا با توجه به این نکات می‌توان نتیجه گرفت که سناریوی تشکیل گروه بنگستان و شرایط حاکم بر محیط نهشت و نیز تاثیرات فرایندهای زمین‌شناسی مختلف پس از رسوب‌گذاری، ویژگی‌های مخزنی متفاوتی را، در منطقه لرستان برای این گروه رقم زده است که تا حد زیادی با خصوصیات این توالی‌ها در سایر نقاط حوضه زاگرس و میادین مختلف، متفاوت بوده است. با توجه به اینکه در مخازن کربناته عمده‌ترین دغدغه پژوهشگران، مسئله پیچیدگی و ناهمگن بودن این نوع از مخازن می‌باشد، بنابراین امکان حداکثر برداشت و استحصال از این نوع مخازن، تنها از طریق شناسایی عوامل ایجاد کننده ناهمگنی در مقیاس قائم و افقی در مخزن و نیز ارائه مناسب برای مخازن (با تکنیک‌ها و روش‌های مختلف) و قرار دادن گونه‌های سنگی با ویژگی‌های لیتولوژیکی و پتروفیزیکی تقریبا مشابه در این چارچوب، امکان طرح‌های کارآمد به جهت فائق شدن بر این عوامل، فراهم خواهد شد [۳۳، ۳۴]. یکی از روش‌هایی که می‌تواند محققان را در ساده‌سازی مخازن کربناته و برقراری رابطه منطقی بین داده‌های سه‌بعدی زمین‌شناسی با اطلاعات تک‌بعدی پتروفیزیکی، یاری دهد، تعیین گونه‌های سنگی می‌باشد. یکی از مهم‌ترین کاربرد این روش در مخازن، شناسایی واحدهایی با ویژگی‌های مخزنی یکسان و متعاقبا رفتار دینامیکی تقریبا مشابه می‌باشد که، در مقیاس وسیع‌تر، درک کاملی از ویژگی‌های جریانی رخساره‌ها در قسمت‌های مختلف مخزن، ارائه خواهد کرد [۳۱، ۳۳ و ۳۴].

این مفهوم برای اولین بار توسط بیئر [۶] ارائه گردید و اساس طبقه‌بندی و تعیین گونه‌های سنگی را بر مبنای ایجاد ارتباط بین داده‌های زمین‌شناسی (تفسیر رخساره‌ها بر مبنای آنالیز مغزه و لاگ) و مشخصات پتروفیزیکی آن‌ها (تخلخل و تراوایی، اندازه ذرات، شکل حفرات و نحوهٔ توزیع در فابریک سنگ) بنیان نهاد. لذا تعیین گونه‌های سنگی در طول زمان توسط محققان مختلفی با تکنیک‌های متنوع و به کارگیری داده‌های گوناگون، تعیین گردیده و مفهوم کامل‌تری به خود گرفته است [۶، ۲۰، ۲۱، ۱۵، ۱۶، ۳۱، ۴ و ۱۴]. گونه‌های سنگی را می‌توان واحدهایی در نظر گرفت که در شرایط محیطی تقریبا مشابهی رسوب کرده و فرایندهای دیاژنزی یکسانی را متحمل شده‌اند، این موارد سبب ایجاد سیستم منافذ منحصر به فردی در آن‌ها شده که متعاقبا رفتار دینامیکی تقریبا یکسانی از خود نشان می‌دهند و در بالای سطح آب آزاد مخزن، قرار می‌گیرند [۱۴]. زون‌های مخزنی معمولا از یک یا مجموعه‌ای از گونه‌های سنگی با کیفیت مخزنی نزدیک به هم تشکیل می‌شوند که با قرار دادن آن‌ها در یک چارچوب سکانسی می‌توان تداوم فضایی زون‌های مخزنی را ردیابی کرد و زون‌های جریانی مخزنی را در قسمت‌های مختلف میدان و حوضه با یگدیگر مرتبط ساخت [۲ و ۱۲]. اما به دلیل عدم پرداختن به بحث چینه‌نگاری سکانسی در این تحقیق، از معرفی زون‌های جریانی مخزنی با تداوم فضایی خودداری شده است. به طور کلی ارائه یک ساختار زون‌بندی پیش‌بینی چگونگی رفتار سیال در فواصل مختلف مخزن و شناسایی عوارض‌های موثر در تغییر ویژگی‌های جریانی، در مقیاس وسیع‌تر، فراهم خواهد شد. در نهایت در این

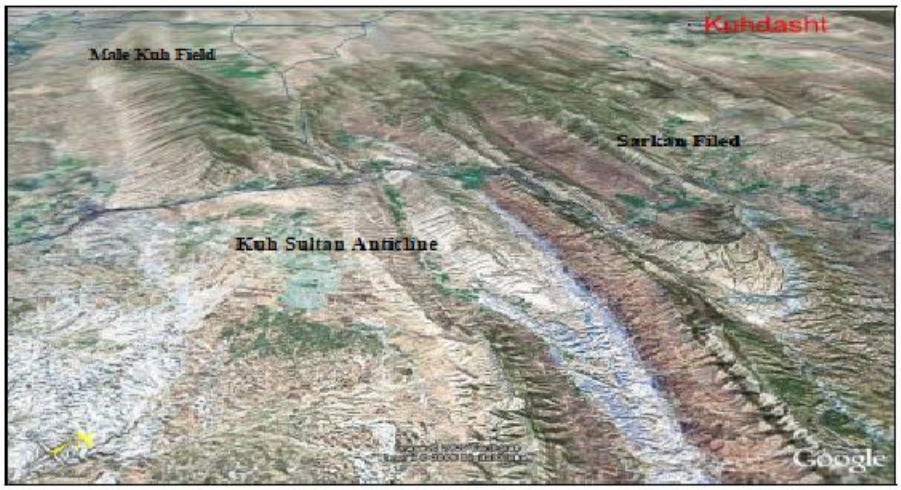
www.SID.ir

Archive of SID

مطالعه سعی بر آن بوده، با ایجاد یک ساختار زون‌بندی برای توالی‌های گروه بنگستان و آرایش دادن گونه‌های سنگی تعیین شده در این چارچوب، ناهمگنی‌های موجود در مقیاس افقی و قائم در مخزن به ویژه عواملی که بیش‌ترین تاثیر را بر ویژگی‌های مخزنی و دینامیکی رخساره‌ها داشته‌اند (ویژگی‌های رسوبی، دیاژنزی و تکتونیکی)، شناسایی کرده و راهکار مناسبی جهت تولید و استحصال از این مخزن ارائه شود. با استفاده از این روش می‌توان با ضریب اطمینان بالاتری به عملیات توسعه میدان و حفر چاه‌های تولیدی جدید در منطقه مورد مطالعه، پرداخت.

زمین‌شناسی و موقعیت جغرافیایی

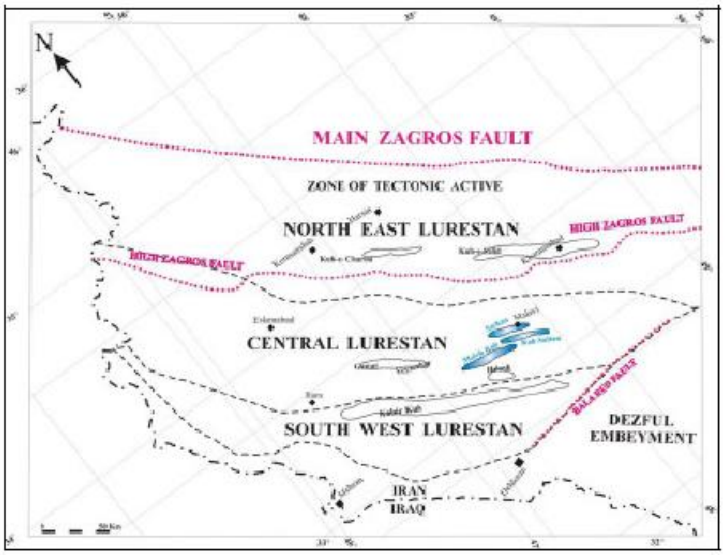
نام گروه بنگستان از کوه بنگستان در شمال‌باختری شهرستان بهبهان اقتباس شده است. اولین بار سینگر و کریچتون (Singer & Crichton) در ۱۹۵۹ نام آهک بنگستان را به ردیفی اطلاق نمودند که، قبلا به اسامی آهک کرتاسه میانی، آهک رودیست‌دار، آهک هیپوریت‌دار و یا آهک لشتگان خوانده می‌شد. جیمز و واینd [۱۸]، این نام را به گروه بنگستان ارتقا داده و آن را شامل سازندهای کژدمی، سروک، سورگاه و ایلام دانستند (شکل‌های ۲ و ۳). لازم به ذکر است در تعدادی از میدان‌های نفتی، سازندهای ایلام و سروک با هم یک مخزن نفتی را تشکیل داده و رخساره‌های تقریبا یکسانی را دارا هستند. در بسیاری از میدان‌های نفتی اعم از آغاجاری، بی‌بی حکیمه، گچساران، کارون و کوپال، فشار مخزن یکنواخت، سطوح سیالات مشترک و تراوایی عمودی کافی بین این دو سازند، باعث شده است که در بسیاری از پژوهش‌ها، از نام مخزن بنگستان استفاده شود [۱۳ و ۲۴] تاقدیس سرکان در جنوب‌شرق منطقه لرستان، شمال تاقدیس ماله کوه و در حدود ۲۰ کیلومتری شهرستان پل دختر در کنار جاده اندیمشک_ خرم‌آباد واقع شده است. روند کلی ساختمان هم راستا با کمربند کوهزایی زاگرس می‌باشد و در عرض دارای دو کوهان بوده که از این حیث منحصر به فرد محسوب می‌شود. این میدان دارای ابعاد ۲۵ کیلومتر در ۵ کیلومتر و مساحت ۱۲۵ کیلومتر مربع می‌باشد، که دارای توپوگرافی سطحی بسیار ناهمواری بوده که در غرب تا حدود ۲۰۰۰ متر و در شرق به ۸۰۰ متر می‌رسد. بر اساس محاسبات اولیه یک بیلیون بشکه نفت خام با ۴۵ درجه API و میزان اندک سولفور در این میدان پیش‌بینی شده است [۲۴]. با توجه به اینکه ساختمان تاقدیس دارای شیب متفاوت در دو یال جنوبی و شمالی می‌باشد به گونه‌ای که در یال جنوبی شیب تقریبی ۴۵ درجه و در یال شمالی ۳۰ درجه گزارش شده است، می‌توان کل ساختمان را در این میدان به صورت یک تاقدیس نامتقارن در نظر گرفت. موقعیت دقیق منطقه با استفاده از تصویر ماهواره‌ای (شکل ۱ الف) و نقشه (شکل ۱ ب) گزارش شده است.



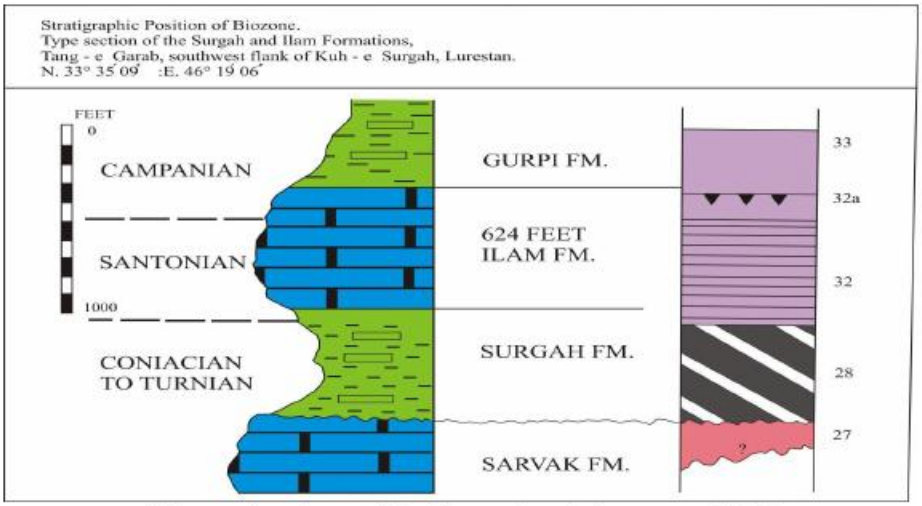
شکل ۱.الف) تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه در شرق و جنوب شرقی بهنه لرستان، میدان سرکان

www.SID.ir

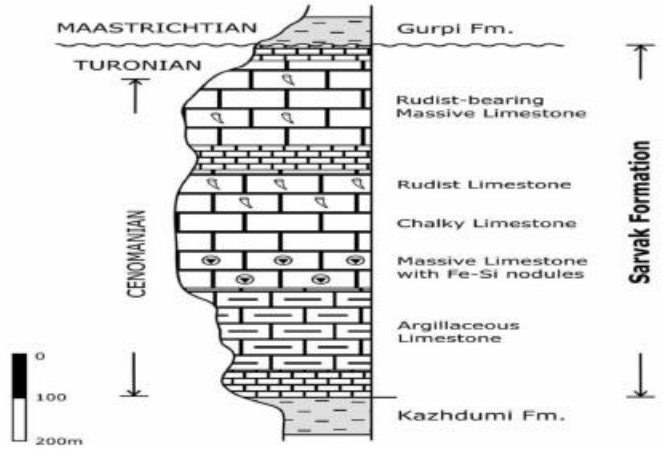
Archive of SID



شکل ۱. ب) موقعیت منطقه مورد مطالعه در شرق و جنوب شرقی پهنه لرستان، میدان سرکان



شکل ۲. ستون چینه‌شناسی سازند سورگاه و ایلام در محل برش نمونه [۲۰]



شکل ۳. ستون چینه‌شناسی سازند سروک در محل برش نمونه در کوه پنگستان [۲۶]

www.SID.ir

Archive of SID

داده‌های موجود و روش مطالعه

در این پژوهش جهت دستیابی به اهداف مورد نظر، از داده‌های مربوط به ۳ چاه موجود در میدان سرکان به نام‌های X, Y, Z استفاده شده است. لذا به جهت مطالعه ویژگی‌های ماکروسکوپی رخساره‌ها اعم از لیتولوژی، ساخت‌های موجود و نوع لایه‌بندی، شکستگی‌ها، اندازه‌گیری داده‌های تخلخل و تراوایی و هر خصوصیتی که امکان بررسی آن توسط روش‌های پتروگرافی فراهم نبوده، از داده‌های مغزهٔ حفاری در دسترس، استفاده شده است. مقاطع نازک به تعداد ۴۵۰ عدد از فواصل مورد مطالعه در مخزن، جهت آنالیز ویژگی‌های میکروسکوپی رخساره‌ها همچون بافت و فابریک اولیه آن‌ها، بافت و فابریک کنونی رخساره‌ها و تغییرات اعمال شده توسط فرایندهای دیاژنزی و تکتونیکی و نیز میزان تاثیرات آن‌ها بر الگوهای رسوبی اولیه، بررسی وضعیت حفرات از لحاظ گوناگونی، خاستگاه، چگونگی پراکندگی آن‌ها در فابریک سنگ و نحوه ارتباط آن‌ها با یکدیگر در هر زون، وضعیت میکرو شکستگی‌ها از نظر میزان باز یا بسته بودن و تراکم آن‌ها و در نهایت هر آنچه که امکان مطالعهٔ آن به روش پتروگرافی امکان‌پذیر بوده، استفاده شده است. از نمودارهای چاه‌پیمایی جهت استخراج حداکثر داده‌های پتروفیزیکی مورد نیاز و شناسایی ویژگی‌های لاگی هر زون توسط نمودارهای مختلف، استفاده گردید. لازم به ذکر است، جهت آنالیز نمودارهای چاه‌پیمایی و داده‌های پتروفیزیکی، نرم افزارهای ژئولاگ و اکسل نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند. نتایج استخراج شده از نرم‌افزار، به طور میانگین و به صورت کاملا کمی، برای کلیه زون‌های ایجاد شده در جداولی جداگانه عنوان گردیده است. نام‌گذاری بافتی سنگ‌های مخزن با استناد به طبقه‌بندی دانام [۸]، صورت پذیرفته و هم‌چنین میکروفاسیس‌ها و لیتوفاسیس‌ها با رخساره‌های استاندارد فلوگل [۱۰ و ۸] مقایسه و تطبیق داده شده‌اند. هم‌چنین از روش آر [۱] جهت تعیین خاستگاه حفرات و نیز چگونگی ارتباط زایشی حفرات با فرایندهای مختلف زمین‌شناسی در متن رخساره‌ها، استفاده شده است. سرانجام، روش مورد استفاده در این پژوهش، برای تعیین گونه‌های سنگی با تکیه بر روش لوسیا [۲۰ و ۲۱] انجام گرفته، که اساس این طبقه‌بندی بر مبنای ویژگی‌های بافتی و فابریکی مخزن(اجزای رسوبی و دیاژنزی سنگ)، نوع تخلخل‌های شکل گرفته در سنگ مخزن، داده‌های پتروفیزیکی و ویژگی‌های مخزنی و جریانی رخساره‌ها، عنوان شده است. اقدامات در آخرین مرحله، به جهت ترکیب نتایج حاصل شده از داده‌های مختلف و ایجاد ارتباط معقول و منطقی بین آن‌ها در راستای دستیابی به هدف اصلی پژوهش، صورت گرفته است (جدول ۳).

بحث و نتایج

از آنجا که داده‌های پتروفیزیکی اطلاعات تک بعدی هستند و نمی‌توانند به عنوان داده‌های فضایی گسترده عمل کنند و فقط بخش کوچکی از مخزن را تحت پوشش قرار می‌دهند، امکان مصور ساختن مخزن در سه بعد، صرفا با استفاده از این داده‌ها ، فراهم نخواهد بود. اما بر خلاف داده‌های فوق، داده‌های زمین‌شناسی، اطلاعات فضایی ارزشمندی هستند که، می‌توانند مخزن را در سه بعد و مقیاس گسترده‌تری متصور شوند، لذا این داده‌ها می‌توانند به عنوان مدل‌های مفهومی زمین‌شناسی یا به عنوان مدل‌های پایه مخزنی به جهت دستیابی به یک مدل مخزنی کامل، مورد استفاده قرار گیرند [۱۴].

دستیابی به یک مدل مخزنی کامل و کارامد تنها زمانی امکان‌پذیر است که، بتوان بین داده‌های تک‌بعدی پتروفیزیکی و نیز داده‌های سه‌بعدی زمین‌شناسی ارتباطی مطلوب برقرار کرد، این امر یکی از چالش‌های اساسی محققان در سه دهه اخیر، بوده است. در ادامه دانشمندان دستیابی به امر فوق را، با ارائه روشی همچون تقسیم‌بندی مخازن به روش تعیین گونه‌های سنگی یا مجموعه واحدهایی با مشخصات مخزنی و ویژگی‌های جریانی مشابه، امکان‌پذیر کرده‌اند. از آنجا که گونه‌های سنگی می‌توانند به طور مستقیم در چارچوب سکانسی قرار گیرند، این امکان را فراهم می‌کنند که، گونه‌های سنگی با ویژگی‌های یکسان در مقیاس مخزن به هم مرتبط شوند و هم‌چنین با این روش می‌توان از چگونگی توزیع و معماری واحدهای مخزنی با ضریب اطمینان بالا، در مقیاس میدان و حتی حوضه، نقشه‌برداری کرد.

در این قسمت از پژوهش، در آغاز به ارائه نتایج و مشاهدات مربوط به مقاله پرداخته خواهد شد و سپس در قسمتی مجزا به تفسیر نتایج عنوان شده، می‌پردازیم. لذا در این بخش در آغاز، نگاه اجمالی به شرایط حوضه در

www.SID.ir

Archive of SID

زمان رسوب‌گذاری و رخساره‌های شکل گرفته در این منطقه از حوضه زاگرس، خواهیم داشت و سپس به معرفی گونه‌های سنگی شناسایی شده، می‌پردازیم و در نهایت، جایگاه و آرایش هر یک از آن‌ها را در ساختار زون‌بندی ایجاد شده برای مخزن، مشخص خواهیم کرد.

نتایج

نگاه اجمالی به حوضه رسوبی و مدل رسوبی منطقه و رخساره‌های شناسایی شده

در این بخش از مطالعه به جهت آگاهی یافتن از شرایط متفاوت حوضه در منطقهٔ لرستان نسبت به سایر نقاط حوضهٔ زاگرس و ویژگی‌های رخساره‌های شکل گرفته در این منطقه، ابتدا نگاهی کوتاه، به مدل رسوبی و شرایط حوضه در زمان رسوب‌گذاری، خواهیم داشت و سپس به طور مختصر رخساره‌های شناسایی شده در میدان، معرفی شده‌اند.

ماهیت رخساره‌های متعلق به توالی‌های بنگستان در منطقهٔ لرستان، به سبب حاکم بودن شرایط استثنایی در زمان رسوب‌گذاری، با رخساره‌های مربوط به این توالی‌ها، در سایر نقاط حوضه زاگرس، متفاوت بوده است. در بازه زمانی کرتاسه، شرایط عمیق با سطوح پایین انرژی و اقلیم گرم و مرطوب بر حوضهٔ رسوب‌گذاری در این منطقه، مسلط بوده است [۷]، بنابراین، تاثیرات این عوامل به گونه‌ای در ماهیت رخساره‌ها و ویژگی‌های بنیادی اولیهٔ سنگ مخزن به صورت مستقیم و غیرمستقیم، منعکس شده است و از طرفی، این شرایط، شانس تاثیرپذیری رسوبات حوضه را از رخدادهای سطحی و سیالات جوی به حداقل میزان خود رسانده و اجازه گسترش فرایندهای انحلال و کارستی‌شدن گسترده را، برخلاف سایر نقاط حوضهٔ زاگرس، نداده است. لذا همهٔ عوامل بحث شده، منجر به ایجاد رخساره‌های گل‌پشتیبان به طور غالب با ویژگی‌های مخزنی اولیهٔ اندک، شده‌اند. به طور کلی، با استناد به نتایج حاصل از مطالعات مقاطع نازک به روش پتروگرافی و آنالیز مغزه‌های حفاری و تطبیق میکروفاسیس‌ها و لیتوفاسیس‌ها، با رخساره‌های استاندارد فلوگل [۱۰ و ۱۱]، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که، میکروفاسیس‌ها و رخساره‌های مربوط به سازندهای سورگاه و ایلام به طور عمده در قسمت‌های عمیق تا نیمه عمیق سکوی رسوبی شکل گرفته‌اند (قسمت‌های دور دریای باز) و هم‌چنین رسوبات مربوط به سازند سروک متعلق به سلول‌های مختلف یک سکوی رسوبی از نوع رمپ، می‌باشند.

در ادامه، با انجام مطالعات پتروگرافی بر روی مقاطع نازک و آنالیز مغزه‌های حفاری، تعداد ۵ رخسارهٔ مغزه شناسایی شده است، به طوری که در فواصل مورد مطالعه از سازندهای سورگاه و ایلام در ۳ چاه مورد مطالعه از میدان، رخساره‌های ۱ تا ۳ گسترش پیدا کرده و در فواصل مربوط به سازند سروک در میدان، تمام رخساره‌ها از ۱ تا ۵، مشاهده شده است. میکروفاسیس‌های شناسایی شده به ترتیب می‌باشند:

CF1: پلانکتونیک، بایوکلاستیک وکستون:

این میکروفاسیس از فرامینی‌فرهای پلانکتون، سوزن‌های اسفنج و پلوییدهای بسیار ریز تشکیل شده که در یک زمینهٔ گلی قرار گرفته‌اند. لیتولوژی شناسایی شده برای این میکروفاسیس‌ها در مقیاس مغزه، آهک‌های ریز دانه با میان لایه‌های شیلی می‌باشد، هم‌چنین ساخت‌هایی نظیر، زیست آشفتگی، لامیناسیون و فیسیلیتی شدن در فواصل مربوط به گسترش این میکروفاسیس‌ها، مشاهده شده است (شکل ۴a ، ۴b و ۵A).

CF2: پلانکتونیک، بایوکلاستیک وکستون به پکستون:

این میکروفاسیس، از اجزایی همانند فرامینی‌فرهای پلانکتونیک و سوزن‌های اسفنجی به مقدار زیاد، خرده‌های خارپوستی، رودیستی و پلوییید (عمدتا از میکرایتی شدن فرامینی‌فرهای بنتیک حاصل شده‌اند) به مقدار اندک، تشکیل شده است. لیتولوژی در فواصل در برگیرندهٔ این میکروفاسیس‌ها، آهک‌های رسی با رنگ خاکستری و خاکستری متمایل به سیاه، تشخیص داده شده است (شکل ۴d، ۴c و ۵B).

CF3: الیگوستژنید پکستون:

در این میکروفاسیس، الیگوستژین‌ها، فراوان‌ترین آلوکم هستند و اجزای فرعی آن، از پلوییدها، بایوکلاست‌های بسیار ریز نظیر خارپوست، رادیولاریت، سوزن اسفنجی و به مقدار بسیار کم از خرده‌های رودیستی، تشکیل شده

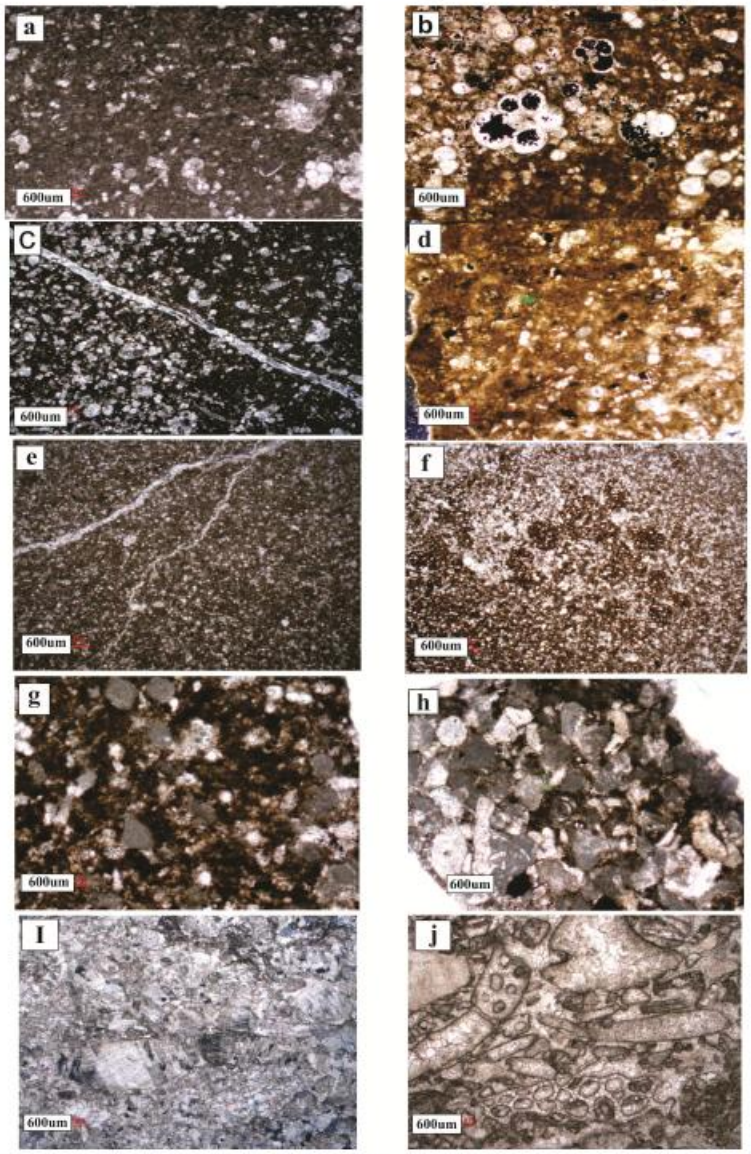
www.SID.ir

Archive of SID

است. لیتولوژی مربوط به این فواصل، آهک‌های ریز دانه رسوبی شاخص، اعم از لامیناسیون و زیست آشفتگی که به صورت محلی ظاهر شده‌اند، بررسی و مشخص شده است (شکل ۴e، ۴f و ۵C).

CF4: اینتراکلاست، بایوکلاستیک پکستون به گرینستون:

این میکروفاسیس از خرده‌های رودیستی و خارپوستی در اندازه‌های ریز تا درشت، اینتراکلاست‌ها (که عمدتا از با میان لایه‌های شیلی و مارنی، همراه با ساخت‌های میکرایتی شدن جلیک‌های قرمز و جابجایی مجدد آن‌ها حاصل شده‌اند) و فسیل‌های مرتبط با محیط پلاژیک، تشکیل گردیده است. لیتولوژی در برگیرنده این میکروفاسیس‌ها، از آهک‌های ریزدانه همراه با لامیناسیون به آهک‌های متوسط لایه، در حال تبدیل می‌باشد (شکل ۴g، ۴h و ۵D).



شکل۴. تصاویر میکروسکوپی مربوط به میکروفاسیس‌ها، رخساره‌های تعیین شده در مخزن پنگستان- CFI : (a, b)- تصاویر (b) و (a)، میکروفاسیس‌های متعلق به رخساره پلانکتونیک فسیل، بایوکلاستیک وکستون. CF2 : (c,d)- تصاویر (d) و (c)، میکروفاسیس-های متعلق به رخساره، پلانکتونیک فسیل، بایوکلاستیک وکستون به پکستون. CF3 : (e,f)- تصاویر (f) و (e)، میکروفاسیس‌های متعلق به رخساره، الیگوستژنید پکستون- CF4 : (g,h)- تصاویر (h) و (g)، میکروفاسیس‌های متعلق به رخساره، اینتراکلاست، بایوکلاستیک پکستون به گرینستون. CF5 : (i,j)- تصاویر (j) و (i)، میکروفاسیس‌های متعلق به رخساره، بایوکلاستیک گرینستون.

www.SID.ir

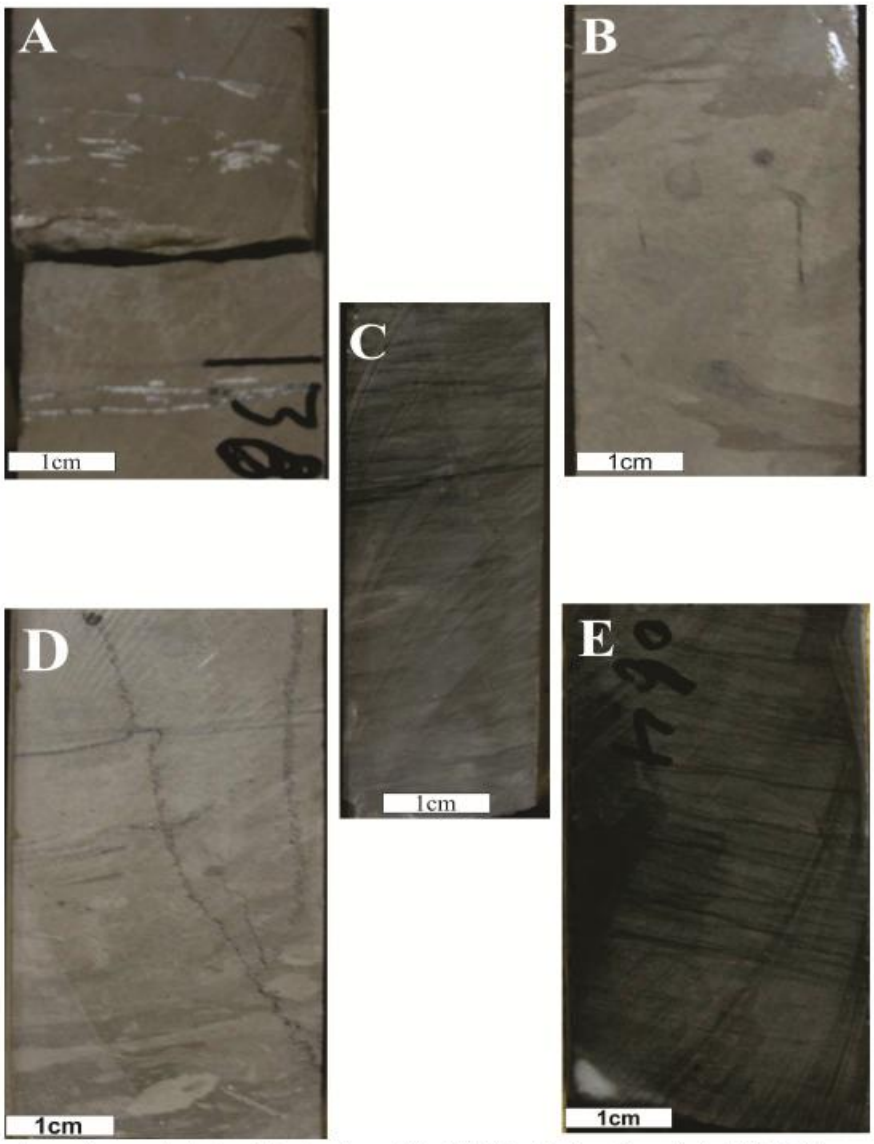
Archive of SID

CF5: اینتراکلاست، بایوکلاستیک پکستون به گرینستون:

اجزای اصلی تشکیل دهنده این میکروفاسیس، خرده‌های رودیستی و خارپوستی در اندازه‌های متوسط تا درشت می‌باشند. لیتولوژی این میکروفاسیس‌ها، آهک با میان لایه‌های نازک آهک‌رسی، تشخیص داده شده است (شکل ۴i، ۴j و ۵E).

با بررسی مغزه‌های حفاری در مقیاس ماکروسکوپی و تعیین لیتوفاسیس‌ها و ترکیب نتایج مطالعه با میکروفاسیس‌های شناسایی شده در این پژوهش سعی بر آن بوده، علاوه بر آگاهی نسبی خواننده از رخساره‌های میدان، مفهوم کامل‌تری از رخساره ارایه شود. تصاویر مربوط به لیتوفاسیس‌ها و میکروفاسیس‌های معرفی شده، در شکل شماره ۴، به تصویر کشیده شده‌اند.

در تعیین گونه‌های سنگی در این بخش علاوه بر خصوصیات اولیه و ثانویه سنگ مخزن و هم‌چنین ویژگی‌های حفرات (خاستگاه و انواع آن‌ها و نیز ارتباط حفرات در متن سنگ)، ویژگی‌های لاگی و پتروفیزیکی سنگ مخزن، مورد توجه قرار گرفته است.



شکل ۵. تصاویر مربوط به نمونه‌های دستی و فاپریک‌های تشکیل دهنده رخساره‌های مغزه. تصویر A مربوط به cf1، تصویر B مربوط به cf2، تصویر C مربوط به cf3، تصویر D مربوط به cf4، تصویرE مربوط به cf5.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ . بایوزون‌های مربوط به توالی‌های مخزن بنگستان در میدان سرکان

Age	Stage	Formation	Biozanation	Depth intevals (ft)
Late Cretaceous	Campanian	Ilam	(A) Globotruncanita elevata Zone	(A) 3830-3680
	Santonian		(B) Dicarinella concavata - Dicarinella asymetrica- Dicarinella carinata Ass. Zone	(B) 4445-3830
	Coniacian	Surgah	(C) Marginotruncana sigali- Marginotruncana schneegansi Ass. Zone	(C) 4620-4445
	Turonian	Sarvak	(D) Helvetoglobotruncana helvetica-Hedbergella Clavihedbergella Ass. Zone	(D) 5025-4620
	Cenomanian		(E) Oligostegina Facies With Rudist debris	(E) 5720-5025
			(F) Rudist debris	(F) 6234-5720

جدول ۲. لیتولوژی کلی مخزن بنگستان در میدان مورد مطالعه

سازند ایلام	سنگ آهک فسیل‌دار با شکستگی فراوان همراه با میان‌لایه‌های شیلی و مارنی	ضخامت این فواصل به سمت غرب میدان، از چاه x به چاه z افزایش یافته و بر میزان شیل افزوده می‌شود
سازند سورگاه	شیل‌های پلاژیک همراه با میان‌لایه‌های مارنی	ضخامت این فواصل در غرب میدان در چاه z به بالاترین مقدار خود می‌رسد. اما به سمت شرق میدان بر محتوی کربنات آنها افزوده می‌شود.
سازند سروک	آهک فسیل دار با شکستگی فراوان همراه با میان لایه‌های آهک شیلی و شیل آهکی، آهک‌های دولومیتی شده	ضخامت این فواصل در میانه میدان در چاه y به بالاترین مقدار می‌رسد. بیشترین حجم دولومیت در چاه x و بیشترین حجم شیل در چاه y شناسایی شده است.

جدول ۳. نمایش داده‌های در دسترس جهت انجام پژوهش

چاه	مغزه	مقطع نازک	نمودارهای چاه‌پیمایی
چاه x	۵۲ متر مغزه‌گیری، تقریبا کل آن بازیافت شده است.	۱۰۰ عدد	GR, NPHI, DT, RHOB
چاه y	۲۰۵ متر مغزه‌گیری شده، که ۲۹۵ متر آن بازیافت شده است.	۲۰۶ عدد	GR, NPHI, DT, RHOB
چاه z	۱۵۵ متر مغزه‌گیری شده که ۱۵۰ متر آن بازیافت شده است.	۱۴۴ عدد	GR, NPHI, DT, RHOB

www.SID.ir

Archive of SID

گونه‌های سنگی

گونه سنگی شماره ۱

لیتولوژی این گونه سنگی، آهک فسیل‌دار با شکستگی‌های نسبتا فراوان، شناسایی شده است (شکل ۹a تا c). انجام مطالعات آزمایشگاهی نشانگر این مطلب است که این گونه سنگی عمدتا از بافت‌های دانه غالب و به میزان کمتر گل غالب، از مادستون تا پکستون با فونای پلاتکتونیک تشکیل شده است. با توجه به نوع بافت‌های معرفی شده می‌توان میکروفاسیس‌های تشکیل‌دهنده این گونه سنگی را، متعلق به قسمت‌های عمیق، نیمه عمیق و کم عمق دریای باز دانست (شکل ۱۰a تا c). مهم‌ترین عوارض دیاژنزی و فرایندهای پس از نهشت موثر در ایجاد کیفیت مخزنی دیده شده در این گونه سنگی، می‌توان به حفره‌های ریز غیرمرتبط در متن سنگ، تخلخل استیلولیتی و دولومیتی‌شدن در راستای این عوارض و مهم‌تر از همه شکستگی‌های ریز که به احتمال زیاد تحت کنترل فرایندهای تکتونیکی و شکستگی‌های بزرگ مقیاس در میدان هستند، اشاره کرد. لازم به ذکر است، در فواصلی که تراکم شکستگی‌های باز بالا بوده، حفره‌های پراکنده ریز در فابریک به یکدیگر متصل شده و متعاقبا تراوایی افزایش یافته است. تراکم شکستگی‌های باز در بافت‌های دانه‌غالب با حفره‌های ریز، به حداکثر مقدار خود رسیده است. با توجه به مطالب گفته شده در مورد شرایط محیطی حاکم در زمان رسوب‌گذاری توالی بنگستان در این منطقه و عدم تاثیرپذیری قابل ملاحظه از سیالات جوی و نیز استفاده از روش روابط بافتی در تعیین ترتیب وقوع فرایندهای دیاژنزی، چنین استنتاج می‌شود که، عمده انحلال‌ها در محیط تدفینی کم‌عمق تا عمیق تحت تاثیر سیالات تحت اشباع از کربنات ایجاد شده‌اند، بنابراین حفره‌های ریز پراکنده و غیر مرتبط موجود در این گونه سنگی عمدتا در محیط‌های دیاژنزی دفنی حادث شده‌اند و در غالب موارد از فابریک سنگ تبعیت نکرده‌اند. عوارض‌های ناشی از تراکم فیزیکی و شیمیایی و نیز سیمانی‌شدن به صورت‌های گوناگون به ویژه سیمان‌های مسدود کننده شکستگی‌ها، عوامل اصلی در تخریب ویژگی‌های مخزنی در این فواصل شناخته شده‌اند. متوسط تخلخل ارزیابی شده در این فواصل بین ۳ تا ۸ درصد بوده است. تراوایی در این گونه سنگی بین ۰/۱ تا ۱ میلی‌دارسی متغیر می‌باشد. به طور متوسط میزان گامای خوانده شده از روی نمودار در این فواصل، بین ۱۵ تا ۲۵ API در حال نوسان است. این گونه سنگی از قسمت‌های بالایی سازند ایلام و سروک، شناسایی و معرفی شده است.

گونه سنگی شماره ۲

گونه سنگی شماره ۲ از آهک‌های ریز دانه با میان لایه‌های شیلی تشکیل شده است (شکل ۹a تا c)، به طوری که نسبت به گونه سنگی شماره ۱ دارای درصد شیل بیش‌تری بوده و از فابریک عمدتا گل‌غالب، برخوردار بوده است. مطالعات میکروسکوپی بیانگر آن می‌باشد که، این گونه سنگی همانند گونه سنگی قبلی از بافت‌های مادستون تا پکستون تشکیل گردیده ولی نسبت بافت‌های گل‌غالب به دانه‌غالب بیش‌تر می‌باشد (شکل ۱۰d تا e). لذا با توجه به بافت میکروفاسیس‌ها و فونای تشکیل دهنده آن‌ها (که عمدتا مربوط به محیط پلاژیک هستند)، می‌توان شرایط محیطی عمیق و نیمه عمیق را در زمان نهشت این گونه سنگی در نظر گرفت. با توجه به افزایش میزان شیل، فراوانی بافت‌های گل غالب و عدم وجود شرایط پراترژی در زمان رسوبگذاری، این گونه سنگی ویژگی‌های مخزنی اولیه پایینی داشته و همین امر موجب تاثیرپذیری حداقل این میکروفاسیس‌ها از سیالات دیاژنزی در محیط‌های مختلف شده است. به گونه‌ای که میزان حفره‌های ایجاد شده در متن کم بوده و فقط در فواصلی که تراکم شکستگی‌ها افزایش پیدا کرده و یا تخلخل‌های استیلولیتی و دولومیتی‌شدن در امتداد آن‌ها صورت گرفته، کیفیت مخزنی نسبتا بالایی از خود نشان می‌دهند. عوامل اصلی دیگر در تخریب ویژگی‌های مخزنی در وهله اول تاثیرپذیری بالا از تراکم به دو صورت فیزیکی و شیمیایی و در مرحله دوم، پر شدن شکستگی‌ها از سیمان‌های دفنی و

www.SID.ir

Archive of SID

هم بعد، می‌باشد. میزان تخلخل مفید اندازه‌گیری شده در این گونه سنگی بین ۳ تا ۶ درصد متغیر بوده و تراوایی نیز در فواصل دارای تراکم بالا از شکستگی‌های باز، به ۱ میلی‌دارسی هم می‌رسد. میزان گامای خوانده شده در این گونه سنگی غالبا بالای ۲۵ API بوده است. این گونه سنگی از قسمت‌های انتهایی دو سازند ایلام و سورگاه و نیز بخش‌های مختلفی از سازند سروک، شناسایی و بررسی شده است.

گونه سنگی شماره ۳

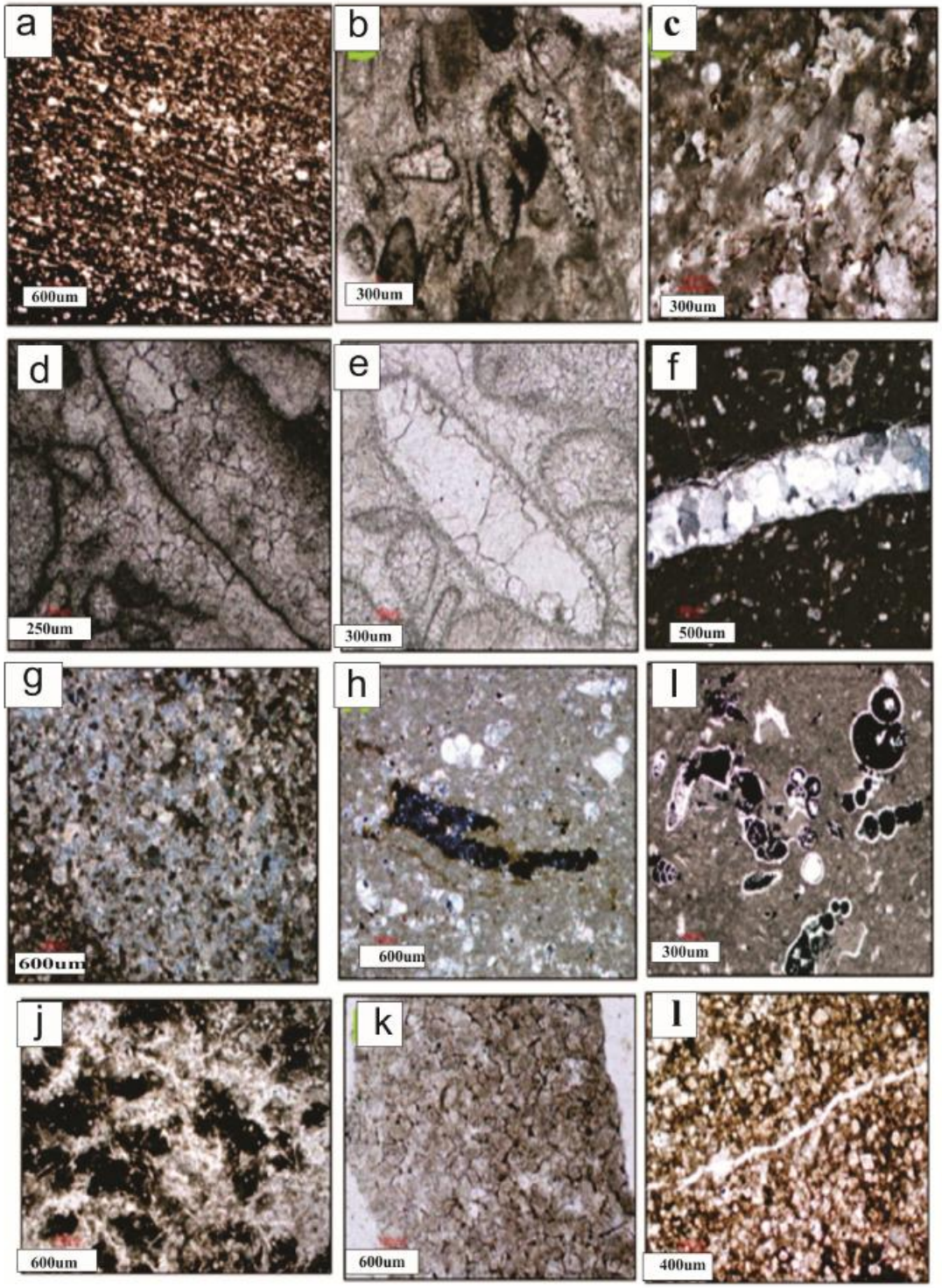
لیتولوژی این گونه سنگی، سنگ آهک با فسیل‌های نسبتا درشت به ویژه خرده‌های رودیستی، شناسایی شده است (شکل ۹d تا e). بافت‌های مشخص شده، اکثریت دانه‌غالب بوده و از پکستون تا گرینستون همراه با خرده‌های رودیستی و به میزان کمتر خارپوستی، تشکیل شده‌اند (شکل ۱۱a تا c). از آنجا که ریف‌های رودیستی به صورت دو بعدی و منفرد رشد کرده و توانایی ایجاد سدهای مستحکم را در مقابل امواج ندارند، در اکثر موارد تخریب شده و به صورت خرده‌های رودیستی در اطراف زیر محیط ریف، انباشته می‌شوند، که عمدتا کیفیت مخزنی بهتری نسبت به هسته اصلی ریف داشته و مخازن مهمی را در توالی‌های کرتاسه ایران ایجاد کرده‌اند [۲۹ و ۱]. به گونه‌ای که میکروفاسیس‌های مربوط به زیر محیط تالوس اصلی‌ترین رخساره‌های مخزنی سازند سروک در اکثر میادین نفتی جنوب غربی ایران، شناخته و گزارش شده‌اند. با توجه به دانه غالب بودن رخساره‌ها و بالا بودن ویژگی‌های مخزنی تحت کنترل الگوهای رسوبی، دسترسی سیالات دیاژنزی به این رسوبات بیش‌تر بوده و تیعا تاثیرات بیش‌تری هم بر آن‌ها داشته‌اند. اما به دلیل تاثیر بسیار اندک از سیالات جوی و گسترش ویژگی‌های مخزنی اولیه توسط آن‌ها و نیز سیمانی شدن و قرارگیری طولانی مدت در محیط‌های دفنی امکان بیش‌تر شدن کیفیت مخزنی در این گونه سنگی به حداقل میزان خود رسیده است. تخلخل‌های بین دانه‌ای و حفره‌ای در مقیاس بسیار ریز تا متوسط در این گونه سنگی به وفور یافت می‌شود که تخلخل‌های حفره‌ای در غالب موارد از فابریک تبعیت نکرده‌اند، این می‌تواند ناشی از این مطلب باشد که، این حفره‌ها یا از بزرگ‌تر شدن تخلخل‌های قالبی و یا مستقیما تحت تاثیر سیالات تحت اشباع دفنی، بعد از تحجیر شدن نسبی رسوبات، ایجاد شده‌اند. اتصال حفرات ذکر شده در فواصلی که مقدار شکستگی‌ها چشمگیر هستند، به بالاترین میزان خود در این گونه سنگی می‌رسد. سیمان‌های هم بعد، رورشدی، پلوکی و در فواصلی تبلور مجدد شدید، مهم‌ترین عوامل در کاهش و مسدود کردن حفرات در این میکروفاسیس‌ها به شمار می‌روند. تخلخل ارزیابی شده در این گونه سنگی بیش‌تر از ۲ تا ۴ درصد و میزان تراوایی بین ۰/۱ تا ۱ میلی‌دارسی می‌باشد. مقدار گامای قرائت شده در این فواصل به طور میانگین کمتر از ۱۰ API، بوده است. این گونه سنگی از توالی‌های مربوط به سازند سروک شناسایی و معرفی شده است.

گونه سنگی شماره ۴

این گونه سنگی همانند گونه سنگی شماره ۳ از لیتولوژی، فابریک و میکروفاسیس‌هایی مشابه تشکیل شده است که به طور عمده دانه غالب بوده و از خرده‌های رودیستی و خارپوستی تشکیل گردیده (شکل ۹d تا f) و تمامی خصوصیات ذکر شده برای گونه سنگی قبلی را، دارا می‌باشد (شکل ۱۱)، با این تفاوت که ویژگی‌های مخزنی در این گونه سنگی به شدت پایین بوده و همین عامل موجب تمایز آن از گونه سنگی شماره ۳ شده است. دلیل اصلی این امر سیمانی شدن بسیار شدید حفرات به صورت‌های گوناگون در محیط‌های دیاژنزی مختلف، می‌باشد. بنابراین به جهت شباهت زیاد ویژگی‌های گونه سنگی شماره ۴ با گونه سنگی شماره ۳، از تکرار مجدد مباحث، خودداری شده است. متوسط تخلخل مفید ارزیابی شده برای این گونه سنگی کمتر از ۳ درصد بوده و تراوایی به دلیل مسدود شدن شکستگی‌ها، به طور میانگین ۰/۱ میلی دارسی ارزیابی شده است. این گونه سنگی از قسمت های مختلف سازند سروک شناسایی شده است. میزان گامای خوانده شده مربوط به این فواصل کمتر از ۱۰ API بوده است.

www.SID.ir

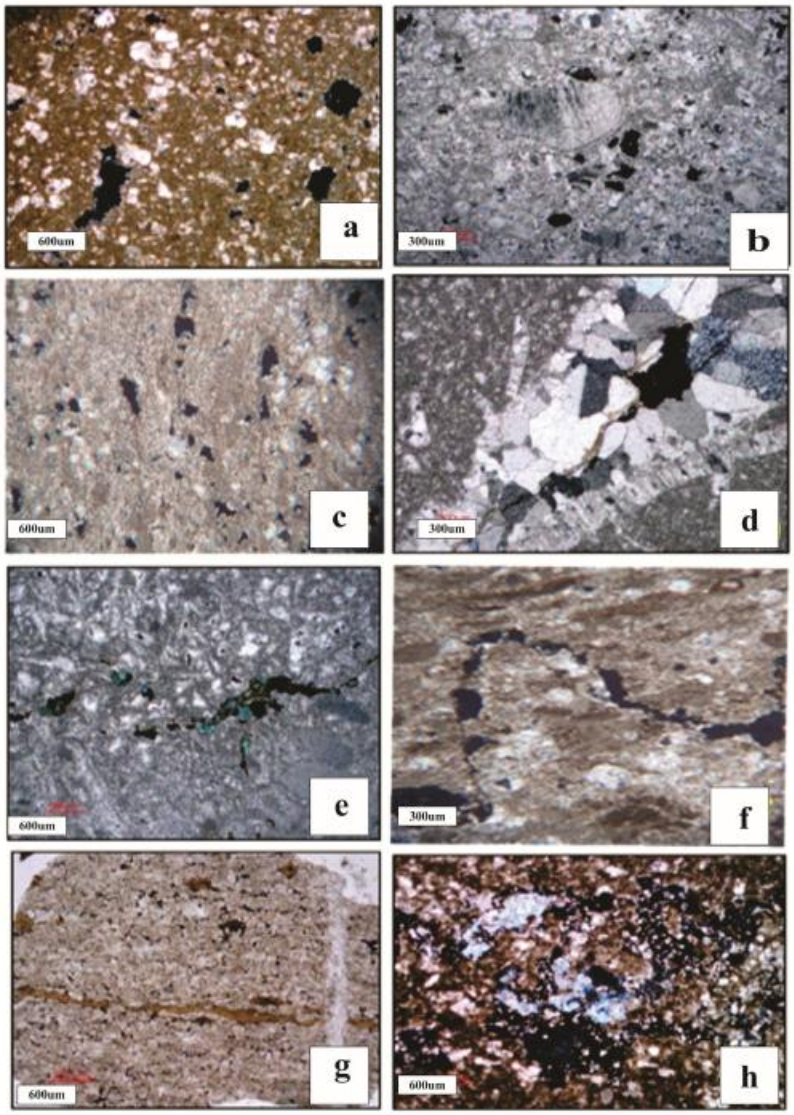
Archive of SID



شکل۶. تصاویر میکروسکوپی مربوط به فرایندها و عوارض دیاژنزی مخرب ویژگی‌های مخزنی- تصاویر (a) و (b) و (C)، نشان دهندهٔ فرایندهای تراکم فیزیکی و شیمیایی و عوارض ایجاد شده ایجاد شده بر روی دو بافت گل‌غالب و دانه‌غالب. تصاویر (f) و (e) و (d)، نشان دهندهٔ فرایندهای سیمانی شدن در فاپریک‌های متنوع نظیر، ایزوپکوس، دروزی، هم‌بعد و پلوکی و فرایند میکرایتی‌شدن. تصاویر (i) و (h) و (g)، به ترتیب نشان دهندهٔ سیمان سیلیسی، سیلیسی‌شدن، پیریتی‌شدن دانه تمشکی و پیریتی‌شدن دفنی. تصاویر (l) و (k) و (j)، به ترتیب نشان دهنده، نئومورفیسم و زیست آشفتگی، دولومیتی‌شدن مضاعف به مدل دفنی و دولومیتی‌شدن مدل مختلط به صورت خودشکل پراکنده در فاپریک.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. تصاویر مربوط به فرایندها و عوارض دیاژنزی مولد تخلخل و ویژگی‌های مخزنی، در توالی‌های پنگستان: شکل‌های (a) تا (d)، مربوط به کلیه حفره‌های ایجاد شده توسط انحلال مزوژنتیک، اعم از، تخلخل‌های حفره‌ای (عمدتا از فابریک رخساره‌ها تبعیت نکرده‌اند) و قالبی (غالبا با سیمان‌ها پر شده‌اند). شکل‌های (f) و (e)، نشان دهنده تخلخل‌های استیلولیتی و حفرات ایجاد شده در راستای آن‌ها. شکل‌های (h) و (g)، به ترتیب نشان دهنده گسترش دولومیت در بافت گل‌غالب و ایجاد تخلخل بین‌بلورین در آن‌ها. دولومیتی شدن در راستای استیلولیت و افزایش تخلخل بین‌بلورین در متن و امتداد عارضه فشار و انحلال

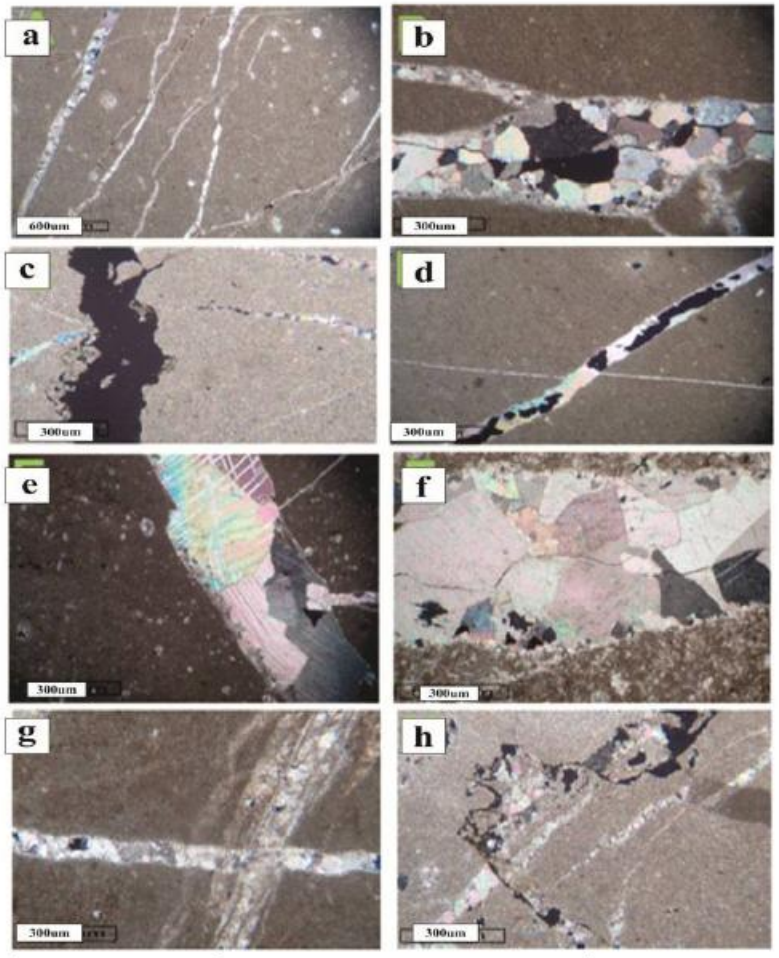
گونه سنگی شماره ۵

لیتولوژی این گونه سنگی، دولستون همراه با میان لایه‌های نازک آهک رسی ریزدانه می‌باشد (شکل ۱۲). انجام آنالیزهای پتروگرافی منجر به شناسایی دو نوع دولومیتی‌شدن با ویژگی‌های بافتی متفاوت، گردیده است، به طوری که اغلب دولومیتی‌شدن برای دو بافت متفاوت، رقم زده‌اند، به طوری که غالب بافت‌هایی که دولومیتی شده‌اند، دانه‌غالب بوده و لذا تغییر چندانی در ویژگی‌های میکروفاسیس‌ها دولوپکستون تا دولوگرینستون شناسایی شده‌اند اما به میزان کمتر دولومادستون تا دولووکستون هم دیده شده است (شکل ۱۲). با توجه به اینکه در این گونه سنگی دو بافت با ویژگی‌های متفاوت میزبان دولومیت‌ها، بوده‌اند، ویژگی‌های مخزنی نسبتا متفاوتی را پس از مخزنی بافت میزبان، صورت نگرفته است، ولی بافت‌های اولیه گل‌غالبی که میزبان دولومیت بوده‌اند با توجه به تغییر در اندازه بلورها در فابریک

www.SID.ir

Archive of SID

و نیز سازماندهی مناسب گلوگاه حفرات، تغییرات قابل‌توجهی در کیفیت مخزنی اولیه ایجاد کرده و موجبات افزایش آن را فراهم کرده‌اند. به طور میانگین متوسط اندازه بلورهای دولومیت در بافت دانه غالب بیش از ۲۰ میکرون تخمین زده شده و نیز در بافت گل غالب بین ۲۰ تا ۵۰ میکرون ارزیابی شده است. لازم به ذکر است که، دولومیتی شدن در بافت گل غالب در بعضی موارد به صورت تکه‌ای و پراکنده در فابریک صورت گرفته است. این گونه سنگی فقط در چاه X در قاعده سازند سروک مشاهده شده و مورد ارزیابی قرار گرفته است. بافت میزبان دانه‌غالب، پکستون تا گرینستون‌های رودیستی و بافت میزبان گل‌غالب، مادستون تا وکستون همراه با فونای پلانکتون تشخیص داده شده است. تخلخل‌ها عمدتا تحت تاثیر فرایندهای پس از نهشت و دولومیتی‌شدن، در فابریک این گونه سنگی ایجاد شده‌اند. تخلخل‌هایی نظیر تخلخل بین دانه‌ای، درون دانه‌ای، قالبی، حفره‌ای و در نهایت بین بلورین در این میکروفاسیس‌ها شناسایی شده است. به طور کلی کیفیت مخزنی در این گونه سنگی از حالت ضعیف تا نسبتا خوب، در حال نوسان بوده، که این امر تحت تاثیر و کنترل بافت اولیه میزبان دولومیت، نوع دولومیتی‌شدن و اندازه بلورها، دولومیتی‌شدن مضاعف و نیز شرایط سیمانی شدن در فواصل مختلف این گونه سنگی، می‌باشد [۲۶ و ۲۷]. متوسط تخلخل ارزیابی شده ۴ درصد بوده و تراوایی بین ۰/۰۱ تا ۱ میلی‌دارسی و گاهی نیز بیش‌تر از این مقدار ارزیابی شده است. میزان گاما در فواصلی کمتر از ۱۰ API و در قسمت‌هایی بیش از ۴۰ API از روی نمودار به طور میانگین محاسبه شده است. در ادامه به بررسی ساختار زون‌بندی تعیین شده از مخزن بنگستان در میدان سرکان و چگونگی آرایش گونه‌های سنگی معرفی شده در این ساختار می‌پردازیم.

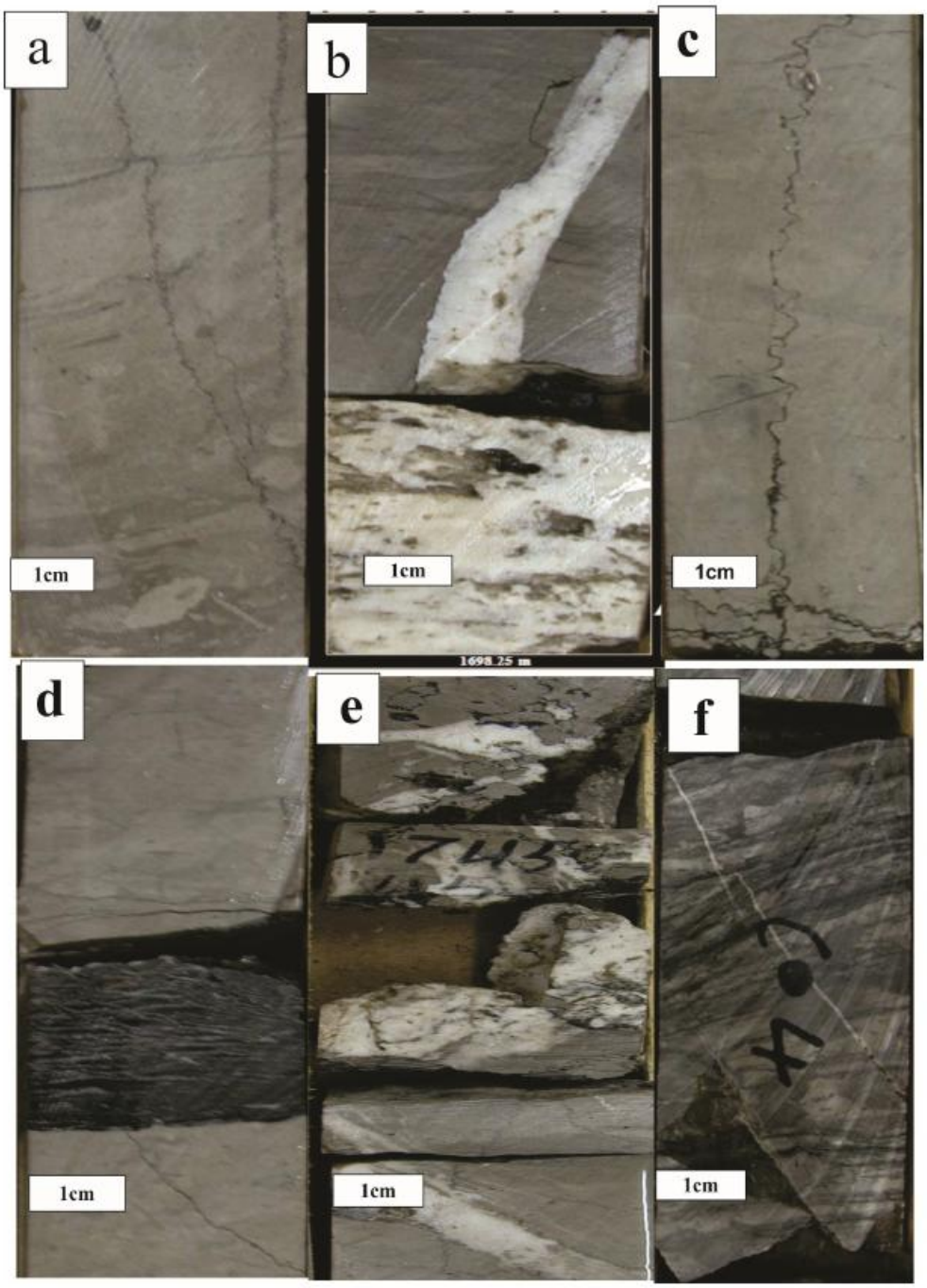


شکل ۸. تصاویر مربوط به ۳ نسل از شکستگی‌های موجود در مخزن- شکل‌های (a) تا (d)، مربوط به، ریزشکستگی‌های نسل اول (تدفینی کم‌عمق). شکل‌های (e) و (f)، مربوط به، شکستگی‌های نسل دوم پر شده با سیمان دفنی رخ‌دار. شکل‌های (g) و (h)، مربوط به ریزشکستگی‌های نسل سوم (انقطاع در تداوم فشار و یک بالا آمدگی کوتاه مدت در محیط دفنی عمیق).

www.SID.ir

Archive of SID

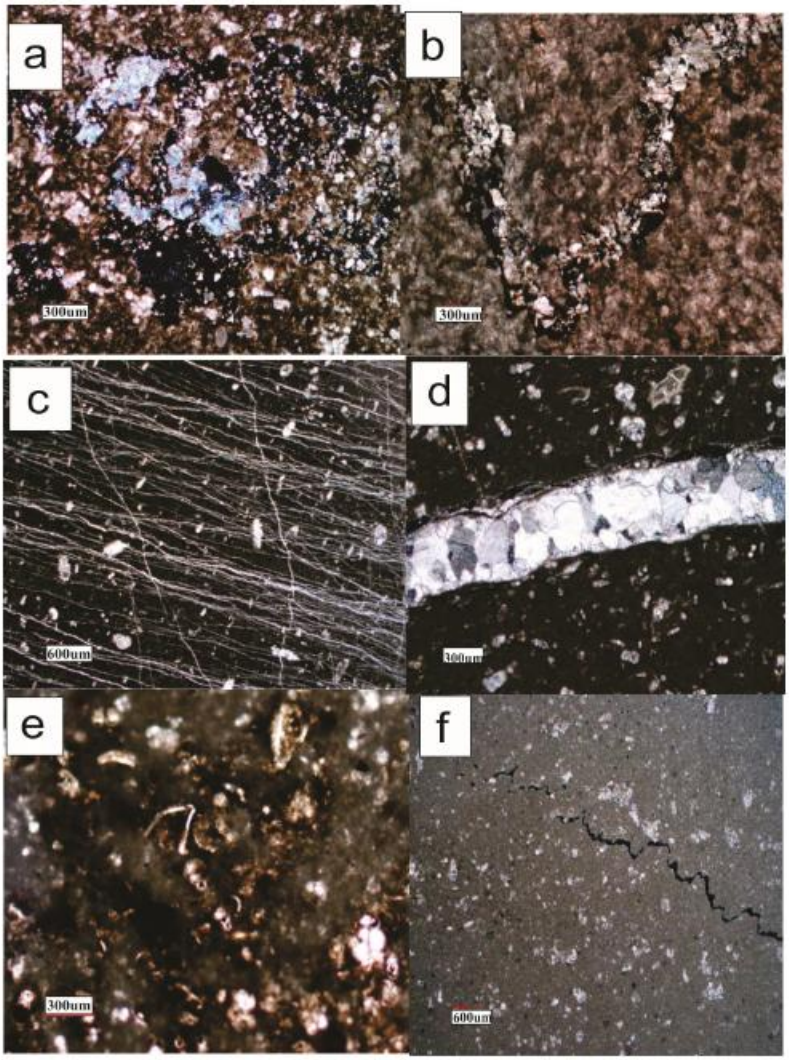
شکل‌های مربوط به فرایندهای دیاژنزی مولد و مخرب کیفیت مخزنی (اصلی‌ترین عوامل در شکل‌گیری رفتار جریانی مخزن در قسمت‌های مختلف آن) و هم‌چنین انواع شکستگی‌های ریز در ۳ نسل متفاوت در این گونه‌های سنگی، در تصاویر ۶، ۷ و ۸ نشان داده شده‌اند.



شکل ۹. تصاویر (a تا c) مربوط به نمونه‌های دستی و فابریک های تشکیل دهنده گونه‌های سنگی شماره ۱ و۲، تصاویر (d تا f) مربوط به نمونه‌های دستی و فابریک‌های تشکیل دهنده گونه‌های سنگی شماره ۳ و ۴

www.SID.ir

Archive of SID



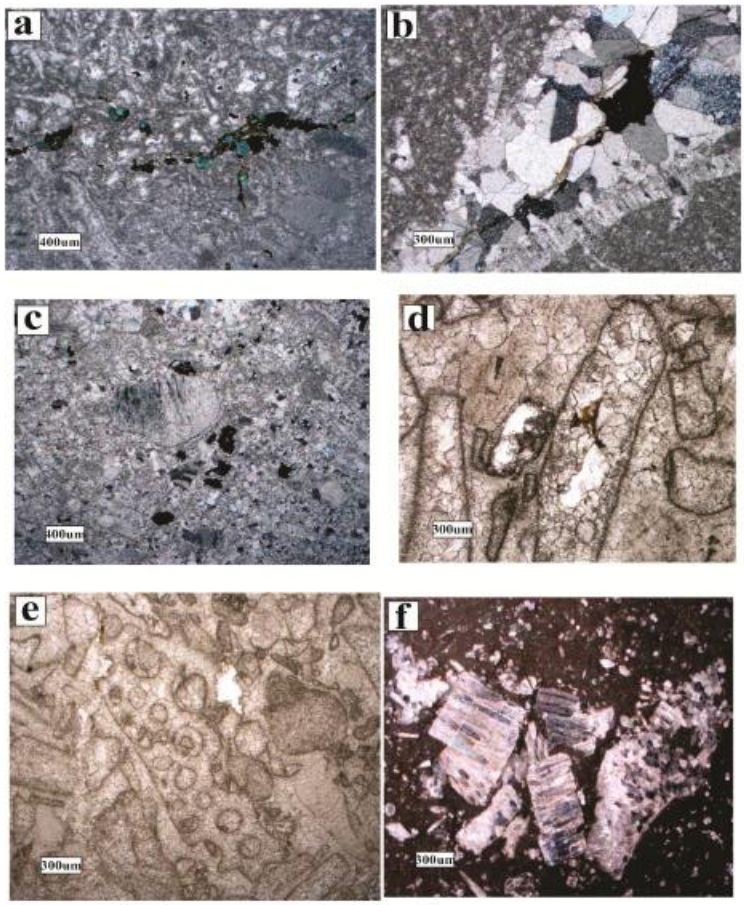
شکل ۱۰. تصاویر (a تا c) مربوط به میکروفاسیس‌های تشکیل دهنده گونه سنگی شماره ۱، وتصاویر (d تا f) مربوط به میکروفاسیس‌های تشکیل دهنده گونه سنگی شماره ۲

قبل از اینکه به معرفی زون‌های تعیین شده برای این مخزن بپردازیم، می‌بایست مروری کوتاه بر زون‌بندی کارشناسان صنعت نفت، برای مخازن سروک و ایلام در میادین مختلف حوضه زاگرس داشته باشیم. با توجه به اینکه در غالب میادین نفتی حوضه زاگرس، مخزن ایلام با یک ناپیوستگی (تورونین میانی) بر روی مخزن سروک قرار گرفته است [۷، ۱۸، ۲۴ و ۱۳] به طوری که به دلیل حادث شدن دو ناپیوستگی بسیار مهم (ناپیوستگی‌های سنومانین – تورونین و تورونین میانی) در بین توالی‌های گروه بنگستان در این مناطق، این دو مخزن را در زمره مخازن تحت سیطره ناپیوستگی در نظر گرفته‌اند [۲]، لذا وجود این ناپیوستگی‌ها نقش بسیار مهمی، در چگونگی زون‌بندی و نحوه آرایش افقی و قائم زون‌ها، بر پیکره مخزن داشته‌اند، اما برخلاف اکثر مناطق در حوضه زاگرس، در منطقه لرستان به دلیل حاکم بودن شرایط عمیق رسوب‌گذاری، امکان ظهور هیچ یک از ناپیوستگی‌های یاد شده، فراهم نبوده است، به همین دلیل این مرزهای ناپیوسته در این ناحیه به صورت پیوستگی‌های معادل ناپیوستگی، ثبت گردیده‌اند [۱۳]، لذا این پیوستگی رسوب‌گذاری در لرستان موجب نهشت سازند شیلی سورگاه در بین دو سازند سروک و ایلام شده است. بنابراین زون‌بندی در این منطقه، با توجه به ماهیت متفاوت رخساره‌های میدان، عدم گسترش ناپیوستگی‌های ذکر شده، تاریخچه دیاژنزی خاص و هم‌چنین حضور سازند سورگاه، تفاوت‌های اساسی با

www.SID.ir

Archive of SID

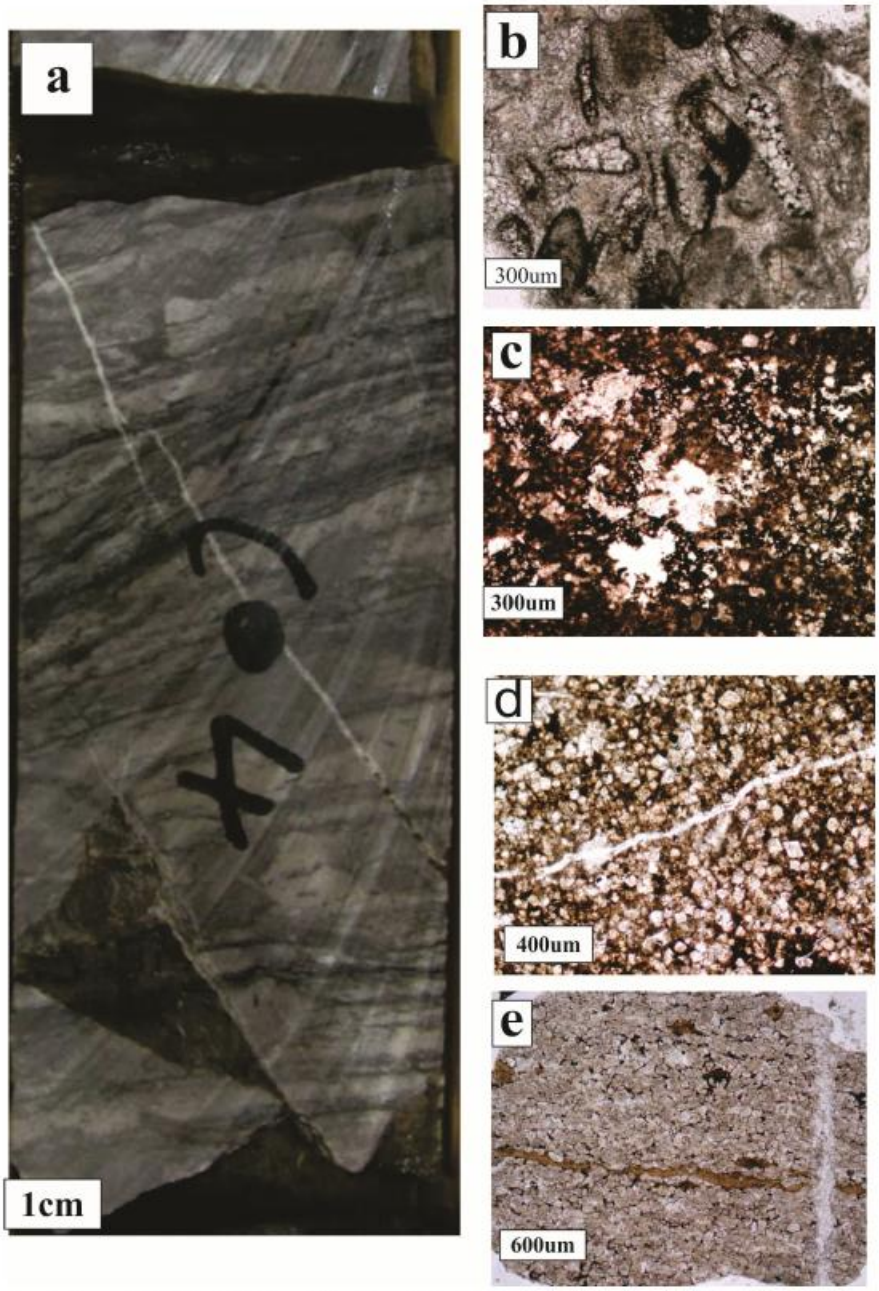
زون‌بندی ارایه شده توسط کارشناسان شرکت نفت خواهد داشت. لازم به ذکر است که، روش مورد استفاده توسط پژوهشگران صنعت نفت، روش چینه‌ای لورنز و نشانگر زون‌های جریان، بوده است که اساس این روش مبتنی بر داده‌های پتروفیزیکی به ویژه ارتباط داده‌های تخلخل و تراوایی، می‌باشد [۲۱، ۲۲، ۱۴ و ۱۲] و تفاوت نسبتا چشمگیری با روش مورد استفاده در این مقاله دارد. پژوهشگران صنعت نفت کل مخزن سروک و ایلام را به ۵ زون تقسیم‌بندی کرده‌اند، که سهم سازند سروک ۲ زون (زون ۴ و ۵) و سازند ایلام ۳ زون (زون ۱، ۲ و ۳) بوده است. زون ۱ و زون ۲ مربوط به قسمت بالایی سازند ایلام، به سن سانتونین، زون ۳ مربوط به قاعده سازند ایلام، در برگیرنده تورونین میانی و بالایی، زون ۴، متعلق به قسمت بالایی سازند سروک به سن تورونین آغازین و زون ۵ در ارتباط با قاعده سازند سروک به سن سنومانین، در نظر گرفته شده است. زون ۵ به دلیل قرارگیری در زیر ناپیوستگی سنومانین – تورونین و گسترش حفرات کارستی بسیار مطلوب (رخنمون کوتاه مدت)، دارای بالاترین کیفیت مخزنی و زون ۳، به دلیل قرارگیری به بین دو ناپیوستگی یاد شده و بلوغ کارستی بیش از اندازه (رخنمون بلند مدت) و مسدود شدن حفرات طی ریزش کارست و سیمانی شدن، به عنوان زون غیر مخزنی، معرفی شده است. این زون‌بندی در اکثر مناطق حوضه زاگرس پر کاربرد و قابل تعمیم و تطبیق می‌باشد، اما در این منطقه، به دلایلی که در بالا ذکر گردید، کارایی موفقی نخواهد داشت. بنابراین ارایه یک ساختار زون‌بندی، با جزییات زمین‌شناسی و نگاهی دقیق به کنترل کننده‌های رفتار دینامیکی رخساره‌ها در مقیاس عمودی و جانبی و شناخت کافی از توالی‌های مخزن بنگستان در منطقه لرستان، امری ملزوم و ضروری به نظر می‌رسد.



تصویر ۱۱. تصاویر (a تا c) مربوط به میکروفاسیس‌های گونه سنگی شماره ۳، تصاویر (d تا f) مربوط به میکروفاسیس‌های تشکیل دهنده گونه سنگی شماره ۴

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱۲. تصویر a مربوط به نمونه دستی و فابریک تشکیل دهنده گونه سنگی شماره ۵، تصاویر (b تا e) مربوط به میکروفاسیس‌های تشکیل دهنده گونه سنگی شماره ۵

در ادامه، بر اساس خصوصیات لیتولوژیکی و بافتی و نیز تغییرات تخلخل و اشباع هیدروکربور، مخزن بنگستان به ۵ زون مخزنی و ۱ زون غیر مخزنی تقسیم‌بندی شده است و هم‌چنین به چگونگی آرایش گونه‌های سنگی تعیین شده در این ساختار زون‌بندی، به طور مشروح پرداخته خواهد شد.

در این مقاله، اطلاعات پتروفیزیکی مربوط به هر زون مانند، عمق ورود و خروج هر زون در کلیه چاه‌ها، ضخامت کل هر ۶ زون و میزان تغییرات آن در سراسر میدان، میانگین ضخامت مربوط به فواصل مفید مخزنی (Net) و میزان تغییرات این پارامتر در هر ۳ چاه موجود و در نهایت میانگین تخلخل مفید و آب اشباع‌شدگی متعلق به هر ۶ زون برای هر ۳ چاه مورد بررسی ، به صورت کاملا کمی در جدول‌های ۴، ۵ و ۶ گزارش گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. اطلاعات پتروفیزیکی محاسبه شده برای زون‌های تعیین شده در چاه x

Reservoir zones	Top (m)	Base (m)	Gross (m)	Net (m)	N/G (m)	PHIE (v/v)	SWE (v/v)
A	1122	1267	145	107.71	0.74	0.08	0.31
B	1267	1360	93	64.35	0.69	0.04	0.29
C	1360	1406	46	3.20	0.07	0.04	0.35
D	1406	1491	85	13.87	0.16	0.03	0.22
E	1491	1727	236	38.71	0.16	0.04	0.20
F	1727	1897	170	88.02	0.52	0.05	0.33
Total	1122	1897	775	315.86	0.41	0.06	0.30

جدول ۵. اطلاعات پتروفیزیکی محاسبه شده برای زون‌های تعیین شده در چاه y

Reservoir zones	Top (m)	Base (m)	Gross (m)	Net (m)	N/G (m)	PHIE (v/v)	SWE (v/v)
A	1266	1480	214	198.56	0.93	0.09	0.32
B	1480	1527	92	86.36	0.94	0.05	0.40
C	1527	1722	150	9.64	0.06	0.05	0.38
D	1722	1818	96	89.75	0.94	0.04	0.27
E	1818	2125	307	81.53	0.27	0.03	0.29
F	-	-	-	-	-	-	-
Total	1266	2125	859	465.85	0.54	0.06	0.32

جدول ۶. اطلاعات پتروفیزیکی محاسبه شده برای زون‌های تعیین شده در چاه z

Reservoir zones	Top (m)	Base (m)	Gross (m)	Net (m)	N/G (m)	PHIE (v/v)	SWE (v/v)
A	1635	1850	158	215	181	0.84	0.8
B	1850	1950	157	100	9	0.09	0.05
C	1950	2090	140	140	0	0.00	-
D	2090	2180	92	90	38	0.43	0.40
E	2180	2323	234	143	12	0.09	0.06
F	-	-	-	-	-	-	-
Total	1635	2323	781	688	241	0.35	0.07

زون‌بندی

زون A

این زون شامل نیمه بالایی سازند ایلام می‌باشد. ضخامت این زون بین ۱۲۴ تا ۱۷۸ متر در گستره میدان در حال تغییر بوده و در چاه Y به حداکثر مقدار خود می‌رسد. گونه سنگی شماره ۱ به طور کامل این زون را در برگرفته که میکروفاسیس‌های تشکیل دهنده آن، در قسمت‌های عمیق تا کم عمق دریای باز، نهشت کرده‌اند. به دلیل فراوان بودن بافت‌های دانه‌غالب، متوسط مقدار لاگ گاما برای این زون بین ۱۰ تا ۲۵ API به دست آمده است. در زون A، از بالا به سمت قاعده بر میزان شیل افزوده شده به گونه‌ای که یک لایه شیلی در پایین‌ترین قسمت این زون، مرز بین زون A و B در نظر گرفته شده است، که در دو طرف این لایه تغییرات پتروفیزیکی کاملا مشهود است. لذا این زون با داشتن بیش‌ترین میانگین تخلخل (۸/۴ درصد) و حداکثر تراکم شکستگی‌های باز (که موجب افزایش ظرفیت جریان سیال شده است)، که می‌تواند بر اساس قرارگیری موقعیت مکانی چاه‌ها بر روی ساختمان تاقدیس، متغیر باشد، در بین کل زون‌های تعیین شده، دارای بالاترین رتبه از حیث کیفیت مخزنی، شناخته شده است. تراوایی در این زون عمدتا کمتر از ۱ میلی‌دارسی بوده و در فواصلی با تراکم بالای شکستگی، تا ۱۰ میلی‌دارسی هم رسیده است.

زون B

این بخش شامل قسمت پایینی سازند ایلام بوده و از فواصل آهک ریز دانه با محتوی شیلی بالا نسبت به زون A، تشکیل شده است. ضخامت این زون بین ۹۵ تا ۱۵۷ متر ارزیابی شده، که به طرف غرب میدان و از سمت چاه

www.SID.ir

Archive of SID

X به طرف چاه Z، افزایش می‌یابد. با وجود افزایش ضخامت فواصل مفید مخزنی (Net) به طرف غرب میدان، نسبت این فواصل به ضخامت کل زون (Net/Cross ratio)، در میانه میدان و در اطراف چاه Y افزایش یافته و از ۵۵٪ در چاه X و ۷۱٪ در چاه Z، به ۸۲٪ در چاه Y رسیده است. در مورد کاهش ویژگی‌های مخزنی در این زون نسبت به زون قبلی، می‌توان به افزایش میزان شیل در قاعده سازند ایلام و نیز کاهش تراکم شکستگی‌ها نسبت به زون A، اشاره کرد و هم‌چنین عوامل دیگری نظیر، تفاوت در وضعیت سیمانی‌شدن و تاثیرات این عارضه بر درزه‌ها و حفرات و نیز چگونگی ارتباط حفره و دهانه حفره در هر دو زون، می‌توانند، تاثیرگذار واقع شوند. میانگین تخلخل ارزیابی شده برای این زون در کل میدان ۴ درصد بوده و تراوایی بین ۰/۱ تا ۱ میلی‌دارسی اندازه‌گیری شده است. این زون عمدتا از گونه سنگی شماره ۲ و به میزان کمتر از گونه سنگی شماره ۱ تشکیل شده است.

زون C

این زون کل توالی مربوط به سازند سورگاه را در برگرفته و با لیتولوژی آهک پلاژیک با میان لایه‌های شیلی در میدان شناسایی شده است، که به سمت غرب میدان میزان کربنات آن، افزایش یافته است. به طوری که فواصل شیلی و شیل آهکی در چاه X به فواصل آهک مارلی در چاه Z تبدیل شده است. ضخامت این زون در گستره میدان از غرب به شرق، بین ۴۴ تا ۱۴۰ متر در حال تغییر بوده است. به طور کلی این زون به دلیل دارا بودن محتوی شیلی بسیار بالا، به عنوان زون غیرمخزنی در کل مخزن بنگستان شناسایی شده است. در حالی که این زون به عنوان یک زون غیرمفید در نظر گرفته شده، اما نتوانسته به صورت کامل مخزن سروک را از مخزن ایلام جدا کرده و باعث مطبق شدن قائم مخزن بنگستان و تقسیم آن به دو قسمت مجزا و غیرمرتبط از هم شود. از نقطه نظر رسوب‌شناسی، این امر را می توان با دلایلی نظیر، حضور شکستگی‌ها و نیز عدم ضخامت کافی و تداوم جانبی گسترده لایه‌های نفوذناپذیر شیلی در سرتاسر میدان، توجیه کرد. تخلخل مفید این زون به طور میانگین کمتر از ۲ درصد بوده و تراوایی نیز حدود ۰/۱ میلی‌دارسی ارزیابی شده است. این زون تقریبا به طور کامل از گونه سنگی شماره ۲ تشکیل شده است.

در ادامه، بر اساس اختلاف کیفیت مخزنی در بالا و پایین سازند سروک، دو زون مخزنی اختیار شده است. لازم به ذکر است با توجه به مشاهده فواصلی با لیتولوژی، بافت، فابریک و ویژگی‌های پتروفیزیکی کاملا متفاوت، در فواصل انتهایی سازند سروک در چاه A ، یک زون مخزنی مجزا برای این قسمت از سازند سروک در این چاه در نظر گرفته شده، که در دیگر چاه‌های مورد مطالعه در میدان، مشاهده نشده است.

زون D

این زون مربوط به قسمت بالایی سازند سروک می‌باشد، که از لیتولوژی آهک‌های فسیل‌دار پلاژیک و نیز در قسمت‌هایی آهک‌های شیلی، برخوردار می‌باشد. با بررسی مقاطع نازک مشخص شد که غالب میکروفاسیس‌ها، مربوط به قسمت‌های عمیق تا کم‌عمق دریای باز بوده که از محتوای شیلی نسبتا بالایی برخوردار هستند، که این امر تا حد نسبتا زیادی ویژگی‌های جریانی سیال را تحت تاثیر قرارداده است. این زون همانند زون A، از گونه‌های سنگی شماره ۱ و ۲ تشکیل شده و در فواصلی تحت تاثیر نیروهای تکتونیکی ظرفیت تولید بالایی یافته است، به گونه‌ای که می‌توان بعد از زون مخزنی A، این زون را دارای بالاترین کیفیت مخزنی در کل میدان در نظر گرفت. به طور متوسط، تخلخل به دست آمده از این زون در میدان، ۴ درصد بوده و نیز میزان تراوایی غالبا بین ۰/۱ تا ۱ میلی‌دارسی درحال نوسان است، اما در مناطقی با تراکم شکستگی بالا به ۸ میلی‌دارسی هم می‌رسد. ضخامت این زون از ۸۵ تا ۹۵ متر در گستره میدان، متغیر است.

زون E

این زون از گونه‌های سنگی شماره ۳ و ۴ تشکیل شده و حاوی لیتولوژی آهک‌های فسیل‌دار همراه با خرده‌های رودیستی می‌باشد که قسمت پایینی سازند سروک را احاطه کرده است. در انتهای این زون یک لایه آهک شیلی نیز مشاهده شده که می‌توان این زون را ترکیبی از میکروفاسیس‌های مربوط به زیر محیط تالوس و میکروفاسیس‌های دریای باز دانست. در این زون به سمت قاعده بر میزان شیل افزوده شده و متعاقبا از ویژگی‌های مخزنی آن کاسته شده است. در زون E فواصلی را که از گونه سنگی شماره ۳ تشکیل شده، میزان کیفیت مخزنی بالا رفته و جریان سیال تا حدی روان‌تر می‌باشد، اما در

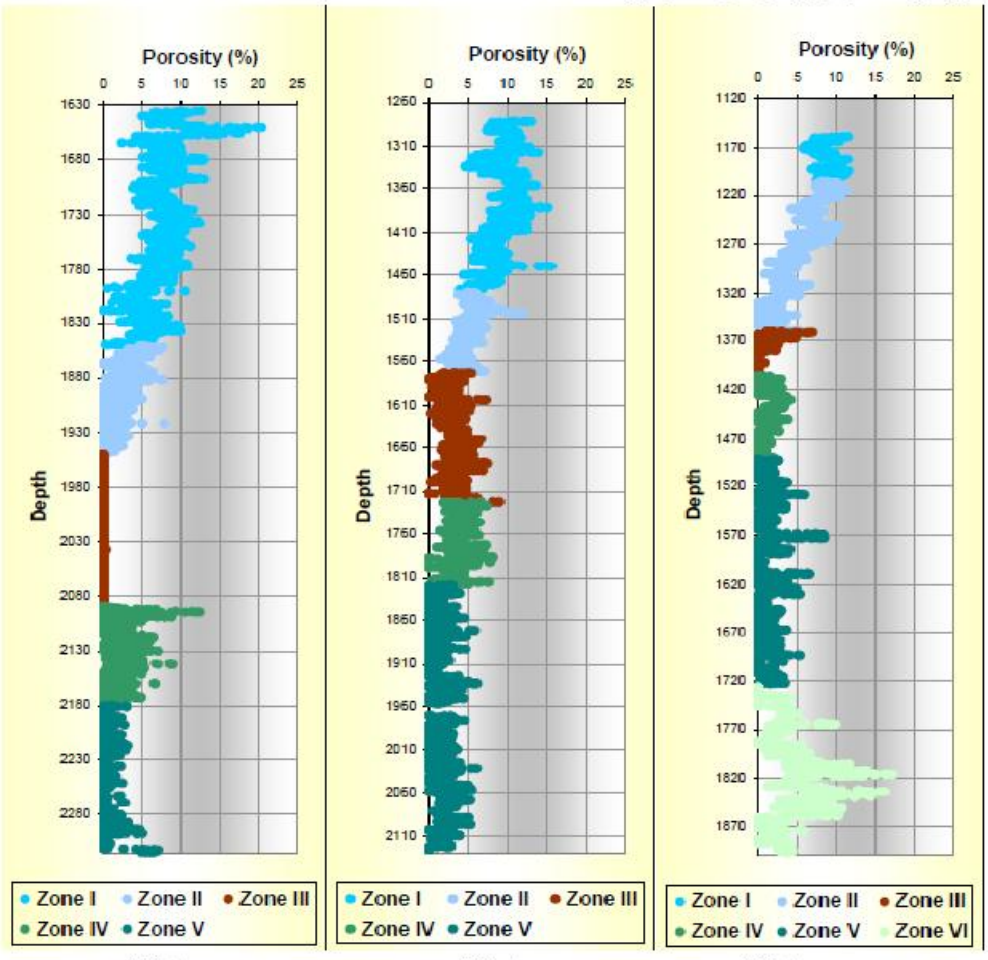
www.SID.ir

Archive of SID

فواصل مربوط به گونه سنگی شماره ۲ این میزان رو به کاهش بوده، که عمده دلیل آن می‌تواند، سیمانی‌شدن یا شدت بالا باشد، که موجب بسته شدن اکثریت حفرات و گلوگاه‌ها شده است. ضخامت این زون از ۱۴۷ تا ۳۰۷ متر در میدان تغییر کرده و در چاه Y به بالاترین مقدار می‌رسد. متوسط تخلخل برای این زون کمتر از ۵ درصد بوده و میزان تراوایی آن از پایین‌ترین مقدار (۰/۰۱ میلی‌دارسی) به حدود ۸ میلی‌دارسی در محیط‌های با تمرکز بالای شکستگی‌ها، می‌رسد.

زون F

زون F فقط از فواصل مربوط به قسمت انتهایی سازند سروک در چاه X، شناسایی و معرفی شده است. لیتولوژی آن دولومیت و دولومیت آهکی می‌باشد. گونه سنگی شماره ۵ به طور کلی این زون را در برگرفته که حاوی میکروفاسیس‌هایی نظیر، دولوگرینستون تا دولوپکستون و به میزان کمتر دولووکستون تا دولومادستون می‌باشد، ویژگی‌های هریک از این بافت‌ها، در قسمت معرفی گونه سنگی شماره ۵، به طور مفصل مورد بحث قرار گرفته است. میزان گامای خوانده شده برای این زون، در فواصل مربوط به دولومیت‌های با بافت میزبان دانه‌غالب، کمتر از ۱۰ API و در قسمت‌های متشکل از دولومیت‌های با بافت میزبان گل‌غالب، بیش‌تر از ۴۰ API بوده است. متوسط تخلخل ارزیابی شده برای زون F، ۴ درصد بوده است. مهم‌ترین نوع تخلخل در این زون بین بلورین بوده، که با افزایش آن، ارتباط سایر حفرات غیر متصل را در متن سنگ بیش‌تر گردیده و سبب بالا رفتن تراوایی و نیز افزایش سطوح زهکشی در زون F شده است. از تخلخل‌های دیگر موجود می‌توان به تخلخل‌های بین‌دانه‌ای، قالبی و حفره‌ای اشاره کرد که به طور عمده طی تاثیر فرایندهای پس از نهشت ایجاد شده‌اند. ضخامت این زون به طور تقریبی ۱۷۰ متر محاسبه گردیده است. کیفیت مخزنی در زون F را می‌توان در فواصلی ضعیف و در قسمت‌هایی متوسط تا خوب، تفسیر کرد.



شکل ۱۳. تصاویر مربوط به تغییرات تخلخل همراه با عمق، برای ۳ چاه X, Y, Z در میدان، بر اساس اطلاعات استخراج شده از نمودارهای چاه‌پیمایی و مغزه‌های حفاری

www.SID.ir

Archive of SID

چگونگی تغییرات تخلخل مفید برای هر ۳ چاه مورد مطالعه نسبت به تغییرات عمق، بر مبنای داده‌های پتروفیزیکی و نیز اطلاعات به دست آمده از مغزه، در شکل ۱۳ برای هریک از زون‌های تعیین شده، با رنگ‌های متفاوت ترسیم شده است. و هم‌چنین اطلاعات پتروفیزیکی مربوط به هر زون (ضخامت فواصل مفید مخزنی برای هر زون، نسبت ضخامت فواصل مفید مخزنی به کل زون، تخلخل مفید و آب اشباع‌شدگی)، در ۳ چاه مورد مطالعه، به صورت میانگین و به طور کاملا کمی، در جدول‌های ۴، ۵ و ۶ نمایش داده شده است.

بحث و تفسیر نتایج

اهداف اصلی این مقاله، تقسیم‌بندی و ساده‌سازی مخزن، درک ویژگی‌های جریانی سیال و رفتار دینامیکی رخساره‌ها، آگاهی از معماری و نوع چیدمان گونه‌های سنگی در چارچوب زون‌بندی ایجاد شده برای مخزن، کیفیت مخزنی و هم‌چنین شناخت عوامل تاثیرگذار در تغییر رفتار سیال در قسمت‌های مختلف مخزن، بوده است. بنابراین، سرانجام پس از مطالعات زمین‌شناختی و پتروفیزیکی و ترکیب نتایج حاصل از این مراحل، ۵ گونه سنگی شناسایی شده است، که در ۶ زون ایجاد شده برای مخزن، آرایش یافته‌اند. به گونه‌ای که سهم سازند سروک از این زون‌بندی، ۳ زون مخزنی (E, D, F)، سازند سورگاه ۱ زون غیر مخزنی (C) و سازند ایلام ۲ زون مخزنی (A,B) بوده است، که از لحاظ ویژگی‌های مخزنی و جریانی، زون (A) متعلق به قسمت بالایی سازند ایلام با تخلخل مفید میانگین ۵ درصد، بیش‌ترین تراکم شکستگی و تراوایی ۰/۱ تا ۱ میلی‌دارسی و در قسمت‌هایی تا ۸ میلی‌دارسی، دارای بالاترین کیفیت مخزنی و زون (C) مربوط به کل توالی سازند سورگاه، با تخلخل مفید کمتر از ۲ درصد، تراوایی میانگین ۰/۱ میلی‌دارسی و نیز حداقل تراکم شکستگی، دارای کمترین کیفیت مخزنی، در کل میدان سرکان، شناسایی گردیده‌اند و زون‌های D, F, B, E به ترتیب از چپ به راست از این نظر، در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه رخساره‌های مربوط به این مخزن در این میدان، به جهت حاکم بودن شرایط عمیق و پایین بودن سطوح انرژی در حوضه از ویژگی‌های مخزنی اولیه بسیار پایینی برخوردار بوده‌اند، چنین استنتاج می‌شود که، ویژگی‌های مخزنی و جریانی ایجاد شده در این مخزن مرتبط با فرایندهای زمین‌شناسی پس از نهشت (دیاژنزی و تکتونیکی) بوده است به گونه‌ای که، غالب حفرات موجود در این مخزن مربوط به فرایندهای دیاژنزی به ویژه انحلال دفنی (انحلال مربوط به محیط جوی و کارستی شدن، به دلیل حاکمیت شرایط عمیق بسیار کم رخ داده است)، دولومیتی شدن و در نهایت شکستگی‌های مرتبط با تنش‌های تکتونیکی، ایجاد شده‌اند. لازم به ذکر است که، بالاترین میزان تولید در این مخزن مربوط به قسمت‌هایی بوده که حداکثر تراکم شکستگی‌ها را دارا هستند که حضور آن‌ها در رخساره‌ها علاوه بر اتصال حفرات در فابریک و بالا بردن ظرفیت جریانی رخساره‌ها، موجب افزایش سطوح زهکشی در مخزن و افزایش توان تولید از آن، گردیده است. به طور کلی می‌توان این مخزن را از نظر خاستگاه منافذ و پارامترهای زمین‌شناسی ایجاد کننده آن‌ها، در زمره مخازن تحت کنترل دیاژنز و تکتونیک قرار داد، که ویژگی‌های مخزنی در درجه نخست، توسط شکستگی‌ها و در درجه دوم، توسط دولومیتی‌شدن و انحلال، کنترل می‌شوند [۱]. باتوجه به اهمیت شکستگی‌ها و نقش ویژه آن‌ها در شکل‌گیری ویژگی‌های جریانی در این مخزن، ذکر چند نکته در مورد چگونگی توزیع، تراکم و عملکرد آن‌ها در این میدان، ضروری می‌باشد. به طوری که توزیع شکستگی‌ها در این مخزن علاوه بر کنترل ژئودینامیکی رخساره‌ها (بالا بودن تراکم شکستگی‌ها در رخساره‌های دولومیتی شده و آهک‌های حفره‌دار)، تحت کنترل موقعیت قرارگیری چاه‌های موجود بر روی ساختمان تاقدیس و نیز میزان دوری و نزدیکی توالی‌ها از سطح زمین، بوده است. لذا در چاه X با قرارگیری در نقطه چرخش ساختمانی حداکثر شکستگی‌ها مشاهده شده و به سمت چاه‌های Y و Z، که در دامنه ساختمان تاقدیس قرار گرفته‌اند، از تراکم شکستگی‌ها کاسته می‌شود. سرانجام به طور کلی در این مخزن فرایندهایی نظیر دولومیتی شدن، انحلال و از همه مهم‌تر شکستگی‌ها در زمره عوامل موثر در ایجاد زون‌های مخزنی و هادی جریان، معرفی می‌شوند (تصویر شماره ۱۴) و عواملی نظیر، ماهیت ذاتی و گل‌غالب بودن رخساره‌ها، دولومیتی‌شدن مضاعف، تبلور مجدد به صورت موضعی و محلی، تراکم در دو حالت فیزیکی و شیمیایی و هم‌چنین سیمانی شدن به اشکال و فابریک‌های مختلف،

www.SID.ir

Archive of SID

فرایندهای اصلی در ایجاد زون‌های غیر مخزنی و واحدهای سدی و انحرافی در مخزن پنگستان، شناخته شده‌اند.

انجام چنین مطالعاتی در مخازن به محققان، امکان ایجاد ارتباط منطقی بین داده‌های زمین‌شناسی و پتروفیزیکی، آگاهی از چگونگی چیدمان قائم و افقی رخساره‌ها در مخزن و هم‌چنین شناسایی عوارض ایجاد کننده ناهمگنی و ارائه راهکار دقیق جهت فائق آمدن بر آن‌ها را، فراهم خواهد کرد.

جدول شماره ۷. نمایش اطلاعات مربوط به میکروفاسیس‌های تشکیل‌دهنده هر زون در ۳ چاه مورد مطالعه

چاه	سازند	زون	عمق(متر)	میکروفاسیس‌های تشکیل دهنده
چاه X	ایلام	زون A	1122-1267	بایوکلاستیک وکستون به پکستون با فوتای پلانکتون دارای بیشترین تراکم شکستگی‌های ریز به ویژه در میکروفاسیس‌های پکستونی حفره دار.
		زون B	1267-1360	بایوکلاستیک وکستون و مادستون غالب‌تر از بایوکلاستیک پکستون با فوتای پلانکتون_ افزایش میزان گل و کاهش کیفیت مخزنی. (کمترین ضخامت فواصل مفید مخزنی)
	سورگاه	زون C	1360-1406	مادستون فسیل‌دار دارای بیشترین فراوانی نسبت به بایوکلاستیک وکستون با فوتای پلانکتون و اغشتگی شدید به ماده آلی. (این زون در این چاه کمترین ضخامت و بیشترین حجم شیل را داراست)
	سروک	زون D	1406-1491	بایوکلاستیک وکستون به پکستون با فسیل‌های پلانکتون فراوان وشکستگی‌های ریز_ مادستون فسیل‌دار
		زون E	1491-1727	بایوکلاستیک پکستون به گرینستون متشکل از خرده‌های رودیستی و خارپوستی_ بایوکلاستیک وکستون به مادستون با فراوانی کم.
		زون F	1727-1897	دولوپکستون به دولوگرینستون غالب‌تر از دولومادستون به دولووکستون
چاه y	ایلام	زون A	1266-1480	بایوکلاستیک وکستون به پکستون با فوتای پلانکتون و گسترش شکستگی‌های ریز. (این زون در این چاه بیشترین گسترش را دارد)
		زون B	1480-1572	بایوکلاستیک پکستون غالب‌تر از بایوکلاستیک وکستون و مادستون_ بهترین حالت کیفیت مخزنی این زون در این چاه می‌باشد. (افزایش فواصل مفید مخزنی)
	سورگاه	زون C	1572-1722	بایوکلاستیک وکستون و مادستون فسیل‌دار غالب‌تر از بایوکلاستیک پکستون، نسبت به چاه A از میزان مادستون کاسته شده و بر مقدار دانه‌ها افزوده شده است. آغشتگی به ماده آلی تیز کمتر از چاه A ارزیابی شده است.
	سروک	زون D	1722-1818	بایوکلاستیک وکستون به پکستون همراه با فوتای پلانکتون، همراه با شکستگی‌های ریز فراوان_ مادستون فسیل‌دار نسبت به چاه قبل فراوان‌تر.
		زون E	1818-2125	بایوکلاستیک پکستون به گرینستون متشکل از خرده‌های رودیستی و خارپوستی_ بایوکلاستیک وکستون با فوتای پلانکتون بیشترین فراوانی را در این چاه دارد.
چاه Z	ایلام	زون A	1635-1850	بایوکلاستیک وکستون به پکستون با فسیل‌های پلانکتون فراوان_ مادستون فسیل‌دار به میزان اندک در این زون مشاهده شده است.
		زون B	1850-1950	بایوکلاستیک وکستون با فوتای پلانکتون و مادستون فسیل‌دار به صورت غالب گسترش پیدا کرده‌اند_ بایوکلاستیک پکستون اندک مشاهده شده است.
	سورگاه	زون C	1950-2090	بایوکلاستیک وکستون و بایوکلاستیک پکستون با فوتای پلانکتون همراه با گلاکونیت و آغشتگی به ماده آلی، شناسایی شده است_ در این چاه مادستون و آغشتگی به ماده آلی به کمترین مقدار رسیده است. (افزایش محتوی کربنات و کاهش شیل)
	سروک	زون D	2090-2180	بایوکلاستیک وکستون به پکستون همراه با فوتای پلانکتون، همراه با شکستگی‌های ریز فراوان_ مادستون نسبت به دو چاه دیگر بیشتر مشاهده شده است.
		زون E	2180-2316	بایوکلاستیک پکستون به گرینستون متشکل از خرده‌های رودیستی و خارپوستی فراوان_ بایوکلاستیک وکستون به پکستون با فوتای پلانکتون در قاعده زون.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

۱- در این مطالعه با استفاده از داده‌های زمین‌شناسی و پتروفیزیکی در دسترس از توالی‌های مخزن بنگستان از سه چاه واقع در میدان سرکان و نیز، بر مبنای بررسی‌های رسوب‌شناختی و پتروفیزیکی به روش لوسیا پنج گونه‌سنگی شناسایی شده، در چارچوب زون‌بندی تعیین شده با شش زون مخزنی و غیرمخزنی، آرایش یافته‌اند.

۲- لذا در این پژوهش، سازند ایلام به دو زون مخزنی (A,B)، سازند سورگاه به یک زون غیر مخزنی (C) و نیز سازند سروک به سه زون مخزنی(D,E,F) تقسیم شده‌اند، که زون (F)، فقط در چاه (X) در قاعده سازند سروک، شناسایی و معرفی شده است.

۳- با توجه به ویژگی‌های مطالعه شده زون‌ها و گونه‌های سنگی تشکیل‌دهنده آن‌ها، در دو فاز میکروسکوپی و ماکروسکوپی، زون (A) با میانگین تخلخل مفید ۸ درصد، دارای بالاترین کیفیت مخزنی و زون (C)، با میانگین تخلخل کمتر از ۲ درصد، دارای پایین‌ترین کیفیت مخزنی، شناخته شده‌اند، اما سایر زون‌های میدان (D,F,B,E) از نظر بالا بودن ویژگی‌های مخزنی، به ترتیب از چپ به راست، رتبه‌بندی می‌شوند.

۴- با توجه به شرایط خاص حوضه در زمان رسوب‌گذاری، اکثریت رخساره‌های میدان گل‌غالب و دارای ویژگی‌های مخزنی اولیه بسیار کمی بوده‌اند، لذا ایجاد انواع حفرات و افزایش ویژگی‌های مخزنی، توسط فرایندهای دیاژنزی و تکتونیکی حادث شده بر مخزن، امکان‌پذیر شده است.

۵- از عوامل اصلی در ایجاد زون‌های مخزنی و افزایش ظرفیت جریانی مخزن، از مهم‌ترین‌شان، فرایند انحلال دفنی، دولومیتی شدن و از همه مهم‌تر شکستگی‌های ریز تحت کنترل تنش‌های تکتونیکی، هستند و از فرایندهای اصلی مخرب کیفیت مخزنی و ایجاد زون‌های غیر مخزنی، سدی و انحرافی جریان، می‌توان از اصلی‌ترین عوامل، به پارامترهایی نظیر سیمانی شدن به صورت‌های گوناگون، دولومیتی شدن مضاعف، تبلور مجدد و نهایتا تراکم در دو حالت فیزیکی و شیمیایی، اشاره کرد.

۶- بیش‌ترین تراکم شکستگی‌ها در میدان، در چاه X به ویژه در زون A مشاهده شده است و کمترین میزان تراکم شکستگی‌ها مربوط به چاه Z به ویژه زون C، می‌باشد. تغییر در میزان تراکم و توزیع شکستگی‌ها در این میدان، معلول علت‌هایی نظیر، موقعیت قرارگیری چاه‌ها در روی ساختمان تاقدیس و نیز کنترل فیزیکی و ژئودینامیکی رخساره‌ها، بوده‌اند.

۷- شکستگی‌ها علاوه بر افزایش ظرفیت جریانی رخساره‌های مخزن، موجب بالا رفتن سطوح زهکشی مخزن و افزایش توانایی تولید از آن، گردیده‌اند.

۸- در نهایت می‌توان چنین استنتاج کرد که، عملکرد توالی‌های بنگستان در این میدان به صورت مخزن، نخست، مدیون شکستگی‌ها در مقیاس ریز تا درشت بوده و در وهله دوم، توسط فرایندهای دیاژنزی به ویژه دولومیتی شدن و انحلال، کنترل می‌شود.

منابع

[۱] رحیم‌پور بناب، ح (۱۳۸۹) سنگ‌شناسی کربناته، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۷۰ ص.

[۲] مهرابی، ح (۱۳۹۱) بررسی عوامل کنترل‌کننده کیفیت مخزنی سازند سروک در چاه‌های a, b, c میدان نفتی آب تیمور. پایان نامه دانشجویی، دانشکده زمین‌شناسی دانشگاه تهران، تهران.

[3] Ahr, W.M (2008) Geology of carbonate reservoirs John Wiley & Sons, Inc., Publication, 296 p.

[4] Alavi, M (2004) Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution: American Journal of Science, **v.** 304, January, p. 1–20.

[5] Alsharhan, A.S., and Nairn, A.E.M (1997) Sedimentary Basins and Petroleum Geology of the Middle East: Elsevier, Netherlands, 843 pp.

[6] Asgari A. and Sohi G. A (2006) A fully integrated approach for the development of rock type characterization, in a Middle East giant carbonate reservoir., 3, 260-270.

[7] Aqrawi, A.A.M (1998) Mid- Cretaceous rudistbearing carbonates of the Mishrif formation: An important reservoir sequence in the Mesopotamian basin, Iraq: Journal of Petroleum Geology, **v.** 21, p.57- 82.

[8] Bagheri, A, M., and Beiranvand, B (2005) Integrated analysis of core and log data to determine reservoir rock types and extrapolation to uncored well in heterogeneous clastic and carbonate reservoir. SCA, pp. 42.

[9] Beydoun, Z.R (1991) Arabian plate hydrocarbon geology and potential — a plate tectonic approach: American Association of Petroleum Geologists, Studies in Geology 33. 77 p.

[10] Dunhum, R.J (1962) Classification of carbonate rocks according to depositional texture . In: Ham, W.E. (Ed.), Classification of carbonate rocks, AAPG Mem. no. 1, p. 108-121.

www.SID.ir

Archive of SID

[11] Embry, A. F. and J. E., Klovan (1971) A Late Devonian reef tract on northeastern Banks Island: Can. Petroleum Geol, **v.** 19, 51p.
[12] Flugel, E (1982) Microfacies Analysis of Limestones: Berlin, Springer-Verlag, 633 p.
[13] Flugel, E (2004) Microfacies of Carbonate Rocks: analysis, interpretation and application. Springer, Berlin Heidelberg, New York, 976 p.
[14] Ford, D (1988) Characteristics of dissolutional cave systems in carbonate rocks. In: James, N. P. & Choquette, P. W. (Eds.) Paleokarst. Springer, New York, 25–57.
[15] Ghazban, F (2007) Petroleum geology of the Persian Gulf. Joint publication, Tehran University Press and National Iranian Oil Company, Tehran.
[16] Gomes, J.S., Riberio, M.T., Strohmenger, C.J., Neghaban, S. and Kalam, M.Z (2008) Carbonate reservoir rock typing the link between geology and SCAL. SPE paper 118284.
[17] Gunter, G.W., Finneran, J.M., Hartmann, D.J. and Miller, J.D (1997) Early determination of reservoir flow units using an integrated petrophysical method. SPE 38679, Annual Technical Conference and Exhibition, pp. 373-380.
[18] Granier, B (2003) A new approach in rock-typing documented by a case study of layer-cake reaerviors in field A, offshore Abu Dhabi. (CG2003_A04_BG)
[19] Huber, B. T., R. D., Norris, K. G., Macleod (2002) Deep-sea paleotemperature record of extreme warmth during the Cretaceous: Geology, **v.** 30, p. 123–126.
[20] James, G.A., and J.G., Wynd (1965) Stratigraphic Nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area: AAPG Bulletin, **v.** 49, p. 2182-2245.
[21] Koop, W., and R., Stoneley (1982) Subsidence History of the Middle East Zagros Basin, Permian to History of the Middle East Zagros Basin, Permian to London, A305, p. 149-168.
[22] Lucia, F.J (2007) Carbonate reservoir characterization, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 341p.
[23] Lucia, F. J., and S. C., Ruppel (1996) Characterization of diagenetically altered carbonate reservoirs, South Cowden Grayburg reservoir, west Texas: Proceedings 1996 SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Formation Evaluation and Reservoir Geology: Society of Petroleum Engineers, 883–893.
[24] Moore, C. H (1980) Porosity in carbonate rock sequences in: Bebout, et al. (ed.) Geology of carbonate porosity. Continuing Education Cour Note Series # 11. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Department of Education. pp. A 1-11.
[25] Moore, C.H (2001) Carbonate reservoirs porosity evolution and diagenesis in a sequence stratigraphic framework: Elsevier, 444 p.
[26] Motiei, H (1993) Geology of Iran. The stratigraphy of Zagros: Geological Survey of Iran, Tehran [in Farsi].
[27] Murris,R.J (1980) Middle East: Stratigraphic evolution and oil habitat. AAPG Bull., **v.** 64, p. 21pp.
[28] Rahimpour-Bonab, H., Asadi-Eskandar, A., Sonei, A (2009) Controls of Permian-Triassic Boundary over Reservoir Characteristics of South Pars Gas Field, Persian Gulf. Geol. J. 44, 341–364.
[29] Rahimpour-Bonab, H., Esrafili-Dizaji,B., Tavakoli, V (2010) Dolomitization and anhydrite precipitation in Permo-Triassic carbonates at the South Pars gas Field, Offshore Iran: controls on reservoir quality. J. Pet. Geol. 33, 43–66.
[30] Tavakoli, V,. Rahimpour-Bonab, H., Esrafili-Dizaji, B (2010) Diagenetic controlled reservoir quality of South Pars gas field, an integrated approach. C. R. Geoscience, CRAS2A-2987; No. of Pages 17.
[31] Sadooni, F.N (2005) The nature and origin of Upper Cretaceous basin-margin rudist buildups of the Mesopotamian Basin, southern Iraq, with consideration of possible hydrocarbon stratigraphic entrapment: Cretaceous Research, **v.** 26, p. 213-224.
[32] Scott, R.W., J.A., Simo, and J.P., Masse, 1993, Scott, R.W., J.A., Simo, and J.P., Masse (1993) platforms. In: Simo, J.A., Scott, R.W., Asse, J.P., (Eds.), Cretaceous carbonate platforms: American Association of Petroleum Geologists, **v.** 56, p. 15-24.
[33] Soto, R, Garcia, J,C (2001) Permeability prediction using hydraulic flow unit and hybrid soft computing system. SPE 71455.
[34] Sharland, P. R., R., Archer, D. M., Casey, R. B., S. H., Davies, Hall, A. P., Heward, A. D., Horbury, and M. D., Simmons (2001) Arabian plate sequence stratigraphy: GeoArabia Special Publication, **v.** 2, 371 p.
[35] Taghavi, A.A., A., Mork, and M.A., Emadi (2006) Sequence stratigraphically controlled diagenesis governs reservoir quality in the carbonate Dehluran field,SW Iran: Petroleum Geoscience, **v.** 12, p. 115-126.
[36] Van Buchem, F. S. P., P., Razin, P.W., Homewood, W.H., Oterdoom, and , J., Philip (1996) High-resolution sequence stratigraphy of the Natih formation (Cenomanian/Turonian) in northern Oman: distribution of source rocks and reservoir facies: Geoarabia, **v.** 1, p. 65–91.

www.SID.ir