

مطالعه سنگ‌شناسی و مدل ساختمانی سازند گچساران در میدان نفتی مارون با استفاده از روش‌های

زمین‌آماري

بهمن سلیمانی

گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز

قاسم عبدالرحیمی

دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی نفت، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز

عباس اشجعی

کارشناس ارشد، شرکت ملی نفت مناطق نفت خیز جنوب

عباس چرچی

گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۶

soleimani_b@scu.ac.ir

چکیده

در این مطالعه، سازند تبخیری گچساران در میدان نفتی مارون با استفاده از اطلاعات مقاطع نازک، ویژگی‌های سنگ‌شناسی و تغییرات آن مورد بررسی قرار گرفت. مدل ساختمانی آن به منظور درک بهتر ساختمانی و مدیریت بهتر مخزن آسماری با استفاده از نرم افزار RMS نیز انجام پذیرفت. این مطالعه نشان داد که پوش سنگ از انیدریت، مارن، نمک، آهک و شیل بیتومینه تشکیل شده و در این میان انیدریت و مارن تشکیل دهنده اصلی محسوب می‌شوند. بر اساس مطالعه سنگ‌شناسی نمونه‌ها آشکار گردید که از لایه راهنما C به سمت F بر میزان مادستون افزوده می‌گردد. بر اساس تغییرات بافتی و سنگ‌شناسی محیط مردابی-سیخایی برای پوش سنگ پیشنهاد می‌شود. تغییرات لیتولوژی نشانه تناوب آب و هوای گرم و مرطوب تا گرم و خشک در جریان رسوبگذاری است. با استفاده از داده‌های لرزه‌نگاری دو بعدی و اطلاعات حفاری (عمق ورود و نمودار انحراف چاه) تعداد ۳۹۰ حلقه چاه، مدل سه‌بعدی ساختمانی ایجاد گردید. در میدان مارون، قرارگیری بخش شش در اعماق کم در کوهانه شمال شرقی را می‌توان مستقیماً به عملکرد گسل شمالی و عمیقتر شدن آن در قسمت جنوبی به عملکرد گسل جنوبی نسبت داد. ویژگی سنگ‌شناسی سازند گچساران، نه تنها این گسلها را در خود میرا ساخته، بلکه آنها را به سد مقاومی در برابر مهاجرت ذخیره مخزن تبدیل کرده است. نتایج حاصل از این مطالعه می‌تواند به بهبود و کاهش هزینه‌ها و کاهش ریسک و زمان حفاری و مدیریت توسعه میدان نفتی مارون کمک نماید.

کلمات کلیدی: سازند گچساران، میدان مارون، نقشه هم ضخامت، مدل ساختمانی

مقدمه

چاه، مورد مطالعه قرر گرفته و پس از آن با افزایش تعداد چاه‌ها طی چند مرحله مورد مطالعه مجدد و بازنگری قرار می‌گیرند (رئسی، ۱۳۷۷). مدل‌سازی مخزن و بخش‌های فوقانی آن برای رسیدن به هدف مدیریت مخازن است (Fanchi, 2001). مدل‌سازی میدان ترکیبی از مهندسی نفت، زمین‌شناسی، ریاضیات و برنامه‌ریزی کامپیوتری به‌منظور توسعه ابزاری برای پیش‌بینی عملکرد مخازن هیدروکربنی تحت شرایط عملیاتی مختلف می‌باشد (Ertekin et al, 2001). به‌همین منظور نرم‌افزارهایی طراحی شده است که با بکارگیری روش‌های زمین‌آماري، فرایند مدل‌سازی را با دقت بسیار بالایی انجام می‌دهند که از جمله می‌توان به نرم‌افزار مدل‌سازی RMS اشاره کرد. این نرم‌افزارها، کاربر را در طراحی نقشه‌ها، ایجاد انواع مدل‌های خواص پتروفیزیکی، شبیه‌سازی جریانات مخزنی، مکان‌یابی و طراحی چاه‌های جدید و مدیریت مخزن یاری می‌کند (Caers, 2005). مدل سه‌بعدی، بهترین مکانیسم برای ادغام تمامی داده‌های موجود را فراهم می‌کند (Valcarce, 2006; Kaufmann, 2008). نرم‌افزار RMS مجموعه‌ای گسترده از توابع ریاضی و زمین‌آماري می‌باشد که مقادیر، سطوح و حجم‌های مجهول را به کمک مقادیر معلوم و بر اساس روش‌های زمین‌آماري مختلف گنجانده شده در این نرم‌افزار محاسبه می‌کند (نظری، ۱۳۸۷). بنابراین تصویر سه‌بعدی امکان کنترل بهتر کیفیت داده‌ها را بر اساس ارتباط فضایی بین آن‌ها بوجود می‌آورد.

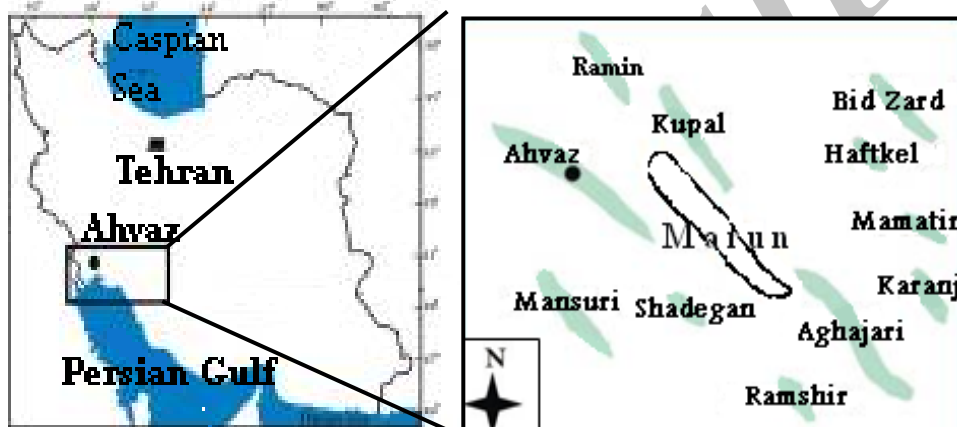
حوضه زاگرس بخشی از کمربند کوهزایی آلپ-همالیا است. این حوضه به سبب در برداشتن میادین نفتی عظیم، غنی‌ترین کمربند نفت‌خیز جهان بشمار می‌رود (Alavi, 2004). در این حوضه رسوبی وسیع، پسروری دریا در اواخر الیگوسن، شرایط مناسبی را برای ته‌نشست رسوبات آواری موسوم به گروه فارس (سازندهای گچساران، میشان و آجاجاری) فراهم آورده است (Bahroudi & Koyi, 2004). سازند تبخیری گچساران یکی از مهمترین واحدهای چینه‌ای در خاورمیانه محسوب می‌شود و به سبب گستردگی وسیع و سنگ‌شناسی خاص خود، در بسیاری از میادین نفتی جنوب‌غرب ایران و عراق، به‌عنوان پوش سنگ عمل می‌نماید (Tucker, 1999). این سازند دارای هفت بخش بوده که بخش یک آن در اکثر میادین نفتی جنوب‌غرب ایران از جمله میدان نفتی مارون نقش پوش سنگ (Schowalters, 1976) را ایفا می‌کند و دو منطقه فشاری کاملاً مختلف (سازند آسماری و سازند گچساران) را از یکدیگر متمایز می‌کند (مطیعی، ۱۳۷۲). در آخرین طبقه‌بندی صورت گرفته توسط Slinger (1949) پوش سنگ مخزن آسماری به ۶ طبقه راهنما از بالا به پایین به ترتیب حروف الفباء تقسیم شده‌است. مدل‌سازی زمین‌شناسی از مهم‌ترین مراحل شناسایی و شبیه‌سازی ساختمانی از دیر باز مورد توجه کارشناسان نفتی بوده است. معمولاً میادین نفتی پس از اکتشاف و حفر اولین

۱۳۶۹). شیب ساختمانی آن حداکثر بین ۶۰ تا ۷۰ درجه در قسمت‌هایی از یال جنوبی و ۲۰ تا ۴۵ درجه در یال شمالی با روند کلی ساختارهای زاگرس و بصورت شمال غرب-جنوب شرق می‌باشد (قلی پور، ۱۳۶۹). این میدان در سال ۱۳۴۳ به روش لرزه‌نگاری دوبعدی کشف شده و با حفر اولین چاه وجود هیدروکربن در مخزن آسماری آن تایید شد. در سال ۱۳۴۷ با حفر چاه شماره ۲۱، مخزن بنگستان و در سال ۱۳۵۷ با حفر چاه شماره ۱۲۳، مخزن خامی آن کشف شد (شایسته، ۱۳۸۱). مخزن آسماری توسط سازند پاینده از پایین و بخش اول سازند گچساران (پوش سنگ) از بالا احاطه شده است. تغییرات ضخامت پوش سنگ (با استفاده از نرم افزار *surfer*) براساس داده های چاههای حفاری شده رسم (شکل ۲) شده است. بیشترین ضخامت در بخش مرکزی و بسمت یال جنوبی مشاهده می شود. پوش سنگ دارای توپوگرافی ناهمگنی است (شکل ۳). این تغییرات را در (شکل ۱۴) که بر اساس نرم افزار RMS رسم شده نیز می توان مشاهده کرد. تغییرات جهت شیب در بخش پوش سنگ نیز در شکل ۴ نمایش داده شده است. وجود این تغییرات نشانه شرکت فعال و تغییرپذیری آن در جریان تکتونیک فعال است.

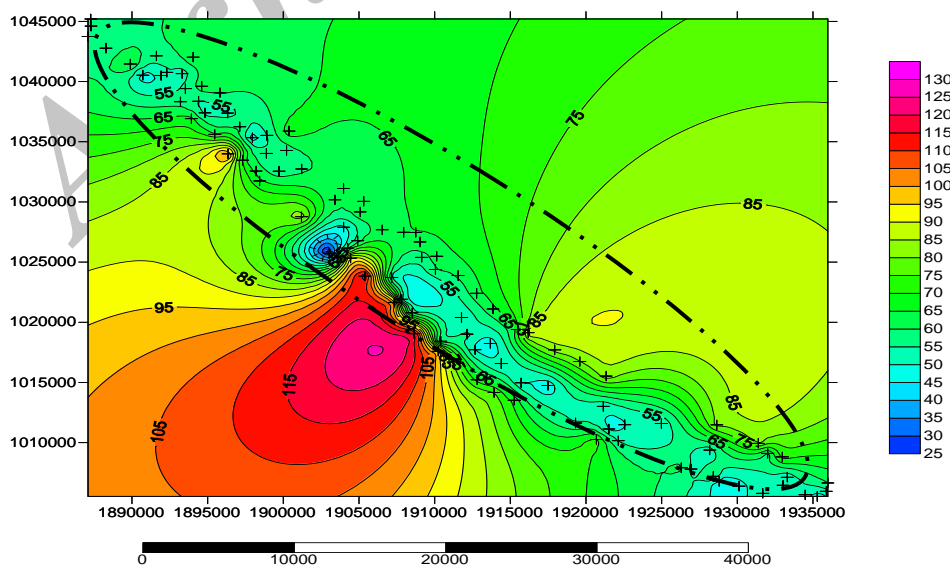
ارزیابی بخش‌های فوقانی مخزن و مدل‌سازی آن در میداین نفتی زاگرس بدلیل اهمیت خود جهت پیش‌بینی عمق احتمالی ورود به مخزن، بالا بردن دقت و سرعت کار در عملیات حفاری، و بهبود و کاهش هزینه‌ها در حفاری آتی ضروری به نظر می‌رسد.

موقعیت زمین‌شناسی میدان نفتی مارون

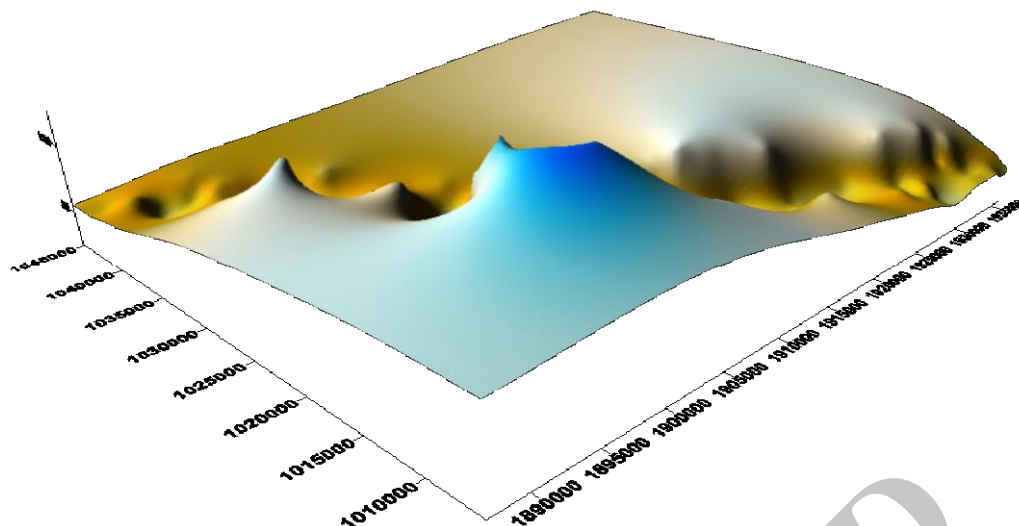
میدان نفتی مارون بعنوان یکی از بزرگ‌ترین میدان‌های نفتی حوضه زاگرس در ۴۰ کیلومتری شرق اهواز و بین میداین کوپال، آغاچاری، رامین، شادگان و رامشیر قرار دارد. این میدان در محدوده طول جغرافیایی ۴۹°۳۰' الی ۴۹°۳۰' و عرض جغرافیایی ۳۱° الی ۳۱°۳۰' در قسمت شرق فرفرافتادگی دزفول شمالی واقع شده است (شکل ۱). میدان نفتی مارون به صورت یک تاق‌دیس تقریباً نامتقارن است. طول این میدان در رأس مخزن آسماری حدود ۶۷ کیلومتر و عرض آن در حدود ۷ کیلومتر با برآمدگی ساختمانی ۲ کیلومتر می‌باشد و این در حالی است که ابعاد مخزن در رأس سازند داربان به ۶۰ کیلومتر طول و ۳/۵ کیلومتر عرض کاهش می‌یابد. فاصله بین ستیغ مخزن و عمیق‌ترین سطح تماس آب و نفت در سازند آسماری حدود ۲۰۰۰ متر می‌باشد (قلی پور،



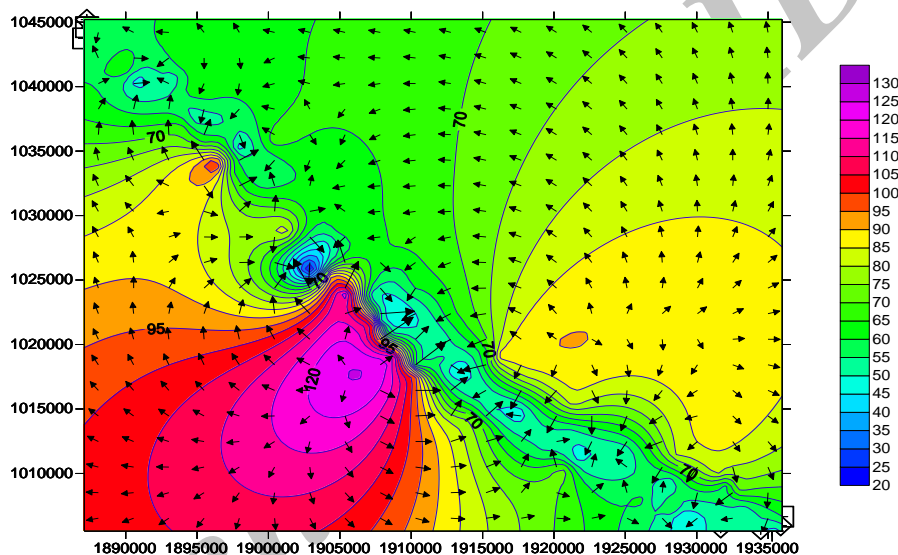
شکل ۱. موقعیت جغرافیایی میدان نفتی مارون و میداین نفتی همجوار



شکل ۲. نقشه هم ضخامت پوش سنگ مخزن آسماری در میدان نفتی مارون و موقعیت چاههای مورد مطالعه (علامت x).



شکل ۳. نقشه توپوگرافی پوش سنگ مخزن آسماری در میدان نفتی مارون



شکل ۴. نقشه تغییرات جهت شیب پوش سنگ مخزن آسماری در میدان نفتی مارون

روش کار

مطالعه فرار می‌گیرد. مدل رخساره‌ای که از انواع مدل ویژگی‌های مخزنی است به بررسی گسترش رخساره‌های مخزنی شامل رخساره‌های سنگی و یا رسوبی مختلف که در سه‌بعد در یک مخزن گسترش دارند می‌پردازد. در مبحث مدل رخساره‌ای فاکتور ناهمگنی مخزن تأثیر قابل توجهی در مدل دارد به طوری که اختلاف بین ارزش نقاط مختلف در سه‌بعد در یک مخزن تابعی از ناهمگنی مخزن است. قابل ذکر است که تهیه هر یک از این مدل‌ها (به‌عنوان مثال ساختاری، گسلی، و یا پتروفیزیکی) و میزان دقت در انجام هر مرحله تعیین‌کننده دقت نهایی برآورد ما از میدان می‌باشد. بنابراین بایستی جریان مدل‌سازی را چندین بار تکرار کرد و بهترین و منطقی‌ترین برآورد را که با ایده‌های زمین‌شناسی هم‌خوانی بیشتری دارد را مورد استفاده قرار داد. مدل‌سازی زمین‌شناسی روش‌های مختلف و متنوعی دارد، اینکه از چه روشی در جریان کار استفاده شود اولاً به نوع مدل و ثانیاً به نوع داده‌های موجود بستگی دارد.

جهت بررسی دقیق تغییرات و ویژگی‌های سنگ‌شناسی از قبیل: کانی‌شناسی، ویژگی‌های بافتی و رسوبی، تعداد ۲۸ مقطع نازک از خرده‌های حفاری افق‌های مختلف پوش‌سنگ میدان نفتی مارون مربوط به چهار حلقه چاه (از غرب به شرق ۳۰۰، ۲۳۹، ۳۱۴ و ۲۷۸) که توسط شرکت مناطق نفت خیز جنوب تهیه شده‌اند، مورد مطالعه قرار گرفت. برای انجام این مطالعات از میکروسکوپ پلاریزان استفاده شد و از برخی بافت‌ها و پدیده‌های دیاژنزی، عکس تهیه گردید. تعریف یک مدل زمین‌شناسی شامل دو بخش می‌باشد:

- ۱- مدل ساختمانی که خود به دو مدل چینه‌ای و مدل گسلی تقسیم می‌شود.
- ۲- مدل ویژگی‌های مخزن که شامل مدل رخساره‌ای و مدل پتروفیزیکی می‌باشد.

در بخش مدل‌سازی چینه‌ای، ویژگی‌های ساختاری مخزن، ارتباط لایه‌های مخزنی، شکل هندسی مخزن و تهیه نقشه سرسازندهای مختلف بررسی می‌شود. ویژگی‌های گسل‌های میدان، چگونگی ارتباط گسل‌ها با یکدیگر، عمق اثر گسل و تأثیر آن بر ساختار هندسی میدان در بخش مدل‌سازی گسلی مورد

جمع آوری اطلاعات و داده‌های مورد نیاز

در این مرحله کلیه اطلاعات مربوط به میدان (اطلاعات ژئوفیزیکی و نقشه‌های UGC)، اطلاعات چاه‌ها از قبیل نمودارهای ترسیمی چاهی، نمودارهای الکتریکی، گزارشات نهایی چاه‌ها، گزارشات ارزیابی پتروفیزیکی، اطلاعات نمودار انحراف چاه و کلیه گزارشات مطالعه میدانی شامل گزارش‌های زمین‌شناسی و گزارشات مهندسی نفت جمع‌آوری و برای استخراج اطلاعات و داده‌های لازم جهت مدل‌سازی مورد مطالعه قرار گرفت. داده‌های لازم جهت ایجاد مدل شامل فایل‌های رقمی مربوط به نقشه‌های UGC سر سازند آسماری و سرزون بخش شش سازند گچساران میدان نفتی مارون، فایل‌های مربوط به مسیر حفاری ۳۶۵ حلقه چاه مربوط به میدان نفتی مارون که شامل موقعیت جغرافیایی (easting-northing)، شیب و آزیموت چاه‌ها، فایل‌های مربوط به نقاط ورود به هر سازند و هر زون (Well pick) با فرمت Text تهیه و به نرم‌افزار RMS داده شدند.

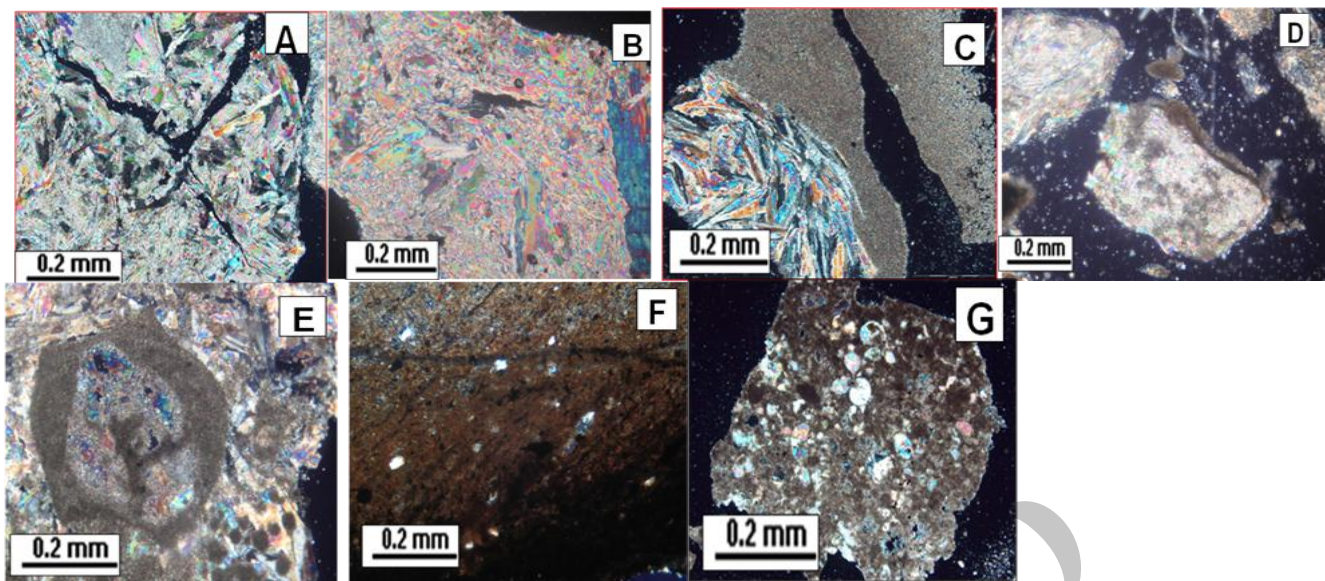
بحث

سنگ شناسی

سازند گچساران بدلیل اینکه پوش‌سنگ مخازن نفتی ایران و عراق است، یکی از مهمترین واحدهای چینهای در خاورمیانه محسوب می‌شود (Tucker, 1999). این سازند دارای هفت بخش بوده که بخش یک آن در اکثر میدانی نفتی جنوب غرب ایران نقش پوش‌سنگ را ایفا می‌کند (مطبیعی، ۱۳۷۲). مطالعه پتروگرافی پوش‌سنگ میدان نفتی مارون مشخص کرد که لیتولوژی غالب آن مارن و انیدریت می‌باشد. بافت‌های غالب در بلورهای انیدریت شامل پورفیروبلاست و ندولار و شعاعی است (شکل ۵-A و B). بررسی پتروگرافی نمونه‌ها نشان داد که از لایه راهنما C به سمت لایه راهنمای F بر میزان مدستون افزوده می‌گردد. با توجه به ضخامت لیتولوژی لایه‌های راهنما در چاه‌های مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که سکناس رسوبی سازنده پوش‌سنگ با مدستون و میان لایه‌های انیدریتی شروع شده، سپس با افزایش رسوبات آهکی آواری و شیل بیتومینی، انیدریت و لایه‌های از مادستون ادامه می‌یابد. این تغییرات می‌تواند بازگو کننده توالی شرایط آب و هوایی خاص گرم و مرطوب و گرم و خشک باشد. وجود لایه‌های انیدریتی و یا پوشش نمکی نشان می‌دهد که تشکیل آنها در اثر بالا رفتن شوری آب در حوضه‌های تقریباً بسته در مواقعی که میزان تبخیر برابر یا بیشتر از آب‌های ورودی به حوضه رسوبگذاری باشد (Warren & Kempton, 1997) رخ داده است. با افزایش درجه شوری به ترتیب توالی کربنات‌ها، ژپس و انیدریت و در خاتمه نمک تشکیل می‌شود (Usiglio, 1849).

با توجه به قرار گرفتن پوش‌سنگ در اعماق زیاد عمده رسوبات سولفاته آن بصورت انیدریت می‌باشد زیرا در این اعماق ژپس ناپایدار بوده و با آزدایی به انیدریت تبدیل می‌شود. در خصوص کانی‌زایی تبخیری‌ها در محیط‌های تبخیری می‌توان این‌گونه بیان داشت که با صعود سیالات کانی‌زا و واکنش آن‌ها با ندول‌های انیدریت و هیدروکربورهای مخزن، سولفیدهای باریم، سرب و روی رسوب می‌نماید. ساخت جریان‌ها در انیدریت‌ها به‌عنوان عکس‌العمل آن‌ها بعد از جایگزینی ذخیره معدنی در داخل انیدریت‌ها تفسیر شده‌است (Warren, 2006). درحالی‌که بنظر می‌رسد ساخت جریان‌ها در پوش‌سنگ مخزن آسماری در بعضی از افق‌های انیدریتی، نشان‌دهنده تأثیر فشار و خاصیت پلاستیسته انیدریت باشد و ارتباطی با کانه‌زایی نداشته، اگرچه در این عمل ممکن است

عمل انتقال و جاننشینی عناصر نیز انجام گرفته باشد (شکل ۵-C). تنوع بافتی به‌عنوان نشانه عدم وجود یک منشأ برای تشکیل آن در نظر گرفته می‌شود (El Tabakh et al., 1997). در برخی از مقاطع میکروسکوپی در انیدریت‌های لایه A بلورهای کربنات کلسیم از نوع کرب D مشاهده گردید. از لحاظ سنگ-شناسی کربنات D دارای مقطع مربعی تا لوزی است که در مقایسه با کوارتز کمی کدرتر است و بعلت مقاومت کمتر در مقابل التراسیون دارای لکه‌های سیاهی در قسمت مرکزی خود می‌باشد (شکل ۵-D). باتوجه به نوع قرارگیری کربنات‌ها در بین بلورهای انیدریت که حالت رشد ثانویه را نشان می‌دهد، این رشد احتمالاً حاصل خروج یون سولفات از انیدریت است که به‌عنوان یک فاکتور جنبشی عمل می‌کند. منشأ کلسیم و منیزیم نیز می‌تواند آب حاصل از تبدیل ژپس به انیدریت، رس‌ها یا کانی‌های کلسیم و منیزیم‌دار باشد. در مقاطع مورد مطالعه، مدستون عموماً حاوی حفرات و رگه‌های پر شده با کوارتز یا انیدریت می‌باشد (شکل ۵-E). در هنگام حفاری نیز رخساره مارنی پوش‌سنگ با ضخامت‌های مختلف و در تناوب با انیدریت، آهک و نمک ظاهر شده و به استثنای افق کلیدی A، در زیر تمامی افق‌های کلیدی لایه‌هایی از مارن دیده می‌شود. در میدان نفتی مارون شیل‌های بیتومینه بصورت شیل‌های سیاه تا قهوه‌ای دارای بیتومین، سیلت، کوارتز و انیدریت مشاهده گردید که به‌عنوان طبقه راهنمای B در نظر گرفته می‌شوند و مهمترین افق کلیدی پوش‌سنگ برای تطابق در میدانی جنوب‌غرب ایران محسوب می‌شود. در عملیات حفاری مناطق نفت‌خیز جنوب، لایه‌ی شیل بیتومین‌دار پوش‌سنگ (افق کلیدی B) بهترین راهنمای هر زمین‌شناس سرچاه است. چرا که این لایه با ضخامت کم (۰/۵ تا ۳ متر) و خاصیت منحصراً برد خود (بیتومینه بودن)، تقریباً در پوش‌سنگ تمامی میدانی نفتی پس از حفاری چند متر انیدریت ظاهر می‌شود و شاید به‌همین دلیل در مناطق نفت‌خیز جنوب، از آن به‌عنوان مهمترین افق کلیدی یاد می‌گردد. مواد غیر آلی موجود در یک شیل بیتومینه را عمدتاً انیدریت، کوارتز و کانی‌های رسی تشکیل می‌دهند. انیدریت نیز ممکن است بصورت پرکننده حفرات در شیل بیتومینه دیده شود (شکل ۵-F). آهک کرم رنگ تا خاکستری بلورین با ندول‌های انیدریت که پرکننده فضاهای خالی‌اند نیز در مقاطع دیده می‌شود که معمولاً بصورت وکستون تا مدستون دیده می‌شود (شکل ۵-G). یکی از عوامل شکنندگی پوش‌سنگ می‌تواند حضور مدستون کربناته در ترکیب آن باشد ولی علیرغم شکنندگی پوش‌سنگ حضور لایه‌های انیدریتی به پوش‌سنگ قابلیت انعطافی خاصی داده است. وجود این لیتولوژی انعطاف‌پذیر سبب شده است که پوش‌سنگ میدان مارون در دسته بهترین پوش‌سنگ‌ها طبقه‌بندی گردد. فشار منفذی بالا و ضخامت قابل ملاحظه تبخیری‌های پوش‌سنگ، آن را به سدی مقاوم بر روی مخزن آسماری تبدیل کرده است. بطوری‌که گسل‌ها و شکستگی‌های فراوان موجود در میدان نیز نتوانسته‌اند مانع از خروج هیدروکربورها به سطح شوند. باتوجه به حضور بیتومین شیل و مادستون و انیدریت می‌توان یک حوضه مردابی-سیخایی تقریباً بسته را برای پوش‌سنگ انتظار داشت.



شکل ۵. بافتهای مشاهده شده در انیدریت (در نور پلاریزور متقاطع): A- بافت شعاعی (Radial)، چاه ۳۱۴، عمق ۲۳۷۳ متری؛ B- بافت پورفیروبلاستی، چاه ۳۱۴، عمق ۲۳۶۵ متری؛ C- بافت جریانی، چاه ۳۰۰، عمق ۳۱۷ متری؛ D- انیدریت ریز بلور سوزنی و گاه حالت جریانی دارای Carb D، چاه ۳۰۰، عمق ۳۱۷ متری؛ E- سولفات پرکننده حفرات مدستون، چاه ۲۲۹، عمق ۲۸۶۲ متری؛ F- شیل بیتومینه (افق کلیدی B) با حفرات پر شده توسط انیدریت، چاه ۳۰۰، عمق ۳۱۲۵ متری؛ G- انیدریت پرکننده فضاهای خالی وکستون-ماداستون

مدل ساختمانی

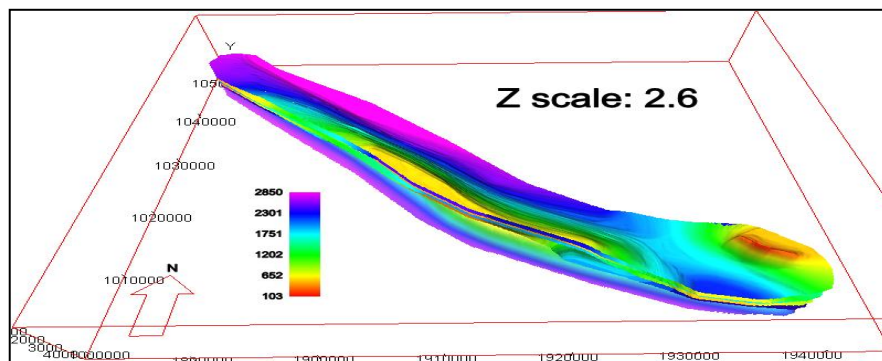
ابزارهای کاربردی تهیه نقشه در نرم افزار موجود با قابلیت گریدبندی آن جهت ایجاد سطح استفاده نمود (قنواتی، ۱۳۸۳). در این مرحله می توان انواع اطلاعات مربوط به سطوح را اضافه یا کم کرد. این اطلاعات می تواند شامل نقشه های همتراز عمقی، اعماق ورود به مخزن بر اساس اطلاعات چاه، اطلاعات ژئوفیزیکی، خط اثر گسل باشد. بخش های مختلفی در زیر مجموعه سطوح وجود دارد که شامل اداره کردن سطوح، تهیه نقشه های هم ضخامت قائم و مدل چینه ای است. در این تحقیق به منظور تهیه نقشه های همتراز عمقی (UGC) بر روی سازند میشان و بخش هفت، بخش شش، بخش پنج، بخش چهار به دو و یک سازند گچساران از نقشه ژئوفیزیکی سرزون بخش شش سازند گچساران و سرسازند مخزن آسماری میدانی نفتی مارون بصورت رقمی شده استفاده شد، و به عنوان نقشه کنتری پایه به مدل وارد گردید (شکل ۸ و ۹). البته این نقشه ها بر اساس اطلاعات چاه های حفاری شده نیز تصحیح شده اند و به علت ضعف کیفیت داده های لرزه نگاری در تمامی میدان، خصوصا در بخش های شمال-شرقی، نقشه های همتراز عمقی با ابهامات همراه است.

اعماق ورود به هر یک از افق های بالایی مخزن آسماری میدان نفتی مارون پس از محاسبه میزان انحراف چاه و بر اساس زون بندی صورت گرفته به عنوان نقاط کنترل چاه جهت ایجاد مدل ساختمانی و تهیه نقشه های همتراز عمقی بر روی افق ها مورد استفاده قرار گرفت. سطوح تهیه شده بر اساس اطلاعات فوق و میزان شیب و آزیموت سرزون بخش شش سازند گچساران و سر سازند آسماری به عنوان سطوح محاسبه شده ایجاد گردیده است.

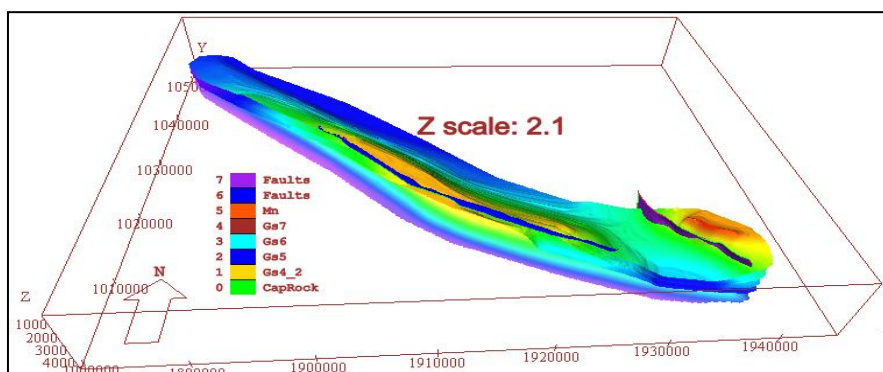
لازم به ذکر است در این تحقیق به دلیل خصوصیات پلاستیکی ضخامت لایه های نمکی و انیدریتی تشکیل دهنده بخش های چهار، بخش سه و بخش دو سازند گچساران در این میدان سرزون های بخش های مذکور به آسانی قابل تفکیک نبوده و به صورت بخش چهار به دو در نظر گرفته شد. بعد از ایجاد افق-ها برای اطمینان از صحت آن ها، افق ها را با داده های چاه ها، اعماق ورود به سرزون ها و اطلاعات گسل ها مورد مطابقت قرار داده شد.

تهیه مدل ساختمانی مخزن نقطه آغازین شروع مدلسازی زمین شناسی است که در آن ساختمان لایه ها به همراه خصوصیات زمین شناسی از جمله تکتونیک، گسل خوردگی را می توان نشان داد (شعبانی، ۱۳۸۷). مدل ساختمانی چهارچوب هندسی شبکه (Grid) سه بعدی را شکل داده و مرزهای مدل رخساره ای و مدل پتروفیزیکی را ایجاد می کند. همچنین مبنای محاسبات حجم سنجی، طراحی چاه و شبکه های شبیه سازی مخزن را شکل می دهد (Holden et al., 2003). ایجاد یک مدل سه بعدی ساختمانی کامل از مخزن، مهندسین مخازن را در شناخت هندسه مخزن یاری می کند (Roxar software solution, 2005). در این مطالعه با هدف پی بردن به هندسه ساختار میدان با کمک اطلاعات ۳۹۰ حلقه چاه با استفاده از نرم افزار RMS (Reservoir Modeling System)، مدل ساختمانی افق های بالایی مخزن آسماری میدان مارون در دو مرحله تهیه گردید (شکل ۶). در مرحله اول، مدل چینه ای یا سطوح ساختمانی تهیه شده و در مرحله دوم، مدل گسل ها ساخته شد. قبل از اقدام به مدل سازی ساختمانی یک سری از داده ها به نرم افزار وارد می شود. برخی از این داده ها عبارتند از: اطلاعات زون ها، چاه ها، این داده های اولیه به نرم افزار وارد می شود تا طبق نظم تعریف شده برای نرم افزار، مراحل بعدی اجرا شود. پس از وارد ساختن داده های مورد نیاز در ابتدا سطوح عمقی تهیه شده و اصلاحات مورد نیاز بر روی آن ها انجام می شود. روش مورد استفاده در تهیه مدل ساختاری و چینه ای، درون بایی (Interpolation) است. بعد از ایجاد افق ها برای اطمینان از صحت آنها، افق ها را با داده های چاه ها، اعماق ورود به سرزون ها و اطلاعات گسل ها مورد مطابقت قرار می دهیم. در مدل سازی گسل ها و اثرات آن بر ساختار میدان بسیار مهم است (شکل ۷).

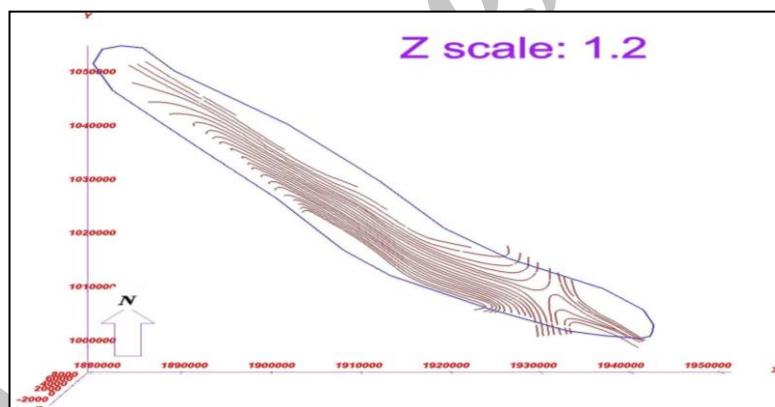
در این قسمت مدل سازی مربوط به ساختمان لایه ها به همراه خصوصیات زمین شناسی از جمله خصوصیات تکتونیک، گسل خوردگی را می توان انجام داد. سطوح ساختمانی را می توان به طور مستقیم از برنامه های دیگر هم چون Geoframe یا Open work به مدل وارد ساخت و یا اینکه از طریق



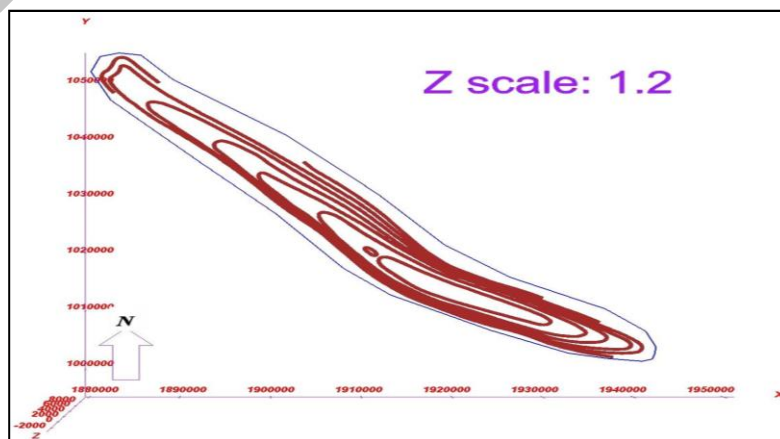
شکل ۶. نقشه ترکیبی زون‌های مختلف سازند گچساران



شکل ۷. مدل سه‌بعدی گسل‌ها بر روی زون‌های مختلف سازند گچساران



شکل ۸. نقشه ژئو فیزیکی بصورت رقومی شده سر زون بخش شش سازند گچساران در میدان نفتی



شکل ۹. نقشه ژئو فیزیکی بصورت رقومی شده سر سازند آسماری در میدان نفتی مارون

می شوند که سطوح ایجاد شده در عمق به خوبی قرار گرفته و نیز یکدیگر را قطع نموده باشند و همچنین دارای بر جستگی و فروافتادگی قابل توجهی نباشد و سرتا سر پوش سنگ توسط این مقاطع کنترل شده باشد.

آنالیز داده ها

شرکت استات اوپل هندسه تاقدیس مارون را متأثر از عمل کرد گسل‌های تراستی زیرین و سطوح جدایشی (Detachment) می‌داند که دارای یک رمپ گسلی با حداکثر شیب ۷۰ درجه است. در میدان مارون به دلیل وقوع دو رخداد مهم تکنونیک بصورت چین‌خوردگی (Folding) که آثار اصلی کوهزایی می‌باشد و خمش (Bending) که بعدها در اثر حرکت تحت تاثیر نیروهای تراکمی ایجاد شده و ادامه آن تا به امروز تغییر شیب را در یال‌های تاقدیس بسیار متنوع نموده و در نتیجه میزان شعاع انحنا در طول ساختمان در مقاطع مختلف باهم متفاوت گردیده است. بدین‌گونه در یال جنوبی شیب چاه‌های ۲۴ تا ۳۰ حدود ۷۰ درجه، بین چاه‌های ۳۰ تا ۴۱ حدود ۴۵ تا ۵۰ درجه و بین چاه‌های ۳۷ تا ۴۰ حدود ۴۵ درجه که به سمت چاه ۲۴ تا ۵۰ درجه نیز می‌رسد. بنابراین حداکثر بستگی (Closure) ساختمان مارون در انتهای شرقی مارون بین چاه‌های ۲۴ تا ۴۱ در یال جنوبی، ۹ تا ۷۲ در یال شمالی خواهد بود (قلی پور، ۱۳۶۹). تاقدیس مارون یک چین انتشار گسلی (fault-propagation fold) و یا چین خمش گسلی محسوب می‌شود. هم‌گرایی و یا نازک شدگی به یک طرف می‌تواند بوسیله چندین عامل مثل *onlap*, *offlap*. قطع‌شدگی (truncation)، گسل خوردگی، جریان‌های توربیدیت و کمبود فضا و یا رسوب در یک جهت خاص ایجاد شود. تغییرات جزئی ضخامت یک سازند نیز در نقشه هم‌ضخامت حائز اهمیت است، چون بعضی از تغییرات ظاهری باعث ایجاد اشتباهات فاحشی در حفاری می‌شود. متعاقباً چنین خطاهایی اولین اثرات خود را در مقدار حفاری نمایان می‌کند و باعث می‌شود که در اثر ورود یکباره به منطقه پر فشار چاه در خطر انفجار قرار گیرد و یا این‌که عمل حفاری و لوله‌گذاری فقط تا بالای پوش سنگ انجام شود و ما به زون تولید نرسیم، که در هر دو صورت باعث اتلاف وقت و از بین رفتن سرمایه می‌شود (Tearpark & Bischk, 1994). در یک حفاری زیرزمینی بین ضخامت حفاری شده و ضخامت واقعی یک طبقه اختلافی وجود دارد. از آنجا که بعد از تدفین لایه‌های رسوبی در اعماق زمین در اثر عوامل مختلفی مثل فعالیت‌های تکنونیک لایه‌ها بصورت افقی که در زمان اولیه نهشته شده‌اند، قرار نمی‌گیرند و دچار چین خوردگی می‌شوند که این فرایند موجب تغییرات ضخامت در طول یک لایه می‌شود. بنابراین به آن دسته از نقشه‌های هم‌ضخامت که ضخامت منطقه حفاری شده را نشان می‌دهند نقشه هم‌ضخامت ظاهری (Isochore maps) و آن دسته که ضخامت واقعی (ضخامت لایه‌ها بصورت افقی) را نشان می‌دهند نقشه‌های ایزوپیک می‌گویند (Baker Hughes INTEQ, 1999). در مورد سازند گچساران نیز با توجه به حضور نمک در بیشتر بخش‌های آن (Bahroudi & Koyi, 2004) و خاصیت پلاستیکی که از خود در برابر نیروهای تکنونیک نشان می‌دهد لذا در قسمت‌های مختلف زون زاگرس دارای ضخامت‌های متفاوتی است. در میدان مورد مطالعه، به دلیل خصوصیات پلاستیکی ذکر شده، ضخامت لایه‌های نمکی و انیدریتی تشکیل دهنده این سازند در مقاطع مختلف، متفاوت بوده و حتی چاه‌هایی که در فاصله بسیار کمی از هم قرار دارند، ستون سنگ شناسی سازند گچساران آن‌ها نیز با هم فرق می‌کند. لذا با توجه به مدل گسلی و نقشه خطوط تراز زیرسطحی میدان مارون برای راس بخش شش سازند گچساران در کوهانه شمال شرقی تاقدیس مارون و بخش جنوبی آن، بخش شش در کمترین عمق (۷۵۰ تا ۱۱۰۰ متر) و در کوهانه شمال غربی بخش شش سازند گچساران در بیشترین عمق (۲۸۰۰ تا ۳۳۰۰ متر) قرار گرفته است.

همچنین وجود دو گسل معکوس در میدان بر اساس پروفیل‌های ژئوفیزیکی موجود و با توجه به عمق ورود چاه‌ها به سراسزندهای بالایی مخزن آسماری در میدان نفتی مارون مورد تایید قرار گرفت که این دو گسل مهم که یکی در جنوب و دیگری در شمال شرقی این میدان قرار دارند تا بید و مدل سازی گردید (شکل ۱۰). انواع مختلف اطلاعات ورودی شبیه به اطلاعات سطوح نیز در اینجا وجود داشته که در این مرحله از اطلاعات خط اثر گسل‌ها و با در نظر گرفتن حالت قائم برای سطوح گسلی فوق مدل‌سازی صورت پذیرفت. مدل‌سازی گسل‌ها شامل شبکه گسل که تعیین کننده نوع عملکرد گسل‌ها و نحوه برخورد آن‌ها با یکدیگر، سطح گسل و خط اثر گسل بوده که همگی توسط مدل قابل اجرا می‌باشند. به نظر می‌رسد که عملکرد دو گسل جنوبی و شمال شرقی ناشی از موقعیت ساختمانی میدان نفتی مارون، خمش‌های موجود در این ساختار و همچنین تاثیر لایه‌های انیدریتی که به‌عنوان لایه‌های متحرک بشمار می‌روند قابل توجه باشد. همچنین بر این اساس با در نظر گرفتن مسیر چاه میزان ضخامت واقعی هر زون در چاه‌های مختلف محاسبه شده و نقشه هم‌ضخامت چینه‌ای تهیه گردیده است. مقاطع عرضی و طولی در جهت عرض و طول مخزن تهیه گردید که این مقاطع می‌توانند به طور دستی یا به صورت اتوماتیکی توسط خود نرم افزار تهیه شوند. اطلاعات لرزه ای سه بعدی و اطلاعات چاه‌ها همراه با مقاطع عرضی ساختمانی و نقشه‌های ساختاری جهت تکمیل مدل سه‌بعدی ساختمانی استفاده گردید. مقاطع عرضی ساختاری، تکنیکی برای مطالعه شکل هندسی ساختارها و تطابق دادن تغییر شکل‌ها برای کل داده‌های چینه‌ای می‌باشد و اگر گسلی لایه‌ها را جابجا کرده باشد را مشخص می‌کند. به‌طور کلی جهت تهیه‌ی مدل ساختمانی، مراحل زیر انجام گرفت:

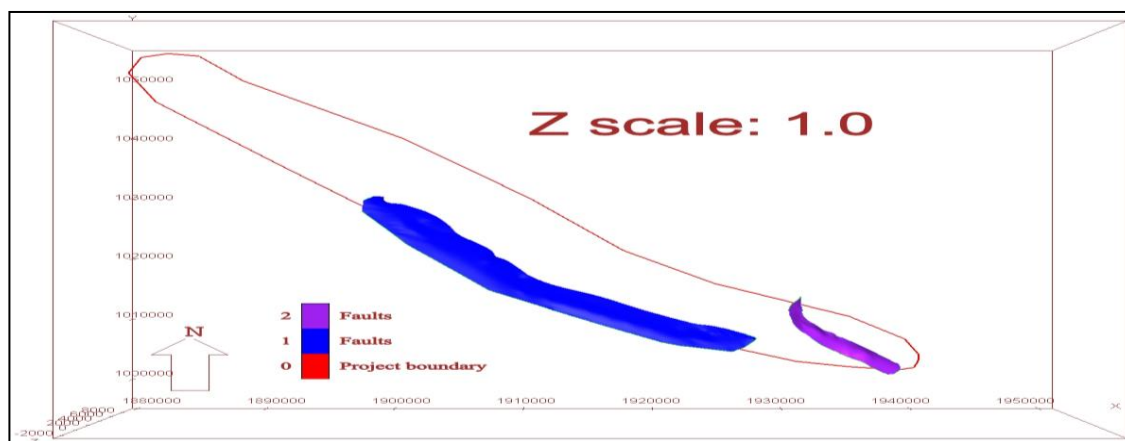
- ایجاد افق تفسیر شده و محاسبه‌ای- افق تفسیر شده، افقی است که اطلاعات کافی در مورد آن داشته و نقشه‌های ساختمانی آن تهیه شده و سپس رقومی می‌شود تا آماده ورود به نرم‌افزار باشد. سطوح محاسبه‌ای از طریق محاسبه ضخامت قائم و اضافه نمودن آن به افق تفسیر شده بدست می‌آیند. بر اساس اطلاعات موجود نقشه سطح بخش شش سازند گچساران و مخزن آسماری به- عنوان یک سطح تفسیری و نقشه سطح سازند میشان، بخش هفت، بخش شش، بخش پنج، بخش چهار به دو و بخش یک سازند گچساران به‌عنوان سطوح محاسبه‌ای تهیه گردید.

- Import Well data: وارد نمودن موقعیت چاه‌ها و مسیر آن‌ها
- Well pick: وارد نمودن نقطه‌ی ورود هر چاه به تاپ زون‌ها و زیرزون‌ها
- Horizon Mapping: تهیه نقشه سطح عمقی تمام افق‌ها (Depth Surface) که در شکل ۱۱ و ۱۲ نقشه سطح عمقی مربوط به سراسزاند میشان و سرزون بخش شش سازند گچساران به‌عنوان نمونه آورده شده است.
- Isochore Mapping: تهیه‌ی نقشه‌های هم‌ضخامت که در واقع نقشه‌ی ضخامت عمودی واقعی (True Vertical Thickness) واحد مربوطه می‌باشد. سپس با استفاده از داده‌های ایزوکور، نقشه‌های ایزوپیک تهیه گردید، که در (شکل ۱۳ و ۱۴) نقشه ایزوکور و ایزوپیک مربوط به سرزون بخش پنج و بخش یک سازند گچساران به‌عنوان نمونه آورده شده است.
- Horizon operation (adjust): این مرحله به منظور کنترل سازگاری افق‌های تفسیر شده با Well pick انجام می‌شود.

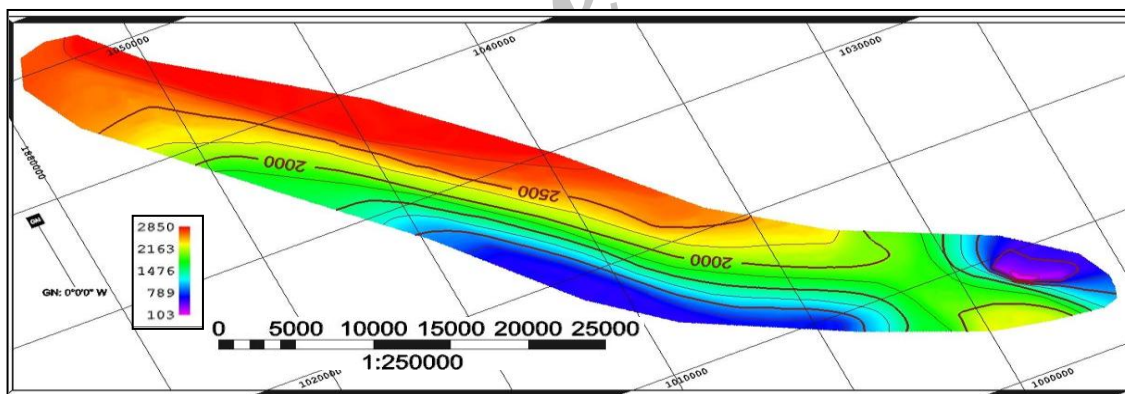
- Stratigraphic Modeling: افق‌های محاسبه‌ای بینابینی مخزن در این مرحله ساخته می‌شوند. در نهایت مدل ساختمانی تهیه شده برای پوش سنگ این میدان توسط یک سری مقاطع عرضی و طولی مورد ارزیابی قرار گرفت که در شکل موقعیت دو تا از مقاطع زده شده نسبت به سراسزاند بخش شش سازند گچساران نشان داده شده است (اشکال ۱۵، ۱۶ و ۱۷)، مقاطع با این هدف تهیه

تجمع هیدروکربورها در مخزن فعالیت می نمود، مسیر مناسبی را برای فرار مواد هیدروکربوری فراهم می ساخت. در بخش جنوب شرقی میدان نیز گسل محدود کننده ای وجود دارد که تغییرات ضخامت در این بخش را باعث شده است. نقش این گسلها در خصوص رفتار مخزن می بایست مورد ارزیابی قرار گیرد. چند لایه ای بودن مخزن آسماری این میدان به همراه سینوسی بودن شکل ساختار آن باعث گردیده که لایه های آهکی فشارهای متفاوتی را تحمل نمایند و در نتیجه خواص گوناگونی از نظر رژیم جریان سیالات در مخزن و شیوه تولید را ایجاد کنند (قلی پور و حقی، ۱۳۶۹)

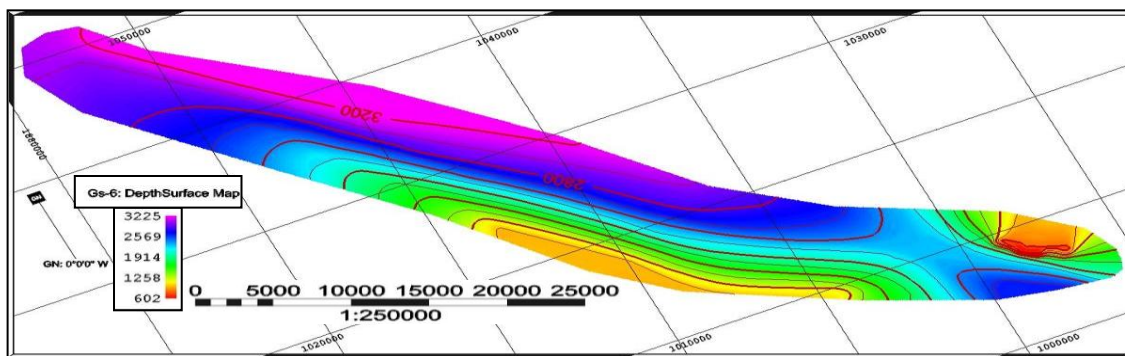
بنابراین زمین شناسان سر چاه باید توجه داشته باشند، چاههایی که احتمالاً در آینده در بخش شمال شرقی میدان حفاری شوند، در اعماق کم به بخش شش سازند گچساران خواهند رسید. عملکرد گسلها نشان دهنده معکوس بودن آنها و بالا آمدگی بخش محوری تاقدیس شده است. به طوریکه قرارگیری بخش شش در اعماق کم در کوهانه (Culmination) شمال شرقی را می توان مستقیماً به عملکرد گسل شمالی و همچنین قرار گیری بخش شش در اعماق زیاد در قسمت جنوبی را می توان مستقیماً به عملکرد گسل جنوبی نسبت داد. اما قدر مسلم این است که فعالیت این گسلها مقدم بر تجمع هیدروکربورها در مخزن آسماری بوده است. زیرا با توجه به پی سنگی بودن این گسلها در میدان مارون (مطیعی، ۱۳۷۲، میرزا قلی پور و حقی، ۱۳۶۹)، اگر این گسل پس از



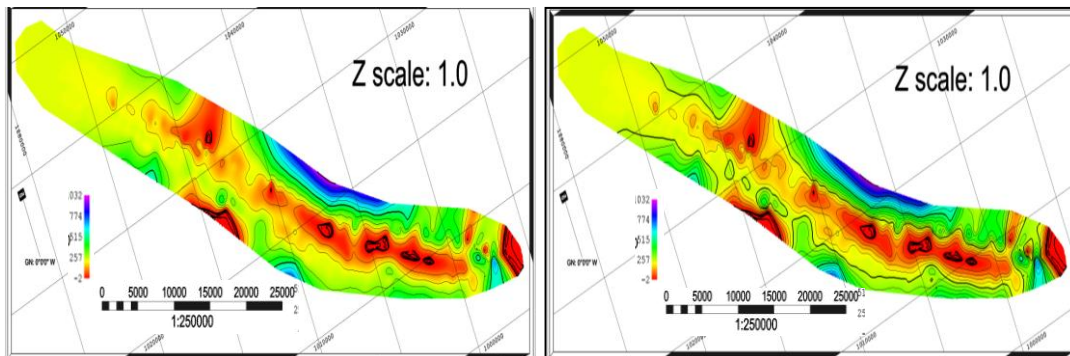
شکل ۱۰. سطوح گسلی گسل های مدل سازی شده میدان نفتی مارون با استفاده از نرم افزار RMS



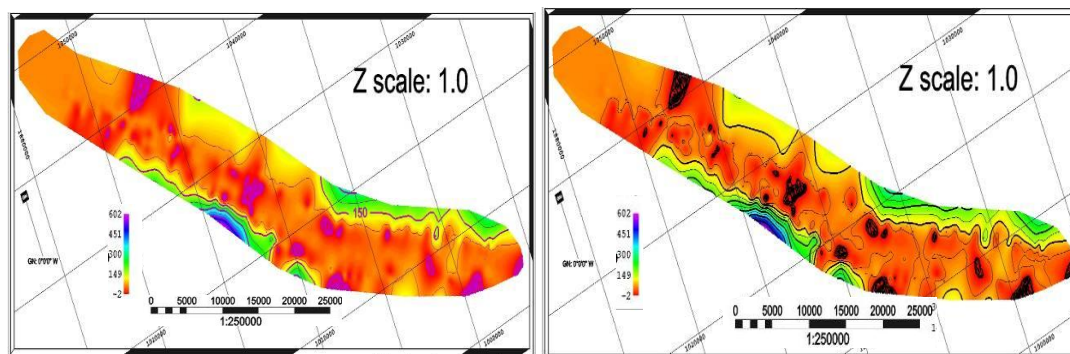
شکل ۱۱- نقشه سطح عمقی (depth Surface) سرسازند میشان در میدان نفتی مارون تهیه شده با روش اسپلاین



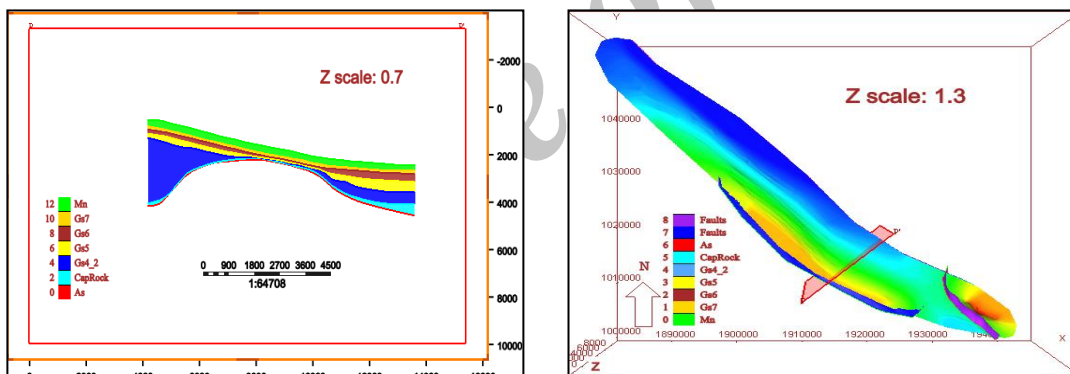
شکل ۱۲- نقشه سطح عمقی (depth Surface) سرزون بخش شش سازند گچساران در میدان نفتی مارون تهیه شده با روش اسپلاین



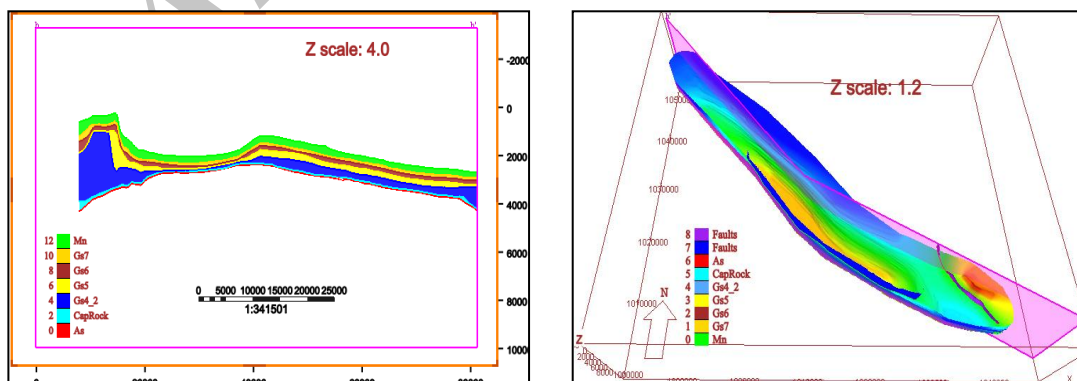
شکل ۱۳. نقشه ایزوکور (سمت راست) و ایزوپک (سمت چپ) بخش پنج سازند گچساران



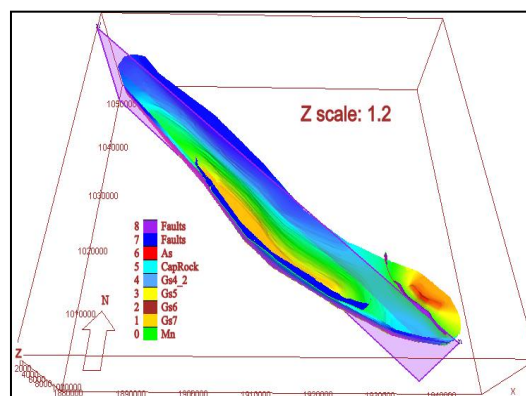
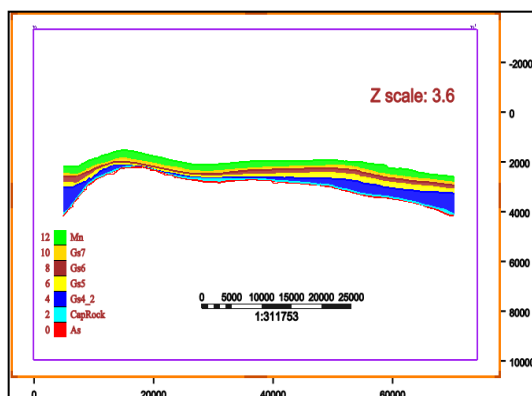
شکل ۱۴. نقشه ایزوکور (سمت راست) و ایزوپک (سمت چپ) بخش یک سازند گچساران



شکل ۱۵. تصویر سه بعدی میدان نفتی مارون و مقطع عرضی ترسیم شده بر آن



شکل ۱۶. تصویر سه بعدی میدان نفتی مارون و مقطع طولی ترسیم شده بر آن



شکل ۱۷. تصویر سه بعدی میدان نفتی مارون در بخش شش سازند گچساران و موقعیت مقطع طولی ترسیم شده

گردیده است. افق‌های ماسه‌ای بدون سیمان و نقش آن بعنوان سطوح نامقاوم، باعث سهولت دگرشکلی ساختمانی بعدی در این میدان شده است. وجود یک گسل امتدادی راستگرد ناحیه‌ای مرتبط با آخرین مرحله عملکرد نیروهای تراکمی در طول یال شمال غربی میدان باعث جدایش ساختار مارون از ساختار رامین گردیده است. میزان و شدت سینوسی بودن ساختار باعث تغییرات متفاوتی در خواص مخزن در بخشهای مختلف گردیده است (قلی پور و حقی، ۱۳۶۹). مطالعه جامع مخزن آسماری توسط شرکت استات اویل (Statoil) (2003) هندسه تاقدیس مارون را متأثر از عملکرد گسل‌های تراستی زیرین و سطوح جدایش (detachment) می‌داند که دارای یک رمپ گسلی با حداکثر شیب ۷۰ درجه است و در سازند آسماری دارای شیب کمتر که در نهایت در سازند گچساران به صفر می‌رسد. بنظر می‌رسد انعطاف‌پذیری فوق‌العاده و چین‌خوردگی ناهماهنگ تبخیری‌های سازند گچساران، نه تنها این گسلها را در خود میرا ساخته، بلکه آنها را به سد مقاومی در برابر هیدروکربورها نیز تبدیل کرده است. بنابراین دلیل اساسی که باعث اختلاف در ضخامت‌های عمودی و چینه شناسی پوش سنگ در میدان نفتی مارون می‌شود گسل شدگی و چین خوردگی محلی است. تغییر ضخامت عمودی در پوش سنگ می‌تواند تابع مستقیم شیب ساختاری و همچنین انحراف چاه از خط قائم باشد. گسل‌شدگی ضخامت عمودی پوش سنگ را تحت تاثیر قرار می‌دهد چین‌خوردگی نیز اثری مشابه دارد.

نتیجه‌گیری

مطالعه مقاطع میکروسکوپی چهار حلقه چاه از این میدان نشان داد که پوش سنگ (بخش یک سازند گچساران) در میدان نفتی مارون بیشتر از رسوبات مارن و انیدریت همراه با مقداری رسوبات کربنات و شیل بی‌تیمینه تشکیل شده است. در پوش سنگ میدان نفتی مارون، اگرچه ضخامت آهک با ضخامت دیگر لیتولوژی‌های موجود (مثل انیدریت) قابل مقایسه نیست، ولی این لایه‌های آهکی بهترین راهنما برای آگاهی از وضعیت حفاری نسبت به مخزن بشمار می‌روند. ویژگیهای بافتی و تغییرات لیتولوژی، محیط مردابی- سبخایی را برای پوش سنگ میدان نفتی مارون پیشنهاد می‌دهد. تغییرات لیتولوژی می‌تواند نشانه تناوب آب و هوای گرم و مرطوب تا گرم و خشک در جریان رسوبگذاری پوش سنگ باشد. توسعه میدان نفتی مارون نیاز به شناخت دقیق تر گسل‌های میدان و چگونگی تاثیر آن‌ها بر روی پوش سنگ، مخزن و رفع ابهامات ساختمانی دارد. به منظور بررسی و شناخت بهتر عملکرد گسل‌های موجود و تاثیر آن‌ها بر روی پوش سنگ، مدل گسلی این میدان ایجاد گردید. بر اساس مطالعه انجام شده مشاهده می‌شود که بیشترین چاه‌ها در مناطق با گسل خوردگی بالا واقع شده‌اند. وجود این گسل‌ها همراه با مکانیزم خاص چین خوردگی و خاصیت پلاستیسیته نمک‌ها سبب شده است که نوسانات زیادی در ضخامت پوش سنگ

میدان مارون در قسمت انتهایی زون ساده چین خورده نزدیک مرز زون چین‌خورده (قطعه عربی) قرار دارد. وجود چنین ساختمان بزرگی آن هم در نزدیک مرز انتهایی منطقه چین خورده جاییکه قدرت نیروی تراکمی به حداقل می‌رسد بیانگر این موضوع می‌تواند باشد که عوامل دیگر علاوه بر کوهزایی در ایجاد چنین تاقدیس نسبتاً عظیمی دخالت داشته است. این میدان دارای جهت شمال‌غربی-جنوب‌شرقی است ولی در انتهای شرقی آن از چاه ۲۴ در یال جنوبی و ۷۲ در یال شمالی در اثر خمش که متعاقب چین خوردگی صورت گرفته است از جهت اصلی خود خارج شده و در جهت شمال‌شرقی-جنوب‌غربی تحت تاثیر نیروهای تراکمی و تبعیت انتهای شرقی مخزن از بالا آمدگی‌های احتمالی قدیمی و ادامه آن تا به امروز ایجاد شده است (قلی پور و حقی، ۱۳۶۹). در میدان مارون به دلیل وقوع دو رخداد مهم تکنونیک به صورت چین خوردگی که آثار اصلی کوهزایی زاگرس می‌باشد و خمش (Bending) که بعدها تحت تاثیر نیروهای تراکمی ایجاد شده و ادامه آن تا به امروز تغییر شیب را در یال‌های این مخزن بسیار متنوع نموده در نتیجه میزان شعاع انحنا در طول ساختمان در مقاطع مختلف با هم متفاوت گردیده است. بدین‌گونه در یال جنوبی شیب ساختمانی بین چاه‌های ۲۴ تا ۳۰ حدود ۷۰ درجه، بین چاه‌های ۳۰ تا ۴۱ حدود ۴۵-۵۰ درجه و بین چاه‌های ۲۴ تا ۳۷ حدود ۴۵-۴۰ درجه که به سمت چاه ۲۴ تا ۵۰ درجه نیز می‌رسد. بنابراین حداکثر بستگی (Closure) ساختمان مارون در انتهای شرقی بین چاه‌های ۲۴ تا ۴۱ در یال جنوبی، ۹ تا ۷۲ در یال شمالی خواهد بود. این میدان یک تاقدیس تقریباً نامتقارن است. که دارای شیب ۴۵ الی ۶۰ درجه در یال جنوب غربی و ۲۵ الی ۴۵ درجه در یال شمال شرقی می‌باشد. همچنین دارای پیچشی در وسط ساختار است و روند میدان تقریباً ۲۰ درجه از جهت N45W در شمال غرب به سمت N65W در جنوب غرب تغییر می‌کند. این حالت می‌تواند ناشی از تاثیر نیروهای تراکمی باشد. این حالت سینوسی چین‌ها می‌تواند در ارتباط با رسوبات شکل پذیر میوسن، عملکرد گسل‌های پی‌سنگی، تغییر جهت بردار حرکتی صفحه عربی نسبت به صفحه ایران و سرانجام حرکت گنبد‌های نمکی باشد که منجر به ایجاد تغییراتی در سیستم و روند چین‌ها شده است (آقانباتی، ۱۳۸۵). بر این اساس تاقدیس مارون یک چین انتشار گسلی (fault-propagation fold) یا چین خمش گسلی محسوب می‌شود (Statoil) (2003). سهم محدوده زمین‌ساختی بر روی این میدان قابل شناسایی و تشخیص می‌باشد که عبارتند از: مرکز میدان که متحمل بیشترین فشار و خمش شده است، محدوده انتهای شرقی که تحت تاثیر خمش نسبتاً ملایم قرار گرفته و محدوده انتهای غربی ساختار که کمترین فشار را متحمل شده است. عملکرد نیروهای تراکمی باعث ایجاد دگرشکلی در محدوده‌های مرکزی و شرقی و همچنین باعث راندگی ساختار آغاچاری بر روی انتهای شرقی ساختار مارون

حاصل می‌تواند به بهبود و کاهش هزینه‌ها در حفاری‌های آبی این میدان و احتمال یافتن تله‌های نفتی ساختمانی در آن کمک نماید.

تشکر و قدردانی

صمیمانه از همکاری اداره زمین شناسی شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب به واسطه همکاری‌های بی‌شائبه در انجام این تحقیق و معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز تشکر می‌شود.

مشاهده شده و عمق ورود به سازند در قسمت‌های مختلف میدان متفاوت باشد و تغییرات ضخامت تقریباً در کل میدان دیده شود. با توجه به مدل گسلی و نقشه خطوط تراز زیرسطحی میدان مارون برای راس بخش شش سازند گچساران در کوهانه شمال شرقی تاقدیس مارون و بخش جنوبی آن، بخش شش در کمترین عمق (۷۵۰ تا ۱۱۰۰ متر) و در کوهانه شمال غربی بخش شش سازند گچساران در بیشترین عمق (۲۸۰۰ تا ۳۳۰۰ متر) قرار گرفته است. نتایج

منابع

- رئیزی، ع.، ۱۳۷۷، مطالعه زمین‌شناسی مخزن آسماری جهرم میدان نرگسی، گزارش شماره پ-۶۱۳۴ گزارش داخلی، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب).
- شایسته، م.، ۱۳۸۱، بررسی علل آلودگی نفت آسماری بوسیله هیدروژن سولفور در بخشی از میدان مارون، گزارش شماره پ-۵۲۰۷، اداره کل زمین‌شناسی گسترشی، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، ۵۲ صفحه.
- شعبانی، ف.، ۱۳۸۷، مدل‌سازی مخزن آسماری میدان نفتی شادگان با استفاده از نرم افزار RMS، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی نفت، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۱۹ صفحه.
- قنوتی، ک.، ۱۳۸۳، مطالعه‌ی زمین‌شناسی مخزن آسماری میدان پاری (تهیه‌ی مدل سه‌بعدی مخزن فوق توسط نرم افزار RMS)، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد مهندسی اکتشاف نفت، دانشگاه تهران.
- مطیعی، ه.، ۱۳۷۲، زمین‌شناسی ایران، چینه‌شناسی زاگرس، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۵۳۶ صفحه.
- قلی پور، م.، ع. حقی، ع.، ۱۳۶۹، مطالعه زمین‌شناسی میدان نفتی مارون، گزارش شماره پ-۴۲۱۰، اداره کل زمین‌شناسی گسترشی، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، ۵۵ صفحه.
- نظری وانانی، ک.، ۱۳۸۷، مدل‌سازی مخزن آسماری میدان نفتی رامین با استفاده از نرم افزار RMS، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی نفت، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۰۳ صفحه.
- Alavi, M., 2004, Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and proforland evolution, American Journal of Sciences, v.304, p.1-20
- Bahrودي, A., and Koyi, H. A., 2004, Tectono-Sedimentary framework of the Gachsaran Formation in the Zagros foreland basin. Marine and Petroleum Geology. Vol. 21, p. 1295-1310.
- Bahrودي, A., and Koyi, H.A., 2004, Tectono-sedimentary framework of the Gachsaran Formation in the Zagros foreland basin, Marine and Petroleum Geology, v. 21, p. 1295-1310
- Baker Hughes INTEQ, 1999, Petroleum geology, Baker Hughes INTEQ publisher, Rev, A. 254p.
- Caers, J., 2005, Geostatistical reservoir modelling using statistical pattern recognition, Journal of Petroleum Science and Engineering, pp. 188-177.
- El-Tabakh. M, Mory. A, Schreiber. B. C, Yasin. R, 2004, Anhydrite cement after dolomitization of shallow marine Silurian carbonate of the Gascoyne platform, Southern Carnarvon basin, Western Australia, Sedimentary Geology, v. 164, p. 75-87.
- Ertekin, T., Abou Kassem, H.J., King, R.G., 2001, Basic Applied Reservoir Simulation, Society of Petroleum Engineers Inc, pp. 1-6
- Fanchi, J.R., 2001, Principles of Applied Reservoir Simulation, Elsevier(USA), pp.1-175
- Holden, L., Mostad, P., Nielsen, B.F., Gjerde, J., Townsend, C., and Ottesen, S., 2003, Stochastic Structural Modeling, J. Mathematical Geology, Vol.35, No 8, pp. 899-914.
- Kaufmann, O., and Martin, T., 2008, 3D geological modelling from boreholes, cross-sections and geological maps, application over former natural gas storages in coal mines, J. Computers & Geosciences, v. 34, pp. 278-290.
- Roxar software solution, 2005, RMS user guide release 7.0.
- Schowalter, T.T., 1976, the mechanics are secondary hydrocarbon migration and entrapment Wyoming Geol. Earth science Bull., 9, 1-43.
- Slinger, F.C.P., 1949, The Aghajari cap rock Gachsaran Formation Member1, AIOC Report No 751 (Unpubl.).
- Stat Oil, 2003, Marun Asmari Full Field Study.
- Tearpark, J. D., Bischk. R. E., 1994, Applied subsurface geological mapping, Prentic Hall Inc. 519P.
- Tucker, M.E., 1999, Sabkha cycles, stacking and controls, Gachsaran) Formation Mesopotamian basin, Iraq, Neues jahrbuch Geologisch and Plaonatologisch Abhandlung, v. 124, p. 45-69
- Usiglio, M. J, 1849, Etudes sur la composition de l, exploitation de l, eau de la Mediterranean et sure l, exploitation des sel quy, elle conteint, in J. Warren, (ed.) 1999, Evaporates. Their evolution and economics, Black well Science, 438P.
- Valcarce, G.Z., Zapata, T., Ansa, A., and Selva, G., 2006, Three-dimensional structural modeling and its application for development of the El Porto ´n field, Argentina, AAPG Bulletin., v.90, no.3, pp. 307-319.
- Warren, J. K, 2006, Evaporites: sediment, resources and hydrocarbons. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1035P.
- Warren, J. K, Kempton. R. H, 1977: Evaporite sedimentology and the origin of evaporate –association Mississippi valley type sulfides in the Cadjebut Mine area, Lenard Shelf, Canning Basin, Western Australia., in Montanez I. P, Gregg J. M, and Shelton. K. L, Basin wide diagenetic patterns: Integrated petrologic, geochemical and hydrologic considerations. SEPM Special Publication 57: 183-205.