

بررسی دلایل مچالگی لوله‌های جداری و تغییرات فشار سازندی زون ۴ بخش ۷ سازند گچساران در میدان نفتی مارون

صفورا هاشمی^{*}، بهمن سلیمانی^۱ و فرخ ناصری کریموند^۲

۱- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲- معاونت زمین‌شناسی گسترشی شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۱۲

چکیده

از جمله مشکلات حفاری در میدان نفتی مارون، مچالگی لوله‌های جداری در زون ۴ از بخش ۷ سازند گچساران این میدان است که در این مقاله، این مشکل از دیدگاه زمین‌شناسی مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا از ۵۰۰ مقطع نازک تهیه‌شده از خرده‌های حفاری افقی‌های مختلف بخش هفت این سازند برای بررسی خصوصیات سنگ‌شناسی، از نمودارهای پرتو گاما، صوتی و نمودارهای ترسیمی سرچاه جهت تهیه چارت‌های تطابق چینه‌ای، شناسایی تغییرات ضخامت، تهیه نقشه هم‌فشار استفاده گردید. مطالعات پتروگرافیکی صورت گرفته نشان داد که لیتولوژی عمده زون ۴ مارون به همراه مقدار اندکی آهک و انیدریت می‌باشد و این مارن‌ها بیش‌ترین نقش را در بروز مچالگی داشته‌اند. با توجه به نقشه هم‌ضخامت تهیه‌شده برای زون ۴ مشخص گردید که این بخش در قسمت شمال غرب در یال جنوبی و در انتهای شرقی میدان بیش‌ترین ضخامت را دارا است. با توجه به نقشه هم‌فشار تهیه‌شده، نقاط پرفشار زون ۴ به‌طور عمده در بخش محوری و در انتهای غربی میدان و تمرکز نقاط کم فشار بیشتر در ناحیه خم‌ش تاقدیس مارون در مرکز و ناحیه شرقی میدان می‌باشد. بنابراین با مقایسه ستون‌های انطباق چینه‌ای و نقشه‌های هم‌فشار می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات فشار سازندی در زون ۴ متأثر از تغییرات ضخامت، لیتولوژی، شکل ساختمان و تنش‌های وارده بر ساختار تاقدیس مارون است.

کلمات کلیدی: سازند گچساران، مچاله شدگی لوله‌های جداری، نقشه‌های هم فشار و هم ضخامت، میدان مارون و فشار سازندی

مقدمه

مواد و نیز مشکلات مربوط به سازند باشد که در این میان لیتولوژی، ترکیب، رفتار ژئومکانیکی و شیمیایی سازند حائز اهمیت است. یکی از مشکلاتی که بعد از حفاری و تکمیل چاه و یا حتی در حین حفاری دیده می‌شود، مچالگی لوله‌های جداری^۱ است.

حفاری چاه‌های نفتی با مشکلات متعددی همراه است که می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی نظیر خطاهای انسانی، پایین بودن کیفیت تجهیزات و

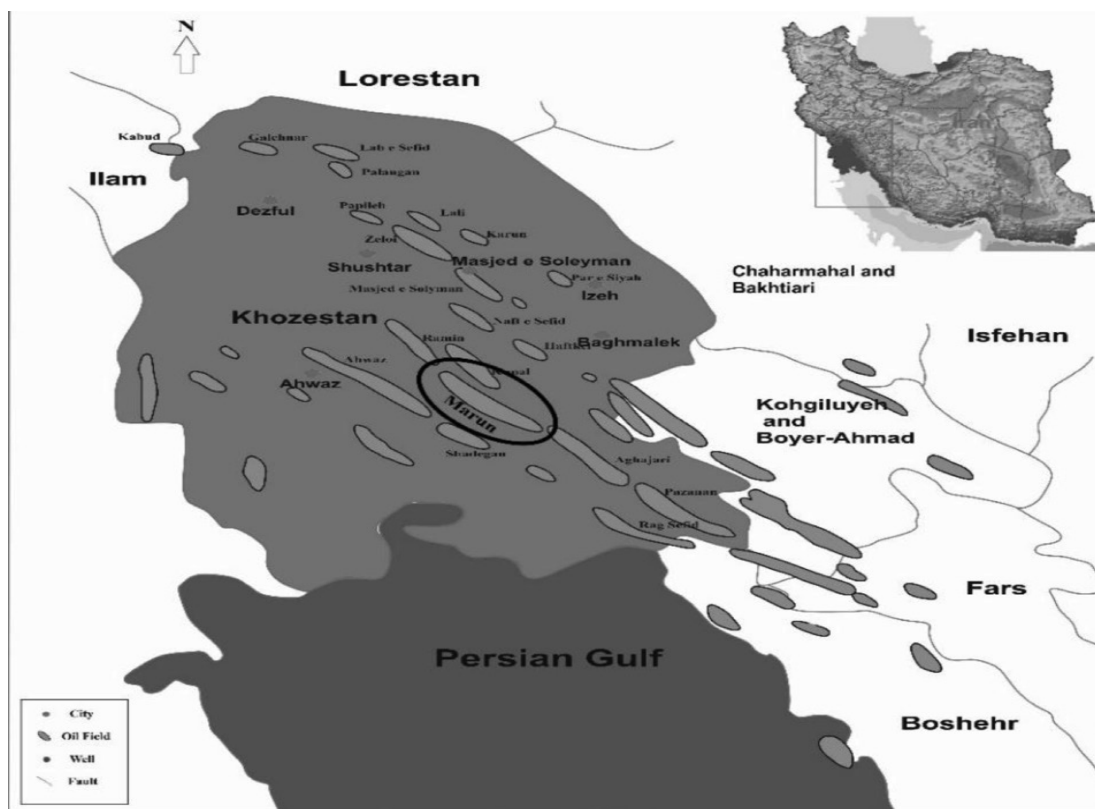
زمین‌شناسی منطقه

میدان نفتی مارون یکی از بزرگ‌ترین میداین نفتی جنوب غرب ایران است که در شمال شرق شهر اهواز و در مجاورت میداین کوپال، آغاجاری، رامین و شادگان واقع است. طول آن ۶۷ km و عرض آن ۷ km بوده و از نظر زمین‌شناسی در بخش شرقی حوضه فروافتادگی دزفول واقع شده است (شکل ۱). این میدان یک تاکدیس 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 تأثیر نیروهای تراکمی و در نتیجه ایجاد حالت سینوسی باشد که این حالت سینوسی چین‌ها می‌تواند در ارتباط با رسوبات شکل‌پذیر میوسن، عملکرد گسل‌های پی سنگی، 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 کلی چین‌ها شده است [۸]. به‌طور کلی تاکدیس مارون یک چین‌دایش گسلی به شمار می‌رود [۱۰ و ۹].

روش مطالعه

برای دستیابی به اهداف مورد نظر، ابتدا با بررسی نمودارهای چاه‌پیمایی اشعه گاما و انطباق آنها با نمودارهای ترسیمی چاه^۱، ضخامت دقیق زون ۴ مربوط به بخش هفت سازند گچساران در میدان مارون مشخص گردید. بررسی‌های پتروگرافی با استفاده از ۵۰۰ مقطع نازک میکروسکوپی که از قسمت‌های مختلف بخش هفت سازند گچساران در میدان مارون تهیه شده‌اند انجام شده است.

لوله‌های جداری لوله‌هایی با آلیاژهای فولادی هستند که جهت جلوگیری از انسداد و فروپاشی دیواره چاه، کنترل فشارهای سازندی، تفکیک مناطق پرفشار و کم فشار و... در داخل چاه رانده شده و به پشت آن‌ها سیمان تزریق می‌گردد. نظر به این‌که دست‌یابی به مخازن آسماری، بنگستان و خامی مستلزم گذر از سازند گچساران است، لذا شناخت نواحی تغییر فشار در این سازند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد [۱]. چرا که برای کنترل این فشارهای کاملاً متفاوت باید از گل حفاری با وزن مناسب استفاده نمود [۲]. عدم تشخیص نقطه مناسب جهت نصب لوله‌های جداری و تغییر نوع گل حفاری ممکن است سبب ریزش دیواره چاه، گیر افتادن لوله‌ها، از دست رفتن چاه، فوران یا انفجار شود. در مطالعه حاضر علل تغییرات فشار سازندی و همچنین دلایل مجالگی لوله‌های جداری در زون ۴ بخش هفت سازند گچساران در میدان نفتی مارون مورد بررسی قرار گرفته است. سازند گچساران (تبخیری‌های میوسن میانی) در فروافتادگی دزفول یک افق جدایشی مهم به شمار می‌رود. بدین معنی که این سازند در نخستین مراحل دگرشکلی در پیشانی زاگرس فعال بوده و نهشته‌های پیش از خود را از نهشته‌های گروه فارس جدا می‌سازد [۳]. در سازند گچساران عواملی از قبیل: سیکلی بودن رسوبات، رسوب‌گذاری در حوضه بسته، منشأ آب محبوس شده در این سازند و اختلاف فشار آب شور در بخش‌های مختلف آن باعث پرفشار شدن این سازند به‌خصوص در فروافتادگی دزفول شده است [۴]. سازند گچساران شامل هفت بخش می‌باشد که بخش هفتم آن به عنوان بخش جداکننده لایه‌های پرفشار زیرین از سازندهای کم‌فشار بالایی (آغاجاری و میشان) عمل می‌کند که این بخش با استفاده از نمودارهای الکتریکی و ستون‌های چینه‌ای به ۵ زون تقسیم می‌شود [۵]. با توجه به شرایط فشاری و لیتولوژیکی سازند گچساران، لوله‌های جداری در بخش‌های ۷ (در آخرین لایه انیدریت این بخش) و ۱ (پوش‌سنگ) این سازند رانده می‌شود [۶].



شکل ۱- موقعیت میدان نفتی مارون نسبت به میادین مجاور در فروافتادگی دزفول [۷].

در آن به وفور دیده می‌شود. علاوه بر این وجود آب‌های شور تحت فشار که ناشی از آب‌های همزاد و آب‌های ناشی از تغییر حالت سولفات‌ها است و وجود چین‌های کوچک و قرارگیری طبقات نازک غیر سولفات‌ها در بین لایه‌های سولفات‌ها بر پرفشار بودن این سازند افزوده است و سبب رانش نمک و مارن به قسمت نقاط کم فشارتر از جمله حفره در حال حفاری می‌گردد [۶].

با توجه به مطالعات پتروگرافیکی صورت گرفته، روشن گردید که زون ۴ این بخش بیشتر از مارن خاکستری به همراه مقدار کمی انیدریت و آهک تشکیل شده است. مارن‌ها رسوبات دانه ریزی هستند که از نسبت‌های مختلف رس و کلسیت تشکیل شده‌اند. در مقاطع مورد مطالعه، مارن‌ها عموماً حاوی حفرات و رگه‌های پر شده با انیدریت، کوارتز یا پیریت بودند. در شکل ۲ تصاویر میکروسکوپی رسوبات مارنی بخش هفت سازند گچساران میدان نفتی مارون نشان داده شده است.

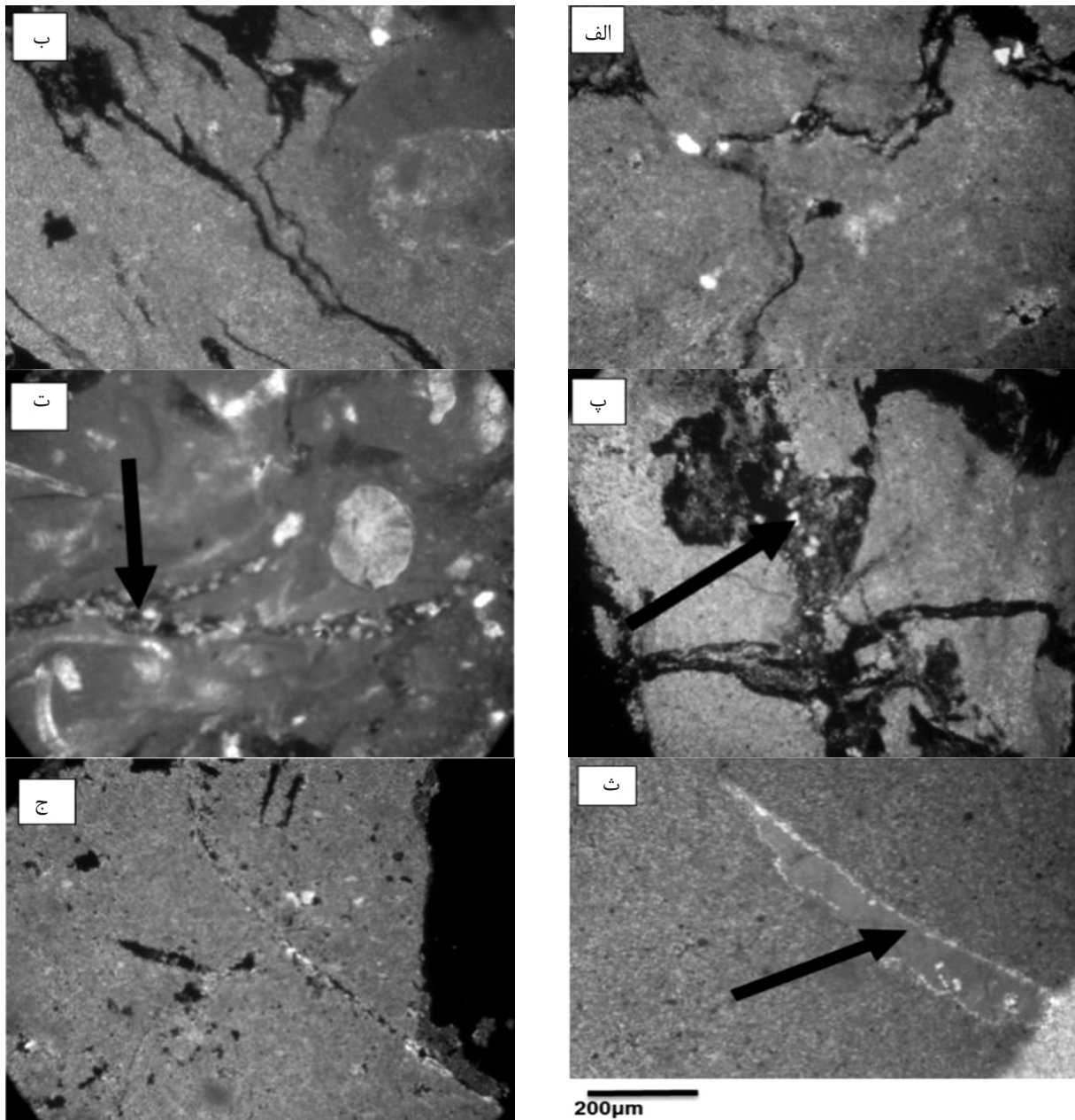
1. Isochore

نمودارهای انطباق چینه‌ای به منظور آگاهی از تحولات سنگ‌شناسی و تغییرات رخساره‌ای با استفاده از نرم‌افزار لاگ پلات ترسیم گردید. برای تهیه نقشه هم ضخامت نیز از عمق سرسازندها (با قرائت از روی نمودارهای چاه‌پیمایی یا نمودارهای ترسیمی سر چاه) استفاده شد که این اطلاعات همراه با مختصات چاه‌ها، وارد محیط نرم‌افزار Surfer 10 شد و پس از شبکه‌بندی اطلاعات، نقشه هم ضخامت ظاهری^۱ مربوط به زون ۴ ترسیم گردید. همچنین در رسم نقشه هم فشار از نرم‌افزار RMS استفاده شد که در آن از داده‌های وزن گل حفاری استفاده گردید.

بحث و بررسی

رابطه لیتولوژی با فشار سازندی

با در نظر گرفتن محیط رسوبی، سیکنی بودن و جنس طبقات تشکیل دهنده، سازند گچساران به‌طور نسبی شکل‌پذیر با خاصیت الاستیکی بالاست که پدیده چین خوردگی، خمش و گسلش



شکل ۲- تصاویر میکروسکوپی رسوبات مارنی بخش هفت سازند گچساران میدان نفتی مارون

انیدریت پر می‌شوند (چاه شماره MN#159، عمق: ۲۵۶۲m) و شکل (ج-۲) ماداستون دولومیتی شده با آثاری از انیدریت و شکستگی (چاه شماره MN#357، عمق: ۲۷۴۸m).

به احتمال زیاد مهم‌ترین عامل تشکیل این مارن‌های خاکستری در محیط‌های کم‌عمق، سیکل‌های رقیق‌شدگی ناشی از ورود گل‌های آهکی و رس از سمت محیط‌های پلاتفرم کم عمق می‌باشد [۱۱].

به‌طوری‌که شکل (۲-الف) مارن با آثاری از انیدریت (چاه شماره MN#177، عمق: ۱۵۰۱m)، شکل (۲-ب) مارن به‌صورت توده‌ای (چاه شماره MN#336، عمق: ۸۵۷m)، شکل (۲-پ) مارن دارای شکستگی که این شکستگی‌ها توسط کوارتز پر شده‌اند (چاه شماره MN#266، عمق: ۲۶۸۴m)، شکل (۲-ت) مارن دارای شکستگی که شکستگی‌ها توسط پیریت پر شده‌اند (چاه شماره MN#۳۶۸، عمق: ۲۸۹۳m)، شکل (۲-ث) مارن با شکستگی‌هایی که به وسیله

که گل در این شرایط از دست می‌دهد اتلاف آب یا هرزروی آب^۲ خوانده می‌شود. در غیر این صورت آن آب‌ها به وسیله مارن‌ها جذب و رس‌ها متورم و بالأخره باعث تنگ شدن دهانه چاه و گیر کردن لوله‌های حفاری می‌شود [۱۲].

رابطه ضخامت با فشار سازندی

نقشه‌های زیر سطحی^۳ یکی از بهترین ابزارها برای حل بسیاری از مسائل زیرسطحی محسوب می‌شوند [۱۳]. با استفاده از این نقشه‌ها می‌توان به وضعیت ساختمان‌های زیرسطحی، شکل هندسی لایه‌ها، تغییرات ضخامت آنها و حتی شناسایی محل تجمع هیدروکربورها پی برد. در این مطالعه به منظور بررسی تغییرات ضخامت زون بخش هفت سازند گچساران در قسمت‌های مختلف میدان نفتی مارون، از نقشه‌های زیرسطحی ضخامت^۴ استفاده گردید. نقشه‌های هم ضخامت، هم در تفسیرهای ساختمانی و هم در تفاسیر چینه‌ای بسیار سودمند بوده و شامل نقشه‌های هم ضخامت ظاهری و نقشه‌های هم ضخامت حقیقی^۵ می‌باشند. طبق تعریف، یک نقشه ایزوکور نقشه‌ای است که ضخامت‌های حفاری شده سازندها را بدون در نظر گرفتن ضخامت حقیقی چینه‌ای، توسط کنتورهایی نمایش می‌دهد. ضخامت حفاری شده، تابع شیب لایه‌ها و جهت حفاری است. چنانچه لایه‌ها شیب‌دار باشند و یا حفاری به صورت جهت‌دار انجام شود، ضخامت حفاری شده با ضخامت حقیقی لایه تفاوت خواهد داشت. البته در مواردی که شیب لایه‌ها کمتر از ۱۰ درجه باشد، اختلاف این دو نوع ضخامت قابل چشم‌پوشی است [۱۳]. بنابراین برای تهیه نقشه ایزوکور در زون ۴ از عمق سر سازندها (با قرائت از روی نمودارهای چاه‌پیمایی یا نمودارهای

بر اثر افزایش فشار و دما، ژئوپیس آب هیدراته در میان خود را رها ساخته و تبدیل به بازانیت می‌شود و در دما و فشار بالاتر تبدیل به انیدریت (CaSO_4) خواهد شد. انیدریت یک سنگ تبخیری، ناتراوا و چگال است و می‌تواند فشار غیرعادی در لایه زیرین خود را حفظ نماید. از طرفی مارن‌ها و رس‌ها بر اثر دیانز مقدار زیادی آب به همراه نمک‌های مختلف از دست می‌دهند. وجود طبقات ناتراوا و چگالی همچون انیدریت از سویی مانع از خروج این آب مازاد در سنگ شده و نیز از سوی دیگر با تبدیل شدن ژئوپیس به انیدریت سبب تقویت آب مازاد خواهد شد. همین دو عامل جدا از فعال بودن منطقه مورد بررسی از لحاظ تکتونیکی کافی است تا فشار در خلل و فرج سنگ‌های مارنی و رسی به صورت غیرعادی زیاد باشد.

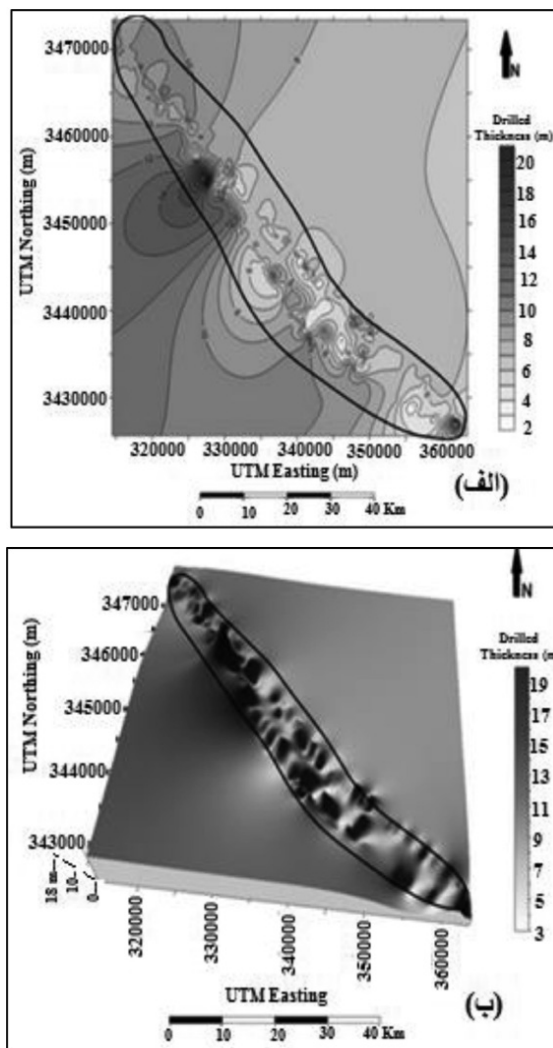
مسئله عمق هم در ایجاد فشار غیرعادی در طبقات ساختمانی مجزا از طبقات بالایی خود بی‌تأثیر نیست. سازند گچساران از لایه‌های ضخیم انیدریت تشکیل شده است که به صورت طبقاتی ناتراوا ارتباط لایه‌های مارنی و آهکی را در اعماق از سایر بخش‌های بالاتر خود قطع می‌کند این عمل باعث می‌شود ارتباط سیال در مارن‌ها از ارتباط سیالات سایر بخش‌ها قطع شود و همین امر باعث شده تا فشار منفذی به جای آن که به فشار هیدرواستاتیک ستون سیال بستگی داشته باشد بیشتر تحت تأثیر فشار طبقات و وزن طبقات سنگی رویین خود باشد. همچنین در زمان حفاری سازندهای مارنی اگر pH گل حفاری کمتر از ۹ باشد و به حالت اسیدی نزدیک شود و یا بیش از حد قلیایی باشد ترکیبات آهک مارن‌ها حل گردیده و ذرات رسی مارن موجب افزایش جامدات گل شده و گراندروی و وزن گل را افزایش می‌دهد [۱۲]. از سوی دیگر بدنه چاه به صورت فیلتر عمل می‌نماید و چون گل‌های پایه آبی حاوی مقادیری مواد جامد غیر محلول هستند لذا در اثر فشار ستون گل - آب به درون دیواره چاه نفوذ می‌نماید و مواد جامد به صورت یک قشر گل کیک^۱ بر دیوار چاه باقی می‌ماند. مقدار آبی را

1. Mud Cake
2. Water Losse
3. Subsurface Maps
4. Thickness Maps
5. Isopach Maps

رابطه ساختار تاقدیس مارون با فشار سازندی

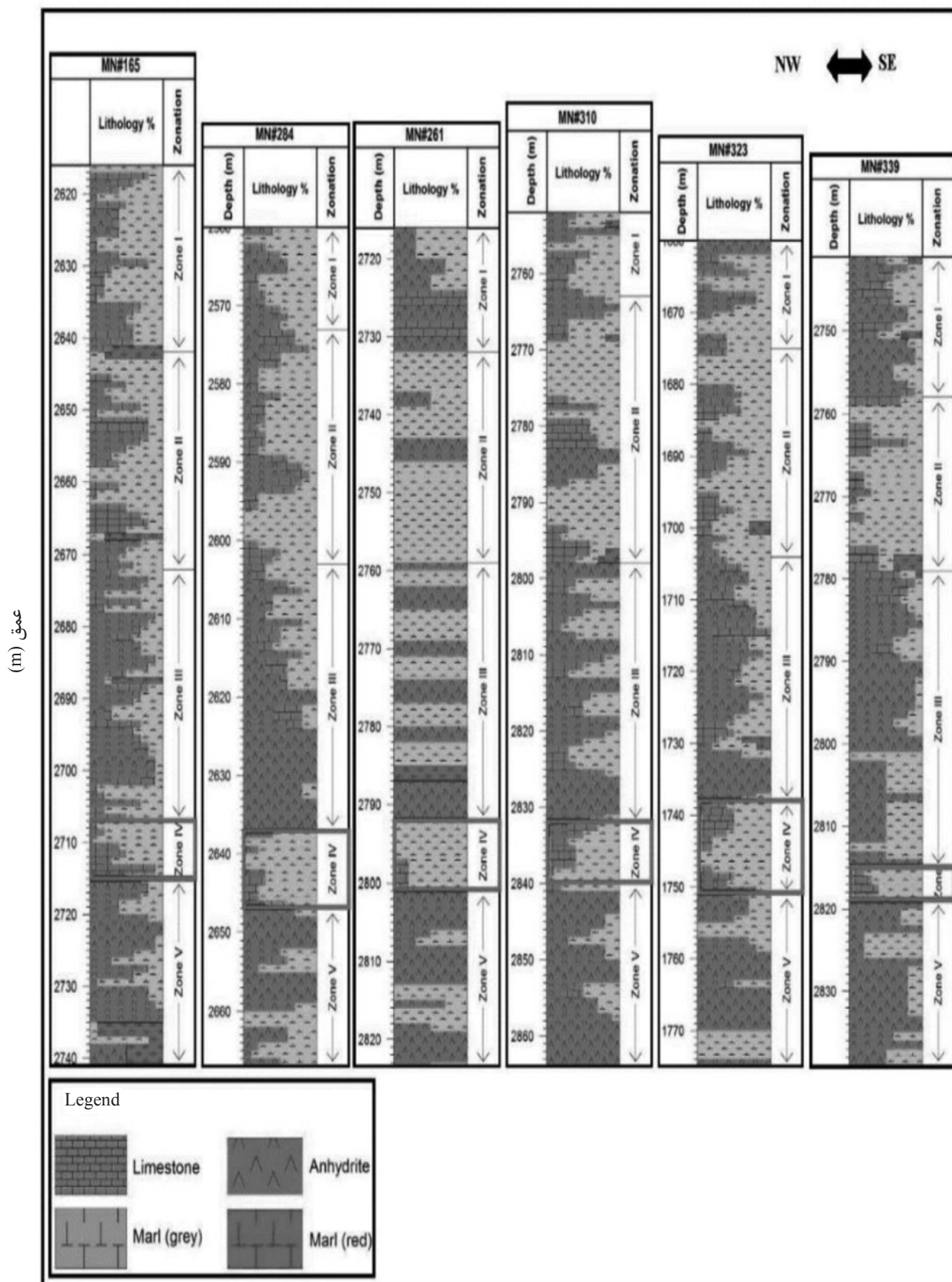
در میدان مارون مکانیسم چین‌خوردگی ترکیبی از چین‌خوردگی خمشی- لغزشی و چین‌خوردگی با سطح خنثی است به عبارتی تاقدیس زیرسطحی مارون را می‌توان یک چین مرتبط با گسل راندگی^۱ و از نوع جدایشی گسل^۲ یا جدایشی انتقالی نام‌گذاری کرد [۱۴]. در این میدان عملکرد نیروهای تکتیکی تراکمی باعث ایجاد دگرشکلی در محدوده‌های مرکز میدان شده و انتهای شرقی آن را متحمل خمش نسبتاً ملایم نموده است. همچنین این نیروها باعث راندگی ساختمان آجاجاری بر روی انتهای جنوب شرقی ساختمان مارون گردیده است (شکل ۶).

ترسیمی سرچاه) استفاده گردید. براساس نقشه ایزوکور تهیه‌شده، زون ۴ در بخش شمال غرب در یال جنوبی و در انتهای شرقی میدان بیش‌ترین ضخامت را دارد و میانگین ضخامت در این زون ۸ m می‌باشد (شکل ۳). ستون‌های انطباق چین‌های که تحولات سنگ‌شناسی و تغییرات رخساره‌ای لایه‌ها در زیرزمین را نشان می‌دهد برای مناطق پرفشار و کم فشار زون ۴ ترسیم گردید (شکل‌های ۴ و ۵). با مقایسه ستون‌های انطباق چین‌های و نقشه‌های هم فشار روشن گردید که رابطه مستقیمی بین مناطق پرفشار زون ۴ و مناطق با ضخامت بالای این زون وجود دارد.

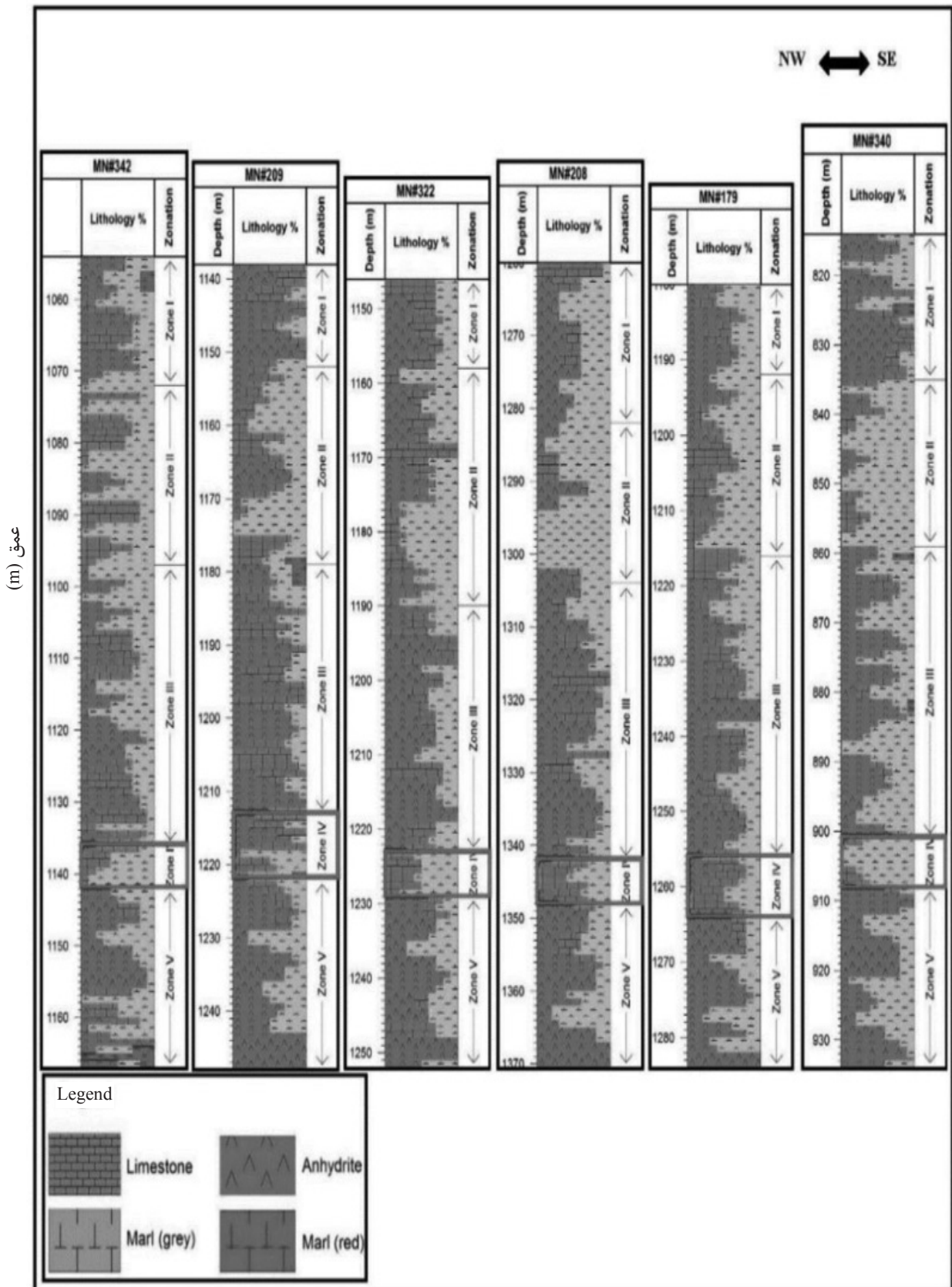


شکل ۳- نقشه ایزوکور زون ۴ بخش ۷ سازند گچساران میدان مارون، الف- مدل دوبعدی ب- مدل سه‌بعدی

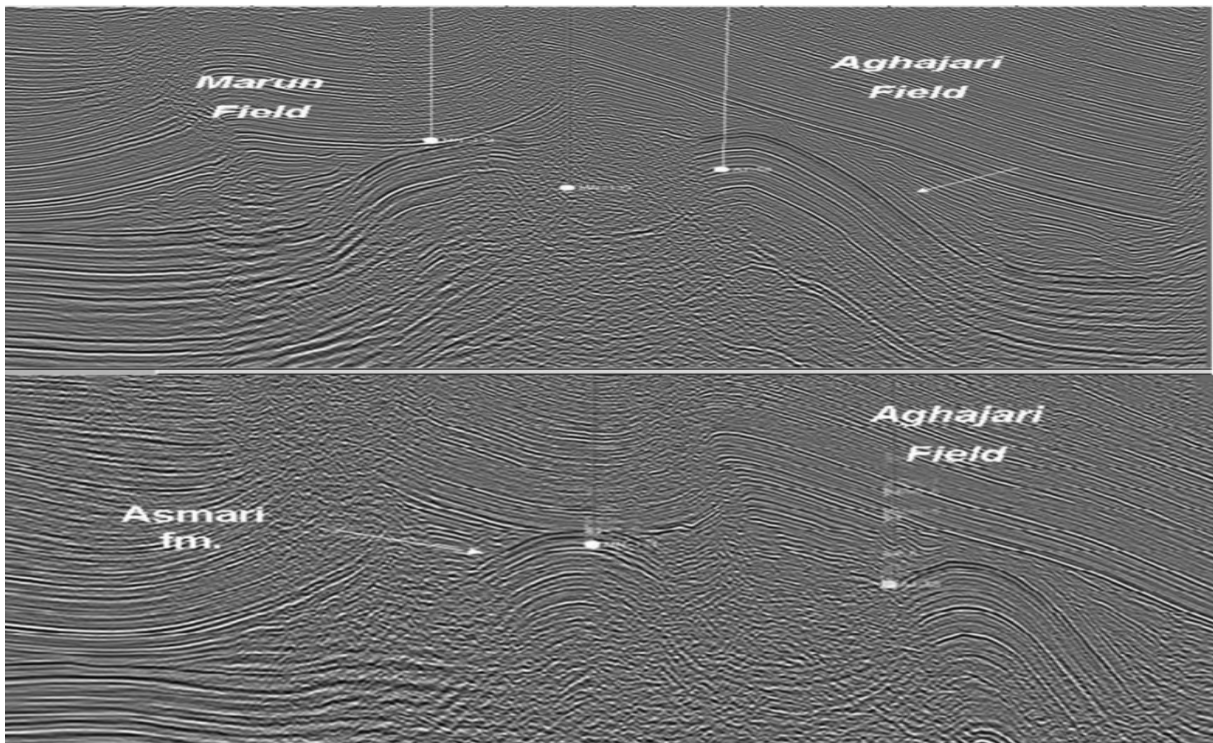
1. Thrust Fault Related Fold
2. Faulted Detachment Fold



شکل ۴- ستون چینه‌شناسی تطابقی ۶ چاه با فشار بالا مربوط به زون ۴ بخش ۷ گچساران



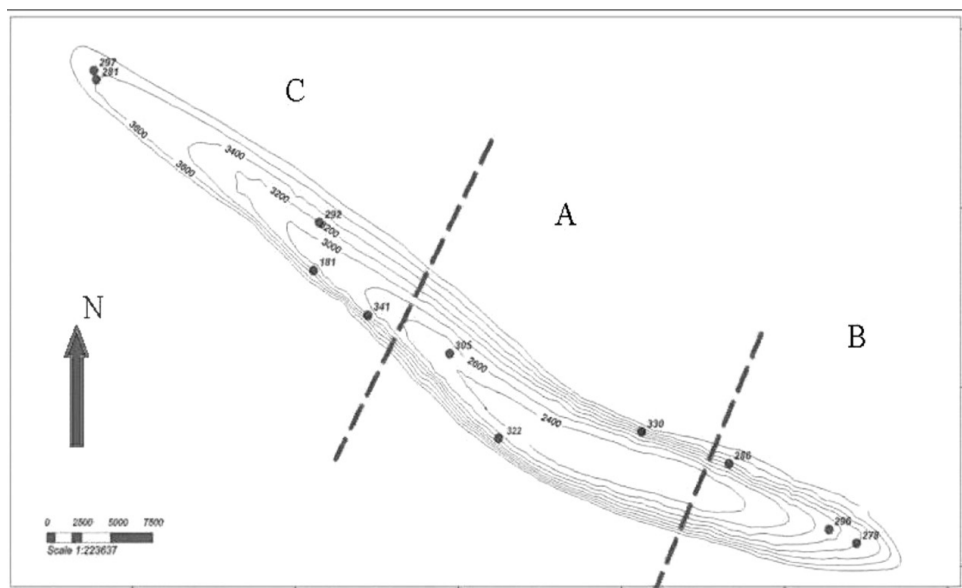
شکل ۵- ستون چینه‌شناسی تطابقی ۶ چاه با فشار پایین مربوط به زون ۴ بخش ۷ گچساران



شکل ۶- نمایش مقاطع لرزه‌ای سه بعدی از بخش شرقی میدان مارون. تراست شدگی تاقدیس آغاچاری بر روی انتهای شمال شرقی ساختمان مارون مشخص شده است [۱۵].

محدوده B در انتهای شرقی واقع شده است و تحت تأثیر خمش نسبتاً ملایم قرار گرفته و محدوده C در انتهای غربی ساختار کم‌ترین فشارش را متحمل شده‌اند (شکل ۷).

براین اساس سه محدوده زمین ساختی بر روی این میدان قابل شناسایی و تشخیص می‌باشد که عبارتند از: محدوده A در مرکز میدان قرار دارد و متحمل بیش‌ترین فشارش و خمش شده است،

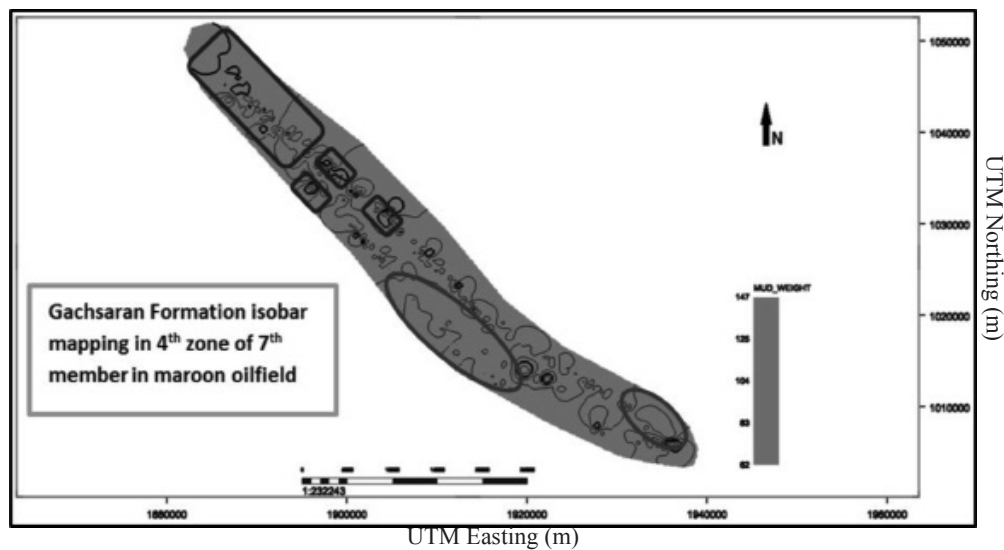


شکل ۷- نقشه زیرزمینی سازند آسماری میدان مارون و نمایش مناطق A, B و C با حداکثر دگرشکلی، [۱۵].

با استفاده از نیمرخ‌های عرضی موازنه‌شده میدان مارون، کوتاه‌شدگی ساختاری مرتبط با چین‌خوردگی در شمال غربی ساختار میزان کوتاه‌شدگی ۷/۱۵٪ و در بخش‌های مرکزی ۱۹/۵٪ و در جنوب شرق ۱۱٪ است. در نتیجه بیش‌ترین جابه‌جایی در بخش‌های مرکزی چین دیده می‌شود که به سمت شمال غرب و جنوب شرق از میان می‌رود [۱۷].

با توجه به نقشه هم فشار، تهیه‌شده برای زون ۴ نیز مشخص گردید که نقاط پرفشار این زون به طور عمده در بخش محوری و در انتهای غربی میدان واقع شده‌اند و مناطق با فشار پایین بیشتر در محل خمش تاقدیس در مرکز و در انتهای شرقی میدان مارون واقع شده‌اند که نشان‌دهنده نقش شکستگی‌ها در کاهش فشار در این محل‌ها می‌باشد (شکل ۸). همچنین حرکات تکتونیکی می‌تواند آرایش دانه‌ها و اسکلت سنگ را دست‌خوش تغییر نموده نهایتاً موجب افزایش فشار تخلخل شود و لذا فشار سیال درون سازندی نیز تغییر می‌کند و افزایش می‌یابد.

امتداد حداقل تنش وارده بر میدان نیز در جهت NW-SE می‌باشد [۱۶]. از طرفی با توجه به محیط رسوبی و سیکی بودن طبقات و جنس تشکیل‌دهنده سازند گچساران (مارن، کربنات، انیدریت و نمک) این سازند به‌طور نسبی شکل‌پذیر و با خاصیت الاستیکی بالاست. طبق یکی از اصول علم تکتونیک هرگاه طبقه‌ای ناپایدار (پلاستیک) بین دو طبقه مقاوم قرار گیرد به‌ازاء هر چین ایجاد شده در طبقات مقاوم، چین‌های متعددی در طبقات ناپایدار ایجاد می‌شود که معمولاً هیچ‌گونه هماهنگی و هارمونی با چین‌های ایجاد شده در لایه‌های مقاوم بالایی و پایینی ندارد. بنابراین سازند گچساران که به واسطه داشتن لایه‌های نمک و مارن به‌طور نسبی سازند پلاستیکی است، به‌طور طبیعی نسبت به طبقات مقاوم (آسماری در قسمت زیرین و سازند میشان و آغاچاری در قسمت بالا) چین‌خوردگی بیشتری را پیدا نموده است. از طرفی خود سازند گچساران نیز از طبقات با میزان پلاستیسیته متفاوت تشکیل گردیده است. بنابراین قرار گرفتن طبقات نمکی و مارنی ناپایدار بین طبقات انیدریتی نسبتاً مقاوم این پدیده را تشدید نموده و موجب ایجاد چین‌های بسیار کوچک و متعدد در این سازند می‌گردد [۴].



شکل ۸- نقشه ایزوبار (هم فشار) زون ۴ بخش ۷ سازند گچساران میدان نفتی مارون؛ خطوط پررنگ نواحی با فشار بالا، خطوط کم رنگ نواحی با فشار پایین

نتیجه گیری

سنگی رویین خود باشد. همچنین براساس نقشه ایزوکور تهیه شده، زون ۴ در بخش شمال غرب در یال جنوبی و در انتهای شرقی میدان بیشترین ضخامت را دارد (میانگین ضخامت ۸ m).

بررسی نقشه هم فشار زون ۴ آشکار نمود که در محل خمش تاقدیس در مرکز و در انتهای شرقی میدان، چاه‌های با فشار پایین و در بخش محوری و در انتهای غربی میدان (با لیتولوژی عمده مارن تا ۰.۷۳) چاه‌های با فشار بالا قرار دارند که این تغییرات فشار متأثر از عملکرد نیروهای تکتونیکی تراکمی و شکستگی‌های ایجاد شده در ساختار تاقدیس مارون می‌باشد.

تشکر و قدردانی

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

مطالعات پتروگرافیکی زون ۴ بخش ۷ سازند گچساران نشان داد که این زون بیشتر از مارن به همراه مقداری آهک و انیدریت تشکیل شده است. این مارن‌ها، آب‌های همزاد و آب حاصل از تغییر حالت سولفات را در خود نگه داشته و در نتیجه این آب‌های تحت فشار سبب رانش مارن به نقاط کم فشارتر از جمله حفره در حال حفاری می‌گردد. با توجه به ستون‌های انطباق چینه‌ای و نقشه خطوط هم عمق زیرزمینی سر سازند آسماری، چاه‌های دماغه غربی در اعماق پایین‌تری به مخزن رسیده‌اند و به عبارتی نسبت به شرق میدان، بیش‌ترین بار رسوبی را نشان می‌دهند. بنابراین لایه‌های ضخیم انیدریت به‌عنوان طبقات ناتراوا، ارتباط لایه‌های مارنی و آهکی را در اعماق از سایر بخش‌های بالاتر خود قطع می‌کنند. این عمل باعث می‌شود تا فشار منفذی به جای آنکه به فشار هیدرواستاتیک ستون سیال بستگی داشته باشد بیشتر تحت تأثیر فشار طبقات و وزن طبقات

منابع

- [۱]. صیرفیان ع، زمین‌شناسی نفت، مرکز نشر سمر، چاپ اول، ۴۰۰ صفحه، ۱۳۸۶.
- [2]. Chilingar G. V., Serebrykov V. A., and Robertson Jr. J., "Origin and prediction of abnormal formation pressures," Elsevier Science, First Edition, p. 373, 2002.
- [3]. Colman Sadd S. P., "Fold development in Zagros simply folded belt, Southwest Iran," The American Association of Petroleum Geologist Bulletin, Vol. 62, pp. 984-1003, 1978.
- [۴]. جعفری الف، "بررسی علل و منشأ نشت لوله‌های جداری/آستری پوش سنگ در قسمت غربی میدان مارون"، گزارش پ-۵۰۱۳، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، اهواز، ۱۳۸۰.
- [۵]. حاجب ر، "بررسی چینه‌شناسی بخش هفتم سازند گچساران"، گزارش پ-۳۸۸۳، اداره کل زمین‌شناسی گسترشی (اداره عملیات)، اهواز، ۱۳۶۳.
- [۶]. کریمی م. ر، شیخ‌زاده ح. و صفاری ح، "بررسی علل مچالگی لوله‌های جداری میدان نفتی مارون"، بیست و پنجمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ایران، ۱۳۸۵.
- [۷]. موقعیت جغرافیایی میادین نفتی/گازی، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، مقیاس ۱:۲۰۰۰۰۰۰، ۱۳۸۸.
- [۸]. آقابات‌ی ع، "زمین‌شناسی ایران"، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صفحه ۵۸۶، ۱۳۸۳.
- [9]. Mitra S., "Structural models of faulted detachment folds," AAPG Bulletin, Vol. 86, pp. 671-693, 2002.

- [10]. Mitra S., "A unified kinematic model for the evolution of detachment folds," *Journal of Structural Geology*, Vol. 25, pp. 1659-1673, 2003.
- [11]. Reboulet S., Mattioli E., Pittet B., Baudin F., Olivero D., and Proux O., "Ammonoid and nannoplankton abundance in Valanginian early Cretaceous limestone-marl successions from the Southeast France Basin: carbonate dilution or productivity," *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Vol. 201, pp. 113-139, 2003.
- [۱۲]. امیری بختیار ح، سرشوق ع. و ادیبی الف، "اصول مهندسی حفاری برای مهندسیین نفت و زمین‌شناسی،" انتشارات تراوا، چاپ اول، صفحه ۲۵۶، ۱۳۸۹.
- [13]. Richard H., and Groshong J. R., "3-D structural geology, a practical guide to quantitative surface and subsurface map interpretation," Second Edition, Springer Publications, p. 399, 2006.
- [14]. Barker S. N. and Speers R. G., "Marun Asmari Reservoir high permeability system," *OSCO Report*, No. 3401, 1978.
- [15]. Intera Petroleum Technologies L. T. d., Marun Field Study, ISBN 91-554-5621-9, 1992.
- [۱۶]. امیری بختیار ح، "گزارش تجزیه و تحلیل ساختمانی مخزن آسماری میدان مارون،" گزارش پ-۶۲۸۱، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، اهواز، ۱۳۸۷.
- [۱۷]. آرین م. و محمدیان ر، "تحلیل شکستگی‌های مخزن آسماری میدان نفتی مارون (زاگرس)،" *مجله علوم زمین*، شماره ۷۸، صفحات ۸۷-۹۶، ۱۳۸۹.