



جریان‌های پرفشار کم‌عمق، مخاطره زمین‌شناسی جدی در حفاری‌های آب عمیق دریای خزر

اکتشاف ذخایر هیدروکربوری در آب‌های عمیق همواره با مخاطرات خاص و منحصر به فرد خود همراه است به طوری که اگر تیم اکتشافی، مهارت، تجربه و آمادگی لازم در خصوص مواجهه با آن‌ها را کسب نکند، منجر به توقف در حفاری اکتشافی، تحمیل هزینه‌های اضافی و در مواردی بی‌نتیجه ماندن فرآیند اکتشاف می‌گردد. یکی از مهمترین و شایع‌ترین این مخاطرات، جریان‌های پرفشار کم‌عمق^۱ است که وقوع آن در حین حفاری اکتشافی در نقاط متعددی از جهان گزارش شده و در مواردی سبب بروز خسارت‌های مالی جبران‌ناپذیر گردیده است.

وقوع این پدیده در حین حفاری اکتشافی بخش عمیق دریای خزر (آب‌های ایران) نیز به دفعات مشاهده و ثبت گردیده و حتی در چند مورد سبب توقف حفاری و متروکه شدن حفره راهنما^۲ شده است. به عبارتی ساده‌تر، یکی از چالش‌های مهم و اساسی در اکتشاف و تولید ذخایر هیدروکربوری دریای خزر وقوع این پدیده است. لذا، ضرورت دارد در ایران به‌عنوان کشور صاحب فن‌آوری در عرصه اکتشاف ذخایر هیدروکربوری آب‌های عمیق، مطالعه‌ای جامع جهت شناخت کامل این معضل و به‌کارگیری راهکارهای لازم جهت مقابله با آن صورت گیرد. در این مقاله که با هدف آشنایی بیشتر خوانندگان با این پدیده و معضلات پیش‌روی آن در اکتشاف ذخایر هیدروکربوری قسمت‌های عمیق دریای خزر نگاشته شده است، به نگاهی اجمالی درباره چگونگی، عوامل وقوع و ارتباط آن با سه پدیده‌ی هیدرات‌گازی، گل‌فشان‌های زیر دریایی و فشار غیرعادی سازندی پرداخته شده است. در این تحقیق، مشخص گردید ارتباط مستقیمی بین جریان دریایی پرفشار کم‌عمق و سه فاکتور مذکور وجود دارد.

واژگان کلیدی

جریان پرفشار کم‌عمق، هیدرات‌گازی، گل‌فشان زیر دریایی، فشار غیرعادی سازندی، مخاطرات زمین‌شناسی آب عمیق

مقدمه

جریان پرفشار کم‌عمق به جریان‌های آبی موجود در لایه‌های تحت فشار زیر بستر دریا اطلاق می‌گردد که در طی عملیات حفاری، پس از برخورد مته به زون سیال، به صورت ناگهانی در یک بازه زمانی با تولید مقدار زیادی آب در طول مسیر حفاری همراه است و به سمت بالا (سطح زمین) جریان می‌یابد. معمولاً این جریان‌ها در حفاری اکتشافی تا اعماق حدود ۵۰۰ متر از کف بستر ایجاد می‌گردد. ولی از آنجایی که زون حاوی آن، ارتباط نزدیکی با بستر دریا دارد،

هزینه‌های اضافی و متروکه شدن چاه می‌شود. معمولاً وقوع این جریان با تخلیه نهشته‌های رسوبی زون سیال همراه است و از آنجایی که بیشتر، لایه‌های ماسه‌ای مستعد وجود چنین جریانی هستند، لذا، در اکثر موارد، خروج آب به‌همراه فراوان ذرات ماسه‌سنگ و سیلتستون در زمان وقوع آن گزارش گردیده است. به همین جهت، اصطلاحاً به آن جریان ماسه‌ای نیز می‌گویند.

از نکات قابل توجه در خصوص پدیده مذکور، زمان وقوع آن است، به طوری که

لذا جهت معرفی آن از واژه "Shallow" به معنای کم‌عمق استفاده می‌کنند. شایان ذکر اینکه، به دلیل فوران آب‌نمک در بخش ۴ سازند گچساران در جنوب و جنوب‌غرب ایران، بعضاً پدیده‌ای به نام "Salt Water Flow" به وقوع می‌پیوندد که مخفف آن SWF بوده و به علت شبیه‌سازی با جریان‌های پرفشار دریایی اشتباه گرفته می‌شود (بحرینی-۱۳۹۳). لازم به ذکر است، در موارد حاد وقوع این پدیده، خسارات سنگین به تأسیسات حفاری وارد گردیده و باعث توقف عملیات، تحمیل

*نویسندهٔ عهده‌دار مکاتبات (hyuo1358@gmail.com)

این جریان در اکثر موارد، پس از عبور مته حفاری از زون سیال به وقوع می‌پیوندد و در لحظه رسیدن مته به زون مورد نظر، جریانی حادث نمی‌گردد.

به همین جهت، پیش‌بینی زمان وقوع آن به راحتی میسر نیست و این عامل نیز به نوبه خود بر پیچیدگی‌های مقابله با این مخاطره زمین‌شناسی افزوده است. جریان‌های پرفشار کم‌عمق در نقاط مختلفی از جهان گزارش شده‌اند که از آن جمله می‌توان به خلیج مکزیک (با ۷۴ حلقه چاه دریایی که فقط ۳۴ درصد آن‌ها با مشکلات مرتبط با این پدیده مواجه نشده‌اند)، غرب آفریقا، غرب اسکاتلند، آب‌های جنوب شرقی آسیا، دریای نروژ، دریای شمال و حوضه خزر اشاره کرد که در خلیج مکزیک به میزان تقریبی ۲ میلیون دلار هزینه اضافه در هر چاه جهت مقابله با خطر حاصل از وقوع این پدیده در نظر گرفته می‌شود. [۳] (Bob, A., Harry, H., 2006).

در متون علمی و مقالات تخصصی مرتبط با صنعت نفت، مکانیسم‌های زیادی جهت علل وقوع چنین جریان‌هایی ارائه گردیده است. اما از آنجایی که در حوضه خزر جنوبی فقط برخی از این عوامل فعال بوده و نقش به‌سزایی در وقوع این جریان‌ها دارند، لذا در این مقاله به ذکر چرایی و چگونگی عوامل مرتبط با این حوضه پرداخته می‌شود و از بررسی سایر عوامل خودداری می‌گردد. بر این اساس، از مهمترین دلایل وقوع جریان‌های پرفشار دریایی می‌توان به سه عامل هیدرات گازی، گل‌فشان و فشار غیرعادی سازند اشاره نمود؛

هیدرات گازی به ساختمان بلورین متشکل از مولکول‌های آب و گاز اطلاق می‌گردد که شبکه آن در دما و فشار خاصی پایدار است (دمای پایین و فشار بالا). حال در صورتی که بر اثر حفاری و یا حرکات تکتونیکی این شرایط تغییر نماید، ساختار مذکور از هم پاشیده شده و تمایل به افزایش حجم پیدا

می‌کند که در نتیجه آن، منطقه پرفشاری ایجاد می‌گردد. در این حالت، سیال تولیدی از فروپاشی ساختار هیدرات گازی به دلیل تمایل به افزایش حجم در منطقه پرفشار از محل چاه اکتشافی حفر شده فوران نموده و باعث وقوع جریان پرفشار دریایی می‌گردد. [۳] (Bob, A., Harry, H., 2006).

گل‌فشان‌ها نیز با ایجاد مناطق پرفشار در اعماق زمین، پتانسیل ایجاد چنین جریان‌های پرفشاری را دارند با این تفاوت که گازهای موجود در آن محصول فروپاشی ساختار بلورین نیست، بلکه از نوع گازهای هیدروکربن داری است که به همراه رسوبات دانه‌ریز سازندهای نرم، در اعماق زمین محبوس گردیده و تمایل به بالا آمدن و خروج از سطح زمین را دارد. اگر به هر دلیلی پتانسیل مذکور نتواند به سطح زمین راه پیدا کند، به صورت منطقه‌ای پرفشار در اعماق باقی مانده و در حین حفاری‌های اکتشافی پس از برخورد مته به زون مذکور، فوران سیالات موجود در آن صورت می‌پذیرد که نتیجه آن، وقوع جریان پرفشار کم‌عمق است [۱۱]. (Milkov, A. V., 2000).

در فشار غیرعادی سازندی که تحلیل مکانیسم آن در بخش مربوطه ارائه می‌گردد، یک واحد سنگی تراوا (نظیر ماسه‌سنگ) که حاوی مقادیر زیادی سیال (به‌ویژه آب) است در میان لایه‌های ناتراوای دانه‌ریز محصور گردیده و بر اثر فشار وزن طبقات فوقانی منطقه پرفشاری ایجاد کرده که در نتیجه، سیال موجود در آن محبوس می‌گردد و نمی‌تواند به صورت آزادانه به سمت دیگر واحدهای سنگی جریان یابد. در این شرایط، بر اثر ورود مته حفاری به زون مذکور، سیال تحت فشار به منطقه کم‌فشار جریان می‌یابد و به دلیل حرکت ناگهانی و سریع سیال به حفره چاه اکتشافی با فوران همراه خواهد بود. [۱۴] (Subhashis, M., 2002).

در ادامه، جزئیات مکانیسم هر یک از عوامل فوق مورد بررسی قرار گرفته و سپس،

به تحلیل ارتباط آن‌ها با پدیده مذکور در محل چاه اکتشافی سردار جنگل در حوضه خزر جنوبی پرداخته می‌شود.

۱- هیدرات گازی

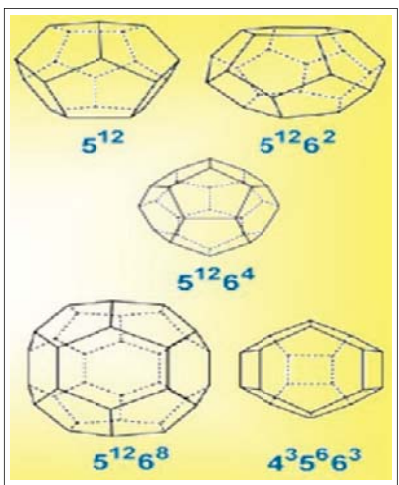
به بلورهای متشکل از ملکول‌های آب و گاز اطلاق می‌گردد که در آن، به ازای هر ملکول گاز، بیش از ۵ ملکول آب وجود دارد (Sloan, E.D, Max, D., 1998) [۱۳] و در طبیعت به سه شکل ساختمانی زیر مشاهده می‌شوند:

ساختار I: به صورت مکعبی شکل با شعاع ساختمانی ۱۲ آنگستروم که به ازای هر ۴۶ مولکول آب موجود، دو سر آزاد جهت پیوند با ملکول گاز وجود دارد.

ساختار II: به صورت مکعبی شکل با شعاع ساختمانی ۱۷/۳ آنگستروم که به ازای هر ۱۳۶ مولکول آب موجود، فقط یک سر



۱ | تصاعد هیدرات گازی از بستر دریا

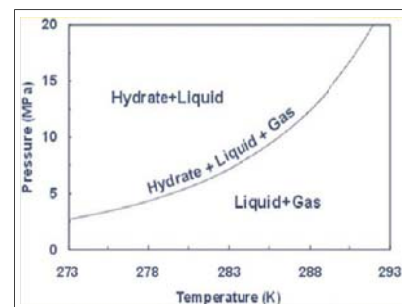


۲ | انواع ساختار بلورین هیدرات گازی [۴] (Bollavaram, P., Sloan, J.R., 2001)



آزاد جهت پیوند با ملکول گاز وجود دارد. [۴] (Bollavaram, P., Sloan, J.R.-2001). ساختار H: به شکل هشت وجهی^۳ با شعاع ساختمانی ۱۰/۱۷ آنگستروم که به ازای هر ۳۴ مولکول آب موجود دو سر آزاد جهت پیوند با مولکول گاز وجود دارد. [۷]. (Khokhar, A. A., Sloan, E.D.-2001) مطابق شکل ۳-۳، هیدرات گازی در شرایط فشار زیاد و درجه حرارت پایین تشکیل می شود. در صورتی که هر یک از این شرایط برقرار نباشد، ملکول های آب و گاز جدای از یکدیگر خواهند بود و بلور هیدرات گازی تشکیل نخواهد شد. با توجه به آنچه گفته شد، در رسوبات نزدیک به بستر دریا های ژرف که در آن، میزان فشار زیاد و درجه حرارت، پایین است، در صورت بالا بودن میزان تخلخل و تراوایی نهشته های زون سیال، شرایط لازم برای تشکیل هیدرات گازی مهیاست. این شرایط، بیشتر برای رسوبات ماسه ای نزدیک به بستر آب های مناطق عمیق قابل مشاهده است.

مطالعات صورت گرفته بر روی هیدرات گازی نشان دهنده این است که در ساختمان بلورین آن ها میزان قابل توجهی آب شیرین به دام افتاده است و اگر این ساختار تجزیه گردد، حجم زیادی مولکول آزاد آب (که نشأت گرفته از آب های شیرین است) تولید می شود. این مطلب با شرایط تشکیل رسوبات



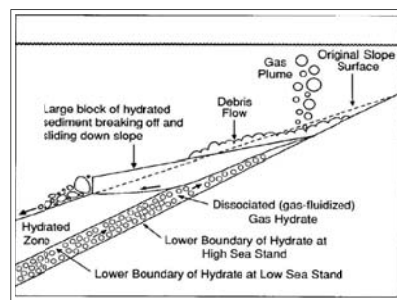
شکل ۳ | شرایط تشکیل و پایداری هیدرات گازی

یک حوضه رسوب گذاری که آب های هم منشاء آن دارای میزان نمک برابر یا بیشتر از آب دریاست، در تناقض است. لذا جهت تفسیر این پیچیدگی، دو پیش فرض مطرح است: [۳] (Bob, A., Harry, H.-2006).

الف) رسوبات رودخانه ای تحت تأثیر جریان های سریع، به صورت توده ای حمل شده و در این میان، آب های شیرین را در داخل خود به دام انداخته و آن ها را به محیط دریایی حمل کرده اند.

ب) مجموعه آب های شیرین سفره های آب زیرزمینی از بخش ساحلی و خشکی تا بخش دریایی گسترش یافته اند که البته این پیش فرض مورد قبول عموم کارشناسان نفتی قرار نگرفته است.

برای تجزیه هیدرات گازی، لازم است، ساختمان بلورین آن در معرض تغییرات محیطی از جمله افزایش حرارت، کاهش فشار یا هر دو عامل قرار گیرد. لذا، دلایل وقوع جریان های پرفشار کم عمق مرتبط با تجزیه هیدرات گازی را می توان به صورت افزایش حرارت یا کاهش فشار در زون هیدراتی به دلیل حفر چاه تفسیر نمود. [۳] (Bob, A., Harry, H.-2006) زیرا در طول زمان حفاری، چرخه ی گرم گل حفاری، دمای سازند در زون هیدراتی را بالا برده و سبب تجزیه آن می گردد. در برخی موارد، مدت زمان لازم جهت فرآیندهای مذکور که سبب بالا رفتن درجه حرارت سازند



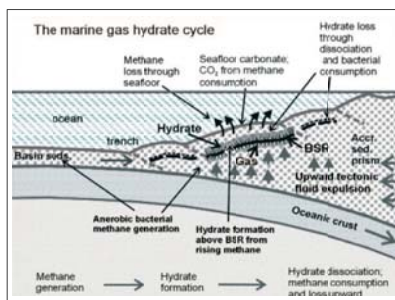
شکل ۴ | محیط های تشکیل هیدرات گازی (Melver, R.D.-1982) [9]

تا نقطه تجزیه هیدرات می گردد، افزایش می یابد. این مطلب، گویای این واقعیت است که چرا تا موقعی که متعده حفاری از زون جریانی عبور نکند، وقوع جریان پرفشار کم عمق آغاز نمی گردد.

۲- گل فشان

پدیده گل فشان به بیرون آمدن گل شل و آبکی به همراه مواد و گازهای هیدروکربن دار از مناطق کم ژرفا به سطح گفته می شود. [۱۱] (Milkov, A. V.-2000). گل فشان ها اکثراً بر اثر در آمیختن فشارهای زمین ساختی، فرونشینی سریع رسوبات و فروانش پسته قاره ای به زیر پوسته اقیانوسی رخ می دهد. خاستگاه پدیده گل فشان با مناطق

فروانش حوزه های نفتی حاشیه و سواحل دریاها و اقیانوس ها و گسل ها ارتباط تنگاتنگ دارد و معمولاً در سازندهایی به وجود می آید که به دوران مزوزوئیک و سنوزوئیک (کرتاسه - پالئوسن) تعلق دارند و مواد آن ها عمدتاً دانه ریز در حد رس و سیلت همراه با گازهایی نظیر متان و مشتقات هیدروکربور و انیدرید کربنیک است. کانون گل فشان ها در اعماق بر اثر تحت فشار قرار گرفتن رسوبات دانه ریز به وجود می آید. گل به وجود آمده در اعماق به کمک گازهای فرار تشکیل شده تمایل دارد به سمت سطح زمین حرکت کند و در حین جریان، ضمن اعمال فشار به سنگ های اطراف مسیر خود،



شکل ۵ | چرخه هیدرات گازی در دریا (Melver, R.D.-1982) [9]

مقداری از آن‌ها را خرد می‌کند. در این حالت، کانون گل‌فشان شیبه بعب عمل می‌کند. مایع و گازهای گل‌فشان به دلیل حرارت زیادشان احتمالاً به اعماق ۵۰۰ متر و بیشتر تعلق دارند و تا به سطح زمین برسند از درجه حرارتشان کاسته شده و به حدود ۱۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسند.

بیش از ۵۰ درصد از گل‌فشان‌های جهان در حوضه خزر و اطراف شهر باکو در کشور آذربایجان واقع شده است. ایران نیز دارای تعداد زیادی گل‌فشان است که اکثر آن‌ها در استان گلستان قرار داشته (گل‌فشان‌های نفتلیچه و گارنی آریخ تپه) و برخی از آن‌ها نیز در منطقه عمیق دریای خزر وجود دارند. (Simon, A., Stewart, J., 2006) [۱۲]

گل‌فشان‌های مذکور با منطقه سوبسیدانس، و حوضه نفتی دریای خزر ارتباط دارد. این گل‌فشان‌ها حالت دیابیری داشته و مرتبط با گسل‌ها هستند و ضمن بالا آمدن از بین درزه‌ها و شکاف‌ها، به دیواره آن‌ها فشار زیادی وارد می‌کنند. بدین ترتیب مایع اشباع شده از گاز به صورت قطراتی روی سطوح ظاهر می‌شود. با پایین افتادن فشار، مایع تحت فشار روی سطوح رسوبات به طرف تاج دیابیر هدایت می‌شود. این فرآیند به طور پیوسته در طول فعالیت در درزه‌ها و شکاف‌ها ادامه دارد و مقدار گاز تزریق شده در یک فوران به صدها میلیون متر مکعب می‌رسد. هرچند که وجود گل‌فشان می‌تواند نشانه‌ای از وجود مواد هیدروکربوری باشد، ولی نقطه منفی جهت حفاری‌های اکتشافی محسوب می‌شود. زیرا سبب جریان یافتن ذرات دانه‌ریز به سمت سطوح فوقانی شده و سبب افزایش ریسک حفاری به همراه افزایش هزینه‌های ناشی از خسارات احتمالی می‌گردد.

۳- فشار غیرعادی سازندی^۴

جهت درک بهتر این موضوع لازم است، در ابتدا مفهوم فشار سازندی تشریح گردد

که بر طبق تعریف، به فشار سیال داخل منافذ و فضاهای متخلخل سنگ‌های رسوبی اطلاق می‌گردد.

به عبارت دیگر، سیال درون لایه‌های رسوبی به دلیل فشار ناشی از وزن طبقات فوقانی، تحت تأثیر تراکم و فشردگی قرار می‌گیرند که این، به نوبه خود، باعث ایجاد دو نوع فشار عادی و غیرعادی سازندی در سنگ‌های رسوبی طبقات زیرین می‌گردد. این عامل با افزایش عمق، ارتباط مستقیم دارد.

مطابق شکل - ۸، در صورتی که شیب فشار سازند برابر با شیب فشار آب همراه باشد، فشار سازندی ایجاد شده از نوع عادی است و میزان شیب آن، برابر 0.465 psi/ft می‌باشد. ولی اگر این شیب غیر از 0.465 psi/ft باشد، فشار سازندی از نوع غیرعادی خواهد بود که در چنین شرایطی دو حالت زیر محتمل است:

الف - میزان فشار به وجود آمده کمتر از فشار نرمال باشد که به این سازندها، کم‌فشار اطلاق می‌گردد و مشخصه آن در حین حفاری‌های اکتشافی، هرزروی گل حفاری در درون آن‌هاست.

ب- میزان فشار به وجود آمده بیش از فشار نرمال باشد که در این حالت، سازندهای پرفشار ایجاد می‌گردند و بارزترین مشخصه آن، ورود سیال به سازند به داخل چاه و فوران آن است. زیرا فشار سازند از فشار ستون گل داخل چاه بیشتر است که در

نتیجه، باعث ایجاد جریان از جداره‌های چاه به سمت حفره آن می‌گردد. در صورتی که لایه‌های رسوبی غیر نفتی باشد، نوع سیال ورودی، آب‌نمک است و در صورت وجود لایه‌های هیدروکربوری مخزنی، سیال ورودی از نوع نفت و گاز است.

لازم به توضیح است که ارتباط موضوع مورد بحث (فشار غیرعادی سازند) با وقوع پدیده جریان پرفشار کم عمق، مرتبط با نوع دوم (سازند پرفشار) بوده و عموماً در آب‌های با اعماق بیش از ۴۵۰ متر و با نرخ رسوب گذاری بالا تشکیل می‌گردد. مکانسیم شکل‌گیری آن به این صورت است که در چنین حوضه‌هایی، در یک برهه زمانی کوتاه، حجم زیادی از رسوبات نرم و گسسته دارای تخلخل زیاد نهشته می‌شوند و سیالات سازندی در فضای متخلخل آن قرار می‌گیرند. حال در صورتی که این لایه در میان نهشته‌های ناتراوای شیلی-مادستونی (که با نرخ رسوب گذاری پایین تشکیل می‌شوند) قرار گیرد، علاوه بر اینکه سیال موجود در آن نمی‌تواند به صورت آزادانه به بخش‌های با قابلیت تراوایی کمتر منتشر گردد، به دلیل تأثیر وزن طبقات فوقانی بر روی لایه مذکور، منجر به افزایش فشار آب سازندی آن نیز می‌گردد.

در چنین شرایطی که لایه‌ها تحت فشار همه‌جانبه هستند، در حین حفاری و پس از رسیدن به لایه مذکور، میزان خطرپذیری^۵ وقوع جریان پرفشار دریایی مرتبط با فشار



۷ گل‌فشان گارنی آریخ تپه واقع در استان گلستان [۱۰] (Mousavi, M., 1383)



۶ گل‌فشان دریایی در خلیج مکزیک. [۵] (Huseynov, D., 2004)



سازندی (از نوع پر فشار) افزایش می یابد. شایان ذکر است دو عامل نرخ بالای رسوب گذاری و فشار غیرعادی سازندی از جمله خصوصیات منحصر به فرد حوضه خزر جنوبی است که می تواند در چگونگی تفسیر وقوع پدیده جریان پر فشار دریایی نقش به سزایی ایفا نماید.

۴- بررسی علل وقوع جریان پر فشار کم عمق در موقعیت چاه اکتشافی سردار جنگل - ۱

مطابق جدول ۱- وجود جریان همراه با ماسه از عمق ۸۵۰ متر به پایین، در محل چاه اکتشافی مذکور گزارش گردیده است. لازم به توضیح است که شدت جریان ارتباط مستقیم با عمق حفاری داشته و با افزایش عمق، بر میزان شدت نیز افزوده می شود. جهت بررسی دلایل وقوع این پدیده، ارتباط سه عامل هیدرات گازی، گل فشان و فشار غیرعادی سازندی با ایجاد جریان ماسه ای مد نظر قرار گرفت:

۴-۱- وجود هیدرات گازی

شکل ۱۲ بیانگر شرایط پایداری هیدرات گازی در شرایط فشار و حرارت مناسب است که منطقه زرد رنگ موجود در آن محدوده تشکیل هیدرات گازی در زیر سطح بستر دریا را نشان می دهد. همان گونه که در تصویر مشخص است، بر اساس اطلاعات به دست آمده از عمق و درجه حرارت زون های جریانی، با پلات کردن آن در نمودار مذکور، کلیه نقاط (به رنگ بنفش) در محدوده شرایط تشکیل هیدرات گازی قرار گرفته اند. بر این اساس، ارتباط بین پدیده مذکور و هیدرات گازی محتمل است.

شایان ذکر است در این خصوص، دستگاه ربات زیر دریایی^۶ نیز تصاویری از حباب های مربوط به اعماق زیاد را در حین عملیات حفاری ثبت و ضبط نموده که این امر ممکن است شواهدی بر وجود هیدرات

گازی در زون های جریانی باشد.

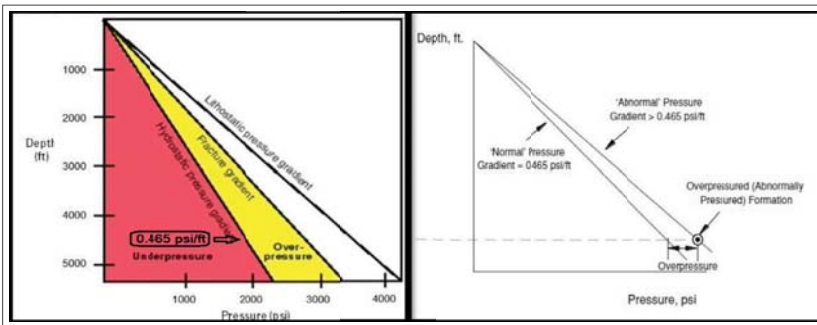
۴-۲- تأثیر گل فشان

بر مبنای مطالعات لرزه ای صورت گرفته

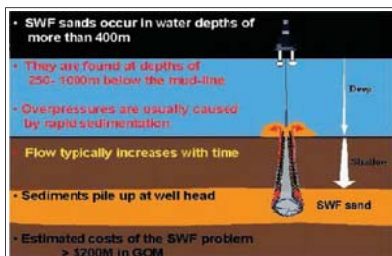
از ساختار زمین شناسی منطقه اکتشافی و تفسیرهای مرتبط با آن، ساختمان های قارچی شکلی مشخص می شوند که وجه مشخصه آن، کاهش قدرت بازگشت امواج^۷

۱ | زون های جریانی چاه سردار جنگل- ۱ و خصوصیات آن ها

شماره	عمق از میز دوار	درجه حرارت	شدت جریان
۱	۸۵۴/۵ - ۸۶۰	۱۴	کم
۲	۸۸۴ - ۸۸۷	۱۴	قابل توجه
۳	۸۹۲ - ۸۹۷	۱۴	متوسط
۴	۹۱۵ - ۹۱۷	۱۳	کم
۵	۹۳۷ - ۹۳۹	۱۴	خیلی زیاد
۶	۹۴۱ - ۹۴۳	۱۴	زیاد
۷	۹۴۵ - ۹۴۸	۱۴	زیاد
۸	۹۴۹ - ۹۵۴	۱۴	خیلی زیاد
۹	۹۵۸ - ۹۵۹/۵	۱۴	زیاد
۱۰	۹۷۱ - ۹۷۸	۱۴	خیلی زیاد
۱۱	۹۸۳ - ۹۸۶	۱۴	خیلی زیاد
۱۲	۱۰۲۸ - ۱۰۳۳	۱۴	خیلی زیاد

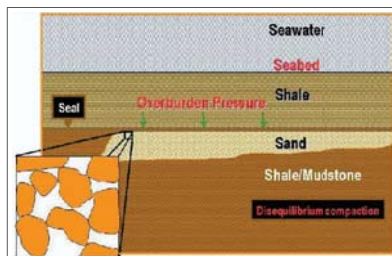


۸ | محدوده فشار عادی و غیرعادی سازندی [۱۳] (Schlumberger Chart - 2009)



۱۰ | وقوع جریان پر فشار دریایی پس از حفر زون پر فشار

[14] (Subhashis, M.- 2002)



۹ | مکانیسم سازندی جریان های پر فشار دریایی (ماسه ای)

[۱۴] (Subhashis, M.- 2002)

در خطوط لرزه‌ای است و می‌تواند بیانگر وجود گل‌فشان در منطقه مذکور باشد. لازم به توضیح است گل‌فشان‌های حوضه خزر در مقاطع سطح‌الارضی (اکثراً استان گلستان) و همچنین در زیر بستر دریا فراوان است. یکی از مهمترین دلایل فراوانی آن‌ها، ترکیب لیتولوژی سازنده‌های حوضه خزری است که عمدتاً از میزان زیاد رس و مارن تشکیل شده است. و با سیالاتی نظیر گاز و آب ترکیب شده، با انرژی زیاد به سمت بالا جریان می‌یابد. [۱] (موسوی روح بخش، م-۱۳۸۰).

همان‌گونه که در شکل-۱۳ مشاهده می‌گردد، در سمت راست چاه اکتشافی، آثاری از وجود پتانسیل گلفشانی وسیع (که محدوده آن با دایره مشخص گردیده است) به چشم می‌خورد.

از آنجایی که ترکیب سازنده‌های منطقه مذکور نیز رسی - مارنی است، باتوجه به فشار سازندی، در ترکیب با سیال‌های گازی در قالب زون‌های جریان پرفشار به سمت کف بستر جریان می‌یابند که این جریان با آزاد کردن مقدار زیادی انرژی، سبب

گسله شدن لایه‌های مجاور می‌شود. در نتیجه، می‌توان احتمال منشاء گل‌فشان برای جریان‌های پرفشار کم‌عمق را نیز متصور شد.

۴-۳- فشار سازندی

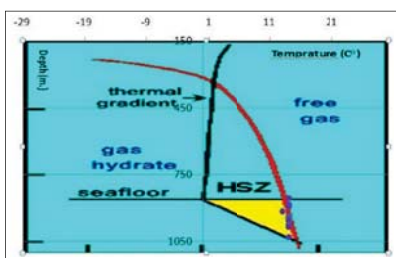
معمولاً فشار سازندی به‌عنوان عامل ثانویه، کمک‌شایانی به وقوع سایر پدیده‌های مورد بحث (هیدرات‌گازی و گلفشان) می‌کند و احتمال تأثیر مستقیم آن در وقوع جریان‌های ماسه‌ای کمتر است. اما از دیدگاه بعضی از کارشناسان نفتی شرکت نفت خزر، این عامل به‌صورت مستقیم تأثیر به‌سزایی در وقوع چنین جریان‌هایی دارد.

تأثیر مستقیم فشار سازندی در وقوع جریان ماسه‌ای زمانی مورد توجه قرار می‌گیرد که علاوه بر سرعت زیاد رسوب‌گذاری و فرونشینی کف حوضه^۸، لایه ماسه‌های تراوا و حاوی آب سازندی در بین لایه‌های ناتراوای رس و مارن قرار گرفته و محبوس می‌شود. در این حالت، به دلیل نرخ سریع رسوب‌گذاری که منجر به فشار نهشته‌های بالایی بر روی طبقات زیرین می‌گردد، در

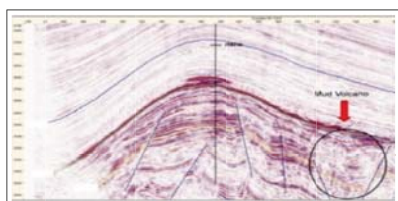
صورت ورود مته حفاری به لایه‌های ماسه‌ای تحت فشار، ماسه به همراه سیال موجود به سمت بالا جریان می‌یابد. از آنجایی که میزان سوپرسیدانس دریای خزر بسیار زیاد بوده و در محل حفاری چاه مورد نظر چنین ترکیب لیتولوژی وجود دارد، لذا ارتباط فشار سازندی و لایه‌های تحت فشار با وقوع جریان پرفشار کم‌عمق محتمل است. [۲] (Amini, A. Mousavi, R., 2012).

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه وقوع پدیده جریان پرفشار کم‌عمق سبب تحمیل هزینه‌های فراوان در حین عملیات حفاری می‌شود و همچنین با در نظر گرفتن این نکته که وقوع آن در چندین مورد حفاری‌های اکتشافی خزر سبب متروکه شدن حفرات راهنما گردیده است، لذا شناخت عوامل موثر بر آن جهت بررسی راهکار مناسب برای مقابله با این پدیده ضروری به نظر می‌رسد. در صورتی که عامل اصلی این پدیده هیدرات‌گازی در نظر گرفته شود، جهت مهار جریان لازم است دو عامل فشار و



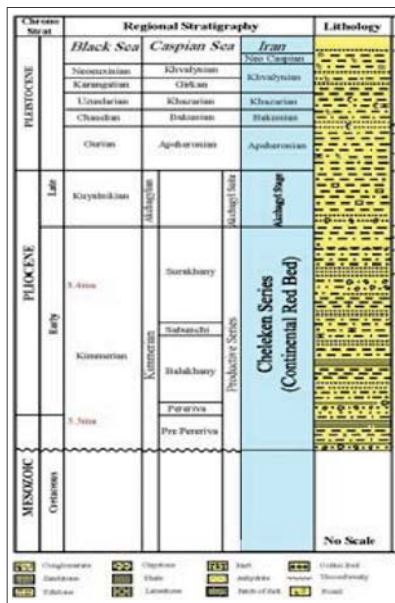
شکل ۱۲ | نمایش نقاط زون‌های جریان‌های بر روی نمودار شرایط تشکیل هیدرات [۶] (Katz, D. L. -1959)



شکل ۱۳ | موقعیت گلفشان بر روی خطوط لرزه‌ای چاه سردار جنگل-۱



شکل ۱۴ | مراحل وقوع جریان‌های ماسه‌ای در چاه اکتشافی سردار جنگل - ۱ که توسط دستگاه ربات زیر دریایی "ROV" ثبت شده است



شکل ۱۴ | ستون چینه نگاری چاه سردار چاه سردار جنگل-۱

موفقی را تضمین کند و در صورتی که عامل اصلی، فشار سازندی باشد، با تجدیدنظر در زمان گذاشتن پوشش جداری در لایه‌های پرخطر، می‌توان تا حدودی تأثیر این جریان را کمتر نمود و ریسک حفاری را کاهش داد.

لذا، جهت دستیابی به این مهم لازم است مطالعات جامعی در خصوص جریان‌های ماسه‌ای انجام داد که اهم بررسی‌ها شامل مطالعه ترکیب آب همراه این جریان‌ها، مشخصات بافتی و کانی‌شناسی رسوبات موجود در آن‌ها، عناصر اصلی، فرعی و ردیاب موجود در این جریان‌ها، مشخصات بافتی و کانی‌شناختی کانی‌های رسی موجود در آن‌ها و بالاخره، بازسازی شرایط محیطی (با تکیه بر توپوگرافی) بستر است.

حرارت را کنترل نمود. از آنجایی که ساختار هیدرات گازی بر اثر افزایش حرارت و کاهش فشار شکسته و تجزیه می‌گردد، لذا تناوب چرخه گرم‌گل حفاری پس از برخورد به زون هیدراتی باعث گرمای آن و در نتیجه، تجزیه زون می‌گردد که با وقوع جریان همراه می‌شود.

در این حالت، تأخیر در حین حفاری به همراه کاهش سرعت حفاری و همچنین افزایش وزن گل کمک‌شایانی به مهار این پدیده می‌کند. زیرا در مورد اول، می‌توان دما را کنترل کرد و در مورد دوم، با مهار فشار، می‌توان از این زون عبور نمود. در صورتی که عامل اصلی این پدیده گل‌فشان در نظر گرفته شود، حفاری در مناطق با نبود این ساختار و گسله کمتر، می‌تواند حفاری اکتشافی

پانویس‌ها

1. Shallow Water Flow
2. Pilot Hole
3. Hexagonal
4. Abnormal Formation Pressure
5. Risk
6. ROV
7. Low Reflectivity
8. Subsidence

منابع

Technologies Inc., Edmonton ,2001.

[8] Schlumberger G., Log Interpretation Charts, Sugar Land, 2009. , 09-FE-0058, 2 Edition, P. 3.

[9] McIver, R. D. Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.,1982, No.66, P. 789792-.

[10] Mousavi, M., Khamooshi, A., Farrokhi. M., Geological Investigation in Northern Alborz, Report of Geological Field Trip, Kepco, 1383, P. 118-.

[11] Milkov, A. V., Worldwide Distribution of Submarine Mud Volcanoes and Associated Gas Hydrates: Martine Geology, 2000, V. 167, P. 2942-.

[12] Simon, A., Stewart, J., Richard, J., Structure and Emplacement of Mud Volcano System in The South Caspian Basin, AAPG Bulletin, 2006, V.90, No.5, P. 711786-.

[13] Sloan, E.D., Max, D., What Are Gas Hydrates?, Geological Society of London Special, 1998, Publication 137, P. 12-.

[14] Subhashis, M., Nader, C., Shallow Water Flow Prestack Waveform Inversion of Conventional 3D Seismic Data & Rock Modeling, The Leading Edge, 2002, P. 675680-.

[۱] موسوی روح بخش، م، چینه‌شناسی و زمین‌شناسی نفت دریای خزر، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۰، ص ۷۹-۸۰

[2] Amini, A., Mousavi Harami, R., Lahijani, H., Mahboubi, A., Holocene Sedimentation Rate in Gorgan Bay and Adjacent Coasts in Sotheast of Caspian Sea. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 2012, V. 2, P. 289-297.

[3] Bob, A., Harry, H., Gas Hydrate A Source of Shallow Water Flow ?, The Leading Edge, 2006, P 634635-.

[4] Bollavaram, P., Sloan, J.R., Pipeline Hydrate Dissociation Effects of Crystal Structure, Golden Co., 2001, No.80401, P. 56-.

[5] Huseynov, D., Mud Volcano Natural Phenomena in the South Caspian Basin: Geology, fluid Dynamics and Environmental Geology, 2004, Vol. 46, N.8, P.101.

[6] Katz, D. L., Cornell, R., Kobayashi, R., Poettmann, F. j., Handbook of Natural Gas Engineering, McGraw-Hill, 1959. P.57.

[7] Khokhar, A. A., Sloan, E.D., Gudmundsson, J .S., Natural Gas Storage Properties of Structure H Hydrate,