

تست و ارزیابی سازه در شرایط چالش برانگیز دهانه چاه در میادین نفتی ایران

فرشاد درخشان^۱، محمد امین آریانا^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۲

کد مقاله: ۲۳۶۲۸

چکیده

ارزیابی ستون‌های هیدروکربنی، نوع سیال مخزن، سطوح تماس سیال و شاخص تولید در شرق آسیا بخصوص در مواجهه به مشکلات چاه‌های تکمیل حفرة باز یکی از مباحث چالش برانگیز بوده است. تلاش‌های اولیه فعلی در زمینه اثبات پتانسیل دقایق هیدروکربنی عمدتاً به دلیل هرزروی بالا، اختلاف فشار بالا و یا شرایط بد چاه ناموفق بوده اند. برای ارزیابی توسعه، نیاز به داشتن داده‌های مطمئن و حیاتی است که تهیه این داده‌ها نیاز به یک استراتژی برای ارزیابی سازند دارد. مقصود نهایی علاوه بر تایید حضور سیال هیدروکربنی در ستون سیال، بهینه سازی حفاری با در نظر داشتن مسایل ایمنی و زمان پروژه است. علاوه بر مشکلات هرزروی، مشکل ناپایداری دیواره چاه همراه با شیل تحت فشار اضافی و احتمال حضور H_2S ، که درجه و مقادیر آن باید در محل برای برنامه تکمیل چاه اندازه گیری شود نیز باید در نظر گرفته شود. برای رسیدن به اهداف در نظر گرفته شده برای چنین چاه‌هایی یک روش جایگزین تست سازند و نمونه گیری استفاده شد. ارزیابی سیال مخزن در پایان عملیات جداره گذاری انجام شد. ارزیابی سازند در دو مرحله انجام شد. مرحله اول برای کسب اطمینان از ایزوله بودن سیمان در بازه هیدروکربنی و مرحله دوم با مشبک کاری لوله جداره برای اطمینان از وجود سیال هیدروکربنی بوسیله آنالیز سیال درون چاهی و نمونه گیری ته چاهی انجام شد. این مطالعه موردی مربوط به ارزیابی سنگ و سیال مخزن با استفاده از WFT در یک چاه با لوله جداره می باشد. مخازن مورد نظر با موفقیت ارزیابی شده اند و نمونه های بیانگر مخزن بدون مشکل اجرایی بدست آمد. روش ارزیابی پیشنهادی و بهترین روش مبتنی بر داده های میدان در این مقاله بیان شده اند.

واژگان کلیدی: سنگ و سیال مخزن، دهانه چاه، لوله جداره، فشار سازند، WFT.

۱- گروه مهندسی نفت، واحد گچساران، دانشگاه آزاد اسلامی، گچساران، ایران
۲- گروه مهندسی نفت، واحد گچساران، دانشگاه آزاد اسلامی، گچساران، ایران (نویسنده مسئول)

۱- مقدمه

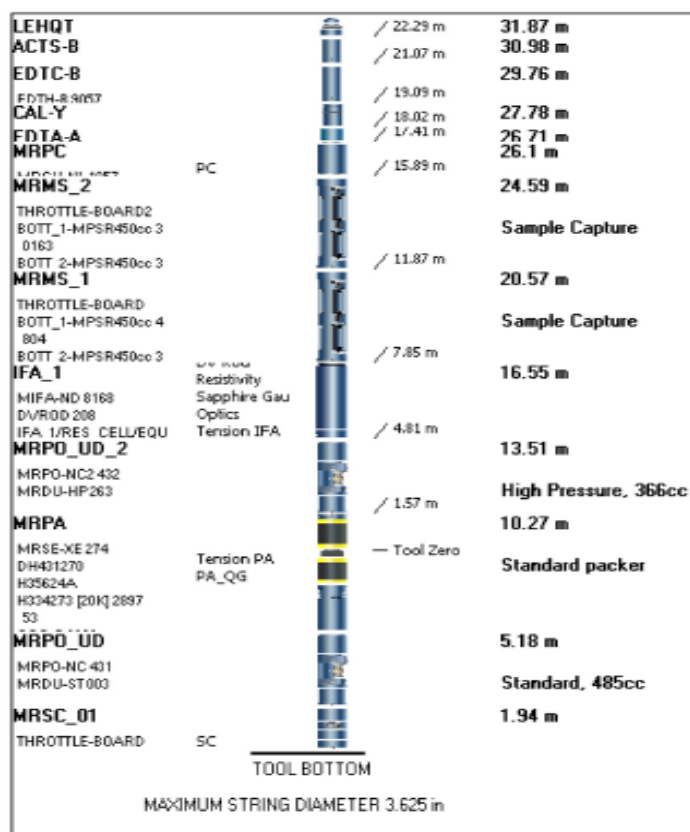
تعیین خصوصیات سیال مخزن در چاه‌های بدون لوله جداری بخصوص در سازند های با تراوایی پایین و کربناته با مشکل همراه است [۱]. بدست آوردن سیال مخزن که بیانگر خصوصیات مخزن باشد یکی از مراحل مهم برای تایید و بررسی نوع سیال و خصوصیات آن است. آنالیز سیال درون چاهی (DFA) علاوه بر اینکه برای تعیین مقدار ذخایر مورد نیاز است، می تواند اطلاعات لازم برای اطمینان اولیه از جنس سیال مخزن را فراهم کند [۲] و همچنین نمونه های تهیه شده برای آنالیز کامل PVT و خصوصیات سیال مخزن در آزمایشگاه مورد استفاده قرار می گیرد. دو روش اصلی برای نمونه گیری در چاه های با لوله جداری وجود دارد [۳]. نمونه گیری درون چاهی با استفاده از ابزار wireline [۴] و نمونه گیری روی سطح زمین با استفاده از آزمایش ساقه مته DST. با توجه به هدف آزمایش، هر روش نقاط مثبت و منفی خود را دارند. نمونه گیری درون چاه معمولاً در چاه های بدون لوله جداری انجام می شود. اما در بعضی از موارد، شرایط دهانه چاه و خصوصیات سازند مانع انجام لاگ درون چاه بدون جداره می شود. در نتیجه نمونه گیری در صورت تکمیل چاه با لوله جداری امکان پذیر می شود. این مسئله همینطور شامل چاه هایی که قبلاً و به علت موانع اجرایی به چاه با لوله جداری تبدیل شده اند نیز می شود. تست های DST متداول در چاه های با لوله جداری به علت چندین عامل مانند هزینه مخصوصاً اگر چندین لایه مورد تست قرار بگیرند و همینطور مسائل محیط زیستی می تواند شامل محدودیت باشد.

۲- روش شناسی

از جمله اهداف متداول وایر لاین همراه با پکر دو تایی در چاه های با لوله جداری متداول عبارتند از:

- فشار سازند
- ارامتر های مخزن با استفاده از تفسیر تست فشار بازه گذرا (مانند تراوایی افقی، ناهمسانگردی سازند، ضریب پوسته^۲، حجم ذخیره چاه^۳ و شعاع نفوذ^۴)
- نوع و ترکیبات سیال
- نمونه گیری بیانگر سیال مخزن

برای رسیدن با اهداف بالا ابتدا باید ناحیه مورد نظر را مشبک کاری نمود و سپس با راندن ابزار WFT^۵ با پکر دوتایی به درون چاه و استفاده از پکر ها برای ایزوله کردن ناحیه مورد علاقه از بقیه نواحی تست را آغاز کرد. با استفاده از مازول پمپ درون خطی ابزار، سیال را از ناحیه مورد نظر به درون چاه انتقال داده می شود تا افت فشار مورد نظر برای تولید از سازند فراهم شود. شناساگر سیال برای مشخص کردن نوع و ترکیبات سیال استفاده می شود.



شکل (۱): ابزار WFT با پکر دوتایی متداول که در ارزیابی چاه های با لوله جداری [۱].

1- anisotropy
2- Skin factor
3- Wellbore storage
4- Radius of Investigation
5- Wireline formation test

بعد از اطمینان از اینکه سیال درون ناحیه مورد نظر کاملاً سیال مخزن است و با سیال درون چاه مخلوط نشده است پمپ سیال سازند را به محفظه‌هایی که توسط ماژول جایگاه نمونه چنتایی^۱ نگه داشته شده است منحرف می‌کند.

قبل از انجام آزمایش، می‌توان چند پارامتر را در نظر گرفت. اول اینکه اتصال مناسب سیمان بین لوله جداری و سازند برای موفقیت آمیز بودن آزمایش به دلیل اطمینان از ایزوله بودن لایه‌های متفاوت مشبک کاری شده نسبت به هم الزامی است. برای اطمینان از این اتصال، لاگ اولتراسونیک Imager-Cement Bond قبل از انجام WFT برای ارزیابی کیفیت سیمان انجام می‌شود [۱].

اگر ایزوله کردن ناحیه ای موفقیت آمیز بود ناحیه مورد نظر به منظور ایجاد ارتباط بین سازند و چاه مشبک کاری می‌شود. مشبک کاری از آنجاییکه به ندرت دارای بازه بزرگتر از یک فوت است معمولاً توسط وایرلاین و به منظور صرفه جویی در وقت انجام می‌شود. با توجه به کیفیت سیمان و هدف لاگ طراحی برنامه اجرایی می‌تواند به یکی از دو صورت زیر باشد:

(۱) مشبک کاری تمامی نواحی مورد نظر و راندن یک باره WFT (در مجموع ۲ بار رانده می‌شود)

(۲) مشبک کاری و سپس انجام WFT برای هر ناحیه (برای هر ناحیه دو بار رانده می‌شود)

مزیت روش اول بطور واضح صرفه جویی زمانی است. اما تهاجم سیال به درون سازند به محض مشبک کاری اتفاق می‌افتد در نتیجه مشبک کاری هر ناحیه و انجام WFT اثر تهاجم را کم می‌کند. مشکلی که تهاجم ایجاد می‌کند افزایش زمان مورد نیاز برای تمیز شدن هر ناحیه است. استفاده از گل با کمینه فشار فوق تعادلی به جای استفاده از سیال تکمیل چاه (آب نمک^۲) می‌تواند باعث کاهش این مشکل شود به علت اینکه گل قابلیت تشکیل کیک گل را دارد و در نتیجه از تهاجم بیشتر گل حفاری به درون سازند ممانعت می‌کند. استفاده از یک مته و خراشنده برای بریدن برآمدگی‌های سوراخ‌ها بعد از مشبک کاری کردن و قبل از راندن WFT توصیه می‌شود. با این کار پکرهای ابزار توسط برآمدگی‌های تیز ایجاد شده توسط مرحله مشبک کاری صدمه نمی‌بینند. کنترل عمق در این عملیات بسیار مهم است علی‌الخصوص برای چاه‌های انحرافی به علت اینکه هدف باز کردن پکرهای ابزار WFT در عمق مناسب و ناحیه مورد نظر است. فعال کردن پکرها در عمق اشتباه منجر به عایق شدن نامناسب بازه مورد نظر تست و یا حتی صدمه به پکر می‌شود. برای این منظور اضافه کردن یک حسگر (CCL) به رشته ابزار می‌تواند در نظر گرفته شود. راه دیگر نیز استفاده از علائم رادیواکتیوی بر روی مواد انفجاری مورد استفاده در مشبک کاری به منظور علامت گذاری ناحیه‌های مورد نظر است.

۳- مطالعه میدانی

با استفاده از روش ذکر شده دو مخزن واقع در شرق آسیا با راندن ابزار در چاه با لوله جداری ارزیابی شدند. این مقاله خلاصه ارزیابی را بیان می‌کند. چاه‌ها با Well-A و Well-B نام گذاری شده‌اند:

۳-۱- مورد اول: Well A

Well A یک چاه اکتشافی خشکی واقع در بلوک X که در جنوب غربی دلتای بارام^۳ در ساراوک^۴ مالزی قرار دارد. این چاه بصورت انحرافی و به منظور رسیدن به مخزن گازی پرفشار و با دمای بالا کرناته جوانتر و پیرتر حفاری شده است. انتظار غلظت بالا کربن دی اکسید و عدم حضور هیدروژن سولفید می‌رود. یک برنامه گسترده از راندن لاگ‌های wireline برای بدست آوردن اطلاعات بیشتر از خواص مخزن در دست اجرا است.

قسمت بالای ناحیه انتقال سنگ کرناته جوان تر با لوله جداری ۸/۵ اینچی مشبک کاری شده است (سوراخ‌های مشبک کاری در)، قسمت متشکل از سنگ آهک^۵ تا عمق بیشتری نفوذ کرده است. لیتولوژی غالب سنگ مخزن سنگ آهک و بطور مشخص با توجه به تعاریف زمین شناسی mudstone را شامل می‌شود. تخلخل و نفت دیده نشد اما درصد کل خوانده شده برای گاز بین ۲/۱ و ۶/۷ درصد در مقایسه به عدد خوانده شده برای گاز در محیط عادی برابر با ۴۵ تا ۹ درصد مشاهده شد. سنگ آهک لایه کرناته جوان تر بسیار فشرده با تخلخل تقریباً^۳ درصد که از لاگ کامل حین حفاری^۶ بدست آمده است. لاگ‌های تصویری نشان می‌دهند که سازند بر اثر حفاری و همینطور دلایل طبیعی شکاف دار بدون داشتن ماتریکس متخلخل است. با تکیه بر نتایج زمین شناسی و حفاری تصمیم بر انجام آزمایش ساقه مته در مخزن کرناته جوان تر به منظور بدست آوردن بیشترین دریافت گاز از شکاف گرفته شد.

1- multi sample receptacle module

2- brine

3- Baram Delta

4- Sarawak

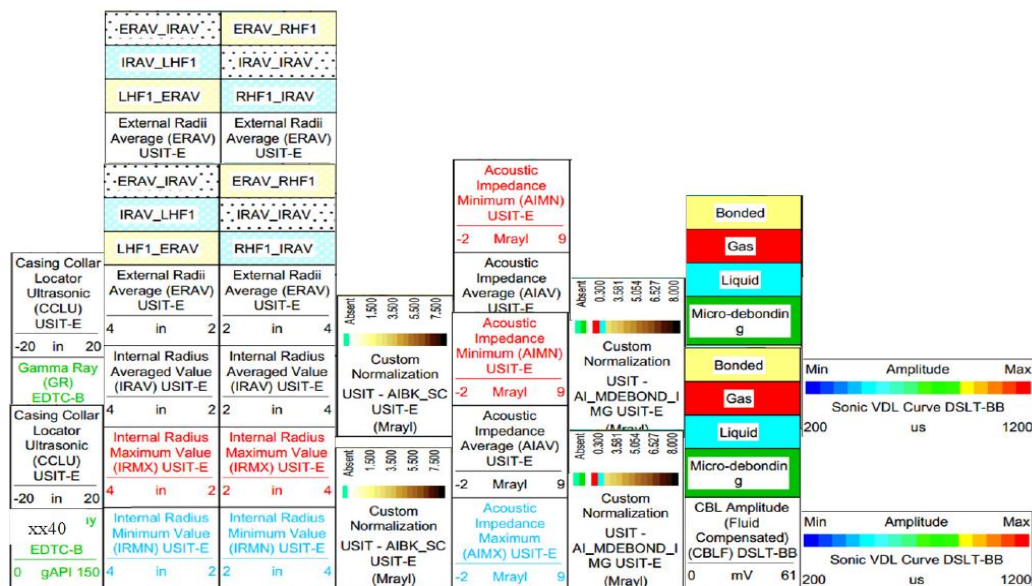
5- limestone

6- Full term (LWD) logs

به علت مواجه با فشار بالای سازند وزن گل حفاری تا ۱۷ ppg در حین حفاری قسمت ۵/۸ اینچی افزایش داده شد. شرایط چاه مناسب راندن ابزار متداول wireline تشخیص داده نشد به همین علت از drill pipe conveyed wireline logging (ابزار wireline که توسط لوله حفاری حمل می شود) استفاده شد. با وجود حمل با لوله حفاری به رشته خسارت جدی بر اثر مقدار نیروی بالابری^۱ زیادی وارد شد و داده قابل استفاده ای بدست نیامد. دستگاه centralizers خراب شد و باعث تلاش در جهت سامان دهی شرایط موجود شد. در چنین شرایطی اطمینان نسبت به موفقیت آمیز بودن عملیات از بین رفت و برنامه های انجام لاگ های بیشتر متوقف شد.

همکار مسئول اجرایی که به عنوان مالک منابع و مدیر نفت و گاز داخلی فعالیت می کرد به ناحیه بالایی (ناحیه انتقال) در جهت از سر گیری فعالیت علاقه نشان داد. ۶ ناحیه سازندی با مقادیر خوانده شده گاز بیشتر تایید شد و مقدار گاز در جا ۷۰۰ bcf تخمین زده شد. اما به این دلیل که ضخامت این نواحی کم بود و همینطور جدا بودن این نواحی از هم انجام یک تست کامل مثل آنچه در مخزن کربناته جوان تر انجام شد از لحاظ هزینه اقتصادی نبود. از این ۶ ناحیه، ۳ ناحیه کلیدی مورد نظر توسط مطالعات پتروفیزیکی انتخاب شد. از آنجاییکه این قسمت از چاه در قرار داد واحد اجرایی نبود (پیمانکار) وارد مذاکره با یک شرکت فراهم کننده تکنولوژی برای امکان سنجی و انجام تست IPTT^۲ در چاه شد. به علاوه شرایط بد چاه اجازه راندن لاگ در این ناحیه را نداد. پیمانکار تمایلی به حفاری یک چاه دیگر برای بررسی این ناحیه از مخزن و تخمین ذخیره را نداشت و تست IPTT در این قسمت از چاه را به عنوان یک پروژه دارای ریسک قبول کرد. نمونه گیری و مقدار فشار و تحرک پذیری^۳ سیال برای تخمین ذخیره مورد نیاز است و حفر نکردن یک چاه دیگر برای بدست آوردن این مقادیر یک صرفه جویی بزرگ برای شرکت به حساب می آمد. با در نظر گرفتن گزارش لاگ و ریسک تصمیم به انجام تست WFT با پک دوتایی در لوله چاه به لوله جداری گرفته شد. همان طور که در قسمت روش شناسی گفته شد عایق بندی سیمان برای مطمئن شدن از عدم ارتباط لایه ها با یکدیگر حیاتی است به همین منظور لاگ USIT-CBL قبل از این که چاه با تراکم سوراخ بالا در سه بازه متفاوت برای پوشش سه ناحیه موردنظر مشبک کاری شود، انجام شد. بعد از مشبک کاری زائده های ناشی از مشبک کاری که ممکن بود برای پکر خطرناک باشد با scraper جدا شد.

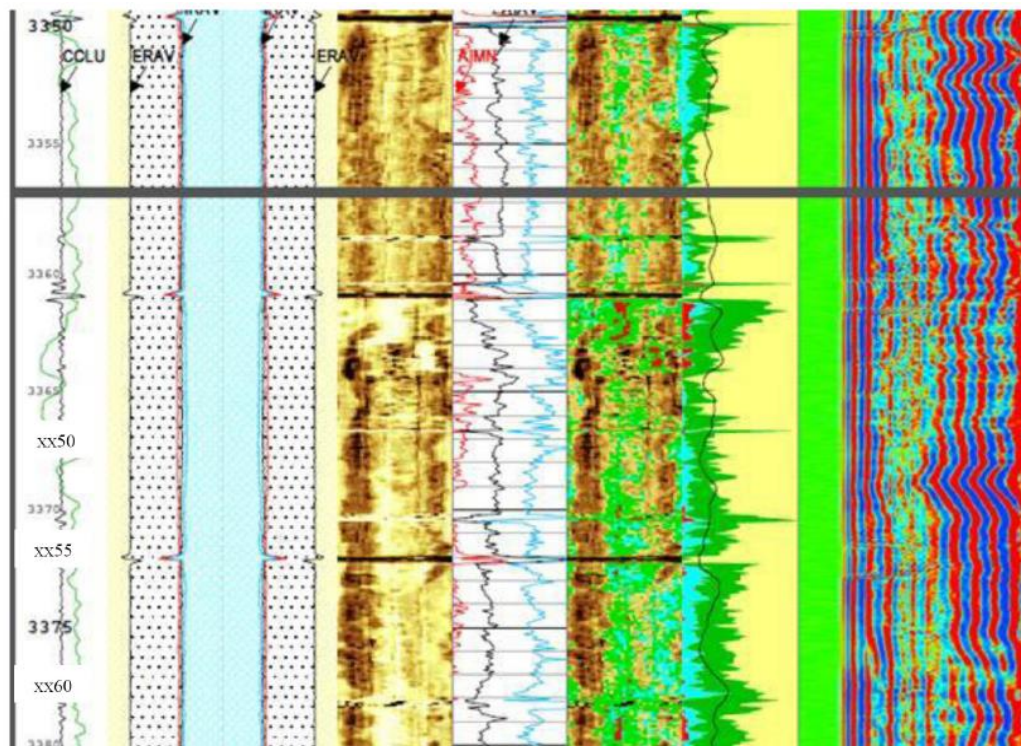
لاگ USIT-CBL از کیفیت مطلوبی برخوردار بود ولی تفاوت هایی بین نتایج USIT و CBL که حاکی از وجود مکان هایی حلقه ای پشت لوله جداری که با سیال پر بود، وجود داشت. وجود این مکان ها در این چاه به علت تفاوت وزن سیال گل حفاری استفاده شده برای سیمان کردن چاه (۱۷ ppg WBM) و سیالی که در حین عملیات لاگ (۱۱/۶ ppg brine) استفاده شد انتظار می رفت. همان طور که در شکل (۲) دیده می شود نواحی حلقوی پشت لوله جداری که از سیال پر هستند قابل مشاهده است. کمترین فضای حلقوی خالی که در USIT قابل مشاهده است ۱۰۰ میکرون است اما مقاومت ظاهری اندازه گیری شده در فاصله های کمتر از این مقدار تحت تاثیر (کاهش می یابند) قرار می گیرند در نتیجه فرض شده که نتایج فضای حلقوی میکرو بهتر از نقشه مقاومت ظاهری است.



شکل (۲): لاگ های USIT-CBM نواحی حلقوی که حاوی سیال [۱].

- 1- overpull
- 2- Interval pressure transient test
- 3- mobility

بازه مورد نظر برای انجام آزمایش MDT در شکل (۳) نشان داده شده است. نقشه مقاومت ظاهری صوتی^۱ (حاصلضرب سرعت در چگالی) بدست آمده از لاگ عایق بندی کیفیت سیمان متوسط تا خوبی را نشان می دهد ولی مانند لاگ های قبلی نواحی میکرو حلقوی مخصوصا در نواحی بالاتر را نشان می دهد. وجود مقدار کمی از گاز هم به این علت که نشان می دهد گاز به دام افتاده و نمی تواند به ناحیه دیگری مهاجرت کند نشانه خوبی برای عایق بندی می باشد.



شکل (۳): USIT-CBL نواحی مورد نظر که با عایق بندی متوسط تا خوب [۱].

با بدست آوردن مقادیر مناسب سیمان WFT از لوله آستری ۷ اینچی رانده شد و در ۴ ناحیه متوقف شد. نتایج در جدول (۱) آورده شده است. در اولین نقطه همان طور که در شکل (۲) نشان داده شد یک افزایش فشار^۲ کوتاه برای بدست آوردن تحرک پذیری در شرایط افت فشار^۳ و مقدار فشار نهایی مربوط به افزایش فشار انجام شد. در این نقطه تحرک پذیری سازند mD/cP ۰/۶۷ بود ولی بعد از پمپ ۶۴ لیتر در ۱۴۴ دقیقه هنوز مقدار قابل توجهی از فیلتریت سیال گل حفاری قابل تمیز کردن و جا به جایی بود. ترکیبات دقیق سیال با استفاده از مازول Insitu Fluid Analyzer [۵] انجام و وجود گاز تایید شد. ترکیبات گاز شامل ۵/۸۷ درصد وزنی متان، ۷۱/۱ درصد اتان، C^{6+} ۳۵/۴ درصد و دی اکسید کربن ۴۴/۶ درصد بود. مقدار GOR با ۳۲۹ و ۲۰۳ ft³/bbl بدست آمد و همینطور که در شکل (۳) دیده می شود سنسور چگالی مقدار ۰/۳۳ گرم بر سی سی را نشان داد. سپس سه نمونه گاز گرفته شد. در نقاط دیگر به علت متراکم بودن سازند نمونه گیری صورت نگرفت.

جدول (۱): خلاصه نتایج ارزیابی لوله جداری Well A [۵].

Probe MD	Probe TVD DF	TVD Subsea	Last BU Pres.	DD Mobility	Mud Pres. Before	Mud Pres. After	Comments	Temp.	Gauge Type
m	m	m	psia	mD/cP	psia	psia	Minor gas indication		
xx70 7.5	xx77.13	-xx60.85	7979.82	0.1	8195.1	8170.86			Quartz
xx50.5	xx77.13	-xx60.85	8225.37	0.67	8350.6	-		Tight 139.06	Quartz
xx06.25	xx21.61	-xx05.33	8664.93	0.03	8941.48	8899.24		Tight 148.49	Quartz
xx47.01	xx56.19	-xx39.91	9273.91	0.11	9369.96	9313.48		Tight 150.07	Quartz

1- Acoustic impedance
2- Build up
3- drawdown

با استفاده از WFT با پکر دوتایی در تمکیل چاه لوله جداری امکان بررسی بیشتر مخزن نسبت به حالت چاه بدون لوله جداری که مناسب برای انجام لاگ نبود فراهم شد. با وجود اینکه نقاط مورد بررسی عموماً متراکم بودند تهیه سه نمونه گرفته شد و بدست آوردن داده برای بررسی رفتار سیال انجام شد و نتایج قابل قبولی بدست آمد.

۳-۲-۲- مورد دوم: Well B

Well B یک چاه اکتشافی خشکی در بلوک Y واقع در شبه جزیره مالزی است. با توجه به داده های لرزه نگاری^۱ انتظار می رفت که چاه از سه ناحیه گسلی عبور کند و ۸۱۰ متر عمق عمودی^۲ در ناحیه شکاف دار ادامه داشته باشد. حفاری این چاه به دلایل گفته شده و همینطور ارزیابی سازند و به علت کنترل هرز روی سیال پیچیده بود. لاگ متداول چاه حفره باز بدون مشخص کردن نوع هیدروکربن و ضخامت ناحیه هیدروکربنی بی نتیجه بود. برای از بین بردن عدم قطعیت های کلیدی در برنامه های آتی توسعه میدان مشخص کردن نوع سیال هیدروکربنی و اندازه گیری فشار حیاتی هستند.

۳-۲-۱- بدست آوردن نوع سیال سازند و فشار سازند در چاه حفره باز

مسئول اجرایی عملیات متداولی ارزیابی سازند با استفاده از رشته ابزار WFT به منظور بدست آوردن جنس سیال سازند با استفاده از Live Fluid Analyser (LFA) و فشار سازند و گرفتن نمونه که بیانگر سیال مخزن برای تست های آزمایشگاه PVT باشد را انجام داد.

WFT برای ارزیابی قسمت هایی از Well B برای بدست آوردن اهداف زیر انجام شد:

۱- تست پتانسیل هیدروکربن در گروه های شنی K/L و M

۲- تست پتانسیل هیدروکربن در ناحیه شکاف دار ماقبل ترشیاری

رشته WFT مشتمل بر دو سنسور^۳ MRPS نصب شده به همراه E-probe و MRPQ نصب شده همراه XLD-4probe و LFA برای DFA و دو محفظه نمونه گیری چند گانه (MRMS) است. به علت شرایط بد چاه ابزار در نقطه ۱۴ و در راندن اول وایرلاین متوقف شد و سپس آزاد شد. مسئول اجرایی تصمیم به کشیدن ابزار به بیرون از چاه ۵ به منظور انجام عملیات بهبود شرایط چاه گرفت و سپس اقدام به انجام لاگ در شرایط سخت^۶ برای اتمام ارزیابی سازند کرد.

در بیش از ۳۵ نقطه که در ۱۰ نقطه از آن ها به منظور مشخصی شدن سیال و نمونه گیری پمپ به کار افتاد داده گیری انجام شد. اندازه گیری های فشار حاکی از فشار بالای سازند در قسمت پایینی Well B و فشار نسبتاً پایین در در قسمت بالایی داشت. این مطلب اختلاف فشار بالایی از بالا تا پایین مخزن را ایجاد می کند و شرایط را برای کنترل چاه به علت اینکه شرایط تعادلی گل باعث اختلاف فشار فقط ۲۰۰ psi بین گل (گل پایه نفتی سینتتیک با وزن ۵/۱۳ ppg) و فشار هیدروکربنی در پایین چاه می شد سخت کرده بود. در نقطه مقابل قسمت بالایی چاه تحت فشار تعادلی اضافی زیاد ۲۱۰۰ psi بود. این مطلب کنترل چاه را در حین راندن و انجام WFT سخت کرده بود. در نتیجه برنامه لاگ WFT با حذف تعدادی از نقاط کوتاه شد.

۳-۲-۲- بدست آوردن نوع سیال سازند و فشار سازند در چاه با حفره جداری (۹۸/۵ اینچ)

آزمایش وایرلاین سازند در چاه حفره باز ۲۵/۱۲ اینچی بدون بررسی بعضی از قسمت های مورد نظر انجام شد. تصمیم کامل کردن ارزیابی چاه در همه قسمت بعد از گذاشتن لوله جداری گرفته شد. برای ارزیابی پتانسیل هیدروکربن در ناحیه که در لاگ WFT چاه حفره باز انجام نشد یک استراتژی جایگزین برای تست سازند و نمونه گیری عملی شد. تصمیم به انجام تست با WFT همراه به پکر دو تایی گرفته شد. در چاه با لوله جداری ایجاد ارتباط با سازند از طریق مشبک کاری در ناحیه کوچکی از لوله جداری معادل ۳ متر و در ۵ ناحیه مورد نظر انجام شد. رشته WFT به همراه پکر دوتایی در چاه لوله جداری ۹/۶۲۵ اینچی رانده شد. ابزار همچنین ماژول های IFA برای DFA و ۲ عدد MRMS با ۱۲ محفظه MPSR را همراه داشت.

در کل ۵ نقطه MDT با به کار گیری پکر ها انجام شد که از ۳ نقطه نمونه گیری صورت گرفت، در یکی تلاش برای پمپ کردن سیال بوسیله IFA انجام شد و یک نقطه پیش آزمایش بود. آنالیز سیال بوسیله IFA Insitu Fluid Analyzer حاکی از وجود گاز و آب در نواحی مورد نظر را داشت (جدول (۳)).

1- Seismic

2- TVD

3- probe

4 Extra Large Diameter Probe

5- Pull out of hole (POOH)

6- Tough logging condition (TLC)

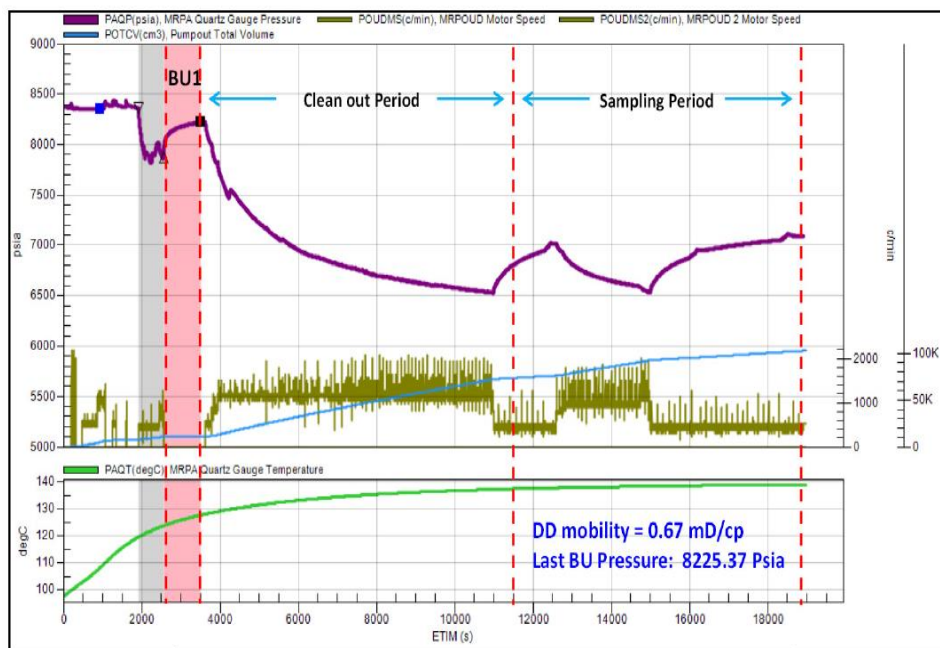
جدول (۲): خلاصه نتایج ارزیابی سازند چاه B با لوله جداری.

Run	MD (m)	TVD (m)	Type	Bottle Module	Bottle Serial No.	Bottle Type	Bottle Volume (cm3)	Closing Pressure (psia)	Formation Pressure (psia)	Flowline Temperature (degC)	Pump Time (min)	Pump Volume (cm3)	Remarks
TLC	XX38.9	XX38.37							3346.48	126.14	37.98	9380.27	Water
TLC	XX62.79	XX62.25	Sampling	MS_2 B1	1477	MPSR 450 cc	450	7726.87	3339.14	126.91	51.43	10816.68	Gas and oil slugs
WL	XX66.71	XX66.17	Sampling	MS_3 B3	134	SPMC 250 cc	250	7728.95	3345.67	130.72	45.49	10495.12	Oil
TLC	XX67.2	XX66.65							3346.56	128.77	33.75	11955.05	Oil
TLC	XX99.98	XX99.38	Sampling	MS_2 B2	1755	MPSR 450 cc	450	7764.90	3376.90	130.42	64.64	15813.27	Water
WL	XX63.5	XX62.31	Sampling	MS_3 B5	118	SPMC 250 cc	250	7878.12	3471.01	135.14	42.41	14494.75	Oil
WL	XX63.5	XX62.31	Sampling	MS_2 B3	4799	MPSR 450 cc	450	7877.90	3471.01	135.12	31.09	13067.21	Oil
WL	XX94.77	XX89.26	Sampling	MS_2 B2	4466	MPSR 450 cc	450	7984.66	3627.03	137.65	58.35	17345.73	Water
WL	XX30.31	XX22.55	Sampling	MS_3 B1	837	SPMC 250 cc	250	8115.70	3740.46	137.46	58.28	11412.76	Oil and gas slugs
WL	XX30.31	XX22.55	Sampling	MS_2 B1	3752	MPSR 450 cc	450	8090.07	3740.46	137.52	64.99	12573.36	Oil and gas slugs
WL	XX43.02	XX34.35							3753.46	137.89	44.8	8539.46	Water
WL	XX41.7	XX03.75	Sampling	MS_3 B4	5069	MPSR 450 cc	450	10610.20	6251.07	141.9	45.09	24257.01	Gas
WL	XX41.7	XX03.75	Sampling	MS_3 B6	119	SPMC 250 cc	250	10540.23	6251.07	141.93	55.79	27327.2	Gas

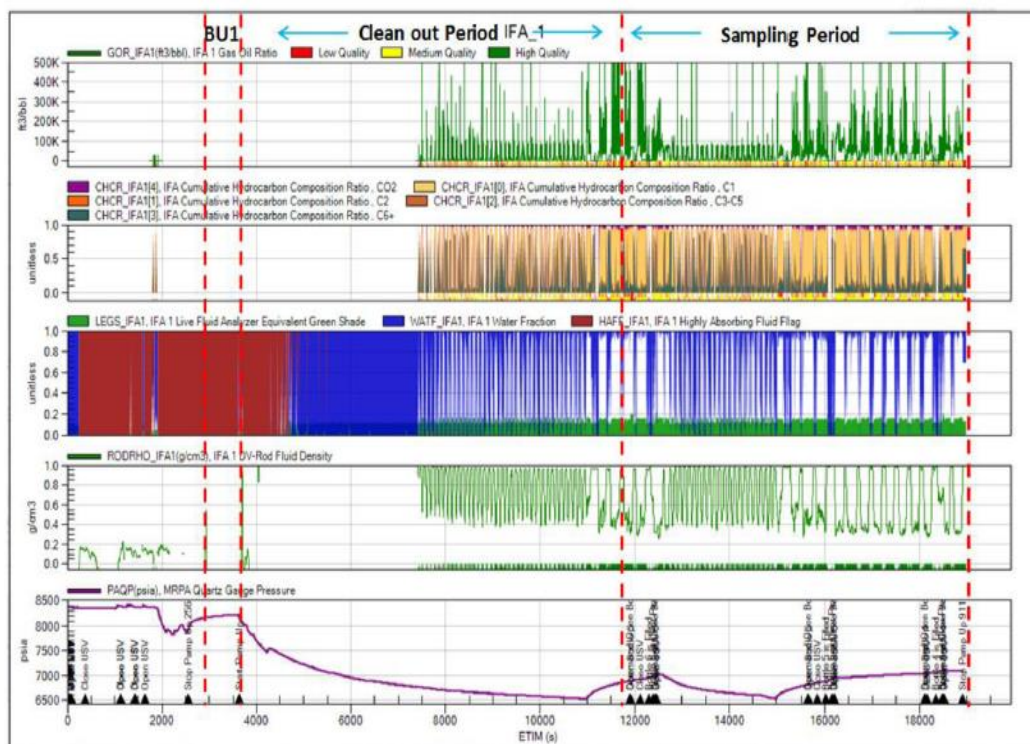
جدول (۳): خلاصه نتایج نقاط بررسی شده با WFT به همراه پکر دوتایی در چاه B با لوله جداری.

File #	Perforation Depth Intervals	Dual Packer Interval Depth	Dual Packer Depth	Last BU Pressure	Mobility	Samples	Remarks
	m MDDF	m MDDF	m MDDF	Psia	mD/cp		
2	XX29.9-XX30.2	XX29.55 - XX30.55	2630.18	3733.69	0.46	2 MPSR	Sampling - Gas
3	XX15.7-XX16.0	XX15.35 - XX16.35	2415.98	3415.76	1.51	2 MPSR	Sampling - Gas
4	XX38.9-XX39.2	XX38.55 - XX39.55	2439.18	3443.8	0.16	1 MPSR	Sampling - Water
1	XX29.0-XX29.3	XX28.65 - XX29.65	2329.28	3403.75	0.06	-	PO Attempt - WBM filtrate
2	XX39.0-XX39.3	XX38.65 - XX39.65	2639.15	3737.7	0.03	-	Tight/Station Aborted

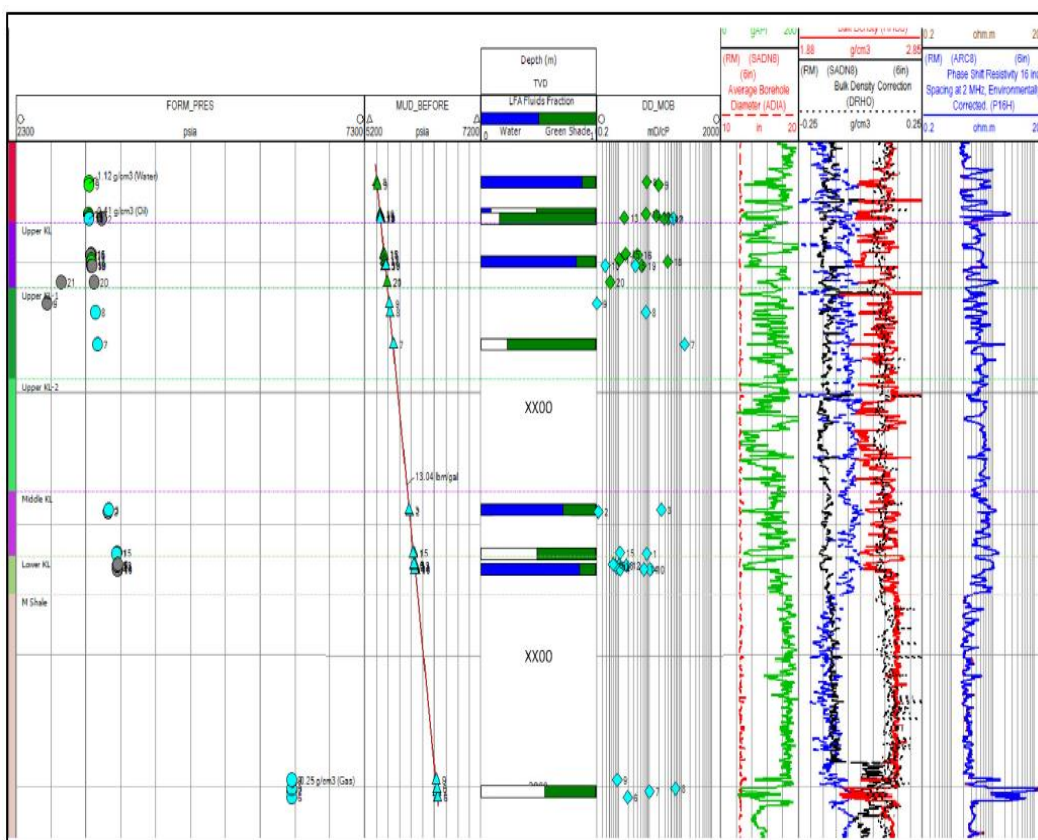
استفاده از WFT به همراه پکر دو تایی این امکان را به ما داد که پتانسیل هیدروکربن در ناحیه های تست نشده و همینطور نمونه گیری در نواحی با تراوایی پایین را انجام دهیم.



شکل (۴): فشار بر حسب زمان برای اولین نقطه تست WFT در Well A



شکل (۵): توامان IFA اطلاعات گسترده ای از سیال سازند Well A می دهد. از بالا نمودار GOR، ترکیب، نسبت، چگالی، فشار جریان



شکل (۶): پروفایل فشار در Well B حفره باز ۱۲/۲۵ اینچی

- [1] C. Mas, L. Yaxley, Tately NV, M. Ardila, C. Ayan, V. Indrayanti Tanuwidjaja, Schlumberger: _An integrated case study of improve oil pay evaluation in shaly, laminated, low mobility reservoirs using wireline cased hole dual packer and production test_ Paper SPE 152238 presented at SPE Latin American and Caribbean PE Conference, Mexico City, 16-18 April 2016.
- [2] A. Khoukhi, S. Albukhitan, Int. J. Oil Gas Coal Technol. 4 (2017) 47–63.
- [3] K. Indo, K. Hsu, J. Pop, Schlumberger: _Estimation of Fluid Composition from Downhole Optical Spectrometry_ Paper SPE 166464 presented at SPE/ATCE at New Orleans, Louisiana, USA 30 September-2 October 2013.
- [4] Schlumberger, _Fundamentals of Formation Testing_ Book published 2006.
- [5] Dong, C. et al.: _New Downhole Fluid Analyzer Tool for Improved Reservoir Characterization,_Paper SPE 108566 presented at Offshore Europe 2007 held in Aberdeen, Scotland, U.K., 4–7September.