

بررسی عملیات تعمیر تاج چاه فرونشسته مورد مطالعه: اهواز - ۲۰

فرهاد فرجی کاکش*، یونس عباسی لرکی، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

چکیده

کشور ایران یکی از کشورهای مستعد از لحاظ منابع نفت و گاز است. در نتیجه، توسعه میدان‌های نفتی و گازی و نگهداری آنها با استفاده از روش‌هایی نوین و استفاده از تجربه مهندسان ایرانی در زمان نیاز به تعمیر آنها در کشور از اهمیت خاصی برخوردار است. در همین راستا ارائه روش و راهکاری عملی برای تعمیر چاه، جهت تسریع در تعمیر با ایمنی مشابه چاه‌های دیگر به عنوان کاهش هزینه حفاری بسیار با اهمیت می‌باشد. در این گزارش، چاه تولیدی نفت مربوط به مخزن آسماری می‌باشد که به دلیل شرایط نایمن و خوردگی فلنج مینا و لوله‌های جداری، شکستگی و فرورفتگی شیرهای ایمنی متصل به آن، فرونشست تاج چاه، قرار گرفتن در محدوده شهر و با هدف ایمن‌سازی، ترمیم لوله‌های پوششی و تعویض قسمت‌های فرسوده تاج چاه و راندن رشته تکمیلی بلند مجهز به شیر ایمنی درون چاهی تعمیر می‌گردد. در این مطالعه به بررسی عملیات تعمیر تاج چاه فرونشسته میدان اهواز (چاه-۲۰)، پرداخته می‌شود. نتایج نشان‌دهنده روشی نوین همراه با تجربه جهت تعمیر یک چاه در حفاری است که با توجه به عمر بالای چاه‌های ایران، در آینده نزدیک در صیانت از تولید نفت بسیار قابل استفاده خواهد بود.

مقدمه

۱- وضعیت چاه مورد مطالعه

این چاه، تولیدی نفت از مخزن آسماری می‌باشد که به دلیل شرایط نایمن و خوردگی فلنج مینا (شکل-۱) و لوله‌های جداری، جدا شدن شیرهای ایمنی متصل به آن، فرونشست تاج چاه (شکل‌های ۲- و ۳)، قرار گرفتن در محدوده شهر و با هدف ایمن‌سازی، ترمیم لوله‌های پوششی و تعویض قسمت‌های فرسوده تاج چاه و راندن رشته تکمیلی بلند مجهز به شیر ایمنی درون چاهی تعمیر می‌گردد.

۲- هدف

هدف از این مطالعه بررسی فشار چاه و فشار دالیز جداری‌ها و اطمینان از ایمن بودن چاه، مهار تاج چاه، کندن حوضچه چاه و بررسی جداری ۱۳-۳/۸" و ماسوره سر جداری مینا، در صورت نیاز ترمیم جداری و تعویض تاج چاه، برپایی شیرهای فورانگیر، تمیزسازی چاه با آسیاب کننده ۵-۷/۸" همراه با حفاری پلاگ سیمانی تا لبه بالایی لبه آستری ۴-۱/۲" (عمق ۲/۲۴۳۵ متر حفار)، بررسی جداری ۷" و در صورت نیاز ترمیم جداری ۷"، راندن نمودار خوردگی، تمیزسازی چاه با آسیاب کننده ۳-۳/۴" تا عمق ۲۷۵۷ متری حفار (بالای MPBT PLUG)، راندن رشته تکمیل مجهز به شیر ایمنی درون چاهی، برپایی تاج چاه، جابه‌جایی سیال ستون چاه با گازوئیل، به‌دست



شکل ۳ | نشست تاج چاه



شکل ۱ | خوردگی فلنج مینا



شکل ۲ | شکستن شیرهای جانبی متصل به فلنج مینا



شکل ۴ | خارج کردن VR-Plug از شیر جانبی سمت چپ ماسوره سرلوله مغزی ناموفق بود

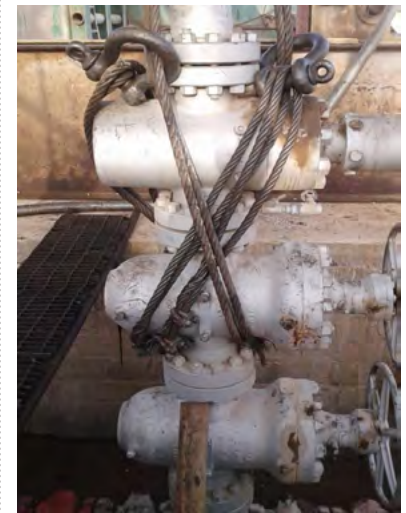
* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (f.faraji2000@gmail.com)

آوردن تزریق پذیری از مشبک‌های موجود و در صورت نیاز مشبک کاری مجدد و تکمیل چاه موردنظر است.

۳- شرح عملیات تعمیر چاه شماره ۲۰ اهواز دکل ۴۱ فتح متعلق به شرکت ملی حفاری



شکل ۵ | گروه تاج چاه در حال باز کردن شیر ایمنی سطحی



شکل ۶ | مهار تاج چاه بوسیله کابل حفاری به Traveling Block



شکل ۷ | کندن قسمتی از سلر به منظور بررسی وضعیت فلنج مینا

جهت انجام عملیات تعمیر و رفع مشکلات مذکور به محل چاه اهواز ۲۰ اعزام و در تاریخ ۱۷/۰۶/۹۴ ساعت ۱۲:۰۰ ظهر Spud گردید. در ابتدا خط آتش با اعمال ۱۲۰۰ پام تست فشار شد و عملیات نشستی گیری صورت گرفت و در ادامه، تمامی خطوط رابط تاج چاه متصل و آزمایش و نشستی گیری صورت پذیرفت. قبل از شروع عملیات، جلسه ایمنی با حضور روسای قسمت‌های مختلف برگزار شد و تمامی خطرات احتمالی و اقدامات مقتضی بررسی، گوشزد و مورد تأکید قرار گرفت. در مرحله نخست، فشارخوانی تاج چاه و دالیزها در دستور کار قرار گرفت. با حضور گروه تاج چاه، فشار تاج چاه و همچنین فشار دالیز ۸/۵-۷ × ۹ صفر خوانده شد.

از آنجا که تلاش برای خارج کردن VR-Plug از شیر جانبی سمت چپ ماسوره سرلوله مغزی ناموفق بود (شکل ۴)، فلنج کور ۳K-۶ از روی زانوی تولید جدا شده و فلنج تبدیل ۵K-۲ × ۳K-۶ به همراه شیر دروازه‌ای ۵K-۲ بر روی آن نصب و Kill Line به آن متصل گردیده و پس از تست فشار، گردش گل از طریق تاج چاه برقرار شد. بدیهی است جهت انجام عملیات کشتن چاه، شیر ایمنی سطحی و شیردروازه‌ای اصلی فوقانی در حالت باز



شکل ۸ | قرار دادن دو عدد H-Beam زیر Top Master Valve



شکل ۹ | نصب تبدیل 5K-5/8"-13-3K-6 DSA و Spacer Pool

قرار داده شد (شکل ۵). در ادامه، تاج چاه به کمک کابل حفاری و اتصال آن به Traveling Block مهار شد (شکل ۶). به دلیل شکستن و فرورفتن شیرهای جانبی فلنج مینا در کف سلر، عملیات کندن و حفر گودالی در سمت چپ فلنج مینا به عمق ۸۰ سانتی متر اجرا و جداری ۳/۸"-۱۳ بررسی شد (شکل ۷). در ادامه تاج چاه با ۱۰ هزار پوند کشیده^۱ و مهار شد. در این زمان تمامی ساپورت‌هایی که در زمان بهره‌برداری در زیر تاج چاه قرار داده شده بود، خارج گردید و به مدت ۴ ساعت حرکت تاج چاه به دقت مورد بررسی قرار گرفت. پس از این مدت، مقدار وزن کشیده شده، آزاد شد^۲ و مجدداً حرکت تاج چاه به مدت ۱۱ ساعت بررسی شد که در این مدت بدون حرکت بود. در ادامه، مجدداً تاج چاه با ۱۰ هزار پوند کشیده شد و کندن اطراف جداری ۳/۸"-۱۳ به عمق ۸۰ سانتی متر و به شعاع یک متر از جداری ادامه یافت که در همین حین تاج چاه به میزان یک سانتی متر به سمت پایین حرکت کرد. به دنبال آن، میزان اضافه کشش روی وزن‌نما از ۱۰ هزار به ۱۷ هزار پوند افزایش یافت. بنابراین کندن اطراف جداری ۳/۸"-۱۳ متوقف و همان میزان کنده شده تمیزسازی و زمان بررسی شروع شد. پس از گذشت ۱۸ ساعت، حرکتی مشاهده نشد در حالی که همچنان وزن‌نما میزان کشش ۱۷ هزار پوند را نشان می‌داد. برای رسیدن به تشخیص صحیح از وضعیت چاه، وزن ۱۷ هزار پوند رها شد و طی سه ساعت بررسی، مجدداً تاج چاه ۵/۰ سانتی متر فرو رفت. با مشاهده این حرکت دو عدد H-Beam جهت ساپورت و نگه‌داشتن قسمتی از وزن تاج چاه، زیر ۳K-۶ Top Master Valve و روی لبه سلر و از جهت جلو و پشت ولو تعبیه شد (شکل ۸). پس از اطمینان نسبی از عدم حرکت تاج چاه، Raiser گروه لوله مغزی سیار برپا و با اعمال ۱۰۰۰ پام آزمایش فشار شد. Injector Head بر روی آن قرار گرفت که در تمام طول عملیات وزن آن توسط Traveling Block نگه داشته شده بود. گل حفاری به میزان ۳۰۰ بشکه و وزن ۸۰ پوند/فوت مکعب آماده گردید و عملیات لوله پایین لوله مغزی سیار با حضور دستگاه Coiled Tubing ۱۰۸ و پمپاژ گل با حداقل

نرخ دبی تا عمق ۱۸۷۸ متری انجام شد که در این عمق سیمان لمس گردید.

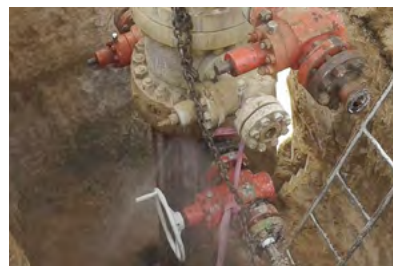
پس از لمس سیمان، سیال موجود درون چاه با ۲۳۰ بشکه گل حفاری به وزن ۸۰ پوند/فوت مکعب جابه‌جا شد. در ادامه، ۴۵ کیسه سیمان D دلیمان با حجم دوغاب ۱۰ بشکه و به وزن ۱۲۰ پوند/فوت مکعب آماده و درون چاه پمپاژ شد و با ۱۳/۵ بشکه گل به وزن ۸۰ پوند/فوت مکعب جابه‌جا گردید تا به‌عنوان پلاگ سیمانی متعادل^۴ حدفاصل ۱۸۷۸-۱۷۹۱ را پُر کرده و مسیر چاه را مسدود نماید. در واقع، بعد از اطمینان از عدم حرکت تاج چاه، باید از ایمن بودن چاه نیز اطمینان حاصل می‌شد که این مهم با گذاشتن پلاگ سیمانی و جابه‌جایی گل درون چاه (که وزن آن ۶۴ پوند/فوت مکعب بود) انجام شد. پس از گذاشتن پلاگ سیمانی، لوله مغزی سیار و تجهیزات مربوطه از روی تاج چاه پیاده شد. با اطمینان از ایمن بودن چاه، شیر پیمایش (Deeping Valve) و زانوی تولید (Swept Bend) و شیر ایمنی سطحی از تاج چاه باز و تبدیل ۳K-۶" DSA ۵K-۵/۸" و Spacer Spool روی تاج چاه نصب گردید (شکل ۹-۹)، تا حین پایین رفتن با لوله‌های حفاری از سرریز شدن سیال به درون سلر جلوگیری شود. با اتصال آسیاب‌کننده ۷/۸" و خراشنده ۷" و لوله‌های حفاری، تلاش گردید تا درون جداری ۷" تمیزسازی شود که متأسفانه به دلیل عدم عبور از ماسوره‌ی سرلوله جداری، این عملیات لغو گردید. سپس با کنار گذاشتن خراشنده ۷"، به وسیله آسیاب‌کننده ۵-۷/۸" چاه تا عمق ۶۰ متری جهت نصب RTTS ۷" تمیز گردید و پس از آن، توسط لوله‌های ته‌باز، سیال درون چاه تا عمق ۱۱۰ متری با آب جابه‌جا شد. به دنبال آن برای ایمن‌سازی چاه، تلاش در جهت پایین بردن RTTS ۷" به دلیل عدم عبور از ماسوره‌ی سر لوله جداری، ناموفق بود. مجدداً سیال درون چاه با گل حفاری به وزن ۸۰ پوند/فوت مکعب جابه‌جا شد و عملیات کندن سلر آغاز گردید. در ابتدا گودالی به ابعاد ۲/۵×۲ با ارتفاع ۱/۳۰ متر حفر شد و در مرحله بعد عمق این گودال تا دو متر افزایش یافت (شکل ۱۰-۱۰). پس از تمیزسازی اطراف فلنج مبنا و بررسی آن، با بررسی و اطمینان از عدم حرکت تاج چاه، دو عدد صفحه فلزی بزرگ به‌عنوان



شکل ۱۰ | افزایش عمق سلر تا ۲ متر



شکل ۱۱ | جوشکاری ورق بین فلنج مبنا و جداری ۱۳-۳/۸" و فلنج به خروجی‌های فلنج مبنا



شکل ۱۲ | تلاش برای پر کردن دالیز جداری ۱۳-۳/۸" و ۹-۵/۸"



شکل ۱۳ | بریدن غلاف دور فلنج مبنا



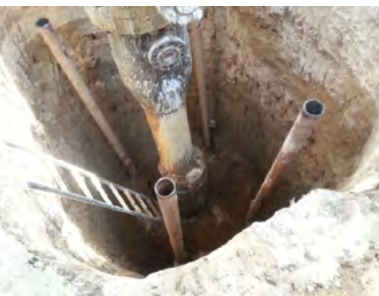
شکل ۱۴ | بریدن جداری ۱۳-۳/۸"



شکل ۱۵ | نشست تاج چاه به سمت چپ



شکل ۱۶ | خمش بیم زیر Top Master Valve



شکل ۱۷ | کوبیدن شمعها کف سلر و جوشکاری ورق‌های آهنی

آزادسازی ساپورت‌ها از حرکت تاج چاه جلوگیری شود. سپس ساپورت‌های "۵/۸-۶ فشارقوی مرحله به مرحله جدا و OVER PULL بررسی گردید. کاور ۲۰ اینچ



بلند کردن TBG HD SPOOL
به همراه BTM MASTER
TOP MASTER VALVE و VALVE
از تاج چاه و مشاهده
7"NECK



۲۲ و ۲۱



۲۳ | مهار تاج چاه توسط جداری
۷ اینچ



محیط جداری "۳/۸-۱۳" به صورت مرحله به مرحله و از دو سمت با دقت و مشاهده‌ی همزمان حرکت احتمالی تاج چاه، بریده شد که پس از بریدن ۶۹ سانتی‌متر از ۱۰۷ سانتی‌متر محیط جداری، ناگهان تاج چاه به میزان ۲ سانتی‌متر نشست کرد (شکل-۱۴ و ۱۵). (از زمان شروع عملیات تعمیر این چاه تاکنون، تاج چاه در مجموع به اندازه ۴ سانتی‌متر نشست نمود). فشار این نشست با افتادن وزن بر روی H-Beam ها و خمش آنها کنترل شد (شکل-۱۶). در ادامه، جهت تقویت اتصال بین جداری "۳/۸-۱۳" و فلنج مبنا، با استفاده از یک قطعه جداری "۲۰"، یک کاور مخروطی شکل جوشکاری و تهیه شد و به صورت دقیق بین جداری "۳/۸-۱۳" و فلنج مبنا جوشکاری گردید. سپس گودال به عمق ۳/۳۰ متر حفر گردید. درون گودال ۴ شمع به عمق نفوذ ۱/۲۰ متر کوبیده شد. سپس کف گودال روی هر شمع ورق‌های آهنی جوش داده شد تا پایه‌ای برای ساپورت‌های "۵/۸-۶ فشارقوی" شود (شکل-۱۷). ۴ ساپورت به زیر فلنج مبنا جوشکاری گردید. سپس کف گودال به ارتفاع ۹۰ سانتی‌متر سیمان (۱۱۵pcf, ۲۵bbl) گردید تا از حرکت احتمالی تاج چاه جلوگیری کند (شکل-۱۸).

سپس به منظور تقویت پایه‌ها و زیر سلر تصمیم به تزریق سیمان از طریق شمع‌ها شد که به دلیل سست بودن دیواره سلر سیمان در ابتدای کار از دیواره غربی سلر خارج شد و فوراً عملیات متوقف گردید (شکل-۱۹ و ۲۰).

پس از تزریق سیمان از طریق شمع‌ها، تاج چاه به کمک تبدیل "6"-5K FLG*4-1/2" IF PIN و برای اینکه خارج سازی H.BEAM ها ایمن باشد، انجام شد. پس از خارج سازی H.BEAM، وزن نما ۴۵۰۰ پوند OVER PULL نشان داد که با ترخیص آن جابه‌جایی صورت نگرفت. سپس TBG HD SPOOL به همراه BTM MASTER VALVE و TOP MASTER VALVE از تاج چاه جدا گردید و 30K# OVER PULL جدا گردید و 7"NECK مشاهده شد (شکل-۲۱ و ۲۲).

بعد از این مرحله ۱ شاخه NVAM 35#، ۷ به همراه تبدیل "7"-VAM BOX*10 به ماسوره سر لوله جداری متصل گردید (شکل-۲۳) و با بالابر ۳۵۰ تنی هنگ شد که در صورت

پوشش جهت جلوگیری از نشست سیال دور فلنج مبنا و لوله جداری زیر آن جوشکاری گردید و به دلیل ساختار قدیمی فلنج مبنا دو عدد فلنج جوشی ۵k-۲" روی خروجی‌های جانبی آن جوشکاری و نصب شیرهای ۵k-۲" در دو سمت فلنج مبنا میسر گردید (شکل-۱۱). تمامی اتصالات به کمک پمپ تراک تست گردید. در مرحله بعد سعی شد دالیز مابین جداری "۳/۸-۱۳" و "۵/۸-۹" که در زمان حفر چاه دارای سیمان‌بندی مناسب نبوده، از بالا با سیمان به صورت Prime پر گردد که موفقیت آمیز نبود (شکل-۱۲).

بنابراین ماسوره فاصله انداز (۵k-۵/۸-۱۳) و همچنین تبدیل زیر آن از تاج چاه باز و در ادامه، صفحه اتصال‌دهنده بین فلنج مبنا و جداری "۳/۸-۱۳" بریده شد (شکل-۱۳). سپس



سیمانکاری کف سلر به
ارتفاع ۹۰



تزریق سیمان از درون
شمع‌ها و خارج شدن
سیمان از دیواره سلر



۲۰ و ۱۹

از اتصال فلنج مینا و جداری "۳/۸-۱۳ بریده شد و OVER PULL 10K# در وزن نما نمایش داده شد. در ادامه، سه مرتبه برشی نازک به دور جداری "۳/۸-۱۳ جهت مشاهده نتیجه و باز ایستادن نشست تاج چاه زده شد که



شکل ۲۶ و ۲۵ | مشاهده کوپلینگ جداری "۹-۵/۸ و تعمیق گودال تا رسیدن به آن

حاصل آن وزن نما #52K over pull را نشان داد. سپس مرحله به مرحله OVER PULL را کم کرده و بررسی گردید تا به صفر رسید که حرکت ۱۰ سانتی متری تاج چاه رو به پایین را به دنبال داشت. در ادامه، ۵۰ سانتی



شکل ۲۷ | جوش دادن دو شاخه به یکدیگر



شکل ۲۸ | جوشکاری لوله "۲ فشار قوی به جداری "۲۰ و شمع



شکل ۲۹ | جوشکاری ماسوره سر لوله جداری "3K-13-5/8 بر روی جداری "13-3/8

متر از جداری "۳/۸-۱۳ بریده شد تا وضعیت حرکتی و وضعیت جداری "۹-۵/۸ بررسی گردد. با نمایان شدن جداری "۹-۵/۸، مشاهده گردید به دلیل نبود سیمان پشت آن دارای پوسیدگی های شدید شده است. با توجه به پوسیدگی شاخه جداری "۹-۵/۸ تصمیم گرفته شد تا شاخه، BACK OFF شود. به منظور BACK OFF کردن شاخه جداری "۹-۵/۸، این شاخه را صاف و صیقلی کرده و یک شاخه "۹-۵/۸ دیگر را بر روی آن نشانده و جوشکاری کردیم (شکل-۲۷). در ادامه گودال به عمق ۳/۵ متر حفر گردید تا جایگاه مناسبی برای آچار دکل فراهم شود. سپس باقی مانده ساپورت های "۶-۵/۸ فشار قوی جوش داده شده از قبل، از شمع ها جدا شده و به منظور تقویت یکی از شمع ها که نگهدارنده آچار می باشد یک لوله "۲ فشار قوی به جداری "۲۰ و شمع جوش گردید (شکل-۲۸). سپس دالیز "۹-۵/۸ و



شکل ۳۰ | نصب 9-5/8" CSG SLIPS غیر اتوماتیک درون C.H.H



شکل ۳۱ | جوش دادن دو شاخه به یکدیگر

اطمینان پیدا گشت.

بعد کنار گذاشتن فورانگیرها و برپایی تاج چاه، دستگاه حفاری در تاریخ ۲۱ آبان ماه ۱۳۹۴ ترخیص شد.



تکمیل عملیات نصب فورانگیرها و برپایی تاج چاه ۳۳ و ۳۲



مقر خود قرار گرفت و NECK ۷" هم از داخل و هم از خارج صاف و صیقلی شد و ۵K-۱۱"×۱۱" K-۱۰" و DSA ۱۱" و T.H.SPOOL ۵K-۱۱"×۱۱" به همراه ۲ شیر دروازه‌ای ۵K-۲" در هر طرف بر روی تاج چاه نصب گردید و تست‌های فشاری P-SEAL ها و شیرهای دروازه‌ای و CSG SLIPS ۷" انجام شد. سپس درون گودال تا ۵۰ سانتی‌متر زیر فلنج مینا با بتن مسلح سیمانکاری شد. ابعاد و دیواره سلر پایینی تا حد امکان بازتر و برای بلوک چینی آماده گردید. سپس با نصب مشبک فلزی، دیواره‌ها پلاستر اولیه گردید. فورانگیرها روی تاج جدید چاه نصب و تست شدند. در ابتدا نیاز بود که سیمانی که جهت ایمن‌سازی حفره به درون حفره پمپاژ شده بود، حفاری گردد. پس از تمیزسازی حفره نمودار CAST جهت بررسی آسیب‌دیدگی احتمالی رانده شد. با توجه به نتایج مثبت از نمودار CAST مقداری سیمان در مشبک‌های پایین تزریق گشت و پس از تمیزسازی آن به کمک نمودار CBL/VDL از سلامت باند سیمان پشت جداری‌ها

"۳-۱۳ تا حد امکان با شیلنگ هوا به اندازه ۹متر از آب‌نمک موجود به‌منظور پمپاژ سیمان درون آن، تخلیه گردید. در ادامه، ماسوره سرلوله جداری ۳K-۱۳-۵/۸" بر روی جداری "۳-۱۳ به مترآژ موردنیاز جوشکاری شد و شاخه R3MAX "۹-۵/۸" LT&C #71 در مقر خود و با LB-FT ۸۵۰۰ بسته شد (شکل-۲۹).

بعد از اتصال، جداری "۳-۱۳ با ۴۰۰پام آزمایش فشار گردید و بعد از اطمینان از نتیجه مطلوب آزمایش درون میز دوار تراز و جوشکاری گردید. پس از آن CSG "۹-۵/۸" SLIPS غیر اتوماتیک درون C.H.H قرار گرفت و NECK "۹-۵/۸" صاف و صیقلی گردید (شکل-۳۰).

سپس DSA PACK OFF 13-5/8"-3K×11"-10K پس از چند بار تلاش و کار روی NECK "۹-۵/۸" در جایگاه خود نشست و پس از آن ۱۰K-۱۱"×۱۱" C.H.SPOOL به همراه 10K G.VALVE ۲" در هر طرف نصب گردید (شکل-۳۱).

در مرحله بعد CSG SLIPS ۷" اتوماتیک درون

پانویس‌ها

- | | | |
|--------------|-----------------|-----------------|
| 1 -Over pull | 3 -Slack off | 5 -Spacer Spool |
| 2 -Hang Up | 4 -Balance Plug | |

منابع

- [1] Bourgoyne, A.T., Millheim, K.K., Chenevert, M.E. and Young, F.S., Applied Drilling Engineering, SPE Textbook Series, Vol. 2, Richardson, TX, 1986.
- [2] Mohaghegh, S., Ameri, S., 1995., Artificial Neural Network As A Valuable Tool For Petroleum Engineers, SPE29220, Proceedings, SPE, West Virginia.
- [3] Mohaghegh, S., 2000., Virtual- Intelligence Applications in Petroleum Engineering : Part I – Artificial neural networks, Journal of Petroleum Science and Engineering.
- [4] Huang, Z. and Williamson, M. A., 1994., Geological pattern recognition and modeling with a general regression neural network, Canadian Journal of Exploration Geophysics, 30(1), 60-68.
- [5] Artun, E., Mohaghegh, S. and Toro, J., 2005., Reservoir Characterization Using Intelligent Seismic Inversion, SPE98012, West Virginia University.
- [6] Rolon, L., 2004., Developing Intelligent Synthetic Logs: Application to Upper Devonian Units in PA, M.Sc. thesis, West Virginia University, Morgantown, West Virginia.
- [7] Bhatt, A., 2002., Reservoir properties from well logs using neural networks, A dissertation for the partial fulfillment of requirements for the degree of PhD at the Department of Petroleum Engineering and Applied Geophysics, Norwegian University of Science and Technology.
- [8] Demuth, H. and Beale, M., 2002., Neural Network Toolbox For Use with MATLAB, User's Guide Version 4.
- [۹] یونس عباسی لرکی، ۱۳۸۸، تعمیر تکمیل ۱، انتشارات اداره آموزش اداره کل حفاری مناطق نفتخیز جنوب
- [۱۰] یونس عباسی لرکی، ۱۳۸۹، تعمیر تکمیل ۲، انتشارات اداره آموزش اداره کل حفاری مناطق نفتخیز جنوب
- [۱۱] یونس عباسی لرکی، ۱۳۸۹، ابزارشناسی ۱، انتشارات اداره آموزش اداره کل حفاری مناطق نفتخیز جنوب
- [۱۲] یونس عباسی لرکی، ۱۳۹۰، ابزارشناسی ۲، انتشارات اداره آموزش اداره کل حفاری مناطق نفتخیز جنوب