

روشی مؤثر و نوین در مهار فوران چاه‌های نفت و گاز در زمانی کوتاه با هزینه‌ای بسیار کمتر

مهران مکوندی^{۱*}، عباس روحی^۱، فرزاد قربانی^۱، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

چکیده

در این نوشتار راهکاری مناسب جهت مهار حوادثی مثل فوران چاه‌های نفت/گاز بررسی می‌شود. فوران علاوه بر از هدر رفتن حجم زیادی از منابع هیدروکربوری، باعث خسارات جبران‌ناپذیری به محیط زیست و آتش‌سوزی بسیار جدی و آسیب‌های جانی می‌گردد. مهار فوران نفت/گاز با فشار زیاد بسیار دشوار و طبیعتاً خاموش کردن آتش سخت‌تر خواهد بود. روش‌های سنتی مهار مستلزم حفر چاه‌های امدادی و پمپاژ حجم زیادی گل حفاری جهت توقف خروج سیال مخزن است. این روش‌ها خسته‌کننده، پرهزینه و غیرقابل اعتماد هستند. علاوه بر این در صورت موفقیت نیز امکان بهره‌برداری از چاه اولیه وجود ندارد. هدف از ابداع این روش تأمین ابزاری توسعه‌یافته برای کنترل فوران نفت/گاز با فشار بسیار زیاد از دهانه‌ی چاه است که توسط آن امکان مهار مطمئن و کم‌هزینه‌ی فوران در کمترین زمان و با امکان تولیدی کردن چاه اولیه با هزینه‌ای بسیار کم پس از پایان موفقیت‌آمیز عملیات مهار است. اهداف دیگر این طرح ایجاد سوراخی در بدنه‌ی لوله‌ی خروجی سیال نفت/گاز جهت ورود پلاگ و تزریق گل به‌داخل چاه است.

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۷/۰۷/۱۴

تاریخ ارسال به داور: ۹۷/۰۹/۲۶

تاریخ پذیرش داور: ۹۷/۱۰/۱۷

واژگان کلیدی:

کنترل فوران، تونل، Hot Tap، محیط زیست، آلودگی، هزینه

مقدمه

به‌دنبال وقوع حادثه‌ی فوران پرفشار و غیرقابل کنترل سیال مخزن در چاه‌های نفت و گاز^۲، ستاد بحران و گروه‌های عملیاتی ویژه‌ای تشکیل و شرایط منطقه، از نظر ایمنی و زیرساخت‌ها برای فعالیت این گروه‌ها فراهم می‌شود. در این مرحله، نقش نیروهای حراست و HSE در کنترل ورود و خروج و ایمن‌سازی محیط بسیار مؤثر خواهد بود. از سوی دیگر، با توجه به اینکه عموماً موقعیت جغرافیایی چاه‌های نفت و گاز در مناطق صعب‌العبور و دور افتاده از شهرهاست، راه‌اندازی سیستم‌های ارتباطی و مخابراتی ماهواره‌ای، ویدئو کنفرانس، خطوط تلفن و موبایل ضروری است [۱ و ۱۸].

ایجاد زیرساخت‌هایی مثل جاده‌های دسترسی و شناسایی منابع آب نزدیک به موقعیت حادثه، ساخت سد خاکی، استخر صحرایی ذخیره‌سازی آب و خطوط لوله‌ی جریانی برای تأمین آب مورد نیاز عملیات خنک‌سازی از دیگر الزامات در عملیات اطفای حریق و مهار فوران چاه‌های نفت و گاز^۴ است.

در نخستین اقدام، ابعاد حادثه بررسی و از گسترش آتش‌سوزی جلوگیری می‌شود. در این راستا اگر مخزن سوختی در نزدیکی محل چاه وجود داشته و دسترسی به آن مقدور باشد آنرا دور می‌کنند. در گام بعدی، با به‌کارگیری روش‌هایی، آهن‌آلات و تجهیزات سوخته‌ی آوار شده روی چاه حادثه دیده را جابه‌جا می‌کنند تا دسترسی به دهانه‌ی چاه و اجرای عملیات مهار آتش میسر گردد [۳ و ۵].

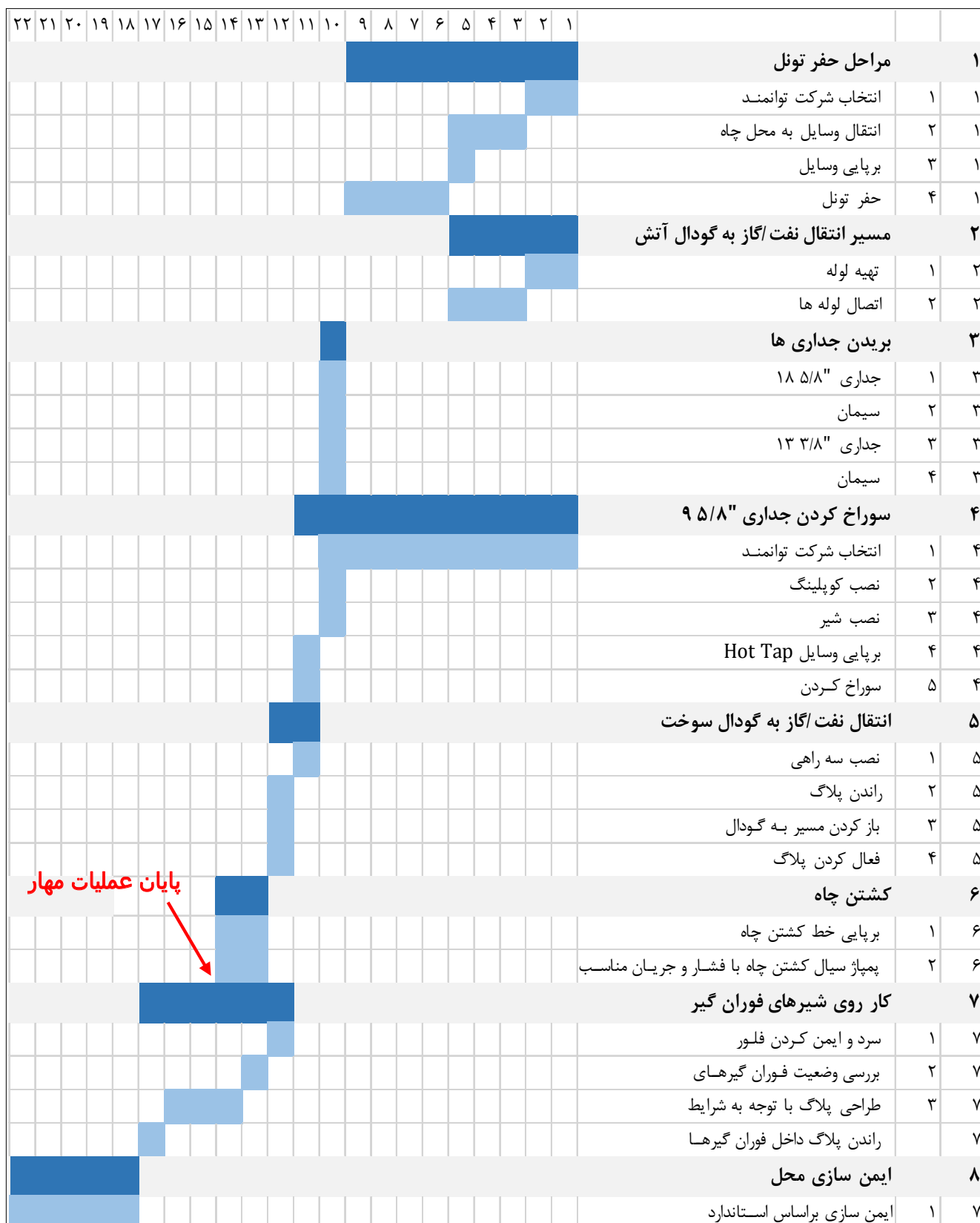
مهارگران برای اجرای عملیات حمله‌ی مستقیم به آتش و جهت ورود به چاه و مسدودسازی آن در سطح نیازمند پشتیبانی سوپر آب‌پاش‌ها و پمپ‌تراک‌های پر قدرت برای خنک‌سازی^۵ محیط، تجهیزات و موقعیت چاه هستند و تیم آتش‌نشانی با پاشیدن پیوسته‌ی چندین هزار لیتر آب در دقیقه در محیط، چتر ایمن و خنکی ایجاد می‌کند تا نزدیک شدن به دهانه‌ی چاه که معمولاً دمای آتش در نزدیکی آن تا ۱۰۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد هم می‌رسد ممکن گردد [۳ و ۲۲].

۱- حمله‌ی مستقیم به چاه سرکش از سطح^۶

پس از جمع‌آوری ضایعات دکل از روی چاه، جهت مهار فوران معمولاً دو روش حمله‌ی مستقیم به چاه از سطح و کشتن چاه از عمق^۷ را در دستور کار قرار می‌دهند. معمولاً در فوران چاه‌های نفت و گاز در هنگام حفاری، حین بالا آمدن لوله‌های حفاری، فشار گاز و سیال درون مخزن، بر ستون گل حفاری غلبه می‌کند و موجب نشست گاز در شیرهای جانبی^۸ و فوران چاه می‌گردد. پس در عملیات مهار باید فشاری در چاه ایجاد شود تا از خروج سیال مخزن جلوگیری کند.

در عملیات حمله‌ی مستقیم به چاه از سطح به‌عنوان نخستین گام ممکن در برنامه‌ی مهار، از دستگاهی به‌نام Athey Wagon و دودکشی هدایت‌کننده^۹ برای تجمع آتش پراکنده و پُر عرض و هدایت آن به‌داخل دودکش و به‌سمت تاج آتش به شکل ستونی بلند استفاده می‌شود تا دسترسی به دهانه‌ی چاه و تجهیزات فوران‌گیر^{۱۰} میسر گردد. در این مرحله اگر تجهیزات فوران‌گیر سالم بود چاه را از همانجا می‌بندند. اما اگر این تجهیزات معیوب یا ذوب شده بود با مهارت و توسط دستگاه برش، پیچ‌ها، اتصالات^{۱۱}، فلنج‌ها و شیرآلات را از روی چاه در حال فوران می‌برند. سپس لوله‌ی هدایت‌شونده که از قبل با بررسی‌های دقیق فنی و مهندسی، طراحی و با آلیاژ ویژه‌ی مقاوم در برابر دمای زیاد ساخته شده را به‌داخل شیر فوران‌گیر وارد کرده و با تثبیت آن عملیات تزریق گل حفاری و مسدودسازی چاه را آغاز می‌کنند. این سیال عموماً گل حفاری است که گل‌شناس وزن آنرا سنگین‌تر از سیال مخزن (چاه) در حال فوران در نظر می‌گیرد تا بتواند با راندن لوله‌ی جداری به‌داخل چاه، تزریق گل و ایجاد ستون سنگین گل، فشار درونی چاه را کاهش داده، آتش را مهار کرده و چاه را بکشد و در نهایت یک شیر با کلاس مناسب روی دهانه‌ی چاه نصب شود.

* نویسنده‌ی عهد‌دار مکاتبات (mmakvandi1967@gmail.com)



پایان عملیات مهار



۲- حفر چاه امدادی^{۱۲} و مهار فوران از عمق

با توجه به اینکه ممکن است اجرای عملیات حمله‌ی مستقیم به چاه از سطح به نتیجه نرسد یا پس از اجرای آن چاه به‌طور کامل مهار نشود، موازی با این عملیات، برنامه‌ی حفاری چاه امدادی یا جهت‌دار^{۱۳} برای نفوذ به جداره‌ی چاه و کشتن آن از عمق نیز اجرا می‌گردد که البته عملیاتی زمان‌بر است. البته قبل از این مرحله، ساخت جاده‌های دسترسی برای انتقال دکل حفاری به موقعیت مناسبی در نزدیکی چاه در حال فوران، خاک‌ریزی، تأمین آب، تسطیح زمین و ساخت محل حفر چاه^{۱۴} امدادی در دستور کار قرار می‌گیرد.

در گذشته چاه امدادی به‌صورت قائم و در موقعیت بسیار نزدیک به چاه در حال فوران حفاری می‌شد تا پس از ورود به مخزن، با نرخ زیادی از آن تولید گردد تا فشار چاه در حال فوران کاهش یابد، جهت جریان سیال مخزن به‌سوی چاه جدید سرازیر شود و سرانجام فوران مهار گردد. اما این روش نیازمند ماه‌ها زمان و هزینه‌ی زیادی بود و حتی ممکن بود به نتیجه نرسد. از این‌رو در ۱۹۳۳ نخستین چاه امدادی جهت‌دار حفاری شد و با پمپاژ حجم زیادی آب از طریق آن به چاه در حال فوران، مسیر خروج هیدروکربن‌ها به بیرون مسدود گردد. از آن پس این روش به‌عنوان روشی مناسب در مهار فوران چاه‌های نفت و گاز به‌کار گرفته شد.

پس از حفر چاه امدادی و مسیرهای انحرافی و ورود به جداره‌ی چاه در حال فوران، عملیات تزریق اسید آغاز می‌شود تا ارتباط بین دو چاه بهبود یابد. سپس با حداکثر توان و از طریق چاه امدادی، سیمان با وزن و چگالی مناسب تزریق می‌گردد تا چاه مسدود و کشته شود. پس از کشتن چاه نیز ایمن‌سازی و متروکه‌سازی چاه انجام می‌گردد.

۳- بررسی مقالات

فرزاد قربانی در فصل پنجم کتاب کنترل فوران خود به بیش از چهل مورد فوران چاه‌های نفت و گاز ایران اشاره کرده است. او دلایل وقوع فوران را به‌دقت بررسی و روش‌های مهار را به تفصیل تشریح کرده است [۲]. روش Hot Tap & Crimping یکی از روش‌هایی است که در ۱۳۶۷ برای مهار چاه‌های دریایی میدان نوروز در شرکت نفت فلات قاره توسط سعید نراقی استفاده شده است [۴]. اجرای این روش شامل مراحل زیر است:

- برش لوله‌های جداره‌ی چاه و دستیابی به قسمتی از لوله مغزی "۱/۲-۴" حداقل به اندازه ۲-۱/۵ متر
- بستن سهراهی دو تکه به قسمت پایین لوله مغزی
- بستن مته‌ی مخصوص Hot Tap روی سهراهی و سپس سوراخ کردن لوله از درون شیر و سهراهی
- اتصال شیلنگ‌های فشار قوی "۱/۲-۱" روی سهراهی از روی کشتی مجهز به پمپ‌های سیمان کاری و متعلقات لازم
- پرس کردن لوله‌ی مغزی توسط فک‌های پمپ فشار قوی هیدرولیک
- باز کردن شیر سهراهی و تزریق توپک‌های لاستیکی و سپس و به‌دنبال آن مواد مسدودکننده از قبیل میکا و فایبر به داخل لوله مغزی

■ تزریق آب دریا و سیمان به‌داخل لوله مغزی و مسدودسازی چاه

اصلی‌ترین مشکل در اجرای این طرح بریدن لوله‌های جداره‌ی "۲۰، ۳/۸-۱۳، ۹-۵/۸" و "۷" چاه و نیز جداسازی سیمان بین لوله‌ها تا عمق ۷-۸ متری زیر آب بود. دلیل انتخاب این عمق ایمن بودن کار جهت انجام عملیات غواصی در زیر آب و استفاده از لوله‌های افقی^{۱۵} سکوی چاه در این عمق به‌عنوان محل ایستادن و نیز پایین‌تر بودن از عمق متأثر از امواج دریا^{۱۶} بود. این روش در ۱۳۱۱ در آمریکا برای مهار فوران چاه‌های خشکی توسط فوژر ثبت شد [۱۱]. او حفر تونل دسترسی را پیشنهاد کرده بود. چند سال بعد هاپورت این روش را کمی بهبود داده و در آمریکا به ثبت رساند [۱۵]. در ۱۳۵۱ روش مشابهی توسط کرمیت برای مهار فوران چاه دریایی در آمریکا ثبت شد [۱۳ و ۱۲]. روبرت گریس در کتاب کنترل چاه و فوران پیشرفته که در ۱۳۷۳ به چاپ رسید [۱۴] Hot Tapping را به‌عنوان یکی از روش‌های مهار فوران مطرح کرد. در خصوص استفاده از Hot Tap برای کنترل فوران نفت و گاز در خشکی و دریا روش‌های متعددی در آمریکا ثبت شده که در منابع به تعدادی از آنها اشاره شده است [۲۳ و ۲۱ و ۱۹ و ۱۷ و ۱۰-۷].

۴- فن‌آوری Hot Tap & Stop Line

Hot Tap در واقع سوراخ کردن بدنه‌ی خط‌لوله‌ی موجود جهت ایجاد اتصالی جدید یا قرار دادن پلاگ داخل لوله‌ی اصلی در حالی است؛ که خط لوله‌ی اصلی تحت فشار کامل باشد و جریان متوقف نشود. این فرآیند شامل اتصال یک شاخه لوله از جمله شیر، به خط‌لوله‌ی اصلی است. معمولاً این کار توسط جوشکاری یا کلمپ مناسب انجام می‌شود و سوراخ در بدنه‌ی لوله‌ی اصلی با دستگاهی مجهز به یک شیر ایجاد می‌گردد. بیرون آوردن مته‌ی برش، بستن شیر و قطع و بازیافت توسط دستگاه برش انجام می‌شود و پس از آن شاخه‌ی لوله امکان افزودن تعداد بیشتری لوله و اتصال به خط‌لوله‌ی جدید را دارد.

۴-۱-۱- مراحل کار

۴-۱-۱- حفر تونل

جهت دسترسی به لوله‌ی خروج نفت/گاز (جداره‌ی "۵/۸-۹") در زیر محل دستگاه حفاری و به‌دور از آتش و حرارت ناشی از فوران، باید تونلی با قطر مناسب (حدود ۳ متر) و در عمق مناسب (حدود ۲۰-۳۰ متری از سطح زمین؛ بسته به استحکام سازند) حفر گردد و دور تا دور لوله‌ی جداره‌ی تا شعاع مناسبی فضا‌سازی شود.

۴-۱-۲- ایجاد خط انتقال نفت/گاز

باید لوله‌ای با ابعاد مناسب جهت انتقال نفت/گاز به گودال آتش تدارک دیده شود. ابعاد لوله باید طوری باشد که افت فشار مسیر تا گودال آتش حداقل گردد تا فشار به پلاگ داخل جداره‌ی نیز به حداقل برسد و امکان موفقیت افزایش یابد.

استحکام کافی آن باید اقدام اصلاحی لازم جهت رفع نقص با نظر مهندسان بازرسی فنی صورت گیرد.

۴-۱-۴- سوراخ کردن لوله‌ی تولیدی (لوله‌ی جداری ۸/۵-۹)

ابتدا باید در محل مورد نظر برای سوراخ کردن و اتصالات بعدی، اتصالی دائمی با ابعاد و استحکام مناسب دور تا دور لوله‌ی اصلی (تولیدی) نصب شود. سپس یک شیر روی آن نصب و مته‌ی سوراخ کن روی شیر بسته شود. در این مرحله، آزمایش فشار تمامی مجموعه با حداکثر فشار مورد نیاز کشتن چاه انجام می‌گردد و پس از آن شیر باز می‌شود. سپس جهت اتصال جدید با مته لوله را سوراخ کردن می‌کنند و پس از پایان برش، مته را بالا کشیده و شیر را می‌بندند و مته بدون هیچ ارتباطی با لوله‌ی اصلی از محفظه خارج می‌شود. برای افزایش ضریب ایمنی بهتر است این تجهیزات از راه دور و با نصب دوربین در محل‌های مناسب کنترل و هدایت گردد [۲۴].

دو سوراخ با فاصله‌ی مناسب (بسته به فضای موجود) نیاز است؛ یکی برای راندن پلاگ و هدایت خروج نفت/گاز به گودال آتش و دیگری برای پمپاژ سیال جهت کشتن چاه به داخل آن.

۴-۱-۵- راندن پلاگ

جهت تعبیه‌ی دو مسیر؛ یکی برای راندن پلاگ و دیگری برای انتقال نفت/گاز، باید اتصالی به شکل Y همراه با شیرهای مناسب روی فلنج نهایی Hot Tap وصل گردد. توجه شود هنگام سفارش Hot Tap حتماً باید در نظر داشت نوعی از آن انتخاب گردد که برای راندن پلاگ قابل استفاده باشد. ماشین راندن پلاگ، به مسیر مستقیم اتصال به لوله‌ی اصلی وصل شده و جهت توقف جریان، پلاگ به داخل لوله‌ی اصلی رانده می‌شود.

۴-۱-۶- انتقال نفت/گاز به گودال آتش

نفت/گاز تولیدی از طریق خط لوله‌ای به گودال آتش یا حتی به خط بهره‌برداری منتقل می‌گردد. این خط لوله از طریق سوراخ بالایی به لوله‌ی اصلی وصل می‌شود.

۴-۱-۷- کار روی شیرهای فوران گیر

پس از سرد و ایمن شدن سطح فلور دستگاه حفاری، دهانه‌ی شیرهای فوران گیر آماده می‌شود تا متناسب با شرایط بتوان اقدام به کشتن از دهانه‌ی چاه کرد. در صورت آسیب رسیدن به شیرهای فوران گیر در مراحل مختلف عملیات، می‌توان آنها را از زیر تعویض کرد یا بُرید.

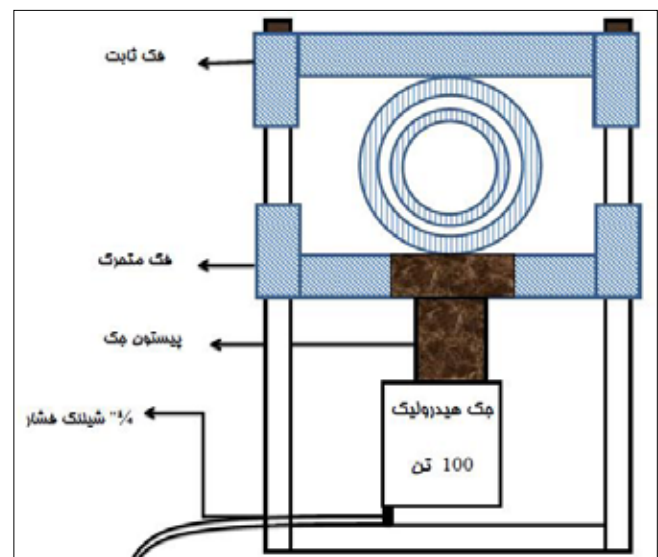
۴-۱-۸- کشتن چاه

پس از ایمن‌سازی، راندن پلاگ مناسب به داخل لوله‌ی اصلی و هدایت نفت/گاز به گودال آتش، سیال مناسب با نرخ و فشار مناسب از طریق مسیر Hot Tap پمپاژ می‌گردد. در این مرحله بهتر است برای افزایش ضریب کارکرد با

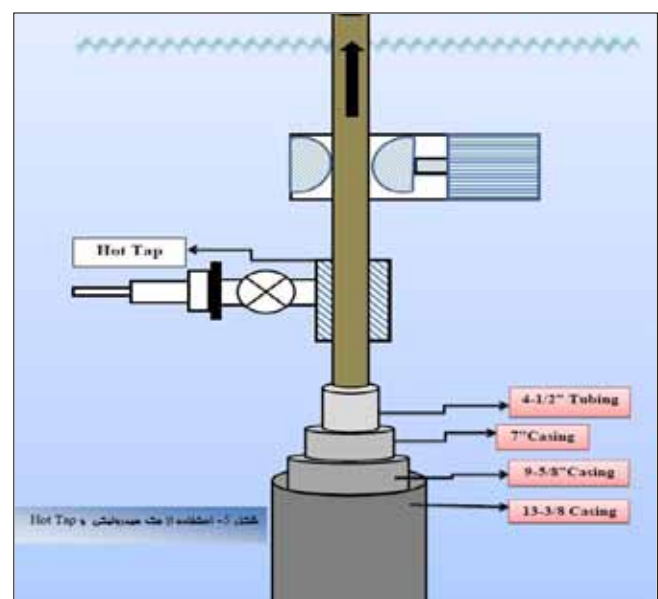
این موارد برای شرایطی است که پلاگ استحکام لازم برای کار در فشار مورد نیاز جهت کشتن چاه را نداشته باشد و تصمیم بر آن باشد که پس از تغییر مسیر نفت/گاز به گودال آتش، عملیات مهار از طریق دهانه‌ی اصلی چاه ادامه یابد.

۴-۱-۳- بریدن لوله‌های جداری قبلی

باید لوله‌های جداری قبلی (۸/۵-۱۸ و ۱۳-۳/۸) تا رسیدن به لوله‌ی تولیدی بریده شده و سیمان دور تا دور و داخل آنها به خوبی تمیز گردد. بریدن و تمیزسازی باید با دقت انجام شود تا به لوله‌ی تولیدی (لوله‌ی جداری ۸/۵-۹) آسیب وارد نشود. بنابراین باید تمامی مراحل با نظارت دقیق مهندسان بازرسی فنی انجام گردد. در صورت آسیب رسیدن به لوله‌ی تولیدی یا عدم



شکل ۲ | جک هیدرولیک یکصد تنی [۲]



شکل ۳ | استفاده از جک هیدرولیک و Hot Tap به روش سعید نراقی [۲]

کمترین فشار ممکن اقدام به کشتن چاه گردد.

۴-۹-۱-۹- ایمن سازی

پس از کشتن چاه باید بر اساس استاندارد های قابل قبول در صنعت نفت چاه ایمن سازی شود.

برای عملیات حفر تونل است که در صورت برنامه ریزی قبلی و وجود امکانات و تجربیات کافی در حفر تونل جهت مترو، این زمان تا حد زیادی قابل کاهش است. دیگر بخش زمان بر عملیات، به انتخاب تجهیزات سوراخ کردن و پلاگ است که در این مرحله نیز با برنامه ریزی قبلی و آماده سازی وسایل از قبل برای شرایط مختلف، امکان کاهش زمان مهار فوران به کمتر از ۱۰ روز نیز هست.

۵-۱-۱- چالش ها

۵-۱-۱- استحکام و کیفیت جوش یا کلمپ به لوله‌ی اصلی

نحوه‌ی ارزیابی استحکام جوش در تحقیقات مختلفی از جمله مقاله‌ی الن اسمیت بررسی شده است. با توجه به اینکه مسیر اصلی، تحت فشار و جریان است امکان انجام تست معمولی جوش وجود ندارد و در این شرایط بهترین جایگزین بازرسی است. در این بازرسی ها باید ضعفها و شکستگی های احتمالی در جوش را نشان داد. علاوه بر این باید برنامه‌ای مدون جهت تست مواد برای نشان دادن مقدار سختی شکستگی تدوین کرد.

۵-۱-۲- Hot Tap

فشار کاری Hot Tap باید بیشتر از بیشینه‌ی فشار مورد نیاز برای کشتن چاه باشد.

۵-۱-۳- مقاوم سازی لوله‌ی اصلی

پس از بیرون آوردن لوله‌های جداری و تمیزسازی اطراف لوله‌ی تولیدی، باید محل به‌طور دقیق توسط کارشناسان بازرسی فنی از لحاظ استحکام و ضخامت ارزیابی شود.

۵-۱-۴- شیر اصلی Hot Tap

این شیر که تنها حائل موجود بر سر راه لوله‌ی اصلی پر فشار و محیط آزاد است نیازمند نشت بندی^{۱۷} مطمئن و مناسب به نحوی است که کار با شیر باعث افزایش نشتی نگردد.

۵-۱-۵- ایمنی

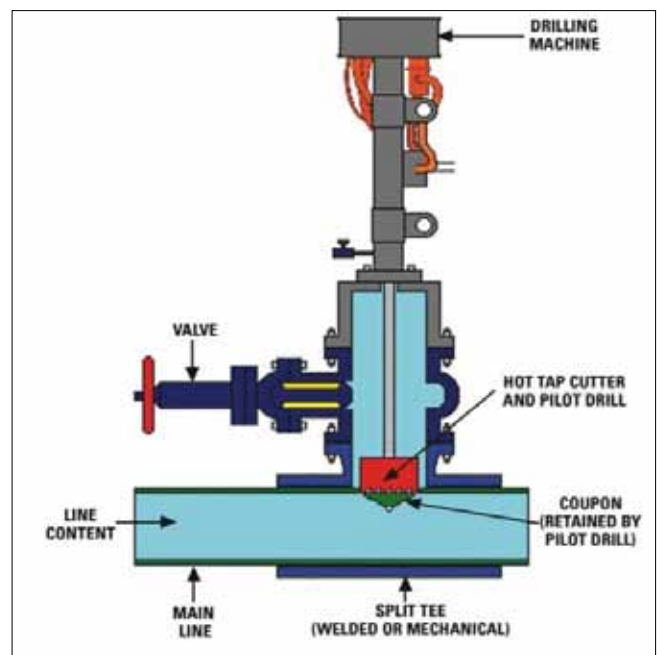
یکی از عوامل مهم موفقیت در این عملیات، ارزیابی دقیق و سخت گیرانه‌ی نکات ایمنی و تمرین ویژه‌ی ایمنی برای پرسنل کلیدی است.

نتیجه گیری

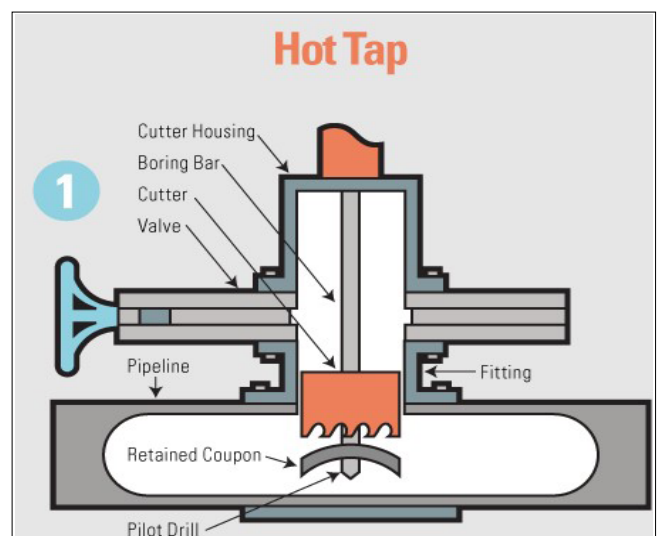
روش های سنتی مهار فوران و آتش سوزی چاه های نفت/گاز به دلیل طولانی بودن باعث هدر رفتن حجم زیادی نفت/گاز، آلودگی محیط زیست و تحمیل هزینه‌ی فراوان خواهند شد. در این مطالعه روشی جدید مطرح شده که ضمن کاهش زمان مهار به کمتر از ۲۰ درصد زمان فعلی، قابل اطمینان بوده و باعث کاهش اثرات آلاینده‌ی زیست محیطی و کاهش هزینه نیز خواهد شد. در همین راستا پیشنهاد می شود:

۵- برنامه‌ی تخمینی زمان بندی عملیات مهار

بر اساس این برنامه، کنترل چاه و کشتن آن از زمان بروز فوران، نیازمند زمانی حدود ۱۵ روز است. بیشترین زمان، مربوط به انتخاب شرکت توانمند

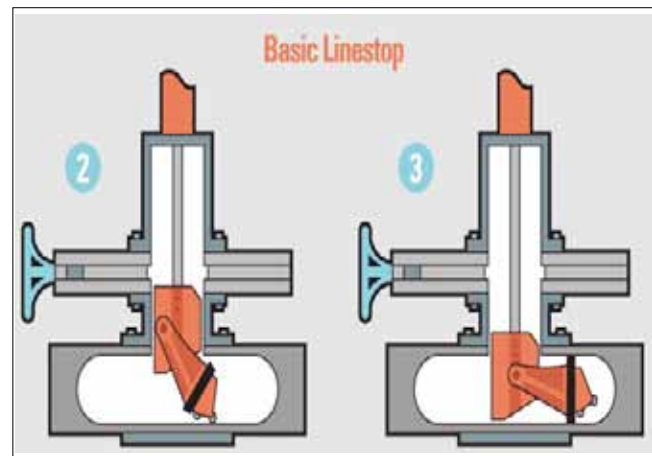


شکل ۴ | ابزار Hot Tap



شکل ۵ | ایجاد سوراخ در بدنه‌ی لوله‌ی اصلی [۲۰]

- شرکت‌های توانمند در حفر تونل، شناسایی شده و قراردادی جهت استفاده از توانمندی آنها در شرایط اضطراری امضاء گردد.
- لیستی از تجهیزات مورد نیاز برای مهار به روش ارائه شده برای ابعاد مختلف تهیه گردد.
- شرکت‌های توانمندی در عملیات‌های Hot Tap و استاپ‌لاین شناسایی شده و همانند دیگر تجهیزات حفاری (مثل وسایل مانده‌یابی که در موارد خاصی استفاده می‌شود)، تجهیزات مورد نیاز برای مهار چاه در شرایط مختلف بر اساس لیستی که در بند قبیل اشاره شد خریداری و در شرایط آماده به کار نگهداری گردد.
- تمرین‌های دوره‌ای برای آمادگی جهت مهار چاه برنامه‌ریزی و اجرا شود.
- در قالب طرحی پژوهشی، خط تولید تجهیزات Hot Tap و استاپ‌لاین راه‌اندازی گردد. همچنین باید برنامه‌ریزی به‌گونه‌ای باشد که تمامی مراحل با استاندارد صنعت نفت بازرسی و تست شوند. ■



شکل ۶ | شماتیک یک پلاگ ساده [۲۰]

پانویس‌ها

1. a.roohi4@gmail.com
2. Farzad6292@gmail.com
3. Blow Out
4. Well Capping
5. Cooling
6. Top Kill
7. Bottom Kill
8. Side Valve Tubing Head Spool
9. Stinger
10. BOP
11. Connections
12. Relief Well
13. Directional Well
14. Cellar
15. Bracing
16. Splash Zone
17. Seeling

منابع

- [1] بهمنی، ح. (۱۳۹۰). اصول مهندسی و عملیات کنترل فوران و مهار چاه های نفت و گاز. قم: ما دو تا.
- [2] قربانی، ف. (۱۳۹۱). تاریخچه کنترل فوران در ایران. اهواز.
- [3] مکوندی، م. (۱۳۹۰). روشهای کنترل فوران چاه های نفت و گاز. پایان نامه کارشناسی ارشد. اهواز.
- [4] نراقی، س. (۱۳۶۷). کنترل چاه های در حال فوران و محترق نوروز. شرکت نفت فلات قاره.
- [5] Adam, N., Hnsen, A., Stone, A., Voisin, J., Quiroz, G., & Clements, S. (1987). A Case History of Underwater Wild Well Capping: Successful Implementation of New Technology on the SLB-5-4X Blowout in Lake Maracaibo, Venezuela. SPE. Dallas, Texas, US. doi:https://doi.org/10.2118/16673-MS
- [6] Adams, N., & Kuhlman, L. (1990). Case History Analyses of Shallow Gas Blowouts. SPE-19917-MS. Houston, Texas: SPE. doi:https://doi.org/10.2118/19917-MS
- [7] Cain, G., & Gordon, M. (1973). Modern Techniques for Underwater Hot Tapping. OTC-1852-MS. Houston, Texas: Offshore Technology Conference. doi:https://doi.org/10.4043/1852-MS
- [8] E. Wendell, D. (1982). US Patentnr. 4332272.
- [9] Edvard Apeland, K., Olav Berge, J., S. Opheim, B., & Armstrong, M. (2010). Ormen Lange Hot Tap Operations - World Record in Hot Tapping. OTC-20818-MS. Houston, Texas: Offshore Technology Conference. doi:https://doi.org/10.4043/20818-MS
- [10] FELIX, R., Bruce, W., & Threadgill, P. (1991). Development of Procedures for Hot Tap Welding Onto Sour Service Pipelines. SPE-22098-MS. Anchorage, Alaska: SPE. doi:https://doi.org/10.2118/22098-MS
- [11] Fowser. (1932). US Patentnr. 1879160.
- [12] G. Rowley, K. (1970). A New Blowout Control Technique. SPE 3199. Dalas, Texas. doi:https://doi.org/10.2118/3199-MS
- [13] G. Rowley, K., & H. Barron, R. (1972). US Patentnr. 3647000.
- [14] Grace, R., & D. Grace, R. (2003). Blowout and Well Control Handbook. US: Gulf Professional Publishing. doi:9780750677080
- [15] Houpeurt, A., & Mourlevat, J. (1966). US Patentnr. 3277964.
- [16] Pooran, D. (2018). On Site Services Ltd. Von http://www.onsiteservicesltd.com/index.php abgerufen
- [17] R. Cantwell, R., & Damery, D. (2000). Making the Hot Tap Connection Permanent and Leak Free. WPC-30356. Calgary: World Petroleum Congress.
- [18] Roohi, A., Bahmani, H., & Makvandi, M. (2009). Underground Blowout Control in Iranian Offshore Oil Field. IPTC-13434-MS. Doha, Qatar: International Petroleum Technology Conference. doi:https://doi.org/10.2523/IPTC-13434-MS
- [19] S. Miller, D. (1974). US Patentnr. 3804175.
- [20] Stacey, R. (2014). Hot Tapping & Line Plugging. Von http://www.rjstacey.com/hottapping.html abgerufen
- [21] Sterkersen, S., & Sunde, T. (1999). Hot Tapping on The Norwegian Continental Shelf. ISOPE-I-99-138. Brest, France: International Society of Offshore and Polar Engineers.
- [22] T. Oskarsen, R., B. Rygg, O., Cargol, M., & Morry, B. (2016). Challenging Offshore Dynamic Kill Operations Made Possible With the Relief Well Injection Spool. SPE-180279-MS. Galveston, Texas: SPE. doi:https://doi.org/10.2118/180279-MS
- [23] Thomas Smith, A., Williamson, R., & Low, A. (2011). Ensuring the Integrity of Subsea Hot Tap Welded Joints in Lieu of Hydro Testing. SPE-146125-MS. Aberdeen, UK: SPE. doi:https://doi.org/10.2118/146125-MS
- [24] Woodward, N. (2008). A Diverless Retrofit-Tee Hot-Tap GMA-Welding Method.