اویل ایندستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

روش های کنترل چاه های فوران کرده

علیرضا فرج زاده دهکردی، فرزاد قربانی

چکیده :

مسئله سوختن چاه های نفت و گاز چه در خشکی یا دریا همیشه ضرر های فراوانی را به بار آورده است . تاریخ اطفاء حریق چاه های نفت و گاز از اکتشاف نفت بوده و همیشه در گوشه و کنار میدان های نفتی و گازی جهان این اتفاق به عنوان یک بحران محسوب می شده به طوریکه ضررهای زیادی را چه در خشکی و چه در دریا باعث شده است. در این مقاله سعی بر آن شده است که با ثبت یک رویداد واقعی همکاران را از تکنیک های بکار گرفته شده مطلع سازیم ، بدان امید که راهگشایی باشد برای دیگر همکاران و شرکت ها تا به صورت سعی و خطا کار نکنند.زیرا مهمترین مسئله برای کنترل یک چاه فوران کرده زمان است .هر چه زمان کنترل یک فوران افزایش یابد غلبه بر آن فوران مشکلتر شده و آلودگی های ناشی از این فوران نیز افزایش خواهند یافت .بنابراین انتخاب یک روش و استراتژی مناسب برای مهار و غلبه بر یک چاه دچار حریق شده یکی از مهم‌ترین و اصلی ترین مراحل است.

کلمات کلیدی : نفت ، چاه های نفتی ، فوران ، حریق ، مهار فوران ، خاموش سازی حریق

مقدمه :

به طور کلی می توان روش های که برای مهار فوران و کنترل یک چاه دچار حریق شده به کار می روند را به دو گروه مجزا تقسیم کرد که عبارتند از :

۱. روش کشتن از بالا $(Top\ Kill\ Method)$
۲. روش کشتن از پایین $(Bottom\ Kill\ Method)$

۱. در روش $T.K.M$ نهایت تلاش جهت مهار فوران و خاموش سازی چاه دچار حریق از سطح انجام می گیرد که در کشور ما ایران ظاهرا بیشتر چاه ها با این روش انجام شده است. مراحل متداول کنترل فوران چاه به روش $T.K.M$ عبارتند از:
   - خاموش نمودن شعله های آتش ناشی از فوران.
   - کنترل فوران.
   - کشتن چاه و مسدود کردن.
۲. در روش $B.K.M$ به فاصله ۶۰۰ متر یا بیشتر یک $Location$ ساخته شده و همزمان دو دکل با حفاری جهتدار و با هدف رسیدن به چاه در حال حریق ، حفاری خود را آغاز کرده و در صورتی که بتوانند به چاه در حال حریق برسند با پمپاژ سیمان و گل مناسب چاه را خاموش می سازند.به چنین گونه چاه های که با این هدف حفر می شوند چاه های امدا دی $(Relief\ Well)$ گویند.

دلایل بسیار زیادی برای فوران و حریق یک چاه می توان ذکر کرد اما کلیه این دلایل را می توان به دو دسته کلی تقسیم نمود :

۱. فوران و حریق در حین حفاری
   - برخورد با سازندهای پر فشار و مخازن هیدروکربنی با فشار غیر عادی
   - هرز روی کامل گل حفاری
   - مکش و پر نکردن آنالوس با گل حفاری با وزن مناسب در حین عملیات لوله بالا
   - عدم شناسایی پدیده های تکتونیکی مانند گسل ها و شکستگی ها
   - عدم توجه به فشار سازندی و فشار هیدرو استاتیکی گل حفاری

۲. فوران و حریق پس از عملیات حفاری

- شکستگی لوله های جداری ونشت سیالات هیدرو کربنی به سطح
- اعمال خرابکارانه انسانی همانند : بمب گذاری، برخورد با تاج چاه و .....

هریک از موارد ذکر شده بالا می تواند باعث پدید آمدن یک فوران و حریق شود . در ادامه به بیان یک نمونه واقعی از فوران های رخ داده پرداخته و وروش کنترل آن را بیان می کنیم . نمونه مورد بررسی قرار گرفته یکی از نادر ترین نوع فوران ها بوده و تکنیک به کارگیری شده برای مهار فوران آن در نوع خود منحصر به فرد می باشد . عامل اصلی این فوران وجود گسل رو رانده در محل حفاری چاه بوده که قبل از حفاری تشخیص داده نشده است . این گسل رو رانده ، مخزن را حدود ۴۰۰متر از محل اصلی آن بالاتر آورده است.چاه مورد نظر یکی از چاه های میدان نفتی نفت شهر است . میدان نفتی نفت شهر یکی از میادین نفتی غرب ایران محسوب می شود. میدان نفتی نفت شهر در سال ۱۹۲۳ میلادی در تاقدیس نفت شهر کشف شد.این میدان در فاصله ۱۰۰ کیلومتر شمال غربی ایلام و ۲۳۰ کیلومتری جنوب غربی کرمانشاه واقع شده است.شکل شماره۱ مختصات میدان نفتی نفت شهر را در خاور میانه و محل چاه حادثه دیده را نشان می دهد.

شکل ۱: مختصات میدان نفتی نفت شهر و چاه حادثه دیده

شرح مختصر حادثه فوران:

در تاریخ ۸خرداد۸۹ در هنگام عملیات حفاری حفره"۱/۴ ۱۲ در عمق۶۱۵ متری با هرزروی کامل سیال حفاری و ارتباط با مخزن بدلیل کاهش فشار ستون سیال حفاری و غلبه فشار مخزن بر آن چاه از کنترل خارج و دچار فوران گاز گردید و دستگاه حفاری در هاله ای از آتش قرار گرفت. شکل شماره ۲نمایی از دکل در حال سوختن را نشان می دهد:

شکل ۲ : نمایی از دکل در حال سوختن

به دنبال وقوع حادثه کارگروه تخصصی مهار فوران تشکیل گردیده و گروه به بررسی فوران و روشهای کنترل آن پرداختند . در بررسی های تخصصی ، گروه به این نتیجه رسیدند که برای مهار فوران از روش های زیر استفاده گردد:

۱ - مهار چاه به روش حفر چاههای امدادی $(\text{Relief Well \& BottomKill})$

۲ - مهار چاه به روش انسداد دهانه چاه از بالا $(\text{WellCapping \& TopKill})$

دلایل گروه برای اتخاذ چنین تصمیمی در این بود که اگر یکی از این روش ها با شکست مواجه شود روش جایگزین دیگری وجود داشته باشد و زمان را از دست داده نشده باشد .

مهار فوران چاه به روش حفر چاه امدادی:

به منظور کنترل فوران به وقوع پیوسته از روش حفر چاه های امدادی تصمیم به استفاده همزمان از دو دکل حفاری به منظور حفر چاه های امدادی گرفته شد . برنامه پیشنهادی برای این دو دکل حفاری به این صورت بود که با حفاری جهت دار بتوانند در عمق ۶۰۰ متری به حفره چاه فوران کرده برسند ، سپس با تزریق گل و سیمان با وزن بالا اقدام به کشتن چاه فوران کر ده پرداخته و فوران را مهار کنند شکل شماره ۳ نمایی از این دو دکل را که در حال حفر چاه امدای هستند را نشان می دهد:

شکل ۳: نمایی از دو دکل در حال حفر چاه امدادی

مهار چاه به روش انسداد دهانه چاه از بالا

همزمان با حفر چاه های امدادی برنامه کنترل فوران از سطح و از دهانه چاه با جدیت بیشتری پیگیری شد . دلایل گروه برای این کار به شرح زیر می باشند:

۱- اهمیت پارامتر زمان در مهار چاه .

۲- جلوگیری از سوختن و به هدر رفتن چندین هزار فوت مکعب گاز در روز.

۳- شرایط ویژه ناشی از نشت گاز از شکستگی های سطحی اطراف چاه.

۴- توقف سریع اثرات منفی زیست محیطی ناشی از حادثه فوق.

برای انسداد دهانه چاه از بالا باید شرایط و ضمینه های اولیه آن فراهم شود برای این منظور باید مراحل زیر انجام شود :

۱. ساخت حوضچه های مناسب جهت ذخیره آب با ظرفیت بالا

۲. ایجاد خطوط آبرسانی جهت تغذیه و ذخیره سازی آب در استخرها.

۳. استقرار پمپهای مناسب برای پمپاژ آب با دبی مناسب.

۴. استقرار ماشین آلات، ادوات، خطوط و چند راهه های سیستم خنک کننده عملیات.

۵. آماده سازی دستگاه های *Athey Wagon* و بلدوزر جهت عملیات پاکسازی.
۶. نصب و استقرار مخازن سیال حفاری.
۷. استقرار دستگاه های پمپاژ سیمان با فشار بالا.
۸. نصب خطوط کشتن چاه.
۹. اجرای عملیات کشتن و مسدود کردن چاه با سیال حفاری و سیمان.

پس از تصمیم و جدیت گروه عملیات برای مهار فوران چاه به روش انسداد دهانه چاه از بالا این عملیات به چندین بخش تقسیم شد که در زیر به تشریح آن ها می پردازیم:

محور های عملیات مهار فوران چاه به روش انسداد از بالا

محور اول: تامین آب مورد نیاز برای عملیات مهار فوران

جهت تامین آب مورد نیاز برای مهار فوران مراحل زیر انجام گرفت:

- پیدا کردن نزدیکترین و نامحدودترین منبع آب به چاه دچار حادثه شده

پس از بررسی های کارشناسی منطقه تصمیم به تامین آب از دو رودخانه دایمی و فصلی منطقه گرفته شد . بنابراین جاده های دسترسی به رودخانه ها ساخته و پمپ های فشار قوی بر روی رودخانه ها نصب شد. شکل شماره ۴ نمایی از این پمپ ها را نشان می دهد .

شکل ۴ : نمایی از پمپ های نصب شده بر روی رودخانه

- ساخت حوضچه جهت ذخیره سازی آب مورد نیاز برای عملیات

جهت ذخیره سازی آب انتقالی از رودخانه تصمیم به ساخت ۳حوضچه ذخیره سازی آب با ظرفیت ۱۵هزار بشکه گرفته شد.جهت ساخت این سه حوضچه گروه عملیات حدود ۷۹هزار متر مکعب خاکبرداری و خاکریزی انجام دادند. همچنین جهت جلوگیری از نشست آب و هرزروی آن (به دلیل ماسه ای بودن خاک این منطقه)کف این حوضچه ها با پلاستیک عایق کاری شد. شکل شماره ۵ نمایی از عملیات ساخت حوضچه ها را نشان می دهد.

شکل۵ : نمایی از ساخت حوضچه های ذخیره سازی آب

- احداث خطوط لوله انتقال آب جهت انتقال آب رودخانه ها به حوضچه های ذخیره سازی آب

جهت انتقال آب رودخانه به نزدیکی حوضچه هاحدود ۷۷کیلومتر خطوط لوله"۱۲ انتقال آب طراحی و ساخته شد . شکل۶ نمایی از حوضچه های مملو از آب را نشان می دهد .

شکل۶ : نمایی از حوضچه های مملو از آب

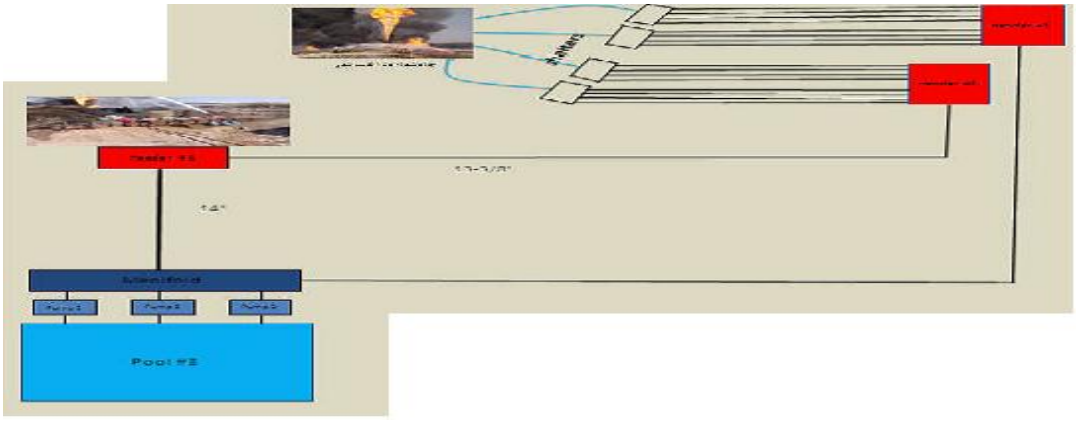
محوردوم : جلوگیری از گسترش شعله های آتش

به دلیل فشار بالای مخزن و پدیده های تکتونیکی موجود در منطقه همانند درزه ها و شکستگی ها هر لحظه بر شعاع آتش در منطقه افزوده می شد برای جلوگیری از گسترش شعاع شعله های آتش در منطقه تصمیم به محصور کردن شعله های آتش گرفته شد . برای این منظور تصمیم به احداث خاکریزهای در اطراف شعله های آتش گرفته شد . شکل شماره ۹نمایی از این عملیات را نشان می دهد .

شکل ۷: نمایی از عملیات احداث خاکریز در اطراف شعله های آتش

محور سوم عملیات: خنک سازی ادوات و تجهیزات مهار فوران

به دلیل قرار گیری منطقه حادثه در یک منطقه بسیار گرم شرایط کار ی برای گروه عملیات بسیار سخت بوده ، همچنین به دلیل شعله های سرکش آتش دمای محیط بسیاربالا و نزدیک شدن به محل دکل سوخته شده امکان پذیر نبوده و اح تیاج به خنک سازی محیط ، ادوات و تجهیزات بود . برای خنک سازی محیط و ادوات گروه اقدام به طراحی و نصب یک سیستم خنک کننده نمودند . شکل ۸شماتیکی از این سیستم را نشان می دهد. همچنین شکل شماره ۹نمایی از عملیات خنک سازی را نشان می دهد.



شکل ۸: شماتیکی از سیستم خنک کننده

شکل۹ : نمایی از عملیات خنک سازی ادوات و تجهیزات مهار فوران

محور چهارم عملیات: پاکسازی محدوده چاه از ضایعات دکل حفاری

برای نزدیک شدن به دهانه چاه جهت کنترل فوران لازم بود تا ضایعات دکل حفاری سوخته شده که هنوز بر روی دهانه چاه در حال حریق قرار داشتند از دهانه چاه بیرون آورده شده و از محوطه خارج شوند برای این منظور با استفاده از جرثقیل های مخصوص ضایعات دکل از روی دهانه چاه و از درون آتش بیرون کشیده شد و پس از خنک سازی توسط آب بر روی ماشین سوار شده و از محل خارج شد . شکل شماره ۱۰نمایی از این عملیات را نشان می دهد .

شکل ۱۰ : نمایی از پاکسازی محوطه چاه از ضایعات دکل حفاری

محور پنجم : مهار فوران

برای مهار فوران توسط گروه عملیات ، گروه اقدام به مهار فوران چاه کردند برای مهار فوران چاه در چندین مرحله مختلف اقدام به نصب استینگر ها و دودکش های بر روی دهانه چاه کردند . با هر مرحله نصب ، اطلاعات جدیدتر و کاملتری از نحوه ی مهار فوران بدست می آمد تا در نهایت با تکمیل اطلاعات لازمه گروه با در نظر گرفتن کلیه شرایط و اطلاعات موفق به مهار فوران شدند . برای مهار فوران چاه مذکور گروه در ۱۱مرحله اقدام به کنترل و مهار فوران کردند تا در نهایت در مرحله۱۱ با در نظر گرفتن اطلاعاتی که از مراحل قبل بدست آمده بود توانستند چاه را به کنترل خود در آورند.خلاصه از مراحل و اصلی ترین اقدامات انجام گرفته به شرح زیر می باشند:

- **مرحله اول عملیات مهار:**

در مرحله اول عملیات دودکشی به قطر "۵۶ و طول ۸.۱۱ متر بر دهانه چاه نصب شد. به دلیل حجم بالای سیال فورانی و پایین بودن سرعت خطی آن سیال در لوله باقی مانده و سبب برگشت آن در اطراف شیرهای فورانگیر و شعله ور تر شدن آتش گردید.

- **مرحله دوم عملیات مهار:**

جهت افزایش سرعت خطی سیال خروجی از چاه، دودکش دیگری به قطر "۴۲ نصب گردید که نتیجه مشابهی همانند مرحله اول در پی داشت.

- **مرحله سوم عملیات مهار:**

به دلیل پایین بودن سرعت خطی جریان سیال در درون دودکش ها تصمیم گرفته شد تا از استینگر به جای دودکش استفاده شود زیرا سرعت خطی ج ریان سیال در درون استینگر ها بیشتر از سرعت خطی جریان سیال در درون دودکش هاست . در این مرحله از یک استینگر با دنباله لوله "۷و یکعدد شیر دروازه ای که شامل دو شیر"۲جهت پمپاژ گل به درون چاه بود استفاده گردید. عملیات با پمپاژ آب آغاز و سپس ۷۵۰ بشکه گل با نرخ دبی۶ تا ۳۲ بشکه در دقیقه و ماکریمم فشار ۱۱۰۰ پام توسط ۵ دستگاه پمپ تراک پمپ گردید که بدلیل فشار زیاد جریان و عدم وجود وزن مناسب جهت نگهداری استینگر برروی دهانه فورانگیر، از درزبندی خوبی برخوردار نبوده و گل پمپاژ شده به درون چاه از محل شیر فورانگیر به خارج پرتاب می شد .

- **مرحله چهارم عملیات مهار:**

به دلیل عدم درز بندی مناسب استینگر شماره ۱ در مرحله سوم، قسمت راهنمای این استینگر تغییر یافت. پس از نصب استینگر جدید بر روی دهانه چاه ابتدا ۱۰۰۰ بشکه آب با دبی ۵۰ بشکه در دقیقه و فشار عملیاتی ۳۲۰۰ پام تزریق و در مرحله دوم ۱۶۰۰بشکه گل با وزن ۱۲۲ Pcf و ماکزیمم دبی۳۵ بشکه در دقیقه و ماکزیمم فشار عملیاتی ۱۸۰۰ پام به درون چاه تزریق شد. بعد از پمپاژ ۸۰۰ بشکه (تقریبا ۳برابر حجم چاه) آتش خاموش گشته و از خروجی، گل همراه با گاز رقیق خارج می شد که بدلیل نشتی Gasket دستگاه منیفولد پمپاژ گل عملیات متوقف گردید.

- **مرحله پنجم عملیات مهار:**

بمنظور ایجاد درز بندی بهتر قسمت راهنمای این استینگر مجددا دستخوش تغییرات جدیدی قرار گرفت که شامل کوتاه کردن آن به میزان ۱۰سانتیمتر و قراردادن یک رینگ در قسمت ابتدای آن بود. با پمپاژ ۲۰۰۰ بشکه آب، ۲۱۰۰ بشکه گل با دبی ۱۰ تا ۴۰بشکه در دقیقه و فشار ۵۰۰ تا ۲۸۰۰پام هیچگونه گل برگشتی مشاهده نشد. این مساله نشان از عدم ورود گل به درون چاه و درزبندی کمتر طرح جدید استینگر نسبت به مرحله قبل بود .

- **مرحله ششم عملیات مهار:**

در این مرحله از عملیات مهار از استینگری با شکل مخروطی با قطر داخلی "۱/۲ ۲و بطول ۱۵سانتیمتر و استینگری بطول ۵۰ سانتیمتر با قطرخارجی از ۱/۲ ۳ تا"۳/۴ ۷ متصل به انتهای آن بعنوان جلو رونده استفاده شد. در حین جاگذاری استینگر به درون چاه بدلیل اعمال وزن و کشش زیاد ، قسمت پایین استینگر از آن جدا و در $HYDRILL$ باقی ماند.

- **مرحله هفتم عملیات مهار:**

در مرحله هفتم استینگر مورد استفاده در مرحله دوم با تغییراتی مورد استفاده قرار گرفت . با شروع پمپاژ پس از گذشت اندکی با دبی ۴۰بشکه در دقیقه ، فشار درون چاه به دلیل کمبود وزن روی استینگر آن را از جای خود به بیرون پرتاب کرده و مانع از ایجاد آب بندی خوب شد، بنابراین تصمیم به تغییر در طراحی استینگر گرفته شد.

- **مرحله هشتم عملیات مهار:**

در این مرحله با استفاده از یک استینگر مشابه استینگر شماره ۱مقدار ۱۱۰۰ بشکه آب با دبی۱۵-۴۰ بشکه در دقیقه و فشار ۲۳۰۰پام و سپس گل به میزان ۱۱۵۰ بشکه باوزن۱۲۵ پوند برفوت مکعب ودبی ۱۰-۳۲ بشکه در دقیقه وفشار ۱۳۵ پام پمپاژ گردید .دراین مرحله تقریبا چاه مهار گشته و گل گاززده از شیرهای جانبی چاه خارج شد. بدلیل نیاز به افزایش فشار جهت غلبه برفشار سیال چاه دبی افزایش داده شد و در پی آن فشار به ۳۵۰۰پام رسید که درنتیجه آن خط انتقال گل دچار شکستگی وعملیات متوقف گردید.

- **مرحله نهم عملیات مهار:**

در مرحله نهم از عملیات، از استینگر مشابه استینگرشماره ۴وبه طول ۱۴۱سانتیمتر که در انتهای آن دارای قطرخارجی"۱/۲ ۳بود استفاده شد. این استینگر پس ازقرار گرفتن در دهانه چاه دارای درزبندی کافی نبوده و حجم گاز و نفت مشتعل ازخروجی آن نیزکم بود که تصمیم به درآوردن وکنارگذاشتن آن شد . پس از خارج کردن استینگر برروی نوک آن اثر فلز دیده شد که پس از آن تصمیم به استفاده از استینگر جدید گرفته شد .

- **مرحله دهم عملیات مهار:**

دراین مرحله ازیک لوله جداری"۳/۴ ۱۲بطول ۱.۵۳متر که به قسمت پایین (BOX) لوله وزنه"۱۴ جوش داده شده بود استفاده گردید. با قرار دادن این استینگر در دهانه چاه مشخص شد که به خوبی وارد دهانه چاه نمی شود.

- **مرحله یازدهم مرحله نهایی عملیات مهار آتش:**

پس ازعدم موفقیت درقرار دادن استینگر شماره۸ درون مجموعه فورانگیر و خارج نمودن آن تصمیم گرفته شد قسمتی از انتهای آن بصورت مخروطی درآورده شود بطوری که قطرخارجی انتها کمتر از"۱۰شود در حالیکه استینگر برروی آتی واگن نصب بود تغییرات لازم برروی آن داده شد و ۲۴ سانتیمتر از انتهای آن بصورت مخروطی درآمد وقطر خارجی ورودی به HYDRILL به"۳/۴ ۸ (با قطر داخلی"۷)رسید و پس از آن استینگر جدید (استینگر شماره ۹ ضمیمه م-۹) بروی HYDRILL نصب گردید و در حالت بازبودن شیر آن ،مشاهده شد که دستگاه از درزبندی بسیارخوبی برخوردار می باشد و عملیات شروع گردید . درآغاز عملیات مقدار ۱۰۰۰ بشکه آب با دبی حداکثر ۴۸بشکه در دقیقه وفشارعملیاتی ۲۳۰پام به درون چاه تزریق شد وسپس پمپاژگل آغازشد. پس از پمپاژ۷۰۰بشکه گل با وزن۱۳۵پوند با دبی ۱۰-۳۲ بشکه دردقیقه وحداکثر فشارعملیاتی ۱۳۰۰ پام ، شعله های سرکش چاه رفته رفته کم و در نهایت خاموش شد و چاه کاملا مهار گردید. بلافاصله با نزدیک شدن پرسنل به فورانگیر زیر چتر آب عملیات تعویض و رفع عیب شیرهای جانبی آسیب دیده آغاز شد و پس از رفع عیب و اتصال شیرها به یکی ازخطوط لوله"۱/۲ ۳ ، پمپاژسیمان هم از طریق استینگر وهم از طریق فضای حلقوی آغاز شد ۳۰۰ بشکه سیمان راه نما با وزن۱۱۸ پوند بر فوت مکعب و۲۰۰بشکه سیمان دنباله با وزن۱۱۸پوند بر فوت مکعب به درون چاه تزریق شد.

محور ششم: ایمن سازی چاه

پس از آنکه گروه عملیات موفق به کشتن چاه و مهار فوران شدند نوبت به آن رسید که چاه ایمن سازی شود . در بررسی ها و کارشناسی های صورت گرفته توسط گروه مشخص شد که امکان ادامه حفاری چاه وجود نداشته و چاه باید متروکه شود . بنابراین با نصب یک تاج کامل بر روی چاه ، چاه به صورت متروکه در آورده شد.شکل های ۱۱و۱۲ نمایی از عملیات متروکه سازی چاه را نشان می ده ند .

شکل ۱۱: نمایی از عملیات نصب تاج چاه

شکل۱۲: نمایی از مراحل پایانی نصب تاج چاه جهت متروکه سازی آن

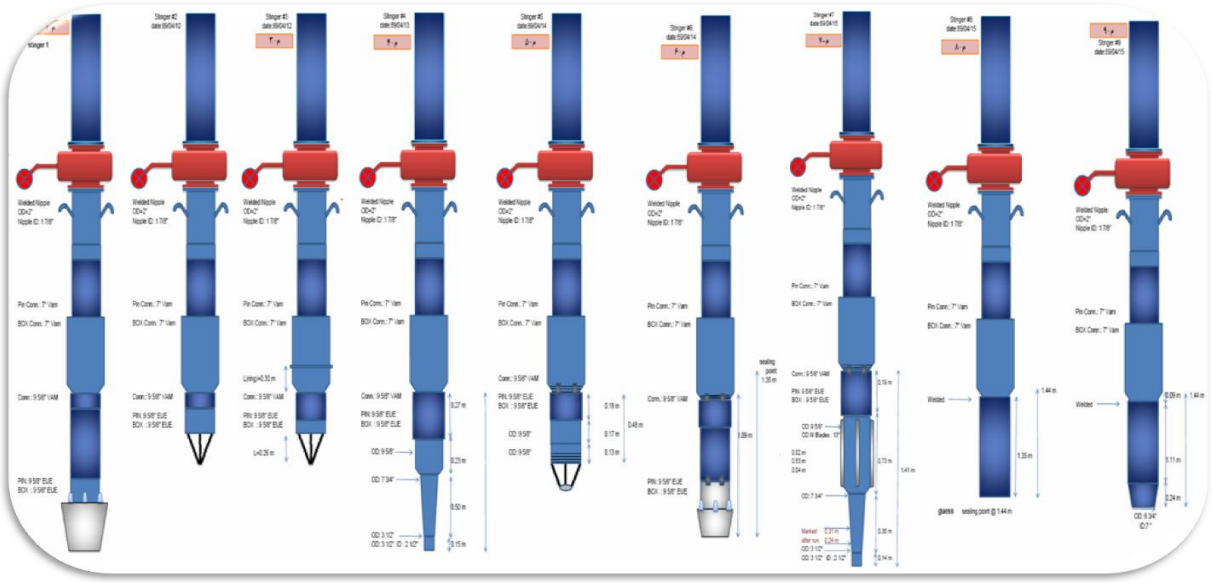
عملیات مهار فوران چاه نفت شهر یکی از بی نظیر ترین ، سریعترین و کم سلیقه ترین عملیات های مهار فوران های نفت و گاز در جهان (از نظر دانش عملیاتی و فنی) محسوب می شود .از جمله مهمترین نو آوری های که در عملیات مهار فوران چاه میدان نفت شهر بکار برده شد می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- کنترل فوران و مهار چاه بدون خاموش نمودن حریق :

در مهار فوران چاه نفت شهر بر عکس روش های متداول مهار فوران(ابتدا خاموش سازی حریق و سپس مهار فوران) گروه عملیات بدون خاموش سازی حریق به مهار فوران پرداختند .در حالی که این روش ، روشی سریع است ولی دارای خطر و ریسک بالای است. انتخاب چنین روشی نشان دهنده توان عملیاتی گروه مهار فوران است .

- طراحی و ساخت با استفاده از الگوی ترکیبی استینگر و دودکش :

همانگونه که در مراحل مختلف مهار فوران چاه ذکر شد . در هر مرحله بر اساس تجربیات بدست آمده در مرحله قبل از یک استینگر یا دودکش با طراحی جدید بر اساس اطلاعات بدست آمده از مرحله قبل استفاده شد تا در نهایت موفق به مهار فوران شد ند. شکل شماره ۱۳شماتیکی از انواع استینگر و دودکش های بکار گرفته شده و اجزای آن در هر مرحله را نشان می دهد:



شکل ۱۳: شماتیکی از انواع استینگر و دودکش ها به کار رفته در مراحل مهار فوران

- انتخاب روشهای متنوع تامین وزن لازم برای غلبه بر نیروی هیدرولیکی زیاد جریان سیال:

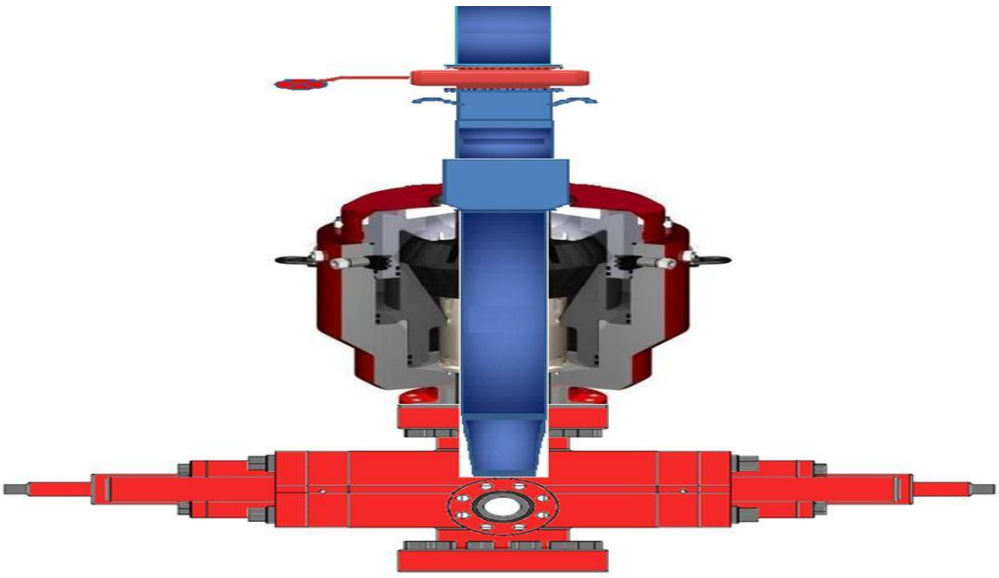
در مراحل مختلف مهار فوران بر اساس نوع طراحی استینگر و دودکش از سیال های مختلف برای غلبه بر نیروی هیدرولیکی سیال جریانی استفاد ه شد . جدول شماره ۱ نوع سیال ، وزن و مقدار آن را در هر مرحله از عملیات مهار فوران نشان می دهد:

جدول ۱ : نوع سیال ، وزن و مقدار آن را در هر مرحله از عملیات مهار فوران

مرحله	آب (بشکه)	گل (بشکه)	وزن گل (PCF)	سیمان (بشکه)	وزن سیمان (PCF)
مرحله سوم	۱۲۰۰	۷۵۰	۱۱۵	-	-
مرحله چهارم	۱۰۰۰	۱۶۰۰	۱۲۲	-	-
مرحله پنجم	۲۰۰۰	۲۱۰۰	۱۲۵	-	-
مرحله ششم	-	-	-	-	-
مرحله هفتم	۱۵۰۰	-	-	-	-
مرحله هشتم	۱۱۰۰	۱۱۵۰	۱۲۵	-	-
مرحله نهم	-	-	-	-	-
مرحله دهم	-	-	-	-	-
مرحله یازدهم	۱۰۰۰	۷۰۰	۱۳۵	۵۰۰	۱۱۸

- طراحی درزبندی مناسب تجهیزات بویژه استینگر:

پس از محاسبه نیروی هیدرولیکی جریان سیال و مقدار وزن لازم جهت غلبه بر این نیرو طراحی هندسه و ابعاد استینگر انجام گرفت . با نصب استینگر طراحی شده در دهانه چاه در ۸ مرحله و عدم موفقیت در درزبندی مناسب و عدم امکان پمپاژ سیال با فشار و حجم مناسب در هر مرحله تغییرات مورد نیاز در هندسه و ابعاد استینگر صورت گرفت و در نهایت در مرحله نهم با رفع معایب باقیمانده و ایجاد تغییرات جدید در نقاط درزبندی کننده استینگر قادر به درزبندی مناسب گردید. شکل شماره ۱۴شماتیکی از نحوه درز بندی استینگر و فورانگیر ها را نشان می دهد:



شکل ۱۴: شماتیکی از نحوه درزبندی استینگر و فورانگیر ها

- انتخاب جنس مواد مناسب در ساخت قطعات:

انتخاب جنس مواد با توجه به دمای ۹۵۰ درجه سانتیگراد در قسمت دهانه چاه بسیار حساس بوده و پس از بررسی های فنی و مهندسی فراوان از یک نوع فولاد آلیاژی خاص در ساخت بخش های مختلف استینگر استفاده شد.

- تامین وزن مورد نیاز جهت نصب استینگر:

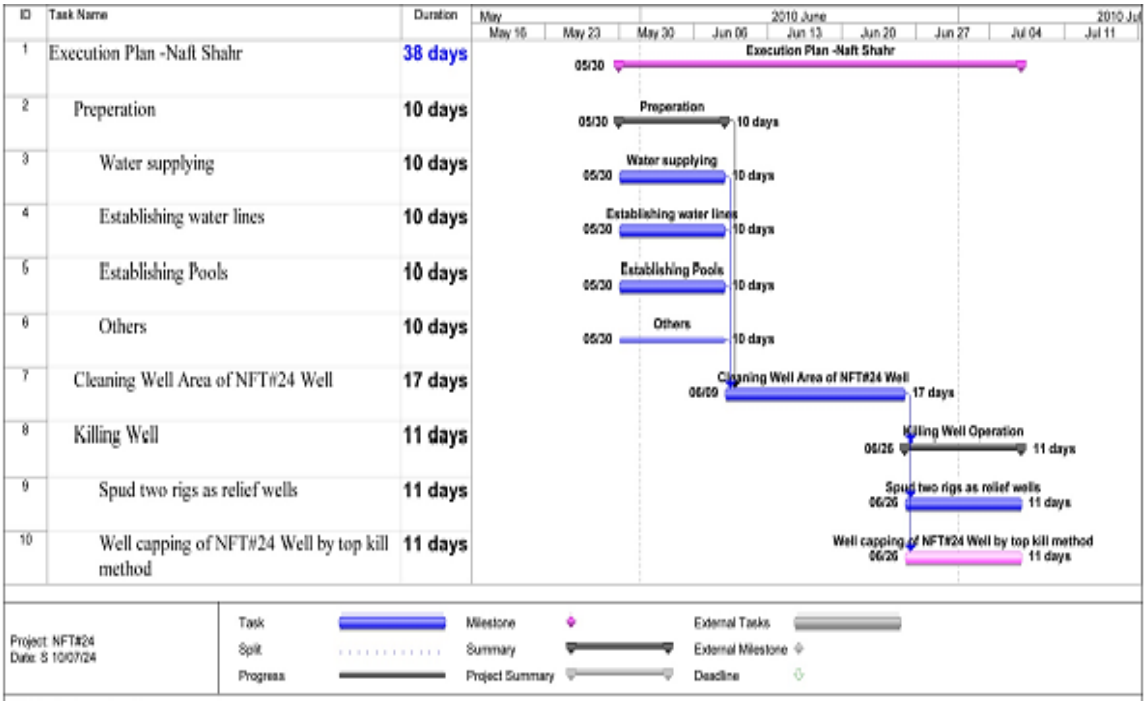
با توجه به استانداردهای موجود در روش *TopKill* اعمال وزن بر روی استینگر جهت درز بندی و انجام عملیات مهار چاه در صورتی امکانپذیر است که فشار جریانی سر چاه ۳۰۰ الی ۴۰۰ پام باشد. با توجه به فشار جریانی دهانه چاه نفت شهر که بالغ بر ۹۰۰ پام بود طراحی و انتخاب روشهای مناسب تامین وزن جهت غلبه بر این میزان فشار نیز یکی دیگر از چالشهای موجود در عملیات مهار چاه بود. با توجه به شرایط جهت تامین وزن مورد نیاز جهت نصب استینگر سه روش بدین منظور مد نظر قرار گرفت:

- طراحی استینگر با هندسه و سطح مقطع مناسب
- استفاده از وزن بوم اتی واگن دوم
- استفاده از وزنه های اضافی.

- کمترین زمان ممکن برای مهار فوران یک چاه:

عملیات مهار فوران چاه نفت شهر در نوع خود یکی از سریعترین و دقیقترین عملیات های مهار فوران در جهان محسوب می شود کل عملیات مهار فوران و کنترل چاه از ابتدا تا انتها ۳۸ روز بوده که در نوع خود منحصر به فرد می باشد.نمودارشماره ۱نمودار زمانی پروسه مهار فوران چاه نفت شهر را نشان می دهد:

نمودار ۱: نمودار زمانی عملیات مهار فوران چاه میدان نفت شهر



نتیجه گیری :

دریک نگاه کلی به عملیات مهار فوران چاه میدان نفت شهر به این نتیجه می رسیم که این عملیات یکی از پیچیده ترین و مشکل تری عملیات های مهار فوران در جهان بوده که گروه این عملیات توانستند در سریع ترین زمان ممکن آن را مهار کنند. استفاده از دانش بومی و تجهیزات کامل ساخت داخل دیگر نکته مهم در این عملیات بود.

پیشنهادات :

- بهتر است قبل از انجام عملیات حفاری در یک منطقه ابتدا آن منطقه از نظر زمین شناسی به طور کامل مورد ارزیابی قرار داده و کلیه پدیده های تکتونیکی اعم از چین ها ، گسل ها ،درزه ها و شکستگی ها مشخص گردند
- به کلیه علائم و نشانه های جریان های درون چاهی و سیلان ها توجه گردد
- در صورت وجود هرز روی گل در یک لایه،آن لایه به طور کامل مورد بررسی قرار گیرد
- تحت هر شرایطی در عملیات حفاری فورانگیرها دالیزی ،کوبه ای و برشی آماده به کار باشند
- با توجه به مزایای برشمرده شده برای روش کنترل فوران از سطح بهتر است مطالعات جامع تر و کامل‌تری بر روی این روش صورت گیرد. تا این روش به یک روش مطمئن برای مهار فوران شود
- در عملیات مهار فوران ها از هر دو روش مهار فوران استفاده شود تا در صورت شکست یک عملیات زمان از دست نرفته باشد .

منابع :

- گزارشات روزانه حفاری
- مشاهدات عینی پرسنل حفاری
- مجله اکتشاف و تولید
- کتاب زمین شناسی ساختمانی نویسنده : حسن مدنی
- کتاب عملیات کنترل چاه نویسنده : فیتز پاتریک ترجمه:مهندس سید مرتضی سادات نوریه
- مقالات مربوط به این موضوع