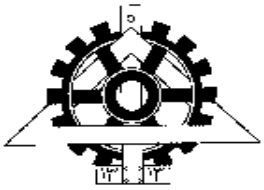
دانشگاه تهران- دانشکده فنی



پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی اکتشاف نفت

بازنگری روش های طراحی رشته های جداری در یکی از میادین جنوب غرب ایران

نگارش:

مسعود شعبان

اساتید راهنما:

دکتر حسین معماریان

دکتر فریدون سحابی

تیر ۱۳۸۷

چکیده

طراحی رشته های جداری و کاربری آنها از مهمترین مسائل بنیادین در حفاری چاههای نفت به شمار می رود. هدف اصلی از طراحی لوله های جداری انتخاب لوله های مناسبی است که بطور ایمن و در عین حال اقتصادی، تحت شرایط خاص هر چاه و در طول عمر آن چاه مقاوم باشند.

برنامه لوله گذاری در هر چاه افزون بر هزینه های فراوان، امری وقت گیر و زمان بر است. از سوی دیگر اندازه و نوع لوله های جداری دقیقاً با شرایط زمین شناسی منطقه و ویژگی های درون سازند، ارتباط تنگاتنگ دارد. این ارتباط اثر مستقیم روی ترکیب شیمیایی و وضعیت گل حفاری خواهد داشت. از آنجا که هر کدام از عوامل یاد شده همراه با هزینه های گزاف و بسیار بالاست، می توان با بررسی تمامی عوامل مربوط و بازنگری در برنامه ریزی ها و طراحی های متداول و معمول که بطور سنتی در مناطق نفت خیز ایران اجرا می شود، به روش بهینه ای دست یافت.

در این پایان نامه ابتدا انواع رشته های جداری و روشهای طراحی آنها مورد بررسی قرار گرفته است. سپس با مطالعات میدانی، برای تعیین محل استقرار لوله های جداری روش جدیدی با نام روش تعیین محل استقرار لوله های جداری با استفاده از مقاومت در برابر ورود سیال به درون چاه ارائه شده است و این روش بر روی یکی از میادین نفتی جنوب ایران (میدان آغاجاری) اعمال شده است.

در بخش دیگر این پایان نامه به بررسی طراحی سنتی موجود در ۷ چاه میدان آغاجاری پرداخته و معایب و مشکلات این طراحی مورد بازنگری قرار گرفته و طراحی مناسب برای این چاهها ارائه شده است.

در نهایت با مطالعه فشارها و نیروهای وارد بر لوله های جداری، امکان سنجی حذف یک نوع از لوله های جداری و ادامه دادن لوله جداری سطحی تا بخش ۷ سازند گچساران مورد بررسی قرار گرفته است.

تقدیم به خدایی که در همه لحظات کنارم بود

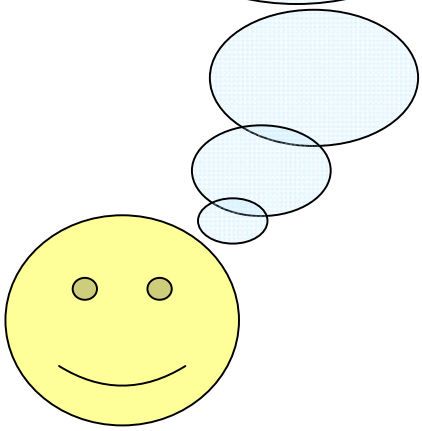
تقدیم به همسر مهربانم

که موفق زندگی کردن را به من آموخت

و زیبا زیستن را در وجودم بیدار کرد

تقدیم به پدر و مادر مهربانم

که بر هر تار موی سپیدشان هزاران دین دارم



تقدیر و تشکر

منّت خدای را عزّوجل که طاعتش موجب قربت است و به شکراندرش مزید نعمت. هر نفسی که فرو می رود ممدّ حیات است و چون برمی آید مفرّح ذات پس درهر نفس دو نعمت موجود است و بر هر نعمت شکری واجب.

از دست و زبان که بر آید　　کز عهدهٔ شکرش بدر آید.

بنده همان به که ز تقصیرخویش　　عذر به درگاه خدای آورد

ور نه سزاوار خداوندیش　　کس نتواند که به جای آورد

(سعدی شیرازی)

اینک که لطف و بخشایش پروردگار متعال، تهیه و تنظیم این مجموعه را نصیبم نمود، قبل از هر چیز بر خود لازم می دانم، که از زحمات دوست و استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای مهندس کاوه ابراهیم زاده، که در تمام مدت انجام این پژوهش از راهنمایی های ارزنده ایشان بهره مند بودم تشکر و قدردانی نمایم. همچنین لازم به ذکر است که قسمت اعظم پروژه تحت حمایت شرکت انرژی گستر پارس(PEDEX) به انجام رسید.

در به اتمام رساندن این پروژه ، کمک ها و راهنمائیهای همسرم خانم مهندس اعظم پولادی، راهگشای فراموش نشدنی در مشکلاتم بود. تشکر ویژه از این همسر بزرگوار را وظیفهٔ خود می دانم.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۱

آشنایی با رشته های جداری ۱

۱-۱- آشنایی با حفاری ۲

۱-۲- آشنایی با رشته های جداری ٤

۱-۳- لزوم تکمیل چاه با استفاده از رشته های جداری ٥

۱-۴- تاریخچه استفاده از رشته های جداری ۷

۱-۵- معرفی کاربردهای نوین رشته جداری ۷

۱-۵-۱- حفاری با رشته های جداری ۷

فصل دوم: آشنایی با انواع رشته های جداری ۹

۲-۱- کلیات ۱۰

۲-۲- انواع رشته های جداری ۱۱

۲-۲-۱- رشته جداری هادی ۱۲

۲-۲-۳- رشته های جداری سطحی ۱٤

۲-۲-۴- رشته جداری میانی ۱٦

۲-۲-۵- رشته جداری تولید ۱۷

۲-۲-۶- رشته آستری ۱۹

۲-۳- مشخصات فنی لوله های جداری ۲۰

۲-۴- اتصالات رشته جداری ۲۱

۲-۴-۱- رزوه ای و کوپلینگی ۲۱

۲-۴-۱-۱- کوپلینگ رشته جداری با رزوه گرد کوتاه ۲۱

۲-۴-۱-۲- کوپلینگ و رشته جداری با رزوه گرد بلند ۲۱

۲-۴-۱-۳- کوپلینگ رشته جداری با رزوه باترس ۲۲

۲-۴-۲- اکسترم لاین ۲٤

فصل سوم:نیروهای وارد بر رشته جداری، روشهای طراحی رشته جداری ۲۵

۳-۱-کلیات ۲٦

۳-۲- معرفی فشار ها و نیروهای وارد بر لوله های جداری ۲٦

۳-۲-۱- تنش کششی ۲۷

۳-۲-۲- فشار افتادگی ۲۷

۳-۲-۳- فشار ترکیدگی ۲۸

۳-۳- محاسبه نیروهای وارد بر رشته های جداری ۲۸

۳-۳-۱- نیروهای فروریزشی ۲۸

۳-۳-۲- نیروی شکننده ۳۰

۳-۳-۳- نیروی کششی ۳۳

۳-۴- تعیین محل استقرار رشته های جداری در چاه ۳۵

۳-۴-۱- کلیات ۳۵
۳-۴-۲- تعیین محل استقرار رشته های جداری میانی ۳۵
۳-۴-۲-۱- تعیین محل استقرار پاشنه بر مبنای فشار سازند ۳۵
۳-۴-۲-۲- چسبیدن لوله ها در اثر تفاضل فشار ۳۸
۳-۴-۳- تعیین محل استقرار رشته جداری سطحی ۳۹
۳-۵- روشهای طراحی رشته های جداری(روش گلف) ۴۰
۳-۵-۱- کلیات ۴۰
۳-۵-۲- روش گلف ۴۰
فصل چهارم: زمین شناسی فرو افتادگی دزفول ۴۸
۴-۱- کلیات ۴۸
۴-۲- چینه شناسی فرو افتادگی دزفول ۴۹
۴-۳- تکتونیک فرو افتادگی دزفول ۵۰
فصل پنجم: میدان آغاجاری ۵۲
۵-۱- مشخصات میدان آغاجاری ۵۳
۵-۲- توالی رسوبی میدان بر اساس چاه شماره ۱۶۸ ..... ۵۵
۵-۲-۱- سازند آغاجاری(میوسن پایانی- پلیوسن آغازی) از سطح تا ۱۱۴۷ متر ۵۵
۵-۲-۲- سازند میشان(میوسن پایانی)، از ۱۱۴۷ تا ۱۵۰۷ متری ۵۶
۵-۲-۳- سازند گچساران (میوسن میانی)، از۱۵۰۷ تا ۱۹۸۷متری ۵۶
۵-۲-۴- سازند آسماری(الیگوسن-میوسن) از ۱۹۸۷ تا ۲۰۸۷ متر ۵۸
۵-۲-۴- سازند آسماری(الیگوسن-میوسن) از ۱۹۸۷ تا ۲۰۸۷ متر ۵۹
۵-۳- روش متداول برنامه ریزی رشته های جداری در میادین نفتی جنوب ایران با هدف مخزن آسماری ۵۹
۵-۳-۱- عوامل کنترل کننده در تعیین محل استقرار لوله های جداری در ایران ۶۰
۵-۳-۲- محل استقرار رشته جداری هادی ۶۰
۵-۳-۳- محل استقرار رشته جداری سطحی ۶۱
۵-۳-۴- محل استقرار رشته جداری میانی ۶۱
۵-۳-۵- محل استقرار رشته جداری تولید ۶۱
۵-۳-۶- رشته آستری ۶۲
۵-۴- فرآیند استاندارد تعیین قطر لوله های جداری ۶۳
فصل ششم: بازنگری در طراحی لوله های جداری در میدان آغاجاری ۶۵
۶-۱- کلیات ۶۶
۶-۲- تعیین محل استقرار لوله های جداری با استفاده از روش مقاومت در برابر ورود سیال ۶۶
۶-۳- بازنگری در طراحی لوله های جداری میدان آغاجاری برای ۷ چاه با هدف مخزن آسماری ۷۵
۶-۳-۱- طراحی رشته های جداری بر مبنای نیروها ۷۵
۶-۳-۲- تفاوتهای موجود در طراحی پیشنهادی و طراحی سنتی برای چاه شماره ۱۶۸ ..... ۷۸

۶-۳-۳- تفاوتهای موجود در طراحی پیشنهادی و طراحی سنتی برای چاه شماره ۱۷۰ و ۱۷۳ .. ۸۲
۶-۳-۴- تفاوتهای موجود در طراحی پیشنهادی و طراحی سنتی برای چاههای شماره۱۷۴، ۱۷۶، ۱۷۸ و ۱۸۳ ..... ۸۵
۶-۴- امکان سنجی حذف یکی از رشته های جداری و ادامه دادن رشته جداری سطحی تا سازند گچساران در میدان آغاجاری..... ۹۱
۶-۴-۱- مقدمه ۹۱
۶-۴-۲- مطالعه حذف رشته جداری سطحی در میدان آغاجاری ۹۲
فصل هفتم: نتیجه گیری **۹۹**
مراجع و منابع..... **۱۰۳**
پیوست..... **۱۰۵**

فصل اول

مقدمه

آشنایی با رشته های جداری

۱-۱- آشنایی با حفاری

برای یافتن نفت در یک ناحیه نخست باید به کمک زمین شناسی و ژئوفیزیک معلوم گردد که آیا ساختمان لایه های زمین در ناحیه مورد نظر به شکلی است که تشکیل نفتگیر را بدهد یا خیر. پس از اخذ نتیجه مثبت کار حفاری آغاز می گردد.

حفر چاه به چند طریق انجام می شود ، امروزه حفاری چاه های نفت و گاز اصولا با استفاده از مته های دوار حفاری انجام می شود و روشهای دیگر نیز در مرحله تحقیق می باشند. همچنین در حفر چاه های کم عمق آب از دستگاه حفاری ضربه ای استفاده می شود. دستگاه حفاری ضربه ای که در گذشته بیشتر بکار می رفت عبارت بود از تیغه فولادی سخت و لبه تیزی که به انتهای یک سیم فلزی بسته شده و به وسیله یک جرثقیل به داخل چاه فرو می رفت و بالا می آمد و بدین ترتیب زمین را سوراخ می کرد.[۲۴]

در سال ۱۸۵۹ کلنل دریک اولین چاه نفت امریکا و جهان را در ایالت پنسیلوانیا به این طریق حفاری کرد. در چاه دریک که با سیستم ضربه ای حفر گردید و در عمق ۲۳ متری به نفت رسید برای جلوگیری از ریزش سنگ و ماسه طبقات ، لوله های فلزی به تدریج و به فاصله های کمی پشت سر مته حفاری بداخل چاه رانده می شد. در مدت زمان کوتاهی بعد از حفر اولین چاه روش ضربه ای تا اندازه ای تکمیل گردید و چاه هایی تا عمق ۳۰۰ متر توسط دیلم های سنگینی که از دکل حفاری با طناب آویزان می شد حفر می گردید. گاهی اوقات اطراف رشته را با کیسه های مملو از حبوبات می بستند تا حبوبات در مجاورت آب متورم گردیده و از نفوذ آبهای سطحی به طبقات نفت زا جلوگیری کند. بعدها استفاده از مواد منفجره جهت ایجاد روزنه و شکاف در داخل طبقات نفتی صورت گرفت. به این ترتیب حرکت نفت با سهولت بیشتری به طرف دهانه چاه ادامه یافت. ولی دست یافتن به طبقات عمیق تر و مخازن سر شار از نفت لزوم بکارگیری دستگاه های کاملتر و پیشرفته تری را ایجاب می کرد. تا اینکه از اوایل قرن بیستم برای حفر چاه های نفت روش حفاری با مته دوار آغاز شد.[۲۴]

دکل حفاری یک ستون عظیم فولادی به بلندی تقریبا ۴۰ متر و شبیه تیرهای چهارپایه انتقال فشارقوی برق می باشد و در نقطه ای که برای حفر چاه توسط زمین شناس تعیین شده است نصب می گردد. محل نصب دکل را باید با سیمان زیرسازی کرد تا در مقابل دکل حفاری و فشارهای وارده مقاومت کند.

عمل حفاری بوسیله یک رشته لوله که بهم پیوند شده و در نوک آن سرمته یا تیغـه و در بـالای آن یک صفحه یا میز دوار قرار دارد انجام می گیرد. وسط صفحه دوار یک سوراخ ۴ یا ۶ پر است کـه از درون آن یک لوله ۴ یا ۶ پهلو[1] که اولین قسمت رشته حفاری است می گذرد.

این لوله حفاری توسط یک سیم فلزی به قرقره ای که در انتهای فوقانی دکل قرار دارد آویزان است. سیم فلزی مذکور به کمک منجنیق های قوی که روی صفحه حفاری قرار دارند رشته حفاری را بالا و پایین می کشند. منجنیق دستگاه های حفاری که برای کندن چـاه هـای عمیـق بکـار مـی رونـد قدرت جابجایی ۵۰۰ تن را دارد و در پشت منجنیق موتورهای مربوطـه روی پـی مخصوصـی نصـب شده اند و قدرت این موتورها در حدود ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ اسب بخار است.

سر مته یا تیغه مته را به نوک لوله ۴ یا ۶ پر می بندند و از سوراخ وسط صفحه دوار عبور می دهنـد تا به زمین برسد. سپس صفحه دوار بوسیله زنجیرهای ارتباط توسط موتورها بکار می افتد تـا بـدین وسیله در حالیکه لوله ۴ یا ۶ پر می چرخد سنگینی آن به مته وارد شود و این باعث فرورفتن مته و سوراخ کردن زمین می شود. باید توجه داشت که قطر مته بزرگتر از قطر لوله ۴ یا ۶ پر می باشـد. و پس از حفاری زمین فضایی بین رشته حفاری و جدار چاه باقی می ماند که گل حفاری در آن وجود خواهد داشت.[۲۴]

برای بیرون آوردن خرده سنگهای تراشیده شده از دل زمین گل مخصوصی یا دوغابی را که از آب و خاک و برخی مواد شیمیایی تهیه شده است و آنرا گل حفاری می گویند بکار می برند. گل حفـاری در انواع مختلف آبی و روغنی می باشد و در حالتهای بخصوصی از هوا و یا کف بجـای گـل حفـاری استفاده می شود.

در قسمت فوقانی لوله ۴ یا ۶ پر که به قرقره دکل آویزان است کاسه گردنده ای بنام تـه لولـه[2] قـرار دارد. گل حفاری در حالیکه لوله ۴ یا ۶ پر می چرخد از درون این کاسه یا گلوگـاه بـه درون رشـته حفاری تلمبه می شود و گل حفاری با فشار از داخل رشته حفاری گذشته و به سر متـه مـی رسـد. سر مته هم دارای سوراخ هایی است که گل با فشار بسیار زیاد از آنها خارج می شود. در این حالـت گل باعث جدا شدن تراشیده ها از کف زمین می شود و آنها را از فضای بین رشته حفاری و چاه بـه سطح زمین حمل می کند. گل حفاری غیر از بالا آوردن تراشه های زمین کاربردهای دیگری نیز در

---

[1]- Kelly
[2]- Swivel

ته چاه انجام می دهند که عبارتند از خنک کردن و روان کردن مته. علت اینکه بجای آب از گل حفاری استفاده می شود این است که خرده سنگهای حفاری شده دارای وزن مخصوص زیادی هستند و با اینکه گل بعلت سرعت زیاد آنها را با خود بالا می آورد، ولی گرانروی گل باید به حدی باشد که بتواند خرده سنگها را با سهولت و به سرعت از چاه خارج کند.[۲۴]

گلی که خرده سنگها را از چاه بیرون می کشد، به درون صافی مخصوصی که شبیه غربال است هدایت می شود (سرند لرزان[1]). در آنجا خود گل از صافی عبور کرده اما خرده سنگها روی صافی باقی می مانند و گل پس از عبور از صافی در مخزنی جمع آوری و از آنجا مجدداً به داخل رشته حفاری تلمبه می شود. بدین ترتیب جریان دائمی گل از درون کاسه گردان به داخل رشته حفاری و سرمته و از آنجا به فضای بین رشته حفاری و چاه و تا صافی مخزن ادامه پیدا می کند.

گل حفاری باعث می شود ستون گل حفاری به دیوار چاه فشار آورد و مانع ریزش آن شود. به علاوه بدنه چاه را اندود کرده و منافذ آنرا می گیرد و دیگر آنکه در مواقعی که مته در اعماق زیاد به لایه گاز یا نفت می رسد ستون گل مانع می شود که گاز یا نفت از منافذ لایه مذکور که ممکن است فشار زیاد هم داشته باشد به درون چاه راه یابد. به همین جهت غلظت و وزن گل حفاری باید بیش از وزن آب و بحدی باشد که بتواند فشار لایه متخلخل مذکور را خنثی کند. وزن گل را می توان با افزودن آب و یا برخی مواد معدنی کم و یا زیاد کرد.[۲۴]

۱-۲- آشنایی با رشته های جداری

گرچه ستون گل حفاری از چاه محافظت نموده و مانع ریزش دیواره های آن است ولی باید چاه را با لوله های آهنی آستر نمود تا دیواره آن نریزد. معمولاً در چاههای توسعه ای از ابتدای حفاری، از روی اطلاعاتی که از عملیات اکتشاف بدست آمده می توان فهمید که عمق چاه پس از اتمام حفاری چه میزان است. با توجه به این معلومات وقتی چاه به لایه مورد نظر رسید شروع به آستر کردن می کنند. برای آستر کردن چاه (رشته جداری) رشته فولادین در چاه رانده شده و فاصله بین رشته و دیواره از پایین به بالا بوسیله سیمان پر می شود. در قسمت بالای رشته که کمی از لبه چاه بیرون است تعدادی شیر بزرگ نصب می شود و بالای این شیرها دستگاه کنترل فوران نصب می گردد. تمامی این شیرها در زیر سکوی حفاری قرار دارند و بهمین علت سکوی حفاری در حدود ۸ متری از سطح زمین می باشد. نصب این شیرها خیلی ضروری است زیرا چنانچه مته به لایه ای با

[1]- Shale Shaker

فشار زیاد برخورد کند مایع موجود در آن لایه شروع به فوران خواهد کرد که به کمک این شیرها در چاه بسته شده و از فـــوران مایع جلوگیری می شود.[۲۳]

نحوه نصب رشته جداری در چاه هنگام حفاری به این طریق است که وقتی عمق آن به میزان پیش بینی شده رسید، لوله جداری مورد نظر را در چاه نهاده و فاصله بین لوله و دیواره چاه را بـه کمـک تلمبه با سیمان پر می کنند. وقتی که دیواره چاه بوسیله لوله محصور گردیـد بـه عملیـات حفـاری ادامه می دهند. با کار گذاشتن رشته در چاه طبعا دهانه چاه تنگـــــتر می شود و بنابراین در موقع ادامه حفاری باید از تیغه مته کوچکتری استفاده شود. چاه های با عمق متوسط کـه در لایـه هـای مشخص حفر می گردند معمولا به ۲ تا ۳ حلقه پوشش یا رشته جداری احتیاج دارند. اما برای چـاه های آزمایشی در لایه های نامشخص به تعداد بیشتری رشته جداری نیاز است.[۲۳]

۱-۳- لزوم تکمیل چاه با استفاده از رشته های جداری

در گذشته جهت استفاده از آبهای زیر زمینی، انسان ناچار به حفر چاه و قنات بود. اما ریزش دیـواره چاه در حین حفاری و پس از آن یکی از مشکلات موجود در انجام این عمل به شمار می رفت.

اولین راه حل برای جلوگیری از ریزش چاه، اندود کردن دیواره چاه بود، ولی به دلیل نداشتن مـلات و اندودهای ضد آب امکان ریزش چاه از بین نمی رفت، واین ریزش فقط کمی به تعویق مـی افتـاد. راه حل بعدی سنگ چینی دیواره چاه بود و بعد ها از خشت پخته و حالت گرفته استفاده شد که در زمان خود اقدامی بسیار موفق می نمود. به طوری که امروز چاهها و قنواتی یافت می شوند که پـس از گذشت سالیان متمادی خشتهای دور چین آنها هنوز پا بر جاست.

در فرآیند حفاری چاههای نفت و گاز به منظور حفاظت دیواره چاه در مقابل ریـزش و جلـوگیری از نفوذ سیالات تحت فشار ساختار درونی زمین، نصب رشته های جداری کاربرد غیر قابل انکاری دارد. درابتدا آهن معمولی به عنوان جداره استفاده می شد، ولی امروزه به دلیل خوردگی سریع جداره هـا و ایجاد مشکلات ناشی از آن ، جداره ها از آلیاژهای فولادی تولید می شوند.

روشهای جداره گذاری چاههای نفت و گاز در سالهای اخیر بسیار پیشرفت کرده است. در جستجو و کاوش برای نفت و گاز بیشتر، چاههای عمیق تر حفاری شده و همراه بـا آن روشـهای نصـب رشـته جداری بهبود یافته تا بتوان بر شرایط سخت تری که در اعماق زمین حاکم است غلبه نمود.

طراحی رشته های جداری و کاربری آنها از مهمترین مسائل بنیادین در حفاری چاههای نفت به شمار می رود. وظیفه اصلی این لوله ها پوشش دیواره چاه و ایجاد راهی ایمن برای حفاری سازندهای پایین تر می باشد. اهم دلایل به کار گیری این لوله ها عبارتند از :

- جدا کردن زونهای متفاوت (از نظر فشار سیال، سازند نوع سیال و غیره).
- کنترل سازند های پر فشار برای جلوگیری نفوذ سیال آنها به درون چاه و فوران چاه .
- پایدارکردن چاه در مقابل ریزش سازند های سست به درون چاه و از دست دادن چاه.
- جدا کردن زونهای تولیدی از زونهای غیر مولد.
- جلوگیری از هرزروی گل حفاری.
- جلوگیری از آلوده شدن آبهای شیرین سطحی.
- جدا ساختن سیالات هیدروکربوری از آب سازندهای بالایی و زیرین.
- کنترل فشار سازندهای مختلف و جلوگیری از ریزش لایه های ناپایدار.
- فراهم کردن وسیله ای برای متصل ساختن وسایل سر چاهی و دستگاه های کنترل کننده فوران و شیر های بهره برداری.
- ایجاد قطرهای معین و کنترل شده در چاه برای سایر عملیات نظیر نصب دستگاه های درون چاهی برای بهره برداری.

اصولا طراحی و اجرای رشته های جداری، ضرورتاً با ویژگی های زمین شناسی مخازن و میادین نفتی باید هماهنگ گردد. در مناطق نفت خیز جنوب و جنوب عرب ایران که تغییرات لیتولوژیک سازندها در جهات جانبی و قائم شدید است، اهمیت این هماهنگی به مراتب بیشتر می باشد. از جمله ویژگی های زمین شناسی در این مناطق تغییرات فشار سازندی به علت تفاوت های لیتولوژیک است. به طوری که محل استقرار پاشنه لوله جداری به گونه ای باید انتخاب گردد که با تغییر سیستم گل حفاری، مشکلی در عملیات حفاری ایجاد نشود. به همین دلیل تعیین عمق مناسب در چاه برای برنامه رشته های جداری با نظر و پیشنهاد بخش زمین شناسی تعیین می شود. عدم رعایت ضوابط لازم و برنامه ریزی نا هماهنگ مشکلات زیادی را به وجود خواهد آورد که به هم ریختن فشار مخزن، فوران جاه، آتش سوزی و به دنبال آن از بین رفتن دکل و تأسیسات حفاری از آن جمله است. لذا شناسایی رشته های جداری و کاربرد های آنها و روش طراحی رشته های جداری نقش مهمی در مطالعات حفاری دارد.

۱-۴- تاریخچه استفاده از رشته های جداری

قبل از سال ۱۹۲۰ میلادی لوله های جداری چاههای نفت معمولاًبه طولهای ۲۰ فوت و قطر داخلی بین ۳ تا ۱۵/۵ اینچ ساخته می شدند. اغلب تغییر در واحد وزن طول لوله با تغییر دادن قطر داخلی لوله انجام می گرفت و قطر خارجی ثابت نگه داشته می شد. بنابراین می توانستند اتصالات دندانه دار مشخص را بر روی هر اندازه از لوله، علیرغم متفاوت بودن وزن و ضخامت دیواره مورد استفاده قرارگیرد.

اتصالات در آن زمان شیب دار و به صورت مخروطی بود و شیب آنها $\frac{3}{8}$ اینچ در هر فوت طول بود. رزوه ها دارای ۱۰، ۱۱/۵ویا ۱۴ دندانه در هر اینچ بودند. البته چند اندازه بزرگ با ۸ دندانه در اینچ نیز ساخته شده بودند. در دهه ۱۹۲۰ انجمن نفت آمریکا استانداردهایی برای اندازه رشته های جداری و رزوه آنها تعیین کرد. در این استانداردها قطر خارجی لوله ها به عنوان مرجع استاندارد اندازه لوله تعیین شد که هنوز هم این امر بر قرار است. همچنین مواد لوله ها را بر اساس درجه فولاد استاندارد کرده و شیب رزوه ها $\frac{3}{4}$ اینچ در هر فوت و تعداد دندانه ها ۸ عدد در هر اینچ تعیین شدند.

استانداردهای نفت انجمن آمریکا امروزه در تمام دنیا به کار برده می شوند. در سالهای اخیر معادل متریک آنها نیزتعیین شده و همراه با عمیق تر شدن چاهها و بالاتر رفتن فشار چاهها لوله های مواد دارای درجه فولاد بالاتر و دندانه هایی با اشکال پیشرفته به بازار عرضه شده اند.[۲۳]

۱-۵- معرفی کاربردهای نوین رشته جداری

۱-۵-۱- حفاری با رشته های جداری

عملیات حفاری یکی از بخش های پرهزینه صنعت نفت است و شرکت های بزرگ نفتی تمام سعی خود را به کار می گیرند تا عملیات حفاری در شرایط ایمن و با حداقل هزینه انجام شود. این شرکت ها برای رسیدن به این هدف در تلاشند از روش ها و فناوری هایی استفاده کنند تا زمان و هزینه ها به حداقل برسد که یکی از آنها روش حفاری با رشته های جداری[1] است که توانایی حفاری در چاه ها و مقاطع مشکل دار را بالا می برد و هزینه حفاری و تکمیل چاه را در مجموع کاهش می دهد. پارامترهای اقتصادی، تجاری و علمی ثابت کرده که این شیوه منافع و مزایای قابل

[1]- Drilling with Casing

قبول تری را از نظر کاهش هزینه ها، کاهش زمان و حل مشکلات حفاری نسبت به روش رایج کنونی داراست.

در این شیوه لوله های جداری به جای لوله های حفاری به کار گرفته می شود و پس از حفاری هر مقطع بدون وقفه قابل ملاحظه ای پشت لوله های جداری سیمانکاری می شود.

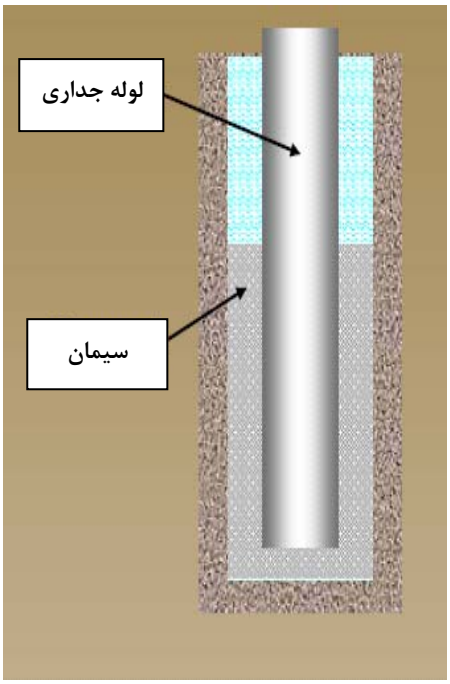
در این روش، لوله جداری، همواره در نزدیک ترین نقطه به مته قراردارد و برای نقاطی که دیواره چاه پایداری مناسبی ندارد یا احتمال هرزروی گل در آنها بالاست، بسیار مفید خواهد بود.

فصل دوم

آشنایی با انواع رشته های جداری

۲-۱- کلیات

لوله جداری[1]، لوله ای بسیار مقاوم از جنس فولاد آلیاژی می باشد که در سه گروه طولی ۲۵-۱۶ ، ۴۸-۳۴ یا ۳۴-۲۵ فوت، در چاههای نفت و گاز استفاده می شود. برای ثابت و پایدار شدن این لوله ها در چاه، فاصلهٔ آنها با دیوار چاه را با سیمان پر می کنند(شکل۲-۱). [۲۳]



شکل۲-۱: نمایی از قرار گرفتن لوله های جداری در چاه[۲]

به طور کلی رشته های جداری پنج وظیفه مهم زیر را بر عهده دارند:

۱- جلوگیری از فروشتگی و ریزش چاه.

۲- جلو گیری از آلوده شدن سفره های آب زیر زمینی توسط سیالات لایه های پایین تر و سیالات حفاری .

۳- جداسازی سازند های پر فشار از کم فشار.

۴- امکان پذیر شدن تولید از اعماق و لایه های مختلف.

۵- ایجاد یک مسیر جریان برای سیالات تولید شده از مخزن(رشته جداری تولید).

در این فصل انواع رشته جداری و کاربرد آنها،مشخصات فنی رشته های جداری،رده بندی لوله های جداری و چگونگی اتصال آنها مورد بررسی قرار می گیرد.

---

[1] - Casing

۲-۲- انواع رشته های جداری

هدف از حفر چاه دستیابی به لایه های زیرزمینی، به منظور ارزیابی و بهره برداری از آنهاست. استفاده از لوله های جداری، فراهم کردن تسهیلات لازم اجرایی در راستای اهداف فوق است. به طور کلی رشته های جداری بر حسب موقعیت قرار گرفتن در چاه تحت عناوین مختلف معرفی می شوند:

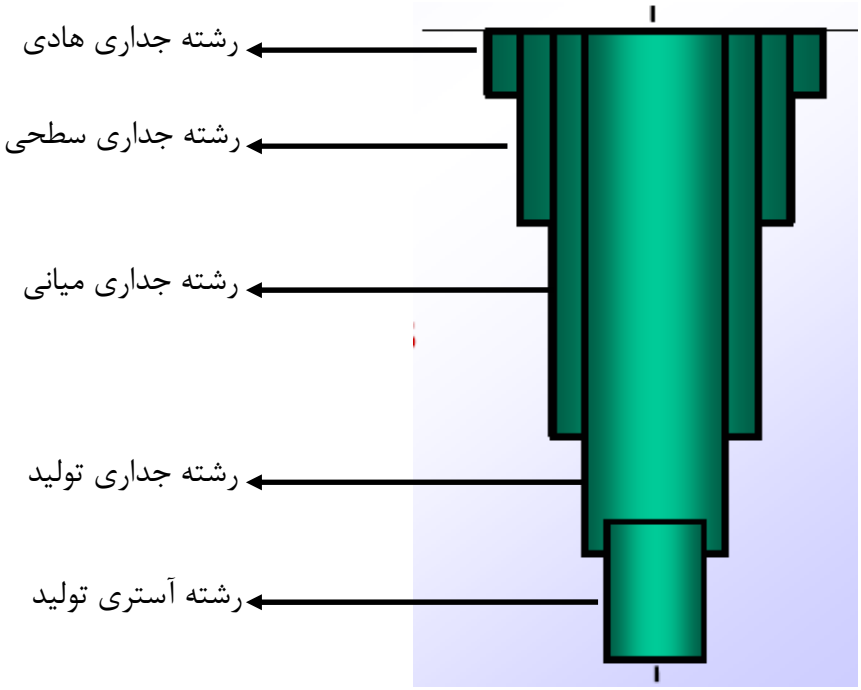
- رشته هادی[۱]
- رشته درایو[۲]
- رشته جداری سطحی[۳]
- رشته جداری میانی[۴]
- رشته جداری تولید[۵]
- رشته آستری[۶]

کاربرد هر یک از رشته های فوق مرتبط با شرایط زیر است: محل و موقعیت سکوی حفاری، پایداری و جنس طبقات سطحی(آبرفتی)، منابع آبهای زیر زمینی، سازند های زیر زمینی در منطقه، جنس و عملکرد سازندهای زیر زمینی بویژه از نظر فشار و سنگ شناسی و ...

این رشته ها را می توان تا عمق های مختلف راند، یک یا بیشتر از آنها را به خاطر شرایط زمین حذف کرد و همچنین دو یا سه رشته از رشته جداری میانی را به کار برد. همچنین می توان رشته های جداری را به صورت آستری در چاه راند. در شکل۲-۲ نمونه کاملی از راندن رشته های جداری و آستری و مغزی در یک چاه نفت نمایش داده است. در ادامه فصل هر یک از این رشته ها را بطور جداگانه بررسی می کنیم.[۲و۴]

---

[1] - Conductor Pipe
[2] - Drive Pipe
[3] - Surface Casing
[4] - Intermediate Casing
[5] - Production Casing
[6] - Liner



شکل۲-۲: انواع رشته های جداری نصب شده در چاه

۲-۲-۱- رشته جداری هادی

در عملیات حفاری خشکی لایه های سطحی معمولاً از آبرفت های سست و ناپایدار و یا خاک کشاورزی تشکیل شده است. چنانچه سیال حفاری در این لایه ها کنترل و مهار نشود، با ایجاد حفره های بزرگ حاصل از فروشستگی[1] در لایه های زیر دکل موجبات تخریب و یا رانش سکوی بتونی و متعاقباً حرکت یا کج شدن دکل حفاری خواهد شد. بنابر این لازم است به طریقی لایه های سطحی در اطراف چاه در مقابل تخریب و فروشستگی های احتمالی، تقویت شده و از وقوع هر گونه خطرات بعدی جلوگیری به عمل آورد.

علاوه بر مورد فوق، برای هدایت سیال حفاری به روی سرند لرزان[2] به منظور جدایش خرده سنگ ها، لازم است که گل برگشتی تا سطح ظرف زیر سرند، بالا بیاید، تا از آنجا بتواند به تانک های جمع آوری گل، سرریز گردد و این دومین کاربری مهم لولهٔ جداری هادی است.

مواردی پیش می آید که ضمن حفاری لایه های نزدیک به سطح زمین به آبهای سطحی آرتزین و یا جریان گاز برخورد نماید که می بایست همراه با سیالات حفاری این سیالات را به نقطه ای دور از

---

[1]- Wash piping
[2]- Shale shaker

دستگاه حفاری هدایت نمود و از ایجاد مشکل و آتش سوزی و ... جلوگیری نمود. جهت رفع کلیه این نیازها از رشته هادی استفاده می شود.

اندازه این رشته از ۵/۸ ۹ تا ۴۲ اینچ متغیر است و عمق نصب آنها ازحدود شش متر(۲۰ فوت) تا ۳۰۵ متر(۱۰۰۰ فوت) می باشد. در صنعت نفت ایران برای چاههایی که با قطر ۳۶ اینچ شروع به حفاری می شوند از رشته های هادی ۴۲ اینچ استفاده می شود و برای چاههایی که با قطر ۲۶ اینچ شروع به حفاری می شوند از رشته های ۳۰ اینچ استفاده می شود. در کلیه چاههای دریایی رشته هادی ۴۲ اینچ به کار می رود.

برای نصب رشته های هادی در ایران معمولاً ابتدا در وسط سلر[1] که روی سکوی بتنی ساخته شده است، توسط حفار چاهکی حفر می شود تا به لایه ای سخت و قابل اطمینان برسد. سپس رشته ها گذاشته شده و اطراف آن سیمان می شود. امکان دارد برای نصب رشته هادی از روش های عادی حفاری و راندن رشته های جداری نیز استفاده شود.[۲و۴]

در چاههای دریایی و در محیط های مردابی، اغلب از روش شمع کوبی استفاده می کنند و لوله های سرصاف و فاقد دندانه به کار برده شده و لوله ها به هم جوش داده می شوند. در ایران مرسوم چنان است که پس از نصب و سیمان کاری رشته جداری سطحی، رشته هادی از کف حوضچه سیمانی بریده می شود.[۲و۴]

* در حفاری خشکی حفر چاه را از سطح زمین شروع کرده و بعد از حفر لایه های سست ابتدایی رشته جداری هادی را نصب می کنیم. ولی در حفاری های دریایی یا مردابی، برای اینکه به بستر دریا یا مرداب برسیم و حفاری را شروع کنیم، باید آب دریا یا مرداب را مهار کنیم و نیاز به لوله ای است که مانع از ورود آب دریا یا مرداب به درون چاه شود. لذا ابتدا رشته درایو را قبل از رشته هادی قرار می دهند که همان وظایف رشته هادی را انجام می دهد، ولی از نظر اندازه بزرگتر از رشته هادی است. هنگامی که به بستر رسیدیم، در ادامه با نصب رشته هادی(برای مهار لایه های سست) و سپس رشته جداری سطحی(برای حفاظت از منابع آب شیرین از آلودگی)، حفر چاه را ادامه دهیم.

---

[1] -Cellar