

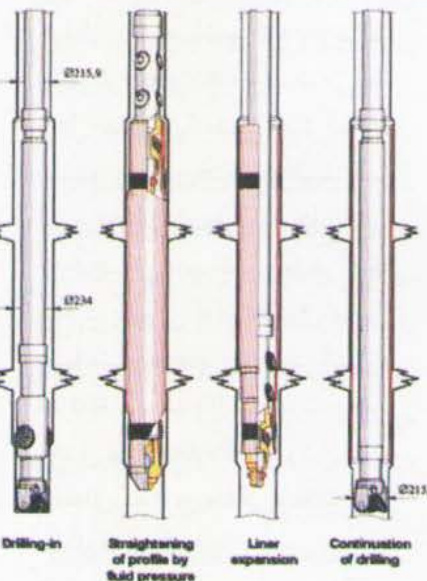
# جداری موضعی و کاربرد آن در عملیات حفاری چاه‌های نفت و گاز

کاظم کیانی نسب - شرکت حفاری نفت و گاز پرشیا

## مقدمه

جداری موضعی عبارت است از نوعی جداری که به صورت موضعی قسمتی از دیواره چاه را پوشش داده و عملاً ارتباط فضای پشت خود و درون چاه و همچنین ارتباط فشاری دو لایه قرار گرفته در پشت و بالا یا پایین خود (دو لایه سازندی) را قطع می‌کند. در واقع ایزوله کردن قسمتی از دیواره چاه و پوشش دادن آن قسمت به طور کامل (مانند یک لوله جداری

معمولی) با حفظ سایز حفره چاه وظیفه اصلی این نوع جداری می‌باشد. این نوع عملکرد کاربردهای فراوانی را در یک چاه نفت از حفاری تا هنگام تولید و تعمیرات چاه، برای این جداری فراهم می‌سازد. هنگام حفاری یک حفره اگر به یک حالت کم فشار - پرفشار برخورد کنیم و حفاری لایه پرفشار با گل مربوط به لایه کم فشار غیرممکن باشد - به عبارت بهتر اگر در قسمت پرفشار با جریان چاه روبرو شویم و بالابردن وزن گل نیز موجب شکست کامل لایه کم فشار گردد - در این حالت یک



شکل ۱- مراحل مختلف آماده‌سازی و راندن جداری موضعی

مولد کاربردی دیگری نیز در مراحل تولید یک چاه برای این نوع جداری می‌توان یافت. در تمامی مراحل استفاده از این جداری فرآیند باز شدن یک فرآیند هیدروپنیک - مکانیکی می‌باشد (که در قسمتهای آتی بیشتر توضیح داده خواهد شد) و به دلیل مکانیزم خاص این فرآیند گل درون چاه حتماً باید یک گل پایه روغنی باشد (به دلیل روغن کاری بین سنبهها و دیواره داخلی پروفلای).

قطر داخلی آن با قطر داخلی قبلی چاه یکسان می‌شود. (مراحل مختلف کار در شکل ۱- نشان داده شده است) هنگام تولید نیز کاربردهای زیادی می‌توان برای این نوع جداری یافت، اگر یکی از جداری‌های تولیدی دچار پارگی یا هرگونه نشتی شده باشد با روش خاصی می‌توان آن قسمت را بدون این‌که قطر داخلی جداری کاهش یابد، با جداری موضعی پوشش داد. گاهی در حفره باز تولید اگر به یک لایه آبد درون لایه تولیدی برخورد کنیم و یا یک لایه ریزشی که فرایند تولید را دچار مشکل کند، در جداری موضعی بدون کاهش قطر حفره باز، آن قسمت را پوشش می‌دهد.

## اصول اولیه و نحوه عملکرد جداری موضعی در حفره باز چاه:

کلیه نکات و توضیحات این مقاله برگرفته از صنعت جداری موضعی (Local Well Casing) شرکت TATNEFT کشور روسیه بوده و مکانیزم شرکت‌های دیگر ممکن است با مکانیزم مشروحه ذیل متفاوت باشد. اگر بخواهیم جداری موضعی را

دیواره بچسبید. طبیعی است که در فرایند افزایش قطر داخلی (بازشدن) یک شاخه لوله با طول مشخص، طول لوله به مقدار لازم (باتوجه به میزان افزایش قطر) کاهش می‌یابد که این کاهش طول در تمام طول لوله منتقل شده و به محل رزوه‌ها نیز می‌رسد. محل رزوه یک نقطه ضعیف (نسبت به بدنه لوله) محسوب می‌شود چون در صورت کشیدگی در اثر اعمال نیرو از دو طرف ممکن است رزوه از هم جدا شود. علاوه بر این هنگامی که یک طول مشخص از لوله در اثر فروریختگی دیواره به جایی (دیواره چاه) نچسبید اثر کاهش طول این قسمت از لوله به شکل تنش کششی در طول لوله ظاهر شده و به رزوه‌ها نیز وارد می‌شود. حال هنگام فرایند گشاد کردن رزوه‌ها به وسیله سنبه مورد نظر (که در قسمت بعدی توضیح داده خواهد شد) محل رزوه در معرض خطر از هم گسیختگی و شکستن قرار خواهد گرفت لذا باید اثر این نیروی کششی را در محل رزوه‌ها کاهش داد و این عمل زمانی امکان‌پذیر است که حداکثر طول لوله به دیواره چاه بچسبید. حال اگر طول زیادی از دیواره چاه دچار فروریختگی شده باشد به گونه‌ای که در تمام این طول، جداری پس از بازشدن به دیواره چاه نچسبید نیروی حاصل از کاهش طول لوله جداری به طور کامل به رزوه‌ها منتقل می‌گردد. لذا حتماً باید نمودار قطر چاه بررسی شود. رزوه‌های این نوع جداری به گونه‌ای طراحی شده‌اند که حداکثر حدود ۳۰ متر لوله زیر خود را که به دیوار نچسبیده باشند (از نظر اعمال نیروی کششی حاصل از کاهش طول) تحمل می‌کنند و از این متر اژ

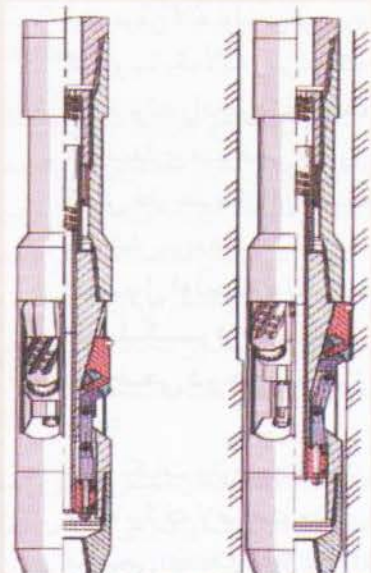
گردد. وضعیت دیواره و مقدار فروریختگی در تمام طول حفرة از چند نظر حایز اهمیت است:

۱- مکانیزم جداری موضعی به گونه‌ای است که برای نصب درون چاه نیازی به سیمان کردن ندارد. اساساً فرایند نصب آن در چاه بر چسبیدن دیواره چاه و نصب شده توپک‌های Packer بالایی و پایینی است. این توپک‌ها از قطعات لاستیکی محکم که به شکل خاصی در کنار هم قرار گرفته‌اند تشکیل شده است. محل قرار گرفتن آنها نیز به ترتیب در بالای آخرین شاخه جداری و در زیر اولین شاخه جداری کمی بالاتر از کفشک می‌باشد. وظیفه اصلی توپک‌ها قطع کامل ارتباط فشاری لایه پوشانیده شده با قسمت بالا و پایین خود است. با توجه به اهمیت نقش توپک‌ها، حتماً باید قبل از راندن جداری از موقعیت قرار گرفتن آنها اطلاعات کاملی داشته باشیم که به وسیله نمودار GR/Caliper به دست می‌آید. محل نصب توپک‌ها باید کاملاً بدون فروریختگی باشد. اگر فروریختگی دیواره در محل نصب توپک‌ها زیاد باشد باید در آن جا پلاگ سیمانی گذاشته شود و سپس با مته Under reamer به اندازه مورد نظر برسد و یا در صورت امکان محل نصب Packer تغییر یابد و نقطه‌ای که فروریختگی نداشته باشد در نظر گرفته شود.

۲- جداری موضعی به شکلی ساخته شده که پس از رسیدن به محل مورد نظر باید تحت یک سری فرایندهای هیدرولیکی و مکانیکی باز شود و افزایش قطر داخلی داده و به

به منظور جداسازی دو لایه کم فشار و پرفشار در یک حفرة باز نصب کنیم، ابتدا باید شرایط حفرة را برای نصب این جداری آماده نماییم. قبل از اتمام حفاری حفرة مورد نظر، باید در نظر داشت که انتهای جداری موضعی حداقل حدود ۱۰ متر از ته چاه بالاتر قرار گیرد بنابراین اگر محدوده جداری موضعی از قبل تعیین شده باشد این مطلب را باید مورد نظر قرار داد.

پس از اتمام حفاری اولین قدم برای آماده‌سازی حفرة، افزایش قطر آن به وسیله Under Reamer (شکل ۲) است که افزایش قطر و اندازه حفرة، نوع و اندازه جداری موضعی دارد. به عنوان مثال اگر حفرة باز  $8\frac{3}{8}$  اینچ باشد، قطر حفرة باید به حدود 9.21 اینچ افزایش یابد. لذا باید یک Under Reamer مناسب از حدود چند متر بالاتر از عمقی که برای ابتدای جداری موضعی در نظر گرفته ایم، حفرة را بازمی‌کنیم (افزایش قطر می‌دهیم).



شکل ۲- گشادکننده‌های هیدرومکانیکی

پس از گشاد نمودن حفرة، باید یک نمودار GR/Caliper از آن گرفته شود تا وضعیت دیواره از نظر نقاط فروریختگی (Wash out) مشخص

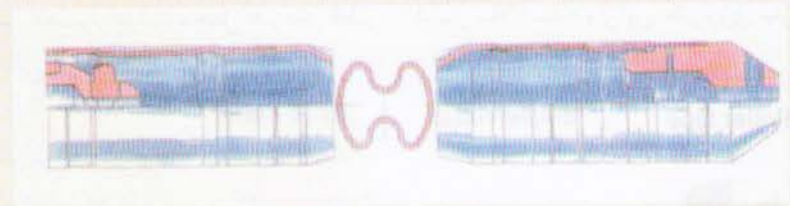
به بالا در محدوده ایمنی (ضریب ایمنی) رزوه قرار نمی گیرد.

## نحوه راندن و فرایند افزایش قطر داخلی (باز شدن) جداری موضعی:

جداری موضعی تقریباً مانند یک لوله جمع شده با سطح مقطع عرضی آن شبیه به عدد هشت لاتین است. (شکل ۳)

## یک رشته جداری موضعی به ترتیب از پایین به بالا از بخش های زیر تشکیل شده است:

**کفشک:** که درون آن یک شیر یک طرفه وجود دارد به نحوی که پروفایل ها در هنگام لوله پایین از این قسمت به وسیله گل درون چاه پر می شوند ولی از طرف داخل پروفایل ها امکان پمپاژ به درون چاه وجود ندارد. این قسمت از



شکل ۳- پروفایل جداری موضعی

جنس چدن بوده و قابل حفاری است. توپک تحتانی: حدود ۲۰ سانتی متر بالای کفشک قرار دارد و همان طور که قبلاً اشاره شد از کنار هم قرار گرفتن قطعات لاستیک و فلز تشکیل می شود. فلز موجود در آن از جنس پروفایل ها بوده و مانند آنها افزایش قطر می دهد. قطعات لاستیکی نیز با مکانیزم خاصی که توضیح داده می شود به صورت کامل افزایش قطر می دهند.

**شاخه های جداری موضعی (پروفایل ها):** لوله ها از یک نوع آلیاژ خاص که خاصیت پلاستیکی مناسبی دارند ساخته شده است که به صورت جوش یا رزوه به یکدیگر متصل می شوند.

**توپک فوقانی:** که دقیقاً مشابه توپک تحتانی است.

**مجموعه سنبه ها:** در فرایند افزایش قطر از آنها استفاده می شود.

**حدود ۹۰ هزار پوند لوله وزنه:** جهت اعمال وزن روی سنبه ها و گشاد کردن محل های اتصال (رزوه ها) **لوله های حفاری تا سطح:**

هنگامی که جداری موضعی به وسیله لوله های حفاری در محل خود قرار گرفت فرایند افزایش قطر داخل آنها آغاز می شود. این فرایند از دو بخش تشکیل شده:

### ۱- اعمال فشار هیدرولیکی:

در انتهای پروفایل ها یک کفشک وجود دارد که مسیر درون پروفایل ها را می بندد و عملاً اگر درون لوله ها پمپ شود، رشته جداری موضعی فشار می گیرد. در مرحله اول، افزایش قطر به وسیله اعمال فشار صورت می گیرد به این شکل که انتهای لوله های حفاری که روی سکوی حفاری قرار می گیرد به یک پمپ فشارزنی (پمپ تراک) متصل شده و از آنجا به وسیله پمپاژ گل درون لوله، فشار لازم برای افزایش قطر داخلی پروفایل ها تامین می شود. پروفایل هایی که حفاره  $8\frac{3}{8}$  را پوشش می دهند طی سه مرحله تحت اعمال فشارهای ۱۴۷۰، ۸۸۲، ۴۴۰ پوند بر اینچ مربع (Psi) قرار می گیرند و در هر مرحله نیز مقداری فشار را نگه داشته و سپس افزایش داده و مرحله بعد اعمال می شود. پس از اعمال فشار به درون لوله ها، فشار را ترخیص کرده و باز شدن لوله های پروفایل را با گذاشتن وزنه روی پروفایل ها چک می کنیم. حدود ۳ هزار پوند وزن رو به پایین اعمال می شود. اگر لوله ها حرکتی نداشته باشد، پروفایل ها باز شده و در محل خود قرار گرفته اند، در غیر این صورت یک بار دیگر یک فشار حدود 1760 psi اعمال خواهد شد. در این مرحله هیدرولیکی افزایش داخلی پروفایل ها به اتمام می رسد.

**۲- مرحله مکانیکی فرایند افزایش قطر داخلی:**

پس از اتمام مرحله هیدرولیکی (اعمال فشار) ابتدا باید لوله های پروفایل از

شاخه های جداری موضعی (پروفایل ها) به دو صورت به یکدیگر متصل می شوند. اتصال به وسیله رزوه (پروفایل ها در قسمت رزوه به حالت استوانه ای کامل هستند) و به وسیله جوشکاری. در اتصالات جوشی محدودیت عدم امکان جوشکاری در دهانه چاه هنگام رسیدن به لایه های تولیدی (مخزن) وجود دارد. ولی از نظر فرایند افزایش قطر هیچگونه مشکلی وجود ندارد و محل جوشکاری شده به راحتی مانند بدنه پروفایل باز شده و افزایش قطر می دهد. در مورد اتصالات رزوه ای محدودیت جوشکاری و ایمنی وجود ندارد و لوله ها (بدون در نظر گرفتن موقعیت چاه از نظر لایه های تولیدی) به راحتی روی دهانه چاه به هم متصل می شوند اما از نظر فرایند افزایش قطر، رزوه ها به سختی افزایش قطر می دهند و این عملیات قدری زمان گیر خواهد بود. همچنین ممکن است در صورت فروریختگی دیواره، این قسمت آسیب ببیند.

تعمیر و یا پوشش جداری های دائمی آسیب دیده به کار می رود، عملیات نصب و گشادشدن آن تقریباً به صورت مشابه عملیات فوق صورت می گیرد. این تکنولوژی در میادین نفتی روسیه که نسبت به میادین نفتی ایران عمق و فشار کمتری دارند، در حال استفاده است و به موفقیت های خوبی نیز رسیده ولی در میادین نفت و گاز ایران با توجه به شرایط سخت عملیات حفاری، عمق زیاد و فشار بالا استفاده از این تکنولوژی نیاز به

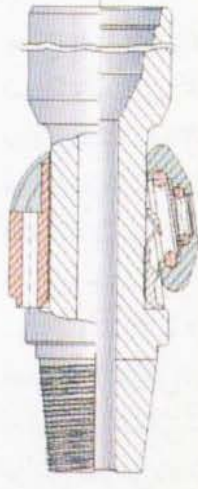
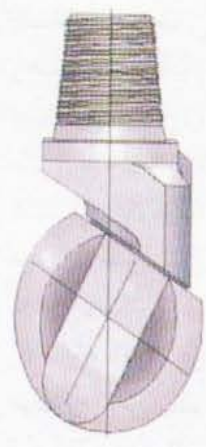
صورتی که عملیات عبور دادن سنبه ها از پروفایل و یا رزوه ها موفقیت آمیز نباشد لوله ها را بالا آورده و با یک نوع گشادکننده کروی Spherical Expander که در شکل ۴- نشان داده شده است (تقریباً مانند یک مته است که فقط یک کج کروی چرخان دارد و این کج کروی با راستای قائم (شانک) آن یک زاویه مشخص می سازد) پایین رفته و با گردش گل و چرخاندن رشته حفاری به تدریج با وزن روی مته حدود ۱۰-۳۰ هزار پوند، عمل افزایش قطر داخلی پروفایل

قسمت بالایی خود که به مجموعه سنبه ها متصل هستند، جدا شوند. به این منظور لوله های حفاری را حدود ۱۵ دور (یا بیشتر) به راست چرخانده و پس از آزادشدن رزوه بین سنبه ها و پروفایل ها (که بالای توپک فوقانی قرار دارد) رو به پایین رفته و سنبه ها به درون پروفایل هدایت می شود. سنبه ها اجسام استوانه ای بسیار سختی هستند که پشت سرهم و از کوچک به بزرگ در بالای پروفایل ها قرار می گیرند. این سنبه ها ۵ عدد هستند که چهار عدد از آنها به صورت مکانیکی عمل می کنند یعنی با اعمال وزن روی آنها سعی در عبور از پروفایل می شود و پس از عبور، قطر پروفایل را به واسطه ابعاد خود، افزایش می دهند و سنبه پنجم یک سنبه هیدرولیکی است که با فشار حاصل از گردش گل باز می شود (همراه با پمپاژ). اندازه سنبه ها به صورت مخروطی افزایش می یابد یعنی از سنبه اول که بالای پروفایل قرار دارد به ترتیب افزایش قطر می دهند. با اعمال وزن روی این سنبه ها می توان تا انتهای پروفایل را افزایش قطر داد و بعد تا ابتدای پروفایل بالا آمد و با پمپاژ گل سنبه هیدرولیکی را فعال کرد و قطر داخلی پروفایل را تا انتها به قطر نهایی و مطلوب رساند. این نکته نیز قابل ذکر است که در جلوی اولین (کوچکترین) سنبه یک رزوه مخصوص قرار دارد که این رزوه می تواند داخل کفشک رزوه شود و کفشک را از مقر خود جدا کرده و آن را همراه خود بالا بیاورد. این عمل زمانی که سنبه ها به انتهای پروفایل رسیدند بدون گردش گل و با چرخاندن لوله ها صورت می گیرد. البته در مواردی که این عمل موفقیت آمیز نباشد می توان کفشک را با ضربه آزاد کرد و داخل چاه انداخت و سپس آن را با مته، حفاری کرد. در صورت موفق بودن سنبه زنی، عملیات نصب پروفایل پایان می یابد ولی در

Roller type

Single-cutter

Three-cutter



شکل ۴- گشادکننده های پروفایل

را انجام می دهد. این نوع گشادکننده در اندازه های مختلف موجود است و با توجه به شرایط عملیات می توان افزایش قطر داخلی با این وسیله را نیز به تدریج و در چند نوبت انجام داد. نکته: عمل ایزوله ساختن توسط توپک های بالایی و پایینی

مطالعه و بحث بیشتری دارد ولی مسلماً این تکنولوژی و موارد مشابه آن علاوه بر هموار ساختن مشکلات عملیات حفاری، فواید بسیار فراوانی برای حفظ مخازن هیدروکربنی از آسیب های ناشی از هرزروی های گل حفاری دارد. —

پس از اتمام افزایش قطر، به طور کامل صورت می گیرد و توپک ها (در صورت قرار گرفتن در محل مناسب) کاملاً به دیوار می چسبند. پس از اتمام نصب و گشادشدن جداری موضعی، عملیات حفاری با وزن گل مناسب تا نقطه جداره گذاری ادامه یافته و سپس عملیات جداره گذاری چاه به صورت معمولی و مانند قبل انجام و سیمان می شود. در مواردی که جداری موضعی به منظور

۱۸  
تاریخ ثبت: ۱۳۸۴  
مهر: ۱۳۸۴