

معرفی پمپ‌های میله‌ای مکشی بعنوان یک روش بهینه از روش‌های فراآوری مصنوعی

مصطفی کرمی^۱، محمدرضا عادل زاده^۲

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد امیدیه، گروه مهندسی نفت، امیدیه، ایران
mostafa.karami3000@yahoo.com

چکیده

پس از گذشت بیش از یک قرن از اولین استخراج نفت در دنیا امروزه چاه‌های نفتی دچار افت فشار محسوسی شده‌اند که تولید نفت را به طور چشمگیری کاهش داده است. در بعضی نقاط حتی پس از حفاری، سیال به دلیل فشار بسیار پایین توان استخراج را ندارد. مهندسی نفت از سالیان پیش برای حل این مشکل راهکارهای زیادی از جمله تزریق آب، تزریق گاز، روش‌های حرارتی و میکروبی و ... را پیشنهاد داده‌اند که به روش‌های ازدیاد برداشت (EOR) معروفند که خود شامل روش‌های اولیه (تزریق آب و گاز)، روش‌های ثانویه (تزریق امتزاجی و غیر امتزاجی) و روش‌های ثالثیه (حرارتی، میکروبی و ...) می‌شود. امروزه در کنار همه روش‌های ازدیاد برداشت که هزینه‌ساز و وقت‌گیر است استفاده از پمپ‌های مکشی به عنوان روشی بهینه مورد توجه کارشناسان و مدیران نفتی قرار گرفته است که در این مقاله در مورد بخش‌های کلی و چگونگی عملکرد و مزایای آن نسبت به دیگر روش‌ها بحث خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: ازدیاد برداشت - پمپ میله‌ای مکشی - فراآوری مصنوعی.

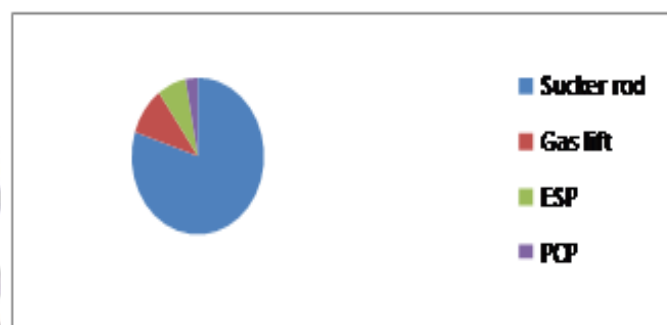
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مخازن هیدروکربوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه
۲- دکترای مهندسی نفت - استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه

مقدمه

همان‌طور که گفته شد پس از تولید طبیعی مخزن، دیگر چاه توان تولید را نخواهد داشت و مستلزم روش‌های ازدیاد برداشت جهت تثبیت فشار و تولید بهینه خواهد بود. امروزه در کنار روش‌های ازدیاد برداشت استفاده از فراآوری مصنوعی و بخصوص استفاده از پمپ‌های مکشی به دلیل سادگی نصب، عملکرد بهینه و هم‌چنین هزینه تعمیر و نگهداری پایین سهم بالایی را در میزان تولید به خود اختصاص داده است. کشورهای زیادی مانند آمریکا، عربستان، ایران از این نوع پمپ به عنوان روشی کارآمد جهت استحصال نفت استفاده می‌کنند و روز به روز بر استفاده کنندگان این فناوری اضافه می‌شود.

۱- معرفی پمپ‌های میله‌ای-مکشی

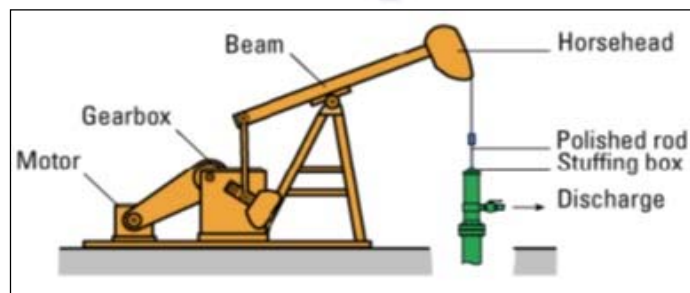
پمپ‌هایی که جهت فراآوری استفاده می‌شوند شامل سه نوع SRP (Sucker rod pumping) ، ESP (Electrical Submersible Pump) و PCP (Progressing Cavity Pump) هستند که در این میان پمپ‌های میله‌ای مکشی (SRP) بیشترین سهم تولید در زمینه فراآوری مصنوعی را به خود اختصاص داده است (شکل-۱).



شکل-۱: نمودار توزیع فراوانی استفاده از فراآوری مصنوعی

این پمپ اولین روش از انواع تکنیک‌های فراآوری مصنوعی است که در میادین نفتی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در بین پمپ‌ها بیشترین کاربرد را در چاه‌های نفتی جهان دارد.

در واقع این نوع پمپ نسل پیشرفته پمپ‌های کله‌اسبی می‌باشد و بیش از ۴۰ سال است که مورد استفاده قرار می‌گیرد و در آمریکا حدود ۸۵ درصد از چاه‌های نفتی که به روش فراآوری مصنوعی تولید دارند از این نوع پمپ استفاده می‌شود (شکل-۲).



شکل-۲: پمپ کله‌اسبی

این پمپ با عملکرد خود سبب استخراج نفت از اعماق ۱۰۰۰-۳۰۰۰ متری زمین خواهد شد. معمولاً پمپ در نزدیکی محل مشبک کاری ۱ قرار می‌گیرد ولی زیر ناحیه مشبک کاری محل مناسب تری است. این سیستم شامل ادوات درون چاهی و تجهیزات برون چاهی می‌باشد.

ادوات درون چاهی شامل:

۱. پمپ (Pump)
۲. جداکننده گاز از نفت (Gas Anchor)
۳. میله مکش (Sucker Rod)
۴. میله صیقلی (Polished Rod)
۵. لوله مغزی (Tubing)

ادوات برون چاهی شامل:

۱. برج (Tower)
۲. تاج چاه (X-Mass Tree)
۳. الکتروموتور (Electromotor)
۴. گیربکس (GearBox)
۵. ژنراتورها (Generators)
۶. وزنه های تعادلی (Counter Weight)
۷. پایه های فلزی و بتنی (Metal and Cement Base)
۸. تابلوی کنترل (PLC Box)

بازیافت نفت به کمک پمپ های درون چاهی به عوامل مختلفی مانند خصوصیات سنگ و سیال مخزن، رفتار فازی مخزن، دمای مخزن، سطح سیال درون چاه و عملکرد خود پمپ بستگی دارد. هر چاه پمپ درون چاهی مخصوص به خود را نیاز داشته و نمی‌توان با هر شرایطی از یک نوع خاص آن‌ها استفاده کرد. در واقع در صورت داشتن اطلاعات دقیق مخزنی و محاسبه مناسب و انتخاب دقیق پمپ می‌توان انتظار تولید را داشت.

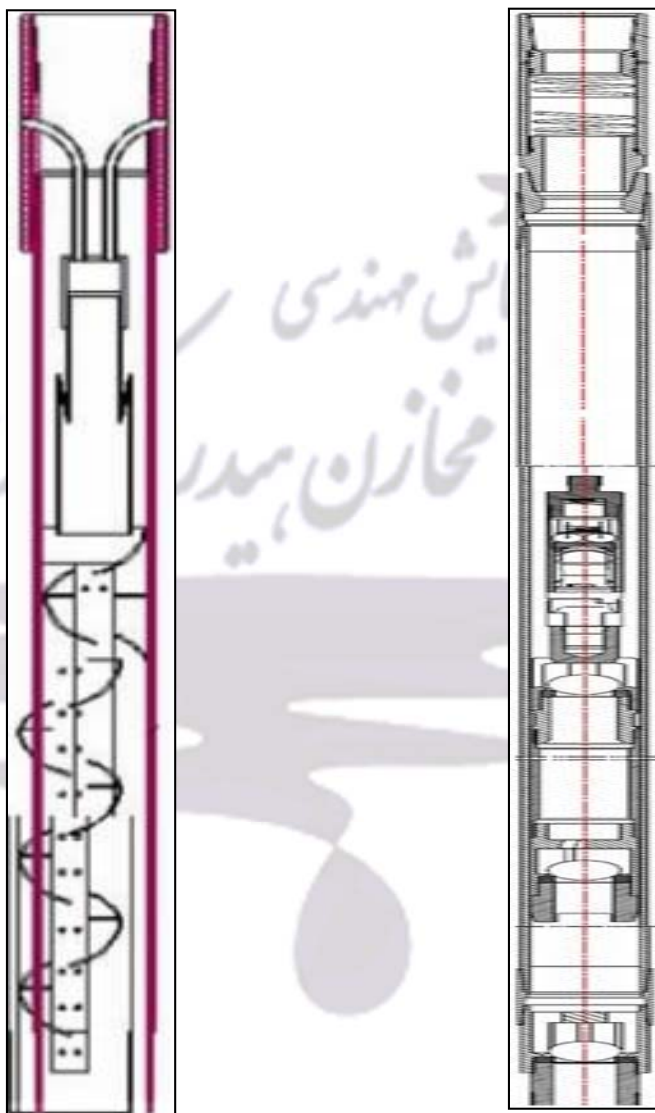
۲- عملکرد پمپ های میله ای-مکشی

این نوع پمپ از نوع رفت و برگشتی می‌باشد که در یک رفت و برگشت که به آن یک استروک اطلاق می‌شود می‌تواند در حدود ۰/۳۱ بشکه تولید داشته باشد که با احتساب بازدهی ۷۵٪ پمپ روزانه به طور متوسط حدود ۵۰۰-۶۰۰ بشکه نفت تولید خواهد شد. عملکرد پمپ های میله ای-مکشی بدین گونه است که سیال پس از عبور از جداکننده گاز از نفت وارد پمپ می‌شود. در حرکت رو به پایین میله های مکشی سیال وارد پمپ شده و در حرکت رو به بالا سیال به سمت بالا هدایت شده و تولید می‌شود. عملکرد این پمپ ها در چاه هایی با شاخص بهره دهی پایین و فشار استاتیک نزدیک به صفر نمود بیشتری پیدا می‌کند. در واقع چاه هایی که فشار استاتیک آن‌ها صفر بوده و سیال توان رسیدن به سطح را ندارد کاندیدای مناسبی جهت نصب پمپ های میله ای-مکشی هستند.

توان مورد نیاز جهت کار سیستم توسط دو عدد مولد دیزل ژنراتور تامین می‌شود و گیربکس با گشتاور ۳۲ کیلو نیوتن و الکتروموتور ۴۵ کیلوواتی با دور موتور ۹۸۰ دور در دقیقه به همراه جعبه وزنه ها و سیستم چرخ دنده و زنجیر وظیفه تعادل و بالا و پایین بردن میله های مکش در چاه را به عهده دارند. در گذشته سیستم به صورت Tube Pump بود بدین صورت که پمپ درون لوله های مغزی قرار می‌گرفت که این کار سبب محدودیت در استفاده از پمپ با قطر زیاد میشد که خود باعث تولید پایین تر می‌شود. در نسل جدید پمپ های میله ای-مکشی بخش پمپ به لوله های مغزی پیچ شده که این امکان را می‌دهد.

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
 ۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
 مجری: هم‌اندیشان انرژی‌کیما ۸۸۶۷۱۶۷۶ - ۰۲۱
 www.Reservoir.ir

دهد از پمپ‌های با قطر بالاتر جهت تولید بیشتر استفاده کرد. معمولاً از پمپ‌هایی با قطر داخلی ۷۰ و ۸۳ و ۹۵ میلی‌متری استفاده می‌شود که طول این پمپ در حدود ۱۰ متر می‌باشد (شکل-۳). جداکننده گاز از نفت نیز لوله‌ای به طول تقریبی ۱۰ متر است که سیال پس از عبور از بخش مارپیچ، گاز از نفت جدا شده و از مجراهای لوله‌ای درون لوله اصلی به طرف سوراخ‌های تعبیه شده بر روی بدنه هدایت می‌شود و وارد فضای حلقوی و از آن جا به سطح می‌آید (شکل-۴).



شکل-۳: شمای درونی پمپ

شکل-۴: شمای درونی جداکننده گاز از نفت

میله مکش از بالا به پیستون متصل شده که باعث حرکت در محفظه درون پمپ می‌شود. طول پیستون با افزایش عمق بیشتر خواهد شد. پمپ دارای دو شیر توپی است که با باز و بسته شدن سبب پر و خالی شدن پمپ می‌شوند. چاه‌هایی که سیال

شکل-۶: برج و متعلقات آن

مولفه‌هایی که بر عملکرد و بازده پمپ تاثیر گذارند شامل ویسکوزیته سیال، سرعت پمپ، تاثیر وسایل و میزان گاز آزاد و محلول در سیال و خواص تولیدی است. از شرایط بهینه برای نصب این پمپ‌ها می‌توان به برش آب کم و ویسکوزیته متوسط سیال مخزن اشاره نمود که البته با ویسکوزیته بالا نیز توان تولید خواهد داشت. هم‌چنین شاخص بهره‌دهی می‌بایست بهینه و فشار سرچاهی باید حداقل باشد و نمک، مواد آسفالتین و گاز سولفید هیدروژن بسیار ناچیز باشد. در جدول شماره-۱ نمونه ای از اطلاعات مخزنی برای یک چاه از چاه‌های بنگستان نشان داده شده است:

جدول شماره-۱: اطلاعات مخزنی

Reservoir Data	
STBHP (psig) @ Depth (m)	4491@3475
Desired flow rate (STBD)	700
Productivity index (bpd/psi) with	0.96
Static Fluid Gradient (ft/psi)	0.35
Bottom hole temperature	245
Bubble point pressure (psig)	1635
GOR (Scf/Stb)	479
Gas density (gr/lit)	1.169
Oil gravity (API)	24.79
Dead Oil Viscosity (cp@240 F)	2.791
Required Wellhead Pressure (psig)	500
Asphaltine	probable
Water Cut%	1.025
H2s (mole%)	2.6
Co2 (mole%)	0.49
Salt (g/m3)	28
N2 (mole%)	0.08

مزایای پمپ‌های میله‌ای-مکشی:

۱. وسایل و تجهیزات مورد استفاده در این پمپ بسیار ساده است.
۲. وسایل با هزینه پایین قابل انتقال به چاه‌های دیگر است.
۳. تعمیر و نگهداری وسایل آسان است.
۴. حرکت اولیه توسط دیزل و الکتریسیسته تامین می‌شود.
۵. در مخازن با فشار پایین و حتی فشار صفر قابل استفاده است.
۶. میزان تولید می‌تواند در یک بازه گسترده تغییر کند.
۷. برای سیالات با دما و ویسکوزیته بالا قابل استفاده است.
۸. کنترل خوردگی و رسوب‌ها به راحتی قابل انجام است.

محدودیت‌های پمپ‌های میله‌ای-مکشی:

۱. در چاه‌هایی که درای حجم تولید جامدات زیادی هستند مشکل ساز است.

۲. بازده حجمی پمپ با وجود گاز کاهش می‌یابد. یعنی هرچه میزان گاز آزاد و محلول زیاد باشد راندمان پمپ پایین خواهد آمد.

۳. این نوع پمپ نسبت به عمق محدودیت دارد.

۴. سیستم پمپ با وجود مواد آسفالتینی مشکل خواهد داشت و خطر گرفتگی پیستون درون پمپ وجود دارد.

۵. استفاده از wire line در حین نصب و پس از راه اندازی پمپ امکان پذیر نمی‌باشد.

نتیجه گیری

همان گونه که گفته شد با توجه به افت فشار مخازن دنیا، نیاز به روش های نوین جهت افزایش تولید به خصوص در چاه هایی که دیگر توان تولید به صورت طبیعی را ندارند اجتناب ناپذیر است. در میان تمامی روش های فرازآوری مصنوعی، پمپ های میله ای مکشی به دلیل ساختار ساده و هم چنین نصب راحت و تعمیر و نگهداری ارزان سهم بسزایی در میادین نفتی دنیا در امر تولید دارد و استفاده بیشتر از این فناوری در آینده امری بدیهی به نظر می رسد. هم اکنون این روش در کشور عزیزمان ایران و در مناطق نفتخیز جنوب اجرایی شده و امید است با بومی شدن این صنعت موجبات تعالی صنعت نفت کشور بوجود آید که البته این مهم نیازمند سرمایه گذاری مناسب، نگاه مثبت مدیران بالادستی و وارد کردن تکنولوژی نوین در این حیطه است. با توجه به تمام نکته های بالا و مطالب موجود در متن مقاله و مزایای فراوان و محدودیت های کم این نوع پمپ به نظر می رسد پمپ های میله ای مکشی بهترین روش فرازآوری مصنوعی چه در میادین نفتی کشورمان و چه در دنیا خواهد بود.

تشکر و قدردانی

از خداوند منان سپاسگزارم. هم چنین از پدر و مادر و همسر عزیزم.

مراجع

[۱] تاثیر روش های فرازآوری مصنوعی در افزایش تولید نفت- دکتر عبدالمجید موحدی نیا- مهندس سعید کیوانی- کتاب آوا- بهار ۱۳۹۲- شابک ۹۷۸-۶۰۰-۶۵۵۸-۲۱-۹

[۲] Wenzhou Husite Environmental Protection Equipments CO. LTD. Wenzhou BinHai Industrial Estate

[۳] Takacs, G. 1993. Modern Sucker Rod Pumping. Tulsa, Oklahoma: PennWell Books