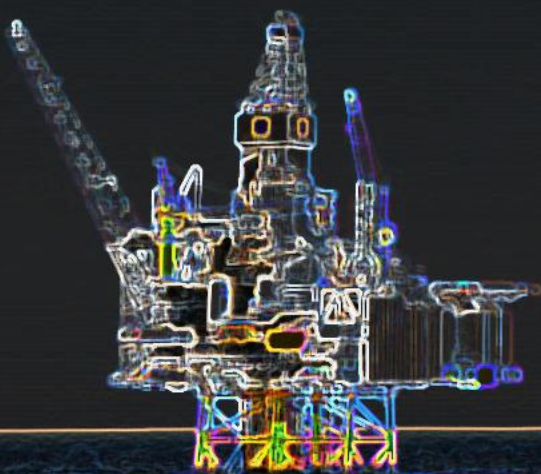


ده فناوری کلیدی بالادستی نفت و گاز ایران

فرضیه‌ای بر پایه کاربردهای پیشرفته در هفت کشور همسایه

پیش‌نویس اول، تابستان هزار و چهارصد و پنج
رامین فروزنده



روش‌شناسی و تعریف

- با بررسی فناوری‌های بالادستی نفت و گاز در هفت کشور همسایه ایران (عراق، عربستان، کویت، بحرین، قطر، امارات و عمان) فهرستی اولیه از 20 فناوری کلیدی تهیه و سپس با شاخص‌هایی از قبیل اثر حجمی، تکرارپذیری و بلوغ 10 فناوری کلیدی برگزیده شد. در این ارزیابی بیش از 30 گزارش از کشورهای همسایه مورد مطالعه قرار گرفت. در این فرایند از هوش مصنوعی استفاده شده اما ارزیابی نهایی توسط نگارنده صورت گرفته است. ارزیابی به صورت نسبی و مقایسه‌ای بوده است.
- منظور از فناوری در این گزارش، همه ابزارها و فعالیت‌های فنی نیست. تمرکز بر راه‌حل‌های فنی مشخصی است که به سبب مقیاس، پیچیدگی فنی، یا اثر خود، فراتر از عملیات «روتین» قرار می‌گیرند. این فناوری‌ها لزوماً نوظهور نیستند؛ بسیاری بالغ و اثبات‌شده‌اند، اما کاربرد آن‌ها در این مقیاس یا پیکربندی، فعالیت پایه و روزمره صنعت محسوب نمی‌شود (به استثناء ESP). لذا حوزه‌هایی مانند مانیتورینگ چاه، بهبودهای سیمانکاری، یا کنترل هرزروی، تنها زمانی وارد ارزیابی می‌شوند که در قالب یک فناوری مشخص، اثر قابل‌توجه و تکرارپذیر در مقیاس چند کشور نشان دهند.

مقدمه ضروری

- با لحاظ سرمایه‌گذاری چندصدمیلیارد دلاری در بالادستی نفت و گاز ایران طی حدود نیم قرن اخیر، میزان هزینه‌کرد در حوزه فناوری‌ها و نیز پژوهش و توسعه رقمی در محدوده چند میلیارد دلار بوده است. با فرض گشایش نسبی محیط کسب‌وکار در آینده‌ای دور یا نزدیک، می‌توان به این سوال پرداخت که ده فناوری کلیدی در این حوزه احتمالاً چه خواهند بود؟ این سوال را می‌توان به چند سوال جزئی‌تر شکست و گزارش حاضر پاسخی به یکی از آن سوال‌ها با نگاهی به تجارب هفت کشور همسایه است.
- پیشنهاد این 10 فناوری به معنای آن نیست که فناوری‌های دیگر اهمیت کمتری دارند یا فاقد موضوعیت هستند. این فهرست می‌تواند (و باید) با لحاظ دیگر سوالات جزئی تکمیل و در نهایت برای پاسخ به سوال اصلی برای ایران به کار گرفته شود. این لیست مستقلاً یک پیشنهاد کامل به شمار نمی‌رود و صرفاً یک شروع است. برای یک پاسخ کامل، مواردی از قبیل میزان بلوغ و پذیرش فناوری، شرایط محیطی و محدودیت‌های ایران باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین این فهرست نباید در مقیاس یک میدان یا شرکت خاص مبنا قرار گیرد، بلکه در سطح یک کشور واجد معناست.

نگاهی به کشورهای مورد بررسی

ذخایر اثبات‌شده نفت و گاز هفت کشور همسایه ایران

ذخایر نفت میلیارد بشکه	ذخایر گاز تریلیون متر مکعب
---------------------------	-------------------------------

عراق

140	3.6
-----	-----

کویت

101	1.8
-----	-----

عربستان

267	9.8
-----	-----

بحرین

0.1	0.1
-----	-----



قطر

25	23.8
----	------

امارات

120	8.4
-----	-----

عمان

5	0.6
---	-----

ده فناوری مهم

براساس تجارب بالادستی نفت و گاز هفت کشور همسایه ایران

نوع میدان هدف



نفتی



گازی

منبع ایجاد ارزش

دسترسی به منابع

افزایش بازیافت

حفظ ظرفیت تولید

تجاری سازی گاز

گستره تقریبی کاربرد



وسیع منطقه‌ای



محدود به چند کشور



موردی



Gas Recycling and Reinjection



Water-Treatment and Injection Systems



Ultra-Extended-Reach Drilling



Multilateral / Fishbone MRC Wells



Sour-Gas Sweetening with Claus and Tail-Gas Treatment



Multistage Proppant and Acid Fracturing



Late-Life Gas-Field Surface Compression



Low-Pressure Associated-Gas Recovery



Electrical Submersible Pump Systems – ESP

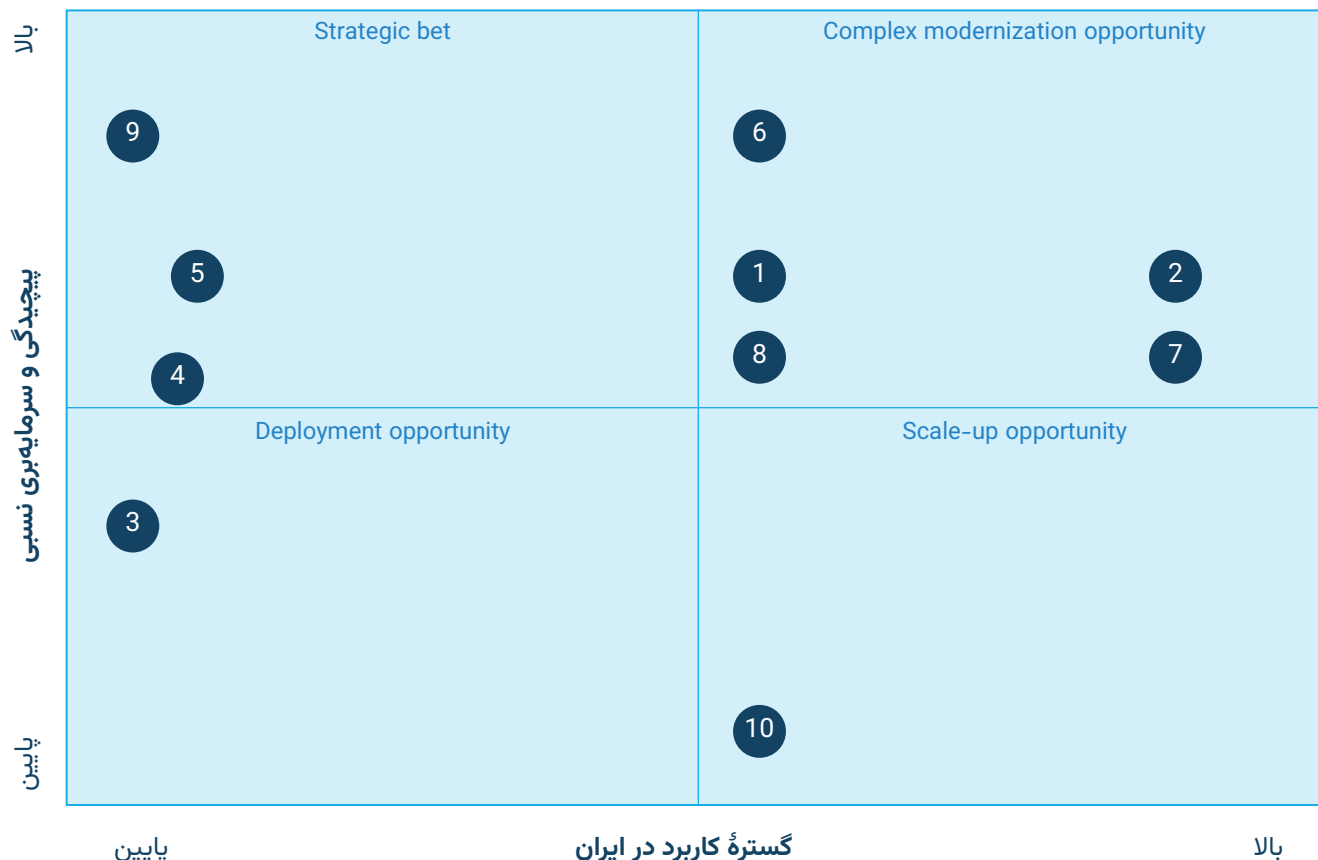


Steam-Based Heavy-Oil Recovery



ده فناوری مهم

ارزیابی پیچیدگی و هزینه نسبی و گستره کاربرد در ایران



- 1 Water-Treatment and Injection Systems
- 2 Gas Recycling and Reinjection
- 3 Multilateral / Fishbone MRC Wells
- 4 Ultra-Extended-Reach Drilling
- 5 Multistage Proppant and Acid Fracturing
- 6 Sour-Gas Sweetening with Claus and Tail-Gas Treatment
- 7 Low-Pressure Associated-Gas Recovery
- 8 Late-Life Gas-Field Surface Compression
- 9 Steam-Based Heavy-Oil Recovery
- 10 Electrical Submersible Pump Systems – ESP

ضمیمه: فناوری‌های مهمی که در لیست قرار ندارند

عنوان	دلیل قرار نگرفتن در لیست
فناوری‌های مبتنی بر داده از قبیل هوشمندسازی یا بکارگیری هوش مصنوعی	• بیشتر یک معماری توانمندساز هستند تا یک فناوری واحد و مستقل (معمولاً ترکیبی از حسگر، مخابرات، Digital Twin، تحلیل داده و اتوماسیون‌اند) • ارزیابی‌های کمی متعددی به صورت مستقل از سایر مداخلات فنی وجود ندارد
Polymer Flooding	• فناوری مشخص و مهمی است، اما شواهد آن عمدتاً به چند نمونه محدود، به‌ویژه در عمان، متکی است • از نظر گستره استفاده و تکرارپذیری، پایین‌تر از فناوری‌های نهایی قرار گرفت
Miscible-Gas Injection / WAG	• فناوری مهم EOR است، اما شواهد عملیاتی منطقه‌ای آن نسبتاً محدود و عمدتاً میدان‌محور است • در مقایسه با Gas Recycling and Reinjection از نظر گستره و مقیاس، پایین‌تر قرار گرفت
Intelligent Completion ICV	• در نمونه‌های منطقه‌ای غالباً به‌عنوان جزء توانمندساز معماری چاه‌های چندلایه یا MRC به کار رفته و تفکیک اثر تولیدی مستقل آن دشوار بوده است
4D Seismic	• فناوری مهمی برای پایش مخزن است، اما اثر آن معمولاً غیرمستقیم و از طریق تصمیم‌های بعدی حفاری/تزریق ظاهر می‌شود • به‌عنوان بخشی از جریان گسترده‌تر پایش و مدیریت مخزن تلقی شد، نه یک فناوری با اثر مستقل هم‌سطح ده فناوری برتر
Artificial Islands / Shallow-water Development Architecture	• در برخی پروژه‌های بزرگ منطقه بسیار اثرگذار بوده، اما بیشتر یک معماری توسعه وابسته به موقعیت جغرافیایی و محیطی است • قابلیت تعمیم آن به همه کشورها و دارایی‌ها محدود است
CO ₂ -EOR / CCS-linked Injection	• فناوری مهم و روبه‌رشد است، اما شواهد آن در این مطالعه بیشتر پایلوتی، محدود یا در مرحله توسعه بود • در مقایسه با فناوری‌های پرکاربردتر، هنوز اثر عملیاتی آن به اندازه کافی فراگیر نیست
Downhole Gas Compression Subsurface Compressor System	• فناوری مستقل و دارای پتانسیل بالا است؛ بااین‌حال، شواهد فعلی محدود است

- Wood Mackenzie, country reports
- Wood Mackenzie, The Middle East steps on the gas
- IHS Markit, country reports
- BMI, country reports
- BMI, Middle East and north Africa oil & gas report
- Iraq Oil and Gas Industry Strategic Report
- OPEC, Annual Statistical Bulletin

درباره نگارنده

- رامین فروزنده از سال 1386 در حوزه انرژی فعالیت داشته و مسیر حرفه‌ای او از مهندسی در پارس جنوبی، به استراتژی، سرمایه‌گذاری و مشاوره مدیریت رسیده است. تجربه او شامل همکاری با شرکت‌ها (اعم از استارت‌آپ‌ها، SMEها و شرکت‌های بزرگ) و پروژه‌های بزرگ در ایران، خاورمیانه و اروپا و مشارکت در برنامه‌های تحول سازمانی، تدوین و اجرای استراتژی و مدیریت ادغام و تملیک بوده است.
- فعالیت‌های پژوهشی و آموزشی او عمدتاً به اقتصاد و استراتژی انرژی اختصاص داشته است؛ از آینده بازار نفت، پیک تقاضا و نفت شیل تا ظرفیت تولید نفت ایران و گذار از اقتصاد نفت‌بنیان به اقتصاد دانش‌بنیان. از سوابق او می‌توان به تدریس در دوره‌های اقتصاد انرژی و استراتژی انرژی در دوره‌های کارشناسی ارشد و DBA اشاره کرد. او دانش‌آموخته مهندسی نفت از دانشگاه صنعت نفت و MBA دانشگاه آلتو با دو گرایش مالی و کارآفرینی است.

درباره گزارش

- در تهیه این گزارش از راهنمایی و نظرات آقایان مصطفی بصیریان، قدرت‌اله حیدری و امیر عابدپور بهره گرفته شده که بدین وسیله از ایشان سپاسگزارم. بدیهی است مسئولیت علمی محتوا صرفاً با نگارنده است.
- لطفاً نظرات خود را با این ایمیل در میان بگذارید: raaminf@gmail.com
- بروزرسانی‌های محتمل آتی را از کانال تلگرام دنبال کنید: @economicsandoil

