



## آشنایی با تاریخچه و فعالیت‌های پژوهشکده ازدیاد برداشت از مخازن نفت و گاز

مصاحبه با دکتر شهاب گرامی، مجری طرح‌های ازدیاد برداشت مخازن و شبیه‌سازی پژوهشکده ازدیاد برداشت

تهیه و تنظیم: مهیار امامی



شهاب گرامی، با درجهٔ دکترای مهندسی نفت از دانشگاه کالگری کانادا سابقهٔ هشت سال کار عملیاتی در منطقه آغارودالان و ده سال کار پژوهشی را در کارنامهٔ کاری خود دارد. ایشان هم‌اکنون در پژوهشکدهٔ ازدیاد برداشت با سمت سازمانی مجری طرح‌های ازدیاد برداشت مخازن و شبیه‌سازی خدمت می‌کنند. دکتر گرامی چندین مقاله منتشر شده در مجلات معتبر علمی دارد و همچنین هدایت پایان‌نامه‌های متعدد کارشناسی ارشد مهندسی مخازن را نیز عهده‌دار بوده است.

**آشنایان متمییز: لطفاً مختصری دربارهٔ تاریخچهٔ تشکیل و فعالیت پژوهشکدهٔ ازدیاد برداشت توضیح دهید.**

فعالیت پژوهشکدهٔ ازدیاد برداشت، با نام مرکز پژوهش‌های ازدیاد برداشت از مخازن نفت و گاز به قبل از انقلاب شکوهمند اسلامی بازمی‌گردد. از ابتدای سال ۱۳۵۸ موضوع تأسیس مرکزی که تحقیقات مربوط به ازدیاد برداشت را در کشور به عهده بگیرد، به طور جدی مطرح شد و در نهایت در ۱۸

به مدیریت اکتشاف و تولید ملحق گردید. از ۲۱ آذر ۱۳۸۰ نیز عطف به دستور مدیر عامل شرکت ملی نفت از مدیریت اکتشاف، منتزع و سرپرستی آن به مدیریت پژوهش و فناوری شرکت ملی نفت ایران منتقل شد. همچنین با اخذ مجوزهای لازم از وزارت

اسفند ۱۳۵۸ با تصویب هیئت مدیرهٔ شرکت ملی نفت ایران، با ایجاد ادارهٔ پژوهش‌های ازدیاد برداشت از مخازن نفت موافقت شد. این اداره طبق مصوبهٔ دیگری از هیئت مدیرهٔ شرکت ملی نفت ایران از اول اردیبهشت ۱۳۶۳ از مرکز پژوهش و خدمات علمی منفک و

علوم، تحقیقات و فناوری و وزارت نفت، از تاریخ ۲۴ اردیبهشت ۱۳۸۴ به صورت موقت به پژوهشکده ازدیاد برداشت از مخازن نفت و گاز ارتقا یافت و با پیگیری‌ها و مکاتبات متعدد، در نهایت شورای گسترش آموزش عالی در فروردین سال ۱۳۸۹ با تأسیس این پژوهشکده به صورت دائم و قطعی و مشتمل بر چهار گروه پژوهشی «تزریق گاز، مدیریت آب‌های همراه و تزریق مجدد، روش‌های ازدیاد برداشت ثالثیه و بهینه‌سازی روش‌های تولید» موافقت کرد.

### **اكتشاف متميذ: شما چه تعريفی از ازدیاد برداشت دارید؟**

تعریف من از ازدیاد برداشت همان تعریفی است که در کتب تخصصی مهندسی نفت در قالب اصطلاحات IOR و EOR بیان شده است. بهبود بازیافت نفت یا IOR به همه فرایندهایی اطلاق می‌شود که به شتاب در تولید و افزایش برداشت از نفت باقی‌مانده، منجر می‌شوند.

روش‌های EOR در دو قالب اصلی بازیافت ثانویه - تثبیت فشار مخزن با تزریق آب یا گاز - و بازیافت ثالثیه - روش‌های تزریق امتزاجی و غیرامتزاجی، روش‌های شیمیایی و روش‌های حرارتی - تقسیم‌بندی می‌شوند. از نظر نوع مکانیزم، روش‌های EOR در قالب سه مکانیزم اصلی شامل فرایندهای استخراج حلالی یا تزریق امتزاجی - تزریق نیتروژن و گاز دودکش، تزریق امتزاجی گازهای هیدروکربوری و سیلاب‌زنی با گاز دی‌اکسید کربن؛ فرآیندهای کاهش کشش سطحی (سیلاب‌زنی پلیمری/ مایسلی و سیلاب‌زنی با استفاده از ASP) و فرایندهای تغییر گرانیوی به منظور کاهش گرانیوی نفت و افزایش گرانیوی سیال جابه‌جاکننده - تزریق بخار، احتراق در مخزن، سیلاب‌زنی پلیمری، تزریق بخار یا گاز برای ارتقای بازدهی مکانیزم ریزش ثقلی - تقسیم‌بندی می‌شوند. سایر روش‌های ازدیاد برداشت که هدف‌شان شتاب در تولید است، بهینه‌سازی تأسیسات تولید از

مخازن نفت و گاز، توسعه چاه‌ها و استفاده از فناوری‌های جدید حفاری و تکمیل چاه‌ها، استفاده از تکنولوژی مسدودسازی تولید آب (Water shut-off) و بهره‌گیری از روش‌های فرازآوری مصنوعی را شامل می‌شوند.

### **اكتشاف متميذ: لطفاً استراتژی پژوهشکده و اینکه پژوهشکده چه افق و اهدافی را در پنج، ده و بیست سال آینده دنبال می‌کند، توضیح دهید.**

پژوهشکده با هدف شناسایی پتانسیل‌های افزایش ضریب بازیافت از میادین نفت و گاز کشور، سیاست تعامل و همکاری نزدیک با شرکت‌های تابعه شرکت ملی نفت ایران و مراکز پژوهشی و دانشگاهی را دنبال می‌کند. همچنین فراهم آوردن بسترهای لازم برای انتقال دانش علمی و فناوری‌های روز در زمینه‌های ازدیاد برداشت از مخازن هیدروکربوری و بومی‌سازی این فناوری‌ها، از جمله سیاست‌های کلانی است که باید به آنها توجه جدی شود. بنابراین، همراهی شرکت ملی نفت ایران در مدیریت بهینه توسعه مخازن با اعمال فناوری‌های موجود و در صورت لزوم تولید دانش جدید در زمینه ازدیاد برداشت از مخازن کشور به منزله استراتژی محوری در پژوهشکده ازدیاد برداشت تلقی می‌شود. افق پیش‌روی ما تبدیل شدن پژوهشکده به یک بازوی مؤثر پژوهشی برای اجرایی کردن طرح‌های ازدیاد برداشت در سطح شرکت ملی نفت ایران است.

### **اكتشاف متميذ: چه تعداد پژوهشگر در این پژوهشکده فعالیت می‌کنند؟**

کادر تحقیقاتی این پژوهشکده شش نفر با مدرک دکترا، سی نفر فوق‌لیسانس و پنج نفر لیسانس است. این نفرات بیشتر در زمینه‌های مهندسی مخازن، اکتشاف نفت، مهندسی شیمی و سایر رشته‌ها تخصص دارند و در محورهای یادشده فعالیت می‌کنند.

### **اكتشاف متميذ: پژوهشکده چه امکانات**

**نرم‌افزاری و سخت‌افزاری در اختیار دارد؟**  
در زمینه نرم‌افزار، پژوهشکده نرم‌افزارهای مطرح تجاری در حوزه شبیه‌سازی مخزن را در اختیار دارد. بر همین اساس یک بخش شبیه‌سازی کامپیوتری با قابلیت شبیه‌سازی استاتیکی و دینامیکی انواع مخازن هیدروکربوری، شامل مخازن نفتی سبک و سنگین، مخازن گازی و گاز میعانی در مدل‌های نفت سیاه، ترکیبی، حرارتی و شیمیایی، در ساختار گروه‌های پژوهشی در دسترس است.

پژوهشکده در زمینه امکانات سخت‌افزاری تجهیزات ارزشمند و تقریباً منحصربه‌فردی را در اختیار دارد. دستگاه اندازه‌گیری تخلخل و تراوایی، تجهیزات اندازه‌گیری کشش سطحی، مغزه‌نگهدار با اندازه‌های مختلف، تجهیزات تزریق گاز و مایعات، تجهیزات اندازه‌گیری جریان، دستگاه تحقیقاتی نفت سنگین، دستگاه اندازه‌گیری گرانیوی، دستگاه Slim tube و دستگاه PVT cell خودکار با قابلیت انتقال تصویر، دستگاه بازترکیب گاز و مایعات، دستگاه اندازه‌گیر جرم حجمی، دستگاه تقطیر در خلأ، تجهیزات کروماتوگرافی گاز و مایع و دستگاه‌ها و لوازم آزمایش‌های آنالیز آب مخزن از جمله این دستگاه‌هاست. این تجهیزات با هدف اجرای طرح‌های پژوهشی مرتبط با ازدیاد برداشت استفاده می‌شوند و حتی الامکان سعی شده است تا از عرضه خدمات معمول سنگ و سیال با این تجهیزات ممانعت شود.

### **اكتشاف متميذ: درباره سوابق فعالیت‌های**

**پژوهشی پژوهشکده توضیح دهید.**  
پژوهشکده ازدیاد برداشت از مخازن نفت و گاز انجام بیش از ۱۸ پروژه در مقیاس آزمایشگاهی را در کارنامه فعالیت‌های پژوهشی خود دارد که متقاضی اصلی این پروژه‌ها شرکت‌های اصلی تولیدکننده نفت



نظیر مناطق نفت خیز جنوب، نفت فلات قاره و نفت مناطق مرکزی بوده‌اند.

### انتشاف متولید: طرح‌های جاری پژوهشکده درباره‌ی چه موضوعاتی است؟

یکی از مهم‌ترین طرح‌های جاری پژوهشکده، طرح مطالعه و پایش عملکرد میدان گازی پارس جنوبی با استفاده از الگوی مدیریت پویای مخزن است. مطابق شرح کار، مقرر شده است، پژوهشکده از دیدگاه برداشت پژوهش‌های مربوط به سه محور کلان مشخصه‌سازی مخزن، ارتقای روش‌های پیش‌بینی تولید و افزایش ضریب بازیافت و نرخ برداشت گاز و میعانات گازی از میدان عظیم پارس جنوبی را در دوره‌ای ۴ ساله اجرا کند. همچنین طرح ارزیابی میدانی ازدیاد برداشت نفت از میدان اسفند با تزریق مواد فعال سطحی بین پژوهشکده از دیدگاه برداشت و شرکت نفت فلات قاره ایران در دست انجام است. این طرح با هدف ساخت مواد فعال‌کننده سطحی، مطالعات آزمایشگاهی، شبیه‌سازی، مدل‌سازی و همچنین تزریق این مواد در سیستم معمول تزریق آب این میدان به صورت پایلوت تدوین شده است.

### انتشاف متولید: به طور خاص چه مسائلی درباره‌ی ازدیاد برداشت در گروه‌های مختلف پژوهشی دنبال می‌شود؟

به دلیل اهمیت مسائل تولید در شرایط کنونی، گروه‌های پژوهشی در قالب چهار طرح اصلی ازدیاد برداشت از مخازن گاز میعانی، تزریق گاز، تزریق آب و مدیریت آب تولیدی و ازدیاد برداشت از مخازن نفت سنگین فعالیت می‌کنند. هر کدام از این

گروه‌ها یک هسته علمی و یک هسته اجرایی دارند که فعالیت خود را زیر نظر سرپرست طرح دنبال می‌کنند. هسته علمی به طور خاص بر آخرین مطالعات و دستاوردهای تحقیقاتی در زمینه‌های مشخصه‌سازی سنگ، مشخصه‌سازی سیال و شبیه‌سازی فرآیندهای مختلف تولید و ازدیاد برداشت در حوزه خود متمرکز شده است. برای مثال در طرح تزریق گاز، با توجه به شکافدار بودن مخازن اصلی کشور، تمرکز هسته علمی بر شناخت عمیق فرآیند ریزش ثقلی، مدل‌سازی و تعیین پارامترهای کلیدی در این فرآیند است. همچنین مطالعات تزریق گازهای جایگزین نظیر دی‌اکسید کربن و نیتروژن، به ترتیب امتزاج‌پذیر و غیرامتزاج‌پذیر، بخش خاصی از فعالیت‌ها در هسته علمی این طرح را تشکیل داده است.

### انتشاف متولید: به عنوان فردی که در پژوهشکده از دیدگاه برداشت خدمت می‌کنید، چه پیشنهاد خاصی برای ازدیاد برداشت از مخازن نفتی و گازی کشور دارید؟

از دیدگاه برداشت از هر مخزن نسخه خاص خود را دارد که باید در قالب طرح توسعه میدان به آن پرداخته شود. در واقع پس از جمع‌آوری اطلاعات اساسی مخزن، به خصوص اطلاعات سنگ و سیال و ویژگی‌های خاص زمین‌شناسی مخزن، می‌توان با مطالعات امکان‌سنجی و روش‌های غربالگری، تعدادی از فرآیندهای ازدیاد برداشت برای این مخزن خاص را انتخاب کرد. پس از این مرحله می‌توان به فاز مطالعات آزمایشگاهی وارد شد. به این مرحله برای بررسی دقیق پدیده، پاسخ به

ابهامات و تعیین عوامل مؤثر در روش ازدیاد برداشت پیشنهادی توجه می‌شود. همچنین به تعیین پارامترهای اساسی سنگ و سیال در فرآیند ازدیاد برداشت نظیر ترشوندگی، آثار تاریخی‌های بر تراوایی نسبی، کشش سطحی و فشار موئینگی می‌توان در این مرحله توجه داشت. در مرحله بعد با اجرای طرح در مقیاس پایلوت می‌توان موفقیت طرح را در مقیاس میدانی ارزیابی نمود.

توجه به این نکته ضروری است که اجرای موفقیت‌آمیز یک روش ازدیاد برداشت در یک مخزن، به منزله موفقیت‌آمیز بودن این روش در سایر مخازن نیست. برای مثال، می‌توان به موفقیت‌آمیز بودن تزریق آب در مخزن شکافدار Ekofisk نروژ با ضریب بازیافت ۳۵ درصد اشاره کرد. ضریب بازیافت اولیه و ثانویه تولید از این مخزن کربناته به ترتیب ۱۸ درصد و ۱۷ درصد تخمین زده شده و این در حالی است که تزریق آب در مخزن کربناته Natih در عمان هیچ گونه افزایش برداشتی را در پی نداشت و بازیافت نهایی از این میدان ۲۲ درصد گزارش شد. دلیل اصلی این اختلاف به ترشوندگی سنگ این مخازن بازمی‌گردد. مخزن Ekofisk حاوی سنگ کربناته آب‌دوست و مخزن Natih حاوی سنگ کربناته نفت‌دوست است. مطالعات بعدی در این میدان نشان داد که اگر از ابتدا در مخزن Natih گاز تزریق شده بود، بازیافت نفت از مخزن به طور قابل توجهی افزایش می‌یافت.

### انتشاف متولید: آیا روش‌های شتاب در تولید نیز به این حد از ملاحظات نیاز دارند؟

خیر. تقریباً همه روش‌های شتاب در تولید

از مخزن مانند فراز آوری مصنوعی، حفر چاه‌های افقی، روش‌های مسدودسازی آب، بهینه‌سازی سیستم تولید، شکاف هیدرولیکی، اسیدکاری، توسعه حفاری، چاه‌های هوشمند و... در همه مخازن صرف‌نظر از کرناته و ماسه‌ای بودن آنها قابل استفاده هستند، اما توجه به این نکته ضروری است که در موارد متعددی شتاب در تولید از مخزن با تولید بهینه از آن تناقض جدی دارد.

#### اکتشاف متغیبه: آیا پژوهشکده برنامه یا طرحی در حوزه فناوری‌های نوین نظیر نانوفناوری و سیالات هوشمند دارد یا در آینده خواهد داشت؟

یکی از وظایف هسته‌های علمی در گروه‌های چهارگانه پژوهشکده، ردیابی ورود فناوری‌های جدید به حوزه ازدیاد برداشت نفت در سطح جهانی است. حتی در این زمینه، پژوهشکده سعی کرده است تا تحولات بین‌المللی حوزه بالادستی نفت را در قالب گزارش‌هایی پیوسته در اختیار مدیران ارشد شرکت ملی نفت قرار دهد، اما در پاسخ به این سؤال باید گفت تخصص نانو در فعالیت‌های علمی این پژوهشکده به صورت مستقیم دنبال نمی‌شود و در قالب همکاری‌های مشترک با مراکز علمی دنبال می‌شود. برای مثال قصد داریم تا پروژه‌ای با نام «تغییر ترشوندگی ناحیه نزدیک چاه در مخزن پارس جنوبی به گاز تر» را با همکاری انستیتو نفت دانشگاه تهران و با تزریق نانوسیال پیش بریم. پیش‌بینی می‌شود، تغییر ترشوندگی ناحیه نزدیک چاه به گاز تر در افزایش بهره‌دهی چاه‌های پارس جنوبی نقش مؤثری ایفا کند.

#### اکتشاف متغیبه: پیشنهاد شما درخصوص اثربخشی طرح‌های پژوهشی چیست؟

یک طرح پژوهشی زمانی اثربخش است که براساس نیاز واقعی تعریف شود و در تعیین هدف و روش اجرای آن با صاحب‌نظران و افراد متخصص در آن حوزه هم‌فکری لازم شده باشد. تا اینجا پروپوزال پژوهشی به درستی تعریف شده، اما موفقیت پژوهش در اعتبار نتایج آن است که لازمه آن استفاده از همه امکانات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری در این حوزه است. در بسیاری از مواقع موضوع پژوهشی به درستی تعریف نمی‌شود. بسیاری از مسائل که به سادگی از کنار آن می‌گذریم، به نگاه ویژه و پژوهش نیاز دارند. مثلاً در مدل‌سازی مخازن شکاف‌دار توصیف ریاضی جریان بین ماتریکس و شکاف و اعمال آن در شبیه‌سازهای تجاری به کار فراوانی نیاز دارد. همچنین، ارزیابی چاه‌آزمایی در چاه‌های افقی و تعمیم نتایج آزمایشگاهی از مقیاس مغزه به مقیاس میدانی، به کار فراوان نیاز دارد. از طرف دیگر راه‌حل بسیاری از مشکلات صنعت نفت در منابع علمی موجود است. کافی است روش‌ها از این منابع، استخراج و در مقیاس آزمایشگاهی و میدانی ارزیابی شوند. به نظر من، دلیل اصلی نابسامانی در اثربخشی پژوهش، فقدان ارتباط مؤثر بین مراکز پژوهشی و صنعت است. حتی این معضل در ارتباط بین واحدهای پژوهش و توسعه شرکت‌ها با بدنه فنی شرکت‌ها نیز دیده می‌شود. تا زمانی که پژوهش و توسعه شرکت‌ها، به معنای واقعی کلمه، عضوی از مجموعه مدیریت مخزن نباشند وضع به همین

منوال باقی خواهد ماند. ارتقای ارتباط بین پژوهش و توسعه شرکت‌ها با بدنه فنی این شرکت‌ها و همچنین مراکز دانشگاهی با صنعت، به اثربخشی پروژه‌های پژوهشی کمک شایانی خواهد نمود.

#### اکتشاف متغیبه: پیشنهاد شما برای بهتر شدن ساختار مدیریت ازدیاد برداشت چیست و آیا اکنون روند مدیریت مخازن و تولید صیانتی مناسب است یا به تغییری نیاز دارد؟

ساختار سازمانی شرکت‌های عملیاتی از چابکی لازم در برابر شرایط پیچیده نیمه دوم عمر مخازن برخوردار نیست که باید بر اساس تجارب موفق مدیریت پویای مخزن در شرکت‌های ملی و بین‌المللی نفت سازماندهی شوند. همچنین برنامه‌ریزی کلان در زمینه ازدیاد برداشت به مدیریت هوشمندانه منابع انسانی نیازمند است. اینکه یک پژوهشگر در یک جا بازدهی دارد و در جای دیگر منفعل عمل می‌کند، سؤال بسیار معمولی است که پاسخ آن به تأمل بسیار نیاز دارد. بنابراین، هرگونه ساختارسازی در زمینه ازدیاد برداشت، نیازمند شناخت فرهنگ سازمانی صنعت نفت و بهره‌گیری از نظریات طیف وسیعی از کارشناسان درگیر در این حوزه است.

زیرسؤال بردن وضعیت تولید صیانتی نفت و گاز کشور، بدون نگاه به واقعیات موجود کشور، بی‌انصافی است. کارهای بسیار زیادی در راستای ارتقای تولید صیانتی روی زمین مانده است، لیکن تأکید خاصی که در توسعه میدانی مشترک وجود دارد بسیار تحسین برانگیز است.