



## سهم تولید ملی، کار و سرمایه ایرانی از اکتشاف تا تولید نفت خام در کشور

صادق فتح‌اللهی<sup>۱</sup> ■ کارشناس ارشد مهندسی مخازن، شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب

### مقدمه

بدون شک زنجیره تولید نفت خام، یکی از گران‌ترین و پیچیده‌ترین زنجیره‌های صنعتی تولید محصول در جهان را تشکیل می‌دهد. در این میان اکتشاف و تولید که بخش بالادستی صنعت نفت را تشکیل می‌دهند با مهارت‌ها، تکنولوژی‌ها و علوم بسیار گسترده‌ای سروکار دارند که بار این فرآیند پیچیده را بر دوش می‌کشند. به دلیل تنوع زیاد و بالا بودن تکنولوژی‌های دخیل در اکتشاف و تولید نفت خام و گاز طبیعی تنها تعداد انگشت‌شماری از کشورهای دنیا به عنوان تولیدکننده‌های اصلی کالاها، دانش فنی و تکنولوژی‌های مورد نیاز این صنعت محسوب می‌شوند. در این نوشتار سعی شده است تا با بررسی اجمالی زنجیره تولید نفت خام از اکتشاف تا تولید، سهم تولید ملی، کار و سرمایه ایرانی در این بخش‌ها بررسی شود. در واقع شناخت ابعاد مختلف زنجیره تولید از میدین هیدروکربوری و بررسی میزان خودکفایی کشور در بخش‌های مختلف آن، راه را برای هدایت صحیح پتانسیل‌های داخلی

در جهت برآورده کردن نیازهای آتی این بخش از صنعت نفت فراهم می‌آورد. در ادامه در شش بخش از زنجیره صنعت نفت و گاز و در بخش بالادستی به بررسی سخت‌افزارها و دانش فنی مورد نیاز پرداخته می‌شود. در این بررسی از نظریات متخصصین شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب و همچنین مدیریت اکتشاف که به طور عملیاتی درگیر استفاده از تکنولوژی‌های مختلف در این بخش‌ها می‌باشند به طور مبسوط استفاده شده و نتایج نهایی ارائه گردیده است.

### ۱ - بخش اکتشاف

حلقه اول در زنجیره تولید نفت خام اکتشاف است. تخصص‌ها و تکنولوژی‌های گوناگونی در اکتشاف میدین نفت و گاز دخیل هستند. در ابتدا مطالعات زمین‌شناسی سطح‌الارضی و نیز در برخی موارد روش‌های ژئوشیمیایی آغازگر اکتشاف میدین هیدروکربنی هستند. در حال حاضر خوشبختانه دانش فنی زمین‌شناسی سطح‌الارضی و نیروی متخصص آن در داخل کشور وجود دارد و

این‌گونه مطالعات با دقت خوبی در کشور انجام می‌شوند. در مورد روش‌های ژئوشیمیایی با این‌که دانش فنی آن به طور کامل در داخل کشور وجود دارد، اما دستگاه‌های مورد نیاز انجام آزمایش‌های ژئوشیمیایی و نرم‌افزارهای لازم جهت آنالیز نتایج آزمایشگاهی به طور کامل به خارج از کشور وابسته است. مهم‌ترین روش در اکتشاف میدین هیدروکربوری روش‌های ژئوفیزیکی می‌باشند. در ایران عمدتاً از لرزه‌نگاری به منظور اکتشاف میدین هیدروکربوری استفاده می‌شود. مراحل انجام کار در لرزه‌نگاری شامل مراحل طراحی، برداشت، پردازش و تعبیر و تفسیر می‌باشد. در بخش طراحی، دانش و تجربه لازم جهت طراحی عملیات برداشت به طور کامل در داخل کشور وجود دارد و هم‌اکنون تقریباً در تمامی پروژه‌های برداشت ژئوفیزیکی، بخش طراحی توسط کارشناسان ایرانی صورت می‌گیرد. اما نرم‌افزارهای کامپیوتری جهت طراحی عملیات به طور کامل به خارج از کشور وابسته است. مرحله برداشت به دو صورت انفجاری

مسئول در مدیریت مخزن نقشی راهبردی در میزان برداشت از مخزن دارد و خود شامل بخش‌های بسیار متنوعی به شرح زیر است.

الف) بخش پتروفیزیکی: این بخش به عنوان بخش پایه‌ای در اخذ نمودارهای مورد نیاز، تفسیر و تحلیل آنها جهت تشخیص اعماق مخزنی و تشخیص سطوح تماس

خدمات فنی و تجهیزات مورد نیاز بخش اکتشاف و میزان وابستگی هر بخش به خارج از کشور	
خدمات علمی و فنی و یا تجهیزات مورد نیاز	میزان وابستگی به خارج
مطالعات زمین‌شناسی سطح الارضی	به طور کامل داخلی
مطالعات ژئوشیمیایی	به طور کامل داخلی
تجهیزات آزمایشگاهی مطالعات ژئوشیمیایی	به طور کامل خارجی
نرم افزارهای به کارگیری تجهیزات آزمایشگاهی و آنالیز داده‌ها	به طور کامل خارجی
طراحی عملیات لرزه‌نگاری	به طور کامل داخلی
نرم افزارهای کامپیوتری طراحی لرزه‌نگاری	به طور کامل خارجی
نظارت و اجرای برداشت داده‌ها در لرزه‌نگاری	به طور کامل داخلی
دستگاه حفاری قابل حمل برای حفر نقاط انفجاری	عمدتاً خارجی و بعضاً داخلی
پردازش داده‌های لرزه‌نگاری	عمدتاً خارجی و بعضاً داخلی
نرم افزارهای پردازش داده‌های لرزه‌نگاری	به طور کامل خارجی
تعبیر و تفسیر داده‌های لرزه‌نگاری	به طور کامل داخلی
نرم افزارهای تفسیر داده‌های لرزه‌نگاری	به طور کامل خارجی
عملیات پروفایل لرزه‌ای (VSP) چاه	به طور کامل خارجی

تجهیزات اصلی و دانش فنی مورد نیاز بخش زمین‌شناسی و میزان وابستگی هر کدام به خارج از کشور	
خدمات علمی و فنی و یا تجهیزات	میزان وابستگی به خارج از کشور
مغزه‌گیری	داخلی و خارجی
نمودارهای تصویرگر	به طور کامل خارجی
نرم افزارهای ارزیابی داده‌های نمودارهای تصویرگر	به طور کامل خارجی
دانش فنی تفسیر نمودارهای تصویرگر	به طور کامل داخلی
نرم افزارهای تهیه مدل استاتیک مخزن	به طور کامل خارجی
دانش فنی ایجاد مدل کامل استاتیک مخزن	به طور کامل داخلی

اما تجهیزات و نرم افزارهای تخصصی - کاربردی تقریباً به طور کامل از خارج از کشور تأمین می‌شود

## ۲ - بخش زمین‌شناسی

زمین‌شناسی به عنوان یکی از اجزای اصلی در فرآیند تولید نفت خام و گاز در مراحل اکتشاف، حفاری و مدیریت مخزن تعریف می‌شود. ابزارها و تکنولوژی‌های متفاوتی توسط زمین‌شناسان به کار گرفته می‌شود. مطالعات سطح الارضی، مطالعات ژئوشیمیایی، لرزه‌نگاری دوبعدی و سه‌بعدی، مطالعات مغزه‌ها و کنده‌های حفاری، نمودارهای پتروفیزیکی و نمودارهای تصویرگر از جمله مهم‌ترین ابزارها برای توصیف دقیق مخازن نفتی و گازی، لایه‌بندی مخزن، تعیین محل نصب پاشنه جداری و ایجاد مدل استاتیک مخزن شامل مدل ساختمانی، پتروفیزیکی و شکاف‌ها می‌باشد. در داخل کشور دانش زمین‌شناسی و مهارت فنی لازم در به کارگیری نرم افزارهای مختلف مدل‌سازی زمین‌شناسی مخزن و مدل‌سازی شکاف‌ها، تفسیر داده‌های لرزه‌نگاری، لایه‌بندی و مطالعات ژئوشیمیایی وجود دارد. البته تقریباً تمام نرم افزارهای مدل‌سازی توسط شرکت‌های خارجی تأمین می‌شوند. ابزارها و تکنولوژی‌های دخیل در لرزه‌نگاری و ژئوشیمی در ارزیابی‌های زمین‌شناسی بسیار مهم می‌باشند، اما چون در بخش اکتشاف به آنها اشاره شد در این قسمت مجدداً ارائه نمی‌شوند. یکی دیگر از تکنولوژی‌های مهم در تشخیص شکستگی‌های مخزن و تهیه مدل شکستگی‌ها نمودارهای تصویرگر می‌باشند که ابزارهای اندازه‌گیری این نمودارها و نرم افزارهای تفسیر و تحلیل آن‌ها به طور کامل توسط شرکت‌های خارجی تأمین می‌شود. در جدول ۲ به اختصار تکنولوژی‌ها و دانش فنی مورد نیاز بخش زمین‌شناسی و میزان وابستگی هر بخش به خارج از کشور ارائه شده است.

## ۳ - بخش مخازن

بخش مهندسی مخزن به عنوان بخش

و لرزه‌ای انجام می‌شود. روش لرزه‌ای هم در بخش ابزار مورد نیاز و هم در بخش نرم افزار به طور کامل به خارج از کشور وابسته است. روش انفجاری نیز شامل دو بخش مهم حفاری چاله‌های انفجاری و برداشت است. حفاری چاله‌های انفجاری توسط دستگاه‌های حفاری قابل حمل انجام می‌شود که عمدتاً از خارج از کشور وارد می‌شوند و در داخل کشور نیز به صورت محدود تولید می‌گردند. گیرنده‌ها (ژئوفون‌ها)، کابل‌ها و سایر تجهیزات به جز دینامیت لازم برای انفجار از خارج از کشور تأمین می‌شوند. در مرحله پردازش پیشرفت‌های خوبی در داخل کشور صورت گرفته است و اکنون می‌توان گفت که نیروهای متخصص داخلی توانایی پردازش قابل قبول داده‌های ژئوفیزیکی را دارند. با توجه به اینکه پردازش داده‌های ژئوفیزیکی نیازمند سخت‌افزارهای کامپیوتری خاص و نرم افزارهای تخصصی ویژه‌ای می‌باشد، در حال حاضر سخت‌افزار و نرم افزار این بخش از خاج از کشور تأمین می‌شود. "تعبیر و تفسیر" که مرحله نهایی در ژئوفیزیک اکتشافی است نیز توسط کارشناسان داخلی انجام می‌شود، اما تمامی نرم افزارهای کامپیوتری جهت تفسیر داده‌ها از خارج از کشور تهیه می‌شود. یکی دیگر از روش‌های ژئوفیزیکی که در داخل کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد "پروفایل لرزه‌ای عمودی" (VSP) چاه است که توسط شرکت‌های سرویس دهنده چاه موسوم به وایرلاین انجام می‌شود. تمامی تجهیزات، انجام عملیات و نرم افزارهای مربوطه وابسته به چند شرکت خارجی است.

بخش مهم دیگر در اکتشاف میدانی هیدروکربوری، حفاری اکتشافی است که در بخش صنعت حفاری به طور کامل بدان پرداخته خواهد شد. جدول ۱ به اختصار میزان وابستگی هر بخش در اکتشاف میدانی هیدروکربوری را به خارج از کشور نشان می‌دهد. به طور خلاصه می‌توان گفت که خوشبختانه در بخش اکتشاف نفت، دانش فنی و نیروی انسانی متخصص داخلی توانایی انجام و مدیریت تمامی بخش‌ها را دارد،



سیالات، پایه بسیاری از تصمیم‌گیری‌ها را تشکیل می‌دهد. ابزارهای متنوعی در یک نمودار کامل پتروفیزیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند که عمدتاً شامل ابزارهای اشعه گاما، نوترون، چگالی، صوتی، اثر فوتوالکتریک و مقاومتی می‌باشند. در حال حاضر تأمین تمامی خدمات این ابزارهای بسیار مهم چه در بخش سخت‌افزاری و چه در بخش نرم‌افزاری به طور مستقیم یا غیر مستقیم توسط شرکت‌های خارجی انجام می‌گیرد. اگر چه نرم‌افزارهای تفسیر این نمودارها در ایران موجود است و تجربه‌ی نیروی انسانی و دانش فنی داخلی نیز در ارزیابی و تجزیه و تحلیل این نمودارها بسیار بالاست.

ب) بخش عملیات و مطالعات مخازن: این بخش‌ها با مدیریت ریز و کلان مخزن از سطح چاه تا کل مخزن سروکار دارند. انجام هر عملیاتی بر روی مخزن باید تأییدیه این بخش‌های کارشناسی را داشته باشد. این بخش‌ها جهت مدیریت صحیح و صیانتی مخزن نیازمند داده‌های کافی و به روز از یکایک چاه‌ها و کل مخزن می‌باشند. واضح است که عدم دقت کافی در اخذ اطلاعات مورد نیاز از چاه‌ها و مخزن یا ناکافی بودن آنها می‌تواند منجر به ایجاد عدم قطعیت فراوان در برنامه‌های توسعه و تولید از مخزن گردد. تمام اطلاعات اخذ شده در بخش‌های زمین‌شناسی، پتروفیزیکی، بهره‌برداری و فرآورش و همچنین مدل‌های ایجاد شده توسط کلیه این بخش‌ها به قسمت مخازن ارسال می‌شود تا با تجمع کلیه اطلاعات و ساخت مدل‌های جامع، برنامه تولید از مخزن و چاه‌ها ارائه گردد. تعدادی از آزمایش‌هایی که مورد نیاز مهندسان مخزن می‌باشند و در بخش‌های قبل به آنها اشاره نشد عبارتند از: آزمایش‌های کامل معمولی و ویژه مغزه، آزمایش‌های کامل تعیین خواص سیال، لایه آزمایشی مکرر و آزمایش‌های تخصصی مربوط به پروژه‌های ازدیاد برداشت. بخش‌های مهم و اساسی دیگر در مطالعات مهندسی مخازن شامل محاسبات حجمی نفت درجا و محاسبات موازنه مواد و در نهایت شبیه‌سازی کامل مخزن می‌باشند.

امروزه خوشبختانه در داخل کشور توان فنی بسیار بالایی در تمامی بخش‌های مهندسی مخازن و در پیچیده‌ترین پروژه‌ها وجود دارد و تمامی پروژه‌های مهندسی و مدیریت مخازن در داخل کشور انجام می‌شوند. جدول ۳ خدمات فنی و دانش مورد نیاز بخش مهندسی مخزن و میزان وابستگی هر بخش به خارج از کشور را نمایش می‌دهد.

#### ۴ - بخش حفاری

حفاری چاه‌های نفت و گاز به دلیل نقش حیاتی این عملیات در طول عمر یک مخزن هیدروکربوری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این بخش نیز با دانش‌ها، تکنولوژی‌ها و علوم مختلفی سروکار دارد. از آنجا که در بسیاری از موارد توسعه میدان وابسته به حفاری چاه‌های کافی در میدان است، لذا تکنولوژی و زمان در صنعت حفاری بسیار مهم می‌باشند. تعدادی از ابزارهایی که در حین عملیات حفاری مورد استفاده قرار می‌گیرند در کل عمر چاه در آن باقی خواهند ماند و در تولید پایدار از چاه نقشی اساسی را ایفا خواهند نمود. از جمله این ابزارها می‌توان به لوله‌های جداری و سیمان پشت آن اشاره نمود. اما عمده کالاهای مورد نیاز حفاری در بخش تولید نقش مستقیم ندارند و پس از اتمام حفاری در فرآیند تولید دخیل نیستند. به طور کلی سیستم‌های اصلی مورد استفاده در صنعت حفاری عبارتند از سیستم دورانی، سیستم تعلیق، سیستم گردش گل، بخش تأمین‌کننده انرژی، قسمت کنترل‌کننده، بخش پایش، گل و سیمان حفاری. خوشبختانه در حال حاضر تمامی مراحل مدیریت و به کارگیری تکنولوژی‌های حفاری در داخل کشور انجام می‌شود. بنابراین در ادامه تنها به بررسی ابزارهای اساسی این صنعت در داخل کشور پرداخته می‌شود. مهم‌ترین ابزارهای سیستم دورانی شامل لوله‌های حفاری<sup>۱</sup>، لوله‌های وزنی<sup>۲</sup>، لوله چند وجهی<sup>۳</sup>، تاپ درایو، لوله‌های پایدارکننده و مته‌های حفاری می‌باشند. در حال حاضر و در مقیاس استفاده‌های صنعتی تقریباً تمامی این ابزارها از خارج از کشور

تأمین می‌شوند. اما در چند سال اخیر در صنایع داخلی لوله‌های وزنی و در مواردی مته‌های حفاری تولید شده‌اند و قراردادهایی نیز برای ساخت کامل لوله‌های بدون درز و مته‌های حفاری با شرکت‌های داخلی منعقد گردیده است.

سیستم تعلیق شامل اسکلت دکل، تاج دکل، جعبه متحرک، دراور کس<sup>۴</sup>، سیم‌ها، قرقره‌ها، قلاب و هرزگرد<sup>۵</sup> می‌باشند. در چند سال اخیر چندین اسکلت کامل دکل در داخل کشور ساخته شده و با موفقیت نیز در حال کار می‌باشند. دکل‌های ۸۳، ۸۶ و ۸۷ فتح از این سری دکل‌ها می‌باشند. اما دیگر تجهیزات سیستم تعلیق که در بالا به آن‌ها اشاره شد هنوز از خارج از کشور تأمین می‌شوند.

مهم‌ترین بخش سیستم گردش گل حفاری پمپ‌های گل می‌باشند که به طور کامل از

میزان وابستگی به خارج از کشور	تجهیزات
به طور کامل خارجی	ابزارهای نمودارگیری پتروفیزیکی
داخلی و خارجی	نرم‌افزارهای ارزیابی نمودارهای پتروفیزیکی
به طور کامل داخلی	دانش فنی ارزیابی نمودارهای پتروفیزیکی
به طور کامل خارجی	ابزارهای انجام آزمایش‌های لایه‌آزمایی مکرر
عمدتاً خارجی	تجهیزات اندازه‌گیری خواص سنگ (مغزه)
به طور کامل داخلی	تفسیر داده‌های حاصل از آزمایش‌های مغزه
به طور کامل خارجی	تجهیزات اندازه‌گیری خواص کامل سیالات
داخلی و خارجی	نرم‌افزارهای آنالیز خواص سیالات
به طور کامل داخلی	دانش فنی آنالیز خواص سیالات
به طور کامل داخلی	نرم‌افزارهای انجام محاسبات حجمی
داخلی و خارجی	نرم‌افزارهای انجام محاسبات موازنه مواد
به طور کامل خارجی	نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مخزن
به طور کامل داخلی	دانش فنی شبیه‌سازی میدانی نفت و گاز
به طور کامل داخلی	دانش فنی مطالعات جامع مخزن

می‌شود. این امر نشان‌دهنده دانش و تخصص کافی در داخل کشور در زمینه طراحی و اجرای این واحدهای صنعتی است. در جدول ۶ کالاهای اساسی مورد نیاز این بخش و میزان وابستگی به خارج از کشور به صورت اجمالی ارائه شده است. لازم به ذکر است که در سال‌های اخیر گام‌های بلندی در جهت تولید

که تجهیزات اساسی مورد نیاز در حفاری جهت‌دار همانند موتورهای درون‌چاهی توسط شرکت‌های خارجی تأمین می‌شود که طبق اظهار نظر تولیدکنندگان داخلی امکان ساخت آن در داخل کشور وجود دارد. در جدول ۴ به اختصار خدمات فنی و تجهیزات اساسی در بخش حفاری و میزان وابستگی هر کدام به شرکت‌های خارجی ارائه شده است.

### ۵ - بخش بهره‌برداری

مهندسی بهره‌برداری در تمام طول عمر چاه و مخزن با تمام ابزارها و وسایل درون‌چاهی و نیز با تأسیسات سرچاهی سروکار دارد. تمام عملیات و آزمایش‌های انجام شده بر روی چاه پس از اتمام حفاری با نظارت بخش بهره‌برداری انجام می‌شود. با توجه به موارد فوق واضح است که بخش بهره‌برداری با مواد، ابزارآلات و تکنولوژی‌های مختلفی سروکار دارد و به دلیل این‌که تجهیزات مورد نیاز به طور مستقیم در تولید نفت خام و گاز نقش اساسی دارند، از دیدگاه تولید و استمرار آن بسیار حیاتی هستند. با توجه به قدمت طولانی صنعت نفت کشور خوشبختانه نیروی متخصص و دانش کافی جهت اداره تمامی چاه‌های نفت و گاز در کشور وجود دارد. اما استفاده از تکنولوژی‌های نوین در بخش‌های مختلف بهره‌برداری به خصوص در تکمیل چاه<sup>۵</sup>، اسیدکاری، ایجاد شکافت با اسید و شکافت هیدرولیکی در چاه‌های نفت ضروری است. در جدول شماره ۵ تجهیزات اساسی مورد استفاده در بهره‌برداری از چاه‌های نفت و گاز و میزان وابستگی به خارج از کشور در هر کالا ارائه شده است.

### ۶ - بخش فرآورش

فرآورش نفت خام شامل طراحی و اجرای تمامی تأسیسات سطح الارضی جهت تولید نفت خام با استانداردهای کیفی تعیین شده می‌باشد. تنوع کالاها و تخصص‌ها در این بخش بسیار زیاد است. خوشبختانه در حال حاضر طراحی و اجرای خطوط لوله واحدهای بهره‌برداری، نمک‌زدایی‌ها و ایستگاه‌های تزریق گاز توسط پیمانکاران داخلی انجام

خارج از کشور تأمین می‌شوند. دیگر اجزای سیستم گردش گل هم چون مخازن ذخیره گل در ایران تولید می‌شوند. البته بعضی از قطعات جانبی پمپ‌های گل در ایران تولید شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. طی صحبت‌هایی که با یک مرکز داخلی تولید ابزارهای صنعت نفت شده است امکان مهندسی معکوس و ساخت پمپ‌های گل حفاری در داخل کشور کاملاً فراهم شده است.

سیستم تأمین نیرو که شامل ژنراتورها، اتاق کنترل برق (SCR room) و چندین ابزار جانبی است به طور کامل از خارج از کشور تأمین می‌شود. سیستم کنترل کننده که شامل لوله‌های جداری، آستری و فوران‌گیرها می‌باشد تقریباً به طور کامل از خارج از کشور تأمین می‌شود. البته قطعات جانبی همانند آویزه آستری، کفشک و کولار نیز در ایران تولید می‌شوند و به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سیستم پایش، شامل تمامی تجهیزات الکترونیکی و مکانیکی فشارسنج‌ها، کنترل وزن روی متسه، وضعیت پمپ‌ها، تعیین عمق حفاری، اندازه‌گیری در حین حفاری (MWD) و غیره می‌باشد که از خارج از کشور تأمین می‌شوند. البته تجهیزات نمودار گل<sup>۶</sup> در داخل کشور تولید شده است که با تکمیل و تولید صنعتی آن نیاز کشور به این ابزار مرتفع می‌گردد. گل حفاری که بر حسب نیاز دارای اجزای بسیار متنوع و گوناگونی است یکی از مهم‌ترین نیازهای بخش حفاری می‌باشد. تقریباً ۸۰ درصد اجزا و افزایه‌های گل حفاری در داخل کشور تولید می‌شود.

سیمان حفاری نیز یکی از مهم‌ترین اجزای نگهداری پایداری دیواره چاه و جلوگیری از حرکت سیالات از پشت لوله جداری در سرتاسر عمر چاه است. در حال حاضر بعضی از انواع سیمان نیز در ایران تولید می‌شوند و در حدود ۶۰ درصد افزایه‌های سیمان نیز در داخل تأمین می‌شوند. پمپ تراک‌های سیمان‌زنی عمدتاً خارجی هستند، ولی در دو سال گذشته چند دستگاه سیمان‌زنی در داخل کشور ساخته شده است. لازم به ذکر است

۴   تجهیزات اصلی مورد نیاز حفاری چاه‌های نفت و گاز و میزان وابستگی هر کدام به خارج از کشور	
میزان وابستگی به خارج از کشور	تجهیزات
به طور کامل خارجی	لوله‌های حفاری
عمدتاً خارجی	لوله‌های وزنه
به طور کامل خارجی	کلی (Kelly) و قطعات جانبی
به طور کامل خارجی	تاپ درایو
عمدتاً خارجی	مته
به طور کامل خارجی	لوله‌های پایدار کننده
عمدتاً خارجی (چند نمونه در داخل کشور تولید شده است)	اسکلت دکل
به طور کامل خارجی	در اورکس <sup>۲</sup>
به طور کامل خارجی	قرقره‌ها، قلاب، هرزگرد (Swivel)، جعبه متحرک و کابل‌ها
به طور کامل خارجی	پمپ‌های گل
به طور کامل داخلی	مخازن گل
به طور کامل خارجی	ژنراتورها و سیستم تأمین انرژی
به طور کامل خارجی	لوله‌های جداری
به طور کامل خارجی	لوله‌های آستری
به طور کامل خارجی	فوران‌گیرها
داخلی و خارجی	قطعات جانبی لوله‌های جداری و آستری
به طور کامل خارجی	تجهیزات سیستم‌های اندازه‌گیری و پایش
به طور کامل خارجی	موتورهای درون‌چاهی
عمدتاً داخلی	گل حفاری
عمدتاً داخلی	سیمان حفاری
عمدتاً خارجی (چند نمونه در داخل کشور تولید شده است)	پمپ تراک‌های تزریق سیمان



تجهیزات	میزان وابستگی به خارج از کشور
تجهیزات سرچاهی	عمدتاً ایرانی (تا فشارهای ۵۰۰۰ پام) و در فشارهای بالاتر خارجی
نگهدارنده لوله مغزی	به طور کامل داخلی
شیرهای ایمنی درون چاهی	عمدتاً داخلی
لوله‌های مغزی	به طور کامل خارجی
گلوله‌ها و گان <sup>۹</sup> (تفنگ) مشبک‌کاری	به طور کامل ایرانی
تراک و تجهیزات و نرم افزارهای مشبک‌کاری	به طور کامل خارجی
اسیدهای لازم برای اسیدکاری	عمدتاً ایرانی
افزایه‌های اسید در اسیدکاری	در حدود ۵۰ درصد داخلی
پمپ‌ها و کویل‌های اسیدکاری	به طور کامل خارجی
بازدارنده‌های خوردگی	در حدود ۵۰ درصد داخلی
اندازه‌گیری فشار درون چاهی و سرچاهی	به طور کامل خارجی
اندازه‌گیری قطر و عمق چاه	به طور کامل خارجی
ابزارها و نرم افزارهای نمودار سیمان‌بندی	به طور کامل خارجی
ابزارها و نرم افزارهای اندازه‌گیری نمودار نگار تولید	به طور کامل خارجی
مسدودکننده‌ها	به طور کامل خارجی
تفکیک‌گرهای سیار سرچاهی	به طور کامل داخلی
فشار سنج‌ها و دیگر ابزارهای چاه‌آزمایی	به طور کامل خارجی
نمونه‌گیری از سیالیت درون چاه	به طور کامل خارجی
مواد شیمیایی برای زدودن آسفالت	به طور کامل ایرانی
جریان‌سنج‌ها	به طور کامل خارجی

تجهیزات	میزان وابستگی به خارج از کشور
انواع لوله‌های نفت و گاز	به طور کامل داخلی
انواع شیرآلات	عمدتاً خارجی و بعضاً داخلی
تفکیک‌گرها	به طور کامل داخلی
کنترل‌گرها و تجهیزات ابزار دقیق	به طور کامل خارجی
کمپرسورها	به طور کامل خارجی
توربین‌ها	به طور کامل خارجی
مخازن ذخیره	به طور کامل داخلی
نرم‌افزارهای طراحی تأسیسات	به طور کامل خارجی
پمپ‌ها	عمدتاً خارجی
مبدل‌های گرمایی	عمدتاً داخلی
کوره‌های نمک‌زدایی	به طور کامل خارجی
الکترواستاتیک در نمک‌زدایی	به طور کامل خارجی
بخش‌های الکتریکی و ترانسفورماتورها	عمدتاً داخلی
مواد تعلیق‌شکن در نمک‌زدایی	عمدتاً داخلی
سیستم پساب و فیلترها در نمک‌زدایی	عمدتاً خارجی

و عمده وابستگی صنعت نفت به خارج از کشور در تأمین ابزارها و تجهیزات نرم‌افزاری و سخت‌افزاری متمرکز شده است. اگرچه طی سال‌های گذشته حرکت‌های مثبتی در این خصوص انجام پذیرفته است؛ اما دستیابی به جایگاه مطلوب نیازمند برنامه‌ریزی واقع‌بینانه و اصولی در این زمینه می‌باشد. در واقع باید توجه داشت که تولید و ساخت تجهیزات و نرم‌افزارهای صنعت نفت مانند تولید هر کالای دیگری تابعی از عوامل اقتصادی است. به عبارت دیگر تمایل بخش خصوصی کشور به سرمایه‌گذاری در این زمینه، نیازمند وجود بازاری مطمئن و بلندمدت است که نسبت به سایر فعالیت‌ها و زمینه‌های سرمایه‌گذاری که سهل‌الوصول‌تر نیز می‌باشند از صرفه اقتصادی بیشتری برخوردار باشد. لذا پیشنهاد می‌شود تا ابتدا بررسی همه‌جانبه‌ای در میزان وابستگی به تجهیزات و قطعات مختلف در زنجیره اکتشاف تا تولید نفت خام و گاز کشور صورت پذیرد. سپس اقلام و کالاهای وارداتی را از لحاظ میزان اهمیت، تعداد مورد نیاز، قیمت و سطح تکنولوژی مورد نیاز برای تولید آنها طبقه‌بندی نمود و در ادامه بر اساس این اطلاعات و همچنین سامان‌دهی بخش خصوصی در این زمینه، نقشه راهی برای ساخت کالاهای اساسی مورد نظر طراحی گردد. به طور قطع بخش خصوصی کشور در صورتی که احساس نماید که وزارت نفت به‌طور جدی برنامه مدونی را برای حمایت و ساخت این کالاها در داخل کشور دنبال می‌کند، در ارائه اطلاعات مورد نیاز و حمایت‌های لازم در این راه دریغ نخواهد کرد و در صورت حمایت مناسب می‌تواند قدم‌های جدی را به سوی خودکفایی در کشور و کسب بازارهای سایر کشورها بردارد.

### نتیجه‌گیری

همان‌طور که ملاحظه می‌شود طی چندین سال گذشته توانمندی‌های داخلی به‌خصوص در بخش‌های طراحی، بهره‌برداری، پردازش و تفسیر عملیات‌های مختلف زنجیره اکتشاف تا تولید و همچنین بهره‌برداری نفت و گاز از رشد قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده است

<sup>1</sup> s.fathollahi@gmail.com

<sup>2</sup> Drill Pipes

<sup>3</sup> Drill Collar

<sup>4</sup> Kelly

<sup>5</sup> Drawworks

<sup>6</sup> swivel

<sup>7</sup> Mud Logging

<sup>8</sup> Completion