

Technological Catch-up in Oil E&P Industry with Learning and Technological Capability Development Approach: EOR Sector of Iran

Sina Tarighi¹, Saeed Shavvalpour^{2*}

1. Ph.D. Candidate, Management Economics and Progress Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.
 2. Faculty Member, Management Economics and Progress Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.
- *. Corresponding Author: shavvalpour@iust.ac.ir

Abstract

For resource-based economies like Iran, the the most important way to end the oil-dependency era is technological development. Therefore, the present study examines the technological development and catch-up trajectory of Iranian E&P companies in the field of EOR through experience-based and research-based learnings, with the mediating role of technological capabilities. In the first stage, considering the nature of knowledge and technology in EOR industry, it was examined that which mode of learning is more applicable in this industry. Then, by means of Thematic Analysis and through reviewing the most reliable sources, the relationship between modes of learning, types of capabilities, and types of technological catch-up were investigated in one framework to determine the technological path from learning to catch-up. In the second stage, with a case study of two Iranian E&P companies, their catch-up stages were studied. The research findings show that the first company has followed the path-following pattern by accumulating operational capability level through experience-based learning mechanisms, and the second company has followed path-creating pattern by adding research-based learning mechanisms and accumulating innovative capability.

Keywords: technological catch-up, DUI, STI, technological capabilities, exploration and production

Citation: Tarighi, S., & Shavvalpour, S. (2021). Technological catch-up in oil E&P industry with learning and technological capability development approach: EOR sector of Iran [In Persian]. *Journal of Technology Development Management*, 9(1), 47-89. <https://doi.org/10.22104/jtdm.2021.4566.2672>

فرارسی فناوریانه در صنعت اکتشاف و تولید نفت با رویکرد یادگیری و توسعه توانمندی‌های فناوریانه (بخش ازدیاد برداشت نفت در ایران)

سینا طریقی^۱، سعید شوال پور^{۲*}

۱. دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی. دانشکده مدیریت اقتصاد و مهندسی پیشرفت، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

۲. عضو هیئت‌علمی دانشکده مدیریت اقتصاد و مهندسی پیشرفت، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

*. نویسنده مسئول: shavvalpour@iust.ac.ir

چکیده

برای اقتصادهای مبتنی بر منابع مانند ایران، مهم‌ترین راه برون‌رفت از وابستگی به خام‌فروشی، توسعه فناوریانه در صنعت مربوطه است. پژوهش حاضر به بررسی مسیر توسعه و فرارسی فناوریانه شرکت‌های اکتشاف و تولید ایرانی با تمرکز بر بخش ازدیاد برداشت نفت پرداخته است. این مسیر با رویکرد انباشت توانمندی‌های فناوریانه از طریق انواع یادگیری تجربه‌بنیاد و پژوهش‌بنیاد در دو مرحله بررسی شده است. در مرحله اول، ابتدا با در نظر گرفتن ماهیت صنعت ازدیاد برداشت نفت بررسی شد که کدام یک از انواع یادگیری در آن کاربرد دارد. سپس، با استفاده از روش تحلیل مضمون و مرور معتبرترین منابع، سه مفهوم یادگیری، توانمندی و فرارسی فناوریانه در یک چارچوب واحد تحلیل شدند تا مراحل حرکت از انواع یادگیری تا رسیدن به انواع فرارسی فناوریانه مشخص شود. در مرحله دوم، دو شرکت اکتشاف و تولید داخلی مورد مطالعه قرار گرفتند تا سطح توانمندی و الگوی فرارسی دنبال‌شده توسط آن‌ها مشخص شود. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که شرکت اول الگوی فرارسی دنباله‌روی مسیر را با انباشت توانمندی سطح عملیاتی از طریق یادگیری تجربه‌بنیاد درپیش‌گرفته و شرکت دوم با اضافه کردن سازوکارهای یادگیری پژوهش‌بنیاد و انباشت توانمندی سطح نوآرانه الگوی فرارسی خلق مسیر را دنبال کرده است.

کلمات کلیدی: فرارسی فناوریانه، یادگیری پژوهش‌بنیاد، یادگیری تجربه‌بنیاد، توانمندی‌های فناوریانه، اکتشاف و تولید

مقدمه

مطالعات توسعه فناوریانه با بررسی تغییر فنی در کشورهای توسعه یافته در دهه ۵۰ و ۶۰ میلادی آغاز شد. در آن زمان توسعه فناوریانه مختص کشورهای صنعتی بود و فناوری هم بیشتر به شکل کالاهای سرمایه‌ای و تجهیزات دیده می‌شد. با این دیدگاه، کشورهای توسعه یافته تولیدکننده فناوری بودند و به کشورهای کمتر توسعه یافته و در حال توسعه تنها به چشم واردکننده این تجهیزات نگاه می‌شد (بل و آلبو^۱، ۱۹۹۹). به مرور زمان و در دهه ۷۰، نگاه‌ها به فناوری تغییر کرد و در دهه ۸۰ میلادی، فناوری به صورت روش تبدیل ورودی به خروجی که در برگرفته تمام ابعاد سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مانند دانش و ابزارها و روتین‌ها و سازماندهی و شناخت از روش است به طور گسترده بین محققین پذیرفته شد (فرانسمن^۲، ۱۹۸۴). در واقع فناوری در دو بخش عمده در نظر گرفته شد: ۱. بخش فیزیکی و دانش صریح و مجسم شده^۳ در آن، ۲. بخش نرم‌افزاری و دانش‌های غیرمجسم^۴ و ضمنی مرتبط با آن. با این رویکرد، مفهوم توسعه فناوریانه نیز در کشورهای در حال توسعه خصوصاً در صنایع دانش‌بر تغییر کرد. این سؤال مطرح شد که این کشورها پس از دریافت تجهیزات سرمایه‌ای، چگونه بخش ضمنی فناوری را جذب می‌کنند (کاستا و دی کیروز^۵، ۲۰۰۲). از اینجا مفاهیم هضم و انطباق فناوری و پس از آن بهبود و تغییرات فنی نیز در ادبیات توسعه صنعتی کشورهای در حال توسعه مطرح شد و در دهه ۸۰ و ۹۰ میلادی به اوج خود رسید (بل و فیگوردو^۶، ۲۰۱۲). زیربنای اصلی توسعه فناوریانه در تمام مراحل آن از هضم فناوری تا نوآوری در این کشورها نیز توانمندی فناوریانه و انباشت آن از توانمندی‌های عملیاتی و ظرفیت تولیدی تا توانمندی‌های نوآوریانه پیشرفته بود.

با پیشرفت مطالعات توسعه توانمندی فناوریانه در دو دهه اخیر، موضوع فرارسی فناوریانه حاصل از آن نیز در کشورهای در حال توسعه قوت گرفت. فرارسی فناوریانه ارتباط مستقیم با ایجاد و انباشت توانمندی‌های فناوریانه دارد تا جایی که بل و فیگوردو (۲۰۱۲) فرارسی فناوریانه را کم کردن شکاف توانمندی فناوریانه شرکت‌ها و اقتصادها تعریف کرده‌اند. دوترنیت^۷ و همکاران (۲۰۱۹) نیز به علاقه ویژه‌ای که اخیراً به موضوع پیدا کردن مؤلفه‌های مؤثر بر ارتقای سطح توانمندی فناوریانه تا مرحله

1 . Bell & Albu

2 . Fransman

3 . Embodied knowledge

4 . Disembodied knowledge

5 . Costa & de Queiroz

6 . Figueiredo

7 . Dutrénit

فرارسی به‌وجود آمده است اشاره کرده‌اند. در سوی دیگر، توانمندی‌های فناوریانه که ریشه اصلی توسعه فناوریانه و محرک اصلی فرارسی برای کشورهای در حال توسعه هستند، خود محصول و خروجی فرایند یادگیری فناوریانه معرفی شده‌اند (لوندوال^۱، ۲۰۰۹). مطالعات گسترده‌ای در ادبیات فناوری و نوآوری انجام شده که یادگیری فناوریانه را فرایند اصلی ایجاد و انباشت توانمندی‌های فناوریانه و همچنین هسته اصلی هر توسعه و فرارسی فناوریانه معرفی کرده‌اند (شن و فنگ^۲، ۲۰۱۰؛ وود و ویگل^۳، ۲۰۱۱).

در پژوهش حاضر، سه مفهوم اشاره شده بالا در ارتباط با هم و در یک چارچوب واحد مورد بررسی قرار می‌گیرند تا تأثیر انواع یادگیری پژوهش‌بنیاد و تجربه‌بنیاد بر موفقیت فرارسی فناوریانه شرکت‌ها با نقش میانجی انباشت توانمندی‌های فناوریانه بررسی گردد. مورد مطالعه در این پژوهش شرکت‌های اکتشاف و تولید از صنعت بالادستی نفت و بخش ازدیاد برداشت در نظر گرفته شده است. صنعت نفت مهم‌ترین صنعت در ایران در سده اخیر بوده است، اما علی‌رغم داشتن ذخایر فراوان نفت و گاز و سابقه طولانی کشور در این صنعت، شرکت‌های نفتی داخلی به لحاظ فناوریانه کاملاً جامانده‌اند (طریقی^۴ و همکاران، ۲۰۲۰). این موجب شده که نه تنها صنعت نفت نقش موتور محرک برای سایر صنایع بازی نکرده و سرریز به سایر بخش‌ها نداشته باشد (آدجوون^۵، ۲۰۱۸)، بلکه اقتصاد کشور را در شوک‌های نفتی درگیر مواردی مانند بیماری هلندی و رانتی‌شدن اقتصاد کرده است (پاز^۶، ۲۰۱۴). بخش ازدیاد برداشت نیز باتوجه به کم‌شدن اکتشافات جدید و نیاز به بهره‌برداری صیانتی از مخازن قبلی جایگاه ویژه‌ای نه تنها برای ایران بلکه برای همه دنیا دارد و یکی از مهم‌ترین موضوعات صنعت نفت در دنیا به‌شمار می‌رود (مانچینی^۷ و پاز، ۲۰۱۸).

مخازن نفتی کشور در شرایط کنونی در وضعیت حساسی قرار دارند. بسیاری از میادین اصلی نیمه‌عمر خود را پشت سر گذاشته‌اند و در میادین مشترک نیز نیاز به توسعه و بهره‌برداری با روش‌ها و فناوری‌های مناسب به‌شدت احساس می‌شود. از طرفی، ذخایر نفتی کشور هم‌راستا با روند جهانی آن روبه‌تمام هستند، از این‌رو ضروری است شکاف فناوریانه شرکت‌های اکتشاف و تولید ایرانی با شرکت‌های بین‌المللی نفتی کم‌شود تا اقتصاد کشور از وابستگی به فروش نفت خام رها شده و

- 1 . Lundvall
- 2 . Shen & Feng
- 3 . Wood & Weigel
- 4 . Tarighi
- 5 . Adejuwon
- 6 . Paz
- 7 . Mancini

درآمدزایی پایدار با ارائه محصولات و خدمات نفتی در حوزه بالادستی در عرصه بین‌المللی انجام شود؛ بنابراین بررسی فرارسی فناوریانه شرکت‌های نفتی داخلی اهمیت ویژه‌ای هم برای صنعت و هم برای اقتصاد کشور دارد (حسنی^۱ و همکاران، ۲۰۱۷).

در این راستا، این پژوهش به دنبال پاسخگویی به این سؤال است که چه راهبردهایی برای فرارسی فناوریانه شرکت‌های اکتشاف و تولید می‌تواند وجود داشته باشد؟ و برای محقق کردن هر کدام از راهبردهای فرارسی، چه توانمندی‌های فناوریانه‌ای مورد نیاز است و این توانمندی‌ها از طریق کدام سازوکارهای یادگیری فناوریانه به دست می‌آید؟ پاسخ به این سؤالات، مراحل و سطوح توسعه و فرارسی فناوریانه شرکت‌های اکتشاف و تولید را مشخص می‌کند. روزیلو^۲ و ملکی (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای نشان دادند که دانش زمینه‌ای در صنعت بالادستی نفت هم پیچیدگی و هم تنوع دارد و این موضوع فرارسی در این صنعت را با چالش مواجه کرده است؛ بنابراین، این ماهیت پیچیده و چندرشته‌ای بودن دانش در بالادستی نفت موجب می‌شود که این صنعت مورد مناسبی برای مطالعه مفاهیمی مانند یادگیری فناوریانه و توانمندی فناوریانه باشد که هسته اصلی آنها دانش است (مالربا^۳، ۱۹۹۲). در بخش دوم به مرور مبانی نظری مفاهیم فرارسی فناوریانه، انباشت توانمندی و یادگیری‌های فناوریانه باهدف ترسیم ارتباط کلی بین این مفاهیم پرداخته می‌شود. سپس در بخش سوم روش‌های مورد استفاده در این پژوهش و گام‌های اجرایی شرح داده می‌شود. در بخش چهارم یافته‌های حاصل از هر یک از مراحل اجرا شده عنوان شده و در نهایت در بخش پنجم بحث و نتیجه‌گیری ارائه می‌گردد.

مبانی نظری

فرارسی فناوریانه

شرکت‌های دیرآمده^۴، شرکت‌هایی در کشورهای در حال توسعه هستند که از هسته اصلی علم و فناوری دنیا دور مانده‌اند، در انزوا از مراکز نوآوری دنیا به تولید و عملیات می‌پردازند، در مهندسی و تحقیق و توسعه عقب هستند و زیرساخت‌های علم و فناوری در محیطشان ضعیف است (هابدی^۵، ۱۹۹۵). مفهوم فرارسی فناوریانه، به‌منظور جبران این جاماندگی و نزدیک‌شدن یا حتی رسیدن به سطح فناوریانه

-
- 1 . Hassani
 - 2 . Rosiello
 - 3 . Malerba
 - 4 . Latecomers
 - 5 . Hobday

شرکت‌های پیشرو شکل گرفت و به تدریج از اواخر دهه ۸۰ میلادی در ادبیات توسعه فناوری جایگاه ویژه‌ای پیدا کرد. مطالعات فرارسی فناوریانه با بررسی توسعه فناوریانه کشورهای به‌تازگی صنعتی شده و درحال توسعه آغاز شد و به بررسی روند فرارسی در صنایع مختلف آنها پرداخته شد. هرکدام از این کشورها و صنایع آنها مؤلفه‌های مخصوص به خود را نشان داده و الگوی فرارسی مختص خود را داشته‌اند (مینائی^۱ و همکاران، ۲۰۲۰). براین اساس، مؤلفه‌های مؤثر بر فرارسی فناوریانه به تدریج و با مطالعات موردی کشورها شناسایی شد.

از اولین مؤلفه‌ها به نقش تحقیق و توسعه و همچنین توسعه منابع انسانی برای توسعه فناوریانه و فرارسی موفق تاکید شد. ژاپن در قرن ۱۹، صنعت الکترونیک کره و تایوان در قرن ۲۰ و اخیراً هم کشورهایمانند چین و هند با استفاده از نیروهای آموزش دیده یا تحصیل کرده در خارج و همچنین به کارگیری مشاوران و فن‌ورزان خارجی توانستند سطح فناوریانه خود را ارتقا داده و فرارسی کنند (مازولنی و نلسون^۲، ۲۰۰۷). در ژاپن، ارتباطات بین‌المللی یکی دیگر از مهم‌ترین مؤلفه‌های فرارسی بوده است. واردات فناوری از طریق سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نقش بسیار مهمی در توسعه فناوریانه شرکت‌های ژاپنی داشته است. پس از رقابت پذیرش شرکت‌های ژاپنی در صنایع مختلف، این پیوندها به مرور زمان تغییر شکل دادند و انتقال فناوری به بیرون انجام دادند و براین اساس به سطح بالایی در فناوری رسیدند (ل^۳ و همکاران، ۲۰۰۹).

چین بر ظرفیت تولید تمرکز کرد. ابتدا به لحاظ تولیدی خود را قوی کرد و حتی از کره پیشی گرفت؛ پس از اینکه به لحاظ تولیدی در دنیا مطرح شد، راهبرد خود را عوض کرد و تصمیم گرفت که با تحقیق و توسعه و انجام نوآوری‌های بومی وارد بازار جهانی شود (گوئو^۴ و همکاران، ۲۰۰۸). کشورهای آمریکای لاتین نیز با سرعت پایین‌تری نسبت به کشورهای شرق آسیا توانمندی تولید خود را افزایش دادند. برای مثال برزیل ابتدا از ساخت تجهیزات سرمایه‌ای ساده شروع کرد و به تدریج به سمت تجهیزات پیچیده‌تر رفت، اما کره جنوبی با سرعت بالایی از صنایع کاربر^۵ به صنایع مقیاس‌بر^۶ مانند اتومبیل‌سازی و به سمت صنایع تکنولوژی‌بر مانند الکترونیک حرکت کرد. سایر کشورهای جنوب

1 . Minaee

2 . Mazzoleni & Nelson

3 . Lall

4 . Guo

5 . Labor-intensive

6 . Scale-intensive

شرق آسیا مانند اندونزی و مالزی و تایلند هم از نظر سرعت پیشرفت فناوریانه بین کشورهای امریکای لاتین و کره قرار گرفتند (بل و پویت^۱، ۱۹۹۵).

بر اساس این مطالعات، الگوهایی^۲ نیز برای فرارسی فناوریانه کشورهای در حال توسعه ایجاد شد. از مهم‌ترین آنها می‌توان به سه الگوی فرارسی از طریق دنباله‌روی مسیر^۳، فرارسی پرشی^۴ و فرارسی از طریق خلق مسیر^۵ اشاره کرد. شرکت‌هایی که از طریق دنباله‌روی مسیر فرارسی می‌کنند شرکت‌های دیرآمده‌ای هستند که همان مسیری که شرکت‌های کشورهای صنعتی رفتند را در پیش می‌گیرند و البته با سرعت بیشتری نسبت به شرکت‌های پیشرو مسیر را طی می‌کنند. شرکت‌هایی که فرارسی پرشی می‌کنند آن‌هایی هستند که همان مسیر را طی می‌کنند اما از برخی از مراحل گذر می‌کنند و بنابراین در زمان سریع‌تری به سطح فناوریانه مورد نظر می‌رسند و نهایتاً فرارسی با خلق مسیر توسط شرکت‌هایی صورت می‌گیرد که مسیر توسعه فناوریانه مخصوص خود را کشف می‌کنند (لی و لیم^۶، ۲۰۰۱). هابدی (۱۹۹۵) نیز به حرکت معکوس شرکت‌های دیرآمده در زنجیره ارزش اشاره کرده و حرکت از سازنده تجهیزات اصل^۷ به سازنده خویش‌طراح^۸ و از آن به سازنده خویش‌نمانام^۹ را یک مسیر توسعه فناوریانه برای آنها معرفی کرده است. در همه این مسیرها و الگوهای پیش‌گفته، بیشترین توجه به سمت تولید محصولات نهایی و کالاهای سرمایه‌ای بوده است.

به‌مرور زمان و در اواخر دهه ۹۰ تحقیقات در زمینه فرارسی فناوریانه از مطالعات موردی به سمت نظریه‌پردازی تغییر کرد و دوره جدیدی در ادبیات فرارسی فناوریانه ایجاد شد که هسته مرکزی آن دانش فناوریانه و توانمندی بود. ایده اصلی این بود که شرکت‌های کشورهای صنعتی و توسعه‌یافته توانمندی لازم برای نوآوری را دارند، اما شرکت‌های در حال توسعه ممکن است حتی پایه‌ای‌ترین توانمندی‌های فناوریانه را هم نداشته باشند. برای اینکه این شرکت‌ها بتوانند فرارسی کنند و به سطح فناوریانه شرکت‌های توسعه‌یافته برسند نیاز است که دانش لازم برای ایجاد و انباشت توانمندی‌های فناوریانه را در خود ایجاد کنند و این یعنی باید وارد فرایند یادگیری فناوریانه شوند (فیگوردو، ۲۰۰۲).

-
- 1 . Pavitt
 - 2 . Pattern
 - 3 . Path-following
 - 4 . Path-skipping
 - 5 . Path-creating
 - 6 . Lee & Lim
 - 7 . Original Equipment Manufacturer (OEM)
 - 8 . Original Design Manufacturer (ODM)
 - 9 . Original Brand Manufacturer (OBM)

رویکرد ایجاد و انباشت توانمندی‌های فناوریانه در فرارسی

یک تعریف عمده از فرارسی فناوریانه، کم کردن شکاف توانمندی فناوریانه بین شرکت‌های کشورهای در حال توسعه و کشورهای توسعه یافته است. در این رویکرد، دلیل کم یا زیاد شدن شکاف فناوریانه بین کشورها تغییر در سطح توانمندی‌های فناوریانه آنهاست (سیمولی و پورسایل^۱، ۲۰۱۱). به کارکردهای گسترده‌ای برای توانمندی‌های فناوریانه در ادبیات اشاره شده است. توانایی انجام فعالیت‌های فنی (لیائو^۲ و همکاران، ۲۰۱۹)، دانش و مهارت لازم برای عملیاتی کردن فناوری‌ها به خصوص فناوری‌های پیشرفته (لل و همکاران، ۲۰۱۶)، منابع لازم برای انجام فعالیت‌های نوآورانه و ایجاد محصول و فرایند جدید (فیگوردو، ۲۰۰۲) و نهایتاً توانایی بنگاه‌ها برای پاسخ دادن به تغییرات محیطی و مدیریت تغییر فنی (هانسن و لما^۳، ۲۰۱۹) همگی کارکردهای توانمندی‌های فناوریانه ذکر شده‌اند. از طرفی، این توانمندی‌ها به صورت توانمندی انباشت شده در مهارت‌ها، دانش‌ها، تجارب و سیستم‌های سازمانی معرفی شده‌اند (فیگوردو، ۲۰۰۸)؛ بنابراین، توانمندی‌های فناوریانه هم تمام فعالیت‌های فنی شرکت‌ها را از سطح عملیاتی تا سطح نوآورانه پوشش می‌دهند و هم خاصیت انباشت‌پذیری دارند و به مرور زمان تقویت می‌شوند (لل و همکاران، ۲۰۰۹؛ بل و پویت، ۱۹۹۵). از این دیدگاه، شرکت‌ها می‌توانند در هر سطحی از توسعه یافتگی فناوریانه که باشند، فعالیت‌های فنی خود را با کارایی بالا انجام دهند و در کنار آن با انباشت توانمندی‌های فناوریانه خود سطوح توانمندی خود را بالا ببرند و فعالیت‌های فنی جدیدی که قبلاً توانایی انجام آن را نداشتند انجام دهند (دوترنیت، ۲۰۰۴). یعنی هم پهنا و هم ژرفای فعالیت‌های فناوریانه خود را بهبود دهند.

با رویکرد توانمندی‌های فناوریانه، راهبردهای فرارسی فناوریانه نیز گسترده‌تر شد و مفهوم جدیدی پیدا کرد. مفهوم فرارسی فناوریانه نه صرفاً در نوآوری، بلکه در همه سطوح فعالیت‌های فناوریانه تعمیم پیدا کرد. نوآوری برای شرکت‌های دیرآمده یک هدف بزرگ است و کمتر اتفاق می‌افتد که این شرکت‌ها بتوانند فناوری و دانش فناوریانه جدید خلق کنند و تغییرات فنی اساسی^۴ ایجاد کنند (وود و ویجل، ۲۰۱۱؛ لوندوال، ۲۰۰۹). این شرکت‌ها غالباً در المان‌های توانمندی فناوریانه سطوح بالاتر به خصوص در توانمندی‌های مرتبط با نوآوری ضعیف هستند (پیرعلی^۵ و همکاران، ۲۰۱۹؛ صفدری

- 1 . Cimoli & Porcile
- 2 . Liao
- 3 . Hansen & Lema
- 4 . Radical technical change
- 5 . Peerally

رنجبر^۱ و همکاران، ۲۰۱۸). با رویکرد ایجاد و انباشت توانمندی‌های فناوریانه، شرکت‌های دیرآمده می‌توانند در هر سطحی خود را به شرکت‌های پیشرو نزدیک کنند. این موضوع گستره جدیدی را در فرارسی فناوریانه کشورهای درحال توسعه به وجود آورد که فرارسی در تولید و عملیات در یک سر این طیف و انباشت توانمندی‌ها فرارسی در فعالیت‌های نوآرانه به مرور زمان و تغییر فنی در سر دیگر طیف است.

در کشورهای درحال توسعه، راهبردهای فرارسی ابتدا روی توانمندی عملیاتی تمرکز دارد. نوآوری و توسعه محصول و فرایند جدید در مراحل بعدی اتفاق می‌افتد. این عمدتاً به این دلیل است که کشورهای ضعیف‌تر نمی‌توانند هزینه‌های تحقیق و توسعه را تقبل کنند و عدم اطمینانش نیز بالا است (ارنست^۲ و همکاران، ۲۰۰۳)، همچنین زیرساخت‌های فناوریانه لازم و منابع نوآوری که شرکت‌های توسعه‌یافته دارند را در اختیار ندارند (گائو^۳ و همکاران، ۲۰۰۶). پس ابتدا تقلید می‌کنند، بعد از اینکه میزان مناسبی از توانمندی فناوریانه را انباشت کردند، روی بازارهای خاص تمرکز می‌کنند و تبدیل به دنبال‌کننده سریع^۴ می‌شوند (ارنست و همکاران، ۲۰۰۳). در نهایت و با انباشت توانمندی‌ها و ارتقای سطح آن‌ها به سمت توانمندی‌های نوآرانه، به معرفی محصولات و فرایندهای جدید می‌پردازند (فیگوردو و پینا^۵، ۲۰۲۰).

در برخی از مطالعاتی که در صنایع داخلی انجام شده است از این رویکرد انباشت توانمندی به فرارسی نگاه شده است. کیامهر^۶ (۲۰۱۳) به بررسی الگوی انباشت توانمندی فناوریانه در شرکت فراب پرداخته و الگوی حرکت این شرکت برای فرارسی را از طریق انباشت توانمندی‌های فناوریانه در نیروگاه برق آبی مورد بررسی قرار داده است. مسیر حرکت را از تجهیزات پشتیبانی نیروگاه به مهندسی تجهیزات اصلی مانند توربین، سپس به توانایی رفع نواقص و مشکلات در حین اجرا و در نهایت برگشت به مرحله اول و بهبود تدریجی در طراحی شرکت‌های خارجی ترسیم کرده است. سوزنچی^۷ و همکاران (۲۰۱۸) به رابطه رشد بنگاه با رشد توانمندی فناوریانه شرکت‌ها در صنعت هوافضا پرداخته‌اند و بررسی کرده‌اند که شرکت‌هایی که رشد سریع داشتند چه انواعی از توانمندی‌های فناوریانه را داشته‌اند و به

1 . Safdari Ranjbar

2 . Ernst

3 . Gao

4 . Fast follower

5 . Piana

6 . Kiamehr

7 . Souzanchi

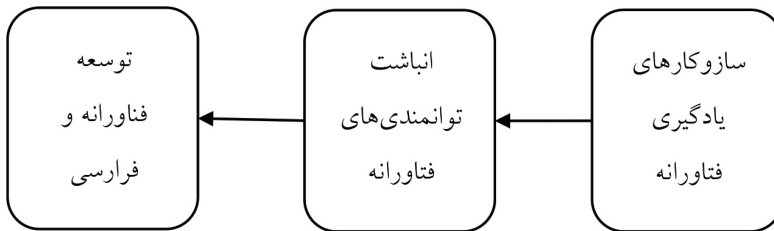
این نتیجه رسیده که توانمندی محصول و توانمندی مدیریت پروژه از بین توانمندی‌های فناوریانه نقش مهمی در رشد سریع شرکت‌ها داشته‌اند. صابر^۱ و همکاران (۲۰۱۹) مطالعه خوبی در ارتباط بین توانمندی فناوریانه و فرارسی انجام داده‌اند و مانند مطالعه حاضر، تاکید روی زمینه صنعت داشته و معتقدند تعیین روش مناسب فرارسی باتوجه به ویژگی‌های صنایع مختلف، از الزامات یک فرارسی موفق است. آنها در صنعت زیست دارو، مسیر فرارسی شرکت‌های مورد مطالعه را باتوجه به سطح‌بندی توانمندی‌های فناوریانه ابتدا از ایجاد توانمندی‌های تولید شامل فرمولاسیون، تولید ماده مؤثره و کسب تأییدیه‌ها، سپس توسعه توانمندی نوآوری در فرایند تولید و نهایتاً کسب توانمندی توسعه سویه‌های موجود ترسیم کرده‌اند. میری مقدم و قاضی نوری^۲ (۲۰۱۷) در سطح کلان‌تر و از منظر متفاوتی به بررسی یادگیری فناوریانه در صنعت نفت و گاز کشور برای توانمندسازی فناوریانه بنگاه‌ها پرداخته‌اند. با مطالعه پروژه‌های توسعه‌ای میدان گازی پارس جنوبی، عوامل نهادی که موجب تضعیف یادگیری در صنعت نفت کشور شده است را شناسایی کرده و پیکربندی مجدد در ساختار نهادی را ضروری دانسته‌اند.

اما تحقیقات بسیار کمی در صنایع داخلی به رابطه هر سه مفهوم یادگیری و توانمندی و فرارسی پرداخته‌اند. از معدود مطالعات می‌توان به مطالعه دسترنج^۳ (۲۰۲۰) اشاره کرد که به رابطه یادگیری، توانمندی و فرارسی فناوریانه اشاره کرده و مانند تحقیق حاضر عنوان کرده که سطح توانمندی‌های فناوریانه شرکت‌ها تعیین‌کننده راهبرد فرارسی است. قاضی نوری و مهاجری^۴ (۲۰۱۹) نیز توسعه فناوریانه و فرارسی را از طریق گذرگاه اولیه یادگیری فناوریانه و کم‌کردن فاصله توانمندی فناوریانه ممکن دانسته‌اند. در این مطالعه، به نقش یادگیری فناوریانه در انباشت توانمندی‌های فناوریانه و فرارسی شرکت‌ها اشاره کرده و شرکت مینا را نیز از این جهت مطالعه کرده و مسیر توسعه فناوریانه این شرکت را ترسیم کرده‌اند. مطالعه حاضر گام را فراتر نهاده و این سه مفهوم را به صورت جزئی‌تر و در یک چارچوب واحد مورد بررسی قرار داده است. همچنین برای اولین بار یادگیری فناوریانه را از منظر سازوکارهای یادگیری پژوهش‌بنیاد و تجربه‌بنیاد و تأثیر آنها بر انباشت انواع توانمندی فناوریانه مورد بررسی قرار داده است. در این مطالعه، راهبردها، مسیر و مراحل فرارسی فناوریانه نیز از همین منظر مورد توجه قرار گرفته است.

- 1 . Saber
- 2 . Mirimoghaddam & Ghazinoory
- 3 . Dastranj
- 4 . Mohajeri

یادگیری فناوریانه

انباشت توانمندی فناوریانه خروجی پیچیده یک سری فعالیت‌ها است که مهم‌ترین آنها یادگیری است (استورات^۱، ۱۹۷۹). بر اساس رویکرد دانشی به توانمندی فناوریانه، شرکت‌ها ابتدا به لحاظ فناوری غیربالغ هستند، به مرور زمان یاد می‌گیرند، دانش‌های خود را انباشت می‌کنند و بر اساس این دانش‌ها قادر می‌شوند که فعالیت‌های جدیدی انجام دهند و توانمندی فناوریانه به‌دست آورند (دوترنیت، ۲۰۰۴)؛ بنابراین، سازوکار اصلی در انباشت توانمندی‌های فناوریانه در طول فرایند توسعه فناوریانه و فرارسی، یادگیری فناوریانه است. یادگیری فناوریانه مشخص می‌کند که چه شرکتی با چه سرعتی می‌تواند توانمندی‌های فناوریانه کسب کرده و به چه سطحی از توسعه فناوریانه برسد (لل و همکاران، ۲۰۱۶). اهمیت یادگیری در انباشت توانمندی‌های فناوریانه و فرارسی برای کشورهای در حال توسعه به حدی است که لوندوال (۲۰۰۹) آن را به‌عنوان یک توانمندی جداگانه معرفی کرده و معتقد است مهم‌ترین توانمندی که شرکت‌ها می‌توانند داشته باشند توانمندی یادگیری است که پایه و اساس باقی توانمندی‌ها و موتور محرکه توسعه است؛ بنابراین، شکل ۱ نشان‌دهنده چارچوب ارتباط بین مفاهیم یادگیری، توانمندی و فرارسی فناوریانه است که با مرور مبانی نظری تبیین شده است.



شکل ۱: ارتباط کلی مفاهیم یادگیری، توانمندی و فرارسی فناوریانه مستخرج از مرور مبانی نظری

یادگیری پژوهش‌بنیاد و تجربه‌بنیاد

دانش خروجی یادگیری است و یادگیری فناوریانه از طریق جذب و انباشت دانش منجر به ایجاد و توسعه توانمندی می‌شود. دانش‌های زمینه‌ای فناوری‌ها به‌طور عمده در دو نوع قابل بررسی است: دانش‌های صریح و دانش‌های ضمنی. دانش صریح دانشی است که قابل نوشتن است و بنابراین به‌راحتی

منتقل می‌شود و دیگران می‌توانند آن را بخوانند و یاد بگیرند. این یادگیری به هیچ‌وجه خودکار^۱ نیست و نیازمند تلاش فناورانه است. در کنار آن دانش‌های ضمنی وجود دارد که قابل نوشتن نیست، بلکه در حین کار و باتجربه و تعامل به‌دست می‌آید و منتقل می‌شود و بخشی از یادگیری در این دانش‌ها به‌صورت خودبه‌خود اتفاق می‌افتد (جنسن^۲ و همکاران، ۲۰۰۷). نوآوری ابتدا نتیجه یادگیری دانش‌های صریح و گذشته حاصل از تحقیق و توسعه یا خروجی فعالیت‌های دانشگاه‌ها در نظر گرفته می‌شود. این یک فرض اولیه در نوآوری خطی بود که کشورهای توسعه‌یافته با هزینه بالای تحقیق و توسعه و استفاده از زیرساخت‌های علم و فناوری توانمندی نوآوری را در خود ایجاد می‌کنند. اما بعدها برخی کشورهای کوچک‌تر مانند نروژ و دانمارک با منابع کمتر و هزینه‌های کمتر در تحقیق و توسعه، توسعه فناورانه و نوآورانه خوبی نشان دادند (گونزالز-پرنیا^۳ و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین مشاهده شد که در قیاس با شرکت‌های بزرگ‌تر، شرکت‌های کوچک‌تر با میزان کمتر یا حتی بدون هزینه تحقیق و توسعه دست به توسعه فناورانه و نوآوری می‌زنند (آلهوسن و بنات^۴، ۲۰۲۱). این باعث شد که توجهات به‌سمت نوع دیگری از یادگیری و نوآوری که برخاسته از دانش‌های ضمنی بود معطوف شود و در سال ۲۰۰۷ دو نوع یادگیری پژوهش‌بنیاد و تجربه‌بنیاد توسط جنسن و لوندوال معرفی گردد (جنسن^۵ و همکاران، ۲۰۰۷).

یادگیری پژوهش‌بنیاد، یادگیری از طریق علم، فناوری و نوآوری^۶ است. این نوع یادگیری استفاده از دانش‌های علمی برای توسعه فناوری‌های جدید است که پایه و اساس توسعه محصول و فرایند جدید را شکل می‌دهند. یادگیری تجربه‌بنیاد یادگیری از طریق اجرا، استفاده و تعامل^۷ است. این نوع یادگیری شامل حل مسئله در حین انجام کار بر اساس تبادل تجربیات و دانش فنی است که براساس آن‌ها شرکت‌ها راه‌حل‌هایی برای مشکلاتشان پیدا می‌کنند (فیتجار و رودریگز-پوز^۸، ۲۰۱۳). براساس مرور گسترده ادبیات، مقایسه جامعی بین ویژگی‌های این دو نوع یادگیری انجام شده و در جدول ۱ ارائه شده است.

- 1 . Automatic
- 2 . Jensen
- 3 . González-Pernía
- 4 . Alhusen & Bennat
- 5 . Jensen
- 6 . Science, Technology, Innovation (STI)
- 7 . Doing, Using, Interacting (DUI)
- 8 . Fitjar & Rodríguez-Pose

جدول ۱: مشخصات و ویژگی‌های انواع یادگیری پژوهش‌بنیاد و تجربه‌بنیاد

ویژگی‌ها	یادگیری تجربه‌بنیاد	یادگیری پژوهش‌بنیاد	منبع
هدف یادگیری	حل مسئله	توسعه فناوری	هو ^۱ و همکاران (۲۰۲۰)
تمرکز فرایند یادگیری	یادگیری از تعاملات درون و بین‌شرکتی	تحقیق و توسعه رسمی	جنسن و همکاران (۲۰۰۷)
پایه دانشی	مبتنی بر تجربه	مبتنی بر علم	ثوما ^۲ (۲۰۱۷)؛ کاریلو-کاریلو و آلکالدو-هراس ^۳ (۲۰۲۰)
سازوکارهای یادگیری غالب	یادگیری با اجراء، استفاده، تعامل با تأمین‌کننده و مشتری، آموزش رسمی و حین‌انجام کار، پشتیبانی فنی	یادگیری با تحقیق و توسعه، جستجوی دانش و فناوری، تعامل با دانشگاه، سرریز فناوری، استخدام نفرات علمی، تحصیلات پرسنل	فیگوردو و پیانا (۲۰۲۰)؛ گوئو ^۴ و همکاران (۲۰۲۰)
نوع دانش	دانش ضمنی	دانش صریح	ایساکسن و کارلسن ^۵ (۲۰۱۰)؛ جنسن و همکاران (۲۰۰۷)
موضوع نوآوری	بیشتر نوآوری فرایند	بیشتر نوآوری محصول	گونزالز-پرنیا و همکاران (۲۰۱۲)؛ فیتجار و رودریگز-پوز (۲۰۱۳)
شدت نوآوری	نوآوری تدریجی	نوآوری رادیکال	فیتجار و رودریگز-پوز (۲۰۱۳)؛ هو و همکاران (۲۰۲۰)
نوع تعاملات	تعاملات نزدیک و در بخش و صنعت	تعاملات در سطح ملی و بین‌المللی	آسلسن ^۶ و همکاران (۲۰۱۲)
خروجی نوآوری	بهبود محصول و فرایند موجود برای پاسخگویی به مشتری	نوآوری محصول و فرایند جدید و ثبت پتنت	ایساکسن و کارلسن (۲۰۱۰)
ماهیت دانش	دانش چگونگی ^۷ و دانش کیستی ^۸	دانش چرایی ^۹ و دانش چیستی ^{۱۰}	هو و همکاران (۲۰۱۳)؛ ایساکسن و نیلسون ^{۱۱} (۲۰۱۳)

منبع	یادگیری پژوهش‌بنیاد	یادگیری تجربه‌بنیاد	ویژگی‌ها
هو و همکاران (۲۰۲۰)	ارتباط با دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی	ارتباط با مشتریان و تأمین‌کننده‌ها	پیوندها
پاریلی و رادیک ^{۱۲} (۲۰۲۱)	بیشتر نوآوری فناوریانه	بیشتر نوآوری غیرفناورانه	نوع نوآوری
آپاناسوویچ ^{۱۴} و همکاران (۲۰۱۷)	نیروهای تحصیل کرده و علمی	نیروهای خیره و فن‌ورزان ^{۱۳} و مدیران باتجربه	نیروهای انسانی
هو و همکاران (۲۰۲۰)	تحقیقات محور	مهندسی محور	نوع صنعت
ایساکسن و کارلسن (۲۰۱۰)	وظایف مشخص و تفکیک شده واحدها، ارتباطات غیررسمی پایین درون سازمانی	سلسله‌مراتب نرم و عدم وجود مرزهای سخت بین واحدها، کار گروهی قوی و تشکیل گروه‌های چندوظیفه‌ای	شرایط سازمانی

دو نوع یادگیری اشاره شده در جدول ۱ و ویژگی‌های برشمرده شده برای آن‌ها نشان‌دهنده دو سر یک طیف هستند. بسته به شرایطی مانند ماهیت صنعت (امسدن^{۱۵}، ۱۹۹۲؛ لی و یون^{۱۶}، ۲۰۱۵)، نوع فناوری‌ها (کیل^{۱۷}، ۲۰۱۹) و دانش‌های زمینه‌ای آن (بل و پویت، ۱۹۹۵)، شرکت‌ها باید در یک مکان مشخص از این طیف قرار بگیرند تا بهترین شکل انباشت توانمندی در آنها اتفاق بیفتد. این نقطه می‌تواند در دو سر طیف باشد، یا می‌تواند ترکیبی از سازوکارها باشد. محققین زیادی بررسی کرده‌اند

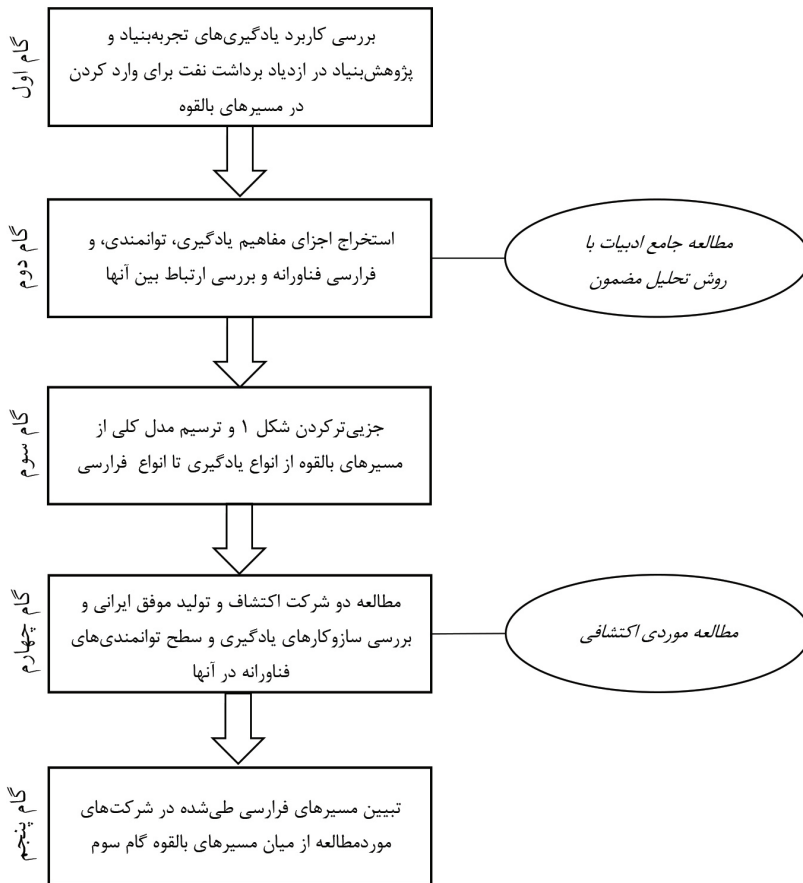
- 1 . Hu
- 2 . Thomä
- 3 . Carrillo-Carrillo & Alcalde-Heras
- 4 . Guo
- 5 . Isaksen & Karlsen
- 6 . Aslesen
- 7 . Know-how
- 8 . Know-who
- 9 . Know-why
- 10 . Know-what
- 11 . Nilsson
- 12 . Parrilli & Radicic
- 13 . Technician
- 14 . Apanasovich
- 15 . Amsden
- 16 . Lee & Yoon
- 17 . Kale

که ترکیب این دو نوع یادگیری با هم عملکرد بهتری ایجاد می‌کند (فیگوردو و پیانا، ۲۰۲۰؛ جنسن و همکاران، ۲۰۰۷)، البته مشخص نکرده‌اند که ترکیب سازوکارهای یادگیری به چه صورت باید باشد و چگونه شرکت‌ها می‌توانند به بهترین میزان توسعه فناوریانه با استفاده از سازوکارهای یادگیری فناوریانه برسند. این پژوهش قصد دارد تا ابتدا این شکاف تحقیقاتی را پر کند و سپس تأثیر انواع یادگیری بر فرارسی موفق فناوریانه شرکت‌ها را از طریق انباشت توانمندی‌های فناوریانه برای اولین بار بسنجد.

روش پژوهش

در بخش مبانی نظری ارتباط بین ۳ مفهوم کلیدی در ادبیات توسعه فناوریانه یعنی یادگیری، توانمندی و فرارسی را بررسی کردیم و به مسیر توسعه فناوریانه شرکت‌های دیرآمده و کشورهای درحال توسعه پرداختیم. در این مسیر که در شکل ۱ ترسیم شد، یادگیری فناوریانه منجر به انباشت دانش و توانمندی‌های فناوریانه می‌شود و این توانمندی‌ها منجر به توسعه و فرارسی فناوریانه شرکت‌های دیرآمده می‌گردند.

این پژوهش سعی دارد تا بر پایه این ارتباط، مسیر رسیدن به فرارسی فناوریانه شرکت‌های اکتشاف و تولید ایرانی در حوزه ازدیاد برداشت را ترسیم کرده و با مطالعه دو شرکت اکتشاف و تولید موفق، مسیرهای طی شده توسط آنها، سطح توانمندی که به آن رسیده‌اند و الگوی فرارسی که دنبال کرده‌اند را شناسایی و استخراج نماید. گام‌های طی شده برای نیل به این هدف و پاسخ‌دادن به سؤالات پژوهش در شکل ۲ تبیین شده است.



شکل ۲: گام‌های پژوهش و روش‌های تحقیق

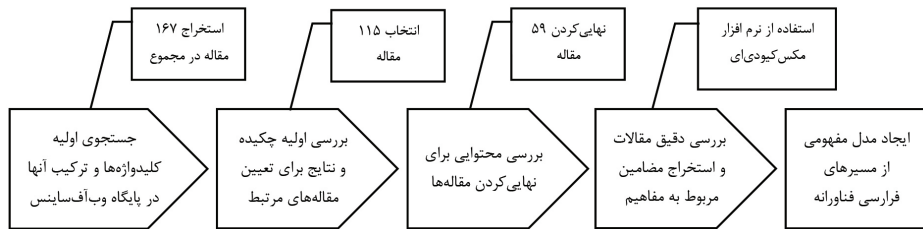
برای پاسخ‌دادن به سؤالات مطرح شده در پژوهش، این مطالعه در دو مرحله انجام شده و در هر مرحله از روش‌های کیفی برای آن بهره گرفته شده است.

مرحله اول - تحلیل مضمون

در این مرحله با استفاده از روش تحلیل مضمون^۱ ارتباط بین مفاهیم اشاره شده در پیشینه نظری به صورت دقیق‌تر بررسی شده و مسیرهای توسعه و فرارسی فناوریانه در چارچوب واحد استخراج می‌گردند. ابتدا جستجو باهدف استخراج مرتبط‌ترین و معتبرترین مقالات برای پاسخ‌دادن به سؤالات

1 . Thematic analysis

پژوهش انجام شد. از آنجاکه هدف این پژوهش ارائه مسیر فرارسی فناوریانه از طریق یادگیری فناوریانه و با انباشت توانمندی‌های فناوریانه است، کلیدواژه‌هایی برای جستجوی مقالات انتخاب شد که زمینه آنها توانمندی فناوریانه و یادگیری فناوریانه باشد و به نقش این مفاهیم در توسعه و فرارسی فناوریانه پرداخته شده باشد. برای حصول اطمینان از کیفیت مقالات، جستجو در پایگاه وب‌آف‌ساینس^۱ انجام شد. شکل ۳ نشان‌دهنده مراحل انجام تحلیل مضمون در این پژوهش است.



شکل ۳: مراحل اجرایی تحلیل مضمون

خروجی این مرحله جزئی‌تر شدن هریک از مفاهیم و ارتباط بین این اجزا خواهد بود تا چارچوب کلی مسیرهای توسعه و فرارسی فناوریانه مشخص شود.

مرحله دوم - مطالعه موردی

در مرحله دوم با استفاده از مطالعه موردی دو شرکت فعال در حوزه اکتشاف و تولید کشور، مسیرهای توسعه فناوریانه و سطوح فرارسی را در آنها مورد بررسی قرار می‌دهیم. با توجه به کمبود مطالعات در خصوص توسعه و فرارسی فناوریانه از طریق یادگیری و انباشت توانمندی‌های فناوریانه در کشورهای در حال توسعه و به خصوص در ایران، روش اکتشافی مناسب‌ترین روش برای درک بهتر این رابطه و بررسی مسیرهای توسعه فناوریانه است. به همین دلیل، پژوهش حاضر روش کیفی و مطالعه موردی دو شرکت فعال در صنعت بالادستی نفت ایران را اتخاذ کرده است. این رویکرد به درک بهتر پدیده مورد بررسی کمک می‌کند و جزئیات عملیاتی آن را شفاف می‌کند. با این رویکرد، به دنبال بررسی رابطه بین مفاهیم مطرح شده در بخش قبلی و یافتن مسیر توسعه فناوریانه و سطوح فرارسی شرکت‌های نفتی ایرانی هستیم.

انتخاب شرکت‌های مورد مطالعه

در ایران از سال ۱۳۹۴ در چند مرحله ۱۷ شرکت به‌عنوان شرکت‌های اکتشاف و تولید معرفی شدند. برخی از این شرکت‌ها خدمات یکپارچه در بالادستی نفت ارائه می‌دهند و برخی دیگر روی بخش‌های خاص تمرکز دارند. اکثراً دولتی یا عمومی و تعداد کمی خصوصی هستند. طریقی و همکاران (۲۰۲۰) لیست کاملی از این شرکت‌ها به‌همراه مشخصاتشان را ارائه کرده‌اند. از بین این شرکت‌ها و اقماری‌های آنها، دو شرکت با معیارهایی برای مطالعه انتخاب شدند. اولین معیار اینکه هر دوی این شرکت‌ها در سال‌های اخیر رشد قابل توجهی به‌لحاظ فناورانه داشتند و موفق شدند کسب‌وکار خود را از جنبه‌های مختلف توسعه دهند. دوم اینکه برخلاف شرکت‌های بزرگ دولتی یا عمومی، تفکر خصوصی در این شرکت‌ها جریان دارد و براساس تلاش فناورانه‌ای که داشته‌اند به جایگاه فعلی‌شان رسیده‌اند نه استفاده از رانت‌ها و حمایت‌های دولت یا نهادهای دیگر. سوم اینکه دسترسی به مدیران و مسئولین این شرکت‌ها و کسب اطلاعات از آنها میسر بوده و ارتباط و تعامل خوبی با محققین داشته‌اند. در نهایت مهم‌ترین موضوع اینکه با توجه به زمینه این پژوهش، شواهد خوبی در آنها برای پاسخ به سؤالات پژوهش وجود داشته است. براین اساس، دو شرکت ع.ا. و ا.د. انتخاب شده و مورد مطالعه قرار گرفتند.

جمع‌آوری داده‌ها

اطلاعات موردنیاز در یک فرایند منظم جمع‌آوری شد. برای جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات موردنیاز هم از مصاحبه با مدیران و خبرگان و هم از مطالعه و بررسی اسناد شرکت‌ها مانند گزارشات ماهانه پروژه‌ها، گزارشات فعالیت‌های سالانه، گزارش فعالیت‌های بهبود مستمر و توسعه‌ای، اسناد ارائه شده برای مرحله پیش‌ارزیابی و ارزیابی فنی مناقصات بهره‌گرفته شد. ابتدا موارد لازم برای جستجوی شواهد مربوط به یادگیری و توانمندی و توسعه فناورانه در قالب پرسش‌نامه‌هایی لیست شد. پرسش‌نامه‌ها توسط مدیران و خبرگان دو شرکت که به‌صورت هدفمند انتخاب شدند و در جدول ۲ ارائه شده‌اند تکمیل شد و به سؤالات پاسخ داده شد. سپس در مصاحبه‌هایی با ایشان، کم‌وکیف هر یک از موارد به بحث گذاشته شد.

جدول ۲: اطلاعات مصاحبه‌شوندگان در شرکت‌های مورد مطالعه

شرکت مورد مطالعه	مصاحبه‌شوندگان	سمت‌ها
شرکت ع.۱.	مدیران ارشد و میانی	معاونت عملیات حفاری / مدیر تعمیرات / رئیس بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست
	خبرگان و کارشناسان ارشد	کارشناس آموزش / کارشناس مهندسی / کارشناس تدارکات و بازرگانی
شرکت ا.د.	مدیران ارشد و میانی	مدیر حقوقی و قراردادها / مدیر برنامه‌ریزی اکتشاف و تولید / رئیس مهندسی و تحقیق و توسعه
	خبرگان و کارشناسان ارشد	کارشناس مهندسی / کارشناس منابع انسانی / کارشناس بازاریابی

باتوجه به آشنایی کامل محققین با صنعت بالادستی نفت و اکتشاف و تولید، معیارهایی برای سنجش عملکرد شرکت‌ها در نظر گرفته شد و شواهد مربوطه مورد بررسی قرار گرفت.

تحلیل داده‌ها

پس از جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات موردنیاز، فرایند تحلیل آنها آغاز شد. جداول و بخش‌های جداگانه‌ای برای مفاهیم اشاره شده و ارتباط آنها تنظیم شد و اطلاعات مستخرج از مصاحبه‌ها و سایر منابع در آنها به صورت منظم وارد شد. این بخش‌ها شامل الف) شواهد یادگیری پژوهش‌بنیاد و تجربه‌بنیاد، ب) فعالیت‌های فناوریانه قابل انجام در شرکت‌ها و سطح آنها، ج) سیر تحول و توسعه فعالیت‌های شرکت‌ها در سال‌های اخیر بوده است.

یافته‌ها**تحلیل انواع یادگیری فناوریانه در صنعت از دید برداشت نفت**

هر صنعتی ویژگی‌های منحصر به فرد خود را دارد و دانش‌های زمینه‌ای و نوع فناوری‌های صنایع نیز با هم متفاوت‌اند. به همین دلیل، هر تحلیلی در خصوص فناوری و نوآوری برای صنایع می‌بایست باتوجه به ماهیت فناوری در آن صنعت و با در نظر گرفتن فعالیت‌های فنی آن خصوصی‌سازی و ویژه‌سازی شود (طریقی و شوال‌پور^۱، ۲۰۲۱). مقایسه صنعت نفت با صنایع دیگر مانند صنایع تولیدی نشان‌دهنده

عمق این تفاوت‌هاست. مهم‌ترین نکته‌ای که این صنعت را از سایر صنایع متمایز می‌کند مقیاس این صنعت هم در عملیات و هم در سرمایه، اهمیت جغرافیای سیاسی^۱، وابستگی زیاد بازیگران آن و پیچیدگی سرمایه و ساختار صنعت است (آکا، ۲۰۰۲). شبکه تولید جهانی نفت نسبت به بسیاری صنایع دیگر مانند پوشاک و اتومبیل بسیار کم‌تراکم است، اما شبکه بین‌شرکتی در آن بسیار قوی‌تر از صنایع دیگر است و در هر پروژه نفتی شرکت‌های زیادی درگیر می‌شوند (بریدج، ۲۰۰۸). محصول این صنعت نفت است که در طبیعت یافت می‌شود (بیازای، ۲۰۱۵)، بنابراین در صنعت بالادستی نفت برخلاف صنایع تولیدی شرکت‌ها نمی‌توانند با تنوع محصول یا توسعه محصول جدید یا بهبود محصولات کسب سود و ارزش کنند (بریدج، ۲۰۰۸). زنجیره تأمین نیز در نفت با سایر صنایع تفاوت دارد. در صناعی مانند خودروسازی شبکه تأمین بسیار مهم است چراکه محصول نهایی از قطعات تأمین شده ساخته می‌شود، اما در بالادستی نفت محصول نهایی نفت خام است و تأمین کالا برای کشف و استخراج آن مهم است اما در محصول نهایی نقشی ندارد (بیازای، ۲۰۱۵).

بنابراین، توسعه فناوریانه در صنعت بالادستی نفت و گاز با سایر صنایع تفاوت زیادی دارد (دنتی، ۲۰۰۳). در این پژوهش، توسعه فناوریانه در این صنعت به صورت ویژه‌سازی شده مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای ارزیابی کارکرد انواع یادگیری در این صنعت، با استفاده از ویژگی‌های برشمرده شده برای یادگیری‌های پژوهش‌بنیاد و تجربه‌بنیاد در جدول ۱، ویژگی‌های صنعت بالادستی و ازدیاد برداشت نفت با آن مقایسه شده و در جدول ۳ ارائه شده است.

-
- 1 . Geopolitical
 - 2 . Acha
 - 3 . Bridge
 - 4 . Beyazay
 - 5 . Daneshy

جدول ۳: مقایسه ویژگی‌های صنعت بالادستی و ازدیاد برداشت نفت با انواع یادگیری

تجربه‌بنیاد و پژوهش‌بنیاد

منابع	تجربه‌بنیاد یا پژوهش‌بنیاد	صنعت بالادستی نفت و ازدیاد برداشت	ویژگی‌ها
روزیلو و ملکی (۲۰۲۱)؛ بریدج (۲۰۰۸)	ترکیب	دانش پیچیده چندرشته‌ای و ترکیبی از دانش‌های ضمنی و صریح	نوع دانش
ایساکسن و کارلسن (۲۰۱۰)؛ سیمنسن ^۱ (۲۰۱۸)	ترکیب	بسته‌به نوع فعالیت‌ها هم یادگیری‌های مبتنی بر تجربه، هم تعاملات و هم تحقیق و توسعه	سازوکارهای یادگیری غالب
آسلسن و همکاران (۲۰۱۲)؛ بریدج (۲۰۰۸)؛ بیازای ^۲ (۲۰۰۲)؛ آکا (۲۰۱۵)	ترکیب	بیشتر یادگیری براساس تعاملات در زنجیره ارزش و تاحدودی تحقیق و توسعه	تمرکز فرایند یادگیری
آسلسن و همکاران (۲۰۱۲)؛ بیازای (۲۰۱۵)؛ آکا (۲۰۰۲)؛ پرونز ^۳ (۲۰۱۴)	تجربه‌بنیاد	صنعت فرایندمحور و نوآوری‌ها از جنس فرایند	موضوع نوآوری
دنشی ^۴ (۲۰۰۳)؛ وویسشین و دائلنباخ ^۵ (۲۰۰۵)	تجربه‌بنیاد	ترجیح به انجام نوآوری‌های تدریجی به‌خصوص در فناوری‌های درون‌مخزن	شدت نوآوری
بریدج (۲۰۰۸)؛ آسلسن و همکاران (۲۰۱۲)	تجربه‌بنیاد	تعاملات گسترده و بیشتر در سطح صنعت	نوع تعاملات
ایساکسن و کارلسن (۲۰۱۰)	ترکیب	ارتباط بیشتر با پیمانکاران و تأمین‌کننده‌های خدمات و تا حدود کمی با دانشگاه‌ها	پیوندها
آسلسن و همکاران (۲۰۱۲)	ترکیب	هم نیروهای خبره و تکنسین‌ها و هم نیروهای تحصیل‌کرده ارشد و دکتری	نیروهای انسانی
سیمنسن (۲۰۱۸)؛ آسلسن و همکاران (۲۰۱۲)	تجربه‌بنیاد	مهندسی‌محور	نوع صنعت

1 . Simensen

2 . Beyazay

3 . Perrons

4 . Daneshy

5 . Woiceshyn & Daellenbach

جدول ۳ مشخص می‌کند که نوع صنعت بالادستی نفت و ازدیاد برداشت به‌گونه‌ای است که هر دو نوع یادگیری تجربه‌بنیاد و پژوهش‌بنیاد در آن کاربرد دارد و بیشتر متمایل به نوع یادگیری تجربه‌بنیاد است.

برای بررسی کاربرد این دو نوع یادگیری و بررسی دقیق‌تر آنها به‌صورت خاص برای بخش ازدیاد برداشت، آنها را در عرض فعالیت‌های فنی یک پروژه ازدیاد برداشت مورد بررسی قرار دادیم. از آنجا که یادگیری در تمام بخش‌ها و فعالیت‌های شرکت‌ها اتفاق می‌افتد (مالربا، ۱۹۹۲)، فعالیت‌های اصلی که در یک پروژه ازدیاد برداشت از مرحله مطالعه تا مرحله اجرا و پیاده‌سازی انجام می‌شود از طریق مصاحبه با متخصصین ازدیاد برداشت و مطالعه گسترده ادبیات مربوطه مانند مطالعات گرین و ویلهایت^۱ (۲۰۱۸) و لیک^۲ و همکاران (۲۰۱۴) شناسایی شدند. طریقی و شوال‌پور (۲۰۲۱) جمع‌بندی خوبی از این منابع انجام داده و کارکردهای فنی ازدیاد برداشت را ارائه کرده‌اند. در پروژه‌های مختلف ازدیاد برداشت و باتوجه‌به نوع مخزن و کارهای قبلی انجام‌شده روی آن، ممکن است برخی از این فعالیت‌ها و یا وسعت آنها دستخوش تغییر شود، اما به‌طور کلی برای یک پروژه ازدیاد برداشت از مرحله اول تا آخر این فعالیت‌ها و اطلاعات مستخرج از آنها موردنیاز است. در جدول ۴ فعالیت‌های ازدیاد برداشت نفت مورد بررسی قرار گرفته‌اند تا مشخص شود که کاربرد انواع یادگیری در هر فعالیت به چه صورت است.

جدول ۴: کاربرد انواع یادگیری تجربه‌بنیاد و پژوهش‌بنیاد در فعالیت‌های کلیدی بخش ازدیاد برداشت

شماره فعالیت	فعالیت‌های کلیدی در ازدیاد برداشت نفت	توضیحات	ملزومات فناوریانه هر فعالیت	
			تجربه بنیاد	پژوهش بنیاد
۱	توصیف و مطالعه یکپارچه مخزن	شناسایی محیط‌های رسوبی، ناپیوستگی‌ها، وضعیت لایه‌بندی طبقات، اندازه و شکل مخزن؛ حفر چاه اکتشافی و مغزه‌گیری یا استفاده از اطلاعات قبلی مخزن و چاه‌های حفر شده	++	+

1 . Green &Willhite

2 . Lake

یادگیری غالب		ملزومات فناوریانه هر فعالیت	توضیحات	فعالیت‌های کلیدی در ازدیاد برداشت نفت	شماره فعالیت
پژوهش بنیاد	تجربه بنیاد				
+	++	<ul style="list-style-type: none"> - تسلط بر نرم‌افزارهای مدل‌سازی و شبیه‌سازی مخزن - متخصص ژئوفیزیک و مهندس مخزن برای استخراج پارامترهای مهندسی 	<p>جمع‌آوری داده‌های معتبر، تطبیق داده‌ها با تاریخچه مخزن، استخراج پارامترهای طراحی و مهندسی از جمله پارامترهای مقیاس خرد مانند فشارهای امتزاجی و میزان تحرک پذیری و پارامترهای مقیاس کلان مانند دما و فشار مخزن، حجم تزریق، محل قرارگرفتن چاه‌ها</p>	مدل‌سازی و شبیه‌سازی مخزن	۲
++	+	<ul style="list-style-type: none"> - داشتن دانش علمی لازم برای استخراج روش‌های مناسب ازدیاد برداشت برای هر مخزن - متخصص بهره‌برداری نفت برای تطبیق داده‌های مهندسی با روش‌های ازدیاد برداشت 	<p>معیارها شامل سنگینی نفت، نفوذپذیری یا تراوایی، گران‌روی، درصد اشباع، نوع لایه زمین، تخلخل، دما، فشار، عمق، ترشوندگی یا آب‌دوستی</p>	مشخص نمودن روش‌های مناسب ازدیاد برداشت	۳
+	++	<ul style="list-style-type: none"> - کار تیمی بین گروهی با تخصص‌های مختلف برای استخراج روش‌های توجیه‌پذیر ازدیاد برداشت 	<p>ارزیابی اقتصادی روش‌های مختلف که آیا به لحاظ اقتصادی قابل اجرا هستند یا خیر و حذف روش‌های غیر قابل توجیه</p>	امکان‌سنجی اقتصادی	۴
++	+	<ul style="list-style-type: none"> - توان مهندسی و طراحی برای انتخاب بهترین روش برای هر مخزن - تحقیق و توسعه و مشارکت با مراکز علمی برای طراحی مناسب‌ترین روش ازدیاد برداشت 	<p>امکان‌سنجی فنی روش‌های مختلف. انجام تست‌های میدانی و پایلوت برای نظارت بر چاه‌ها، بررسی میزان اشباع، تغییرات دما یا فشار نسبت به زمان و ...</p>	انتخاب و طراحی مناسب‌ترین روش	۵

یادگیری غالب		ملزومات فناورانه هر فعالیت	توضیحات	فعالیت‌های کلیدی در ازدیاد برداشت نفت	شماره فعالیت
پژوهش بنیاد	تجربه بنیاد				
+	++	<ul style="list-style-type: none"> - تسلط بر تجهیزات و ماشین‌آلات اجرای پروژه مانند دکل‌های حفاری و پمپ‌های فراآوری مصنوعی و لوله مغزی سیار و ... - کار گروهی بین واحدها در درون شرکت - تعامل و همکاری با سایر شرکت‌ها 	<p>عملیات اجرایی پروژه ازدیاد برداشت و با تجهیزات مخصوص و نفرات متخصص هر روش</p>	اجرای پروژه یا سناریوهای مختلف	۶
<p>++ نشان‌دهنده غالب بودن و تأثیر بیشتر</p> <p>+ نشان‌دهنده تأثیر کمتر</p>					

جدول ۴ نیز نشان می‌دهد که هر دو نوع یادگیری در این صنعت کاربرد تأثیرگذاری دارند. در بیشتر فعالیت‌ها یادگیری تجربه‌بنیاد غالب است و در برخی فعالیت‌ها یادگیری پژوهش‌بنیاد مؤثرتر است.

استخراج مدل مفهومی مسیرهای توسعه و فرارسی فناورانه با روش تحلیل مضمون

در بخش پیشینه نظری مسیر کلی برای فرارسی فناورانه از طریق یادگیری فناورانه و با نقش میانجی انباشت توانمندی‌های فناورانه را ترسیم کردیم و ارتباط کلی این مفاهیم را در شکل ۱ نشان دادیم. در این بخش با بررسی جامع ادبیات مربوطه، ارتباط این مفاهیم را دقیق‌تر کرده و مسیرهای توسعه و فرارسی فناورانه از طریق انواع یادگیری در صنعت ازدیاد برداشت را مشخص می‌کنیم. برای این منظور، از روش تحلیل مضمون بهره گرفتیم. مقاله‌ها در نرم‌افزار مکس کیودی‌ای^۱ مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین ارتباط ۳ مفهوم اشاره‌شده در این پژوهش به‌صورت جزئی‌تر و دقیق‌تر مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج در جدول ۵ ارائه شده‌اند.

جدول ۵: دسته‌بندی مفاهیم و ارتباط بین آنها از طریق تحلیل مضمون

توضیحات	تعداد منابع	مضامین مرتبط
توانمندی‌های فناوریانه قابل تقسیم به دو نوع توانمندی هستند: توانمندی عملیاتی: دانش‌ها و مهارت‌های موردنیاز برای عملیاتی کردن فناوری‌های موجود و کسب تسلط بر آنها توانمندی نوآوری: دانش‌ها و مهارت‌های موردنیاز برای تغییر و بهبود فناوری‌های موجود یا خلق فناوری جدید برخی به ظرفیت تولید و توانمندی فناوری و برخی به توانمندی معمول در برابر پیشرفته اشاره کردند.	۱۸	دسته‌بندی توانمندی‌های فناوریانه به دو نوع اصلی
شرکت‌ها می‌توانند فرارسی کنند: - در تسلط بر فناوری‌ها و تولید و عملیات: در این راهبرد شرکت‌های دیرآمده فناوری‌های بالغ را جذب می‌کنند و با ایجاد تسلط ^۱ بر عملیات آنها ظرفیت تولید بالایی ایجاد می‌کنند و محصولات و خدمات با قیمت و کیفیت رقابتی عرضه می‌کنند. به این شرکت‌ها ظرفیت‌گرا ^۲ گفته‌اند. - با انجام نوآوری و تغییر فناوری: در این راهبرد شرکت‌های دیرآمده روی فناوری‌های نوظهور سرمایه‌گذاری می‌کنند یا محصولات و خدمات بهبودیافته یا جدید عرضه می‌کنند. به این شرکت‌ها توانمندی‌گرا ^۳ گفته‌اند.	۱۲	تعریف دو راهبرد اصلی برای فرارسی فناوریانه
به رابطه سازوکارهای یادگیری با اجرا، استفاده، آموزش حین انجام کار و تعاملات درون شرکتی برای اثربخشی عملیاتی و تولید اشاره شده است.	۳۳	ارتباط یادگیری تجربه‌بنیاد با انباشت توانمندی عملیاتی
به رابطه سازوکار یادگیری با تعامل با تأمین‌کننده‌ها و مشتریان با نوآوری در شرکت‌ها اشاره شده است.	۱۴	ارتباط یادگیری تجربه‌بنیاد با انباشت توانمندی نوآوری
به رابطه سازوکار یادگیری با تحقیق و توسعه و یادگیری با توسعه علم و فناوری با نوآوری در شرکت‌ها اشاره شده است.	۳۷	ارتباط یادگیری پژوهش‌بنیاد با انباشت توانمندی نوآوری
انباشت توانمندی عملیاتی می‌تواند منجر به ایجاد توانمندی نوآوری شود.	۱۶	ارتباط توانمندی عملیاتی با توانمندی نوآوری

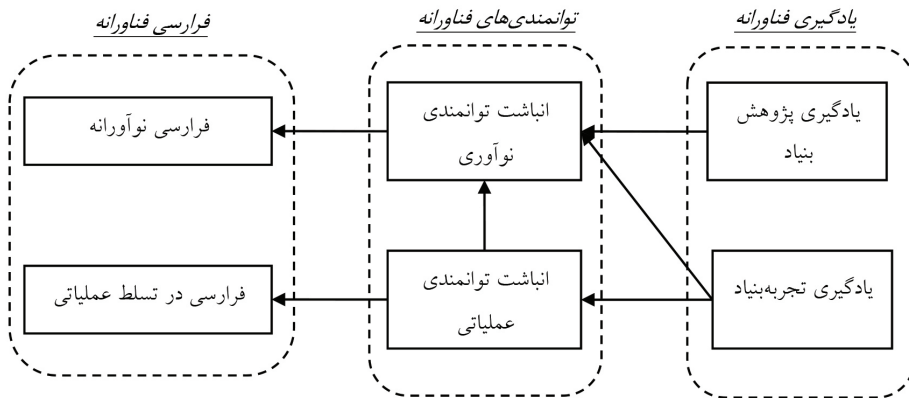
1 . Mastery

2 . Capacity-oriented

3 . Capability-oriented

مضامین مرتبط	تعداد منابع	توضیحات
ارتباط توانمندی عملیاتی با فرارسی عملیاتی	۱۰	انباشت توانمندی عملیاتی زمینه‌ساز فرارسی در تولید و عملیات و در تسلط بر فناوری‌ها است.
ارتباط توانمندی نوآوری با فرارسی از طریق نوآوری	۸	انباشت توانمندی نوآوری زمینه‌ساز فرارسی با نوآوری و با ایجاد بهبود در محصول و فرایند است.

یادگیری را در بخش قبل به دو دسته یادگیری پژوهش‌بنیاد و تجربه‌بنیاد تقسیم کردیم و نشان دادیم که هر دو این سازوکارها در صنعت ازدیاد برداشت نفت مؤثر هستند. توانمندی فناورانه و فرارسی را نیز براساس جدول ۵ جزئی‌تر کردیم. همچنین براساس همین جدول، ارتباط دقیق بین اجزای مفاهیم را نیز از ادبیات مربوطه استخراج کردیم. براین اساس چارچوب کلی این اجزا و روابط آنها و سطوح بالقوه فرارسی فناورانه به صورت شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴: سطوح توانمندی و فرارسی فناورانه مستخرج از بررسی جزئیات مفاهیم با روش تحلیل مضمون

مطالعه موردی مسیر فرارسی در دو شرکت اکتشاف و تولید ایرانی

برای کشف سطوح فرارسی فناورانه در شرکت‌های اکتشاف و تولید داخلی مطالعه موردی از دو شرکت موفق ایرانی انجام دادیم تا شواهد فرارسی در آنها را در چارچوب شکل ۴ بررسی نموده و سطوح

فرارسی آنها را براساس شواهد واقعی استخراج کنیم.

شرکت ع.ا.

شرکت ع.ا. شرکت اقماری در بخش بالادستی یکی از شرکت‌های اکتشاف و تولید ایران است. این شرکت در ۱۳۷۷ تأسیس شد و از آن زمان تا کنون مالکیت آن بین بخش‌های دولتی، عمومی و خصوصی جابه‌جا شد و چندین مرتبه تغییر نام پیدا کرد. اما در چند سال اخیر با ورود بخش خصوصی در این شرکت و تغییر نظام مدیریتی، به ثبات رسیده و در جهت توسعه گام برداشت. از سال ۱۳۹۵ این شرکت ناوگان تجهیزات حفاری خود را به‌طور چشمگیری افزایش داد و از سال ۱۳۹۷ نیز با تقویت زیرساخت‌های لازم و انجام تعدادی ادغام و اکتساب توانست خدمات خود را گسترش دهد. در حال حاضر شرکت ع.ا. قادر به ارائه خدمات گسترده در اکتشاف و تولید از میدین نفتی خشکی شامل حفاری، خدمات چاه‌ها و خدمات اکتشافی است و از این خدمات در پروژه‌های نگهداشت تولید، فراآوری مصنوعی و ازدیاد برداشت و اکتشافات مخازن جدید و توسعه میدین استفاده می‌کند.

انواع یادگیری در شرکت ع.ا. شرکت ع.ا. تاکید ویژه‌ای بر یادگیری از طریق آموزش دارد. این

شرکت واحد مستقلی برای آموزش و توسعه منابع انسانی دارد و برنامه‌ریزی منظمی برای آموزش پرسنل در همه سطوح و همه واحدها انجام می‌دهد. تقویم آموزشی در این شرکت به‌صورت سالانه تنظیم می‌شود و بودجه زیادی به نسبت سایر شرکت‌های این صنعت برای آموزش تخصیص داده می‌شود. دوره‌های این شرکت که باهدف بهبود عملکرد پرسنل در حوزه فعالیتشان برنامه‌ریزی می‌شود هم شامل دوره‌های داخل کشور مانند دوره‌های فستو^۱ برای فن‌ورزان برق و مکانیک می‌شود و هم دوره‌های خارجی مانند دوره کنترل فوران^۲ در کشور عمان که برای فن‌ورزان و متخصصین مخازن و حفاری برنامه‌ریزی شده است. علاوه بر آموزش رسمی، آموزش حین انجام کار نیز در این شرکت به‌خوبی انجام می‌شود. نفرات تحصیل کرده تحت عنوان کارآموز در سمت‌های مختلف فنی و عملیاتی و حتی در سطح ناظر عملیات به کار گرفته می‌شوند تا در حین کار آموزش ببینند و به نیروهای عملیاتی زُبد تبدیل شوند.

استخدام فن‌ورزان و مدیران اجرایی قوی و باسابقه نیز در دستور کار این شرکت قرار داشته و از سال ۱۳۹۶ به تدریج و با گسترش و توسعه سازمان، نیروهای انسانی زبده و فن‌ورزان متخصص را جذب کرده

1 . Festo

2 . IWCF (International Well Control Forum)

است. ساختار این شرکت به صورت ماتریسی بوده و نیروهای این شرکت برای پیشبرد امور پروژه‌های مختلف هم با مدیران واحدهای مستقیم خود و هم با مدیران پروژه‌ها مرتبط هستند؛ بنابراین، سطح تعاملات درون‌سازمانی و کار گروهی در این شرکت بسیار بالا است. از سوی دیگر، باتوجه به اینکه شرکت خدمات نسبتاً یکپارچه اکتشاف و تولید را انجام می‌دهد و با مشتریان و کارفرمایان و همچنین پیمانکاران متعددی کار می‌کند، سطح تعاملات بسیار بالایی در زنجیره ارزش سطح صنعت دارد. درس‌آموخته‌ها یکی از نکات مهم در یادگیری از تجارب در این شرکت است. به خصوص در حوزه ایمنی و محیط‌زیست، یکی از اسنادی که مرتباً در این شرکت تولید شده و در سطح کل شرکت انتشار داده می‌شود درس‌آموخته‌های تجارب قبلی است که نشان می‌دهد یادگیری مبتنی بر اجرا و عملیات نیز در این شرکت مورد توجه است. همه این شواهد نشان می‌دهد که در شرکت ع.ا. سازوکارهای یادگیری تجربه‌بنیاد به‌طور جدی مورد توجه قرار دارد.

سطح توانمندی فناوریانه شرکت ع.ا. سطح توانمندی فناوریانه شرکت‌ها با سطح پیچیدگی فعالیت‌های فناوریانه‌ای که قادر به انجامشان هستند اندازه‌گیری می‌شود. در این پژوهش، برای اندازه‌گیری سطح توانمندی فناوریانه شرکت‌های اکتشاف و تولید در حوزه ازدیاد برداشت، از جدول ۶ بهره گرفته شد که در آن سطوح مختلف فعالیت‌های فناوریانه و سطح توانمندی موردنیاز آنها با الگوگرفتن از مطالعاتی مانند فیگوردو (۲۰۰۸) و براساس نوع قراردادهای پروژه‌های بالادستی نفت مشخص شده است.

جدول ۶: تعیین سطح توانمندی فناوریانه شرکت‌های اکتشاف و تولید در حوزه ازدیاد برداشت

سطح توانمندی	نوع توانمندی	قابلیت‌های فناوریانه
بیشرو جهانی	توانایی معرفی فناوری جدید	در این سطح، شرکت قادر است بهبود اساسی در فناوری و روش‌های موجود ایجاد کند یا فناوری جدیدی ارائه دهد.
نوآورانه پیشرفته	توانایی طراحی پیشرفته	در این سطح، شرکت قادر به طراحی برنامه جامع توسعه با رویکرد نوآورانه و جدیدی است. داده‌های زمین‌شناسی و ژئوفیزیک مخزن را با دانش‌های موجود از روش‌های ازدیاد برداشت منطبق می‌کند و سناریوهای مختلف بهره‌برداری صیانتی از مخازن را به صورت خاص برای هر مخزن طراحی و تست میدانی می‌کند. مشخصات فنی مواد و ابزار مناسب را تعیین می‌کند. همچنین برنامه پیشنهادی برای استفاده از فناوری‌های پیشرفته که در سطح کشور جدید است را ارائه می‌کند.

سطح توانمندی	نوع توانمندی	قابلیت های فناوریانه
نوآورانہ میانہ	توانایی طراحی پایه‌ای	در این سطح، شرکت قادر است نه تنها اسناد را تحلیل کند، بلکه تحلیل حساسیت برای سناریوهای مخزنی مختلف ارائه دهد. رفتار مخزن را تحلیل می‌کند و برنامه بهره‌برداری از مخزن را طراحی می‌کند و می‌تواند یک پروژه را از مرحله مطالعه تا اجرا مدیریت کند. توانایی شرکت در این مرحله شامل ارائه برنامه بهبود فرایند انجام کار برای بهینه‌کردن بهره‌برداری از مخازن و بالا بردن عمر چاه‌ها است.
نوآورانہ پایه	توانایی انجام فعالیت‌های مهندسی	در این سطح، شرکت قادر است اسناد فنی مانند نقشه‌های لرزه‌نگاری و ژئوفیزیک را تحلیل کند، مشخصات فنی مواد و ملزومات مناسب اجرای پروژه را شناسایی کند و برنامه اجرایی ارائه دهد. در این مرحله توانایی شرکت معطوف به ارائه برنامه بهبود برای کاهش هزینه و زمان اجرای کار که از طرف مالک مخزن تعریف شده می‌باشد.
عملیاتی سطح ۲	توانایی اجرای عملیات با پشتیبانی فنی	در این سطح، شرکت قادر است فعالیت‌های معمول عملیاتی را با بهره‌گیری از مشاور و پشتیبانی فنی انجام دهد. تسلط بر نصب و استفاده از فناوری‌ها دارد و آشنایی مقدماتی با اطلاعات مخزنی دارد. توانایی شرکت در این مرحله محدود به مدیریت کردن و بهره‌گیری از خدمات مشاور مهندسی مخازن و بهره‌بردار است.
عملیاتی سطح ۱	توانایی اجرای عملیات با دستورالعمل مالک مخزن	در این سطح، شرکت قادر است فعالیت‌های روتین عملیاتی را انجام دهد و براساس دستورالعمل مالک مخزن اقدام کند. توانایی شرکت در این مرحله محدود به استفاده از تجهیزات است و قدرت تحلیل داده‌های مخزنی و زمین‌شناسی را ندارد.

شرکت ع.ا. از توان تجهیزاتی و عملیاتی مناسبی هم در زمینه حفاری، هم در زمینه خدمات چاه‌ها و هم در امور اکتشافی و لرزه‌نگاری برخوردار است. این فعالیت‌ها را در سطح کارایی بالایی انجام می‌دهد و به لحاظ عملیاتی توانمندی بالایی دارد. اما بررسی پروژه‌های اخیر و جاری این شرکت نشان می‌دهد که در تمام خدمات اشاره شده تعهد این شرکت در حد اجرای برنامه‌های ارائه شده توسط مالک مخزن یا پیمانکار دست‌اول آن است. در واقع در تمام پروژه‌ها، این شرکت پیمانکار دست‌دوم یا سوم بوده و صرفاً وظیفه اجرای عملیات را برعهده دارد. تنها در برخی موارد خدمات مربوط به امور مهندسی نیز به این شرکت به صورت محدود محول شده که به شرکت مشاور برون سپاری شده و نظارت و مدیریت بر آن توسط شرکت انجام می‌شود. این شرکت نشانه‌ای از قابلیت انجام امور مهندسی

و طراحی، ارائه برنامه بهره‌برداری از مخازن، ارائه پیشنهادات بهبود در روش بهره‌برداری و نظیر اینها را ندارد؛ بنابراین، توانمندی فناوریانه این شرکت براساس مستندات موجود در سطح ۲ توانمندی عملیاتی ارزیابی می‌گردد.

مسیر توسعه فناوریانه شرکت ع.ا. شرکت ع.ا. در سال‌های اخیر فعالیت‌های خود را در زنجیره ارزش اکتشاف و تولید نفت به صورت چشمگیری توسعه داده است. زیرساخت‌های این شرکت به لحاظ سخت‌افزاری رشد سریع و وسیعی داشته است. پس از توسعه زیرساخت‌های فیزیکی، توجه مدیران ارشد شرکت معطوف به توسعه در جهات دیگر مانند توسعه نرم‌افزاری و سازمان‌افزایی بوده تا بتوانند رشد همگونی داشته باشند. هدف اصلی آنها نگهداشت کیفیت عملیاتی قبلی خود در اجرای پروژه‌ها و حتی بهبود آن بوده است. برای نیل به این هدف، از سازوکارهای یادگیری تجربه‌بنیاد استفاده عمیقی کردند و موفق شدند به هدف موردنظر دست یابند. این شرکت توانست توانمندی عملیاتی را در خود ایجاد و انباشت کند و در حال حاضر یکی از موفق‌ترین شرکت‌ها به لحاظ عملیاتی به خصوص در خدمات اکتشافی به حساب می‌آید. زمان‌های غیربهره‌ور^۱ و نهان^۲ عملیاتی در پروژه‌های این شرکت بسیار پایین است. تعمیر و انتظار^۳ دستگاه‌ها و تجهیزات این شرکت به دلیل داشتن نظام نگهداری پیشگیرانه^۴ خوب بسیار کمتر از میزان معمول در صنعت بوده و تعمیرات تجهیزات نیز به لطف در اختیار داشتن نیروی انسانی خبیره و نظام انبارداری مناسب در حداقل زمان ممکن اتفاق می‌افتد. حوادث نیروی انسانی و زیست‌محیطی هم در سطح قابل قبولی قرار داشته و حادثه ناتوان‌کننده^۵ در سال‌های اخیر اتفاق نیفتاده است.

این شواهد نشان‌دهنده قابلیت بالای شرکت ع.ا. در بهره‌برداری از چاه‌ها و اجرای پروژه‌های فراآوری و ازدیاد برداشت است؛ بنابراین، مسیر توسعه‌ای که این شرکت طی کرده است انباشت توانمندی عملیاتی از طریق فرایند یادگیری تجربه‌بنیاد بوده و با دنبال کردن الگوی فرارسی دنبال‌کننده مسیر، به عملکرد و اثربخشی بالای سطح عملیاتی و در تراز بین‌المللی رسیده است.

شرکت ا.د.

شرکت ا.د. در سال ۱۳۷۹ به عنوان یک شرکت خصوصی ارائه‌دهنده خدمات چاه‌های نفتی تأسیس

-
- 1 . NPT (Non-Productive Time)
 - 2 . Hidden Time
 - 3 . Repair and Waiting
 - 4 . Preventive Maintenance
 - 5 . LTI (Lost Time Incident)

شد. به‌مرورزمان دامنه خدمات حفاری را گسترده‌تر کرد و از سال ۱۳۸۱ خدمات حفاری جهت‌دار و لرزه‌نگاری را آغاز کرد. با توانمندسازی و ایجاد زیرساخت‌های فناوریانه و تجهیزاتی لازم، این شرکت موفق شد از سال ۱۳۸۷ کسب‌وکار خود را گسترده کرده، وارد فعالیت‌های مربوط به توسعه میادین نفتی شود و اجرای پروژه‌های توسعه میادین در دریا و خشکی در دستورکار این شرکت قرار گرفت. توسعه کسب‌وکار شرکت ا.د. از سال ۱۳۹۰ و با ورود به پروژه‌های بین‌المللی با دو پروژه لرزه‌نگاری در کشور پاکستان وارد مرحله جدیدی شد. درنهایت، توانمندی‌های بالای این شرکت موجب شد که در سال ۱۳۹۵ جزو اولین شرکت‌هایی باشد که صلاحیت اکتشاف و تولید را از وزارت نفت ایران دریافت کرد. از سال ۱۳۹۶، شرکت ا.د. تنها شرکت نفتی ایران است که در قالب قرارداد نوین نفتی ایران^۱ با یک شرکت بین‌المللی نفتی^۲ مشارکت کرده و طرح ازدیاد برداشت از میادین آبان و پایدار غرب را با همکاری یک شرکت روسی اجرا می‌کند.

انواع یادگیری در شرکت ا.د. در دهه اول فعالیت، تمرکز این شرکت بر کارایی در اجرای پروژه‌ها بود. در این شرکت به‌دلیل داشتن مدیریت سازمانی مناسب، بررسی بازخورد عملکرد سیستم و بهبود مستمر همواره در سیستم‌های سازمانی وجود داشته است. باتوجه‌به خصوصی و چابک بودن سازمان، نفرت‌چندوظیفه‌ای و گروه‌های کاری مرتبط‌باهم در این شرکت وجود داشته و تعاملات غیررسمی در آن غالب بوده است. به‌مرورزمان و با گسترش زیرساخت‌ها و ایجاد کسب‌وکارهای جدید به‌خصوص کسب‌وکارهایی که دانش‌های پیچیده دارند مانند توسعه میادین و ازدیاد برداشت نفت، شرکت به‌سمت ارتقای سطح علمی و دانشی سازمان گرایش پیدا کرد. ساختار این شرکت به‌تدریج پروژه‌محور شد و کسب‌وکارها جدا شدند، به‌طوری‌که هر پروژه و کسب‌وکار سازمان مخصوص خود را دارد؛ بنابراین، تعاملات درون‌شرکتی و غیررسمی در این شرکت پایین آمد، اما تعاملات بیرونی با دانشگاه‌ها و مراکز علمی و تحقیقاتی گسترش پیدا کرد. واحد مهندسی و تحقیق و توسعه در این شرکت تشکیل شد و زیرساخت‌هایی برای مستندسازی و اشتراک مستندات تولید شده ایجاد شد. جستجو برای فناوری‌های جدید و پایش روند علم و فناوری در حوزه اکتشاف و تولید جهانی در این شرکت به‌صورت نظام‌مند آغاز شد.

تعاملات شرکت ا.د. در زنجیره ارزش از سطح محلی فراتر رفته و در سطح بین‌المللی گسترش پیدا

1 . Iran Petroleum Contract (IPC)

2 . IOC (International Oil Company)

کرد. این شرکت به واسطه همکاری با شرکت‌های بین‌المللی در داخل کشور، فعالیت در خارج از کشور و همچنین پروژه‌های دریایی خود شبکه گسترده‌ای از ارتباطات و پیوندها با شرکت‌های بین‌المللی برقرار کرده است. از سوی دیگر، جذب نیروهای تحصیل کرده با تحصیلات عالی از اولویت‌های این شرکت است و تمرکز آن از جذب فن‌ورزان به جذب نیروهای علمی و تحصیل کرده تغییر کرده است. همه این شواهد نشان می‌دهد که شرکت ا.د. سعی کرده است ضمن حفظ سازوکارهای یادگیری تجربه‌بنیاد، به‌مرور زمان تاکید بیشتری روی سازوکارهای یادگیری پژوهش‌بنیاد داشته باشد و این نوع یادگیری را نیز به‌عنوان مکمل یادگیری تجربه‌بنیاد به کار ببندد.

سطح توانمندی فناورانه شرکت ا.د. بررسی اسناد پروژه‌های شرکت ا.د. نشان می‌دهد که این شرکت یکی از توانمندترین شرکت‌های نفتی ایرانی در حوزه ازدیاد برداشت و فعالیت‌های مربوط به آن مانند زمین‌شناسی و ژئوفیزیک، لرزه‌نگاری و طراحی روش ازدیاد برداشت است. این شرکت توانایی تحلیل مهندسی مخزن و زمین‌شناسی و ارائه برنامه بهره‌برداری نوآورانه مختص مخازن را دارد. شرکت ا.د. هم به لحاظ تجهیزاتی و عملیاتی و هم به حاظ دانش علمی و تحلیل و طراحی در سطح بالایی قرار دارد. در هر پروژه ازدیاد برداشت، این شرکت ضمن ارائه خدمات لرزه‌نگاری و ژئوفیزیک، قادر است مدل‌های مخزنی را بررسی و تحلیل کرده و شبیه‌سازی کند و براساس آن برنامه مناسب توسعه و بهره‌برداری را طراحی کند یا پیشنهاد اصلاح و بهبود برای برنامه ارائه شده توسط مالک مخزن ارائه نماید؛ بنابراین براساس جدول ۶، توانمندی فناورانه شرکت ا.د. در سطح نوآورانه میانه ارزیابی می‌گردد.

مسیر توسعه فناورانه شرکت ا.د. شرکت ا.د. در سال‌های اخیر توفیق قابل توجهی در عمق‌بخشیدن به فعالیت‌های فناورانه خود داشته است. تمرکز این شرکت نه فقط بر اثربخشی عملیاتی، بلکه بر ارتقای سطح پیچیدگی فعالیت‌ها بوده است. با استفاده از نیروهای علمی و باتمركز بر فعالیت‌های مهندسی و تحقیق و توسعه و همچنین جذب دانش فناورانه و علمی از طریق تعاملات و شبکه‌های بین‌المللی، این شرکت به تدریج مسیر توسعه فناورانه را در جهت عمق‌بخشیدن به سطح توانمندی‌های فناورانه خود طی نموده است. در فعالیت‌های مربوط به فراآوری مصنوعی و ازدیاد برداشت، این شرکت با به‌کارگیری سازوکارهای یادگیری پژوهش‌بنیاد توانسته است خود را از سطح عملیاتی به سطح مهندسی و طراحی برساند. براساس همین توانمندی‌های انباشته شده است که این شرکت در حال حاضر یکی از مهم‌ترین پروژه‌های ازدیاد برداشت و فراآوری مصنوعی در تاریخ صنعت نفت کشور را با همکاری یک شرکت بین‌المللی روسی راهبری می‌کند؛ بنابراین، شرکت ا.د. توانسته

است با ایجاد مسیری جدید برای توسعه خود از طریق ترکیب یادگیری تجربه‌بنیاد و پژوهش‌بنیاد و با عمق‌بخشیدن به توانمندی‌های فناوریانه خود، الگوی فرارسی خلق مسیر را دنبال کرده و خود را در انجام فعالیت‌های نوآرانه و تغییر فنی به سطح بین‌المللی برساند. مرحله و سطح فرارسی دو شرکت مورد مطالعه در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷: سطح و مرحله فرارسی شرکت‌های مورد مطالعه

شرکت‌های مورد مطالعه	سازوکار یادگیری	سطح توانمندی	الگوی فرارسی
شرکت ع.ا.	تجربه‌بنیاد	سطح ۲ عملیاتی	فرارسی دنباله‌روی مسیر
شرکت د.ا.	تجربه‌بنیاد و پژوهش‌بنیاد	سطح نوآوری میانه	فرارسی خلق مسیر

بحث و نتیجه‌گیری

توسعه فناوریانه و فرارسی موفق شرکت‌ها و صنایع از مهم‌ترین ملزومات صنعتی شدن برای کشورهای در حال توسعه است. اهمیت این موضوع برای صنعتی که اقتصاد یک کشور مبتنی بر آن است بسیار بیشتر است. ایران اقتصادی مبتنی بر منابع نفت و گاز دارد و مانند بسیاری دیگر از کشورهای در حال توسعه نفتی در قرن اخیر همواره درگیر مشکلات ناشی از این وابستگی مانند بیماری هلندی، اقتصاد رانته، حساسیت به قیمت نفت و اخیراً پس از تشدید تحریم‌ها حساسیت به میزان فروش نفت بوده است (مانچینی و پاز، ۲۰۱۸؛ بریدج، ۲۰۰۸). در چنین شرایطی، توسعه فناوریانه در این صنعت می‌تواند کشور را از نفرین این منابع برهاند و علاوه بر آن، سرریز توسعه فناوری در این صنعت می‌تواند نقش محرک برای توسعه در سایر صنایع کشور نیز داشته باشد (پاز، ۲۰۱۴)؛ بویژه آنکه بخش ازدیاد برداشت از صنعت بالادستی نفت نه تنها موضوع روز مخازن نفتی کشور، بلکه یکی از مهم‌ترین موضوعات صنعت اکتشاف و تولید جهان است. سیمولی و پورسایل (۲۰۱۱) عنوان کرده‌اند که مهم‌تر از اینکه کشوری منابع طبیعی داشته باشد، این است که بتواند از این منابع طبیعی در جهت یادگیری فناوریانه و ارتقای زیرساخت‌ها و توانمندی‌های فناوریانه استفاده مؤثر بکند. از این رو، پژوهش حاضر به بررسی فرارسی فناوریانه شرکت‌های اکتشاف و تولید داخلی در حوزه ازدیاد برداشت از طریق انواع یادگیری تجربه‌بنیاد و پژوهش‌بنیاد روی موفقیت آن با نقش میانجی انباشت توانمندی‌های فناوریانه

پرداخته است.

یادگیری منجر به ایجاد و انباشت توانمندی‌های فناورانه می‌شود و توانمندشدن شرکت‌ها به‌لحاظ فناورانه منجر به توسعه فناورانه و فرارسی شرکت‌های دیرآمده می‌گردد. پژوهش حاضر این چارچوب کلی از ارتباط این سه مفهوم را به‌صورت دقیق‌تر مورد بررسی قرار داده و با مرور جامع ادبیات و استفاده از روش تحلیل مضمون تلاش کرده تا اجزای این مفاهیم را در ارتباط با هم بررسی کند و به مسیرهای بالقوه فرارسی فناورانه برسد. سپس با مطالعه موردی دو شرکت اکتشاف و تولید ایرانی فعال در بخش ازدیاد برداشت نفت، مسیر فرارسی و توسعه فناورانه این شرکت‌ها مورد بررسی قرار گرفته و با تلفیق چارچوب نظری استخراج شده از تحلیل مضمون و موارد مطالعه شده، نحوه طی شدن مسیر فرارسی، الگوی فرارسی دنبال شده توسط این شرکت‌ها و سطح توانمندی که به آن رسیده‌اند استخراج شده است.

فرارسی شرکت ع.ا. در اثربخشی عملیاتی بوده که از مسیر انباشت توانمندی‌های عملیاتی به‌وسیله یادگیری تجربه‌بنیاد و رسیدن به تسلط بالا بر فناوری‌ها حاصل شده است. این شرکت از سازوکارهای یادگیری تجربه‌بنیاد که سازوکار غالب در ازدیاد برداشت نفت است بهره گرفته و خود را به‌سطح خوبی از توانمندی عملیاتی رسانده است تا جایی که اثربخشی عملیاتی در پروژه‌های انجام‌شده توسط این شرکت براساس شاخص‌ها و شواهد قابل‌رقابت در سطح استانداردهای بین‌المللی می‌باشد. اما شرکت ا.د. این مسیر را با اضافه کردن یادگیری پژوهش‌بنیاد و انباشت توانمندی نوآوری ادامه داده و مسیر فرارسی خود را خلق کرده است. این شرکت سازوکارهای یادگیری پژوهش‌بنیاد را نیز به یادگیری تجربه‌بنیاد اضافه کرده و با ترکیب این دو نوع یادگیری توانسته است به سطح توانمندی نوآوری میانه برسد. توانمندی نوآوری در این شرکت از دو طریق انباشت و ایجاد شده است: ۱. با ترکیب سازوکارهای یادگیری پژوهش‌بنیاد و تجربه‌بنیاد. ۲. با انباشت توانمندی‌های عملیاتی از طریق سازوکارهای یادگیری تجربه‌بنیاد. این نشان می‌دهد که ترکیب یادگیری تجربه‌بنیاد با یادگیری پژوهش‌بنیاد از چه طریقی می‌تواند به نوآوری و کامل کردن مسیر فرارسی در شرکت‌ها کمک کند. شرکت ع.ا. با به‌کارگیری مؤثر سازوکارهای یادگیری تجربه‌بنیاد و عمق‌بخشیدن به توانمندی عملیاتی خود مصداق فرارسی با الگوی دنبال‌کننده مسیر است، اما شرکت ا.د. با اضافه کردن سازوکارهای یادگیری پژوهش‌بنیاد و رسیدن به توانمندی نوآورانه در جایگاه فرارسی با خلق مسیر قرار گرفته است.

محققین حوزه یادگیری فناورانه به‌مراتب به ترکیب این دو نوع یادگیری پرداخته‌اند. برخی ترکیب

این دو نوع یادگیری را برای انجام نوآوری مؤثرتر دانسته‌اند (پاریلی و رادیکچ، ۲۰۲۰؛ آپاناسوویچ و همکاران، ۲۰۱۷) و تعداد کمی هم ترکیب آنها را مخرب ارزیابی کرده‌اند (هو و همکاران، ۲۰۲۰؛ گونزالز-پرنیا و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین برخی از محققین این دو را مکمل هم برای نوآوری دانسته‌اند (جنسن و همکاران، ۲۰۰۷؛ ایساکسن و نیلسون، ۲۰۱۳) و برخی دیگر آنها را جانشین هم معرفی کرده‌اند (فیتجار و رودریگز-پوز، ۲۰۱۳؛ آلپوسن و بنات، ۲۰۲۱). اما هیچ‌یک از این تحقیقات مانند تحقیق حاضر سازوکارهای یادگیری را در عرض فعالیت‌های فناوریانه یک صنعت بررسی نکرده‌اند و تنها به نظریه‌پردازی در این زمینه پرداخته‌اند. از معدود تحقیقاتی که باتوجه به زمینه صنعت سازوکارهای یادگیری را بررسی کرده است تحقیق ایساکسن و کارلسن (۲۰۱۰) می‌باشد که در صنعت نفت و زیست‌فناوری نروژ انواع یادگیری را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیده که در صنعت نفت یادگیری تجربه‌بنیاد غالب است. البته مطالعه یادشده به این موضوع مهم توجه نداشته است که بخش‌های مختلف صنعت نفت نیز با هم تفاوت‌های فراوانی به لحاظ ماهیت دانشی‌ها و فناوری‌هایشان دارند. اما پژوهش حاضر با تمرکز بر یک بخش خاص از صنعت بالادستی نفت، ضمن در نظر گرفتن ماهیت و ویژگی‌های این بخش، انواع یادگیری را در عرض فعالیت‌های فناوریانه کلیدی آن مورد بررسی قرار داده است. همچنین برای اولین بار تأثیر سازوکارهای یادگیری تجربه‌بنیاد و پژوهش‌بنیاد را بر فرارسی شرکت‌ها سنجیده است. این پژوهش تقویت‌کننده نظر قاضی‌نوری و همکاران (۲۰۱۷) است که موتور محرک توسعه فناوریانه در کشورهای در حال توسعه را یادگیری فناوریانه دانسته‌اند و نه نوآوری. ازسوی دیگر، تحقیقات پیشین مانند فیگوردو و پیانا (۲۰۲۰) یادگیری تجربه‌بنیاد را برای رقابتی شدن شرکت‌ها کافی ندانسته‌اند، اما این پژوهش نشان داد که بسته به راهبرد فرارسی و توسعه فناوریانه شرکت‌ها، یادگیری تجربه‌بنیاد نیز می‌تواند منجر به رقابتی شدن و فرارسی در آنها شود.

این پژوهش نکات روشنی برای سیاست‌گذاری مدیران شرکت‌های اکتشاف و تولید داشته است. در این پژوهش مسیر طی شده توسط دو شرکت اکتشاف و تولید داخلی برای توسعه فناوریانه و دو سطح مختلف فرارسی فناوریانه که در این مسیر به آن رسیده‌اند، استخراج شده است. شرکت‌های دیگر باتوجه به سطح فرارسی مورد نظر خود می‌توانند از اقدامات و فعالیت‌های این شرکت‌ها الگو بگیرند. در واقع، شرکت‌ها می‌بایست ابتدا راهبرد فرارسی خود را مشخص کنند و سپس براساس راهبرد اتخاذشده سازوکارهای یادگیری متناسب با آن را انتخاب و تقویت کنند و در جهت ایجاد و انباشت سطوح توانمندی متناسب با آن حرکت کنند. این پژوهش مانند شن و فنگ (۲۰۱۰) نشان داد که

تفاوت در سازوکار یادگیری فناورانه شرکت‌ها راهبردهای فرارسی متفاوتی را ایجاد می‌کند. همچنین موافق با گوئو و همکاران (۲۰۰۸) و جنسن و همکاران (۲۰۰۷) و البته به‌صورت دقیق‌تر و با جزئیات بیشتر تایید کرد که نقش انواع یادگیری و کاربردشان در شرکت‌ها هم متأثر از ماهیت صنعت است و هم متأثر از راهبرد توسعه در شرکت‌ها.

پژوهش حاضر نقشه راه روشنی را برای اقدام در جهت فرارسی موفق در مقابل شرکت‌های اکتشاف و تولید می‌گذارد. اول اینکه یادگیری تجربه‌بنیاد و پژوهش‌بنیاد را در بخش ازدیاد برداشت ویژه‌سازی کرده و مشخص کرده است که برای هر کدام از انواع یادگیری، شرکت‌ها باید روی کدام فعالیت‌های کلیدی متمرکز شوند. برای مثال، شرکتی که می‌خواهد در جهت یادگیری پژوهش‌بنیاد حرکت کند می‌بایست بر فعالیت‌های مشخص نمودن روش‌های مناسب ازدیاد برداشت و انتخاب و طراحی مناسب‌ترین روش متمرکز شود. دوم اینکه سطوح توانمندی فناورانه را در ازدیاد برداشت نفت تقسیم‌بندی کرده و نشان داده است که با توجه به تقسیم‌بندی ارائه شده از سطح عملیاتی ۱ تا سطح پیشرو جهانی، شرکت‌های اکتشاف و تولید می‌توانند میزان پیچیدگی و عمق فعالیت‌ها را برای هر سطح شناسایی کرده و در مسیر نیل به آنها گام بردارند و در نهایت، اگر می‌خواهند فرارسی در اثربخشی و تسلط بر فناوری در ازدیاد برداشت نفت داشته باشند می‌بایست روی یادگیری تجربه‌بنیاد تمرکز کنند و اگر می‌خواهند فرارسی با فعالیت‌های نوآورانه و تغییر فنی داشته باشند می‌بایست یادگیری پژوهش‌بنیاد را نیز به آن اضافه کنند.

منابع

- Acha, V. L. (2002). *Framing the past and future: The development and deployment of technological capabilities by the oil majors in the upstream petroleum industry* [Doctoral dissertation, University of Sussex]. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1357624>
- Adejuwon, O. O. (2018). An examination of linkages in the sawn wood sector of the Nigerian forest industry: Policy implications for natural resource-based development. *Technological Forecasting and Social Change*, 128, 74-83. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.10.022>
- Alhusen, H., & Bennat, T. (2021). Combinatorial innovation modes in SMEs: Mechanisms integrating STI processes into DUI mode learning and the role of regional innovation policy. *European Planning Studies*, 29(4), 779-805. <https://doi.org/10.1080/09654313.2020.1786009>
- Amsden, A. H. (1992). *Asia's next giant: South Korea and late industrialization*. Oxford University Press on Demand. <https://doi.org/10.1093/0195076036.001.0001>
- Apanasovich, N., Alcalde-Heras, H. & Parrilli, M. D. (2017). A new approach to business innovation modes: The 'Research, Technology and Human Resource Management (RTH) model' in the ICT sector in Belarus. *European Planning Studie*, 25(11), 1976-2000. <https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1322040>
- Aslesen, H. W., Isaksen, A. & Karlsen, J. (2012). Modes of innovation and differentiated responses to globalisation- A case study of innovation modes in the Agder region, Norway. *Journal of the Knowledge Economy*, 3(4), 389-405. <https://doi.org/10.1007/s13132-011-0060-9>
- Bell, M., & Albu, M. (1999). Knowledge systems and technological dynamism in industrial clusters in developing countries. *World Development*, 27(9), 1715-1734. [https://doi.org/10.1016/s0305-750x\(99\)00073-x](https://doi.org/10.1016/s0305-750x(99)00073-x)
- Bell, M., & Figueiredo, P. N. (2012). Innovation capability building and learning mechanisms in latecomer firms: Recent empirical contributions and implications for research. *Canadian Journal of Development Studies/Revue Canadienne D'études du Développement*, 33(1), 14-40. <https://doi.org/10.1080/02255189.2012.677168>
- Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The development of technological capabilities. In I. Haque, M. Bell, C. Dahlman, S. Lall & K. Pavitt, *Trade, technology and international competitiveness*, (pp. 69-101). The World Bank. <https://doi.org/10.1596/0-8213-3418-2>

- Beyazay, B. (2015). *The nature of the firm in the oil industry: International oil companies in global business*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315738925>
- Bridge, G. (2008). Global production networks and the extractive sector: Governing resource-based development. *Journal of Economic Geography*, 8(3), 389-419. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbn009>
- Carrillo-Carrillo, F., & Alcalde-Heras, H. (2020). Modes of innovation in an emerging economy: A firm-level analysis from Mexico. *Innovation*, 22(3), 334-352. <https://doi.org/10.1080/14479338.2020.1735395>
- Cimoli, M., & Porcile, G. (2011). *Learning, technological capabilities, and structural dynamics*. Oxford Handbooks Online. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199571048.013.0022>
- Costa, I., & de Queiroz, S. R. R. (2002). Foreign direct investment and technological capabilities in Brazilian industry. *Research Policy*, 31(8-9), 1431-1443. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(02\)00073-2](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(02)00073-2)
- Daneshy, A. (2003). Evolution of technology in the upstream oil and gas industry. *Journal of Petroleum Technology*, 55(5), 14-16. <https://doi.org/10.2118/0503-0014-jpt>
- Dastranj, N. (2020). Identifying the factors affecting technological learning in developing countries [In Persian]. *Roshd-e-Fanavari*, 16(61), 62-69. <http://www.roshdefanavari.ir/Article20751/>
- Dutrénit, G. (2004). Building technological capabilities in latecomer firms: A review essay. *Technology and Society*, 9(2), 209-241. <https://doi.org/10.1177/097172180400900202>
- Dutrénit, G., Natera, J. M., Anyul, M. P., & Vera-Cruz, A. O. (2019). Development profiles and accumulation of technological capabilities in Latin America. *Technological Forecasting and Social Change*, 145, 396-412. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.03.026>
- Ernst, D., Ganiatsos, T., & Mytelka, L. (2003). *Technological capabilities and export success in Asia*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203184226>
- Figueiredo, P. N. (2002). Does technological learning pay off? Inter-firm differences in technological capability-accumulation paths and operational performance improvement. *Research Policy*, 31(1), 73-94. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(01\)00106-8](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(01)00106-8)
- Figueiredo, P. N. (2008). Industrial policy changes and firm-level technological

- capability development: Evidence from Northern Brazil. *World development*, 36(1), 55-88. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2007.02.009>
- Figueiredo, P. N., & Piana, J. (2020). Technological learning strategies and technology upgrading intensity in the mining industry: Evidence from Brazil. *The Journal of Technology Transfer*, 46(3), 629-659. <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09810-9>
- Fitjar, R. D., & Rodríguez-Pose, A. (2013). Firm collaboration and modes of innovation in Norway. *Research policy*, 42(1), 128-138. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.05.009>
- Fransman, M. (1984). Technological capability in the Third World: An overview and introduction to some of the issues raised in this book. In Fransman M., King K. (Eds.), *Technological capability in the Third World* (pp. 3-30). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-1-349-17487-4_1
- Gao, X., Zhang, P., & Liu, X. (2006). Competing with MNEs: Developing manufacturing capabilities or innovation capabilities. *Journal of Technology Transfer*, 32(1-2), 87-107. <https://doi.org/10.1007/s10961-006-9002-2>
- Ghazinoory, S., Dastranj, N., Saghafi, F., Kulshreshtha, A., & Hasanzadeh, A. (2017). Technology roadmapping architecture based on technological learning: Case study of social banking in Iran. *Technological Forecasting and Social Change*, 122, 231-242. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.12.018>
- Ghazinoory, S. S., & Mohajeri, A. (2019). Technological Learning and Its Promotion Policies [In Persian]. *Journal of Science & Technology Policy*, 12(2), 439-454. http://jstp.nrisp.ac.ir/article_13711.html
- González-Pernía, J. L., Parrilli, M. D., & Peña, I. (2012). *Learning modes, types of innovation and economic performance* (No. 2012-R01). Orkestra Working Paper Series in Territorial Competitiveness. <https://mba.americaeconomia.com/sites/mba.americaeconomia.com/files/2012-r01wps.pdf>
- Green, D. W., & Willhite, G. P. (2018). *Enhanced oil recovery*. Society of Petroleum Engineers. <https://store.spe.org/Enhanced-Oil-Recovery-Second-Edition-P1076.aspx>
- Guo, A., He, Y., Chen, J. & Tao, T. T. (2008). Matching the STI/DUI mode of learning dynamically to realize continuous innovation: A case study of CIMC Group. *4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology*, 794-797. <https://doi.org/10.1109/icmit.2008.4654467>

- Guo, J., Guo, B., Zhou, J., & Wu, X. (2020). How does the ambidexterity of technological learning routine affect firm innovation performance within industrial clusters? The moderating effects of knowledge attributes. *Technological Forecasting and Social Change*, 55, 119990. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119990>
- Hansen, U. E., & Lema, R. (2019). The co-evolution of learning mechanisms and technological capabilities: Lessons from energy technologies in emerging economies. *Technological Forecasting and Social Change*, 140, 241-257. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.12.007>
- Hassani, H., Silva, E. S., & Al Kaabi, A. M. (2017). The role of innovation and technology in sustaining the petroleum and petrochemical industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 119, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.03.003>
- Hobday, M. (1995). East Asian latecomer firms: learning the technology of electronics. *World development*, 23(7), 1171-1193. [https://doi.org/10.1016/0305-750x\(95\)00035-b](https://doi.org/10.1016/0305-750x(95)00035-b)
- Hu, S., Wang, X., & Zhang, B. (2020). Are all innovation modes beneficial to firms' innovation performance? New findings from an emerging market. *Chinese Management Studies*, 14(4), 1015-1034. <https://doi.org/10.1108/cms-06-2019-0214>
- Isaksen, A., & Karlsen, J. (2010). Different modes of innovation and the challenge of connecting universities and industry: Case studies of two regional industries in Norway. *European Planning Studies*, 18(12), 1993-2008. <https://doi.org/10.1080/09654313.2010.516523>
- Isaksen, A., & Nilsson, M. (2013). Combined innovation policy: Linking scientific and practical knowledge in innovation systems. *European Planning Studies*, 21(12), 1919-1936. <https://doi.org/10.1080/09654313.2012.722966>
- Jensen, M. B., Johnson, B., Lorenz, E. & Lundvall, B. A. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, 36(5), 680-693. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.006>
- Kale, D. (2019). From small molecule generics to biosimilars: Technological upgrading and patterns of distinctive learning processes in the Indian pharmaceutical industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 145, 370-383. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.09.020>
- Kiamehr, M. (2013). Technological capabilities of supplying complex capital goods in developing countries: A case study of a company in Iran's hydroelectric industry [In Persian]. *Science and Technology Policy*, 6(1), 67-80.

http://jstpr.nrisc.ac.ir/article_12894.html

- Lake, L. W., Johns, R., Rossen, W. R., & Pope, G. A. (2014). *Fundamentals of enhanced oil recovery*. Society of Petroleum Engineers.
- Lall, S., Cantwell, J., & Zhang, Y. (2009). The co-evolution of international business connections and domestic technological capabilities: Lessons from the Japanese catch-up experience. *Transnational Corporations*, 18(2), 37-68.
<https://doi.org/10.18356/1be60b89-en>
- Lall, S., Navaretti, G. B., Teitel, S., & Wignaraja, G. (2016). *Technology and enterprise development: Ghana under structural adjustment*. Springer.
- Lee, J. J., & Yoon, H. (2015). A comparative study of technological learning and organizational capability development in complex products systems: Distinctive paths of three latecomers in military aircraft industry. *Research Policy*, 44(7), 1296-1313. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.03.007>
- Lee, K., & Lim, C. (2001). Technological regimes, catching-up and leapfrogging: Findings from the Korean industries. *Research policy*, 30(3), 459-483.
[https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(00\)00088-3](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(00)00088-3)
- Liao, S., Liu, Z., & Fu, L. (2019). Investigating open innovation strategies and firm performance: The moderating role of technological capability and market information management capability. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 35(1), 23-39.
<https://doi.org/10.1108/jbim-01-2018-0051>
- Lundvall, B.-Å., Vang, J., Joseph, K., & Chaminade, C. (2009). *Handbook of innovation systems and developing countries: Building domestic capabilities in a global setting*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781849803427>
- Malerba, F. (1992). Learning by firms and incremental technical change. *The economic journal*, 102(413), 845-859. <https://doi.org/10.2307/2234581>
- Mancini, L., & Paz, M. J. (2018). Oil sector and technological development: Effects of the mandatory research and development (R&D) investment clause on oil companies in Brazil. *Resources Policy*, 58, 131-143.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.04.006>
- Mazzoleni, R., & Nelson, R. R. (2007). Public research institutions and economic catch-up. *Research policy*, 36(10), 1512-1528. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.06.007>
- Minaee, M., Elahi, S., Majidpour, M., & Manteghi, M. (2020). How Industry's

- Characteristics Affect the Technological Catch-up by a Latecomer Firm? Case Study of an Iranian Automobile Firm [In Persian]. *Journal of Science & Technology Policy*, 47-66, (3)13. http://jstp.nrisp.ac.ir/article_13829.html
- Mirimoghadam, M., & Ghazinoory, S. (2017). An institutional analysis of technological learning in Iran's oil and gas industry: Case study of south Pars gas field development. *Technological Forecasting and Social Change*, 122, 262-274. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.12.004>
- Parrilli, M. D., & Radicic, D. (2021). STI and DUI innovation modes in micro-, small-, medium-and large-sized firms: Distinctive patterns across Europe and the US. *European Planning Studies*, 29(2), 1-23. <https://doi.org/10.1080/09654313.2020.1754343>
- Paz, M. J. (2014). Oil and development in Brazil: Between an extractive and an industrialization strategy. *Energy Policy*, 73, 501-511. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.06.021>
- Peerally, J. A., De Fuentes, C., & Figueiredo, P. N. (2019). Inclusive innovation and the role of technological capability-building: The social business Grameen Danone Foods Limited in Bangladesh. *Long Range Planning*, 52(6), 101843. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.04.005>
- Perrons, R. K. (2014). How innovation and R&D happen in the upstream oil & gas industry: Insights from a global survey. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 124, 301-312. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2014.09.027>
- Rosiello, A., & Maleki, A. (2021). A dynamic multi-sector analysis of technological catch-up: The impact of technology cycle times, knowledge base complexity and variety. *Research Policy*, 50(3), 104194. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104194>
- Saber, A., Elahi, S., Majidpour, M., Shayan, A. & Sahebkar Khorasani, S. (2019). Investigating the technological catchup efforts in biopharmaceutical firms of Iran [In Persian]. *Journal of Science & Technology Policy*, 11(4), 49-61. http://jstp.nrisp.ac.ir/article_13019.html
- Safdari Ranjbar, M., Rahmanseresht, H., Manteghi, M. & Ghazinoori, S. (2018). Investigating the windows of technological learning opportunities with complex products and systems in latecomer countries: Gas turbine industry in Iran [In Persian]. *Journal of Technology Development Management*, 6(3), 9-40. <https://doi.org/10.22104/JTDM.2019.3085.2058>
- Shen, Q., & Feng, K. (2010). From production capacity to technological capability:

- An institutional and organisational perspective. *International Journal of Technology Management*, 51(2/3/4), 258-281. <https://doi.org/10.1504/ijtm.2010.033805>
- Simensen, E. O. (2018). *Modes of innovation in mature industrial sectors—evidence from upstream petroleum* [Conference presentation]. DRUID Academy Conference, Odense, Denmark.
https://conference.druid.dk/acc_papers/4akztjo2g1qn3hdrefweurzken7zur.pdf
- Souzanchi Kashani, E., Kamjoo Bagheri, S., & Anvari, A. (2018). Examining the relations between firm's growth and the growth of technological capabilities in the aerospace industry: What are the characteristics of high-growth knowledge based Firms? [In Persian]. *Journal of Science & Technology Policy*, 11(1), 53-67. http://jstp.nrisp.ac.ir/article_13001.html
- Stewart, F. (1979). *International technology transfer: Issues and policy options*. World Bank.
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/581801468765906402/pdf/multi-page.pdf>
- Tarighi, S., & Shavvalpour, S. (2021). Technological development of E&P companies in developing countries: An integrative approach to define and prioritize customized elements of technological capability in EOR. *Resources Policy*, 72, 102051. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102051>
- Tarighi, S., Shavvalpour, S., & Sobhanifard, Y. (2020). Extracting policies for technological capability development of Iranian E&P companies in EOR sector [In Persian]. *Journal of Science & Technology Policy*, 13(3), 29-45. http://jstp.nrisp.ac.ir/article_13828.html
- Thomä, J. (2017). DUI mode learning and barriers to innovation-A case from Germany. *Research Policy*, 46(7), 1327-1339. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.06.004>
- Woiceshyn, J., & Daellenbach, U. (2005). Integrative capability and technology adoption: Evidence from oil firms. *Industrial and Corporate Change*, 14(2), 307-342. <https://doi.org/10.1093/icc/dth053>
- Wood, D., & Weigel, A. (2011). Building technological capability within satellite programs in developing countries. *Acta Astronautica*, 69(11-12), 1110-1122. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2011.06.008>