

Formation and Evolution of Basic Design Capability in Mapna-boiler as a Latecomer System Integrator

**Mohammad Reza Arasti¹, Mahdi Khaleghi^{2*},
Azita Karamipour³, Alireza Aslani⁴,
Mohammad Mahdi Zolfagharzadeh⁵**

1- Professor at graduate school of management & Economics & founder of CRiTiMiX (Center for Research in Technology & Innovation Management in complex industrial systems) at Sharif University of technology

2- PhD candidate in Science & technology policy in management faculty at University of Tehran & Resercher in CRiTiMiX (Center for Research in Technology and Innovation Management in complex industrial systems) at Sharif University of Technology,

3- Postdoc researcher in CRiTiMiX (Center for Research in Technology & Innovation Management in complex industrial systems) at Sharif University of technology,

4- Associate professor at faculty of new Sciences & technologies at University of Tehran

5- Assistant professor at faculty of management at University of Tehran

Abstract

Capability is one of the core concepts in strategy literature. Moreover, it is widely used to explain why latecomer firms can't succeed in design and development of complex systems. There has been many efforts and significant progress in regard of capability but it is conceptualization and usage in empirical researches are problematic yet. In this paper a framework for operationalization of capability concept has been developed. Using the proposed framework, the process of formation and evolution of design capability in a latecomer system integrator has been investigated through a case study. For this purpose, acquisition and improvement of knowledge, tools and skills as micro-foundations of design capability and their integration has been under focus. In addition

to show usability of our proposed framework, this case study provides a better understanding of how a firm's context and motivation affects on formation and evolution of its capabilities. Results of this research, are also a good guide for managers in regard of their plans for acquisition and improvement of required micro-foundations and the way they are integrated as a capability.

Keywords: Capability, Microfoundations of capability, Basic Design, Complex systems, Case study, Mapna-Boiler

* Corresponding author: Khaleghi.m@ut.ac.ir



تکوین توانمندی طراحی پایه در شرکت مپنا بویلر به عنوان یک بنگاه یکپارچه ساز دیرآمده

محمد رضا آراستی^۱، مهدی خالقی^{۲*}، آرزیتا کرمی پور^۳، علیرضا اصلانی^۴، محمدمهدی ذوالفقارزاده^۵

۱- دانشیار دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه صنعتی شریف و رییس مرکز مطالعات مدیریت فناوری و نوآوری در سیستم‌های پیچیده (CRiTiMiX)،

۲- دانشجوی دکترای سیاست‌گذاری علم و فناوری، دانشگاه تهران

۳- محقق پسادکتر در مرکز مطالعات مدیریت فناوری و نوآوری در سیستم‌های پیچیده صنعتی (CRiTiMiX)

۴- دانشیار دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران

۵- استادیار دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران

چکیده

توانمندی یکی از مفاهیم کلیدی حوزه راهبرد است. به علاوه، مفهوم توانمندی برای توضیح عدم موفقیت بنگاه‌های دیرآمده در طراحی و توسعه سامانه‌های پیچیده، بسیار مورد توجه قرار دارد. علی‌رغم تلاش‌های بسیار صورت گرفته و پیشرفت‌های نظری قابل توجه در مورد توانمندی، هنوز مفهوم‌پردازی و به‌کارگیری آن در عمل، با مشکل روبه‌رو است. در این مقاله، چارچوبی برای عملیاتی کردن مفهوم توانمندی توسعه داده شده و با استفاده از چارچوب پیشنهادی، فرآیند شکل‌گیری و رشد توانمندی طراحی در یک بنگاه یکپارچه‌ساز سامانه دیرآمده، در قالب یک مطالعه موردی بررسی شده است. به این منظور، نحوه فراهم آمدن و ارتقای دانش، مهارت و ابزار به‌عنوان ریزبنیان‌های توانمندی طراحی و نحوه ترکیب آن‌ها مورد توجه قرار گرفته است. علاوه بر نشان دادن کاربردپذیری چارچوب پیشنهادی، این مطالعه موردی شناخت بهتری از نحوه اثرگذاری شرایط زمینه‌ای و انگیزه بنگاه‌ها بر فرآیند شکل‌گیری و رشد توانمندی‌ها ارائه می‌کند. نتایج به‌دست‌آمده، همچنین راهنمای مناسبی برای مدیران بنگاه‌ها در برنامه‌ریزی برای کسب و ارتقای ریزبنیان‌های مورد نیاز و چگونگی ترکیب آن‌ها برای شکل‌گیری و رشد توانمندی است.

کلیدواژه‌ها: توانمندی، ریزبنیان‌های توانمندی، طراحی پایه، سامانه‌های پیچیده، مطالعه موردی، مپنا بویلر

برای استنادات بعدی به این مقاله، قالب زیر به نویسندگان محترم مقالات پیشنهاد می‌شود:

Arasti, M.R., Khaleghi, M., Karamipour, A., Aslani, A., & Zolfagharzadeh, M.M. (2020). **Formation and Evolution of Basic Design Capability in Mapna-boiler as a Latecomer System Integrator.** *Journal of Science & Technology Policy*, 12(4), 1-18. {In Persian}.

DOI: 10.22034/jstp.2020.12.4.1224

۱- مقدمه

مراتب ارزش افزوده بالاتری ایجاد کرده و در نتیجه توسعه اقتصادی بیشتری به همراه دارد [۱-۳]. در نوآوری و توسعه سامانه‌های پیچیده، مهمترین نقش را بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سامانه بر عهده دارند [۴]. رویکرد بنگاه‌های دیرآمده یکپارچه‌ساز در کشورهای درحال توسعه برای طی مسیر همپایی، معمولاً به این صورت است که فعالیت‌هایشان را از

نتایج تحقیقات نظری و تجربی نشان می‌دهد که نوآوری پیشران اصلی رشد و توسعه اقتصادی و عامل افزایش درآمد سرانه کشورها است [۱، ۲]. نوآوری در محصولات پیچیده، به

DOI: 10.22034/ jstp.2020.12.4.1224

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: Khaleghi.m@ut.ac.ir

سوم، روش تحقیق این پژوهش را توضیح می‌دهد. در بخش چهارم، نتایج مطالعه موردی ارائه می‌شود و بخش پنجم به بحث و نتیجه‌گیری از نتایج به دست آمده، تبیین محدودیت‌های این مطالعه و تشریح فرصت‌های قابل پیشنهاد برای تحقیقات آتی، اختصاص یافته است.

۲- مروری بر مبانی نظری و پیشینه تحقیق

در دهه‌های گذشته، بخش قابل توجهی از تحقیقات در حوزه راهبرد به ماهیت و اهمیت توانمندی سازمان‌ها پرداخته؛ اما علی‌رغم پیشرفت نظری قابل توجه و تلاش بسیار برای توسعه این مفهوم، هنوز عملیاتی کردن و به‌کارگیری توانمندی‌ها در عمل با مشکل روبرو است [۱۳]. پیشینه تحقیقاتی رویکرد منبع‌محور عمدتاً به تحلیل توانمندی‌ها در سطح کلان پرداخته و به‌طور کلی شکل‌گیری و رشد آن‌ها را نتیجه فرآیند یادگیری سازمانی می‌داند [۱۱-۱۲] بدون آن‌که نحوه فراهم آمدن مؤلفه‌ها و ترکیب آن‌ها برای شکل‌گیری یک توانمندی را در سطح خرد تبیین کرده و یا نحوه ارتقای مستقل هر یک از مؤلفه‌ها و رشد توانمندی حاصل از آن را مورد توجه قرار دهد. البته در سال‌های اخیر تعدادی از محققین به اهمیت تحلیل توانمندی‌ها در سطح خرد اشاره و به شناسایی ریزبنیان‌های^۱ توانمندی‌ها پرداخته‌اند [۱۱]. این مقاله با در نظر قرار دادن سطح خرد، بنا دارد چارچوبی را برای تحلیل نحوه شکل‌گیری و رشد توانمندی طراحی پایه در ارتباط با محصولات پیچیده توسعه دهد.

نظرات مختلفی در مورد ریزبنیان‌های توانمندی‌ها وجود دارد. لئونارد-بارتون^۲، مهارت‌ها و پایه‌های دانش را (که یا در درون افراد نهفته‌اند و یا در قالب سامانه‌های فنی بروز می‌یابند) به عنوان هسته توانمندی‌ها پیشنهاد می‌کند [۱۴]. پراهال^۳ و هم^۴ [۱۵] و لال^۵ [۷] توانمندی‌ها را تنها به‌عنوان مجموعه‌ای از مهارت‌ها و دانش در نظر گرفته‌اند. گستره ریزبنیان‌ها در پیشینه تحقیقاتی از عناصر فنی و سازمانی صرف، گسترده‌تر است [۱۶] و برای مثال شامل برخی ویژگی‌های مهم شخصی افراد به‌ویژه مدیران نیز می‌شود

پایین دست زنجیره ارزش صنعتشان آغاز می‌کنند [۵] که شامل فعالیت‌هایی با پیچیدگی و مخاطرات فنی و مالی کمتر است [۶]. سپس بنگاه‌های مزبور در صورت فراهم شدن شرایط مورد نیاز، سعی می‌کنند فعالیت‌هایشان را در طول زنجیره ارزش مربوطه، گسترده‌تر کنند تا از ارزش افزوده و مزایای راهبردی بیشتری برخوردار شوند [۵،۷]. فعالیت‌های طراحی از جمله فعالیت‌های بالادست زنجیره ارزش صنایع هستند که معمولاً ارزش افزوده بالایی را به‌همراه دارند [۸]؛ اما بنگاه‌های دیرآمده به‌ندرت به این سطح از فعالیت، علی‌الخصوص طراحی پایه و همچنین فعالیت‌های بالادست آن شامل معماری سامانه و طراحی مفهومی رسیده‌اند [۵،۹،۱۰]. پیشینه تحقیقاتی فرارسی و پیشینه تحقیقاتی سامانه‌های پیچیده، مهمترین مانع بنگاه‌های دیرآمده در طراحی و توسعه سامانه‌های پیچیده را کمبود توانمندی‌های فناورانه مورد نیاز برشمرده‌اند [۹-۱۰]. هدف این مقاله آن است که توضیح دهد چرا توانمندی‌های طراحی سامانه‌های پیچیده به ندرت در بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سامانه دیرآمده شکل گرفته و ارتقا یافته‌اند.

اغلب تحقیقات صورت‌گرفته قبلی، توانمندی‌ها را حاصل یادگیری سازمانی قلمداد کرده و صرفاً در سطح کلان و در قالب یک جعبه سیاه تحلیل کرده‌اند [۱۱-۱۲]. در واقع نحوه شکل‌گیری و رشد توانمندی‌های سازمانی در پیشینه تحقیقاتی مربوطه تاکنون در سطح خرد به خوبی مورد بررسی قرار نگرفته است [۱۰]. بنابراین در این مقاله تلاش خواهیم کرد چارچوب جدیدی را برای عملیاتی کردن مفهوم توانمندی‌های سازمانی پیشنهاد کرده و با استفاده از آن طی یک مطالعه موردی عمیق، نحوه شکل‌گیری و رشد توانمندی طراحی پایه و عوامل مؤثر در این زمینه را در یک بنگاه یکپارچه‌ساز سامانه دیرآمده در سطح خرد مورد بررسی قرار دهیم. چنین چارچوبی می‌تواند در فهم بهتر توانمندی‌ها مفید واقع شود و ابهامات مفهومی پیرامون آن در پیشینه تحقیقاتی مربوطه را نیز کاهش دهد. به‌علاوه این مقاله می‌تواند دلایل عدم موفقیت بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سامانه دیرآمده در ایجاد و رشد توانمندی‌های طراحی را نیز تبیین نماید.

در بخش دوم مقاله، ضمن مرور مختصر پیشینه تحقیقاتی، چارچوب مفهومی مورد نیاز را توسعه خواهیم داد. بخش

¹ Micro Elements

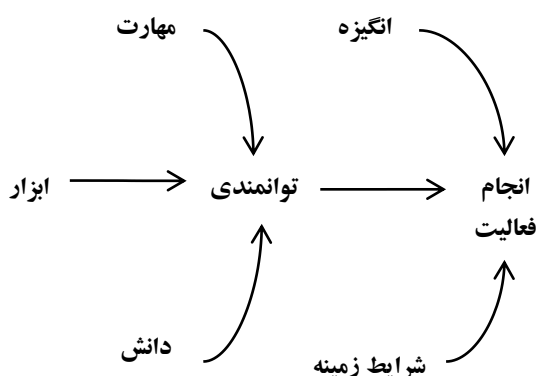
² Leonard-Barton

³ Prahalad

⁴ Hamel

⁵ Lall

فعالیت آن است که علاوه بر وجود توانمندی مورد نیاز، بنگاه انگیزه انجام آن فعالیت را داشته و شرایط زمینه‌ای لازم هم فراهم باشد. لذا در بررسی عدم موفقیت بنگاه‌های دیرآمده یکپارچه‌ساز در انجام فعالیت‌های طراحی بالادستی، علاوه بر وجود توانمندی‌های طراحی که عاملی بسیار مهم و نقطه تمرکز این مقاله است، همزمان باید به انگیزه و شرایط زمینه‌ای بنگاه مورد نظر نیز توجه کنیم.



شکل ۱) چگونگی انجام یک فعالیت بر اساس چارچوب مفهومی اولیه

۳- روش تحقیق

رویکرد این مقاله در توسعه نظری، منطق پس‌کاوی^۸ است. پیش‌فرض این رویکرد آن است که واقعیات و پدیده‌ها واجد الگوهای خاصی هستند که در پس رویدادهای پراکنده و قابل مشاهده پنهان شده‌اند [۲۲]. در این رویکرد معمولاً داده‌ها برای کشف ابعاد مختلف یک پدیده، شناسایی تم‌ها و توضیح الگوها گردآوری می‌شوند تا بتوان بر اساس آن‌ها نظریه جدیدی ارائه کرد یا یک نظریه موجود را اصلاح کرد. این رویکرد با مشاهده یک واقعیت شگفت‌انگیز^۹ آغاز می‌شود که تلاش داریم تبیین قابل قبولی^{۱۰} در مورد دلایل شکل‌گیری آن فراهم آوریم [۲۳]. در این مقاله بنا داریم با استفاده از رویکرد پس‌کاوی، تبیین قابل قبولی از نحوه شکل‌گیری و رشد توانمندی طراحی پایه را در یک بنگاه یکپارچه‌ساز سامانه دیرآمده در قالب یک مطالعه موردی تفصیلی و عمیق ارائه دهیم. دلیل انتخاب راهبرد مطالعه موردی آن است که سؤالات این پژوهش عمدتاً از نوع سؤالات چگونگی هستند

[۱۷]. کریستنسن^۱ و کافمن^۲ [۱۸] در این زمینه بر روی منابع فرآیندها و اولویت‌ها تأکید دارند. فلین^۳ و همکاران [۱۱] افراد، فرآیندها و ساختارها را به عنوان سه گروه اصلی ریزبنیان‌ها شناخته‌اند. پورتر^۴ [۱۹] و درجر^۵ [۲۰] وقتی راجع به توانمندی‌های فناورانه صحبت می‌کنند، به دانش، سخت‌افزار و مهارت‌ها اشاره دارند.

هدف این مقاله فراهم کردن بینشی عمیق‌تر برای مدیران از نحوه شکل‌گیری و رشد توانمندی طراحی پایه در بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سامانه به عنوان مبنایی برای تدوین برنامه‌های ارتقای توانمندی آن‌ها است. بنابراین، به نظر ایده خوبی می‌رسد که عناصری را که داخل بنگاه و تحت کنترل مدیران بنگاه هستند، از آن‌ها که مانند زیرساخت‌های ملی در محیط بیرونی قرار دارند، جدا کنیم. باید توجه داشت که ما توانمندی طراحی را به عنوان یک توانمندی فناورانه^۶ مورد تحلیل قرار داده‌ایم؛ به همین دلیل، سه مؤلفه دانش، مهارت و ابزار را به عنوان ریزبنیان‌های توانمندی‌های فناورانه در نظر گرفته‌ایم که با هم تعامل می‌کنند تا یک فعالیت، زیرفعالیت و یا حتی یک وظیفه ساده به اجرا درآید. به‌طور خلاصه تعریف ما از توانمندی (فناورانه) در این مقاله به شرح زیر است:

ترکیب فراهم آمده‌ای از دانش، ابزار و مهارت که امکان انجام مجموعه مشخصی از فعالیت‌ها را به سازمان می‌دهد.

نظریه شناخته‌شده AMO^۷ در علم رفتارشناسی که محرک عملکرد فردی را سه عنصر "توانمندی، انگیزه و شرایط زمینه‌ای" می‌داند، برای توضیح عملکرد بنگاه‌ها نیز مورد استفاده قرار گرفته است [۷ و ۲۱]. شکل ۱ بر مبنای چارچوب سه‌گانه مذکور و با در نظر گرفتن دانش، ابزار و مهارت به عنوان سه ریزبنیان توانمندی‌های فناورانه، چارچوب مفهومی مورد نیاز برای مطالعه نحوه شکل‌گیری و رشد توانمندی طراحی یک سامانه پیچیده در یک بنگاه دیرآمده ایرانی را فراهم آورده است. بر اساس این چارچوب، وجود دانش، ابزار و مهارت مورد نیاز، امکان انجام فعالیت طراحی پایه را برای بنگاه فراهم می‌کند اما شرط کافی برای انجام هر

^۱ Christensen

^۲ Kaufman

^۳ Felin

^۴ Porter

^۵ Drejer

^۶ Technological Capability

^۷ Ability, Motivation, Opportunity

^۸ Retroductive logic

^۹ Surprising fact

^{۱۰} Plausible explanation

در این پژوهش از روش مصاحبه نیمه ساختاریافته بهره گرفته ایم. تمام افراد (مدیران و کارشناسان) مرتبط با حوزه های طراحی و توسعه محصول، به عنوان جامعه مورد نظر این پژوهش در نظر گرفته شده اند. با توجه به محدودیت جامعه هدف از نظر تعداد و همچنین سطح تخصص افراد، با استفاده از روش نمونه گیری هدفمند، ۶ نفر از مهندسان و مدیران ارشد شرکت مینابویلر که به طور مستقیم در طراحی بویلر دخالت دارند، انتخاب شده و در بازه زمانی زمستان سال ۱۳۹۵ لغایت بهار سال ۱۳۹۶ مورد مصاحبه قرار گرفته اند. متوسط زمان هر مصاحبه بین ۱،۵ تا ۲ ساعت بوده و تمام مصاحبه ها با کسب اجازه از مصاحبه شونده، ضبط و پیاده شده اند.

کیفیت مطالعات موردی بر اساس چهار آزمون روایی مفهومی، روایی درونی، روایی بیرونی و پایایی مورد ارزیابی قرار می گیرد [۲۵]. در این راستا، مرور گسترده ای بر پیشینه های تحقیقاتی مرتبط و ترکیب آن ها موجب ارائه یک چارچوب مفهومی و تعریف عملیاتی روشن از توانمندی طراحی پایه و شناسایی ریزبنیان های آن شد. همچنین چارچوب مفهومی و تعریف عملیاتی توسعه داده شده، طی جلسات متعددی در مرکز مطالعات مدیریت فناوری و نوآوری در سامانه های پیچیده صنعتی (کریتمیکس^۵) با حضور حداقل ۶ نفر از دانشجویان مقطع دکترا، ۵ نفر از اساتید داخلی و ۳ نفر از اساتید بین المللی در حوزه های مرتبط، مورد بررسی قرار گرفت (روایی مفهومی و بیرونی). روایی درونی نیز با استفاده از روش مدل های منطقی که در ادامه، گزارش آن ارائه خواهد شد، فراهم شد. با هدف کسب آمادگی لازم برای انجام مصاحبه ها و دستیابی به برخی اطلاعات تکمیلی در رابطه با نمونه مورد مطالعه نظیر آشنایی با تاریخچه شرکت مینابویلر، آشنایی با بویلر به عنوان یک سامانه پیچیده و زیرسامانه های آن، آشنایی کلی با فعالیت طراحی بویلر و آشنایی با پروژه های مینابویلر در حوزه بویلرهای بازیافت حرارت، گزارش های رسمی شرکت و همچنین اطلاعات مرتبط در تارنمای اینترنتی تا حد امکان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج اولیه مطالعه موردی توسط دو

و از طرفی هم محققین قصد و امکان کنترل نحوه شکل گیری و رشد توانمندی طراحی پایه در بنگاه های یکپارچه ساز سامانه دیرآمده را ندارند. همچنین، مطالعات تجربی توانمندی های سازمانی در پیشینه تحقیقاتی مربوطه نیز معمولاً با استفاده از روش های کیفی و در قالب مطالعات موردی صورت گرفته اند [۱۰ و ۲۴].

شرکت مهندسی و ساخت بویلر و تجهیزات مینا (مینابویلر) در سال ۱۳۷۸ برای پاسخگویی به بخشی از تقاضای روبه رشد بویلرهای بازیافت حرارت^۱ در داخل کشور به عنوان یکی از شرکت های تحت پوشش گروه صنعتی مینا تأسیس شد. این شرکت توانسته است طی دو دهه اخیر به سطح قابل توجهی از توانمندی های طراحی بویلر و حتی توانمندی طراحی پایه دست یابد و بر این اساس تا ابتدای سال ۱۳۹۹، تعداد ۵۴ پروژه را برعهده گرفته است. این شرکت در حال حاضر بیشترین سهم از بازار بویلرهای افقی بازیافت حرارت داخل کشور را در اختیار دارد و پروژه های معدودی را هم در کشورهای منطقه طراحی و اجرا کرده است. بویلر یک سامانه پیچیده صنعتی است. مینابویلر به عنوان یک بنگاه دیرآمده یکپارچه ساز ایرانی واجد توانمندی طراحی پایه، یک نمونه شگفت انگیز محسوب می شود که بررسی آن با استفاده از چارچوب فوق می تواند فهم بهتری از چگونگی شکل گیری و رشد توانمندی طراحی پایه به همراه داشته باشد. از طرفی با موافقت مدیران ارشد شرکت مینابویلر با انجام مطالعه موردی، دسترسی به اطلاعات مورد نیاز هم امکان پذیر شد.

هدف این مقاله عمدتاً توصیفی-توضیحی^۲ است یعنی تلاش دارد تا نحوه اکتساب دانش، مهارت و ابزار مورد نیاز (به عنوان ریزبنیان های توانمندی طراحی) و نحوه ترکیب آن ها به منظور شکل گیری توانمندی طراحی پایه و ارتقای آن ها، همچنین انگیزه های بازیگران مختلف و شرایط زمینه ای موجود را در قالب روایتی تاریخی^۳ تبیین کند. بنابراین سطح تحلیل بنگاه و واحد تحلیل در این مطالعه موردی "توانمندی طراحی" است. این پژوهش از لحاظ زمانی مقطعی^۴ است؛ زیرا در مقطع زمانی خاص و به صورت یک مرحله ای انجام شده است.

⁵ CRITiMiX: Center for Research in Technology & Innovation Management in complex industrial systems, Management & Economics Faculty, Sharif University of Technology.

¹ HRSG: Heat Recovery Steam Generator

² Descripto - Explanatory

³ Chronologic

⁴ Cross-Sectional

راندمان کلی نیروگاه را تا حدود ۶۲٪ بالا می‌برد. شکل ۲ نمودار یک بویلر را در کنار توربین گازی متصل به آن نشان می‌دهد. بویلر در شکل ابتدایی خود شامل لوله‌هایی است که آب و یا بخار را درون مسیر جریان داغ گاز جابه‌جا می‌کند و در سطح اول شکست شامل زیرسامانه‌های اکونومایزر^۲، هوازدا، پمپ‌ها، اوپراتور^۳ یا درام^۴ و سوپرهیتر^۵ است.

تلاش‌های قبلی بازیگران بین‌المللی صنعت بویلر برای دستیابی به عوامل کلیدی موفقیت شامل راندمان، ظرفیت، اندازه و قیمت رقابتی به شکل‌گیری دو طرح غالب افقی و عمودی منجر شده‌است. این دو معماری غالب، مدت مدیدی است که تثبیت شده‌اند و رقابت و تمایز در صنعت بویلر از تفاوت در چیدمان و مسیرهای جریان (جریان آب و بخار داخل بویلر) و همچنین بهینه‌سازی طراحی پایه (تغییرات جزئی در طراحی پایه) ذیل هریک از دو معماری مزبور حاصل می‌شود.

شرکت مینابویلر حدود ۲۰ سال پیش برای پاسخگویی به بخشی از نیاز روبه‌رشد کشور به بویلر تأسیس شد و در حال حاضر بیشترین سهم از بازار داخل را در اختیار دارد که برای پاسخگویی به تقاضای موجود از بویلرهای بازیافت حرارت افقی تک فشاره و دو فشاره در کنار توربین‌های گازی کلاس E^۱ استفاده می‌نماید. در ادامه این بخش، روند شکل‌گیری و رشد توانمندی طراحی بویلر در شرکت مینابویلر را بر مبنای چارچوب پیشنهادی، بررسی خواهیم کرد.

۴-۲ معرفی فعالیت طراحی پایه در شرکت مینابویلر

در مورد شکست فعالیت طراحی سامانه به زیرفعالیت‌های آن، مدل‌های مختلفی در پیشینه تحقیقاتی مربوطه معرفی شده و زیرفعالیت‌های گوناگونی هم در این رابطه مورد اشاره قرار گرفته‌اند [۲۶]. در این بین تفکیک زیرفعالیت‌های طراحی به فعالیت‌های مربوط به سطح سامانه و سطح اجزا بسیار مورد توجه می‌باشد [۲۷]. با این وجود، توافقی در خصوص نحوه تجزیه فعالیت طراحی سامانه‌ها در پیشینه تحقیقاتی وجود ندارد [۲۶] و از طرفی هم ممکن است نحوه انجام این

نفر از مدیران مطلع در شرکت مینابویلر مورد بازبینی قرار گرفت و بعلاوه در یک جلسه با حضور مصاحبه‌شوندگان و گروه دیگری از افراد مطلع که مورد مصاحبه قرار نگرفته‌بودند، مورد بحث و بررسی قرار گرفت (پایایی). همچنین تمام مصاحبه‌های صورت‌گرفته با حضور یک تیم پژوهشی سه نفره انجام شده است. در ادامه، داده‌ها توسط دو پژوهشگر به صورت مستقل تحلیل شده‌است. نتایج حاصل از دو تحلیل جداگانه توسط پژوهشگر سوم مورد بررسی و سازگاری آن مورد تأیید قرار گرفت. این موضوع حاکی از پایایی پژوهش در مرحله تحلیل داده‌ها است.

روش تحلیلی مورد استفاده در این پژوهش، تحلیل درونمایه، روشی پایه‌ای برای تحلیل داده‌های کیفی محسوب می‌شود [۲۵]. در این مقاله، کدگذاری مبتنی بر چارچوب مفهومی پژوهش انجام شد و در مرحله بعد، جستجوی درونمایه‌ها، پالایش آن‌ها و درک روابط میان آن‌ها انجام شد. در آخرین مرحله، تحلیل درونمایه‌های حاصل از مطالعه موردی در قالب یک مدل منطقی صورت گرفت که این روش، سلسله‌ای از رویدادها و روابط علت و معلولی میان آن‌ها را در یک بازه زمانی مورد بررسی قرار می‌دهد [۲۳-۲۵].

۴- بررسی نحوه شکل‌گیری و رشد توانمندی طراحی

بویلرهای افقی بازیافت حرارت در شرکت مینابویلر

۴-۱ معرفی بویلرهای بازیافت حرارت و صنعت مربوطه

طی دهه‌های اخیر، دولتها و صنایع با چالش افزایش ظرفیت تولید انرژی خود به منظور همگام بودن با رشد اقتصادی و در عین حال، به حداقل رساندن اثرات مخرب زیست محیطی مواجهند. بویلر زیرسامانه‌ای از یک ابرسامانه^۱ (نیروگاه سیکل ترکیبی) است که برای تولید انرژی نسبتاً پاک و با راندمان مناسب مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا روی‌آوری به سمت گزینه‌های پاک‌تر و بهینه‌تر تبدیل انرژی، به رشد تقاضای پایدار برای بویلرهای بازیافت حرارت منجر شده است.

بویلر بازیافت حرارت با دریافت خروجی یک توربین یا موتور دیزلی و یا گازی، گرمای اضافی باقیمانده در آن را بازیابی و با استفاده از آن، تولید بخار می‌کند. بخار تولید شده در یک سیکل ترکیبی توسط یک توربین بخار به برق تبدیل و

^۲ Economizer

^۳ Evaporator

^۴ Drum

^۵ Super heater

^۶ در ادامه مقاله به جای عبارت "بویلرهای افقی بازیافت حرارت تک فشاره و دو فشاره" از عبارت تلخیص شده "بویلر" استفاده می‌کنیم.

^۱ System of systems

فیزیکی مربوطه تبدیل می‌شوند. در ادامه، همه زیرفعالیت‌های مورد نیاز از جمله اجرا در قالب پایلوت، تهیه نرم افزار و اسناد و مدارک طراحی و ... صورت می‌پذیرد تا بن‌سازه‌ای^۳ مشترک برای دسته‌ای از پروژه‌های هدف مشابه شکل بگیرد. سپس هنگام اجرای هر پروژه، طراحان پایه "ثانویه" در قالب تیمی مجزا به‌عنوان کاربر بن‌سازه طراحی‌شده، طراحی پایه "اولیه" را بر اساس ویژگی‌های خاص هر پروژه بازطراحی و مشخصات اصلی زیرسامانه‌ها (معمولاً مشخصات فیزیکی) را بهینه‌سازی می‌کنند. شکل ۳، نشان‌دهنده شکست فعالیت طراحی بویلر در سطح اول، شکست زیرفعالیت طراحی ثانویه در سطح دوم و همچنین شکست زیرفعالیت طراحی پایه ثانویه در سطح سوم بر مبنای نتایج حاصل از مطالعه مورد مپنا بویلر است که این نوع شکست در سطح صنعت بویلر نیز شناخته شده و اغلب بازیگران این صنعت، فعالیت‌های طراحی خود را بر اساس آن، سامان داده‌اند.

در زیرفعالیت طراحی پایه ثانویه، اطلاعاتی شامل ورودی‌های بویلر (دما و فشار دود ورودی و ...)، مشخصات هدف (دما، دبی و فشار بخار خروجی و ...) و محدودیت‌های حاکم بر طراحی دریافت می‌شوند. این زیرفعالیت با توجه به تأثیراتی که عملکرد کلی بویلر از حوزه‌های^۴ مختلف می‌پذیرد و نمونه‌های مختلف عملکردی برای شرایط مختلف کاری، خروجی‌های مختلفی شامل تعیین اجزا و سطوح حرارتی و چیدمان کلی آن‌ها (نقشه اجزای بویلر به شکل عمومی)، مشخصات اجزا مثل جنس و اندازه‌ها (ضخامت، تعداد، طول و قطر اجزای مربوطه) و تعاملات اجزا مانند سرعت‌ها و ... را در قالب حدود ۲۰ مدرک طراحی به‌عنوان نقاط ثابت مورد نیاز دیگر حوزه‌های طراحی تدوین می‌نماید.

کارشناسان خبره شرکت مپنا بویلر معتقدند حداقل در بازه زمانی میان‌مدت، طراحی مفهومی و معماری بویلرهای افقی و عمودی به‌عنوان معماری غالب دچار تغییر اساسی نخواهند شد. توانمندی‌های طراحی شرکت مپنا بویلر در میان مدت باید از راهبرد شرکت در بازار هدف فعلی پشتیبانی کند. این بازار شامل بویلرهای افقی مورد نیاز نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با توربین‌های گازی کلاس E و شرایط کاری معمولی است.

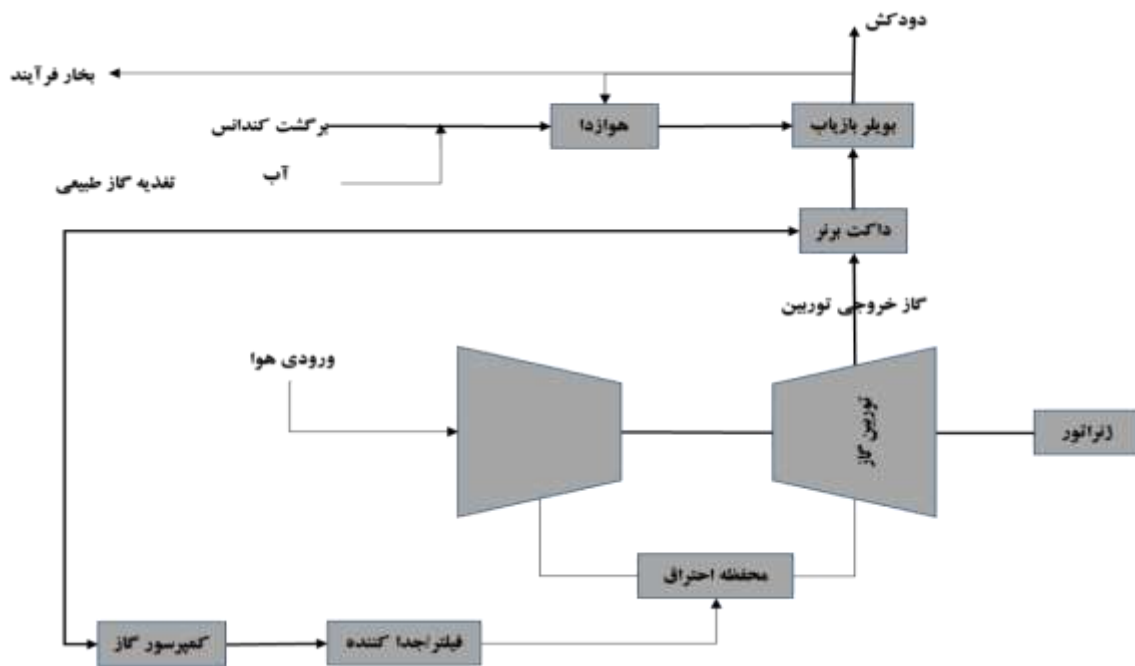
فعالیت در صنایع مختلف و با توجه به ویژگی‌های محصول یا بنگاه، متفاوت باشد [۲۸].

مطالعه موردی شرکت مپنا بویلر نشان داد که احتمالاً تقسیم‌بندی زیرفعالیت‌ها به طراحی سطح سامانه و سطح اجزا بیشتر مناسب محصولاتی با طراحی چندپارچه^۱ است و در بویلرها که طراحی یکپارچه و چندرشته‌ای^۲ دارند، امکان چنین تفکیکی وجود ندارد؛ زیرا مهمترین کارکرد بویلرها که تبادل حرارتی است از یک طرف حاصل تعامل اجزای مختلف آن است تا یک جزء مشخص و از طرفی هم از جزئیات طراحی اجزای مزبور، تأثیر قابل توجهی می‌پذیرد. پس جزئیات طراحی اجزا تأثیر کلیدی روی عملکرد تبادل حرارتی بویلرها دارد. بنابراین بخشی از فعالیت طراحی در سطح سامانه حتماً باید با در نظر گرفتن اثرات جزئیات طراحی اجزا و تعاملات آن‌ها به‌صورت پیوسته با طراحی اجزا صورت پذیرد. از طرفی هم جنبه‌های مختلف طراحی بویلرها از جمله طراحی حرارتی، فرآیندی، کنترلی، سازه و ... را می‌توان تا حد مناسبی از هم تفکیک کرد. بنابراین شکست فعالیت طراحی و ساختار سازمانی متناظر آن در صنعت بویلر معمولاً در قالب حوزه‌های مختلف طراحی صورت می‌گیرد. البته هریک از این جنبه‌ها تعاملات قابل توجهی با طراحی حرارتی به‌عنوان مهمترین جنبه کارکرد بویلرها دارند و لذا طراحی حرارتی که دارای اثرات قابل توجهی هم در عملکرد کلی بویلر می‌باشد، "طراحی پایه" هم نامیده می‌شود؛ زیرا ورودی دیگر جنبه‌های طراحی را هم فراهم می‌نماید.

ورودی‌های طراحی بویلر نتیجه طراحی‌های صورت‌گرفته در سطح ابرسامانه (نیروگاه سیکل ترکیبی) هستند که ممکن است با توجه به اقتضات خاص هر پروژه، متفاوت باشند. به منظور جلوگیری از دوباره‌کاری و کاهش هزینه‌ها، طراحی و توسعه بویلرها در دو مرحله کلی صورت می‌گیرد؛ در طراحی اولیه که غالباً در واحدهای تحقیق و توسعه و با استفاده از یک تیم چندرشته‌ای انجام می‌شود، بر اساس چیدمان مورد استفاده در دسته‌ای از پروژه‌های مشابه که از ورودی‌های دریافتی از توربین گاز (سامانه بالادستی) ناشی شده‌است، مشخصات اصلی کارکردی زیرسامانه‌های بویلر تعیین و به مشخصات

³ Platform
⁴ Disciplines

¹ Modular
² Multi-disciplinary



شکل ۲) نمودار کلی یک بویلر بازیافت حرارت در کنار توربین گازی متصل به آن

طی مصاحبه‌ها ارائه شده و بخشی از درونمایه‌های استخراج شده از مصاحبه‌ها نیز به‌عنوان نمونه در جدول ۱ ارائه شده است.

الف) مرحله پیش از عقد قرارداد همکاری با شرکت دوسان

در انتهای دهه ۱۳۷۰ و ابتدای دهه ۱۳۸۰ تقاضای روبه‌رشدی در بازار ایران برای بویلر شکل گرفت. برای پاسخ به این تقاضا، گروه مپنا بر مبنای توانمندی‌های ساخت تجهیزات خود در آن زمان، شرکت مپنا بویلر را تأسیس کرد. اقدام بسیار مهم دیگری که در همین اثنا صورت گرفت، تجمیع تقاضای داخل کشور به میزان ۴۴ پروژه و واگذاری یکجای آن‌ها به مپنا بویلر از طرف وزارت نیرو به‌عنوان یک سیاست حمایتی بود که می‌توان آن را نقطه شروع فرآیند شکل‌گیری توانمندی طراحی بویلر در شرکت مپنا بویلر دانست (شکل ۴). با توجه به تشابه شرایط پروژه‌های مورد تقاضا، امکان پاسخگویی به آن‌ها در قالب دسته‌ای از پروژه‌های هدف مشابه بر مبنای بن‌سازه‌ای با ساختار ثابت وجود داشت (بویلرهای تک فشاره و دو فشاره بازیافت حرارت افقی که در شرایط کاری عادی و پشت توربین‌های گازی کلاس E قرار می‌گیرند). برای تغییر جزئی اندازه‌ها، جای اجزا و ترکیب بویلر با توجه به اقتضات هر پروژه، مپنا بویلر باید توانمندی انجام فعالیت طراحی ثانویه را کسب می‌نمود. یکی از مصاحبه‌شوندگان این

انجام همه زیرفعالیت‌های طراحی (بجز طراحی مفهومی، معماری و طراحی اولیه) در سطح استانداردهای بین‌المللی برای دستیابی به راندمان، ظرفیت، اندازه و قیمت رقابتی به منظور حضور در این بازار ضروری است. نقطه تمرکز این مقاله بررسی چگونگی شکل‌گیری و رشد توانمندی طراحی پایه ثانویه در شرکت مپنا بویلر است. مپنا بویلر در دراز مدت، برای ورود به دیگر بخش‌ها من جمله بازار بویلرهای با سرعت راه‌اندازی بالا^۱، بویلرهایی که در شرایط دوره‌ای^۲ کار می‌کنند و بویلرهای مورد نیاز نسل‌های بعدی نیروگاه‌های سیکل ترکیبی، نیازمند ایجاد تغییرات جزئی در پیکره‌بندی و تغییرات اساسی در طراحی پایه بویلرهای افقی است. این موضوع به معنی انجام زیرفعالیت پیکره‌بندی از زیرفعالیت سطح بالاتر معماری سامانه است. چنانچه مپنا بویلر بخواهد به بخش بویلرهای عمودی هم وارد شود، با توجه به تثبیت معماری بویلرهای عمودی، لزوماً نیازی به طراحی معماری بویلر ندارد و می‌تواند با اخذ مجوز بهره‌برداری از دانش فنی^۳، به انجام زیرفعالیت طراحی ثانویه در هر پروژه بسنده نماید.

در این بخش روند شکل‌گیری و رشد توانمندی طراحی پایه ثانویه در شرکت مپنا بویلر بر اساس داده‌های گردآوری شده

^۱ Fast Startup

^۲ Cyclic Conditions

^۳ License

اما اینکه ضخامت را انتخاب می‌کنی برای لوله‌ات که حداقله، اینکه فینی را با $Density$ خاصی استفاده میکنیم... اگر سوختت به مقدار دوده داشته باشه، این باعث گرفتگی لوله و فینها میشه، افت فشار ایجاد میکنه، راندمان توربین گازت را که میندازه هیچی، اصلاً کل مجموعه $Plant$ ات به لحاظ تولید مگاوات افت میکنه، راندمان کل سیکلت را تحت تأثیر قرار میده. این نکاتی که تو دانش اولیه وجود نداره ولی چارچوب اولیه را کاملاً میتونیم لمس کنیم.

مسیر دستیابی به توانمندی‌های مورد نیاز از طریق تحقیق و توسعه درونی، به دلیل پیچیده، پرهزینه، طولانی و پرخطر بودن و همچنین برخی شرایط زمینه‌ای صنعت بویلر من جمله اهمیت سرعت در تحویل پروژه و ضرورت ارائه نیروگاه مرجع برای جلب اطمینان مشتریان، دور از دسترس می‌باشد. شرایط سیاسی ویژه کشور نیز بهره‌گیری از دانش و تجربه مستشاران خارجی را با چالش روبه‌رو می‌کند. در چنین شرایطی، اقدام وزارت نیرو در تجمیع تقاضای داخل کشور و واگذاری یکجای آن به مینابویلر، باعث شد که:

- منابع مالی برای تأمین نیروی انسانی متخصص مورد نیاز و شکل‌گیری ظرفیت جذب اولیه فراهم شود؛
- هزینه‌های اکتساب توانمندی طراحی روی ۴۴ پروژه سرشکن شده و مقرون به صرفه شود (تقویت انگیزه مینابویلر برای کسب توانمندی طراحی)؛
- شرکت‌های بیرونی برای همکاری با مینابویلر و انتقال دانش فنی مربوطه انگیزه کافی پیدا کنند؛
- امکان یادگیری زیرفعالیت‌های مختلف در یک توالی مناسب فراهم شود.

بر این اساس، همکاری با شرکت دوسان کره جنوبی که یکی از بازیگران مطرح صنعت بویلر در سطح بین‌المللی است، به عنوان راهبرد مینابویلر برای اکتساب توانمندی طراحی انتخاب شد. البته این قرارداد، زیرفعالیت‌های طراحی اولیه، معماری سامانه و طراحی مفهومی را در بر نمی‌گرفت؛ زیرا از یک طرف در آن زمان برای رقابت در بخش مورد هدف از بازار داخلی، نیازی به انجام این زیرفعالیت‌ها احساس نمی‌شد و از طرفی هم صاحبان توانمندی‌های مزبور معمولاً تلاش زیادی می‌کنند تا آن‌ها را در انحصار خود نگه دارند. فرآیند یادگیری در قرارداد همکاری مشترک مینابویلر با دوسان به گونه‌ای برنامه‌ریزی شده بود که ایجاد توانمندی‌های مورد نیاز در قالب همکاری برای طراحی و ساخت ۴۴ دستگاه بویلر

امر را چنین توضیح داده است:

میشه گفت ما شکل ثابتی از بویلر را می‌سازیم. حالا ممکنه ترکیبش را عوض کنیم. ما ۱۰۰ تا بویلر... HRSG ساختیم ولی تقریباً همشون مثل هم. مثل هم بودن به معنی این نیست که صد درصد عین هم، با هم تفاوت‌های زیادی دارند ولی ساختارشون یکسانه. جای اوپراتور HP, LP, IP ... اکونومایزر، تقریباً ثابت. حالا ممکنه دو تیکه‌اش بکنیم، یه تیکه‌اش را یه ذره جابجا بکنیم... فقط یه ذره ممکنه ابعاد و اندازه‌هاشون با هم فرق کنند.

یکی دیگر از کارشناسان در این باره گفته است:

معماری‌ها یکی بوده و ما حالا یه... شرایط $Input$ ای داریم برایش، مثلاً $Gas Turbine Exhaust Data$ است... این $Gas Turbine$ در شرایط مختلف، دبی و دمای دود خروجیش فرق میکنه. متناسب با این تغییرات، سطح را یه مقدار بالا و پایین میکنیم اما فریم کلی ثابت... اون پلنفرم ثابت. فقط مقداری سطوح حرارتی را بعضاً در حد چند ردیف کم و زیاد می‌کنیم و یه مقدار فین‌هاش تغییر میکنه. (مصاحبه‌کننده: یعنی ساختار ثابت، عددها (خروجی طراحی پایه) یه خرده فرق می‌کنه؟)

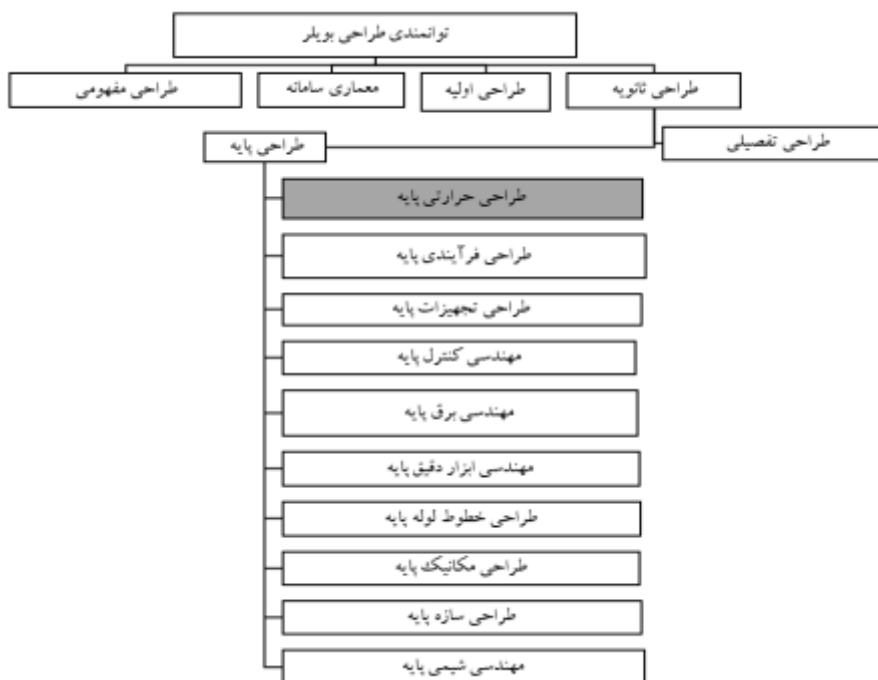
هندس هم تغییر میکنه دیگه... مثلاً این $Economizer$ را فرض کنید تعداد ردیف‌ها و هدرها و تیوب‌هاش کم و زیاد میشه اما اون درام و اون ابعاد طول $Inlet Duct$ بویلر، پمپ‌ها و سیستمش، اعداد تحویلی این‌ها تقریباً ثابت... حالا از این ۱۰۰ تا فرض کنید شاید ۹۵٪ اش، به همین صورت بوده.

به منظور اکتساب توانمندی طراحی ثانویه بویلرهایی که در شرایط کاری عادی و پشت توربین‌های گازی کلاس E قرار می‌گیرند، مینابویلر در گام اول در یک بازه زمانی کوتاه، ظرفیت جذب مورد نیاز را با به‌کارگیری نیروهای کلیدی دارای سابقه کار در دیگر شرکت‌های داخلی فعال در صنعت بویلر، فراهم کرد (شکل ۴). مهمترین کمبود مینابویلر پس از استخدام نیروی انسانی، تسلط بر ریزه‌کاری‌ها و جزئیات طراحی پایه من جمله انتخاب حداقل ضخامت برای لوله‌ها، چگالی فینها و جزئیات تعاملات اجزا مانند اثر وجود دوده در سوخت، روی گرفتگی لوله‌ها بود؛ که ریشه در ناکافی بودن دانش معماری و دانش اجزای محصول داشت.

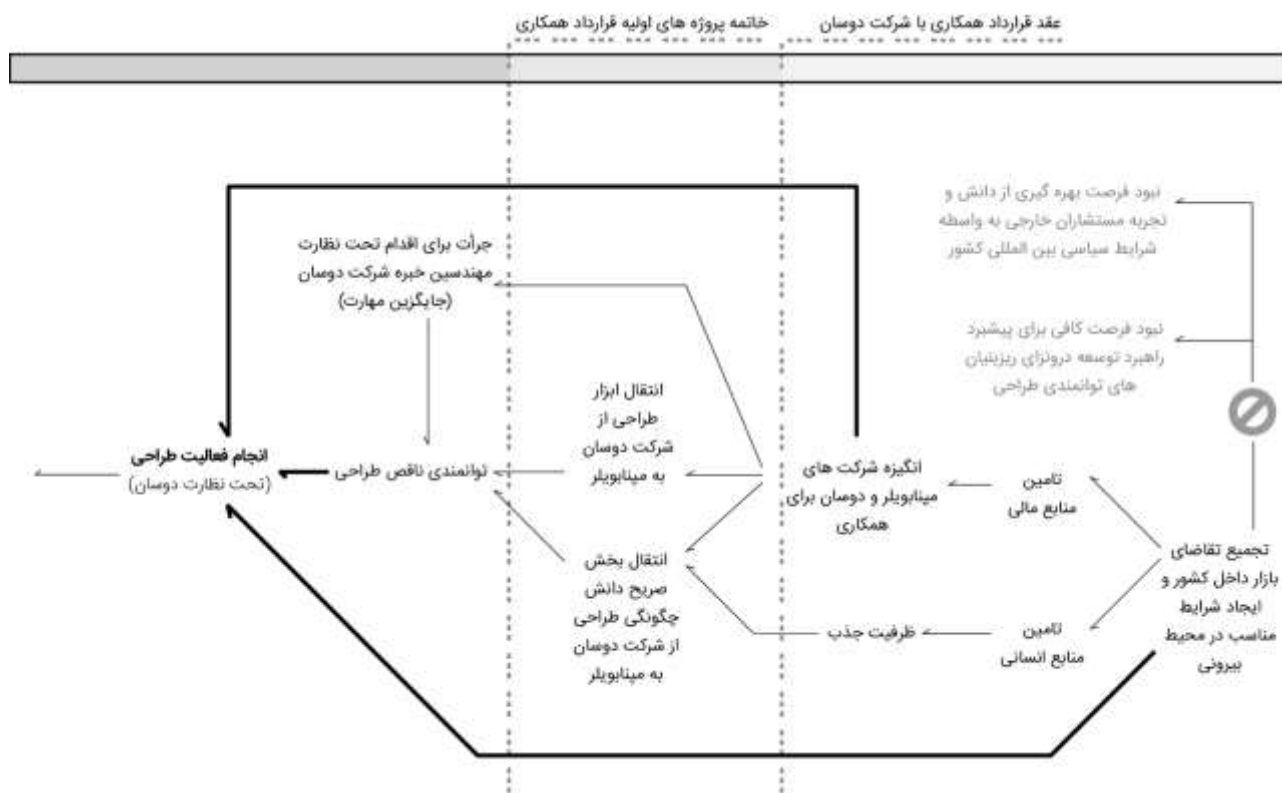
علاوه بر طراحی پایه، مینابویلر بترتیب اهمیت، روی طراحی مکانیکی پایه بویژه مکانیک فشاری بویلر، طراحی فرآیندی پایه، مهندسی کنترل پایه و طراحی سازه پایه هم تسلط کافی نداشت. یکی از مصاحبه‌شوندگان در این زمینه گفته است: با دانش دانشگاهی هم شما میتونید ۸۰٪ تا ۹۰٪ به این ابعاد برسید

جدول (۱) بخشی از درونمایه‌های شناسایی شده در مطالعه مورد مینابویلر و دسته‌بندی آن‌ها

حوزه های کلان چهارگانه	درونمایه های اصلی	درونمایه های فرعی	درونمایه های جزئی	درونمایه های اولیه
شرایط زمینه‌ای	ویژگیهای بویلر	وابستگی عملکرد بویلر به حوزه‌های فنی مختلف		
	عوامل کلیدی موفقیت			
انگیزه	ارزش طراحی			
توانمندی طراحی	رئزبنیان‌های توانمندی طراحی	دانش فنی	دانش چگونگی طراحی	اهمیت دانش چگونگی طراحی
				ریشه دانش چگونگی طراحی
			دانش چرایی طراحی	دستیابی به دانش چرایی از طریق تحقیق و توسعه
				دستیابی به دانش چرایی از طریق منابع بیرونی
				دانش اجزای بویلر
		دانش معماری بویلر	تحلیل انتشار تغییرات در سامانه	
		تفاوت دانش فنی مورد نیاز در بویلرهای افقی و عمودی		
		ابزارهای طراحی	ادغام بخشی از دانش چگونگی طراحی در ابزارها	
		مهارتهای طراحی		
		جرأت برای اقدام		
		تأثیر تجربه بر ارتقای ریزبنیانهای توانمندی طراحی		
		اندازه تقاضا		
		مرحله ابتدایی همکاری		
		مرحله میانی همکاری		
		مرحله پایانی همکاری		
	پس از پایان همکاری			
	نحوه انتخاب تیم‌ها			
فرآیند شکل‌گیری و رشد توانمندی طراحی در مینابویلر				



شکل (۳) شکست فعالیت‌های طراحی بویلر



شکل ۴) مراحل اولیه شکل گیری توانمندی طراحی پایه

طی سه مرحله به شرح زیر امکان پذیر شود:

- ۱- طراحی پروژه‌ها توسط دوسان در کره جنوبی و در حضور کارشناسان مینابویلر؛
- ۲- طراحی توسط کارشناسان مینابویلر در ایران و با نظارت کارشناسان دوسان
- ۳- طراحی مستقل توسط کارشناسان مینابویلر و اخذ تأییدیه طراحی از دوسان.

این تقسیم کار، فرصت مورد نیاز برای اکتساب دانش چگونگی (صریح و ضمنی)، ابزار و مهارت مورد نیاز (حین تمرین زیر نظر کارشناسان شرکت دوسان) را فراهم آورد.

ب) پروژه‌های اولیه قرارداد همکاری مشترک با دوسان

در این مرحله، طراحی و تأمین مواد و تجهیزات تعدادی از پروژه‌ها توسط شرکت دوسان انجام شد تا کارشناسان مینابویلر در حین انجام فعالیت‌های مربوطه توسط دوسان در کشور کره جنوبی، دانش چگونگی (عمدتاً بخش صریح) مربوط به زیرفعالیت‌های طراحی پایه ثانویه من جمله محاسبات مربوطه را آموزش ببینند (شکل ۴). یکی از کارشناسان خبره شرکت مینابویلر در مورد دانش چگونگی طراحی بویلرهای بازیافت حرارت اظهار داشته است:

(دانش چگونگی) به من یاد داده که دیسیپلین‌ها را کنار هم چگونه

بچینم. یعنی ورودی خروجی هر بخشی چگونه تعریف میشه... این فلوجارت را دقیقاً از (دانش چگونگی) گرفتیم... ببینید شما میخوانید به زیرسیستم از بویلر را بسازین... (دانش چگونگی) باید بهت بگه، طراحی پایه که اول کاره، چه اطلاعاتی را باید از این زیرسیستم تولید کنه؟ این اطلاعات کدامش باید به بخش کنترل، پروسس، مکانیک و غیره بره؟... وقتی رفت، چگونه باید روش کار کنیم؟ بخش کنترل، چکار روی این اطلاعات باید بکنه؟

مصاحبه‌شونده دیگری نیز گفته است:

البته کلی *Concept* طراحی پشت این هست، *Criteria* های طراحی وجود داره، که این، اینقدر باید باشه، از این عدول کرد، باید طراحی‌ات را عوض کنی... دوستان حدود ۲۰۰۳ در اون شرکت کره‌ای، دوره‌های خاصی را دیدن. *Calculation* ها در اختیار قرار داده شده و حتی *Challenge* های فنی اونجا انجام شده.

همچنین در این مرحله، ابزارهای مورد نیاز طراحی شامل نرم‌افزارها و جداول داده در اختیار مینابویلر قرار گرفت تا توانمندی طراحی به صورت ناقص یعنی بدون داشتن مهارت در ترکیب و به‌کارگیری دانش چگونگی و ابزارهای کسب‌شده، در مینابویلر به‌وجود آید. یکی از مصاحبه‌شوندگان در این زمینه گفته است:

اگر میگفتن... ۶ تا است بجای ۴۴ تا، بعد هم میگفتن ظرف ۲ سال باید این بویلرها بره تو مدار، من اصلاً فرصت *Training* نداشتم،

خاطر پیدا کرده و در سایه جرأت ناشی از آن، با به کارگیری آموخته‌های مرحله قبل و ابزارهای در اختیارشان (توانمندی ناقص طراحی) توانستند طراحی بویلر را زیر نظر کارشناسان دوسان تجربه کنند. علاوه بر اکتساب بخش ضمنی دانش چگونگی، آن‌ها به تدریج از طریق یادگیری حین عمل، مهارت‌های مورد نیاز برای ترکیب دانش چگونگی و ابزارهای طراحی را هم در خود ایجاد کرده و در نتیجه توانمندی اولیه طراحی بویلر در شرکت مینابویلر شکل گرفت (شکل ۵).

شایان توجه است که شکل‌های ۴، ۵ و ۶ در واقع سه قطعه بهم پیوسته از الگوی یکپارچه و کامل شکل‌گیری و رشد توانمندی مزبور هستند که به منظور مشاهده بهتر، در قالب سه شکل مجزا ارائه شده‌اند.

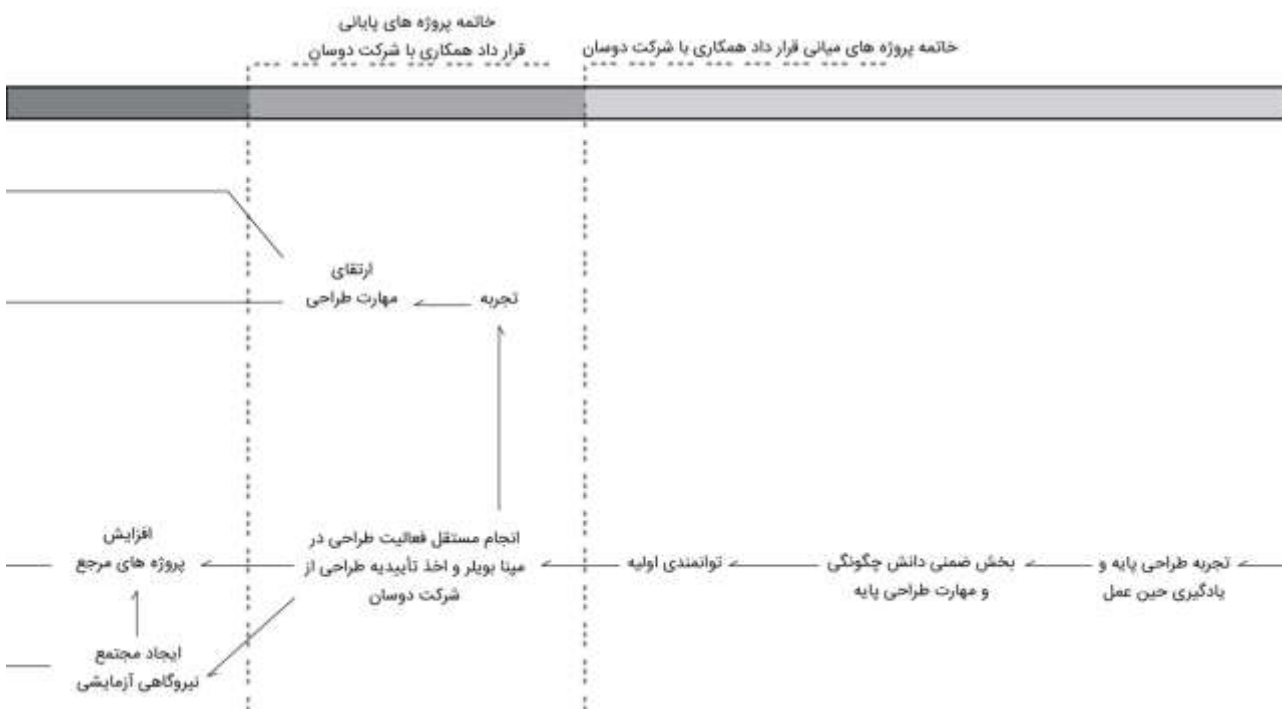
د) پروژه‌های پایانی قرارداد همکاری مشترک با دوسان

در پروژه‌های پایانی قرارداد همکاری با شرکت دوسان، همه زیرفعالیت‌های طراحی ثانویه و ساخت، توسط کارشناسان مینابویلر در ایران بدون حضور کارشناسان دوسان انجام شد. البته نتایج به دست آمده برای بررسی کارشناسان دوسان، به کره جنوبی ارسال می‌شد و پس از تأیید نهایی آن‌ها ملاک عمل قرار می‌گرفت تا همچنان اطمینان از نتایج حاصله فراهم آید. با توجه به آن‌که طراحی این پروژه‌ها مستقلاً توسط مینابویلر انجام شده بود، ساخت و راه‌اندازی آن‌ها موجب شد مینابویلر

فرصت آوردن *Document* و *Software* و اینکه حالا *arrange* کنم و اونا بیان بشینن اینجا و حالا بچه‌های ما پرسش کنن، اصلاً نبود... پس اومدیم پیشنهاد دادیم... حدود ۱۸ تای اول را شما دیزاین کن چون سرعتت بالا است. تمام *Document* هات را میتونی سریع بدی... ما از ۱۸ به بعد را میایم شروع میکنیم حالا توی این *Duration* شما که داری کار خودت را با تیم خودت انجام میدی... ما هم میایم مقدمات را فراهم می‌کنیم، نفراتمون را ۱- فاز اول میفرستیم آموزش ببینن ۲- *Document* های شما، استانداردهاتون، *Regulation* هاتون میاد.

ج) پروژه‌های میانی قرارداد همکاری مشترک با دوسان

موفقیت در اخذ مجوز بهره‌برداری از دانش فنی مستلزم آموزش بخش صریح دانش چگونگی (اسناد طراحی، سوابق و بازخوردهای حاصل از پروژه‌های مرجع اعطاکننده مجوز)، دریافت ابزارها (نرم‌افزارها، استانداردها و ...) و انتقال کامل دانش چگونگی به‌ویژه بخش ضمنی آن است. این مهم، از طریق انجام طراحی در یک پروژه واقعی و تأیید و تضمین نتایج آن توسط صاحب مجوز، صورت می‌گیرد. بنابراین در این مرحله، فعالیت‌های طراحی و پیاده‌سازی توسط کارشناسان مینابویلر در ایران اما با نظارت کارشناسان شرکت دوسان، صورت پذیرفت. به موجب نظارت کارشناسان خبره شرکت دوسان، کارشناسان مینابویلر نسبت به نتایج حاصل از طراحی خودشان و خطرات احتمالی ناشی از آن اطمینان



شکل ۵) کامل شدن توانمندی طراحی پایه ثانویه زیر نظر کارشناسان خبره شرکت دوسان

تمرکز بر حوزه‌های کلیدی).

بازخوردهای حاصل از بهره‌برداری طولانی مدت از بویلرهای نصب شده در کنار انجام فعالیت‌های تحقیقاتی موجب ارتقای دانش فنی و سطح تجربه و مهارت طراحان مینابویلر و در نتیجه بلوغ توانمندی طراحی پایه ثانویه شد. یکی از مصاحبه‌شوندگان در این مورد گفته است:

توی بازخورد از سایت‌ها است که در واقع قدم بعدی ما بهتر میشه و محصول امروزمون با دوسان خیلی متفاوت... وگرنه مشخصات پروژه‌هایی که برای ما تعریف شده همون مشخصات پروژه‌هایی بود که زمان دوسان تعریف شده... علیرغم اینکه دوسان Proof کرده بود که این محصول بدون مشکل جواب میده ولی این اتفاق نیافتاد. اینقدر مشکل داشت و اینقدر ما سرمون خورد به سنگ که هی آمدم قدم به قدم درست کردیم.

مصاحبه‌شونده دیگری نیز اینطور گفته است:

با این تجربه سالیان گذشته... الان مطمئنم که سیستم هم Know-How را میدونه، Know-Why را هم میدونه... ولی بعضیاش مهمه... ما در این محصولمون تقریباً به تمام مسائل مهمش پی بردیم که بعضیاش حاصل فیدبک سایت هست... بعضی‌هاش را همون شرکت آمده به ما ارائه داده... توی محصولی که ما الان داریم طراحی می‌کنیم، شاید هم فراتر از اون‌ها بتونیم صحبت بکنیم، به‌خاطر اینکه فیدبک‌های سایت را داریم رصد میکنیم و دقیقاً خودمون را داریم Tune میکنیم.

مینابویلر در این مرحله نسبت به استخراج کدهای نهفته در نرم‌افزارهای دریافتی از شرکت دوسان و بهبود ابزارهای طراحی خود هم اقدام کرده‌است. سطح دانش فنی و مهارت طراحان مینابویلر با بالاتر رفتن تجربه و دریافت بازخورد مجتمع‌ها، انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه در واحد تحقیق و فناوری و ادامه اکتساب دانش از منابع بیرونی، ارتقا یافت. لذا به تدریج امکان ایجاد تغییرات در حوزه‌های مختلف طراحی من جمله ابزار دقیق، مکانیک، حرارتی، سازه، خطوط لوله و یکپارچه‌سازی تغییرات انجام شده در کل بویلر فراهم شد که موجب بهبود طراحی بن‌سازه شد. انجام این فعالیت‌ها، علاوه بر ارتقای توانمندی، باعث شکل‌گیری اعتماد بنفس و جرأت کافی برای طراحی مستقل در سطح استانداردهای بین‌المللی و حتی ایجاد تغییراتی در طراحی شد. یکی از مصاحبه‌شوندگان در این زمینه گفته است:

انصافاً تو این دانش بیسیکی که مینابویلر از دوسان کسب کرده،

از این پس قادر به ارائه پروژه‌های مرجع به مشتریان آتی خود باشد (شکل ۵). طی این مرحله، کارشناسان مینابویلر مهارت‌های طراحی خود را تا آنجا پخته‌تر کردند که بعد از اتمام قرارداد مربوطه توانستند تمام زیرفعالیت‌های مورد نیاز در طراحی ثانویه بویلرهای تک‌فشاره و دوفشاره بازیافت حرارت افقی که در شرایط کاری عادی و پشت توربین‌های گازی کلاس E قرار می‌گیرند (بجز طراحی اولیه، معماری سامانه و طراحی مفهومی) را کاملاً بطور مستقل انجام دهند. در واقع در انتهای این مرحله توانمندی طراحی پایه ثانویه در مینابویلر به‌طور کامل شکل گرفته بود.

ه) مرحله پس از پایان همکاری مشترک با دوسان

پس از پایان همکاری با شرکت دوسان، مینابویلر با بهره‌گیری از توانمندی طراحی پایه ثانویه شکل گرفته، پروژه‌های مشابه دیگری را هم مستقلاً طراحی کرد و همچنین طراحی و راه‌اندازی بویلر یک مجتمع نیروگاهی آزمایشی^۱ را که متعلق به گروه مینا بود انجام داد. ایجاد مجتمع نیروگاهی آزمایشی با رفع دغدغه سرعت زیاد در تحویل پروژه و تضمین نتایج، فرصت کافی برای انجام سعی و خطا^۲ را برای مینابویلر فراهم آورد (شکل ۶). به تدریج بهره‌برداری طولانی مدت از بویلرهای نصب‌شده مینابویلر در نیروگاه‌های مختلف، تعداد بیشتری از پروژه‌های مرجع را فراهم آورد؛ که موجب موفقیت مینابویلر در ارتقای سهم بازار و پاسخگویی به تقاضاهای جدید در بازار داخل شد. این موضوع علاوه بر ایجاد انگیزه برای ارتقای توانمندی‌های طراحی، منابع مالی بیشتری را برای مینابویلر فراهم کرد. در ادامه مینابویلر با به‌کارگیری منابع مالی و فرصت زمانی فراهم‌شده اقدام به ایجاد واحد تحقیق و فناوری کرد و از طریق انجام تحقیقات کاربردی، دانش معماری و اجزاء، دانش چرایی و دانش چگونگی خود را ارتقا داد (شکل ۶)؛ به گونه‌ای که دانش فنی مینابویلر در تمام نقاط گلوگاهی کامل شد. یکی از مصاحبه‌شوندگان در این رابطه گفته است:

اینکه این ساختار... را از کجا آوردیم مثلاً؟ الان بویلرهامون ۲۰ متر طول لوله‌اش هست. این ۲۰ متر را از کجا آوردیم؟ چگونه این ۲۰ متر درآمد؟ چرا ۱۹ متر نه... این سؤالای کلیدی تکنولوژی که ما (کامل) نداریم هنوز هم. یا اگر داریم، خیلی محدود داریم (با

^۱ Pilot

^۲ Try & Error

عملکرد دوره‌ای مورد استفاده قرار گرفته اما هنوز در قالب یک مجتمع پیاده‌سازی نشده است. مپناویلر هم با توجه به عدم تجربه کافی، تاکنون در این زمینه دست به اقدام مستقل نزده است. نظر یکی از مصاحبه‌شوندگان به صورت زیر بوده است: *Cyclic* هم کار کردیم... همین حالا کارفرماها مومن از ما خواستن، ما OK... ملاحظاتش را میبینیم اما یک مقدار اعتماد به نفسمون ناکافی، یخورده با تردید میریم جلو چون تا حالا انجام ندادیم و کسی هم کنارمون نیست که تا حالا انجام داده باشه به ما بگه که کارتتون درسته... در واقع ابزارآلات و نرم‌افزارهاش را تولید کردیم. میتونیم طراحی هم بکنیم اما هنوز تست نشده.

علاوه بر این، مپناویلر فشرده کردن بویلرهای افقی خودش را نیز هدف گذاری کرده است و در این مسیر به نواقص توانمندی‌های طراحی خودش و ریزبینی‌های مربوطه واقف است. لذا برخی پروژه‌های تحقیق و توسعه را هم برای رفع کاستی‌های مزبور تعریف نموده است.

مپناویلر هنوز توانمندی طراحی یک بویلر افقی با ترکیب جدید (که مستلزم طراحی یک بن‌سازه جدید و انجام کامل فعالیت طراحی پایه اولیه است) را ندارد. لذا این شرکت برای تبدیل شدن به یک بازیگر پیشرو در عرصه بین‌المللی از طریق ایجاد تغییرات اساسی در پیکره‌بندی بویلر (بدون تغییر کامل معماری افقی فعلی)؛ لازم است تا طی سال‌های آتی علاوه بر ارتقای توانمندی‌های پویای طراحی اولیه و ثانویه خود، توانمندی معماری سامانه خود را نیز به سطح مطلوب برساند. طراحی بویلرهای عمودی نیازمند تغییرات اساسی در معماری بویلرهای افقی است. پس چالشهای جدیدی را در بر دارد که حل آن‌ها نیازمند دانش چرایی (منجمله در خصوص سیالیت دوفازی، انبساط حرارتی یا فرآیند چرخش طبیعی) و دانش چگونگی جدیدی است. با توجه به نقص در دانش چگونگی و همچنین تجربه، مهارت و اعتماد بنفوس مورد نیاز، مپناویلر توانمندی طراحی بویلرهای عمودی را به تنهایی دارا نیست.

یکی از مصاحبه‌شوندگان گفته است:

در مورد بویلرهای عمودی چون *Arrangement* فرق میکنه، یه سری *Challenge* های *New* داره، احتیاج داریم به نفر بیاد کنارمون. بنابراین مپناویلر به منظور انجام نوآوری‌های تدریجی بیشتر و همچنین ارائه نوآوری‌های معمارانه در آینده، بنا دارد علاوه بر ارتقای توانمندی طراحی پایه ثانویه خود و رفع نواقص آن شامل کاستی‌های مربوط به دانش چگونگی، دانش چرایی و

در اختیار نداشتن بازخوردهای ناشی از عملکرد طولانی مدت بویلرهای دارای شرایط کاری پویا در نیروگاه‌ها، موجب نقص در دانش فنی مورد نیاز برای تحلیل عملکرد آن‌ها در بلندمدت و در نتیجه فقدان اعتماد به نفس کافی و نیاز به تعامل با ناظرین خبره بیرونی شده است. لذا توانمندی‌های مورد اشاره به منصفه ظهور نرسیده و شرکت مپناویلر هنوز در این قبیل پروژه‌ها دارای مرجع نیست.

طراحی بویلر برای نیروگاه‌های کلاس F به منزله اعمال تغییرات جزئی در ترکیب بویلر و تغییرات اساسی در طراحی پایه ثانویه بویلرهای کلاس E محسوب می‌شود. با توجه به توانمندی مپناویلر در تحلیل نحوه انتشار تغییرات محدود، به نظر می‌رسد توانمندی طراحی پایه ثانویه بویلرهای کلاس F در مپناویلر وجود دارد. یکی از مصاحبه‌شوندگان در این زمینه گفته است:

(در بویلرهای کلاس F) معیارها عوض شده، سطوح سه فشاره شده، تشکیلات، همه تغییر کرده... و یه *Reheater* هم میاد... این خروجی‌ها، اعداد و ارقام کاملاً متفاوته چون طراحی مجزایی انجام شده... تو *F Class* رفتیم جلو، *Basic* و *Process* را انجام دادیم.

به نظر می‌رسد توانمندی طراحی پایه ثانویه بویلرهای سه فشاره *Reheat* دار پشت توربین‌های گازی کلاس E با شرایط کاری معمولی در مپناویلر وجود دارد. اگرچه این توانمندی در عمل هم در طراحی یک پروژه مورد استفاده قرار گرفته است اما هنوز در قالب یک مجتمع پیاده‌سازی نشده و مپناویلر در این زمینه دارای مرجع نیست. یکی از مصاحبه‌شوندگان گفته است:

ما تا بحال تک فشاره و دو فشاره کار کردیم... سه فشاره *Reheat* دار یعنی اینکه... دمای بالاتر و فشار بالاتر... ما کار نکردیم. طراحی هاش را انجام دادیم، در واقع ما کلاس F را که انجام دادیم، سه فشاره *Reheat* دار بود. همین را برای کلاس E (معمولی) هم میتونیم *Apply* کنیم... کما اینکه یکی از پروژه‌های مپنا هستش که از ما خواسته این کار را، ما داریم به همین صورت پیش میریم اما تا حالا رفرنس نداشتیم... به واسطه اون دانشی که تو تک فشاره و دو فشاره کسب شده و حالا فعالیتهای جانبی که انجام شده، ورود میخوایم پیدا کنیم به این قضیه.

به نظر می‌رسد توانمندی طراحی پایه ثانویه بویلرهای دارای عملکرد دوره‌ای یا بویلرهای با راه‌اندازی سریع در مپناویلر وجود دارد و در عمل برای طراحی یک نیروگاه دارای

مربوطه است زیرا مهارت و دانش ضمنی از طریق یادگیری حین انجام عمل شکل گرفته و رشد می‌یابند. بنابراین وجود دانش چگونگی صریح و ابزارهای مورد نیاز را می‌توان پیش‌نیاز انجام تمرین برای ایجاد و ارتقای مهارت و همچنین کسب دانش چگونگی ضمنی دانست.

اگرچه این مطالعه بر توانمندی طراحی و ریزبنیان‌های آن تمرکز داشت؛ لکن توجه به چارچوب AMO موجب شد شناخت بهتری از عوامل مؤثر بر فرآیند شکل‌گیری و رشد توانمندی طراحی و نحوه انجام آن در سطح خرد بدست آید. چارچوب مزبور صرفاً تأثیر توأمان توانمندی، انگیزه و شرایط زمینه‌ای را بر انجام فعالیت و عملکرد^۱ حاصل از آن مورد توجه قرار داده است؛ اما این مطالعه روابط میان عوامل سه‌گانه مزبور را هم برجسته کرد. در این راستا، اثر سیاست تجمیع و تضمین تقاضای داخل کشور توسط دولت (شرایط زمینه‌ای) بر شکل‌گیری انگیزه شرکت‌های مینابویلر و دوسان برای همکاری مشترک و در نتیجه آغاز فرآیند شکل‌گیری توانمندی طراحی (اثر انگیزه بر ارتقای توانمندی) بخوبی تبیین شد (شکل ۷). همچنین مطالعه موردی مینابویلر آشکار کرد که انگیزه، خود علاوه بر میزان مطلوبیت نتایج مورد انتظار، تحت تأثیر شدت خطرات احتمالی ناشی از انجام نادرست فعالیت نیز می‌باشد. لذا وقتی در اثر تجربیات صورت گرفته، مهارت کافی بوجود آمده و توانمندی بطور کامل شکل گرفته باشد؛ اعتماد بنفس حاصله موجب اطمینان خاطر از انجام درست فعالیت شده و جرأت برای اقدام (اراده) وجود خواهد داشت؛ اما در مراحل اولیه شکل‌گیری توانمندی در زمانی که هنوز تجربه کافی صورت نگرفته و مهارت مورد نیاز بوجود نیامده است، با توجه به عدم وجود اعتماد بنفس، اطمینان خاطر از انجام درست فعالیت وجود ندارد. در نتیجه اگر مخاطرات ناشی از انجام اشتباه فعالیت شدید باشد (مثل خطرات و هزینه‌های هنگفت ناشی از طراحی اشتباه یک سامانه پیچیده)، جرأت (اراده) کافی برای انجام فعالیت وجود نخواهد داشت. در چنین شرایطی، نظارت یک ناظر خبره و اعتمادی که نسبت به توانمندی او وجود دارد، می‌تواند جایگزین اعتماد بنفس شود. نظریه شناخته‌شده

همچنین مهارت ناشی از تجربه و دریافت بازخوردهای حاصل از عملکرد طولانی مدت بویلرهای فعال در نیروگاه‌ها، نسبت به کسب و ارتقای توانمندی طراحی اولیه و همچنین توانمندی معماری خود در سالهای آتی اقدام نماید.

۵- نتیجه‌گیری

توانمندی در اغلب تحقیقات پیشین به‌عنوان یک جعبه سیاه، نتیجه فرآیند یادگیری سازمانی قلمداد شده است. به همین دلیل فرض شده برای ارتقای توانمندی، کافی است موانع یادگیری مرتفع شوند؛ در صورتی که ممکن است علی‌رغم رفع موانع یادگیری، باز هم برخی ریزبنیان‌های توانمندی در دسترس نباشند و یا با وجود همه ریزبنیان‌ها، ترکیب آن‌ها در قالب یک کل یکپارچه به‌وقوع نپیوندد.

در این مقاله، با در نظر گرفتن ریزبنیان‌ها، توانمندی (فناورانه) ترکیب فراهم آمده‌ای از ابزار، دانش و مهارت تعریف شده است که انجام مجموعه مشخصی از فعالیت‌ها را برای سازمان/بنگاه ممکن می‌کند. همچنین چارچوب مفهومی جدیدی که بر اساس این تعریف ارائه شده است، این امکان را فراهم می‌کند که: (۱) توانمندی‌ها به ریزبنیان‌های خود تجزیه شده و تعاملات ریزبنیان‌ها در سطح خرد مورد بررسی قرار گیرد؛ (۲) رابطه میان توانمندی و فعالیتی که بر پایه آن استوار است تبیین شود.

چنین رویکردی به توانمندی‌ها جدید است. اگرچه قبلاً محققین معدودی به طور ضمنی و یا به طور صریح رویکرد مشابهی را در مفهوم‌پردازی توانمندی‌ها در پیش گرفته‌اند؛ اما بر اساس اطلاعات و دانش نویسندگان، تاکنون تلاش مؤثری در زمینه بکارگیری این رویکرد در عمل صورت نگرفته است. لذا این مقاله می‌تواند شروعی برای عملیاتی کردن تحلیل سطح خرد توانمندی‌ها باشد. برای این منظور، شکل‌گیری و رشد توانمندی طراحی بویلر - به‌عنوان یک سامانه پیچیده - در شرکت مینابویلر - به‌عنوان یک بنگاه یکپارچه‌ساز سامانه دیرآمده - مورد بررسی قرار گرفته است.

این مطالعه آشکار کرد که از میان ریزبنیان‌های سه‌گانه توانمندی‌های فناورانه، کسب بخش ضمنی دانش چگونگی و ارتقای مهارت‌های مورد نیاز در کارکنان داخلی سازمان مستلزم وجود بخش صریح دانش چگونگی و ابزارهای

^۱ Performance

محصول که تقاضای رو به رشدی داشته باشد، نیستند. لذا دستیابی به دانش چگونگی از هر دو مسیر تولید درونزا و انتقال بیرونی دشوار است. در مورد بنگاه‌های دیرآمده ایرانی علاوه بر موانع فوق، شرایط بین‌المللی نیز انتقال دانش چگونگی از طریق بکارگیری مستشاران خبره خارجی را با چالش روبه‌رو می‌کند، ضمن اینکه طبعاً در ایران، یادگیری فناوری [۳۰] و مدیریت دانش [۳۱] هم ملاحظات خاص خود را دارد.

تبیین سطح خرد برآمده از این مطالعه موردی می‌تواند راهنمای مدیران در برنامه‌ریزی برای کسب و ارتقای ریزبینان‌های مورد نیاز و چگونگی ترکیب آن‌ها برای شکل‌گیری و رشد توانمندی‌های طراحی بنگاه‌های دیرآمده باشد؛ که جزئیات آن درس‌آموزی‌های متعددی در این زمینه ارائه کرده است. در این راستا، پیش‌بینی مراحل چندگانه در همکاری مشترک با شرکای خارجی و انجام اقدامات مورد نیاز در یک توالی مناسب بسیار حائز اهمیت است. انتقال بهتر دانش فنی در قراردادهای اخذ مجوز بهره‌برداری از دانش فنی، مستلزم حضور همزمان تیم طراحی پایه ثانویه و تیم تحقیق و توسعه بنگاه دیرآمده برای کسب همزمان دانش چگونگی و دانش چرایی است. شایان توجه است که در قراردادهای مزبور، معمولاً آموزش به بنگاه‌های دیرآمده توسط تیم طراحی پایه ثانویه شرکت صاحب دانش ارائه می‌شود. در این قراردادها، چنانچه دسترسی کارشناسان بنگاه‌های دیرآمده به تیم طراحی اولیه نیز فراهم شود، تأثیر قابل توجهی بر انتقال بهتر دانش چرایی به بنگاه دیرآمده خواهد داشت.

نحوه تأثیرگذاری سیاست‌های دولت بر ایجاد انگیزه در بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سامانه دیرآمده و شروع فرآیند شکل‌گیری توانمندی طراحی در آن‌ها نکته مهم دیگری است که می‌تواند مورد توجه سیاست‌گذاران در رابطه با صنایع مشابه قرار گیرد.

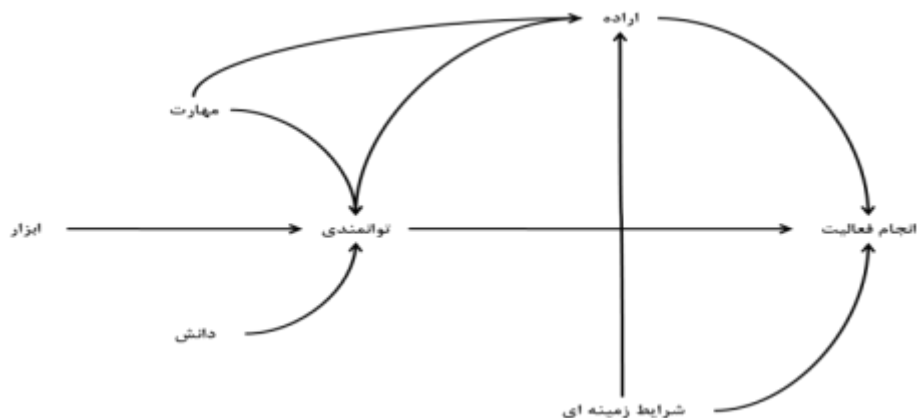
همانطور که در بخش روش تحقیق اشاره شد، با توجه به سطح دانش تخصصی و اشراف اطلاعاتی مورد نیاز نسبت به روند اقدامات صورت‌گرفته توسط شرکت مینابویلر در راستای شکل‌گیری و رشد توانمندی طراحی پایه، جامعه هدف این مطالعه از لحاظ تعداد و ویژگی‌های افراد محدود بوده است.

رفتار عقلانی^۱ در پیشینه تحقیقاتی رفتارشناسی هم، اراده فرد برای بروز یک رفتار را از نتایج مورد انتظار آن متأثر دانسته است [۲۹]. بنابراین مطالعه موردی مینابویلر، زمینه تدقیق بیشتر چارچوب مفهومی اولیه را در سطح سازمان‌ها/بنگاه‌ها در قالب شکل ۷ فراهم کرد.

بر اساس تعمیم نظری مبتنی بر شناخت عمیق‌تری که از مطالعه مینابویلر بدست آمده است، بهتر می‌توان توضیح داد که چرا انجام فعالیت طراحی پایه در سطح مطلوب برای اغلب بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سامانه دیرآمده دشوار است. در واقع بنگاه‌های مزبور نمی‌توانند توانمندی مورد نیاز را فراهم کنند. در این مسیر، تهیه ابزارهای طراحی پایه معمولاً چالشی اساسی محسوب نمی‌شود؛ بلکه مهمترین مانع آنها، اکتساب دانش چگونگی (بویژه بخش ضمنی آن) و مهارت مورد نیاز در سطح مطلوب است. تولید مستقل دانش چگونگی طراحی از طریق انجام تحقیقات کاربردی صورت می‌گیرد که طی آن باید دانش معماری و اجزای محصول، دانش چرایی و دانش چگونگی مورد نیاز بدست آید. انجام تحقیقات کاربردی نیازمند زمان، منابع مالی و منابع انسانی کافی است. از آنجا که سرعت فرارسی برای بنگاه‌های یکپارچه‌ساز سامانه دیرآمده اهمیت دارد، حتی اگر از حیث منابع انسانی و منابع مالی در مضیقه نباشند، معمولاً مسیر درونزای تولید دانش را انتخاب نمی‌کنند. از طرفی هم مشتریان سامانه‌های پیچیده برای آن‌که بتوانند سطح توانمندی بنگاه یکپارچه‌ساز سامانه را ارزیابی کنند، نتایج حاصل از بکارگیری توانمندی‌های مربوطه را در قالب پروژه‌های گذشته که مدت قابل توجهی مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند، مطالبه می‌کنند. علاوه بر دشواری تولید درونزای دانش چگونگی، کسب تجربه مورد نیاز هم چالشی اساسی خواهد بود.

در مورد اکتساب دانش از مسیر بیرونی هم باید توجه داشت که بنگاه‌های مالک دانش چگونگی، معمولاً بهای گزافی را برای آن مطالبه می‌کنند که تنها در صورت وجود یک قرارداد بزرگ، مقرون به صرفه و برانگیزنده خواهد بود. حتی در صورت وجود چنین قراردادی، بنگاه‌های پیشرو بین‌المللی حاضر به انتقال دانش نظری دقیق، دانش معماری مربوطه و دانش چرایی توضیح‌دهنده آن بویژه در مورد نسلی از

^۱ TRA: Theory of Reasoned Action



شکل ۷) چارچوب مفهومی اصلاح شده بر اساس نتایج مطالعه موردی مینابویلر

رشد هر یک از ریزبنیان‌های توانمندی طراحی را مورد بررسی قرار دهند. انجام این کار می‌تواند راهنمای خوبی برای مدیران بنگاه‌های دیرآمده در انتخاب معماری یک یا چند پارچه در ابتدای مسیر فرارسی فراهم آورد.

تجزیه توانمندی‌ها (ی فناوریانه) به دانش، ابزار و مهارت نشان دهنده آن است که توانمندی چیست و از چه اجزایی تشکیل شده است. علاوه بر ریزبنیان‌های مذکور، توانمندی‌ها را می‌توان در بعد کارکرد هم تجزیه کرد. دامنه کارکرد به آنچه که یک توانمندی امکان انجامش را فراهم می‌آورد، یعنی فعالیت‌ها، اشاره دارد. برای تحلیل یک توانمندی در دامنه کارکرد، باید ابتدا هر فعالیت را به زیر فعالیت‌هایش تجزیه کنیم. چنانچه تحقیقات آتی، همزمان ریزبنیان‌های تشکیل دهنده و کارکردی توانمندی را برای تحلیل سطح خرد توانمندی‌ها در نظر بگیرند، فهم کامل‌تری از نحوه شکل‌گیری توانمندی‌ها به دست خواهد آمد.

همانطور که اشاره شد، نظریه شناخته‌شده رفتار عقلانی از چارچوب مفهومی اصلاح‌شده (شکل ۷) پشتیبانی می‌کند. با توجه به آنکه این نظریه در حوزه علمی رفتارشناسی توسعه یافته و صرفاً به سطح رفتار فردی اشاره دارد. بنابراین لازم است دقت و صحت این نظریه در سطح سازمان مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

انجام این مطالعه بدون همراهی کارشناسان و مدیران خبره شرکت مینابویلر، ممکن نبود. از ایشان بابت زمانی که به همکاری با این مطالعه موردی اختصاص دادند، تشکر و

لذا این مطالعه بر اساس نمونه‌گیری هدفمند و انجام مصاحبه‌های عمیق با ۶ نفر از مهندسان و مدیران ارشد شرکت مینابویلر که با طراحی بویلر ارتباط مستقیم دارند، انجام شده است. بنابراین نتایج حاصل از این مطالعه بعنوان یک مطالعه موردی، قابلیت تعمیم آماری ندارد و در تعمیم نظری نتایج حاصله نیز لازم است ویژگی‌های زمینه‌ای مورد مطالعه مورد توجه قرار گیرد. این مطالعه بعنوان اولین گام در عملیاتی کردن مفهوم توانمندی‌های سازمانی در سطح خرد، می‌تواند مسیر تحقیقات آتی با این رویکرد را هموار نماید. انجام تحقیقات تجربی آتی با استفاده از این چارچوب می‌تواند کاربردپذیری آن را بیشتر نمایان کند.

توضیح دلیل ناهمگونی توانمندی‌های بنگاه‌های مختلف، یکی از موضوعات محوری پژوهش‌های حوزه راهبرد است. با توجه به آنکه این پژوهش در قالب یک مطالعه تک موردی صورت گرفته است، انجام مطالعات چند موردی آتی بر مبنای چارچوب پیشنهادی می‌تواند با بررسی تفاوت‌های احتمالی در نحوه دستیابی به ریزبنیان‌ها، توالی آن و همچنین تفاوت نحوه ترکیب یا ارتقای آن‌ها، دلیل ناهمگونی در ریزبنیان‌های به دست آمده و همچنین ناهمگونی توانمندی شکل‌گرفته را میان بنگاه‌های مختلف تبیین کنند. در این راستا، توجه به تفاوت شرایط زمینه‌ای و انگیزه‌های بنگاه‌های مختلف نیز می‌تواند بر غنای تحلیل بیفزاید.

ارتباط بین درجه یکپارچگی محصول و ریزبنیان‌های مورد نیاز برای طراحی و توسعه آن، هنوز محل بررسی حوزه‌های علمی مرتبط است. لذا تحقیقات آتی می‌توانند تأثیر درجه یکپارچگی معماری یک سامانه پیچیده بر نحوه شکل‌گیری و

Product Development. *Strategic Management Journal* 13(Special Issue: Strategy Process: Mapping Corporate Self-Renewal).

[15] Prahalad, C.K., Hamel, G. (1990). **The Core Competencies of the Corporation.** *Harvard Business Review*, 68(3), 79-91.

[16] Levinthal, D.A., Myatt, J. (1994). **Co-Evolution of Capabilities and Industry: The Evolution of Mutual Fund Processing.** *Strategic Management Journal*, 15(Winter), 45-62.

[17] Augier, M., Teece, D. (2006). **Understanding Complex Organization: The Role of Know-How, Internal Structure, and Human Behavior in the Evolution of Capabilities.** *Industrial and Corporate Change*, 15(2).

[18] Christensen, C.K., Kaufman, S.P. (2006). **Assessing your Organization's Capabilities: Resources, Processes and Priorities.** *Harvard Business School Module Note*, 607-014.

[19] Porter, M. (1985). **Competitive Advantage.**

[20] Drejer, A., Riis, J.O. (1999). **Competence Development and Technology: How Learning and Technology can be Meaningfully Integrated.** *Technovation*, 19(10), 631-644.

[21] Lee, K., Malerba, F. (2017). **Theory and Empirical Evidence of Catch-up Cycles and Changes in Industrial Leadership.** *Research Policy*, 46(2), 337.

[22] Khandan, M., Fadaei, G., & Vasfi, M.R. (2015). **Methodological levels of Abductive Logic and its Application in Analyzing Knowledge Classification Systems.** *Journal of Information Processing and Management*, 30(3), 603-630. {In Persian}.

[23] Saunders, M., Lewis, Ph., Thornhill, A. (2016). **Research Methods for Business Students.** *Pearson*.

[24] Ethiraj, S.K., Kale, P., Krishnan, M.S., Singh, J.V. (2005). **Where do Capabilities Come from and how do they Matter? A Study in the Software Services Industry.** *Strategic Management Journal*, 26, 25-45.

[25] Yin, R. K. (2014). **Case Study Research: Design and Methods.** *Sage, 5th edition*.

[26] Clarkson, J., Eckert, C. (2004). **Design Process Improvement: A Review of Current Practice.** *Springer*.

[27] Gericke, K., Blessing, L. (2012). **An Analysis of Design Process Models across Disciplines.** *Proceedings of International Design Conference*, 1-10.

[28] Gericke, K., Paetzold, K. (2013). **Understanding the Context of Product Development.** *Proceedings of the International Conference on Engineering Design (ICED 13)*, 1-10.

[29] Fishbein, M., Ajzen, I. (1975). **Belief, Attitude, Intention and Behavior.** *Addison-Wesley*.

[30] 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.

[31] Rezaeian, F. S., & Ghazinoory, S. (2011). **Modeling the Role of Ethics in Success of Knowledge Management Systems,** *Jouranal Of Science and Technology Policy* 3(2), 65-821{In Persian}.

قدردانی می کنیم. همچنین از جناب آقای مهندس مرادی که

زحمت هماهنگی های داخلی این مطالعه را در شرکت

مینابویلر متقبل شدند، تشکر ویژه ای داریم.

References

منابع

[1] Schwab, K., Porter, M.E., Sachs, J.D. (2002). **The Global Competitiveness Report 2001–2002.** *World Economic Forum, Oxford University Press*.

[2] Antonelli, C. (2009). **The Economics of Innovation: From the Classical Legacies to the Economics of Complexity.** *Economics of Innovation and New Technology*, 18(7), 611-646.

[3] Hobday, M., Rush, H., Tidd, J. (2000). **Innovation in Complex Products and Systems.** *Research Policy* 29, 793-804.

[4] Prencipe, A., Davies, A., Hobday, M. (2003). **The Business of Systems Integration.** *Oxford, Oxford University Press*.

[5] Kim, L. (1997). **Imitation to Innovation – The Dynamics of Korea's Technological Learning.** *Massachusetts, Harvard business school press*.

[6] Katz, J.E. (1987). **Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries.** *Basingstoke, Macmillan Press*.

[7] Lall, S. (1992). **Technological Capabilities and Industrialization.** *World Development*, 20(2), 165–186.

[8] Mudambi, R. (2008). **Location, Control and Innovation in Knowledge-Intensive Industries.** *Journal of Economic Geography*, 8(5), 699-725.

[9] Karamipour, A., Khaleghi, M., Arasti, M.R., & Mokhtarzadeh, N. (2015). **Enhancement of Innovation Capabilities in Iranian Large Firms: A Conceptual Framework.** *Proceedings of 5th international & 9th national conference on technology & innovation management, Tehran*. {In Persian}.

[10] Kiamehr, M., Hobday, M., Kermanshah, A. (2013). **Latecomer Systems Integration Capability in Complex Capital Goods: The Case of Iran's Electricity Generation Systems.** *Industrial and corporate change*, 23(3), 689-716.

[11] Felin, T., Foss, N.J., Hiemeriks, K.H., Madsen, T.L. (2012). **Microfoundations of Routines and Capabilities: Individuals, Processes, and Structure.** *Journal of Management Studies*, 49(8), 1351-1374.

[12] Arasti, M.R., Khaleghi, M. (2016). **Understanding Organizational Capabilities as Systems: A Conceptual Framework.** *Proceedings of 18th Dependency Structure Modeling (DSM) conference, Sao Paulo, Brazil*.

[13] Noori, J., Tidd, J., Arasti, M.R. (2012). **Dynamic Capability and Diversification in: Tidd, J., From Knowledge Management to Strategic Competence: Assessing Technological, Market and Organizational Innovation (3rd Edition).** *Imperial College Press. Sussex, Series on Technology Management*, 19, 3-20.

[14] Leonard-Barton, D. (1992). **Core Capabilities and Core Rigidities: A Paradox in Managing New**