Journal of
Improvement Management
Vol. 12 No. 3, Autumn 2018 (Serial 41)

A Model for Promoting Technological Learning for Innovation Ambidexterity Development: A Case Study of Iran Steel Industry

Mohammad Reza Attarpour[1]☎, Abolfazl Kazazi[2], Mahdi Elyasi[3], Jahanyar BamdadSoofi[4]

1- PhD candidate of Technology Management, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
2- Professor, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
3- Associate Professor, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.
4- Assistant Professor, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

Abstract:

Most important factor in maintaining and enhancing corporate performance. In order to have a comprehensive look at it, the concept of innovation ambidexterity has been developed and arranged focusing on exploitative innovation to maintain the competitiveness of existing products and with explorative innovation seeking new markets and products. According to literature, one of the most important processes to achieve this type of innovation and to overcome its challenges, especially in latecomer companies, is to enhance technological capability through learning mechanisms. This research has tried to propose appropriate policy programs to evaluate the effectiveness of these mechanisms in Iran steel industry. For this purpose, the integration of focus group and artificial neural network methods was used. The results, which were obtained using the Innovation Survey, showed that learning by doing is the most important learning mechanism that steel companies should pay attention to, as well as for exploitative innovation, learning by copying and design, and for exploratory learning, learning by research and interactions placed in the next rank. In the final stage, with the study of the global policies in other countries, 20 policy tools have been proposed and, with the focus group approach, seven programs have been identified as the most important tools that influences on technological learning.

Keywords: Technology Learning, Innovative Ambidexterity, Explorative Innovation, Exploitative Innovation, Steel Industry.

1. ☎Corresponding author: attarpour.mailbox@gmail.com
2. kazazi@atu.ac.ir
3. elyasi@atu.ac.ir
4. soofi@yahoo.com

فصلنامه علمی-پژوهشی
بهبود مدیریت
دوره دوازدهم
شماره ۳ (شماره پیاپی: ۴۱)
پائیز ۱۳۹۷

مدل ارتقاء یادگیری فناورانه برای توسعه نوآوری دوسوتوان؛ مطالعه موردی صنعت فولاد کشور

محمدرضا عطارپور[۱]، ابوالفضل کزازی[۲*]، مهدی الیاسی[۳]، جهانیار بامداد صوفی[۴]

چکیده

ماهیت پیچیده و همواره در حال تغییر محیط سبب شده که نوآوری مهم‌ترین عامل حفظ و ارتقاء عملکرد شرکت‌ها باشد. در نگاهی جامع به آن، مفهوم نوآوری دوسوتوان مطرح شده که با تمرکز بر نوآوری بهره‌بردارانه به حفظ موقعیت رقابتی محصولات موجود و با توجه به نوآوری اکتشافی در پی دستیابی به بازارها و محصولات جدید است. یکی از مهم‌ترین فرآیندهایی که در پیشینه دستیابی به این نوع از نوآوری و غلبه بر چالش‌های آن به ویژه در شرکت‌های تازه‌وارد مورد توجه بوده ارتقاء توانمندی فناورانه با استفاده از مکانیزم‌های یادگیری است. این پژوهش سعی داشته با ارزیابی اثربخشی این مکانیزم‌ها در صنعت فولاد کشور، برنامه‌های سیاستی مناسب برای ارتقاء آن را پیشنهاد نماید و به این منظور از تلفیق روش گروه متمرکز و شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. یافته‌ها که با استفاده از داده‌های طرح پیمایش نوآوری به دست آمده نشان داده‌اند یادگیری از طریق انجام کار مهم‌ترین مکانیزم یادگیری است که شرکت‌های فولادی باید به آن توجه نمایند. برای نوآوری بهره‌بردارانه، یادگیری از طریق کپی‌برداری و طراحی و برای نوآوری اکتشافی، یادگیری از طریق تعامل و جستجو در رده بعدی قرار دارند. در گام آخر نیز با مطالعه سیاست‌های این صنعت در سطح جهان، ۲۰ ابزار سیاستی پیشنهاد و با نظر گروه متمرکز، هفت برنامه به عنوان مهم‌ترین اقدامات تأثیرگذار در یادگیری فناورانه شناسایی و پیشنهاد شده است.

واژگان کلیدی: یادگیری فناورانه، نوآوری بهره‌بردارانه، نوآوری اکتشافی، پیمایش نوآوری، صنعت فولاد

۱- مقدمه

امروزه اینکه شرکت‌ها باید بتوانند توانمندی‌های خود در پاسخ به تغییرات محیط‌شان را ارتقاء دهند تا عملکرد مناسبی داشته باشند به امری مورد پذیرش همگان بدل شده است. در شرایط اقتصادی امروزی که با رقابت شدید و تغییرات فناورانه سریع عجین شده ظرفیت نوآورانه در قالب تعادل بین نوآوری اکتشافی و نوآوری وابسته به بهره‌برداری برای

۱- دانشجوی دکترای مدیریت فناوری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران
۲- استاد دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران
۳- دانشیار دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران
۴- استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران
* نویسنده مسئول مکاتبات: kazazi@atu.ac.ir

رقابت‌پذیری حال و آینده شرکت‌ها ضروری است [۸و۴۱]. این مفهوم معروف به شایستگی دوسوتوانی، در گذشته بر تمرکز هم‌زمان بر روی هر دو جنبه فوق‌الذکر اشاره داشته است [۳۸]. به عنوان نمونه [۴۸و۴۹] شایستگی دوسوتوانی در سازمان‌ها را به توانایی آنها در دنبال کردن هم‌زمان دو هدف رقابتی مانند کارآیی ساخت و انعطاف‌پذیری یا موقعیت‌یابی راهبردی تنوع و کاهش هزینه ترجمه کرده‌اند. امروزه اما این شایستگی بیشتر به توانایی شرکت‌ها در اجرای فعالیت‌های مرتبط با اکتشاف که به نوآوری‌های ریشه‌ای منجر می‌گردد و همچنین فعالیت‌های مرتبط با بهره‌برداری که نوآوری‌های تدریجی را در پی دارد اطلاق می‌شود [۴و۲۸]. به بیان دیگر این مفهوم در حال حاضر بر ایجاد تعادل بین نوآوری‌های اکتشافی و بهره‌بردارانه[1] دلالت دارد و به رغم ابهام در رابطه مثبت آن با عملکرد شرکت (بهبود مدیریت)، اغلب محققین نقش بی‌بدیل و مثبت آن در عملکرد بلندمدت شرکت‌ها و کسب مزیت رقابتی توسط آنها را به اثبات رسانده‌اند [۱۵و۱۸]. با توجه به اینکه هر دو نوع نوآوری‌های فناورانه فوق‌الذکر از مخزن منابع مشترکی استفاده می‌کنند چالش پیش روی سازمان‌ها علاوه بر ایجاد تعادل بین هر دو نوع نوآوری [۲۱]، اهرمی کردن توانمندی‌های شرکت به سمتی است که آنها را قادر سازد در هر دو نوع فعالیت به طور هم‌زمان و موفقیت‌آمیز حضور داشته باشند [۳۱]. سازمان‌ها در مسیر دستیابی به شایستگی دوسوتوانی معمولاً با بحران‌هایی مواجه می‌شوند. چارداسکاران و همکاران [۹] برای غلبه بر این بحران‌ها دو جریان را شناسایی کرده‌اند که در پیشینه بر آنها بسیار تأکید شده است. جریان اول مربوط به «مدیریت عملیات» بوده و ارتباط بین اکتشاف و بهره‌برداری را با توجه به «معمای بهره‌وری»[2] مورد مطالعه قرار داده است. جریان دوم که به طور گسترده‌تری برای بهره‌مندی از مزایای هر دو نوع نوآوری به ویژه در تازه‌واردها مورد توجه محققین بوده «یادگیری فناورانه» است. برخی محققین اعتقاد دارند که مصادیقی از یادگیری فناورانه مانند فعالیت‌های تسهیل‌کننده یادگیری و انتقال دانش [۴۱]، اهمیت همکاری با سایر شرکت‌ها [۲۷]، چگونگی ارتقاء یادگیری [۴۱] و نقش فرهنگ سازمانی در تسهیل انتقال دانش و یادگیری [۲۶] نقش بسیار بااهمیتی را در این زمینه ایفاء می‌کند. اهمیت یادگیری فناورانه در این فرآیند به حدی است که مارچ [۳۱] یادگیری اکتشافی و وابسته به بهره‌برداری (به جای نوآوری اکتشافی و وابسته به بهره‌برداری) را مطرح کرده و معتقد است برای تازه‌واردها دستیابی هم‌زمان به مزایای این دو فعالیت متفاوت یادگیری فناورانه، یک عامل مهم و حیاتی محسوب می‌شود و در این راستا برخی مطالعات، تأثیر توانمندی یادگیری بر دوسوتوانی و ارتقاء عملکرد را مورد بررسی قرار داده‌اند [۶و۲۹]. این توانمندی‌ها که از طریق فعالیت‌ها و مکانیزم‌های یادگیری پویا در شرکت‌ها ایجاد و به‌روز می‌گردند به تلاش‌ها و فعالیت‌های راهبردی نیازمندند که به منظور انطباق با موقعیت‌های متغیر و با هدف از بین بردن محدودیت‌هایی نظیر وابستگی به مسیر تاریخی، ایستایی و سکون سازمانی، محدودیت‌های نهادی و همچنین دام[3] وارد کردن فناوری[4] در شرکت‌ها انجام می‌شود [۲۲].

شرکت‌ها مکانیزم‌های مختلفی را برای یادگیری فناورانه در دستور کار خود قرارداده‌اند [۳۰] ولی با توجه به محدودیت منابع و لزوم توجه هم‌زمان به دو بُعد دوسوتوانی نوآوری، انتخاب یک مکانیزم اثربخش یادگیری فناورانه به یک تصمیم راهبردی در سطح شرکت‌ها تبدیل شده است. این پژوهش سعی دارد با توجه به داده‌های مربوط به شرکت‌های فعال در صنعت فولاد ایران ضمن شناسایی مکانیزم‌های اثربخش تأثیرگذار در نوآوری دوسوتوان، سیاست‌های مناسب دولت در راستای ارتقاء نوآوری در شرکت‌های فولادی کشور را ارائه نماید.

1- Exploitative and Explorative Innovation
2- Productivity Dilemma
۳- برخی کشورها از طریق اکتساب فناوری نتوانسته‌اند توانمندی‌های فناورانه خود را ارتقاء دهند.
4- Trap of Technology import

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش‌های مرتبط

۲-۱) یادگیری فناورانه و مکانیزم‌های آن

تقریباً تمام پیشینه یادگیری فناورانه بر شرکت‌ها متمرکز است و فعالیت‌های فناورانه سازمان‌ها را به عنوان مهم‌ترین نیروی محرکه توسعه اقتصادی در نظر می‌گیرند [۲۵]. ژای و لی هوآ [۴۵] بر این باورند که ماهیت پیچیده یادگیری در تازه‌واردها نیاز به چارچوبی جامع در این زمینه را بیش از پیش کرده و تازه‌واردها به دلیل ضعف‌هایی مانند فاصله از منابع فناوری، تحقیق و توسعه غیراثربخش و فاصله از بازارهای اصلی، برای توسعه و دستیابی به همپایی[1] باید راهبرد یادگیری داشته باشند. راهبرد یادگیری که غلبه بر محدودیت‌های داخلی، توسعه نوآوری و تضمین رشد حال و آینده را تضمین می‌نماید منعکس‌کننده تخصیص مناسب منابع برای فعالیت‌های یادگیری فناورانه است [۴۵]. یادگیری فناورانه به اشکال مختلفی در مدیریت و اقتصاد تعریف شده لیکن در تعریف آن باید به برخی نکات توجه ویژه داشت:

– یادگیری فناورانه مفهومی پویا است که به افراد و شرکت‌ها در انجام سریع‌تر و بهتر وظایف کمک کرده و فرصت‌های جدید را شناسایی می‌کند [۷]. بر این اساس یادگیری فناورانه ارتباط نزدیکی با مفهوم ظرفیت جذب خواهد داشت.

– هدف فرآیند یادگیری فناورانه، بهبود مزیت رقابتی شرکت‌ها از طریق اکتساب فناوری خارجی و انباشت توانمندی فناورانه و توسعه نوآوری است [۴۵].

– در فرآیند یادگیری فناورانه، درونی‌سازی، توسعه، بهبود و نوسازی این توانمندی‌ها و نشان دادن توانایی شرکت برای جذب، انتشار و استفاده مؤثر از فناوری‌های خارجی و همچنین خلق فناوری‌های جدید در طول زمان مورد توجه قرار دارد [۱۴].

بحث یادگیری فناورانه در حوزه توسعه نوآوری را می‌توان در طیفی از دو مفهوم کاملاً مجزا بررسی نمود. در یک سر طیف که بیشترین کاربرد را نیز دارد یادگیری به فرآیندهای مختلفی اشاره دارد که از طریق آن مهارت و دانش برای افراد و شاید سازمان‌ها کسب می‌شود. در زمینه بحث درباره توسعه فناورانه و ارتقاء نوآوری معمولاً یادگیری به این مفهوم به کار برده می‌شود. یک نگاه سنتی کاملاً متفاوت به ویژه در پیشینه علم اقتصاد نیز در زمینه یادگیری وجود دارد که در سر دیگر طیف قرار دارد. این نگاه که بیشتر به تغییرات فنی اشاره دارد الگوی تغییرات در عملکرد فعالیت‌های تولید را مورد اشاره قرار می‌دهد. به طور مثال طبق تعریف اول، مباحث مربوط به فرآیندهای دستیابی شرکت‌های واحد به مهارت‌ها و دانش فنی، ذیل مفهوم یادگیری مطرح است در حالی که مطابق تعریف دوم، بهبود عملکرد تسهیلات ثابت و در نتیجه بهبود بهره‌وری در شرکت‌ها و یا حتی توسعه فناورانه کشورهای در حال صنعتی شدن به مفهوم یادگیری مورد اشاره قرار می‌گیرد. یادگیری برای اکتساب ظرفیت فناورانه را می‌توان در دو فرآیند کلی تقسیم‌بندی نمود [۵]:

➢ در فرآیند اول، یادگیری اغلب به فرآیند اکتساب مهارت و دانشی اشاره دارد که تا حد قابل توجهی به تجربه بستگی دارد. این مفهوم در ادبیات اقتصادی با نام یادگیری از طریق انجام کار شناخته شده است. این یادگیری‌ها در دو دسته طبقه‌بندی می‌شوند:

▪ یادگیری از طریق عملیات: این یادگیری از تجربه انجام وظایف عملیات در محیط واقعی ایجاد و از طریق یک مکانیزم بازخورد تکمیل می شود. برخی مطالعات اخیر از آن به عنوان نوعی از یادگیری که سهم عمده‌ای در توسعه

1- Catch up

فناورانه شرکت‌ها و کشورهای تازه‌وارد داشته نیز یاد کرده‌اند [۳۲].

▪ یادگیری از طریق تغییر: در این نوع یادگیری، ایجاد توانمندی از طریق عملیات مستقیم مدنظر نبوده و انجام فعالیت‌های مختلف تغییر فنی مورد توجه است.

➢ در فرآیند دوم، یادگیری به کلیه ابزارهایی اشاره دارد که به کسب و افزایش مهارت و دانش منجر خواهد شد. در کل، یادگیری به تمامی راه‌هایی که شرکت‌ها از طریق آنها ظرفیت مدیریت فناوری و ایجاد تغییرات فنی را در خود افزایش می‌دهند اشاره دارد. یادگیری‌های مبتنی بر کسب و افزایش مهارت و دانش را می‌توان در چهار گروه تقسیم‌بندی نمود:

• بازخورد عملکرد سیستم: یادگیری از تجربه تنها از طریق مکانیزم‌های نهادینه‌شده برای خلق، ذخیره، بازبینی و درک و تفسیر تجربه امکان‌پذیر خواهد بود.

• یادگیری از طریق آموزش: مطالعات زیادی از آموزش‌های رسمی به عنوان یک منبع مهم بهبود ظرفیت‌های فناورانه یاد کرده‌اند و حتی به نظر می‌رسد این یادگیری از یادگیری مبتنی بر انجام کار نیز مهم‌تر باشد [۱۶].

• یادگیری از طریق استخدام: شرکت‌ها نه تنها نیاز دارند از طرق مختلفی که بیان شد ظرفیت فناورانه خود را انباشت نمایند بلکه باید بتوانند ظرفیت‌های جدید نیز خلق نمایند. اگر مهارت‌ها و دانش‌های مورد نیاز در محیط اطراف یک شرکت وجود داشته باشد باید بتوان آنها را برای شرکت به خدمت گرفت.

• یادگیری از طریق جستجو: این یادگیری بیشتر به فرآیندهایی اشاره دارد که انباشت دانش و توسعه فناورانه در آنها به وسیله انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه ایجاد می‌گردد [۱۳].

برخی از مهم‌ترین مکانیزم‌های یادگیری فناورانه که در مطالعات قبلی توسط محققین مورد اشاره قرار گرفته‌اند در جدول ۱ درج شده است.

۲-۲) نوآوری دوسوتوان

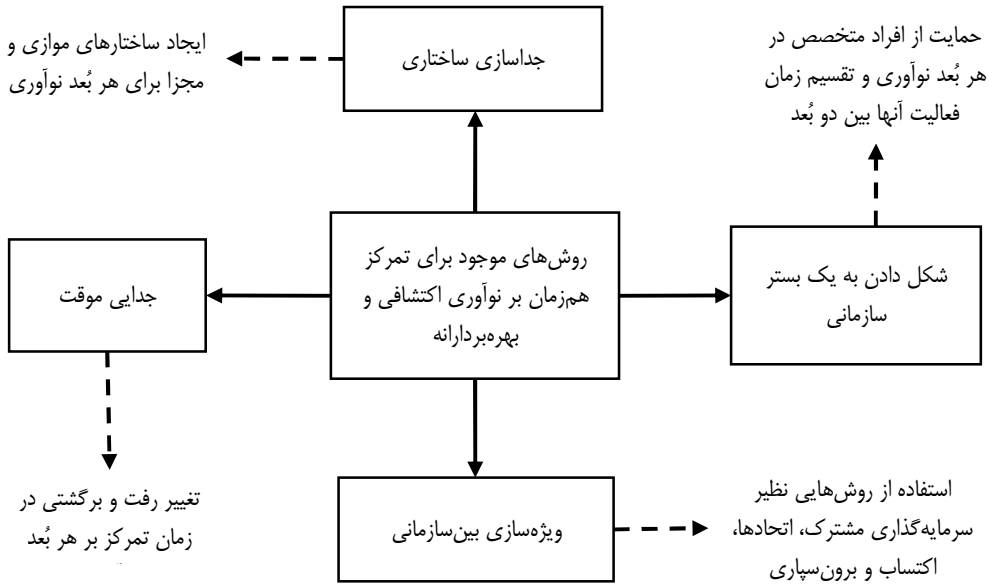
مفهوم دوسوتوانی به نظریه غالب در تغییرات سازمانی، طراحی سازمانی، یادگیری سازمانی و مدیریت نوآوری تبدیل شده است [۱]. محققین در پیشینه دوسوتوانی ادعا می‌کنند که شرکت‌ها باید بین مطالعات و پژوهش‌های خود برای دستیابی به محصولات جدید و بهره‌برداری از دانش و فناوری قدیمی از طریق ارتقاء فرآیندهای موجود، نوعی تعادل برقرار نمایند [۲۱]. افراد مختلفی از جنبه‌های گوناگون مدیریت نظیر مدیریت راهبردی، نظریه سازمان، رفتار سازمانی و مدیریت فناوری و نوآوری به نظریه دوسوتوانی نگریسته و در توسعه آن نقش داشته‌اند. بر اساس مطالعه ممبینی و همکاران [۳] می‌توان نوآوری دوسوتوان را توانمندی سازمان در همسویی شرکت برای پاسخ به تقاضای بازار (افزایش کارآیی و بهبود عملکرد کسب‌وکار) و هم‌زمان، سازگاری با تغییرات اساسی محیط (نوآوری و رشد محصول با تمرکز بر انعطاف‌پذیری در جهت اطمینان از اثربخشی آینده) تعریف نمود که با استفاده از توسعه ترتیبات ساختاری و انجام فعالیت‌های متفاوت یادگیری فناورانه به مدیریت نوآوری در شرکت می‌پردازد. برخی [۱۵و۳۸] مدعی‌اند که تمرکز بر ترکیب هر دو بُعد در قالب تعادل و تعامل، تأثیری مثبت بر عملکرد شرکت خواهد داشت [۱۳]. شرکت‌ها برای دستیابی به نوآوری‌های فوق‌الذکر و برقراری تعادل و تعامل بین آنها روش‌های مختلفی را دنبال می‌کنند که در شکل ۱ قابل مشاهده است [۳۹].

یکی از محورهای توجه محققین در خصوص این نوآوری‌ها، یادگیری فناورانه و مکانیزم‌های شرکت‌ها در دستیابی و ارتقاء توانمندی‌های فناورانه است. خلق و توسعه این توانمندی‌ها که مهم‌ترین روش دستیابی به آن برای تازه‌واردها، مکانیزم‌های یادگیری فناورانه است [۱۶و۲۰و۴۲و۴۶] منبع اصلی دستیابی به نوآوری دوسوتوان هستند [۴۷].

جدول ۱) مکانیزم‌های یادگیری فناورانه

مکانیزم‌های یادگیری	منبع
✓ یادگیری از طریق انجام کار (بهبود اجرای وظایف تولید) ✓ یادگیری از طریق تغییر (اکتساب دانش و درک فناوری) ✓ کپی کردن ناصحیح (ساده‌سازی فناوری) ✓ کپی‌برداری تطبیقی (کپی و بهبود طراحی محصول با هدف ارتقاء کیفیت، پذیرش بازار و توسعه دانش چگونگی) ✓ یادگیری از طریق صادرات (دستیابی به دانش چگونگی و چرایی توسعه محصول در بازارهای بین‌المللی) ✓ آموزش (آموزش به عنوان منبع اصلی ارتقاء ظرفیت فناورانه) ✓ استخدام متخصصین (کمک به تکمیل ظرفیت فناورانه موجود) ✓ جستجو (افزایش پایه دانشی از طریق تحقیق و توسعه)	[۳۷]
✓ یادگیری از طریق انجام دادن (فناوری واردشده تغییر نمی‌کند ولی کاربردها کارآتر می‌شود) ✓ یادگیری از طریق تطبیق (تغییرات کوچک و افزایش بهره‌وری فناوری و محصول خاص جهت تطبیق با نیازهای خاص) ✓ یادگیری از طریق طراحی (ورود تجهیزات و کپی‌برداری از فرآیندها و کسب دانش فرآیندهای صنعتی) ✓ یادگیری از طریق طراحی بهسازی‌شده ✓ یادگیری از طریق طراحی کامل کارخانه (یادگیری و راه‌اندازی کامل سیستم‌های تولیدی و سازگاری کل کارخانه برای پاسخگویی به نیازهای خاص) ✓ یادگیری از طریق طراحی فرآیندهای جدید (فعالیت مراکز تحقیق و توسعه یا مؤسسات تحقیقاتی در ارائه فرآیندها و ساخت کالاهای جدید)	[۲۳]
روش‌های یادگیری بر مبنای نوع دانش: ✓ برای اکتساب دانش فناورانه (یادگیری از طریق انجام کار، یادگیری از طریق کاربرد) ✓ برای فراگیری، جذب و بهبود فناوری‌ها (یادگیری از طریق تحقیق و توسعه)	[۱۴]
✓ یادگیری از طریق جستجو (بهبودهای ایجادشده از طریق تحقیق و توسعه به عنوان غالب‌ترین مکانیزم یادگیری در مرحله اختراع) ✓ یادگیری از طریق انجام کار (در مراحل پس از طراحی محصول بوده که به بهبود فرآیند تولید نظیر افزایش کارایی نیروی کار، تخصصی شدن کارها و همچنین بهبود روش تولید منجر می‌گردد) ✓ یادگیری از طریق کاربرد (بهبود طراحی محصول از طریق بازخوردهای استفاده‌کنندگان فناوری در فرآیند نوآوری) ✓ یادگیری از طریق تعامل (بهبود از طریق تعامل با شبکه تعاملات بین بازیگران نظیر نهادهای پژوهشی، صنعت، کاربران نهایی و سیاست‌گذاران) ✓ فرآیندهای مربوط به افزایش و یا کاهش ظرفیت فناوری، اقتصاد مقیاس و استانداردسازی فرآیند محصول	[۱۸]

توانمندی فناورانه علاوه بر ایجاد زمینه استفاده کامل از فناوری‌ها و دانش موجود، می‌تواند نوآوری بهره‌بردارانه سازمان که ناشی از انباشت تجارب پیشین است را نیز بهبود دهد. به علاوه، این توانمندی‌ها شرکت‌ها را قادر می‌سازد که با استفاده از منابع داخلی و خارجی مزایای غیرقابل جایگزین در خلق محصول بدیع، ورود به بازارهای جدید، انتقال دانش و فناوری از منابع خارج سازمان، کشف و بهره‌برداری از فناوری‌های مرز دانش، درک روندهای فناورانه جدید و هزینه‌های پائین‌تر برای اختراعات داخلی فناوری جدید را برای خود ایجاد نمایند [۴۷]. با این مقدمه، فعالیت‌ها و مکانیزم‌های یادگیری فناورانه از ارکان اصلی دستیابی به نوآوری دوسوتوان هستند که باید منابع بنگاه‌ها به طور اثربخش به آنها اختصاص یافته و ساختارهای سازمانی، متناسب با آنها تنظیم گردد.

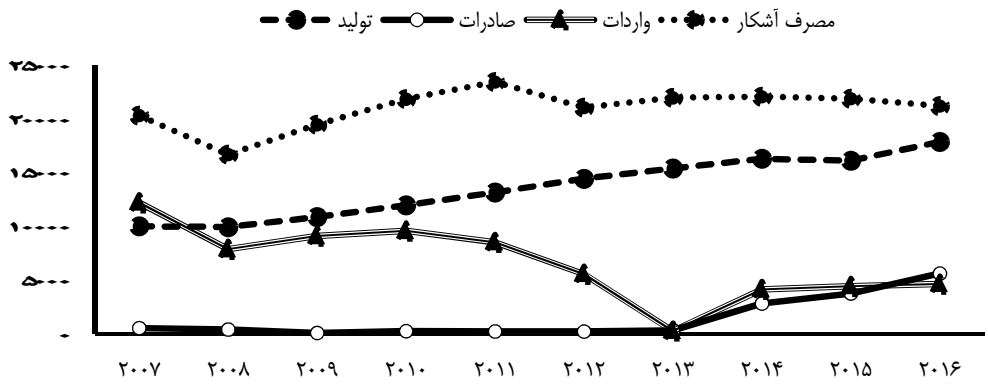


شکل ۱) راه‌های غلبه بر چالش تخصیص هم‌زمان منابع بنگاه به فعالیت‌های نوآوری اکتشافی و بهره‌بردارانه

۳- وضعیت صنعت فولاد در ایران و مقایسه با کشورهای منتخب

اولین تلاش‌ها برای تولید داخلی فولاد، تلاش برای احداث ذوب آهن در سال ۱۲۶۳ شمسی در آمل توسط محمد حسن امین‌الضرب و تأسیس کارخانه آهن ذوب‌کنی صنیع‌الدوله در داودیه تهران بود که هر دو به واسطه عدم تأمین مواد اولیه با شکست روبرو شدند. با توجه به شکست تلاش‌های بخش خصوصی برای ورود به این عرصه، دولت در اولین تلاش سازمان‌یافته در سال ۱۳۱۶ با مشارکت شرکت دماگ گروپ آلمان سعی در ایجاد کارخانه‌ای در کرج داشت که این تلاش نیز با توجه به شروع جنگ جهانی دوم با شکست مواجه شد. در سال ۱۳۳۰ اولین کارخانه نورد ایران با ظرفیت سالانه ۶۵ هزار تن در اهواز تأسیس شد. اما شروع رشد این صنعت در کشور از برنامه عمرانی سوم آغاز شد که بخش عمده‌ای از هزینه‌های مربوط به حوزه صنعت و معدن در این برنامه به آماده‌سازی توسعه تولید داخل فولاد و آهن معطوف بود. تا پایان برنامه عمرانی چهارم (۱۳۵۱)، چهار کارخانه نورد به علاوه دو کارخانه لوله‌سازی اهواز (وابسته به شرکت ملی نفت ایران) و نورد و لوله اهواز (وابسته به گروه صنعتی شهریار) نیز شروع به فعالیت نمودند. مهم‌ترین اقدام اساسی در این زمینه اما احداث مجتمع عظیم ذوب آهن اصفهان بود که ساخت آن از سال ۱۳۴۴ و بهره‌برداری از آن در سال ۱۳۵۱ آغاز شد. حجم تولیدات کارخانجات فولادسازی کشور طی برنامه عمرانی چهارم، سالانه در حدود ۷۹/۵ درصد و در سه سال اول برنامه پنجم نیز سالانه حدود ۲۲ درصد رشد داشت به طوری که تولید فولاد کشور تا سال ۱۳۵۴ با متوسط رشد سالانه حدود ۶۳ درصد در طول سال‌های برنامه عمرانی چهارم و پنجم به ۱/۳۰۶ میلیون تن رسید. پس از انقلاب اسلامی نیز همچنان این توسعه ادامه یافت تا جایی که اکنون ۱۴۱ شرکت در این حوزه مشغول فعالیت هستند. در بُعد فناوری نیز تأسیس شرکت ایریتک با همکاری شرکت ایتالیم پیانتی برای انجام امور مهندسی، اولین اقدام جدی در این راستا بوده که البته به نظر می‌رسد اثربخشی لازم را نداشته است.

گرچه تولید فولاد در کشور افزایش چشم‌گیری داشته اما وضعیت ایران در این خصوص در مقایسه با دیگر کشورها چندان مطلوب نیست. بر اساس آخرین آمار منتشر شده توسط مجمع جهانی فولاد[1]، ایمیدرو (سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران) با حدود ۱۴ میلیون تن تولید فولاد در بین شرکت‌های تولیدی در رتبه ۲۵ قرار دارد و کل کشور نیز با تولید ۱۷/۹ میلیون تن در جایگاه چهاردهم دنیا قرار گرفته است. شکل ۲ وضعیت تولید، واردات، صادرات و مصرف آشکار سالانه فولاد در کشور را نشان می‌دهد (استفاده آشکار از فولاد در این شکل به صورت «مجموع تولید و واردات منهای صادرات» تعریف می‌شود).



شکل ۲) نمودار وضعیت صنعت فولاد در کشور (مقادیر بر حسب وزن)

هر چند تولید فولاد کشور در ابعاد مختلف روندی افزایشی داشته اما از بُعد فناوری که نمود آن را می‌توان در تولید و صادرات محصولات پیچیده‌تر و پیشرفت سایر بخش‌های مرتبط دید وضعیت نسبت به رقبای منطقه‌ای و جهانی چندان مطلوب نیست. جدول ۲ خلاصه‌ای از مقایسه ایران با سه کشور هند، کره جنوبی و ترکیه را نشان می‌دهد[2]. همان‌طور که مشخص است اگر چه کشورمان در صادرات فولاد خام رشد قابل توجهی داشته اما در صادرات محصولات آهن و فولاد تقریباً هیچ جایگاهی نداشته و از طرف دیگر، واردات این محصولات نیز روز به روز افزایش یافته است. واردات محصولات فولادی البته در تمامی دنیا امری عادی محسوب می‌شود و تقریباً تمامی کشورهایی که جزء ده صادرکننده برتر دنیا هستند در زمره بزرگ‌ترین واردکنندگان فولاد نیز به شمار می‌روند اما تحلیل نوع واردات نشان می‌دهد که کشورها سعی دارند محصولات پیچیده‌تر را تولید و صادر نمایند.

جدول ۲) مقایسه وضعیت تولید، صادرات و واردات فولاد و محصولات فولادی کشورهای مدنظر

تولید فولاد خام (میلیون تن)	۲۰۱۵		۲۰۱۶	
	تناژ (میلیون تن)	رتبه	تناژ (میلیون تن)	رتبه
کره جنوبی	۶۹/۷	۶	۶۸/۶	۶
ترکیه	۳۱/۵	۹	۳۳/۲	۸
هند	۸۹/۰	۳	۹۵/۶	۳
ایران	۱۶/۱	۱۴	۱۷/۹	۱۴

۱- سالنامه مجمع جهانی فولاد (۲۰۱۷) و سایت مرکز تجارت بین‌المللی (ITC)

۲- همان

ادامه جدول ۲) مقایسه وضعیت تولید، صادرات و واردات فولاد و محصولات فولادی کشورهای مدنظر

فرآیند تولید (درصد←)	کوره بلند		احیاء مستقیم		کوره باز		سایر
کره جنوبی	۶۹/۳		۳۰/۷		۰/۰		۰/۰
ترکیه	۳۴/۱		۶۵/۹		۰/۰		۰/۰
هند	۵۷/۳		۴۲/۷		۰/۰		۰/۰
ایران	۲۲/۲		۷۷/۸		۰/۰		۰/۰
استفاده آشکار از فولاد (میلیون تن)	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶
کره جنوبی	۵۲/۴	۵۴/۴	۵۴/۱	۵۱/۸	۵۵/۵	۵۵/۸	۵۷/۱
ترکیه	۲۳/۶	۲۶/۹	۲۸/۵	۳۱/۳	۳۰/۸	۳۴/۴	۳۴/۱
هند	۶۴/۹	۶۹/۸	۷۲/۴	۷۳/۷	۷۵/۹	۸۰/۲	۸۳/۵
ایران	۲۱/۹	۲۳/۵	۲۱/۱	۲۲/۰	۲۲/۰	۲۱/۹	۲۱/۲
صادرات آهن و فولاد (هزار دلار)	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴		۲۰۱۵		۲۰۱۶
کره جنوبی	۲۵,۳۷۵,۰۱۷	۲۲,۲۶۹,۹۳۱	۲۳,۹۵۸,۱۸۵		۲۰,۱۵۲,۶۹۷		۱۸,۶۵۱,۲۵۲
ترکیه	۱۱,۳۳۲,۴۸۲	۹,۹۱۸,۷۹۴	۹,۲۴۴,۱۷۳		۶,۵۵۶,۷۴۳		۶,۱۸۰,۳۵۳
هند	۷,۶۹۹,۷۹۵	۱۰,۲۰۶,۴۸۹	۹,۰۸۰,۶۰۶		۶,۳۰۸,۱۷۹		۶,۴۳۶,۶۶۹
ایران	۵۵۱,۲۱۵	۸۲۶,۷۴۴	۱,۰۴۲,۸۱۵		۱,۲۱۶,۱۲۸		۱,۳۶۲,۱۵۶
صادرات کالاهای آهنی و فولادی (هزار دلار)	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴		۲۰۱۵		۲۰۱۶
کره جنوبی	۱۲,۴۶۷,۴۳۱	۱۱,۱۷۹,۸۹۹	۱۲,۶۵۸,۹۶۵		۱۱,۱۶۷,۱۶۱		۱۱,۱۱۱,۶۳۰
ترکیه	۶,۰۹۳,۱۱۷	۶,۱۴۸,۰۴۶	۶,۳۵۶,۱۱۷		۵,۴۶۵,۸۱۰		۴,۹۶۴,۳۳۶
هند	۷,۶۷۷,۷۰۶	۷,۳۴۷,۶۲۶	۷,۵۱۸,۷۱۱		۶,۵۱۰,۴۶۹		۵,۸۲۰,۷۳۷
ایران	۰	۰	۰		۰		۰
واردات آهن و فولاد (هزار دلار)	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴		۲۰۱۵		۲۰۱۶
کره جنوبی	۱۳,۸۲۲,۰۰۳	۲۰,۳۶۹,۶۶۰	۲۱,۹۵۷,۴۳۸		۱۵,۴۰۴,۲۷۰		۱۴,۳۲۶,۵۴۹
ترکیه	۱۹,۴۳۲,۰۴۱	۱۸,۶۹۰,۸۸۸	۱۷,۵۷۵,۸۹۰		۱۴,۷۷۵,۰۹۴		۱۲,۵۷۵,۴۶۰
هند	۱۳,۷۳۹,۶۳۰	۱۰,۱۱۸,۹۱۴	۱۱,۲۹۳,۱۳۵		۱۱,۷۰۸,۰۵۴		۸,۷۱۳,۶۵۱
ایران	۳,۸۱۱,۵۶۰	۲,۴۲۴,۸۰۱	۳,۱۳۸,۹۷۳		۲,۶۸۶,۹۹۷		۱,۸۵۱,۴۳۹
واردات کالاهای آهنی و فولادی (هزار دلار)	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴		۲۰۱۵		۲۰۱۶
کره جنوبی	۷,۸۰۲,۵۳۵	۸,۵۱۴,۹۴۸	۸,۹۰۴,۷۷۰		۸,۰۰۵,۸۵۲		۶,۵۰۹,۹۰۷
ترکیه	۲,۳۶۷,۱۷۶	۲,۷۵۷,۷۳۵	۲,۶۱۷,۵۱۱		۲,۷۴۲,۲۳۶		۲,۹۸۲,۵۲۰
هند	۴,۲۴۶,۳۲۱	۳,۷۵۲,۲۴۳	۴,۰۶۰,۱۳۷		۳,۷۵۲,۹۷۴		۳,۵۲۴,۶۶۰
ایران	۲,۸۲۴,۵۰۹	۱,۸۵۶,۹۵۲	۲,۲۸۹,۰۵۸		۱,۳۱۵,۲۳۳		۱,۳۰۲,۱۱۳

٤- روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش از یک رویکرد ترکیبی کمّی و کیفی برای دستیابی به مدل یادگیری فناورانه در صنعت فولاد کشور استفاده شده است. به این منظور ابتدا با بررسی پیشینه یادگیری فناورانه و نوآوری دوسوتوان، متغیرهای پژوهش تعریف و سپس با بهره‌گیری از نتایج پیمایش نوآوری در صنعت فولاد که توسط معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری در سال ۱۳۹۶ انجام شده معنی‌داری تأثیر مکانیزم‌های مختلف یادگیری فناورانه با استفاده از مدل‌سازی شبکه عصبی ارزیابی و اثربخش‌ترین مکانیزم یادگیری در دستیابی به نوآوری دوسوتوان با استفاده از الگوریتم Moving-Backward مشخص شده است. در نهایت نیز با استفاده از گروه متمرکز، مدل سیاستی ارتقاء نوآوری دوسوتوان در صنعت فولاد کشور تدوین گردیده است.

٤-١) متغیرهای پژوهش

مطابق پیشینه موجود، برای نوآوری دوسوتوان ابعاد مختلفی ارائه شده است. ژانگ و لی [۴۷] معتقدند که نوآوری اکتشافی از متغیرهایی نظیر فراوانی فناوری نوظهور اکتسابی، اکتساب مهارت‌های بدیع مدیریتی و سازمانی، ایجاد تیم‌های تحقیقاتی جدید، نوآوری در زمینه‌های جدید (بدون وجود تجربه‌های قبلی)، اجرای پروژه‌های جدید، توسعه دانش جدید در فرآیندهای تولیدی و ارائه خدمات و نوآوری بهره‌بردارانه نیز از بهبود فنون، تجدید ساختار و به‌روزرسانی دانش و مهارت‌های موجود، ورود به فناوری‌های بالغ، بهبود برنامه‌ها و افزایش سرمایه‌گذاری در آنها، بهبود ظرفیت تولید و ارائه خدمات و آموزش‌های مرتبط با بهبود کارآیی تشکیل شده است. یک پژوهش دیگر [۳۹] هم بکارگیری منظم تغییرات و بهبودهای کوچک در محصولات موجود، معرفی نسخه بهبودیافته محصولات موجود به بازارهای فعلی، بهبود کارایی تدارک محصولات و خدمات، افزایش اقتصاد مقیاس در بازارهای موجود و همچنین گسترش خدمات برای مشتریان فعلی را ابعاد نوآوری بهره‌بردارانه و ابعادی نظیر قبول تقاضای محصولات و خدمات فراتر از توان فعلی شرکت، اختراع محصولات و خدمات جدید، بکارگیری محصولات جدید در بازار، تجاری‌سازی خدمات و محصولات جدید برای شرکت، بهره‌برداری از فرصت‌های تازه در بازارهای جدید و استفاده مداوم از کانال‌های توزیع جدید را ابعاد نوآوری اکتشافی تعریف کرده است. با توجه به نوع صنعت مورد ارزیابی و داده‌های در دسترس ابعاد مختلفی را می‌توان برای نوآوری دوسوتوان در نظر گرفت. در پژوهش حاضر ابعاد مربوط به نوآوری دوسوتوان مطابق جدول ۳ تعریف شده است. در بُعد مکانیزم‌های یادگیری نیز هفت مکانیزم یادگیری از طریق انجام کار، یادگیری از طریق تعامل، یادگیری از طریق کپی‌برداری، یادگیری از طریق آموزش، یادگیری از طریق بکارگیری نیروی انسانی متخصص در تحقیق و توسعه، یادگیری از طریق طراحی و یادگیری از طریق جستجو به عنوان فعالیت‌های شرکت‌ها در ارتقاء توانمندی فناورانه از طریق یادگیری در نظر گرفته شده است که جدول ۴ تعریف آنها در این پژوهش را نشان می‌دهد.

٤-٢) روش انجام پژوهش

در این پژوهش از تلفیق روش کیفی گروه متمرکز و روش کمّی شبکه عصبی استفاده شده است. روش گروه متمرکز به نوعی بحث گروهی اطلاق می‌شود که در صدد کاوش دسته‌ای از جریان‌های معین است. به بیان بهتر در این شیوه گروه روی یک بحث جمعی متمرکز می‌شود تا مسئله‌ای خاص را به بررسی بگذارد. فرآیند انجام این پژوهش با توجه به طرح عملی گروه مرکز کروگر و کاسی [۲] به صورت زیر طراحی شده است:

✍ مقدمات: با توجه به مطالب عنوان‌شده، هدف اصلی این پژوهش تدوین مدل یادگیری فناورانه در صنعت فولاد کشور است که بتوان با استفاده از آن نوآوری دوسوتوان را در شرکت‌ها ارتقاء داد.

جدول ۳) ابعاد نوآوری دوسوتوان

بُعد نوآوری	ابعاد مدنظر
نوآوری اکتشافی	– تعداد عرضه محصولات جدید – فعالیت‌های جدید کسب‌وکاری برای ساماندهی فرآیندها و رویه‌ها – اختراعات ثبت‌شده در داخل کشور و مراجع بین‌المللی – پتنت‌های تجاری‌شده، طرح‌های صنعتی، علائم تجاری ثبت‌شده توسط شرکت – مجوزهای لیسانس و فرانشیزهای اعطاءشده به سایر شرکت‌ها/نهادهای بیرونی (فروش حق امتیاز)
نوآوری بهره‌بردارانه	– تعداد ایجاد بهبود قابل توجه در محصولات موجود – ارائه نسخه جدید از محصولات موجود در بازار با هدف تطبیق با نیازهای مشتریان و بازار – ایجاد روش‌های جدید یا بهبودهای اساسی در روش‌های موجود ساخت و تولید محصولات/خدمات، فرآیندهای موجود زنجیره تأمین و توزیع یا فرآیندهای موجود پشتیبان – اصلاح و یا تطبیق فرآیندهای ارائه‌شده توسط سایر شرکت‌ها یا مؤسسات دیگر با نیازهای خود یا بازار – معرفی نوآوری‌ها به بازار از طریق روش‌هایی همچون مطالعات بازار و بازاریابی برای معرفی نوآوری – تغییرات ظاهری قابل توجه در طراحی یا بسته‌بندی کالا و خدمات برای افزایش ظرافت و زیبایی آن – استفاده از شبکه‌های فروش یا روش‌های جدید برای پخش یا توزیع محصولات در بازار – بهره‌گیری از رسانه‌ها و سایر روش‌های جدید جهت ترویج و انتشار محصولات – استفاده از روش‌های جدید قیمت‌گذاری کالا و خدمات

جدول ٤) مکانیزم‌های یادگیری فناورانه

مکانیزم یادگیری	جنبه‌های مرتبط
یادگیری از طریق جستجو	– تحقیق و توسعه در داخل شرکت و بدون مشارکت هیچ همکار بیرونی انجام می‌گیرد. – تحقیق و توسعه به عنوان یک واحد سازمانی در شرکت وجود دارد. – تحقیق و توسعه به صورت پیوسته (و نه منقطع و موردی) در شرکت انجام می‌شود.
یادگیری از طریق تعامل	– شرکت با مشارکت سایر شرکت‌ها و مؤسسات در محصول یا فرآیند خود نوآوری داشته است. – شرکت فعالیت‌های تحقیق و توسعه خود را با مشارکت افراد، شرکت‌ها یا مؤسسات بیرونی انجام می‌دهد. – تولید تحت لیسانس، خرید حق امتیاز اختراعات (ثبت‌شده و نشده)، خرید دانش فنی، خرید دانش فنی به صورت کپی‌رایت و سایر اقسام دانش از بنگاه‌ها و سازمان‌های دیگر به منظور تولید محصول جدید یا بهبودیافته – خرید ماشین‌آلات، تجهیزات و نرم‌افزارهای پیشرفته که از آنها اختصاصاً به منظور تولید محصول جدید یا بهبود محصولات موجود استفاده می‌شود. – شرکت از منابع اطلاعاتی خارج سازمان برای نوآوری استفاده می‌کند.
یادگیری از طریق کپی‌برداری	– نوآوری در محصول توسط شرکت یا مؤسسات دیگر که شرکت آن محصول را در سبد محصولات خود و با برند خود به بازار ارائه می‌نماید. – فرآیند توسط سایر شرکت‌ها یا مؤسسات ارائه و شرکت برای نخستین بار از آن استفاده کرده است.
یادگیری از طریق انجام کار	– اجرای فرآیندهای نوآوری محصولات و فرآیندها توسط افراد داخل شرکت – استفاده از منابع اطلاعاتی داخل شرکت یا شرکت‌های عضو هلدینگ در نوآوری

ادامه جدول ٤) مکانیزم‌های یادگیری فناورانه

مکانیزم یادگیری	جنبه‌های مرتبط
یادگیری از طریق آموزش	– آموزش کارکنان شرکت به منظور توسعه و یا ارائه محصولات جدید یا بهبودیافته
یادگیری از طریق طراحی	– فعالیت‌های شرکت با هدف دستیابی به طراحی جدید
یادگیری از طریق بکارگیری نیروی انسانی متخصص در تحقیق و توسعه	– بکارگیری نیروی انسانی فعال تمام‌وقت و پاره‌وقت در واحد تحقیق و توسعه (لیسانس و بالاتر)

ابتدا با استفاده از داده‌های واقعی سعی شده مکانیزم‌های یادگیری مؤثر بر نوآوری شناسایی شوند که به این منظور از مدل‌سازی شبکه‌های عصبی بهره گرفته شده است. با توجه به اینکه روش‌های آماری خطی نظیر تحلیل رگرسیون چندگانه و مدل‌سازی معادلات ساختاری پیچیدگی تصمیم‌گیری را به شدت کاهش می‌دهند لذا برای فرآیندهای تصمیم‌گیری کفایت نمی‌کنند. برای غلبه بر این مشکل شبکه‌های عصبی یکی از مهم‌ترین ابزارهایی است که پیشنهاد شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. شبکه‌های عصبی می‌توانند ارتباطات خطی، غیرخطی پیچیده و همچنین جبرانی را تبیین کنند ضمن اینکه به هیچ فرض آماری (مانند تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال و ...) وابسته نیستند [۲۸].

✍ برنامه‌ریزی: در این بخش مشارکت‌کنندگان در گروه متمرکز مطالعه مطابق جدول ۵ مشخص و بسته سیاستی اولیه توسعه نوآوری دوسوتوان در صنعت فولاد کشور نیز تدوین شد.

جدول ۵) حاضرین در گروه متمرکز مطالعه

بازیگران منتخب برای گروه مطالعه	حوزه فعالیت
نماینده معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری	سیاست‌گذاری
نماینده سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران	سیاست‌گذاری
نماینده شرکت ایریتک	پیمانکاری صنعت فولاد
نماینده دانشگاهیان و پژوهشگاه‌های تخصصی (دو نفر)	توسعه علم
نماینده بخش خصوصی (دو نفر)	توسعه فناوری در بنگاه

✍ سؤال کردن: در این مرحله بیشتر از بحث گروهی استفاده و بسته سیاستی تدوین‌شده در میان اعضاء گروه به بحث گذاشته شد.

✍ هماهنگ کردن: با نظر گروه، نماینده معاونت علمی و فناوری وظیفه هماهنگی جلسات را بر عهده داشت.

✍ تحلیل: در مرحله آخر نیز گزارش نهایی با توجه به نظرات اعضاء جلسه تکمیل و برنامه‌های عملیاتی توسعه نوآوری در صنعت فولاد کشور پیشنهاد شد.

۵- یافته‌های پژوهش

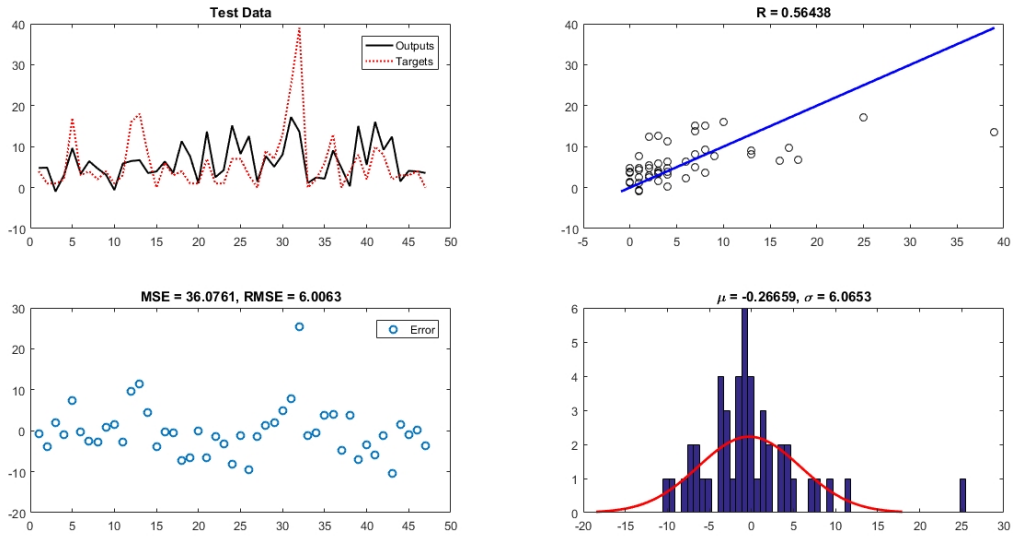
۵-۱) ارزیابی مدل و تعیین مؤثرترین مکانیزم یادگیری در توسعه نوآوری دوسوتوان

داده‌های استفاده‌شده در این پژوهش در جدول پیوست شماره یک نشان داده شده‌اند. ۵۰ شرکت از حوزه صنعت

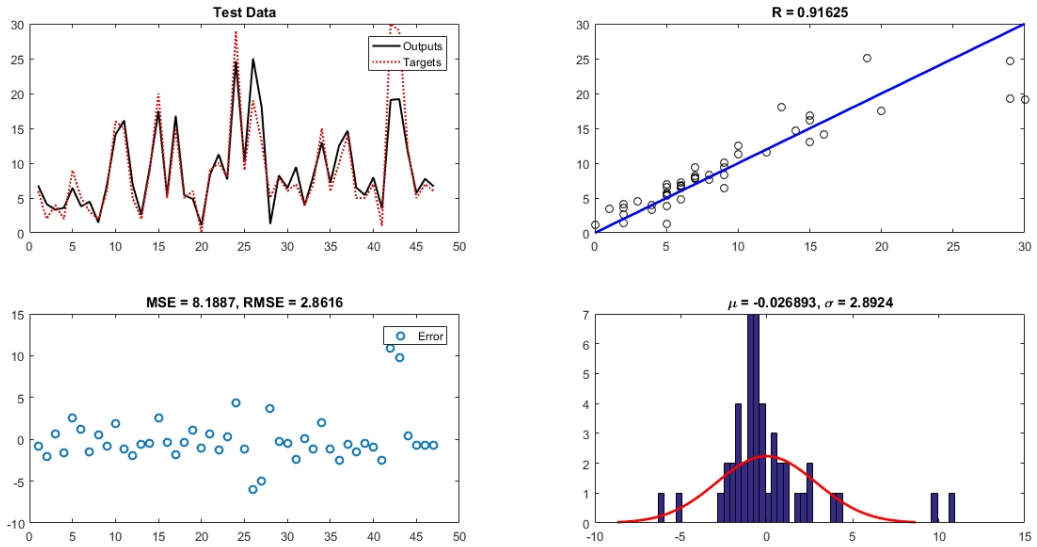
فولاد در این پیمایش وارد شدند که تنها ۵ شرکت دانش‌بنیان بوده‌اند. در این پژوهش دو شبکه عصبی مصنوعی MLP برای تخمین خروجی‌های اول و دوم با استفاده از نرم‌افزار Matlab آموزش داده شد. این شبکه‌ها در دو لایه به گونه‌ای طراحی شد که لایه اول آن دارای پنج نورون و لایه دوم (خروجی) آن دارای یک نورون بوده است. تعداد نورون‌های لایه اول از بین ۱ تا ۱۵ با آزمایش و خطا به منظور جلوگیری از Overfit شدن شبکه انتخاب شده است. لایه اول از توابع سیگموئید و لایه دوم از توابع خطی خالص برای آموزش و تخمین نتیجه استفاده می‌کنند. در نهایت شبکه‌ها به روش Leave one out مورد ارزیابی قرار گرفتند. در روش مذکور در هر مرحله از ۴۹ داده برای آموزش شبکه استفاده شد که از این بین ۱۰ داده به طور تصادفی برای اعتبارسنجی به کار گرفته شد و نهایتاً شبکه حاصل بر روی تک داده استفاده‌نشده (داده تست) آزمون گردید.

در مدل اول (شکل ۳)، ارتباط بین مکانیزم‌های یادگیری با نوآوری اکتشافی و در مدل دوم (شکل ۴) ارتباط بین مکانیزم‌های یادگیری با نوآوری بهره‌بردارانه و در مدل سوم (شکل ۵) ارتباط بین مکانیزم‌های یادگیری با مجموع دو نوآوری بررسی شده است. گرچه هر سه مدل، دارای اعتبار لازم و قابل اعتناء بوده‌اند اما با توجه به ضریب همبستگی حدود ۰/۹۲ و مجذور خطای ۸/۲، ارتباط بین مکانیزم‌های یادگیری فناورانه با نوآوری بهره‌بردارانه از استحکام و قدرت بیشتری برخوردار است. در گام بعد با استفاده از الگوریتم Moving Backward ویژگی‌های اصلی هر مدل شناسایی و مکانیزم‌های تأثیرگذار بر هر نوع نوآوری به ترتیب اهمیت شناسایی شدند. با مجموعه‌ای از n ویژگی (مکانیزم‌های یادگیری)، n عملکرد شبکه تخمین زده می‌شود. سپس یکی از ویژگی‌ها حذف و بار دیگر عملکرد تخمین زده می‌شود و این کار بر روی تک تک ویژگی‌ها تکرار می‌گردد تا در نهایت مهم‌ترین ویژگی با توجه به میانگین قدر مطلق خطاها مشخص شود.

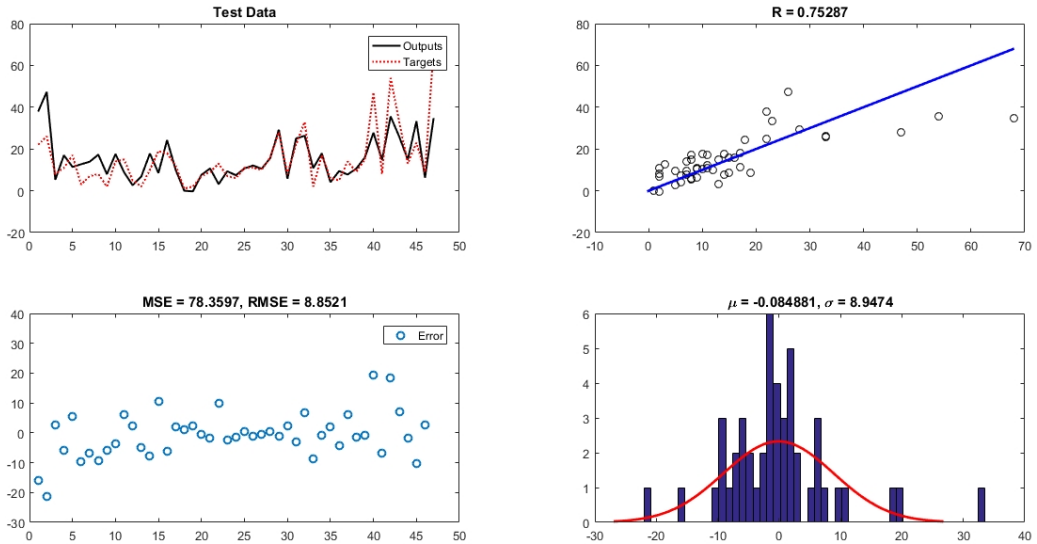
شکل‌های ۶، ۷ و ۸ خروجی انتخاب مهم‌ترین ویژگی مدل‌های سه‌گانه را نشان می‌دهد. در مدل دوم با حذف هر ویژگی عملکرد شبکه نزولی شده و بنابراین هر هشت ویژگی در نوآوری بهره‌بردارانه تأثیرگذار بوده‌اند. این روند تا حدودی برای مدل سوم نیز قابل ذکر است اما مدل اول نشان می‌دهد که تنها ویژگی‌های مشخصی در نوآوری اکتشافی تأثیر می‌گذارند. جدول ۶ ویژگی‌های مذکور را به ترتیب اهمیت‌شان برای هر مدل نشان می‌دهد.



شکل ۳) خروجی مدل اول (ارتباط بین مکانیزم‌های یادگیری با نوآوری اکتشافی)



شکل ٤) خروجی مدل دوم (ارتباط بین مکانیزم‌های یادگیری با نوآوری بهره‌بردارانه)

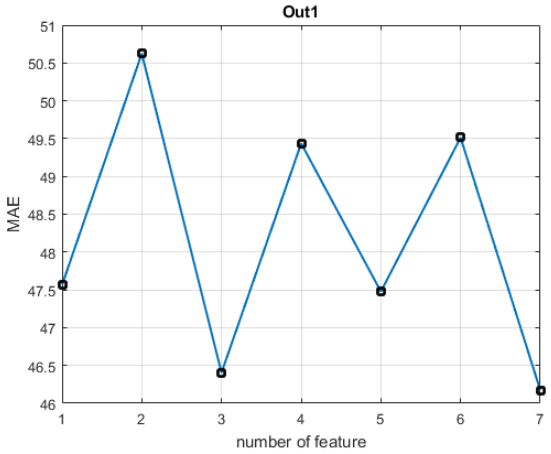


شکل ٥) خروجی مدل سوم (ارتباط بین مکانیزم‌های یادگیری با هر دو نوع نوآوری)

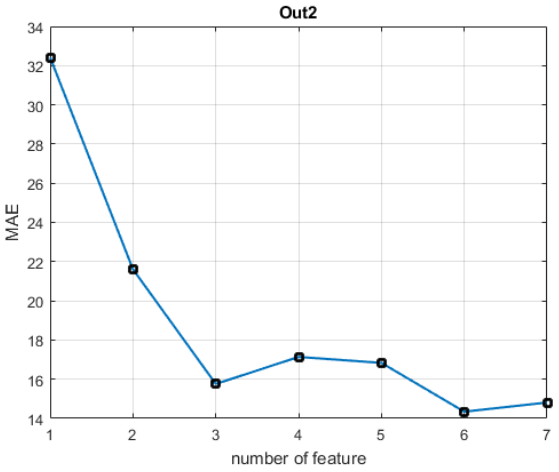
٥-٢) تدوین ابعاد مدل سیاستی پیشنهادی

از زمان اولین نمود ارزش تحقیق و توسعه در گزارش برنال[1] در سال ۱۹۳۹ و نیاز به فعالیت‌های دولتی سازمان‌یافته و گسترده در حمایت از علم و فناوری که بوش[2] در سال ۱۹۶۴ مطرح نموده منطق مداخلات دولتی برای حمایت از نوآوری صنعتی توسعه یافت و سیاست‌ها و مداخلات دولت به عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های هر نظام نوآوری، مورد توجه محققین قرار گرفت [۱].

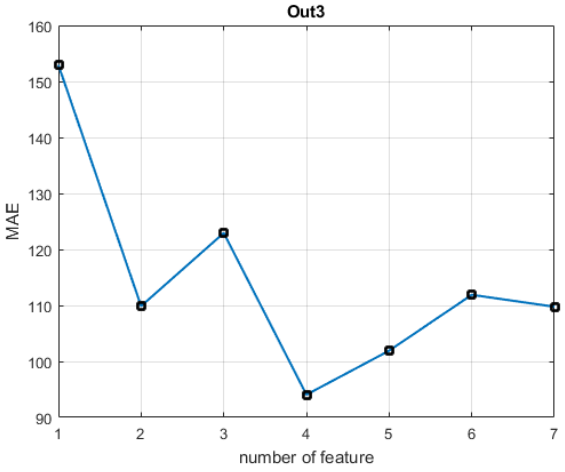
1- Bernal
2- Bush



شکل ٦) انتخاب مهم‌ترین ویژگی‌ها در مدل اول (نوآوری اکتشافی)



شکل ۷) انتخاب مهم‌ترین ویژگی‌ها در مدل دوم (نوآوری بهره‌بردارانه)



شکل ۸) انتخاب مهم‌ترین ویژگی‌ها در مدل سوم (مجموع نوآوری‌ها)

جدول ٦) اولویت‌بندی ویژگی‌ها در مدل‌های سه‌گانه

اهمیت	نوآوری اکتشافی	نوآوری بهره‌بردارانه	مجموع
۱	یادگیری از طریق انجام کار	یادگیری از طریق انجام کار	یادگیری از طریق انجام کار
۲	یادگیری از طریق تعامل	یادگیری از طریق طراحی	یادگیری از طریق طراحی
۳	یادگیری از طریق کپی‌برداری	یادگیری از طریق جستجو	یادگیری از طریق کپی‌برداری
۴	یادگیری از طریق جستجو	یادگیری از طریق تعامل	یادگیری از طریق جستجو
۵	یادگیری از طریق آموزش	یادگیری از طریق بکارگیری نیروی انسانی متخصص در تحقیق و توسعه	یادگیری از طریق آموزش
۶	یادگیری از طریق بکارگیری نیروی انسانی متخصص در تحقیق و توسعه	یادگیری از طریق آموزش	وضعیت دانش‌بنیانی
۷	یادگیری از طریق طراحی	وضعیت دانش‌بنیانی	یادگیری از طریق بکارگیری نیروی انسانی متخصص در تحقیق و توسعه
۸	وضعیت دانش‌بنیانی	یادگیری از طریق کپی‌برداری	یادگیری از طریق تعامل

ابتدا بر مبنای اولویت مکانیزم‌های یادگیری و اولویت دخالت دولت در موارد مذکور و همچنین بررسی‌های انجام‌گرفته بر روی سه کشور هند [۳۳]، کره جنوبی [۲۴] و ترکیه [۳۵و۳۶]، ۲۰ ابزار سیاستی پیشنهاد شد که پس از بررسی در پنج جلسه مصاحبه گروهی، ۷ ابزار به عنوان مهم‌ترین و تأثیرگذارترین ابزار سیاستی در ارتقاء یادگیری فناورانه شد و الزامات هر کدام برای ویژه‌سازی در کشور تدوین و اصلاحات نهایی انجام شد. این ابزارها و توضیحات مربوط به تأثیر آنها بر مکانیزم‌های یادگیری در جدول ۷ قابل مشاهده است. در انتها نیز گزارش نهایی با توجه به نظرات اعضاء جلسه تکمیل و برنامه‌های عملیاتی توسعه نوآوری در صنعت فولاد کشور پیشنهاد گردید.

جدول ۷) ابزارهای سیاستی پیشنهادشده

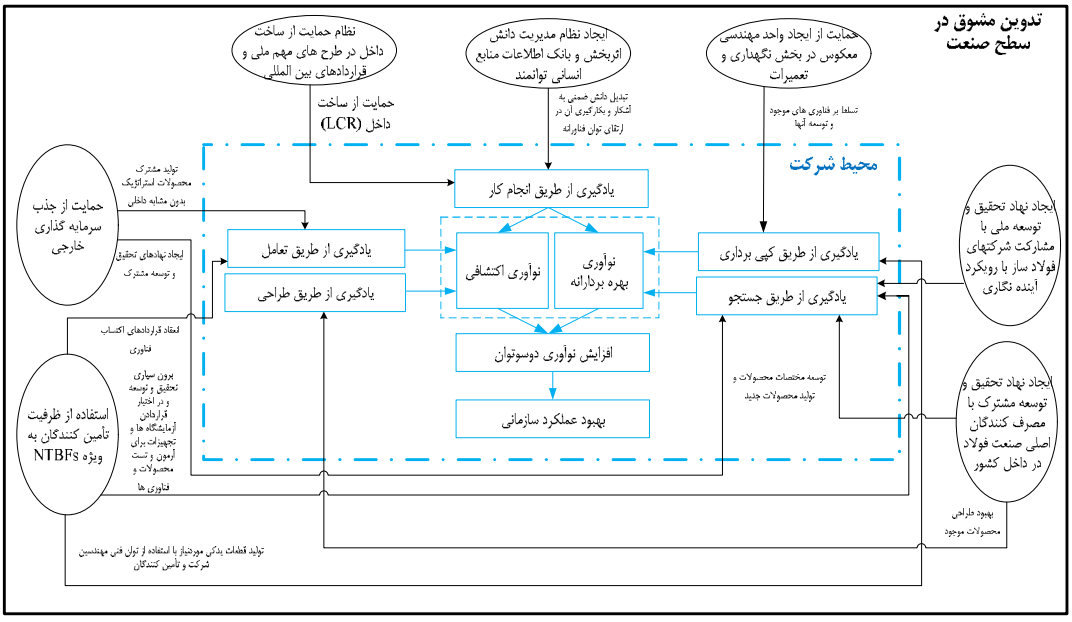
ردیف	ابزار	منبع	توضیحات
۱	بهره‌گیری اثربخش از تجارب افراد متخصص	سیاست ترکیه	– وجود انباشت نیروی انسانی متخصص در صنعت فولاد (ارتباطات گسترده متخصصین با شرکت‌های موفق دنیا و دانش ضمنی اندوخته‌شده در فرآیند تولید) – بکارگیری نظام مدیریت دانش و تجربه برای ارائه راهکارهای بهبود در فرآیندهای تولید صنایع فولادسازی
۲	پیاده‌سازی سیاست حمایت از محصولات فولادی ساخت داخل در قراردادهای مهم	سیاست ملی فولاد هند	– الزام قراردادهای دولتی و ملی به خرید داخل محصولات – الزام به سرمایه‌گذاری مشترک شرکت‌های داخلی و خارجی در تولید محصولات جدید
۳	ایجاد چشم‌انداز تحقیق و توسعه در صنعت فولاد	سیاست ملی فولاد هند – سند راهبرد ترکیه	– برنامه تحقیق و توسعه ملی و تدوین نقشه راه فناوری برای تأثیرگذاری بیشتر – افزایش تحقیق و توسعه مشترک بین فولادسازان
۴	تسلط بر فناوری‌های موجود و برنامه‌ریزی برای ارتقاء آنها	کره جنوبی	– ایجاد واحد مهندسی معکوس در واحدهای نگهداری و تعمیرات فولادسازان

جدول ۷) ابزارهای سیاستی پیشنهادشده

ردیف	ابزار	منبع	توضیحات
۵	جذب سرمایه‌گذاری خارجی مشترک	سیاست ملی فولاد هند – کره جنوبی	– ایجاد نهاد تحقیق و توسعه مشترک با شرکت‌های پیشرو جهان – توسعه ظرفیت تولید شرکت‌های داخلی
۶	ایجاد نهاد تحقیق و توسعه مشترک با مصرف‌کنندگان اصلی	ترکیه – کره جنوبی	– مشارکت مصرف‌کنندگان بزرگ (تولید خودرو، ماشین‌آلات، لوازم خانگی و ساخت‌وساز) در توسعه محصولات جدید
۷	توسعه شرکت‌های دانش‌محور کوچک و متوسط	سیاست ملی فولاد هند	– حمایت از قراردادهای انتقال فناوری بین شرکت‌های بزرگ و کوچک – برون‌سپاری فعالیت‌های تحقیق و توسعه به شرکت‌های کوچک و افزایش سرمایه‌گذاری خطرپذیر در توسعه فناوری‌های جدید – تجهیز آزمایشگاه‌های شرکت‌های بزرگ و ارائه امکانات تست، آزمون و استاندارد به شرکت‌های کوچک و متوسط

۵-۳) تبیین مدل سیاستی پیشنهادی

مدل ارتقاء یادگیری فناورانه برای توسعه نوآوری دوسوتوان در صنعت فولاد کشور، تدوین و به تأیید گروه متمرکز رسید (شکل ۹).



شکل ۹) مدل ارتقاء یادگیری فناورانه در صنعت فولاد کشور

مؤلفه‌های مدل فوق به شرح زیر است:

۱. برنامه‌های تأثیرگذار بر یادگیری از طریق انجام کار: این یادگیری مهم‌ترین مکانیزم یادگیری فناورانه در صنعت

فولاد کشور است و بنابراین برنامه‌های تأثیرگذار بر این نوع یادگیری هم مهم‌ترین برنامه‌ها بوده و اثربخشی آنها می‌تواند چالش‌های صنعت فولاد را برطرف نماید. اما همان‌طور که مشخص است این نوع یادگیری بیشتر به بهبودهای تدریجی و نوآوری‌های بهره‌بردارانه تمایل دارد و باید سیاست‌ها به گونه‌ای طراحی شوند که شرکت‌ها در دام موفقیت [۳۱] گرفتار نشوند. در این راستا سه برنامه اصلی مورد نیاز است:

☜ ایجاد نظام مدیریت دانش اثربخش و بانک اطلاعات منابع انسانی توانمند: این برنامه بیشتر بر تبدیل دانش ضمنی ایجادشده در افراد متخصص به دانش آشکار متمرکز است. بر اساس مشاهدات انجام‌شده و نظر گروه متمرکز و همچنین توجه به برنامه‌های مختلف آموزشی و فنی صنایع فولادساز، انباشت دانش قابل توجهی در نیروی انسانی این صنعت وجود دارد که باید از آن به عنوان یک دارایی نامشهود که اساس رقابت در این روزگار را تشکیل می‌دهد محافظت نمود. این برنامه به بهبود نوآوری بهره‌بردارانه و اکتشافی کمک خواهد نمود. نکته قابل ذکر در مباحثات گروه متمرکز تشکیل‌شده، لزوم تدوین مکانیزم‌های تشویقی و حمایتی در مسیر تبدیل ایده‌های نوآورانه این سرمایه انسانی به محصول جدید یا بهبود در فرآیندها و محصولات موجود بود که خود می‌تواند مباحث گوناگونی نظیر حمایت از ایجاد شرکت‌های زایشی توسط این سرمایه را شامل گردد.

☜ نظام حمایت از ساخت داخل در طرح‌های مهم ملی و قراردادهای بین‌المللی: سیاست‌های حمایت از ساخت داخل[1] (LCR) مهم‌ترین سیاستی است که تاکنون در کشورهای مختلف پیاده شده است. الزامات ارتقاء توانمندی داخلی احکامی هستند که به وسیله دولت‌ها به سرمایه‌گذاران ابلاغ می‌شوند تا به کمک آن از رشد یک صنعت حمایت نمایند. هدف کلی یک LCR گسترش مشارکت مؤثر ظرفیت‌های داخلی در جهت ایجاد شغل و صنایع جدید با منشاء داخلی است [۱۰]. طراحی هوشمندانه این سیاست به ویژه می‌تواند بر روی یادگیری از طریق انجام کار تأثیرگذار باشد. البته این سیاست باید به گونه‌ای طراحی شود که همه مزیت‌های مختلف آن یعنی توسعه صنایع نوپا، انتقال فناوری، افزایش رقابت‌پذیری، تخصیص بهینه منابع، توسعه صادرات، افزایش اشتغال نیروی انسانی متخصص و تأثیر در کاهش کمبودهای اقتصادی مؤثر بر کیفیت و نوآوری، هم‌زمان در نظر گرفته شود [۴۴].

🕑 برنامه‌های تأثیرگذار بر یادگیری از طریق تعامل: تعاملات مختلف در حوزه یادگیری را می‌توان به ارتباطات با انجمن‌های علمی، دانشگاه‌های ملی و دانشگاه‌ها و شرکت‌های بین‌المللی و یا همکاری‌های فناورانه با رقبا، تأمین‌کنندگان و مشتریان تفکیک نمود. نظر گروه متمرکز این بود که یادگیری از طریق تعامل، بیشتر با تمرکز بر دو حیطه شرکت‌های بین‌المللی (از طریق سرمایه‌گذاری خارجی و مشترک) و تأمین‌کنندگان به ویژه شرکت‌های جدید فناور حادث می‌گردد. در این راستا تولید مشترک محصولات راهبردی که مشابهی در داخل کشور ندارند و همچنین تشویق انعقاد قراردادهای انتقال و اکتساب فناوری با شرکت‌های فناور نوپا می‌تواند سطح یادگیری فناورانه صنایع فولادساز را ارتقاء دهد.

🕑 برنامه‌های تأثیرگذار بر یادگیری از طریق طراحی: در این بُعد، طراحی محصولات جدید با همکاری مشتریان مورد توجه قرار دارد. همانگونه که مطرح شد صنایع مختلف می‌توانند موتور محرک نوآوری در صنعت فولاد کشور باشند. بر اساس آخرین آمارهای مجمع جهانی فولاد، ساختمان و زیرساخت ۵۰ درصد، تجهیزات مکانیکی ۱۶ درصد، خودرو ۱۳ درصد، محصولات فلزی ۱۱ درصد، تجهیزات حمل‌ونقل ۵ درصد، تجهیزات الکترونیکی ۳ درصد و لوازم خانگی ۲ درصد از تقاضای فولاد در سطح جهان را به خود اختصاص داده‌اند. طبعاً همکاری مشترک فناورانه بین این

1- Local Content Requirement

مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان داخلی فولاد می‌تواند توانمندی فناورانه داخلی در این حوزه را افزایش داده و نیاز کشور به محصولات وارداتی را کاهش دهد.

🕓 برنامه‌های تأثیرگذار بر یادگیری از طریق کپی‌برداری: همان‌طور که از شکل ۲ برمی‌آید در اوج تحریم‌ها نیز صنایع فولادسازی کشور روند افزایشی تولید را حفظ و حتی صادرات نیز از ثبات نسبی برخوردار بوده که طبق نظر گروه متمرکز، یادگیری از طریق کپی‌برداری یکی از مهم‌ترین ارکان این رخداد بوده است. با توجه به احتمال بازگشت تحریم‌های بین‌المللی و تجربه صنعت فولاد به عنوان یکی از صنایع موفق در برخورد با این شرایط، می‌توان مکانیزم‌های یادگیری فناورانه آن را به عنوان یک نمونه مناسب حتی در سایر بخش‌های اقتصادی کشور شناسایی و تکثیر نمود. در این راستا دو برنامه اصلی مورد نظر خواهد بود:

☜ تقویت همکاری با تأمین‌کنندگان به ویژه شرکت‌های نوپای فناور در جهت بهبود فرآیندها و تولید قطعات یدکی و محصولات مصرفی مورد نیاز: شرکت‌های فولادساز داخلی که اکثراً با سرمایه‌گذاری خارجی در کشور ایجاد شده‌اند از توان فنی بالایی برخوردارند و به ویژه آنها با جزئیات دقیق به نقشه‌های مربوط به طراحی خطوط تولید دسترسی دارند. به طور نمونه شرکت فولاد مبارکه حدود ۱۷ میلیون دلار برای خرید دانش فنی و نقشه‌های طراحی از شرکت ایتالیم پیانتی هزینه نموده که این نقشه‌ها تقریباً تا قبل از بحران افزایش تحریم‌ها بی‌اثر باقیمانده بودند. می‌توان انتظار داشت که با همکاری تأمین‌کنندگان داخلی و استفاده از توان فنی داخلی شرکت، طراحی فرآیندهای موجود سرعت یابد.

☜ حمایت از ایجاد واحد مهندسی معکوس در بخش نگهداری و تعمیرات: تأمین قطعات یدکی و نظام نگهداری و تعمیرات همواره به عنوان یک گلوگاه اصلی در صنایع فولادساز کشور مورد توجه بوده است. یکی از راهکارهای مهمی که می‌تواند در راستای حل این چالش‌ها مؤثر واقع شود مهندسی معکوس است. مهندسی معکوس امروزه به عنوان یکی از فناوری‌های مهم دستیابی به منافع تجاری و کاهش زمان توسعه محصول مطرح می‌باشد. با توجه به فرآیند پیچیده مهندسی معکوس به نظر می‌رسد وجود یک واحد سازمانی مجزا به این منظور ضروری باشد. نماینده شرکت‌های فولادساز در گروه متمرکز، تلفیق استفاده از این واحد سازمانی و همکاری با تأمین‌کنندگان را به عنوان نمونه موفق و اثربخش فعالیت این واحد مورد تأکید قرار داد.

🕓 برنامه‌های تأثیرگذار بر یادگیری از طریق جستجو: بر مبنای پارادایم غالب تحقیق و توسعه، امروزه نوآوری باز به جای نوآوری بسته در شرکت‌های پیشرفته مورد توجه قرار دارد که البته این موضوع، اهمیت تلاش‌های تحقیق و توسعه در داخل شرکت را نادیده نمی‌گیرد. همکاری‌های فناورانه با مشتریان، شرکت‌های کوچک و متوسط به ویژه نوپاهای فناور و شرکت‌های بین‌المللی باید مورد توجه قرار گیرد [۱۲و۱۷و۴۲]. علاوه بر این کشورهایی نظیر ترکیه و هندوستان ایحاد نهاد ملی تحقیق و توسعه معطوف به رویکرد تدوین نقشه راه توسعه فناوری با تمرکز بر فناوری‌های دارای جذابیت بالا را مورد توجه قرار داده‌اند [۳۳و۳۵] که اثربخشی این نهاد در مطالعات مختلف نظیر لی [۲۵] تأیید شده است. با این وجود نگاهی به تجربه نهادهای پژوهش و فناوری وابسته به بودجه دولت در دنیا نشان می‌دهد که این نهادها باید روندهایی نظیر تأمین مالی رقابتی (مبتنی بر عملکرد و استقلال مالی)، تمرکز بر تجاری‌سازی (خلق دانش کاربردی و معطوف به بازار)، پشتیبانی دولت برای رفع شکست‌های بازار و سیستم، راهبری پژوهش بخش (تطبیق پویای مأموریت‌ها با مسائل و اولویت‌های راهبردی و جهت‌دهی به ظرفیت‌های ملی)، شبکه‌سازی و نوآوری باز (همکاری‌های بین‌المللی و ملی گسترده) و حکمرانی مشارکتی (مشارکت بیشتر ذینفعان در حکمرانی و فعالیت‌ها) را در دستور کار خود قرار دهند [۳۴].

٦- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

این پژوهش اولین مطالعه جدی تحلیل میزان اهمیت مکانیزم‌های یادگیری فناورانه و تأثیر آنها بر توسعه نوآوری دوسوتوان بوده است. مطالعات داخلی حوزه نوآوری دوسوتوان به بررسی تأثیر آن بر عملکرد سازمان‌ها پرداخته [۳] و مطالعات خارجی نیز بیشتر همین رویکرد را دنبال کرده‌اند. از همان آغاز توجه به مفهوم دوسوتوانی، یادگیری و توانمندی فناورانه، محور اصلی آن قلمداد شده [۲۹] و این موضوع برای شرکت‌های تازه‌وارد از اهمیت بیشتری نیز برخوردار بوده [۳۱] اما نکته چالش‌برانگیز آن چگونگی برقراری تعادل بین نوآوری اکتشافی و بهره‌بردارانه می‌باشد [۹]. با توجه به محدودیت منابع بنگاه و ماهیت مکمل این دو بُعد [۳۸]، توجه به مکانیزم‌های یادگیری که هر دو بُعد را تحت تأثیر قرار می‌دهد می‌تواند به عنوان راه‌حل این مشکل در نظر گرفته شود.

در این مقاله سعی شده با اثبات ارتباط معنی‌دار مکانیزم‌های یادگیری فناورانه در صنعت فولاد کشور با خروجی‌های نوآوری دوسوتوان به این امر پرداخته شود که تلاش‌های یادگیری فناورانه شرکت‌ها می‌تواند به نوآوری تدریجی و یا ریشه‌ای منجر و عملکرد سازمان را ارتقاء بخشد. یک همبستگی قابل اعتناء مبتنی بر مقدار ۰/۹۲ برای ارتباط این مکانیزم‌ها با نوآوری بهره‌بردارانه دیده شده ضمن اینکه مدل پیش‌بینی نیز تقریباً بر خروجی‌های واقعی منطبق بوده و ضریب خطای پائینی (برابر ۸/۲) را نشان داده است. بنابراین فرضیه اینکه شرکت‌های فعال در کشورهای در حال توسعه، بیشتر توانمندی فناورانه خود را برای ایجاد تغییرات و بهبودهای جزئی استفاده می‌کنند به اثبات رسیده است. معنی‌داری مدل‌های ارزیابی ارتباط مکانیزم‌های یادگیری فناورانه با نوآوری اکتشافی (دارای ضریب همبستگی ۰/۵۶) و مجموع نوآوری‌های اکتشافی و بهره‌بردارانه (با ضریب همبستگی ۰/۷۵) نشان از تأثیر این مکانیزم‌ها بر توسعه نوآوری دوسوتوان داشته و الگوهای پیش‌بینی و هدف نیز نشان می‌دهد که این مدل‌ها به نحو قابل قبولی قدرت پیش‌بینی تأثیر مکانیزم‌های یادگیری بر نوآوری دوسوتوان را دارند.

برای مشخص شدن اینکه مکانیزم‌های مختلف یادگیری چگونه بر هر بُعد نوآوری دوسوتوان تأثیر دارند از الگوریتم Moving Backward استفاده شد که نتایج به شرح ذیل است:

☑ مکانیزم‌های مهم در ارتقاء نوآوری اکتشافی: منطبق با مطالعات جهانی، مهم‌ترین تأثیر بر میزان نوآوری در شرکت‌های مربوط به کشورهای در حال توسعه را مکانیزم یادگیری از طریق انجام کار و توسعه دانش ضمنی دارد که می‌بایست شرکت‌ها برای استفاده از آن برنامه‌ای ویژه داشته باشند. در نوآوری اکتشافی دو مکانیزم دیگری که باید به طور اثربخش در نظر گرفته شود یادگیری از طریق تعامل و یادگیری از طریق کپی‌برداری است. این مطلب نشان می‌دهد که هر گاه مکانیزم‌های نوآوری باز در شرکت‌ها مورد توجه قرار گیرد و شرکت‌ها از منابع مختلف دانشی در توسعه توانمندی فناورانه استفاده کنند در نوآوری‌های ریشه‌ای موفق‌تر خواهند بود. همچنین کپی‌برداری به روش‌های مختلف نظیر مهندسی معکوس فناوری‌ها در صورتی که به سمت کپی‌برداری تطبیقی[1] (کپی کردن به همراه بهبود طراحی محصول با هدف ارتقاء کیفیت، پذیرش بازار و توسعه دانش چگونگی) حرکت کند می‌تواند توان ارائه محصولات جدید در شرکت را افزایش دهد.

☑ مکانیزم‌های مهم در ارتقاء نوآوری بهره‌بردارانه: یادگیری از طریق انجام کار مهم‌ترین مکانیزم در این نوع نوآوری است. پس از این نوع یادگیری و در رتبه بعدی نیز یادگیری از طریق طراحی و جستجو قرار دارد. همانگونه که مشخص است فعالیت‌های تحقیق و توسعه که می‌تواند به بهبود طراحی محصول منجر گردد یکی از مکانیزم‌های یادگیری است و باید در شرکت‌های تازه‌وارد مورد استفاده قرار گیرد. نکته‌ای که در اینجا باید به آن توجه نمود سیر

1- Adaptive copying

نزولی نمودار شکل ۷ است که نشان می‌دهد تمامی مکانیزم‌های یادگیری بر نوآوری بهره‌بردارانه تأثیر مثبت داشته و حذف هر کدام سبب شده MAE کاهش یابد.

☑ مکانیزم‌های مهم در ارتقاء نوآوری دوسوتوان (مجموع): در دوسوتوان نیز بعد از یادگیری از طریق انجام کار، یادگیری از طریق کپی‌برداری و طراحی قرار دارد که نشان می‌دهد دانش ضمنی در کنار یادگیری عملیاتی است که می‌تواند بر نوآوری دوسوتوان تأثیری مثبت داشته باشد.

پس از تعیین مهم‌ترین مکانیزم‌های یادگیری در دستیابی به نوآوری دوسوتوان، ابزارهایی که سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان می‌توانند مورد استفاده قرار دهند تبیین شد. این ابزارها هر کدام می‌توانند بر یک یا چند مورد از مکانیزم‌های یادگیری تأثیرگذار باشند. با توجه به نظرات گروه متمرکز، برنامه‌های عملیاتی تأثیرگذار بر نوآوری دوسوتوان تبیین و ابعاد هر یک شناسایی شد. این ابزارها به شرح ذیل طراحی شدند:

➢ بهره‌گیری اثربخش از تجارب افراد متخصص: نظام مدیریت دانش یکی از راهکارهای مؤثر در توسعه یادگیری در سطح بنگاه است. در این راستا نظام مدیریت دانش باید به نحوی تنظیم گردد که افراد برای به اشتراک گذاردن تجارب خود از بهبود فرآیندها، تشویق گردند و دانش ضمنی آنها به دانش آشکار تبدیل شود تا مارپیچ مدیریت دانش نانوکا شکل گیرد. الزام اساسی در این ابزار برای دولت، تشویق شرکت‌ها به پیاده‌سازی این نظام و تدوین فرآیندهای تشویقی برای شرکت‌های فعال در صنعت فولاد است و در این راستا دولت می‌تواند «نظام مدیریت دانش صنعت فولاد کشور» را ایجاد نماید.

➢ پیاده‌سازی سیاست حمایت از محصولات فولادی ساخت داخل در قراردادهای مهم: قراردادهای مهم ملی جایی است که کشورها می‌توانند با برقراری سیاست‌های حمایت از تولید داخل (LCR) بازار مناسبی را برای تولیدکنندگان داخلی فراهم نمایند. این سیاست‌های هدفمند معمولاً با هدف اهرم کردن بازار داخلی برای توسعه توانمندی فناورانه و نوآوری به کار می‌رود و الزاماتی نظیر سرمایه‌گذاری در توسعه تحقیق و توسعه، صادرات و همچنین بکارگیری نیروی انسانی متخصص را به دنبال خواهد داشت که می‌تواند یادگیری فناورانه در صنعت فولاد را ارتقاء دهد.

➢ ایجاد چشم‌انداز تحقیق و توسعه در صنعت فولاد: حمایت از تدوین و اجرای نقشه راه فناوری آینده فولاد می‌تواند با افزایش توانمندی فناورانه در حوزه‌های خاص به صنعت فولاد کمک نموده و یادگیری در این صنعت را ارتقاء دهد.

➢ تسلط بر فناوری‌های موجود و برنامه‌ریزی جهت ارتقاء آنها: یکی از راهکارهایی که گروه متمرکز این پژوهش برای این امر پیشنهاد نمود ایجاد واحد مهندسی معکوس در بخش نگهداری و تعمیرات است. با توجه به اینکه توانمندی نگهداری و تعمیرات در مدل ممیزی فناوری جزء پایه‌های اصلی توانمندی فناورانه بنگاه‌های تولیدی است این واحد می‌تواند با تسلط بر فرآیندهای موجود، زمینه ارتقاء آنها را فراهم کند.

➢ جذب سرمایه‌گذاری خارجی مشترک: تجربه کشورهای مختلف در صنعت فولاد نشان می‌دهد که افزایش جذب سرمایه‌گذاری خارجی در دو بخش می‌تواند تأثیرگذار باشد. اول، تولید محصولاتی که توان تولید آنها در داخل کشور وجود ندارد (ترکیه) و دوم، انجام تحقیق و توسعه مشترک مانند آنچه در کره جنوبی اتفاق افتاد و کره‌ای‌ها توانستند با مشارکت نهادهای تحقیقاتی بین‌المللی فناوری FINEX را توسعه دهند [۲۴]. البته جذب سرمایه‌گذاری خارجی به عنوان یک ابزار افزایش اشتغال نیروی انسانی تحصیل‌کرده نیز همواره مورد توجه بوده است.

➢ ایجاد نهاد تحقیق و توسعه مشترک با مصرف‌کنندگان اصلی: تمامی کشورهای توسعه‌دهنده فولاد، افزایش تقاضای داخلی را به عنوان مهم‌ترین بخش در توسعه صنعت فولاد مدنظر قرار داده‌اند. این موضوع نشان می‌دهد که همکاری مصرف‌کنندگان اصلی نظیر بخش خودرو، لوازم خانگی، ساخت‌وساز و ماشین‌آلات علاوه بر اینکه می‌تواند

توسعه صنایع مذکور را به دنبال داشته باشد سبب ارتقاء یادگیری و نوآوری صنعت فولاد کشور نیز خواهد شد.

- توسعه شرکت‌های دانش‌محور کوچک و متوسط: یکی از راه‌های توسعه فناوری در صنایع بزرگ، استفاده از ظرفیت شرکت‌های فناور است. در این راه مکانیزم‌های مختلف نظیر نوآوری باز، حمایت از سرمایه‌گذاری خطرپذیر و ایجاد پارک‌های علم و فناوری شرکتی در پیشینه پیشنهاد شده است. استفاده از این راهکار می‌تواند به عنوان یکی از مکانیزم‌های یادگیری از طریق جستجو و تعامل، توسعه نوآوری دوسوتوان در صنعت فولاد کشور را سبب شود.

با توجه به این برنامه‌ها مدل نهایی یادگیری فناورانه تدوین و با توجه به نظرات گروه متمرکز ابعاد آن مشخص شد که در شکل ۹ تشریح گردیده است. نکته آخر هم اینکه یکی از ورودی‌های مدل‌های مذکور می‌تواند «تأییدیه دانش‌بنیان» باشد که با توجه به اینکه در این پژوهش تنها ۵ شرکت از ۵۰ شرکت نمونه، دانش‌بنیان بودند نمی‌توان در مورد چگونگی تأثیر این ورودی بر نوآوری دوسوتوان اظهارنظر نمود.

در تحقیقات آتی می‌توان علاوه بر آزمون آماری مدل‌ها، مقایسه‌ای بین صنایع مختلف و تفاوت‌های این صنایع داشت. همچنین می‌توان تأثیر متغیر دانش‌بنیان بودن شرکت را در صنایعی که تعداد بیشتری نمونه دانش‌بنیان دارند بررسی نمود.

منابع

[۱] الیاسی، مهدی؛ عطارپور، محمدرضا و خوش‌سیرت، محسن. (۱۳۹۵). **مروری بر سیاست‌های موفق همپایی فناورانه در کشورهای در حال توسعه.** *فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی*، دوره ۱۴، شماره ۲۷، ۳۹-۵۴.

[۲] محمدپور، احمد. (۱۳۹۰). **روش تحقیق کیفی ضدروش.** تهران: *جامعه‌شناسان*. جلد دوم.

[۳] ممبینی، یعقوب؛ مرادی، محمود و ابراهیم‌پور، مصطفی. (۱۳۹۴). **مطالعه‌ای تطبیقی در سنجش نقش دوسوتوانی سازمانی در عملکرد بنگاه‌های تولیدی و خدماتی.** بهبود مدیریت، دوره ۹، شماره ۳۰، ۸۷-۱۱۲.

[4] Andriopoulos, C. and Lewis, M. W. (2009). **Exploitation–exploration tensions and organizational ambidexterity: managing paradoxes of innovation.** *Organization Science*, Vol. 20, No. 4, 696-717.

[5] Bell, M. (1984). **'Learning'and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries.** In Technological capability in the Third World (pp. 187-209). *Palgrave Macmillan*, London.

[6] Brion, S., & Mothe, C. (2016). **Organizational context and innovation ambidexterity: Is creativity the missing link?** *In XXVe conférence de l'AIMS.*

[7] Carayannis, E. G., & Alexander, J. (2002). **Is technological learning a firm core competence, when, how and why? A longitudinal, multi-industry study of firm technological learning and market performance.** *Technovation*, 22(10), 625-643.

[8] Chang, Y. Y., Hughes, M., & Hotho, S. (2011). **Internal and external antecedents of SMEs' innovation ambidexterity outcomes.** *Management Decision*, 49(10), 1658-1676.

[9] Chandrasekaran, A., Linderman, K., & Schroeder, R. (2012). **Antecedents to ambidexterity competency in high technology organizations.** *Journal of Operations Management*, 30(1-2), 134-151.

[10] Asiago, B. C. (2017). **Rules of Engagement: A Review of Regulatory Instruments Designed to Promote and Secure Local Content Requirements in the Oil and Gas Sector.** *Resources*, 6(3), 46.

[11] Duan, H. (2017). **Emissions and temperature benefits: The role of wind power in China.** *Environmental Research*, 152, 342-350.

[12] Dunlap, D., Parente, R., Geleilate, J. M., & Marion, T. J. (2016). **Organizing for Innovation Ambidexterity in Emerging Markets: Taking Advantage of Supplier Involvement and Foreignness.** *Journal of Leadership & Organizational Studies*, 23(2), 175-190.

[13] Ghazinoory, S., Dastranj, N., Saghafi, F., Kulshreshtha, A., and Hasanzadeh, A. (2016).

Technology roadmapping architecture based on technological learning: Case study of social banking in Iran. *Technological Forecasting and Social Change, Elsevier*, vol. 122(C), pages 231-242.
[14] Hansen, M. T., Nohria, N., & Tierney, T. (1999). **What's your strategy for managing knowledge?** *Harvard Business Review*, 106-116.
[15] He, Z. L., & Wong, P. K. (2004). **Exploration vs. exploitation: An empirical test of the ambidexterity hypothesis.** *Organization science*, 15(4), 481-494.
[16] Ignatius, J., Leen, J. Y. A., Ramayah, T., Hin, C. K., & Jantan, M. (2012). **The impact of technological learning on NPD outcomes: The moderating effect of project complexity.** *Technovation*, 32(7-8), 452-463.
[17] Jaoua, O. (2017). **The impact of knowledge dissemination practices on innovativeness in SME technology and engineering consultancies.**
[18] Junginger, M., de Visser, E., Hjort-Gregersen, K., Koornneef, J., Raven, R., Faaij, A., & Turkenburg, W. (2006). **Technological learning in bioenergy systems.** *Energy Policy*, 34(18), 4024-4041.
[19] Junni, P., Sarala, R. M., Taras, V., & Tarba, S. Y. (2013). **Organizational ambidexterity and performance: A meta-analysis.** *Academy of Management Perspectives*, 27(4), 299-312.
[20] Kale, D., & Little, S. (2007). **From imitation to innovation: The evolution of R&D capabilities and learning processes in the Indian pharmaceutical industry.** *Technology Analysis & Strategic Management*, 19(5), 589-609.
[21] Kim, G., & Huh, M. G. (2014). **Ambidexterity and organizational survival: Evidence from Korean SMEs.** In Exploration and exploitation in early stage ventures and SMEs (pp. 123-148). *Emerald Group Publishing Limited.*
[22] Kim, Y., & Lee, B. (2002). **Patterns of technological learning among the strategic groups in the Korean Electronic Parts Industry.** *Research Policy*, 31, 543–567.
[23] Lall, S. (2000). **The Technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-98.** *Oxford development studies*, 28(3), 337-369.
[24] Lee, K., & Ki, J. H. (2017). **Rise of latecomers and catch-up cycles in the world steel industry.** *Research Policy*, 46(2), 365-375.
[25] Lee, T-J. (2004). **Technological learning by national R&D: the case of Korea in CANDU-type nuclear fuel.** *Technovation*, 24, 287–297.
[26] Leonard-Barton, D. (1992). **Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development.** *Strategic management journal*, 13(S1), 111-125.
[27] Lichtenhaler, U. (2009). **Absorptive capacity, environmental turbulence, and the complementarity of organizational learning processes.** *Academy of Management Journal*, 52(4), 822–46.
[28] Liébana-Cabanillas, F., Marinkovic, V., de Luna, I. R., & Kalinic, Z. (2018). **Predicting the determinants of mobile payment acceptance: A hybrid SEM-neural network approach.** *Technological Forecasting and Social Change*, 129, 117-130.
[29] Lin, H. E., McDonough, E. F., Lin, S. J., & Lin, C. Y. Y. (2013). **Managing the exploitation/exploration paradox: The role of a learning capability and innovation ambidexterity.** *Journal of Product Innovation Management*, 30(2), 262-278.
[30] Lin, H. E., & McDonough, E. F. (2014). **Cognitive frames, learning mechanisms, and innovation ambidexterity.** *Journal of Product Innovation Management*, 31(S1), 170-188.
[31] March, J. G. (1991). **Exploration and exploitation in organizational learning.** *Organization Science*, 2, 71-87.
[32] Mitchell, A., Petter, S., & Harris, A. (2017). **Learning by Doing: Twenty Successful Active Learning Exercises for Information Systems Courses.** *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 16(1), 21-46.
[33] National Steel Policy. (2017). **Ministry of Steel, Government of India.**
[34] OECD. (2011). **Public Research Institutions: Mapping Sector Trends.**
[35] Republic of Turkey (Ministery of Industry and Trade). (2010). **Turkish Industrial Strategy Ducument 2011-2014 (Towards EU Membership).**

[36] Republic of Turkey (Ministery of Development). (2014). **The Tenth Development Plan (2014-2018).**
[37] Saad, M. (2000). **Development through technology transfer: creating new organisational and cultural understanding.** *Intellect Books.*
[38] Simsek, Z., Heavey, C., Veiga, J. F., & Souder, D. (2009). **A typology for aligning organizational ambidexterity's conceptualizations, antecedents, and outcomes.** *Journal of Management Studies,* 46(5), 864-894.
[39] Soto-Acosta, P., Popa, S., & Martinez-Conesa, I. (2018). **Information technology, knowledge management and environmental dynamism as drivers of innovation ambidexterity: a study in SMEs.** *Journal of Knowledge Management,* 22(4), 824-849.
[40] Teece, D., Pisano, G., & Shuen, A. (1992). **Dynamic capabilities and the concept of strategy.** University of California at Berkeley Working Paper.
[41] Tsai, M. and Lee, K. (2006). **A study of knowledge internalization: from the perspective of learning cycle theory**. *Journal of Knowledge Management,* 10(3), 57-71.
[42] Yamakawa Y., Yang, H., & Lin, Z. J. (2011). **Exploration versus exploitation in alliance portfolio: Performance implications of organizational, strategic, and environmental fit.** *Research Policy*, 40, 287-296.
[43] Wood, D., & Weigel, A. (2013). **Technological learning through international collaboration: Lessons from the field.** *Acta Astronautica*, 83, 260-272.
[44] Weiss, M. (2016). **The role of local content policies in manufacturing and mining in low- and middle-income countries.** Vienna: *UNIDO, Department Of Policy, Research and Statistics.*
[45] Xie, W., and Li-Hua, R. (2008). **Evolving learning strategies for latecomers.** *Journal of Technology Management in China*, Vol. 3, No. 2, 154-167.
[46] Xie, W., & White, S. (2006). **From imitation to creation: the critical yet uncertain transition for Chinese firms.** *Journal of Technology Management in China*, 1(3), 229-242.
[47] Zang, J., & Li, Y. (2017). **Technology capabilities, marketing capabilities and innovation ambidexterity.** *Technology Analysis & Strategic Management,* 29(1), 23-37.
[48] Edler, J. (1999). **Environmental Policy and Innovation: an International Comparison of Policy Frameworks and Innovation Effects.** In: Klemmer, P. (ed.), Innovation Effects of Environmental Policy Instruments, Berlin.
[49] Porter, M. E. (1996). **What is strategy?** *Harvard Business Review,* 74(6), 61-81.

پیوست‌ها

پیوست ۱) داده‌های مورد استفاده در تخمین شبکه عصبی و انتخاب ویژگی

ردیف	دانش‌بنیان		خروجی		ورودی					
	بله	خیر	نوآوری اکتشافی	نوآوری بهره‌بردارانه	یادگیری از طریق جستجو	یادگیری از طریق تعامل	یادگیری از طریق کپی‌برداری	یادگیری از طریق انجام کار	یادگیری از طریق آموزش	یادگیری از طریق بکارگیری نیروی انسانی متخصص در تحقیق و توسعه	یادگیری از طریق طراحی
۱	۰	۱	۳	۵	۵	۲۶	۰	۰	۱	۶	۰
۲	۰	۱	۸	۱۴	۲	۲۸	۱	۰	۰	۱	۱
۳	۰	۱	۰	۲	۰	۲	۰	۰	۰	۳	۰
۴	۰	۱	۳	۶	۳	۲۶	۰	۱	۱	۰	۰
۵	۰	۱	۳	۴	۶	۱۸	۰	۱	۰	۸	۰
۶	۰	۱	۶	۹	۸	۱۷	۰	۱	۱	۵	۱
۷	۰	۱	۲	۷	۵	۱۳	۰	۱	۱	۳	۱
۸	۰	۱	۷	۱۵	۷	۲۶	۱	۱	۱	۲۴	۱
۹	۰	۱	۳	۸	۷	۳۶	۰	۱	۱	۱۰	۱
۱۰	۰	۱	۳	۸	۹	۲۵	۰	۱	۱	۱۱	۰
۱۱	۰	۱	۴	۹	۹	۳۴	۰	۱	۱	۵	۱
۱۲	۰	۱	۱۳	۱۵	۸	۱۹	۰	۱	۱	۲۱	۱
۱۳	۰	۱	۲	۷	۶	۲۱	۰	۱	۱	۰	۰
۱۴	۰	۱	۰	۷	۱	۳	۰	۱	۱	۵	۰
۱۵	۰	۱	۲	۱۶	۶	۱۲	۰	۱	۰	۰	۰
۱۶	۰	۱	۱۷	۳۰	۸	۱۹	۰	۱	۱	۴	۱
۱۷	۰	۱	۷	۱۹	۸	۱۹	۰	۱	۱	۱	۱
۱۸	۰	۱	۰	۲	۵	۴	۰	۱	۰	۵	۰
۱۹	۰	۱	۴	۷	۴	۳۷	۲	۱	۱	۹	۱
۲۰	۰	۱	۰	۲	۵	۲۸	۰	۱	۱	۲	۰
۲۱	۰	۱	۱۸	۱۵	۳	۲۴	۱	۰	۱	۱۸	۱
۲۲	۱	۰	۸	۵	۹	۳۷	۰	۱	۱	۳	۱
۲۳	۰	۱	۱	۵	۵	۲۷	۰	۱	۱	۹	۰
۲۴	۰	۱	۱	۰	۰	۱۵	۱	۰	۱	۰	۰
۲۵	۰	۱	۴	۱۲	۸	۲۴	۰	۱	۱	۴	۱
۲۶	۰	۱	۱۳	۲۰	۸	۲۸	۰	۱	۱	۱۱	۱
۲۷	۰	۱	۴	۱۰	۸	۳۰	۰	۱	۱	۱۱	۱
۲۸	۰	۱	۴	۶	۹	۱۹	۰	۱	۰	۳	۰
۲۹	۰	۱	۷	۱۰	۹	۳۹	۰	۱	۱	۹	۱
۳۰	۰	۱	۷	۵	۷	۳۴	۱	۰	۱	۰	۱
۳۱	۰	۱	۱۰	۱۳	۷	۴۰	۰	۱	۱	۸۹	۱
۳۲	۰	۱	۱	۱	۶	۲۹	۰	۰	۰	۶	۰
۳۳	۰	۱	۲	۶	۶	۲۶	۰	۱	۰	۲	۰

پیوست ۱) داده‌های مورد استفاده در تخمین شبکه عصبی و انتخاب ویژگی

ردیف	دانش‌بنیان		خروجی		ورودی						
	بله	خیر	نوآوری اکتشافی	نوآوری بهره‌بردارانه	یادگیری از طریق جستجو	یادگیری از طریق تعامل	یادگیری از طریق کپی‌برداری	یادگیری از طریق انجام کار	یادگیری از طریق آموزش	یادگیری از طریق بکارگیری نیروی انسانی متخصص در تحقیق و توسعه	یادگیری از طریق طراحی
۳۴	۱	۰	۱۶	۳	۷	۱۵	۰	۱	۰	۴	۰
۳۵	۰	۱	۳۹	۲۹	۷	۲۱	۱	۱	۰	۳	۱
۳۶	۰	۱	۲	۶	۹	۳۱	۰	۰	۱	۴	۱
۳۷	۰	۱	۴	۶	۵	۲۷	۰	۰	۰	۵	۱
۳۸	۰	۱	۰	۵	۶	۲۹	۰	۱	۱	۵	۱
۳۹	۰	۱	۶	۹	۵	۱۸	۰	۰	۱	۵	۱
۴۰	۰	۱	۱	۵	۷	۲۹	۰	۱	۱	۱	۰
۴۱	۰	۱	۲	۴	۸	۲۳	۰	۱	۱	۸	۰
۴۲	۰	۱	۱	۴	۳	۱۰	۰	۱	۱	۷	۰
۴۳	۱	۰	۳	۵	۹	۶	۰	۱	۱	۶	۱
۴۴	۰	۱	۱	۶	۱	۳۴	۱	۱	۱	۴	۱
۴۵	۰	۱	۹	۳	۷	۱۵	۰	۰	۰	۱	۰
۴۶	۰	۱	۸	۹	۷	۳۲	۰	۰	۱	۰	۱
۴۷	۱	۰	۱	۲	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰
۴۸	۰	۱	۱	۵	۴	۱۹	۰	۰	۱	۲	۱
۴۹	۰	۱	۲۵	۲۹	۴	۴۰	۰	۱	۱	۶۱	۱
۵۰	۱	۰	۹	۵	۳	۱۱	۰	۱	۱	۳	۰