Journal of Business Intelligence Management Studies
Vol. 11, No.41, Fall 2022; P 189-220
ims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/IMS.2022.66053.2124

ATU PRESS

Original Research
Received: 19-01-2022 Revised: 10-07-2022 Accepted: 05-08-2022
ISSN: 2821-0964 eISSN: 2821-0816

A Model for Compiling the 4.0 Generation Industry Technology Roadmap with an Smart Management Approach in Power Plant Equipment and Energy Supply Industries

Shirin Karbasi — PhD student in Industrial Management, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

GholamReza. Hashemzadeh Khorasgani* — Associate Professor, Department of Industrial Management, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abbas Khamseh — Associate Professor, Department of Industrial Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

Kiamars Fathi Hafshjani — Assistant Professor, Department of Industrial Management, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Today, Industry 4.0 has led to increased productivity in manufacturing organizations with technological advances in the form of intelligence and digitalization. From a strategic and technological point of view, Industry 4.0 technology roadmap, in addition to aligning the main strategies of the organization with technology programs, has led manufacturing organizations to intelligent production systems and the possibility of using intelligent and digital technologies such as: big data, IoT, Cloud computing, and provides robots for them. The purpose of this study is to present a model of industry 4.0 technology roadmap in power plant equipment and energy supply industries. In this research, by studying the subject literature, interviews and using structural equation modeling tools, 46 index in the form of 14

* Corresponding Author: Gh_hashemzadeh@azad.ac.ir

How to Cite: Karbasi, S., Hashemzadeh Khorasgani, R., Khamseh, A., Fathi Hafshjani, K. (2022). A Model for Compiling the 4.0 Generation Industry Technology Roadmap with an Smart Management Approach in Power Plant Equipment and Energy Supply Industries, *Journal of Business Intelligence Management Studies*, 11(41), 189-220.

components in 6 dimensions (drivers, market, product, technology, research and development, resources and infrastructure) have been identified. The results of structural equations show the effect of components and dimensions on the development of a roadmap in industry 4.0 with a strong fit.

Keywords: Industry 4.0, Technology Roadmap,Industry 4.0 Technology Roadmap, Smart Technology.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقاله پژوهشی
تاریخ ارسال: ۱۴۰۰/۱۰/۲۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۴
ISSN: 2821-0964 eISSN: 2821-0816

مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند
سال یازدهم، شماره ۴۱، پاییز ۱۴۰۱، ص ۱۸۹ تا ۲۲۰
ims.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/IMS.2022.66053.2124

مدلی برای تدوین نقشه راه فناوری صنعت نسل ۴,۰ با رویکرد مدیریت هوشمند در صنایع تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی[۱]

شیرین کرباسی — دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

غلامرضا هاشم زاده خوراسگانی* — دانشیار گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

عباس خمسه — دانشیار گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

کیامرث فتحی هفشجانی — استادیار گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

امروزه صنعت ۴,۰ با پیشرفت‌های فناورانه در قالب هوشمندسازی و دیجیتال‌سازی، منجر به افزایش بهره‌وری در سازمان‌های تولیدی شده است. از منظر راهبردی و فناوری، نقشه راه فناوری صنعت ۴,۰ علاوه بر همسوسازی راهبردهای اصلی سازمان با برنامه‌های حوزه فناوری، سازمان‌های تولیدی را به سمت سیستم‌های تولید هوشمند سوق داده و امکان به‌کارگیری فناوری‌های هوشمند و دیجیتال مانند: مانند کلان‌داده‌ها، اینترنت اشیا، رایانش ابری و ربات‌ها را برای آن‌ها فراهم کرده است. هدف از این پژوهش ارائه مدل تدوین نقشه‌راه فناوری صنعت ۴,۰ در صنایع تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی است. در این پژوهش با مطالعه ادبیات موضوع، مصاحبه و استفاده از ابزار مدل‌سازی معادلات ساختاری، ۴۶ شاخص در قالب ۱۴ مؤلفه در ۶ بعد (پیشران‌ها/محرک‌ها، بازار، محصول، تکنولوژی، تحقیق و توسعه، منابع و

[۱] - مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری رشته مدیریت صنعتی گرایش تولید و عملیات دانشگاه آزاد واحد تهران جنوب می‌باشد.

* نویسنده مسئول: gh_hashemzadeh@azad.ac.ir

زیرساخت‌ها) شناسایی شده است. نتایج حاصل از معادلات ساختاری نشان‌دهنده تأثیر مؤلفه‌ها و ابعاد به‌دست‌آمده بر تدوین نقشه راه در صنعت ۴٫۰ با برازش قوی بوده است.

کلیدواژه‌ها: صنعت ٤,٠، نقشه‌راه فناوری، نقشه‌راه فناوری صنعت ٤,٠، فناوری هوشمند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مقدمه

با پیشرفت فناوری و اهمیت مزیت رقابتی، شرکت‌های تولیدی و سیستم‌های خدماتی با چالش‌های اساسی روبرو شدند، زیرا هماهنگی و ارتباط با مفاهیمی مانند: اینترنت صنعتی، سیستم‌های فیزیکی سایبری، رباتیک، امنیت سایبری، تحلیل داده‌ها و هوش مصنوعی در اولویت برنامه‌ها قرار گرفت که منجر به رشد تولید و ارتقا فناوری اطلاعات و ظهور انقلاب صنعتی چهارم شد (Salkin et al, 2018). نوآوری فناورانه سبب افزایش ظرفیت و نوآوری توانمندی‌های فنی و مدیریت، ارتقا بهره‌وری، انعطاف‌پذیری و روندهای کاری بهینه می‌شود (مندگاری بامکان، ۱۳۹۹). در راستای توسعه فرایندها و محصولات نوین، راهکارهای فناورانه و شیوه‌های مؤثر که منجر به ارتقا ظرفیت نوآوری شرکت‌ها می‌گردد، امکان برآورده کردن نیازهای در حال تغییر مداوم بازارها را برای شرکت‌ها ایجاد می‌کند (Gil-Gomez et al, 2019). صنعت ۴٫۰ با گستره‌ای از فناوری‌های نوین سبب اتصال جهان‌های فیزیکی و دیجیتالی شده و بر ارتباط جوامع و رفتار صنایع اثر گذاشته است (شواب، ۱۳۹۶). در دهه ۹۰ میلادی که سرعت تولید برای سازمان‌ها به اولویت اول تبدیل شده بود، ترسیم نقشه‌راه فناوری از تکنیک‌های جدید مدیریت و برنامه‌ریزی در سازمان‌ها با اقبال مواجه شد (Probert and Randor, 2003). اهمیت نقشه‌راه فناوری برای سازمان‌ها به‌عنوان تکنیکی با قابلیت‌های ارائه بصری و انتقال مفهوم، طرح‌ریزی، هماهنگ‌سازی، پیش‌بینی و انتخاب است و عموماً رویکردهای بصری در طول زمان برای پیوند میان فناوری‌ها و تولیدات ارائه می‌کند (اخروی و همکاران، ۱۳۹۸). هدف نقشه‌راه فناوری شناخت و انتخاب، پیشبرد، به‌کارگیری و حفاظت از فناوری‌ها برای حفظ و رشد موقعیت بازار و عملکرد کسب‌وکار، مطابق با مقاصد سازمان است (Toro-jarrín et al, 2016).

در ایران نیز صنایع تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی که سازنده طیف گسترده‌ای از محصولات پیشرفته صنعتی ازجمله توربین‌های گاز و بخار، تجهیزات جانبی توربین، پره توربین، توربین‌های بادی، ژنراتورهای حرارتی و آبی است، طی دو دهه اخیر در راستای رسیدن به خودکفایی، تحولات بسیاری را در این حوزه رقم زده است (وب‌سایت گروه

مپنا[1]) و با استفاده از فناوری‌های نوین به طراحی، تولید و توزیع محصولات باتوجه به نیازهای مشتری پرداخته و درنتیجه مزیت رقابتی را برای سازمان به همراه داشته است. به‌طورکلی مسئله این پژوهش شناسایی، غربالگری عوامل مؤثر بر ارائه مدل تدوین نقشه‌راه فناوری صنعت ۴,۰ در شرکت ساخت تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی است و همچنین با توجه به فقدان الگویی خاص و نقشه‌راه فناوری مشخص در راستای صنعت ۴,۰ در صنایع ساخت تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی، تدوین نقشه‌راه فناوری صنعت ۴,۰ برای این شرکت به‌منظور آینده‌نگاری و رصد تکنولوژی جهت همراه شدن با رشد تکنولوژی و کسب جایگاه رقابتی در بازارهای داخلی و خارجی ضرورت یافته است. سؤال اصلی این پژوهش عبارت است از اینکه: ابعاد و متغیرهای اصلی مؤثر بر ارائه مدل تدوین نقشه راه فناوری صنعت ۴,۰، با رویکرد هوشمندسازی در صنایع ساخت تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی کدام است؟ همچنین تحقیق حاضر به پاسخ این سؤالات می‌پردازد که صنایع تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی تا چه میزان توانسته با مسیر یکپارچه‌سازی دیجیتال همراه باشد؟ و چطور می‌توان با استفاده از نقشه‌راه فناوری صنعت ۴,۰، به عصر دیجیتال و هوشمندسازی در صنایع تولید وارد شده و آن را توسعه داد؟ نوآوری این پژوهش این است که برای اولین‌بار به مبحث نقشه‌راه فناوری صنعت ۴,۰ پرداخته‌شده و نوآوری دیگر آن تدوین نقشه‌راه فناوری صنعت ۴,۰ با رویکرد هوشمندسازی در صنایع تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی است.

پیشینه و مبانی نظری پژوهش

پیشرفت سریع فناوری، مدیران سازمان‌ها را برآن داشته است که برای دستیابی به نوآوری، بهبود کیفیت، بهره‌وری و برنامه‌ریزی دقیق، به دنبال ابزارهای کمکی مناسب برای دستیابی به موفقیت در روند تصمیم‌گیری و اعمال سیاست‌های مؤثر باشند تا با انتخاب و استفاده درست از آن‌ها به بهبود و ارتقا فرایندها، خدمات و محصولات و نیز عملکرد بهینه و کسب

1. https: //www. mapnagroup. com/fa/fields-of-activity/power/power

مزیت رقابتی دست یابند (مندگاری بامکان، ۱۳۹۹). تأثیر فناوری‌هایی همانند هوش مصنوعی و رباتیک نشانگر آن است که دنیا در آستانه انقلابی بزرگ است که منجر به تحولی بنیادین در سبک زندگی و ماهیت مشاغل شده و کارکردهای نوینی را به وجود خواهد آورد (Xu et al., 2018). ویژگی‌های فناوری‌های پیشرفته عبارت‌اند از: سطوح بالای نوآوری، نقش راهبردی بالا، عدم قطعیت و ریسک بالا، وابستگی شدید به دانش، سودآوری بالا، هزینه‌بر بودن، نیاز به‌وقت زیاد و همجوشی بالا با سایر فناوری‌ها (کریمی پور و همکاران، ۱۳۹۸).

صنعت ٤,٠

این رویکرد نوین با طیف گسترده‌ای از مفاهیم ازجمله افزایش مکانیزاسیون و اتوماسیون، دیجیتال‌سازی، شبکه‌سازی، کوچک‌سازی مواجه است و تمرکز آن بر استقرار سیستم‌های هوشمند و ارتباطی، ادغام امکانات تولید، سیستم‌های زنجیره تأمین و خدماتی برای ایجاد شبکه‌های ارزش‌افزوده است (Salkin et al., 2018).

نقشه‌راه فناوری

ابزاری گرافیکی و ساختاریافته مبتنی بر زمان جهت کشف و برقراری ارتباط بین بازارها، محصولات و فناوری‌های درحال‌توسعه در طول زمان است (رادفر و همکاران، ۱۳۹۶)؛ که یاری‌رسان سازمان‌ها در شناسایی تولیدات و نیازهای آتی بازار و فناوری لازم برای دستیابی به آن‌ها و حصول اطمینان از تقاضا درآینده است (Alcantara & Martens, 2018).

نقشه‌راه فناوری صنعت ٤,٠

نقشه‌راه فناوری صنعت ۴٫۰، رویکردی بصری در راستای بهبود رقابت‌پذیری شرکت‌ها بوده و خلاصه‌ای از وضعیت فعلی و چشم‌انداز شرکت را در یک افق زمانی مشخص ارائه می‌دهد. چارچوب جامع نقشه‌راه صنعت ۴٫۰، شامل استراتژی، مراحل تولید محصول

جدید و فرایند توسعه است و طیف وسیعی از برنامه‌ریزی استراتژیک برای اجرا و تسهیل کار تولیدکنندگان فراهم می‌کند (Alipour et al., 2018).

فناوری هوشمند

تجمیع مهندسی الکترونیک، مکانیک و کامپیوتر منجر به خلق مهندسی نوین مکاترونیک و ایجاد اتوماسیون و فناوری هوشمند با مشخصات مهم سرعت، دقت، کیفیت شده است. فناوری هوشمند یاری‌رسان سازمان‌ها در انجام کارهای اساسی بوده و با حذف انسان از فرایند کار، به کاهش قابل‌توجه خطا منجر می‌شود و در سازمان‌ها، موارد مربوط به کنترل دما، نور، تردد و غیره را شامل می‌شود (معین زاد و همکاران، ۱۳۹۸).

برخی مطالعات نیز جهت بررسی ادبیات حوزه نقشه‌راه فناوری صنعت ۴,۰ و با استفاده از رویکرد کتاب‌سنجی به شرح ذیل انجام شده است که در ادامه بدان‌ها اشاره خواهد شد.

عبدلی‌آقایی و همکاران (۱۳۹۷) در کتابی با عنوان «آشنایی با نقشه‌راه» با بررسی ۱۱۲ مقاله در بازه زمانی ۲۰۱۶-۱۹۹۷، ادبیات نقشه‌راه فناوری را با رویکرد کتاب‌سنجی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دادند و عنوان نمودند که نقشه‌راه ابزاری تصمیم‌یار بوده و جهت بهبود هماهنگی بین فعالیت‌ها و منابع در محیط‌های دارای پیچیدگی و عدم قطعیت، جهت شناسایی شکاف‌ها و فرصت‌ها استفاده می‌شود. موهرل و همکاران (۱۳۹۵) در کتابی با عنوان نقشه‌راه فناوری برای استراتژی و نوآوری این‌گونه بیان داشتند که نقشه‌راه فناوری نوعی بازنمایی گرافیکی فناوری‌هاست. لتابا و پروتوریوس[1] (۲۰۲۱)، در پژوهشی با بررسی ۴۸ مقاله از سال ۲۰۱۹-۲۰۰۰ نقشه‌راه را به‌صورت کتاب‌سنجی موردمطالعه قرار داده و به ارائه پیشنهاد در خصوص چارچوب استاندارد نقشه‌راه فناوری جهت انتقال سیستم‌های تکنولوژیکی و فنی در کشورهای درحال‌توسعه پرداختند. دهقان نیری و همکاران (۱۳۹۸) معتقدند باتوجه به چالش‌های موجود در کسب‌وکارهای امروزی و پیشرفت فناوری‌های

1. Letaba, P. T., and Pretorius, M. W

نوظهور، استراتژی فناوری برای هر سازمان امری حیاتی است و نقشه‌راه فناوری با استفاده از آینده‌نگاری و پیش‌بینی‌های حاصل از روند رشد فناوری‌های موجود، یاری‌رسان سازمان‌ها در چگونگی همسو شدن با این تغییرات است. طبق نظر علیپور و همکاران[1] (۲۰۱۸) نقشه‌راه فناوری صنعت ۴,۰ از منظر استراتژی و فناوری سازمانی کاملاً هوشمند و دیجیتال را متصور می‌شود. غلامی و همکاران (۱۳۹۴) معتقدند نقشه راه ابزاری گرافیکی، آینده‌نگر و نموداری بر محور زمان با رویکرد لایه‌ای است که به انتخاب بهترین مسیر حصول هدف کمک نموده و شکاف‌های سازمان و موانع در هنگام اجرا را نمایش می‌دهد خمسه و عصاری (۱۳۹۸) عوامل مؤثر در نقشه‌راه فناوری را به روش کتاب‌سنجی موردمطالعه قرار داده و انتخاب پروژه‌های تحقیق و توسعه و مدیریت زمان و هزینه و مدیریت منابع انسانی خبره بامهارت هوش مصنوعی در استراتژی کسب‌وکار را از عوامل مؤثر در بر تدوین نقشه‌راه فناوری صنعت ۴,۰ معرفی نمودند، رادفر و خمسه (۱۳۹۶) نیز نقشه‌راه فناوری صنعت ۴,۰ را به روش کتاب‌سنجی بررسی نمودند و هوشمندی و رصد تکنولوژی، استراتژی‌های تجاری‌سازی، آماده‌سازی بازار برای پذیرش تکنولوژی، حفاظت، شناسایی و ارزیابی تکنولوژی به‌صورت هوشمند، استراتژی تکنولوژی، مدیریت زمان و هزینه را در حوزه پژوهش معرفی نمودند. همچنین خمسه و همکاران (۱۳۹۹) توسعه تکنولوژی‌های هوشمند و دیجیتال، نحوه اکتساب تکنولوژی، بهره‌برداری تکنولوژی و شوآب (۱۳۹۶)، تغییر سبک زندگی، تسهیلات و وام و قوانین زیست‌محیطی را مؤثر دانسته‌اند. راجرز (۱۳۹۷) نیز سهم و تحلیل موقعیت رقابتی بازار به‌صورت هوشمند، بررسی نیازها و انتظارات مشتریان، شناسایی منابع و امکانات و اطلاعات رقبا را مطرح کرده است. پیرسون و همکاران[2] (۲۰۲۰) معتقدند روش‌های برنامه‌ریزی همانند نقشه‌راه، رویکردی کلی و اجمالی دارند، با این پرسش که اکنون کجا هستیم و در آینده کجا می‌خواهیم باشیم و چگونه به آنجا می‌رسیم؟ دائم و فیلی[3] (۲۰۱۹) پلتفرم‌های هوشمند و

1. Alipour et al.,
2. Pearson et al.,
3. Daim, T. U, Faili, Z.

توانمندی تکنولوژیک را مؤثر بر تدوین نقشه‌راه فناوری صنعت ۴,۰ می‌دانند. گاست و همکاران[1] (۲۰۱۹) شناسایی دانش و به‌کارگیری آن و راماچاندران[2] (۲۰۱۹) استفاده از سرمایه‌گذاران فرشته را معرفی کرده‌اند.

روش

این پژوهش به لحاظ هدف از نوع کاربردی و از حیث روش توصیفی- پیمایشی است. ابتدا اطلاعات حاصل از مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی‌های میدانی و مقایسات تطبیقی گردآوری‌شده و پس از مصاحبه با ۱۰ تن از خبرگان و متخصصین صنایع ساخت تجهیزات نیروگاهی که با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شده بودند، مؤلفه‌ها و متغیرهای این حوزه استخراج شد. سپس شاخص‌های حاصله پس از طراحی پرسشنامه و با استفاده از روش دلفی فازی در سه دور غربالگری شد که درنهایت ۴۶ شاخص، در قالب ۱۴ مؤلفه و ۶ بعد ارائه گردید. در بخش کمی، جامعه آماری پژوهش شامل مدیران و کارشناسان صنعت ساخت تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی است که تعداد ۶۵ نفر از ایشان، با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده و فرمول تعیین حجم نمونه کوکران، به‌عنوان گروه نمونه انتخاب گردیدند. در ادامه، پرسشنامه حاصل از بخش دلفی بین این نمونه توزیع گردید. در راستای تأیید روایی پرسش‌نامه‌ها از قضاوت ۶ نفر از متخصصین خبره شرکت ساخت تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی که دارای مدرک دکتری با سوابق علمی و مدیریتی و حداقل ۵ سال سابقه کاری در شرکت موردپژوهش می‌باشند، استفاده گردید. پایایی پرسشنامه نیز از طریق آلفای کرونباخ و پایایی ترکیبی مورد آزمون قرار می‌گیرد. درنهایت نیز تحلیل داده‌ها با کمک مدل‌یابی معادلات ساختاری و نرم‌افزار پی آل اس صورت پذیرفت.

---

1. Gast et al.,
2. Ramachandran, A.

یافته‌ها

نتایج تحلیل داده‌های تحقیق در قالب شکل ۱ و جدول ۱ که نمایانگر مدل معادلات ساختاری اولیه پژوهش همراه با ضرایب بارهای عاملی است، ارائه گردیده است. مقدار ملاک مناسب بودن بارهای عاملی ۰/۷ است؛ بنابراین متغیرهایی که بار عاملی آن‌ها کمتر از ۰/۷ باشد، حذف و سپس آزمون کامل مدل اندازه‌گیری انجام شد. در این پژوهش دو متغیر با کدهای عمر و گارانتی محصول[1] و روش‌های بازاریابی[2] با بار عاملی کمتر از ۰/۷ حذف شدند.

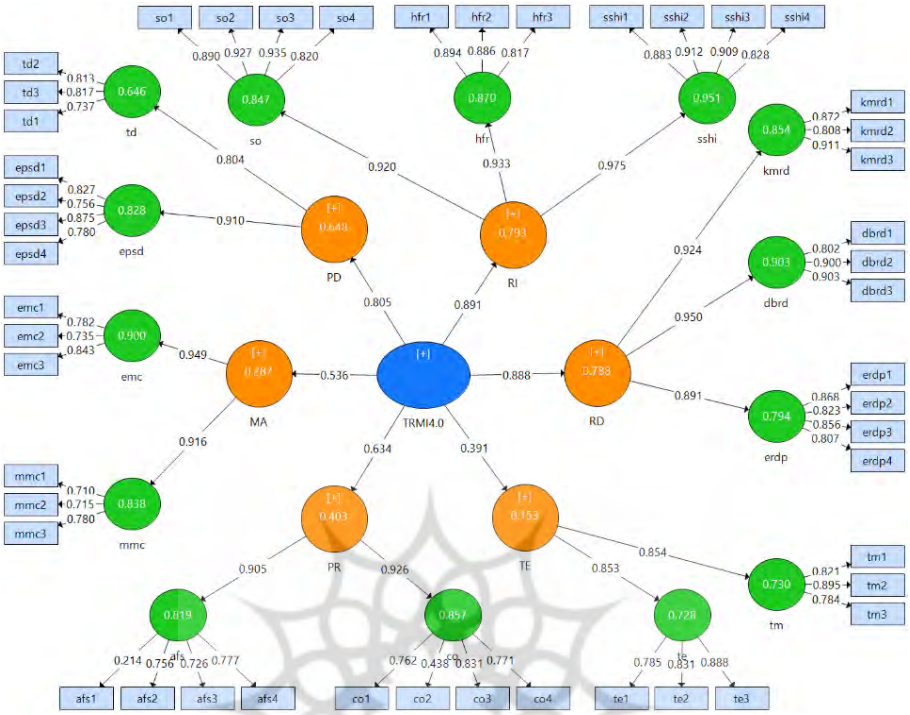
جدول ۱. عوامل کلیدی تأثیرگذار در تدوین نقشه فناوری در صنعت ٤,٠ در صنایع تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی (یافته‌های نگارندگان)

ابعاد	مؤلفه	متغیرها	کد متغیر	بار عاملی اصلاحی	ضریب تعیین
پیشران‌ها / محرک‌ها (Pd)	پیشران‌های تکنولوژیک (Td)	تغییر سبک زندگی	Td1	۰/۷۳۸	۰/۵۴۴
		جنگ و تحریم	Td2	۰/۸۱۳	۰/۶۶۰
		هوشمندی و رصد تکنولوژی	Td3	۰/۸۱۷	۰/۶۶۷
	پیشران‌های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی (Epsd)	تسهیلات بانکی و وام	Epsd1	۰/۸۲۷	۰/۶۸۳
		قوانین زیست‌محیطی	Epsd2	۰/۷۵۶	۰/۵۷۱
		استراتژی کسب‌وکار	Epsd3	۰/۸۷۵	۰/۷۶۵
		کسب‌وکار هوشمند و مجازی	Epsd4	۰/۷۸۰	۰/۶۰۸
بازار (Ma)	ارزیابی تغییرات بازار (Emc)	تحلیل موقعیت رقابتی بازار به‌صورت هوشمند	Emc1	۰/۷۸۲	۰/۶۱۱
		بررسی نیازها و انتظارات مشتریان	Emc2	۰/۷۳۵	۰/۵۴۰
		انتخاب و رصد محصول به‌صورت هوشمند	Emc3	۰/۸۴۳	۰/۷۱۰
	رصد بازار و رقبا (Mmc)	سهم بازار رقابتی	Mmc1	۰/۷۱۰	۰/۵۰۴
		اثر تغییرات ملی و منطقه‌ای بر بازار	Mmc2	۰/۷۱۵	۰/۵۱۱

1. AFS1
2. CO2

ابعاد	مؤلفه	متغیرها	کد متغیر	بار عاملی اصلاحی	ضریب تعیین
		شناسایی منابع و امکانات رقابتی و اطلاعاتی رقبا	Mmc3	۰/۷۸۰	۰/۶۰۸
محصول (pr)	مشخصات ظاهری و عملکردی (Afs)	عمر و گارانتی محصول	afs1	۰/۲۱۴	عدم‌تأیید
		قابلیت اتصال به شبکه‌های هوشمند	afs2	۰/۷۳۸	۰/۵۴۴
		عیب‌یابی خودکار	afs3	۰/۷۴۶	۰/۵۵۶
		پلتفرم‌های هوشمند	afs4	۰/۸۱۰	۰/۶۵۶
	تجاری‌سازی (Co)	استراتژی‌های تجاری‌سازی	Co1	۰/۷۸۸	۰/۶۲۰
		روش‌های بازاریابی	Co2	۰/۴۳۸	عدم‌تأیید
		آماده ساختن بازار برای پذیرش تکنولوژی	Co3	۰/۸۶۰	۰/۷۳۹
		زمان ورود به بازار	Co4	۰/۸۰۶	۰/۶۴۹
تکنولوژی (Tec)	ارزیابی تکنولوژی (Te)	توانمندی تکنولوژیک	Te1	۰/۷۸۵	۰/۶۱۶
		توسعه تکنولوژی‌های هوشمند و دیجیتال	Te2	۰/۸۳۱	۰/۶۹۰
		استراتژی تکنولوژی	Te3	۰/۸۸۸	۰/۷۸۸
	مدیریت تکنولوژی (Tm)	حفاظت تکنولوژی به‌صورت هوشمند	Tm1	۰/۸۲۱	۰/۶۷۴
		نحوه اکتساب تکنولوژی	Tm2	۰/۸۹۵	۰/۸۰۱
		بهره‌برداری تکنولوژی	Tm3	۰/۷۸۴	۰/۶۱۴
تحقیق و توسعه (R&D)	ارزیابی پروژه‌های تحقیق و توسعه (Erdp)	مدیریت ریسک پروژه	Erdp1	۰/۸۶۸	۰/۷۵۳
		مدیریت زمان پروژه	Erdp2	۰/۸۲۳	۰/۶۷۷
		مدیریت هزینه پروژه	Erdp3	۰/۸۵۶	۰/۷۳۲
		مدیریت منابع انسانی پروژه	Erdp4	۰/۸۰۷	۰/۶۵۱
	تعریف و متعادل‌سازی سبد تحقیق و توسعه (Dbrd)	رصد و شناسایی تکنولوژی‌های جدید و هوشمند	Dbrd1	۰/۸۰۲	۰/۶۴۳
		طراحی و تولید هوشمند	Dbrd2	۰/۹۰۰	۰/۸۱
		شناسایی، ارزیابی، انتخاب پروژه‌های تحقیق و توسعه در	Dbrd3	۰/۹۰۳	۰/۸۱۵

ابعاد	مؤلفه	متغیرها	کد متغیر	بار عاملی اصلاحی	ضریب تعیین
		راستای استراتژی کسب‌وکار			
	مدیریت دانش و سبد تحقیق و توسعه (Kmrd)	هوشمندسازی شبکه تحقیق و توسعه	Kmrd1	۰/۸۷۲	۰/۷۶۰
		شبیه‌سازی هوشمند	Kmrd2	۰/۸۰۸	۰/۶۵۲
		شناسایی دانش و کار گیری آن	Kmrd3	۰/۹۱۱	۰/۸۲۹
منابع و زیرساخت‌ها (R&I)	زیرساخت‌های نرم و سخت هوشمند (Ssh)	قوانین و استانداردها	Sshi1	۰/۸۸۳	۰/۷۷۹
		مدیریت کلان داده‌ها	Sshi2	۰/۹۱۲	۰/۸۳۱
		فناوری اطلاعات	Sshi3	۰/۹۰۹	۰/۸۲۶
		شبکه‌سازی آزمایشگاه با تکنولوژی دیجیتال و هوشمند	Sshi4	۰/۸۲۸	۰/۶۸۵
	منابع انسانی و مالی (Hfr)	به‌کارگیری منابع انسانی خبره بامهارت هوش مصنوعی و دیجیتال‌سازی و توسعه آن‌ها	Hfr1	۰/۸۹۴	۰/۷۹۹
		استفاده از سرمایه‌گذاران فرشته	Hfr2	۰/۸۸۶	۰/۷۸۴
		صندوق‌های تأمین مالی	Hfr3	۰/۸۱۷	۰/۶۶۷
	ساختار و سازمان‌دهی (So)	ساختار سازمانی هوشمند	So1	۰/۸۹۰	۰/۷۹۲
		به‌کارگیری شبکه‌های اجتماعی هوشمند	So2	۰/۹۲۷	۰/۸۵۹
		به‌کارگیری روش‌های ارزیابی هوشمند	So3	۰/۹۳۵	۰/۸۷۴
		استفاده از استانداردهای یکپارچه هوشمند تکنولوژیکی، مدیریتی	So4	۰/۸۲۰	۰/۶۷۲



شکل ۱. مدل اندازه‌گیری اولیه در حالت تخمین ضرایب استاندارد (بار عاملی)، (نگارندگان)

آزمون روایی و پایایی مدل اندازه‌گیری

در ادامه گزارش روایی واگرا، همگرا و پایایی تحقیق ارائه گردیده است. برای اعتبارسنجی مدل، آزمون‌های همگن انجام گرفت. ملاک تأیید بارهای عاملی ۰/۷ است و در این پژوهش مطابق جدول ۱ و شکل ۱ تعداد ۲ متغیر زیر ۰/۷ بودند که حذف‌شده و ۴۶ متغیر تأیید شدند. یافته‌های جدول ۲ نشانگر سازگاری درونی قابل‌قبول است. در مورد روایی همگرا اولین شرط روایی همگرا بارهای عاملی بالای ۰/۷ است. میانگین واریانس استخراجی نیز می‌بایست بزرگ‌تر یا مساوی ۰/۵ باشد. مقایسه پایایی ترکیبی و میانگین واریانس استخراجی برای هر یک از عوامل نیز مورد تأیید است. درنتیجه مدل پژوهش از روایی همگرای مناسبی برخوردار است.

جدول ۲. نتایج پایایی، روایی همگرا و کیفیت مدل (یافته‌های نگارندگان)

متغیرهای مکنون	روایی همگرا		پایایی	
	آلفای کرونباخ	پایایی مشترک (Community)	پایایی ترکیبی (CR)	میانگین واریانس استخراجی (AVE)	CR>AVR
مشخصات ظاهری و عملکردی	۰/۷۴۷	۰/۵۸۶	۰/۸۰۹	۰/۵۸۶	Ok
تجاری‌سازی	۰/۷۵۳	۰/۶۶۹	۰/۸۵۹	۰/۶۶۹	Ok
تعریف و متعادل‌سازی سبد تحقیق و توسعه	۰/۸۳۷	۰/۷۵۶	۰/۹۰۳	۰/۷۵۶	Ok
ارزیابی تغییرات بازار	۰/۷۹۶	۰/۶۲۱	۰/۸۳۰	۰/۶۲۱	Ok
پیشران‌های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی	۰/۸۲۸	۰/۶۵۷	۰/۸۸۴	۰/۶۵۷	Ok
ارزیابی پروژه‌های تحقیق و توسعه	۰/۸۶۶	۰/۷۰۴	۰/۹۰۵	۰/۷۰۴	Ok
منابع انسانی و مالی	۰/۸۳۵	۰/۷۵۱	۰/۹۰۰	۰/۷۵۱	Ok
مدیریت دانش و سبد تحقیق و توسعه	۰/۸۳۲	۰/۷۴۸	۰/۸۹۹	۰/۷۴۸	Ok
رصد بازار و رقبا	۰/۷۷۵	۰/۵۴۱	۰/۷۷۹	۰/۵۴۱	Ok
ساختار و سازمان‌دهی	۰/۹۱۶	۰/۸۰۰	۰/۹۴۱	۰/۸۰۰	Ok
زیرساخت‌های نرم و سخت هوشمند	۰/۹۰۶	۰/۷۸۱	۰/۹۳۴	۰/۷۸۱	Ok
پیشران‌های تکنولوژیک	۰/۷۰۲	۰/۶۲۴	۰/۸۳۳	۰/۶۲۴	Ok
ارزیابی تکنولوژی	۰/۷۸۴	۰/۶۹۸	۰/۸۷۴	۰/۶۹۸	Ok
مدیریت تکنولوژی	۰/۷۸۱	۰/۶۹۶	۰/۸۷۳	۰/۶۹۶	Ok

آزمون‌های روایی واگرا مدل اندازه‌گیری انعکاسی

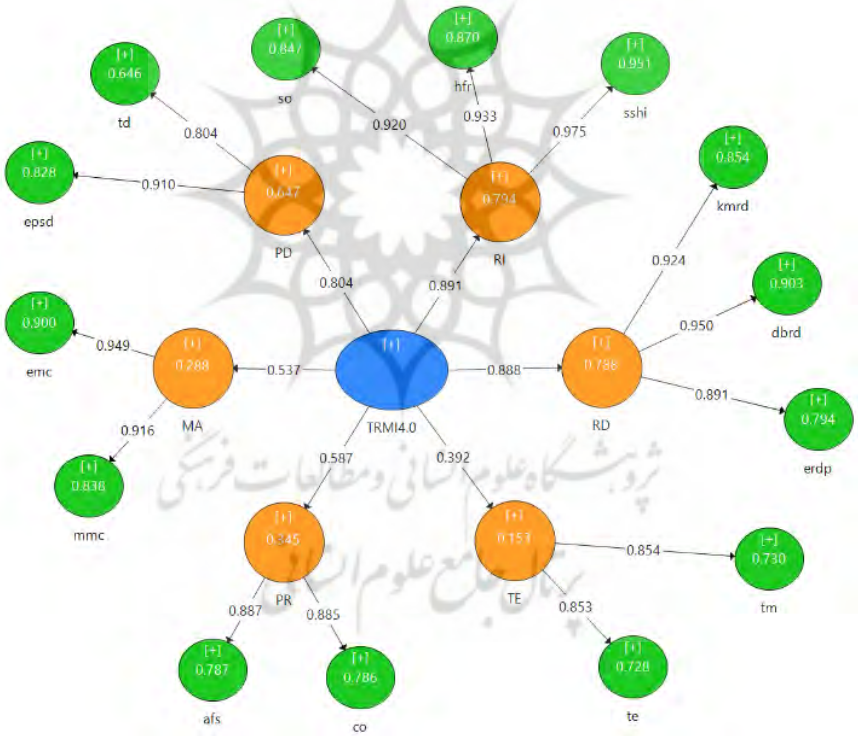
الف- جدول بارهای عرضی[1]: این جدول به مقایسه میزان همبستگی بین متغیرهای یک عامل با آن عامل در مقابل همبستگی آن متغیر با عامل‌های دیگر می‌پردازد، برای داشتن روایی واگرا بار عاملی متغیر مربوط به هر عامل باید حداقل ۰/۱ بیشتر از بار عاملی همان متغیر در سایر عوامل باشد.

1. Cross Loadings

ب- نسبت هتروتریت - منوتریت[1]: حداکثر مقدار مجاز این معیار جدید میزان ۰/۸۵ تا ۰/۹ است. اگر مقادیر این معیار کمتر از ۰/۹ باشد روایی واگرا قابل‌قبول است. امکان محاسبه متغیر نسبت هتروتریت - منوتریت فقط در نرم‌افزار اسمارت وجود دارد. نتیجه این آزمون نیز نشانگر تأیید روایی واگرا مدل اندازه‌گیری مورد تأیید قرار می‌گیرد.

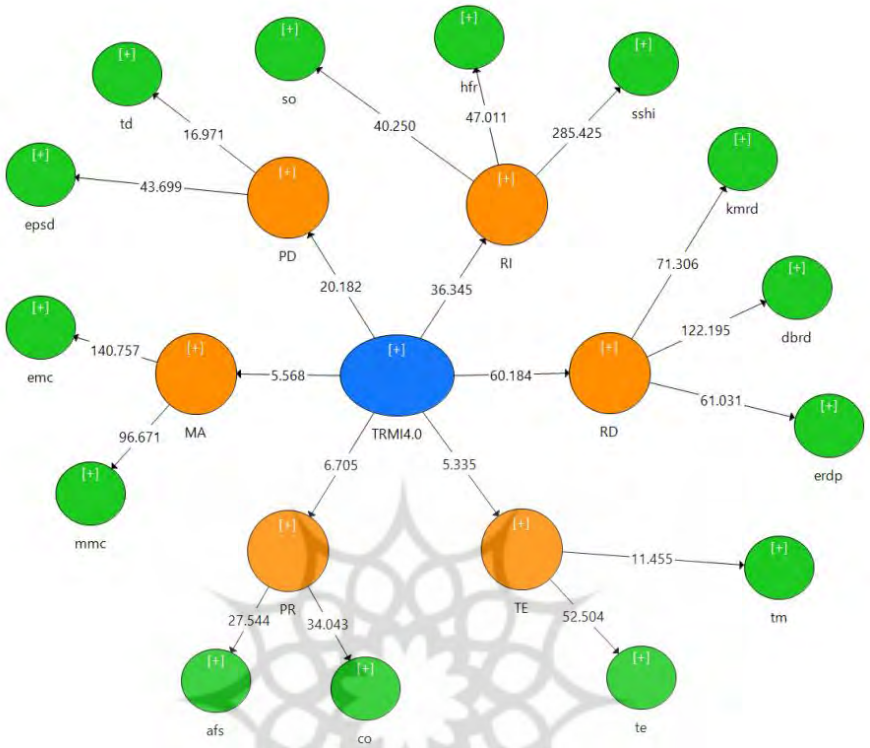
تحلیل مدل ساختاری

برآوردهای روایی و پایایی مدل اندازه‌گیری اجازه ارزیابی مدل ساختاری را میسر می‌سازد. شکل ۲ نمایانگر مدل ساختاری در حالت تخمین ضرایب مسیر است و شکل ۳ مدل ساختاری در حالت معناداری ضرایب مسیر است.



شکل ۲. مدل ساختاری در حالت تخمین ضرایب مسیر (نگارندگان)

1. HTMT



شکل ۳. مدل ساختاری در حالت معناداری ضرایب مسیر (نگارندگان)

تست مدل باتوجه به معناداری روابط

ضرایب معنادار[1] **Z**: حالت معناداری ارتباط یا عدم ارتباط متغیرهای مستقل و وابسته را بررسی می‌کند. بدین ترتیب که اگر ارتباط بین دو متغیر بالاتر از قدر مطلق ۱/۹۶ باشد، یعنی با سطح اطمینان ۹۵٪ ارتباط معناداری بین آن‌ها برقرار است و اگر عدد بالاتر از ۲/۵۸ بود سطح اطمینان ۹۹٪ بین دو متغیر وجود دارد. مطابق شکل ۳ و جدول ۳ تمامی روابط به دلیل اینکه مقادیر معناداری بالاتر از ۲/۵۸ است با سطح اطمینان ۹۹٪ معنادار می‌باشند.

1. t- Value

معیار ضریب تعدیل‌شده[1]: ضریب تعیین معیار اصلی برای ارزیابی متغیرهای مکنون درون‌زایی مدل ساختاری معیار ضریب تعدیل‌شده می‌باشد و مقدار آن همیشه عددی بین صفر و یک است. مقادیر آن برابر ۰/۶۷، ۰/۳۳، ۰/۱۹ در مدل‌های مسیر PLS به‌عنوان میزان ملاک برای مقادیر ضعیف، متوسط و قوی است. نتیجه حاصل از این معیار در جدول ۳ ارائه شده است.

ارتباط پیش‌بین[2]: آزمون ارتباط پیش‌بین کیفیت مدل ساختاری را موردسنجش قرار می‌دهد که سه مقدار ۰/۰۲ ضعیف و ۰/۱۵ متوسط و ۰/۳۵ قوی ملاک‌های اندازه‌گیری این آزمون می‌باشند (Henseler, 2011). نتایج به‌دست‌آمده از این معیار نیز در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج معیار R^2 و Q^2 برای متغیرهای مکنون درون‌زا (یافته‌های نگارندگان)

متغیرهای مکنون درون‌زا	R^2	ملاک R^2	Q^2	ملاک Q^2
مشخصات ظاهری و عملکردی	۰/۷۸۷	قوی	۰/۴۲۴	قوی
تجاری‌سازی	۰/۶۶۹	قوی	۰/۴۷۱	قوی
تعریف و متعادل‌سازی سبد تحقیق و توسعه	۰/۹۰۳	قوی	۰/۶۴۵	قوی
ارزیابی تغییرات بازار	۰/۹۹	قوی	۰/۵۲۴	قوی
پیشران‌های اقتصادی، سیاسی، اجتماعی	۰/۸۲۸	قوی	۰/۴۹۹	قوی
ارزیابی پروژه‌های تحقیق و توسعه	۰/۷۹۴	قوی	۰/۵۱۹	قوی
منابع انسانی و مالی	۰/۸۷۰	قوی	۰/۶۰۴	قوی
مدیریت دانش و سبد تحقیق و توسعه	۰/۸۵۴	قوی	۰/۶۰۰	قوی
رصد بازار و رقبا	۰/۸۳۸	قوی	۰/۴۱۱	قوی
ساختار و سازمان‌دهی	۰/۸۴۷	قوی	۰/۶۳۳	قوی
زیرساخت‌های نرم و سخت هوشمند	۰/۹۵۱	قوی	۰/۶۹۶	قوی
پیشران‌های تکنولوژیک	۰/۶۴۶	قوی	۰/۳۶۷	قوی
ارزیابی تکنولوژی	۰/۷۲۸	قوی	۰/۴۶۵	قوی
مدیریت تکنولوژی	۰/۷۳۰	قوی	۰/۴۶۵	قوی

1. R^2
2. Q^2

تأیید کیفیت نهایی مدل[1]

معیار GOF برای بررسی کیفیت مدل ساختاری استفاده می‌شود. مقادیر ۰/۰۱، ۰/۲۵، ۰/۳۶ به ترتیب قوی، متوسط و ضعیف توصیف شده است. درواقع این متغیر بین صفر تا یک قرار دارد و مقادیر نزدیک به یک نشانگر کیفیت مناسب مدل هستند. برای نتایج مقدار ۰/۷۰۴ را برای GOF نشان می‌دهد که بیانگر برازش بسیار قابل‌قبول مدل می‌باشد.

مدل مفهومی الگوی نقشه راه فناوری در صنعت ٤,٠

شکل ٤. نقشه مدل مفهومی (نگارندگان)

1. GOF

در مدل مفهومی این مطالعه تعدادی از مواردی که به فهم بیشتر مخاطب در شناخت مسیر تدوین نقشه‌راه تکنولوژی کمک می‌نماید در قالب پنج مرحله برنامه‌ریزی، اجرا و تجزیه‌وتحلیل و نتیجه‌گیری و تدوین ره نگاشت فناوری به شرح ذیل پرداخته شده است. در ابتدا به برنامه‌ریزی و ساختار و سازمان‌دهی از طریق توانمندی سازمان باهدف ارائه بهترین منابع فکری مرتبط سپس توانمندی تکنولوژی، رصد تکنولوژی باتوجه به اهمیت نوآوری در پیشبرد اهداف سازمانی و نیز به‌وسیله مدیریت منابع انسانی و رصد بازار جهت حفظ مزیت رقابتی پرداخته شده است. سپس این برنامه‌ریزی در راستای پیشبرد اهداف سازمان به‌وسیله مدیریت تکنولوژی که شامل شناسایی و انتخاب، ظرفیت جذب فناوری و بهره‌برداری و اکتساب، توسعه و ارزیابی فناوری است و سرمایه‌های فکری و مدیریت دانش، تقویت بخش تحقیق و توسعه و ساختار و سازمان‌دهی سازمان باتوجه به فناوری‌های نوظهور به اجرا درآمده و در مرحله بعد در قالب پیشران‌ها و ارزیابی تغییرات بازار، مشخصات ظاهری و عملکردی و تعریف و متعادل‌سازی سبد تحقیق و توسعه مورد تجزیه‌وتحلیل واقع شده است. در ادامه نتیجه‌گیری از طریق ارزیابی پروژه‌های تحقیق و توسعه و همچنین ارزیابی زیرساخت‌های سخت که اساس ایجاد هوش تجاری و زیرساخت‌های نرم که موجب پیشرفت مداوم صنعت هوش تجاری در بازار می‌باشد و نیز ارزیابی منابع انسانی و مالی که از تاثیرگذارترین عوامل رشد سازمانی است و ارزیابی فناوری‌های نوین و پیشرفته انجام پذیرفته است و در نهایت به تدوین نقشه‌راه فناوری باتوجه به تأثیر آن بر تجاری‌سازی و طراحی و تولید هوشمند، ارتقا بهره‌وری و سودآوری و بهبود فرایندها، دیجیتال‌سازی عرضه محصولات و منسوخ کردن تکنولوژی پرداخته شده است. باتوجه به اینکه نقشه‌راه فناوری، یک فرایند برنامه‌ریزی جهت کمک به شناسایی، انتخاب و توسعه گزینه‌های فناوری در راستای برآوردن مجموعه‌ای از نیازمندی‌ها و همچنین کشف و برقراری ارتباط بین بازارها، محصولات و فناوری‌های درحال‌توسعه در طول زمان است؛ بنابراین برای اجرای بهتر مراحل فوق و باهدف آینده‌نگری و نیز تسهیل امر تصمیم‌گیری هر سازمان بایستی به تدوین نقشه‌راه فناوری بپردازد.

الگوی نقشه راه فناوری در صنعت ٤٫۰

در این پژوهش جهت تدوین و ترسیم نقشه‌راه فناوری صنعت ۴٫۰، الگویی متناسب با نیاز صنایع ساخت تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی پیشنهاد شده است که فازهای آن به شرح زیر می‌باشد:

فاز اول: مقدمات و برنامه‌ریزی

- شناسایی اهداف و اولویت‌های آن
- مطالعات اولیه

فاز دوم: اجرا

تعیین گروه خبرگان درون سازمان جهت تکمیل پرسشنامه‌ها

فاز سوم: تجزیه‌وتحلیل

- غربالگری پرسشنامه‌ها با روش دلفی فازی
- تحلیل پرسشنامه‌ها و تعیین مؤلفه‌ها و متغیرها با روش PLS

فاز چهارم: نتیجه‌گیری

- انتخاب قالب نقشه راه فناوری متناسب با نیاز صنعت

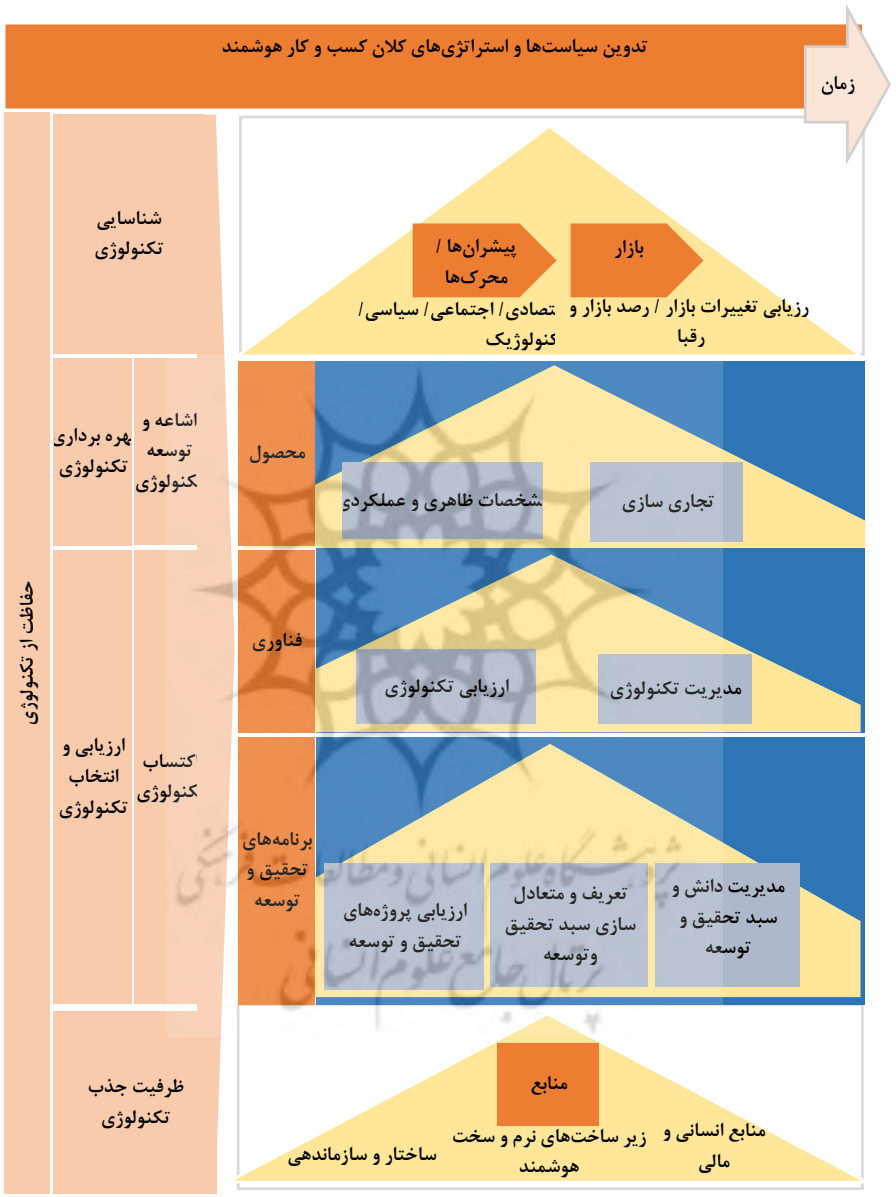
فاز پنجم: تدوین نقشه‌راه فناوری صنعت ٤٫۰ در صنایع تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی

باتوجه به خروجی نرم‌افزار که نشانگر ابعاد و مؤلفه‌های مؤثر بر تدوین نقشه‌راه فناوری صنعت ۴٫۰ است و باتوجه به نقشه‌راه چندلایه برای یکپارچه و هم‌راستاسازی طرح‌های استراتژیک با فناوری‌های نوین صنعت ۴٫۰، الگوی نقشه راه فناوری صنعت ۴٫۰ را می‌توان در قالب شکل ۵ تدوین نمود.

در راستای تدوین نقشه‌راه فناوری صنعت ۴,۰ در این پژوهش، پیشرفت‌های فناوری هم‌راستا با تولید محصول در آینده و همچنین پیش‌بینی مسیر پیشرفت‌های فناوری در آینده در نظر گرفته شده است؛ بنابراین ابتدا شناسایی و انتخاب فناوری و بهره‌برداری و سپس اشاعه و توسعه فناوری مطرح‌شده و پس از اکتساب آن به ارزیابی و انتخاب فناوری و همچنین ظرفیت جذب فناوری از طریق صنعت موردنظر پرداخته شده است و درنهایت مبحث حفاظت فناوری مطرح می‌باشد که تمامی این موارد بر محصول و فناوری‌های موجود سازمان و برنامه تحقیق و توسعه تأثیر گذاشته و سبب می‌شود سطح منابع از ساختار و سازمان‌دهی تا زیرساخت‌های نرم و سخت هوشمند و منابع انسانی و مالی را در برگیرد. سپس به لایه بعدی برنامه‌های تحقیق و توسعه ورود کرده و از این راه در سطح تحقیق و توسعه نسبت به ارزیابی پروژه‌های تحقیق و توسعه پرداخته شده است. سپس سبد تحقیق و توسعه را تعریف و متعادل‌سازی کرده و به مدیریت دانش و توسعه پرداخته شده و زمینه را برای ورود به بخش فناوری سازمان مهیا کرده است که درنهایت به ارزیابی مدیریت فناوری پرداخته می‌شود. در ادامه به سطح و لایه بعدی یعنی ساخت محصول و تولید واردشده و با مشخصات ظاهری و عملکردی به تجاری‌سازی سازمان و محصولات آن پرداخته می‌شود و به‌این‌ترتیب با ورود به مرحله پیشران‌های تکنولوژیک و با استفاده از بررسی ساخت محصولات از حیث اقتصادی به این معنی که ساخت محصول مقرون‌به‌صرفه بوده و باکیفیت بالا و کمترین هزینه نسبت به تولید آن اقدام نموده و در سطح جامعه نیز با تبلیغات صحیح، مشتریان را نسبت به خرید محصولات ترغیب نموده و سیاست‌های دولت در خصوص سودآوری را دنبال کرده که تمامی این روند مرهون فناوری‌های نوآورانه صنعت ۴,۰ می‌باشد.

در این راستا شرکت می‌بایست به رصد بازار از دیدگاه تقاضای مشتریان نسبت به محصولات پرداخته و همچنین سیاست‌های ساخت محصول توسط رقبا را نیز رصد کرده تا وارد فضای رقابتی بازار شده و با بررسی تغییرات بازار نسبت به تولید محصولات باکیفیت بالا و هزینه پایین و مقرون‌به‌صرفه برای مشتریان اقدام کند؛ بنابراین در بازار رقابتی

ورود نموده و با تصمیمات درست و سیاست‌های مناسب تداوم بقا سازمان خود را در بازار رقابتی تضمین کند.



شکل ۵. الگوی نقشه راه فناوری در صنعت ۴٫۰ (نگارندگان)

بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش شناسایی و غربالگری عوامل مؤثر بر ارائه مدل تدوین نقشه‌راه فناوری صنعت ۴,۰ در شرکت ساخت تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی است. در پاسخ به این سؤال و هدف اصلی، نتایج تحقیق با استفاده از روش دلفی فازی نشان داد که این عوامل را می‌توان در ۴۶ شاخص، ۱۴ مؤلفه و ۶ بعد ارائه کرد.

- در مؤلفه پیشران‌های تکنولوژیک، هوشمندی و رصد تکنولوژی دارای بیشترین ضریب تعیین است پیشنهاد می‌شود که کارگاه تخصصی آموزش مشخصات فناوری‌های نوین صنعت ۴,۰ در راستای توسعه نقشه راه فناوری تشکیل‌شده و نسبت به ارتقا سطح دانش کارکنان به این ابزار اقدام شود.
- در مؤلفه پیشران‌های اقتصادی، سیاسی و اجتماعی، استراتژی کسب‌وکار ضریب تعیین بالاتری را داراست. پیشنهاد می‌شود سازمان برای اجرایی کردن تحولات صنعت ۴,۰ به آماده‌سازی کارکنان خود برای ایجاد ارزش و فرهنگ حاصل از آن در سازمان اقدام کرده و شرایط تبدیل سازمان سنتی به مدرن را فراهم آورد.
- در مؤلفه ارزیابی تغییرات بازار، ضریب تعیین انتخاب و رصد هوشمند محصول بالاتر است. پیشنهاد می‌شود باتوجه به اهمیت هوشمندسازی و دیجیتال‌سازی در ایجاد مزیت رقابتی برای سازمان‌ها، برنامه‌ریزی و آموزش‌های لازم در راستای آن و برای تداوم در عرصه رقابت موردتوجه ویژه سازمان‌ها قرار گیرد.
- در مؤلفه رصد بازار و رقبا ضریب تعیین شناسایی امکانات و اطلاعات رقبا بالاتر است. پیشنهاد می‌شود مدیران سازمان‌ها سطح دانش خود و کارکنان سازمان را نسبت به فناوری‌های هوشمند ارتقا بخشیده و از این طریق نقاط ضعف و قوت رقبا را تحلیل کنند؛
- در مؤلفه مشخصات ظاهری و عملکردی، ضریب تعیین پلتفرم‌های هوشمند بالاتر است. پیشنهاد می‌شود مدیران سازمان‌ها سطح دانش خود و کارکنان را نسبت به فناوری‌های هوشمند از طریق کارگاه‌ها و پروژه‌های کوچک ارتقا دهند.

• در مؤلفه تجاری‌سازی نیز ضریب تعیین آماده ساختن بازار برای پذیرش تکنولوژی بالاتر است. پیشنهاد می‌شود تبلیغات بیشتری در سطح سازمان جهت آمادگی پذیرش تکنولوژی‌های نوین صورت پذیرد.

• در مؤلفه ارزیابی تکنولوژی، بیشترین ضریب تعیین را استراتژی تکنولوژی داراست. پیشنهاد می‌شود باتوجه به اهمیت تدوین استراتژی تکنولوژی برای دستیابی به مزیت رقابتی بودجه کافی برای تقویت بهینه‌سازی و انتخاب استراتژی سازمان تعلق گرفته و استراتژی تکنولوژی برای تمامی واحدهای کسب‌وکار موردحمایت مدیران اصلی سازمان قرار گیرد.

• در مؤلفه مدیریت تکنولوژی، ضریب تعیین نحوه اکتساب تکنولوژی بالاتر است. پیشنهاد می‌شود سازمان بخش تحقیق و توسعه خود را تقویت و حمایت نماید.

• در مؤلفه ارزیابی پروژه‌های تحقیق و توسعه نیز، ضریب تعیین مدیریت ریسک پروژه بالاتر است. پیشنهاد می‌گردد باتوجه به اینکه سود سازمان‌ها حاصل از ریسک و ضرر آن‌ها در عدم موفقیت در مدیریت ریسک است؛ بنابراین سازمان قابلیت‌های مدیریت ریسک را به معیارهای ارزیابی خود بیفزاید.

• در مؤلفه تعریف و متعادل‌سازی سبد تحقیق و توسعه، ضریب تعیین شناسایی، ارزیابی، انتخاب پروژه‌های تحقیق و توسعه در راستای استراتژی کسب‌وکار بالاتر است. ازآنجاکه مزیت رقابتی و پیشرفت سازمان‌ها حاصل تحقیق و رشد نوآوری و پیشرفت تولیدات و خدمات است، بدین ترتیب سازمان‌ها بایستی واحد تحقیق و توسعه خود را حمایت بیشتری کنند.

• در مؤلفه مدیریت دانش و سبد تحقیق و توسعه، ضریب تعیین شناسایی دانش و به‌کارگیری آن بالاتر است. پیشنهاد می‌شود سازمان فرایندهای مناسب مدیریت دانش را اخذ کرده و از دانش و خلاقیت‌های هر یک از کارکنان همراه با تجارب پیشین برای بهبود فرایند تولید و حفظ جایگاه رقابتی و ارتقا نوآوری استفاده کند.

- در مؤلفه زیرساخت‌های نرم و سخت هوشمند ضریب تعیین مدیریت کلان‌داده‌ها بالاتر است. پیشنهاد می‌شود باتوجه به تأثیر آن‌ها بر رشد سازمان و تولیدات کیفی، مزیت رقابتی، ارتقا نوآوری و ایجاد اشتغال، سازمان در راستای آن به سرمایه‌گذاری و آموزش متخصصین اقدام نماید.
- در مؤلفه منابع انسانی و مالی نیز، ضریب تعیین به‌کارگیری منابع انسانی خبره بامهارت هوش مصنوعی و دیجیتال‌سازی بالاتر است. پیشنهاد می‌شود سازمان علاوه بر آموزش فناوری‌های نوین به کارکنان فعلی خود، نسبت به استخدام کارکنان خبره اقدام نماید.
- در مؤلفه ساختار و سازمان‌دهی، ضریب تعیین روش‌های ارزیابی هوشمند بالاتر است. در سازمان‌ها و کارخانه‌های هوشمند، فرایند تولید توسط حسگرها و دوربین‌های هوشمند برای بهبود و امنیت عملکرد تولید و پیشگیری از ضرر، بررسی می‌گردد؛ بنابراین باتوجه به اهمیت ارزیابی هوشمند در سازمان‌ها، بایستی آموزش‌های لازم در قالب کارگاه‌های آموزشی و عملی به کارکنان منتقل شود.

این در حالی است که در پژوهش‌های متفاوت تنها به ادبیات و انواع نقشه‌راه فناوری و روش‌های گوناگون تدوین آن پرداخته شده (Carlos et al., 2018). در تعدادی از پژوهش‌ها نیز به مقایسه نقشه‌راه‌های فناوری مختلف و مزایا و معایب آن‌ها پرداخته شده است (عبدلی‌آقایی و همکاران، ۱۳۹۷). در برخی دیگر نیز فقط خروجی نقشه‌راه فناوری در یک حوزه موردبررسی قرار گرفته است (Smirnova et al.,2018). یا به لزوم تدوین نقشه راه فناوری در زمینه خاص اشاره شده است (اخروی و شکیبامنش، ۱۳۹۶).

در پاسخ به سؤال فرعی اول، نتایج پژوهش نشان داد که شرکت ساخت تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی از اوایل دهه هشتاد برنامه وسیع کسب دانش و تکنولوژی موردنیاز خود را از طریق فعال نمودن بخش تحقیق و توسعه سازمان مدنظر قرار داده و با تأکید بر ضرورت انجام فعالیت‌های تحقیقاتی و توسعه‌ای سبب بهینه‌سازی عملکرد و بهبود

خدمات شده و آن‌ها را در پروژه‌های آتی لحاظ نموده است تا با رصد تکنولوژی‌های نوین بتواند با سیر تحولات تکنولوژی‌های نوین همراه گردد.

در ارتباط با سؤال دوم نیز بایستی بیان نمود که کلید ورود و تداوم در بازارهای رقابتی استفاده از تکنولوژی‌های نوین و هوشمند صنعت ۴٫۰ می‌باشد چراکه ویژگی‌های هوشمند و دیجیتال آن شکل زندگی و مشاغل و همچنین تقاضای مشتریان را تغییر داده است؛ بنابراین هر سازمان بایستی با تقویت بخش تحقیق و توسعه خود و رصد تکنولوژی‌های نوین و با استفاده از ویژگی‌های هوشمند صنعت ۴٫۰ به تولید محصولات باکیفیت‌تر پرداخته و از این طریق به کاهش هزینه‌ها و افزایش سودآوری سازمان خود کمک نماید.

محدودیت‌ها و پیشنهادها

به‌طورکلی در ادبیات موجود، نقش کلیدی صنعت ۴٫۰ و فناوری‌های هوشمند آن در حفظ مزیت رقابتی سازمان و افزایش سودآوری و بهره‌وری مغفول مانده است. شرکت ساخت تجهیزات نیروگاهی بایستی با استفاده از عوامل مؤثر در تدوین نقشه‌راه صنعت ۴٫۰، نسبت به تسهیل یکپارچه‌سازی فناوری در محصولات و سیستم‌های کاری اقدام نموده و علیرغم وابستگی‌های داخلی اجازه دهد سیر تکامل داخل هر لایه کشف شود و همچنین در نقشه‌راه فناوری صنعت ۴٫۰ مربوط به شرکت مذکور هم عرضه و هم تقاضا نمایش داده‌شده و تعادل بین بازار و فشار فناوری، موردتوجه قرار می‌گیرد.

در این پژوهش نقشه‌راه فناوری با رویکرد صنعت ۴٫۰ انجام شده است، پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آتی نقشه‌راه فناوری با رویکرد تحول دیجیتال در صنایع ساخت تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی انجام پذیرد. هم‌چنین، در این پژوهش به شناسایی ابعاد و مؤلفه‌ها و متغیرهای مؤثر در ارائه مدل تدوین نقشه‌راه فناوری صنعت ۴٫۰ در صنایع ساخت تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی پرداخته شده است. می‌توان این پژوهش را در صنایع دیگر کشور نیز با استفاده از متخصصین و خبرگان آن صنعت انجام داد و جامعه آماری را به سازمان‌هایی که با تکنولوژی‌های نوین و پیشرفته در ارتباط هستند

تعمیم داده و اثر ابعاد و مؤلفه‌ها و متغیرهای مختلف را با روش‌ها و نرم‌افزارهای شبیه‌ساز بر روی‌هم بسنجند.

تعارض منافع

این تحقیق دارای تعارض منافع نمی‌باشد.

سپاسگزاری

از اساتید و مشاور محترم که مرا در امر پژوهش و فعالیت‌های علمی حمایت نمودند سپاسگزارم.

ORCID

Shirin karbasi **https: //orcid.org/0000-0002-1408-0094**

GholamReza hashemzadeh Khorasgani **http: //orcid.org/0000-0002-1129-5858**

Abbas Khamseh **http: //orcid.org/0000-0002-1263-919X**

Kiamars fathi Hafshjani **http: //orcid.org/0000-0001-8091-7967**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

اخروی، امیرحسین و شکیبامنش، علیرضا. (۱۳۹۸). ارائه مدل تدوین نقشه راه فناوری‌های یک سامانه پیشرفته. *فصلنامه توسعه فناوری*، دوره هفتم، شماره ۱، ۱۱۷-۹۱. Doi: 10. 2104/JTDM. 2019. 2860. 1966

خمسه، عباس و عصاری، محمدحسین. (۱۳۹۸). مدیریت تحقیق و توسعه. کرج: *سرافراز*. شماره کتاب‌شناسی ملی: ۵۸۴۹۱۵۸، رده‌بندی دیویی: ۵۷/۶۵۸

خمسه، عباس و فراهانی فر، فروغ و فروزان مهر، مجید. (۱۳۹۹). مدیریت فرایند انتقال تکنولوژی. کرج: *سرافراز*. رده‌بندی دیویی: ۳۳۸/۹۲۶.

دهقان نیری، محمود و آذر، عادل و جاوید میلانی شایان. (۱۳۹۸). ترسیم نقشه راه فناوری با بهره‌گیری از رویکرد گزینه‌های راهبردی: شرکت مزارع نوین ایرانیان. *فصلنامه علمی بهبود مدیریت*، دوره ۱۳، شماره ۳، ۲۲-۱. شناسه ملی: https: //civilica. com/doc/1226230 .JR_BEHMD-13-3_00

راجرز، دیویدال؛ (۱۳۹۷). *نقشه راه تحول دیجیتال*. ترجمه؛ مرشدی، مصطفی. تهران: سازمان مدیریت صنعتی. رده‌بندی دیویی: ۶۵۸/۴۰۶۲

رادفر، رضا و خمسه، عباس. (۱۳۹۶). *مدیریت تکنولوژی*، تهران: علمی و فرهنگی. رده‌بندی دیویی: ۶۵۸/۴۰۶۲.

شواب، کلاوس. (۱۳۹۶). *انقلاب صنعتی چهارم*، ترجمه: کمان‌قد، علیرضا. تهران: آرتا. رده‌بندی دیویی ۳۳۸/۰۶۴.

عبدلی آقایی، حمید و بهشتی نیا، محمدعلی و عباسپور، ابوالفضل. (۱۳۹۷). *آشنایی با نقشه راه، ره نگاشت فناوری*، تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی. رده‌بندی دیویی: ۶۰۱/۱۲.

غلامی، یاسمن و صمدی مقدم، یحیی و رفیعی، سید رضا. (۱۳۹۴). *استفاده از نقش راه آینده‌پژوهی در مدیریت تکنولوژی با محوریت مغز افزار، همایش سراسری مباحث کلیدی در علوم مدیریت و حسابداری*. شناسه (COI) مقاله. CPIM01_127: https: ///civilica. com/doc/374538

کریمی‌پور، مهدی و بیات ترک، امیر و حقیقت منفرد، جلال. (۱۳۹۸)، مدل مفهومی اکتساب فناوری پیشرفته با رویکرد تحلیل و مدیریت ریسک. *فصلنامه علمی مطالعات مدیریت کسب‌وکار هوشمند*، سال هفتم، شماره ۲۷، بهار، ۱۷۴-۱۳۹. doi: 10. 22054/ims. 2019. 9986

معین‌زاد، حسین و تارخ، محمدجعفر و تقوی فرد، محمد. (۱۳۹۸). استراتژی پیاده‌سازی موفق تکنولوژی‌های هوشمند سلامت مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات، *فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران*، ۴۷-۳۵. IRDOI: 958-479-652-014

مندگاری بامکان، علی محمد. (۱۳۹۸). نوآوری، عرصه تعامل بازیگران نوآوری با تکنیک‌های مدیریت نوآوری. *فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی*، ۱۷ (۳۸)، ۶۷-۷۸.

موهرل، مارتین‌جی و آیزمن، رالف و فال، رابرت. (۱۳۹۵). *نقشه راه فناوری برای استراتژی و نوآوری (ترسیم مسیر موفقیت)* مترجم؛ توکلی، غلامرضا و صفدری، مصطفی و سلامتی، علی، تهران: کتاب مهربان نشر. رده‌بندی دیویی: ۶۵۸/۵۱۴.

References

Alcantara, D. P., Martens, M. L. (2018). *Technology Roadmapping (TRM): a systematic review of the literature focusing on models*. https: //doi. org/10. 1016/j. techfore. 2018. 08. 014

Alipour Sarvari, P., Ustundag, A., Cevikcan, E., Kaya, I and Selcuk, C. (2018). Technology Roadmap for Industry 4.0, Department of Industrial Engineering, Faculty of Management, *Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey, Springer International Publishing Switzerland*. https: //doi. org/10. 1007/978-3-319-57870-5_5.

Daim, T. U, Faili, Z. (2019). Zindustry. 4.0 Value Roadmap, *SpringerBriefs in Entrepreneurship and Innovation*. https: //doi. org/10. 1007/978-3-030-30066-1

Gast, J., Gundolf. K., Harms, R., Collado, E. M. (2019). Knowledge management and coopetition: How do cooperating competitors balance the needs to share and protect their knowledge?, *Industrial Marketing Management*, Volume 77, February 2019, 65-74, https: //doi. org/10. 1016/j. indmarman. 2018. 12. 007

Gil-Gomez, H., Guerola-Navarro, V., Oltra-Badenes, R., & Lozano-Quilis, J. A. (2020). Customer relationship management: Digital transformation and sustainable business model innovation. *Economic Research-Ekonomska Istraˇzivanja*, 1–18. https: //doi. org/10. 1080/1331677X. 2019. 1676283.

Henseler, J., & Fassott, G. (2011). Testing moderating effects in PLS path models: An illustration of available procedures. *In Handbook of partial least squares*, 713-735, Springer Berlin Heidelberg. DOI: 10. 1007/978-3-540-32827-8_31.

https: //www. mapnagroup. com/fa/fields-of-activity/power/power

Letaba, P. T., and Pretorius, M. W. (2021), Toward Sociotechnical Transition Technologr Roadmaps, *A Proposed Farmwork for Large-Scale Prijects in Developing Countries*, Volume: 69,1-14. DOI: 10. 1109/TEM. 2021. 3050812

Pearson, R.J., Costley, A.E., Phaal, R., Nuttal, W.J. (2020). Technology Roadmapping for mission-led agile hardware development: a case study of a commercial fusion energy start-up, Technological Forecasting & Social *Change*, 158 (2020) 120064, 1-23. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120064

Probert, D., & Randor, M. (2003). Frontier experiences from industry-academia Consortia. *Research-Technology Management*, 46: 2, 27-30. https: //doi. org/10. 1080/08956308. 2003. 11671551.

Ramachandran, A. (2019). *Angel Investors*, Academic Entrepreneurship for Medical and Health Scientists: Vol. 1: Iss. 2, Article 5. https: //academicentrepreneurship. pubpub. org/pub/jycbwf1e/release/3 https: //repository. upenn. edu/ace/vol1/iss2/5 DOI10. 21428/b2e239dc. f7ae1c84.

Salkin, C., Oner, M., Ustundag, A., Cevikcan, E. (2018). A Conceptual Framework for Industry 4.0, in: Industry 4.0: Managing the Digital Transformation. *Springer International Publishing*, Cham, 3–23. https: //doi. org/10. 1007/978-3-319-57870-5_1

Toro-jarrín M. A., Ponce-jaramillo I. E., Güemes-castorena D. (2016). Technological Forecasting & Social Change Methodology for the of building process integration of Business Model Canvas and Technological Roadmap. *Technol Forecast Soc Chang*, Volume 110, September 2016, Pages 213-225. https: //doi. org/10. 1016/j. techfore. 2016. 01. 009.

Xu, L. D., Eric. l. Xu., & Li. L. (2018). "Industry 4.0: state of the art and future trends," *International Journal of Production Research*, vol. 56, 2941-2962. https: //doi. org/10. 1080/00207543. 2018. 1444806

References [In Persian]

Abdoli Aghaei, H., Beheshtinia, MA & Abbaspour, A. (2017). *Getting to know the road map, Road Map of Technology*, Tehran: Khwaja Nasiruddin Toosi University of Technology. Dewey classification: 601/12 [In Persian]

Dehghan Nayeri, M., Azar, A., Javid Milan, S. (2019). Technology Road Mapping (TRM) based on Strategic Option Development and Analysis: Mazare Novin Iranian Company, *Journal of ImprovementManagement*, 13 (3) (Serial 45), 1-22. National ID: JR_BEHMD-13-3_00. https: //civilica. com/doc/1226230. [In Persian]

Gholami, Y., Samadi Moghadam, Y. & Rafiei, SR. (2014). Using the role of future research in technology management with a focus on brainware, *a national conference on key topics in management and accounting sciences*. Identifier (COI) of the article. CPIM01_127: https: //civilica. com/doc/374538/ [In Persian]

Karimipour, M., Bayat Turk, A., & Haqit Mofard, J. (2018). Conceptual model of advanced technology acquisition with risk analysis and

management approach. *Smart Business Management Studies*, 7 (27), 139-174. doi: 10. 22054/ims. 2019. 9986 [In Persian]

Khamseh, A & Asari, MH. (2018). *Research and development management*. Karaj: Proud. National bibliography number: 5849158, Dewey classification: 57/658 [In Persian]

Khamseh, A. and Farahani Far, F. & Forozan Mehr, M. (2019). *Management of technology transfer process*. Karaj: Proud. Dewey ranking: 338/926. [In Persian]

Mandgari Bamkan, AM. (2018). Innovation, the arena of interaction of innovation actors with innovation management techniques. *Industrial Technology Development Quarterly*, 17 (38), 67-78. Magiran. com/p2121998 [In Persian]

Mohrle, Martin J. & Eisman, Ralf and Fall, Robert. (2015). *Technology roadmap for strategy and innovation (drawing the path to success) Translator*; Tavakoli, Gholamreza and Safdari, Mostafa and Salameh, Ali, Tehran: Ketab Mehraban Publishing House. Dewey Classification: 658/514. [In Persian]

Moinzad, H., Tarkh, Mohammad, J. & Taqvifard, M. (2018). The strategy of successful implementation of smart health technologies based on information and communication technology, *scientific and research quarterly of crisis management*, 35-47. IRDOI: 958-479-652-652-014 [In Persian]

Okhravi, A., & Shakibamanesh, A. (2018). Presenting a model for developing a road map of technologies of an advanced system. *Technology Development Quarterly*, 7 (1), 91-117. Doi: 10. 2104/JTDM. 2019. 2860. 1966 [In Persian]

Radfar, R. & Khamsa, A. (2016). Technology Management, Tehran: Scientific and Cultural. Dewey ranking: 658/4062. [In Persian]

Rogers, Davidal; (2017). *Roadmap of digital transformation*. Translation; Morshidi, Mustafa. Tehran: Industrial Management Organization. Dewey ranking: 658/4062 [In Persian]

Schwab, Klaus. (2016*). The fourth industrial revolution*. translation: Kamanqad, A., Tehran: Arta. Dewey ranking 338/064. [In Persian]

استناد به این مقاله: کرباسی، شیرین، هاشم زاده خوراسگانی، غلامرضا. خمسه، عباس. فتحی هفشجانی، کیامرث. (۱۴۰۱). مدلی برای تدوین نقشه راه فناوری صنعت نسل ۴,۰ با رویکرد مدیریت هوشمند در صنایع تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی، *مطالعات مدیریت کسب وکار هوشمند*، ۱۱(۴۱)، ۱۸۹-۲۲۰.

DOI: 10.22054/IMS.2022.66053.2124

Journal of Business Intelligence Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License..