

## Investigating and analyzing the factors affecting the technological performance of the institution that develops the use of radiation and providing policy recommendations

Alireza Mosayebi<sup>1</sup>, Meisam Torab-Mostaedi<sup>2✉</sup>, Naser Bagheri Moghadam<sup>3</sup>

1-Postdoctoral Researcher in Science and Technology Policy Making, Institute of Nuclear Science and Technology, Tehran, Iran.

2- Professor of Chemical Engineering, Nuclear Fuel Cycle Research Institute, Nuclear Science and Technology Research Institute.

3-Assistant Professor of Technology and Innovation Policy, National Research Institute for Scientific Policy, Tehran, Iran.

### Abstract:

Nuclear industry as a strategic industry and atomic energy as a source of clean energy in many developed countries as one of the drivers of economic development, especially in the agricultural, medical and industrial sectors, have many applications. In the country of Iran, due to many factors, this industry has not been able to achieve favorable development in the field of application and commercialization, despite the significant progress in the field of infrastructure. Field investigations show that the main reasons for the lack of development of the private sector at the desired level in this industry are the inefficiency of the developer. The developer institution is responsible for investment, commercialization development, and technology development in an industry in a centralized manner. In the current research, with a systemic approach, and while examining the challenges of developing this industry, the factors affecting the technological performance of the country's nuclear industry development institution are examined and analyzed, and policy recommendations are provided. The research community is the Atomic Energy Organization of Iran. In the present research, after a comprehensive review of the theoretical literature and models of the development organization in advanced countries in terms of this industry, interviews are conducted with 16 scientific and experimental experts, and after analysis using the qualitative content analysis method, from the tools Meek Meek has been used to identify the most important, influential and influential factors on the developer organization. The findings of the research show that the security considerations of the national managers and the organization as well as at the level of the managers of the radiation application development company as a developing institution, as well as their risk aversion, are the main factors influencing the development of radiation application in this industry. Also, the integrated regulation of industry development, taking into account the role of internal institutions and under the control of the organization, is considered a risk factor in the development of the country's nuclear industry.

**Keywords:** Technological performance, Developer institution, Radiation Application Development Company.

DOI: 10.22034/jmi.2024.334232.2764

<sup>1</sup>a.mosayebi@umz.ac.ir

<sup>2</sup>✉ Corresponding author: mmostaedi@aeoi.org.ir

<sup>3</sup>bagheri@nrsp.ac.ir



## بررسی و تحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد فناورانه نهاد توسعه‌گر کاربرد پرتوها و ارائه توصیه‌های سیاستی

دوره ۱۸ شماره ۱ (پیاپی ۶۳) نوع مقاله: پژوهشی (تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۱۶) صفحات ۸۴ تا ۱۰۶  
بهار ۱۴۰۳

علیرضا مسیبی<sup>۱</sup> استادیار سیاستگذاری علم و فناوری، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، بابلسر، ایران -  
پژوهشگر پسادکتری سیاستگذاری علم و فناوری، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، تهران، ایران.  
میثم تراب مستعدی<sup>۲</sup> استاد مهندسی شیمی، پژوهشکده چرخه سوخت هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، تهران، ایران  
ناصر باقری مقدم<sup>۳</sup> استادیار سیاستگذاری فناوری و نوآوری، گروه سیاست فناوری و نوآوری، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور،  
تهران، ایران.

### چکیده

کاربرد پرتوها به عنوان یک حوزه راهبردی و انرژی اتمی به عنوان منبع انرژی پاک در بسیاری از کشورهای توسعه یافته به عنوان یکی از موتورهای محرک توسعه اقتصادی به خصوص در بخش‌های کشاورزی، پزشکی و صنعتی کاربردهای فراوانی دارد. در کشور ایران به دلیل بسیاری از عوامل این صنعت با وجود پیشرفت‌های بسیار قابل توجه در حوزه‌ی زیرساخت‌ها، در حوزه کاربرد و تجاری‌سازی نتوانسته است به توسعه مطلوبی دست یابد. بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد عمده‌ی دلایل عدم توسعه بخش خصوصی در سطح مطلوب در این صنعت به ناکارایی نهاد توسعه‌گر باز می‌گردد. در پژوهش حاضر با رویکرد سیستمی و ضمن بررسی چالش‌های توسعه این صنعت، بررسی و تحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد فناورانه نهاد توسعه‌گر صنعت صلح‌آمیز هسته‌ای کشور و ارائه توصیه‌های سیاستی پرداخته می‌شود. جامعه پژوهش، سازمان انرژی اتمی ایران می‌باشد. در تحقیق حاضر، پس از بررسی جامع ادبیات نظری و الگوهای نهاد توسعه‌گر در کشورهای پیشرفته از حیث این صنعت، به مصاحبه با ۱۶ نفر از خبرگان علمی و تجربی پرداخته می‌شود و پس از تحلیل با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی، از ابزار میک مک در شناسایی مهم‌ترین، تأثیرگذارترین و تأثیرپذیرترین عوامل بر نهاد توسعه‌گر استفاده گردیده است. یافته‌های حاصل از تحقیق نشان می‌دهد ملاحظات امنیتی در مدیران ملی و سازمان و همچنین در سطح مدیران شرکت توسعه کاربرد پرتوها به عنوان نهاد توسعه‌گر و همچنین ریسک‌گریزی آنان عوامل اصلی تأثیرگذار بر توسعه کاربرد پرتوها در این حوزه هستند.

واژگان کلیدی: عملکرد فناورانه، نهاد توسعه‌گر، کاربرد پرتوها

۱. a.mosayebi@umz.ac.ir

۲. مسئول مکاتبات: mmostaedi@aepi.org.ir

۳. bagheri@nrsp.ac.ir

## ۱- مقدمه

تأمین امنیت ملی و قدرت چانه‌زنی هر کشور در عرصه بین‌المللی بر گرفته از مولفه‌های قدرت ملی و وزن ژئوپلیتیکی آن دولت است. قدرت ملی و وزن ژئوپلیتیکی هر کشور تأثیر مستقیمی بر منزلت و مرزهای ژئوپلیتیکی آن کشور یا دولت دارد (Solberg et al., 2020). این چهار مقوله (قدرت ملی، وزن ژئوپلیتیکی، منزلت ژئوپلیتیکی و مرزهای ژئوپلیتیکی)، ریشه‌های خود را از عوامل و مولفه‌های قدرت می‌گیرند که متخصصان امر سرچشمه قدرت را بیش از ۱۰ مورد نام برده‌اند. در قرن بیستم و دهه اول قرن بیست و یکم یکی از مهم‌ترین مولفه‌های تأثیرگذار در تولید قدرت و افزایش وزن ژئوپلیتیکی، فناوری هسته‌ای است. دولت‌ها و کشورهایی که دسترسی کامل و استقلال فرایند تولید انرژی هسته‌ای و چرخه سوخت هسته‌ای را دارند و از آن جهت توسعه اقتصادی بهره می‌گیرند، از قدرتمندترین کشورهای جهان هستند (Morokina, 2016).

همچنین امروز جهان علاوه بر بحران‌های اقتصادی و امنیتی با یک بحران بسیار جدی دیگر نیز رو به رو است. بحران انرژی از آن جهت که تأثیر مستقیمی بر میزان رفاه، نرخ تولیدات اقتصادی و حتی امنیت داخلی کشورها دارد بسیار مورد اهمیت کشورهای جهان قرار گرفته است (Kubendran et al., 2020). به عنوان مثال، با توجه به تجدیدناپذیر بودن منابع انرژی همچون سوخت‌های فسیلی، نگرانی‌های زیست محیطی و ازدیاد جمعیت گزینه استفاده از راکتورهای هسته‌ای برای تأمین برق و سایر مصارف انرژی بسیار مطلوب به نظر می‌رسد چرا که یک منبع انرژی قابل اطمینان و مقرون به صرفه است. فناوری هسته‌ای به عنوان یک فناوری پاک که کاربردهای متنوعی در حوزه‌های مختلف پزشکی، کشاورزی و صنعتی دارد، می‌تواند با شناخت مناسب و توسعه کاربرد نقش حیاتی در چرخه اقتصاد کشور ایفا نماید. انرژی هسته‌ای از عمده‌ترین مباحث علوم و تکنولوژی هسته‌ای است و هم اکنون نقش عمده‌ای را در تأمین انرژی کشورهای مختلف خصوصاً کشورهای پیشرفته دارد (Morokina, 2016). اهمیت انرژی و منابع مختلف تهیه آن، در حال حاضر جزء رویکردهای اصلی دولت‌ها قرار دارد. به عبارت بهتر، از مسائل مهم هر کشور در جهت توسعه اقتصادی و اجتماعی بررسی، اصلاح و استفاده بهینه از منابع موجود انرژی در آن کشور است. امروزه بحران‌های سیاسی و اقتصادی و مسائلی نظیر محدودیت ذخایر فسیلی، نگرانی‌های زیست محیطی، ازدیاد جمعیت، رشد اقتصادی، همگی مباحث جهان‌شمولی هستند که با گستردگی تمام فکر اندیشمندان را در یافتن راهکارهای مناسب در حل معضلات انرژی در جهان به خود مشغول داشته‌اند. (Rentetzi, 2021) علی‌رغم پیشرفت‌های متعدد در صنعت هسته‌ای کشور، ولی به نظر می‌رسد، این صنعت پیشرفت‌های زیربنایی خود را بیشتر مد نظر راهبردی بودن از منظر سیاستگذاران و حاکمیت دارد و بخش خصوصی نسبت به ورود به این صنعت و استفاده از فرصت‌های فناورانه آن در حوزه‌های تأمین انرژی، صنعت، کشاورزی و پزشکی، جهت ایجاد کسب‌وکارهای نوین، رشد و توسعه اقتصاد بنگاهی، بخشی و ملی و همچنین اشتغال‌زایی آگاهی ندارد

و یا اشتیاق و تمایل ندارد. کما اینکه همان‌گونه که در سال‌های اخیر قابل ملاحظه است، رشد فضای استارت‌آپی و کارآفرینی و رویدادهای نوآورانه و فناورانه در حوزه‌های مختلف کشور به چشم می‌آید ولی این صنعت کمتر خود را مواجه با تمایل بخش خصوصی دیده است (احمدی‌پور و همکاران، ۱۳۹۸).

از سوی دیگر، ساختار این صنعت و متولی اصلی آن که سازمان انرژی اتمی می‌باشد، دارای ظرفیت‌های بیشماری برای توسعه نوآوری‌های فناورانه در این حوزه است. از سوی دیگر، اگر توسعه کاربرد پرتوها را از بعد کلان عرضه و تقاضا مورد بررسی قرار دهیم، در سمت عرضه تاکنون تلاش‌هایی در جهت توسعه کاربرد پرتوها در سطح سازمان انرژی اتمی صورت گرفته است، به عنوان مثال دیدگاه پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای در جهت تکمیل چرخه ایده از پژوهشکده‌ها تا تجاری‌سازی ضمن تأسیس و توسعه دفتر تجاری‌سازی، آیین‌نامه گرنت اساتید، آیین‌نامه حق مالکیت فکری و معنوی، و یا تأسیس شرکت کاربرد پرتوها که مدیرعامل آن از نظر اجرایی، معاون سازمان انرژی اتمی می‌باشد، حکایت از اهمیت تلاش عرضه‌کننده در این جهت دارد. (یوسف‌پور و رحیمی، ۱۳۹۷)

بررسی‌های اولیه و تجربه زیسته پژوهشگران نشان می‌دهد، کارکردهای توسعه در این صنعت و به خصوص در کنترل سازمان انرژی اتمی نقش موثری ایفا نکرده است. کما اینکه، روال معمول بر اساس مطالعات **گرومن و اسپیر (۲۰۲۳)** سه کنشگر اصلی توسعه (سرمایه‌گذار، پیمانکار و مشاور) در این صنعت هر کدام به صورت مجزا عمل کرده و تنها مدیریت ریسک بخشی از فرآیند توسعه را بر عهده دارند. حال آنکه شرکت توسعه کاربرد پرتوها از قابلیت قانونی و فنی برای مدیریت هر سه کنشگر را برخوردار می‌باشد. باتوجه به نقش محوری شرکت توسعه کاربرد پرتوها به عنوان شرکتی حاکمیتی که دارای اختیارات و ظرفیت‌های مالی و نهادی بسیاری در زمینه توسعه فناوری و نوآوری و از سویی، ناکارایی و عدم استفاده از ظرفیت مناسب موجود به‌زعم خبرگان صنعت هسته‌ای کشور، در این پژوهش ضمن بررسی ادبیات نظری و الگوهای توسعه در کشورهای مختلف، به بررسی چالشها و ارائه راهکارهای توسعه‌گری عملکرد فناورانه این نهاد در صنعت هسته‌ای کشور و ارائه توصیه‌های سیاستی پرداخته می‌شود.

## ۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

دولت‌ها منابع انسانی و مواد قابل استفاده برای برآورده‌سازی اهداف سیاست را کنترل می‌کنند یا فعالیت‌های دیگران را تسهیل می‌کنند. **بل و هیندمور (۲۰۱۹)** استدلال می‌کنند که کشور توانا می‌تواند ظرفیت اجرایی و سازمانی زیادی بکاربرد. به این صورت دولت ممکن است بر افراد مایل به فراحاکمیت، اثرگذار باشد به این صورت که شرایطی برای استفاده از منابع و دانش دولت مهیا کند یا این امر را منع کند. **اندرسون (۲۰۰۷)** نیز به توانایی دولت برای استفاده از منابع لجستیک، اجرایی یا فیزیکی خود برای حصول اهداف توجه می‌کند. دولت از طریق استفاده از ظرفیت سازماندهی می‌تواند تا حدی بر موانع رهبری و تخصص غلبه کند. **اشنایدر و اینگرام (۲۰۱۰)** استدلال می‌کنند این ادوات سیاست

ممکن است به عنوان ادوات ظرفیت توصیف شوند در حالی که هود (۲۰۱۶) و هود و مارگت (۲۰۱۷) از عبارت «سازماندهی» استفاده می‌کنند.

با این حال محدودیت‌هایی وجود دارند که باید در نظر گرفته شوند. ساختارهای نهادی توانایی دولت در بکارگیری منابع خود را هم ممکن و هم محدود می‌کنند (George & Prabhu, 2003). ساختارهای آموزش و اجرایی دولت وبری ممکن است بهترین ساختار برای دنیای حاکمیت باشند (Sharma, 2021). مالکیت‌ها و تفکیک‌های کارکردی که مشخصه بوروکراسی‌ها هستند ممکن است ارائه پاسخ‌های مشترک دولتی را دشوار سازند. علاوه بر این، بینش کلیدی حاکمیت این است که بازیگران دیگر بتوانند توانایی‌های خود را ارائه کنند و این موارد ممکن است مهارت‌ها و منابع کشور را تکمیل کنند (Strelkovskii et al., 2020).

نخستین اقتصاددانان که توانستند اقتصاد را به عنوان یک علم تدوین کنند، بر این باور بودند که دولت باید یک نقش حداقلی در امور اقتصاد داشته باشد و بیش تر به فراهم کردن زیرساختارهایی بپردازد که امنیت بازرگانان و فعالان خصوصی در انجام کسب و کارها را تضمین کند. آن‌ها بر این باور بودند که بازارها و سازوکار قیمت‌ها، منافع آحاد جامعه را بهینه خواهد کرد. آدام اسمیت 1 از یک دست نامریی سخن می‌گفت که جامعه را اداره و منافع همه را در یک سطح تعادلی بهینه می‌کند (Sharma et al., 2021).

**وارتینان (۲۰۱۴)** در پژوهشی نوع و میزان دخالت دولت را در چهار کشور صنعتی شده کره جنوبی، تایوان، فنلاند و اتریش ارزیابی کرد و به یک الگوی واحد رسید. او گفته است که احتمالاً یک الگوی صنعتی شدن با سمت‌گیری و محوریت دولت وجود دارد. وی مشاهدات زیر را در هر چهار کشور ثبت کرده است:

الف- در تمامی این چهار کشور، دولت بسیار قدرتمند و دخالت‌گرا بوده است. به‌گونه‌ای که سازمان‌دهی عملی سرمایه‌گذاری جدید در مواقعی مشابه با اقتصادهای دارای نظام برنامه‌ریزی متمرکز بوده است.

ب- تمام آن‌ها اقتصادهایی به شدت سازمان‌دهی شده و صنفاً گرا بوده‌اند. به این معنا که در آنجا تصمیمات راهبردی مربوط به سیاست اقتصادی و صنعتی به‌طور مشخص بین دولت و گروه‌های ذی‌نفع سازمان‌دهی شده کارفرمایان و کارگران اتخاذ شده است.

پ- در تمام این کشورها به‌رغم برنامه‌ریزی وسیع دولتی، دولت‌ها و نهادهای دولتی به نظم بازار آزاد و احترام به مالکیت خصوصی به عنوان یک اصل، وفادار بوده‌اند.

ت- در تمامی این چهار کشور به دلایل تاریخی مختلف، دولت از نظر سیاسی قوی و دارای دیوان‌سالاری گسترده و شایسته بوده است.

ث- از نظر سیاست‌های بین‌المللی، این چهار کشور همگی در وضعیتی مورد اختلاف و پرمناقشه بین دو بلوک سرمایه‌داری و کمونیستی و در معرض خطر یا تهدید از دست رفتن حاکمیت ملی قرار داشتند.

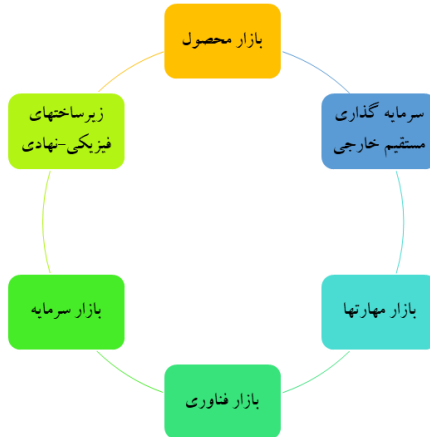
ج- در تمام این کشورها، پیامدهای جنگ جهانی دوم، سازمان‌های ایجادشده توسط گروه‌های فشار سابق (از جمله اتحادیه‌های کارگری) را در هم شکسته یا از بین برده بود، به‌گونه‌ای که یک شبکه صنف‌گرایی جدید به ناچار از نو و پس از جنگ جهانی دوم شکل گرفت. به‌طور کلی مطالعه وارتینان نیز رویای نئوکلاسیک را در صنعتی شدن به‌طور کامل بر پایه سازوکار بازار نفی می‌کند و تأکید می‌کند دخالت‌های یک دیوان‌سالاری شایسته و کارآمد و به دور از منافع شخصی دیوان‌سالاران، توسعه صنعتی را تقویت می‌کند.

اوانز (۲۰۱۵) با مطرح کردن این که دولت‌ها در عصر جدید مسئولیت تحول اقتصادی را نیز دارند. او ادامه می‌دهد دخالت در تحول اقتصادی، دو وجه مختلف دارد. نخست آنکه به معنای دخالت در فرایند انباشت سرمایه است. دیگر نمی‌توان ثروت‌آفرینی را فقط تابع طبیعت و بازار آزاد به شمار آورد. کشورداری کارآمد هم به میدان آمده است. تشویق کارآفرینی و تسهیل ظرفیت‌سازی برای کالاهای جدید به دخالت‌های پیچیده‌تری در امور مردم نیاز دارد و طلب وفاداری از مردم و واداشتن آن‌ها به رفتار درست کافی نیست. نقش تحولی دولت به ظرفیت بیش‌تری نیاز دارد. اوانز نتیجه‌گیری می‌کند که بحث‌های بی‌ثمر درباره میزان دخالت دولت‌ها را باید به کناری وانهاد و به بحث درباره انواع مختلف درگیرشدن دولت و اثر آن‌ها پرداخت. دولت می‌تواند از ۴ منظر توانمندساز، تسهیل‌گر، تصدی‌گر و تنظیم‌گر در فضای صنعت، کسب‌وکار و جامعه مداخله نماید.

مهمترین وظیفه دولت، ریل‌گذاری و اصلاح قوانین و ساختار اجرایی برای راه‌اندازی کسب و کار در کشور است. با تعامل بخش‌های اجرایی با انجمن‌های کارآفرینان می‌توان به خوبی موانع و مشکلات کارآفرینی در کشور را شناسایی کرده و برای اصلاح آن اقدام نمود. اعطای امتیازاتی در زمینه پرداخت مالیات، اعطای تسهیلات تشویقی و شرکت در مناقصات دولتی از دیگر اقدامات حمایتی است که دولت می‌تواند برای توسعه فناوری نوآورانه انجام دهد (Farinha et al., 2020).

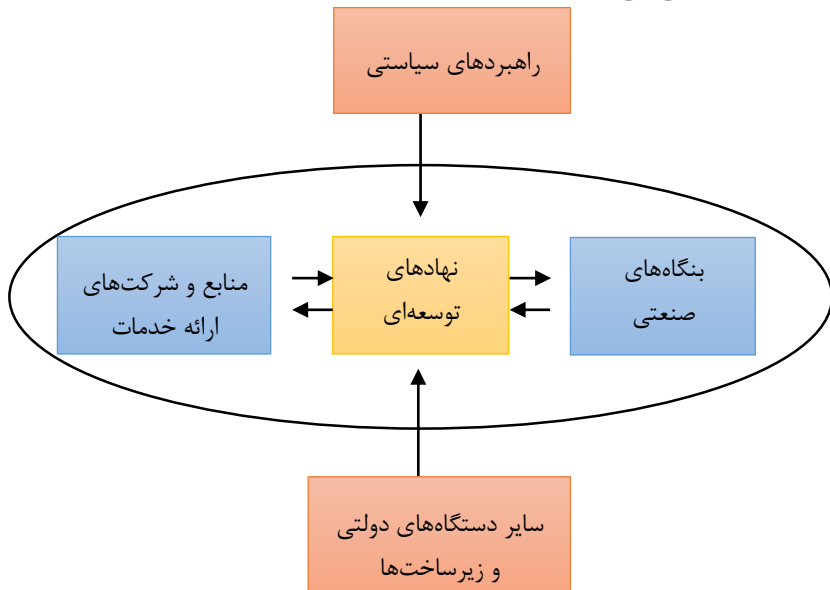
دولت در نقش توسعه فناوری در راستای کارکردهای زیر می‌تواند ایفای نقش نماید (Chaudhry

:et al., 2018; Halilem et al., 2022; Nacu & Avasilcăi, 2014)



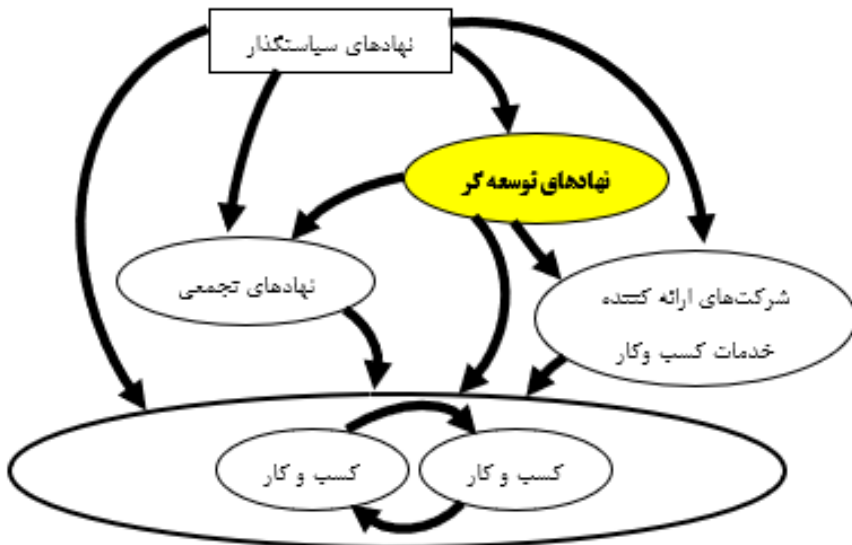
شکل ۱: کارکردهای توسعه فناوریانه سازمان‌های دولتی

نهادهای توسعه‌ای در اغلب موارد ماهیتی واسطه‌ای دارند که میان دارندگان منابع و یا ارائه‌کنندگان خدمات و متقاضیان آن‌ها در صنعت پل می‌زنند. مانند آنچه در شکل ۱ نشان داده شده است، نقش آن‌ها در این میان، می‌تواند از یک مرجع برای منابع مختلف تا یک مشاور برای حل مشکلات مشتریان، متفاوت باشد. انتخاب هر کدام از این حالت‌ها، بستگی به آن دارد که نهاد توسعه‌ای تا چه حد می‌خواهد کمک فنی تخصصی ارائه دهد. تصمیم‌گیری در مورد این که چه خدماتی باید ارائه شود، یکی از انتخاب‌های کلیدی دولت‌هاست که بر اساس وضعیت اقتصادی و صنعتی خود انجام می‌دهند. در مرحله دوم و بعد از این انتخاب، بر اساس محتوای برنامه و محدودیت‌های موجود، نهاد توسعه‌ای پیش‌برنده این سیاست‌ها طراحی می‌شود (Kang et al., 2017; Oral et al., 2021).



شکل ۲: ماهیت رابط‌های و واسطه‌ای نهادهای توسعه‌ای

نهادهای توسعه‌ای در مرکز یک نظام بزرگ‌تر گسترش و نوسازی صنعتی قرار دارند که ارائه خدمات به وسیله این نظام متشکل از سازمان‌های عمومی و شرکت‌های خصوصی صورت می‌پذیرد (Strelkovskii et al., 2020). هرچند که در کوتاه‌مدت و در نبود توانمندی‌های ارائه خدمات گسترش در بازار، مسئولیت‌های بیش‌تری بر عهده نهاد توسعه‌ای گذاشته می‌شود، لیکن تأکیدات سیاستی در جایگاه بلندمدت باید متوجه ایجاد نظام طبیعی مبتنی بر سازوکارهای بازار باشد. شکل ۳ نهاد توسعه‌ای را در میان دولت، نهادهای جمعی صنعت، سایر شرکت‌های همکار در نظام گسترش و بنگاه‌های صنعتی نشان می‌دهد (Shen & Tsai, 2016).



شکل ۳. جایگاه نهادهای توسعه‌گر

طبق بررسی‌های صورت گرفته و جلسات متعدد با کارشناسان، مدیران و ذینفعان کلیدی آن، نتوانسته است در این حوزه به خوبی ایفای نقش نماید و در کنار سردرگمی صنعتی، به شرکتی صرفاً تولیدکننده تجهیزات و فناوری‌های عمومی و پست در این صنعت می‌باشد از سوی دیگر، این صنعت نیاز به سرمایه‌گذاری کلان در حوزه توسعه فناوری دارد که این شرکت می‌تواند با توجه به نقش حاکمیتی خود و دارای بودن از ظرفیت‌های مالی و نهادی ملی، به خوبی در این حوزه ایفای نقش نماید (احمدی‌پور و همکاران، ۱۳۹۸؛ رجایی و آتشی، ۱۳۹۷). در پژوهش حاضر، به بررسی نقش این نهاد توسعه‌گر و ارائه راهکارهای بهینه به سازمان انرژی اتمی ایران و به خصوص شرکت توسعه کاربرد پرتوها پرداخته می‌شود.

در جدول زیر به بررسی کارکردهای نهاد توسعه گر صنعت هسته‌ای در برخی از کشورهای توسعه یافته پرداخته می‌شود:

جدول ۱: بررسی تطبیقی نقش نهاد توسعه گر صنعت هسته‌ای در کشورهای منتخب

فنلاند	فرانسه	انگلستان	آمریکا	
تدارک دولتی، حمایت کلی و یارانه به صنعت (Nordbäck et al., 2022)	برنامه‌ها و راهبردهای مشخص، هدف‌گذاری صادراتی، تقویت بازارها، تدارک دولتی، انگیزه‌های صادراتی گزینشی، یارانه‌های حمایتی، حمایت کلی و یارانه به صنعت (Velasquez et al., 2020)	برنامه‌ها و راهبردهای مشخص، یارانه‌های حمایتی، حمایت کلی و یارانه به صنعت (Goldring, 2013)	برنامه‌ها و راهبردهای مشخص، حمایت کلی و یارانه به صنعت، یارانه‌های حمایتی، تدارک دولتی، تقویت بازارها (Taggart, 2013)	بازار محصول
هماهنگی سرمایه‌گذاری‌های مربوط به فناوری، ارتقای صنایع استراتژیک، زیرساخت‌های صنعتی، ارتقای ظرفیت‌های طراحی و مهندسی، ارتباطات داخلی در فعالیت‌های منتخب (Foley, 2021)	ارتقای خوشه‌های جغرافیایی، ارتقای صنایع استراتژیک، زیرساخت‌های صنعتی، ارتقای ظرفیت‌های طراحی و مهندسی، انگیزه‌های انتشار فناوری (Perez et al., 2020)	هماهنگی سرمایه‌گذاری‌های مربوط به فناوری، ارتقای صنایع استراتژیک، زیرساخت‌های صنعتی، ارتقای ظرفیت‌های طراحی و مهندسی، قراردادهای، ارتقای ارتباطات داخلی در فعالیت‌های منتخب (George & Prabhu, 2003)	ارتقای صنایع استراتژیک، هماهنگی سرمایه‌گذاری‌های مربوط به فناوری، زیرساخت‌های صنعتی (Dasher et al., 2002)	زیرساخت‌های فیزیکی-نهادی
طرح‌های اعتباری خاص برای صنایع منتخب، تقویت موسسات مالی و بازارهای سرمایه (Wahlström, 2021)	اعتبارات جهت‌دار، یارانه‌های اعتباری، طرح‌های اعتباری خاص برای صنایع منتخب، ایجاد ارتباط بین اعتبارات و معیارهای خاص عملکرد، تقویت موسسات مالی و بازارهای سرمایه، آزادسازی بازار مالی (Aad et al., 2021)	اعتبارات جهت‌دار، یارانه‌های اعتباری، طرح‌های اعتباری خاص برای صنایع منتخب (Oral et al., 2021)	اعتبارات جهت‌دار، یارانه‌های اعتباری، طرح‌های اعتباری خاص برای صنایع منتخب (Dasher et al., 2002)	بازار سرمایه

فنانلند	فرانسه	انگلستان	آمریکا	
ارتقای فناوری‌های منتخب، هدف گذاری بر روی بنگاه‌های متکی بر فناوری بالا، ایجاد همکاری‌های بین‌المللی در خصوص فناوری (Morokina, 2016)	واردات فناوری، تقویت واردات فناوری، ارتقای فناوری‌های منتخب، هدف گذاری بر روی بنگاه‌های متکی بر فناوری بالا، ایجاد همکاری‌های بین‌المللی در خصوص فناوری (Javadi et al., 2021)	واردات فناوری، تقویت واردات فناوری، ارتقای فناوری‌های منتخب، هدف گذاری بر روی بنگاه‌های متکی بر فناوری بالا، ایجاد همکاری‌های بین‌المللی در خصوص فناوری (Shen & Tsai, 2016)	تقویت واردات فناوری، ارتقای فناوری‌های منتخب، هدف گذاری بر روی بنگاه‌های متکی بر فناوری بالا (Garrick & Christie, 2002)	بازار فناوری
آموزش و تعلیم عمومی، انگیزه برای آموزش‌های منتخب (Rentetzi, 2021)	انگیزه‌های آموزش درون بنگاه، موسسات خارجی خاص صنعت (Athanasopoulou et al., 2019)	موسسات آموزشی خاص صنعت، آموزش و تعلیم عمومی (Halili, 2020)	مهارت‌های ویژه در سطوح مدرسه و دبیرستان، انگیزه برای آموزش‌های منتخب (Taggart, 2013)	بازار مهارت‌ها
غربال و گزینش در خصوص ورود FDI (Solberg et al., 2020)	غربال و گزینش در خصوص ورود FDI، بهبود و تسهیل وضعیت سرمایه گذاران (Wells et al., 2020)	غربال و گزینش در خصوص ورود FDI، بهبود و تسهیل وضعیت سرمایه‌گذاران (Wells et al., 2020)	غربال و گزینش در خصوص ورود FDI (Royce et al., 2021)	سرمایه گذاری مستقیم خارجی

## ۱-۲- نقش توسعه و نهاد توسعه‌گر در حوزه کاربرد پروتوها

ایران در سال ۱۳۳۷ به آژانس اتمی بین‌المللی انرژی اتمی پیوست و از آن زمان به بعد، فعالیت در زمینه استفاده صلح‌آمیز از فناوری هسته‌ای و کاربردهای آن به ویژه در زمینه کاربردهای پزشکی آغاز و ادامه یافته است. از جمله اهداف اصلی این فعالیت‌ها می‌توان به توسعه و ارتقای توانمندی‌های کشور برای ارائه خدمات به بیماران از طریق تولید بومی رادیوایزوتوپ‌های پزشکی و رادیوداروها و چشمه‌های درمانی اشاره کرد. دستیابی به این اهداف نیازمند ایجاد توسعه زیرساخت آموزش و توسعه منابع انسانی مورد نیاز بود که این امر خود برنامه‌ریزی منسجم و هدفمند و سیستماتیک را طلب می‌کرد.

با تأسیس سازمان انرژی اتمی ایران در سال ۱۳۵۳ و انتقال مرکز اتمی دانشگاه تهران به آن، ماموریت‌های مربوط به توسعه فناوری صلح‌آمیز هسته‌ای، به ویژه تولید برق با استفاده از نیروگاه‌های اتمی در کشور به این سازمان واگذار شد. در ماده یک قانون سازمان انرژی اتمی ایران - مصوب تیرماه

۱۳۵۳ - دلیل اصلی تأسیس سازمان "برای استفاده از اشعه و انرژی اتمی در صنایع، کشاورزی و خدمات و ایجاد نیروگاههای اتمی و کارخانههای شیرین کردن آب شور، تولید مواد اولیه مورد نیاز صنایع اتمی، ایجاد زیربنای علمی و فنی لازم برای اجرای طرحهای مزبور همچنین برقراری هم‌آهنگی و نظارت بر کلیه امور مربوط به انرژی اتمی در کشور" بیان شده است. وظایف تفصیلی نیز در ماده سه این قانون آمده است.

در آن سال، سازمان هدف احداث ۲۳۰۰۰ مگاوات نیروگاه هسته‌ای تولید برق را در دستور کار داشت و بر این مبنا قراردادهای متعددی را برای احداث نیروگاه‌های هسته‌ای و دسترسی به سوخت هسته‌ای مورد نیاز منعقد نمود که پیگیری آنها سبب گسترش سریع سازمان گردید. علاوه بر آن پشتیبانی و توسعه علمی و فنی از این فناوری نیز که بیشتر با حمایت کشورهای توانمند هسته‌ای بود، آغاز شد. در آن سالها، سازمان زیر نظر مستقیم نخست‌وزیری فعالیت می‌کرد.

از سال ۱۳۵۷ تا ابتدای سال ۱۳۶۱، به دلیل تنشها، تحریمها و محدودیتهای سالهای اولیه پس از انقلاب اسلامی، اقدام خاصی برای برنامه‌ریزی مجدد، فعالیتهای توسعه فناوری و در نتیجه ارتقاء عملکرد فناورانه این حوزه و یا پیگیری برنامه‌های در دست انجام فناوری هسته‌ای در کشور صورت نگرفت. این دوره به یکی از معاونت‌های وزارت نیرو تبدیل شد. سرانجام در آخرین جلسه هیأت وزیران در اسفند ماه سال ۱۳۶۰، استقلال سازمان انرژی اتمی ایران برای انجام وظایف قانونی مجدداً به تصویب دولت رسید. به این ترتیب سیاست‌گذاران کلان کشور با گذر از چالش‌های ابتدای انقلاب اسلامی تصمیم گرفتند گام‌های جدید و جدی را در راه دستیابی کشور به فناوری هسته‌ای بردارند.

اگر چه سازمان انرژی اتمی ایران پس از سال ۱۳۶۰، دوره‌های متفاوتی را از نظر سازماندهی و پیگیری اهداف کلان داشته است اما نقطه مشترک تمامی آنها تأکید بر موضوع توسعه کاربردهای صلح‌آمیز هسته‌ای و به تبع آن گسترش پژوهش‌های مرتبط بوده که همواره در سخت‌ترین شرایط به عنوان اصلی‌ترین مسئولیت سازمان پیگیری شده است. در سالهای گذشته سازمان انرژی اتمی ایران برای دستیابی به توسعه درون‌زای علوم و فنون هسته‌ای در کشور، ساختارها و واحدهای سازمانی بسیاری را در سراسر کشور ایجاد و تجهیز نموده است. این تلاش‌ها منجر به تشکیل نهادهای توسعه‌ای علم و فناوری مانند شرکت‌های مهندسی و تخصصی در زمینه‌های مختلف فعالیت‌های و ایجاد پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای با هدف توسعه و گسترش فعالیتهای تحقیقاتی در زمینه فناوری هسته‌ای و شرکت توسعه کاربرد پرتوها به عنوان متولی توسعه محصولات و خدمات در این حوزه شده است (مجله آفتاب پنهان سازمان انرژی اتمی، ۱۴۰۱).

اگر توسعه کاربرد پرتوها را از بعد کلان عرضه و تقاضا مورد بررسی قرار دهیم، در سمت عرضه تاکنون تلاش‌هایی در جهت توسعه کاربرد پرتوها در سطح سازمان انرژی اتمی صورت گرفته است، به عنوان مثال دیدگاه پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای در جهت تکمیل چرخه ایده از پژوهشگاه تا تجاری‌سازی ضمن تأسیس و توسعه دفتر تجاری‌سازی، آیین‌نامه گزین اساتید، آیین‌نامه حق مالکیت

فکری و معنوی، و یا تأسیس شرکت توسعه کاربرد پرتوها حکایت از اهمیت تلاش عرضه‌کننده در این جهت دارد. از سمت تقاضا و نهادهای متولی دیگر در حوزه کاربردها مانند وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (در حوزه پزشکی)، وزارت جهاد کشاورزی (در حوزه کشاورزی) و وزارت صنعت، معدن و تجارت (در حوزه صنعتی) که نهادهای اجرایی و توسعه‌ای در مسیر توسعه و کاربردی سازی پرتوها هستند و همچنین در سمت جامعه به عنوان کاربر و مصرف‌کننده نهایی، برداشت همچنان این است که عرضه‌کننده به خوبی نتوانسته است کاربرد را توسعه دهد و تبیین نماید لذا در کشور ایران به دلیل بسیاری از عوامل این صنعت با وجود پیشرفت‌های بسیار قابل توجه در حوزه زیرساخت‌ها، در حوزه توسعه کاربرد و تجاری‌سازی نتوانسته است به توسعه مطلوبی دست یابد. لازمه سیاست‌گذاری صحیح در حوزه توسعه فناورانه اکوسیستم نوآوری در نظر گرفتن جامع اجزا و کارکردهای اکوسیستم نوآوری ضمن بررسی هر ۴ بعد فناوری شامل نرم افزار، سخت افزار، مغزافزار و سازمان افزار در توسعه فناوری هسته‌ای می‌باشد. تا با تدوین، جاری سازی و کنترل یک برنامه ملی و ارائه نقشه راه عملیاتی با در نظر گرفتن شرایط کشور و تجارب بین‌المللی و بروزرسانی آنها به این امر مهم دست یابد.

### ۳- روش‌شناسی پژوهش

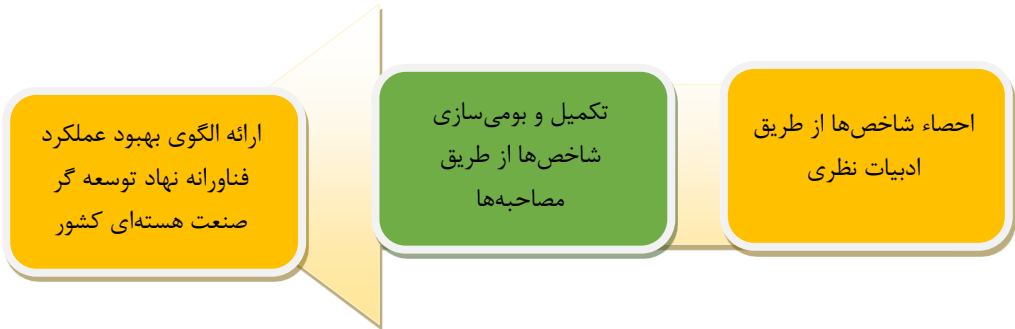
پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی و از نظر روش گردآوری داده و اطلاعات، پژوهشی توصیفی و نیز اکتشافی است. این پژوهش در دو مرحله اصلی ترکیبی (کیفی- ساختاری) انجام گرفته است. بر همین اساس، در گام نخست عوامل موثر بر عملکرد فناورانه نهاد توسعه‌گر صنعت صلح‌آمیز هسته‌ای کشور از طریق بررسی ادبیات پژوهش، شناسایی گردید. سپس عوامل مطرح شده، ضمن مصاحبه عمیق با استفاده از روش نمونه‌گیری گلوله برفی و تا رسیدن به اشباع نظری، در اختیار ۱۶ نفر از خبرگان علمی و تجربی قرار گرفت. مصاحبه‌شوندگان علاوه بر اعتبارسنجی و بومی‌سازی مولفه‌ها، به حذف، اصلاح و بهبود مولفه‌ها پرداختند و در نهایت، مولفه‌های نهایی به صورت جدول ۲ ارائه گردیده است. به منظور استخراج شواهد، محتوای اسناد و مصاحبه‌ها براساس پاسخگویی به پرسش‌های پژوهش به دقت مطالعه و تحلیل شدند. این مرحله اغلب به عنوان تحلیل مضمون شناخته می‌شود. تجزیه و تحلیل اطلاعات بر مبنای روش کدگذاری شامل کدگذاری باز، کدگذاری محوری و کدگذاری انتخابی است. در این پژوهش کدگذاری باز در طی مرور داده‌های جمع‌آوری شده و بر روی مصاحبه‌های پیاده‌سازی شده و خلاصه‌نویسی‌های صورت گرفته از اسناد و مدارک از طریق صورت‌بندی آنها در جداول متناسب انجام شد. زمانی که مصاحبه اول انجام شد، مصاحبه ضبط شده و تمامی یادداشت‌های حاصل از جلسه سازماندهی شده و تمامی متون خط به خط بررسی و به جملات و عباراتی تجزیه شدند که در واقع همان داده‌های اولیه (کدگذاری باز) تلقی شدند. سپس همه کدها در قالب عبارات و جملات استخراج گردید.

در پژوهش حاضر برای رسیدن به پایایی، راهکارهای زیر به کار رفته است: استفاده از فرایندهای ساخت‌یافته از مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته و همگرا، سازماندهی فرایندهای ساخت یافته برای ثبت، نوشتن و تفسیر داده‌ها (دانایی فرد و مظفری، ۱۳۸۷)، در نهایت، تنی چند از اساتید، مراحل پژوهش را بازنگری و نتایج آن را تأیید کردند، مرور و بازبینی‌های دقیق و چندین باره داده‌ها، تفسیرها و یافته‌های این مطالعه با نگاهی به مطالعات پیشین حاصل شده است؛ به نحوی که سایر پژوهشگران بتوانند قادر به درک مفهوم توان داخلی و پیگیری داده‌ها و دستیابی به نتایج مشابه باشند.

در بخش دوم به تحلیل ساختاری با استفاده از نرم‌افزار میک مک پرداخته شده می‌شود. تحلیل میک مک ضمن ایجاد ارتباط ماتریسی، جایگاه مولفه‌های اصلی در یک سیستم را تشریح می‌کند. و میزان و جایگاه تأثیرگذاری و تأثیر پذیری هر یک از متغیرهای اصلی را بر عملکرد فناورانه نهاد توسعه گر صنعت هسته‌ای کشور کشور نشان می‌دهد. میزان تأثیرگذاری با اعداد بین صفر تا سه سنجیده می‌شود. عدد صفر به منزله نداشتن تأثیر، عدد یک به معنای تأثیر ضعیف، عدد دو نشان دهنده تأثیر متوسط و عدد سه نشان گر تأثیر زیاد است.  $P$  هم اثرگذاری مستقیم و غیر مستقیم را به صورت بالاقوه نشان می‌دهد؛ بنا بر این اگر  $n$  متغیر داشته باشیم، ماتریسی  $n \times n$  بدست می‌آید که تأثیرات متغیرها را نشان می‌دهد. در پژوهش فوق با شناسایی ۱۵ شاخص اثر گذار از گام ۱، ماتریسی  $15 \times 15$  تشکیل داده و بر اساس نظر خبرگان مندرج در جدول ۲ در جلسات مشترک و خصوصی به جمع‌بندی رسیده و روابط تک تک مولفه‌ها بر اساس وضعیت حاضر، مورد سنجش قرار گرفت. نتیجه‌ی این قسمت، نشان‌دهنده چگونگی بهبود عملکرد فناورانه در نهاد توسعه گر صنعت هسته‌ای کشور می‌باشد. در نهایت بر اساس تحلیل میک مک، نمودارهای اثرگذاری و اثرپذیری، به تحلیل وضعیت پرداخته شده است. خروجی تمامی مراحل ساخت سناریو برای بهبود عملکرد فناورانه نهاد توسعه گر صنعت هسته‌ای کشور می‌باشد. گام‌های اجرایی تحقیق بر اساس آنچه در روش‌شناسی بیان شده است، در شکل ۳، نمایش داده شده است:

ماتریسی  $15 \times 15$  تشکیل داده و بر اساس نظر خبرگان مندرج در جدول ۲ در جلسات مشترک و خصوصی به جمع‌بندی رسیده و روابط تک تک مولفه‌ها بر اساس وضعیت حاضر، مورد سنجش قرار گرفت. نتیجه‌ی این قسمت، نشان‌دهنده چگونگی بهبود عملکرد فناورانه نهاد توسعه گر در صنعت هسته‌ای کشور می‌باشد. در نهایت بر اساس تحلیل میک مک، نمودارهای اثرگذاری و اثرپذیری، به تحلیل وضعیت پرداخته شده است.

گام‌های اجرایی تحقیق بر اساس آنچه در روش‌شناسی بیان شده است، در شکل ۱، نمایش داده شده است:



شکل ۴. مراحل اجرای پژوهش

#### ۴- یافته‌های تحقیق

##### ۴-۱- یافته‌های حاصل از مصاحبه‌ها

بر اساس عوامل استخراج شده از ادبیات پژوهش و نیز انجام مصاحبه با صاحب‌نظران صنعت، مهم‌ترین و موثرترین شاخص‌ها شناسایی و برای هر عامل، شاخص‌های فرعی متناسب ثبت گردیده است. در جدول شماره ۲ به عنوان یافته‌های کیفی آرایه گردیده‌اند:

جدول ۲: شاخص‌های موثر بر عملکرد نوآورانه نهاد توسعه‌گر صنعت هسته‌ای کشور

مقوله	مولفه‌ها	مصاحبه شونده‌ها
عوامل ملی و بین‌المللی	تحریم‌های بین‌المللی، تمایل اندک شبکه سازی سایر کشورها در بخش توسعه اقتصادی و انرژی صنعت با سازمان انرژی اتمی ایران، جریان غالب نگاه امنیتی به سازمان انرژی اتمی ایران به جای سازمان تحقیقاتی و اقتصادی،	P13-P12- P14-P11-- P2-P3-P4-P5-P6-P7-P8-P9-P10-P11-P12-P20-P21
عوامل بخشی	جریان اندک دانش میان شرکت‌های مستقر در سازمان انرژی اتمی ایران، جریان مبهم مالی میان شرکت‌های مستقر در سازمان انرژی اتمی ایران، اعتماد اندک بخش خصوصی به دولت به دلیل حس دخالت دولت در بخش خصوصی به جای نگاه توسعه ای، موازی کاری آیین نامه‌های حمایتی در توسعه فناوری میان شرکت‌ها و نهادهای ذیل سازمان انرژی اتمی ایران، سطح بالای نگاه امنیتی در سازمان انرژی اتمی ایران ، سطح پایین ریسک‌پذیری و نگاه توسعه‌ای در میان مدیران سازمان، نداشتن آیین نامه یکپارچه در حمایت از بخش خصوصی، مقبولیت پایین شرکت در جایگاه نهاد توسعه‌گر در میان سایر شرکت‌های زیرمجموعه سازمان،	P1-P2-P4-P5-P6-P11-P12-P15
عوامل سازمانی	دانش اندک نیروی انسانی نهاد در خصوص توسعه کسب و کار، سطح پایین ریسک‌پذیری و نگاه توسعه‌ای در میان مدیران نهاد توسعه‌گر، تاخیر در	P10-P11-P12-P13-P14- P4-P11-P11

مقاله	مؤلفه ها	مصاحبه شونده‌ها
	حمایت‌های مالی و خدمت رسانی بخش، دانش پایین مدیریت فناوری در نهاد توسعه‌گر	

بر این اساس، عوامل اصلی شامل ۱۵ مؤلفه اصلی در ۳ مقوله عوامل ملی و بین‌المللی، عوامل بخشی و عوامل سازمانی ارائه می‌گردند.

مؤلفه‌های بعد عوامل ملی و بین‌المللی شامل تحریم‌های بین‌المللی، تمایل اندک شبکه سازی سایر کشورها در بخش توسعه اقتصادی و انرژی صنعت با سازمان انرژی اتمی ایران، جریان غالب نگاه امنیتی به سازمان انرژی اتمی ایران به جای سازمان تحقیقاتی و اقتصادی می‌باشند.

مؤلفه‌های بعد عوامل بخشی شامل جریان اندک دانش میان شرکتهای مستقر در سازمان انرژی اتمی ایران، جریان مبهم مالی میان شرکتهای مستقر در سازمان انرژی اتمی ایران، اعتماد اندک بخش خصوصی به دولت به دلیل حس دخالت دولت در بخش خصوصی به جای نگاه توسعه ای، موازی کاری آیین‌نامه‌های حمایتی در توسعه فناوری میان شرکتهای و نهادهای ذیل سازمان انرژی اتمی ایران، سطح بالای نگاه امنیتی در سازمان انرژی اتمی ایران، سطح پایین ریسک‌پذیری و نگاه توسعه‌ای در میان مدیران سازمان، نداشتن آیین‌نامه یکپارچه در حمایت از بخش خصوصی، مقبولیت پایین شرکت در جایگاه نهاد توسعه‌گر در میان سایر شرکتهای زیرمجموعه سازمان می‌باشند.

همچنین مؤلفه‌های بعد سازمانی شامل دانش اندک نیروی انسانی نهاد در خصوص توسعه کسب و کار، سطح پایین ریسک‌پذیری و نگاه توسعه‌ای در میان مدیران نهاد توسعه‌گر، تأخیر در حمایت‌های مالی و خدمت رسانی بخش، دانش پایین مدیریت فناوری در نهاد توسعه‌گر می‌باشد.

## ۲-۴- یافته‌های حاصل از تحلیل میک مک

در این گام، ضمن توزیع پرسشنامه اثرات متقابل در میان ۱۶ خبره علمی و تجربی و با تشکیل ماتریس تأثیرات متقابل، به بررسی جایگاه هر عامل در عملکرد فناورانه شرکت توسعه کاربرد پرتوها پرداخته می‌شود.

یکی از خروجی‌های نرم‌افزار میک مک پس از تحلیل نتایج نظرسنجی، نمودار اثرگذاری-وابستگی است. متغیرها پس از مشخص شدن سطح اثرگذاری و وابستگی در این نمودار نقطه‌یابی می‌شوند. با توجه به اینکه هر متغیر در کدام ناحیه از نمودار اثرگذاری-وابستگی قرار دارد، ویژگی‌ها، نوع عملکرد متغیرها و نقش آن‌ها در پویایی و تحولات سیستم را تفسیر کرده‌ایم:

متغیرهای تأثیرگذار/ تعیین‌کننده<sup>۱</sup> با توجه به نمودار ۴ متغیری که در قسمت شمال غربی نمودار قرار دارند بیشتر تأثیرگذار بوده و کمتر تأثیرپذیر می‌باشند. بنابراین سیستم بیشتر به این متغیرها بستگی دارد. متغیرهای تأثیرگذار، مهم‌ترین عناصر سیستم هستند، زیرا تغییرات سیستم وابسته به

<sup>۱</sup>. Influent/Determinant Variables

آن‌ها است و میزان کنترل بر این متغیرها بسیار مهم است. از طرف دیگر، این متغیرها متغیرهای ورودی محسوب می‌شوند. در میان این متغیرها، عموماً متغیرهای محیطی<sup>۱</sup> دیده می‌شوند، که به شدت بر سیستم تأثیر می‌گذارند. متغیرهای محیطی معمولاً توسط سیستم قابل کنترل نیستند، زیرا خارج از سیستم قرار دارند و بیشتر به عنوان عواملی از ثبات (اینرسی) عمل می‌نمایند.

متغیرهای تشدیدکننده<sup>۲</sup> یک متغیری که در قسمت شمال شرقی نمودار قرار دارد و هم‌زمان بسیار اثرگذار و بسیار وابسته‌اند. همچنین این متغیرها دارای طبیعتی ناپایدارند و عوامل بی‌ثباتی محسوب می‌شوند زیرا هر عمل و تغییری بر روی آن‌ها، واکنش و تغییری بر دیگر متغیرها را به دنبال دارد. این‌گونه نتایج و واکنش‌ها یک اثر بومرنگی به همراه دارند که در نهایت موجب تشدید یا میرایی تغییر و اثر اولیه می‌شوند. این متغیرها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

متغیرهای ریسک<sup>۳</sup>: یک متغیری که در اطراف خط قطری ناحیه شمال شرقی قرار دارد. این متغیر، ظرفیت بسیار بالایی جهت تبدیل شدن به بازیگران کلیدی سیستم دارند، زیرا به علت ماهیت ناپایدارشان، نقاط بالقوه انفصال سیستم محسوب می‌شوند. متغیرهای دووجهی یا ریسک به طور هم‌زمان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بالایی دارند. وضعیت این متغیرها با عدم پایداری همراه است. زیرا هر عامل و تغییری در آن‌ها باعث تغییر در سایر متغیرها می‌شود و همچنین هر تغییری در سیستم باعث تغییر در این متغیرها و اثرگذاری آن‌ها می‌شود. این متغیرها عوامل کلیدی سیستم را تبیین می‌کنند. از آنجاکه این متغیرها دارای اهمیت زیاد و عدم قطعیت بالا هستند سناریوهای توسعه بر اساس این دسته از متغیرها تدوین می‌شوند.

متغیرهای هدف<sup>۴</sup>: یک متغیری که در ناحیه شمال شرقی و پایین‌تر از خط قطری نمودار قرار دارند. این متغیرها بیش از آنکه تأثیرگذار باشند، تأثیرپذیرند. با اقدام عمدی روی این متغیرها می‌توان به تغییرات و تکامل سیستم در جهت موردنظر دست یافت. بنابراین این متغیر بیش از آنکه نتایج از پیش تعیین شده‌ای را به نمایش بگذارند، نمایانگر اهداف ممکن در سیستم هستند.

متغیرهای وابسته<sup>۵</sup>: ۷ متغیر وابسته در قسمت جنوب شرقی نمودار قرار دارند و تأثیرگذاری پایین و تأثیرپذیری بسیار بالایی دارند. بنابراین نسبت به تکامل متغیرهای تأثیرگذار و تشدیدکننده، بسیار حساس هستند. این متغیرها خروجی سیستم هستند.

متغیرهای حذفی/ خودمختار<sup>۶</sup>: این متغیرها از سایر متغیرهای سیستم تأثیر نپذیرفته و بر آن‌ها تأثیر هم ندارند. این ۲ متغیر در قسمت جنوبی نمودار قرار گرفته و ارتباط بسیار کمی با سیستم دارند، زیرا نه باعث توقف یک متغیر اصلی و نه باعث تکامل و پیشرفت یک متغیر در سیستم می‌شوند.

1. Environment Variables

2. Relay Variables

3. Stake Variables

4. Target Variables

5. Excluded/Autonomous Variables





دانش پایین مدیریت فناوری در نهاد توسعه گر، موازی کاری آیین نامه‌های حمایتی در توسعه فناوری میان شرکتها و نهادهای ذیل سازمان انرژی اتمی ایران، تاخیر در حمایت‌های مالی و خدمت رسانی بخش، جریان اندک دانش میان شرکت‌های مستقر در سازمان انرژی اتمی ایران، جریان مبهم مالی میان شرکت‌های مستقر در سازمان انرژی اتمی ایران، اعتماد اندک بخش خصوصی به دولت به دلیل حس دخالت دولت در بخش خصوصی به چای نگاه توسعه ای، تمایل اندک شبکه سازی سایر دربخش توسعه اقتصادی و انرژی صنعت با سازمان انرژی اتمی ایران	عوامل وابسته	۴
مقبولیت پایین شرکت در جایگاه نهاد توسعه گر در میان سایر شرکت‌های زیرمجموعه سازمان، تحریم‌های بین المللی	عوامل مستقل	۵
-	عوامل تنظیمی	۶

همچنین نقشه اثرگذاری / اثرپذیری مستقیم با توجه به L شکل آن، نشان می‌دهد که سیستم از حالت پایدار برخوردار است.

## ۵- بحث، نتیجه‌گیری و ارائه توصیه‌های سیاستی

توسعه صلح آمیز صنعت هسته‌ای کشور می‌تواند منجر به پیامدهایی مانند اشتغال زایی و توسعه اقتصادی در کشور و امنیت انرژی و گردد. از این رو، هدف تحقیق حاضر هدف پژوهش حاضر بررسی و تحلیل عوامل موثر بر عملکرد فناورانه نهاد توسعه گر صنعت هسته‌ای کشور و ارائه توصیه‌های سیاستی می‌باشد. تا کنون مطالعات متعددی در حوزه فناوری هسته‌ای و کاربردهای آن در داخل و خارج از کشور انجام شده است اما عمده‌ی آنها یا به اولویت بندی حوزه‌های کاربرد در زمینه‌ای خاص پرداخته‌اند (مطالعات مجدآبادی و علم خواه، ۱۳۹۸ (Morokina, 2016))، یا از منظر حقوقی به مساله توسعه صنعت هسته‌ای نگریده‌اند (Solberg et al., 2020) (مجاهد، ۱۳۹۹؛ Blinder, 2021) یا از منظر سیاسی و دیپلماسی بین المللی مورد بررسی قرار داده‌اند (Rentetzi, 2021; Woo, 2010) کریمی فرد و بینش فر، ۱۳۹۹؛ (Rentetzi, 2021)) یا ملزومات توسعه صنعت را در کشورهای مختلف بررسی نموده‌اند (مانند Solberg et al., 2020)) و تاکنون پژوهشی به چالشها و توصیه‌های سیاستی در خصوص نهاد توسعه گر در این حوزه نپرداخته است. همچنین در بین پژوهش‌های انجام شده در کشور نیز با توجه به شرایط خاص ایران از نظر ژئوپولیتیکی و سیاسی، به صورت خاص و جامع در ارتباط با نهاد توسعه گر صنعت هسته‌ای کشور صورت نگرفته است. بنابراین، پژوهش حاضر ضمن بررسی چالش‌های شرکت توسعه کاربرد پرتوها به عنوان نهاد توسعه گر صنعت هسته‌ای کشور، عوامل موثر بر آن را شناسایی نمود است و با استفاده از ابزار میک مک به شناسایی نقش و روابط علت و معلولی هر یک از عوامل پرداخته است.

در این راستا، بر اساس یافته‌های پژوهش و پس از ارسال مکتوب توصیه‌ها و یک جلسه حضوری و یک جلسه مجازی به صورت گروه کانونی میان مدیران واحد بهره بردار، مهم ترین توصیه‌های سیاستی مطرح شده در سه سطح ملی و بین المللی، بخشی و درون سازمانی به صورت زیر می‌باشد:

سیاست‌های پیشنهادی در سطح ملی و بین المللی شامل موارد زیر می‌باشد:

۱. تغییر نگاه مدیران ارشد حوزه کاربرد پرتوها در کشور از یک صنعت امنیتی و دفاعی به صنعت پیشران انرژی و اقتصاد کشور از طریق الزامات فراقوه‌ای مانند هیات دولت و مجلس؛
۲. استفاده از دیپلماسی تجاری و فناوری در مذاکرات و نشستهای وزارت امور خارجه با کشورهای منطقه جهت توسعه بازار، فناوری و قابلیت‌های تجاری سازی؛
۳. استفاده از ظرفیت رسانه‌های عمومی مانند صدا و سیما در جهت تغییر نگاه جامعه و بخش خصوصی از نهاد راهبردی نخبه محور امنیتی و سیاسی به نهاد راهبردی توسعه اقتصادی و همچنین تبدیل خود از برند مستقل غیرتعاملی به برند دوست خوب در حوزه کاربرد پرتوها کشور آغاز نماید. شرکت توسعه کاربرد پرتوها در این خصوص می‌تواند نقشه راهی در این خصوص داشته باشد و در قالب برنامه‌های مناسب با رعایت محدودیت‌های امنیتی در فضای مجازی و همچنین صدا و سیما گام مهمی در این حوزه بردارد.

سیاست‌های پیشنهادی در سطح سازمان انرژی اتمی ایران به صورت زیر می‌باشد:

۱. تأسیس صندوق پژوهش و فناوری کاربرد پرتوها در کشور به صورت مشترک میان پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای به عنوان بازوی و تحقیقاتی سازمان انرژی اتمی ایران و شرکت توسعه کاربرد پرتوها به عنوان نهاد توسعه‌گر و بازنگری آیین نامه حمایت از شرکت‌های استارت‌آپی و دانش بنیان بر اساس کارکرد جدید صندوق و شرکت توسعه کاربرد پرتوها؛
  ۲. انتصاب مدیران آشنا با توسعه کسب و کار و سیاست‌های توسعه صنعتی با تیپ شخصیتی ریسک گریز در لایه‌های میانی سازمان انرژی اتمی ایران و ارزیابی انتصاب و ارتقاء کارکنان در کانون‌های ارزیابی مرکز آموزش مدیریت دولتی کشور از این نگاه؛
  ۳. تدوین آیین نامه یکپارچه همکاری و تعامل دانشی و مالی ضمن نگاه فرایندی ارزش آفرین برای صنعت و مشخص کردن جایگاه هر یک از شرکت‌های زیرمجموعه سازمان به خصوص شرکت توسعه کاربرد پرتوها در جایگاه نهاد توسعه گر صنعت. در این راستا بر اساس مطالعات احمدیان، **پدرام و زالی (۱۳۹۴)** استفاده اولویت‌گذاری پابرجا و در پرتو درک چندگانه از آینده، ارزش راهکارها و سیاست‌های مختلف نمایان می‌شود. افزون بر تعیین سبدی از گزینه‌های راهبردی که در برابر مخاطره‌ها پابرجا و مقاوم باشند، خروجی دانشی این روش به مدیران کمک می‌کند که برای هر حالت بدیل، طرح عملیاتی هوشمندانه تری را اجرا کنند.
- سیاست‌های پیشنهادی و اقدامات عملیاتی در سطح شرکت توسعه کاربرد پرتوها به عنوان نهاد توسعه گر به صورت زیر می‌باشد:

۱. طراحی و جاری‌سازی تقویم توانمندسازی و جذب کارشناسان خبره در حوزه‌های مدیریت فناوری و توسعه کسب و کار در شرکت توسعه کاربرد پرتوها با تمرکز بر مواردی مانند گردآوری و انتشار آگاهی‌های تکنولوژیک، برپایی همایش‌های ترویج فناوری و توسعه کسب و کار، توسعه مدیریت و قابلیت‌های شناسایی، جذب و بهبود تکنولوژیک در بنگاه‌های صنعتی، نمایش فناوری‌های جدید در نمایشگاه‌های فناوری، ایجاد و اداره کارخانه‌های نمونه و الگو با هدف ترویج فناوری‌های جدید، ایجاد برنامه‌های بازدید از بنگاه‌ها با به‌کارگیری موفق فناوری‌های جدید با هدف ترویج یادگیری، مشاوره فنی به بنگاه‌های صنعتی در زمینه‌های خاص فناوری‌ها، توسعه روابط صنعت و دانشگاه با تغییر نگرش‌ها به نگرش‌های دانش‌بنیانی و با سهیم کردن پیشکسوتان صنعت و دانشگاه در شرکت‌های دانش‌بنیان و استفاده از تجارب ارزشمند آنها (مرادی شهر بابک، ضیاء الدینی و هادوی نژاد (۱۴۰۲)، حمایت از مؤسسات فناوری مانند دانشکده‌ها و پژوهشکده‌ها، انتشار فناوری‌های توسعه یافته از آزمایشگاه‌های عمومی به بنگاه‌های صنعتی، توسعه همکاری فناورانه با وزارتخانه‌ها و پیگیری اجرای تفاهم‌نامه‌های مشترک (فرتاش و نواب ایرانی، ۱۴۰۲) واسه‌گری فناوری و ایجاد ارتباط میان منابع فناوری و بنگاه‌های صنعتی، ایجاد و اداره پارک‌های صنعتی و فناوری و آنکوباتورها، ایجاد و اداره مراکز فناوری‌های ویژه رشته فعالیت‌های صنعتی، ایجاد و اداره آزمایشگاه‌های باز، ایجاد و اداره برنامه‌های تحقیق و توسعه مشترک، پشتیبانی از فعالیت‌های تحقیق و توسعه، حمایت از فعالیت‌های انتقال فناوری بنگاه‌ها، دست زدن به فعالیت‌های انتقال فناوری در موارد راهبردی، ترویج جا به جایی منابع انسانی متخصص بین بنگاه‌ها با هدف انتشار فناوری و تجربه‌های یادگیری، ایجاد و اداره مراکز توسعه محصول و انتقال طرح به بنگاه‌های صنعتی در حوزه فناوری‌های راهبردی حوزه کاربرد پرتوها در کشور.

۱. ایجاد دستورالعمل و ساز و کار ارزیابی شرکت‌های فناور جهت حمایت ایجاد و اداره مراکز آزمون‌های کیفی، ایجاد مراکز کالیبراسیون و متروлоژی، و ایجاد شبکه‌ای از شرکت‌ها و مؤسسات مشاور با همراهی پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای برای بهبود و توسعه مدیریت و عملیات بنگاه‌های صنعتی در حوزه فناوری هسته‌ای توسط شرکت توسعه کاربرد پرتوها.

۲. ایجاد مرکز توسعه دهنده بازار حوزه کاربرد پرتوها در کشور ضمن گردآوری اطلاعات مربوط به تولیدکنندگان و محصولات و به‌طور کلی، به هم‌رسانی عرضه داخلی و تقاضای داخلی و خارجی، ضمن ارائه تسهیلاتی در جهت توسعه صادرات و شرکت در نمایشگاه‌های معتبر داخلی و بین‌المللی توسط شرکت توسعه کاربرد پرتوها.

## ۶- منابع

- احمدیان، م.، پدرام، ع. الف، زالی، س. ۱۳۹۴. طراحی الگوی اولویت‌گذاری پابرجا در صنایع راهبردی. نشریه علمی- پژوهشی بهبود مدیریت، ۳۰(۴)، ۳۱-۵۹
- احمدی‌پور، ز.، میرشکاران، ی.، و ویسی، ه. ۱۳۹۸. نقش انرژی هسته‌ای در تغییر وزن ژئوپلیتیکی ایران (با تأکید بر منطقه خلیج فارس)، مجله برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۱(۱)، ۱-۱۹.
- اقتشاری، پ. ۱۳۹۶. انرژی هسته‌ای و ذخایر نفت و گاز جمهوری اسلامی ایران، مجله رویدادها و تحلیل‌ها، ۲۱۴، صفحات ۳۵-۳۷.
- فرتاش، ک.، نواب ایرانی، پ. ۱۴۰۲. ارائه چارچوب و تحلیل کارکردهای آژانس‌های ملی نوآوری: مطالعه موردی معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان، نشریه علمی- پژوهشی بهبود مدیریت، ۴(۶۲)، ۱۳۲-۱۶۶
- کارخانه، الف. ۱۳۹۳. انرژی هسته‌ای و اهمیت آن. مکاتبه و اندیشه، ۱۹، ۶۵-۷۵.
- مرادی شهربابک، م.، ر. ضیاء‌الدینی، م. و هادوی نژاد، م. ۱۴۰۲. کاوش مطالبات نهادی سیاست‌گذاری و توسعه با کاربرد رهیافت تحلیل شبکه در مجتمع مس سرچشمه، نشریه علمی- پژوهشی بهبود مدیریت، ۱۷(۳)، ۱۰۱-۱۲۷
- ویسی، ه. ۱۳۹۱. نقش انرژی هسته‌ای در قدرت ملی ایران، مجله مطالعات سیاسی جهتن اسلام، شماره ۱۰، ۹۲-۷۳.
- یوسف پور، ب.، رحیمی، ع.ا. ۱۳۹۷. انرژی هسته‌ای؛ ضرورت‌ها و سیاست‌ها. مجله اقتصاد انرژی، ۴۶(۴۰)، ۳۶-۴۳.
- Aad, J. A., Lejeune, H., & Pucci, J.-F. 2021. "Metal-to-metal contact gaskets for nuclear power stations in France". *Sealing Technology*, 2021(8), 6-10. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1350-4789\(21\)00244-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1350-4789(21)00244-0)
- Ahmadian, M., Pedram, A. A., Zali, S. 2014. "Designing a permanent spotting alcove in strategic industries". *Scientific-Research Journal of Management Improvement*, 30(4), 31-59 [In Persian].
- Ahmadipour, Z., Mireshkaran, Y., and Vesey, H. 2019. "The role of nuclear energy in changing the geopolitical weight of Iran (with the Persian Gulf region)". *Journal of Space Planning and Design*, 1(1), 1-19. [In Persian].
- Aghshari, P. 2016. "Nuclear energy and oil and gas reserves of the Islamic Republic of Iran". *Journal of Events and Analysis*, 214(1), 37-35. [In Persian].
- Athanasopoulou, A., de Reuver, M., Nikou, S., & Bouwman, H. 2019. "What technology enabled services impact business models in the automotive industry?" *An exploratory study. Futures*, 109, 73-83. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.04.001>
- Chaudhry, S., Xu, L. D., & Cao, X. F. 2018. "Technological entrepreneurship and socio-economic change in BRIC countries." *Technological Forecasting and Social Change*, 135, 64-65. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.054>
- Dasher, D., Hanson, W., Read, S., Faller, S., Farmer, D., Efurud, W., Kelley, J., & Patrick, R. 2002. "An assessment of the reported leakage of anthropogenic radionuclides from the underground nuclear test sites at Amchitka Island, Alaska, USA to the surface environment". *Journal of Environmental Radioactivity*, 60(1), 165-187. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0265-931X\(01\)00102-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0265-931X(01)00102-3)
- Farinha, L., Lopes, J., Bagchi-Sen, S., Sebastião, J. R., & Oliveira, J. 2020. "Entrepreneurial dynamics and government policies to boost entrepreneurship performance." *Socio-Economic Planning Sciences*, 72, 100950. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100950>
- Fartash, K., Nawab Irani, P. 2023. "National Presentation and Analysis of the Functions of Innovation Agencies: A Study of the Vice-Chancellor of Science". *Technology and Knowledge-Based Economy, Behod Scientific-Research Journal*, 4(2), 166, 132. [In Persian].
- Foley, T. J. 2021. "Waiting for waste: Nuclear imagination and the politics of distant futures in Finland." *Energy Research & Social Science*, 72, 10. ۱۸۶۷ <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101867>
- Garrick, B. J., & Christie, R. F. 2002. "Probabilistic risk assessment practices in the USA for nuclear power plants". *Safety Science*, 40(1), 177-201. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(01\)00036-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0925-7535(01)00036-4)

- George, G., & Prabhu, G. N. 2003. "Developmental financial institutions as technology policy instruments: implications for innovation and entrepreneurship in emerging economies". *Research Policy*, 32(1), 89-108. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00002-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00002-1)
- Goldring, M. (2013). CHAPTER 10 - BRITAIN'S ATOMIC FUTURE. In M. Goldring (Ed.), *Economics of Atomic Energy* (pp. 154-173). Butterworth-Heinemann. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-4831-9878-1.50015\\_9-](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-1-4831-9878-1.50015_9-)
- Halilem, N., De Silva, M., & Amara, N. 2022. "Fairly assessing unfairness: An exploration of gender disparities in informal entrepreneurship amongst academics in business schools". *Technological Forecasting and Social Change*, 174, 121295. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121295>
- Halili, Z. 2020. "Identifying and ranking appropriate strategies for effective technology transfer in the automotive industry: Evidence from Iran". *Technology in Society*, 62, 101264. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101264>
- Javadi, P., Yeganeh, B., Abbasi, M., & Alipourmohajer, S. 2021. "Energy assessment and greenhouse gas predictions in the automotive manufacturing industry in Iran". *Sustainable Production and Consumption*, 26, 316-333. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.014>
- Kang, H., Woo, S., Chun, J., Nho, C. R., & Chung, I.-J. 2017. "Developmental outcomes among Korean adolescents in out-of-home care: A longitudinal study comparing kinship foster care and institutional care." *Children and Youth Services Review*, 76, 118-124. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2017.03.006>
- Krakhane, a. 2013. "Nuclear energy and its importance". *Correspondence and Thought*, 19, 75-65. [In Persian].
- Kubendran, S., Rao, Y. J., Dor, A., Ojong-Ntui, M., & Goyal, S. 2020. "The Relationship between Industry Payments on Research Productivity and Career Success of Academic Radiation Oncologists". *International Journal of Radiation Oncology\*Biological\*Physics*, 108(3, Supplement), e445. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2020.07.2543>
- Moradi Shahrabek, M. R., Ziaaldini, M. and Hadovinejad, M. 2023. "Exploring the institutional demands of policy making and development using the network analysis approach in Sarcheshmeh copper complex". *Behavd Management Scientific Research Journal*, 17(3), 101-127. [In Persian].
- Morokina, G. S. 2016. "The Radiation Control with the Different Energy Resources in the Engineering Industry." *Procedia Engineering*, 150, 827-831. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.125>
- Nacu, C. M., & Avasilcăi, S. 2014. "Environmental Factors Influencing Technological Entrepreneurship: Research Framework and Results". *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 109, 1309-1315. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.630>
- Nordbäck, N., Mattila, J., Zwingmann, H., & Viola, G. 2022. "Precambrian fault reactivation revealed by structural and K-Ar geochronological data from the spent nuclear fuel repository in Olkiluoto, southwestern Finland". *Tectonophysics*, 824, 229208. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tecto.2022.229208>
- Oral, H. V., Kakar, A. E., & Saygin, H. 2021. Feasible industrial sustainable development strategies for the Herat Province of Afghanistan. *Technology in Society*, 65, 101603. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101603>
- Perez, S., Auwer, C. D., Pourcher, T., Russo, S., Drouot, C., Beccia, M. R., Creff, G., Fiorelli, F., Leriche, A., Castagnola, F., Steichen, P., Carle, G., Michel, H., Glaichenhaus, N., Josse, D., Pottier, N., & Provitolo, D. 2020. "Comparative analysis of the perception of nuclear risk in two populations (expert/non-expert) in France". *Energy Reports*, 6, 2288-2298. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.08.015>
- Rentetzi, M. (2021). "With strings attached: Gift-giving to the International Atomic Energy Agency and US foreign policy". *Endeavour*, 45(1), 100754. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.endeavour.2021.100754>
- Royce, T. J., Gupta, G. P., & Chera, B. S. 2021. "Increasing Nonresearch-Related Industry Funding in Radiation Oncology: Cause for Concern?" *International Journal of Radiation Oncology\*Biological\*Physics*, 109(1), 26-28. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2020.09.003>

- Sharma, R., Mishra, R., & Mishra, A. 2021. "Determinants of satisfaction among social entrepreneurs in e-Government services". *International Journal of Information Management*, 60, 102386. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102386>
- Shen, X., & Tsai, K. S. 2016. "Institutional Adaptability in China: Local Developmental Models Under Changing Economic Conditions". *World Development*, 87, 107-127. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.06.010>
- Solberg, L. I., Wang, Y., Whitebird, R., Lopez-Solano, N., & Smith-Bindman, R. 2020. "Organizational Factors and Quality Improvement Strategies Associated With Lower Radiation Dose From CT Examinations". *Journal of the American College of Radiology*, 17(7), 951-959. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jacr.2020.01.044>
- Strelkovskii, N., Komendantova, N., Sizov, S., & Rovenskaya, E. 2020. "Building plausible futures: Scenario-based strategic planning of industrial development of Kyrgyzstan". *Futures*, 124, 102646. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102646>
- Taggart, D. 2013. "12 - Quality assurance and audits in the nuclear industry in the USA." In J. Devgun (Ed.), *Managing Nuclear Projects* (pp. 237-254). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1533/9780857097262.4.237>
- Velasquez, C. E., e Estanislau, F. B. G. L., Costa, A. L., & Pereira, C. 2020. "Assessment of the French nuclear energy system – A case study". *Energy Strategy Reviews*, 30, 100513. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100513>
- Vesey, H. 2011. "The role of nuclear energy in Iran's national power". *Journal of Islamic Political Studies*, 10(1), 92-73. [In Persian].
- Yusefpour, B., Rahimi, A.A. 2017. "nuclear energy; Needs and Policies". *Journal of Energy Economics*, 46(40), 36-43. [In Persian].
- Wahlström, B. G. 2021. "1 - Human factors in nuclear power; reflections on 50 years of development in Finland". In A.-M. Teperi & N. Gotcheva (Eds.), *Human Factors in the Nuclear Industry* (pp. 3-23). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102845-2.00001-6>
- Wells, P., Wang, X., Wang, L., Liu, H., & Orsato, R. 2020. "More friends than foes? The impact of automobility-as-a-service on the incumbent automotive industry". *Technological Forecasting and Social Change*, 154, 119975. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119975>
- Woo, T.-H. 2010. "Management of energy policy in atomic-multiphysics (AM) using the system dynamics (SD) method." *Annals of Nuclear Energy*, 37(5), 707-714. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.anucene.2010.01.019>