

چکیده

گسترش چشمگیر فناوری هوش مصنوعی، توجه و تمرکز بسیاری را به سمت خود سرازیر کرده است. در جمهوری اسلامی ایران، مبحث هوش مصنوعی به عنوان یکی از مهم ترین مقولات فناورانه و حتی سیاستگذارانه مطرح نظر دانشمندان و کارورزان مختلف قرار گرفته است. اما مهم ترین مسأله ای که امروزه مانع از بهره برداری کافی از این فناوری است، همانا کمبود توجه به پیاده سازی و عملیاتی سازی این فناوری در حوزه های کاربردی مختلف مانند آموزش، بهداشت، حمل و نقل، اقتصاد، معماری و... است؛ به عبارت دیگر اگرچه مطالعات فراوانی و پژوهش های قابل اعتنایی در قالب های مختلف در حوزه هوش مصنوعی نگارش و تولید شده اما، این مطالعات و پژوهش ها آن گونه که شایسته و بایسته است در مرحله اقدام و عمل بروز نیافته و همین موضوع استفاده کافی از هوش مصنوعی را به چالش کشیده است. به منظور پیاده سازی فناوری هوش مصنوعی در حوزه های کاربردی مختلف در سطح کلان و در گام اول، شناسایی کارکردها و نقش هایی است که باید ایفا شوند تا فناوری هوش مصنوعی به منصفه ظهور و بروز برسد. برای احصای این کارکردها و نقش ها چارچوب های مختلفی مانند زنجیره تأمین، زنجیره ارزش، تحلیل ذینفعان و... وجود دارد اما با توجه به ماهیت نوپدید بودن فناوری هوش مصنوعی و تجانس آن با کارکردهای نگاشت نهادی نظام ملی نوآوری، این چارچوب به عنوان چارچوب نظری احصا و شناسایی کارکردها در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به ماهیت عمومی بودن این چارچوب برای فناوری های نوپدید و نوآورانه، به منظور متناسب سازی این کارکردها با فناوری هوش مصنوعی، زیرکارکردهایی از طریق مصاحبه و مطالعه ادبیات شناسایی و ذیل هر کدام از کارکردها قرار گرفت. بنابراین مهم ترین نوآوری این پژوهش، شناسایی زیرکارکردهای تخصصی فناوری هوش مصنوعی به منظور تسهیل در شناسایی موجودیت ها و نهادهای مسئول ایفای هر نقش و کارکرد و در نتیجه تسهیل در پیاده سازی هوش مصنوعی است.

مقدمه و بیان مسأله

در عصر دیجیتال، هوش مصنوعی (AI) به یکی از محوری ترین عناصر تحول در ساختارهای اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی تبدیل شده است. نگاشت نهادی هوش مصنوعی، به عنوان یک مفهوم علمی و پژوهشی، به بررسی تعاملات میان فناوری های هوش مصنوعی و نهادهای اجتماعی و اقتصادی می پردازد. نهادها به عنوان ساختارهای پایدار و منظمی که رفتار و تعاملات انسان ها را تحت تأثیر قرار می دهند، نقش بسزایی در پذیرش و بکارگیری فناوری های نوین ایفا می کنند.

تحولات سریع در زمینه هوش مصنوعی، به ویژه در حوزه هایی مانند یادگیری ماشین، پردازش زبان طبیعی و بینایی کامپیوتری، فرصت های جدیدی را برای بهبود کارایی، تصمیم گیری و نوآوری در بخش های مختلف فراهم کرده است. اما یکی از چالش های اصلی در این راستا، عدم شناسایی کارکردهایی است که نهادها و موجودیت های مختلف برای پیاده سازی هوش مصنوعی باید انجام دهند.

با توجه به تحولات سریع و شتابان در عرصه هوش مصنوعی، بررسی نگاشت نهادی این پدیده، نه تنها به تعمیق درک ما از چالش‌ها و فرصت‌های پیش روی ما کمک می‌کند، بلکه راهکارهای معناداری را برای عملیاتی سازی و پیاده سازی مسئولانه هوش مصنوعی در جامعه فراهم می‌سازد.

این مقدمه به‌عنوان یک نقطه شروع برای بررسی عمیق‌تر ابعاد مختلف نگاشت نهادی هوش مصنوعی، دعوتی است برای پژوهشگران، سیاست‌گذاران و فعالان اجتماعی تا با همفکری و همکاری، جهانی هوشمندتر و عادلانه‌تر بسازند. با ادامه تکامل و نفوذ هوش مصنوعی (AI) در بخش‌های مختلف، اهمیت نگاشت نهادی به‌عنوان یک حوزه تحقیقاتی حیاتی نمایان می‌شود. نگاشت نهادی به تحلیل سیستماتیک روابط، ساختارها و دینامیک‌های میان نهادهایی که بر توسعه، پیاده‌سازی و حاکمیت فناوری‌های هوش مصنوعی تأثیر می‌گذارند، اشاره دارد. این رویکرد چندرشته‌ای تعامل نهادهای نظارتی، مؤسسات دانشگاهی، ذینفعان بخش خصوصی و سازمان‌های جامعه مدنی را در بر می‌گیرد و هدف آن روشن کردن چگونگی شکل‌گیری همکاری میان سازمانی برای پیاده سازی هوش مصنوعی است.

علاوه بر این، نگاشت نهادی به‌عنوان ابزاری برای شناسایی بهترین شیوه‌ها و ترویج اشتراک‌گذاری دانش میان نهادهای درگیر در تحقیق و پیاده‌سازی هوش مصنوعی عمل می‌کند. با تحلیل مطالعات موردی موفق از زمینه‌های مختلف، ذینفعان می‌توانند بینش‌هایی درباره مدل‌های حکمرانی مؤثر و استراتژی‌های همکاری به دست آورند که نوآوری را ترویج کرده و در عین حال خطرات را کاهش می‌دهد. این فرآیند نه تنها انسجام نظارتی را افزایش می‌دهد بلکه اعتماد عمومی به فناوری‌های هوش مصنوعی را نیز تقویت می‌کند که برای پذیرش و ادغام گسترده آن‌ها ضروری است.

سوال اصلی

بر اساس نگاشت نهادی نظام ملی نوآوری برای پیاده سازی موفق هوش مصنوعی چه کارکردها و زیرکاردهایی مورد نیاز است؟

ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق

مفهوم شناسی:

هوش مصنوعی

اصطلاح هوش مصنوعی یک ابر کامپیوتر را به ذهن متبادر می‌کند؛ کامپیوتری با قابلیت پردازش فوق العاده زیاد، شامل رفتار تطبیقی -مانند سنسورها- و قابلیت های دیگری که این کامپیوتر را به توانمندی های ادراکی و کارکردی انسان شبیه کرده و در واقع تعامل آن را با بشریت بهبود می بخشد (Chen, Chen, Lin, 2020). هوش مصنوعی کلید دستیابی به تحولات کاربردی و عملیاتی حیرت آور در اکثر سازمان های نوین است؛ هوش مصنوعی امروزه به عنوان یکی از اقدامات اجتناب ناپذیر در کسب و کارهای تجاری نیز محسوب می شود. هوش مصنوعی که به عنوان یک رشته

دانشگاهی، توسط جان مکاریتی^۱ (۲۰۰۶) آغاز به کار کرد و رسماً در کنفرانس دارتموث^۲ در سال ۱۹۵۶ اعلام شد، امروزه توجه بسیاری از سازمان‌ها را به خود جلب کرده است. هوش مصنوعی بخشی از رایانه یا علم محاسبات است که سیستم‌های خیره، الگوریتم‌ها و برنامه‌های کامپیوتری را تولید می‌کند. هدف واقعی هوش مصنوعی تقلید از مغز انسان و تصمیم‌گیری همانند انسان در شرایط و موقعیت‌های مختلف است (Dhamija&Bag, 2019). هوش مصنوعی شاید قدیمی‌ترین رشته علوم کامپیوتری است که با همه ابعاد و کارکردهای ادراکی برای تقلید از جهان واقعی و ایجاد سیستم‌هایی که مانند انسان فکر کند و یاد بگیرد (Holzinger et.al, 2019)؛ هوش مصنوعی مزایای چشمگیری ایجاد کرده و نیز با موفقیت در حوزه‌های متعددی از صنایع از جمله طبقه‌بندی تصویر، تشخیص صوت، اتومبیل‌های خودکار، چشم کامپیوتری و... بکار گرفته شده است (Zhao, Blaabjerg, Wang, 2020).

هوش مصنوعی معمولاً ارتباط وثیقی با علوم کامپیوتری دارد؛ در واقع علوم کامپیوتری مبنای توسعه هوش مصنوعی را شکل داده است اما هوش مصنوعی صرفاً علم کامپیوتر و سخت‌افزار و نرم‌افزار نیست بلکه هوش مصنوعی نوعی فناوری نوظهور است که سنسورها، ربات‌ها و سازه‌ها را تولید می‌کند؛ بر این اساس کاسیگنول و همکارانش^۳ یک تعریف و توصیف دوبعدی از هوش مصنوعی ارائه کرده است؛ آنها هوش مصنوعی را به عنوان یک حوزه و نظریه تعریف می‌کنند؛ به عنوان یک حوزه مطالعاتی، آنها هوش مصنوعی را حوزه‌ای در علم کامپیوتر توصیف می‌کنند که به دنبال حل مسائل ادراکی مختلف که معمولاً با هوش بشری سروکار دارد تعریف می‌کنند؛ مانند یادگیری، حل مسأله، تشخیص الگو و تطبیق پذیری؛ و اما به عنوان یک نظریه، آنها هوش مصنوعی را یک چارچوب نظری می‌دانند که توسعه و گسترش و بهره‌برداری از سیستم‌های کامپیوتری را با استفاده از قابلیت‌های بشری به ویژه هوش و توانایی انجام کارهایی که نیازمند هوش انسانی است مانند ادراک بصری، تشخیص صوت، تصمیم‌گیری و ترجمه را راهنمایی می‌کند (Chen, Chen, Lin, 2020).

بنابراین می‌توان گفت هدف اصلی هوش مصنوعی حل مسائل بشری است با الگوگیری از قابلیت‌های انسانی؛ آن هم نه صرفاً قابلیت‌های فیزیکی بلکه قابلیت‌های عصبی، ذهنی و ادراکی؛ هوش مصنوعی از طریق الگوبرداری و تقلید از کارکردهای ادراکی انسان به دنبال سرعت بخشیدن به انجام فعالیت‌های مختلف درمانی، حمل و نقل، اقتصاد، آموزش و... است. بنابراین هر چه هوش مصنوعی خود را به هوش بشری نزدیک‌تر نماید گویا به هدف خود قرابت بیشتری پیدا کرده است.

نگاشت نهادی

نظام ملی نوآوری در پی استفاده از نظام نوآوری در سطح ملی و در سطح یک کشور است. آشنایی با این نظام به خط مشی‌گذاران در سطح ملی کمک می‌کند تا سیاست‌های خود را در سطح ملی در زمینه بهبود کارکرد نوآورانه در اقتصاد دانش بنیان بهینه سازند (سعیدی و همکاران، ۱۴۰۰). واحد تحلیل در نظام ملی نوآوری یک کشور در نظر گرفته می‌شود

^۱ John McCarthy

^۲ Dartmouth Conference

^۳ Chassignol et,al

و در آن تلاش می شود سازوکارها و روابط نهادها و زیرنظام های علم و فناوری در چارچوب برنامه ریزی متمرکز ملی و بر اساس تقسیم کار کشوری طراحی و برنامه ریزی شود (سعیدی و همکاران، ۱۴۰۰).

تولد نگاهت نهادی را می توان توأم با تولد مفهوم نظام ملی نوآوری دانست؛ کاپرون و سینسرا با اشاره به تعریف نظام ملی نوآوری از نظر متکالف و نلسون، بر نقش نهادها در نظام ملی نوآوری تأکید می کنند. متکالف نظام نوآوری را مجموعه ای از نهادهای متمایز می داند که به صورت مشترک و مستقل در توسعه و انتشار فناوری های جدید سهم دارند و سیاست هایی را به منظور تأثیر بر نظام نوآوری پیاده سازی می کنند (کاپرون و سینسرا، ۲۰۰۱).

کاپرون و سینسرا نگاهت نهادی نظام ملی نوآوری را به صورت مستقیم و نه منحصر به نقش دولت مرتبط می دانند. در واقع پیوندهای نهادی مسیرهایی هستند که از طریق آن ها سیاست فناوری پیاده سازی می شود (کلانتری و منتظر، ۱۳۹۵).

بر این اساس می توان گفت نگاهت نهادی نظام ملی علم، فناوری و نوآوری، طرحی است که در نگاهی جامع، همه بازیگران اصلی نظام علم، فناوری و نوآوری، جایگاه، تعاملات رسمی، اهداف، ابزارها و کارکردهای آنها را در سطح ملی نشان می دهد. یک نگاهت نهادی باید پیوندهای نهادی محیطی، فضایی، ابزاری، سازمانی و بخشی را نیز شامل شود. منظور از پیوندهای نهادی محیطی، فعالیت ها و مداخلات دولت در توسعه فناورانه، اقتصادی و اجتماعی است که می تواند آثار غیرمستقیم ولی مهمی بر فعالیت نوآورانه داشته باشد. منظور از پیوندهای نهادی فضایی، ساختار عمیق نظام ملی نوآوری در سطوح محلی، منطقه ای، ملی و بین المللی است که موجب انسجام آن می شود. پیوندهای نهادی ابزاری، ابزارهایی هستند در اختیار دولت برای هدایت و تحریک فعالیت های نوآورانه. پیوندهای نهادی سازمانی، بیانگر ارتباطات بازیگران اصلی نظام ملی نوآوری است و در قلب هر نگاهت نهادی قرار دارد. پیوند نهادی بخشی نیز شامل فعالیت های اقتصادی ویژگی های فناورانه، ساختار فناورانه، رقابت کشورها تعریف شده است و به دنبال درجه تأثیر ساختار نهادی علم و فناوری بر الگوهای فناورانه ملی است (کلانتری و منتظر، ۱۳۹۵).

نگاشت نهادی با تمرکز بر بازیگران کلیدی یک نظام، تعاملات آنها، به دنبال بررسی روابط کارکردی و قدرت هایی است که می توانند تصمیمات مرتبط با یک سیاست خاص را تحت تأثیر قرار دهند. نگاهت نهادی به منظور درک موضع توزیع قدرت مورد استفاده قرار می گیرد. فرم های مختلف قدرت ممکن است توسط یک ذینفع به کار گرفته شود تا بر نتایج یک تصمیم گیری تأثیر بگذارد؛ به عنوان مثال با استفاده از تهدید، اطلاعات، ادعاهای احساسی و نفوذ سیاسی در تصمیمات دخالت کند (مک فادن و همکاران^۴، ۲۰۱۰).

به منظور ترسیم مختصات اصلی یک نقشه، می توان از یک ادراک کاربردی فرایندهای شناختی متشکل از دو عنصر استفاده کرد: جهان واقعی و عنصر دوم، ذهنی که بتواند مدل های ساده ای از این جهان واقعی تولید کند؛ برخی از محققان پویایی شناسی واقعیت ذهنی-خارجی را از طریق معرفی تمایز بین محیط ادراک شده، یعنی همه اطلاعاتی که در ذهن مدلسازی شده، و محیط عملیاتی یعنی جهان واقعی تجزیه و تحلیل کرده اند. برای فهم ارتباط بین دو عنصر از اصطلاح ایزومورفیسم^۵ استفاده می کنند. ایزومورفیسم به معنای این است که عناصر و روابط بین آنها در یک سیستم،

⁴ McFadden et.al

⁵ Isomorphism

کاملاً عناصر و روابط بین آنها در یک سیستم دیگر را ترسیم می کند (آزودو، ۱۹۹۷، صص ۸۷ و ۸۹). می توان این نظر آزودو^۶ (۱۹۹۷) و گردون^۷ (۲۰۰۲) را اینگونه تفسیر کرد که ترسیم نقشه روابط بین کنشگران در ذهن، دقیقاً باید در محیط عملیاتی به همان شکل و ریخت پیاده شود. هر چند گردون (۲۰۰۲) در کتاب خود با عنوان تاریخ و فلسفه علوم اجتماعی چنین می نویسد: آزمون واقعی برای یک مدل این است که این مدل به عنوان یک ابزار علمی به چه میزان اثربخش عمل می کند نه میزانی که این مدل جهان واقعی را منعکس می کند (گردون، ۲۰۰۲، ۱۰۸)

نگاشت، استعاره و اصطلاح جالب توجهی برای کشف ارتباطات نهادی است که مشابهت هایی بین آن و جایابی و نقشه نمایی جغرافیایی وجود دارد (مک فادن، ۲۰۱۰) از جمله:

- ضروری بودن شناسایی مختصات مهم: در اینجا، بازیگران و کنشگران سازمانی مهم مد نظر است؛
- ضروری بودن به نمایش گذاشتن ارتباط بین کنشگران سازمانی مهم: قواعد، روابط اجتماعی و قدرت، و موقعیت هر سازمان در ارتباط با سایرین؛
- حیاتی و مهم بودن مرزهای جغرافیایی و کارکردی در نگاشت جغرافیایی و نهادی؛
- از نقشه جغرافیایی برای پیش بینی حرکت استفاده می شود؛ ایضا از نقشه نهادی برای پیش بینی اثرات کنش های کنشگران.

نگاشت نهادی یک تجربه عملی و کاربردی توأم با یک هدف مشخص در ذهن. نگاشت نهادی باید هدف گرا باشد؛ یعنی روابط کارکردی و توزیع قدرت مرتبط با تصمیم گیری در خصوص یک سیاست خاص را کشف کند. یک نقشه نهادی بر کنش ها تمرکز می کند و راهنمایی برای کنش است. نگاشت نهادی ابزاری برای پیش بینی است؛ این ابزار به فرد می گوید که چه شاخصه های اجتماعی معینی در یک نقطه مشخص و در یک زنجیره و سیستم کنشی اثر-پاسخ و یا فرایند تصمیم گیری با یکدیگر مواجه خواهند شد (آلیجیکا^۸، ۲۰۰۶).

نگاشت نهادی ابزاری است که با نگاه سیستمی به مطالعات اجزای ساختاری و نهادی یک نظام می پردازد؛ این ابزار ضمن شناسایی ضعف ها و خلأهای نظام، ابزار مفیدی برای یادگیری سیاستی ارائه می نماید (حمیدی زاده و همکاران، ۱۴۰۲)

نگاشت نهادی یکی از ابزارهای مطالعه سیستم های ملی نوآوری است. نگاشت نهادی چارچوبی است که با نمایی ساده و جامع وضعیت موجود سیستم نوآوری را نشان می دهد و با بررسی آن می توان نقایص موجود در اجزا و روابط میان اجزای سیستم را شناسایی و تحلیل کرد، سپس در جهت اصلاح این موارد برنامه ریزی های لازم را انجام داد. در این روش سعی می شود با کمک ابزارهای تحقیق مانند مصاحبه، میزان و کیفیت روابط موجود میان نهادها در سیستم نوآوری ترسیم شده و همچنین چگونگی مشارکت میان بخش خصوصی و دولتی تبیین شود. با استفاده از این روش تحلیلی، نقش نسبی هر کدام از بازیگران فعال در سیستم ملی نوآوری همچون دولت، دانشگاه ها و مراکز پژوهشی و همچنین بنگاه های خصوصی در فرایند نوآوری به دست می آید (طباطبائیان و انتظاری، ۱۳۸۷).

⁶ Azevedo

⁷ Gordon

⁸ Aligica

نگاشت نهادی ابزار مفیدی برای ایجاد بینش راهبردی و سیاستی است؛ این ابزار به شناسایی اختلالات کارکردی، موازی کاری ها و نقص های مربوط به پشتیبانی از برنامه ها کمک می کند (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۱۹۹۹).

نگاشت نهادی نقشه ای است که بازیگران اصلی و تعاملات آن ها را نشان می دهد و می تواند خلأها و موانع ساختارها را روشن تر کند (سعیدی و همکاران، ۱۴۰۰).

نگاشت نهادی قادر است ادراکی درست و مفید از چیدمان خاص نهادی یک کشور در یک موضوع برای سیاستگذاران آن موضوع فراهم سازد؛ به این ترتیب با استفاده از نگاشت نهادی می توان عدم تطابق، هم پوشانی، موازی کاری، اختلالات کارکردی و نقایص برنامه های پشتیبانی را شناسایی کرد و در یادگیری سیاست با توجه به به روش ها^۹ از آن بهره برد؛ معماری و چیدمان مناسب نهادی و ساختاری به بهبود هماهنگی سیاست ها، افزایش شفافیت و کاهش عدم تطابق نظام مند کمک می کند (کلاتری و منتظر، ۱۳۹۵).

نگاشت نهادی، مفهومی است که طی آن اجزای یک سیستم و پویایی های آنها و وابستگی های متقابل و تعاملات و روابط اجزا و چگونگی گردش فعالیت ها بررسی و طراحی می گردد. به عبارت دیگر نگاشت نهادی به دنبال شناسایی کارکردها و نقش ها، ایفاگران نقش ها و قواعد و نظام ارتباطی فرایندی و ساختاری برای انجام یک فعالیت می باشد.

بنابراین نگاشت نهادی، متدولوژی است که به منظور شناسایی همه اطراف و ذینفعان و ذینقشان و کنشگران و بازیگران یک حوزه، نقش آنها، نوع ارتباطات، جریان ها (مالی، اطلاعاتی، منابع انسانی، قانونی و...) بین آنها، قواعد و رویه های حاکم بر این ارتباطات استفاده می شود.

پس سوالاتی که نگاشت نهادی در پی پاسخ به آنهاست:

۱. برنامه راهبردی جهت نیل به اهداف چیست؟
۲. برای اجرای برنامه راهبردی چه نقش هایی باید تعریف شود؟
۳. نقش ها توسط چه بازیگرانی باید ایفا شود؟
۴. نظام ارتباطی فرایندی و ساختاری بین بازیگران چه مختصاتی دارد؟
۵. قواعد میان بازیگران چیست؟

کارکردهای نگاشت نهادی

برای شناسایی کارکردهای نگاشت نهادی، متناسب با حوزه هوش مصنوعی و نیز اقتضات جمهوری اسلامی ایران، با مطالعه کتابخانه ای، کارکردهای مختلفی شناسایی شد؛ حسابی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهش خود با عنوان «چارچوب تحلیلی تجاری سازی علم و فناوری با رویکرد فراترکیب: بررسی ابعاد تحلیل، بازیگران و کارکردها» به روش تحلیل مضمون به هفت کارکرد از این قرار رسیده اند: سیاستگذاری و تنظیم گری، کارآفرینی فناورانه، تأمین مالی و سرمایه

گذاری، رصد و پایش علم و فناوری، تسهیلگری، تحقیق و توسعه و آموزش، و توسعه دیپلماسی علم و فناوری (حسابی و همکاران، ۱۴۰۰).

یکی از رایج ترین طبقه بندی هایی که از کارکردهای موجود در نظام ملی نوآوری ارائه شده و مبنای مطالعه نظام ملی نوآوری بسیاری از کشورها قرار گرفته است، طبقه بندی OECD می باشد. بر اساس این طبقه بندی کارکردهای نظام ملی نوآوری عبارتند از:

۱. سیاستگذاری

۲. تسهیل، هدایت و تأمین منابع مالی تحقیقات و نوآوری

۳. تأمین دانش مورد نیاز در فرایند نوآوری

۴. ارتقای کارآفرینی فناوری

۵. اشاعه و انتشار فناوری

۶. توسعه و ارتقای منابع انسانی

۷. تولید کالاها و ارائه خدمات (سازمان همکاری های اقتصادی، ۱۹۹۹).

کوک و آندره^{۱۰} (۲۰۰۴) نظام نوآوری را مشتمل بر ابعاد و کارکردهای تولید و مبادله دانش، حمایت از ایجاد و انتشار دانش و سیاستگذاری می دانند (سعیدی و همکاران، ۱۴۰۰).

ستاد نانو (۱۳۸۴) کارکردهای نظام ملی نوآوری فناوری نانو را سیاستگذاری کلی، ظرفیت ایجاد دانش، تأمین بودجه و تسهیل نوآوری و کارآفرینی، و توسعه نیروی انسانی معرفی کرده است (کلانتری و منتظر، ۱۳۹۵).

حمیدی زاده و همکاران (۱۴۰۲) با الهام گرفتن از سیستم مانا در تفکر سیستمی، کارکردهایی که می توان برای نگاشت نهادی نظام بانکی عنوان کرد را تعریف کردند؛ این کارکردها عبارتند از: فرایند اصلی تولید و خدمات و زیرفرایندهای مرتبط، مدیریت و هماهنگی فرایندهای کارکرد اول، نظارت و پایش، امور مرتبط با آینده و محیط سیستم، سیاستگذاری و هدفگذاری کلان (حمیدی زاده و همکاران، ۱۴۰۲).

شش نقش و کارکردی که در نگاشت نهادی بر اساس نظام ملی نوآوری وجود دارد عبارتند از:

۱. کارآفرینی: نقش و کارکردی است که به منظور انعکاس نوآوری در ارائه یک محصول یا خدمت تعریف می شود. این نقش بدین معناست که ایده نوآورانه به چه میزان عینیت بیرونی یافته و توانسته به محصول یا خدمت تبدیل شود. به عبارت دیگر در این نقش میزان تکامل چرخه ایده تا محصول/خدمت نشان داده می شود.

۲. خلق و نشر دانش: کلیه فعالیت هایی که توسط موسسات علمی، آموزشی و پژوهشی جهت تولید پژوهش های بنیادی، نظریات مبنایی و پایه و ارائه راه حل های علمی کاربردی به مسائل محیطی و واقعی میدانی انجام می

پذیرد. علاوه بر این دانشگاه ها و موسسات پژوهشی از طریق تربیت نیروی متخصص مورد نیاز برای محیط واقعی در ایفای این کارکرد نقش آفرینی می کنند.

۳. جهت دهی به سیستم: به فعالیت های سیاستگذارانه و خط مشی گذارانه مانند تدوین قوانین و مقررات، تعریف اهداف استراتژیک، مأموریت و چشم انداز و تعریف شاخص های کنترل استراتژیک مسیر حرکت نوآوری اطلاق می شود؛ کلیه فعالیت های تقنینی، تنظیم گری و نظارت کلان بر فعالیت ها که عموماً توسط قوای سه گانه صورت می پذیرد در این کارکرد جای می گیرد.

۴. مشروعیت بخشی: به کلیه فعالیت هایی که باعث ترویج یک نوآوری می شود مشروعیت بخشی گویند؛ فعالیت های رسانه ای، تبلیغاتی، متقاعدسازی، گفتمان سازی و جریان سازی در محیط در این کارکرد می گنجد.

۵. بسیج منابع و امکانات: به تخصیص و توزیع منابع انسانی، منابع مالی، منابع مادی و سایر منابع برای پشتیبانی از نوآوری اطلاق می شود.

۶. شکل دهی به جامعه هدف/کاربر: به کلیه فعالیت هایی که باعث ایجاد قابلیت فروش و جذب خریدار محصول یا خدمت نوآورانه می شود گفته می شود؛ فعالیت هایی مانند حمایت مالی، رشد مالیات فناوری رقیب، ایجاد بازار اولیه، معافیت مالیاتی و... از این قبیل هستند.

می توان ردپای کارکردهای مذکور را در گزارش سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در گزارش سال ۱۹۹۹ پیدا کرد. در این گزارش نمونه هایی از نگاهت نهادی در کشورهای عضو معرفی شده است که این کارکردها از این قرار هستند: سیاستگذار عمومی، پیاده سازی و اجرای سیاست ها، تحقیق و توسعه، انتشار فناوری، تأمین مالی توسعه فناورانه در شرکت ها، رگولاتوری (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۱۹۹۹).

نظام های نوآوری فناورانه را می توان به عنوان رویکردی برای تحلیل تغییرات فناورانه به کار برد. از آن جایی که تنها با تحلیل ساختاری نظام های فنی-اجتماعی نمی توان تمام جوانب تغییرات فناورانه را در نظر گرفت، این رویکرد می بایست فراهم آورنده ی چارچوبی برای تحلیل کارکردی نظام های فنی-اجتماعی باشد. ادکوئیست (۲۰۰۴) دنبال کردن فرایندهای نوآوری و یا به تعبیری دیگر، توسعه، انتشار و به کارگیری نوآوری ها در عمل را به عنوان کارکرد اصلی نظام های نوآوری قلمداد می کند. برای مطالعه ی میزان تحقق فرایندهای اصلی سیستم، محققان کارکردهای مختلفی را شناسایی کرده اند. **Error! Reference source not found.** این امر در جدول ۱-۱- نشان داده شده است.

جدول ۱-۱- فهرست کارکردهای ارائه شده توسط محققان مختلف در طول زمان

کارکردها							مراجع
حمایت از سوی گروه های پشتیبان	تامین و تخصیص منابع	شکل دهی بازار	جهت دهی به جستجو	انتشار دانش	توسعه دانش	فعالیت های کارآفرینی	(Suurs and Hekkert, 2009; Suurs et al., 2010; Suurs et al., 2010)
ایجاد مشروعیت	تامین و تخصیص منابع	شکل دهی بازار	جهت دهی به جستجو	انتشار دانش	توسعه دانش	فعالیت های کارآفرینی	(Van Alphen et al., 2009b)

کارکردها								مراجع
	مشروعیت بخشی	تامین و تخصیص منابع	ایجاد بازار	جهت‌دهی به جستجو	انتشار دانش	خلق دانش	فعالیت‌های کارآفرینی	(Van Alphen et al., 2009a)
توسعه اثرات جانبی مثبت	مشروعیت بخشی	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	تأثیرگذاری بر جهت‌دهی تصمیمات		توسعه و انتشار دانش	آزمایش‌های کارآفرینی	(Bergek et al., 2008b; Jacobsson, 2008)
	ایجاد مشروعیت/غلبه بر مقاومت در برابر تغییر	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت‌دهی به جستجو	انتشار دانش از طریق شبکه‌ها	توسعه دانش	فعالیت‌های کارآفرینی	(Alkemade et al., 2007; Hwkkert and Negro, 2009; Hekker et al., 2007a; Negro et al., 2008)
	حمایت از سوی گروه‌های پشتیبان	تامین و تخصیص منابع	شکل‌دهی بازار	جهت‌دهی به جستجو	انتشار دانش از طریق شبکه ها	توسعه دانش	فعالیت‌های کارآفرینی	(Negro et al., 2007)
		-تامین مالی فرایند نوآوری -فعالیت‌های حمایتی	شکل‌دهی بازار محصول جدید	-تامین حداقل‌های کیفی -ایجاد و تغییر ساختار صنعتی -ایجاد و تغییر قواعد	شبکه‌سازی	-تحقیق و توسعه -مزیت‌سازی -فراهم کردن خدمات مشاوره‌ای		(Edquist, 2005)
هموار کردن ایجاد اثرات جانبی مثبت		تامین منابع	هموار کردن شکل‌گیری بازار	هدایت فرایند جستجو		ایجاد دانش جدید		(Jacobsson and Bergek, 2004)
		آموزش	مصرف نهایی		ارتباط	تحقیق	اجرا	(Liu and White, 2001)
	مشروعیت بخشی فناوری و بنگاه	-ایجاد نیروی انسانی -حمایت -هموارسازی تامین مالی -ایجاد بازار نیروی کار	ایجاد بازار و انتشار دانش بازار	هدایت تکنولوژی	افزایش شبکه‌سازی	انجام تحقیقات بازار	-ایجاد و انتشار محصول جدید -ایجاد و انتشار فرصت نوآورانه	(Rickne, 2000b)
	غلبه بر مقاومت در برابر تغییر	تامین منابع	-ایجاد و شبه‌سازی بازار -تامین مشوق‌ها	-هدایت فرایند جستجو -شناسایی پتانسیل‌های توسعه	هموارسازی تبادل دانش و اطلاعات			(Johnson, 1998)

کارکردها							مراجع
			برای بنگاهها				

کارکردهای منتخب برای نگاشت نهادی توسعه هوش مصنوعی بر مبنای برنامه راهبردی و نقشه راهی است که وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات در مرکز پژوهش های خود و مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی تدوین کرده است. تکفل هر کدام از این نقش ها توسط یک یا چند نهاد دولتی، عمومی، خصوصی یا مردمی بر عهده گرفته می شود.

پیشینه تحقیق

پژوهش های بسیار محدودی در خصوص شناسایی کنشگران اصلی توسعه هوش مصنوعی در کشور انجام شده است؛ به طور کلی توسعه هوش مصنوعی با نگاهی کارکردگرایانه در کشور ادبیات علمی فقیر و اندکی دارد. با این حال پژوهشگرانی توانسته اند پیرامون توسعه هوش مصنوعی به صورت کلی و عمومی مقالاتی را به رشته تحریر در آورند. نزدیک ترین پژوهش به پژوهش حاضر را می توان پژوهش کنعانی و همکاران (۱۴۰۲) با عنوان تحلیل بوم سازگان هوش مصنوعی ایران و شناسایی خلأهای نهادی و کارکردی آن دانست؛ پژوهشگران در این مقاله با استفاده از روش تحقیق کیفی، بوم سازگان هوش مصنوعی کشور را تحلیل و الگویی پیشنهادی با ۱۶ کارکرد و هفت گروه بازیگر اصلی تدوین کرده اند. در این الگو، خلأ نهادهایی که در حال حاضر وجود ندارند یا نقش ویژه ای ایفا نمی کنند را این چنین بیان می کنند: خلأ نهاد راهبری، خلأ آگاهی بخش، خلأ استانداردها، خلأ نهاد اخلاقی، خلأ توسعه نوآوری، خلأ نهاد حکمرانی داده، خلأ کنسرسیوم ها و خوشه های کسب و کار و نهایتاً خلأ نهاد شبکه ساز (کنعانی و همکاران، ۱۴۰۲). این پژوهش به گونه ای مفید و نظام مند توانسته الگویی ارائه دهد که به تدوین مدل نهایی نگاشت نهادی توسعه هوش مصنوعی در کشور کمک بسزایی می نماید اما نقد وارد بر آن است که کارکردها و خلأها براساس یک وضعیت مطلوب، برنامه راهبردی، نقشه راه و چشم انداز شناسایی نشده است؛ به عبارت دیگر، کارکردها و خلأها وقتی به کمال خود می رسند که ابتدا برنامه راهبردی و نظام مطلوب توسعه هوش مصنوعی طراحی و شناسایی شده باشد و به مثابه یک شابلون عمل کند؛ وقتی این شابلون روی یک موضوع، ساختار، نظام و نهاد قرار می گیرد نواقص آن ها را به خوبی نمایان می سازد.

پژوهش دیگری که در این راستا انجام شده، پژوهشی است که توسط صفدری رنجبر و همکاران (۱۴۰۲)، با عنوان بررسی سیاست های توسعه زیست بوم نوآوری هوش مصنوعی در ایران نگاشته شده است؛ در این پژوهش با مطالعه تطبیقی سیاست های توسعه زیست بوم نوآوری هوش مصنوعی در شش کشور ایالات متحده، چین، انگلیس، روسیه، هند و امارات و نیز مصاحبه با خبرگان، کارکردهای اساسی هوش مصنوعی و بازیگران زیست بوم نوآوری هوش مصنوعی در ایران و نقش ها و روابط موجود بین آن ها شناسایی شده و با ارائه نگاشت های ساختاری و کارکردی، چندین سیاست برای توسعه زیست بوم نوآوری هوش مصنوعی در ایران ارائه شده است؛ بر اساس نتایج این پژوهش، ۴۲ بازیگر اصلی حکومتی، دولتی، نیمه دولتی و خصوصی در خلال هفت کارکرد عمده سیاستگذاری، آموزش، تأمین مالی، تحقیقات، شبکه سازی، فعالیت های نوآورانه و استارتآپی و توسعه زیرساخت فنی شناسایی شده است (صفدری رنجبر و همکاران، ۱۴۰۲). این پژوهش نیز، می تواند کمک شایانی به توسعه هوش مصنوعی در کشور نماید زیرا توانسته با مطالعه تطبیقی چند کشور به تعدادی کارکرد نائل شود. اما نقد وارد بر این پژوهش اولاً این است که کارکردها بر اساس سندی که از سوی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۱۹۹۹) نگاشته شده و لزوماً اقتضائات جمهوری اسلامی ایران اعم از اینکه ایران در چه مرحله ای از بلوغ و پذیرش توسعه هوش مصنوعی است در نظر نگرفته است؛ نقد دوم اینکه این پژوهش نیز برنامه راهبردی توسعه هوش مصنوعی و وضعیت مطلوب را در نظر نگرفته تا بتوان نسبت به کامل بودن آن قضاوت نمود.

در ادامه لازم است که توضیحاتی در رابطه با هر کارکرد بیان شود. ذکر این نکته لازم است که مطالب این بخش در رابطه با ادبیات نظام توسعه فناوری، برگرفته از کتاب «روش‌شناسی تدوین اسناد ملی فناوری‌های راهبردی» چاپ مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور (۱۳۹۷) می‌باشد. **Error! Reference source not found.**

۱. کارکردها و زیرکارکردها

a. کارآفرینی و کسب و کار

سیاست اصلی در این کارکرد، تمرکز بر کسب و کارهای خصوصی است. کارآفرینان از بازیگران کلیدی در نظام‌های نوآوری به شمار می‌روند و فعالیت‌های کارآفرینی را نیز می‌توان در قالب یکی از کارکردهای اصلی نظام نوآوری جای داد. فعالیت کارآفرینی عبارتست از تبدیل دانش فنی موجود به کسب‌وکارهای جدید. این کار از طریق انجام پروژه‌های اجرایی انجام می‌شود. بنابراین، از لازمه‌های انجام فعالیت کارآفرینی، وجود دانش فنی است. نکته‌ی قابل بیان آن است که هر بازیگری (شامل هر بازیگری در بخش خصوصی یا عمومی و یا بازیگران دولتی، دانشگاهی و یا صنعتی که به انجام فعالیت‌های کارآفرینی مبادرت ورزد، در آن مقطع خاص به‌عنوان کارآفرین شناخته می‌شود. بنابراین، در برخی موارد حتی دولت‌ها نیز می‌توانند در نقش کارآفرین ظاهر شوند.

به‌طور کلی می‌توان دو زیر کارکرد را برای فعالیت‌های کارآفرینی متصور شد: ایجاد فرصت‌های کاری جدید و شناساندن فرصت‌های کاری جدید. در ایجاد فرصت‌های کاری جدید، کسب سود به‌طور مستقیم مورد هدف قرار می‌گیرد؛ در حالیکه در شناساندن فرصت‌های کاری جدید، ایجاد مقبولیت برای آن محصول یا خدمت (و در سطحی بالاتر برای فناوری) هدف اصلی فعالیت است. در این حالت، با ایجاد مقبولیت برای محصول یا خدمت ارائه شده، زمینه‌ای برای کسب سود فراهم می‌شود.

می‌توان گفت که فعالیت‌های کارآفرینی شامل تلاش‌هایی است که بطور مستقیم به تجاری‌سازی محصولات و خدمات ارائه شده بر پایه‌ی دانش فنی موجود می‌پردازند. در حقیقت، این کارکرد است که یک نظام نوآوری را از یک نظام تحقیقات متمایز می‌سازد. لازم به ذکر است که انجام فعالیت‌های کارآفرینی می‌تواند منجر به شکل‌گیری دانش‌های جدید از فناوری موجود گردد. بنابراین، از یک سو خلق دانش لازمه‌ی انجام فعالیت‌های کارآفرینانه است و از سوی دیگر، فعالیت‌های کارآفرینانه با افزایش دانش فنی در رابطه با فناوری همراه است. انجام فعالیت‌های کارآفرینی عاملی برای انتخاب از میان فرصت‌های فراوان به وجود آمده در نتیجه‌ی خلق دانش است. برای توضیح بیشتر می‌توان گفت که با خلق دانش در رابطه با یک فرصت خاص، گونه‌های بیشتری را برای بهره‌جستن از آن فرصت می‌توان متصور بود. در عمل می‌بایست از میان انواع راه‌های موجود برای استفاده از یک فرصت موجود، دست به انتخاب زده شود. یکی از کارکردهای موجود در نظام نوآوری که به این نیاز پاسخ می‌دهد فعالیت‌های کارآفرینانه است. علت این ادعا آن است که کارآفرینان از میان مجموعه‌ی بی‌شماری از فرصت‌های موجود دست به انتخاب می‌زنند. با افزایش فرصت‌ها و راه‌های مختلف برای استفاده از آنها، عدم قطعیت در نظام‌های نوآوری افزایش می‌یابد. این عدم قطعیت در رابطه با دانش، کاربردها و بازار فناوری مطرح است. خروجی فعالیت‌های کارآفرینی برای نظام نوآوری کاهش عدم قطعیت موجود در سیستم از طریق انجام آزمون‌های عملی (پروژه‌های اجرایی) است. البته، از میان فعالیت‌های انجام شده در رابطه با این

کارکرد، بسیاری از آن‌ها با شکست مواجه می‌شوند و تعدادی از آن‌ها موفق خواهند بود. این موضوع به علت نوظهور بودن فناوری و لزوم انجام آزمون و خطاهای بسیار برای یافتن راه‌های مناسب برای تجاری‌سازی فناوری است. از این رو می‌توان گفت که ریسک، یکی از عناصر موجود در فعالیتهای کارآفرینانه است.

کارآفرینان را می‌توان از منظر سابقه‌ی آن‌ها در انجام فعالیتهای کارآفرینی به دو دسته تقسیم کرد: دسته‌ی اول کارآفرینان، شرکت‌هایی هستند که به فناوری جدید به مثابه‌ی فرصتی برای ورود به کسب‌وکار و استفاده از بازارهای موجود در حوزه‌ی فناوری نوظهور می‌نگرند. دسته‌ی دوم کارآفرینان نیز شرکت‌هایی را شامل می‌شوند که پیش از ظهور فناوری در بخش‌های دیگر مشغول به کار بوده‌اند. این دسته از کارآفرینان به فناوری نوظهور به چشم یک فرصت جدید برای تنوع‌بخشی به سبد کاری خود و استفاده از مزایای آن می‌نگرند. برخی از محققان بر این باورند که حضور پررنگ‌تر کارآفرینان دسته‌ی دوم در نظام‌های نوآوری از اثربخشی بیشتری برخوردار است.

وجود فضایی رقابتی بین کارآفرینان موجود در تجاری‌سازی (و نیز تولید تجاری) فناوری را می‌توان به‌عنوان هدف کلانی برای کارکرد فعالیتهای کارآفرینی دانست. تمامی فعالیتهای مربوط به این کارکرد نیز به نوعی (بصورت مثبت و یا منفی) بر حصول به این هدف اثرگذارند. در ادبیات، نمونه‌هایی از فعالیتهای مربوط به این کارکرد برشمرده شده‌اند:

- سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر صورت پذیرفته (پروژه‌های انجام شده) در تجاری‌سازی فناوری؛

- ورود شرکت‌های نوآور در عرصه‌ی تجاری‌سازی فناوری؛

- ✓ تأسیس شرکت‌های نوپا؛

- ✓ ورود شرکت‌های موجود در حوزه‌های دیگر به حوزه‌ی فناوری؛

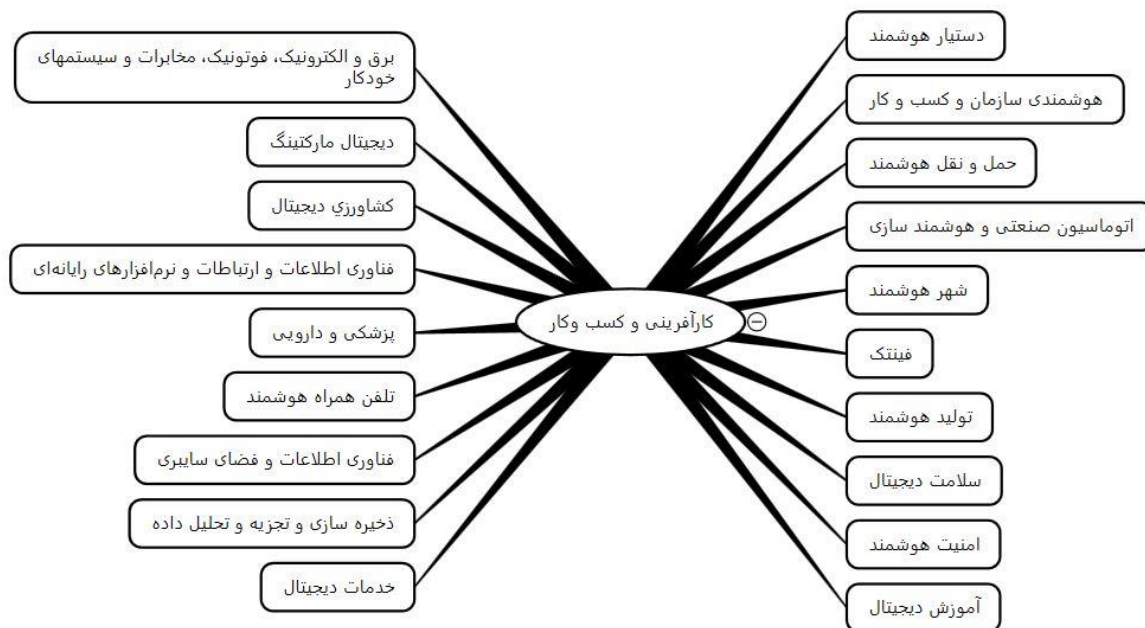
- ارائه‌ی محصولات و خدمات جدید در زمینه‌ی فناوری؛

- فعالیتهای انجام شده با هدف نمایش و توجیه‌پذیر ساختن فناوری؛

- ✓ برگزاری نمایشگاه فناوری؛

- ✓ انجام پروژه‌های نمایشی.

۱. خرده کارکردهای کارآفرینی و کسب و کار:



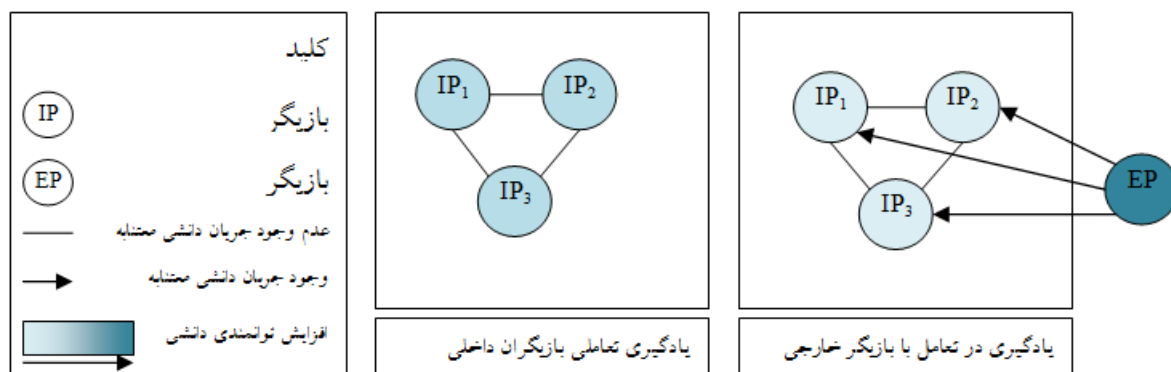
b. خلق و انتشار دانش

کارکرد خلق و انتشار دانش، دربرگیرنده‌ی تمامی فعالیت‌هایی است که می‌توان در فرایند یادگیری قرار داد. بدیهی است که این کارکرد در قلب فرایند نوآوری و در نتیجه در قلب یک نظام نوآوری جای دارد. بنابراین، تحقق این کارکرد پیش‌نیاز توسعه‌ی نظام نوآوری فناورانه تلقی می‌گردد و جزء کارکردهایی است که می‌بایست پیش از کارکردهای دیگر محقق گردد. این یادگیری در رابطه با موضوعات مختلف مانند دانش فنی فناوری نوظهور، بازار، شبکه‌ها و مصرف‌کنندگان صادق است. با این وجود، تأکید بیشتری در رابطه با یادگیری دانش فنی فناوری نوظهور وجود دارد. از این منظر (موضوع مورد تمرکز) می‌توان کارکرد خلق دانش را به دو دسته تقسیم کرد: خلق دانش فنی و خلق دانش غیرفنی.

از نگاه اقتصاد تکاملی، فرایند یادگیری و کارکرد خلق دانش موجب افزایش عمق و گستره دانش موجود می‌گردد. در صورت افزایش عمق دانش از عدم قطعیت موجود کاسته می‌شود، اما در صورت افزایش گستره دانش موجود، عدم قطعیت موجود در سیستم افزایش می‌یابد. علت وقوع رخداد دوم، افزایش تنوع در سیستم و در نتیجه، مطرح شدن گزینه‌های جدید برای توسعه‌ی سیستم است. در این صورت، دو کارکرد جهت‌دهی به سیستم و فعالیت‌های کارآفرینی، به کاستن از این عدم تعین کمک می‌کنند.

این فرایند یادگیری، به اقسام گوناگونی می‌تواند واقع شود. از مهم‌ترین انواع یادگیری رخ داده در راستای تحقق این کارکرد، یادگیری در حین جستجو (یادگیری کتابخانه‌ای) و یادگیری در حین انجام کار، یادگیری در حین تعامل و یادگیری در حین استفاده می‌باشد. البته می‌بایست به این موضوع توجه داشت که یادگیری در حین تعامل در صورت وقوع به صورت اشکال زیر در قالب این کارکرد قرار می‌گیرد: تعامل موجود بین بازیگران موجود در سیستم در حالتی که هیچ‌یک از آنان دانش مورد نظر را ندارد (همگی آن‌ها برای رسیدن به یک دانش مشترک با یکدیگر تعامل دارند و بین آن‌ها جریان

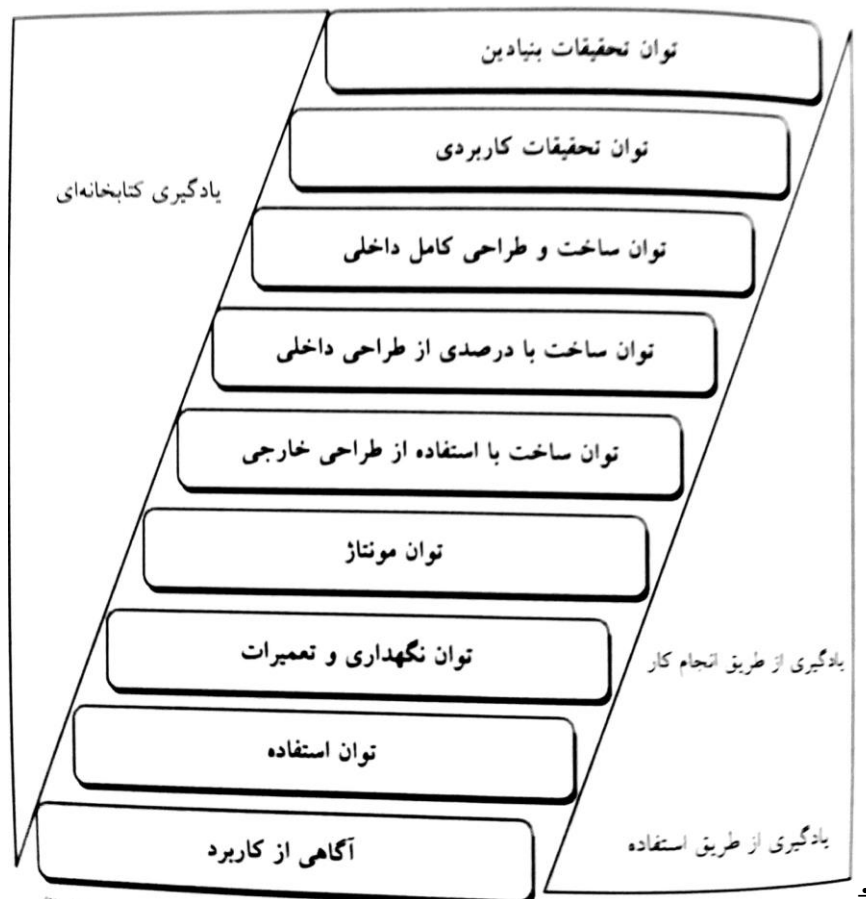
دانشی قابل توجهی وجود ندارد؛ تعامل موجود بین بازیگران موجود در سیستم با بازیگران خارج از سیستم که دانش از بازیگر خارجی به بازیگر داخلی جریان می‌یابد (شکل ۱).



شکل ۱- حالت‌های ممکن خلق دانش در حین یادگیری در حین تعامل

همچنین منبع خلق دانش می‌تواند در داخل سیستم و یا خارج از آن باشد. حالت اول خلق دانش (با منبع داخلی)، توسعه‌ی درون‌زا و حالت دوم، انتقال دانش نامیده می‌شود. بنابراین می‌توان کارکرد خلق دانش را بر مبنای منبع آن به دو دسته‌ی توسعه‌ی درون‌زا و انتقال دانش تقسیم کرد. همچنین، این دو گزینه بیانگر راه‌های موازی برای وقوع فرایند یادگیری می‌باشند.

همان‌طور که از توصیف کارکرد خلق دانش برمی‌آید، فرایند یادگیری می‌تواند در طیفی از یادگیری علوم محض تا یادگیری در محیط عملی به وقوع بپیوندد. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، اگر سطوح توانمندی فناورانه را به ۱۰ سطح تقسیم‌بندی کنیم، می‌توان ادعا نمود که در سطوح بالاتر توانمندی، یادگیری کتابخانه‌ای از نقش پررنگ‌تری برخوردار است. در سطوح پایین‌تر توانمندی فناورانه، یادگیری در حین استفاده یا یادگیری در حین انجام کار نقش پررنگ‌تری را خواهند داشت (شکل ۲). همچنین، تمرکز یادگیری تعاملی در تمامی سطوح توانمندی به یک میزان می‌باشد.



شکل ۲- رابطه میان انواع یادگیری و سطوح توانمندی

می‌توان برای دانش موجود در سیستم، سطوح مختلفی را متصور شد. این سطوح عبارتند از سطح بنگاه، صنعت و جامعه. دانش موجود در سطح بنگاه عبارتست از دانشی که مختص بنگاه‌ها بوده و برای دستیابی به آن می‌بایست آن را درون بنگاه‌ها جستجو کرد. این دانش (که سهم بیشتر آن متعلق به دانش فنی است) در رابطه با محصولات و فرایند تولید آن‌ها در حیطه‌ی تخصصی بنگاه‌ها است و معمولاً بنگاه‌ها حاضر به تسهیم آن با سایر بنگاه‌ها نمی‌شوند. دانش موجود در سطح صنعت (که سهم بیشتر آن متعلق به دانش غیرفنی است) متعلق به بنگاه خاصی نیست و حاصل از پارادایم موجود در سطح صنعت می‌باشد. برای دستیابی به دانش موجود در سطح یک صنعت می‌بایست وارد صنعت مورد نظر شد. دانش موجود در سطح جامعه نیز همچون دانش موجود در سطح صنعت متعلق به مجموعه‌ای از بازیگران موجود در آن جامعه است. برای اکتساب این نوع از دانش نیز می‌بایست وارد جامعه‌ی مورد نظر شد.

کارکرد خلق دانش، عموماً می‌تواند از طریق دانشگاه‌ها یا سایر مؤسسات تحقیقاتی برآورده شود؛ اگرچه در مواردی مانند یادگیری در حین انجام کار، کارآفرینان نیز می‌توانند مؤثر واقع شوند. همچنین، بازیگرانی که به خلق دانش می‌پردازند را می‌توان در بخش خصوصی یا عمومی شناسایی کرد. از طریق ارزیابی شاخص‌ها و رخدادهای زیر می‌توان میزان برآورده شدن این کارکرد را بررسی کرد:

- تعداد مقاله‌های ISI منتشر شده در زمینه فناوری؛

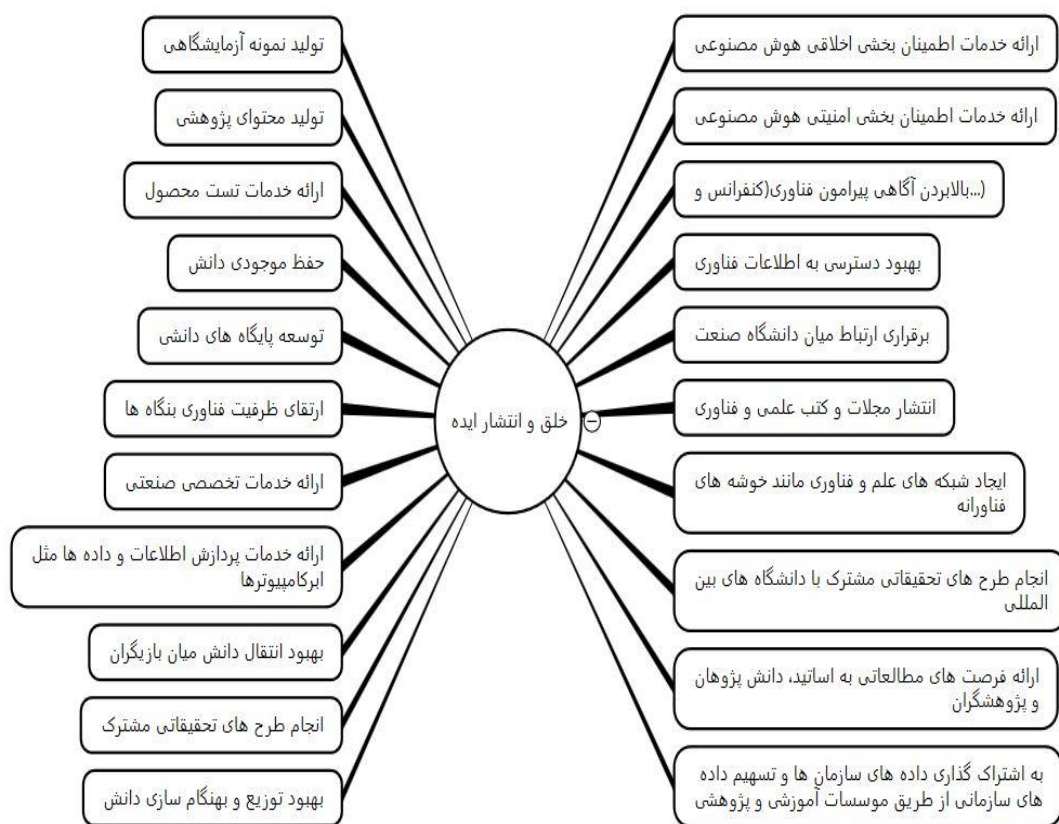
- تعداد حق اختراع‌های ثبت شده به‌صورت بین‌المللی در زمینه فناوری؛
- تعداد و اندازه‌ی نهادهای تحقیقاتی فعال در زمینه فناوری؛
- تعداد و اندازه‌ی مطالعات علمی و فنی صورت گرفته از فناوری؛
- تعداد تست‌های آزمایشگاهی انجام شده از فناوری؛
- تعداد انجام آزمایش و پیاده‌سازی فناوری در ناحیه‌ای خاص به جای محیط گسترده‌تر؛
- تعداد نمونه‌های آزمایشی ایجاد شده اولیه از فناوری.

کارکرد انتشار دانش نیز در برگیرنده مجموعه‌ای از فعالیت‌ها با هدف تسهیم و به اشتراک‌گذاری دانش و اطلاعات در میان بازیگران مختلف موجود در سیستم است. یک عامل ساختاری ضروری برای تحقق انتشار دانش، شبکه است. یکی از ویژگی‌های مهم نظام نوآوری فناورانه، وجود شبکه در ساختار آن است. مهمترین نقشی که یک شبکه قادر به برآوردن آن است، فراهم‌آوری بستری برای ایجاد جریان دانش و اطلاعات در بین بازیگران موجود در سیستم است. دو نوع از شبکه‌ها را می‌توان متصور بود: شبکه‌های نرم و شبکه‌های سخت. در شبکه‌های نرم، لزوماً دانش موجود در منبع دانشی (بازیگر برخوردار از دانش) به بازیگر خواهان دانش به صورت کامل منتقل نمی‌شود. نمونه‌هایی از این نوع از شبکه عبارتند از کنفرانس‌ها، همایش‌ها، کارگاه‌ها و پایگاه‌های اطلاعاتی مشترک بین بازیگران موجود در نظام. از این پس، این نوع از انتشار دانش، تسهیم دانش نامیده می‌شود. در شبکه‌های سخت، دانش موجود در منبع دانشی توسط بازیگر خواهان آن دریافت می‌شود. نمونه‌هایی از این نوع از شبکه‌ها عبارتند از اتحادهای استراتژیک، هاب‌های فناوری و سرمایه‌گذاری-های مشترک. از این پس، این نوع از انتشار دانش، اشتراک‌گذاری دانش نامیده می‌شود. انتشار دانش می‌تواند به دو صورت یک طرفه و دو طرفه انجام پذیرد. در حالت اول، بازیگری که دارای دانش مورد نیاز دیگران است، آن را در اختیار آنها قرار می‌دهد. در حالت دوم، بازیگران مختلف، دانش خود را که مکمل دانش یکدیگر هستند در اختیار همدیگر قرار می‌دهند.

نظام نوآوری بر این موضوع تمرکز دارد که زمانی می‌توان گفت توسعه فناوری به‌وقوع پیوسته است که بازیگران مختلف بتوانند با یکدیگر تعامل کنند. از این رو، مهمترین نقشی که کارکرد انتشار دانش بر عهده دارد، ایجاد یادگیری تعاملی است. یکی از انواع این یادگیری‌های تعاملی، یادگیری در حین استفاده است. این نوع یادگیری، بر پایه‌ی تجربه‌ی استفاده کنندگان از نظام نوآوری فناورانه قرار دارد، مانند تعاملی که بین مصرف‌کننده و تولیدکننده فناوری برقرار می‌شود. فعالیت‌های مربوط به انتشار دانش مربوط به دامنه‌ی گسترده‌ای از بازیگران و شبکه‌های بین آنها می‌شود. سیاست‌گذاران بهتر است با توسعه‌دهندگان فناوری (صنعت‌گران) رابطه برقرار کنند و توسعه‌دهندگان فناوری نیز، مناسب است تا با پژوهشگران حوزه فناوری مرتبط باشند. از طریق این ارتباطات و تعاملات، فهم مشترکی از موضوع توسعه فناوری در بین بازیگران مختلف ایجاد می‌گردد و منجر می‌شود تا ساختار با فناوری نوظهور و بالعکس سازگار شود. نمونه‌ای از رخدادها و شاخص‌های نشانگر تحقق این کارکرد، موارد زیر هستند:

- تعداد فعالیتهای تحقیق و توسعه و نوآورانه مشترک صورت پذیرفته میان واحدهای مختلف (با هدف اشتراک دانش)؛
- میزان جابه‌جایی نیروهای تحصیل کرده دانشگاهی با محوریت فناوری؛
- کنفرانس‌ها، کارگاه‌های آموزشی، پیمان‌ها و توافق نامه‌های بین بازیگران، سرمایه‌گذاری‌های مشترک صورت پذیرفته با موضوع فناوری؛
- تعداد و اندازه‌ی شبکه‌های متشکل از بازیگران موجود در نظام فناورانه.

۱. خرده کارکردهای خلق و انتشار دانش



۲. جهت‌دهی به سیستم

کارکرد جهت‌دهی به سیستم متشکل از فعالیتهایی است که به‌گزینش و محدود کردن گزینه‌های موجود در رابطه با فناوری، کاربرد آن‌ها و بازارشان در سطوح مختلف می‌پردازد. این سطوح عبارتند از سطح فراسیستم و سطوح کلان و خرد سیستم. این فعالیت‌ها به‌منظور همگرا ساختن تلاش‌های انجام گرفته در توسعه فناوری انجام می‌شوند. می‌توان این فرایند‌گزینشی را دربرگیرنده‌ی شناسایی فرصت‌های موجود در نظام نوآوری فناورانه دانست. برای توضیح بیشتر می‌توان

گفت که به علت وجود محدودیت در منابع در دسترس، از میان گزینه‌های مختلف موجود باید دست به انتخاب زد و بر آن تمرکز نمود. بدون انجام این مرحله، نیاز و انتظارات بازیگران از روند توسعه ناشناخته باقی مانده و منابع در دامنه وسیعی از گزینه‌های کاربردی و فناورانه پراکنده شده و به هدر می‌رود. در نتیجه، تعداد قابل توجهی از گزینه‌های توسعه با وجود صرف منبع برایشان، ناموفق باقی می‌مانند. برای جلوگیری از وقوع این رخداد، کارکرد جهت‌دهی به سیستم در روند توسعه فناورانه تعریف می‌گردد.

این کارکرد دارای دو جنبه‌ی مثبت و منفی است. جنبه‌ی مثبت این کارکرد می‌تواند موجب ایجاد امواج مثبت در روند توسعه فناوری شده و جنبه منفی آن مانع رشد روند توسعه می‌گردد. این کارکرد می‌تواند توسط بازیگران مختلفی از جمله صنعت، دولت و بازار تحقق پیدا کند. نکته‌ی قابل اشاره در رابطه با این کارکرد آن است که در انجام فعالیت‌های مربوط به جهت‌دهی به سیستم توسط دولت، می‌بایست این جهت‌دهی‌ها در تعامل با دیگر بازیگران موجود در سیستم انجام شود. علاوه بر بازیگران موجود در سیستم، وقوع رخدادهایی در خارج سیستم و یا انجام فعالیت‌هایی توسط بازیگران خارج از سیستم نیز می‌تواند منجر به تحقق بخشی از این کارکرد گردد.

اگر کارکرد خلق دانش، به عنوان منبع ایجاد تنوع و گسترش موضوع در فناوری در نظر گرفته شود، کارکرد جهت‌دهی به سیستم، بیانگر فرایند گزینش از بین این موضوعات متنوع است. این گزینش، نه تنها در تخصیص منابع اهمیت پیدا می‌کند، بلکه در تصویر کردن دامنه‌ی گسترده‌ی چشم‌انداز توسعه در محدوده‌ای ممکن و ایده‌آل از فناوری‌های نوظهور نیز مؤثر است. بدون این جهت‌دهی و گزینش، دامنه‌ی گسترده‌ای از فعالیت‌های خلق دانش، انتشار دانش و فعالیت‌های کارآفرینی، به جایی نمی‌رسد.

می‌توان فعالیت‌های انجام شده‌ی مربوط به این کارکرد را به سه دسته تقسیم کرد: تنظیمی، شناختی و هنجاری. در حقیقت، فعالیت‌های رخ داده در این کارکرد منجر به ایجاد، تغییر و یا از میان برداشتن نهادهای موجود در سیستم می‌شود. برای توضیح بیشتر می‌توان گفت که برخی از رخدادها می‌توانند انتظارات را نسبت به برخی گزینه‌های پیش رو افزایش دهند (شناختی). برای مثال، عملکرد خوب یک گزینه‌ی فناوری منجر به افزایش انتظارات از آن گزینه می‌گردد. با افزایش انتظارات نسبت به آن گزینه، اولویت آن گزینه در اذهان بالاتر می‌رود. این رخداد به معنای تغییر در شناخت‌های پیشین و ایجاد شناخت جدید نسبت به گزینه‌های موجود است. برخی دیگر از رخدادها می‌توانند منجر به تغییر در هنجارهای موجود شوند. برای مثال، وقوع یک رخداد طبیعی ممکن است منجر به افزایش ارزش انواع خاصی از فناوری‌های تولید انرژی (مانند انرژی‌های تجدیدپذیر) گردد. با افزایش ارزش این نوع از فناوری‌ها، پارادایم جدیدی در نظام موجود شکل می‌گیرد. در پارادایم جدید، هنجارهای جدیدی مطرح می‌شوند (گونه‌ی هنجاری جهت‌دهی به سیستم). ممکن است در نتیجه‌ی وقوع رخدادهای اثرگذار بر شناخت‌ها و هنجارهای سیستم، قوانین، مقررات، استانداردها، توافق‌نامه‌ها و بطور کلی، تصمیمات جدیدی (تنظیمی) اتخاذ گردند. اتخاذ این تصمیمات نیز می‌توانند منجر به هدایت سیستم به سوی گزینه‌های خاص شود.

نمونه‌هایی از رخدادهای مربوط به این کارکرد در ادامه آورده شده‌اند:

- وضع چشم‌اندازهای جدید برای توسعه‌ی فناوری و یا موارد دیگر که بر فناوری اثرگذارند؛

- شکل‌گیری محرک‌هایی برای توسعه‌ی فناوری یا نوع خاصی از آن (مانند ارزان شدن قیمت منابع مصرفی فناوری)؛
- شفاف‌سازی تقاضای کاربران اصلی؛
- رشد فناوری در کشورهای دیگر؛
- ایجاد تغییر در عوامل کلان اثرگذار بر سیستم (مانند تغییرات آب و هوایی)؛
- شکل‌گیری انتظاراتی درباره‌ی آینده‌ی فناوری؛
- هدف‌گذاری‌های انجام شده در سیاست‌گذاری‌های فناوری؛
- قانون‌گذاری در رابطه با فناوری؛
- تدوین استانداردها؛
- بروز نتایج مثبت از تحقیقات انجام شده در زمینه فناوری؛
- شناسایی مشکلات، فرصت‌ها و تهدیدهای موجود در رابطه با فناوری (در طول زنجیره ارزش آن).

ا. خرده کارکردهای جهت دهی به سیستم

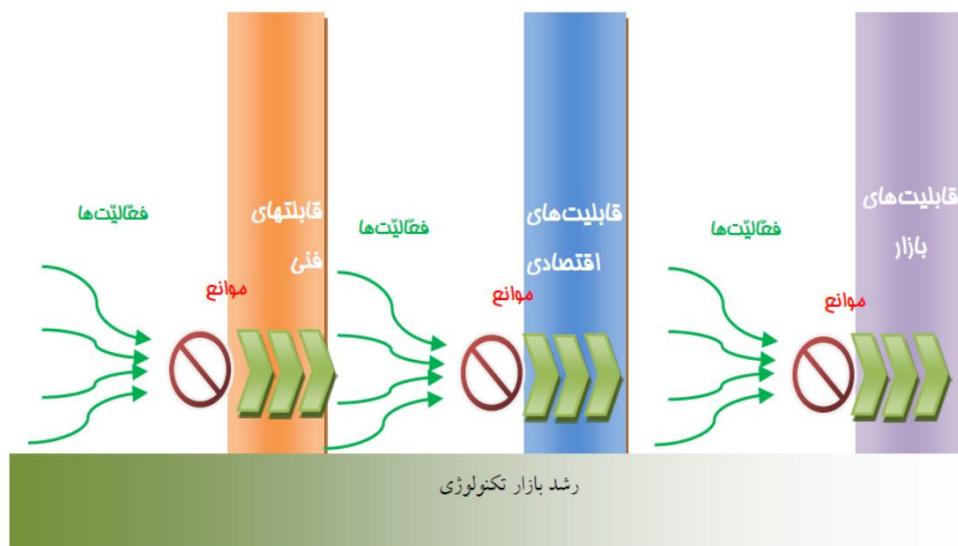
- سیاستگذاری
- تضمین امنیت
- تسهیلگری
- رگولاتوری
- نظارت

d. شکل‌گیری بازار

مجموعه‌ی فعالیت‌ها با هدف رقابت‌پذیر ساختن فناوری نوظهور نسبت به فناوری‌های موجود در عرصه‌ی بازار در طول تحقق این کارکرد قرار می‌گیرند. نباید انتظار داشت که فناوری‌های نوظهور، توانایی رقابت با فناوری‌های موجود را داشته باشند. بنابراین نیاز است تا با هدف حمایت از نوآوری، شرایطی قابل رقابت در بازار برای فناوری نوظهور پدید آید. در واقع می‌بایست با انجام مجموعه‌ای از فعالیت‌ها، برای رقابت فناوری نوظهور با سایر فناوری‌ها محیطی کنترل شده پدید آورد. نوع فعالیت‌ها و هدف میان مدت آن‌ها در طول دوره‌ی تکامل فناوری نوظهور متغیر است. به بیان دیگر، با توسعه‌ی فناوری و افزایش قابلیت‌های آن، نوع فعالیت‌های مربوط به فناوری و هدف آن‌ها برای توسعه‌ی استفاده از آن در بازار نسبت به دیگر فناوری‌ها تغییر می‌کند.

در حقیقت، یک فناوری نوظهور در مسیر رشد و توسعه خود نیازمند دستیابی به قابلیت‌هایی است که به واسطه‌ی آن‌ها بتواند در بازار نفوذ کرده و به سوی بلوغ خود حرکت نماید.

شکل‌گیری بازار هر فناوری نوظهور با پیدایش سه قابلیت، قابلیت‌های فنی، قابلیت‌های اقتصادی و قابلیت‌های بازار در آن فناوری همراه خواهد بود (شکل ۳).



شکل ۳- نمایش مسیر توسعه بازار فناوری

به عبارت دیگر، شکل‌گیری بازار فناوری در قالب دستیابی به این سه قابلیت تجلی پیدا می‌نماید. با دستیابی به هر قابلیت، توانایی‌هایی از ابعاد گوناگون در فناوری ایجاد می‌گردد و زمینه را برای نفوذ فناوری در بازار آماده می‌کند. در این‌جا مناسب است تا منظور از هر دسته از قابلیت‌ها که پیش‌نیازی برای ورود فناوری به بازار است، روشن گردد:

- قابلیت‌های فنی اشاره به قابلیت‌هایی داشته که یک فناوری با دارا بودن آن‌ها می‌تواند از لحاظ فناورانه، ممکن تلقی شود. به عبارت دیگر، زمانی که یک فناوری از قابلیت فنی برخوردار باشد، دسترسی به زیرفناوری‌های لازم برای تولید آن ممکن بوده، مواد اولیه و تجهیزات مکمل موردنیاز موجود می‌باشد، دانش کافی برای انتقال فناوری در اختیار است، کلیه‌ی اجزای فنی آن با یکدیگر سازگاری داشته (هماهنگی میان اجزا)، فناوری به خروجی قابل قبول خود دست یافته (فناوری درست عمل می‌کند و در نهایت فناوری از قابلیت اطمینان بالایی برخوردار می‌باشد. بنابراین، با دارا بودن این قابلیت در مورد یک فناوری مفروض، می‌توان از پشتیبانی کامل از بعد فناورانه در آن فناوری اطمینان حاصل نموده و دستیابی به فناوری را چه از بعد تولیدی و چه از بعد انتقال فناوری ممکن دانست.
- قابلیت اقتصادی به قابلیت‌هایی اشاره دارد که فناوری با دارا بودن آن‌ها از لحاظ اقتصادی به صرفه تلقی می‌گردد. فناوری‌ای که از قابلیت‌های اقتصادی برخوردار باشد، تحلیل هزینه فایده در مورد فناوری نتیجه‌ای مثبت (چیرگی فایده بر هزینه) به همراه داشته، هزینه‌های تولید، مونتاژ و یا انتقال آن به صرفه بوده، خروجی تولیدی از فناوری دارای ارزش بالا بوده و در مجموع ورود به بازار این فناوری پربازده تلقی می‌گردد. به‌طور قطع زمانی یک

فناوری قادر به دستیابی به این قابلیت خواهد بود که از قابلیت‌های فنی برخوردار شده باشد. به عبارت دیگر، دستیابی به قابلیت‌های فنی، پیش‌نیاز دستیابی به قابلیت‌های اقتصادی است.

- قابلیت بازار در یک فناوری به این معنی خواهد بود که علاوه بر دارا بودن قابلیت‌های فنی و اقتصادی، فناوری توانایی رقابت با سایر گزینه‌های موجود در بازار را داشته، با تمایلات مصرف‌کنندگان سازگار بوده و در نهایت قادر باشد در کنار امکان‌پذیری فنی و اقتصادی، در بازار با موفقیت توسعه پیدا کند. زمانی که یک فناوری بتواند به این قابلیت دست پیدا کند، تمام شرایط برای ورود به بازار در آن مهیا شده و از این پس با این فناوری به صورت یک محصول تجاری برخورد می‌شود.

همان‌گونه که از تعریف هر دسته از قابلیت‌های فناورانه استنباط می‌گردد، دستیابی به هر قابلیت برای فناوری، پیش‌نیازی برای دستیابی به قابلیت‌های مراحل بعدی است. در نهایت، رسیدن فناوری به مجموع این توانایی‌ها به معنی توسعه بازار برای فناوری موردنظر خواهد بود. اما همیشه روند دستیابی فناوری‌ها به قابلیت‌های فنی، اقتصادی و بازار هموار نبوده و این قابلیت‌ها به سهولت حاصل نمی‌شود.

به عبارت دیگر موانعی در مسیر توسعه ایجاد می‌گردد که دستیابی فناوری به قابلیت‌های فنی، اقتصادی و بازار را مشکل و یا حتی غیرممکن نموده و مانع ایجاد شرایط لازم برای نفوذ فناوری به بازار می‌گردد. بر مبنای قابلیت‌های معرفی شده برای فعالیت‌های انجام گرفته‌ی مربوط به شکل‌گیری بازار فناوری می‌توان سه مرحله‌ی مختلف را شناسایی کرد. در اولین مرحله می‌توان فناوری را نوظهور نامید. همان‌طور که اشاره شد، در این مرحله از توسعه، فناوری دارای مشکلات فنی بسیاری است و توانایی رقابت با سایر فناوری‌ها را ندارد. همچنین، برای رفع مشکلات فنی، می‌بایست از این فناوری استفاده شود تا بتوان عملکرد آن را سنجید. بدین منظور می‌بایست بازار اولیه‌ای برای رفع این مشکلات و بهبود عملکرد فناوری وجود داشته باشد. بازاری که در این مرحله شکل می‌گیرد، بازار آشیانه نامیده می‌شود. این بازار می‌بایست محیط حمایت‌شده‌ای برای فناوری نوظهور باشد. این محیط حمایت‌شده، مختص فناوری نوظهور است. در این محیط فرایندهای یادگیری کاملاً کاربردی در بازار انجام می‌شود و وقوع یادگیری‌های تعاملی در این مرحله دور از انتظار نیست. پس از رفع مشکلات فنی فناوری از طریق ایجاد بازاری حمایت‌شده، نوبت به کاهش هزینه‌ها برای ایجاد صرفه‌ی اقتصادی در استفاده از فناوری می‌رسد. این امر از طریق ایجاد بازار بزرگتری با نام بازار میانی امکان‌پذیر می‌شود. این بازار بستری را برای کاهش هزینه‌ی استفاده از فناوری در نتیجه‌ی پیش‌روی در منحنی یادگیری در حین استفاده مکرر از فناوری را فراهم می‌کند. با این وجود، فناوری موجود در این بازار همچنان برای رقابت با سایر فناوری‌ها نیاز به حمایت‌های بیشتر دارد.

در نهایت، فناوری موردنظر می‌بایست با سایر فناوری‌ها رقابت‌پذیر شود. بنابراین، با عبور از این مرحله، فناوری مورد نظر می‌تواند با سایر فناوری‌ها به صورت آزاد رقابت کند. در این مرحله، بازار موجود برای فناوری، بازار انبوه نامیده می‌شود. در این بازار، بازیگران مختلف در توسعه و استفاده از فناوری جایگاه خود را می‌یابند و وظایف میان آن‌ها تقسیم می‌شود. در این مرحله نیز می‌توان به قوانین تنظیم‌کننده‌ی بازار انبوه اشاره کرد.

به‌طور کلی می‌توان گفت که در صورت تجاری شدن فناوری مورد مطالعه، بازار آن توسط رقابت بنگاه‌ها و چانه‌زنی‌ها، تخفیف‌ها و موارد مشابه شکل می‌گیرد؛ اما در صورتی که هنوز فناوری موردنظر تجاری نشده باشد، قواعد و مقررات تنظیم شده توسط دولت شکل‌دهنده به بازار آن فناوری است.

کارکرد شکل‌گیری بازار، شامل فعالیت‌هایی مانند حمایت مالی از مصرف فناوری نوظهور و یا سیاست‌های مالیاتی برای فناوری‌های رقیب است که منجر به ایجاد تقاضا برای فناوری در راستای حمایت از آن می‌گردد. تفاوت میان این کارکرد و کارکرد جهت‌دهی به سیستم در آن است که در این کارکرد، گزینش نهایی توسط کاربران فناوری انجام می‌شود در حالیکه در کارکرد جهت‌دهی به سیستم کاربران نقشی در فرایند گزینش ایفا نمی‌کنند. بنابراین می‌توان کارکرد شکل‌گیری بازار را حالت خاصی از کارکرد جهت‌دهی به سیستم دانست.

با استفاده از شاخص‌ها و شناسایی فعالیت‌های مختلف، می‌توان میزان تحقق این کارکرد را سنجید. نمونه‌ای از این اقدام در ادامه آورده شده است:

- شناسایی مرحله‌ی بلوغ (دوره‌ی عمر) بازار؛
- شفاف‌سازی پتانسیل بازار؛
- تعداد و تنوع کاربران موجود برای فناوری؛
- تعداد و تنوع نهادهای تنظیم شده برای شکل‌دهی به بازار؛
- میزان عدم قطعیت موجود در برابر تولیدکنندگان و یا سرمایه‌گذاران؛
- هزینه‌های مصرف فناوری.

e. بسیج منابع

مجموعه‌ای از فعالیت‌های مربوط به تأمین و هماهنگی ورودی‌های لازم برای توسعه‌ی نظام نوآوری در راستای تحقق کارکرد تأمین و تسهیل منابع قرار می‌گیرند. دسترسی به منابع مورد نیاز، یکی از ضروری‌ترین نیازهای توسعه نظام‌های نوآوری فناورانه است. فعالیت‌هایی که در این کارکرد صورت می‌پذیرند بیشتر از جنس سرمایه‌گذاری‌هایی است که در فرایند توسعه انجام می‌شوند. همچنین، گسترش زیرساخت‌های عمومی مورد نیاز پیشرفت فناوری، مانند سیستم‌های آموزشی و تسهیلات تحقیق و توسعه نیز در زمره‌ی این کارکرد قرار می‌گیرد. در صورت عدم وجود منابع مالی و ابزارهای مورد نیاز و نیز بازیگرانی با توانایی و قابلیت‌های متمایز، یک فناوری نوظهور به هیچ وجه مورد استقبال قرار نخواهد گرفت. بنابراین، این کارکرد دارای اهمیت فراوانی در روند توسعه می‌باشد. نگاشت کارکرد تأمین و تسهیل منابع در ۴ بعد مختلف، امکان‌پذیر است:

- منابع انسانی: تأمین و هماهنگ‌سازی افراد علمی یا فنی موردنیاز برای توسعه‌ی فناوری؛
- منابع مالی: تأمین و هماهنگ‌سازی بودجه‌ها و اعتبارات موردنیاز برای توسعه‌ی فناوری؛

- منابع مادی: تأمین و هماهنگ‌سازی مواد (و در پاره‌ای اوقات، قطعات) موردنیاز برای توسعه‌ی فناوری؛
- منابع مکمل: تأمین و هماهنگ‌سازی زیرساخت‌ها، محصولات و یا خدمات مکمل موردنیاز برای توسعه‌ی فناوری.

این کارکرد می‌تواند توسط دولت، صنعت و یا هر بازیگر دیگری که در روند توسعه فناوری مشغول است، برآورده گردد. هر چه سطح بلوغ فناوری نوظهور بیشتر شود، انتظار می‌رود سهم بخش خصوصی در تأمین منابع مورد نیاز نیز بیشتر گردد. نمونه‌ای از رخدادهایی که می‌تواند منجر به تحقق این کارکرد شود، در ادامه آورده شده است:

- کمک‌های بلاعوض دولتی (یارانه)؛
- سرمایه‌گذاری‌های بخش دولتی و خصوصی در گسترش فناوری؛
- توسعه زیرساخت‌های مورد نیاز فناوری و محصولات و خدمات مکمل؛
- تأمین اولیه‌ی مورد نیاز برای توسعه‌ی فناوری از خارج کشور؛
- دردسترس بودن نیروی انسانی فنی در رابطه با فناوری موردنظر.

f. مقبولیت‌بخشی

آن دسته از فعالیت‌هایی که به دنبال ایجاد مقبولیت اجتماعی برای فناوری جدید هستند و می‌تواند منجر به تغییر نهادهای موجود در جامعه و هم راستا شدن آن‌ها با نیازهای بازیگران موجود در نظام مورد نظر گردند را می‌توان محقق‌کننده این کارکرد دانست. برای توضیح بیشتر می‌توان گفت که ظهور یک فناوری جدید، اغلب با مخالفت بازیگرانی که دارای منافع در فناوری‌های کنونی هستند، همراه می‌شود. بنابراین، نیاز است تا بازیگران فناوری نوظهور، بر این لختی موجود غلبه نمایند. این کارکرد در توسعه‌ی فناوری‌ها مانند یک کاتالیزگر عمل می‌کند و به فرایند توسعه‌ی نظام نوآوری سرعت می‌بخشد. این امر از طریق تشویق قانون‌گذاران و سیاست‌گذاران، به ایجاد آرایش‌بندی جدیدی از بدنه‌ی قواعد و مقررات مربوط به نظام نوآوری فناورانه صورت می‌پذیرد. کارکرد حمایت از سوی نهادهای پشتیبان، شامل رایزنی‌های سیاسی و رایزنی‌هایی است که بین گروه ذی‌نفعان فناوری صورت می‌پذیرد. شبکه‌ها، نقشی مهم را در تحقق این کارکرد ایفا می‌کنند. این کارکرد از اهمیت بالایی در توسعه نظام نوآوری برخوردار است؛ چراکه معمولاً در بدو توسعه‌ی یک نظام نوآوری، بازیگران موجود در آن به آسانی دست به ایجاد شبکه‌ای میان خود نمی‌زنند. از این‌رو در ارتباط با فناوری مطلوب و نیز روش دستیابی به آن اختلاف نظر وجود دارد و شناسایی یک موضع شفاف در این رابطه دشوار خواهد بود. بنابراین، ایجاد اتحاد برای توسعه‌ی فناوری امر سهلی نمی‌باشد. در اینجا وجود شبکه‌ها علاوه بر تسهیل انتشار دانش میان بازیگران، به همگرا ساختن آنان نیز کمک می‌کند. بنابراین از یک سو بازیگران موجود در نظام نوآوری با یکدیگر همکاری زیادی ندارند. از سوی دیگر به علت آنکه توسعه‌ی فناوری نوظهور منجر به کنار زده شدن برخی فناوری‌های دیگر می‌گردد، بازیگران مربوط به فناوری‌های موجود (رقیب فناوری نوظهور) که دارای تعاملات قابل توجهی با یکدیگر هستند با توسعه‌ی فناوری نوظهور مخالفت می‌کنند. بنابراین، کارکرد مقبولیت‌بخشی برای توجیه کردن فناوری نوظهور به عنوان بخشی از نظام فنی جدید و مقاومت در برابر مقابله‌های انجام گرفته از سوی بازیگران موجود اهمیت دارد.

این کارکرد، تا حد زیادی با کارکرد جهت‌دهی به سیستم شباهت دارد. بزرگترین تفاوتی که بین این دو وجود دارد، این است که کارکرد حمایت از سوی نهادهای پشتیبان، دارای قدرت اجرایی برای تغییر قواعد موجود در نظام نوآوری فناورانه نیست. این کارکرد تنها به متقاعدسازی نهادهای پشتیبان می‌پردازد و از طریق این نهادها است که با کارکردهای دیگر (مانند جهت‌دهی به سیستم و تأمین منابع) قدرت اجرایی پیدا می‌نماید.

وجود این کارکرد بیانگر این است که تغییر ساختار درون یک نظام نوآوری فناورانه، در نتیجه رقابت بین گروه‌های ذینفع در فناوری‌های مختلف حاصل می‌گردد. نتیجه‌ی این رقابت که به شکل رایزنی‌های سیاسی است، در حمایت تصمیم‌گیران از فناوری‌ها نمایان خواهد شد.

این کارکرد، عمدتاً از طریق بازیگران بخش خصوصی مانند سازمان‌های غیردولتی (NGO) و یا صنایع حامی فناوری برآورده می‌گردد، ولی بخش عمومی نیز در این کارکرد می‌تواند مؤثر واقع شود. برای نمونه، می‌توان به نقش سازمان‌های منطقه‌ای (استانی) در ترغیب دولت به سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوظهور اشاره کرد. توجه شود که در تمام فعالیت‌های این کارکرد، گروهی از بازیگران، گروهی دیگر از بازیگران دارای قدرت اجرایی را به استفاده از فناوری نوظهور ترغیب می‌کنند. نمونه‌ای از رخدادها و شاخص‌های نمایانگر تحقق این کارکرد در ادامه آورده شده است:

- میزان هم‌گرایی نهادهای موجود و نظام نوآوری فناورانه در حال توسعه؛
- میزان مقبولیت سرمایه‌گذاری در توسعه‌ی فناوری و محصولات مربوط به آن؛
- رایزنی‌های سیاسی بین گروه‌های درگیر برای حمایت از فناوری؛
- اعمال نفوذ گروه‌های پشتیبان فناوری در بخش‌های مختلف دولت و صنعت؛
- میزان حمایت از فناوری موردنظر در رسانه‌ها.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، نگاهت نهادی هوش مصنوعی با رویکرد نظام ملی نوآوری مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها نشان می‌دهند که توسعه موفق هوش مصنوعی به یک اکوسیستم نهادی قوی و هماهنگ نیاز دارد که شامل عناصر زیر باشد:

- نهادهای حمایتی: این نهادها شامل نهادهایی می‌شود که باید کارکردهای خلق و انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم، بسیج منابع و امکانات و کارکرد شکل‌دهی به بازار را ایفا کنند؛ دولت، دانشگاه‌ها، و مراکز تحقیقاتی هستند که از طریق ارائه بودجه، زیرساخت، آموزش، و سیاست‌های حمایتی، زمینه را برای توسعه و کاربرد هوش مصنوعی فراهم می‌کنند. نقش دولت در ایجاد چارچوب قانونی و نظارتی شفاف و حمایت از تحقیق و توسعه بسیار حیاتی است. هماهنگی بین این نهادها و اجتناب از موازی‌کاری برای کارایی بیشتر ضروری است.

نهادهای تجاری (کارکرد کارآفرینی و کسب و کار): شرکت‌ها و کسب‌وکارها نقش کلیدی در تجاری‌سازی و کاربرد هوش مصنوعی دارند. شبکه‌های قوی بین شرکت‌های بزرگ و استارت‌آپ‌ها، به نوآوری و انتقال دانش کمک می‌کند. وجود بازار رقابتی و حمایت از سرمایه‌گذاری در این حوزه نیز ضروری است.

وجود یک نظام ملی نوآوری قوی با نهادهای مرتبط و هماهنگ، عامل کلیدی در موفقیت توسعه و کاربرد هوش مصنوعی است. ساختار نهادی ضعیف یا هماهنگی ناکافی بین نهادها می‌تواند مانع از پیشرفت در این حوزه شود. در نتیجه، سیاست‌گذاران باید به ایجاد یک اکوسیستم نهادی پویا و کارآمد برای هوش مصنوعی اولویت دهند که به رشد پایدار و مسئولانه این فناوری کمک کند. پژوهش‌های آتی می‌توانند به بررسی مدل‌های نهادی موفق در کشورهای مختلف و شناسایی بهترین شیوه‌ها در این زمینه بپردازند. همچنین، ارزیابی دقیق‌تر تأثیر سیاست‌های مختلف بر اکوسیستم هوش مصنوعی می‌تواند به اتخاذ سیاست‌های مؤثرتر کمک کند. علاوه بر این، با توجه به این که در این مقاله زیرکارکردهای توسعه و پیاده‌سازی هوش مصنوعی شناسایی شدند، پژوهش‌های آتی می‌تواند نسبت به شناسایی و تعریف نقش، ساختار یا نهاد جدید برای ایفای این زیرکارکردها اهتمام ورزند.

منابع

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2019.a). Recommendation of the Council on Artificial Intelligence.

Azevedo, J. (1997). *Mapping reality: An evolutionary realist methodology for the natural and social sciences*. State University of New York Press.

McFadden, L., Priest, S., & Green, C. (2010). Introducing institutional mapping: A guide for SPICOSA scientists. Spicosa Project Report, Flood Hazard Research Centre, Middlesex University, London

Gordon, H. S. (2002). *The history and philosophy of social science*. Routledge.

Aligica, P. D. (2006). Institutional and stakeholder mapping: frameworks for policy analysis and institutional change. *public organization review*, 6, 79-90.

Cincera, M., & Capron, H. (2001). Assessing the Institutional Set-up of National Innovation Systems. *ULB Institutional Repository*, 207-222.

Capron, H., & Cincera, M. (2001). Assessing the institutional set-up of national innovation systems. UK: Oxford: Elsevier Science LTD.

Metcalfe, J. Stanley. "Equilibrium and evolutionary foundations of competition and technology policy: new perspectives on the division of labour and the innovation process." *The evolutionary analysis of economic policy*. Edward Elgar Publishing, 2003. 162-190.

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access*, 8, 75264-75278.

Dhamija, P. and Bag, S. (2020), "Role of artificial intelligence in operations environment: a review and bibliometric analysis", *The TQM Journal*, Vol. 32 No. 4, pp. 869-896.

Holzinger Andreas, Georg Langs, Helmut Denk, Kurt Zatloukal, Heimo Müller, 2019, Causability and explainability of artificial intelligence in medicine, *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, pp.1-13

Zhao, S., Blaabjerg, F., & Wang, H. (2020). An overview of artificial intelligence applications for power electronics. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 36(4), 4633-4658.

صفدری رنجبر، مصطفی؛ علینقیان، اشکان؛ قادری، فواد (۱۴۰۱). بررسی سیاست‌های توسعه زیست‌بوم نوآوری در حوزه هوش مصنوعی؛ شواهدی از ایران. فصلنامه زیست بوم نوآوری. دوره ۲، شماره ۱.

طباطباییان، سیدحبيب اله، و انتظاری، محمد. (۱۳۸۷). مطالعه موردی نگاهت نهادی نوآوری در صنعت برق کشور. سیاست علم و فناوری، ۱(۱)، ۵۳-۶۳. <https://sid.ir/paper/fa132984>. SID.

حسابی، فاطمه، الهی، شعبان، حسن زاده، محمد، و شایان، علی. (۱۴۰۰). چارچوب تحلیلی تجاری سازی علم و فناوری با رویکرد فراترکیب: بررسی ابعاد تحلیل، بازیگران و کارکردها. توسعه کارآفرینی، ۱۴(۳)، ۴۰۱-۴۲۰. SID. <https://sid.ir/paper/fa1008904>

حسابی، فاطمه، الهی، شعبان، حسن زاده، محمد & شایان، علی. (۱۴۰۰). چارچوب تحلیلی تجاری سازی علم و فناوری با رویکرد فراترکیب: بررسی ابعاد تحلیل، بازیگران و کارکردها. فصلنامه علمی پژوهشی توسعه کارآفرینی، 14(3), 420-401.

سعیدی، علی، رعایائی، مهدی & مقصودی، حمیدرضا. (۱۴۰۱). روش‌شناسی نگاهت نهادی در نظام علم و فناوری با رویکرد آمایشی. مجله علمی "آمایش سرزمین: 221-252, 14(1)",

کلاتتری، اسماعیل & منتظر، غلامعلی. (۱۳۹۵). مفاهیم، رویکردها و روش‌های نگاهت نهادی (با تأکید بر مطالعات نظام نوآوری). رهیافت، 26(62),

کنعانی، فاطمه، رسولیان، پریسا، حافظی، رضا، آهنگری، سعیده السادات، ۱۴۰۲، تحلیل بوم سازگان هوش مصنوعی ایران و شناسایی خلأهای نهادی و کارکردی آن، سیاست علم و فناوری، ۱۶(۲)، صص ۷۷-۵۹

حمیدی زاده، علی، کریمی، تورج، رجبی، فرهاد، ۱۴۰۲، طراحی سیستم، تحلیل نهادی و ترسیم نگاهت نهادی نظام بانکی با استفاده از مدل سیستم های مانا، پژوهش های مدیریت راهبردی، دوره ۲۹، شماره ۹۰، صص ۶۳-۸۸

<https://www.sid.ir/paper/fa132984>