مدیریت نوآوری

نشریه علمی - پژوهشی
مدیریت نوآوری
سال هفتم، شماره ٤، زمستان ۱۳۹۷
صفحه ۱۶۲-۱۳۵

آینده‌نگاری تأثیر فناوری‌های همگرا بر سیاست‌های دولت در قابلیت‌آفرینی نوآورانه

هدایت کارگر شورکی[۱]، سیدحبیب‌الله میرغفوری[۲*]، علی‌محمد سلطانی[۳]، حبیب زارع[۴]

تاریخ دریافت: ۹۷/۸/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۱۷:

چکیده

مطالعه حاضر تلاش دارد تا نقش و کارکرد دولت در قابلیت‌آفرینی نوآورانه را تحت تأثیر جریان همگرایی فناورانه مورد تحلیلی آینده‌نگرانه قرار دهد. رویکرد این پژوهش، کیفی و توصیفی بوده و در آن از استراتژی‌های تحلیل ریخت‌شناختی و سناریوسازی استفاده شده است؛ بدین‌صورت که رایج‌ترین سازوکارهای حمایت دولت از فرایند تقویت قابلیت نوآورانه شناسایی و در قالب مدلی ارائه و به‌صورت موازی، مهم‌ترین دستاوردهای حاصل از کاربرد فناوری‌های همگرا نیز بر اساس یکی از مدل‌های معتبر استخراج‌شده است؛ سپس با تشکیل نشست خبرگان و اجرای تکنیک تحلیل ریخت‌شناختی، شدت تأثیرگذاری جریان همگرایی فناورانه بر هرکدام از سازوکارهای حمایتی مورد برآورد قرارگرفته و با اجرای تکنیک سناریوسازی، سه سناریوی بدیل از آینده نقش دولت در قابلیت نوآوری تحت تأثیر فناوری‌های همگرا (شامل سناریوهای حداقلی، میانه و حداکثری) طراحی‌شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که با بهره‌گیری هوشمندانه از ظرفیت‌های انقلابی فناوری‌های همگرا می‌توان آینده مطلوب از نقش دولت در توسعه قابلیت نوآورانه را زمینه‌سازی نمود و این جایگاه را در مقایسه با شرایط فعلی به‌شدت تکامل بخشید.

واژگان کلیدی: قابلیت نوآوری، سیاست‌های دولت، همگرایی فناورانه، فناوری‌های همگرا، انبیک (شزان)، سناریوسازی.

۱- دانشجوی دکتری مدیریت، دانشگاه یزد، ایران.
۲*- دانشیار بخش مدیریت صنعتی، دانشگاه یزد، ایران./ نویسنده مسئول مکاتبات mirghafoori@yazd.ac.ir
۳- استادیار، پژوهشکده مطالعات فناوری، ایران.
۴- استادیار بخش مدیریت صنعتی، دانشگاه یزد، ایران.

۱- مقدمه

سازمان‌ها برای بقا و رشد خود نیازمند برخورداری از برخی قابلیت‌های ویژه هستند (Zawislak, et al., 2012)؛ بنابراین ضمن توسعه قابلیت‌های سازمانی خود می‌کوشند تا ساختارها و فرایندهای مورد عمل را نیز در چارچوب همین قابلیت‌ها طراحی کنند (Zehir, et al., 2015). به‌صورت کلی «قابلیت» را می‌توان مجموعه‌ای از دانش، تجربه و مهارت-هایی دانست که برای یافتن بهترین چیدمان از منابع سازمان باهدف پیش افتادن از رقبا استفاده می‌شوند (Tello-Gamarra & Zawislak, 2013). مفاهیم و پدیده‌های مختلفی به‌عنوان قابلیت موردمطالعه و معرفی قرارگرفته‌اند که از میان آن‌ها می‌توان به مواردی همچون منابع انسانی، شایستگی‌های متمایز، مهارت‌های خاص، دارایی‌های نامشهود، شایستگی‌های مرکزی، ظرفیت جذب، قابلیت‌های فناورانه و قابلیت بازاریابی اشاره کرد (Zawislak, et al., 2012). از منظری دیگر، قابلیت‌های سازمانی بر اساس نوع دانش مورداستفاده در آن‌ها به سه دسته کلی شامل کارکردی، یکپارچه‌ساز و نوآورانه تقسیم می‌شود (Lawson & Samson, 2001).

هرچند در میان صاحب‌نظران، اجماعی بر سر اینکه کدام‌یک از این قابلیت‌ها بیشتر باعث بقا و برتری سازمان می‌شود، وجود ندارد؛ اما برخی معتقدند که در این میان، «قابلیت نوآوری» به‌عنوان فراقابلیتی مطرح است که خود دربرگیرنده برخی دیگر از قابلیت‌های یادشده می‌باشد (Zawislak, et al., 2012) و در سطحی بالاتر از دیگر قابلیت‌های سازمان، می‌تواند آن‌ها را نیز مدیریت کند (Lawson & Samson, 2001). شاید دلیل این برتری نسبی را بتوان در این واقعیت اثبات‌شده سراغ گرفت که در شرایط رقابتی کنونی و رواج سرمایه‌های فکری، بنیادی‌ترین منبع برای بقا و موفقیت سازمان‌ها نوآوری است (Rajapathirana & Hui, 2018). در حقیقت باوجودآنکه بسیاری از شرکت‌ها سریع‌ترین راه برای کسب مزیت رقابتی را افزایش درآمد و صرفه‌جویی در هزینه‌ها می‌دانند، اما مطالعات علمی ثابت کرده‌اند که نوآوری را باید عاملی مهم در شکل‌گیری هرگونه مزیت رقابتی دانست (Simatupang & Widjaja, 2012)؛ ضمن آنکه شواهد علمی حاکی از آن است که فرایند نوآوری تنها در سازمان‌هایی رخ می‌دهد که دارای قابلیت و ظرفیت نوآوری باشند (Bayarçelik, et al., 2014).

توسعه قابلیت نوآوری معلول عوامل متعددی است که هم در درون سازمان و هم در محیط پیرامونی‌اش قابل ردگیری است؛ ازجمله این عوامل محیطی می‌توان به نقش دولت و نظام حکمرانی اشاره کرد. طی سال‌های اخیر، مطالعاتی درباره نقش دولت و حاکمیت در فرایند توسعه قابلیت نوآوری انجام شده است (ازجمله Wang, 2018; Hermans, et al., 2018; Xue & Xu, 2017; Bayarçelik, et al., 2014;

(Wei-li & Cai-jie, 2012; Zhen, 2011) تا کمّیت و کیفیت تأثیرگذاری دولت بر قابلیت نوآورانه را در مقایسه با دیگر عوامل تحلیل و تبیین کنند. برخی محققان معتقدند که پیوند میان نظام حکمرانی دولتی و نوآوری را باید در فرایندی تکاملی و مشترک موردبررسی قرارداد؛ چراکه این دو پدیده در طول زمان بر یکدیگر تأثیر متقابل داشته و البته از تحولات محیطی نیز تأثیر پذیرفته‌اند (Scupola & Zanfei, 2016). علاوه بر این، طی پژوهش‌های قبلی، ظرفیت‌های فناورانه به‌عنوان یکی از الزامات نهادی برای اعمال تأثیرات نظام حکمرانی بر نظام نوآوری معرفی‌شده است (مجیدپور و نامداریان، ۱۳۹۴)، اما تاکنون مطالعه‌ای آینده‌نگارانه در این حوزه صورت نگرفته است. آینده‌نگاری به‌عنوان فرایندی نظام‌مند که همگرایی و اجماع میان دیدگاه‌های متنوع را درراه تعیین چشم‌اندازهای پیش رو دنبال می‌کند، ازجمله ابزارهای مورداستفاده در سیاست‌گذاری توسعه فناوری و نوآوری محسوب می‌شود (نامداریان و همکاران، ۱۳۹۲). از سوی دیگر به نظر می‌رسد تأثیرگذاری سیاست‌های دولتی بر این فرایند، خود تحت تأثیر شرایط زمینه‌ای دیگری ازجمله نظام علم و فناوری، به‌ویژه جریان نوپدید «همگرایی فناورانه» نیز قرار دارد که می‌تواند شرایط تأثیرپذیری ظرفیت نوآوری از نقش دولت و نظام حکمرانی را به صورتی بنیادین دچار تحول نماید. تحقیق آینده‌نگارانه حاضر به‌منظور رفع خلأ مطالعاتی در این عرصه خاص و در پاسخ به این سؤال کلیدی شکل‌گرفته است که «فناوری‌های همگرا» آینده تأثیرگذاری دولت بر توسعه ظرفیت نوآوری را چگونه رقم خواهند زد. به‌بیان‌دیگر، آینده‌نگاری نفوذ جریان همگرایی فناورانه بر تأثیرپذیری ظرفیت نوآوری از نظام حکمرانی، مأموریت متمایز تحقیق حاضر در قیاس با مطالعات گذشته است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۲- مبانی نظری پژوهش

۲-۱- قابلیت نوآوری

پیتر دراکر در سال ۱۹۵۴ میلادی برای نخستین بار به مفهوم قابلیت نوآوری اشاره کرده است (Yeşil, et al., 2013). به دلیل پیچیدگی ذاتی و چندبعدی بودن این مفهوم نسبتاً جدید، تعاریف متعدد و متفاوتی از آن بر اساس رویکردها و نگرش‌های مختلف ارائه‌شده است (Ince, et al., 2016). در ساده‌ترین تعریف، قابلیت نوآوری، تنها نوعی مزیت رقابتی پایدار معرفی‌شده است که از عملکرد سازمان حمایت می‌کند (Alexe & Alexe, 2016). فرایندگرایان، قابلیت نوآوری را نوعی توانایی می‌شمرند که طی آن دانش و ایده به فرایندها و سیستم‌های جدید تبدیل می‌شوند (Lawson & Samson, 2001). به‌بیان‌دیگر این قابلیت، فناوری را به فرایندهای خاص عملیاتی، مدیریتی و تعاملی تبدیل می‌کند که به منفعت

سازمانی یعنی نوآوری منجر خواهد شد (Zawislak, et al., 2012). از سوی دیگر، برخی صاحب‌نظران با رویکرد کارکردگرایی، قابلیت نوآوری را به معنای توانایی سازگاری با تحولات فناورانه غیرمنتظره و توسعه محصولات جدید به‌منظور برآورده ساختن نیازهای حال و آینده دانسته‌اند (Ince,et al., 2016). درمجموع و با نگاهی کلی می‌توان قابلیت نوآوری را توانایی شرکت در پیکربندی مجدد و توسعه منابع و قابلیت‌های سازمانی برای نوآور بودن تفسیر کرد (Aryanto, et al., 2015).

در تبیین اهمیت و جایگاه کم‌نظیر قابلیت نوآوری، مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته است. برخی آن را مهم‌ترین عامل رشد، بقا و کسب مزیت رقابتی یا مؤثرترین عامل برای موفقیت نوآوری خوانده‌اند (Rajapathirana & Hui, 2018) و بعضی دیگر، پیامدهای مثبت این دارایی سازمان را در قالب متغیرهایی چون کارایی، بهره‌وری و منافع بازاریابی بررسی و تأیید نموده‌اند (Zawislak, et al., 2012). عده‌ای معتقدند که کوتاه شدن چرخه عمر محصولات، اهمیت قابلیت نوآوری را در کسب موفقیت نوآورانه بیشتر کرده است (Zehir, et al., 2015)؛ به طوریکه آن را به‌عنوان ضروری‌ترین عنصر برای توسعه پیامدهای نوآورانه در سازمان مطرح کرده است تا بتوان به‌صورت مستمر، دانش و مهارت‌های کارکنان را به محصولات، فرایندها و نظام سودآور برای سازمان و ذینفعانش تبدیل نمود (Rajapathirana & Hui, 2018). علی‌رغم آنکه گفته می‌شود وجود قابلیت نوآوری در سازمان، برای اجرای موفق فرایند نوآوری کافی نیست؛ چراکه باید این دارایی را با دیگر قابلیت‌های سازمان تلفیق نمود تا موفقیت‌های نوآورانه حاصل آید (Tello-Gamarra & Zawislak, 2013)، اما به نظر می‌رسد نقش برجسته این عنصر در ارتقای عملکرد نوآورانه و حتی عملکرد کلی سازمان را باید پذیرفته‌شده تلقی کرد (Yeşil, et al., 2013).

ایجاد و حفظ قابلیت نوآوری و همچنین تأثیرگذاری مثبت آن بر شاخص‌های عملکرد سازمانی مستلزم وجود زمینه‌ها و مقدماتی است که در نبود یا ضعف آن‌ها نمی‌توان امیدواری چندانی به شکل‌گیری این پدیده یا ایفای مؤثر نقش آن در پیشبرد اهداف نوآورانه سازمان داشت. به استناد پژوهش‌های انجام‌شده می‌توان ازجمله عوامل درون‌سازمانی مؤثر بر قابلیت نوآوری به این موارد اشاره کرد: ساختار سازمانی، کیفیت منابع انسانی، کارآمدی سیستم مدیریت دانش (Sulistiyani & Harwiki, 2016)، فرهنگ‌سازمانی، راهبرد نوآوری (Rajapathirana & Hui, 2018)، اندازه سازمان، سن سازمان، تخصص، مهارت‌ها و قابلیت‌های پویا، تیم‌های تحقیق و توسعه، منابع، مسیرهای فناورانه (Edwards-Schachter, 2018) و سرمایه مالی (Bayarçelik, et al., 2014). از سوی دیگر برخی زمینه‌ها و شرایط محیط پیرامونی از قبیل دریافت حمایت‌های نهادی، فرصت‌های بازار، فشار رقابت (Dhewanto, et al., 2012)، عدم قطعیت محیطی، سیاست‌های حمایتی دولت، میزان کامل بودن مقررات، همکاری‌های دانشگاه و صنعت، سطح

تقاضای بازار، سطح توسعه‌یافتگی فناورانه (Xue & Xu, 2017)، شرایط اقتصادی جامعه، ترجیحات مصرف‌کننده (Bayarçelik, et al., 2014) و ساختار صنعت (Jian & Zhi-guo, 2012) نیز بر قابلیت نوآوری تأثیرگذارند.

۲-۲- نقش دولت در قابلیت نوآوری

در میان عوامل محیطی مؤثر بر قابلیت نوآوری سازمان، محققان بسیاری بر اهمیت دولت و نظام حکمرانی تأکید کرده‌اند؛ هرچند که تعبیرهای مختلفی از این عنصر کلیدی صورت گرفته است که شامل: آمیخته سیاستی (Obwegeser & Müller, 2018)، مداخلات دولت در حمایت از نوآوری و فرایند تحقیق و توسعه (Wang, 2018)، انگیزه‌های نهادی و حمایت‌های مالی دولت (Hayat, et al., 2018)، محیط نهادی (Bayarçelik, et al., 2014)، حمایت مالی دولت برای تحقیق و توسعه (Sulistyo & Siyamtinah, 2016)، نهادهای حمایتی (Turner, et al., 2017)، دریافت حمایت نهادی (Dhewanto, et al., 2012)، سیاست‌های حمایتی دولت و میزان کامل بودن مقررات (Xue & Xu, 2017). درمجموع چنین به نظر می‌رسد که این نکته موردپذیرش عمومی صاحب‌نظران قرار دارد که نظام حکمرانی مقتدر و شایسته در توسعه و بهره‌برداری از قابلیت نوآوری اهمیت فراوانی دارد (Wang, 2018).

نظام حکمرانی به‌عنوان مجموعه‌ای از چیدمان‌های ساختاری ناظر بر تخصیص منابع عمومی (Scupola & Zanfei, 2016) در نقش بستر اصلی برای پیگیری و تحقق اهداف توسعه همه‌جانبه از کارکردهای متنوع و تأثیرات گسترده‌ای بر اجزای مختلف جامعه به‌ویژه سازمان‌ها برخوردار است. مطابق با «نظریه نظام نوآوری ملی» و همچنین «نظریه مارپیچ سه‌گانه»، دولت یا نظام حکمرانی یکی از عوامل تعیین‌کننده قابلیت نوآوری است. هرچند اندازه‌گیری تأثیر مداخلات دولتی در این پدیده به دلیل پیچیدگی نظام‌های نوآوری ملی، تفاوت‌های جغرافیایی و نقش مرکب دولت در سطوح مختلف، دشوار است و به همین دلیل چیستی نقش نظام حکمرانی در قابلیت نوآوری و همچنین چگونگی اعمال این دخالت‌ها موضوع مناقشات زیادی واقع‌شده است. در یک گروه‌بندی کلی می‌توان ابزارها و سازوکارهای حمایتی دولت از نوآوری را در دودسته تقسیم کرد (Edler & Georghiou, 2007): الف) طرف عرضه شامل سازوکارهای مالی (از قبیل اعطای پژوهانه به واحدهای تحقیق و توسعه صنعتی، حمایت از آموزش انسانی، حمایت از تحقیقات بخش عمومی، مشوق‌های مالیاتی و سرمایه‌گذاری مشارکتی) و سازوکارهای خدماتی (مانند شبکه‌سازی، ارائه بانک‌های اطلاعاتی، مشاوره، الگویابی و...)؛ ب) طرف تقاضا شامل سیاست‌های نظام‌مند (مانند خوشه‌بندی و زنجیره تأمین)، تنظیم‌گری و استانداردسازی،

خریدهای دولتی و حمایت از تقاضای بخش خصوصی (یارانه‌ها و مشوق‌های مالیاتی). با نگاهی دیگر می‌توان تأثیرات بالقوه نظام حکمرانی بر فرایند ایجاد، تقویت و بهره‌برداری از قابلیت نوآوری در سازمان‌ها را به شرح زیر در چند بخش اصلی معرفی نمود:

– تأثیرات نهادی و سیاستی: نظام حکمرانی می‌تواند مجموعه‌ای از سیاست‌ها را برای هدایت شرکت‌ها به سمت نوآوری فناورانه به کار بندد که درنتیجه به ارتقای قابلیت نوآوری در این سازمان‌ها منجر خواهد شد (Xue & Xu, 2017) که از آن‌ها با عنوان مقررات نوآوری‌پسند یاد می‌شود (Georghiou, et al., 2014) این ابزارهای سیاستی به سه دسته اصلی شامل سیاست‌های تحریک طرف عرضه (از قبیل کمک‌های مالی و مشوق‌های مالیاتی، یارانه‌های پژوهشی، شبکه‌سازی و...) سیاست‌های تحریک طرف تقاضا (مانند یارانه صادرات و وضع تعرفه بر واردات، تدارکات دولتی، بازاریابی و ...) و همچنین سیاست‌های زیرساخت مبادله (همچون اصلاح قوانین، اصلاح شرایط اقتصاد کلان، توسعه فرهنگ کارآفرینی و...) تقسیم می‌شوند (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۳). از سوی دیگر، نظام حکمرانی باید محیط نهادی مناسب برای شرکت‌ها جهت تکمیل قابلیت نوآوری را فراهم آورد؛ چراکه در نبود چنین نقشی، عملکرد نوآورانه شرکت‌ها به مخاطره خواهد افتاد (Bayarçelik, et al., 2014). بدین ترتیب باید پذیرفت که سیاست‌های حمایتی و نهادی دولت یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت قابلیت نوآورانه در سازمان‌ها قلمداد می‌گردد (Xue & Xu, 2017).

– تأثیرات مالی و اقتصادی: زمانی که تقاضای بخش دولتی به سمت محصولات و راه‌حل‌های نوآورانه جهت‌دهی شود، منجر به تولید پویایی‌های نوآورانه در سازمان‌های بخش خصوصی خواهد شد (Edler & Georghiou, 2007)؛ ازاین‌روست که دولت‌ها خود را برای اعمال این حمایت‌های اقتصادی آماده می‌کنند و می‌کوشند تا از طرق مختلف به‌ویژه تقویت منابع سرمایه‌گذاری برای سازمان‌ها به ارتقای قابلیت نوآوری در آن‌ها کمک نمایند (Xue & Xu, 2017) تا تقاضای دولتی را به‌عنوان موتور نوآوری بخش خصوصی، فعال سازند (Obwegeser & Müller, 2018). البته شاید نخستین گام در این راه را بتوان ایجاد محیط اقتصادی آرام و باثبات برای سازمان‌ها تعریف کرد؛ چراکه بی‌ثباتی در نظام اقتصادی، نبود تضمین‌های کاری و یا رخ دادن بحران‌های اقتصادی باعث افت سرمایه‌های لازم برای ظرفیت‌سازی نوآورانه خواهد شد (Bayarçelik, et al., 2014). البته درجه مداخله دولت در فرایند ظرفیت‌سازی نوآورانه در اقتصادهای مختلف، متغیر است و از مداخله دستوری (از طریق سیاست‌گذاری فعالانه و سرمایه‌گذاری مستقیم در حوزه‌های خاص) تا مداخله تسهیل‌گرانه (از طریق ایجاد محیط مثبت و

فراهم آوردن کالاهای عمومی برای حوزه‌های مختلف) نوسان دارد (Wang, 2018). در این میان، برخی تحقیقات نشان داده‌اند که روش‌هایی چون شراکت بخش دولتی و خصوصی می‌تواند در مقایسه با مکانیزم‌هایی چون پرداخت یارانه مستقیم، تأثیرگذاری اثربخش‌تری داشته باشد؛ چراکه شبکه‌سازی‌ها را نیز تسهیل خواهد کرد (Hermans, et al., 2018).

– تأثیرات سیاسی و حقوقی: طبیعی است که بی‌ثباتی در نظام سیاسی نیز به افت قابلیت نوآوری و جلوگیری از توسعه آن در شرکت‌ها و صنایع منجر شود (Bayarçelik, et al., 2014). عامل دیگری که تأثیر آن بر تقویت قابلیت‌های نوآورانه به تأیید رسیده، شفافیت تصمیم‌گیری‌های دولتی است (Wei-li & Cai-jie, 2012). در عرصه حقوقی نیز ظرفیت‌سازی حاکمیت از طریق تأمین حقوق مالکیت فکری و دیگر سازوکارهای مرتبط می‌تواند به توسعه قابلیت نوآورانه در سازمان‌ها بینجامد (Bayarçelik, et al., 2014)؛ ضمن آنکه به‌صورت کلی، طی پژوهش‌های معتبر، نقش کم‌نظیر قدرت قوانین محلی در حمایت از تلاش‌های نوآورانه به تأیید رسیده است (Wei-li & Cai-jie, 2012). هماهنگی‌های استراتژیک میان ابزارها و سیاست‌های مختلف حمایت از نوآوری را نیز می‌توان در این دسته از تأثیرگذاری‌های نظام حکمرانی بر نوآوری موردبررسی قرارداد (محسنی کیاسری و همکاران، ۱۳۹۶).

– تأثیرات علمی و فناورانه: سرمایه‌گذاری علمی دولت در نظام نوآوری از طریق فعالیت‌هایی چون اجرای طرح‌های آینده‌نگاری کلان و یا مطالعات ملی در حوزه بازار یا صنعت دنبال می‌شود تا از این راه، فرایند نوآوری در سازمان‌ها تسریع گردد (Georghiou, et al., 2014). علاوه بر این، نظام حکمرانی برای رفع محدودیت‌های ذاتی بخش خصوصی در ساحت نوآوری می‌تواند علاوه برافزایش ورودی علمی و فناورانه، به تقویت نظام آموزش کارکنان نیز بپردازد (Zhen, 2011). تأثیرگذاری علمی و فناورانه حاکمیت بر جریان توسعه قابلیت نوآوری در بخش خصوصی را نیز می‌توان با دو رویکرد مختلف شامل مداخلات مستقیم و غیرمستقیم دنبال کرد. هدف از مداخلات مستقیم یا دستوری، دستیابی به نتایج از پیش تعیین‌شده از طریق تغییر در الگوهای سرمایه‌گذاری و تولید در صنایع خاص مانند تأمین منابع مالی تحقیق و توسعه، تنظیم امکانات تحقیقاتی عمومی و یا کمک به انتقال نتایج علمی و فناورانه به بخش خصوصی است. در سوی مقابل، مداخلات غیرمستقیم یا تسهیل‌گرانه باهدف خلق محیط مثبت برای سازمان‌های خصوصی از طریق تهیه کالاهای عمومی همچون زیرساخت‌ها و آموزش مانند تشکیل نهادهایی برای تقویت فرهنگ و رفع موانع علمی و فناورانه برنامه‌ریزی می‌شوند (Wang, 2018).

لزوم حمایت دولت از نظام‌های نوآورانه در حوزه فناوری‌های نوظهور (مانند نانوفناوری، زیست‌فناوری،

فناوری اطلاعات و ارتباطات) به علت وجود شکست‌های بازاری زیاد در مقایسه با دیگر عرصه‌ها بسیار شدیدتر است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱)، اما باید دانست که مجموعه سیاست‌های دولتی ناظر بر قابلیت‌آفرینی نوآورانه تنها زمانی می‌توانند به اثربخشی کافی دست یابند که از زمینه‌های اجرایی مناسبی نیز برخوردار بوده و مسیری هموار برای پیاده‌سازی و اجرای عملیاتی فراورویشان ایجادشده باشد. ازجمله مهم‌ترین این زیرساخت‌ها توان فناورانه دولت برای پیگیری و اجرای سیاست‌های حمایت از نوآوری است. پژوهش‌های متعددی بر اهمیت این عامل زیرساختی تأکید کرده‌اند که تعدادی از آن‌ها توسط مجیدپور و نامداریان (۱۳۹۴) مورد مقایسه و تحلیل قرارگرفته‌اند. آن‌ها از قول مونتجوی[۱] و اتول[۲] (۱۹۷۹) به وجود فناوری مناسب و سازگار باسیاست‌های دولتی به‌عنوان متغیری کلیدی در اجرای سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری اشاره نموده‌اند؛ همچنین بر اساس نظرات هالت[۳] و رامش[۴] (۱۹۹۸) و نیز هالت و همکارانش (۱۹۹۵) دشواری‌های فنی را یکی از چالش‌های اساسی در پیاده‌سازی سیاست‌های دولتی ناظر بر توسعه علم و فناوری برشمرده‌اند. تحقیق یادشده، از زبان اکرمن[۵] و همکاران (۲۰۱۱) و همچنین کوستکا[۶] (۲۰۱۴) یکی از موانع بنیادین در مسیر عملیاتی شدن این‌گونه سیاست‌های دولتی را موانع فناورانه معرفی می‌کند؛ ضمن آنکه در میان مطالعات انجام‌شده درباره کشور ایران نیز به پژوهش رجب‌بیگی (۱۳۷۸) اشاره دارد که ناسازگاری فناورانه را در فهرست این موانع قرار داده است. درمجموع، سطح تناسب و بلوغ فناوری‌های مورداستفاده در پیاده‌سازی سیاست‌های حمایتی دولت از نوآوری بر یادگیری فنی سیاست که به تغییر تدریجی ابزارهای سیاستی براثر تحلیل میزان موفقیت تجارب سیاست‌گذاری اشاره دارد (فرتاش و همکاران، ۱۳۹۶) تأثیرگذار است.

۲-۳- همگرایی فناورانه

ازجمله روندهای تاریخی مشاهده‌شده در نظام علم و فناوری، افزایش میل به همگرایی میان دانش‌ها و فناوری‌های گوناگون است که از چند دهه پیش به صورتی فزاینده رشد می‌یابد. به‌صورت عام، واژه همگرایی را می‌توان به یکی شدن یا از بین رفتن مرزهای میان حداقل دو پدیده متمایز اطلاق کرد که در سطوح مختلفی از قبیل علم، فناوری، بازار و صنایع قابل‌مشاهده است (Kim & Kim, 2012)؛ اما منظور از اصطلاح همگرایی فناورانه، ترکیب شدن دو یا چند فناوری است که باهدف خلق محصول جدید و ایجاد بازارهای تازه انجام می‌گیرد. گرچه بسیاری از فناوری‌ها قابلیت همگرا شدن با یکدیگر رادارند و در طول تاریخ صنعت نیز محصولات بسیاری از طریق همگرایی فنّاوری‌های مختلف تولیدشده است، اما امروزه اصطلاح خاص فناوری‌های همگرا که از اوایل قرن بیست و یکم رایج شده است، بیشتر برای

اطلاق به ترکیب هم‌افزای چهار فناوری برتر شامل نانوفناوری، زیست‌فناوری، فناوری اطلاعات و علوم شناختی به کار می‌رود و برای اشاره به آن از ترکیب اختصاری NBIC (به فارسی: شزان) استفاده می‌شود. شرح مختصر اجزای تشکیل‌دهنده این موج جدید همگرایی فناورانه مطابق با شکل (۱) است:

– نانوفناوری: به فناوری ساخت و دستکاری اشیاء در مقیاس مولکولی، نانوفناوری گفته می‌شود که عمدتاً ساختارهایی در اندازه ده به توان منفی نُه متر را شامل می‌شود (McIntosh, 2010). هرچند معرفی این فناوری در قرن بیستم انجام‌شده است، اما می‌توان آن را اصلی‌ترین انقلاب فناورانه در قرن حاضر دانست و پیش‌بینی می‌شود که در آینده نیز همچنان موردتوجه فزاینده محققان و صنعتگران قرار خواهد داشت (Clarkson & Dekorte, 2006). اهمیت راهبردی این فناوری و تأثیرگذاری‌های سیاسی و فناورانه آن تا حدی است که بسیاری از دولت‌ها به‌صورت آشکارا بخشی از منابع عمومی خود را صرف توسعه نانوفناوری کرده و می‌کنند (Cobb & Gano, 2012).

– زیست‌فناوری: استفاده صنعتی از موجودات زنده یا اجزای آن‌ها پس از انجام تعدیلات و تغییرات برنامه‌ریزی‌شده در آن‌ها را می‌توان تعریفی از اصطلاح زیست‌فناوری دانست (McIntosh, 2010).

شکل (۱): اجزای تشکیل‌دهنده جریان همگرایی فناورانه شزان (Farrokhi, et al., 2014)

صاحب‌نظران، این نوع فناوری را در دسته فناوری‌های جهانی و جامع قرار داده‌اند؛ چراکه دامنه وسیعی از رشته‌های علمی و بخش‌های اقتصادی را در برمی‌گیرد و در سطوح گوناگون از جهان علم و فناوری گسترش‌یافته است (Matyushenko & Khaustova, 2015).

– فناوری اطلاعات: منظور از این اصطلاح شناخته‌شده، اشاره به سیستم‌های یکپارچه متشکل از سخت‌افزارها، نرم‌افزارها و شبکه‌های رایانه‌ای است (McIntosh, 2010) که باهدف ذخیره‌سازی، بازیابی و دستکاری داده‌ها و اطلاعات استفاده می‌شوند (Ghazinoory & Hajishirzi, 2012). امروزه این فناوری رایج را باید نوعی فرافناوری و ابزاری جهان‌گستر قلمداد نمود که در تمامی حوزه‌های علم و فناوری حضوری برجسته و ملموس یافته است (Aegerter & Benziger, 2015).

– علوم شناختی: این حوزه از علم و فناوری بر مطالعه هوش و سیستم‌های هوشمند اعم از زنده و مصنوعی تمرکز دارد (McIntosh, 2010) و مجموعه‌ای از پژوهش‌های بین‌رشته‌ای از علوم گوناگون از قبیل روان‌شناسی، زبان–شناسی، عصب‌شناسی، فلسفه، مهندسی رایانه و ... را شامل می‌شود که فرایند پردازش اطلاعات در مغز انسان را موردمطالعه قرار می‌دهند (Cai, 2011) تا به رازهای ناشناخته درباره واقعیت‌های ملموسی چون فعالیت ذهنی، فرایندهای شناختی، رفتار و ارتباطات انسان پی ببرند (Aegerter & Benziger, 2015).

همگرایی میان این چهار حوزه به‌ظاهر متفاوت از علم و فناوری را باید در این واقعیت جستجو کرد که در مقیاس نانومتر، تفاوت‌های میان سیستم‌های زنده و غیرزنده غیرقابل تشخیص خواهند شد و در چنین فضایی، بدن انسان، شامل مغز و آنچه ذهن نامیده می‌شود را می‌توان بازطراحی کرد (McIntosh, 2010). طرفداران همگرایی فناورانه انبیک مدعی هستند که این انقلاب فناورانه نوین می‌تواند بشر را صاحب قدرت فوق تصوری کند که در پرتوی آن، تغییر بنیادین جهان و شکل دادن محیط زندگی آدمی به‌صورت اتم به اتم از طریق کار با بیت‌ها، اتم‌ها، نورون‌ها و ژن‌ها امکان‌پذیر خواهد بود (Kastenhofer, 2010). به نظر می‌رسد دامنه تأثیرگذاری انقلابی و نفوذ بنیادین فناوری‌های همگرا تمام ابعاد زندگی بشر از قبیل فناوری، اقتصاد، سیاست، محیط‌زیست، سلامت، آموزش، اخلاق و... را در بر خواهد گرفت و کیفیت زندگی و کار را برای انسان تا حدی غیرقابل‌تصور ارتقا خواهد بخشید (Roco, 2007). گفته می‌شود همگرایی شزان که با حذف مرزهای میان این چهار فناوری برتر رخ می‌دهد، نه‌تنها انقلابی در عرصه علم و فناوری محسوب می‌شود؛ بلکه می‌تواند رنسانس جدیدی را در تمدن بشری به وجود آورد (Swierstra, et al., 2009).

۳- پیشینه پژوهش

مطالعات پرشماری درباره سیاست‌های دولتی ناظر بر حمایت از نوآوری صورت گرفته است. گروه نخست از این مجموعه تحقیقات، تلاش کرده‌اند تا به‌صورت ریشه‌ای، نقش دولت و سیاست‌های عمومی در نظام نوآوری بخش خصوصی را مورد کاوش قرار دهند تا حضور یا عدم حضور دولت در بازیگران اصلی این میدان را اثبات کنند. ازجمله این مطالعات، پژوهش انجام‌شده توسط خوئه[۷] و خو[۸] (۲۰۱۷) است که باهدف تحلیل عوامل مؤثر بر ظرفیت نوآوری در صنعت فناوری اطلاعات، طراحی‌شده و طی آن، عوامل بالقوه مؤثر بر نظام نوآوری را در دودسته کلان (برون‌سازمانی) و خرد (درون‌سازمان) مورد شناسایی قرار داده و در میان عوامل کلان یا برون‌سازمانی، مهم‌ترین جریان را مداخلات دولت معرفی کرده است. مطالعه بایارچلیک[۹] و همکاران (۲۰۱۴) نیز در همین رده جای می‌گیرد چراکه باهدف شناسایی و طراحی مدلی برای ارزیابی عوامل مؤثر بر نوآوری در صنایع کوچک و متوسط کشور ترکیه انجام‌گرفته است و به نقش دولت در فراهم‌سازی محیط نهادی برای توسعه نوآوری در واحدهای صنعتی، توجهی ویژه نشان داده و آن را در کنار سایر عوامل همچون شرایط مالی، اقتصادی، فرهنگی، فناورانه و... مورد تحلیل قرار داده است. وی‌لی[۱۰] و کای‌جی[۱۱] (۲۰۱۲) به دنبال طراحی نظام ارزیابی قابلیت نوآوری منطقه‌ای، پژوهشی را ترتیب داده‌اند و اگرچه تمرکز خود را بر سیستم مدیریت دانش و نقش آن در این جریان گذاشته‌اند، اما طی تحقیق خود جایگاه سیاست‌های دولتی در فرایند توسعه قابلیت نوآوری را تحت عنوان کلی محیط نوآورانه مورد شناسایی و معرفی قرار داده‌اند.

برخی دیگر از این تحقیقات مانند پژوهش هرمنس[۱۲] و همکارانش (۲۰۱۸)، تنها یکی از ابزارهای رایج در این عرصه را مورد تحلیل اثربخشی قرار داده‌اند و برخی دیگر، به تحلیل اثربخشی این سازوکارها در گستره جغرافیایی خاص یا صنعتی ویژه پرداخته و توصیه‌هایی برای ارتقای این سطح اثربخشی ارائه کرده‌اند؛ برای مثال، مطالعه ژن[۱۳] (۲۰۱۱)، که هدف از آن ارزیابی قابلیت نوآوری در سطح استانی کشور چین بوده است، نشان می‌دهد حدود دوسوم از استان‌های چین از وضعیت نسبتاً مناسبی در زمینه قابلیت نوآوری برخوردارند و دولت مرکزی را به افزایش ورودی‌های علمی و فناورانه و همچنین تلاش بیشتر برای تقویت نظام آموزش ضمن خدمت کارکنان توصیه کرده است تا از این طریق بتوان، نقایص موجود در زمینه قابلیت نوآوری را به صورتی بنیادین برطرف نمود. نکته مهم آن است که در بیشتر این تحقیقات، تأثیرگذاری مثبت سیاست‌های دولتی بر فرایند نوآوری در بخش خصوصی مورد تأیید قرارگرفته است. سطح سوم از مطالعات موجود در این حوزه به مقایسه درون‌حوزه‌ای از تأثیرات سیاستی دولت بر نوآوری

روی آورده است تا انواع مختلف این سیاست‌ها را با یکدیگر مقایسه کرده و کاراترین ابزارها را معرفی نماید. ونگ[۱۴] (۲۰۱۸) کوشیده است تا کشورهای سنگاپور و هنگ‌کنگ را از این منظر مقایسه نماید. مقایسه این دو کشور ازآن‌جهت صورت گرفته است که سنگاپور به مداخلات دولتی گسترده مشهور است؛ در حالیکه در هنگ‌کنگ سیاست عدم‌مداخله‌ای حاکم است که قدرت دولت در تأثیرگذاری بر بازار را به حداقل کاهش می‌دهد.

در مقیاس درون‌مرزی و باهدف تحلیل نقش سیاست‌های دولت در توسعه نوآوری سازمانی در کشور ایران نیز مطالعاتی چند، صورت گرفته است. در نخستین لایه از این تحقیقات (باهدف اثبات اصالت موضوع)، محمدی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای با اشاره به اهمیت فزاینده فناوری‌های نوظهوری همچون نانوفناوری، زیست‌فناوری و فاوا بر موضوع نحوه شکل‌گیری و رشد بخش زیست‌فناوری ایران متمرکزشده و به این نتیجه کلی دست‌یافته‌اند که نقش دولت در شکل‌گیری کارکردهای نهادینه‌سازی و قانونمندسازی و همچنین هدایت تحقیقات و نوآوری، نقشی کلیدی بوده و سبب شکل‌گیری سایر کارکردهای نظام نوآوری در این بخش شده است. آن‌ها وجود ظرفیت‌ها و پتانسیل‌های دانشی و بازاری اولیه را به‌عنوان موتور شکل‌گیری حمایت دولت معرفی کرده‌اند.

در ادامه و در سطح دوم از مطالعات (باهدف تحلیل اثربخشی و ارائه توصیه)، نامداریان و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهش خود به ارزیابی تأثیر آینده‌نگاری بر فرایند و نظام سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری پرداخته‌اند. آن‌ها با استفاده از روش‌شناسی ترکیبی، کارکردهای سیاستی رهیافت آینده‌نگاری را در مفاهیمی از قبیل اطلاع‌رسانی، تسهیل پیاده‌سازی، مشارکت، حمایت از تعریف، پیکربندی مجدد نظام سیاست و کارکرد نمادین موردبررسی قرار داده‌اند و چنین توصیه کرده–اند که در حوزه سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری در کشور باید ارتباط میان پژوهشگران و سیاست‌گذاران به صورتی پایدار و نظام‌مند تقویت شود.

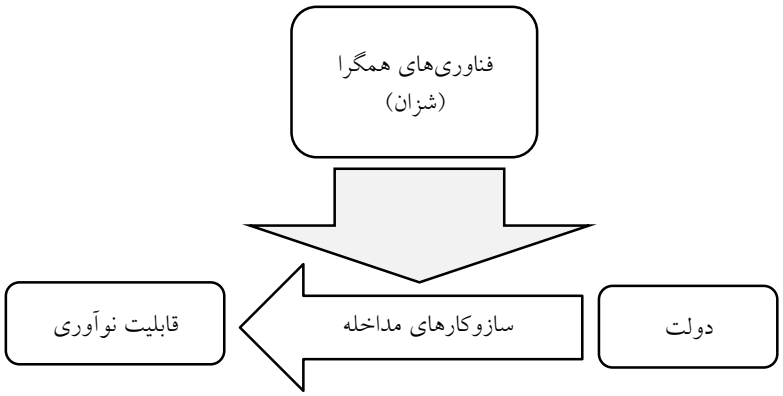
سطح سوم از این مطالعات درباره کشور ایران، با رویکرد آسیب‌شناختی، موضوع تأثیرگذاری سیاست‌های نظام حکمرانی بر نوآوری را تحلیل کرده است. برای مثال، نوروزی و همکاران (۱۳۹۳) ضمن استفاده از رویکرد فراترکیب و با بررسی بیش از ۶۷ کتاب و مقاله معتبر در زمینه سیاست‌گذاری علم و فناوری، نشان داده‌اند که در ایران، علاوه بر نبود چارچوبی مشخص برای سیاست‌گذاران علم و فناوری، توازن میان سیاست‌های عرضه و تقاضا نیز به‌خوبی رعایت نشده است. همچنین مجیدپور و نامداریان (۱۳۹۴) در پژوهشی به واکاوی موانع اجرای سیاست‌های علم و فناوری در ایران همت گماشته و با توجه به آنکه طی سال‌های اخیر، تدوین اسناد سیاستی در حوزه‌های مختلف علم و فناوری کشور به صورتی هیجانی رواج یافته است، برخی از مهم‌ترین آسیب‌های نظام اجرای سیاست‌های این حوزه را شناسایی کرده‌اند. آن‌ها در

این مطالعه، برخی اسناد تدوین‌شده در بخش‌های مختلف علم و فناوری کشور ازجمله فناوری‌های پیشرفته و نوظهوری چون سلول‌های بنیادی و هوافضا را مورد کاوش قرار داده و در یافته‌های خود، یکی از مهم‌ترین آسیب‌ها در این زمینه را عدم استفاده از مطالعات آینده‌نگارانه در تدوین اسناد سیاستی برشمرده‌اند. از دیگر موانع معرفی‌شده در این تحقیق، ساختار دیوان‌سالاری جزیره‌ای و آسیب‌های مرتبط با آن بوده است. علاوه بر این، فرتاش و همکاران (۱۳۹۶) نیز باهدف بررسی مفهوم یادگیری سیاستی و سازوکارهای آن در حوزه سیاست‌گذاری فناوری و نوآوری کشورمان به تحلیل متن برنامه‌های پنج‌ساله توسعه کشور پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که سطح بلوغ یادگیری سیاستی در این حوزه پایین است.

مرور دقیق مطالعات فوق، روایت‌کننده این واقعیت است که هرچند قابلیت نوآوری ازجمله حوزه‌های نوین مطالعاتی است که مورد استقبال پژوهشگران قرارگرفته است (Zawislak, et al., 2012) و باوجود توجه نسبی پژوهشگران پیشین به جایگاه و نقش دولت در فرایند توسعه قابلیت نوآوری، تاکنون پژوهش معتبری درباره آینده‌نگاری تأثیر فناوری‌های همگرا بر این جریان گزارش نشده است.

۴- الگوی مفهومی پژوهش

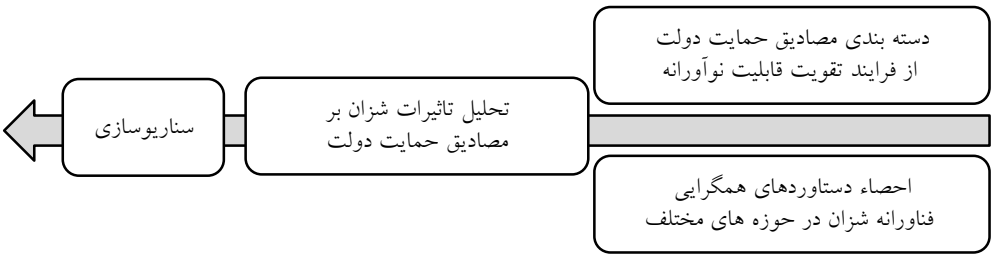
بر مبنای یافته‌های گزارش‌شده توسط پژوهش‌های پیشین می‌توان تأثیرگذاری دولت بر جریان تقویت قابلیت نوآورانه در سطح سازمان‌ها را پذیرفتنی و مورد تأیید اغلب صاحب‌نظران دانست؛ هرچند که میزان و شدت این تأثیرگذاری همچنان محل بحث اندیشه‌ورزان و محققان است. مطالعات گذشته نشان داده‌اند که نظام حکمرانی برای اعمال این تأثیرگذاری، ابزارها و سازوکارهای متعددی را به خدمت گرفته است که با رویکردهای مختلف می‌توان آن‌ها را در گروه‌هایی چون مستقیم/ غیرمستقیم، عام/ خاص، کلیدی/ غیرکلیدی، افقی/ عمودی و... طبقه‌بندی نمود (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۳). از سوی دیگر با توجه به آنکه پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه همگرایی فناورانه، از تأثیرگذاری گسترده و انقلابی فناوری‌های همگرای شزان بر ابعاد و عناصر مختلف زندگی بشر حکایت می‌کنند (Roco, 2007)، محتمل به نظر می‌رسد که این فناوری‌های نوظهور بتوانند کمیت و کیفیت تأثیرگذاری حاکمیت بر قابلیت نوآورانه را نیز دستخوش تحولی اساسی کنند. بدین ترتیب، پژوهش حاضر باهدف آینده‌نگاری نقش دولت در توسعه قابلیت نوآوری در پرتوی فناوری‌های همگرا از الگوی مفهومی ارائه‌شده در شکل (۲) تبعیت می‌کند تا بتواند تأثیرات احتمالی شزان بر سازوکارهای تأثیرگذاری دولت بر قابلیت نوآورانه را معرفی نماید.



شکل (۲): الگوی مفهومی پژوهش

۵- روش پژوهش

هدف اصلی پژوهش حاضر، آینده‌نگاری نقش دولت بر روند توسعه قابلیت نوآوری است که با نگاه ویژه به جریان همگرایی فناورانه شزان صورت می‌گیرد. افق زمانی این آینده‌نگاری، ده‌ساله در نظر گرفته‌شده است و در این راستا رویکرد کیفی و توصیفی برای طراحی پژوهش به‌کاررفته است و به‌صورت خاص از استراتژی‌های «تحلیل ریخت‌شناختی» و «سناریوسازی» استفاده‌شده است. جامعه موردتحقیق در مرحله نخست که با تکنیک تحلیل ریخت‌شناختی صورت گرفته است، تعداد پنج نفر از خبرگان متخصص در هر دو حوزه فناوری‌های همگرا و نظام حکمرانی بوده‌اند که از طریق برگزاری جلسه مشترک و اجماع، داده‌های موردنیاز پژوهش را ارائه کرده‌اند. در مرحله تدوین سناریو نیز از روش تشکیل نشست خبرگان برای همفکری در تدوین اولیه و همچنین تأیید نهایی سناریوها کمک گرفته‌شده است. به‌صورت کلی می‌توان مراحل اجرای پژوهش حاضر را بدین ترتیب برشمرد: ابتدا رایج‌ترین سازوکارهای حمایت دولت از فرایند تقویت قابلیت نوآورانه در سازمان‌ها شناسایی و در قالب مدلی ارائه‌شده است و به‌صورت موازی، مهم‌ترین دستاوردهای حاصل از کاربرد فناوری‌های همگرا در ابعاد مختلف نیز بر اساس یکی از مدل‌های معتبر و مرجع گزارش‌شده است. در ادامه با تشکیل نشست خبرگان و اجرای تکنیک تحلیل ریخت‌شناختی، شدت تأثیرگذاری جریان همگرایی فناورانه بر هرکدام از سازوکارهای حمایتی مورد تحلیل و برآورد قرارگرفته است و در پایان با استفاده از نتایج تحلیل ریخت‌شناختی و با اجرای تکنیک سناریوسازی، چند سناریوی بدیل از آینده نقش دولت در قابلیت نوآوری تحت تأثیر فناوری‌های همگرا طراحی و ارائه‌شده است. شکل (۳) خلاصه این مراحل را به تصویر کشیده است.



شکل (۳): چارچوب اجرای پژوهش

۶- تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها

۶-۱- شناسایی سازوکارهای حمایت دولت از قابلیت نوآوری

بر اساس داده‌های گردآوری‌شده از مطالعه سوابق پژوهشی مرتبط، مهم‌ترین مصادیق حمایت نظام حکمرانی از توسعه قابلیت نوآورانه در سازمان‌ها را می‌توان در هفت گروه اصلی شامل راهبردپردازی، تثبیت محیطی، اعتمادسازی، تزریق ورودی، حمایت مالی، مشارکت انتفاعی و بازارسازی به شرح جدول (۱) دسته‌بندی نمود. برای گروه‌بندی این سازوکارها از تکنیک تحلیل محتوا استفاده گردید و مدل اولیه پس از انجام اصلاحات پیشنهادشده توسط سه نفر از خبرگان حوزه نوآوری، مورد ویرایش قرارگرفته و به تأیید رسیده است. خبرگان مورد مراجعه در این بخش از پژوهش از سه گروه فرعی انتخاب‌شده‌اند: الف) یک نفر از اعضای هیئت‌علمی دانشگاه در حوزه مدیریت فناوری؛ ب) یک نفر از مدیران واحدهای تحقیق و توسعه شرکت‌های صنعتی کشور؛ ج) یک نفر از مدیران دولتی فعال در حوزه نوآوری و فناوری. معیار انتخاب اعضای نشست خبرگی، برخورداری از سابقه معتبر و مستند در حوزه موردمطالعه و همچنین علاقه‌مندی و همکاری عملی برای مشارکت در این پژوهش بوده است. هر سه خبره انتخاب‌شده در این بخش از مطالعه مرد بوده و مدارک تحصیلی آنان دکتری، دانشجوی دکتری و کارشناسی ارشد بوده است.

۶-۲- معرفی دستاوردهای همگرایی فناورانه

چندین الگوهای برای معرفی و دسته‌بندی دستاوردهای حاصل از جریان همگرایی فناورانه شزان، توسط محققان پیشنهادشده است که در این پژوهش به یکی از معتبرترین این الگوها که مرجع بسیاری از تحقیقات بعدی بوده، استناد شده است. مطابق با مدل انتخابی، دستاوردهای حاصل از فناوری‌های همگرا در هشت طبقه شامل ارتقای عصبی-مغزی، ارتقای فیزیکی و زیست‌پزشکی، زیست‌شناسی مصنوعی،

جدول (۱): خلاصه مطالعات انجام‌شده در زمینه سازوکارهای حمایت دولت از قابلیت نوآوری

عنوان گروه	عنوان سازوکار (و منبع استخراج هر یک)
راهبردپردازی	- سیاست‌گذاری (Xue & Xu, 2017) - تنظیم‌گری (Wang, 2018) - نهادسازی برای تقویت فرهنگ نوآوری (Wang, 2018) - برنامه‌ریزی برای رفع موانع نوآوری (Wang, 2018)
تثبیت محیطی	- ایجاد محیط نهادی مناسب (Bayarçelik, et al., 2014) - ایجاد محیط اقتصادی آرام و باثبات (Bayarçelik, et al., 2014) - حفظ ثبات سیاسی (Bayarçelik, et al., 2014) - زیرساخت‌سازی (Wang, 2018)
اعتمادسازی	- تأمین حقوق مالکیت فکری (Bayarçelik, et al., 2014) - ایجاد ضمانت‌های کاری (Bayarçelik, et al., 2014) - شفاف‌سازی تصمیم‌گیری‌های دولتی (Wei-li & Cai-jie, 2012)
تزریق ورودی	- انتقال علم و فناوری به صنعت (Zhen, 2011) - توانمندسازی و آموزش نیروی کار (Zhen, 2011) - فراهم‌سازی امکانات تحقیقاتی عمومی (Wang, 2018) - ارائه خدمات و کالاهای عمومی (Wang, 2018)
حمایت مالی	- پرداخت یارانه و تأمین منابع مالی تحقیق و توسعه (Wang, 2018; Hermans, et al., 2018) - اختصاص منابع دولتی برای حمایت از نوآوری (Wang, 2018) - ارائه مشوق‌ها و معافیت‌های مالیاتی (Wang, 2018)
مشارکت انتفاعی	- سرمایه‌گذاری مستقیم (Xue & Xu, 2017) - شراکت با بخش خصوصی (Hermans, et al., 2018) - خدماترسانی به گروههای حرفه‌ای (Wang, 2018)
بازارسازی	- انعقاد قراردادهای تحقیق‌وتوسعه (Wang, 2018) - انجام خریدهای دولتی از نوآوران (Wang, 2018) - کمک به انتقال نتایج نوآوری به جامعه (Wang, 2018)

رابط انسان–ماشین، حسگرها، مدل‌سازی رایانه‌بنیان جهان، تشخیص الگو و همچنین روبوت‌ها یا سیستم‌های هوشمند قابل معرفی است ((Beckert, et al., 2008). جدول (۲) مصادیق این دستاوردها را به تفکیک گروه‌های هشت‌گانه ارائه کرده است.

باید یادآوری نمود که هرکدام از دستاوردهای مندرج در جدول فوق، از این ظرفیت بالقوه برخوردارند که به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم، نظام و فرایند اجرای سازوکارهای حمایتی دولت از قابلیت نوآورانه را تحت تأثیر مثبت قرار دهند. برای نمونه می‌توان به این نکته اشاره داشت که طی پژوهش‌های پیشین، تجهیزات

جدول (۲): دسته‌بندی دستاوردهای همگرایی فناورانه (Beckert, et al., 2008)

عنوان گروه	عنوان دستاوردها
ارتقای عصبی-مغزی	- تصویربرداری دقیق از فعالیت‌های عصب‌شناختی انسان - تقویت حافظه از طریق دارودرمانی - دستکاری و ارتقای ژنتیکی بشر - تحریک مصنوعی مغز - تنظیم و تغییر میزان نیاز بدن به خواب - کاشتنی (ایمپلنت)های هوشمند پزشکی در مغز
ارتقای فیزیکی و زیست‌پزشکی	- کاشت حسگرهای نانومقیاس در بدن - آزمایشگاه روی تراشه - استقرار سیستم‌های دارورسانی مبتنی بر نانوفناوری در سرتاسر بدن - اعزام نانوروبوت‌ها به داخل بدن برای مقاصد پزشکی - ژن‌درمانی و دستکاری ژنتیکی از طریق دارو - تولید اندام‌های یدکی از طریق پزشکی بازآفرینشی
زیست‌شناسی مصنوعی	- تولید ابزارهای نانوالکترونیکی مبتنی بر زیست‌شناختی مانند دیودهای نوری زنده - تولید رایانه‌های زیست‌شناختی - بهره‌برداری از نانوروبوت‌ها یا ماشین‌های مولکولی
رابط انسان-ماشین	- برقراری ارتباط بدون واسطه مغز با ماشین - ساخت تراشه‌های رایانه‌ای قابل کاشت در مغز
حسگرها	- کنترل دقیق و لحظه‌به‌لحظه پدیده‌ها از طریق شبکه حسگرهای بی‌سیم - تولید مواد هوشمند و انطباق‌پذیر - حسگرهای پوشیدنی و تراشه‌های زیستی
مدل‌سازی رایانه‌بنیان جهان	- شبیه‌سازی رایانه‌ای محیط با واقعیت مجازی و واقعیت افزوده - ارائه اطلاعات زیست‌شناختی به شکل دیجیتال از طریق بیوانفورماتیک - پردازش داده‌های زیستی از طریق نوروانفورماتیک
تشخیص الگو	- کنترل ابزارها و ماشین‌آلات از طریق صدا - تشخیص احساسات مخاطب از طریق تحلیل رایانه‌ای چهره - شبیه‌سازی سازوکارهای ادراکی مغز انسان
روبوت‌ها و سیستم‌های هوشمند	- توسعه کاربرد هوش مصنوعی - روبوت‌های دستیار انسان و ماشین‌های هوشمند جامعه‌پذیر - اشیاء هوشمند دارای توانایی برقراری ارتباط با انسان

فنی از قبیل فناوری‌های پیشرفته پایش از راه دور یکی از زیرساخت‌های لازم برای پیاده‌سازی سیاست‌های دولت در حوزه علم، فناوری و نوآوری دانسته شده است (مجیدپور و نامداریان، ۱۳۹۴) که به مدد توسعه فناوری‌های همگرا به‌ویژه حسگرها می‌توان به ارتقای شگفت‌انگیز آن امیدوار بود؛ چراکه پیش‌بینی می‌شود

از طریق گسترش شبکه به هم پیوسته‌ای از حسگرهای بی‌سیم، پوشیدنی، کاشتنی و هوشمند، داده‌های موردنیاز از پدیده‌ها در مقیاس‌های متنوع (از بسیار کوچک تا بسیار بزرگ)، به‌صورت مستمر و با دقت بسیار بالا قابل گردآوری باشد. از دیگر زمینه‌های ضروری برای موفقیت در اجرای سیاست‌های دولتی حمایت‌کننده از نوآوری و فناوری، هماهنگی و همکاری متقابل تمامی نهادها و سازمان‌های فعال در این حوزه است (فرتاش و همکاران، ۱۳۹۶) که در جریان همگرایی فناورانه شزان، براثر ظرفیت‌های موجود در حوزه‌هایی چون مدل‌سازی رایانه‌بنیان جهان قابل ارتقا به نظر می‌رسد؛ چراکه در چنین فضایی، شبکه‌سازی کارآمد میان عناصر به همراه تزریق بهنگام دقیق‌ترین اطلاعات واقعی یا داده‌های شبیه‌سازی‌شده، امکان ایجاد سطحی پیشرفته از هماهنگی و تعامل چندجانبه میان ارکان سیاست‌گذاری نوآوری را فراهم خواهد آورد. از سوی دیگر، نگاهی به موانع و چالش‌های فراروی اعمال سیاست‌های دولتی در حمایت از نوآوری نیز روشن خواهد کرد که فناوری‌های همگرا از ظرفیت بالایی برای کمک به ارتقای اثربخشی این سیاست‌ها برخوردارند. برای نمونه، در منابع علمی موجود، ضعف ارتباط میان عناصر مختلف به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین موانع تحقق سیاست‌های حمایتی دولت از نوآوری بیان‌شده است (Georghiou, et al., 2014)؛ حال‌آنکه پیشرفت‌های روزافزون در جریان همگرایی فناورانه به‌ویژه در حوزه تشخیص الگو، امکان برقراری ارتباطاتی سریع و دقیق و با کمترین موانع فیزیکی یا ادراکی را به مدد فناوری‌های همگرا ازجمله تشخیص احساسات و شبیه‌سازی‌های ادراکی را نوید می‌دهد. همچنین فقدان نیروی انسانی آموزش‌دیده فنی، به‌عنوان یکی از موانع نهادی در مسیر پیاده‌سازی سیاست‌های دولتی ناظر بر نوآوری و فناوری معرفی‌شده است (مجید پور و نامداریان، ۱۳۹۴) که از طریق کاربرد فناوری‌های همگرا قابل‌رفع به نظر می‌رسد؛ چراکه انتقال دانش و مهارت به انسان به کمک فناوری‌های آینده در حوزه رابط انسان–ماشین و با استفاده از دستاوردهایی از قبیل برقراری ارتباط بدون واسطه مغز با ماشین و یا ساخت تراشه‌های رایانه‌ای قابل کاشت در مغز، دست‌یافتنی خواهد بود.

۶-۳- تحلیل تأثیرات شزان بر مصادیق حمایت دولت از قابلیت نوآوری

با استفاده از تکنیک تحلیل ریخت‌شناختی، تأثیرات احتمالی هرکدام از ابعاد هشت‌گانه فناوری‌های همگرا (بخش ۶-۲) بر هرکدام از گروه‌های هفت‌گانه مصادیق حمایت نظام حکمرانی از قابلیت نوآوری (بخش ۶-۱) بر اساس نظرات کارشناسی حاصل از تشکیل نشست خبرگان با حضور پنج نفر از متخصصان فعال در هر دو حوزه شزان و نظام حکمرانی مورد برآورد قرارگرفته است. بدین ترتیب، در هر بخش از جلسه، یکی از حوزه‌های هشت‌گانه شزان به‌تفصیل مورد واکاوی قرارگرفته و تأثیرات احتمالی آن بر هرکدام از سازوکارهای

حمایت دولت از قابلیت نوآوری تبیین گردید. برای نمونه هنگام طرح دستاوردهای مربوط به توسعه رابط انسان–ماشین و تأثیر آن بر سازوکار راهبردپردازی، پیش‌بینی‌هایی از قبیل کاربرد ماشین–های تحلیل‌کننده احساسات انسان در برنامه‌ریزی، رایانه‌های خودفرمانده، مهندسی فرهنگی از طریق غلبه هوش مصنوعی بر ذهن و... موردبحث و بررسی خبرگان قرار گرفت و در پایان، هرکدام از اعضای نشست، نظر خود درباره میزان تأثیرگذاری این دستاورد بر هرکدام از سازوکارهای شناسایی‌شده را در قالب عدد (از صفرتا پنج) اعلام کردند. با محاسبه میانگین این اعداد، امتیازات حاصل از نظرات خبرگان به شرح جدول (۳) تجمیع شده است. اعداد مندرج در این جدول، نشان‌دهنده احتمال و شدت تأثیرگذاری شزان بر عناصر هدف بوده است. بر اساس داده‌های ارائه‌شده در جدول فوق می‌توان برداشت کرد که از میان حوزه‌های هشت‌گانه شزان، بیشترین تأثیرگذاری از سوی دو حوزه «ارتقای عصبی– مغزی» و «روبوت‌ها و هوش مصنوعی» بر نقش حاکمیت در حمایت از قابلیت نوآوری اعمال می‌شود و کمترین تأثیرگذاری نیز به حوزه‌های «ارتقای فیزیکی و زیست‌پزشکی» و «زیست‌شناسی مصنوعی» مربوط است. از سوی دیگر، از میان ابعاد هفت‌گانه حمایت نظام حکمرانی از قابلیت نوآوری، بیشترین و کمترین تأثیرپذیری، به ترتیب در ابعاد

جدول (۳): برآورد احتمال تأثیرگذاری شزان بر ابعاد حمایت دولت از قابلیت نوآوری

دستاوردهای شزان	مصادیق حمایت دولت از قابلیت نوآوری							میانگین
	راهبردپردازی	تثبیت محیطی	اعتمادسازی	تزریق ورودی	حمایت مالی	مشارکت انتفاعی	بازارسازی	تأثیرگذاری
ارتقای عصبی–مغزی	۵	۲	۴	۵	۰	۴	۲	۳/۱
ارتقای فیزیکی و زیست‌پزشکی	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰/۳
زیست‌شناسی مصنوعی	۳	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰/۷
رابط انسان–ماشین	۴	۳	۲	۲	۱	۱	۲	۲/۱
حسگرها	۲	۴	۴	۳	۱	۱	۳	۲/۶
مدل‌سازی رایانه‌بنیان جهان	۴	۳	۱	۲	۰	۱	۴	۲/۱
تشخیص الگو	۴	۴	۳	۱	۰	۲	۲	۲/۳
روبوت‌ها و سیستم‌های هوشمند	۵	۳	۲	۲	۱	۳	۴	۲/۹
میانگین تأثیرپذیری	۳/۵	۲/۵	۲	۲/۱	۰/۴	۱/۵	۲/۱	۲

«راهبردپردازی» و «حمایت مالی» مشاهده می‌شود.

۶-۴- طراحی سناریوهای آینده

برای تدوین سناریوهای بدیل از آینده حمایت دولت از قابلیت نوآوری با تأثیرپذیری از جریان همگرایی فناورانه، از داده‌های مندرج در جدول (۳) که حاصل اجماع خبرگان این حوزه بوده است استفاده گردید. بدین ترتیب که بر مبنای میزان احتمال تأثیرگذاری هرکدام از حوزه‌های فرعی شزان بر ابعاد حمایت دولت، سه سناریوی حداقلی، میانه و حداکثری طراحی گردید. نگارش اولیه این سناریوها توسط گروه پژوهش انجام شد و در ادامه طی جلسه مشترک با حضور خبرگان تخصصی، این سناریوها مورد ویراستاری و اصلاح قرار گرفتند تا درنهایت نظرات تمامی اعضای نشست درباره مشخصات سناریوها به همگرایی رسید. برای مثال، ابتدا بخشی از تأثیرات فناوری‌های همگرا بر نظام آموزش کارکنان (به‌عنوان بخشی از سازوکارهای حمایتی دولت از قابلیت نوآوری) در قالب سناریو پیش‌بینی‌شده و در ادامه با مباحثه و تبادل‌نظر خبرگان، چارچوب این تأثیرگذاری مشخص گردید. توضیح آنکه در تدوین سناریوی حداقلی تنها تأثیراتی از شزان موردبررسی و آینده‌نگاری قرار گرفت که بر اساس نظر خبرگان، دارای بیشترین احتمال وقوع (عدد ۵) بوده‌اند؛ در طراحی سناریوی میانه، تأثیراتی که از احتمال بالای متوسط برخوردار بوده‌اند (اعداد ۳ و ۴ و ۵) مبنای تصمیم‌گیری واقع‌شده‌اند و درنهایت برای ساخت سناریوی حداکثری، تمامی تأثیرات تأییدشده توسط خبرگان (اعداد ۱ تا ۵) تحلیل‌شده‌اند. شکل (۴) مبنای شکل‌گیری این سناریوها را مقایسه کرده است.

۶-۴-۱- سناریوی حداقلی

در این نسخه از آینده، از میان ابعاد هفتگانه حمایت حاکمیت از قابلیت نوآوری، تنها ابعاد «راهبردپردازی»

شکل (۴): مبنای طراحی سناریوهای سه‌گانه

و «تزریق ورودی» تحت تأثیر جدی جریان همگرایی فناورانه شزان واقع خواهند شد و از سوی دیگر از بین حوزه‌های هشت‌گانه شزان، تنها عرصه‌های فرعی «ارتقای عصبی–مغزی» و «روبوت‌ها و هوش مصنوعی» در شکل‌گیری این آینده دخیل هستند. در چنین آینده‌ای، فعالیت راهبردپردازی دولت (سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، تدوین خط‌مشی و...) توسط هوش مصنوعی پیشرفته و انسان‌هایی با ذهن تقویت‌شده و حافظه‌های کاشتنی صورت می‌گیرد؛ درنتیجه، این برنامه‌ها و راهبردها بدون هرگونه خطا یا انحراف، طراحی و تنظیم می‌شوند. علاوه بر این، پیشرفت‌های حاصل‌شده در زمینه ارتقای عصبی–مغزی انسان، باعث می‌شود که در این آینده، دستاوردهای مراکز تولید علم و فناوری (دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها)، به‌سرعت و با کمترین خطا به صنعت منتقل شود (بُعد تزریق ورودی) و در آنجا توسط کارکنانی که به مدد فناوری‌های کاشتنی ارتقای عصبی–مغزی، توان ذهنی خویش را بهبود داده‌اند، مورد تحلیل قرارگرفته و در کمترین زمان به ایده‌های نوآورانه تبدیل گردد. از کاستی‌ها و نقاط قابل‌بهبود این آینده می‌توان به کامل نبودن چرخه حمایت از قابلیت نوآوری و همچنین نامتوازن بودن این فرایند اشاره کرد؛ چراکه از بین ابعاد هفتگانه فرایند حمایت دولت از قابلیت نوآوری تنها دو بُعد، به صورتی شگفت‌انگیز تکامل خواهند یافت؛ در حالی که دیگر مراحل این چرخه، همچنان در وضعیت سنتی به سر خواهند برد. محققان حاضر، عنوان «تبدیل پیکان به وانت» را برای این سناریوی حداقلی پیشنهاد می‌کنند که در آن تنها به تقویت جنبه‌های محدودی از یک سیستم چندبعدی و پیچیده توجه می‌شود.

۶-۴-۲- سناریوی میانه

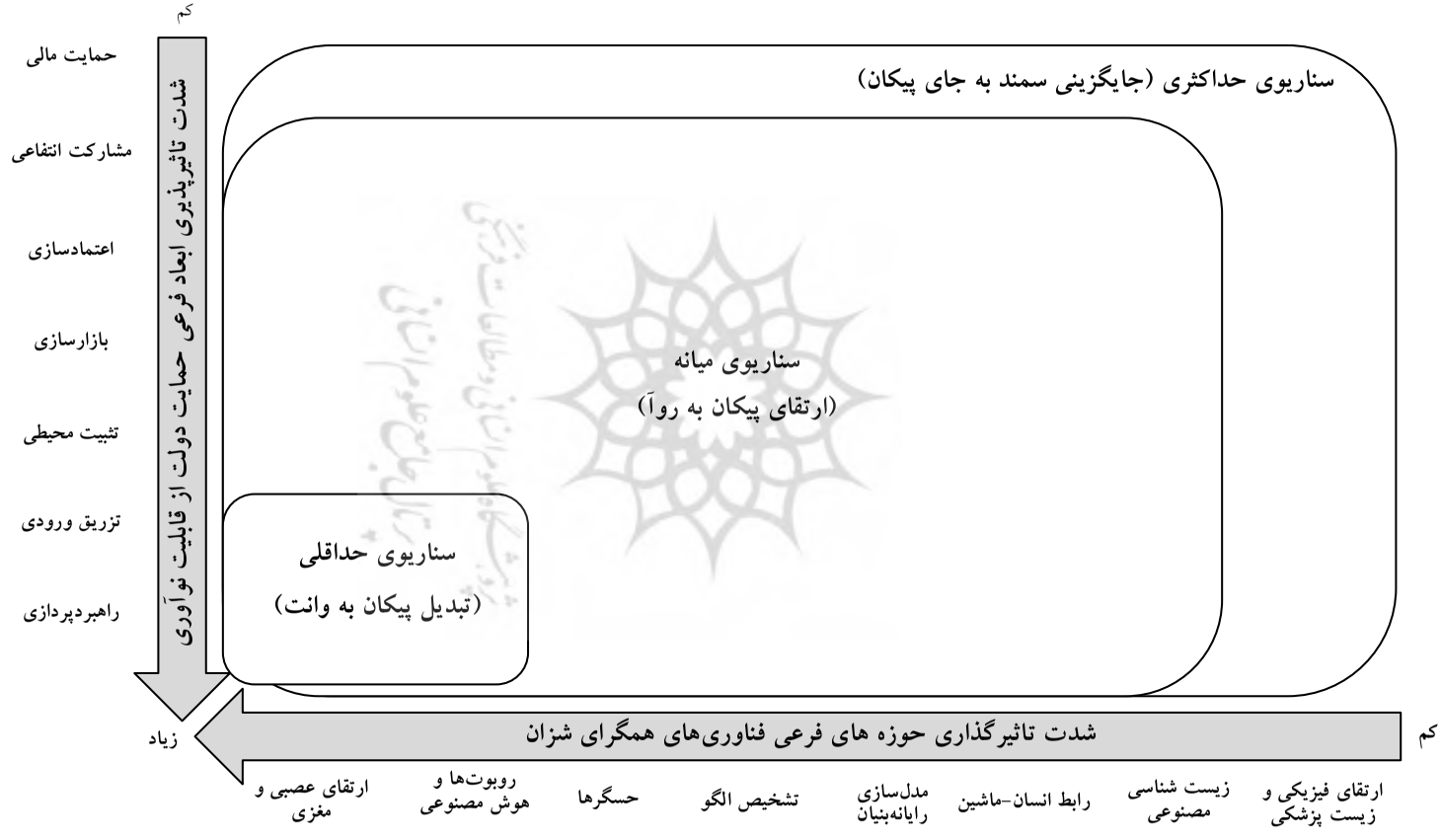
در شکل‌گیری این روایت از آینده قابلیت نوآوری، تنها حوزه فرعی «ارتقای فیزیکی و زیست‌پزشکی» از فناوری‌های همگرا مشارکت ندارد و از سوی دیگر، فقط بعد «حمایت مالی» از میان ابعاد هفتگانه حمایت دولت تحت تأثیر این جریان فناورانه قرار نمی‌گیرد. در این سناریو نظام حکمرانی توانسته است به مدد فناوری‌های همگرای شزان (به‌ویژه ارتقای توانایی‌های ذهنی انسان، توسعه هوش مصنوعی و فراگیر شدن حسگرهای مختلف) اکثر مراحل فرایند حمایت از تقویت قابلیت نوآوری در سازمان‌ها را بهبود بخشد. در چنین آینده‌ای، برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها توسط رایانه‌های زیستی و انسان‌هایی با ذهن تقویت‌شده، انجام می‌گیرد؛ پیشرفت فناوری‌های اجتماعی باعث می‌شود، ثبات محیطی موردنیاز برای رشد قابلیت‌های نوآورانه برقرار شود و اعتماد کامل میان صنعت و دولت نیز ایجاد گردد؛ یافته‌های علمی دانشگاه‌ها از طریق ساختارهای ارتباطی نوین، به‌سرعت به سازمان‌ها منتقل‌شده و توسط ماشین‌های هوشمند جامعه‌پذیر، مورد تحلیل و بهره‌برداری نوآورانه قرار می‌گیرد؛ سرمایه‌گذاری‌های دولتی در تجاری‌سازی این نوآوری‌ها به دلیل بهره‌گیری از شبیه‌سازی‌های مبتنی بر واقعیت مجازی و واقعیت افزوده، بدون کمترین خطا منجر به سودآوری

و رونق جریان نوآوری می‌شود و درنهایت، دستاوردهای نوآورانه سازمان‌ها با استفاده از اشیاء هوشمند دارای توانایی برقراری ارتباط با انسان به جامعه هدف منتقل می‌گردد. با وجود این پیشرفت‌های قابل پیش‌بینی، حمایت مالی مستقیم دولت از فعالیت نوآورانه سازمان‌ها (مانند پرداخت یارانه، مشوق‌های مالیاتی و...) پیشرفتی در مقایسه با وضعیت کنونی نخواهد داشت. باید یادآوری نمود که از یک‌سو، سهم حمایت‌های مالی از کل چرخه حمایت از قابلیت نوآوری تا حد زیادی مهم و تأثیرگذار است و از طرفی دیگر، بیشترین انتقادات به دولت در زمینه حمایت از نوآوری نیز به همین مرحله (چرایی و چگونگی حمایت مالی) مربوط بوده است (Wang, 2018). به همین دلیل با وجود محاسن پرتعداد این سناریو، مهم‌ترین ضعف آن را باید ناتوانی در اصلاح پرانتقادترین مرحله از حمایت نظام حکمرانی از قابلیت نوآوری دانست که می‌تواند مطلوبیت این سناریو را تا حد زیادی کاهش دهد. بر اساس وجود همین ضعف در شناسایی گلوگاه اصلی و ناتوانی در تقویت آن، محققان حاضر، این سناریوی میانه را با عنوان «ارتقای پیکان به روآ» معرفی می‌کنند؛ چراکه نشان‌دهنده اصلاحاتی اساسی در بیشتر اجزای یک سیستم چندبعدی و البته کم‌توجهی به تقویت عنصر مرکزی و موتور محرک آن است.

۶-۴-۳- سناریوی حداکثری

چنانکه قابل پیش‌بینی به نظر می‌رسد در این سناریو تمامی ابعاد هفتگانه حمایت دولت از قابلیت نوآوری، تحت تأثیر تمامی هشت حوزه فرعی فناوری‌های همگرا قرار خواهند داشت؛ بنابراین تمامی ویژگی‌های مثبت بیان‌شده برای سناریوی میانه، در چنین آینده‌ای نیز صادق است؛ علاوه بر آنکه مرحله حمایت مالی حاکمیت از قابلیت نوآوری در سازمان‌ها نیز به مدد توسعه پول مجازی و ارزهای دیجیتال، به صورتی هدفمند قابل‌برنامه‌ریزی است و ردگیری تأثیرات این کمک‌های مالی نیز از طریق پردازش هوشمند داده‌های اجتماعی و اقتصادی میسر می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر، تنها تفاوت میان سناریوهای میانه و حداکثری در توانایی یا ناتوانی برای بهبود وضعیت حمایت‌های مالی دولت از قابلیت نوآوری خلاصه می‌شود. البته باید توجه داشت که میزان بهبود قابل پیش‌بینی در این سناریو برای بُعد حمایت مالی در مقایسه با بهبودهای پیش‌بینی‌شده در دیگر ابعاد (به‌ویژه راهبردپردازی، تزریق ورودی، اعتمادسازی و...) ناچیز به نظر می‌رسد. با توجه به این شرایط، عنوان «جایگزینی سمند به‌جای پیکان» برای اطلاق به این سناریوی حداکثری پیشنهاد می‌شود تا حاکی از تحولی سرتاسری و بنیادین در سیستمی پیچیده باشد که منجر به تولید محصولی متفاوت و تقریباً غیرقابل مقایسه با گذشته خواهد شد.

شکل (۵) عناصر دخیل در شکل‌گیری این سناریوهای سه‌گانه را با یکدیگر مقایسه کرده و به نمایش گذاشته است.



شکل (۵): مقایسه عناصر تشکیل‌دهنده سناریوهای سه‌گانه

۷- جمع‌بندی

قابلیت نوآوری را باید فراقابلیتی دانست که بهره‌برداری از دیگر ظرفیت‌ها و قابلیت‌های سازمانی را نیز تسهیل می‌کند. تقویت و توسعه این قابلیت، تحت تأثیر عوامل درون‌سازمانی و محیطی متعددی قرار دارد که در میان آن‌ها مداخلات دولت و نظام حکمرانی از جایگاهی ویژه برخوردار است. این مداخلات مستقیم یا غیرمستقیم از طریق سازوکارها و ابزارهای متنوعی اعمال می‌شوند که خود تحت تأثیر جریان نوظهور همگرایی فناورانه قرار دارد؛ چراکه مطالعات گذشته هشدار داده‌اند تقریباً تمامی ابعاد زندگی فردی و اجتماعی بشر در آینده‌ای نه‌چندان دور تحت تأثیر شدید فناوری‌های همگرا قرار خواهند گرفت. بنابراین ضروری به نظر می‌رسد که تأثیرگذاری دولت بر قابلیت آفرینی نوآورانه در سازمان‌ها با تمرکز بر فناوری‌های همگرا مورد آینده‌نگاری واقع شود.

در این راستا ابتدا مدلی دسته‌بندی‌شده از سازوکارهای رایج در میان دولت‌ها برای تقویت نوآوری در سازمان‌ها، طراحی شد که شامل هفت گروه اصلی (راهبردپردازی، تثبیت محیطی، اعتمادسازی، تزریق ورودی، حمایت مالی، مشارکت انتفاعی، بازارسازی) است. در ادامه، تأثیرات احتمالی حوزه‌های هشت‌گانه شزان (شامل ارتقای عصبی-مغزی، ارتقای فیزیکی و زیست‌پزشکی، زیست‌شناسی مصنوعی، رابط انسان-ماشین، حسگرها، مدل‌سازی رایانه‌بنیان جهان، تشخیص الگو، روبوت‌ها و سیستم‌های هوشمند) بر هرکدام از سازوکارهای شناسایی‌شده بررسی گردید. تحلیل این داده‌ها منجر به تولید سه سناریوی مختلف در پیوستاری «حداقلی-حداکثری» گردید که هرکدام روایتی از آینده نقش دولت در تقویت قابلیت نوآورانه را ارائه می‌کنند. نتیجه جامع این پژوهش حاکی از آن است که حمایت حاکمیت از توسعه قابلیت نوآورانه در صنعت که از فرایندی چندمرحله‌ای و پیچیده برخوردار است، در افق زمانی میان‌مدت و در پرتوی بهره‌گیری شایسته از ظرفیت‌ها و کاربردهای بالقوه جریان همگرایی فناورانه شزان می‌تواند به سطوحی متعالی تکامل یابد؛ البته بسته به آن‌که نفوذ تأثیرگذاری شزان بر مراحل و ابعاد این فرایند تا چه حد با موفقیت همراه باشد، سه سناریوی مختلف شامل حداقلی، میانه و حداکثری از آینده چنین نظامی رقم خواهد خورد. بدین ترتیب، مطالعه حاضر تکمیل‌کننده زنجیره‌ای از پژوهش‌های پیشین محسوب می‌شود که حدود و کیفیت تأثیرگذاری دولت بر قابلیت نوآوری را بررسی کرده بودند، اما نگاهی به آینده این جریان تحت تأثیر فناوری‌های همگرای شزان نداشته‌اند.

به استناد یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان به «معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری» پیشنهاد کرد که برای بهبود نظام حمایت از نوآوری در سازمان‌ها، نگاهی ویژه به جریان همگرایی فناورانه داشته باشد و به‌عنوان یکی از پروژه‌های پیشران در این عرصه، برنامه‌ریزی برای رصد، انتقال و بومی‌سازی

فناوری‌های همگرای شزان به کشور را در اولویت قرار دهد. «وزارت صنعت، معدن و تجارت» نیز به‌عنوان مسئول ارتقای کیفیت و ارزش‌آفرینی واحدهای صنعتی می‌تواند از طریق اجرای برنامه‌های توجیهی عمومی و کارگاه‌های آموزشی تخصصی، میزان شناخت صاحبان صنایع از فناوری‌های همگرا و ظرفیت‌های بالقوه آن را افزایش دهد تا تقاضا برای بکارگیری این فناوری‌های نوپدید در جامعه صنعتی فراهم گردد. به دیگر پژوهشگران علاقه‌مند نیز توصیه می‌شود نقشه راه مناسب برای تحقق سناریوی مطلوب از میان گزینه‌های معرفی‌شده در این پژوهش را طراحی کنند تا سهم و نقش هرکدام از بازیگران اصلی در زمینه ایجاد چنان آینده‌ای روشن شود.

۸- تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله از داوران ارجمندی که با راهنمایی‌های خود به ارتقای کیفیت این اثر علمی کمک نموده‌اند، قدردانی می‌کنند و همچنین سپاس خود را از سردبیر و دبیر تخصصی نشریه اعلام می‌دارند که تسریع فرایند داوری مقاله را زمینه‌سازی نموده‌اند.

۹- مراجع

Aegerter, A. and Benziger, A., 2015. Study the effect of internet on the human abilities in future. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 2(5), pp. 1-5.

Alexe, C. and Alexe, C., 2016. The Importance of the Dimensions of the Innovation Management in Evaluating the Innovation Capability of the Firms in the Machine Building Industry in Romania. *Procedia Technology*, Volume(22), pp. 999-1005.

Aryanto, R., Fontana, A. and Afiff, A., 2015. Strategic Human Resource Management, Innovation Capability and Performance: An Empirical Study in Indonesia Software Industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume(211), pp. 874-879.

Bayarçelik, E., Taşel, F. and Apak, S., 2014. A Research on Determining Innovation Factors for SMEs. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume(150), pp. 202–211.

Beckert, B., Blümel, C., Friedewald, M. and Thielmann, A., 2008. Converging technologies and their impact on the social sciences and humanities (CONTECS). Germany, Karlsruhe: *Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research*.

Cai, S., 2011. The age of synthesis: From cognitive science to converging technologies and hereafter. *Chinese Science Bulletin*, 56(6), pp. 465-475.

Clarkson, G. and Dekorte, D., 2006. The Problem of Patent Thickets in Convergent Technologies. *Annals of*

the New York Academy of Sciences, 1093(1), pp. 180–200.

Cobb, M. and Gano, G., 2012. Evaluating Structured Deliberations about Emerging Technologies: Post-Process Participant Evaluation. *International Journal of Emerging Technologies and Society*, Volume(10), pp. 96-110.

Dhewanto, W., Prasetio, E., Ratnaningtyas, S., Herliana, S., Chaerudin, R., Ainaa, Q., Bayuningrat, R. and Rachmawaty, E., 2012. Moderating Effect of Cluster on Firm's Innovation Capability and Business Performance: A Conceptual Framework. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume(65), pp. 867-872.

Edler, J. and Georghiou, L., 2007. Public procurement and innovation Resurrecting the demand side. *Research Policy*, Volume(36), pp. 949–963.

Edwards-Schachter, M., 2018. The nature and variety of innovation. *International Journal of Innovation Studies*, 2(2), pp. 65–79.

Farrokhi H., GhodratiToostani I., Farasatkhah M. and Ekhtiari H., 2014. Sustainable Development of Cognitive Science and Technology Ecosystem; an Overview to the "Human Brain Project" as a Functioning Sample. *Basic and Clinical Neuroscience*, 5(1), pp. 4-10.

Georghiou, L., Edler, J., Uyarra, E. and Yeow, J., 2014. Policy instruments for public procurement of innovation: Choice, design and assessment. *Technological Forecasting & Social Change*, Volume(86), pp. 1-12.

Ghazinoory, S. and Hajishirzi, R., 2012. Using Actor-Network Theory to identify the role of IT in cognitive science in Iran. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume(32), pp. 153-162.

Hayat, E., Liyanage, C., Haigh, R. and Amaratunga, D., 2018. Development of Research and Innovation Capacity Index of HEIs on Disaster Resilience Related Studies. *Procedia Engineering*, Volume(212), pp. 1249-1256.

Hermans, F., Geerling-Eiff, F., Potters, J. and Klerkx, L., 2018. Public-private partnerships as systemic agricultural innovation policy instruments Assessing their contribution to innovation system function dynamics. NJAS - *Wageningen Journal of Life Sciences*. https://doi.org/10.1016/j.njas.2018.10.001

Ince, H., Imamoglu, S. and Turkcan, H., 2016. The Effect of Technological Innovation Capabilities and Absorptive Capacity on Firm Innovativeness: A Conceptual Framework. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume(235), pp. 764-770.

Jian, C. and Zhi-guo, L., 2012. Improve Technological Innovation Capability of Enterprises in Hebei Province by Absorbing Innovation Resources from Beijing and Tianjin. *Procedia Engineering*, Volume(29), pp. 1501-1505.

Kastenhofer, K., 2010. Do we need a specific kind of technoscience assessment? Taking the convergence of science and technology seriously. *Poiesis and Praxis*, 7(1-2), pp. 37-54.

Kim, M. and Kim, C., 2012. On A Patent Analysis Method for Technological Convergence. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume(40), pp. 657-663.

Kim, P., 2012. A Study on the Identification of Cutting-Edge ICT-Based Converging Technologies. *ETRI Journal*, 34(4), pp. 602–612.

Lawson, B. and Samson, D., 2001. Developing Innovation Capability in Organisations: A Dynamic Capabilities Approach. *International Journal of Innovation Management*, 5(3), pp. 377-400.

Matyushenko I. and Khaustova V., 2015. Modern Trands on Bioeconomy Development in The World: The Introduction of NBIC-technologies in Biomedicine. *IJBRITISH*, 2(2), pp. 103-118.

McIntosh, D., 2008. The Transhuman Security Dilemma. *Journal of Evolution and Technology*, 21(2), pp. 32-48.

Obwegeser, N. and Müller, S.D., 2018. Innovation and public procurement: Terminology, concepts, and Applications. *Technovation*, 74-75, pp. 1-17.

Rajapathirana, R. and Hui, Y., 2018. Relationship between innovation capability, innovation type, and firm performance. *Journal of Innovation and Knowledge*, 3(1), pp. 44-55.

Roco, M., 2007. Possibilities for global governance of converging technologies. *Journal of Nanoparticle Research*, 10(1), pp. 11-29.

Scupola, A. and Zanfei, A., 2016. Governance and innovation in public sector services: The case of the digital library. *Government Information Quarterly*, Volume(33), pp. 237–249.

Simatupang, T. and Widjaja, F., 2012. Benchmarking of Innovation Capability in the Digital Industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume(65), pp. 948-954.

Sulistiyani, R. and Harwiki, W., 2016. How SMEs Build Innovation Capability Based on Knowledge Sharing Behavior? Phenomenological Approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume(219), pp. 741-747.

Sulistyo, H. and Siyamtinah, 2016. Innovation capability of SMEs through entrepreneurship, marketing capability, relational capital and empowerment. *Asia Pacific Management Review*, 21(4), pp. 196-203.

Swierstra, T., Boenink, M., Walhout, B. and Van Est, R., 2009. Converging Technologies, *Shifting Boundaries. NanoEthics*, 3(3), pp. 213-216.

Tello-Gamarra, J. and Zawislak, P., 2013. Transactional capability: Innovation's missing link. *Journal of Economics Finance and Administrative Science*, 18(34), pp. 2-8.

Turner, J., Klerkx, L., White, T., Nelson, T., Everett-Hincks, J., Mackay, A. and Botha, N., 2017. Unpacking systemic innovation capacity as strategic ambidexterity: How projects dynamically configure capabilities for agricultural innovation. *Land Use Policy*, Volume(68), pp. 503-523.

Wang, J., 2018. Innovation and government intervention: A comparison of Singapore and Hong Kong. *Research Policy*, 47(2), pp. 399-412.

Wei-li, C. and Cai-jie, W., 2012. Study of the Construction of Assessment System on Regional Innovation Capacity in Knowledge Management. *Procedia Engineering*, Volume(29), pp. 1830-1834.

Xue, C. and Xu, Y., 2017. Influence Factor Analysis of Enterprise IT Innovation Capacity Based on System Dynamics. *Procedia Engineering*, Volume(174), pp. 232-239.

Yeşil, S., Koska, A. and Büyükbeşe, T., 2013. Knowledge Sharing Process, Innovation Capability and In-

novation Performance: An Empirical Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume(75), pp. 217-225.

Zawislak, P., Cherubini Alves, A., Tello-Gamarra, J., Barbieux, D. and Reichert, F., 2012. Innovation Capability: From Technology Development to Transaction Capability. *Journal of technology management and innovation*, 7(2), pp. 14-27.

Zehir, C., Köle, M. and Yıldız, H., 2015. The Mediating Role of Innovation Capability on Market Orientation and Export Performance: An Implementation on SMEs in Turkey. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume(207), pp. 700-708.

Zhen, H., 2011. Research on the Evaluation of China's Provincial Eco-Innovation Capability. *Energy Procedia*, Volume(5), pp. 647-653.

فرتاش، ک.، الیاسی، م.، قاضی نوری، س. و طباطبائیان، س.، ۱۳۹۶. یادگیری سیاستی در سیاست‌های توسعه فناوری و نوآوری ایران. *مدیریت نوآوری*، (۲) ۶، صص. ۳۰-۱.

مجیدپور، م.، و نامداریان، ل.، ۱۳۹۴. شناسایی موانع اجرای اسناد سیاست علم و فناوری کشور. *مدیریت نوآوری*، (۴) ۴، صص. ۶۰-۳۱.

محسنی کیاسری، م.، محمدی، م.، جعفرنژاد، ا.، مختارزاده، ن. و اسدی فرد، ر.، ۱۳۹۶. دسته‌بندی ابزارهای سیاست نوآوری تقاضامحور با استفاده از رویکرد فراترکیب. *مدیریت نوآوری*، (۲) ۶، صص. ۱۳۸-۱۰۹.

محمدی، م.، الیاسی، م.، تقوی‌فرد، م.، حاجی حسینی، ح. و دلاور، ع.، ۱۳۹۱. مدل‌سازی شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه در بخش زیست‌فناوری ایران با استفاده از مدل یابی معادلات ساختاری. *مدیریت نوآوری*، (۱) ۱، صص. ۴۰-۲۱.

نامداریان، ل.، حسن‌زاده، ع. و مجیدپور، م.، ۱۳۹۳. ارزیابی تأثیر آینده‌نگاری برسیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری. *مدیریت نوآوری*، (۲) ۳، صص. ۱۰۲-۷۳.

نامداریان، ل.، حسن‌زاده، ع.، الهی، ش. و مجیدپور، م.، ۱۳۹۲. چارچوبی برای هم‌راستایی آینده‌نگاری انطباقی با سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد علم، فناوری و نوآوری. *مدیریت نوآوری*، (۱) ۲، صص. ۵۰-۲۱.

نوروزی، ن.، الهی، ش.، حسن‌زاده، ع.، و حاجی حسینی، ح.، ۱۳۹۳. ارائه چارچوبی از ابزارهای سیاستی علم و فناوری، با استفاده از رویکرد فراترکیب. *مدیریت نوآوری*، (۲) ۳، صص. ۱۲۴-۱۰۳.

1. Montjoy
2. O›Toole
3. Hawlett
4. Ramesh
5. Akreman
6. Kostka
7. Xue
8. Xu
9. Bayarçelik
10. Wei-li
11. Cai-jie
12. Hermans
13. Zhen
14. Wang