چشم‌انداز مدیریت دولتی
شماره ۲۱ ـ بهار ۱۳۹۴
ص‌ص ۹۷ – ۷۹

ارائه روش‌شناسی برای آینده‌نگاری شهرهای هوشمند: مطالعه موردی نقشه راه شهر هوشمند تبریز در افق ۱۴۰۴

عین‌الله کشاورز ترک*، مهدی قلیزاده**

چکیده

مقاله حاضر روش‌شناسی آینده‌نگاری علم و فناوری درزمینه طراحی سیاست‌های آینده‌نگر در مورد شهرهای هوشمند و سبز ارائه کرده و با مطالعه موردی از شهر تبریز همراه شده است. هدف از موردکاوی، انعکاس این موضوع است که چگونه می‌توان چشم‌اندازهای سیاستی را در بستر پویای محرک‌های اجتماعی، توسعه راه‌حل‌ها و بازارها و فناوری‌های توانمندساز بنا نهاد؛ همچنین درباره این موضوع که چگونه رویکرد ترسیم نقشه راه می‌تواند باعث هدایت و راهنمایی استراتژیک برای شناسایی مراحل موردنیاز تحول به سمت یک چشم‌انداز مشترک شود نیز بحث شد. این موضوع می‌تواند مؤید یک چشم‌انداز دقیق‌تر از توالی تکامل فناوری‌ها و نوآوری‌ها و ابزارهای وابسته به سیاست‌ها باشد. رویکرد ترسیم نقشه راه نمایانگر نوعی آینده‌نگاری است که می‌تواند به شناسایی وابستگی‌ها در آینده کمک کند. مطالعه شهر هوشمند تبریز در افق ۱۴۰۴، مثالی از یک نقشه راه تحول‌آفرین است که با رویکرد آینده‌نگاری فناوری بااستفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و پانل خبرگان انجام شده است.

کلیدواژه‌ها: آینده‌نگاری علم و فناوری؛ شهر هوشمند؛ سیاست نوآوری؛ ترسیم نقشه راه.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۲/۱۰، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۳/۱۷.

* استادیار، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره).
** دانشجوی دکترای، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) (نویسنده مسئول).

E-mail: mgholizadez@gmail.com

۱. مقدمه

از دهه ۱۹۶۰، نتایج فعالیت‌های پژوهش و توسعه به‌طور فزاینده‌ای به‌عنوان نهاده‌های دانش در تدوین سیاست‌های علم و فناوری به‌کار رفته‌اند. این مسیر به‌طور مستمر تعمیق شده است و همراه با ظهور تأکید بر سیاست نوآوری در دهه ۱۹۹۰، خصوصیات جدید زیادی همانند: چشم‌اندازهای کاربران، مقررات اجتماعی و بازارها، به بخش‌های محوری علم، فناوری و اکنون سیاست‌های نوآوری تبدیل شده‌اند. به‌دلیل این دستاوردها در دهه ۲۰۰۰، گفت‌وگو درباره سیستمی‌بودن در بطن سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری رایج‌تر شده است. همان‌طورکه اسمیتس و کوهلمان (۲۰۰۴) استدلال می‌کنند، نوآوری یک فعالیت سیستمی است که دربرگیرنده طیفی از اقدامات در سیستمی است که در آن سازمان نوآوری‌کننده یا یک فرد نوآور ایفای نقش می‌کنند.

مقاله حاضر در این خصوص بحث می‌کند که چگونه روش‌شناسی ترسیم نقشه راه می‌تواند به‌عنوان ابزاری در بستر سیاست‌های سیستمی به‌کار برده شود. در سال‌های اخیر، ترسیم نقشه راه به‌طور فزاینده‌ای به‌عنوان ابزاری برای استراتژی‌پردازی به‌کار برده شده است (بلک ول و همکاران، ۲۰۰۸)؛ در همین چارچوب، مقاله حاضر یک روش‌شناسی را برای تحولات سیستمی ترسیم نقشه راه معرفی می‌کند. «روش نقشه راه سیاست آینده‌نگر»، ترکیب ترسیم نقشه راه و ارزیابی آینده‌نگر مسیرهای توسعه سیاست است. این روش، رویکرد ترسیم نقشه راه فناوری - ازجمله محتوایی همچون فناوری‌های توانمندساز، کاربردها، محصولات، بازارها و محرک‌ها - را با چشم‌اندازهای سیاست‌های سیستماتیک و ابزارهای سیاستی تلفیق می‌کند؛ همچنین هدف نقشه راه سیاست آینده‌نگر در سطح سیستماتیک چندگانه، بازیگران و سازمان‌ها است؛ بنابراین این فرآیند دربرگیرنده شرکت‌کنندگان و منافع متفاوتی است.

ساختار مقاله حاضر به این شرح است: در بخش مبانی نظری و پیشینه پژوهش، درباره ایده سیستمی‌بودن و پیوند آن با تدوین سیاست آینده‌نگاری و آینده‌نگر بحث می‌شود. در بخش روش‌شناسی، پیشینه روش‌شناسی بررسی می‌شود که هدف از این مبحث ترسیم چشم‌اندازی درباره این موضوع است که چگونه می‌توان توسعه سیاست را در به‌شکلی پویا در مقابل چالش‌های اجتماعی و فناوری‌های توانمندساز تسهیل کرد. در بخش پنج موردکاوی ارائه می‌شود. هدف از موردکاوی اثبات آن است که چگونه می‌توان از روش نقشه راه سیاست آینده‌نگر برای ترسیم مسیرهای سیستمی سیاست‌ها استفاده کرد.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مفهوم آینده‌نگاری. صاحب‌نظران در حوزه آینده‌نگاری، برای مفهوم آینده‌نگاری تعریف‌های

متعددی ارائه کرده‌اند. ازآنجاکه هرکدام از این تعریف‌ها، نشأت‌گرفته از تجربه‌ها و دیدگاه‌های علمی و نظری ارائه‌دهندگان آن‌ها است؛ بنابراین از اهمیت و اعتبار بالایی برخوردار هستند.

به اعتقاد بیشتر صاحب‌نظران، دقیق‌ترین تعریف از آینده‌نگاری، تعریف جامع و خلاصه‌ای است که توسط مارتین (۲۰۱۰) ارائه شده است:

«آینده‌نگاری، فرآیندی نظام‌مند در نگاه به آینده بلندمدت علم، فناوری، اقتصاد، محیط‌زیست و جامعه با هدف شناسایی حوزه‌های پژوهش راهبردی و فناوری‌های عام و نوپدیدی است که احتمالاً بیش‌ترین منافع اقتصادی و اجتماعی را به همراه خواهند داشت» (مارتین، ۲۰۱۰).

جورجیو (۲۰۰۷) آینده‌نگاری را ابزاری نظام‌مند برای ارزیابی آن دسته از دستاوردهای علمی و فناورانه می‌داند که می‌توانند تأثیرات شدیدی بر رقابت‌پذیری صنعتی، خلق ثروت و کیفیت زندگی داشته باشند (جورجیو، ۲۰۰۷).

باره (۲۰۰۲) تأکید بیش‌تری بر اصطلاح یا مفهوم «آینده‌نگاری فناوری» دارد. او آینده‌نگاری را فرآیندی پشتیبانی‌کننده از تصمیمات معرفی می‌کند که دارای ویژگی‌های مشترک زیر است (باره، ۲۰۰۲):

ـ دورنمای بلندمدت؛
ـ تمرکز ویژه بر تغییرات؛
ـ تعامل میان مشارکت‌کنندگان؛
ـ شفافیت، تفکر باز و زنده نگاه‌داشتن روح نگاه از پایین به بالا؛
ـ تخصیص فرآیند به بازیگران و ذی‌نفعان؛
ـ تنوع بازیگران و دروندادها همراه با پذیرش تنوع در چشم‌اندازها؛
ـ تمایل به علم و فناوری و قلمروهای اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی؛
ـ اهمیت‌دادن به بدیل‌ها، شناسایی و اکتشاف فرضیه‌ها و رویدادهای مهم از منظر بازیگران؛
ـ شکل‌دهی به راهبرد.

یونیدو (۲۰۰۵) با جمع‌بندی نکات مهم و موردتوجه در تعریف‌های ارائه‌شده از سوی مارتین (۲۰۱۰) و جورجیو (۲۰۰۷) (به دلیل مشابهت در دیدگاه) پنج ویژگی مهم قابل‌دریافت از این دو تعریف را به‌صورت زیر تبیین کرده است (یونیدو، ۲۰۰۵):

۱. هرگونه تلاشی که برای نگاه به آینده صورت می‌گیرد باید نظام‌مند باشد تا بتوان عنوان آینده‌نگاری را بر آن نهاد. این کار باعث می‌شود، آینده‌نگاری از فعالیت سناریوسازی درون‌زا که در برنامه‌ریزی‌های روزمره انجام می‌شود، متمایز شود.

۲. آینده‌نگاری را با نگاه بلندمدت که معمولاً افقی فراتر از برنامه‌ریزی متداول دارد، باید مرتبط دانست؛ بنابراین افق‌های زمانی آینده‌نگاری بیش‌تر از پنج سال تا سی سال را دربرمی‌گیرند؛

۳. فشار علم/ فناوری را باید با کشش بازار متعادل کرد. علی‌رقم اینکه شیوه تفکر در فرآیند نوآوری چندان تابع این موضوع نیست؛ اما باید توجه کرد که عناصر تأثیرگذار بر آینده‌نگاری فناوری، تنها علم و فناوری نیستند و باید به عوامل اجتماعی- اقتصادی که در شکل‌دهی به نوآوری‌ها تأثیرگذار هستند نیز توجه شود؛

۴. تأکید آینده‌نگاری بر فناوری‌های عام نوظهوری است که موردحمایت قانونی دولت هستند؛ زیرا بنگاه‌ها غالباً به سرمایه‌گذاری بر روی پژوهش‌های راهبردی که فناوری‌های عام نوظهور را موردتوجه قرار می‌دهند، تمایلی ندارند؛

۵. افزون بر فعالیت‌هایی که به‌منظور خلق ثروت انجام می‌شود باید به اثرات اجتماعی نیز توجه شود؛ بر این مبنا، برخی از فعالیت‌های آینده‌نگاری اخیر، از همان ابتدا بر دیدگاه‌های مسئله‌محور از قبیل: پیش‌گیری از جرائم، آموزش و کسب مهارت، پیری جوامع و غیره، تمرکز کرده‌اند.

مفهوم نقشه راه. نقشه راه عبارت است از: روش کشف و توصیف آینده مطلوب و تبیین راه رسیدن به آن به زبانی ساده و قابل‌فهم. برای سازمان نقشه راه ساختاری مبتنی بر زمان دارد و معمولاً به شکل گرافیکی تدوین شده است و به‌منظور تدوین، نمایش و ایجاد ارتباط میان برنامه‌های مختلف در سطوح متفاوت به‌کار می‌رود. این برنامه‌ها به‌صورت علت‌ومعلولی با هم ارتباط دارند و اغلب مربوط به سطوح مختلف سازمان بوده و گاهی عملی‌شدن یکی مستلزم اجرا دیگری است. به همین دلیل نقشه راه یک ابزار یکپارچه کننده است که با درنظرگرفتن همه سطوح به‌صورت همزمان به فرآیند برنامه‌ریزی اثربخش کمک شایانی می‌کند (فال،۱۳۹۱).

سه کاربرد اصلی ره نگاشت‌ها عبارت‌اند از:

ـ ره‌نگاشت به ایجاد وفاق و اجماع میان تصمیم گیران در مورد مجموعه نیازهای علوم و فناوری کمک می‌کند؛

ـ ره‌نگاشت‌سازی، سازوکاری را برای کمک به متخصصان برای پیش‌بینی پیشرفت‌های علوم و فناوری در حوزه‌های موردنظر، فراهم می‌کند؛

ـ ره‌نگاشت چارچوبی به‌منظور تسهیل برنامه‌ریزی و هماهنگی پیشرفت‌های علوم و فناوری در همه سطوح نظیر: درون یک سازمان یا شرکت، در سرتاسر یک بخش یا صنعت، حتی در سطوح بین صنعتی، ملی و یا بین‌المللی، ارائه می‌دهد.

به‌طورکلی، مزیت عمده ره‌نگاشت‌سازی علوم و فناوری، گردآوری اطلاعات برای ارتقای تصمیم‌های سرمایه‌گذاری در حوزه علوم و فناوری است.

فرآیند ره‌نگاشت‌سازی نه‌تنها تصمیم‌های مجزای آگاهانه‌تری خلق می‌کند؛ بلکه باعث هم‌راستایی بیش‌تر با تصمیم‌گیری‌های سازمانی می‌شود (منزوی، ۱۳۸۸).

اهداف ترسیم نقشه راه. اهداف ترسیم نقشه راه عبارتند از:
ـ یکپارچه‌سازی ملاحظات فناورانه با زمینه‌های راهبردی کسب‌وکار و محصول؛
ـ تعیین فناوری‌هایی که بیش‌ترین پتانسیل را برای برآوردن اهداف آینده کسب‌وکار دارا هستند و درنتیجه انجام سرمایه‌گذاری‌های لازم در آن زمینه؛
ـ شتاب‌بخشیدن به فرآیند تبدیل فناوری‌های نو به محصولاتی برای مشتری از رهگذ سرمایه‌گذاری‌های درست و کاهش زمان توسعه محصول (کورنیش، ۱۳۸۸).

نقشه راه سیاست آینده‌نگر: چارچوبی برای تدوین سیاست آینده‌نگر. مفهوم سیستم دارای تأکیدات متفاوتی بر شاخه‌های مختلف مبانی نظری نوآوری است. نخست، مبانی نظری نظام نوآوری بر سازمان‌هایی تأکید دارد که در ظهور، انتشار و استفاده از نوآوری‌ها مشارکت دارند، مانند دانشگاه‌ها، سازمان‌های دولتی و خصوصی پژوهش و توسعه، شرکت‌ها و سازمان‌های مختلف واسطه و همچنین فرآیندهای جمعی یادگیری میان این سازمان‌ها (اسمیت و همکاران، ۲۰۱۰). دوم، مبانی نظری درخصوص نوآوری‌های سیستمی و مدیریت انتقال بر روابط پویای حوزه‌های اجتماعی و فنّاورانه، نظام‌های اجتماعی - فنی و نوآوری‌های بدیع در بستر فناوری‌های درحال ظهور تأکید می‌کند. (گیلز و اسکات، ۲۰۰۷). سوم، مبانی نظری پژوهش درخصوص نقش نظام‌های فناوری بر شبکه‌های کارگزاران در یک بخش خاص اقتصادی و صنعتی و زیر ساختار خاص سازمانی در تولید و انتشار فناوری تأکید می‌کند (کارلسون و استاکویز، ۱۹۹۱).

درزمینه آینده‌نگاری، ایده سیستمی‌بودن و مخصوصاً پیش‌بینی شکست‌های بالقوه سیستم، یک خردمایه کلیدی شده است. در این نگرش، شکست‌های سیستم به‌عنوان انعطاف‌ناپذیری‌ها و اشتباهات کارگزاران نوآوری و فقدان پیوندها میان بازیگران نوآوری مدنظر قرار گرفته‌اند (گئورگیو و کینان، ۲۰۰۶). آینده‌نگاری محرک دو نوع ظرفیت سیستمی است. نخست، آینده‌نگاری اطلاعات و سیگنال‌های خارج از محیط پیرامونی را در اختیار بازیگران قرار داده و به شناسایی فرصت‌ها و تهدیدهای بالقوه کمک می‌کند و به‌اصطلاح به بازکردن قفل‌های بازار کمک می‌کند. دوم، آینده‌نگاری محرک ساختارها و پیوندهای نوین اجتماعی است که می‌توانند در تقویت گردش اطلاعات در سیستم مفید باشند. گورگیو و کینان (۲۰۰۶) نیز معتقدند آینده‌نگاری دارای وظایف دیگری است مانند واکاوی فرصت‌های آینده به‌منظور تعیین اولویت‌ها برای سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های علمی و نوآوری، تعیین مسیر مجدد سیستم علم و نوآوری، اثبات ارزش سیستم علم و نوآوری، واردساختن بازیگران جدید به مبحث استراتژیک و گسترش طیف بازیگران درگیر در سیاست علم و نوآوری.

وبر و همکاران (۲۰۰۹) استدلال می‌کنند که فرآیندهای سیاستی از یک تغییر مفهومی گذر

کرده‌اند که در آن یک مدل خطی سیاست‌گذاری جای خود را به یک مدل چرخه‌ای مبتنی بر یادگیری داده است. این مشاهده به آن معنا است که سیاست‌گذاری در حسی دوگانه سیستمی است: این درباره تأمل درباره سیگنال‌ها در یک محیط سیستماتیک از طریق یک فرآیند پیش‌نگرانه، فعال و واکنش سیستمی است. مدل مبتنی بر یادگیری، آینده‌نگاری دارای یک نقش کاتالیزوری است. آینده‌نگاری درباره تدوین «مزایای فرآیند[1]»، درباره تلفیق انتظارات و ایجاد «پیش‌بینی خودتحققی[2]» است. در یک نگرش سیستماتیک، آینده‌نگاری را می‌توان به‌عنوان یک «عنصر یکپارچه سیاست‌گذاری شبکه‌ای و توزیعی» دانست. این امر از طریق سه وظیفه آینده‌نگاری محقق می‌شود که عبارتند از: آگاه‌رسانی، مشاوره استراتژیک و تسهیل‌کنندگی (وبر و دیگران، ۲۰۰۹). گورگیو و کینان (۲۰۰۶) نیز سه خردمایه سیاستی آینده‌نگاری را شناسایی کردند که نخست، فراهم‌کردن ابزار سیاستی با تأکید بر چشم‌انداز بلندمدت است؛ دوم، ایجاد ائتلاف‌های حمایتی است. آینده‌نگاری از یک فضای تعاملی با تهییج شبکه‌های جدید و جوامع از طریق تشکیل یک نگرش مشترک استفاده می‌کند. خردمایه سوم آینده‌نگاری، ارائه چارچوب‌های اجتماعی است. فرآیند آینده‌نگاری نمایانگر یک ساختار دوگانه برای انعکاس استراتژیک است که طیف مشارکت در موضوعات سیاستی را گسترش می‌دهد.

در شرایط سیستماتیک، فرآیندهای سیاستی به‌طور فزاینده‌ای فرآیندهای طراحی سیاست‌ها هستند. تدوین سیاست به یک رویکرد سازگار و تجربی اطلاق می‌شود که در آن طیف منتخبی از ابزارهای سیاسی به‌صورت همزمان یا متوالی به‌کار گرفته می‌شوند. اینکه این ابزارها چه هستند و چگونه جریان متوالی آن‌ها سازماندهی می‌شود، به خصوصیات سیستم تحت‌مداخله سیاست بستگی دارد.

به‌عنوان مثال، خصوصیات این سیستم‌ها عبارت‌اند از: پیوند[3] عوامل، فناوری‌های توانمندساز و زیرساختارهای مرتبط، یک گستره موقتی سیستم (مانند آنچه کوتاه و بلندمدت است) و مقیاس‌های محیطی سیستم (مانند بومی، منطقه‌ای و ملی). در تدوین سیاست، ابزارهای سیاست چندگانه سازگار هستند و به‌صورت موازی آزمون می‌شوند؛ بنابراین هدف از تدوین سیاست‌ها، افزایش انعطاف‌پذیری برنامه‌های سیاستی در بسترهای سیستماتیک از طریق ایجاد فضا برای آزمودن سیاست‌ها است.

در رویکرد پژوهشگران این مطالعه، آینده‌نگاری دارای یک نقش خاص است و بنابراین می‌توان درباره تدوین سیاست آینده‌نگر صحبت کرد. ازنظر پژوهشگران، شش وظیفه آینده‌نگاری تعریف‌شده توسط دا کاستا و همکاران (۲۰۰۸) نمایانگر وظایف آینده‌نگاری در بستر تدوین

1. Process Benefits'
2. Self-Fulfilling prophecy'
3. Assemblages

سیاست‌ها هستند. این وظایف آینده‌نگاری عبارت‌اند از:
ـ سیاست آگاهی‌رسان (تولید دیدگاه‌ها درباره آینده معمولاً بر مبنای پژوهش)؛
ـ تسهیل اجرای سیاست (گسترده‌ساختن ظرفیت‌های تغییر در یک جامعه خاص سیاستی)؛
ـ مشارکت گسترده در سیاست‌گذاری؛
ـ حمایت از تعریف سیاست (تبیین نتایج فرآیندهای آینده‌نگاری به‌سوی سیاست‌ها)؛
ـ پیکربندی مجدد سیستم سیاست به سمت چشم‌اندازهای بلندمدت؛
کارکرد نمادین مانند اینکه سیاست مبتنی بر اطلاعاتی باشد که تسهیم شده و به‌صورت تعاملی تفسیر می‌شوند.

۳. توسعه فرضیه‌ها و مدل مفهومی

نقشه راه سیاست آینده‌نگر یک روش ترکیبی است که دو فرهنگ ترسیم نقشه راه را با حساسیت نسبت به ابعاد سیستماتیک تحولات اجتماعی فنی ترکیب می‌کند. ایده نقشه راه سیاست آینده‌نگر عبارت است از: تلفیق تجزیه‌وتحلیل تغییر فناورانه و تجزیه‌وتحلیل محیط اجتماعی، قادرساختن یک تجزیه‌وتحلیل سیستماتیک از ایده‌های آینده‌محور که می‌توانند از توسعه فناوری، فعالیت‌های سیاستی یا توسعه اجتماعی عمومی‌تر سربرآورند.

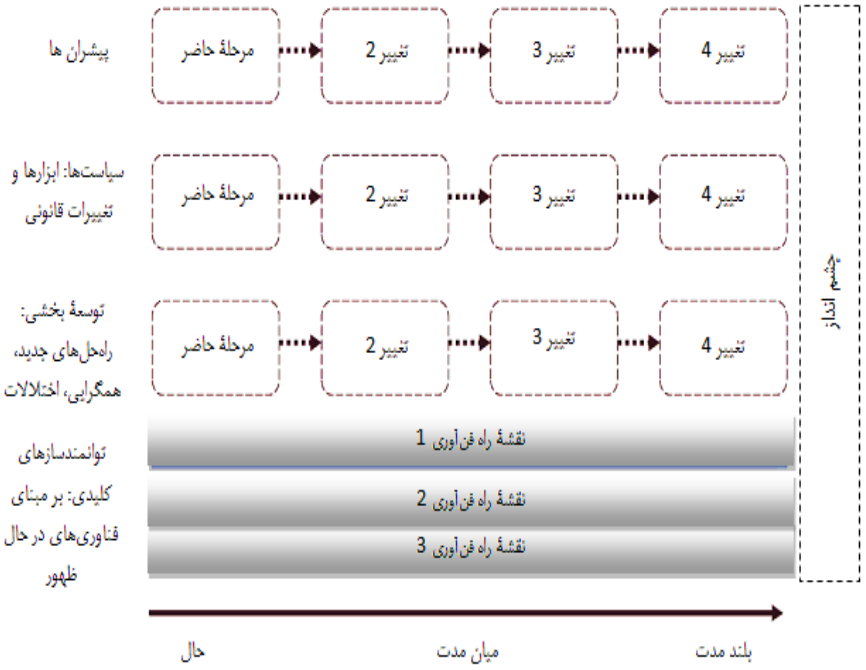
نقشه راه سیاست آینده‌نگر را می‌توان با یک چارچوب مدیریت گذار[1] (TM) مقایسه کرد. مدیریت گذار در اوایل دهه ۲۰۰۰ در هلند توسعه یافت. هدف از آن پیوند نوآوری‌های فنی در مقیاس خُرد با پیشرفت‌های کلان از طریق مقیاس متوسط نظام اجتماعی فنی بود (گیلز، ۲۰۰۴). فرض می‌شود که گذارها ناشی از فرآیند چندلایه‌ای تعاملات هستند:
ـ نوآوری‌های جزئی بر پایه موضوعات داخلی و از طریق فرآیندهای یادگیری، پیشرفت‌های قیمت/عملکرد و حمایت از گروه‌های قوی شکل می‌گیرند؛
ـ تغییرات در سطح محیط باعث ایجاد فشار بر سیستم می‌شوند؛
ـ بی‌ثباتی سیستم باعث ایجاد دریچه‌های فرصت برای نوآوری‌های جزئی می‌شود (گیلز، ۲۰۰۲؛ ارولا و لوکانن، ۲۰۰۹؛ گیلز و اسکات، ۲۰۰۵).

در اصل، دو سطح در نقشه راه سیاست آینده‌نگر وجود دارند: سطح گذار سیستماتیک (نقشه راه سیستماتیک) و سطح توانمندسازها (نقشه‌های راه فناوری)؛ البته این بستگی به شرایط دارد که آیا نقشه‌های راه توانمندساز خاصی لازم هستند یا ترسیم توانمندسازها در سطح نقشه راه تحولات سیستماتیک کافی است. در بخش بعدی مقاله، مثالی از یک نقشه راه بخشی متمرکزتر ارائه می‌شود که در آن توانمندسازها در قالب نقشه راه گذار به‌صورت مجزا در قالب نقشه راه

1. Transition Management

فناوری ترسیم شده‌اند.

ساختار نقشه راه تحول سیستماتیک در شکل ۱ ارائه شده است. این نقشه راه نشان‌دهنده اثرات موضوع‌های تحت‌بررسی (مانند روش‌های نوین صنعتی و کسب‌وکارهای خدمات درحال ظهور) در یک سطح سیستمی کلی است. در نقشه راه گذار، سیستم می‌تواند به نهادی گفته شود که شامل بازیگران مختلف، برای مثال در شبکه ارزشی بهداشت و بستر قانونی این شبکه یعنی در بخش بهداشت است یا می‌توان این سیستم را به‌عنوان همگرایی بخش‌ها دانست، مانند مورد مواد غذایی کارکردی. ایده اصلی نقشه راه گذار، پیوند توسعه فناوری‌ها و نوآوری‌ها به یک محیط اجتماعی گسترده‌تر است. هدف تضمین شکل‌گیری نتایج سیاستی بر مبنای درک عمیق پیشرفت‌های فنّاورانه و چارچوب‌ها اجتماعی و اقتصادی آن‌ها است.



شکل ۱. ساختار عمومی نقشه راه گذار سیستمی

سطح نخست نقشه راه در نقشه گذار، پیشران‌ها است. این سطح مؤید پیشران‌های کلیدی و به‌اصطلاح «چالش‌های بزرگ» است که به‌عنوان مهم‌ترین عوامل شکل‌دهنده موضوع نقشه راه ارزیابی می‌شوند. در نقشه راه سیاست آینده‌نگر، سطح دوم سیاست‌ها، ابزارهای سیاستی و تغییرات قانونی اهمیت دارند. این روش تعیین جایگاه روش‌های سیاستی در یک بستر اجتماعی -

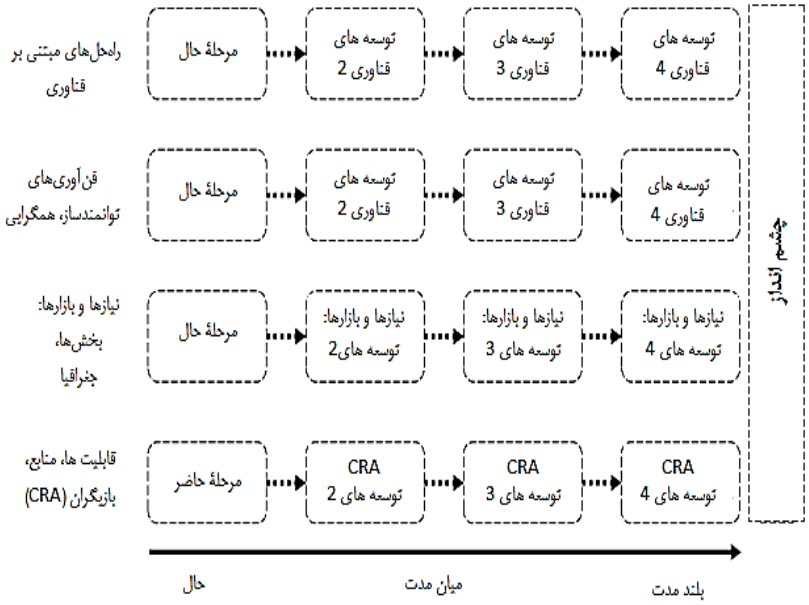
فنی را تأیید کرده و روش‌های سیاستی را نسبت به عوامل مشروط‌کننده می‌سنجد؛ همچنین افراد را قادر می‌سازد تا منطق تصمیم‌های سیاستی را تجسم و اعلام کنند. سطح سوم، توسعه‌بخشی با تأکید ویژه بر راه‌حل‌های درحال ظهور و همگرایی‌ها و اختلالات پیش‌بینی شده است. این سطح مؤید یک بستر محیطی مهم برای سیاست‌ها است. سطح چهارم، توانمندسازهای کلیدی با تمرکز اولیه بر فناوری‌هایی است که توسعه‌بخشی را امکان‌پذیر می‌سازند.

٤. روش‌شناسی

شکل ۲ نشان‌دهنده زیرمجموعه‌ای از یک نقشه راه گذار سیستمی یعنی نقشه راه فناوری است. مرز مهم نقشه راه فناوری با چشم‌انداز بلندمدت شکل می‌گیرد که در نقشه راه گذار سیستمی تعریف شده است. اینکه از چه سطوحی استفاده می‌شود، به موضوع بستگی دارد. در برخی موارد، کافی است تا تنها نقشه فناوری‌های توانمندساز ترسیم شود؛ اما در دیگر موارد، توسعه بازار و بازیگران بازار نقشی مهم‌تر ایفا می‌کنند. در سطح نخست، راه‌حل‌های فناوری‌مبنا، دستاوردهای خاص راه‌حل‌های فنّاورانه در یک سطح نمایش داده می‌شوند که در صورت لزوم ارزیابی خواهند شد. در سطح دوم، فناوری‌هایی که راه‌حل‌ها و همچنین همگرایی فنّاورانه بالقوه را امکان‌پذیر می‌سازند، ترسیم شده‌اند. تمرکز بر فناوری‌هایی است که توسعه راه‌حل‌ها را تأیید می‌کنند؛ اما در برخی موارد این امکان نیز وجود دارد که همگرایی فناوری‌های توانمندساز ترسیم شود. مزیت این روش آن است که فناوری‌های توانمندساز نیز به‌عنوان سازه‌های درحال تکامل ارزیابی می‌شوند، نه صرفاً به‌عنوان «جعبه سیاه». سطح احتمالی سوم نقشه راه نمایانگر نیازها و پیشرفت‌های بازار است – هم بخش‌های بازار و هم مناطق جغرافیایی بازار – که برای راه‌حل‌های تحت‌بررسی مهم هستند. سطح بالقوه چهارم، توانمندی‌ها، منابع و بازیگران است. در این سطح، فناوری در بستر اجتماعی خود قرار دارد. توانمندی‌ها به قابلیت‌ها در مقیاس‌های فردی، سازمانی و جغرافیایی اطلاق می‌شوند که برای توسعه فناوری موردنیاز هستند. منابع به منابع مادی و سرمایه اجتماعی گفته می‌شود. بازیگران به افراد، سازمان‌ها و مؤسسه‌هایی اطلاق می‌شود که در توسعه فناوری مهم قلمداد می‌شوند.

به‌طورکلی سه روش برای ترسیم نقشه‌های راه وجود دارند. روش نخست آینده‌محور است؛ مانند تعریف یک چشم‌انداز مطلوب و اهداف مرتبط به آینده و آغاز از مرحله نخست به مرحله حاضر. روش دوم حال‌محور است؛ یعنی تعیین وضعیت حاضر و شروع ایجاد مراحل و درنهایت دسترسی به وضعیت بلندمدت. روش سوم، نوعی دوگانگی میان روش‌های آینده‌محور و حال‌محور است. این دوگانگی به فرآیند ترسیم نقشه راه اجازه می‌دهد تا از قفل‌شدن فرآیند که می‌تواند باعث عدم‌انعطاف بیش‌ازحد آن بشود، بگریزد.

توسعه روش نقشه راه سیاست آینده‌نگر هنوز هم یک فرآیند درجریان و پیامد پروژه‌های گوناگون اجراشده در مرکز پژوهش‌های فنی VTT فنلاند[1] است. در ادامه یک نمونه موردکاوی ارائه می‌شود. این موردکاوی‌ها، اثبات می‌کنند که چگونه می‌توان از روش نقشه راه سیاست آینده‌نگر برای ترسیم مسیر سیستمی سیاسی استفاده کرد.



شکل ۲. ساختار عمومی نقشه راه فناوری

پژوهش میدانی. به‌منظور تهیه پرسشنامه برای جمع‌آوری داده‌های مطالعه از روش پانل خبرگان استفاده شد و اطلاعات به‌دست‌آمده از مبانی‌نظری در این پانل دسته‌بندی شده و سؤال‌های نهایی طراحی شد تا داده‌های موردنیاز برای تکمیل هر یک از لایه‌های نقشه راه به خبرگان ارسال شود.

پانل‌ها از خبرگان و کارشناسان تشکیل شده‌اند و هر پانل شامل ۱۲ تا ۲۰ نفر است که در مدت‌زمانی بین ۳ تا ۱۸ ماه، در مورد آینده موضوع پانل اندیشیده و مشورت می‌کنند. بسیاری بر این باورند که سازمان‌دهی و مدیریت پانل‌ها امری معمولی و آسان است؛ اما تجربه نشان داده که سازماندهی مدیریت پانل‌ها به هیچ وجه امری مرسوم و به دور از مشکل نیست.

پانل‌ها در شکل‌ها و اندازه‌های گوناگونی تشکیل می‌شوند. پانل‌ها می‌توانند افراد غیرحرفه‌ای

1.VTT Technical Research Centre of Finland

را نیز در خود جا دهند و اعضای پانل‌ها ممکن است تخصص و خبرگی لازم را نداشته نباشند. چنین پانل‌هایی از ذی‌نفعان یعنی افرادی که سهم و منفعتی در نتایج فرآیند پانل دارند و در بعضی مواقع نماینده یک سازمان خاص هستند، تشکیل می‌شوند. در این صورت تجربه‌های کاری چنین افرادی، معیار عضویت آن‌ها در گروه است.

به‌طور خلاصه گام‌های اجرایی برای انجام روش پانل به‌صورت زیر آورده شده است:

فرض می‌شود یک کمیته (کمیته راهبری، گروه مدیریت پروژه و یا هر گروه دیگری) می‌خواهد بااستفاده از روش پانل، مطالعاتی را در خصوص آینده یک موضوع انجام دهد. این کمیته که از این پس به آن کمیته مجری گفته می‌شود، باید گام‌های زیر را در این راستا بردارد:

گام ۱: کمیته مجری تعداد حوزه‌هایی که باید برای آن‌ها پانل تشکیل شود را تعیین می‌کند؛

گام ۲: کمیته مجری اعضا و رئیس پانل‌ها را انتخاب می‌کند؛

نکته ۱: توجه به ترکیب و تعادل در هر پانل (در متن توضیح داده شده‌اند)؛

گام ۳: تبیین هدف از تشکیل پانل‌ها و وظایف پانل‌ها یا نحوه رسیدن به اهداف؛

گام ۴: تعیین زمان‌بندی جلسه‌های پانل‌ها و برگزاری آنها؛

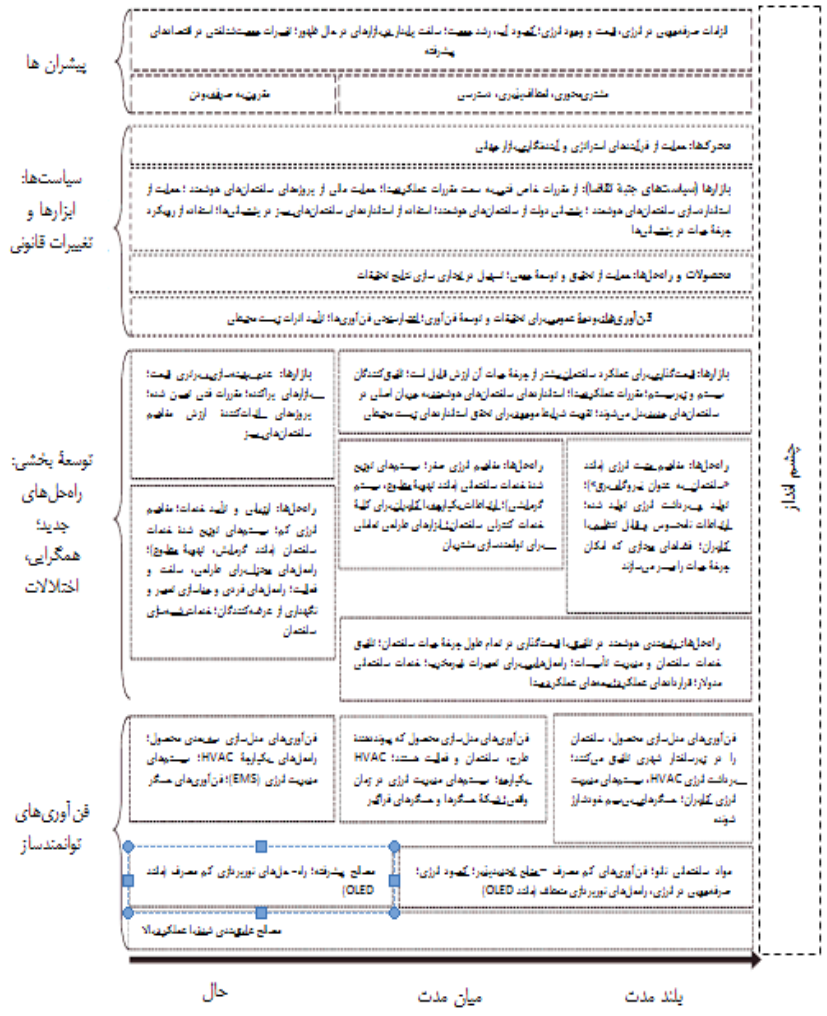
گام ۵: تدوین گزارش نهایی پانل‌ها.

۵. تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

مطالعه موردی نقشه راه ساختمان‌های هوشمند در تبریز ۱۴۰۴. هدف از این نقشه راه، ترسیم تصویری ترکیبی از اثرات فناوری‌های درحال ظهور و همگرایی فناوری در تبریز تا سال ۱۴۰۴ است. در شکل ۳، سرفصل‌های نقشه راه ساختمان‌های سبز و هوشمند ارائه شده است. دانش موردنیاز برای ایجاد نقشه‌های راه در قالب یک فرآیند طبقه‌بندی‌شده گردآوری شد که ترکیب‌کننده بررسی مبانی نظری پژوهش، پانل خبرگان و کارگاه بود.

درزمینه صنعت ساختمان تبریز، موضوع مداخله استراتژیک اساساً ناشی از ماهیت حفظ محیط‌زیست است. در گذشته، صنعت ساختمان، سرمایه‌گذاری نسبتاً کمی درزمینه پژوهش و توسعه انجام داده و درزمینه استفاده از فناوری‌های نوین کند عمل کرده بود. ساختار پراکنده صنعت، زنجیره‌های ارزشی آن و مدل‌های کسب‌وکار، موانعی بر سر راه به‌کارگیری نوآوری‌های جدید ایجاد می‌کنند. نوآوری در بخش ساختمان باید در بستر بزرگ فرآیندهای جدید کسب‌وکار، الزامات قراردادی، فرهنگ سازمانی و مقررات و پاداش‌های دولتی قالب‌ریزی شود؛ همچنین، موانع سیستمی خاصی در صنعت ساختمان تبریز وجود دارند که محرک نیاز به مداخله استراتژیک هستند. مانع نخست قوانین و مقررات است. ساختمان مشمول میزان نسبتاً بالای قوانین و مقررات، ازجمله آیین‌نامه‌های فنی ساختمان و استانداردهای کیفیت مصرف انرژی،

ایمنی و بهداشت است. به‌دلیل اینکه مقررات میان سطوح مختلف دولت همیشه هماهنگ نیستند، شرکت‌هایی که در حوزه‌های مختلف فعالیت می‌کنند، هزینه‌های نسبتاً بالایی را به‌دلیل چارچوب‌های چندگانه قانونی گزارش می‌کنند. مانع دوم، ماهیت پروژه‌ای ساختمان است که امکان تغییر کمی در زمان طراحی دارد. فرآیندهای پروژه‌ای معمولاً دارای ویژگی‌های غیراستانداردی هستند که تکرارهای طبقه‌بندی‌شده را تأیید نمی‌کنند (گان و سالتر،۲۰۰۰). مانع سوم، پراکنده‌بودن فعالیت‌های ساختمانی است. پراکندگی بالای مسئولیت‌ها، فرآیندها و منابع، ویژگی فعالیت‌های ساختمانی به‌شمار می‌رود. راه‌حل‌های جدیدی باید در یک شبکه بزرگ از عوامل موردمذاکره قرار بگیرند؛ بنابراین ریسک‌گریزی ارجح است. مانع چهارم، چرخه‌های قوی کسب‌وکار است. ماهیت چرخه‌ای این صنعت با انتظارات سود کوتاه‌مدت، نوآوری را کاهش می‌دهد، زیرا هم تقاضا و هم سود مشمول تغییرات قوی هستند (اسکیرانی و آسیکانن، ۲۰۱۰). مانع پنجم، انگیزه‌های مختلف است. مالکان ساختمان و کاربران دارای انگیزه‌های یکسانی برای بهبود عملکرد ساختمان، برای مثال در ارتباط با صرفه‌جویی در مصرف انرژی، نیستند.



شکل ۳. نقشه راه گذار ساختمان‌های هوشمند در تبریز ۱۴۰۴

٦. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله، دانش نقشه راه در یک «نقشه راه گذار» متبلور شده است (شکل ۳). چشم‌انداز مناسب برای نقشه راه ساختمان‌های هوشمند و سبز که هدف آن سال ۱۴۰۴ است، به صورت زیر می‌باشد:

تبریز یک بازار پیشرفته برای ساختمان‌های هوشمند است و در زمره نخستین مناطق برای به‌کارگیری فناوری‌های ساختمانی پایدار و مدل‌های کسب‌وکار هوشمند در ساختمان‌سازی قرار دارد. تبریز یک بازار پیشرو برای راه‌حل‌های متناسب با ساختمان‌های واقع در شرایط آب‌وهوایی

شمال غرب ایران است.

پیشران‌ها. در حال حاضر، مهم‌ترین پیشران در بخش ساختمان، صرفه‌جویی در هزینه‌ها است. فشارهای کوتاه‌مدت برای دستیابی به سود، بر موضوع‌هایی همچون عملکرد بلندمدت ساختمان و نیازهای کاربران، مستولی شده‌اند. در آینده، انتظار می‌رود این حرکت به سمت یک رویکرد مشتری‌مدار و منعطف‌تر پیش برود. علائمی دال بر این موضوع وجود دارند که نیازهای درحال ظهور کاربران بر صرفه‌جویی در انرژی قابل‌تبدیل و ساختمان‌های کاربردوست تأکید خواهند کرد. در گذشته، نیازهای کاربران به طرح‌های ساختمانی تبدیل نمی‌شدند. واضح است در منطقه الزامات خاصی برای صرفه‌جویی در انرژی وجود دارد که متمرکز بر موضوع قیمت و دسترسی به انرژی هستند. کمبود آب یک موضوع مهم است؛ زیرا تبریز دارای سطوح پایین نزولات آسمانی و کمبود تأسیسات ذخیره‌سازی آب است. رشد جمعیت به‌ویژه به‌صورت مهاجر، چارچوبی مهم را برای بخش ساختمان در تبریز ترسیم کرده است. پایداری، تلفیقی از موضوع‌های رشد اقتصادی، پیشرفت اجتماعی و حفاظت از محیط‌زیست را ترکیب کرده و یک موضوع در حال ظهور در بازارهای جدید صنعت ساختمان تبریز است. محرک دیگر، تغییرات جمعیتی در اقتصادهای پیشرفته است که در بخش ساختمان‌های مسکونی منعکس است. با توجه به جمعیت درحال پیرشدن نیاز به سازگاری خانه‌ها و بازسازی ساختمان‌ها است تا شهروندان مسن بتوانند در خانه‌های خود بمانند. روند موجود به سمت خانواده‌های تک‌نفره، نمایانگر الزاماتی برای سرانه بالاتر جمعیت و واحدهای آپارتمانی کوچک‌تر است.

سیاست‌ها. با توجه به نتایج پژوهش، ترکیبی پیچیده از ابزارهای سیاستی باید برای ایجاد یک صنعت ساختمان کاربرمحور و پایدارتر ایجاد شود. هدف اصلی باید دوگانه باشد که شامل ایجاد شرایطی برای یک صنعت ساختمان پایدارتر به‌منظور تکامل و به‌طور همزمان، ایجاد تقاضای بازار و فرصت‌های کسب‌وکار برای بازیگران جدید و موجود در کسب‌وکار است.

سیاست‌های کلیدی را می‌توان به پیشران‌ها، بازارها، محصولات، راه‌حل‌ها و فناوری‌ها تقسیم کرد. در سطح پیشران‌ها، مهم‌ترین سیاست، کمک به فرآیندهای استراتژی منطقه‌ای از طریق اجرای آینده‌نگاری‌های سیستماتیک بازار جهانی است. فرآیندهای استراتژی منطقه‌ای را می‌توان به سمت فرآیندهای مستمر و چرخشی توسعه داد که به‌طور سالانه روزآمد می‌شوند. در سطح بازارها و با ارجاع به سیاست‌های عمدتاً جنبه تقاضا، نخستین پیشنهاد سیاستی حرکت از مقررات فنی به سمت مقررات مبتنی بر عملکرد بود. مقررات ساختمانی در گذشته مبتنی بر استانداردهای فناوری‌ها یا فرآیندهای خاص بودند. این امر می‌توانست تأثیری منفی بر نوآوری در

صنعت داشته باشد؛ زیرا راه‌حل‌های قانونی با فناوری‌های خاصی ارتباط داشتند. حرکت به سمت قوانین مبتنی بر عملکرد، ایجادکننده ضوابطی برای بروندادهای هدفمند عملکرد به‌جای پرداختن به راه‌حل‌های صرفاً فنی است. پیشنهاد دوم سیاستی، ارائه کمک مالی به استانداردسازی ساختمان‌های هوشمند و پروژه‌های مرتبط با آن بود. کمک به استانداردسازی، به‌عنوان یک هدف مشروع برای سیاست نوآوری دولت و به‌عنوان بخشی از حمایت از نوآوری تقاضامحور پذیرفته شده است. استانداردسازی یک پیش‌نیاز کلیدی برای نوآوری است؛ زیرا بر توسعه فناوری اثرگذار است و از طریق شکل‌دادن روشی که با آن فناوری‌های جدید توسعه می‌یابند، در نوآوری نقش دارد. پیشنهاد سیاستی دیگر، تسریع در پشتیبانی دولت از ساختمان‌های هوشمند و سبز و همچنین استفاده از استانداردهای ساختمان‌های هوشمند رویکرد چرخه حیات در این پشتیبانی‌ها بود. بخش دولتی باید محرک تقاضا برای راه‌حل‌های نوآورانه از طریق تدوین زودهنگام راه‌حل‌های جدید باشد.

در سطح محصولات و راه‌حل‌ها، حمایت از پژوهش و توسعه جمعی و تسهیل در تجاری‌سازی نتایج پژوهشی به‌عنوان روش‌های اصلی سیاست نوآوری ارزیابی می‌شوند. همکاری میان بازیگران کلیدی پژوهش و توسعه و دولت مشخصاً در محیط تبریز مهم هستند که این به دلیل ماهیت پراکنده بخش ساختمان است. در سطح فناوری‌ها، سه پیشنهاد مهم سیاستی عبارت‌اند از: بودجه عمومی برای پژوهش و توسعه فناوری، تعیین اعتبار فناوری و اثبات اثرات زیست‌محیطی. حمایت مالی برای پژوهش و توسعه صنعتی مؤید مبنایی برای یک صنعت ساختمان مبتنی بر نوآوری است که البته با معیارهای سیاست نوآوری تقاضامحور همچون مقررات هوشمندانه و پشتیبانی عمومی، متوازن خواهد شد.

توسعه‌بخشی. در این نقشه راه، توسعه‌بخشی به موضوعات بازار و راه‌حل‌ها تقسیم شده است. بازارهای فعلی پراکنده هستند و بر غیربهینه‌بودن قیمت‌ها تأکید دارند. مقررات عمدتاً به‌صورت فنی تدوین می‌شوند و برخی پروژه‌ها نمایانگر ارزش مفاهیم ساختمان‌های هوشمند است که قبلاً محقق شده‌اند. فرض بر آن است که از میان‌مدت تا بلندمدت، بازارها به سمت قیمت‌گذاری‌هایی می‌روند که بر عملکرد ساختمان بیش‌تر از چرخه حیاتشان ارزش قائل هستند. مقررات نیز درحال‌توسعه‌یافتن در یک محور مبتنی بر عملکرد هستند؛ زیرا استانداردهای ساختمان‌های هوشمند و سبز به‌طور فزاینده‌ای به محور اصلی ساختمان‌های جدید تبدیل شده‌اند. در بازار، این مسیر خواهان انواع جدیدی از بازیگران، سیستم‌ها و زیرسیستم‌ها است.

مهم‌ترین راه‌حل‌های موجود عبارت‌اند از: ارزیابی و تأیید خدمات، مفاهیم انرژی کم و سیستم‌های توزیع‌شده خدمات ساختمانی (مانند گرمایش و تهویه مطبوع). راه‌حل‌های جداگانه‌ای

برای طراحی، ساخت، فعالیت و راه‌حل‌های فردی و جداسازی این جریان از عرضه‌کنندگان مختلف وجود دارند. خدمات شبیه‌سازی ساختمان نیز درحال ظهور هستند. راه‌حل‌های میان‌مدت عبارت‌اند از: مفاهیم انرژی صفر، سیستم‌های توزیع‌شده خدمات ساختمان (مانند سرمایش، تهویه مطبوع، گرمایش)، ارتباط یکپارچه با کاربران برای تمامی کنترل‌های خدمات ساختمان و انواع مختلف ابزارهای طراحی جمعی برای توانمندسازی مشتریان. در میان‌مدت تا بلندمدت، راه‌حل‌های کلیدی عبارت‌اند از: رتبه‌بندی هوشمند با تلفیق قیمت‌گذاری در تمام طول چرخه حیات ساختمان، قراردادهای عملکرد و بیمه‌های مبتنی بر عملکرد. در بلندمدت، راه‌حل‌های درحال ظهورتر عبارت‌اند از: مفاهیم مثبت انرژی مانند: ساختمان به‌عنوان یک نیروگاه برق، تولید و برداشت انرژی توزیع‌شده، ارتباطات قابل‌تنظیم کاربران و فضاهای مجازی که امکان تحقق چرخه حیات را محقق می‌سازند.

توانمندسازهای کلیدی. در حال حاضر، یکی از مهم‌ترین فناوری‌های توانمندساز، فناوری‌های مدل‌سازی سه‌بعدی، مانند مدل‌های اطلاعات ساختمان است. توانمندساز مهم دیگر، راه‌حل‌های یکپارچه گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع (HVAC[1]) است. پژوهش و توسعه جاری درباره HVAS بر پیوند سیستم‌های مجزا در یک سیستم بزرگ‌تر اتوماسیون ساختمان از طریق پیش‌نویس‌های استاندارد تأکید دارد. یک توانمندساز دیگر، سیستم‌های مدیریت انرژی (EMS[2]) است که در طراحی کلی سیستم تلفیق شده‌اند. یک توانمندساز کلیدی، فناوری‌های حسگر است. به‌طورمشخص، حسگرهای میکروالکتریکی سیستم‌های مکانیکی و در آینده، حسگرهای نانوالکتریکی سیستم‌های مکانیکی و سیستم‌های حسگر فراگیر، در ساختمان‌ها برای نظارت و کنترل شرایط محیطی و عملکرد مصالح به‌کار خواهد رفت. در میان‌مدت، توسعه ICTs متمرکز بر فناوری‌های مدل‌سازی محصول خواهد بود که پیونددهنده طراحی، ساخت، فعالیت و EMS در زمان واقعی است. درخصوص مصالح، یک فناوری توانمندساز کلیدی، مصالح پیشرفته و راه‌حل‌های نورپردازی کم‌مصرف (مانند LED) است که به افزایش و رشد خود ادامه خواهند داد؛ به‌علاوه، توانمندسازی مهم در حال ظهور، فناوری‌های مدل‌سازی محصول هستند که ساختمان‌ها را در زیر ساختار شهری، برداشت انرژی HVACs و EMS توانمندساز کاربران تلفیق و یکپارچه می‌سازند.

در مقاله حاضر با تأکید بر دو نقش مرتبطی که رویکرد ترسیم نقشه راه می‌تواند در سیاست نوآوری و طرح سیاست آینده‌نگر داشته باشد، می‌توان نتیجه گرفت، ترسیم نقشه راه سیاست

1.heating, ventilating, and air conditioning
2.Energy Management systems

نوآوری به ارتقای مزایای سیستمی آینده‌نگاری کمک می‌کند. آینده‌نگاری پیوند میان ذینفعان مختلف با چشم‌اندازهای متفاوت و اطلاعات محدود را میسر می‌سازد و آن‌ها را قادر می‌سازد تا اقدامات خود را به سمت نگرش‌های مشترک بلندمدت سوق دهند. فرآیندهای آینده‌نگاری می‌توانند پیامدهایی را خلق کنند که ناشی از تعاملات میان ذی‌نفعان مختلف هستند. موفقیت فرآیند سیستمی آینده‌نگاری را می‌توان برای مثال با ایده‌هایی که خلق کرده است و برای ذی‌نفعان مختلف مهم هستند یا با میزان پیوندهای جدید میان ذی‌نفعان که در طول فرآیند شکل‌گرفته است، ارزیابی کرد.

همان‌طورکه در این مقاله بیان شد، رویکرد ترسیم نقشه راه می‌تواند موضوع‌های مداخله استراتژیک را با پیوندها و به هم پیوستگی‌های سیستمی ترکیب کند؛ به‌علاوه، انتشار نوآوری‌ها اغلب به تغییر در زیرساختارها، سیستم‌های اطلاعاتی، روش‌های سازمانی و نهاده‌های اجتماعی بستگی دارد. رویکرد ترسیم نقشه راه می‌تواند به شناسایی عناصر مکمل و به هم پیوستگی‌های مرتبط کمک کند؛ به‌علاوه، انتشار کلان نوآوری‌های تجاری نیازمند ظهور یک بازار خاص برای محصولات جدید است؛ البته وقتی موضوع پیوندهای سیستمی مطرح است، ظهور چنین بازارهایی به شکل‌گیری نهاده‌های مرتبط بستگی خواهد داشت. این نهاده‌ها می‌توانند رسمی باشند، مانند قوانین و استانداردها یا اینکه غیررسمی باشند، مانند مشارکت‌های جدید بین سازمانی. این عناصر اجتماعی می‌توانند در یک فرآیند تدوین نقشه راه سیستمی جمع شوند.

منابع

۱. منزوی، مسعود (۱۳۸۸). *بررسی روش‌های آینده‌پژوهی*. موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.

۲. کورنیش، ادوارد (۱۳۹۰). *انتخاب روش‌های آینده‌نگاری*. ترجمه: جمعی از مترجمان، انتشارات هنر رسانه اردیبهشت.

۳. شارپ، بیل، وندر هیدن، کیس (۱۳۸۸). *روش‌های آینده‌پژوهی*. ترجمه: مسعود منزوی، موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.

۴. خزایی سعید، (۱۳۹۲). *روش‌شناسی آینده‌نگاری، شاخص پژوه* .

۵. رابرت فال (۱۳۹۱). *تدوین ره‌نگاشت*. موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.

6. Adner, R. & Kapoor, R. (2010). Value creation in innovation ecosystems: How the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations. *Strategic Management Journal, 31*, 306–33.

7. Blackwell, A. F., Phaal, R., Eppler, M. & Crilly, N. (2008). Strategy roadmaps: new forms, new practices'. In: Stapleton, G., Howse, J. & Lee, J. (eds) Diagrams 2008, pp. 127–40. Berlin/Heidelberg: Springer.

8. Carlsson, B. & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function, and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics, 1*, 93–118.

9. Da Costa, O., Warnke, P., Cagnin, C. & Scapolo, F. (2008). The impact of foresight on policy-making: Insights from the FORLEARN mutual learning process. *Technology Analysisand Strategic Management, 20*, 369–87.

10. Eerola, A. & Loikkanen, T. (2009). Governance and Research of Nordic Energy System Transition - Summary Report of the GoReNEST Project, VTT Research Notes 2505. Helsinki: Edita Prima Oy.

11. Geels, F.W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case study. *Research Policy, 31*, 1257–74.

12. Geels, F. W. & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy, 36*, 399–417.

13. Georghiou, L. and Keenan, M. (2006). Evaluation of national foresight activities: Assessing rationale, process and impact. *Technological Forecasting and Social Change, 73*, 761–77.

14. Heiskanen, E., Kivisaari, S., Lovio, R. & Mickwitz, P. (2009). Designed to travel? Transition management encounters environmental and innovation policy histories in Finland. *Policy Sciences, 42*, 409–27.

15. Phaal, R. & Muller, G. (2009). An architectural framework for roadmapping: Towards visual strategy. *Technological Forecasting & Social Change, 76*, 39–49.

16. Phaal, R., Farrukh, C. J. P. & Probert, D. R. (2004). Technology roadmapping – a planning framework for evolution and revolution. *Technological Forecasting and Social Change, 71*, 5 26.

17. Rotmans, J., Kemp, R. & Van Asselt, M. (2001). More evolution than revolution: Transition management in public policy. *Foresight, 3*, 15–31.

18. Smits, R. & Kuhlmann, S. (2004). The rise of systemic instruments in innovation policy. *International Journal of Foresight and Innovation Policy, 1*, 4–

32.

19. Smits, R., Kuhlmann, S. & Shapira, P., eds, (2010). *The Theory and Practice of Innovation Policy: An International Research Handbook.* Cheltenham: Edward Elgar.

20. Squicciarini, M. & Asikainen, A. (2010). Sectoral innovation performance in the construction sector. Final report, task 1. Europe Innova, Innovation Watch. World Business Council for Sustainable Development. (2009) Energy Efficiency in Buildings. Transforming the Market.

21. Geneva: World Business Council for Sustainable Development. Weber, M., Kubeczko, K., Kaufmann, A. & Grunewald, B. (2009). Trade-offs between policy impacts of future-orientedanalysis: experiences from the innovation policy foresight and strategy process of the City of Vienna.*Technology Analysisand Strategic Management, 21,* 953–69.Whittington, R. & Cailluet, L. (2008). The crafts of strategy, *Long Range Planning, 41,* 241–7.

22. Georghiou L., & Keenan M. (2005). Evaluation of national foresight activities: Assessing rationale, process and impact. *Technological Forecasting and Social Change, Vol 73.*

23. Martin B. (2010). The origins of the concept of 'foresight' in science and technology. *Technological Forecasting & Social Change, 77,* 1438-1447

24. Barré, R. (2002). Foresights and Their Themes: Analysis, typology and perspectives. The role of foresight in the selection of research policy priorities, 13-14.

25. Unido Technology Foresight Manual. (2005). Vol. 1. Vienna: Vienna international centre.