



The Bible of STI Policy
Volume 11, Number 2, Summer 2019

Journal of
Science & Technology Policy

Roadmapping: an Instrument for Formulating and Implementing STI Policies

Fateme Sadat Rahmati^{1*}, Maziar Attari²

- 1- Ph.D. Candidate of Science and Technology Policy
Making, Iranian Research Organization for Science
and Technology (IROST), Tehran, Iran
2- Expert Researcher; BTF Institute, Tehran, Iran

Abstract

STI policies face many challenges in societies including ambiguities and uncertainties toward the future. To tackle with challenges, many instruments are developed. Roadmapping as one of these instruments initially is used as a planning tool at the firm level in technology development, but during the last years, national science, technology and innovation (STI) policy makers have become aware of the potential roadmapping offers for strategic technology and innovation management and begun applying it in the context of STI policy and priority setting in this context especially. Recently, to meet the need of STI policies, some of roadmap features have been strengthened, including: holistic (attention to social issues and the social context of innovations and policies), alternative futures (use of different scenarios toward different perspectives), and participation and active learning. In this way, it has become a powerful instrument of STI policy. This paper introduces the roadmapping concept history, structure, and processes, and designing and implementing the STI policies, and finally, lists the STI's performance indicators.

Keywords: Roadmap, Roadmapping, Foresight, STI Policies

* Corresponding author: Rahmati.st@irost.ir

رهنگاشت: ابزار طراحی و اجرای سیاست‌های علم و فناوری

فاطمه‌سادات رحمتی^{۱*}، مازیار عطاری^۲

۱- دانشجوی دکتری سیاست‌گذاری علم و فناوری، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران

۲- پژوهشگر بنیاد توسعه فردا، تهران

چکیده

به دلیل پیچیدگی و گستردگی مسائل اجتماعی و عدم قطعیت‌های پیش رو، سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری با چالش‌های اساسی مواجه است که برای مواجهه با آنها، ابزارهای متعددی توسعه یافته است. یکی از این ابزارها، رهنگاری است که ابتدا به عنوان یکی از ابزارهای برنامه‌ریزی، در سطح بنگاهی و سازمانی به ویژه در حوزه توسعه فناوری به کار گرفته شد اما پس از آن به دلیل ویژگی‌های ساختاری و فرآیندی آن که امکان توجه هم‌زمان به ابعاد و لایه‌های مختلف مسئله را در ساختاری زمان‌مند، مشارکتی و با نگاه به آینده فراهم می‌کند در حوزه‌های دیگر نیز گسترش یافت. رهنگاشت می‌تواند چالش‌های مربوط به پیچیدگی، عدم قطعیت و ابهام موجود در راهبرد و نوآوری را نشان دهد و امروزه با تقویت ویژگی‌های کل‌نگری (توجه به مسائل اجتماعی و بسترهای اجتماعی-فنی نوآوری‌ها و سیاست‌ها)، آینده‌نگری (استفاده از سناریوهای مختلف در مواجهه با آینده‌های مختلف) و تقویت مشارکت آگاهانه ذینفعان، به ابزار توانمندی برای سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری تبدیل شده است. این مقاله، ضمن معرفی رهنگاشت شامل تاریخچه و مفاهیم، ساختار، فرآیندها، کارکردها و عوامل موفقیت و کاستی‌های آن به بیان رویکرد رهنگاری برای طراحی و اجرای سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری و ملزومات مرتبط پرداخته و سپس شاخص‌های ارزیابی کارآمدی رهنگاشت‌های سیاستی ارائه شده است.

کلیدواژه‌ها: رهنگاشت؛ آینده‌نگاری؛ آینده‌نگاری؛ سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری

برای استنادات بعدی به این مقاله، قالب زیر به نویسندگان محترم مقالات پیشنهاد می‌شود:

Rahmati, F.S., & Attari, M. (2019). **Roadmapping: an Instrument for Formulating and Implementing STI Policies.** *Journal of Science & Technology Policy*, 11(2), 543-559. {In Persian}.

۱- مقدمه

ساختارها و فرآیندهایی شده که توان مقابله با این پیچیدگی‌ها را داشته باشند. از جمله این رویکردها، رهنگاشت‌ها هستند که به دلیل قالب بصری و ساخت یافته، توجه هم‌زمان به ابعاد مختلف تصمیم و نگاه به آینده و دارا بودن فرآیندهای مشارکتی، به ابزار محبوبی برای سیاست‌گذاران تبدیل شده‌اند. مزایای عملی و سریع رهنگاری در زمینه ارتباطات، تصمیم‌گیری و اقدام، طی دهه گذشته این روش را به یک ابزار راهبردی عام تبدیل کرده است [۱].

رهنگاشت‌های سطح سیاستی، در کنار کاربرد وسیع‌شان در طراحی آینده‌نگرانه سیاست‌ها، برای پشتیبانی اجرای

سیاست‌گذاری ماهیتاً با ابرچالش‌های اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی با ابعاد گسترده و دارای عدم قطعیت بالا روبرو است. پیچیدگی، تضاد منافع ذینفعان و صاحبان نفوذ، مواجهه بودن با گستره‌ای از آینده‌های ممکن و مطلوب، متأثر بودن از عوامل و پیشران‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی، گستره اثرگذاری و نیاز به دقت در آثار و پیامدهای تصمیمات و سیاست‌های درهم تنیده و متعامل داخلی و خارجی، موجب نیاز روزافزون سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان به رویکردها،

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: Rahmati.st@irost.ir

بر دو جریان است: اولین رویداد، تعریف دو پروژه مطالعاتی دهه ۱۹۶۰ در مورد مسیر نوآوری در امریکاست که به شکل موازی در وزارت دفاع و بنیاد ملی علوم آمریکا شکل گرفتند و هدف آنها، دنبال کردن تعاملات و تبادلات میان اکتشافات علمی با نوآوری‌های فنی بود که منجر به دستاوردهای آن زمان شده بود. این پروژه‌ها به این امید طراحی شد که مشخص شود تحقیقات بنیادین و هم‌افزایی‌هایی که اتفاق افتاده بودند - عمدی یا غیرمترقبه - چگونه رخ می‌دهند و چگونه به فناوری‌های برتر آن زمان و سامانه‌های فنی و تسلیحاتی برای دستیابی به موفقیت کمک می‌کنند [۶]. این مسئله در بنگاه‌های بزرگ نیز وجود داشت که می‌خواستند بدانند مسیر پیشرفت تحقیقات پایه، فناوری‌ها، کاربردها و بازار چگونه بوده و چطور می‌توانند مسیری منجر به هم‌افزایی طی کنند.

جریان دوم تاریخی، ظهور تکنیک "پرت" در برنامه‌ریزی بود. نمودار پرت، گام‌های یک مسیر برای رسیدن به هدف را نمایش می‌داد. در این نمودار امکان نمایش مسیرهای جایگزین وجود داشت و از همین رو، مسیرهای بحرانی نیز شناسایی می‌شد [۶]. توسعه این تکنیک از یک طرف، و توسعه بیش هم‌افزایی میان تحقیقات و محصول و بازار و تلاقی این دو جریان، موجب اقبال به رویکرد رهنگاری شد که از اواسط دهه ۱۹۷۰ برای پشتیبانی از هم‌راستاسازی فناوری با طرح‌های راهبردی محصول استفاده می‌شد [۱]. پس از آن به دنبال استفاده موتورولا از این ابزار در اواسط دهه ۸۰، بسیاری از شرکت‌ها و سازمان‌های تحقیقاتی دیگر به استفاده از تدوین رهنگاشت فناوری روی آوردند [۷] و به مرور استفاده از عبارت رهنگاشت و رهنگاری به اصطلاحی رایج، به‌ویژه در شرکت‌ها، سازمان‌های دولتی و نهادهای حوزه علم و فناوری بدل شد [۸].

از آن زمان به بعد و با گسترش استفاده از این ابزار، رهنگاشت به عنوان ابزاری یکپارچه کننده برای پشتیبانی از نوآوری، راهبردها و سیاست‌ها در سطوح بنگاهی، بخشی و ملی مورد استفاده قرار گرفت. در تعریف رهنگاشت، رابرت گالوین^۳ پیشنهاد داد [۵]: "رهنگاشت، نگاهی گسترده به آینده حوزه‌های تحقیقاتی منتخب است که از دانش و تصور جمعی

راهبردهای STI نیز استفاده می‌شوند [۲]. در رهنگاری با در نظر داشتن اهداف مطلوب آینده، برنامه‌ریزی مبتنی بر زمان انجام می‌شود. قالب بصری و به هم فشرده رهنگاشت، یک دید سطح بالا و تک‌صفحه‌ای از نظام مورد بررسی فراهم و موجب ایجاد اجماع در خصوص چشم‌اندازهای پشتیبان تصمیمات راهبردی شده و چالش‌ها، ریسک‌ها و تنش‌ها را شناسایی می‌کند [۳ و ۴]. معمولاً فرآیند تدوین رهنگاشت در بردارنده سازوکارهای تعامل اجتماعی، یک تجربه یادگیری و ابزار ارتباطی برای مشارکت‌کنندگان در تدوین رهنگاشت بوده [۵] و این موضوع نیز یکی از دلایل محبوبیت و کارآمدی رهنگاشت در کمک به اجرای سیاست است.

قابل ذکر است که روش‌های مرسوم رهنگاری، بیشتر در سطح بنگاه و سازمان به کارگرفته شده‌اند^۱ و لازم است برای مواجهه با مسائل پیچیده، چندوجهی و دارای عدم قطعیت حوزه سیاست STI بهبود یابند. این ارتقاء، مستلزم تقویت ویژگی‌های کل‌نگری (توجه به مسائل اجتماعی و بسترهای اجتماعی-فنی نوآوری‌ها)، آینده‌نگری (استفاده از سناریوهای مختلف در مواجهه با آینده‌های مختلف) و تقویت یادگیری آگاهانه و مشارکت‌پذیری روش‌های تدوین رهنگاشت است. در این مقاله، ضمن معرفی رهنگاشت شامل تاریخچه و مفاهیم، ساختار، فرآیندها، کارکردها و عوامل موفقیت و کاستی‌های آن، رویکرد رهنگاری برای طراحی و اجرای سیاست‌های STI و ملزومات آن بیان شده و سپس شاخص‌هایی برای ارزیابی کارآمدی رهنگاشت‌های سیاستی ارائه می‌شود. در نهایت بررسی نمونه موردی رهنگاشت مدیریت یکپارچه منابع طبیعی که در آن یک رهنگاشت سیاستی، طراحی و اجرا شده به بحث گذاشته خواهد شد.

۲- رهنگاشت چیست؟

۲-۱ تاریخچه و مفاهیم

به لحاظ تاریخی، شکل‌گیری رویکرد تدوین رهنگاشت، مبتنی

۱- به دلیل آنکه توسعه فناوری، خاستگاه اصلی شکل‌گیری پیشینه مدون رویکرد رهنگاری است، لذا عموماً به نام رهنگاشت فناوری مورد مطالعه پژوهشگران قرار گرفته، هرچند ساختارها، دستورالعمل‌ها و نکات زیادی در پیشینه رهنگاشت فناوری پیشنهاد شده که قابل استفاده در سایر حوزه‌های مدیریت و سیاست گذاری نیز هست. در این مقاله از واژه عمومی رهنگاشت مگر در مواردی که به طور مشخص به توسعه فناوری در بنگاه اشاره می‌کند، استفاده شده است.

2- Program Evaluation and Review Technique (PERT)
3- Robert Galvin

می‌گذارند. در ره‌نگاشت فناوری این لایه شامل بازارهای خارجی، روندها و پیشران‌های صنعتی، دیدگاه‌های مشتریان و رقبا، محدودیت‌های محیطی و امثال آن است اما در ره‌نگاشت‌های سیاستی، این لایه شامل پیشران‌های اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی است.

- لایه زیرین به منابعی اشاره دارد که برای پاسخ‌گویی به روندها و محرک‌ها و پیشران‌های مشخص شده در لایه بالایی نیاز است و انواع منابع، دارایی‌ها و قابلیت‌ها و ضعف‌ها را دربرمی‌گیرد. این لایه در ره‌نگاشت فناوری شامل دارایی‌های سازمانی، سرمایه مورد نیاز، تجهیزات، مهارت‌ها و شایستگی‌ها بوده و در ره‌نگاشت سیاستی، کنام‌ها^۲، راه‌حل‌های فناورانه موجود، نوآوری‌ها و دیگر انواع دارایی‌های یک مجموعه برای پاسخ به لایه‌های بالایی را تصویر می‌کند.

- لایه میانی فعالیت‌هایی را در بر می‌گیرد که لازم است با استفاده از منابع در دسترس سازمان، برای پاسخ به روندها و پیشران‌ها و به منظور رسیدن به چشم‌انداز و هدف نهایی انجام شود. این لایه در واقع، محل تلاقی لایه زیرین و پیشران‌های مشخص شده در لایه بالایی بوده، و دربرگیرنده فرآیندهایی عینی و ملموس است که ورودی آنها همان منابع در دسترس سازمان است و خروجی آنها فعالیت‌هایی است که می‌توانند اهداف لایه بالا را پاسخ دهند. این فعالیت‌ها در ره‌نگاشت فناوری ممکن است شامل فناوری‌های مورد نیاز، محصولات و بازارها بوده و در ره‌نگاشت سیاستی شامل سیاست‌ها و ابزارهای سیاستی ملی و منطقه‌ای یا بخشی باشند. پردازشی که این فرآیندها بر ورودی خود اعمال می‌کنند تا خروجی مطلوب حاصل شود، گاه از جنس ترکیب و یکپارچه‌سازی داشته‌های موجود (اعم از فناوری‌های موجود، ابزارها و بسته‌های سیاستی موجود) با فناوری‌های نوظهور یا ابزارها و بسته‌های سیاستی جدید است و گاه از جنس ایجاد تحول در داشته‌ها.

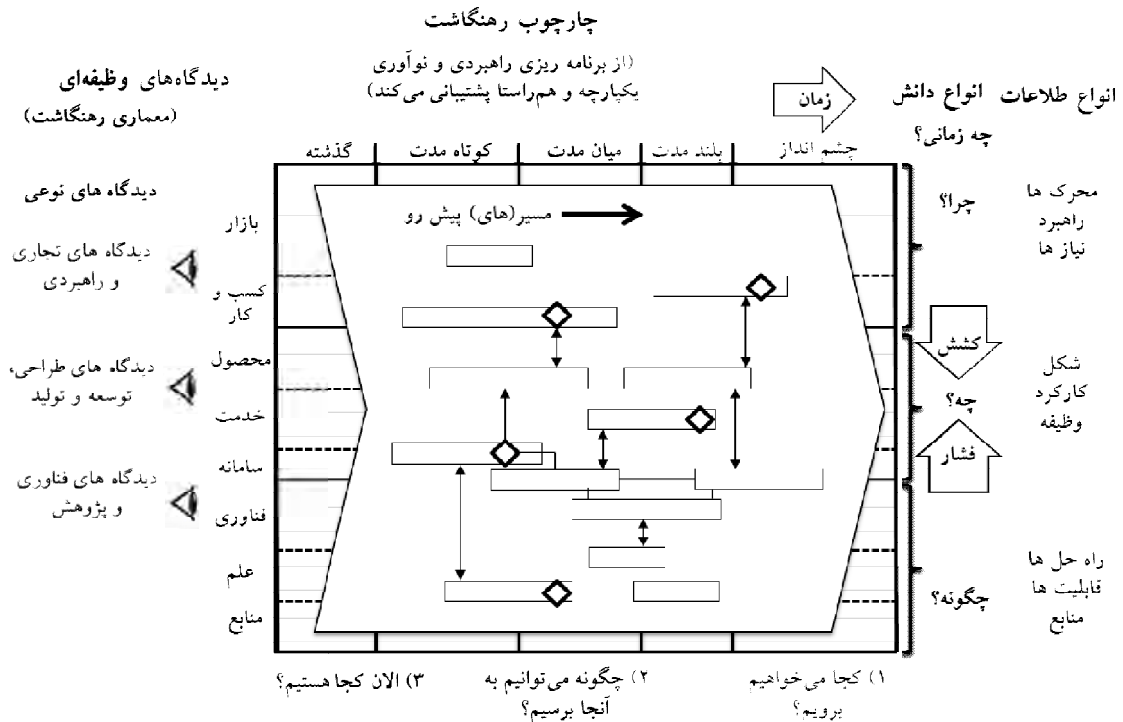
تصویر عمومی ره‌نگاشت فناوری که قابل استفاده در انواع ره‌نگاشت‌هاست، در شکل ۱ نمایش داده شده است. دلیل اینکه اغلب ره‌نگاشت‌ها چندلایه هستند این است که بتوانند نگاهی کلی و هم‌زمان به منابع، راه‌حل‌ها و پاسخ‌ها و پیشران‌ها داشته و یکپارچگی میان این اجزاء را نمایش دهند.

درباره روشن‌ترین پیشران‌های تغییر در آن زمینه تشکیل می‌شود..... ره‌نگاشت‌ها در مورد چشم‌اندازها آگاهی می‌دهند و منابع را از بخش خصوصی و دولتی جذب می‌کنند؛ ارزیابی‌ها را ترغیب نموده و بر پیشرفت کارها نظارت می‌کنند.^۳ پژوهشگران پروژه هزاره^۱، ره‌نگاشت را به مثابه نقشه راه یک بزرگراه می‌دانند که تشریح می‌کند چگونه باید از یک نقطه آغاز کرد و به مقصد رسید. این نقشه بزرگراه، بخش‌بندی‌های جاده را نشان داده و گام‌های مورد نیاز را شرح می‌دهد. ره‌نگاشت یک نگاه آینده‌نگر است که مسیرهایی را که برای رسیدن به اهداف باید دنبال شود، پیش‌بینی می‌کند [۶] و در واقع ابزاری مبتنی بر آینده‌نگری است که اهداف، موانع و رهبردهای ضروری برای دستیابی به چشم‌انداز را فراهم کرده [۹] و اولویت‌ها را برای تسهیل تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری تعیین می‌کند [۱۰]. به تعبیر فال^۲ ره‌نگاشت، تکنیکی برای پشتیبانی، برنامه‌ریزی و مدیریت است مخصوصاً برای کشف و ارتباط پویایی روابط میان منابع، اهداف و محیط در حال تغییر [۱۱]. فرآیند ره‌نگاری مستلزم توجه بر دو بعد ساختار و فرآیند است: ساختار، چارچوب بصری ره‌نگاشت است و منظور از فرآیند، چگونگی دستیابی به اطلاعات مورد نیاز و گام‌های ترسیم آن است [۵].

۲-۲ ساختار

ساختار ره‌نگاشت، بر مبنای اطلاعات تولید شده طی فرآیندها شکل می‌گیرد. ره‌نگاشت‌ها معمولاً دارای دو بعد زمان و لایه‌ها هستند: محور افقی نشان دهنده بعد زمان است که بر مبنای آن، ترتیب، تنوع و تکامل لایه‌ها را با زمان آغاز و پایان هر یک نشان داده می‌شود تا موجب کنترل برنامه‌ها و به تبع آن، امکان پذیری مدیریت اهداف شود. این محور، یعنی افق زمانی به چشم‌انداز وابسته است. محور عمودی، بُعد لایه‌ها را نمایش می‌دهد که در آن روابط و برنامه‌های حاکم بین سطوح در یک زمان خاص نشان داده می‌شود و معمولاً شامل سه لایه اصلی است:

- بالاترین لایه مربوط به پیشران‌ها و روندهای کلیدی است که بر اهداف یا مسیر کلی ره‌نگاشت حاکم بوده و بر آن اثر



شکل (۱) چارچوب عمومی رهنگاشت فناوری تدوین شده [۱]

به صورت کلی تدوین رهنگاشت شامل دو جزء اصلی روش‌ها و فرآیندهای ضمن آن است. در حالت کلی، رهنگاری شامل سه گام اصلی است:

- ۱- فعالیتهای پیشینی شامل آماده‌سازی مقدمات تدوین رهنگاشت، تشکیل تیم‌ها، تعیین قلمرو و محدوده پروژه؛
- ۲- ترسیم رهنگاشت شامل شناسایی محیط بیرونی، پشران‌ها، منابع و تعریف فعالیتهای لازم برای تحقق چشم‌انداز مورد نظر و در نهایت تصویر کردن اطلاعات در قالب رهنگاشت؛
- ۳- تمهیدات پسینی، که برنامه‌های پیاده‌سازی و نیز بازنگری و پایش را مشخص می‌کند.

فرآیندها و روش‌هایی که به منظور تحقق این گام‌ها طی می‌شوند می‌توانند متنوع باشند. اما در یک چارچوب کلی می‌توان گفت رهنگاری با تکیه بر مستندات و اطلاعات موجود و طبقه‌بندی شده آغاز شده و در میانه راه با خلاقیت آمیخته می‌شود و در انتها، این جمع‌بندی خبرگان و متخصصان است که تصویری نظام‌مند و مهندسی شده را در قالب نقشه‌ای تصویری ارائه می‌کند. در طی فرآیندهای ذکر شده و متناسب با آن تعداد زیادی از روش‌های رایج آینده‌نگاری و برنامه‌ریزی مانند، دلفی، تحلیل اختراعات، پتل خبرگان، سناریونویسی، تحلیل اثرات متقابل، تحلیل روند، تحلیل متوالی فناوری و مانند آن به کار گرفته می‌شود.

ساختاری که برای تبیین لایه‌ها و زیرلایه‌های رهنگاشت در نظر گرفته می‌شود، مهم است و جنبه‌های زیربنایی سیستم را منعکس می‌کند [۱۲]. این لایه‌ها به سه سؤال چرایی، چه چیزی و چگونه پاسخ می‌دهند [۱۳ و ۱۴].

قابل ذکر است که انواع دیگری از رهنگاشت از حیث قالب و هدف نیز وجود دارد که به تناسب ماهیت و میزان پیچیدگی مسئله مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله انواع قالب‌های رهنگاشت، می‌توان به رهنگاشت‌های تک‌لایه، میله‌ای، جدولی، متنی، مبتنی بر گراف و شبکه‌ای اشاره کرد. مثلاً رهنگاشت شبکه‌ای، دارای بعد زمان نیست و تنها فعالیتهای اصلی و نوع ارتباطات متقابل آنها را برای دستیابی به هدف مورد نظر تصویر می‌کند و یا رهنگاشت جدولی برای موقعیت‌هایی که بتوان عملکرد را به آسانی کمی کرد یا فعالیتهای را در دوره‌های زمانی خاصی دسته‌بندی نمود مناسب است.

۲-۳ فرآیندها و روش‌ها

فرآیند ترسیم رهنگاشت، عموماً به اندازه خروجی آن اهمیت دارد. این اهمیت به دلیل تولید شده ضمن تعاملات و گفتگوها و نیز ایجاد همگرایی میان ذینفعان و بازیگران است.

۱- برای آشنایی بیشتر با انواع رهنگاشت از حیث قالب می‌توانید به فال و دیگران [۱] مراجعه کنید.

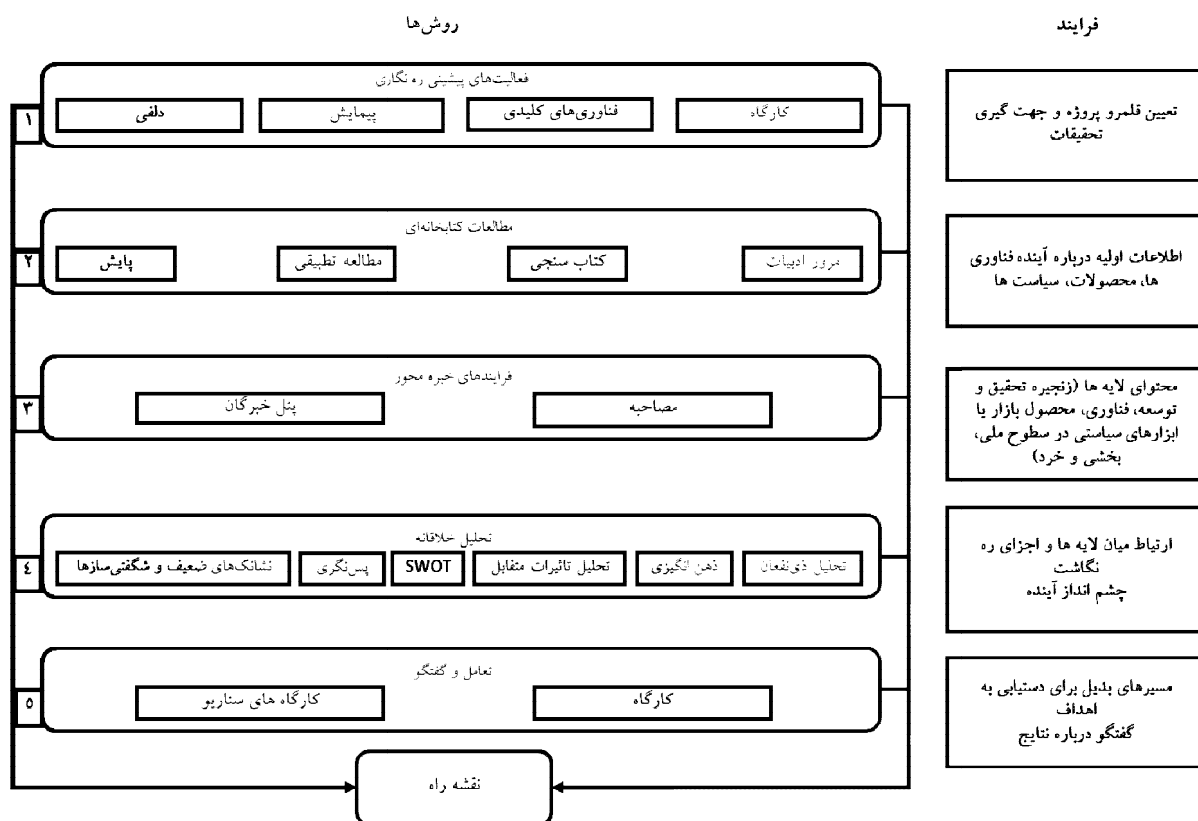
حوزه مورد نظر دست یافت. پویش محیطی، عوامل خارجی مؤثر بر حوزه تحقیقات و لیستی از ریسک‌های پیش رو را شناسایی می‌کند که به عنوان ورودی‌های مراحل قبل می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. در این مرحله می‌توان از مطالعه تطبیقی بهره گرفت که شامل تحلیل‌های مراکز آینده‌پژوهی معتبر، اسناد ملی (برنامه‌ها، پیش‌بینی‌ها، راهبردها)، و آمار و اطلاعات مراکز معتبر است. برای انجام فعالیت‌های این مرحله، ایجاد گروهی اولیه از خبرگان توصیه می‌شود.

⊕ در مرحله سوم محتوای لایه‌ها تهیه می‌شود. این مرحله عمدتاً مبتنی بر نظر خبرگان است و باید بتوان طی آن، به "دانش ضمنی" این متخصصان دست یافت. این امر توسط مصاحبه‌های تخصصی با گروه‌های مختلفی همچون نمایندگان دولتی، اتحادیه‌ها و متخصصان حوزه‌های مختلف صورت می‌گیرد. لیست کارشناسان به وسیله روش گلوله برفی توسعه می‌یابد و تخصص هر یک در حوزه خود باید محرز شود. پس از انجام مصاحبه‌ها، پنل‌های تخصصی برای نهایی کردن نتایج روش‌های مربوطه با هماهنگی بین همه ذینفعان انجام می‌شود. اعتبار بخشی این مرحله نیز می‌تواند از راه مصاحبه با خبرگان بین‌المللی صورت گیرد.

ویشنوسکی^۱ و همکاران [۱۴] به شرح شکل ۲ به ابعاد مختلف فرآیندها و روش‌های به کار گرفته شده در تدوین رهنگاشت اشاره کرده‌اند که بر این اساس، پنج مرحله عمومی رهنگاری به شرح زیر است:

⊖ نخستین مرحله، فعالیت پیشینی رهنگاری است که در این مرحله، قلمرو پروژه و اولویت‌های اصلی موضوع تعریف می‌شوند. نیازها از طریق پیمایش ترجیحات ذینفعان و کارشناسان شناسایی می‌شود. استفاده از روش‌هایی نظیر دلفی و نیز مطالعه منابع، می‌تواند روش‌های مناسبی برای تعریف موضوع و زمینه رهنگاشت باشند. جهت‌گیری اصلی تحقیقات و پژوهش‌ها، عموماً در کارگاه‌ها تعیین می‌شوند.

⊕ مرحله دوم، جمع‌آوری اطلاعات کلیدی برای مراحل بعدی است. با مطالعات کتابخانه‌ای می‌توان داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای شناسایی چشم‌انداز مسیر آینده سیاست‌ها و ملزومات آنها را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. در تدوین رهنگاشت برای یک فناوری خاص، اطلاعات اولیه درباره فناوری‌ها و محصولات آینده از طریق بررسی مراجع فراهم می‌شود. با ابزارهایی همچون تحلیل کتاب‌شناختی می‌توان به فهرستی از برترین خبرگان و آینده‌نوآوری‌های



شکل ۲) رویکرد رهنگاری، فرآیندها و روش‌ها [۱۴]

شده که در آن چهار کارگاه مجزا برای بازار، محصول، فناوری و ترسیم، تشکیل می‌شوند: در کارگاه بازار، مجموعه‌های اولویت‌بندی شده از نیازمندی‌ها و جذابیت‌های آینده کسب‌وکار ارائه می‌شوند و ضمناً مشخص می‌شود چه بخش‌هایی از بازار باید مورد هدف قرار گیرد. در کارگاه محصول، ارتباط میان ابعاد عملکرد محصول و جذابیت‌های بازار هدف مشخص شده و ارزیابی محصول در زمان آینده و نیز تعیین برنامه تکامل محصول انجام می‌شود. کارگاه فناوری با هدف شناسایی و اولویت‌بندی فناوری‌هایی است که ویژگی‌های مورد نظر برای بهبود در کارایی محصولات را فراهم می‌کند. کارگاه آخر که در آن رهنگاشت ترسیم می‌شود شناسایی برنامه‌های اقدامی است که برای توسعه فناوری‌های مشخص شده در کارگاه سوم لازمند. در این کارگاه ارتباط بین لایه‌های رهنگاشت برقرار می‌شود و همه اطلاعات مفیدی که در طول فرآیند ترسیم رهنگاشت به دست آمده، به گونه‌ای قابل فهم در قالب نموداری بر محور زمان نمایش داده می‌شود [۵].

۲-۴ کارکردها

اهداف رهنگاری با توجه به ترکیب گروه‌های ذینفع، می‌تواند متفاوت باشند. نظارت بر واحدهای تحقیق و توسعه درون‌شرکتی، تسهیل هماهنگی عملکردهای گوناگون بازیگران نظام، هماهنگی فعالیت‌ها از جمله این اهداف هستند [۱۵] اما در نهایت رهنگاشت ابزاری برای پیوند میان اهداف کوتاه‌مدت و بلندمدت، از مسیری است که آن اهداف را محقق می‌کند [۱۶]. ویژگی مشخصه رهنگاشت‌ها در مقایسه با سایر رویکردهای موجود برای پشتیبانی راهبرد و نوآوری، قالب گرافیکی آن است. در واقع رهنگاشت، ابزار تصویرنگاری مهمی است که روابط میان برنامه‌های پژوهشی پیشنهادی یا موجود، برنامه‌های توسعه، توانمندی لازم، و نیازها را شکل می‌دهد. تدوین رهنگاشت فرصتی را برای مباحثه میان افراد علمی، صنعتی و دولتی که قصد کسب‌وکار دارند و محققان

① مرحله چهارم را می‌توان به نوعی برقراری ارتباط میان لایه‌ها در نظر گرفت. در این مرحله تمامی اطلاعات جمع‌آوری شده در مراحل قبل با کمک متخصصان تدوین رهنگاشت مورد بررسی قرار می‌گیرد. تجزیه و تحلیل SWOT برای نشان دادن قابلیت‌ها و محدودیت‌های اصلی انجام می‌شود. پس‌نگری^۱ با در نظر گرفتن جذاب‌ترین چشم‌انداز آینده، تصمیمات متوالی برای رسیدن به آن را در سناریوهای مختلف تعیین می‌کند. شناسایی شگفتی‌سازها و نشانک‌های ضعیف^۲ با تجزیه و تحلیل اسناد راهبردی و مقالات و روزنامه‌ها انجام می‌شود و فرصتی برای شناسایی نقاط بحرانی فراهم می‌کند که احتمال پائینی برای وقوع داشته اما اثرات بسیار بالایی ایجاد می‌کنند. پس از آن لازم است واکنش احتمالی ذینفعان پیش‌بینی شده و اثرات بالقوه آنها نیز شناسایی و سپس اقداماتی برای مواجهه با آنها پیشنهاد شود. تحلیل اثرات متقابل عوامل کلیدی در مرحله چهارم انجام و تجزیه و تحلیل ذینفعان برآوردی از اثرات تصمیمات رهنگاشت بر رفتار و فعالیت آنها را فراهم می‌کند. در طول این مراحل از ذهن انگیزی^۳ به صورت فعال استفاده می‌شود.

② در مرحله پنجم، مسیرهای بدیل برای دستیابی به اهداف، مورد بحث قرار می‌گیرند. این مرحله شامل کارگاه‌های آموزشی است که هدف آن بحث درباره سناریوهای ممکن در خصوص توسعه مراحل با تأکید بر چشم‌انداز است. سناریو برای کاهش عدم اطمینان در مورد آینده استفاده می‌شود. نسخه مقدماتی رهنگاشت در این مرحله تدوین شده و سپس با طیف وسیعی از کسانی که متأثر از رهنگاشت هستند (به تناسب موضوع رهنگاشت) شامل کارشناسان، نمایندگان دولتی، نمایندگان کسب‌وکارها، شهروندان و دیگر گروه‌های ذینفع گفتگوهای تعاملی انجام می‌شود.

مراحل پنجگانه مذکور، فرآیندهای درونی ترسیم رهنگاشت را تبیین می‌کنند که برای هر نوع رهنگاری قابل بهره‌برداری است. با تکیه بر این مراحل، در حوزه رهنگاری فناوری رویکردی موسوم به شروع-سریع^۴ برای ترسیم لایه‌ها پیشنهاد

گروه‌های بزرگی از ذینفعان مختلف را در یک کارگاه ۱-۲ روزه گرد هم می‌آورد تا مباحث راهبردی را جستجو و اولویت‌بندی کنند، راهبردهای نوآوری و پژوهش را توسعه داده و همراستا سازند و در مورد مسیر آینده به توافق برسند. T-Plan بر رهنگاری محصول یا فناوری متمرکز است و گروه‌های دارای اندازه متوسط از ذینفعان میان‌وظیفه‌ای را در یک کارگاه نیم روزه گرد هم می‌آورد تا یک نوآوری محصول بنیان را جستجو و برنامه‌ریزی کنند [۱].

1- Backcasting
2- Wild Cards and Weak Signals (WiWe)
3- Brain Storming

۴- دو رویکرد اصلی T-Plan و S-Plan برای شروع-سریع (Fast-Start) پیشنهاد شده که تفاوت‌های اندکی با یکدیگر دارند. S-Plan بر چالش‌های راهبردی کلی متمرکز است، نوعاً در سطوح کسب‌وکار، همکاری، بخش و سیاست. این فرآیند

فراهم می‌کند تا راه‌های منطقی را برای توسعه فناوری پیدا کنند [۱].

در عین حال، در تمام موارد، رهنگاری جایی بکار رفته که این سه ویژگی وجود داشته‌اند:

الف) مقیاس سامانه‌های مورد بحث، بزرگ و درجه پیچیدگی آنها بالا بوده است.

ب) تصمیمات راهبردی مورد نظر با عدم قطعیت‌های مربوط به آینده به طور اساسی درگیر بوده‌اند.

پ) در تدوین، پیاده‌سازی، حمایت و استفاده از این سامانه‌ها ذینفعان متعددی دخیل بوده‌اند که منجر به چالش‌های ارتباطی شده است. به دلیل نظرات، پیش‌فرض‌ها و انگیزه‌های متفاوت افراد درگیر، این موضوع منشاء ابهامات بالقوه بسیاری می‌گردد.

ره‌نگاشت باید بتواند چالش‌های مربوط به پیچیدگی، عدم قطعیت و ابهام موجود در راهبرد و نوآوری را نشان دهد. ره‌نگاشت‌ها را نباید مشابه اطلس‌های مسیر که دارای جزئیات کامل هستند در نظر گرفت، بلکه ره‌نگاشت، حالت نقشه ساده و کلی‌ای را دارد که مانند یک جهت‌یاب برای حرکت رو به جلو عمل کرده و از تصمیمات راهبردی که باید امروز اتخاذ شوند، خبر می‌دهد. کارکرد اصلی ره‌نگاری آن است که بر اساس درک موجود نسبت به آینده راهبردی (محیط رقابتی آتی) و شرایط کلیدی (مانند فرصت‌ها و تهدیدها) و به کمک ماهیت راهبرانه ره‌نگاشت (که با روشن شدن رویدادها به تدریج، به‌روز می‌شود) در مورد اقدامات و تصمیماتی که سازمان را در مسیری به سمت وضعیت مطلوب آینده سوق می‌دهند، فهم مشترک و وفاق ایجاد نماید [۱].

۲-۵ عوامل موفقیت و کاستی

واقعیت آن است که اعتبار هر ره‌نگاشت، به سابقه سازمان یا نهاد مجری و قابلیت‌ها و ظرفیت‌های آن برمی‌گردد. توانمندی و شایستگی گروه تدوین ره‌نگاشت بسیار حیاتی است [۵] یکی از ویژگی‌های ره‌نگاشت (صرف نظر از اینکه ره‌نگاشت صنعتی، فناوری یا سیاستی باشد) این است که جدا از گروه اصلی تدوین ره‌نگاشت، اطلاعات پردازش شده به شدت به دانش کسانی متکی است که اغلب به سازمان اجرای ره‌نگاشت متعلق نیستند. علاوه بر این، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل دانش به تنهایی برای تدوین ره‌نگاشت کافی نیست،

بلکه دانش ضمنی در این میان نقش مهمی ایفا می‌کند. این دانش ضمنی براساس تجارب و صلاحیت صاحبان دانش برای درک شرایط پیچیده شکل گرفته است [۱۷]. پس شناسایی صاحبان این دانش و مشارکت آنها در کار تدوین هر نوع ره‌نگاشت چالش مهمی است که برای غلبه بر آن باید در فرآیند ره‌نگاری تمهیدات لازم اندیشیده شود. به دلیل پیچیدگی مسائل و نیاز به دانش عمیق خبرگان [۱۸]، استفاده از بیشترین تعداد کارشناسان موجود امری ضروری است و در صورت انجام نشدن این کار، ره‌نگاشت به یک نمای تصویری عادی تبدیل می‌شود [۶]. علاوه بر این لازم است تعهد مدیران ارشد سازمان یا دولت، در بالاترین سطح برای تدوین و اجرای ره‌نگاشت جلب شده باشد تا ضریب تحقق‌پذیری ره‌نگاشت بالا رود [۱۹ و ۵].

یک موضوع مهم و قابل توجه، این است که بسیاری از ره‌نگاشت‌ها تنها یک بار انجام می‌شوند، در حالی که ره‌نگاری باید ساختاری برای یادگیری درباره گذار به وضعیت مطلوب فراهم کند و به این منظور باید تا حد ممکن، به‌روزرسانی و ارزیابی مستمر ره‌نگاشت را نهادینه کنند. به عبارت دیگر، ره‌نگاشت‌ها باید اجازه بدهند که فرآیند ره‌نگاری به صورتی یادگیرنده و بازتاب دهنده از طریق آرایش نهادی موجود، انجام شود [۲۰]. ضمن اینکه تعهد مدیران ارشد نیز باید در جهت فرآیند تدوین ره‌نگاشت به صورت راهبردی و بلندمدت باشد، نه به شکل یک رویدادی که فقط یک مرتبه انجام می‌پذیرد [۵]. علاوه بر این، لازم است نظام پایش و ارزیابی [۲۱] در فرآیندهای برنامه‌ریزی ره‌نگاشت دیده شود.

با وجود تنوع در رویکردها، ساختارها و قالب‌های ره‌نگاشت، ره‌نگاشت فناوری کلاسیک برای پاسخگویی به مسائل سطح سیاست STI دارای کاستی‌هایی است: نخست آنکه علیرغم تأکید بر بعد مشارکتی، ره‌نگاشت‌ها عموماً به جای مشارکت گسترده، حاصل ذهنیت مدیران هستند. درست است که همه نقشه‌های راهبردی شامل نوعی فرآیند مشورتی یا مشارکتی که شامل ذینفعان کلیدی می‌شود هستند؛ اما با این حال به نظر می‌رسد برخی فعالیت‌ها بدون اطمینان از وجود مشارکت بازیگران کلیدی انجام می‌شوند [۲۰]. در واقع عموماً در این روش، تمرکز بیشتر بر برنامه‌ریزی بوده و نه اجرا. برای تحقق برنامه‌ها لازم است فرآیندهای جلب تعهد گروه‌های مختلف

استفاده کرده است. ابتدا فرآیند عمومی رهنگاشت سیاستی مبتنی بر این مدل ارائه می‌شود و در بخش دوم تلاش می‌شود ویژگی‌های یادگیرنده بودن، کل‌نگری و آینده‌نگری که در این مدل وجود دارد تقویت شود.

۳-۱ فرآیند عمومی تدوین رهنگاشت سیاست STI

رهنگاشت سیاست STI با تأکید بر استفاده از ابزارهای سیاستی و آمیخته سیاستی، مشتمل بر دو بخش طراحی سیاست و ارزیابی و اجرا طراحی شده که هر یک به تنهایی و یا به صورت ترکیبی، قابل بهره‌برداری هستند.

در گام اول (قسمت بالای شکل ۳)، ابتدا سیاست‌های موجود شناسایی و بررسی می‌شوند. در این بررسی وابستگی متقابل سیاست‌ها بررسی شده و سپس تحلیل اقدامات سیاستی تکمیلی و چارچوب‌های قانونی لازم انجام می‌گیرد. پس از آن با هدف توسعه سیاست‌ها، آینده‌پژوهی انجام شده و آینده مطلوب ترسیم می‌گردد. گام بعدی تحلیل شکاف میان وضع موجود و وضع بایسته است. این کار به تدوین اولویت‌های اقدامات سیاستی کمک می‌کند. قبل از آغاز فعالیت‌های عملیاتی، تجزیه و تحلیل ذینفعان به منظور اطمینان از همگرایی در اجرا لازم است. به طور معمول طیف گسترده‌ای از سهامداران شامل جامعه علمی، صنعتی، سیاست‌گذاران سطح ملی و سطح منطقه‌ای، سازمان‌های غیر دولتی و بدنه جامعه و نیز ذینفعان دیگر کشورها و سازمان‌های چندملیتی باید در این تحلیل در نظر گرفته شوند. به دلیل تعارض منافع احتمالی میان بازیگران و سازمان‌های مختلف، تجزیه و تحلیل مؤسساتی که بالقوه درگیر و تحت تأثیر رهنگاشت هستند ضروری است و ممکن است بازآرایی نهادی در برخی قسمت‌ها ضرورت داشته باشد. در نهایت مبتنی بر تجزیه و تحلیل‌های انجام گرفته، شرح خدمات کلی رهنگاشت تدوین می‌شود که شامل وظایف دقیق و اهداف دستورالعمل‌های اجرایی است و همچنین تعهدات مؤسسات و نهادهایی که رهنگاشت به آنها مربوط می‌شود.

اما در رهنگاشت اجرا و ارزیابی (قسمت پائین شکل ۳)، یک فعالیت مهم اولیه، اصلاح اقدامات سیاستی و بررسی همپوشانی‌ها و تناقض‌هاست. سپس باید به مؤسساتی که به اجرای رهنگاشت مرتبط هستند اطلاع‌رسانی شده و کارکنان آنها برای درک کامل اقدامات مرتبط و اجرای صحیح آن

و ایجاد اجماع میان آنها با دقت بالایی برنامه‌ریزی شود. نکته بعد اینکه در رهنگاشت با مفروض گرفتن یک آینده محتوم یا مطلوب، برنامه‌ریزی صورت می‌گیرد، در حالی که با توجه به عدم قطعیت‌های آینده، لازم است آینده‌های بدیل مورد توجه سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان قرار گرفته و به تبع آن، در رهنگاشت نیز متبلور شود.

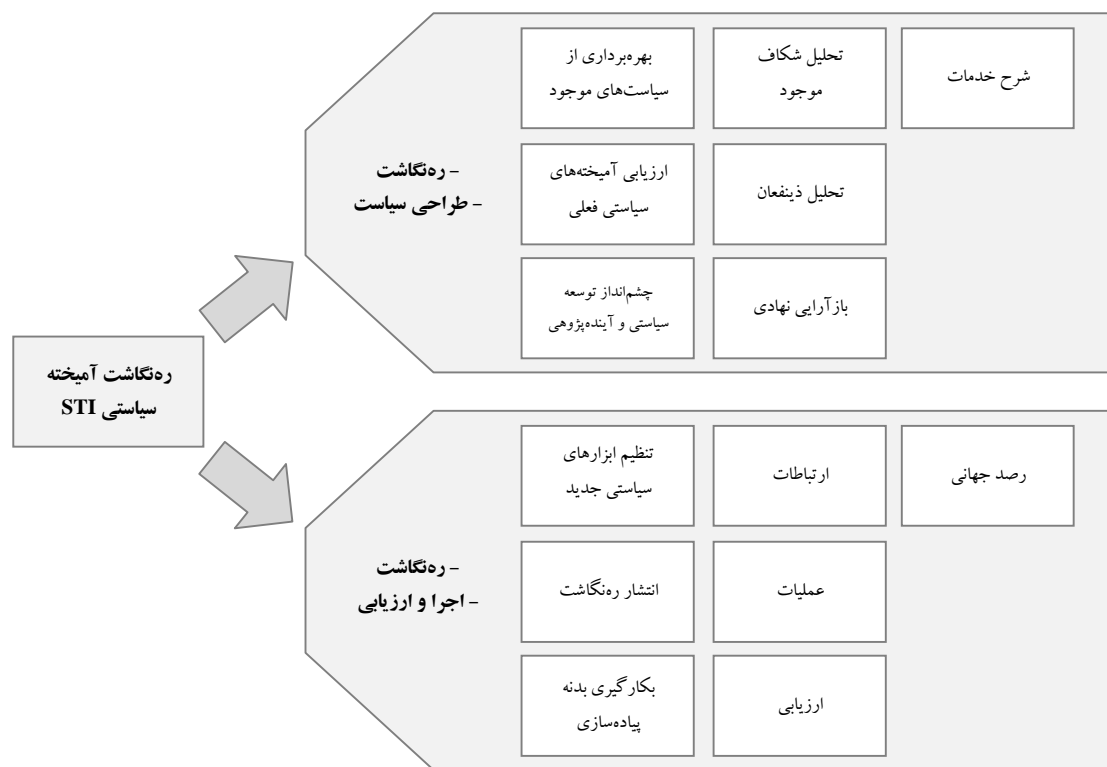
سومین ملاحظه درخصوص رهنگاشت این است که رهنگاشت مخصوصاً در سطح صنعتی و ملی، برای اینکه در حل مسائل و چالش‌های اساسی مورد استفاده قرار گیرد، باید با در نظر داشتن عوامل اجتماعی و اقتصادی و سیاستی طراحی شود.

با توجه به نکات مذکور و توجه به ارزشی که رهنگاری برای سیاست‌گذاری در مرحله طراحی دارد برای ارتقاء جایگاه و استفاده کارآمد از آن، باید تغییراتی در شکل سنتی و بنگاهی آن رخ دهد. این تغییرات با اضافه شدن عوامل "آینده‌نگری"، کل‌نگری و اصلاح چرخه مشارکت ذینفعان" رخ می‌دهد. آنچه که در بخش بعدی این مقاله به آن خواهیم پرداخت، تشریح این سه ویژگی در تدوین رهنگاشت سیاستی STI است.

۳- رویکرد تدوین رهنگاشت برای طراحی و اجرای

سیاست علم، فناوری و نوآوری

رهنگاشت سیاستی با ساختار و فرآیندی مشابه آنچه که در رهنگاشت عمومی وجود دارد تدوین می‌شود. فرآیندهای اصلی آماده‌سازی و ترسیم رهنگاشت و تمهیدات اجرایی سازی و نظارت بر آن در این رویکرد نیز قابل اجراست. تنها به دلیل گستره وسیع آن و تفاوت در ماهیت ورودی‌ها و اجزای تشکیل دهنده لایه‌های رهنگاشت، مستلزم اقتضائات متفاوتی است. به همین منظور در اینجا مدلی عمومی برای تدوین رهنگاشت سیاستی معرفی می‌شود. این مدل با عنوان رهنگاشت هوشمند در سیاست‌گذاری STI توسط کارابانیس^۱ و دیگران [۱۷] پیشنهاد شده و در آن با هدف عملیاتی کردن رهنگاشت و برطرف کردن مشکلات واقعی ناشی از مشارکت ذینفعان و اجرا، ترکیب بندی عمومی و اولیه‌ای از فعالیت‌های لازم برای رهنگاری ارائه شده است. مدل رهنگاشت هوشمند دارای ظرفیت‌های مهمی برای کل‌نگری و آینده‌نگری است و برای حل مسئله مشارکت ذینفعان از مفهوم یادگیری آگاهانه



شکل ۳) چارچوب تدوین ره‌نگاشت آمیخته سیاستی STI [۱۷]

مسائل این حوزه‌ها به کمک فناوری و نوآوری و دوم تغییر تمرکز سیاست‌گذاری STI، از توجه صرف به علم، فناوری و نوآوری به نظام اجتماعی-فنی آن. در این چرخش اساسی، ره‌نگاشت نیز ابزاری برای دولت‌ها محسوب شده که به وسیله آن نه تنها رقابت پذیری خود را افزایش می‌دهند، بلکه با توسعه فناوری و نوآوری، در پی مواجهه با چالش‌های اجتماعی همچون فناوری‌های کم کربن، چالش‌های حوزه انرژی، پیری جمعیت و امثال آن هستند.

در واقع در رویکردهای جدید، ره‌نگاشت‌ها به عنوان بخشی از فرآیند جهت دهی برای توسعه اجتماعی-فنی جوامع توسعه یافته‌اند. در این انتقال از صنعت و فناوری به سیاست عمومی، طبعاً فعالیت‌های تدوین ره‌نگاشت با ملاحظات گسترده‌تری منطبق شده است. تدوین ره‌نگاشت فناوری در صنعت به تمرکز بر توسعه کوتاه‌مدت و کاملاً فنی گرایش دارد. در مقابل، دولت‌ها و حامیان سیاست‌گرایان دارند که از ابزار، رویکرد و زبان ره‌نگاشت فناوری برای پرداختن به مباحثی که طبیعت بلندمدتی دارند استفاده کنند. ره‌نگاشت‌ها که زمانی به عنوان نقشه‌های مسیر توسعه محصولات جدید استفاده می‌شدند در حال حاضر برای ایجاد مسیرهای پایداری

آموزش ببینند. تجارب ارزیابی سیاست‌های STI نشان می‌دهد که اغلب پیاده‌سازی اقدامات سیاستی به ویژه در مراحل اولیه با چالش کمبود دانش و توانایی کارکنان مواجه است. لذا فعالیت‌های گسترده برای برقراری ارتباطات و آگاهی‌رسانی و افزایش توانمندی جامعه مرتبط با STI توصیه می‌شود. ضمناً باید در طول اجرای اقدامات سیاستی، ارزیابی‌های میان‌مدت یا مداوم برای شناسایی ضعف‌ها و قابلیت‌های بهبود و نیز رصد اثرات یادگیری اجرای سیاست‌ها انجام شود. این فعالیت‌ها عموماً با رصد اقدامات سیاست‌های STI در سطح جهان به منظور حفظ رقابت با دیگر کشورها و ایفاء نقش جهانی همراه است و در مراحل مختلف ذینفعان را به صورت گسترده درگیر می‌کند.

۲-۳ تقویت ویژگی‌های درونی مدل

۱-۲-۳ کل‌نگری

در رویکردهای متأخر سیاست‌گذاری STI، نقطه توجه سیاست‌ها از مسائل فناورانه به حوزه مسائل اجتماعی و ابرچالش‌ها^۱ تغییر کرده [۲۲ و ۲۳] و این تغییر انگاره، به دو صورت تبلور یافته است: نخست تغییر نقطه تمرکز دولت‌ها بر مسائل اجتماعی همچون محیط زیست و تلاش برای حل

این لایه جایگاه روش‌های سیاستی را در یک بستر اجتماعی-فنی تعیین می‌کند. سطح سوم، توسعه بخشی با تأکید بر راه‌حل‌های جدید و نوآوری‌های احتمالی است. این سطح مؤید یک بستر محیطی مهم برای سیاست‌ها است. سطح چهارم، توانمندسازهای کلیدی با تمرکز اولیه بر فناوری‌هایی است که توسعه بخشی را امکان‌پذیر می‌سازند.

این نوع رهنگاری، یک روش ترکیبی است که فرهنگ ترسیم رهنگاشت فناوری را با مقتضیات نظام تحولات اجتماعی-فنی ترکیب می‌کند. این رهنگاشت قادر است یک تجزیه و تحلیل نظام‌مند از ایده‌های آینده محور ارائه کند که می‌توانند از توسعه فناوری، فعالیت‌های سیاستی یا توسعه اجتماعی عمومی‌تر سربرآورند [۲۴].

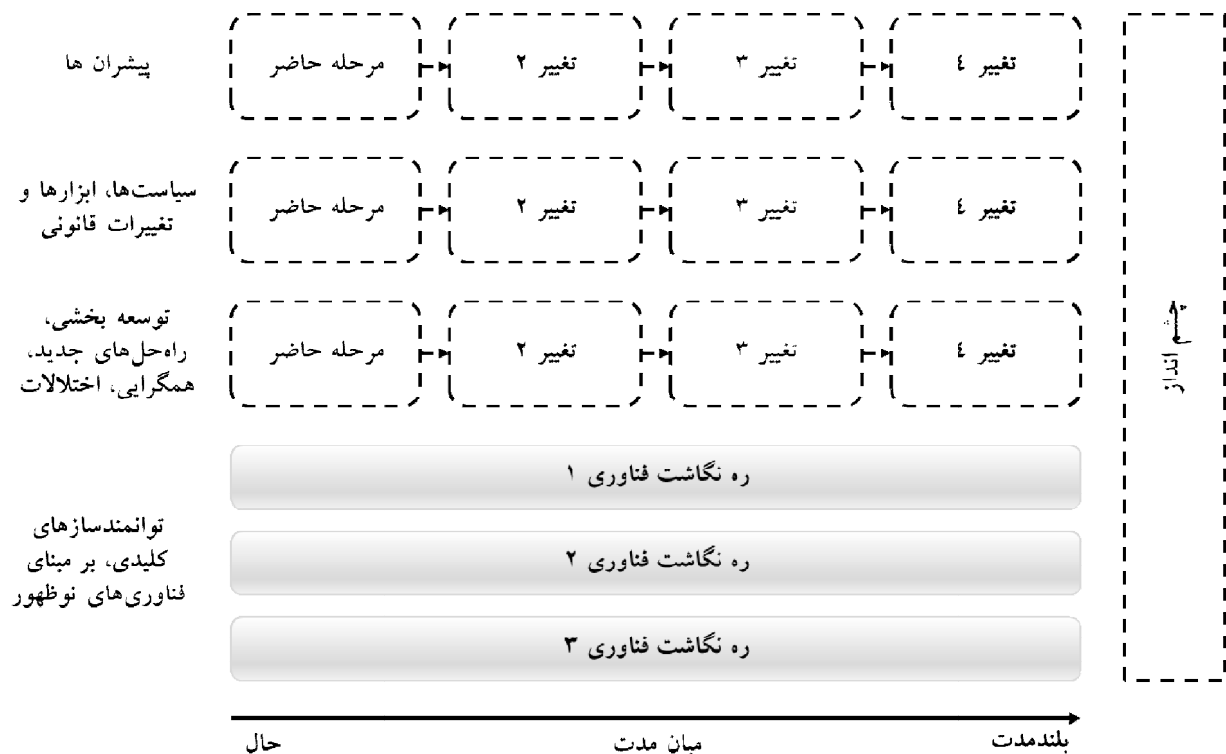
۲-۲-۳ آینده‌نگاری

مهم‌ترین ابزار ارتقاء رویکرد تدوین رهنگاشت به فرآیندی آینده‌نگر، سناریونویسی است. تأکید بسیاری بر استفاده از رهنگاشت‌های سناریومحور به منظور مواجهه با پیچیدگی و عدم قطعیت آینده وجود دارد [۱۶ و ۲۶]. به منظور تحقق تدوین رهنگاشتی با آینده‌های چندگانه، می‌توان از تدوین سناریو در سه مرحله پیش، حین و پس از تدوین رهنگاشت

بلندمدت نوآوری نظام‌مند^۱ یا گذارهای فناورانه^۲ [۲۴] به کار می‌روند. به عبارت دیگر، آنها برای ایجاد چشم‌انداز توسعه کل نظام شامل زیرساخت‌ها، بازار، سیاست، آموزش و توسعه آموزشی و قوانین، به همان اندازه مباحث فناورانه، استفاده می‌شوند [۲۰].

سیاست‌گذاران در حال حاضر از رهنگاشت به عنوان بخشی از معماری سیاست استفاده می‌کنند که از طریق آن تلاش می‌شود گذار به سمت ترتیبات اجتماعی و فنی پایدارتری فراهم شود. در صورتی که سیاست‌گذار STI (با اتخاذ هر رویکردی اعم از رویکرد نوآوری نظام‌مند یا مدیریت گذار و چشم‌انداز چندسطحی) مواجهه با عوامل اجتماعی و تلاش برای حل مسائل اصلی جامعه را هدف بگیرد، می‌تواند از ساختاری که الکوئیست^۳ و همکاران [۲۴] با مقایسه برخی ویژگی‌های نظریه مدیریت گذار [۲۵] رهنگاشت فناوری پیشنهاد کرده‌اند استفاده کند (شکل ۴).

در ساختار پیشنهادی، چهار سطح وجود دارد. در سطح نخست پیشران‌های کلیدی شناسایی می‌شوند که مهم‌ترین عوامل شکل‌دهنده ابرچالش‌ها هستند. در سطح دوم، سیاست‌ها، ابزارهای سیاستی و تغییرات قانونی اهمیت دارند.



شکل ۴) ساختار عمومی رهنگاشت گذار سیستمی [۲۴]

1- Systems innovations
2- Technological transitions
3- Toni Ahlqvist

استفاده کرد [۲۷]. استفاده از سناریو پیش از تدوین ره‌نگاشت، به شناسایی قطعیت‌ها و عدم قطعیت‌های مسئله اصلی کمک می‌کنند و نیز پیش‌بینی آینده‌های محتمل و امکان پذیر را ممکن می‌سازند. سناریوها کمک می‌کنند که مسیرهای حیاتی که منجر به تحولات اساسی در سیستم شده و اثرات جدی بر آن دارند شناسایی شوند و تغییرات ریشه‌ای احتمالی را تبیین می‌کنند. فضای سناریوهای ساخته شده به مثابه آزمایشگاهی برای تدوین کنندگان به ویژه برای نشست‌های خلاقانه بحث میان کارشناسان و یا نشست‌های تعاملی میان ذینفعان عمل خواهد کرد [۲۸]. استفاده از سناریوها در حین تدوین ره‌نگاشت در رویکرد سنتی کاربرد فراوانی دارد. سناریوها در این مرحله به مثابه بیانیه‌ای برای توصیف ارتباط میان لایه‌های مختلف ره‌نگاشت هستند و لذا به توسعه مسیرهای جایگزین به صورتی سازگار با محیط داخلی کمک می‌کنند. همچنین می‌توانند تقاطع عطف تغییر مسیرهای مورد نیاز را نیز تعیین کنند [۲۷]. به علاوه، سناریوهای تدوین شده، فراروایتی برای تفسیر و استفاده از ره‌نگاشت تصویری تدوین شده هستند. معمولاً بازه زمانی ره‌نگاشت‌ها آینده بین ۵ تا ۱۰ سال است. این بازه زمانی در مقایسه با تحولات اجتماعی که افقی بیش از ۱۵ و ۲۰ سال دارند، کوتاه‌مدت محسوب می‌شود. به همین دلیل لازم است استفاده و همین‌طور ارزیابی و اصلاح ره‌نگاشت در بستر زمانی گسترده‌تری انجام شود چرا که در بازه‌های زمانی طولانی، سناریوهای خوش‌بینانه و بدبینانه امکان جایگزینی عوامل کلیدی مؤثر بر فضای سناریو و ره‌نگاشت قابل ترسیم است و در هر یک از سناریوهای ترسیم شده می‌توان به خوبی از نقشه راه کوتاه‌مدت و میان‌مدت، آگاهانه و هوشیارانه استفاده کرد.

۳-۲-۳ یادگیری آگاهانه و مشارکت‌پذیری

هم ره‌نگاشت سیاست STI و هم ره‌نگاشت‌های تدوین شده در سایر حوزه‌ها (به طور مثال ره‌نگاشت‌های سنتی فناوری) از تجربه زیادی در پیاده‌سازی و اجرا برخوردار نیستند. تجربه طولانی‌تر مدیریت فناوری و نیز مطالعه بنگاه‌های موفق فناوری‌محور، نشان داده که مزیت رقابتی و موفقیت بنگاهی از طریق یادگیری آگاهانه به وجود می‌آید. در شرکت‌های موفق، یادگیری آگاهانه از فرآیند حل مسئله، نحوه بکارگیری تجربه خبرگان، و دانش مدون تدوین شده در شرکت امکان

طرح پرسش‌های جدید و بروز خلاقیت و آمادگی برای توسعه و مواجهه با موقعیت‌های نو را به شرکت می‌دهد [۱۷]. این تجربه در سطح بنگاهی و مطالعات وسیعی که درباره ویژگی‌ها و اجزاء یادگیری در سطح شرکت‌ها انجام شده این ایده را مطرح ساخته که سه لایه اصلی در یادگیری باید مورد نظر قرار گیرند. یادگیری در سطح عملیات و برآمده از تجارب، یادگیری تاکتیک‌ها (توان روش درست یادگیری از تجربه‌ها که معادل سطح عمیق‌تری از شناخت بوده و به نوعی فراشناخت محسوب می‌شود) و یادگیری راهبردی که در مواجهه با محیط سیاسی و با برساختن مفاهیم جدید بر پایه تجارب تاکتیکی و عملیاتی از یک سو و پیچیدگی‌های سیاستی از سوی دیگر شناخته می‌شود. توجه به سه لایه یادگیری عملیاتی، تاکتیکی و راهبردی قاعده‌های اصلی برای تدوین هوشمندانه و در نتیجه کارآمدتر در اجرای سیاست‌ها را به دست می‌دهد. در تدوین ره‌نگاشت باید زمینه مشارکت ذینفعان به ویژه در سطح عملیات فراهم شود. اگر فرآیند تدوین ره‌نگاشت از پائین به بالا انجام شود، سیاست نهایی تنها تصویر ذهنی مدیران راهبردی نخواهد بود. در این ساختار سه لایه‌ای یادگیری، از دانش‌های به دست آمده در صحنه عملیات و پرسش‌های پیش‌آمده در آن برای خلق پرسش‌های جدید در سطح تاکتیک و راهبرد استفاده می‌شود. یعنی راهبردها و سیاست‌های نهایی نسبت به آنچه که در سطح عملیات می‌گذرد آگاه‌تر هستند و در نتیجه سیاست‌ها و تصمیمات راهبردی که ره‌نگاشت مبنی بر آنها ترسیم شده یا طی فرآیند ره‌نگاری نیز قابلیت پیاده‌سازی در صحنه اجرا را خواهند یافت.

۴- کارآمدی ره‌نگاشت سیاست STI

بدیهی است که ره‌نگاشت در هر شکلی، مزایایی را در انجام فعالیت‌های راهبردی و آماده‌سازی اقدامات برای دستیابی به اهداف، به همراه می‌آورد، اما تعیین میزان کارآمدی ره‌نگاشت در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی موضوع قابل توجهی است که اندازه‌گیری آن دشوار است. طبعاً لازم است ره‌نگاشت‌ها به صورت مستمر مورد ارزیابی قرار گرفته و علاوه بر کیفیت خود ره‌نگاشت، آثار و پیامدهای آن نیز مورد بررسی قرار گیرد اما حقیقت آن است که در خصوص تأثیرات ره‌نگاشت

کردن شرایط و آثار آن، و بررسی جامع جنبه‌های محیط زیستی و اجتماعی آن، مورد استفاده قرار می‌گیرند. به همین دلیل تنها با برنامه‌هایی که درک عمیق و متقنی درباره آثار و پیامدهای مستقیم و غیرمستقیم مداخلات انسانی در زیست بوم طبیعی دارند، سلامت اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی جوامع تأمین می‌شود. رویکردهای متأخر در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی محیط زیست، با لحاظ کردن فناوری‌ها به عنوان بخشی از راه‌حل‌های مسائل محیط زیستی، ابعاد اجتماعی و نظام‌های مدیریتی غیرفناورانه را به صورت جدی وارد معادلات خود در تصمیم‌گیری کرده‌اند. از همین رو رویکردهای مدیریت یکپارچه منابع طبیعی توجه زیادی به رویکردهای کل‌نگر و آینده‌نگر دارند.

ره‌نگاشت مدیریت یکپارچه منابع طبیعی (INRM)^۶ در سال ۱۳۹۲ در سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور تعریف شد. به دلیل ماهیت چندلایه این موضوع و لزوم ورود آن به سطوح استانی و جوامع محلی، ذیل سطح ملی و نیز تعدد بالای فعالیت‌های این رویکرد و تعدد ذینفعان، مسئله از پیچیدگی بالایی برخوردار بود. ضمن اینکه "پیاده‌سازی" سیاست‌ها و برنامه‌های INRM از جمله عوامل بسیار مهم به منظور تحقق اهداف این رویکرد به شمار می‌رفت. این ره‌نگاشت توسط بنیاد توسعه فردا^۷ با اتخاذ دو رویکرد هم‌زمان هنجاری و اکتشافی برای دستیابی به اهداف پروژه

شواهد زیادی وجود ندارد. این موضوع به چند دلیل باز می‌گردد: نخست اینکه تعریف "آثار" ره‌نگاشت خود موضوعی مبهم است، چرا که ره‌نگاشت ابزاری برای بصری کردن سناریوهای ممکن و اقدامات است، اما انجام عملیاتی اقدامات در سطحی دیگر انجام می‌شود. دوم اینکه در کنار ره‌نگاشت، ابزارهای دیگری همچون ابزارهای استاندارد مدیریت پروژه وجود دارد که تعیین وزن تأثیر هر یک از اینها در آثار نهایی حاصله، یک چالش محسوب می‌شود [۱۷].

اما به هر حال لازم است سنجه‌هایی برای تعیین میزان کارآمدی یک ره‌نگاشت تعیین کرد. مک‌دوال^۱ [۲۰] با محور قراردادن چهار شاخص اصلی "اعتبار"، "مطلوبیت"، "سودمند" و "سازگاری" پیشنهاد کرده که به هنگام تدوین ره‌نگاشت سیاستی بررسی شود که آیا این شاخص‌ها توسط ره‌نگاشت برآورده می‌شوند یا نه. این شاخص‌ها و سؤالات مرتبط در جدول ۱ فهرست شده‌اند.

۵- مطالعه موردی ره‌نگاشت مدیریت یکپارچه منابع طبیعی

افزایش جمعیت و پیشرفت فناوری‌ها می‌تواند انواع مختلف بوم‌سازگان‌ها را در سراسر جهان تهدید کند. این مسئله در کشورهای در حال توسعه معضلی جدی است چرا که در آن فناوری‌های نوظهور به سرعت معرفی شده و بدون لحاظ

جدول ۱) شاخص‌های ره‌نگاشت سیاستی [۲۰]

سؤالات اصلی	شاخص‌ها
- آیا ره‌نگاشت، مبتنی بر تحلیل "نیاز" است؟ - آیا در فرآیند تدوین ره‌نگاشت، گستره‌ی وسیعی از تخصص‌ها وجود داشته؟ - آیا فرآیند ره‌نگاری مشارکت و تعهد بازیکنان کلیدی در سیستم نوآوری را تضمین کرده؟ - آیا ره‌نگاشت به اندازه کافی به جنبه‌های سیاسی، اجتماعی و اقتصادی می‌پردازد؟	اعتبار ^۲
- آیا ره‌نگاشت اهداف اجتماعی را که از طریق نهادهای مردم‌سالار ایجاد شده‌اند، برآورده می‌کند؟ - آیا مسیر پیشنهادی ره‌نگاشت (شامل مجریان، اهداف و روند) شفاف است؟ - آیا فرآیند ره‌نگاشت جامع و مشارکتی است؟	مطلوبیت ^۳
- آیا ره‌نگاشت روال مؤثری پیش رو دارد که بتواند هماهنگ‌سازی حول اهداف مشترک را فعال کند؟ - آیا رویکرد تدوین ره‌نگاشت مناسب با مرحله بلوغ نظام نوآوری است؟	سودمندی / کاربردی بودن ^۴
- آیا فرآیند تدوین ره‌نگاشت شامل بررسی دوره‌ای، به‌روزرسانی و یادگیری می‌شود؟ - آیا فرآیند تدوین ره‌نگاشت در یک ساختار نهادی وسیع‌تر است که بازتاب و یادگیری را امکان‌پذیر می‌کند؟	انطباق‌پذیری / سازگاری ^۵

- 1- Will McDowall
- 2- Credibility
- 3- Desirability
- 4- Utility
- 5- Adaptability

للمرجه نخست آماده‌سازی بود که طی آن در نخستین گام، فعالیت‌های پیشینی ره‌نگاری (از جمله تعیین قلمرو پروژه، تعیین مرزهای نظام، بازه زمانی و تشکیل تیم‌ها) انجام شد. در این مرحله جلسات اندیشگانی آغاز شد. یکی از فعالیت‌های اصلی این مرحله، توافق بر سر نتایج قابل انتظار از پروژه بود که طی جلسات همفکری صورت پذیرفت. ارتقای سلامت بوم‌سازگان، ارتقاء معیشت ساکنین، توانمندسازی ساختارها، تأمین متعادل منافع ذینفعان و افزایش آگاهی‌های عمومی به عنوان نتایج مورد توافق تعیین شدند.

للمرجه دوم ترسیم ره‌نگاشت انجام شد. در این مرحله اقدامات زیر صورت گرفت:

- ۱) شناسایی و بررسی سیاست‌ها و فعالیت‌های موجود در عرصه مدیریت منابع طبیعی به منظور تعیین موقعیت فعلی و گام‌های مورد نیاز پیش رو؛ ۲) مشخص کردن ترکیب فعالیت‌ها و تعاملات آنها با هدف شناسایی وابستگی متقابل فعالیت‌ها و سیاست‌ها؛ ۳) انجام مطالعات کتابخانه‌ای و تحقیقات، بررسی تحلیل‌های علمی، شناسایی متخصصین شامل افراد معتبر دانشگاهی و اجرایی، مطالعه تطبیقی فعالیت‌های INRM در دیگر کشورهای جهان و شناسایی چالش‌های کلیدی در سطح ملی و محلی؛ ۴) ورود داده‌های علمی و تخصصی طرح کلان ملی مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز کشور که اطلاعات جامعی در خصوص مدیریت منابع طبیعی با محوریت حوزه‌های آبخیز در آن وجود داشت؛ ۵) اعتباردهی و تکمیل یافته‌ها شامل شبکه فعالیت‌های انجام شده در هسته‌های مختلف پروژه، تعارضات بین‌سازمانی و نیز بین سطوح ملی، منطقه‌ای و محلی موجود و عناوین چالش‌های اصلی با بهره‌گیری از شبکه متخصصان ملی و منطقه‌ای طی جلسات اعتباربخشی و تسهیم دانش؛ ۶) تحلیل شکاف میان وضع موجود و وضع بایسته نیز به منظور تدوین اولویت‌های اقدامات؛ ۷) تحلیل و تعیین اقدامات سیاستی تکمیلی و چارچوب‌های قانونی لازم؛ ۸) ساختاردهی به یافته‌ها، تحلیل ذینفعان، تعیین شرایط مرزی و مسیر پیش رو؛ ۹) تقسیم کار اجمالی با در نظر داشتن نهادهای هم‌ارز و نیز نهادهای سطوح مختلف و نهایتاً ۱۰) طراحی و ترسیم ره‌نگاشت با در نظر داشتن اهداف و نتایج مورد انتظار، وضعیت فعلی، منابع در دسترس، اقدامات مورد نیاز برای طی

تعریف شد. به دلیل نیاز به تعاملات گسترده بین‌سازمانی و ملی، منطقه‌ای و محلی، اندیشگانی ملی در سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری برای تدوین ره‌نگاشت INRM تشکیل شد که در آن مدیران ملی و استانی حضور داشتند و از تجارب و داشته‌های پروژه‌های ملی بهره‌برداری شد. در این فرآیند به طور ویژه سه منبع اصلی مورد استفاده قرار گرفتند: نخست تجارب طرح کلان ملی مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز کشور که حاوی تجارب دانشی و علمی بسیاری در سطح ایران و جهان بوده و منبع دوم و سوم، تجارب اجرایی پروژه‌های منارید^۱ و حبله رود، که در آن سیاست‌های تدوین شده به خوبی به مرحله اجرا درآمده‌اند.

پروژه نخست، یعنی طرح کلان ملی مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز کشور در سال ۲۰۱۲، با تشکیل یک کنسرسیوم متشکل از چهار دانشگاه و یک سازمان تحقیقاتی ملی ایجاد شد و در آن الگوی مدیریت یکپارچه، سیاست‌ها و راهبردها، شناخت وضع موجود و تعریف شاخص‌های ارزیابی انجام شد [۲۹]. پروژه دوم، پروژه بین‌المللی منارید (تقویت و انسجام سازمانی به منظور مدیریت یکپارچه منابع طبیعی) پروژه‌ای بین‌المللی است که در ایران نیز اجرا شده^۲ و هدف نهایی آن، توسعه مدیریت یکپارچه منابع طبیعی تجدید شونده و حفاظت از ظرفیت زیست‌بوم‌ها در جهت تأمین معاش مردم محلی است [۳۰]. پروژه سوم، پروژه بین‌المللی حبله رود با عنوان طرح مدیریت پایدار منابع آب و خاک حبله رود از سال ۱۳۷۷ و با توافق جمهوری اسلامی ایران و برنامه توسعه ملل متحد (UNDP) در دو استان تهران و سمنان اجرا شده است. در این پروژه در مرحله نخست تمرکز بر مدیریت مشارکتی برای حراست از منابع آب و خاک و ایجاد تشکلهای محلی برای اجرای پروژه‌های مرتبط بوده و فاز دوم با هدف تدوین الگوی مدیریت یکپارچه در حوزه آبخیز طراحی شده است [۳۱ و ۳۲].

برای تدوین ره‌نگاشت INRM، فرآیندی با سه مرحله اصلی آماده‌سازی، ترسیم ره‌نگاشت و تمهیدات پسینی تعریف شد:

1- MENARID

۲- پروژه منارید در چارچوب برنامه توسعه پایدار و یکپارچه کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا در هفت کشور اجرا شده و در ایران، با مشارکت تسهیلات جهانی محیط زیست (GEF)، برنامه توسعه ملل متحد (UNDP) و سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور از شهریور ۱۳۹۰ آغاز شد.

سیاسی فعالیت‌ها به عنوان پس‌زمینه و بافتار فعالیت‌های کارگروه تدوین رهنگاشت قرار داشت و طی آن نظام‌های مشارکتی (تبیین نقش جوامع محلی و نهادهای غیر دولتی، طراحی سازوکارهای مشارکت عمودی و افقی، و طراحی سازوکارهای توزیع متعادل منافع ذی‌مدخلان و ذینفعان)، نظام فنی (فرآیندها و اقدامات پشتیبان سیستم) و نظام سیاست‌گذاری، تصمیم‌گیری، تصویب طرح‌ها INRM با مشارکت ذینفعان مورد نظر بود.

✦ مرحله سوم جزء مراحل مهم و کلیدی تدوین رهنگاشت محسوب می‌شد چرا که با شکل‌دهی بصری وضعیت موجود، اقدامات لازم برای تحقق مدیریت یکپارچه منابع طبیعی و اهداف و نتایج قابل انتظار و ارائه آن به گستره عظیمی از ذینفعان سطوح مختلف، اطلاع‌رسانی، تسهیل تصمیم‌گیری و ایجاد اجماع صورت گرفت. همانطور که گفته شد این امر طی مراحل دوم و سوم با برگزاری کارگاه‌ها و جلسات ملی، استانی و منطقه‌ای صورت پذیرفت و علاوه بر جلب مشارکت عمودی ذینفعان، حلقه‌های بازخورد و یادگیری نیز طی این جلسات شکل گرفت. این رهنگاشت در تمامی استان‌ها و هسته‌های فعال در پروژه رهنگاشت منتشر شد و با توجه به اینکه تمامی فعالیت‌های لازم برای دستیابی به هدف در آن ترسیم شده بود، هسته‌های فعال در پروژه منارید در سطح کشور، هر یک جایگاه خود را شناسایی نموده و برای طی ادامه مسیر از این قالب بهره‌برداری کردند.

اما این رهنگاشت در مواردی نیاز به تقویت داشت: نخست آنکه لازم بود رویکرد آینده‌پژوهی و توجه به آینده‌های بدیل در آن پررنگ‌تر شده و علاوه بر پیشران‌ها و عوامل کلیدی خارجی مؤثر بر نقشه راه که استفاده از جلسات و کارگاه‌ها شناسایی شده بود، می‌بایست شگفتی‌سازها و نشانک‌های ضعیف نیز با مطالعه روندهای جهانی و نیز جلسات تخصصی به عوامل تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری اضافه گردند. ثانیاً مدیریت یکپارچه منابع طبیعی مستلزم همکاری بین‌سازمانی در سطح ملی و منطقه‌ای است که صورت دادن آن در سطح گسترده امری دشوار است. تدوین رهنگاشت INRM می‌توانست در این زمینه تأثیرگذاری بالایی داشته باشد که به دلیل محدودیت‌های پروژه در دامنه کوچک‌تری انجام شد [۳۳].

فاصله وضعیت موجود تا مطلوب و ترسیم سناریوهای دستیابی به وضعیت مطلوب.

در فعالیت‌های این مرحله چند نکته وجود داشت: نخست آنکه در جلسات اندیشگانی تشکیل شده، علاوه بر دانشگاهیان و کارشناسان اندیشگانی، مدیران و کارشناسان سطوح ملی و استانی نیز حضور داشتند. داده‌ها و یافته‌های علمی و عملی پروژه‌های سه‌گانه به عنوان منابع عملیاتی رهنگاشت INRM با بهره‌گیری از دانش و تجربه مدیران و کارشناسان این پروژه‌ها، در تدوین رهنگاشت نقش کلیدی داشتند. استفاده از دانش عینی و ضمنی فعالان کلیدی این پروژه‌ها موجب ورود داده‌های متناسب و واقعی به رهنگاشت بود. فرآیند تدوین رهنگاشت در اندیشگاه INRM از طریق برگزاری جلسات و کارگاه‌های خبره محور و مشارکتی صورت گرفت و طی آن با تعریف گام‌های مورد نیاز برای دستیابی به وضعیت مطلوب، فعالیت‌های انجام شده در سطح کشور شناسایی شده، توان بالقوه و بالفعل کشور در این زمینه مشخص شد و برنامه‌ریزی برای پر کردن خلأهای موجود صورت گرفت و تطبیق دانش و تجربه بین‌المللی و داخلی و شناسایی موقعیت دقیق سطوح ملی، منطقه‌ای و محلی نسبت به تحقق مدیریت یکپارچه منابع طبیعی (هدف رهنگاشت) موجب افزایش ضریب تحقق پذیری آن شد.

✦ در مرحله سوم اعتباربخشی رهنگاشت تدوین شده انجام شد. رهنگاشت توسعه مدل و پیاده‌سازی INRM در جلسات و کارگاه‌های استانی و محلی و نیز همکاری‌های بین‌سازمانی ارائه و تکمیل و تصحیح شد. طی این مرحله در واقع فعالیت‌های انتشار رهنگاشت، بکارگیری بدنه پیاده‌سازی و آغاز تقسیم نقش‌ها و عملیات صورت گرفت.

رهنگاشت INRM در شکل ۵ نمایش داده شده است. این رهنگاشت، چند مزیت کلیدی داشت:

✦ نخست آنکه رهنگاشت با رویکردی آینده‌نگارانه و به کمک ابزارهای آینده‌نگاری و مدیریت راهبردی تنظیم شد. در نظر داشتن سناریوهای دستیابی به آینده مطلوب و نیز بهره‌گیری از ابزارهای مشارکتی آینده‌نگاری همچون کارگاه‌ها، پنل خبرگان، تحلیل اثرات متقابل از جمله این اقدامات بودند. ✦ دوم اینکه در گام‌های شناسایی وضعیت و طراحی اقدامات لازم برای دستیابی به اهداف، ابعاد اجتماعی و

- [15] Möhrle, M. G., Isenmann, R., & Phaal, R. (Eds.). (2013). *Technology Roadmapping for Strategy and Innovation: Charting the Route to Success*. Springer.
- [16] Siebelink, R., Halman, J. I., & Hofman, E. (2016). Scenario-Driven Roadmapping to cope with uncertainty: Its application in the construction industry. *Technological forecasting and social change*, 110, 226-238.
- [17] Carayannis, E., Grebeniuk, A., & Meissner, D. (2016, September). Smart roadmapping for STI policy. *Technological Forecasting and Social Change*, 110, 109-116.
- [18] Geum, Y., Lee, H., Lee, Y., & Park, Y. (2015). Development of data-driven technology roadmap considering dependency: An ARM-based technology roadmapping. *Technological Forecasting and Social Change*, 91, 264-279.
- [19] Phaal, R., & Probert, D. (2009). *Technology roadmapping: facilitating collaborative research strategy*. London: Centre for Technology Management Department of Engineering.
- [20] McDowall, W. (2012, March). Technology roadmaps for transition management: The case of hydrogen energy. *Technological Forecasting and Social Change*, 79(3), 530-542.
- [21] Zakersalehi, A. (2009). The Content Analysis of Iran Scientific Roadmap and Providing Evaluation Pattern of IT. *Hournal of science and technology policy*, 2(2), 29-46. {In persian}.
- [22] Andersen, A. D., & Andersen, P. D. (2012). Innovation-system foresight: explicating and systemizing the innovation-system foundations of foresight and exploring its implications.
- [23] Andersen, P., & Rasmussen, L. (2014). The impact of national traditions and cultures on national foresight processes. *Futures*, 59, 5-17.
- [24] Ahlqvist, T., Valovirta, V., & Loikkanen, T. (2012, March). Innovation policy roadmapping as a systemic instrument for forward-looking policy design. *Science and Public Policy*, 39(2), 178-190.
- [25] Geels, F. (2010). Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective. *Research Policy*, 39(4), 495-510.
- [26] Lee, C., Song, B., Cho, Y., & Park, Y. (2010, July). A Bayesian belief network approach to operationalization of multi-scenario technology roadmap. In *PICMET 2010 TECHNOLOGY MANAGEMENT FOR GLOBAL ECONOMIC GROWTH* (pp. 1-6). IEEE.
- [27] Saritas, O., & Aylen, J. (2010, September). Using scenarios for roadmapping: The case of clean production. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(7), 1061-1075.
- [28] Attari, M., Taati, M., Alamdari, S., & Bahrami, M. (2014). *Foresight methods*. Tehran: Ruyesh. {In Persian}.
- [29] Forests, Range and Watershed Management Organization. (2019). Retrieved 2019, from Integrated eatershed management national masterplan (<http://watershedmg.com/>).
- [30] Forests, Range and Watershed Management Organization. (2019). Retrieved 2019, from Institutional Strengthening and Coherence for

References

- [1] Phaal, R., Farrukh, C., & Probert, D. (2010). *Roadmapping for Strategy and Innovation: Aligning Technology and Markets in a Dynamic World*. London: University of Cambridge, Institute for Manufacturing.
- [2] Gackstatter, S., Kotsemir, M., & Meissner, D. (2014). Building an Innovation-driven Economy – the case of BRIC and GCC countries. *Foresight*, 16(4), 293-308.
- [3] Phaal, R., & Muller, G. (2009, January). An architectural framework for roadmapping: Towards visual strategy. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(1), 39-49.
- [4] Nilforoushan, H., Bagheri, K., Rezapour, M., & Rashtchi, M. (2009). A new approach to Technology Roadmapping in the Open Innovation context: The Case of Membrane Technology for RIPI. *Journal of Science and Technology Policy*, 2(1), 81-82. {In Persian}.
- [5] Kostoff, R. N., & Schaller, R. R. (2001). Science and Technology Roadmaps. *IEEE Transactions On Engineering Management*, 48(2), 132-143.
- [6] Glenn, J. C., & Gordon, T. J. (Eds.). (2009). *Futures Research Methodology* (3.0 ed.). The Millennium Project.
- [7] Phaal, R., Simonse, L., & Den Ouden, E. (2008). Next generation roadmapping for innovation planning. *International Journal of Technology Intelligence and Planning*, 4(2), 135-152.
- [8] Lee, S., Kang, S., Park, Y., & Park, Y. (2007). Technology roadmapping for R&D planning: The case of the Korean parts and materials industry. *Technovation*, 27(8), 433-445.
- [9] Zhang, Y., Robinson, D. K., Porter, A. L., Zhu, D., Zhang, G., & Lu, J. (2016). Technology roadmapping for competitive technical intelligence. *Technological Forecasting and Social Change*, 110, 175-186.
- [10] Yuan, B. J., Yi Liu, C., Chuan Ho, S., Kao, H. K., & Chang Shen, P. (2012). An application of a foresight-based new product planning model: A case study of a large household appliance manufacturer in China. *Chinese Management Studies*, 6(3), 444-461.
- [11] Alcantara, D. P., & Martens, M. L. (2019, January). Technology Roadmapping (TRM): a systematic review of the literature focusing on models. *Technological Forecasting and Social Change*, 138, 127-138.
- [12] UNIDO. (2005). *UNIDO Technology foresight manual* (Vol. 01). Vienna: United Nations Industrial Development Organization.
- [13] Komminos, N., Schaffers, H., & Pallot, M. (2011, October). Developing a policy roadmap for smart cities and the future internet. In *eChallenges e-2011 Conference Proceedings*, IIMC International Information Management Corporation. IMC International Information Management Corporation.
- [14] Vishnevskiy, K., Karasev, O., & Meissner, D. (2016). Integrated roadmaps for strategic management and planning. *Technological Forecasting and Social Change*, 110, 153-166. DOI:[dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2015.10.020](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.10.020)

an integrated approach for watershed management through participatory preparation and implementation of land use plan (Case study, Hablehroud watershed). In Sustainable Watershed Management. Tehran: CRC Press.

[33] Boniad Tose'e Farda (BTF Institute). (2013). Integrated natural resource management Roadmap. Tehran: Forests, Range and Watershed Management Organization. {In Persian}.

Integrated Natural Resources Management (<http://www.menarid.ir>).

[31] Moghadam, M. S., Mansouri, M. R., & Jazi, H. (2013). Sustainable Management of Land and Water Resources of Hableh Roud Project (Review of the first phase). Tehran: Forests, Range & Watershed Management Organization/ Deputy Of Watershed Management/ Sustainable Management of Land and Water Resources of Hableh Roud Project.

[32] Karimipour, H., & Jazi, H. (2014). Introduction of