

# Technology Road-mapping as an Urgency for Iran's Health System: A Narrative Review Study

Morteza Arab-Zozani <sup>1,\*</sup>, Maryam Mousavinezhad <sup>2</sup>, Rona Bahreini <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Iranian Center of Excellence in Health Management, School of Management and Medical Informatics, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

<sup>2</sup> School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Iranian Center of Excellence in Health Management, School of Management and Medical Informatics, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

\* **Corresponding author:** Morteza Arab-Zozani, Assistant Professor, Iranian Center of Excellence in Health Management, School of Management and Medical Informatics, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran. Tel: 989153317843, E-mail: [arab.hta@gmail.com](mailto:arab.hta@gmail.com)

Received: 2017/04/15

Accepted: 2017/07/8

Online published: 2017/07/10

## Abstract

Technology Road mapping is a flexible skill which is widely used in various industries to support long-term and strategic planning. This approach is a structured tool for showing the relationship between emerging and growing markets. Technology Road mapping can help various industries by focusing on environmental analysis and tracking technologies, to predict the future of an industry and its potential markets, and to provide technologies tailored to the needs of future customers. Given that in recent decades, health has become known as a market, and health related technologies are growing, thus, considering this process and familiarity with the prerequisites, principles and its procedures is an essential requirement for this sector. Because in our country has not done any research in this field up to now, the aim of this introductory review was to familiarize the readers (key health decision maker and industry activists) with the principles and concepts of technology road mapping to enable them to take advantage of its benefits.

**Keywords:** Technology, Roadmap, Health System

©2017 Deputy of Research and Technology of Baqiyatallah Hospital

## ضرورت تهیه نقشه راه فناوری برای نظام سلامت ایران: یک مطالعه مروری روایی

مرتضی عرب زوزنی<sup>۱\*</sup>، مریم موسوی نژاد<sup>۲</sup>، رونا بحرینی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> قطب علمی و آموزشی مدیریت سلامت ایران، دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی

تبریز، تبریز، ایران

<sup>۲</sup> دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

<sup>۳</sup> دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

\* نویسنده مسئول: دکتر مرتضی عرب زوزنی، استادیار قطب علمی و آموزشی مدیریت سلامت ایران،

دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران. تلفن: ۹۸۹۱۵۳۳۱۷۸۴۳؛

ایمیل: [arab.hta@gmail.com](mailto:arab.hta@gmail.com)

انتشار آنلاین: ۱۳۹۶/۴/۱۹

پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۱۷

دریافت: ۱۳۹۶/۱/۲۶

### چکیده

تهیه نقشه راه فناوری یک مهارت انعطاف پذیر است که به صورت گسترده در صنایع مختلف جهت حمایت از برنامه ریزی‌های راهبردی و بلند مدت استفاده می‌شود. این رویکرد یک ابزار ساختارمند برای نشان دادن ارتباطات بین بازارهای نوظهور و در حال رشد فناوری و محصولات فناوری می‌باشد. تهیه نقشه راه می‌تواند به صنایع مختلف از طریق تمرکز بر تحلیل‌های محیطی و ردیابی فناوری‌ها، به پیش بینی آینده یک صنعت و بازارهای بالقوه آن بپردازد و فناوری‌های متناسب با نیازهای مشتریان آینده را فراهم کند. با توجه به اینکه در دهه‌های اخیر سلامت به عنوان یک بازار شناخته شده درآمده است و فناوری‌های نوین آن در حال رشد هستند توجه به این فرآیند و آشنایی با پیش نیازها، اصول و مراحل آن در این بخش به عنوان یک نیاز اساسی احساس می‌شود. از آنجا که تا کنون در کشور ما پژوهشی در این زمینه صورت نگرفته است، هدف این مقاله مروری آشنا کردن خوانندگان اصلی (تصمیم گیرندگان حوزه سلامت و فعالان صنایع در حوزه سلامت) با اصول و مفاهیم تهیه نقشه راه فناوری می‌باشد تا بتوانند از مزایای آن در بازار سلامت بهره ببرند.

**کلمات کلیدی:** فناوری، نقشه راه، نظام سلامت

تمامی حقوق نشر برای معاونت پژوهش بیمارستان بقیه الله محفوظ است.

## مقدمه

نقشه راه در کشور و دانش کم مدیران و سیاستگذاران حوزه سلامت، این مقاله با هدف آشناسازی کلیه دست اندرکاران در امر تهیه و تولید فناوری‌های سلامت و از طریق جستجو در پایگاه‌های داده‌ای مرتبط و مروری بر متون موجود در این زمینه تهیه شده است تا از این طریق بتوانند توجه بیشتری به آینده فناوری‌های در حال رشد داشته و به تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر شواهد در این حوزه کمک کند، از هدررفت منابع جلوگیری کرده و علاوه بر این بتوانند به تولید فناوری‌های متناسب و سازگار با کمترین اثرات جانبی بر افراد و محیط اقدام ورزند.

### تعریف نقشه راه فناوری

اسمیت نقشه راه را به عنوان ساز و کاری می‌داند که سازمان را قادر به ترسیم دارایی‌های خود کرده، روابط بین آنها را مشخص می‌کند و مهارت‌ها و شایستگی‌های مورد نیاز در جهت دستیابی به اهداف را نشان می‌دهد [۱۶]. بطور کلی و در یک تعریف عامیانه نقشه راه فناوری نشان دهنده مسیر گذشته، حال و آینده یک فناوری بوده و خط سیر و وضعیت آن را در طول زمان مشخص می‌کند [۱۷]. نقشه راه فناوری اولین بار توسط شرکت موتورولا در دهه ۷۰ میلادی در جهت همتراز کردن توسعه محصولات و فناوری‌های حمایت‌کننده این محصولات با شرکت‌های رقیب انجام شد [۱۸]. نقشه راه فناوری به عنوان قسمتی از یک روش شناسی است که همترازی سرمایه‌گذاری در فناوری، توسعه قابلیت‌های آن و پاسخگویی به نیازهای آینده بازار را تضمین می‌کند [۱۹]. در کتابچه نقشه راه فناوری دانشگاه لایپزیگ، نقشه راه به عنوان ابزاری است که از نوآوری مدیران حمایت کرده و باعث تکامل تدریجی آن‌ها به سوی پیشرفت می‌شود [۲۰]. این ابزار ارتباط بین فناوری‌ها، محصولات و خدمات و به همان اندازه، ارتباط با اهداف بازار را فراهم می‌کند [۲۰]. در تعریفی دیگر نقشه راه به عنوان یک ابزار ارتباطی ممتاز، یک وسیله مؤثر و یک شاخه رابط بین اعمال راهبردی، سرمایه‌گذاری‌های مشترک و طرح‌های تجاری می‌باشد، هرچند که در جهت دستیابی به موفقیت این نقشه راه باید یک رویکرد صحیح را انتخاب، گروه‌های خبره مناسب را درگیر و مراحل مشخصی را با جزئیات کامل تهیه نمود [۱۰، ۲۱].

### انواع نقشه راه

انواع مختلفی از نقشه راه وجود دارد. نقشه راه فناوری محصول، مشتق شده از نیازهای فرآیندی و نوع محصول است [۲۲]. بطور کلی واژه نقشه راه در متون مختلف به این نوع از نقشه راه

طراحی فناوری به دلایل متعددی لازم است. امروزه شرکت‌ها در دنیای رقابت با مشکلات فراوانی روبرو هستند و محصولات هر روز پیچیده‌تر و انطباق پذیرتر می‌شوند و از طرفی زمان تولید محصولات روز به روز کمتر و کمتر می‌شود و نیمه عمر محصولات نیز کمتر می‌شود [۱]. همچنین تهیه محصولات با هزینه کمتر با توجه به کمبودهای موجود در منابع و حمایت‌های مالی اهمیت روزافزونی پیدا کرده است [۲]. تعطیلی کارخانه‌ها به دلیل عدم توان رقابتی روز به روز بیشتر می‌شود و صنایعی که زمانی دارای قدرت برتر بوده‌اند جای خود را به صنایعی داده‌اند که بیشتر از خلاقیت‌های نوین بهره می‌برند [۳]. از این رو توجه به فناوری‌های سازگار با نیاز و طراحی مناسب آنها، باعث افزایش رقابت پذیری و بقای یک صنعت می‌شود و رویارویی با نیازهای جدید را آسان‌تر می‌سازد [۴]. تهیه نقش راه فناوری یکی از انواع برنامه ریزی فناوری است که می‌تواند توان رقابت پذیری را در دنیای در حال رشد فناوری افزایش دهد [۵، ۶]. شرکت‌ها و صنایع زیادی در دنیا بر تهیه نقش راه فناوری‌ها به عنوان یک محصول و نه به عنوان یک فرآیند تمرکز کرده‌اند. تهیه نقشه راه فناوری باید مطابق بر اهداف بلند مدت باشد [۷]. از آنجا که فناوری‌های جدید می‌توانند به صورت داخلی یا با مشارکت‌های بین‌المللی با شرکای خارجی تولید شوند، تهیه نقشه راه به عنوان یک ابزار مؤثر و کارا در جهت طراحی فناوری و تشریح مساعی می‌باشد که می‌تواند در سطحی گسترده فعالیت‌های مرتبط با طراحی و تولید فناوری را بر هم منطبق سازد [۸، ۹]. نقشه راه فناوری موجبات تهیه و تدارک اطلاعات در جهت اتخاذ تصمیمات مناسب از طریق شناسایی فناوری‌های مهم و حیاتی را فراهم کرده و همچنین از طریق شناسایی شکاف‌های موجود، طریقه سرمایه‌گذاری مناسب در هر یک از انواع فناوری را امکان پذیر می‌سازد [۱۰]. نقشه راه به عنوان یک ابزار بازاریابی نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد [۱۱]. تهیه نقشه راه در برخی شرایط مانند زمانی که تصمیمات سرمایه‌گذاری فناوری به صورت ساده و سطحی انجام می‌شود، بسیار حیاتی است [۱۲]. حوزه سلامت به عنوان مسئول اصلی سلامت آحاد جامعه به عنوان یکی از مهمترین بخش‌هایی که هزینه‌های زیادی را بر دولت تحمیل می‌کند در این زمینه باید مورد توجه قرار گیرد [۲، ۱۴]. در سال‌های اخیر و با توجه به رشد زیاد فناوری‌های حوزه سلامت توجه به تهیه نقشه راه برای فناوری‌های مرتبط با سلامت از اهمیتی ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. فناوری‌های این حوزه در مقایسه با سایر بخش‌ها دارای تفاوت‌های اساسی و حیاتی می‌باشند چرا که با سلامت مردم، جامعه و محیط در ارتباط است [۱۵]. با توجه به اهمیت این موضوع و عدم وجود

تدارک مدیریت و ضمانت، ۳) تعریف حیطة عمل و حدود نقشه راه است [۲۵، ۲۶].

### توسعه و بسط نقشه راه فناوری

این مرحله شامل هفت بخش/ قدم می‌باشد. این قدم‌ها در جهت ایجاد یک نقشه راه فناوری برای دو بخش اتحادیه‌ها و صنایع مشابه است، اما تهیه نقشه راه صنعت نیاز به منابع و زمان بیشتری دارد. در هر دو مورد، گروه‌های کاری یا تیم‌ها جهت توسعه محتوای نقشه راه ضروری هستند [۱۲، ۱۷]. این هفت قدم در مرحله توسعه و بسط نقشه راه فناوری شامل: (۱) شناسایی محصولی که نقطه تمرکز نقشه راه می‌باشد، (۲) شناسایی نیازهای بحرانی سیستم و اهداف آن، (۳) معین کردن قلمرو فناوری‌های عمده، (۴) معین کردن برنامه راه اندازی فناوری و اهداف آن، (۵) شناسایی جایگزین‌های احتمالی و خط سیر زمانی آنها، (۶) معرفی جایگزین‌های فناوری که نیاز به پیگیری دارند و (۷) تهیه گزارش نقشه راه فناوری می‌باشند [۱۷].

### فعالیت‌های پشتیبان

با پذیرش و حمایت اولیه در مرحله یک، فعالیت‌های پیگیری تسهیل می‌شود. بدون حمایت و پذیرش اولیه ممکن است نقشه راه، مسائلی که مدنظر تصمیم‌گیرندگان بوده و در جهت حل آنها تلاش کرده‌اند را نشان ندهد و در نتیجه ممکن است نقشه راه تهیه شده به کار برده نشود [۲۷]. نقشه راه بعد از تهیه، باید مورد نقد قرار گرفته، اعتبار آن تأیید شود و توسط گروه بزرگتری که در مرحله اجرا وجود دارند، پذیرفته شود. یک طرح اجرایی باید با کمک اطلاعاتی که در فرآیند تهیه نقشه راه تولید شده‌اند، ایجاد شود تا از این طریق بتوان تصمیمات مناسب را اتخاذ کرد. در نهایت، به این دلیل که هم نیازها و هم فناوری‌ها در حال رشد هستند، نیاز است که به صورت دوره‌ای نقشه راه مورد بررسی قرار گرفته و به روز شود [۱۷، ۲۳]. فعالیت‌های پشتیبان بطورکلی دارای سه بخش می‌باشد که شامل: (۱) نقد و تأیید اعتبار نقشه راه، (۲) توسعه طرح پیاده سازی و (۳) بازبینی و به روز رسانی نقشه راه می‌باشد [۱۷].

### کاربردها/ رویکردهای نقشه راه فناوری

نقشه راه می‌تواند کاربردهای متفاوتی داشته باشد. پال و همکاران (۲۰۰۱) این کاربردها را در هشت دسته تقسیم کرده‌اند [۶، ۱۰].

### اصول راهنمای تهیه نقشه راه

#### مالکیت صنعت

درست است که در اولین مرحله دولت از صنعت تقاضای تهیه نقشه راه می‌کند، با این حال صنعت باید هدایت‌کننده و مالک

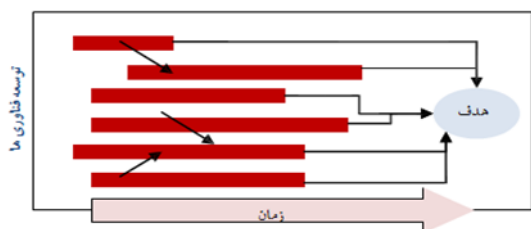
اطلاق می‌شود. این نوع نقشه راه کاربردهای مختلفی همچون برقراری ارتباطات، طراحی فرضیات و تهیه اطلاعات، حمایت از فرآیند بودجه بندی و ایجاد ارتباط بین سطوح مختلف یک پروژه و اسناد بودجه بندی را دارا می‌باشد و شامل سه فاز ارزیابی (ایجاد فرضیه، برقراری نیازهای قانونی، ایجاد شاخص‌های کاری، نمایش منطقی و فعالیت‌های طراحی شده)، تجزیه و تحلیل (شناسایی موضوعات، تجزیه و تحلیل علل ریشه‌ای و ترجمان موضوعات به فعالیت‌ها) و تفکیک پذیری (توسعه اسناد تفکیک‌کننده موضوعات و توام کردن فعالیت‌ها با اسناد اطلاعاتی) می‌باشد [۲۳]. اما نوع دیگری از نقشه راه نیز وجود دارد که توسط برخی از شرکت‌ها و سازمان‌ها استفاده می‌شود و آن، نقشه راه نوظهور یا پدیداری است. این نوع نقشه راه تفاوت‌هایی با نقشه راه فناوری محصول دارد که شامل دو بخش اصلی می‌باشد. اول اینکه این نوع نقشه نسبت به نقشه راه تولیدی فاقد یک دامنه گسترده از محصولات می‌باشد و دوم اینکه، نقشه راه فناوری نوظهور بر سه بخش عمده تمرکز دارد که شامل: (۱) پیش‌بینی توسعه و تجاری سازی فناوری‌های جدید یا نوظهور، (۲) جایگاه رقابتی یک شرکت با در نظر گرفتن نوع فناوری و (۳) اینکه چگونه جایگاه رقابتی فناوری‌های نوظهور و شرکت‌ها، قابلیت توسعه یافتن دارد [۲۴]. در حقیقت نقشه راه فناوری نوظهور بر یک نوع از فناوری تمرکز دارد و راه‌های توسعه این فناوری را توصیف کرده و می‌تواند شامل طرح‌های توسعه‌ای در جهت حمایت از این نوع خاص فناوری باشد. نتیجه یک نقشه راه فناوری نوظهور می‌تواند اتخاذ یک تصمیم در جهت تخصیص منابع به یک فناوری در حال ظهور و بهبود جایگاه رقابتی آن باشد [۹].

### فرآیند تهیه نقشه راه فناوری

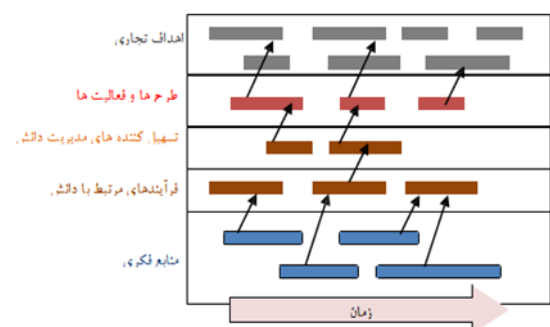
فرآیند تهیه نقشه راه فناوری شامل سه مرحله می‌باشد: فعالیت مقدماتی، توسعه و بسط نقشه راه فناوری و فعالیت‌های پشتیبان [۱۷، ۲۰، ۲۴].

### فعالیت مقدماتی

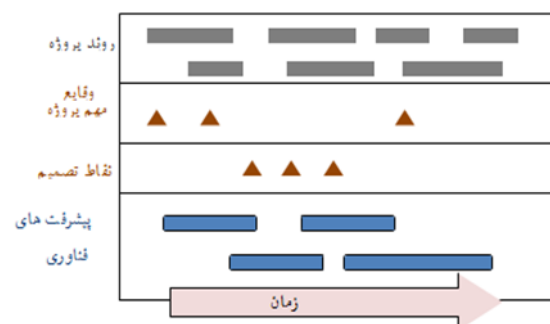
در این مرحله تصمیم‌گیرندگان کلیدی باید این نکته را درک کنند که مشکلاتی در زمینه فناوری دارند و تهیه نقشه راه می‌تواند به آنها در حل این مشکلات کمک کند. آنها باید تصمیم بگیرند که برای چه چیزی نقشه راه باید فراهم شود و چگونه نقشه راه در تصمیمات سرمایه‌گذاری آنها مؤثر خواهد بود [۱۷]. قابلیت پذیرش و تمایل به کاربرد این تصمیم‌گیرندگان جهت تهیه منابع مورد نیاز به منظور ایجاد یک نقشه راه حیاتی می‌باشد. فعالیت‌های مقدماتی خود دارای سه بخش می‌باشد که شامل: (۱) پرداختن به وضعیت‌های ضروری، (۲)



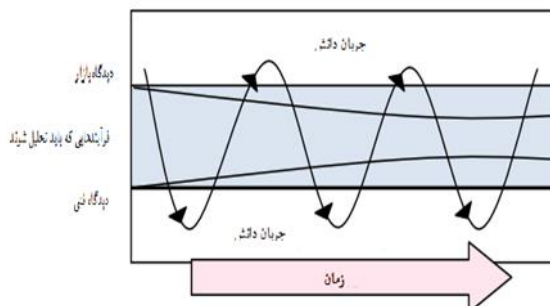
**تصویر ۴:** برنامه ریزی بلندمدت: در این حالت، نقشه‌های راه اغلب در سطوح منطقه‌ای و ملی، یعنی جاهایی که برنامه ریزی‌های بلند مدت طرح ریزی می‌شوند، بکار برده می‌شود [۶، ۱۰، ۲۰].



**تصویر ۵:** برنامه ریزی دانش و توانمندی‌ها: اینجا جایی است که نقشه راه به شرکت‌ها اجازه می‌دهد تا دانش و توانمندی‌های خود را با اهداف تجاری خود همتراز کنند [۶، ۱۰، ۲۰].



**تصویر ۶:** طراحی پروژه: در این مورد نقشه راه می‌تواند فعالیت‌های مختلف یک پروژه یا طرح‌های مراکز تحقیق و توسعه را با توسعه فناوری همراستا کند [۶، ۱۰، ۲۰].

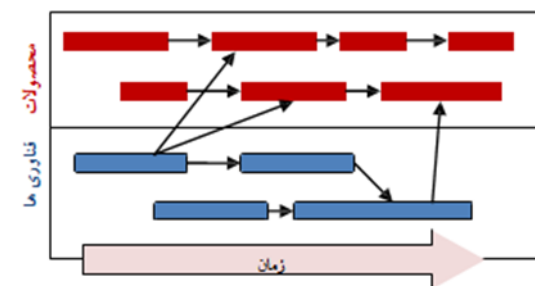


**تصویر ۷:** طراحی فرآیند: طراحی نقشه راه اجازه مدیریت دانش تولید شده و تمرکز بر ناحیه مشخصی از یک واحد اقتصادی را مقدور می‌سازد [۶، ۱۰، ۲۰].

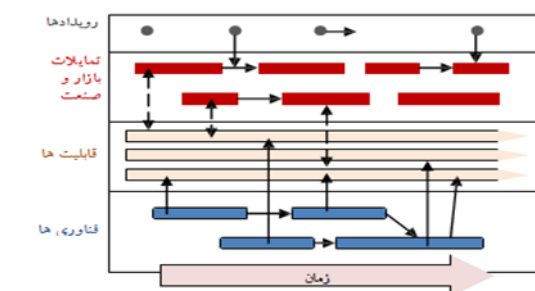
این فرآیند باشد [۲۸]. نقش دولت بیشتر به حمایت و تسهیل سازی فرآیندها محدود می‌شود [۱۲].

### کشش بازار

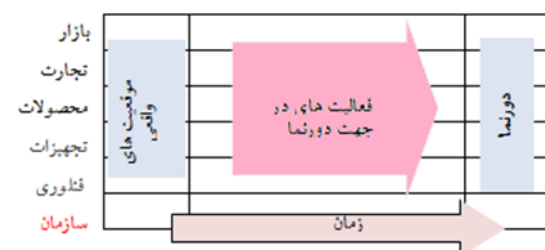
نقشه راه، فناوری‌های حیاتی را مطابق با تقاضاهای آینده بازار (کشش بازار) شناسایی می‌کند و بیشتر از آن است که محدود به موجودی حال حاضر فناوری (فشار فناوری) باشد. معمولاً با تهیه نقشه راه یک جهش در سیر تکاملی فناوری اتفاق می‌افتد [۱، ۱۰].



**تصویر ۱:** طراحی محصولات: معمول‌ترین کاربرد نقشه راه استفاده از آن در طراحی محصولات می‌باشد. در این مورد، نسل‌های مختلف در حال تلاش در جهت تولید فناوری‌های لازم برای توسعه محصولات خود هستند [۶، ۱۰، ۲۰].



**تصویر ۲:** طراحی قابلیت‌ها و خدمات: در اینجا تمرکز بر این است که فناوری‌ها چگونه موجب توسعه قابلیت‌های شرکت‌ها شده و تحویل به موقع خدمات را تسهیل می‌کنند [۶، ۱۰، ۲۰].



**تصویر ۳:** برنامه ریزی راهبردی: این نوع از نقشه راه فرصت‌های مختلفی که بازارها و تمایلات تجاری آن‌ها می‌توانند عرضه کنند را در سطوح راهبردی ارزیابی می‌کند [۶، ۱۰، ۲۰].

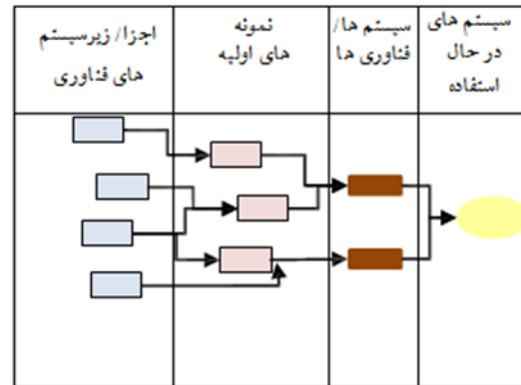
در طول تهیه اسناد و بعد از آن، تهیه نقشه راه فرآیندی تکرارشونده دارد [۱۷]. به صورت ایده آل یک شرکت یا صنعت نقشه راه را به عنوان یک بخش از برنامه بلند مدت خود قبول می‌کند. بر پایه یک پیشرفت مداوم، نقشه راه به بررسی و میزان سازی بازار، پیش بینی فناوری و افزایش تعهد مراکز تحقیق و توسعه می‌پردازد. یک نقشه راه نباید و نمی‌تواند در زمان متوقف شود [۱۰، ۱].

### راه حل‌های صحیح

تهیه نقشه راه فقط به فراهم آوری فناوری‌های جدید نمی‌پردازد بلکه به اجزاء مورد نیاز در جهت توسعه و حمایت از آنها نیز می‌پردازد [۱۹]. یک نقشه راه می‌تواند موارد مرتبط با انتقال فناوری، بازاریابی، حمایت‌های مالی، مالکیت معنوی محصولات، استانداردها و دیگر موارد مرتبط را نشان دهد [۱۰]. علاوه بر این نقشه راه می‌تواند به شناسایی موضوعات پرداخته و پیشنهادهای مربوط به مهارت‌های نیروی انسانی و آموزش مطرح کند [۲۰]. همچنین نقشه راه می‌تواند موانع بالقوه فناوری‌های نوظهور و قوانین و سیاست‌های دولت در جهت این فناوری‌های نوظهور را نشان دهد [۲۷].

### نقش دولت در تهیه نقشه راه

دولت به عنوان متولی امر سلامت باید برنامه‌های مدونی جهت تهیه نقشه راه فناوری با استفاده از پوشش محیطی انجام دهد [۳۱]. دولت از طریق تسهیل ارتباط بین صنعت و دانشگاه می‌تواند به انجام این فرآیند کمک کند. وزارت بهداشت به عنوان تولید سلامت در کشور می‌تواند از طریق ارتباط صنایع فعال در زمینه فناوری‌های سلامت و تشریح نیازهای این حوزه و با ایجاد یک رابطه مشارکتی اقدام به تهیه نقشه راه فناوری کرده و آن را در اختیار صنایع قرار داد و بدین طریق در جهت دهی صنایع به سمت نیازهای سلامت کمک کند [۸، ۲۴]. با انجام این کار در هزینه و زمان هم در بخش سلامت و هم در بخش صنعت صرفه جویی صورت می‌گیرد. موسسه ملی سلامت در ایران (NIHR: National Institute for Health Research) به عنوان متولی اصلی پژوهش‌های ملی در سطح سلامت نیز نقش عمده‌ای در این فرآیند دارد و می‌تواند از طریق ارتباط با محققین در حوزه فناوری به پیشرفت این امر کمک کند. با توجه به اهمیت فناوری‌های سلامت بسیاری از صنایع نیز علاقمند به فعالیت در این زمینه هستند و می‌توانند با مشاوره‌های تخصصی از دست اندرکاران امر سلامت یک رابطه مشارکتی را ایجاد کنند که به سود هر دو طرف می‌باشد [۲، ۱۴]. در ادامه به مجموعه‌ای از راه‌هایی که دولت می‌تواند از طریق حمایت، هم بخشی و مشارکت به تهیه نقشه راه فناوری کمک کند آورده شده است:



**تصویر ۸:** برنامه ریزی یکپارچه: در این حالت با کاربرد نقشه راه این امکان وجود دارد که دیدگاهی در مورد کلیت و سیر تحول یک فناوری و یا چگونگی ترکیب محصولات و سازمان‌ها در جهت ایجاد یک فناوری جدید، داشته باشیم [۶، ۱۰، ۲۰].

### عملگرایی

هدف تهیه نقشه راه فناوری تخمین نیازهای فناوری آینده و توسعه یک برنامه در جهت توسعه فناوری‌های مورد نیاز است [۱۰]. نقشه راه باید اهداف توسعه یک فناوری مشخص را نشان داده و منجر به نتایج ملموسی مانند پروژه‌های تحقیق و توسعه مشارکتی گردد. شبکه سازی و همکاری مشارکتی به تنهایی نمی‌تواند پیامد مناسبی برای فرآیند تهیه نقشه راه باشد [۲۹، ۳۰].

### به اشتراک گذاری تجارب

اشتراک گذاری دانش، تجربه و مهارت می‌تواند به نفع همه بخش‌های درگیر در این فرآیند باشد. شرکت‌ها شاید در زمینه اشتراک گذاری تجارب خود با رقیب مردد باشند اما در این فرآیند امید است که شرکت‌ها درک کنند که از طریق مشارکت می‌توانند به اهداف راهبردی بیشتری دست یابند [۸].

### محرمانه بودن

به این دلیل که نقشه راه فناوری، بر توسعه فناوری‌های توانمندساز در مراحل پیش رقابتی تمرکز دارد، فاش کردن اطلاعات اختصاصی نگرانی عمده‌ای به شمار نمی‌رود. با این حال، قبل از به اشتراک گذاری اطلاعات اختصاصی، محرمانگی باید تضمین شود [۱۶]. مشارکت کنندگان باید قوانین لازم در جهت تأمین محرمانگی را از طریق یک توافق، معین کنند [۲۵].

### انعطاف پذیری

با اینکه یک منطق و روش مشخص در تولید نقشه راه وجود دارد، ولی فرآیند باید با شرایط یا علایق یک صنعت، یک بخش، یک انجمن یا یک شرکت خاص تناسب داشته باشد [۲۲].

### فرآیند مداوم و تکرار شونده



### تهیه داده و تجزیه و تحلیل

یکی از نقش‌های عمده دولت با صنعت در آغاز فرآیند تهیه نقشه راه فناوری انجام مطالعه بخشی است. مطالعه بخشی نقش تهیه اطلاعات پایه به منظور اینکه کدامیک از فناوری‌ها نیازمند تهیه نقشه راه می‌باشند، را بر عهده دارد [۲۹]. به طور معمول مطالعه بخشی فعالیت‌های اولیه صنعت را مطرح کرده، منابع مورد نیاز را مشخص می‌کند، تغییرات وضعیتی پیش رو را بررسی می‌کند، آمارهای قابلیت تولید و وضعیت اقتصادی را برای صنعت مشخص می‌سازد، توانایی‌ها و قابلیت‌های شرکت‌ها، نوآوری‌های فناوری در صنعت، تغییرات محیطی، راه‌های ارتباط صنایع مختلف، آمارهای بازارهای ملی و بین المللی، روندهای جاری و آینده بازار و نیازمندی‌های نیروی انسانی و آموزش نیروها را بررسی می‌کند [۵]. این اطلاعات به صنعت در تشخیص بازارهای جدید، فناوری‌های جدید و مهارت‌های تازه در مواقع بحرانی کمک می‌کند. این امر همچنین یاری دهنده صنعت در درک و نشان دهی تغییرات پیش رو در فرآیند تهیه نقشه راه خواهد بود [۱۵].

### حمایت انبوه و مشارکت دادن بخش‌ها و مؤسسات دولتی

بخش‌ها یا مؤسسات دولتی می‌توانند از طریق بکارگیری اهرم‌های مختلف و تهیه منابع در راه اندازی و حمایت نقشه راه فناوری کمک‌های فراوانی به بخش صنعت و سایر بخش‌های مرتبط داده و علاوه بر آن با حمایت‌هایی مانند تأمین مالی، در اختیار قرار دادن تجارب، دسترسی به نیروی محقق و از این قبیل کمک‌ها می‌توانند در پیشبرد سریع‌تر این فرآیند کمک رسان باشند [۲۲]. تهیه نقشه راه معطوف به روابط و مشارکت‌های بین دولتی می‌باشد و از طریق به مشارکت گذاشتن منابع مؤسسات و بخش‌های مختلف باعث مشارکت قوی‌تر و پیشرفت مداوم‌تر در این مسیر می‌شود [۳۳]. در مراحل ابتدایی این فرآیند، بحث‌های بین سازمانی و داخل سازمانی موجب تخمین صحیح منابع در دسترس دولتی جهت تهیه نقشه راه می‌گردد و شواهد معتبری در جهت درگیر کردن بخش صنعت در تهیه نقشه راه، برای دولت فراهم می‌آورد [۳۴].

### ارائه مفاهیم و مزایای این فرآیند برای صنعت

وقتی یک بخش صنعت به طور مشخصی از تهیه نقشه راه نفع می‌برد و آماده است که زمان، منابع و تجاربش را در اختیار بگذارد، دولت می‌تواند کمک کند. در این شرایط، دولت به عنوان نماینده خواهد توانست مفاهیم کلی تهیه نقشه راه را به صنعت ارائه دهد و تعهد بخش صنعت در جهت هدایت فرآیند را به دست آورد. بعد از ارائه مفاهیم و واقعیت‌های تهیه نقشه راه، دولت باید صنعت را به عنوان هدایت کننده اصلی معرفی

نماید و خودش کارهای هدایتی را بر عهده بگیرد [۳۵]. همچنین در این زمان باید اطلاعات دقیق در مورد میزان حمایت مالی دولت تهیه شود و انتظارات صنعت و تصورات غلطی که در مورد آمادگی دولت جهت حمایت مالی مراکز تحقیق و توسعه بعد از تکمیل نقشه راه دارد، مشخص شود. همزمان با بهبود ایده‌های نقشه راه، دیدار با افراد دانشگاهی و تحصیل کرده، سازمان‌های تحقیقاتی و دیگر بخش‌های درگیر می‌تواند یاری رسان تهیه نقشه راه برای صنعت هدف باشد، از این رو ایجاد یک شبکه تجارب می‌تواند باعث افزایش کمک و همکاری گردد [۱۷، ۲۷].

### کمک به صنایع در ایجاد مهارت‌ها و دانش لازم

تهیه نقشه راه نیازمند داده‌های مختلف از گروه‌های مختلفی می‌باشد [۲۶]. این فرآیند می‌تواند در درون بخش‌های مختلف صنعت، فن شناسان، راهبردهای بازار، متخصصان بخش دولتی، تحلیلگران اقتصادی، سیاستگذاران، آموزش دهندگان، متخصصان مراکز تحقیق و توسعه، دانشگاه‌ها، تولید کننده‌ها، مشتریان کلیدی و اعضای چرخه تولید صنایع مختلف ترسیم شود. بازیگران مختلف نقطه نظرات مختلفی را بیان می‌کنند. مشارکت گسترده نیز منابع مستعد انبوهی را از افراد مناسب با نقش‌های متفاوت، تهیه می‌کند. مشارکت کنندگان دولتی که ارتباطات مختلفی با بازیگران صنعت دارند، در صورت سازماندهی مناسب می‌توانند به نمایندگان صنایع در تفهیم نقش آنها کمک کنند و مشارکت کنندگان مختلف را هماهنگ سازند [۲۸، ۳۶].

### کنش به عنوان تسهیل کننده جلسات یا مدیریت نقشه راه

هنگامی که کارکنان بخش دولتی نقشه راه را تسهیل می‌کنند، لزوماً نیاز به هدایت جلسه از سوی آنها نمی‌باشد. در این حالت بخش صنعت هدایت فرآیند را بر عهده دارد و تمامی تصمیمات کلان را اتخاذ می‌کند [۱۰، ۱۷]. نقش بخش دولتی مشارکت در تأمین مالی و مساعدت این جلسات و همچنین اطمینان حاصل کردن از این امر می‌باشد که پیش نیازهای لازم آماده شده و منجر به نتایجی می‌شود. همچنین دولت می‌تواند به صنعت در اداره بسیاری از امور اولیه کمک کند. این کمک می‌تواند از طریق مشاوره با بازیگران کلیدی بخش صنعت در جهت تخمین میزان علاقه آنها، یا دایر کردن یک شورای هدایتی، شناسایی و نشان دادن یک صنعت پیش رو، ایجاد یک دیدگاه برای صنعت، تعریف حیطه عمل و مرزهای نقشه راه یا تنظیم محرمانه قراردادها باشد [۱۹]. در ابتدای شروع فرآیند تهیه نقشه راه نقش دولت بیشتر کمک به سازماندهی جلسات، تهیه گزارش پیشرفت و کمک در تنظیم دستورکار برای مراحل بعدی است. بعد از مرحله اولیه نوبت به تهیه اطلاعات جهت

بعد از چاپ، نقشه راه باید در بین بخش‌های صنعتی، دولت و مراکز تحقیق و توسعه منتشر شود [۱۲]. بخشی از دولت که مسئول نقشه راه است باید اسناد نقشه راه را تهیه کند و در محلی قابل دسترس برای همه بخش‌ها بارگذاری کند و یا برای همه بخش‌های علاقمند مانند سازمان‌های تحقیقاتی، شرکت‌های بخش خصوصی، دولت‌های منطقه‌ای و دانشگاه‌ها و دانشکده‌ها ارسال کند [۲۶].

### فواید و منافع تهیه نقشه راه فناوری

چه در سطح فردی و چه در سطوح صنعت، تهیه نقشه راه فواید بالقوه‌ای دارد که منجر به ایجاد منافع می‌گردد [۶].

سه فایده اصلی آن به شرح زیر می‌باشد:

اول اینکه تهیه نقشه راه می‌تواند موجب بسط دادن اتفاق آراء در مورد یک مجموعه از نیازها، و فناوری‌های مورد نیاز در جهت ارضای آن نیازها گردد [۱۷، ۲۸].

دوم اینکه این نقشه راه ساز و کاری را ایجاد می‌کند که می‌تواند به متخصصان در پیش بینی توسعه فناوری‌های آینده در عرصه‌های مورد هدف کمک رساند [۲۸].

سوم اینکه می‌تواند یک چهارچوب مشخص برای طراحی و هماهنگی توسعه فناوری چه در درون سازمان و چه در کل مجموعه صنعت ایجاد کند [۲۸].

علاوه بر این متون مختلف فواید دیگری را برای نقشه راه بیان کرده‌اند. برخی نقشه راه را به عنوان یک ابزار بازاریابی دانسته‌اند که از طریق آن شرکت‌ها می‌توانند نیازهای مشتریان خود را بهتر درک کرده و دستیابی به این نیازها را تسهیل می‌سازد [۱۹]. برخی از شرکت‌ها از نقشه راه به عنوان یک وجه طراحی فناوری بهره می‌برند [۶]. در سطح صنعت، تهیه نقشه راه دربرگیرنده طیف وسیعی از شرکت‌ها بوده و به عنوان یک ائتلاف چند شرکتی محسوب می‌شود که شرکت‌ها با تمرکز بر نیازهای متعارف می‌توانند به طریقی بسیار کارا به پژوهش‌های بنیادی- توسعه‌ای مشارکتی اقدام کنند [۲۷]. از طرفی استفاده از نقشه راه مشارکتی می‌تواند به کاهش زمان و هزینه‌های تهیه و تولید و بازاریابی یک فناوری کمک کند چرا که در برخی موارد انجام این کار توسط یک شرکت بصورت انفرادی مقرون به صرفه نمی‌باشد و بسیار زمانبر می‌شود تا جایی که ممکن است تولید فناوری با تأخیر انجام شود و فناوری‌های جایگزین و رقیب جای آن را به سرعت در بازار بگیرند و باعث ضررهای مالی بر شرکت‌ها گردد [۱]. تهیه نقشه راه به شرکت‌ها، کارخانجات و مراکز تحقیق و توسعه کمک می‌کند تا مسیر خود را در جهت دستیابی به موفقیت در بازارهای آینده به درستی بشناسند و خود را با اتفاقات خارج از برنامه و غیرمنتظره تطبیق دهند [۳۷]. از آنجا که نقشه راه از بهترین فرضیات و داده‌ها جهت پیشگویی استفاده می‌کند می‌تواند

سیاستگذاری، قانونگذاری و دیگر شیوه‌های مرتبط با بخش دولتی می‌باشد [۲۴، ۲۵].

### تأمین وجوه و حمایت از خدمات

صنعت و دولت هر کدام بخشی از هزینه‌های تهیه نقشه راه فناوری را متحمل می‌شوند [۱۷]. این هزینه‌ها می‌توانند شامل هزینه انجام مطالعه بخشی، ارائه به صنعت، کارگاه‌های مرتبط با فرآیند تهیه نقشه راه، برگزاری جلسات، مستندسازی، ترجمه، چاپ و مدیریت وب سایت باشند. هزینه‌ها می‌تواند شامل هزینه‌های مادی، زمانی و فردی باشد که در جهت تهیه یک نقشه راه انجام می‌گیرد [۸]. برخی از نقشه‌های راه نیاز به سه نفر متصدی تمام وقت برای هر بخش و یک فرد تمام وقت برای بخش حمایتی دارد. افراد دولت اغلب مسئول تهیه و تجزیه و تحلیل اطلاعات بخشی، خدمات دفتری و دبیرخانه، همکاری در نگارش گزارش و هماهنگ کردن خدمات هستند [۲۲].

### ارتباط با سازمان‌ها یا مؤسسات تاثیرگذار بر

#### سیاست‌ها و برنامه‌ها

کارکنان بخش دولتی می‌توانند به بخش صنعت در تهیه نقشه راه کمک کرده و اطلاعاتی در زمینه موضوعات مرتبط گوناگون به بخش صنعت ارائه دهند. این اطلاعات شامل: موضوعات سیاستی، ابتکارات دولتی که بر تهیه نقشه راه تأثیر دارند، اطلاعات در مورد سازمان‌هایی که تأمین مالی مراکز تحقیق و توسعه را برعهده دارند و فرصت‌هایی برای همکاری با دیگر بخش‌ها و مؤسسات یا دانشگاه‌ها و سایر سازمان‌های تحقیقاتی است [۱۸]. علاوه بر این مشارکت‌های دولتی می‌تواند موجب تسهیل جریان ارتباط در بین مخالفان، بازسازی اطلاعات و نقطه نظرات، هدایت بحث‌های تهیه نقشه راه به سمت سیاستگذاران، بخش‌های تأمین کننده وجوه مراکز تحقیق و توسعه و سازمان‌هایی که مسئول آموزش منابع انسانی هستند، گردد. این نوع ارتباط موجب حمایت‌های نوآورانه دولت از صنعت می‌شود [۱۷].

#### پایش فرآیندها

با داشتن یک مدیریت پروژه خوب و گزارش دهی فرآیندها، همه بخش‌ها می‌توانند از روند دستیابی به شاخص‌های کاری یا اعمال لازم جهت دسترسی به این شاخص‌های کاری آگاه شوند [۳۷]. بخشی از نقش دولت اطمینان یافتن از این موضوع است که صنعت تمام التزاماتی که بر موفقیت فرآیند تأثیر دارد را به صورت کامل انجام داده باشد. اگر لغزشی در فرآیند مشاهده شود، دایره مسئول باید در جهت شناسایی و ردیابی نقطه لغزش و اصلاح مجدد آن عمل کند [۶].

#### انتشار نتایج



تهیه نقشه راه فناوری بنماید. جهت تهیه یک نقشه راه فناوری موفق باید ابتدا مشخص کنیم که چرا نقشه راه فناوری نیاز است و در صورت تهیه چگونه باید از آن استفاده کرد. نقشه راه یک ابزار حیاتی برای تصمیم گیری مبتنی بر شواهد بوده و ما را از دام‌های تصمیم گیری‌های سنتی و تجربی مصون می‌کند. همچنین استفاده از این نقشه راه جهت هماهنگ سازی و توسعه فناوری‌های چندگانه و طرح‌های مشارکتی بسیار سودمند می‌باشد. داشتن اطلاعات در مورد این فرآیند و تحلیل وضعیت موجود فناوری و همچنین تحلیل نیازهای حوزه‌های مختلف عاملی حیاتی در شروع این فرآیند می‌باشد. بطور کلی تهیه نقشه راه فناوری‌های سلامت یک فرآیند ارزشمند است به شرطی که بنا به دلایل موجه و مناسب انجام گیرد و بر پایه تحلیل نیازها باشد و اگر به صورت سطحی و بدون توجه مناسب صورت گیرد ثمری در بر نخواهد داشت و فقط منجر به اتلاف هزینه و زمان خواهد شد. نویسندگان این مقاله در مقالات بعدی به صورت اختصاصی تهیه نقشه راه فناوری‌های سلامت را مورد بحث قرار خواهند داد.

## References

- Lofdahl C, Voshell M, Mahoney S. Designing Future Processing, Exploitation, and Dissemination Support Systems Using Simulation. *Procedia Comput Sci.* 2014;36:33-40. DOI: 10.1016/j.procs.2014.09.026
- Arab Zozani M, Bagheri Faradonbeh S, Jaafari Pooyan E. The Role Of Health Technology Assessment In Improving Healthcare Quality. *J Payavard Salamat.* 2015;9(4):400-14.
- Daim TU, Oliver T. Implementing technology roadmap process in the energy services sector: A case study of a government agency. *Technol Forecast Soc Change.* 2008;75(5):687-720. DOI: 10.1016/j.techfore.2007.04.006
- Gerdasri N. An analytical approach to building a technology development envelope (TDE) for roadmapping of emerging technologies. *Int J Innov Technol Manage.* 2007;4(02):121-35. DOI: 10.1142/S0219877007001004
- Bray OH, Garcia ML, editors. *Technology roadmapping: the integration of strategic and technology planning for competitiveness.* Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET); 1997; Portland
- Phaal R, Farrukh C, Probert D. *Technology Roadmapping: linking technology resources to business objectives.* Cambridge, England: Centre for Technology Management, University of Cambridge, 2001.
- Carvalho MM, Fleury A, Lopes AP. An overview of the literature on technology roadmapping (TRM): Contributions and trends. *Technol Forecast Soc Change.* 2013;80(7):1418-37. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.11.008
- Geum Y, Lee S, Kang D, Park Y. Technology roadmapping for technology-based product-service

نیازهای آینده را به درستی و با احتمال بالایی شناسایی کند [۱۸]. همچنین با استفاده از تحلیل محیطی می‌تواند بهترین حیطه‌های عمل را شناسایی و فناوری‌های متناسب با آن حیطه را تولید کند [۳۸]. تهیه نقشه راه با شناسایی نقاط شکاف در فناوری می‌تواند فناوری‌های سازگار با نیاز را تولید کند و فاصله بین نیاز و تقاضا را کاهش دهد. استفاده از این نقشه حتی می‌تواند خطرات آینده را کاهش دهد و قدرت ریسک پذیری را افزایش دهد و با تهیه یک چارچوب مشخص می‌تواند یک فناوری را با استقبال بیشتری به بازار عرضه کند [۲۶].

## نتیجه گیری

تهیه نقشه راه نقش بالقوه‌ای در توسعه و کاربرد فناوری، توسعه محصولات فناورانه، فراهم آوری اطلاعات برای دولت، شرکت‌ها و صنایع دارد. با توجه به مجموعه مباحث شرح داده شده و با توجه به نیاز روز افزون فناوری و به خصوص فناوری‌های حوزه سلامت، تهیه نقشه راه فناوری یک ابزار سودمند و کاربردی در بازارهای رقابتی و در حال رشد می‌باشد. این فرآیند در بسیاری از کشورها آغاز شده است و نیاز است کشور ما نیز در جهت پیشبرد اهداف فناورانه خود در سطح ملی و جهانی اقدام به

- integration: A case study. *J Eng Technol Manage.* 2011;28(3):128-46. DOI: 10.1016/j.jengtecman.2011.03.002
- Kajikawa Y, Yoshikawa J, Takeda Y, Matsushima K. Tracking emerging technologies in energy research: Toward a roadmap for sustainable energy. *Technol Forecast Soc Change.* 2008;75(6):771-82. DOI: 10.1016/j.techfore.2007.05.005
  - Phaal R, Farrukh CJ, Probert DR, editors. *Characterisation of technology roadmaps: purpose and format.* Portland International Conference on Management of Engineering and Technology; 2001; Portland IEEE.
  - Ghodoosi-Nezhad D, Janati A, Zozani MA, Doshmagir L, Bazargani HS, Imani A. Is strategic purchasing the right strategy to improve a health system's performance? A systematic review. *Bali Med J.* 2017;6(1):102-13. DOI: 10.15562/bmj.v6i1.369
  - Phaal R, Farrukh CJ, Probert DR. Developing a technology roadmapping system. *Technol Manage.* 2005;31:99-111. DOI: 10.1109/PICMET.2005.1509680
  - Zhang Y, Robinson DK, Porter AL, Zhu D, Zhang G, Lu J. Technology roadmapping for competitive technical intelligence. *Technol Forecast Soc Change.* 2015.
  - Arab Zozani M, Amery H, Jafari A. The Role of Health Technology Assessment in Evidence-Based Decision making and Health Policy: A review study. *J Health Admin.* 2014;17(57):99-112.
  - Chin MH, Clarke AR, Nocon RS, Casey AA, Goddu AP, Keesecker NM, et al. A roadmap and best practices for organizations to reduce racial and ethnic disparities in health care. *J Gen Int Med.*

- 2012;27(8):992-1000. DOI: [10.1007/s11606-012-2082-9](https://doi.org/10.1007/s11606-012-2082-9) PMID: 22798211
16. Barker D, Smith DJ. Technology foresight using roadmaps. *Long Range Plan.* 1995;28(2):21-8. DOI: [10.1016/0024-6301\(95\)98586-H](https://doi.org/10.1016/0024-6301(95)98586-H)
  17. Phaal R, Farrukh CJ, Probert DR. Technology roadmapping—a planning framework for evolution and revolution. *Technol Forecast Soc Change.* 2004;71(1):5-26. DOI: [10.1016/S0040-1625\(03\)00072-6](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(03)00072-6)
  18. Petrick IJ, Echols AE. Technology roadmapping in review: A tool for making sustainable new product development decisions. *Technol Forecast Soc Change.* 2004;71(1):81-100. DOI: [10.1016/S0040-1625\(03\)00064-7](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(03)00064-7)
  19. Phaal R, Farrukh C, Probert D, editors. Fast-start technology roadmapping. 9th International Conference on Management of Technology (IAMOT 2000); 2000.
  20. Bernal ML, Dornberger U, Torres MO, Byrnes MT. *Technology Roadmapping, International SEPT Program.* Leipzig: Universität Leipzig, 2009.
  21. Arab-Zozani M, Jalilian H, Oskouei MM, Dehghanian M, Asadi Aghbalaghi Z. Implementing health technology assessment in iran: A stakeholder analysis. *BMJ Open.* 2017;7(1).
  22. Probert D, Farrukh CJ, Phaal R. Technology roadmapping—developing a practical approach for linking resources to strategic goals. *J Eng Manuf.* 2003;217(9):1183-95. DOI: [10.1243/095440503322420115](https://doi.org/10.1243/095440503322420115)
  23. Huang L, Zhang Y, Guo Y, Zhu D, Porter AL. Four dimensional Science and Technology planning: A new approach based on bibliometrics and technology roadmapping. *Technol Forecast Soc Change.* 2014;81:39-48. DOI: [10.1016/j.techfore.2012.09.010](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.010)
  24. Lee S, Kang S, Park Y, Park Y. Technology roadmapping for R&D planning: The case of the Korean parts and materials industry. *Technovation.* 2007;27(8):433-45. DOI: [10.1016/j.technovation.2007.02.011](https://doi.org/10.1016/j.technovation.2007.02.011)
  25. Phaal R, Farrukh CJ, Mills JF, Probert DR, editors. Customizing the technology roadmapping approach. Portland International Conference on Management of Engineering and Technology; 2003; Portland IEEE.
  26. Wells R, Phaal R, Farrukh C, Probert D. Technology roadmapping for a service organization. *Res Technol Manage.* 2004;47(2):46-51.
  27. Lee S, Park Y. Customization of technology roadmaps according to roadmapping purposes: Overall process and detailed modules. *Technol Forecast Soc Change.* 2005;72(5):567-83. DOI: [10.1016/j.techfore.2004.11.006](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2004.11.006)
  28. Phaal R, Farrukh CJ, Probert DR. Collaborative technology roadmapping: network development and research prioritisation. *Int J Technol Intell Plan.* 2004;1(1):39-55. DOI: [10.1504/IJTIP.2004.004926](https://doi.org/10.1504/IJTIP.2004.004926)
  29. Geum Y, Lee H, Lee Y, Park Y. Development of data-driven technology roadmap considering dependency: An ARM-based technology roadmapping. *Technol Forecast Soc Change.* 2015;91:264-79. DOI: [10.1016/j.techfore.2014.03.003](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.03.003)
  30. Lee C, Song B, Park Y. An instrument for scenario-based technology roadmapping: How to assess the impacts of future changes on organisational plans. *Technol Forecast Soc Change.* 2015;90:285-301. DOI: [10.1016/j.techfore.2013.12.020](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.12.020)
  31. Holmes C, Ferrill M. The application of operation and technology roadmapping to aid Singaporean SMEs identify and select emerging technologies. *Technol Forecast Soc Change.* 2005;72(3):349-57. DOI: [10.1016/j.techfore.2004.08.010](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2004.08.010)
  32. Gerdri N, Assakul P, Vatananan RS. An activity guideline for technology roadmapping implementation. *Technol Anal Strat Manage.* 2010;22(2):229-42. DOI: [10.1080/09537320903498553](https://doi.org/10.1080/09537320903498553)
  33. Gerdri N, Vatananan RS, Dansamasatid S. Dealing with the dynamics of technology roadmapping implementation: A case study. *Technol Forecast Soc Change.* 2009;76(1):50-60. DOI: [10.1016/j.techfore.2008.03.013](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.03.013)
  34. Farrukh C, Phaal R, Probert D. Technology roadmapping: linking technology resources into business planning. *Int J Technol Manage.* 2003;26(1):2-19. DOI: [10.1504/IJTM.2003.003140](https://doi.org/10.1504/IJTM.2003.003140)
  35. Lee S, Lee S, Seol H, Park Y. Using patent information for designing new product and technology: keyword based technology roadmapping. *R&d Manage.* 2008;38(2):169-88. DOI: [10.1111/j.1467-9310.2008.00509.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2008.00509.x)
  36. Tierney R, Hermina W, Walsh S. The pharmaceutical technology landscape: A new form of technology roadmapping. *Technol Forecast Soc Change.* 2013;80(2):194-211. DOI: [10.1016/j.techfore.2012.05.002](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.05.002)
  37. Loyarte E, Posada J, Gaines S, Rajasekharan S, Olaizola IG, Otaegui O, et al. Technology roadmapping (TRM) and strategic alignment for an applied research centre: a case study with methodological contributions. *R&D Manage.* 2015;45(5):474-86. DOI: [10.1111/radm.12098](https://doi.org/10.1111/radm.12098)
  38. Zhang Y, Zhou X, Porter AL, Gomila JMV. How to combine term clumping and technology roadmapping for newly emerging science & technology competitive intelligence: “problem & solution” pattern based semantic TRIZ tool and case study. *Scientometr.* 2014;101(2):1375-89. DOI: [10.1007/s11192-014-1262-2](https://doi.org/10.1007/s11192-014-1262-2)