

توسعه مدلی برای برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت

سید مصطفی رضوی^۱، محمدرضا آراستی^۲، احمد جعفرنژاد^۳، نیما مختارزاده^۴

چکیده: پیچیدگی‌های ساختاری و محیطی و همچنین فشارهای رقابتی، باعث شده تا تعیین اولویت‌های توسعه تکنولوژی یک صنعت برای سیاست‌گذاران، مدیران و برنامه‌ریزان آن، از اهمیت خاصی برخوردار شود. با وجود ضرورت این مهم که مورد تأکید محققان نیز قرار دارد، فرایندی وجود ندارد که با توجه به اقتضات خاص سطح صنعت، به برنامه‌ریزی تکنولوژی بپردازد. این شکاف تئوریک، باعث شده تا مطالعات دانشگاهی و صنعتی برای تدوین راهبرد تکنولوژی یک صنعت با توسعه مدل‌های برنامه‌ریزی تکنولوژی بنگاه یا با تغییر در مدل‌های سیاست‌گذاری تکنولوژی سطح کلان، به شناسایی و انتخاب تکنولوژی‌های کلیدی یک صنعت بپردازند که هر دو این رویکردها از ضعف‌ها و نقایصی برخوردارند. در این مقاله با رویکردی کیفی و با استفاده از روش نظریه برخاسته از داده‌ها، مدلی سه سطحی برای برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت ارائه شده است که در سطح مرجع، خطوط کلان توسعه تکنولوژی انتخاب می‌شود و در سطح میانی، مدل سید حوزه‌های تکنولوژی که پاسخ مناسب به نیازمندی‌های کلیدی سیستم می‌دهند، تعیین می‌شود. در سطح خرد مدل نیز گزینه‌های تکنولوژی که پتانسیل لازم برای دستیابی به اهداف عملکردی مورد نیاز را دارند، انتخاب می‌شوند. در ادامه مقاله و پس از تحلیل مدل توسعه یافته، پیشنهادهایی برای پژوهش‌های بعدی ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: برنامه‌ریزی تکنولوژی، سطح صنعت، سطوح تصمیم‌گیری سه‌گانه، نظریه برخاسته از داده‌ها.

۱. دانشیار دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، ایران

۲. دانشیار دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه شریف، تهران، ایران

۳. استاد دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، ایران

۴. استادیار دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۱۱/۲۹

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۱/۰۳/۰۹

نویسنده مسئول مقاله: نیما مختارزاده

E-mail: mokhtarzadeh@ut.ac.ir

مقدمه

امروزه کسب و کارها برای ادامه حیات خود، به توسعه به‌هنگام محصولات، خدمات، زیرساخت‌ها و فناوری‌هایی نیازمندند که رقابت‌پذیری آنها را در آینده امکان‌پذیر کند. تنوع خواسته‌های مشتریان، تغییرات سریع تکنولوژی، افزایش فشار هزینه‌ها، فشار فزاینده تقاضای محصولات و کوتاه‌تر شدن زمان معرفی محصولات، باعث هرچه پیچیده‌تر شدن فضای رقابتی کسب و کار و حیاتی‌تر شدن توسعه تکنولوژی‌های توانمندساز برای شرکت‌ها شده است. از سوی دیگر، هزینه بالای فعالیت‌های تحقیق و توسعه، کمبود منابع و ریسک ذاتی فعالیت‌های توسعه تکنولوژی، تلاش مستقل و غیرهمکارانه شرکت‌ها را برای توسعه تکنولوژی‌های کلیدی بسیار پرچالش کرده است.

اگر صنعت را مجموعه‌ای نظام‌مند از زیربخش‌ها و قسمت‌های متنوع تخصصی تعریف کنیم (آراستی و همکاران، ۱۳۸۹)، برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت که با هدف پشتیبانی از محصولات صنعت در بازارهای رقابتی [و کارکردهای مأموریتی صنعت] انجام می‌گیرد (phaal, 2004)، به کسب و کارها و زیربخش‌های صنعت کمک می‌کند تا عدم اطمینان مربوط به توسعه تکنولوژی‌های آینده را کاهش دهند. این برنامه با شناسایی تکنولوژی‌های کلیدی، اندازه‌گیری شکاف تکنولوژی و تعیین نحوه اهرم کردن فعالیت‌های تحقیق و توسعه در سطح صنعت، تصمیم‌گیری در مورد سرمایه‌گذاری تکنولوژی را کارا تر و اثربخش‌تر می‌کند (Bray and Garcia, 1997). جلوگیری از انجام پروژه‌های غیرمهم و غیرراهبردی؛ پرهیز از ناهماهنگی میان فعالیت‌های مختلف توسعه تکنولوژی در میان کسب و کارها و زیربخش‌های صنعت، تخصیص بهینه منابع در زمینه تکنولوژی و کسب اطمینان از همراستایی فعالیت‌های توسعه تکنولوژی با اهداف کلان صنعت و کشور، از جمله چالش‌هایی هستند که برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت را ضروری می‌کنند.

برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت، نخستین بار در سال ۱۹۸۷ با هدف جلوگیری از کاهش سهم بازار آمریکا در صنعت نیمه‌هادی با برنامه‌ریزی برای توسعه تکنولوژی تولید صنعت انجام گرفت. از آن زمان تا کنون صنایع مختلفی در کشورهای گوناگون به تدوین راهبرد تکنولوژی صنعت پرداخته‌اند. برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت، معمولاً براساس همکاری‌های مشترک میان شرکت‌ها یا توسط کلیت صنعت و از سوی انجمن‌ها، کنسرسیوم‌ها، سازمان‌ها / نهادهای دولتی یا آزمایشگاه‌های پژوهشی ملی انجام می‌گیرد (Amer and Daim, 2010). بررسی‌ها نشان می‌دهد، انسجام کم سیستم‌های بخشی و میزان توانمندی انجمن‌های صنعتی در ایران، موجب شده است تا تنها صنایع تکنولوژی‌محوری که از لحاظ ساختاری متمرکزتر هستند، برای اولویت‌بندی فعالیت‌های تحقیق و توسعه خود به سمت برنامه‌ریزی تکنولوژی حرکت کنند.

هرچه بیشتر به اهمیت برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت بپردازیم، نیاز صنعت به فرایندی نظام‌مند برای انجام این برنامه‌ریزی آشکارتر می‌شود. گستردگی و پیچیدگی صنعت، تنوع نیازمندی‌های تکنولوژیک زیربخش‌های مختلف، ضرورت تعیین روش مناسب برای توسعه توانمندی‌های تکنولوژیک صنعت، ضرورت انتخاب تکنولوژی‌های پاسخ‌گو به پیشران‌ها و روندهای صنعت و بازار و نیاز صنعت به تعیین سرفصل‌های پژوهشی و توسعه تکنولوژی، صنعت را نیازمند فرایندی جامع برای برنامه‌ریزی تکنولوژی می‌کند.

با بررسی مطالعات پیشین درمی‌یابیم، آن دسته از مطالعات که با هدف اولویت‌بندی فعالیت‌های پژوهشی و توسعه تکنولوژی در سطح صنعت انجام گرفته است (Hoshangi et al., 2008)، اغلب از سوی دپارتمان‌های صنعتی و نهادهای دولتی با هدف رفع اولویت‌بندی فعالیت‌های تحقیق و توسعه صنعت انجام گرفته و پشتوانه نظری یا چارچوب علمی و منظمی برای طراحی یا ارزیابی علمی مدل ارائه نشده است. بررسی روش‌های به‌کارگرفته شده در این مطالعات نشان می‌دهد که مدل‌ها یا چارچوب‌های به‌کارگرفته شده، اغلب از توسعه مدل‌های تدوین راهبرد تکنولوژی بنگاه (سطح خرد) یا تغییر در چارچوب‌های سیاست‌گذاری تکنولوژی در سطح ملی (سطح کلان) به‌دست آمده‌اند و بالتبع اقتضائات خاص سطح صنعت که یک سطحی میانی بین سطح خرد و کلان است، در نظر گرفته نشده است.

این پژوهش در پی آن است تا مدلی برای برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت ارائه دهد که نواقص مدل‌های موجود را برطرف کرده و با یک رویکرد علمی و نظام‌مند، ابعاد و مؤلفه‌های مختلف فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت را شناسایی و معرفی کند. در این پژوهش صنایع "نفت، گاز و پتروشیمی"، "خودروسازی" و "هوافضای (با تمرکز بر بخش فضایی)" ایران در راستای اهداف پژوهش مورد مطالعه قرار گرفتند. سؤال‌های پژوهش به شرح زیر هستند:

- شرایط علی مؤثر بر برنامه‌ریزی تکنولوژی یک صنعت چیست؟
- چه شرایط زمانی و مکانی پایداری بر فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی صنعت اثر گذارند؟
- چه موانع یا شرایط تسهیل‌کننده‌ای به‌صورت الگوهای اقتضایی، موردی و غیرمنتظره‌ای برنامه‌ریزی تکنولوژی صنعت را تحت تأثیر قرار می‌دهند؟
- فرایندهای اصلی و زیرفرایندهای برنامه تکنولوژی در سطح صنعت کدامند؟
- صنایع چه اقدامات و راهبردهایی را برای توسعه برنامه‌ریزی تکنولوژی به‌کار می‌برند؟
- پیامدهای ناشی از برنامه‌ریزی تکنولوژی برای صنعت چیست؟

پیشینه پژوهش

مطالعات نشان می‌دهد قدرت رقابت‌پذیری یک صنعت، به‌تنهایی ناشی از یک چارچوب اقتصادی با ثبات در سطح کلان یا فقط برپایه عملکرد کارآفرینانه کسب‌وکارها در سطح خرد نیست؛ بلکه به برآیندی از ارتباطات پویا و پیچیده میان دولت، صنعت، مؤسسه‌های پژوهشی و همچنین توانمندی سازمان‌دهی میان این اجزا در سطح صنعت نیاز است تا رقابت‌پذیری صنعت افزایش یابد (Geels, 2002). از دسته نیازمندی‌های اساسی در رقابت‌پذیری صنایع، مدیریت مناسب تکنولوژی در سطح صنعت است (Porter, 1990). گزارش انجمن تحقیقات ملی آمریکا، شش مورد از ضرورت‌های مدیریت تکنولوژی در سطح صنعت را معرفی می‌کند. در این بین نیاز به ایجاد یکپارچگی میان تکنولوژی و اهداف کلان و راهبردی صنعت، انتقال اثربخش تکنولوژی و مدیریت مناسب پروژه‌های پیچیده / میان‌رشته‌ای و بین سازمانی (Hua and Khalil, 2003) از جمله مواردی است که به‌روشنی نقش حیاتی برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت را نشان می‌دهد. از سوی دیگر نیاز صنعت به گردآوری چالش‌های تکنولوژیک، تسهیل در پیش‌بینی تکنولوژی و ایجاد چارچوب هماهنگ‌کننده توسعه تکنولوژی در زنجیره ارزش صنعت، از دسته نکاتی است که ضرورت برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت را مورد تأکید قرار می‌دهد (Bray and Garcia, 1997).

بررسی ادبیات موضوعی نشان می‌دهد، با وجود اهمیت و ضرورت برنامه‌ریزی تکنولوژی و توسعه آن در زنجیره ارزش صنعت، مطالعات قابل توجهی در خصوص ابعاد فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت انجام نگرفته است. با نگاهی دقیق به ادبیات موضوعی (دانشگاهی و کاربردی) برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت، می‌توان فرایندهای پیشنهاد شده در این مطالعات را بر اساس رویکردهای "بالا به پایین" و "پایین به بالا" طبقه‌بندی کرد.

در مطالعاتی که برپایه رویکرد بالا به پایین انجام گرفته‌اند، محققان تلاش کرده‌اند تا با اعمال تغییراتی در چارچوب‌ها و مدل‌های سیاست‌گذاری در سطح ملی (سطح کلان)، ابزار لازم برای برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت (سطح میانی) را طراحی کنند (مانند Ching-Chiang & Chang, 2003; Shih & Chang, 2009; Dodgson et al., 2008; Mowery, 2011; Lee & Tunzelmann, 2005; Moosup & Lee, 2010; Oltra & Jean, 2009). مطالعه این پژوهش‌ها نشان می‌دهد که در بیشتر موارد، محققان برای لحاظ اقتضائات خاص سطح صنعت در یک سطح میانی، یا از رویکرد سیستم‌های پویا استفاده کرده‌اند، یا اینکه استفاده از آن را در فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی سطح صنعت توصیه کرده‌اند.

برای نمونه، مطالعه تینگ لین و تانزلمان (۲۰۰۵) برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی تکنولوژی در صنعت IC تایوان، به بررسی کارکرد سیستم ملی نوآوری در این صنعت پرداخته است. مطالعه با نگاهی ساختاری و پویا، به تشریح ارتباطات اجزای شبکه داخلی و خارجی صنعت پرداخته است و مدلی مفهومی متشکل از زیرسیستم‌های "تکنولوژیک" و "صنعتی" ارائه می‌کند. در مدل مفهومی پژوهش، "زیرسیستم تکنولوژیک" وظیفه خلق تکنولوژی و "زیرسیستم صنعتی"، وظیفه به‌کارگیری خروجی‌های زیرسیستم تکنولوژیک برای تولید محصولات را برعهده دارد. در این مطالعه، مدل ساختاری صنعت در بستر سیستم ملی نوآوری و بر اساس نظر خبرگان طراحی شده است که ابعاد اصلی آن عبارتند از: منابع انسانی، علم و فناوری، بازار/ محصول و حوزه مالی. در ادامه نیز، دو مدل پویای علت و معلولی در سطح صنعت طراحی و مورد آزمون قرار گرفته است. مدل اول شامل زیربخش‌های مالی، نوآوری و تولید است و مدل دوم شامل زیربخش‌های محصول و فرایند. در انتها نیز مدل علی آزمون برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت به‌کار گرفته شده است.

از سوی دیگر ادبیات موضوع شامل مطالعاتی است که برپایه رویکرد پایین به بالا به‌انجام رسیده‌اند. در این طبقه از مطالعات که بخش بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند، پژوهشگران تلاش کرده‌اند تا با ایجاد تغییرات در مدل‌ها و چارچوب‌های برنامه‌ریزی تکنولوژی بنگاه (سطح خرد) و با در نظر گرفتن مقتضیات سطح صنعت (مثل پیچیدگی و نیاز به یکپارچگی در سطح صنعت)، فرایندی مناسب برای برنامه‌ریزی تکنولوژی یک صنعت، بخش یا حوزه تکنولوژی بیان کنند، مانند: (Ronde, 1999; Chang et al., 2007; Lee et al., 2010; Amer & Daim, 2010; Ronde, 2001; Ronde, 2003). پس از آنکه نقشه راه تکنولوژی، ابزاری قوی برای پشتیبانی از مدیریت تکنولوژی در سطح بنگاه معرفی شد، از آن به‌شکل گسترده‌ای برای برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت مورد استفاده قرار گرفت مانند: (Chang et al., 2007; Lee et al., 2010; Amer & Daim, 2010; Ronde, 2001; Ronde, 2003; et al., 1999). در این مطالعات که به‌طور عمده بخش صنعت متولی آن است، صنعت با جلب مشارکت خبرگان سیستم بخشی، به اولویت‌بندی فعالیت‌های پژوهشی و توسعه تکنولوژی و برنامه‌ریزی تکنولوژی می‌پردازد.

آمارها نشان می‌دهند، تنها تا سال ۱۹۹۸، تعداد ۲۵۰ نقشه راه تکنولوژی برای صنایع ایالات متحده آمریکا ترسیم شده است (Galvin, 1998). گزارش وزارت صنایع کانادا در سال ۲۰۰۷ نیز نشان می‌دهد که ۲۷ صنعت مختلف این کشور برای برنامه‌ریزی تکنولوژی خود از نقشه راه تکنولوژی استفاده کرده‌اند. این گزارش هدف از به‌کارگیری نقشه راه تکنولوژی در سطح صنعت را "پشتیبانی از نوآوری ملی"، "شناسایی نیازهای صنعت برای رقابت‌پذیری" و "استفاده از فرصت‌ها

برای کسب سود^۱ بیان کرده است. در ادامه به چند مورد از مطالعات دانشگاهی و کاربردی اشاره شده است که برپایه رویکرد پایین به بالا، به برنامه‌ریزی تکنولوژی صنعت پرداخته‌اند.

لی و همکارانش (۲۰۰۷) در مطالعه خود، چارچوبی برای برنامه‌ریزی تحقیق و توسعه در سطح صنعت ارائه کرده‌اند. این مدل که با عنوان "یک استراتژی" نام‌گذاری شده است، تلاش می‌کند تا با فراهم آوردن یک چارچوب برنامه‌ریزی و ایجاد هماهنگی میان فعالیت‌های تحقیق و توسعه، نیازهای یک برنامه یا پروژه خاص را تأمین کند. پایه‌های اصلی مدل را شناسایی نیازهای تکنولوژی، ارزیابی وضعیت موجود شرکت‌های فعال در صنعت (در مقایسه با رقبا) و برنامه‌ریزی تحقیق و توسعه برای پاسخ به این نیازها و پُرکردن شکاف توانمندی‌های تکنولوژیک صنعت تشکیل می‌دهند.

تحقیق لی و یانگ (۲۰۰۷) با استفاده از تحلیل خوشه‌بندی تکنولوژی، اولویت‌های تحقیقاتی حوزه نانو تکنولوژی کره جنوبی را مشخص کرده است.^۱ گام‌های اصلی فرایند پیشنهادی لی و سانگ عبارتند از: شناسایی تکنولوژی‌های استراتژیک در حوزه نانو؛ طبقه‌بندی/خوشه‌بندی تکنولوژی‌های شناسایی شده (به‌شکلی که تکنولوژی‌هایی که الگوی نوآوری یکسانی دارند در یک خوشه قرار گیرند)، ترسیم گرافیکی خوشه‌های استراتژیک و زیرتکنولوژی‌های آنها. این مطالعه به‌کارگیری خوشه‌بندی تکنولوژی را با توسعه نقشه ادراکی خبرگان مرتبط می‌داند و استفاده از آن را در مقایسه با سایر روش‌های طبقه‌بندی مثل "تحلیل پتنت"، "تحلیل روند تغییرات تکنولوژی" و غیره، برای طبقه‌بندی تکنولوژی‌های نوظهور در سطح فراینگاهی، مناسب می‌داند.

پاولینگ و همکارانش (۱۹۹۹) با مطالعه نحوه همکاری مؤسسه‌های تحقیق و توسعه دولتی و صنعت، مدلی برای برنامه‌ریزی توسعه توانمندی‌های تکنولوژیک صنعت ارائه کرده‌اند. فرایند پیشنهادی مدل از سه گام اصلی: "توسعه تکنولوژی توسط مؤسسه‌های تحقیق و توسعه"، "شناسایی عوامل کلیدی به‌کارگیری تکنولوژی در جهت رشد صنعتی" و "راهبردهای به‌کارگیری تکنولوژی" تشکیل شده است.

برنامه‌ریزی تکنولوژی صنعت خودروسازی و بخش حمل و نقل جاده‌ای انگلستان با به‌کارگیری ابزار نقشه راه و با هدف شناسایی تکنولوژی‌های استراتژیک صنعت و اولویت‌بندی موضوعات در سال ۲۰۰۴ تدوین شد. فرایند این برنامه‌ریزی که با هدف رفع نیازمندی‌های تکنولوژیک و رقابتی صنعت خودروسازی و همچنین خلق ارزش و ثروت در بخش حمل و نقل جاده‌ای انگلستان انجام گرفت، شش گام اصلی را دربرداشت. در گام اول، خبرگان چشم‌انداز و مأموریت صنعت را مشخص

۱. بررسی ادبیات نشان می‌دهد، پیش از آن، رُند (۲۰۰۳) برای تعیین اولویت‌های سرمایه‌گذاری فرانسه با به‌کارگیری ابزار خوشه‌بندی تکنولوژی‌های راهبردی، حوزه بیوتکنولوژی را شناسایی و طبقه‌بندی کرده است.

کردند. در گام دوم، محرک‌ها و روندهای کلیدی شناسایی شدند و در گام سوم، شاخص‌ها و اهداف عملکردی صنعت و بخش تعیین شدند. در گام چهارم نیازمندی‌های تکنولوژیک برای دستیابی به اهداف راهبردی صنعت/بخش دسته‌بندی شدند و در گام پنجم، شاخص‌های مورد نظر در پنج حوزه تکنولوژیک معرفی شدند. در گام ششم نیز جمع‌بندی نتایج و تدوین گزارش انجام گرفت (Phaal and Probert, 2009).

صنعت نفت و گاز نروژ نیز از دسته صنایعی است که توانسته است طی سال‌های اخیر، بر اساس یک برنامه مدون و جامع، توانمندی‌های تکنولوژیک خود را به شکل چشمگیری توسعه دهد و خود را با نام یکی از صاحبان تکنولوژی در سطح دنیا مطرح کند. بر اساس مستندات منتشر شده از سوی سازمان نفت و گاز قرن بیست و یکم که متولی تدوین استراتژی تکنولوژی صنعت نفت و گاز نروژ است، فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی این صنعت چهار گام اصلی زیر را دربردارد.

گام اول، شامل تبیین چشم‌انداز صنعت برای خلق ارزش و ارتقای رقابت‌پذیری است. در گام دوم، محورهای اصلی توسعه صنعت که اغلب از جنس تکنولوژی هستند، در قالب اهداف راهبردی صنعت تعیین می‌شوند. در این مطالعه "معرفی محصولات حاصل از تکنولوژی‌های نوین" و "ارائه راهکارهای فناورانه جدید برای سیستم‌های صنعت نفت و گاز در سطح دنیا" از جمله این اهداف هستند. در گام سوم، صنعت، تکنولوژی‌های هدف خود را تعیین کرده است و در گام چهارم، قابلیت‌ها و توانمندی‌هایی که باید در صنعت کسب شوند، با نام قابلیت‌های هدف، مشخص شده‌اند (OG21, 2006).

در صنعت گاز ایالات متحده آمریکا، سازمان‌های مختلفی به برنامه‌ریزی تکنولوژی (حوزه اجرایی و عملیاتی خود) می‌پردازند. از آن جمله، دفتر انرژی‌های فسیلی و آزمایشگاه ملی فناوری انرژی آمریکا است. در ادامه، فرایندی که این دفتر در سال ۲۰۰۰ برای برنامه‌ریزی تکنولوژی زیرساخت‌های صنعت گاز آمریکا به کار گرفت آورده شده است (DEO, 2000).

فرایند این برنامه‌ریزی را که دو گروه از خبرگان (شامل ۱۴ نفر از مدیران ارشد و ۴۰ نفر از خبرگان فنی) هدایت کردند، پنج گام را دربر می‌گیرد. در گام نخست، محرک‌ها و روندهای کلیدی صنعت گاز آمریکا (مثل رشد بازار، قوانین و سیاست‌های ملی، توسعه تکنولوژی و ...) تعیین شدند. سپس در گام دوم چشم‌انداز و اهداف راهبردی صنعت مشخص شدند. در گام سوم نیز خبرگان، چالش‌های تکنولوژیک صنعت را شناسایی کردند تا با توجه به این چالش‌ها، در گام چهارم مسیرهای استراتژیک تحقیق و توسعه صنعت تعیین شوند. در گام پنجم نیز سرفصل‌های تحقیقاتی مشخص شدند. در انتهای گزارش نیز، نقش دولت و همکاری‌های لازم برای توسعه تکنولوژی در

آینده پیش‌بینی و چارچوب زمانی با هدف اولویت‌بندی نتایج معین شد. در این اولویت‌بندی، سرفصل‌های تحقیقاتی بر اساس اهمیت و دوره زمانی تقسیم‌بندی شدند. در سال‌های اخیر، ضرورت برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح فرابنگاهی (با تمرکز بر یک صنعت، بخش یا حوزه تکنولوژی خاص) در صنایع و نهادهای ملی ایران نیز مورد توجه قرار گرفته است و در این زمینه پروژه‌هایی به انجام رسیده است که برای نمونه می‌توان به پروژه برنامه‌ریزی تکنولوژی پیل سوختی و هیدروژن (آراستی و همکاران، ۱۳۸۷)، تدوین راهبرد تحقیق و توسعه صنعت برق (هوشنگی و همکاران، ۲۰۰۸)، پروژه تدوین اهداف، راهبردها و سیاست‌های شرکت ملی گاز ایران در حوزه پژوهش و فناوری (آراستی و همکاران، ۱۳۸۹)، پروژه تعیین اولویت‌های تحقیقاتی شرکت ملی گاز ایران در توسعه و به‌کارگیری تکنولوژی غشایی در صنعت گاز (باقری و همکاران، ۱۳۸۶)، پروژه تدوین راهبرد توسعه تکنولوژی دفاعی کشور (بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸۴) و طرح تعیین اولویت‌های بخشی پژوهش و فناوری کشور (شورای پژوهش‌های علمی کشور، ۱۳۷۹) اشاره کرد.

روش‌شناسی پژوهش

به‌طور کلی پژوهش‌ها از دیدگاه هدف در سه دسته مطالعات کاربردی، بنیادی و تحقیق و توسعه طبقه‌بندی می‌شوند. این پژوهش که به دنبال ارائه مدل و روشی جدید برای برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت است، پژوهشی بنیادین شمرده می‌شود و از دید نحوه گردآوری داده‌ها نیز در دسته پژوهش‌های توصیفی (غیرآزمایشی) قرار دارد.

برای حل مسئله پژوهش و تدوین مدلی برای برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت، از روش پژوهش کیفی و به‌طور خاص در ساخت نظریه، از روش "نظریه برخاسته از داده‌ها" استفاده شده است. هدف نهایی نظریه برخاسته از داده‌ها ارائه تبیین‌های جامع نظری در مورد یک پدیده خاص است. به‌طور کلی، در این راهبرد پژوهش، داده‌های حاصل از منابع اطلاعاتی به مجموعه‌ای از کدها، کدهای مشترک به مقوله‌ها و آن‌گاه مقوله‌ها به نظریه تبدیل می‌شود. در این راستا، اشتراوس و کوربین (۱۹۹۸) نظریه حاصل از چنین فرایندی را، محصول رویکردی استقرایی می‌دانند که از مطالعه یک پدیده حاصل می‌شود. در واقع، در نظریه برخاسته از داده‌ها، به جای آنکه محقق از همان ابتدای مطالعه با در اختیار داشتن یک نظریه به دنبال تأیید آن باشد، اجازه می‌دهد تا نظریه حاکم بر رفتار پدیده مورد بررسی، همزمان با گردآوری و تحلیل داده‌ها، خود از میان داده‌ها نمایان شود.

جامعه آماری پژوهش شامل کلیه خبرگان مطرح دانشگاهی دارای زمینه علمی مرتبط و سابقه فعالیت صنعتی، به‌همراه سیاست‌گذاران، مدیران و کارشناسان ارشد صنایع نفت، گاز و پتروشیمی، خودروسازی و صنعت هوافضا (با تمرکز بر بخش فضایی) کشور است.

تعداد خبرگان این پژوهش افزون بر ۴۰ نفر هستند که خلاصه سوابق آنها در جدول شماره ۱ آمده است. انتخاب خبرگان از صنایع مذکور با توجه به معیارهایی چون: اهمیت استراتژیک و اقتصادی صنعت، حجم فعالیت صنعت، میزان تمرکز در ساختار صنعت و نقش تکنولوژی در موفقیت و توسعه صنعت انجام گرفته است.

جدول ۱. جدول اسامی و سوابق خبرگان پژوهش

نام مصاحبه شونده	خلاصه سوابق
مهندس نعمت‌زاده	وزیر سابق صنایع و معادن مدیرعامل سابق شرکت ملی صنایع پتروشیمی مدیرعامل سابق شرکت پالایش و پخش فرآورده‌های نفتی
مهندس ترکان	معاون سابق وزیر در امور برنامه‌ریزی وزارت نفت مشاور مرکز تحقیقات استراتژیک مجمع تشخیص مصلحت نظام
دکتر آراستی	رئیس دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه شریف مدیر گروه مدیریت تکنولوژی دانشکده اقتصاد و مدیریت شریف
دکتر قاضی نوری	مشاور معاونت پژوهش و برنامه‌ریزی دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری عضو هیأت علمی دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس
دکتر پاک سرشت	مدیرکل پژوهش و فناوری شرکت ملی گاز ایران
دکتر حاجی حسینی	رئیس سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران
مهندس نیلفروشان	سرپرست واحد مطالعات راهبردی و تکنولوژی پژوهشگاه مطالعات انرژی شرکت نفت
مهندس بنیاد	رئیس واحد پژوهش و فناوری شرکت ملی گاز ایران
مهندس رضاییان	رئیس واحد فناوری و سیاست‌گذاری شرکت ملی گاز ایران
مهندس زارع	کارشناس ارشد واحد پژوهش و فناوری شرکت ملی گاز ایران
دکتر مهدیارفر	عضو هیأت علمی و مدیر پروژه غشا پژوهشگاه صنعت نفت
دکتر ذوفی	عضو هیأت علمی و مدیر پروژه آمین پژوهشگاه صنعت نفت
دکتر امانپور	مشاور مدیرعامل شرکت ملی نفت ایران
دکتر زارعی	عضو هیأت علمی دانشکده کارآفرینی دانشگاه تهران
دکتر بندریان	عضو هیأت علمی پژوهشگاه صنعت نفت
دکتر باقری مقدم	مدیرعامل شرکت مشاوره راهبران آمین مدیر پروژه تعیین اولویت‌های تحقیقاتی تکنولوژی غشا
مهندس غفارزادگان	مدیر پروژه تدوین نقشه راه تکنولوژی غشا کارشناس ارشد مؤسسه مشاوره مدیریت تکنولوژی بنیان

ادامه جدول ۱. جدول اسامی و سوابق خبرگان پژوهش

نام مصاحبه شونده	خلاصه سوابق
مهندس پیمان خواه	مدیرعامل مؤسسه مشاوره مدیریت تکنولوژی بنیان
دکتر توفیقی	وزیر سابق علوم، تحقیقات و فناوری عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس
مهندس نبوی	عضو مجمع تشخیص مصلحت نظام وزیر سابق پست و تلگراف
دکتر دادفر	عضو هیأت علمی دانشگاه لینکوپینگ سوئد
دکتر تجاری	قائم مقام مدیرعامل شرکت ایران خودرو در تولید و برنامه‌ریزی
مهندس تقوی نژاد	معاونت استراتژی شرکت ایران خودرو
مهندس پورمجیب	معاونت کیفیت شرکت ایران خودرو
دکتر قاضی راده	مشاور معاونت فنی مهندسی شرکت تأمین قطعات ایران خودرو (سایکو)
مهندس میرسلیم	عضو مجمع تشخیص مصلحت نظام رئیس هیأت مدیره شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران خودرو
مهندس زالی	مدیر عامل شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران خودرو
مهندس ایزانلو	معاونت تحقیق و توسعه شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران خودرو
مهندس رجبعلی	رئیس بخش طراحی موتور شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران خودرو
مهندس شوقی	مدیر آزمایشگاه فنی شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران خودرو
دکتر سخابی	رئیس اداره کل شبیه‌سازی شرکت تحقیق، طراحی و تولید موتور ایران خودرو
دکتر منطقی	مدیر عامل سازمان صنایع هوایی و معاونت وزیر دفاع مدیرعامل سابق شرکت ایران خودرو
دکتر علایی	مدیر عامل سابق سازمان صنایع هوایی عضو هیأت علمی دانشگاه امام حسین (ع)
دکتر طبائیان	عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات صنایع دفاعی عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی مالک اشتر
مهندس زاهدی	قائم مقام مدیرعامل پژوهشگاه الکترونیک ایران
دکتر مانی	رئیس دانشکده هوا فضا دانشگاه امیر کبیر
دکتر ابراهیمی	سرپرست پژوهشگاه هوافضا
دکتر کلاتری	عضو هیأت علمی پژوهشگاه هوا فضا
مهندس پورآمن	معاونت پژوهشگاه هوا فضا
دکتر رئیسی	عضو هیأت علمی دانشکده هوا فضا دانشگاه امیر کبیر

برای نمونه‌گیری از روش نمونه‌گیری نظری استفاده شده است. در این روش، نمونه‌گیری تا جایی که مدل به حد ساخت و اشباع برسد، ادامه پیدا می‌کند. در انجام این عمل از شیوه‌ای استفاده می‌کنند که مستلزم همزمانی و انتخاب متوالی داده‌ها و تحلیل آنهاست. منظور از نمونه‌گیری نظری در روش نظریه برخاسته از داده‌ها، آن است که پژوهشگر اشکالی از گردآوری داده‌ها را برمی‌گزیند که متن و تصویرهای قابل استفاده را در تدوین نظریه فراهم آورند. این امر بدان معناست که نمونه‌گیری عمدی (نه احتمالی) و تمرکز بر تدوین نظریه‌ای است. در مرحله آزمون مدل نیز از روش نمونه‌گیری هدفمند قضاوتی که از روش‌های نمونه‌گیری غیرتصادفی است، استفاده خواهد شد.

یافته‌های پژوهش

کدگذاری رویه نظام‌مندی است که اشتراوس و کوربین (۱۹۹۸) آن را برای کشف مقوله‌ها، مشخصه‌ها و ابعاد داده‌ها توسعه داده‌اند. در این پژوهش، بر اساس این کدگذاری مدل نظری‌ای توسعه یافته است تا فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت را تشریح و تبیین کند. گفتنی است، فرایند جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها در این روش، به صورت زیگزاگی و همزمان انجام می‌گیرد. جمع‌آوری داده‌ها تا جایی ادامه پیدا می‌کند که پژوهشگر در داده‌ها به مرز اشباع برسد و مفاهیم مرتبط با فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی صنعت که از سوی مصاحبه‌شوندگان مختلف مطرح می‌شوند، تکراری شده و مطلب جدیدی به مدل اضافه نشود. برای این امر، با تمام خبرگان در محل کارشان مصاحبه انجام شد که به دلیل مشغله این افراد با محدودیت‌های زیادی روبه‌رو بود. تحلیل جزئی داده‌ها، سؤال کردن و تحلیل مقایسه‌ای، روش‌های اصلی تحلیل در نظریه برخاسته از داده‌ها هستند. برای توسعه مدل نظری فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت، محقق به‌شکلی مداوم و هدفمند، طی فرایند تحلیل داده‌ها بین کدگذاری باز و محوری حرکت کرده است.

کدگذاری باز

کدهای مستخرج از مصاحبه‌های انجام‌شده با خبرگان و متخصصان برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت، طی کدگذاری باز استخراج شد. پاسخ‌دهندگان در پاسخ به سؤال‌های مرتبط با هر یک از ابعاد مدل پارادایمی و با تمرکز بر فرایند برنامه‌ریزی در زمینه کشور ایران، به تشریح سیستم برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت پرداختند و از جمله‌ها و دیدگاه‌های این افراد، کدهای اولیه استخراج شد. در مرحله بعد، کدهای مشترک و مورد تأکید همه مصاحبه‌شوندگان، به همراه کدهای مهم از دید محقق، به عنوان کدهای نهایی مشخص شدند.

کدگذاری محوری

محقق در کدگذاری محوری با طرح پرسش‌هایی درباره مقوله که در کل مشخص‌کننده نوعی رابطه است، به داده‌ها رجوع کرده و به بررسی حوادث و وقایعی که مؤید یا ردکننده پرسش‌ها است، می‌پردازد. گفتنی است که برای تأیید مجموعه روابط با ویژگی‌های مرتبط با مقوله، یک واقعه یا رویداد کفایت نمی‌کند؛ بلکه روابط و ویژگی‌ها را باید چندین بار در داده‌ها مشاهده کند، گرچه ممکن است شکل آنها متفاوت باشد. در این پژوهش به‌طور کلی ۴۷۱ کد مستخرج نهایی در قالب ۱۶۰ مفهوم و ۵۷ زیرمقوله دسته‌بندی شده است.

در این مدل، شرایط علی به رخدادهایی اشاره دارد که منجر به وقوع یا توسعه یک پدیده می‌شود. زمینه، بیانگر مجموعه خاصی از ویژگی‌های مربوط به پدیده است که به‌شکل عمومی به رویدادها و وقایع مربوطه اشاره دارد. شرایط مداخله‌ای شرایطی هستند که به‌منزله تسهیل‌گر یا محدودکننده راهبردها عمل می‌کنند. راهبردها مجموعه تدابیری است که برای مدیریت، اداره یا پاسخ به پدیده تحت بررسی اتخاذ می‌شوند و درنهایت پیامدها همان برون‌دادها یا نتایج کنش‌ها و واکنش‌ها است. در جدول ۲ مفاهیم و زیرمقوله‌های حاصل از پژوهش را مشاهده می‌کند.

جدول ۲. کدها، مفاهیم و زیر مقوله‌های تحقیق

شرایط علی	
مفاهیم	زیر مقوله
نیازمندی‌های مأموریتی صنعت	نیازمندی‌های مأموریتی و رقابتی صنعت
نیازمندی‌های رقابتی صنعت	
روندها و پیشران‌های اقتصادی	روندها و پیشران‌های کلیدی صنعت/ بازار
روندها و پیشران‌های سیاسی	
روندها و پیشران‌های اجتماعی و زیرساختی	
روندها و پیشران‌های تکنولوژی	
ضرورت پاسخ به پیشران‌ها و روندهای کلیدی	
همسویی و هم‌افزایی در حوزه توسعه تکنولوژی	ضرورت همسویی و هم‌افزایی فعالیت‌های توسعه تکنولوژی در سطح صنعت
توسعه متعادل تکنولوژی در زنجیره ارزش صنعت	
محدودیت منابع و ضرورت تخصیص بهینه آن	
ضرورت توسعه تکنولوژی‌های جدید	نیاز صنعت به توسعه تکنولوژی‌های موجود و جدید
ضرورت توسعه توانمندی در تکنولوژی‌های موجود	

ادامه جدول ۲. کدها، مفاهیم و زیر مقوله‌های پژوهش

شرایط زمینه‌ای	
مفاهیم	زیر مقوله
ویژگی‌های ساختاری صنعت	عوامل ساختاری
ویژگی‌های ساختاری حوزه پژوهش و توسعه تکنولوژی صنعت	
پیچیدگی تکنولوژی	رژیم تکنولوژی صنعت
اثر تکنولوژی بر صنعت	
سطح بلوغ صنعت	میزان توسعه یافتگی صنعت
ابعاد فرهنگی صنعت	
پیچیدگی‌های فرایندی	اقتضانات برنامه‌ریزی در سطح صنعت
سطوح مختلف نیازمندی‌های	
عوامل کلیدی و الگوی رقابت	پویایی رقابت
تغییرات تکنولوژی و ریسک مرتبط با آن	
اولویت‌های ملی در بخش صنعت	کارکرد سیاست‌های توسعه ای ملی
قابلیت سیاست‌های صنعتی	
منشاء شکل‌گیری و بستر فعالیت صنعت	ویژگی‌های سیستم بخشی
ساختار سیستم بخشی صنعت	
رویکرد مدیریتی صنعت (دولتی یا خصوصی)	
اقتضانات محیط فراملی و سیاست‌های خارجی کشور	سیاست‌های داخلی و خارجی کشور
اقتضانات محیط ملی و سیاست‌های داخلی کشور	
پتانسیل ملی و مزیت‌های نسبی صنعت	مزیت‌های بالقوه و بالفعل صنعت
وسعت عملکرد صنعت	
شرایط مداخله‌گر	
مفاهیم	زیر مقوله
تغییرات در سطح ملی	تغییرات و فشارهای محیط ملی
تغییرات در سطح صنعت	
فشار تقاضا	

ادامه جدول ۲. کدها، مفاهیم و زیر مقوله‌های پژوهش

تغییر در استراتژی تأمین کنندگان خارجی تکنولوژی	تغییرات و فشارهای محیط فراملی
فشارهای بین‌المللی	
عوامل نگرشی	اولویت توسعه تکنولوژی در برنامه‌های کلان صنعت
عوامل تکنولوژیک	
عوامل عملیاتی	
شرایط مداخله‌گر	
مفاهیم	زیر مقوله
نیروی انسانی دانشی	قابلیت صنعت در برنامه‌ریزی تکنولوژی
عوامل فرایندی	
عوامل شناختی و تحلیلی	
مشارکت خبرگان صنعت و سیستم بخشی	تعهد و مشارکت مدیران و خبرگان
تعهد و مشارکت مدیران صنعت	
پشتیبانی شبکه داخلی صنعت	پشتیبانی از فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی
پشتیبانی فعالیت‌های پژوهشی	
پشتیبانی نظام مالی صنعت	
پشتیبانی نظام اختیارات و سیستم انگیزشی	
عملکرد مؤسسه‌های پژوهشی و دانشگاه‌ها	عملکرد سیستم بخشی صنعت
عملکرد نهادهای سیستم بخشی	
ارتباطات شبکه سیستم بخشی	
پدیده اصلی: برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت	
مفاهیم	زیر مقوله
برنامه‌ریزی بر اساس سطوح مختلف تحلیل	برنامه‌ریزی تکنولوژی صنعت در سه سطح
سطح مرجع برنامه‌ریزی تکنولوژی صنعت	
سطح سبب حوزه‌های اصلی تکنولوژی	
سطح انتخاب گزینه‌های تکنولوژی	

ادامه جدول ۲. کدها، مفاهیم و زیر مقوله‌های پژوهش

تبیین مرز صنعت		مطالعات پشتیبان برنامه‌ریزی تکنولوژی صنعت
طراحی بستر فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی صنعت		
مطالعات الگوبرداری		
تحلیل صنعت		
مطالعه ساختار و شناسایی زنجیره ارزش صنعت		
شناسایی تکنولوژی‌های موجود و جدید زنجیره ارزش صنعت		
ممیزی توانمندی تکنولوژیک صنعت		
رصد مستمر تکنولوژی		
اولویت‌بندی زیر بخش‌های زنجیره صنعت		
پدیده اصلی: برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت		
مفاهیم		زیر مقوله
ارزیابی کلی توانمندی‌ها و مزیت‌های صنعت/کشور		فرایندهای سطح وسیع
بررسی پیشران‌های اقتصادی، سیاسی و اجتماعی در سطح کلان		
تبیین چشم‌انداز صنعت		فرایندهای سطح وسیع
تعیین اهداف کلان صنعت		
تعیین نیازهای کلیدی صنعت		
تعیین سیاست‌های توسعه تکنولوژی صنعت		فرایندهای سطح وسیع
تعیین محورهای اصلی توسعه تکنولوژی صنعت		
بررسی سبد محصولات فعلی و آتی صنعت		فرایندهای سطح وسیع
شناسایی چالش‌های صنعت		
تحلیل و اولویت‌بندی چالش‌های صنعت		
تحلیل روندها و پیشران‌های صنعت و بازار		فرایندهای سطح وسیع
تعیین نیازمندی‌های چالش‌ها و سبد محصولات صنعت		
شناسایی حوزه‌های تکنولوژی		فرایندهای سطح وسیع
تحلیل اثر حوزه‌های تکنولوژی بر نیازمندی‌های کلیدی سیستم		
انتخاب حوزه‌های اصلی تکنولوژی		فرایندهای سطح وسیع
تعریف طرح‌های توسعه‌ای در زمینه حوزه‌های اصلی تکنولوژی		

ادامه جدول ۲. کدها، مفاهیم و زیر مقوله‌های تحقیق

تحلیل روند و تعیین استراتژی‌های اکتساب حوزه‌های اصلی تکنولوژی	تحلیل روند حوزه‌های اصلی تکنولوژی	فرآیندهای سطح انتخاب-گزینه‌های تکنولوژی
تحلیل شکاف در حوزه‌های اصلی تکنولوژی	تحلیل شکاف در حوزه‌های اصلی تکنولوژی	
تعیین استراتژی‌های توسعه حوزه‌های اصلی تکنولوژی	تعیین استراتژی‌های توسعه حوزه‌های اصلی تکنولوژی	
شناسایی گزینه‌های تکنولوژی	شناسایی گزینه‌های تکنولوژی	
تعیین اهداف فنی و زمان دسترسی به تکنولوژی	تعیین اهداف فنی و زمان دسترسی به تکنولوژی	فرآیندهای سطح انتخاب-گزینه‌های تکنولوژی
ارزیابی جذابیت گزینه‌های تکنولوژی بر اساس معیار "وسعت کاربرد"	ارزیابی جذابیت گزینه‌های تکنولوژی بر اساس معیار "وسعت کاربرد"	
ارزیابی جذابیت گزینه‌های تکنولوژی بر اساس معیار "عملکرد"	ارزیابی جذابیت گزینه‌های تکنولوژی بر اساس معیار "عملکرد"	
ارزیابی جذابیت گزینه‌های تکنولوژی بر اساس معیار "هزینه منفعت"	ارزیابی جذابیت گزینه‌های تکنولوژی بر اساس معیار "هزینه منفعت"	
ارزیابی جذابیت گزینه‌های تکنولوژی بر اساس معیار "انرژی‌گذاری بر نیازمندی‌های کلیدی سیستم"	ارزیابی جذابیت گزینه‌های تکنولوژی بر اساس معیار "انرژی‌گذاری بر نیازمندی‌های کلیدی سیستم"	فرآیندهای سطح انتخاب-گزینه‌های تکنولوژی
ارزیابی جذابیت گزینه‌های تکنولوژی بر اساس معیار "انرژی‌گذاری بر نیازمندی‌های کلیدی سیستم"	ارزیابی جذابیت گزینه‌های تکنولوژی بر اساس معیار "انرژی‌گذاری بر نیازمندی‌های کلیدی سیستم"	
ارزیابی جذابیت گزینه‌های تکنولوژی بر اساس معیار "انرژی‌گذاری بر نیازمندی‌های کلیدی سیستم"	ارزیابی جذابیت گزینه‌های تکنولوژی بر اساس معیار "انرژی‌گذاری بر نیازمندی‌های کلیدی سیستم"	
ارزیابی جذابیت گزینه‌های تکنولوژی بر اساس معیار "انرژی‌گذاری بر نیازمندی‌های کلیدی سیستم"	ارزیابی جذابیت گزینه‌های تکنولوژی بر اساس معیار "انرژی‌گذاری بر نیازمندی‌های کلیدی سیستم"	
پدیده اصلی: برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت		
مفاهیم		زیر مقوله
ارزیابی "امکان‌پذیری دسترسی"	ممیزی توانمندی و تحلیل ریسک در توسعه گزینه‌های تکنولوژی	فرآیندهای سطح سبد حوزه‌های اصلی تکنولوژی
ارزیابی "ریسک"	ریسک در توسعه گزینه‌های تکنولوژی	
ممیزی توانمندی تکنولوژیک صنعت در گزینه‌های تکنولوژی	ممیزی توانمندی تکنولوژیک صنعت در گزینه‌های تکنولوژی	
تحلیل سبد گزینه‌های تکنولوژی	انتخاب تکنولوژی‌های هدف	فرآیندهای سطح سبد حوزه‌های اصلی تکنولوژی
انتخاب گزینه‌های تکنولوژی هدف	انتخاب تکنولوژی‌های هدف	
دسته‌بندی گزینه‌های تکنولوژی هدف به‌صورت: تکنولوژی‌های استراتژیک، پایه و نوظهور	دسته‌بندی گزینه‌های تکنولوژی هدف به‌صورت: تکنولوژی‌های استراتژیک، پایه و نوظهور	
شناسایی منابع و دارندگان تکنولوژی‌های هدف	تعیین روش‌های اکتساب گزینه‌های تکنولوژی هدف	فرآیندهای سطح سبد حوزه‌های اصلی تکنولوژی
تعیین روش اکتساب گزینه‌های تکنولوژی هدف	تعیین روش اکتساب گزینه‌های تکنولوژی هدف	
تعریف سرفصل‌های تحقیقاتی و پروژه‌های انتقال و همکاری تکنولوژی	تعریف سرفصل‌های تحقیقاتی و توسعه تکنولوژی	
معماری برنامه توسعه گزینه‌های تکنولوژی هدف	معماری برنامه توسعه گزینه‌های تکنولوژی هدف	فرآیندهای سطح سبد حوزه‌های اصلی تکنولوژی
معماری برنامه توسعه گزینه‌های تکنولوژی هدف	معماری برنامه توسعه گزینه‌های تکنولوژی هدف	
جریان اطلاعات از سطح فنی به سمت سطح سیاست‌گذاری	بازخورد اطلاعات در مسیر پایین به بالا فرایند برنامه‌ریزی	
نیاز فرایند برنامه‌ریزی به اطلاعات پیشرفت‌های فنی صنعت	نیاز فرایند برنامه‌ریزی به اطلاعات پیشرفت‌های فنی صنعت	فرآیندهای سطح سبد حوزه‌های اصلی تکنولوژی
نیاز فرایند برنامه‌ریزی به اطلاعات پیشرفت‌های فنی صنعت	نیاز فرایند برنامه‌ریزی به اطلاعات پیشرفت‌های فنی صنعت	

ادامه جدول ۲. کدها، مفاهیم و زیر مقوله‌های پژوهش

راهنم‌ها و اقدامات	
زیر مقوله	مفاهیم
ایجاد همراستایی در فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی	همراستایی عمودی
	همراستایی افقی
ایجاد سازوکار مواجهه با عدم اطمینان	بازنگری برنامه‌ها
	استفاده از برنامه‌ریزی سناریو محور - اثربخش کردن سیاست
	اثربخش کردن سیاست‌ها
توسعه منابع انسانی	توسعه دانش و مهارت
	اصلاح نگرش‌ها و رفتارها
	توسعه واقعیت‌گرایی در برنامه‌ریزی
توسعه سیستم‌های درونی صنعت	توسعه نظام انگیزشی
	توسعه نظام مالی
	توسعه ساختاری و فرایندی
کمک به توسعه سیستم بخشی صنعت	کمک به تقویت تعاملات عناصر سیستم بخشی
	کمک به توسعه محتوایی سیستم بخشی
توسعه مشارکت در فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی	افزایش مشارکت زنجیره ارزش صنعت
	افزایش مشارکت سیستم بخشی
پیامدها	
زیر مقوله	مفاهیم
توسعه عملکرد و رقابت پذیری صنعت	ارتقای عملکرد صنعت
	افزایش قدرت رقابت‌پذیری صنعت
توسعه اقتصادی پایدار	رشد اقتصادی صنعت/کشور
	صیانت از منابع
	ارزش‌آفرینی و خلق ثروت از تکنولوژی
ایجاد رویکرد یکپارچه در تدوین استراتژی تکنولوژی صنعت	همگرایی و هم‌افزایی فعالیت‌های پژوهشی و توسعه تکنولوژی
	رویکرد یکپارچه در تدوین راهبرد تکنولوژی صنعت
	کمک به همراستایی عناصر سیستم بخشی صنعت
اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری‌های تکنولوژی در پاسخ به نیازهای صنعت	تعیین اولویت‌های سرمایه‌گذاری تحقیقات و توسعه تکنولوژی
	پاسخ به نیازمندی‌ها و الزامات سطح ملی

ادامه جدول ۲. کدها، مفاهیم و زیر مقوله‌های تحقیق

پیامدها	
مفاهیم	زیر مقوله
اثر بخشی توسعه تکنولوژی در سطح صنعت	ارتقای اثر بخشی توسعه تکنولوژی
توسعه تکنولوژیک متعادل صنعت	
تعیین راهبردهای اکتساب تکنولوژی	تعیین روش‌های توسعه تکنولوژی صنعت مبتنی بر تخصیص بهینه منابع
تخصیص بهینه منابع صنعت	

کد گذاری انتخابی

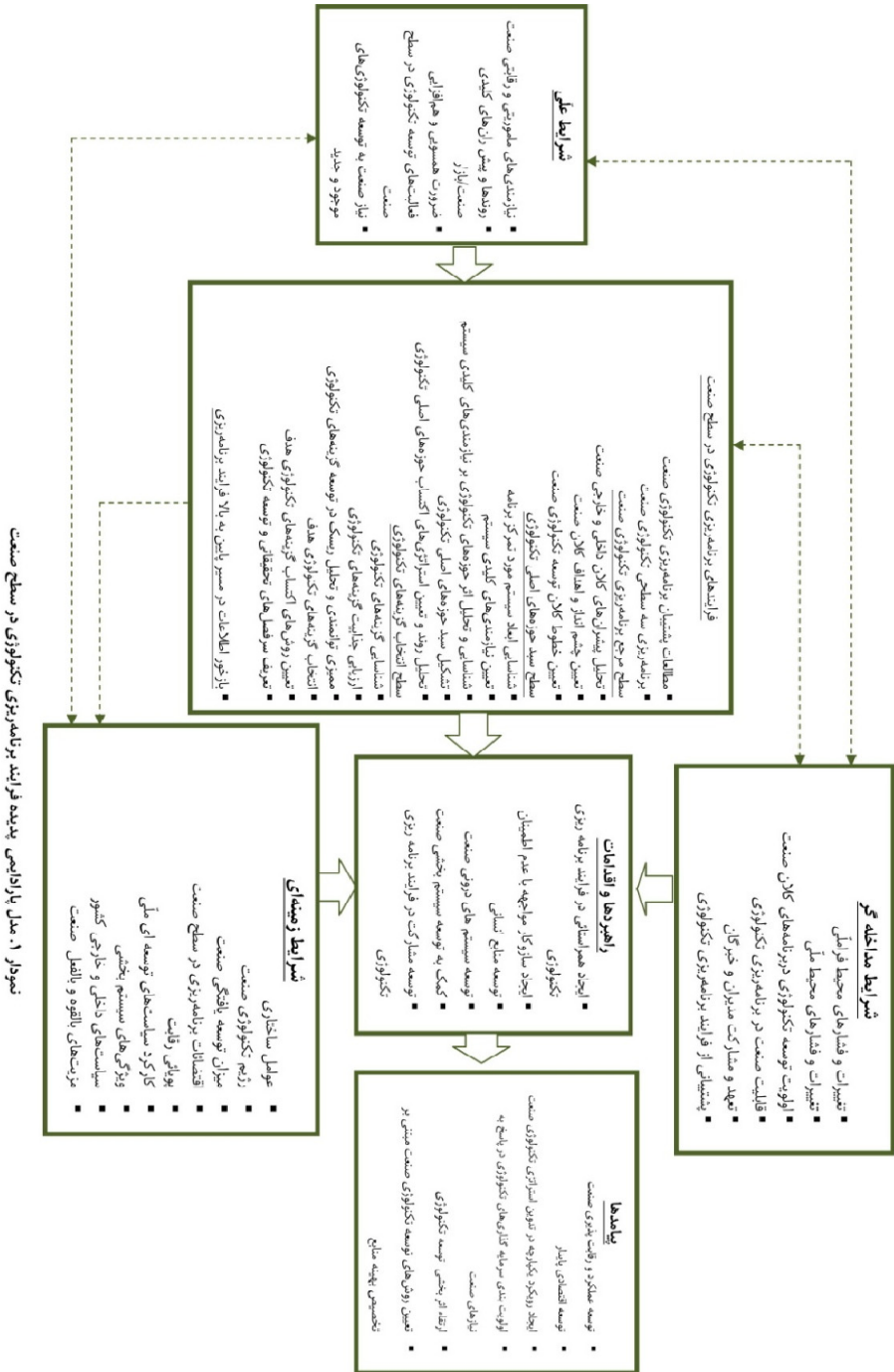
کد گذاری انتخابی با به کارگیری نتایج گام‌های پیشین، یعنی کد گذاری محوری و کد گذاری، مقوله اصلی را انتخاب می‌کند و آن را به شکلی نظام‌مند به سایر مقوله‌ها ارتباط می‌دهد، ارتباطات را اعتبار می‌بخشد و مقوله‌هایی که نیاز به پالایش و توسعه بیشتری دارند، گسترش می‌دهد (Strauss and Corbin, 1998) گفتنی است که گام‌های فوق در فرایندی رفت‌و برگشتی انجام می‌شوند. بنابراین گام‌های کد گذاری انتخابی به شکل واضحی از یکدیگر مجزا نیستند و از طریق یک فرایند تعاملی، همراه با کد گذاری باز و محوری انجام می‌شوند. مدل نظری "برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت" مطابق با ابعاد مدل پارادایمی در جدول شماره ۴ قابل مشاهده است.

پس از تهیه مدل پارادایمی برای افزایش اعتبار مدل، مدل پارادایمی در اختیار خبرگانی قرار گرفت که هم از برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح فراینگاهی آشنایی داشتند و هم روش نظریه برخاسته از داده‌ها را می‌شناختند. از این خبرگان خواسته شد که نظرات خود را در مورد فرایند تدوین مدل و مدل نهایی ارائه دهند؛ بیشتر آنها مدل را تأیید کردند و بعضی از آنها نظرات اصلاحی نیز داشتند که در فرایند رفت‌و برگشت، اصلاحات اعمال و نظر نهایی آنها دریافت شد. همچنین، محقق در طول فرایند پژوهش با خبرگان منتخب روش پژوهش در تعامل بود و تأییدیه اجرای مراحل فرایند را دریافت کرده است.

بر اساس روش پژوهش، متغیرها، ابعاد، شرایط و فرایندها در قالب زیرمقوله‌ها - که از درجه انتزاعی بالایی برخوردارند - در مدل پارادایمی قرار می‌گیرند (شکل ۱). برای نمایش کاربردی‌تر نتایج پژوهش، مفاهیم مربوط به پدیده اصلی پژوهش (یعنی برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت) در یک چارچوب فرایندی (در سطح مفاهیم) به صورت جدول شماره ۳ آمده است.

جدول ۳. فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت

ملاحظات پشتیبان فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی صنعت	سطح	دوروی	فرایند	خروجی اولیه	خروجی نهایی	ملاحظات
تعیین مقاصد و بازه زمانی برنامه‌ریزی <u>تعیین مرز صنعت</u>	سطح مرجع	روندها و پیش‌ران‌های محیطی وضعیت موجود صنعت انسان و الزامات پلاستی سطح ترانس‌مندی‌های صنعت / کثیر وضعیت تربیت‌های نسی صنعت	فرایند تحلیل استراتژیک	شناسایی نیازهای صنعت	تعیین چشم‌انداز (وضعیت مطلوب) صنعت	ملاحظات
					تعیین اهداف استراتژیک صنعت	
تحلیل صنعت و شرایط رقابتی آن شناسایی فعالیت‌های اصلی و زنجیره ارزش صنعت بررسی پیش‌بینی‌های منتشر شده شناسایی منابع مورد استفاده صنعت بررسی وضعیت اقتصادی و بهره‌وری صنعت ارزایی وضعیت صنعت در مقابل با رقابیش سبب‌های توانمندی‌های تکنولوژیک صنعت	سطح سبب حوزه‌های اصلی تکنولوژی	وضعیت موجود صنعت وضعیت مطلوب صنعت چالش‌های اولویت‌دار صنعت سبب‌های مشکلات فعلی و آتی صنعت	فرایند تحلیل شکاف فرایند شناسایی نیازمندی‌های تکنولوژیک چالش‌ها فرایند شناسایی نیازمندی‌های تکنولوژیک سبب‌های مشکلات فرایند تحلیل مطلوب‌ترین نیازمندی‌های تکنولوژیک فرایند تحلیل اثر	شناسایی چالش‌های موجود و آتی صنعت	تعیین نیازمندی‌های کلیدی سیستم	ملاحظات
				حوزه‌های تکنولوژی نوآور بر روندها	تشکیل سبب‌های حوزه‌های تکنولوژی	
تحلیل روندهای صنعت بازار بررسی پیش‌بینی‌ها و روندهای صنعت و بازار اولویت‌بندی پیش‌بینی‌ها شناسایی بازارهای آینده صنعت شناسایی سبب‌های حصول صنعت	سطح انتخاب گزینه‌های تکنولوژی	حوزه‌های تکنولوژی منتخب صنعت نیازمندی‌های کلیدی سیستم پیش‌ران‌های تکنولوژی معیارهای ارزشی قابلیت تکنولوژی معیارهای ارزشی امکان‌پذیری اطلاعات قابلیت و امکان‌پذیری گزینه‌ها	فرایند شناسایی تکنولوژی فرایند سنجش حوزه‌های پتانسیل پیش‌بینی‌های تکنولوژی به نیازمندی‌های کلیدی سیستم فرایند ارزشی قابلیت تکنولوژی‌ها و ریزر تکنولوژی‌ها فرایند ارزشی امکان‌پذیری فرایند تحلیل پتانسیل بازار گزینه‌های تکنولوژی	شناسایی تکنولوژی‌ها و ریزر تکنولوژی‌ها	شناسایی گزینه‌های تکنولوژیک	ملاحظات
				شناسایی روندهای صنعت	تعیین اهداف عملکردی و زمان دسترسی	
				طیف‌بندی گزینه‌های تکنولوژیک (کلیدی، پایه و نوپدید)	شناسایی تکنولوژی‌ها و ریزر تکنولوژی‌های تعیین سبب‌های حصول	ملاحظات
				اطلاعات قابلیت و امکان‌پذیری گزینه‌های تکنولوژی	تحلیل فرایند اکتساب تکنولوژی	
					تعیین سبب‌های حصول و برآورد هزینه‌های انتقال و همگامی تکنولوژیک صنعت محداری برنامه توسعه گزینه‌های تکنولوژی هدف	



نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش، برای طراحی مدل برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت، نظریه‌ی برخاسته از داده‌ها به‌کار گرفته شد. با استفاده از این روش، داده‌های خام مصاحبه‌های عمیقی که با خبرگان برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح فرابنگاه‌ی صورت گرفت، مورد تحلیل قرار گرفتند. بر اساس کدهای بازشناسایی شده، کدهای محوری شکل گرفتند و به‌کمک کدگذاری انتخابی، مدل نظری توسعه پیدا کرد. درنهایت مدل پارادایمی با نظر خبرگان مورد تأیید قرار گرفت. بر اساس این مدل، برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت علاوه‌بر فرایند، راهبردها و اقدامات و پیامدها، شرایط علی پدیدآورنده و نیز شرایط زمینه‌ای و مداخله‌گر را نیز در نظر گرفته و با رویکردی جامع و همه‌جانبه، ارزیابی دقیق و کاملی از فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی صنعت ارائه می‌دهد.

نیازمندی‌های تکنولوژیک صنعت / کشور، آگاهی زنجیره صنعت از اهمیت و ابعاد نیازمندی‌های تکنولوژیک، فشار نیروهای پیشران صنعت (سیاسی، اقتصادی و رقابتی)، روندها و محرک‌های کلیدی صنعت و تکنولوژی، نیاز صنعت به همسویی و هم‌افزایی در انجام فعالیت‌های توسعه تکنولوژی و نیاز صنعت به توسعه تکنولوژی‌های موجود و جدید، عواملی هستند که صنعت را به سمت برنامه‌ریزی تکنولوژی سوق می‌دهند.

برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت، نیازمند اجرای فرایندهایی است که در موفقیت برنامه‌ریزی نقش محوری دارند، این فرایندها عبارتند از: تعیین خطوط کلان توسعه تکنولوژی، تعیین سبب و استراتژی‌های کلان اکتساب حوزه‌های استراتژیک تکنولوژی، تعیین سبب تکنولوژی‌ها و زیر تکنولوژی‌های کلیدی.

اجرای فرایندهای فوق از طریق مجموعه‌ای از راهبردها و اقدامات انجام می‌گیرد، راهبردهایی در توسعه منابع انسانی مرتبط با حوزه پژوهش و توسعه تکنولوژی، توسعه مشارکت زنجیره صنعت و سیستم بخشی، کمک به توسعه محتوایی و ساختاری سیستم بخشی، توسعه زیر ساخت مدیریت تکنولوژی در سطح صنعت، ارتقای نظام انگیزشی برای توسعه تکنولوژی در سطح صنعت، تلاش برای همراستا کردن برنامه‌های توسعه تکنولوژی صنعت که به‌اجرای فرایندهای برنامه‌ریزی و مدیریت تکنولوژی در سطح صنعت منجر می‌شود.

اجرای فرایندها و راهبردها تحت شرایط زمینه‌ای مثل سطح بلوغ صنعت، سیاست‌های داخلی و خارجی کشور، مزیت‌های نسبی صنعت، رژیم تکنولوژیک صنعت، ویژگی‌های ساختاری صنعت و حوزه توسعه تکنولوژی آن، ساختار سیستم بخشی، ابعاد رقابت صنعت و توانمندی سطح ملی در جهت دهی کلی به صنعت، عواملی است که با اثر نسبی پایدار، فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی یک صنعت را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

از سوی دیگر در بُعد شرایط مداخله‌گر، تغییر در شرایط محیطی، سیاست‌ها و راهبردهای صنعت/کشور، سطح همکاری‌های بین‌المللی در زمینه توسعه تکنولوژی، اولویت توسعه تکنولوژی در برنامه‌های کلان صنعت، قابلیت صنعت در برنامه‌ریزی تکنولوژی، میزان تعهد مدیران و مشارکت خبرگان، کارکرد سیستم بخشی صنعت، شایستگی صنعت در توسعه تکنولوژی، سطح اختیارات مدیران صنعت، نظام مالی و انگیزشی در حوزه پژوهش و توسعه تکنولوژی صنعت، رویکرد بهره‌برداران صنعت نسبت به توسعه تکنولوژی و درجه ریسک‌پذیری صنعت در فرایند توسعه تکنولوژی، از جمله عواملی هستند که عدم وجود وضعیت مطلوب در آنها، صنعت را از رسیدن به پیامدهای برنامه‌ریزی تکنولوژی، یعنی توسعه عملکرد و رقابت‌پذیری صنعت، توسعه پایدار اقتصادی صنعت و کشور، به‌کارگیری رویکرد یکپارچه در تدوین استراتژی تکنولوژی صنعت، تخصیص بهینه منابع در پاسخ به نیازمندی‌های صنعت/کشور و ارتقای اثر بخشی توسعه تکنولوژی، باز می‌دارد.

بررسی ابعاد برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت، مستلزم پذیرفتن موجودیت پویای این فرایند است. نتایج این مطالعه می‌تواند آگاهی محققان و مدیران صنعت را در خصوص عوامل علی، شرایط زمینه‌ای، شرایط مداخله‌گر، فرایندها، اقدامات و پیامدهای برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت افزایش دهد. توجه به اقتضائات خاص سطح صنعت با ارائه مدل چند سطحی که انطباق‌پذیری مناسبی با اقتضائات تصمیم‌گیری در ساختار صنعت دارد، به فرایند انتخاب تکنولوژی‌های توانمندساز صنعت کمک می‌کند. پژوهش حاضر از بُعد روش‌شناسی مورد استفاده نیز مشابه ندارد. به طوری که می‌توان استفاده از رویکرد روش پژوهش کیفی نظریه برخاسته از داده‌ها را، اقدامی نو در مطالعات برنامه‌ریزی تکنولوژی قلمداد کرد. این پژوهش کوشیده است تا به صورت‌بندی الگویی برای تبیین استراتژی تکنولوژی در سطح صنعت در کشور ایران، به‌منزله کشوری در حال توسعه به مطالعه بپردازد که از دیدگاه محیط پژوهش هم اهمیت دارد. در این پژوهش، مسیر بالا به پایین فرایند برنامه‌ریزی تکنولوژی در سطح صنعت مطالعه شد، در این راستا پیشنهاد می‌شود فرایند بازخور اطلاعاتی در مسیر پایین به بالای مدل نیز در مطالعات بعدی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود نحوه اثر رژیم تکنولوژیک صنعت که در عوامل زمینه‌ای شناسایی شده است، بر ابعاد فرایند برنامه‌ریزی در پژوهش‌های آتی بررسی شود.

منابع

آراستی، م. ر. (۱۳۸۶)، *پروژه تدوین اهداف، راهبردها و سیاست‌های شرکت ملی گاز ایران در حوزه پژوهش و فناوری*. تهران گروه مشاوران شریف.

آراستی، م. ر.؛ باقری‌مقدم، ن.؛ ایران‌خواه، ع.؛ هاشمی، ج.؛ رادپور، س. ر. (۱۳۸۷)، فناوری پیل سوختی و هیدروژن، تهران: انتشارات علم و ادب.

آراستی، م. ر.؛ غفارزادگان، م.؛ پیمان‌خواه، ص.؛ پاک‌سرشت، س. (۱۳۸۹). نقشه راه، ابزاری در خدمت سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی یکپارچه در سطح صنعت: مطالعه موردی نقشه راه تکنولوژی صنعت گاز ایران در افق ۱۴۰۴، کنفرانس تجاری‌سازی تحقیق و توسعه، تهران: ایران.

باقری‌مقدم، ن. و امامیان، س. م. ص. (۱۳۸۶)، پروژه تعیین اولویت‌های تحقیقاتی شرکت ملی گاز ایران در توسعه و بکارگیری تکنولوژی‌های غشایی در صنعت گاز، شرکت ملی گاز ایران.

دبیرخانه شورای پژوهش‌های علمی کشور. (۱۳۷۹). اولویت‌های تحقیقاتی کشور. تهران شورای پژوهش‌های علمی کشور.

گروه آینده‌اندیشی بنیاد توسعه فردا. (۱۳۸۴). روش‌های آینده‌نگاری تکنولوژی. بنیاد توسعه فردا.

Albright, R.E. and Kappel, T.A. (2003). Roadmapping in the corporation, *Research Technology Management*, 42 (2): 31-40.

Amer, M. & Daim, T. U. (2010), Technological Forecasting & Social Change Application of technology roadmaps for renewable energy sector. *Technological Forecasting & Social Change*, 77(8): 1355-1370.

Barker, D. and Smith, D.J.H. (1995). Technology foresight using roadmaps. *Long Range Planning*, 28(2): 21-28.

Bray, O.H. and Garcia, M.L. (1997). *Technology roadmapping: the integration of strategic and technology planning for competitiveness*, Proceedings of the Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET).

Chang, P.L. Hsu, C.W., Tsai, C.T. (1999). A stage approach for industrial technology development and implementation—the case of Taiwan's computer industry. *Technovation*, 19 (4): 233-241.

Creswell, J.W. (2007). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing among Five Approaches*. 2nd edition. California: Sage publication.

Dodgsona, M., Mathews, J., Kastelle, T., Huc, M.C. (2008). The evolving nature of Taiwan's national innovation system: The case of biotechnology innovation networks. *Research Policy*, 37 (3): 430–447.

- Galvin, R. (1998). Science Roadmaps, Science 280 (1998) editorial.
- Garcia, M.L., Bray, O.H. (1997). *Fundamental of technology road mapping. SANDA-0665*, Strategic Business Development department Sandia National Laboratories.
- Geels, F. W. (2002), Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31 (8/9):1257-1274.
- Groenveld, P. (1997). Roadmapping integrates business and technology. *Research-Technology Management*, 40(5): 48-55.
- Hoshangi, S., Arasti, M.R., Sahebzamani, S. (2008). *Crafting a methodology for formation R&D strategy based on evolutionary epistemology: Case Study of Iran power industry*. EURMOT Conference of Technology Management. Nice-France, September 17-19.
- Hua, R.L. and Khalil, T. (2003). Technology management in china: a global perspective and challenging issues. *Technology Management in China*, 1(1): 9-25.
- 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.
- Lee, T.L., Tunzelmann, N.V. (2005). A dynamic analytic approach to national innovation systems: The IC industry in Taiwan. *Research Policy*, 34(4): 425-440.
- McMillan, A. (2003). Road mapping – agent of change. *Research Technology Management*, 42 (2): 40-47.
- Mello, J. and Flint, D. (2009). A refined view of Grounded Theory and its application to logistics research. *Journal of Business Logistics*, 30(1): 107-125.
- Moosup Jung, and Lee, K. (2010). Sectoral systems of innovation and productivity catch-up: determinants of the productivity gap between Korean and Japanese firms. *Industrial & Corporation Change*. 19 (4): 1037–1069.

- Mowery, D. (2011). Nanotechnology and the US national innovation system: continuity and change. *Technology transfer*, 36 (6): 697-711.
- OG21 (2006). *Norway's Technology Strategy for Value Creation on the NCS and Enhanced Competitiveness in the Oil and Gas Industry*. Strategy Document Revised, http://www.og21.no/prognett-og21/Home_page/1253962785326.
- Oltra, V., Jean, M.S. (2009). Sectoral systems of environmental innovation: An application to the French automotive industry. *Technological Forecasting & Social Change*, 76 (7): 567–583.
- Phaal (2004). Foresight vehicle technology roadmap, *technology and research direction for future road vehicles*.
- Phaal and Probert (2009). *Technology roadmapping: facilitating collaborative research strategy*. London: Cambridge University Press.
- Porter, M. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. New York: The Free Press.
- Ronde, P. (2001). Technological clusters with a knowledge-based principle: evidence from a Delphi investigation in the French case of the lifesciences. *Research Policy*, 30 (7): 1041–1057.
- Ronde, P. (2003). Delphi analysis of national specificities in selected innovative areas in Germany and France. *Technological Forecasting & Social Change*. 70 (5): 419–448.
- Shih, H.Y., Chang, P.L. (2009), Industrial innovation networks in Taiwan and China: A comparative analysis. *Technology in Society*, 31 (8): 176-186.
- Strauss, A.L. and Corbin, J.M. (1998). *Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory*. 2nd edition, California: Thousand Oaks.
- Strauss, J., Radnor, M. and Peterson, J. (1998). *Plotting and navigating a non-linear roadmap: knowledge-based road mapping for emerging and dynamic environments*. Proceedings of the East Asian Conference on Knowledge Creation Management, 6-7th March, Singapore.

- U.S. Department of Energy Office of Fossil Energy and the National Energy Technology Laboratory (2000). *Natural Gas Infrastructure Reliability, Pathways for Enhanced Integrity*. Reliability and Deliverability. September.
- Willyard, C.H. and McClees, C.W. (1987). Motorola's technology roadmap process. *Research Management*, 15(6), pp. 13-19.
- Yeh, C.C., Chang, P.L. (2003). The Taiwan system of innovation in the tool machine industry: a case study. *Engineering, Technology Management*, 20(4): 367 - 380.
- Yong, L.G., and Yong, S. (2007). Electing the key research areas in Nano-technology field using technology cluster analysis: A case study based on National R& D Programs in South Korea. *Technovation*, 27 (6): 57-64.