مدیریت نوآوری

نشریه علمی - پژوهشی
مدیریت نوآوری
سال دوم، شماره ۲، تابستـان ۱۳۹۲
صفحه ۱۲۰-۹۹

# رویکردی فرایندی به برنامه‌ریزی فناوری در سطح فرابنگاهی

نیما مختارزاده[1*]، محمد رضا آراستی[2]، سیدمصطفی رضوی[3]، احمد جعفرنژاد[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۲۳

## چکیده

**چالش‌های رقابتی، نیاز صنایع به شناسایی و انتخاب فناوری‌های توانمندساز آینده را حیاتی نموده است. اهمیت تعیین جهت حرکت صنعت و ضرورت اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری‌های فناورانه در زیر بخش‌های مختلف، ضرورت برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت را نشان می‌دهد. بررسی پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که در بیشتر موارد، روش‌های مورد استفاده برای برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت، یا توسعه‌یافته روش‌های برنامه‌ریزی فناوری در سطح بنگاه هستند و یا از تغییر در چارچوب‌های سیاست‌گذاری فناوری در سطح ملّی بدست آمده‌اند. با توجه به این موضوع در پژوهش حاضر تلاش شد تا با در پیش‌گرفتن رویکرد کیفی و با استفاده از روش نظریه برخاسته از داده‌های مبتنی بر مصاحبه نیمه ساختاریافته با ٤٠ نفر از خبرگان دانشگاهی و صنعتی در صنایع نفت و گاز، خودروسازی و هوافضا، ضمن توسعه مدل برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت، به معرفی ابعاد و مولفه‌های مختلف آن پرداخته شود. مدل ارائه شده در این پژوهش، دارای سه سطح می‌باشد. در سطح مرجع آن، خطوط کلان توسعه فناوری انتخاب می‌گردد. در سطح میانی مدل، سبد حوزه-های فناوری که پاسخ مناسبی به نیازمندی‌های کلیدی سیستم می‌دهند، تعیین می‌شود و در سطح خرد مدل، گزینه‌های فناوری که پتانسیل لازم جهت دستیابی به اهداف عملکردی مورد نیاز را دارند، انتخاب می گردند. در انتهای این مقاله، پس از تحلیل مدل توسعه‌یافته، پیشنهاداتی برای تحقیقاتی آتی ارائه گردیده است.**

**واژگان کلیدی: برنامه‌ریزی فناوری، سطح صنعت، تئوری برخاسته از داده‌ها، رویکرد فرایندی**

۱*-استادیار دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران/ **نویسنده مسوول مکاتبات** Mokhtarzadeh@ut.ac.ir
۲- دانشیار دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه شریف
۳- دانشیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران
٤- استاد دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

## ۱- مقدمه

پس از اولین باری که برنامه‌ریزی فناوری به صورت فرابنگاهی و در سطح صنعت، با هدف جلوگیری از کاهش سهم بازار صنعت نیمه‌هادی‌های امریکا، در اواخر دهه ۱۹۹۰ میلادی صورت گرفت، تاکنون صنایع متنوعی به تدوین راهبرد فناوری پرداخته‌اند. اگر صنعت، به عنوان مجموعه‌ای نظام‌مند از زیربخش‌ها و قسمت‌های متنوع تخصصی [۱] تعریف شود، برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت که با هدف پشتیبانی از محصول‌های صنعت در بازارهای رقابتی (و کارکردهای ماموریتی آن) صورت می‌گیرد [۲]، به کسب و کارها و زیربخش‌های صنعت کمک می‌کند تا عدم اطمینان مرتبط با توسعه فناوری‌های مورد نیاز آینده کاهش یابد. در طی این فرایند فناوری‌های کلیدی صنعت شناسایی، شکاف فناورانه صنعت ارزیابی و نحوه اهرم نمودن فعالیت‌های تحقیق و توسعه در سطح صنعت تعیین می‌شود [۳]. ضرورت جلوگیری از انجام پروژه‌های غیرمهم و غیرراهبردی، پرهیز از ناهماهنگی میان فعالیت‌های مختلف توسعه فناوری در میان کسب و کارها و زیربخش‌های صنعت، تخصیص بهینه منابع در حوزه فناوری و کسب اطمینان از همراستایی فعالیت‌های توسعه فناوری با اهداف کلان صنعت و کشور، از جمله موارد کلیدی است که برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت را ضروری می‌سازد. مرور پژوهش‌های انجام شده در این حوزه نشان‌دهنده آن است که ضرورت اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری‌ها در زمینه توسعه فناوری، بعضی پژوهشگران را بر آن داشته تا با بکارگیری مدل‌های سطح بنگاه و انجام تغییراتی در آنها، به تدوین راهبرد فناوری در سطح صنعت بپردازند (رویکرد پایین به بالا). از آن سو، عده‌ای دیگر نیز با انجام تغییراتی خاص در الگوها و چارچوب‌های سیاست‌گذاری فناوری به تعیین اولویت‌های توسعه فناوری در سطح صنعت پرداخته‌اند (رویکرد بالا به پایین). هر دو رویکرد "بالا به پایین " و "پایین به بالا" مورد استفاده در ادبیات، دچار نقص‌ها و ضعف‌هایی هستند. درجه بالای تجمیع‌پذیری داده‌ها، تحلیل کارکردی شبکه صنعت با درجه کلی‌نگری بالا، ناتوانی در پیش‌بینی تغییرات ناگهانی و اربیی اقتصادی از جمله ضعف‌های رویکرد بالا به پایین می‌باشند [٤] [٥]. از سوی دیگر ناکارآمدی در تصمیم‌های مربوط به تخصیص منابع و خطای بهینگی، از جمله نقایص رویکرد پایین به بالا می باشد [٦] [٧] [٨] [٩]. با توجه به مطالب مطرح شده، در پژوهش حاضر تلاش شده تا با در پیش‌گرفتن رویکرد کیفی و با استفاده از روش تئوری برخاسته از داده‌ها، ضمن توسعه مدل برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت، ابعاد و مولفه‌های مختلف این فرایند معرفی گردند. یافته‌های این پژوهش

به سیاست‌گذاران، برنامه‌ریزان و متخصصان فنی صنعت و همچنین پژوهشگران علاقمند به حوزه مدیریت فناوری در معرفی ابعاد و کارکردهای فرایند برنامه‌ریزی فناوری در سطح فرابنگاهی کمک می‌نماید. سوالاتی که این پژوهش بدنبال پاسخ به آنها می باشد بدین شرح هستند: شرایط علّی موثر بر برنامه‌ریزی فناورانه صنعت چیست؟ چه شرایط زمانی و مکانی پایداری بر فرایند برنامه‌ریزی فناوری صنعت اثر گذارند؟ چه موانع و یا شرایط تسهیل کننده به صورت الگوهای اقتضایی، موردی و غیرمنتظره‌ای، برنامه‌ریزی فناوری صنعت را تحت تاثیر قرار می‌دهند؟ فرایندهای اصلی و زیرفرایندهای برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت کدامند؟ صنایع چه اقدامات و راهبردهایی را برای توسعه برنامه‌ریزی فناوری بکار می‌برند؟ و پیامدهای ناشی از برنامه‌ریزی فناوری برای صنعت چیست؟

در مقاله حاضر، پس از مرور پیشینه پژوهش در بخش بعدی، روش پژوهش و فرایندهای کدگذاری باز، محوری و کد گذاری انتخابی تشریح می شود. پس از آن نتایج بدست آمده بیان می گردد و در نهایت مقاله با جمع‌بندی پایان می پذیرد.

## ۲- پیشینه پژوهش

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که قدرت رقابت پذیری یک صنعت، تنها ناشی از یک چارچوب اقتصادی با ثبات در سطح کلان و یا تنها مبتنی بر عملکرد کارآفرینانه کسب و کارها در سطح خرد نیست. بلکه برای افزایش رقابت پذیری یک صنعت، به برآیندی از ارتباطات پویا و پیچیده میان دولت، صنعت، موسسه‌های پژوهشی و همچنین توانمندی سازماندهی میان این اجزا در سطح صنعت نیاز است [۱۰]. از جمله الزامات کلیدی رقابت‌پذیری صنایع، مدیریت مناسب فناوری در سطح صنعت است [۱۱]. گزارش انجمن پژوهش‌های ملی امریکا، ٦ مورد از ضرورت‌های مدیریت فناوری در سطح صنعت را معرفی می‌کند. در این بین، نیاز به ایجاد یکپارچگی میان فناوری و اهداف کلان و راهبردی صنعت، انتقال اثربخش فناوری و مدیریت مناسب سیستم‌ها و پروژه های پیچیده/میان رشته‌ای و بین سازمانی [۱۲] از جمله مواردی است که نقش حیاتی برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت را به وضوح نشان می‌دهد. از سوی دیگر نیاز صنعت به اجماع در چالش‌های فناورانه، تسهیل در پیش‌بینی فناوری و ایجاد چارچوب هماهنگ کننده توسعه فناوری در زنجیره ارزش صنعت، از جمله نکته‌هایی

است که ضرورت برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت را مورد تاکید قرار می‌دهد [۳].

مروری بر ادبیات موضوع نشان می‌دهد که از اوایل دهه ۸۰ میلادی، برنامه‌ریزی فناوری به منظور ترجمه راهبردهای بنگاه به ملاحظات فناوری و همچنین تعیین اولویت‌های توسعه و اکتساب توانمندی های فناورانه، مورد توجه بنگاه‌ها قرار گرفته است. در این خصوص رویکردهای موقعیت‌یابی و منبع‌محور دو رویکرد اصلی هستند که بر اساس آنها و با توجه به شرایط محیطی راهبرد فناوری بنگاه‌ها توسعه می‌یابند.

بررسی ادبیات موضوع نشان می‌دهد، با وجود اهمیت برنامه‌ریزی فناوری در سطح فرابنگاهی و توجه به زنجیره ارزش صنعت در تعیین اولویت‌های توسعه فناوری یک صنعت یا بخش، بیشتر مطالعه‌ها متوجه سطح بنگاه بوده‌اند. با نگاهی دقیق به پژوهش‌های دانشگاهی و کاربردی انجام شده در حوزه برنامه‌ریزی فناوری سطح صنعت، می‌توان فرایندهای پیشنهادی در آن‌ها را بر اساس مسیرهای «بالا به پایین» و «پایین به بالا» طبقه‌بندی نمود.

در پژوهش‌هایی که مبتنی بر رویکرد بالا به پایین صورت گرفته‌اند، تلاش شده است تا با اعمال تغییراتی در چارچوب‌ها و مدل‌های سیاست‌گذاری در سطح ملی (سطح کلان)، ابزار لازم برای برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت (سطح میانی) طراحی شود (برای مثال مراجعه شود به [۱۳] [۱٤] [۱۵] [۱٦] [۱۷] [۱۸] [۱۹]). مطالعه این پژوهش‌ها، نشان می‌دهد که در بیشتر موارد، به منظور لحاظ ملزومات خاص سطح صنعت به عنوان یک سطح میانی، یا از رویکرد سیستم‌های پویا استفاده شده و یا استفاده از آن در فرایند برنامه‌ریزی فناوری سطح صنعت توصیه گردیده است.

به عنوان نمونه، پژوهش تینگ لین و تانزلمان [۱۹] به منظور سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی فناوری در صنعت مدارهای مجتمع تایوان، به بررسی کارکرد سیستم ملی نوآوری پرداخته است. این پژوهش، با نگاهی ساختاری و پویا، به تشریح ارتباط‌های اجزای شبکه داخلی و خارجی صنعت پرداخته و مدلی مفهومی متشکل از زیرسیستم‌های "فناورانه" و "صنعتی" ارائه نموده است. در مدل مفهومی یادشده، "زیرسیستم فناورانه" وظیفه خلق فناوری و "زیر سیستم صنعتی" وظیفه بکارگیری خروجی‌های زیرسیستم فناورانه را برای تولید محصول‌ها بعهده دارد. در مطالعه آن‌ها، مدل ساختاری صنعت در بستر سیستم ملی نوآوری و بر اساس نظرخبرگان طراحی گردیده است که ابعاد اصلی آن عبارتند از: منابع انسانی، علم و فناوری، بازار/ محصول و حوزه مالی. آنها در

ادامه نیز، دو مدل پویای علت و معلولی را در سطح صنعت، طراحی کردند و مورد آزمون قرار دادند. مدل اول شامل زیربخش‌های مالی، نوآوری و تولید و مدل دوم شامل زیربخش‌های محصول و فرایند بوده است. در انتها نیز، مدل علی آزمون، جهت سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت بکار گرفته شده است. از سوی دیگر، پژوهش‌هایی وجود دارند که مبتنی بر رویکرد پایین به بالا انجام شده‌اند. در این دسته از مطالعه‌ها، که حجم بیشتری را به خود اختصاص می‌دهند، پژوهشگران تلاش کرده‌اند تا با ایجاد تغییر در مدل‌ها و چارچوب‌های برنامه‌ریزی فناوری بنگاه (سطح خرد) و با درنظرگرفتن مقتضیات سطح صنعت (مثل پیچیدگی و نیاز به یکپارچگی در سطح صنعت)، فرایندی مناسب برای برنامه‌ریزی فناوری یک صنعت، بخش یا حوزه فناوری طراحی نمایند (برای مثال مراجعه شود به [۲۰] [۲۱] [۲۲] [۲۳] [۲٤]).

نقشه راه فناوری نیز، پس از مطرح شدن به عنوان ابزاری قوی برای پشتیبانی از مدیریت فناوری در سطح بنگاه، به طور وسیعی برای برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت مورد استفاده قرار گرفت (برای مثال مراجعه شود به [۲۵] [۲٦] [۲۷] [۲۸] [۲۹] [۳۰] [۳۱]).

در این پژوهش‌ها که بیشتر صنعت متولی آن بوده، با مشارکت خبرگان سیستم بخشی، به اولویت‌بندی فعالیت‌های پژوهشی و توسعه فناوری و برنامه‌ریزی فناوری پرداخته شده است.

آمارها نشان می‌دهند، تنها تا سال ۱۹۹۸، ۲۵۰ نقشه راه فناوری برای صنایع ایالات متحده آمریکا ترسیم شده است [۳۲]. گزارش وزارت صنایع کانادا در سال ۲۰۰۷ نیز نشان می‌دهد که ۲۷ صنعت مختلف این کشور برای برنامه‌ریزی فناوری خود از نقشه راه فناوری استفاده کرده‌اند. در این گزارش، هدف از بکارگیری نقشه راه فناوری در سطح صنعت، "پشتیبانی از نوآوری ملی"، "شناسایی نیازهای صنعت برای رقابت پذیری" و «استفاده از فرصت ها برای کسب سود" عنوان شده است.

پژوهش‌هایی که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود مبتنی بر رویکرد پایین به بالا، به برنامه‌ریزی فناوری صنعت پرداخته‌اند.

لی و همکارانش [۲۱] در مطالعه خود، چارچوبی برای برنامه‌ریزی تحقیق و توسعه در سطح صنعت ارائه کردند. این مدل که با عنوان "راهبرد فناوری[۱]" 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 معین

را تامین نماید. شناسایی نیازهای فناوری، ارزیابی وضعیت موجود شرکت‌های فعال در صنعت (در مقایسه با رقبا) و برنامه‌ریزی تحقیق و توسعه برای پاسخ به این نیازها و پرنمودن شکاف توانمندی‌های فناورانه صنعت، پایه‌های اصلی مدل را تشکیل می‌دهند.

لی و یانگ [۳۳] با استفاده از تحلیل خوشه‌بندی فناوری، اولویت‌های پژوهشی حوزه نانوفناوری کره جنوبی را مشخص نمودند. بررسی ادبیات نشان می‌دهد- پیش از آن، رُندِ [۲۳] با هدف تعیین اولویت‌های سرمایه‌گذاری فرانسه، با بکارگیری ابزار خوشه‌بندی فناوری‌های راهبردی، حوزه بیوفناوری را شناسایی و طبقه‌بندی کرده است- گام‌های اصلی فرایند پیشنهادی لی و یانگ عبارتند از: شناسایی فناوری‌های راهبردی در حوزه نانو، طبقه‌بندی/خوشه‌بندی فناوری‌های شناسایی شده (به صورتی که فناوری‌هایی که الگوی نوآوری یکسانی دارند در یک خوشه قرار گیرند)، ترسیم شکلی خوشه‌های راهبردی و زیر فناوری‌های آنها. این پژوهش، فلسفه بکارگیری خوشه‌بندی فناوری را با توسعه نقشه ادراکی خبرگان مرتبط می‌داند و در مقایسه با سایر روش‌های طبقه‌بندی مثل "تحلیل گواهی ثبت اختراع"، "تحلیل روند تغییرات فناوری" و غیره، استفاده از آن را برای طبقه‌بندی فناوری‌های نوظهور در سطح فرابنگاهی مناسب معرفی می‌کند.

پاولینگ و همکارانش [۲۲]، با مطالعه نحوه همکاری موسسه‌های تحقیق و توسعه دولتی و صنعت، مدلی برای برنامه‌ریزی توسعه توانمندی‌های فناورانه صنعت ارائه کردند که از سه گام اصلی "توسعه فناوری توسط موسسه‌های تحقیق و توسعه"، "شناسایی عوامل کلیدی بکارگیری فناوری در جهت رشد صنعتی" و "راهبردهای بکارگیری فناوری" تشکیل شده است.

برنامه‌ریزی فناوری صنعت خودروسازی و بخش حمل و نقل جاده‌ای انگلستان با بکارگیری ابزار نقشه راه و با هدف شناسایی فناوری‌های راهبردی صنعت و اولویت‌بندی موضوع‌ها در سال ۲۰۰٤ تدوین گردید. فرایند این برنامه‌ریزی که با هدف رفع نیازمندی‌های فناورانه و رقابتی صنعت خودروسازی و همچنین خلق ارزش و ثروت در بخش حمل و نقل جاده‌ای انگلستان صورت گرفت، دارای شش گام اصلی بود. در گام اول، خبرگان چشم‌انداز و ماموریت صنعت را مشخص نمودند. در گام دوم، محرک‌ها و روندهای کلیدی، در گام سوم، شاخص‌ها و اهداف عملکردی صنعت و بخش، در گام چهارم نیازمندی‌های فناورانه جهت دستیابی به اهداف راهبردی صنعت/بخش و درگام پنجم، شاخص‌های مورد نظر در پنج حوزه فناورانه تعیین شدند. در نهایت گام

ششم، به جمع‌بندی نتیجه‌ها و تدوین گزارش اختصاص داده شد [۳٤].

صنعت نفت و گاز نروژ نیز از جمله صنایعی است که طی سال‌های اخیر توانسته است بر اساس یک برنامه مدون و جامع، توانمندی‌های فناورانه خود را به صورت قابل توجهی توسعه دهد و به عنوان یکی از صاحبان فناوری در سطح دنیا مطرح گردد. بر اساس اسناد منتشر شده از سوی سازمان نفت و گاز قرن ۲۱، که متولی تدوین راهبرد فناوری صنعت نفت و گاز نروژ می‌باشد، فرایند برنامه‌ریزی فناوری این صنعت، دارای چهار گام اصلی بوده است. در گام اول، چشم‌انداز صنعت، جهت خلق ارزش و ارتقای رقابت پذیری تبیین شده و در گام دوم، محورهای اصلی توسعه صنعت در قالب اهداف راهبردی آن تعیین گردیده است. در این مطالعه "معرفی محصول‌های حاصل از فناوری‌های نوین" و "ارائه راه‌کارهای فناورانه جدید برای سیستم‌های صنعت نفت و گاز در سطح دنیا" از جمله اهداف راهبردی بوده‌اند. در گام سوم، صنعت، فناوری‌های هدف خود را تعیین نموده است. در گام چهارم قابلیت‌ها و توانمندی‌هایی که باید در صنعت کسب شوند، تحت عنوان قابلیت‌های هدف، مشخص گردیده‌اند [۳۵].

در صنعت آمریکا، سازمان‌های مختلفی اقدام به برنامه‌ریزی فناوری (حوزه اجرایی و عملیاتی خود) کرده‌اند. از آن جمله می‌توان به دفتر انرژی‌های فسیلی و آزمایشگاه ملی فناوری انرژی آمریکا اشاره کرد. فرایندی که این دفتر در سال ۲۰۰۰ برای برنامه‌ریزی فناوری زیرساخت‌های صنعت گاز آمریکا به کارگرفت توسط دو کارگروه از خبرگان (شامل ١٤ نفر از مدیران ارشد و ٤٠ نفر از خبرگان فنی) هدایت گردید و در ۵ گام انجام شد [۳٦]. در گام اول، محرک‌ها و روندهای کلیدی صنعت گاز آمریکا (مثل رشد بازار، قوانین و سیاست‌های ملی، توسعه فناوری و ...) تعیین گردید. در گام دوم، چشم‌انداز و اهداف راهبردی صنعت مشخص شد. گام سوم به مشخص نمودن چالش‌های فناورانه صنعت و گام چهارم به تعیین مسیرهای راهبردی تحقیق و توسعه صنعت با توجه به این چالش‌ها، اختصاص یافت. در نهایت در گام پنجم، سرفصل‌های پژوهش مشخص گردید. در انتهای گزارش نیز نقش دولت و همکاری‌های لازم جهت توسعه فناوری در آینده پیش‌بینی شد و چارچوب زمانی با هدف اولویت‌بندی نتایج معین گردید. در این اولویت‌بندی، سرفصل‌های پژوهشی، بر اساس اهمیت و دوره زمانی تقسیم‌بندی شدند.

در سال‌های اخیر، ضرورت برنامه‌ریزی فناوری در سطح فرابنگاهی (با تمرکز بر یک صنعت، بخش و یا حوزه

فناوری خاص) در صنایع و نهادهای ملی ایران نیز مورد توجه قرار گرفته و در این زمینه پروژه‌هایی انجام شده است. به عنوان مثال می‌توان به پروژه برنامه‌ریزی فناوری پیل سوختی و هیدروژن [۳۷]، تدوین راهبرد تحقیق و توسعه صنعت برق [۳۸]، پروژه تدوین اهداف، راهبردها و سیاست‌های شرکت ملی گاز ایران در حوزه پژوهش و فناوری [۱]، پروژه تعیین اولویت‌های پژوهشی شرکت ملی گاز ایران در توسعه و بکارگیری فناوری غشایی در صنعت گاز [۳۹]، پروژه تدوین راهبرد توسعه فناوری دفاعی کشور [٤٠] و طرح تعیین اولویت‌های بخشی پژوهش و فناوری کشور [٤١] اشاره نمود.

## ۳- روش پژوهش

بطور کلی پژوهش‌ها از منظر هدف در سه دسته پژوهش‌های کاربردی، بنیادی و تحقیق و توسعه طبقه‌بندی می‌شوند. این پژوهش که به دنبال ارائه مدل و روشی جدید برای برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت است، از نوع پژوهش‌های بنیادی محسوب می‌شود و از نظر نحوه گردآوری داده‌ها، در دسته پژوهش‌های توصیفی (غیرآزمایشی) قرار می‌گیرد.

برای حل مساله پژوهش و تدوین مدلی جهت برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت، از روش تحقیق کیفی و به طور خاص در ساخت نظریه از روش "نظریه برخاسته از داده‌ها" استفاده گردیده است. تعداد خبرگان این تحقیق بالغ بر ٤٠ نفر بودند. این افراد، از میان خبرگان مطرح دانشگاهی دارای زمینه علمی مرتبط و سابقه فعالیت صنعتی به همراه سیاست‌گذاران، مدیران و کارشناسان ارشد صنایع نفت، گاز، خودروسازی و صنعت هوافضای (با تمرکز بر بخش فضایی) کشور انتخاب شدند. صنایع یاد شده، با توجه به معیارهای "اهمیت راهبردی و اقتصادی صنعت"، "حجم فعالیت صنعت"، "میزان تمرکز در ساختار صنعت" و "نقش فناوری در موفقیت و توسعه صنعت" برای مطالعه انتخاب گردیدند. برای نمونه‌گیری، از روش نظری استفاده شد و بنابراین، نمونه‌گیری نظری تا جایی ادامه یافت که مدل به حد ساخت و اشباع برسد.

کدگذاری، رویه‌ای نظام‌مند است که توسط اشتراوس و کوربین [٤٢] برای کشف مقوله‌ها، مشخصه‌ها و ابعاد داده‌ها توسعه داده شده است. در این پژوهش، بر اساس کدگذاری‌های "باز"، "محوری" و "انتخابی"، مدلی نظری توسعه داده شد تا فرایند برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت را تشریح و تبیین نماید. لازم به ذکر

است، فرایند جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها، بر مبنای روش پژوهش مورد استفاده (تئوری برخاسته از داده‌ها) به صورت زیگزاگی و همزمان انجام شد. با تمامی خبرگان، در محل کارشان مصاحبه گردید و فرآیند مصاحبه، به دلیل مشغله آن‌ها با محدودیت‌های زیادی نیز رو به رو بود. تحلیل جزئی داده‌ها، سوال کردن و تحلیل مقایسه‌ای، روش‌های اصلی تحلیل در تئوری برخاسته از داده‌ها هستند. برای توسعه‌ی مدل نظری فرایند برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت، محقق طی فرایند تحلیل داده‌ها به شکلی مداوم و هدفمند، بین کدگذاری باز و محوری حرکت نموده است. کدهای استخراج شده از مصاحبه‌ها، با کدگذاری باز بدست آمدند. پاسخ‌دهندگان در پاسخ به سوال‌های مرتبط با هر یک از ابعاد مدل پارادایمی و با تمرکز بر فرایند برنامه‌ریزی در زمینه کشور ایران، به تشریح سیستم برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت پرداختند و از جمله‌ها و دیدگاه‌های این افراد، کدهای اولیه استخراج شد. در ادامه، کدهای مشترک و مورد تأکید کلیه مصاحبه‌شوندگان به همراه کدهای با اهمیت از دید محقق، به عنوان کدهای نهایی تعیین گردیدند. محقق در کدگذاری محوری، با طرح پرسش‌هایی درباره‌ی مقوله، که عموماً مشخص‌کننده‌ی نوعی رابطه است، به داده‌ها رجوع کرد و به بررسی حوادث و وقایعی که تاییدکننده یا ردکننده‌ی پرسش‌ها است، پرداخت.

## ٤- تجزیه و تحلیل یافته‌ها

در این تحقیق به طور کلی از ١٤٦٤ کد اولیه، ٣٨٣ کد نهایی استخراج شد و در قالب ١٣٠ مفهوم و ٤٠ زیر مقوله دسته‌بندی گردید.

در این مدل، شرایط علّی به حوادث و وقایعی اشاره دارد که منجر به وقوع یا توسعه‌ی یک پدیده می‌شود. زمینه، بیانگر مجموعه‌ی خاصی از ویژگی‌های مربوط به پدیده است که به شکل عمومی رویدادها و وقایع مربوط اشاره دارد. شرایط مداخله‌ای، شرایطی هستند که به عنوان تسهیل‌گر و یا محدودکننده‌ی راهبردها عمل می‌کنند. راهبردها، مجموعه تدابیری است که برای مدیریت، اداره و یا پاسخ به پدیده‌ی تحت بررسی در نظر گرفته می‌شود و در نهایت پیامدها، همان برون‌دادها یا نتایج کنش‌ها و واکنش‌ها است. در جدول (١) مفاهیم و زیر مقوله های حاصل درج شده است.

در کدگذاری انتخابی، محقق با بکارگیری نتایج گام‌های قبلی، مقوله‌ی اصلی را انتخاب می‌کند و آن را به شکلی

**جدول (۱) مفاهیم و زیر مقوله‌های پژوهش**

| شرایط علی | |
|---|---|
| زیر مقوله | مفاهیم |
| نیازمندی‌های ماموریتی و رقابتی صنعت | نیازمندی‌های ماموریتی صنعت، نیازمندی‌های رقابتی صنعت |
| روندها و پیش‌ران های کلیدی صنعت/بازار | روندها و پیش‌ران‌های اقتصادی، روندها و پیش‌ران‌های سیاسی، روندها و پیش‌ران‌های اجتماعی و زیرساختی، روندها و پیش‌ران‌های فناوری، ضرورت پاسخ به پیش‌ران‌ها و روندهای کلیدی |
| ضرورت همسویی و هم‌افزایی فعالیت‌های توسعه فناوری در سطح صنعت | همسویی و هم افزایی در حوزه توسعه فناوری، توسعه متعادل فناوری در زنجیره ارزش صنعت، محدودیت منابع و ضرورت تخصیص بهینه آن |
| نیاز صنعت به توسعه فناوری‌های موجود و جدید | ضرورت توسعه فناوری‌های جدید، ضرورت توسعه توانمندی درفناوری‌های موجود |
| شرایط زمینه ای | |
| زیر مقوله | مفاهیم |
| عوامل ساختاری | ویژگی های ساختاری صنعت، ویژگی های ساختاری حوزه پژوهش و توسعه فناوری صنعت |
| رژیم فناوری صنعت | پیچیدگی فناوری، اثر فناوری بر صنعت |
| میزان توسعه یافتگی صنعت | سطح بلوغ صنعت، ابعاد فرهنگی صنعت |
| مقتضیات برنامه‌ریزی در سطح صنعت | پیچیدگی های فرایندی، سطوح مختلف نیازمندی های |
| پویایی رقابت | عوامل کلیدی و الگوی رقابت، تغییرات فناوری و ریسک مرتبط با آن |
| کارکرد سیاست‌های توسعه ای ملّی | اولویت‌های ملّی در بخش صنعت، قابلیت سیاست‌های صنعتی |
| ویژگی‌های سیستم بخشی | منشاء شکل‌گیری و بستر فعالیت صنعت، ساختار سیستم بخشی صنعت، رویکرد مدیریتی صنعت (دولتی یا خصوصی) |
| سیاست‌های داخلی و خارجی کشور | مقتضیات محیط فراملی و سیاست‌های خارجی کشور، مقتضیات محیط ملّی و سیاست های داخلی کشور |
| مزیت‌های بالقوه و بالفعل صنعت | پتانسیل ملّی و مزیت های نسبی صنعت، وسعت عملکرد صنعت |

| شرایط مداخله گر | |
|---|---|
| زیر مقوله | مفاهیم |
| تغییرات و فشارهای محیط ملّی | تغییرات در سطح ملّی، تغییرات در سطح صنعت، فشار تقاضا |
| تغییرات و فشارهای محیط فراملّی | تغییر در راهبرد تامین‌کنندگان خارجی فناوری، فشارهای بین المللی |
| اولویت توسعه فناوری دربرنامه های کلان صنعت | عوامل نگرشی، عوامل فناورانه، عوامل عملیاتی |
| قابلیت صنعت در برنامه‌ریزی فناوری | نیروی انسانی دانشی، عوامل فرایندی، عوامل شناختی و تحلیلی |
| تعهد و مشارکت مدیران و خبرگان | مشارکت خبرگان صنعت و سیستم بخشی، تعهد و مشارکت مدیران صنعت |
| پشتیبانی از فرایند برنامه‌ریزی فناوری | پشتیبانی شبکه داخلی صنعت، پشتیبانی فعالیت‌های پژوهشی، پشتیبانی نظام مالی صنعت، پشتیبانی نظام اختیارات و سیستم انگیزشی |
| عملکرد سیستم بخشی صنعت | عملکرد موسسه‌های پژوهشی و دانشگاه ها، عملکرد نهادهای سیستم بخشی، ارتباطات شبکه سیستم بخشی |
| پدیده اصلی : برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت | |
| زیر مقوله | مفاهیم |
| برنامه‌ریزی فناوری صنعت در سه سطح | برنامه‌ریزی بر اساس سطوح مختلف تحلیل، سطح مرجع برنامه‌ریزی فناوری صنعت، سطح سبد حوزه‌های اصلی فناوری، سطح انتخاب گزینه‌های فناوری |
| مطالعات پشتیبان برنامه‌ریزی فناوری صنعت | تبیین مرز صنعت، طراحی بستر فرایند برنامه‌ریزی فناوری صنعت، مطالعات الگوبرداری، تحلیل صنعت، مطالعه ساختار و شناسایی زنجیره ارزش صنعت، شناسایی فناوری‌های موجود و جدید زنجیره ارزش صنعت، ممیزی توانمندی فناورانه صنعت، رصد مستمر فناوری، اولویت‌بندی زیربخش‌های زنجیره صنعت |
| فرایندهای سطح مرجع — تحلیل پیش‌ران‌های کلان داخلی و خارجی صنعت | ارزیابی کلی توانمندی‌ها و مزیت‌های صنعت/کشور، بررسی پیش‌ران‌های اقتصادی، سیاسی و اجتماعی در سطح کلان |
| فرایندهای سطح مرجع — تعیین چشم‌انداز و اهداف کلان صنعت | تبیین چشم‌انداز صنعت، تعیین اهداف کلان صنعت، تعیین نیازهای کلیدی صنعت |
| فرایندهای سطح مرجع — تعیین خطوط کلان توسعه فناوری صنعت | تعیین سیاست‌های توسعه فناوری صنعت، تعیین محورهای اصلی توسعه فناوری صنعت |

**جدول (۱) مفاهیم و زیر مقوله‌های پژوهش**

| | | |
|---|---|---|
| فرایندهای سطح سبد حوزه‌های اصلی فناوری | انتخاب سیستم | بررسی سبد محصول‌های فعلی و آتی صنعت، شناسایی چالش‌های صنعت، تحلیل واولیت بندی چالش‌های صنعت |
| | تعیین نیازمندی‌های کلیدی سیستم | تحلیل روندها و پیش‌ران‌های صنعت و بازار، تعیین نیازمندی‌های چالش‌ها و سبد محصول‌های صنعت |
| | شناسایی و تحلیل اثر حوزه‌های فناوری بر نیازمندی‌های کلیدی سیستم | شناسایی حوزه‌های فناوری، تحلیل اثر حوزه‌های فناوری بر نیازمندی‌های کلیدی سیستم |
| | تشکیل سبد حوزه‌های اصلی فناوری | انتخاب حوزه‌های اصلی فناوری، تعریف طرح های توسعه‌ای در زمینه حوزه‌های اصلی فناوری |
| | تحلیل روند و تعیین راهبردهای اکتساب حوزه‌های اصلی فناوری | تحلیل روند حوزه‌های اصلی فناوری، تحلیل شکاف در حوزه‌های اصلی فناوری، تعیین راهبردهای توسعه حوزه‌های اصلی فناوری |
| فرایندهای سطح انتخاب گزینه‌های فناوری | شناسایی گزینه‌های فناوری | شناسایی گزینه‌های فناوری، تعیین اهداف فنی و زمان دسترسی به فناوری |
| | ارزیابی جذابیت گزینه‌های فناوری | ارزیابی جذابیت گزینه‌های فناوری بر اساس معیار "وسعت کاربرد"، ارزیابی جذابیت گزینه‌های فناوری بر اساس معیار "عملکرد"، ارزیابی جذابیت گزینه‌های فناوری بر اساس معیار "هزینه منفعت"، ارزیابی جذابیت گزینه‌های فناوری بر اساس معیار "اثرگذاری بر نیازمندی‌های کلیدی سیستم" |
| | ممیزی توانمندی و تحلیل ریسک در توسعه گزینه‌های فناوری | ارزیابی "امکان پذیری دسترسی"، ارزیابی "ریسک"، ممیزی توانمندی فناورانه صنعت در گزینه‌های فناوری |
| | انتخاب فناوری‌های هدف | تحلیل سبد گزینه‌های فناوری، انتخاب گزینه‌های فناوری هدف، دسته‌بندی گزینه‌های فناوری هدف به صورت : فناوری‌های راهبردی، پایه و نوظهور |
| | تعیین روش‌های اکتساب گزینه‌های فناوری هدف | شناسایی منابع و دارندگان فناوری‌های هدف، تعیین روش اکتساب گزینه‌های فناوری هدف |
| | تعریف سرفصل‌های پژوهشی و توسعه فناوری | تعریف سر فصل‌های پژوهشی و پروژه‌های انتقال و همکاری فناوری، معماری برنامه توسعه گزینه‌های فناوری هدف |
| | بازخور اطلاعات در مسیر پایین به بالا فرایند برنامه‌ریزی | جریان اطلاعات از سطح فنی به سمت سطح سیاست‌گذاری، نیاز فرایند برنامه‌ریزی به اطلاعات پیشرفت‌های فنی صنعت |

| راهبردها و اقدامات | |
|---|---|
| زیر مقوله | مفاهیم |
| ایجاد همراستایی در فرایند برنامه‌ریزی فناوری | همراستایی عمودی، همراستایی افقی |
| ایجاد سازوکار مواجهه با عدم اطمینان | بازنگری برنامه ها، استفاده از برنامه‌ریزی سناریو محور، اثربخش نمودن 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 فناوری | افزایش مشارکت زنجیره ارزش صنعت، افزایش مشارکت سیستم بخشی |
| پیامدها | |
| زیر مقوله | مفاهیم |
| توسعه عملکرد و رقابت‌پذیری صنعت | ارتقاء عملکرد صنعت، افزایش قدرت رقابت‌پذیری صنعت |
| توسعه اقتصادی پایدار | رشد اقتصادی صنعت/کشور، صیانت از منابع، ارزش‌آفرینی و خلق ثروت از فناوری |
| ایجاد رویکرد یکپارچه در تدوین راهبرد فناوری صنعت | همگرایی و هم‌افزایی فعالیت‌های پژوهشی و توسعه فناوری، رویکرد یکپارچه در تدوین راهبرد فناوری صنعت، کمک به همراستایی عناصر سیستم بخشی صنعت |
| اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری‌های فناوری در پاسخ به نیازهای صنعت | تعیین اولویت‌های سرمایه‌گذاری پژوهشی و توسعه فناوری، پاسخ به نیازمندی‌ها و الزامات سطح ملّی |
| ارتقاء اثر بخشی توسعه فناوری | اثربخشی توسعه فناوری در سطح صنعت، توسعه فناورانه متعادل صنعت |
| تعیین روش‌های توسعه فناوری صنعت مبتنی بر تخصیص بهینه منابع | تعیین راهبردهای اکتساب فناوری، تخصیص بهینه منابع صنعت |

نظام‌مند به سایر مقوله‌ها ارتباط می‌دهد، رابطه‌ها را اعتبار می‌بخشد و مقوله‌هایی که نیاز به پالایش و توسعه‌ی بیشتر دارند را توسعه می‌دهد [۴۲]. مدل نظری "برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت" مطابق با ابعاد مدل پارادایمی در شکل (۱) قابل مشاهده است.

**شکل (۱): مدل پارادایمی پدیده فرایند برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت**

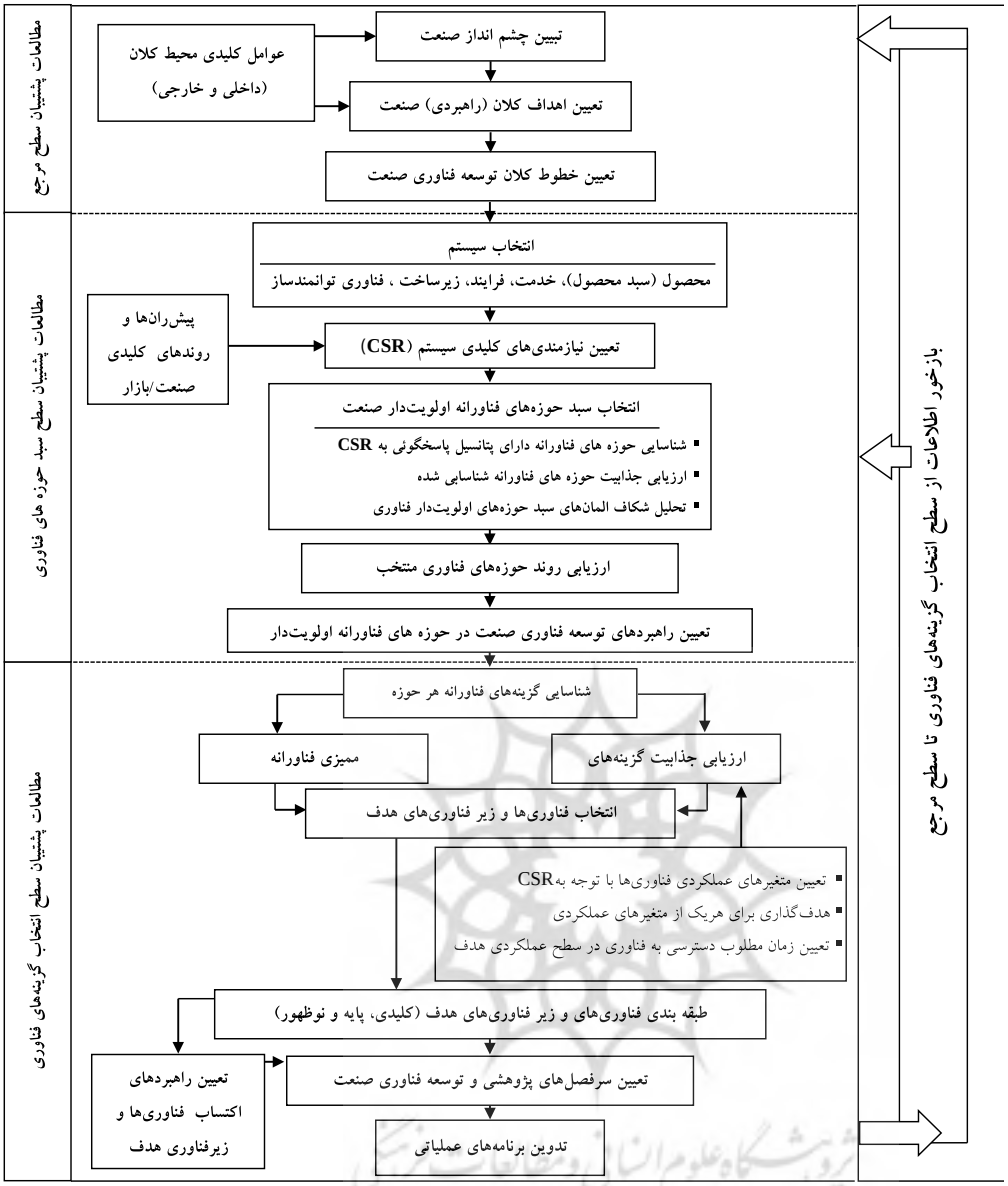
در پژوهش حاضر، مدل پارادایمی تهیه شده با هدف افزایش اعتبار، از یکسو با ادبیات موضوعی مقایسه گردید و از سوی دیگر در اختیار خبرگانی قرار گرفت که هم با برنامه‌ریزی فناوری در سطح فرابنگاهی و هم با روش نظریه برخاسته از داده‌ها آشنایی داشتند. از این خبرگان خواسته شد که در مورد مدل نهایی و فرایند تدوین آن، اظهار نظر کنند. بیشتر آن‌ها مدل را تایید کردند و تعدادی هم، نظرات اصلاحی داشتند که در فرایندی رفت و برگشتی، اصلاحات اعمال و نظر نهایی آنها دریافت شد. لازم به ذکر است، محقق در طول فرایند پژوهش، با خبرگان حوزه روش پژوهش نیز در تعامل بوده و نحوه اجرای مراحل فرایند را به تایید آن‌ها رسانده است. جهت استفاده کاربردی‌تر از نتایج پژوهش، معرفی سطوح پدیده اصلی پژوهش (یعنی برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت) و چارچوب فرایندی آن در جدول (۲) و شکل(۲) آمده است.

**جدول (۲): معرفی سطوح فرایند برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت**

| ویژگی‌ها / سطوح فرایند | ماهیت فرایند | هدف | پیش‌ران‌های تصمیم‌گیری | سطح تجزیه و تحلیل | خبرگان |
|---|---|---|---|---|---|
| سطح مرجع | سیاست‌گذاری | تعیین خطوط کلان توسعه فناوری صنعت | عوامل کلیدی محیطی کلان | خطوط کلان توسعه فناوری | عمدتاً سیاست‌گذاران و مدیران ارشد صنعت |
| سطح سبد حوزه‌های فناوری | تدوین راهبرد فناوری | تعیین سبد حوزه‌های اولویت‌دار فناوری صنعت | پیش‌ران‌ها و روندهای کلیدی صنعت/بازار | حوزه فناوری | عمدتاً مدیران صنعت و سیستم بخشی |
| سطح انتخاب گزینه‌های فناوری | برنامه‌ریزی تحقیق‌وتوسعه | تعیین فناوری‌ها و زیر فناوری‌های محوری | اهداف عملکردی فناوری با توجه به نیازمندی‌های کلیدی سیستم | فناوری | عمدتاً متخصصان فنی و پژوهشگران |

## ۵- جمع‌بندی

همانطور که در این مقاله نشان داده شد، فرایند برنامه‌ریزی فناوری در سطح یک صنعت با پیچیدگی‌های خاصی مواجه است. این پیچیدگی‌ها را می‌توان از دو منظر مورد توجه قرار داد.




**شکل (۲) چارچوب فرایند برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت**

اولا، نیاز به جلب مشارکت طیف وسیعی از خبرگان (از سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان تا متخصصان فنی) جهت تعیین اولویت‌های توسعه فناوری باعث می‌گردد تا گستره‌ای متنوع از عوامل، اعم از ملاحظات کلان محیطی تا مباحث خرد مهندسی مورد تحلیل قرار گیرند. از سوی دیگر، عدم کنار گذاشتن حوزه‌های غیر اولویت‌دار فناوری در سطوح بالایی فرایند تصمیم‌گیری، باعث می‌شود تا برنامه‌ریزان در انتهای فرایند انتخاب فناوری، با حجم وسیعی از گزینه‌های فناورانه مواجه گردند که حتی در صورت امکان‌پذیر بودن اولویت‌بندی، انجام آن تنها با صرف زمان و انرژی زیادی ممکن می‌شود. راهکار پیشنهادی این پژوهش برای برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت بکارگیری فرایندی سه مرحله‌ای است که با توجه به جزئیات اشاره شده در مقاله، با تشکیل کارگروه‌هایی از خبرگان هر سطح از تصمیم‌گیری انجام می‌شود. در مسیر بالا به پایین این مدل، خطوط کلان توسعه فناوری براساس تحلیل عوامل و ملاحظات کلیدی محیط کلان مشخص می‌گردد و برآن اساس در سطح میانی مدل، سبد حوزه‌های اولویت‌دار فناوری صنعت با توجه به پیش‌ران‌ها و روندهای کلیدی صنعت تعیین می‌شوند. در انتها نیز گزینه‌های کلیدی فناورانه انتخاب می‌گردند. با توجه به روش تحقیق بکارگرفته شده در این پژوهش (تئوری برخاسته از داده‌ها)، مدل پارادایمی توسعه داده شده علیرغم تبیین فرایند برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت (پدیده اصلی)، شرایط علی محرک، شرایط زمینه‌ای و مداخله‌گر اثرگذار و اقدام‌های مورد نیاز و پیامدهای دیده را نیز شناسایی و معرفی می‌کند.

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

اجرای فرایندها و زیرفرایندهای برنامه‌ریزی فناوری صنعت از طریق مجموعه‌ای از راهبردها و اقدامات صورت می‌گیرد، راهبردهایی در توسعه منابع انسانی مرتبط با حوزه پژوهش و توسعه فناوری، توسعه مشارکت زنجیره صنعت و سیستم بخشی، کمک به توسعه محتوایی و ساختاری

سیستم بخشی، توسعه زیرساخت مدیریت فناوری در سطح صنعت، ارتقاء نظام انگیزشی جهت توسعه فناوری در سطح صنعت، تلاش جهت همراستا نمودن برنامه‌های توسعه فناوری صنعت که منجر به اجرای فرایندهای برنامه‌ریزی و مدیریت فناوری در سطح صنعت می‌گردد.

سطح بلوغ صنعت، سیاست‌های داخلی و خارجی کشور، مزیت‌های نسبی صنعت، رژیم فناورانه صنعت، وبژگی‌های ساختاری صنعت و حوزه توسعه فناوری آن، ساختار سیستم بخشی، ابعاد رقابت صنعت و توانمندی سطح ملّی در جهت‌دهی کلی به صنعت عوامل زمینه‌ای است که با اثری نسبتاً پایدار فرایند برنامه‌ریزی فناوری و راهبردهای مرتبط با آن را تحت تاثیر قرار می‌دهند.

در بعد شرایط مداخله‌گر، تغییر در شرایط محیطی، سیاست‌ها و راهبردهای صنعت/کشور، سطح همکاری‌های بین‌المللی در زمینه توسعه فناوری، اولویت توسعه فناوری در برنامه‌های کلان صنعت، قابلیت صنعت در برنامه‌ریزی فناوری، میزان تعهد مدیران و مشارکت خبرگان، کارکرد سیستم بخشی صنعت، شایستگی صنعت در توسعه فناوری، سطح اختیارات مدیران صنعت، نظام مالی و انگیزشی در حوزه پژوهش و توسعه فناوری صنعت، رویکرد بهره‌برداران صنعت نسبت به توسعه فناوری و درجه ریسک پذیری صنعت در فرایند توسعه فناوری از جمله عواملی است که عدم وجود وضعیت مطلوب در آنها، صنعت را از رسیدن به پیامدهای برنامه‌ریزی فناوری یعنی توسعه عملکرد و رقابت پذیری صنعت، توسعه پایدار اقتصادی صنعت و کشور، بکارگیری رویکرد یکپارچه در تدوین راهبرد فناوری صنعت، تخصیص بهینه منابع در پاسخ به نیازمندی‌های صنعت/کشور و ارتقاء اثربخشی توسعه فناوری باز می‌دارد.

اگرچه این پژوهش، چارچوب نظری یکپارچه‌ای را برای برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت به تصویر می‌کشد، اما در بکارگیری مدل، استفاده از سایر مدل‌های متناسب با هر یک از سطوح و برقراری ارتباط سیستمی میان آنها براساس چارچوب پیشنهادی پژوهش، دور از ذهن نیست. این پژوهش با تکیه بر نقاط مشترک فرایند برنامه‌ریزی فناوری در سه صنعت مورد مطالعه، به اثر نوع صنعت بر فرایند برنامه فناوری در سطح صنعت نپرداخته است و این مهم برای پژوهش‌های بعدی پیشنهاد می‌گردد. در این پژوهش مسیر بالا به پایین فرایند برنامه‌ریزی فناوری در سطح صنعت مطالعه

گردید لذا پیشنهاد می‌شود، بررسی نحوه ایجاد همراستایی و یکپارچگی در مسیر پایین به بالای فرایند، در پژوهش‌های بعدی انجام شود.

## ٦- منابع References


[۱] آراستی،محمدرضا. غفارزادگان، مهشید. پیمان خواه، صادق. پاک سرشت، سعید. " نقشه راه ابزاری در خدمت سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی یکپارچه در سطح صنعت : مطالعه موردی نقشه راه فناوری صنعت گاز ایران در افق ۱٤۰٤۰" کنفرانس تجاری سازی تحقیق و توسعه، تهران، ایران، ۱۳۸۹.

[2] Phaal, "Foresight Vehicle Technology Roadmap, Technology and Research Direction for Future Road Vehicles" London: Society of Motor Manufacturers and Traders Ltd, 2004.

[3] Bray, O.H. Garcia, M.L."Technology Road Mapping: The Integration of Strategic and Technology Planning for Competitiveness" The Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET), 1997.

[4] Craig, P.P. Gadgil, A. Koomey, J.G. "What Can History Teach Us? A Retrospective Examination of Long-Term Energy Forecasts for The United States" Annual Review of Energy and the Environment, 27, pp. 83–118, 2002.

[5] Elzen, B. Geels, F.W. Hofman, P.S." Sociotechnical Scenarios (Stsc): Development and Evaluation of a New Methodology to Explore Transitions Towards a Sustainable Energy Supply" Report for NWO/NOVEM, No. 014-28-211, University of Twente, Enschede, 2002.

[6] Heijungs, R. Huijbregts, M.A.J. "A Review of Approaches to Treat Uncertainties in LCA" In: Pahl-Wostl, C. Schmidt, S. Rizzoli, A.E. Jakeman, A.J., Complexity and Integrated Resources Management, Transactions of the 2nd Biennial Meeting of the International Environmental Modeling and Software Society, pp. 332-339 , 2004.

[7] Benders, R.M.J. Wilting, H.C. Kramer, K.J. Moll, H.C."Description and Application of the EAP Computer Program for Calculating Life-cycle Energy Use and Greenhouse Gas Emissions of Household Consumption Items" International Journal of Environment and Pollution, 15 (2), pp.171–182, 2001.

[8] Kok, R. Benders, R.M.J. Moll, H.C. ”Energie-intensiteiten van de Nederlandse Consumptieve Bestedingen Anno 1996 (Energy Intensities of the Dutch Consumptive Purchases in 1996)” Center for Energy and Environmental Studies (IVEM), University of Groningen, Groningen ,2001.

[9] Van Beeck, N. “*Classification of Energy Models. Research Memorandum*” Faculty of Economics and Business Administration, Tilburg University, 1999.

[10] Geels, F. W. “Technological Transitions as Evolutionary Reconfiguration Processes: A Multi-Level Perspective and a Case-study” Research Policy, 31(8-9), pp. 1257-1274, 2002.

[11] Porter, M. “The Competitive Advantage of Nations” The Free Press, New York,1990.

[12] Hua, R.L. Khalil,T. “Technology management in china: a global perspective and challenging issues” Technology management in china, 1(1), pp. 9−25, 2003.

[13] Shih, H.Y. Chang, P.L. “ Industrial Innovation Networks in Taiwan And China: A Comparative Analysis” Technology in Society, 31(2), pp. 176-186, 2009.

[14] Ching-Chiang Yeh, Pao-Long Chang “The Taiwan System of Innovation in the Tool Machine Industry: A Case Study” Engineering Technology Management, 20(4), pp. 367 – 380, 2003.

[15] Dodgsona, M. Mathewsb, J. Kastelle,T. Mei-Chih Huc,” The Evolving Nature of Taiwan’s National Innovation System:The Case of Biotechnology Innovation Networks” Research Policy, 37(3), pp. 430–447, 2008.

[16] Mowery, D. “Nanotechnology and the US National Innovation System: Continuity and Change”Technology transfer, 36(6), pp697-711, 2011.

[17] Moosup Jung, Lee, K. “ Sectoral Systems of Innovation and Productivity Catch-up: Determinants of The Productivity Gap Between Korean and Japanese Firms” Industrial & Corporation Change, 19(4), pp. 1037–1069, 2010.

[18] Oltra,V. Jean, M.S. “Sectoral Systems of Environmental Innovation: An Application to the French Automotive Industry” Technological Forecasting & Social Change, 76(4), pp. 567–583, 2009.

[19] Ting-Lin Lee, Tunzelmann, N.V. “ A Bynamic Analytic Approach to National Innovation Systems: The IC Industry in Taiwan” Research Policy, 34(4), pp. 425-440, 2005.

[20] Amer, M. Daim, T. U. “Technological Forecasting & Social Change Application of Technol-

ogy Roadmaps for Renewable Energy Sector" Technological Forecasting & Social Change, 77(8), pp. 1355-1370, 2010.

[21] Lee, S. Kang, S. Park, Ye. Park, Yo. "Technology Road Mapping for R & D Planning: The Case of the Korean Parts and Materials Industry", Technovation, 27(8), pp. 433-445, 2007.

[22] Chang, P.L. Hsu, C.W. Tsai, C.T. "A Stage Approach for Industrial Technology Development And Implementation—The Case of Taiwan's Computer Industry" Technovation, 19(4), pp.233-241, 1999.

[23] Ronde, P. "Delphi Analysis Of National Specificities in Selected Innovative Areas in Germany and France" Technological Forecasting & Social Change, 70(5), pp. 419–448, 2003.

[24] Ronde, P." Technological Clusters with a Knowledge-based Principle: Evidence from A Delphi Investigation in the French Case of the Life Sciences" Research Policy, 30 (7), pp. 1041–1057, 2001.

[25] Albright, R.E. Kappel, T.A. "Road Mapping in the Corporation" Research Technology Management, 42 (2), pp. 31-40, 2003.

[26] Barker, D.D.J.H. Smith, D.J.H. "Technology Foresight Using Roadmaps" Long Range Planning, 28(2), pp. 21-28, 1995.

[27] Groenveld, P. " Road Mapping Integrates Business and Technology" Research-Technology Management, 40(5), pp. 48-55, 1997.

[28] Garcia, M.L. Bray, O.H. "Fundamental of Technology Road Mapping" SANDA-0665, Strategic Business Development department Sandia National Laboratories, 1997.

[29] Strauss, J. Radnor, M. Peterson, J. "Plotting and Navigating a Non-linear Roadmap: Knowledge-based Road Mapping for Emerging and Dynamic Environments" The East Asian Conference on Knowledge Creation Management, Singapore, 1998.

[30] McMillan, A. "Road Mapping – agent of Change" Research Technology Management, 42 (2), pp. 40-47, 2003.

[31] Willyard, C.H. McClees, C.W. "Motorola's Technology Roadmap Process" Research Management, Sept.-Oct., pp. 13-19, 1987.

[32] Galvin, R.”Science Roadmaps” Science, 280, 1998.

[33] Yong, G. Lee, Yong, S. “Selecting 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(1-2), pp. 57−64, 2007.

[34] Phaal, Probert “*Technology Road Mapping: Facilitating Collaborative Research Strategy*” Cambridge University Press, 2009.

[35] OG21 “Norway’s Technology Strategy for Value Creation on the NCS and Enhanced Competitiveness in the Oil and Gas Industry’’ strategy document revised, 2006.

[36] U.S. Department of Energy Office of Fossil Energy and the National Energy Technology Laboratory ‘’Natural Gas Infrastructure Reliability, Pathways for Enhanced Integrity, Reliability and Deliverability’’ September, 2000.

[۳۷] آراستی، محمدرضا. باقری مقدم، ناصر. ایران خواه، عبدالله. هاشمی،جلال الدین. رادپور، سعیدرضا " فناوری پیل سوختی و هیدروژن" انتشارات علم و ادب، ۱۳۸۷.

[38] Hoshangi, S. Arasti, M.R. Sahebzamani, S. “Crafting a Methodology for Formation R&D Strategy Based on Evolutionary Epistemology: Case Study of Iran Power Industry” EURMOT Conference of Technology Management, 2008.

[۳۹] باقری مقدم،ناصر. امامیان، سیدمحمدصادق."پروژه تعیین اولویت های تحقیقاتی شرکت ملی گاز ایران در توسعه و بکارگیری فناوری غشائی در صنعت گاز" شرکت ملی گاز ایران، ۱۳۸٦.

[٤٠] گروه آینده اندیشی بنیاد توسعه فردا " روش‌های آینده نگاری فناوری" بنیاد توسعه فردا، ۱۳۸٤

[٤١] دبیرخانه شورای پژوهش‌های علمی کشور "اولویت های تحقیقاتی کشور" شورای پژوهش‌های علمی کشور، ۱۳۷۹.

[42] Strauss, A.L. Corbin, J.M. “ *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*” 2nd edition, California: Thousand Oaks, 1998.

1. Tech strategy

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی