شناسایی زمینه‌های آینده‌ی استانداردسازی: کاربرد اکتشافی روش دِلفی

ترجمه: مجتبی بحیرایی*، مریم محمدروضه‌سرا**، روح‌الله جعفری***

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۱۱
تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۰۴

چکیده:

این مقاله به بررسی کاربرد روش دِلفی در شناسایی زمینه‌های آینده‌ی استانداردسازی می‌پردازد و برای این کار از شاخص‌های مختلف علم و فناوری کمک می‌گیرد. منظور از واژه‌ی «استانداردسازی[1]»، فرایند تدوین، توسعه و استقرار استانداردهای فنی در یک نهاد استانداردسازی است. نظر به اینکه مقاله‌ی حاضر ماهیت اکتشافی دارد، فرایند شناسایی زمینه‌های آینده‌ی استانداردسازی شرح داده می‌شود. برای اینکه بتوان پیش‌بینی نظام‌مندی راجع به زمینه‌های پیچیده‌ی علم و فناوری ارائه کرد، باید ترکیبی از تحلیل‌های مبتنی بر شاخص‌های کمی و بررسی‌های کیفی عمیق دِلفی را به‌کار گرفت. در ابتدا، برای شناسایی تحولات پویا در این حوزه، تحلیل‌های آماریِ شاخص‌های مناسب انجام می‌شود. سپس، برای شناسایی چالش‌های جزئی در استانداردسازی‌های آینده، بررسی‌های کیفی دِلفی صورت می‌گیرد. برای گردآوری و ارزشیابی موضوعات مرتبط، به جوامعی از خبرگان، مراجعه شد، که براساس اطلاعات پایگاه‌های داده‌ی علم و فناوری شناسایی شده بودند. مقاله‌ی حاضر، در پایان، به ارزیابی رویکرد انتخابی می‌پردازد و با مرور ادبیات موجود در خصوص روش‌شناسی دِلفی، دیدگاه‌های عملی برای امکان‌سنجی آن، ارائه می‌دهد. علاوه‌بر این، دورنمای بهبودهای بیشتر و زمینه‌های دیگر کاربرد آن نیز، ارائه می‌شود.

واژگان کلیدی:
پیش‌بینی استانداردسازی، دلفی، شاخص‌های علم و فناوری.

۱. مقدمه

فعالیت‌های پیش‌بینی[2]، فرایندهایی چندمرحله‌ای هستند. این فعالیت‌ها، همواره اهداف متفاوتی را دنبال می‌کنند. با این وجود، هدف اصلی اجرای پیش‌بینی، شناسایی زمینه‌های آینده‌ی علم و فناوری است که در آن‌ها، یک سازمان، در یک کشور، یک شرکت یا یک سازمان پژوهشی، می‌تواند به یک جایگاه پیشرو در عرصه‌ی بین‌المللی دست یابد. همان‌گونه که مارتین[3] (۱۹۹۵) بیان می‌کند:

"هدف نهایی پیش‌بینی، حصول اطمینان از شناسایی سریع حوزه‌هایی از علم و فناوری است که احتمال دارد، منافع اقتصادی- اجتماعی را در آینده فراهم آورند."

شناسایی این حوزه‌های آینده، فقط با بررسی پایگاه علم و فناوری، تشکیلات نهادی و قدرت اقتصادی یک کشور یا یک سازمان امکان‌پذیر است. البته این کار را باید در محیط تحولات عمومی فناورانه انجام داد. به بیانی دیگر، توانایی یک کشور یا سازمان برای تولید و تجاری‌سازی جریان فناوری‌های جدید در مدت زمانی طولانی‌تر، برای توسعه‌ی اقتصادی، ضروری است (فورمن[4] و همکاران، ۲۰۰۲). توان بالقوه‌ی خلق نوآوری و همچنین سایر شاخص‌های مهم فرایند نوآوری در مفهوم نظام ملی نوآوری خلاصه شده است (برای مثال، رجوع کنید آرنولد[5] و همکاران (۲۰۰۱)). همچنین این نظام شامل توانمندی‌ها یا شایستگی اقتصادی کنشگران آن، برای تولید، انتشار و تجاری‌سازی فناوری‌هاست (کارلسون[6] و همکاران، ۲۰۰۲). در این راستا، استانداردسازی، امکان تقویت و تحکیم این توانمندی‌ها را فراهم می‌کند.

به‌طورکلی، منظور از استانداردسازی، فرایند تدوین، توسعه و استقرار استانداردهای فنی است. فرایند استانداردسازی با درگیرکردن همه‌ی ذی‌نفعان مرتبط

* دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشگاه مالک‌اشتر، تهران، ایران
** دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران
*** کارشناسی ارشد، مترجمی زبان انگلیسی

1. Standardization
2. Foresight Activities
3. Martin
4. Furman
5. Arnold
6. Carlsson

و همچنین متحدکردن و استانداردکردن، تلاش می‌کند از موانع فنی کاربرد، پرهیز کند. به بیان دقیق‌تر، یک استاندارد رسمی[7]، تعیین‌کننده‌ی قوانین، خطوط راهنما یا ویژگی‌های کارها و نتایج آن‌هاست. در واقع، استاندارد، قانونی است که مورد پذیرش جهانی بوده و کاربرد عمومی دارد. تدوین استانداردها طی فرایند اجماع و تصویب آن‌ها هم از سوی یک نهاد شناخته‌شده مانند یک نهاد ملی استاندارد انجام می‌شود. هرچند، شکل آن‌ها، حالت توصیه دارد، مگر آنکه انطباق با آن‌ها در چهارچوب قوانین و مقررات ملی و بین‌المللی اجباری باشد. تدوین و به‌کارگیری استانداردهای رسمی و خطوط راهنمای فنی با هدف ارتقای انتشار دانش فناورانه، موجب‌شده استانداردها، عاملی ضروری برای توسعه‌ی اقتصادی یک فناوری باشند. با وجود اهمیت اقتصادی، ارجاعات در زمینه‌ی یافته‌های علمی در کسب‌وکار روزمره‌ی کمیته‌های استانداردسازی وجود ندارد که علت آن وجود اختلاف میان پژوهش علمی جاری و نقشه‌ی راه فرایندهای استانداردسازی آینده است. با توجه به این مسئله، یک رویکرد مکمل شاخص- دِلفی برای انجام نظام‌مند مطالعات پیش‌بینی در شناسایی زمینه‌های آینده‌ی استانداردسازی توسعه یافته که در سایر حوزه‌های کاربردی پیش‌بینی هم کاربرد دارد. این رویکرد، مکمل رویکرد کلاسیک دِلفی با تحلیل‌های آماری شاخص‌هاست که یک مرور کلی از حوزه‌های پیچیده‌ی علم و فناوری ارائه می‌دهد. رویکرد شاخص، برای شناسایی حوزه‌های آینده‌ی پویا در علم و فناوری و همچنین پانل خبرگان در بررسی‌های بعدی دِلفی به‌کار می‌رود. براساس نتایج اولین تحلیل، بررسی‌های عمیق برخط دِلفی در چندین دور، به‌صورت کیفی و کمی، انجام می‌شود. این روش‌شناسی با بهره‌گیری از دانش ضمنی شرکت‌کنندگان، حوزه‌های متناقض و اجماع را نشان می‌دهد.

مقاله‌ی حاضر، بر سه هدف متفاوت تأکید می‌کند:

۱) بررسی توسعه‌ی احتمالی روش دِلفی به کمک ترکیبی از تحلیل‌های کمی شاخص‌محور و بررسی‌های کیفی عمیق دِلفی. برای معرفی این روش، مجموعه‌ای از شاخص‌ها و برخی از امکان‌ها و احتمالات تحلیل‌های آماری و کتاب‌سنجی تعیین می‌شوند. علاوه‌بر این، ویژگی‌های خاص روش‌شناسی نیز شرح داده می‌شوند. ۲) به‌کارگیری این رویکرد در پیش‌بینی استانداردسازی، موجب بروز یک حوزه‌ی کاربردی عملی جدید در روش‌شناسی دِلفی می‌شود. این مقاله، توجهی ویژه به مطالعه‌ی اکتشافی این حوزه‌ی کاربردی دارد. به‌ویژه اینکه، ویژگی‌های ذی‌نفعان فرایندهای استانداردسازی را بیان می‌کند. ۳) در نهایت، امکان کاربرد این روش، ارزشیابی می‌شود. برای این منظور، در مورد مفیدبودن رویکرد شاخص، به‌ویژه برای شناسایی خبرگان کلیدی بررسی‌های دِلفی و امکان کاربرد آن در حوزه‌های کاربردی دیگر بحث می‌شود. ادامه‌ی مقاله به این ترتیب است که بخش (۲) به ملاحظات عملی اولیه‌ی پیش‌بینی استانداردسازی می‌پردازد. بخش (۳) پیشینه‌ی نظری مربوط به شاخص‌های علم و فناوری، روش دِلفی و نقش استانداردسازی در فرایند تحقیق و توسعه را ارائه می‌دهد. در بخش (۴) شرحی کلی‌تر از روش ارائه می‌شود. پس از آن، تحلیل مقایسه‌ای موردکاوی‌ها صورت می‌گیرد. در نهایت، برخی ملاحظات روش‌شناسی به‌همراه دیدگاه‌های عملی برای امکان‌سنجی آن مطرح می‌شود. پیشنهادها و محدودیت‌های این رویکرد نیز همراه با کاربرد آن در سایر حوزه‌های کاربردی بحث می‌شوند.

۲. ملاحظات عملی اولیه

در انتخاب رویکرد مناسب پیش‌بینی برای شناسایی موضوعات استانداردسازی، توجه به ویژگی‌های عمومی فرایندهای استانداردسازی ضروری است. درست مانند بسیاری از فرایندهای هماهنگی، مشارکت کافی ذی‌نفعان در استانداردسازی ضروری است. هرچند، ویژگی برخی از فرایندهای استانداردسازی، مشارکت نامتوازن ذی‌نفعان است. اگرچه ارتباط استانداردها در پژوهش بنیادین، قابل‌توجه است، نهادهای پژوهشی، مشارکت کافی در بسیاری از کمیته‌های استانداردسازی ندارند. درنتیجه، احتمال بروز اثرات منفی بر کیفیت و کاربرد استانداردهای حاصل وجود

7. De-jure Standard

دارد. فرایندهـای استانداردسـازی، فرایندهایـی چندمرحله‌ای بـرای ایجـاد هماهنگـی هسـتند کـه نتیجـه‌ی آن‌هـا تدوین اسـتانداردهایی مبتنـی بـر اجمـاع اسـت کـه بـا همـکاری نهادهـای استانداردسـازی انجـام می‌شـود. ذی‌نفعـان شـرکت‌کننده در ایـن فرایندهـا، همگـن نیسـتند، یعنـی هـر یـک منافـع شـخصی خـاص خـود را دنبـال می‌کننـد. بسـیاری از ایـن ویژگی‌هـا در مـورد رویکردهـای دِلفـی نیـز صـدق می‌کننـد، یـا بـا ایـن رویکردهـا ارائـه می‌شـوند. علاوه‌بـر ایـن، بررسـی‌های دِلفـی بـا دورهـای پیاپـی خـود و بازخـورد فـوری بـه مثابـه فرایندهـای هماهنگ‌کننـده‌ی استانداردسـازی هسـتند، امـا فاقـد بخش‌هـای تعاملـی بحث‌هـای گروهـی کمیته‌هـای استانداردسـازی هسـتند. از ایـن گذشـته، هـدف اولیـه‌ی روش‌شناسـی دِلفـی، کسـب قابل‌اطمینان‌تریـن اجمـاع از عقایـد گروهـی از خبـرگان اسـت. جـدول (۱) خلاصـه‌ای از ایـن شـباهت‌ها را نشـان می‌دهـد. بـا درنظـر گرفتـن همـه‌ی ایـن نکته‌هـا، بـه نظـر می‌رسـد روش دِلفـی، روشـی مناسـب بـرای تعییـن موضوعـات آینـده‌ی استانداردسـازی باشـد.

جدول ۱: شباهت‌های میان فرایندهای استانداردسازی و بررسی‌های دِلفی

	بررسی دلفی	فرایند استانداردسازی
ذی‌نفع	سازگار برای گروهی از پاسخ‌دهندگان ناهمگن	مشارکت ذی‌نفعان ناهمگن
فرایند	فرایند هماهنگی و ارزیابی چندمرحله‌ای	فرایند هماهنگی چندمرحله‌ای طولانی
نتایج	تعیین اولویت‌ها	تعیین اولویت‌ها
	تمرکز بر نتایج مبتنی بر اجماع	تصمیم‌گیری بر مبنای اجماع
	وابستگی به خبرگان مشارکت‌کننده	وابستگی به ذی‌نفعان مشارکت‌کننده

در هـر دو فراینـد، انتخـاب ذی‌نفعـان یـا اعضـای پانـل، موضوعـی بسـیار بـا اهمیـت اسـت کـه به‌راحتـی انجـام نمی‌شـود. درخصـوص رویکردهـای دِلفـی، هـادِر[8] (۲۰۰۰) توصیـه می‌کنـد کـه فراینـد انتخـاب بـا گرایـش بـه سـمت کارکـرد و اهـداف بررسـی انجـام شـود.

اهـداف عینـی پیش‌بینـی استانداردسـازی بـه دو گونه‌شناسـی گرایـش دارنـد (مارتیـن (۱۹۹۵)، هـادر (۲۰۰۰)). در گونه‌شناسـی مارتیـن، روش‌هـای پیش‌بینـی همـراه بـا چندیـن ویژگـی، خصوصیـت و کارکـرد میانـی کلیـدی طبقه‌بنـدی می‌شـوند. ایـن گونه‌شناسـی، میـان ۱) تعییـن جهـت، یعنـی تعییـن خطـوط راهنمـای کلـی سیاسـت یـا مقـررات، ۲) تعییـن اولویت‌هـا، ۳) هوشـمندی آینده‌نگرانـه[9]، یعنـی ارائـه‌ی اطلاعـات پیش‌زمینـه و هشـدار زودهنـگام نسـبت بـه تحـولات اخیـر، ۴) اجمـاع، ۵) حمایـت از یـک پژوهـش جدیـد یـا دفـاع از یـک برنامـه‌ی موجـود و ۶) ارتباطـات و آمـوزش و پـرورش در جامعـه‌ی پژوهشـی، تمایـز قائـل می‌شـود. گونه‌شناسـی هـادِر (۲۰۰۰)، اهـداف اصلـی بررسـی‌های دِلفـی را بـه ایـن ترتیـب بیـان می‌کنـد: الـف) خلـق ایـده، کـه برخـلاف رویکـرد کلاسـیک دِلفـی، پاسـخ‌های کیفـی را ارزشـیابی می‌کنـد؛ ب)پیش‌بینـی دقیـق یـک واقعیـت غیرمسـلم؛ ج) ارزشـیابی عقایـد یـک گـروه از خبـرگان در خصـوص یـک واقعیـت پراکنـده؛ د) دسـتیابی بـه اجمـاع در بیـن مشـارکت‌کنندگان.

هـدف اولیـه‌ی ایـن مطالعـه، تعییـن جهت‌هـای کلـی در راسـتای فعالیت‌هـای آینـده، یعنـی تـلاش بـرای شناسـایی حوزه‌هـای رو بـه رشـد علـم و فنـاوری اسـت. مشـارکت انـدک جامعـه‌ی پژوهشـی در فرایندهـای استانداردسـازی موجـب شـده، ایـن مطالعـه بـه فکـر افزایـش حساسـیت پژوهشـگران و سـازمان‌های پژوهشـی نسـبت بـه اهمیـت استانداردسـازی و اسـتانداردها باشـد. بررسـی‌های روش‌شناسـی دلفـی نیـز یـک کارکـرد ارتباطـی دارنـد، یعنـی نه‌تنهـا اجمـاع را در بیـن مشـارکت‌کنندگان اشـاعه می‌دهنـد، بلکـه میـزان آگاهـی را هـم ارتقـا می‌دهنـد. بیشـتر خبـرگان بـر ایـن باورنـد کـه پیش‌بینـی، یـک فراینـد جمعـی و مشـورتی اسـت کـه اهمیـت آن بـه انـدازه‌ی نتیجـه و بلکـه بیشـتر از آن اسـت. هـدف دیگر این مطالعـه، یکپارچه‌سـازی تحقیـق و توسـعه و فعالیت‌هـای استانداردسـازی اسـت. در این‌جـا، دورهـای کمـی بررسـی دلفـی، انگیزش‌هـای جدیـد و تحـولات اخیـر علـم را در برمی‌گیرنـد. علاوه‌بـر ایـن، زمان‌بنـدی توصیه‌شـده، یعنـی آغـاز فعالیت‌هـای استانداردسـازی، بایـد ارزشـیابی

8. Häder
9. Anticipatory Intelligence

شود تا در نتیجه، بتوان موضوعات ضروری و مرتبط را اولویت‌بندی کرد.

۳. پیشینه‌ی نظری

در این بخش، پیشینه‌ی نظری مربوط به ترکیب روش کاربردی ارائه می‌شود. برای یافتن دیدگاه‌های عمیق‌تر، سه جنبه‌ی بسیار مهم به طور مجزا مدنظر قرار می‌گیرد. این سه جنبه شامل نظریه‌ی مربوط به شاخص‌های علم و فناوری، پژوهش در مورد روش دلفی و همچنین نقش استانداردها و پیشینه‌ی اقتصادی آن‌هاست.

۳-۱ شاخص‌های علم و فناوری

تحلیلِ توسعه و کاربرد شاخص‌های نوآوری، در کانون حوزه‌ی پژوهش کمی علم و فناوری قرار دارد. چنین شاخص‌هایی از داده‌های مربوط به مستندات علمی و عملی یا کاربردهای حقوق ثبت اختراع، استخراج می‌شوند. بنابراین، روش‌های مختلف در سطوح متفاوتی از توسعه‌ی فناورانه (به‌عنوان مثال، تحلیل‌های افراد، گروه‌های پژوهشی، شبکه‌های پژوهشگران، نهادها، سطوح منطقه‌ای، ملی و حتی فراملی) به ارائه‌ی تحلیل‌های توسعه‌ی فناورانه و نوآوری می‌پردازند. از شاخص‌های علم و فناوری می‌توان برای برآورد توان بالقوه‌ی نوآوری، توانمندی‌های فناورانه یا توسعه‌های احتمالی فناورانه در آینده استفاده کرد.

برای اینکه تحلیل شفاف باشد، به‌طور معمول، براساس یک مدل مرحله‌ای ساده از پیشرفت علمی و فناورانه، انجام می‌شود. با وجود آنکه فرایند تحقیق و توسعه، نه خطی و نه ساده است و مرزهای میان مراحل مختلف آن نامشخص بوده، گاهی نیز با هم‌پوشانی همراه است، شواهدی تجربی و کلی در پشتیبانی از این مدل ساده وجود دارد. هر چند، شاخص‌های علم و فناوری را باید به‌عنوان اطلاعات تکمیلی درنظر گرفت.

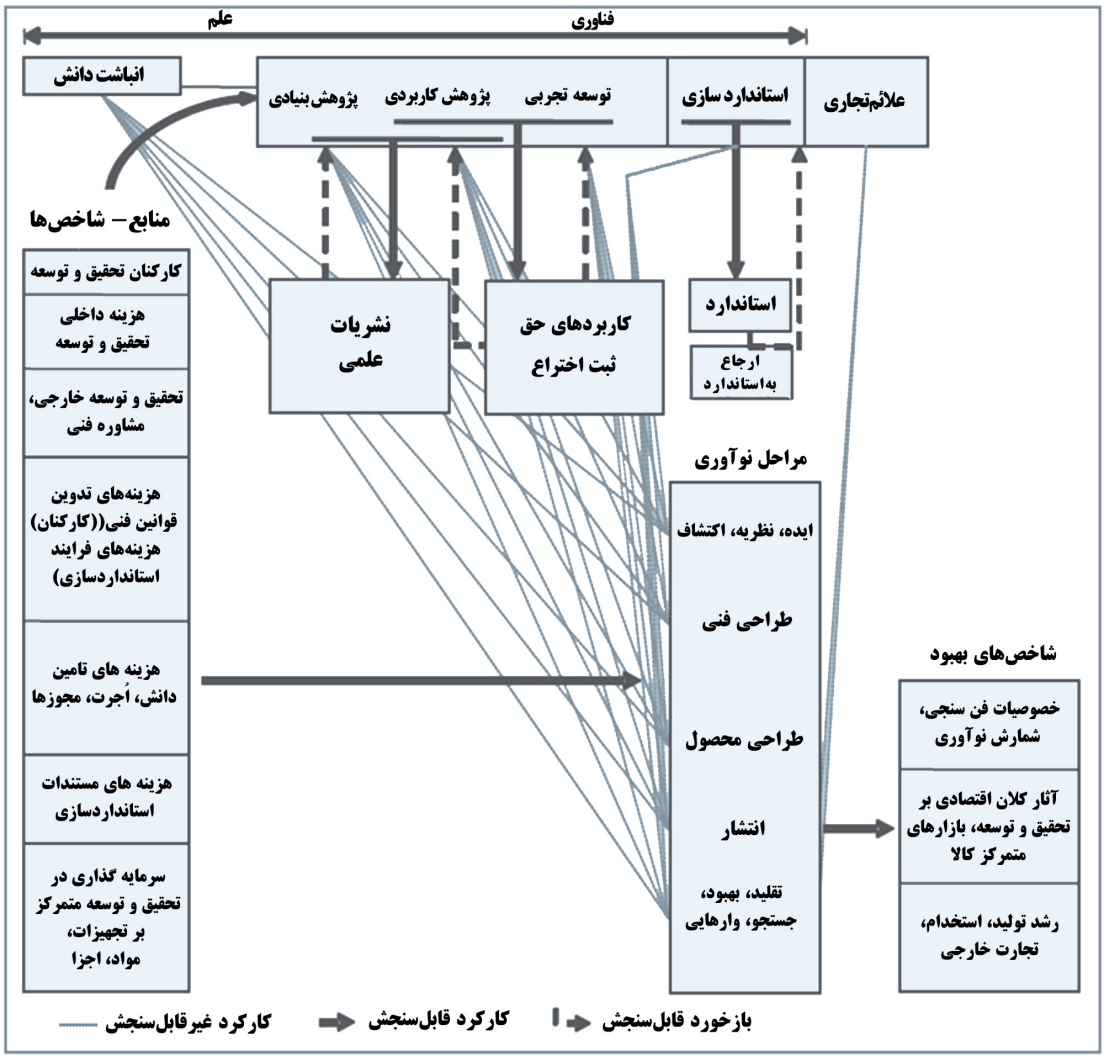
در ادامه، به نظام شاخص‌های علم و فناوری اشاره می‌شود که گراپ[10] (۱۹۹۷) اندکی تغییر داده است (رجوع کنید به شکل (۱)). در این نظام، مفهوم مدل خطی مرحله‌ای تحقیق و توسعه، تعدیل‌شده است. در این‌جا، فرایند تحقیق و توسعه بین فعالیت‌های مختلف تحقیق و توسعه، از پژوهش بنیادین، کاربردی و توسعه‌ی تجربی گرفته تا استانداردسازی و ورود به بازار، تمایز قائل می‌شود. این فعالیت‌ها مربوط به مراحل مختلف نوآوری، یعنی خلق ایده، طراحی مفهومی، طراحی نهایی، مهندسی و انتشار تا تقلید هستند. این بخش‌ها با شاخص‌های مختلف ورودی و خروجی نظیر هزینه‌های تحقیق و توسعه، کارکنان، نشریات، کاربردهای حقوق ثبت اختراع و همچنین تجارت و صادرات در ارتباط هستند. به‌نظر می‌رسد، نشریات خاص علمی بیانگر پژوهش کاربردی و بنیادین باشند. این وضعیت در مورد توسعه‌ی صنعتی صدق نمی‌کند. داده‌های مربوط به کاربرد حق ثبت اختراع را می‌توان برای سنجش خروجی تحقیق و توسعه‌ی کاربردی به‌کار برد، اما راهبردهای ثبت اختراع نوآوران می‌تواند موجب انحراف نتایج سنجش و اندازه‌گیری شود.

به‌علاوه، نظام شاخص، ذی‌نفعان مختلفی را نیز در بر می‌گیرد؛ ذی‌نفعانی که جایگاهی در نظام ملی نوآوری دارند. در معرفی کلی مفهوم نظام ملی نوآوری، می‌توان گفت که نظام نوآوری شامل تمامی عوامل مهم اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، سازمانی، نهادی و سایر عوامل است که بر توسعه، انتشار و کاربرد نوآوری‌ها تأثیر می‌گذارند. بنابر اظهارات فاگربرگ[11] و همکارانش (۲۰۰۶)، این بدان معنی است که به‌طور معمول، بنگاه‌ها در انزوا نوآوری نمی‌کنند، بلکه نوآوری در بستر همکاری و همبستگی با سایر سازمان‌ها انجام می‌شود. اجزای سازنده‌ی این نظام، بخش‌های عملیاتی آن، شامل نظام ورودی/ خروجی (یعنی بنگاه‌های کسب‌وکار و صنعتی، تأمین‌کنندگان، مشتریان، رقبا و غیره)، نهادهای غیربنگاهی فعال در حوزه‌ی علم و فناوری، مانند دانشگاه‌ها و نهادهای پژوهشی و همچنین سیاست فناوری در قالب نمایندگی‌ها و سیاست‌های دولتی است. از این گذشته، رفتار سازمان‌ها در تعامل با سایر نهادها و شرایط چارچوب قوانین، استانداردها، مقررات و هنجارها شکل می‌گیرد که انگیزه‌ها و موانعی را فراروی نوآوری قرار می‌دهند[12]. هر چند تأکید و توجه این مقاله فقط بر فعالیت‌های ملی

10. Grupp
11. Fagerberg

۱۲. در واقع، این نظام شامل ابهامات مفهومی است که فقط به‌طور خلاصه، در این مقاله به آن‌ها اشاره می‌شود. یکی از آن‌ها، نهادهای نظام نوآوری است که به روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. این مفهوم برخی اوقات برای کنشگران سازمانی مانند نوع سازمان یا نقش‌آفرینان و قواعد نهادی مانند قوانین، مقررات یا روتین‌ها بکار می‌رود. این رویکردهای متفاوت در مطالعه‌ی فاگربرگ و همکاران (۲۰۰۶) به تفصیل بحث شده است.

نـوآوری اسـت. ایـن تأکیـد، تمامـی کنشـگران و فعالیت‌هـا را در اقتصـاد دربـر می‌گیـرد کـه وجودشـان بـرای نـوآوری صنعتـی و تجـاری ضـروری اسـت و توسـعه‌ی اقتصـادی را به‌دنبـال دارد. البتـه رابطـه‌ی میـان پژوهـش، نـوآوری و توسـعه‌ی اقتصـادی- اجتماعـی نیـز حائـز اهمیـت اسـت. یکـی از مهم‌تریـن انـواع رابطه‌هـا در نظام‌هـای نـوآوری، مربـوط بـه انتقـال فنـاوری اسـت. مهم‌تریـن اجـزای نظام‌هـای ملـی نـوآوری عبارتنـد از نظـام صنعتـی، نظـام آمـوزش و پژوهـش، نظـام سیاسـی و میانجی‌هـا. همان‌طـور کـه آرنولـد و همکارانـش (۲۰۰۱) بیـان کرده‌انـد، نـوآوری و یادگیـری بیشـتر ماهیـت شـبکه‌ای و جمعـی دارنـد. البتـه ایـن نـوع نتیجه‌گیـری بـا نگـرش متعـارف نئو-کلاسـیک تناقـض دارد؛ نگرشـی کـه تمرکـز آن بـر کسـب وکارآفرینی بـه عنـوان یـک حرکـت فـردی بـود. از ایـن‌رو، تحلیـل تک‌تـک بنگاه‌هـا بـه تنهایـی کافـی نیسـت و بایـد نظـام شـبکه‌های موجـود در شـرکت‌ها نیـز مدنظـر قـرار گیرنـد. شـاخص‌های علـم و فنـاوری گزینه‌هـای مختلفـی را بـرای تحلیـل ارائـه می‌دهنـد کـه از آن جملـه می‌تـوان بـه تحلیـل ترتیبـات نهـادی و شناسـایی فعـالان تحقیـق و توسـعه در سـطح خُـرد نهـادی، تحلیـل روندهـای فنـاوری در سـطوح ملـی، توزیـع منطقـه‌ای فعالیت‌هـا و فعـالان، تخصص‌گرایـی ملـی، تحلیـل ارجاعـات جهـت ارزیابـی کمـی کارنمـود[13] پژوهـش، یـا شناسـایی گروه‌هـای پژوهشـی بـه کمـک تحلیـل نشـریات، اشـاره کـرد. شـرح مفصـل سـنجش نـوآوری بـا شـاخص‌های علـم و فنـاوری، تحلیـل نشـریات و شـاخص‌های حـق ثبـت اختـراع و همچنیـن درآمـدی بـر روش‌شناسـی عمومـی در مطالعـات موئـد[14] و همـکاران (۲۰۰۴)، گـراپ (۱۹۹۰) و اسـمیت[15] (۲۰۰۵) بیان‌شـده اسـت.



شکل ۱: شاخص‌های نظام علم و فناوری (گراپ،۱۹۹۷)

13. Performance
14. Moed
15. Smith

۳-۲ روش دِلفی

به‌طورکلی، روش دِلفی یک نوع فرایند تعامل گروهی ساختاریافته‌ی چندسطحی است که افراد را ملزم می‌کند راجع به چندین دور جلسه، قضاوت عددی نمایند. در بین این دور جلسات، یک پانل بی‌درنگ، بازخورد بی‌نام ارائه می‌دهد. تصور بر این است که روش دلفی به استخراج نظرات کارشناسی مبتنی بر اجماع یا شناسایی ضرورت اقدام در صورت بروز اختلاف عقیده، می‌انجامد.

روش دِلفی در دهه‌ی ۱۹۵۰ پا به عرصه‌ی وجود گذاشت و از آن زمان تاکنون به‌طور گسترده‌ای در رشته‌های مختلف و انواع حوزه‌های کاربردی به‌منظور ارزیابی و پیش‌بینی تحولات آینده جهت سنجش و کمک به پیش‌نگری و تصمیم‌گیری استفاده شده است. با این وجود، این فن، گونه‌های متفاوتی دارد: بسته به دامنه و هدف مطالعه، اجزای مختلف طرح‌های کلاسیک دلفی، یعنی پرسش‌نامه‌های رسمی، بازخوردهای بی‌نام و دورهای تکراری استفاده می‌شوند. در اصل، روش دِلفی برای خلق و ارزشیابی ایده، طراحی‌شده است و روشی کارآمد از نظر هزینه و زمان برای بررسی طیف وسیع‌تری از خبرگان است. در طول دهه‌ی اول پیدایش روش دلفی، بیشتر تلاش‌ها در راستای مقاصد پیش‌بینی انجام می‌شد. علاوه‌بر این، روش دلفی نه‌تنها ابزاری برای شناسایی عقاید گروهی، بلکه ساختاری برای فرایند ارتباطات گروهی بود.

هر چند مطالعات اخیر، کارنمود بالقوه‌ی این روش را مدنظر قرار داده، اعتبار و دقت بلندمدت آن را نیز نشان داده‌اند. این مطالعات، به بررسی عوامل تعیین‌کننده‌ی پیش‌بینی‌های دقیق و قضاوت صحیح می‌پردازند. با این وجود، هنوز حرف و حدیث پیرامون طرح مطلوب روش دِلفی زیاد است: یعنی کدام عناصر به بهبود دقت کمک می‌کنند. در این مرحله، به‌ویژه گزینش اعضای پانل، تعداد مطلوب خبرگان و دورهای بررسی، ماهیت بازخورد و همچنین دقت و ثبات قضاوت‌ها بررسی شدند. با این حال، میزان تأثیر آن بر کیفیت نتایج بررسی هنوز، قطعی نیست. سه مورد از این جنبه‌ها در زیر، به تفصیل بیان می‌شوند.

* تعداد مطلوب دورها: وودِنبِرگ[16] با مرور چندین مطالعه‌ی دِلفی، دریافت که در کاربردهای عملی، تعداد دورها بین ۲ تا ۱۰ متغیر است (رجوع کنید به ریگز[17] (۱۹۸۳) و کلارک و فریدمن[18] (۱۹۸۲))). برای پی‌بردن به سازوکار اجماع در دورهای تکراری، چندین مطالعه‌ی تجربی انجام شده تا تعداد مطلوب دورها برای رسیدن به قضاوت‌های دقیق و پایدار مشخص شود. پتنته[19] و اَندرسون-پَرنته[20] (۱۹۸۷)، براکهاف[21] (۱۹۷۵) و رو[22] و همکارانش نشان دادند که به‌طوکلی دقت قضاوت در طول دورها بهبود می‌یابد. در ارزیابی که وودِنبِرگ (۱۹۹۱) انجام داد تقریباً همه‌ی مطالعات مورد بررسی، بهبود را تأیید کردند. از این گذشته، بیشتر بهبودها بین دور اول و دوم برآورد، روی می‌دهد (رجوع کنید به باردکی[23] (۱۹۸۴)، نِلمز و پورتر[24] (۱۹۸۵) و دالکی[25] (۱۹۶۹)). در برخی از مطالعات، میزان دقت پس از دور دوم برآورد، افزایش بیشتری داشت. (رجوع کنید به اِرفمِیر[26] و همکاران که در آن ۴ تکرار مورد نیاز بود). هر چند، همگرایی نظرات، دلیلی بر بهبودِ دقت و صحت پیش‌بینی نیست. گفتنی اینکه همه‌ی تغییرات، به بهبودِ پیش‌بینی‌ها منجر نشدند. پیش‌بینی‌های نادرست در بازخورد، نیز بر پاسخ پانل تأثیر گذاشت: عاملی که موجب کاهش دقت رتبه‌بندی است (رجوع کنید به رو و همکاران (۲۰۰۵) و اِشیبی[27] و همکاران (۱۹۷۵)).

* نوع بهینه‌ی بازخورد: هدف اصلی روش دِلفی، کاهش فشار ناشی از ضرورت انجام انطباق است (رو و همکاران، ۲۰۰۵) که بیشتر افراد یا افراد صاحب نفوذ وارد می‌کنند. گفته می‌شود تغییر قضاوت فقط باید با داشتن اطلاعات جدید صورت گیرد (وودنبرگ، ۱۹۹۱). آثار انواع مختلف بازخورد، بیشتر در مطالعات رو و همکاران (۲۰۰۵)، رو و رایت[28] (۱۹۹۶)، دافیلد[29] (۱۹۹۳) بررسی شد. این بازخوردها شامل خلاصه‌ی آماری قضاوت‌های اعضای پانل، از یک شماره تا توزیع کامل (وودنبرگ، ۱۹۹۱) (رجوع کنید به جولسون و روسو[30] ، ۱۹۷۱؛ ساهال و یی[31]، ۱۹۷۵)، و همچنین بازخورد علّی یا استدلال‌ها به همراه برآوردهای عددی آن‌هاست (رو و همکاران،۲۰۰۵). نتایج مطالعه‌ای

16. Woudenberg
17. Riggs
18. Clark & Friedman
19. Patenté
20. Anderson-Parenté
21. Brockhoff
22. Rowe
23. Bardecki
24. Nelms & Porter
25. Dalkey
26. Erffmeyer
27. Scheibe
28. Wright
29. Duffield
30. Jolson & Rossow
31. Sahal & Yee

که رو و همکارانش (۲۰۰۵) انجام دادند، دلالت بر آن دارد که احتمال ممیز بودن آن دسته از اعضای پانل که بازخورد علّی دریافت کردند، در مقایسه با آن‌هایی که بازخورد آماری دریافت کرده بودند، بیشتر است. این بدان معنی است که بازخورد آماری، احتمال تغییر نظر پیش‌بینی‌کنندگان را افزایش می‌دهد (رو و همکاران، ۲۰۰۵). وودِنبِرگ (۱۹۹۱) نیز به نتیجه‌ی مشابهی دست‌یافته است: یعنی، موارد زیادی وجود دارد که تأیید می‌کنند، بازخورد آماری، بحث انطباق را نیز شامل می‌شود. هر چند، خودِ وودِنبِرگ (۱۹۹۱) صحت این نتیجه‌گیری را زیر سؤال می‌برد، زیرا فشار ناشی از ضرورت انجام انطباق به‌همان اندازه بر تک‌تک اعضای پانل تحمیل می‌شد. در این خصوص، چندین مطالعه به این سؤال پرداخته‌اند که چه‌وقت و کدام یک از خبرگان نظر خود را تغییر می‌دهند (رجوع کنید به پِتنته و اندرسون- پرِنته (۱۹۸۷)؛ رو و رایت (۱۹۹۶)). خلاصه این‌که، رو و همکارانش (۲۰۰۵) نشان دادند که تکرار در مقایسه با بازخورد، تأثیر بیشتری بر دقت دارد.

* گزینش خبرگان: انتخاب درست اعضای پانل، اهمیتی بیش از دو عامل قبلی دارد، زیرا کیفیت نتایج حاصل از روش دِلفی، وابستگی بسیار زیادی به خبرگی خبرگان دارد. از این‌رو، اُکولی و پائولوفسکی[32] (۲۰۰۴) و دِلبِسک[33] و همکارانش (۱۹۷۵) خطوط راهنمایی برای شناسایی خبرگان مناسب، ارائه داده‌اند. اول اینکه، با درنظرگرفتن همه‌ی حوزه‌های علمی، سازمان‌ها، ادبیات دانشگاهی و تجربی، گونه‌های مختلف خبرگی مرتبط، شناسایی می‌شود. پس از آن، هر یک از این گونه‌ها، (طبق توصیه‌های روش دِلفی)، حدود ۱۰ تا ۱۸ فرد خبره را در خود جای می‌دهد که از آن‌ها دعوت به‌عمل می‌آید تا به پانل ملحق شوند. البته، خود این کار، مستلزم ارزیابی بیشتر خبرگی افرادی است که در پانل مشارکت می‌کنند و این سؤال را مطرح می‌کند که خبره چه کسی است؟ پیشنهاد براکهاف (۱۹۷۵) دلالت بر سنجش خبرگی به‌عنوان یک متغیر مستقل دارد و دو گزینه نیز برای پیاده‌سازی این کار، ارائه می‌دهد: اول اینکه، یک شخص ثالث، خبرگی را رتبه‌بندی کند، دوم آنکه، تعیین خبرگی به کمک مقیاس‌های ترتیبی با خوداظهاری انجام شود. اما، این رویکرد هم با مخالفت‌هایی روبه‌روست. ادبیات موجود به بررسی مشکلات خودارزیابی خبرگی می‌پردازد. رو و همکارانش (۱۹۹۱) نگرانی‌هایی را پیرامون مناسب‌بودن روش خوداظهاری به‌عنوان یک بازتاب درست از خبرگی واقعی مطرح می‌کنند. از این گذشته، نیاز به خبرگی در کانون بحث قرار دارد. در این زمینه، ارتباط بین دقت و خوداظهاری مورد بررسی قرار گرفته، که نشان از نتایج معکوس دارد (رجوع کنید به رو و همکاران (۱۹۹۱)؛ پرِنته و همکاران (۱۹۸۴)؛ وِلتی (۱۹۷۲)). فرض بر این است که به احتمال زیاد، پیش‌بینی‌های موضوعات قبلی در دور اول، درست در می‌آید. علاوه‌بر این، مطالعات تجربی نشان داده، احتمال آن کم است که اعضای خبره‌تر پانل، ارزیابی اولیه‌ی خود را در دور اول، در صورت دریافت بازخورد از افراد غیرخبره تغییر دهند (رو و همکاران، ۲۰۰۵؛ پتنته و اندرسون- پرِنته،۱۹۸۷؛ رو و رایت، ۱۹۹۶). در مقابل، وودِنبِرگ (۱۹۹۱) مدعی است که نبودِ اطلاعاتی با ارتباط مستقیم در موقعیت‌های نامعلوم، در مقایسه با اطلاعاتِ موجود، تأثیر بیشتری بر قضاوت‌ها دارد. در نتیجه، خبرگان نمی‌توانند دقیق‌تر از غیرخبرگان پیش‌بینی کنند. هرچند، کمک‌گرفتن از خبرگان در موقعیت‌هایی با عدم‌قطعیت بالا، قابل درک است.

جدا از این بحث‌های روش‌شناسانه، دِلفی روشی مقرون‌به‌صرفه برای مشارکت خبرگان مختلف، ارائه می‌دهد. هر چند، علاوه‌بر طیفی از خطاهای محتمل کاربردی (به‌عنوان مثال، گزینش ضعیف خبرگان موجب بی‌ثباتی پاسخ‌ها در دورهای متوالی دِلفی می‌شود)، دِلفی با چند محدودیت کلی نیز مواجه است (رجوع کنید به گوپتا و کلارک[34] (۱۹۹۶)؛ لاندِتا[35] (۲۰۰۶)؛ لینستون[36] (۱۹۷۵)). هدف از پرسیدن سؤالات تکراری در دورهای متوالی، رسیدن به اجماع است، یعنی اینکه به یک انطباق تخمینی خاص دست پیدا کنیم. گرچه امکان رسیدن به اجماع در همه‌ی موضوعات آتی وجود ندارد. این مسئله، به‌ویژه، زمانی درست است که توسعه‌ی فناورانه با عدم‌قطعیت

32. Okoli & Pawlowski
33. Delbecq
34. Gupta & Clarke
35. Landeta
36. Linstone

بالایی مواجه است. اختلافِ نتایجِ ارزشیابی، نشان از مشکلات فناورانه و افزایش لزوم مباحثه و گفتگو دارد. از این گذشته، پیاده‌سازی روش دِلفی، وابستگی بسیار زیادی به نرخ پاسخ‌های هر دور دارد. برای همین، دِلفی به تمایلِ خبرگان برای مشارکت، وابسته است. از این‌رو، انگیزش خبرگان، یک امر ضروری است. علاوه‌بر این، کنترل بازخورد غیرمسئولانه، تحت شرایط گمنامی افراد خبره، مشکل به‌نظر می‌رسد. این حالت، به‌ویژه، زمانی صدق می‌کند که اعضای پانل دوست دارند دست‌کاری‌هایی انجام دهند.

۳-۳ نقش استانداردها و پیشینه‌ی اقتصادی آن‌ها

استانداردسازی، نیروی محرکه‌ای تعیین‌کننده، در نوآوری‌هاست که بر توسعه‌ی اقتصادی در عرصه‌ی ملی تأثیر به‌سزایی دارد. همان‌طور که مطالعات قبلی نشان دادند، استانداردها نقش مهمی در فرایند تحقیق و توسعه‌ی نوآوری‌های فناورانه ایفا می‌کنند (رجوع کنید به بلایند[۳۷](۲۰۰۸)؛ بلایند و گاچ[۳۸](۲۰۰۹)؛ سوآن[۳۹](۲۰۰۰)). جزئیات پیشینه‌ی مفهومی زیربنایی و فرضیات اقتصادی در مورد نقش استانداردها در فرایند تحقیق و توسعه را می‌توان در مطالعات بلایند و گاچ (۲۰۰۹) مشاهده کرد.

به‌طور خلاصه، انواع مختلفی از استانداردها به مراحل خاصی از فرایند تحقیق و توسعه وصل می‌شود (بلایند و گاچ (۲۰۰۹) (رجوع کنید به شکل ۲).

به‌عنوان مثال، استانداردهای واژه‌شناسی، مانند توافق بر سر واژگان و فهرست علائم و اختصارات مورد استفاده به‌منظور ایجاد یک مبنای مشترک لازم جهت همکاری جهانی و فهم فناوری نانو، در پژوهش‌های بنیادین مورد نیاز هستند[۴۰]. این استانداردها موجب تسهیل ارتباطات درون جوامع پژوهشی می‌شوند. در چنین زمینه‌های نوظهوری از علم و فناوری، وجود استانداردها برای برقراری ارتباطات کارآمد میان پژوهشگران و ایجاد مبنایی برای همه‌ی مراحل بعدی چرخه‌ی نوآوری و فرایندهای استانداردسازی پس از آن، ضروری است (بلایند و گاچ، ۲۰۰۹). به‌علاوه، استانداردها، انتقال دانش را از پژوهش بنیادین به کاربردی تسهیل می‌کنند. برای این کار، به استانداردهای اندازه‌گیری و آزمون انتقال، نیاز است که امکان پیشرفت به سوی توسعه‌های محصولی را فراهم می‌آورند. پس از آن، استانداردهای واسط[۴۱]، تعامل‌پذیری[۴۲] اجزا را باهم تسهیل‌کرده و نقش واسطه‌ای بین پژوهش‌های کاربردی و توسعه‌ی تجربی ایفا می‌کنند. استانداردهای سازگاری[۴۳]، اطمینان لازم را نسبت به تعامل‌پذیری بین محصولات ایجاد کرده، انتقال نمونه‌های اولیه را به بازارهای انبوه تسهیل می‌کنند.

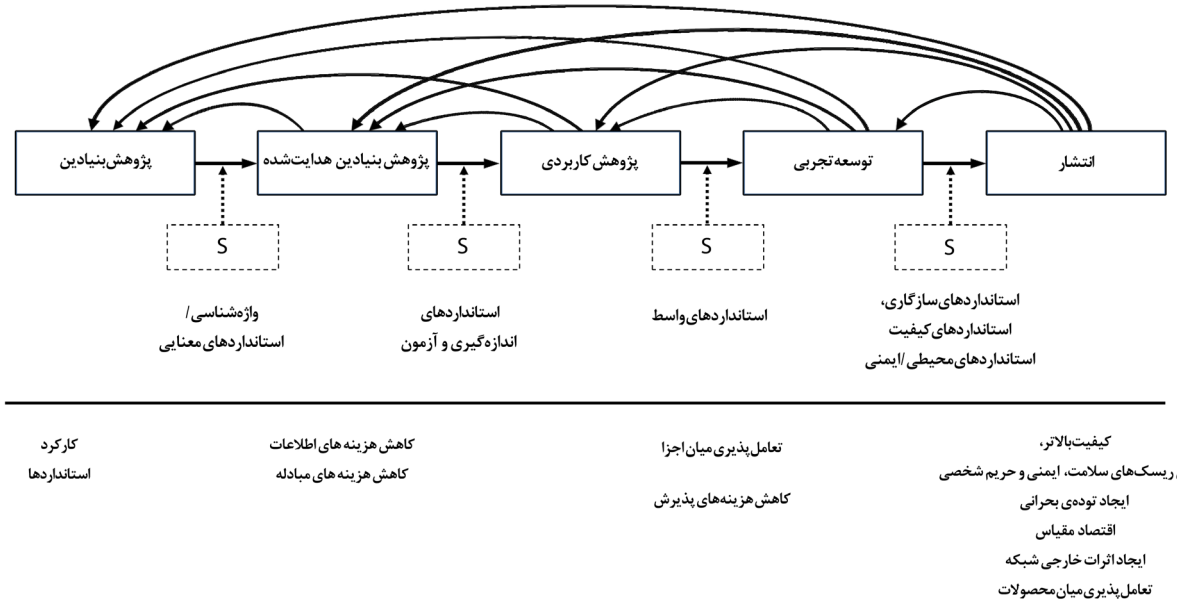
در پایان، استانداردهای کیفیت[۴۴]، الزامات ایمنی محصول را تضمین می‌کنند. در واقع، این گونه‌های مختلف استاندارد به کارکردهای اقتصادی نیز وصل می‌شوند. به‌عنوان مثال، بنابر اظهارات سوآن (۲۰۰۰)، استانداردهای واژه‌شناسی یا اندازه‌گیری و آزمون موجب کاهش هزینه‌های مبادله می‌شوند. البته کارکرد اقتصادی استانداردها فقط به کاهش هزینه‌ها محدود نمی‌شود: آن‌ها موجب افزایش کیفیت، کاهش ریسک‌های بالقوه‌ی سلامت، و ایجاد توده‌ی بحرانی[۴۵] برای محصولات می‌شوند. در نتیجه، مصرف‌کننده می‌تواند بدون تردید، تصمیم به خرید بگیرد.

با این وجود، جنبه‌ی بسیار مهم‌تر، انتشار دانش فناورانه از مجرای استانداردهای رسمی و راهنماهای فنی است. وجود استانداردها برای توسعه‌ی اقتصادی یک فناوری، ضروری است، زیرا موجب افزایش رشد اقتصادی می‌شود (بلایند و جانگ‌میتاگ[۴۶]، ۲۰۰۸). همان‌طور که بِلایند (۲۰۰۲) نشان داد، استانداردسازی که نهادهای معتبر استانداردسازی انجام می‌دهند به اندازه‌ی دیگر کانال‌های انتشار مانند تقلید، اعطای مجوز[۴۷]، همکاری در تحقیق و توسعه و تجاری‌سازی محصولات جدید، اهمیت دارد. درنتیجه، برونداد فعالیت‌های ملی استانداردسازی در قالب انتشار استانداردهای جدید را می‌توان شاخصی برای انتشار دانش فناورانه در نظر گرفت. استانداردهای رسمی و خطوط راهنمای فنی، به‌عنوان بخشی از زیرساخت اقتصادی و فنی، کمک بسیار زیادی به رقابت‌پذیری بین‌المللی کل صنایع یک کشور می‌کنند، زیرا بر رشد اقتصادی و تجارت خارجی تأثیر می‌گذارند

37. Blind
38. Gauch
39. Swann
۴۰. به وبگاه نهاد استانداردهای ملی آمریکا ANSI: http://publicaa.ansi.org رجوع کنید.
41. Interface Standards
42. Interoperability
43. Compatibility Standards
44. Quality Standards
45. Critical Mass
46. Jungmittag
47. Licensing

(رجوع کنید به سوآن و همکاران (۱۹۹۶)؛ بلایند و جانگ‌میتاگ (۲۰۰۵)).

علاوه‌بر این، استانداردها موجب تسهیل هماهنگی در سراسر جوامعی می‌شوند که از یک پارادایم فناورانه‌ی مشابه پیروی می‌کنند و در نتیجه قادرند توسعه‌های مختلف فناوری‌های نوین را هدایت نمایند. به‌ویژه اینکه، در حوزه‌های پژوهشی پیچیده، جوامع ناهمگن و حوزه‌های فرعی فعالیت‌های علمی و فنی، مشارکت دارند. در چنین مواردی، نتایج استانداردسازی موجب کاهش پراکندگی فناورانه و در نتیجه ثبات یک پارادایم فناورانه می‌شود که حاصل آن، انتشار یک راه‌کار فناورانه است (گاچ،۲۰۰۶).

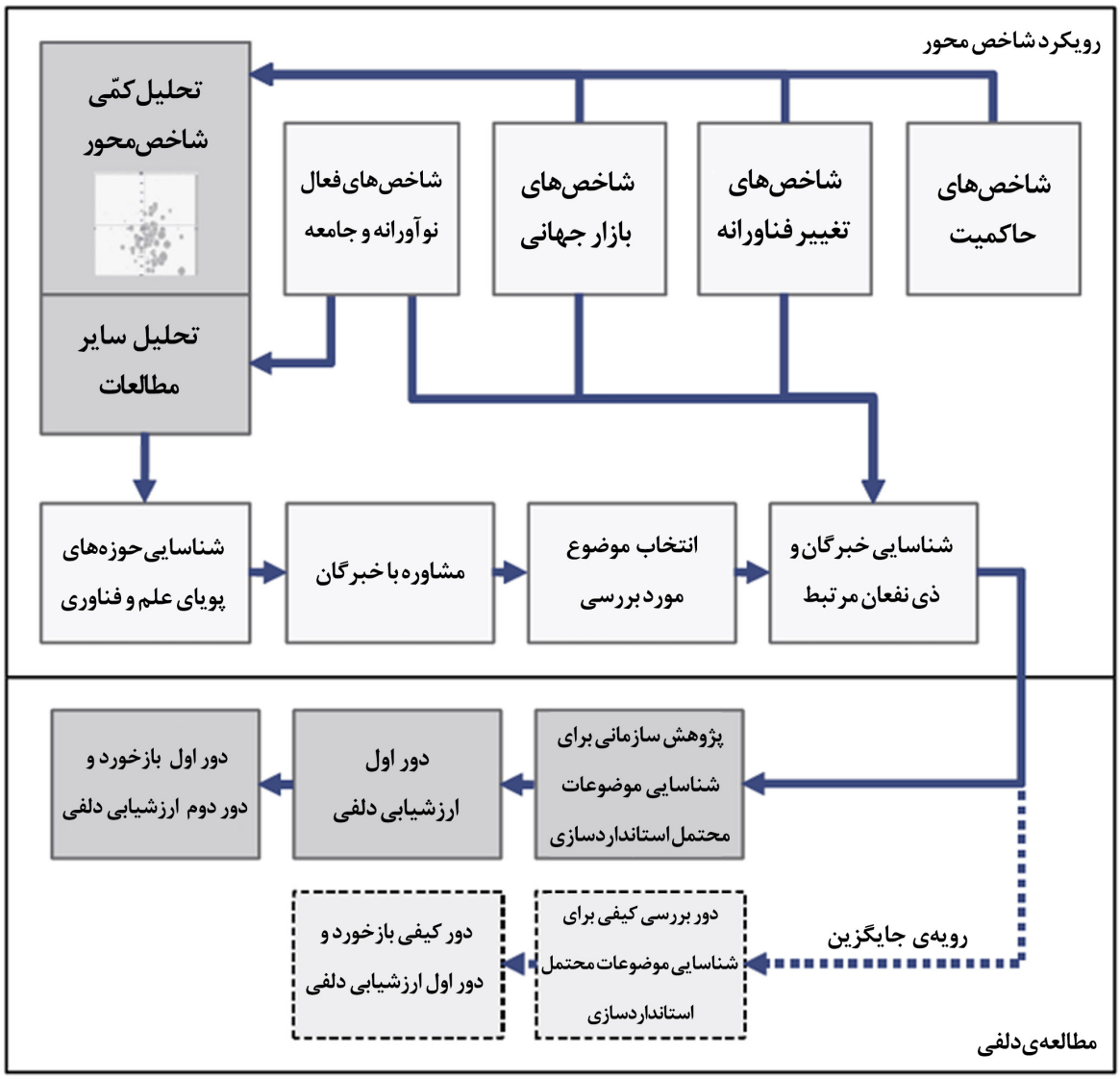


شکل ۲: استانداردهای مورد استفاده در فرایند پژوهش و نوآوری (بلایند و گاچ، ۲۰۰۹)

۴ ترکیب روش‌ها

در این بخش به بیان جزئیات مکمل روش دِلفی می‌پردازیم. به‌طورکلی، این روشِ مکمل، امکان اکتشاف نظام‌مند توسعه‌های علمی و فناورانه‌ی آینده را فراهم می‌آورد. برای این منظور، تحلیل‌های کمی شاخص‌محور با بررسی‌های کیفی عمیق دِلفی ترکیب می‌شوند. از این‌رو، رویکرد پیش‌بینی به دو جزء اصلی، رویکرد شاخص‌محور و رویکرد دِلفی تقسیم می‌شود. بخش شاخص در دو نقطه، مکمل بررسی‌های سنتی دِلفی است: اول اینکه، امکان تحلیل و شناساییِ توسعه‌های فناورانه را فراهم می‌آورد. در این خصوص، تحلیل‌های آماری چندین شاخص به‌منظور بررسی کل چشم‌انداز پژوهش و فناوری، مثلا یک کشور، انجام می‌شود. پس از انجام این بررسی‌های کلی روندهای کلان، باید موضوعات خاص را انتخاب کرد. در این مرحله، بررسی‌های عمیق‌تر دِلفی انجام می‌شود.

دوم آنکه، اطلاعات کتاب‌سنجیِ داده‌های شاخص، اطلاعات مفیدی برای شناسایی خبرگان ضروری ارائه می‌دهد: خبرگانی که می‌توان از آن‌ها برای مشارکت در پانل دِلفی دعوت به‌عمل آورد. این روش برای همه‌ی کاربردهای پیش‌بینی، مناسب است، روش‌هایی که هدف‌شان تحلیل چندین توسعه‌ی فناوری موازی است. شکل (۳)، ترتیب هر یک از گام‌های این رویکرد را نشان می‌دهد.



شکل ۳: مراحل ترتیبی رویکرد

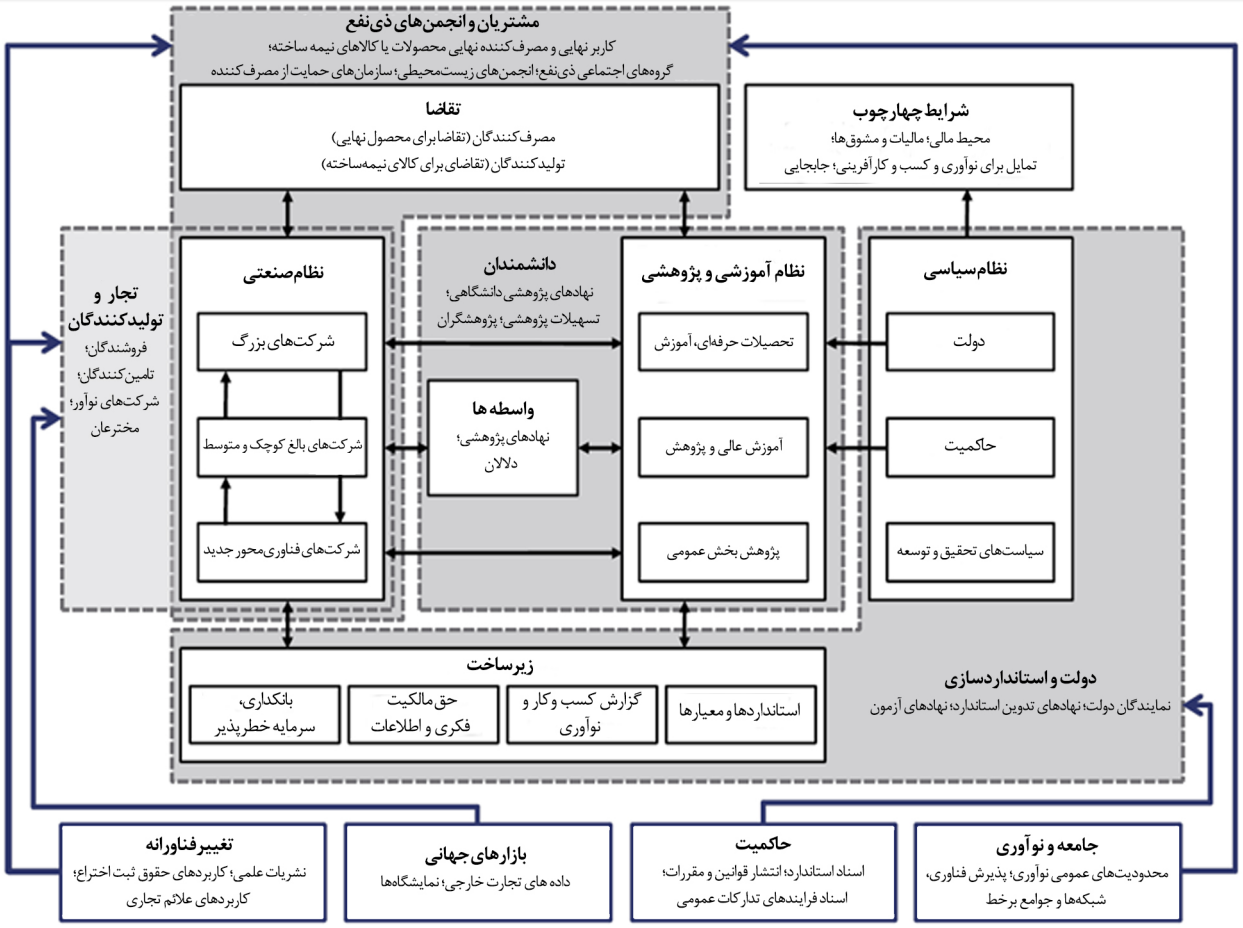
در رویکرد شاخص‌محور، چندین شاخص و گزینه‌ی تحلیل وجود دارد که بسته به موضوع پیش‌بینی، باید شاخص‌ها و تحلیل‌های مناسب را انتخاب کرد. در اینجا، شاخص‌هایی مناسب هستند که کار شناسایی و مقایسه‌ی تعداد بیشتری از توسعه‌های عمومی فناورانه‌ی پویا را در حوزه‌های مختلف آینده، تسهیل می‌کنند. این شاخص‌ها، آن‌هایی هستند که امکان انجام تحلیل آماری را نیز میسر می‌سازند. معیارهایی مانند سری‌های زمانی طولانی، مقایسه‌های جغرافیایی احتمالی مثلا برای کشورها، دسترسی مناسب به پایگاه‌های داده‌ای، طبقه‌بندی تفصیلی موضوعات فرعی و دسترسی به داده‌هایی که از پایگاه‌های داده‌ای به‌دست می‌آیند، همگی عاملی برای تضمین تحلیل آماری هستند. مجموعه‌ی شاخص‌ها باید اطلاعات لازم را برای شناسایی خبرگان نیز ارائه دهند. بسیاری از این شاخص‌ها در پایگاه‌های داده‌ای مرتبط موجود هستند که می‌توان برای این منظور ارزشیابی نمود.

هنگام انتخاب شاخص‌ها باید به جنبه‌های زیر توجه کرد: توصیه‌ی هادِر (۲۰۰۰) برای انتخاب اعضای مناسب پانل، حکایت از انتخاب جمعیت خبرگان دِلفی از میان همه‌ی حوزه‌های مرتبط با موضوع پیش‌بینی دارد. در خصوص موردکاوی مورد نظر باید گفت، این مسئله همه‌ی ذی‌نفعان استانداردسازی را در بر می‌گیرد که می‌توان با نظام ملی نوآوری یکجا جمع کرد. در اینجا، پیشران‌های مختلف فرایندهای استانداردسازی مدنظر قرار می‌گیرند. این پیشران‌ها از علم، تحقیق و توسعه، صنعت، تقاضا و بخش عمومی نشئت

می‌گیرند. از این‌رو، مشارکت‌کنندگان در استانداردسازی، از بخش‌های تحقیق و توسعه، توسعه‌ی محصول، بازاریابی و فروش، عملیات، یکپارچه‌سازی سامانه، مشاوره‌ها و نمایندگان دولت می‌آیند (دو وریس[۴۸] و همکاران، ۲۰۰۳). مؤسسه‌ی استانداردسازی آلمان (DIN) ، نیز شامل ذی‌نفعانی از بخش مصرف‌کننده، تجارت، علم، دولت، نهادهای آزمون و صنعت است. علاوه‌بر این، نمایندگان بخش‌های مربوط به منافع مصرف‌کننده، نظیر سازمان حمایت از مصرف‌کنندگان (کاربر نهایی و مصرف‌کنندگان نهایی محصولات یا کالاهای نیمه‌ساخته) و سایر انجمن‌های ذی‌نفع مانند انجمن‌های محیط زیست، انجمن‌ها و اتحادیه‌های حرفه‌ای که هنوز در استانداردسازی نقشی فعال ایفا نمی‌کنند، هم باید مدنظر قرار گیرند. از این گذشته، نمایندگان دولت، نهادهای تدوین استاندارد و نهادهای آزمون هم باید حضور داشته باشند. برای اینکه مشارکت چنین طیف گسترده‌ای از ذی‌نفعان مختلف امکان‌پذیر شود، باید طیف وسیعی از شاخص‌های مرتبط یا حتی پژوهشگران اینترنتی و سازمانی را به‌کار گرفت. نظام گردآوری شده‌ی شاخص‌ها را می‌توان به چهار دسته‌ی اصلی تقسیم کرد: تغییر فناورانه، بازارهای جهانی، حاکمیت و جامعه و نوآوری. شکل (۴) ترکیب شماتیک کنشگران و ذی‌نفعان استانداردسازی را در نظام ملی نوآوری (رجوع کنید به آرنولد و همکاران، ۲۰۰۱)، همراه با شاخص‌های انتخابی، نشان می‌دهد. در مقوله‌ی اول، فهرستی از شاخص‌های مهم برون‌داد ذکر می‌شود: نشریات منتدرج در مجلات علمی، کاربردهای حقوق ثبت اختراع و علائم تجاری برای توصیف توسعه و تغییر فناورانه از آن جمله‌اند. در اینجا، نشریات علمی اشاره به فعالیت‌های انجام‌شده در پژوهش‌های پایه یا بنیادین دارند. کاربردهای حقوق ثبت اختراع بر کارنمود توسعه و پژوهش کاربردی دلالت می‌کنند. کاربردهای علائم تجاری هم، شاخصی برای بازاریابی محصول و نوآوری‌های خدمات، ارائه می‌دهند. مقوله‌ی دوم، شاخص‌هایی برای تعیین بازارهای جهانی ارائه می‌کند و داده‌های کلان، مانند داده‌های تجارت خارجی و مشارکت شرکت در نمایشگاه‌های بین‌المللی را در بر می‌گیرد. مقوله‌ی سوم، شاخص‌های حاکمیتی را شامل انتشار استانداردهای موجود برای ارزشیابی‌های اولیه‌ی تقاضا یک‌جا گِرد هم می‌آورد. علاوه‌بر این، انتشار قوانین و مقررات و چارچوب‌های تنظیمی، به‌عنوان مثال، نیاز به استانداردسازی تکمیلی در طرف سیاست و مستندات کاربردهای تدارکات به‌منظور توسعه‌ی چشم‌انداز تقاضا را نیز در بر می‌گیرد. به گفته‌ی مارتین (۱۹۹۵)، معیارهای انتخاب حوزه‌های نویدبخش پیش‌بینی، شامل مواردی همچون مزایای اقتصادی و اجتماعی مانند سلامت، کیفیت زندگی، محافظت از محیط زیست و کمک به فرهنگ هستند. بنابراین، تمامی جوانب جامعه نیز تحت پوشش هستند، زیرا استانداردها موجب بهبود انتشار نوآوری و تأثیرگذاری بر پذیرش کاربران می‌شوند. ازاین‌رو، مقوله‌ی چهارم، شاخص‌های اجتماعی مبتنی بر بررسی نظیر محدودیت‌های عمومی نوآوری و پذیرش فناورانه را در طرف تقاضا و همچنین جوامع و شبکه‌های برخط را در بر می‌گیرد.

به‌منظور انجام تجزیه‌وتحلیل، نرخ رشد و تطبیق موضوعات مختلف، محاسبه شد تا تخصص‌گرایی یک کشور و دینامیک نقش‌آفرینان میدانی اندازه‌گیری شود. به‌طور ویژه، شاخص‌های تخصص‌گرایی آلمان و نرخ شارپ محاسبه شد که شاخص‌های مقوله‌ی (۱-۳) را در بر می‌گیرد. سپس، نتایج پرتفولیوی آلمان با فعالیت‌های چشم‌انداز بین‌المللی مقایسه شد. مطالعات سوئت و یات[۴۹] (۱۹۸۳)، نویونز[۵۰] و همکاران (۱۹۹۸)، اِنگلزمن و وان‌ران[۵۱] (۱۹۹۳)، شارپ[۵۲] (۱۹۹۸)، جزئیات محاسبه‌ی دقیق شاخص تخصص‌گرایی و نرخ شارپ را نشان می‌دهند. هر چند، در این‌جا می‌توان از تحلیل‌های دیگر نیز استفاده کرد (رجوع کنید به مثال‌های مندرج در بند ۲-۱). برای بررسی مابقی شاخص‌های مقوله‌ی چهارم، به مطالعات و بررسی‌های دیگر مراجعه شد.

48. de Vries
49. Soette & Wyatt
50. Noyons
51. Engelsman & van Raan
52. Sharpe



شکل ۴: نظام ملی نوآوری و ذی‌نفعان مختلف استانداردسازی به‌همراه شاخص‌های آن‌ها (آرنولد و همکاران، ۲۰۰۱)

۵ نتایج موردکاوی‌های اکتشافی

رویکرد موردبحث در حوزه‌ی یک پروژه‌ی پژوهشی، توسعه یافت و برنامه‌ی کاربردی در چندین موردکاوی آزموده‌شده است. تحلیل تفصیلی مجموعه‌ی انتخابی شاخص‌ها، همان‌طور که در بخش‌های قبل شرح داده شد، به شناسایی حوزه‌های مختلف پویا در علم و فناوری می‌انجامد. همچنان که مطالعات بلایند (۲۰۰۲، ۲۰۰۴) نشان می‌دهند، این حوزه‌ها نیز مستلزم افزایش نیاز به استانداردسازی در آینده هستند. در ادامه، نتایج اکتشافی بررسی‌های انجام‌شده در یک تحلیل تطبیقی مورد بحث قرار می‌گیرند.

۵-۱ توصیف داده و نتایج شاخص

بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹، ده زمینه‌ی موضوعی با فعالیت‌های رو به رشد علمی و پژوهشی، شامل فناوری نانو، فناوری ایمنی و همچنین پزشکی و فناوری زیستی در سال‌های ۲۰۰۷/۲۰۰۶، کارآمدی منابع و خدمات نگهداری و تعمیر در سال ۲۰۰۷، ابزار اندازه‌گیری و انرژی در سال‌های ۲۰۰۹/۲۰۰۸، همراه با جابه‌جایی الکترونیکی، انرژی الکتریکی و فناوری‌های اپتیکی در سال ۲۰۰۹ مطالعه شد. انتخاب این موضوعات براساس معیارهای مختلف شامل تخصص‌گرایی ملی، توسعه‌ی ظاهری پویا در چند سال گذشته و همچنین مقایسه با تحولات بین‌المللی انجام شد. در انتخاب نهایی، خبرگان سازمان ملی استانداردسازی آلمان مشارکت داشتند. جدول (۲) تعداد اولیه و نهایی زمینه‌های بالقوه را با توجه به هر یک از شاخص‌ها نشان می‌دهد. به‌دلیل کمبود فضا، همه‌ی زمینه‌های موضوعی نشان داده نشده‌اند و فقط فهرست بررسی‌های نهایی دِلفی ارائه‌شده است. همان‌طور که نتایج مندرج در جدول (۲) نشان می‌دهد، فقط آن دسته از زمینه‌های موضوعی خاص برای تحلیل تفصیلی انتخاب شده‌اند که امکان شناسایی آن‌ها با شاخص‌های مختلف وجود دارد. ارزشیابی موضوعات ضروری استانداردسازی، مستلزم

شناسایی ذی‌نفعان مختلف استانداردسازی است. برای همین، جستجوهای کلیدواژه‌ای انجام شد. فرض بر این بود که خبرگان، پژوهشگرانی هستند که در یک حوزه‌ی موضوعی خاص کارهایی را منتشر می‌کنند. به کمک کلیدواژه‌های موردنظر، بررسی نظام‌مند روی تمامی نقش‌آفرینان آلمانی انجام شد. سپس با استفاده از نامه یا رایانامه با همه‌ی کسانی که به این ترتیب شناسایی شدند، تماس گرفته شد. در ضمن برخی از خبرگان متقاعد شدند که به‌صورت تلفنی در پانل مشارکت داشته باشند. اعضای پانل، بیشتر براساس نشریات علمی و ثبت اختراعات، شناسایی شدند، اما کمیته‌های استاندارد و وزارتخانه‌های فدرال، شبکه‌های اینترنتی، شاخص‌های برگزارکنندگان نمایشگاه‌ها و پایگاه‌های داده‌ای شرکت‌ها نیز در این کار به خدمت گرفته شدند. در واقع، چنین بررسی‌های نظام‌مندی بسیار پرهزینه هستند، با این وجود، اطلاعات کتاب‌سنجی موجود در این پایگاه‌های داده‌ای، فرصت‌هایی را برای ارزشیابی اثربخش آن‌ها به کمک پشتیبانی نرم‌افزاری فراهم می‌آورد. جدول (۳)، شاخص‌هایی را نشان می‌دهد که مبنای شناسایی و مصاحبه‌ی موفقیت‌آمیز با اعضای پانل بودند. این اعضا عبارتند از: ۱) دانشمندان، مخترعان، شرکت‌ها و سازمان‌های تحقیق و توسعه، شرکت‌های توسعه‌دهنده محصول و خدمات؛ ۲) شرکت‌های تجاری بین‌المللی؛ ۳) ذی‌نفعان فعال در استانداردسازی، نمایندگان دولتی، شرکت‌ها، نهادهای پژوهشی، نمایندگی‌های آزمون، سازمان تدوین استاندارد؛ ۴) اعضای شبکه‌ها و جوامع برخط. در ستون آخر، اعضای پانل به طور خلاصه معرفی شده‌اند: این اعضا با انجام جستجوهای اینترنتی هدفمند در نهادهای پژوهشی، نمایندگی‌های دولت و همچنین ارسال پرسش‌نامه شناسایی شدند.

جدول ۲: مجموعه‌ی شاخص و حوزه‌های موضوعی شناسایی شده

	سطح	حوزه‌هایی که در ابتدا تحلیل شده‌اند	تعداد حوزه‌های شناسایی شده هر مشخصه و نمونه‌های مرتبط
نشریات علمی			
۱	۱	۲۶ حوزه‌ی دانشگاهی از مقوله‌های موضوعی مندرج در **شاخص استناد علمی**[۵۳] جمع‌آوری شد	۶ حوزه‌ها شامل مهندسی پزشکی، پژوهش مواد و اپتیک
۱ و ۲	۲	۲۲۹ مقوله‌ی موضوعی مندرج در **شاخص استناد علمی** و **شاخص استناد علوم اجتماعی**[۵۴]	۴۸ حوزه‌ها شامل روش‌های پژوهش بیوشیمی، زیست‌پزشکی، مهندسی، موادزیستی و علوم مواد، بلورشناسی، مطالعات محیطی، ابزارآلات، علوم مواد- پوشش‌دهی و روکش، علم مواد بین‌رشته‌ای- علم نانو و فناوری نانو، تصویربرداری عصبی، اپتیک، رادیولوژی و تصویربرداری پزشکی، و همچنین طیف‌سنجی
ثبت اختراع			
۱	۱	۴۴ بخش اقتصادی از رده‌های ثبت اختراع **طبقه بندی بین المللی ثبت اختراع**[۵۵] جمع‌آوری شد	۲۵ حوزه شامل رنگ‌ها و پوشش‌ها، موتورهای الکتریکی، توزیع برق، فناوری کنترل فرایند
۱	۱	۳۸ زمینه‌ی فناوری سطح بالا از رده‌های ثبت اختراع **طبقه بندی بین المللی ثبت اختراع** جمع‌آوری شد	۱۵ حوزه شامل موتورهای الکتریکی، توزیع برق، و ابزارهای باکیفیت
۱ و ۲	۲	۱۲۹ رده ثبت اختراع از **طبقه‌بندی بین‌المللی ثبت اختراع**	۷ حوزه شامل ماشین‌ابزارها، ابزارآلات
۱ و ۲	۳	۶۱۵ زیررده از **طبقه‌بندی بین‌المللی ثبت اختراع**	۱۶حوزه شامل تمیزکاری، نگهداری و تعمیر، خدمات تعمیر و تمیزکاری خودروها و همچنین تولید برق
علائم تجاری			
۱	۲	۱۶ مقوله از **طبقه‌بندی بین‌المللی کالاها و خدمات برای ثبت علائم**[۵۶] جمع‌آوری شد	۶ حوزه شامل خدمات تعمیر و ماشین‌آلات
تاریخ تجارت خارجی			
۱	۱	۲۵ بخش اقتصادی	۶ حوزه شامل مهندسی پزشکی و اندازه‌گیری، فناوری کنترل فرایند و اپتیک

53. SCI – Science Citation Index
54. SSCI – Social Science Citation Index
55. IPC – International Patent Classification
56. Nice Classification – International classification of goods and services

	سطح	حوزه‌هایی که در ابتدا تحلیل شده‌اند	تعداد حوزه‌های شناسایی شده هر مشخصه و نمونه‌های مرتبط
۱	۱	۱۱ صنایع خدماتی	۳ حوزه
استانداردها			
۱	۲	۴۰ رده از **طبقه‌بندی بین‌المللی استانداردها**[57]	۶ حوزه شامل فنون تصویربرداری و مهندسی مکانیک
مقررات			
۱	۱	۱۹ مقوله از خطوط راهنمای اروپا	۴ حوزه
۲ و ۱	۱	۱۳ مقوله از خطوط راهنمای ملی	۵ حوزه
تدارکات عمومی			
۲ و ۱	۲	۴۴ رده‌ی تدارکات عمومی از **واژگان عمومی تدارکات اتحادیه‌ی اروپا**[58]	۷ حوزه شامل ابزارآلات اندازه‌گیری، موتورهای الکتریکی و توزیع برق
پذیرش فناوری			
		بررسی‌ها: یوروبارومتر، بررسی نوآوری اجتماع	۱۴ حوزه شامل انرژی خورشیدی، زیست‌فناوری و مهندسی ژنتیک، فناوری نانو، منابع جدید انرژی برای سوخت خودروها، معیارهای صرفه‌جویی انرژی در منازل

معیارها:

۱. شاخص ملی تخصص‌گرایی آلمان ۲. نرخ‌های رشد

سطح جمع‌آوری:

سطح ۱- طبقه‌بندی مربوطه که نسبت به بخش‌ها یا رشته‌های علمی جمع‌آوری شده است

سطح ۲- جمع‌آوری طبق سطح اول یا دوم طبقه‌بندی

سطح ۳- جمع‌آوری طبق سطح سوم یا چهارم طبقه‌بندی

جدول ۳: ترکیب پانل براساس شاخص‌ها (نتایج حاصل از اولین دور ارزشیابی)

	نشریات علمی، کاربردهای ثبت اختراع، کاربردهای علائم تجاری	نمایشگاه‌های بین‌المللی، پایگاه‌های داده‌ای شرکت	کمیته‌های استانداردسازی، انتشار تدارکات عمومی	شبکه‌ها و جوامع برخط	جستجوی هدفمند یا حمل بار
فناوری نانو	٪۲۱	٪۲۶	٪۱	٪۵۲	–
فناوری ایمنی	٪۴۴	٪۵۵	–	–	٪۱
زیست‌فناوری و پزشکی	٪۶۹	٪۲۸	٪۳	–	–
کارایی منابع	٪۵۱	–	٪۴۵	–	٪۴
خدمات نگهداری و تعمیر	٪۵۰	٪۴۷	–	–	٪۳
انرژی	٪۱۵	٪۷	٪۷۳	٪۵	–
ابزارهای اندازه‌گیری	٪۳۹	٪۱۸	٪۴۱	٪۲	–
جابجایی الکتریکی	٪۲۷	–	٪۱۳	٪۲۷	٪۳۳
انرژی الکتریکی	٪۵۳	–	٪۱۰	٪۱۱	٪۲۶
فناوری‌های اپتیکی	٪۴۵	–	٪۱۷	٪۳۴	٪۴

۵-۲ نتایج دلفی

برای نگاشت ماهیت اجماع فرایندهای استانداردسازی، در ابتدا دو دور متوالی از ارزشیابی دِلفی انجام شد. البته، برای این کار، موضوعات استانداردسازی متناظر از قبل جستجو شده، پس از آن، برای ارزشیابی مشخص شدند. هر چند، تعیین این موضوعات با چالش‌هایی همراه بود، زیرا موضوعات مختلف باید دیدگاه‌های مختلف ذی‌نفعان ناهمگن را نشان می‌داد. بعد از انجام دور اول ارزشیابی، نتایج به شکل بازخورد آماری گردآوری شد. سپس اعضای پانل فرصت داشتند، قضاوت‌های خود را در دور دوم ارزشیابی، صحه‌گذاری کرده، یا تغییر دهند. آماده‌سازی این موضوعات، مستلزم مواردی همچون سطح بالای خبرگی فنی پیش از انجام بررسی است. به همین دلیل، بررسی با یک دور بررسی باز و کیفی اضافی همراه شد که در نتیجه، فرصتی دیگر در اختیار ذی‌نفعان قرار

57. ICS – International Classification for Standards
58. CPV – Common Procurement Vocabulary of the European Union

گرفت تا موضوعات جدید و مهم را مشخص کنند. پس از انجام دور کیفی، موضوعات در یک فهرست نهایی فشرده، دسته‌بندی شدند، که این فهرست مبنای دور اول ارزشیابی بعدی شد. دورهای ارزشیابی با ارزیابی خبرگی اعضای پانل آغاز شد. این اعضا می‌بایست، طبق توصیه‌های براکهاف (۱۹۷۵)، میزان خبرگی خود را در هر یک از موضوعات رتبه‌بندی کنند. برای این کار از مقیاس اعداد واقعی بین ۱ تا ۴ استفاده شد. اعضایی که خبرگی خود را در سطح متوسط تا بالا ارزیابی می‌کنند، از آن پس "خبره" نامیده می‌شوند. علاوه بر ارزیابی خبرگی، آن‌ها می‌بایست زمان‌بندی فعالیت‌های استانداردسازی، اهمیت موضوع در راستای ابعاد مختلف، شامل نوع استاندارد موردنیاز و سطح تصویب آن را نیز ارزشیابی می‌کردند (رجوع کنید به جدول۴). تحلیل آماری این رتبه‌بندی‌ها موجب اولویت‌بندی موضوعات مرتبط و ضروری استانداردسازی شد.

جدول۴: پرسش‌های هر عنوان (بررسی دلفی سال ۲۰۰۹)

سطح تایید	نوع استاندارد	اهمیت برای ...	دوره‌ی زمانی فعالیت‌های استانداردسازی	خبرگی در خصوص این موضوع	
ملی اروپایی بین‌المللی	استانداردهای واژه‌شناسی و طبقه بندی(علائم و اختصارات) استانداردهای فناوری اندازه‌گیری و آزمون استانداردهای کیفیت و ایمنی استانداردهای سازگاری استانداردهای محصول و خدمات نبود استاندارد	ایمنی بهداشت و سلامت محیط توسعه‌ی اقتصادی توسعه‌ی فناورانه	قبلا آغاز شده/ فعالیت‌های برنامه‌ریزی‌شده (۱-۳ سال)۲۰۱۲-۲۰۱۰ (۴-۶ سال)۲۰۱۵-۲۰۱۳ (۷-۱۰ سال)۲۰۱۸-۲۰۱۶ بعد از ۲۰۱۸	بدون خبرگی خبرگی کم خبرگی متوسط خبرگی زیاد	
□ □ □	□ □ □ □ □ □	++ + O O O O O O O O O O O O O	O O O O O	O O O O	موضوع استانداردسازی

علاوه‌بر دور کیفی اضافی، یک تغییر مهم دیگر نیز در بررسی دِلفی انجام شد: به این ترتیب که قرار شد دور دوم ارزشیابی انجام نشود. از نقطه‌نظر عملی، چندین جنبه در این تصمیم‌گیری تعیین‌کننده بود. ارزشیابی سه بررسی اول نشان داد که کاهش قابل‌ملاحظه‌ای در اختلاف بین دور اول و دوم ارزشیابی وجود نداشت. بررسی‌های بیشتری که برای تعیین میزان اجماع هر یک از موضوعات انجام شد، هیچ‌گونه کاهشی را در پراکندگی نشان نداد. برای همین، فاصله‌های بین چارَک سوم و اول، مدنظر قرار گرفت. گفتنی اینکه، انجام دورهای بیشتری از ارزشیابی- بازخورد موجب بهبود دقت و میزان اجماع می‌شود؛ اما باید توجه داشت که خبرگان، در مقایسه با افراد غیرخبره، کمتر نظر خود را تغییر می‌دهند. انجام تحلیل‌های اکتشافی بیشتر، نشان از افزایش درصدِ خبرگان در دور دوم داشت: یعنی، افراد غیرخبره، اغلب در دور دوم بررسی، شرکت نمی‌کنند. نتایج، حکایت از آن دارند که هر چه مشارکت خبرگان بیشتر باشد، اختلاف بین پاسخ‌ها بیشتر خواهد بود. از این گذشته، آن دسته از اعضای پانل که خبرگی کمتری دارند، پرسش‌های بیشتری را در خصوص یک موضوع، مثلاً موعد مقرر فعالیت‌های استانداردسازی، برآورد نمی‌کنند.

برای همین، تعداد افرادی که، خبرگی خود را رتبه‌بندی کرده، اما برآوردی نسبت به اولویت زمانی فرایندهای استانداردسازی ندارند، به شکل زیر محاسبه می‌شود:

$$n_{\text{غیرخبرگی}}=[n_{\text{زمان}}-n_{\text{خبرگی}}]$$

ارزشیابی‌های اول این عدد، حکایت از آن دارد که شرکت‌کنندگان، پرسش‌هایی را پاسخ می‌دهند که توانایی ارزشیابی آن را داشته باشند. برای تصمیم‌گیری نهایی در خصوص تغییر ترتیب بررسی دِلفی، دلایل مختلف موافق و مخالف، وزن‌دهی شدند. عامل

تعیین‌کننـده در تصمیم‌گیـری بـرای انجـام نـدادن ارزشـیابی دوم، ملاحظـات عملـی بـود. بـه ایـن ترتیـب نـرخ غیبـت بـه میـزان قابل‌توجهـی، اهمیـت بررسـی را کاهـش داد. از ایـن‌رو، بررسـی‌های دیگـر، در معنـای دقیـق، بررسـی دِلفـی محسـوب نمی‌شـوند. بـا ایـن وجـود، بـرای ارزشـیابی کاربردپذیـری رویکـرد شـاخص، بایـد همـه‌ی نتایج بررسـی را بـه‌کار گرفـت.

جـدول (۵) نتایـج اولیـه‌ی حوزه‌هـای دانشـی مـورد مطالعـه را کـه شـامل تعـداد اعضـای پانـل، نـرخ غیبـت، تعـداد موضـوع در هـر حـوزه‌ی دانشـی و همچنیـن میانگین تعـداد خبـرگان در هـر حـوزه‌ی دانشـی را نشـان می‌دهـد.

جدول ۵: داده‌های کلیدی بررسی‌های دِلفی

	تعداد افرادی که شناسایی شده و با آن‌ها تماس گرفته شده است	تعداد شرکت‌کنندگان در دور کیفی	تعداد شرکت‌کنندگان در دور اول ارزش‌یابی(N)	تعداد شرکت‌کنندگان در دور دوم ارزش‌یابی
فناوری نانو	1501	-	95	49[1]
فناوری ایمنی	935	-	39	21[1]
فناوری زیستی و پزشکی	473	-	48	20[1]
کارایی منابع	2333	40	94[2]	-
خدمات نگهداری و تعمیر	336	31	25[2]	-
انرژی	1530	24	64[2]	-
ابزارهای اندازه‌گیری	1386	25	54[2]	-
جابجایی الکتریکی	2488	74	15[2]	-
انرژی الکتریکی	2488	74	19[2]	-
فناوری‌های اپتیکی	3877	66	53[2]	-

دور اول ارزش‌یابی، بر حسب درصد	N	میانگین تعداد شرکت‌کنندگان در هر موضوع پرسش ۱: خبرگی [حداقل، میانگین، حداکثر]	میانگین تعداد شرکت‌کنندگان در هر موضوع پرسش ۲: زمان [حداقل، میانگین، حداکثر]	میانگین تعداد خبرگان در هر موضوع [حداقل، میانگین، حداکثر]	تعداد شرکت‌کنندگانی که پیشینه‌ای در استانداردسازی ندارند
فناوری نانو	95	[97,80,3]	[77,37,0]	[100,35,6]	60
فناوری ایمنی	39	[90,72,0]	[56,18,0]	[54,15,0]	26
فناوری زیستی و پزشکی	48	[94,85,77]	[58,19,6]	[51,18,0]	38
کارایی منابع	94	[88,77,64]	[52,28,16]	[67,34,5]	41
خدمات نگهداری و تعمیر	25	[96,76,60]	[88,44,12]	[83,48,6]	20
انرژی	64	[83,69,61]	[38,14,5]	[47,18,0]	15
ابزارهای اندازه‌گیری	54	[87,72,63]	[33,13,2]	[38,14,3]	36
جابجایی الکتریکی	15	[93,67,47]	[60,33,0]	[60,29,0]	20
انرژی الکتریکی	19	[95,68,53]	[74,37,11]	[71,31,0]	5
فناوری‌های اپتیکی	53	[81,68,58]	[28,11,4]	[41,11,0]	31

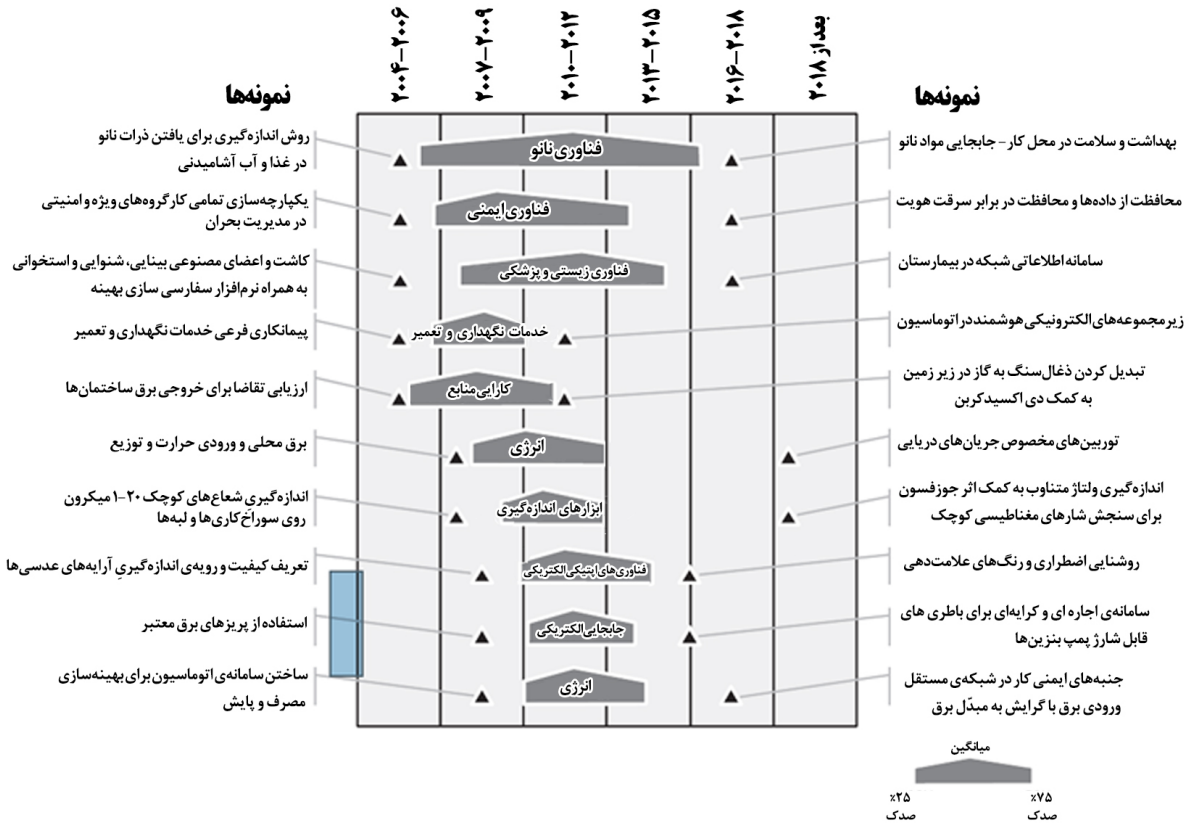
۱. فقط با شرکت‌کنندگان در دور اول ارزش‌یابی دوباره تماس گرفته شد

۲. با همه‌ی افراد مورد شناسایی دوباره تماس گرفته شد

بـرای نشـان دادن ویژگی‌هـای حوزه‌هـای علـم و فنـاوری، میانگیـن زمـان استانداردسـازی در حوزه‌هـای دانشـی در شـکل (۵) نشـان داده شـده اسـت. علاوه‌بـر ایـن، جـدول (۶) خلاصـه‌ای جامـع از همـه‌ی موضوعـات مـورد مطالعـه را ارائـه می‌دهـد.

حوزه‌هـای دانشـی بـا سـه ویژگـی آمـاری مشـخص شـده‌اند: مقـدار میانگیـن بـرآورد بـا عـدد میانگیـن و انحـراف بـا صدک‌هـای ۲۵ و ۷۵ نشـان داده می‌شـوند.

بـرای درک بهتـر تنـوع موضوعـات استانداردسـازی، نمونه‌هایـی از اولویـت پاییـن و بـالا ارائه‌شـده اسـت.



شکل ۵: میانگین دوره‌ی زمانی استانداردسازی در حوزه‌های موضوعی مختلف

موضوعاتی با اولویت بالاتر را می‌توان در سمت چپ شکل و موضوعاتی با اولویت پایین‌تر را در سمت راست آن مشاهده کرد. موضوعات فناوری نانو، فناوری ایمنی، فناوری زیستی و پزشکی نسبت به سایر حوزه‌های دانشی، دامنه‌ی وسیع‌تری از موضوعات مهم را در بر می‌گیرند. در این‌جا کاربرد مباحث فناوری‌ها نیز مدنظر قرار گرفته‌اند. هر چند، برای مقایسه‌ی دقیق دوره‌های زمانی مختلف، تاریخ‌های مختلفی از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹ برای مطالعه درنظر گرفته شد. با این وجود، از نظر زمان ، موضوعات کارایی منابع اولویت بالایی داشتند که در ارزشیابی انواع استانداردسازی نیز منعکس‌شده است. برای محاسبه‌ی کارایی منابع و همچنین موضوع انرژی به تمام انواع استاندارد نیاز است.

انواع مختلف استاندارد، نقشی بسیار خاص در مراحل مختلف فرایند تحقیق و توسعه ایفا می‌کنند. بسته به مرحله‌ی فعلی علم و فناوری، باید فعالیت‌های مورد نیاز استانداردسازی را با گردآوری ذی‌نفعان مرتبط در این فرایندها آغاز کرد (بلاینـد و گاچ، ۲۰۰۹). همراه با رتبه‌بندی انواع استانداردشده، ارزیابی زمان استانداردسازی، نشان از توسعه‌ی فناورانه در حوزه‌ی دانشی دارد. با نگاهی به نمونه‌ی فناوری نانو می‌توان نتایج مطالعه و بررسی‌های اخیر را در یک ویژگی خاص یک‌جا جمع کرد. به گفته‌ی خبرگان، استانداردهای فناوری اندازه‌گیری و آزمون و همچنین استانداردهای کیفیت و ایمنی مورد نیاز هستند. استانداردهای کیفیت و ایمنی وقتی ارتباط بیشتری پیدا می‌کنند که محصولات پرریسک فناوری نانو وارد بازار می‌شوند (بلاینـد و گاچ، ۲۰۰۹). همراه با تعداد ایجاد کارگروه‌های جدید کمیته‌های فنی موجود یا جدید، و نتایج شاخص در مورد مستندات استانداردسازی که بین سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۶ منتشر شده‌اند، می‌توان روندی را در راستای توسعه‌ی کاربردی مشاهده کرد. در خصوص موضوعات دیگر، ارزیابی‌های زیر انجام شد: نتایج فناوری‌های امنیتی، نشان از تقاضای بالا برای طبقه‌بندی‌های استاندارد، به‌ویژه، استانداردهای واژه‌شناسی دارد که علت آن را می‌توان به پیچیدگی و تنوع بالای جوامع مشارکت‌کننده نسبت داد. در فناوری زیستی و پزشکی و همچنین انرژی الکتریکی می‌توان نیاز به استانداردهای کیفیت و ایمنی و

استانداردهای سازگاری را تعیین کرد. تعجبی ندارد که در مورد خدمات نگهداری و تعمیر به‌خصوص، استانداردهای محصولات و خدمات، مهم هستند. این امر در مورد ابزارهای اندازه‌گیری نیز صدق می‌کند که استانداردهای اندازه‌گیری و آزمون و استانداردهای سازگاری مورد نیاز هستند. در فناوری‌های اپتیکی، وجود دیگر استانداردهای طبقه‌بندی و واژگان و همچنین استانداردهای انطباق ضروری است. برای سه موضوع باقی‌مانده‌ی انرژی، مهم‌ترین نیاز برآورد شد: واژه‌شناسی و استانداردهای طبقه‌بندی، استانداردهای اندازه‌گیری و آزمون، همراه با استانداردهای محصولات و خدمات مخصوص موضوع جابه‌جایی الکتریکی. در نهایت، برای کارایی منابع و انرژی، تمام استانداردها مورد نیاز هستند. این نتایج، نشان از ارتباط بین حوزه‌ی دانشی، نوع استاندارد صنعتی و توسعه‌ی فناورانه‌ی موضوع دارند.

این ارتباط در پرسش دیگر پرسش‌نامه نیز منعکس شده است. در این خصوص، از خبرگان خواسته شد تا پتانسیل کلی استانداردها را رتبه‌بندی کنند که بسته به موضوع، اولویت‌های مختلف را نشان داد. در موضوعات فناوری نانو، و فناوری زیستی و پزشکی، پتانسیل استانداردسازی رسمی، به بهبود همکاری میان پژوهشگران و توسعه‌دهندگان وابسته است. نتایج موضوع ابزارهای اندازه‌گیری دلالت بر شباهت‌ها دارد. اگرچه، برآوردهای این موضوع، نسبت به دو موضوع قبلی کمتر است، اما این برآوردها در اینجا نیز به‌کار می‌روند. به‌علاوه، وجود فعالیت‌های استانداردسازی در ابزارهای اندازه‌گیری و انرژی الکتریکی، به منزله‌ی اساس تحقیق و توسعه‌ی بیشتر است. این وضعیت در خصوص فناوری‌های امنیتی، فناوری‌های اپتیکی و جابه‌جایی الکتریکی نیز صدق می‌کند. به‌نظر خبرگان، نقش استانداردها در کارایی منابع، فراهم کردن قطعیت قانونی است. درباره‌ی انرژی الکتریکی، استانداردسازی راه‌کار مسائل فنی خاص محسوب می‌شود. هر دوی این جنبه‌ها با موضوعات انرژی و خدمات نگهداری و تعمیر ارتباط دارند.

به خاطر جهت‌گیری بین‌المللی برخی از حوزه‌های فناوری، فعالیت‌های استانداردسازی دیگر ارزش خود را در سطح ملی از دست داده‌اند. اگر چه، به‌نظر خبرگان، بعضی از جنبه‌های حوزه‌های امنیت، جابه‌جایی الکتریکی و انرژی الکتریکی، همچنان در سطح ملی کاربرد دارند، اما بیشتر موضوعات استانداردسازی را باید در سطح اروپا و بین‌المللی دنبال کرد.

۶ بحث و نتیجه‌گیری

در این مقاله، یک مکمل روش‌شناسی اثربخش برای رویکردهای کلاسیک دِلفی ارائه شده که خبرگان بیشتری را از طیفی بزرگ‌تر در بر می‌گیرد. ترکیب مطالعات کمی شاخص‌محور با بررسی‌های کیفی عمیق دِلفی موجب می‌شود، پیش‌بینی‌های نظام‌مندی راجع به زمینه‌های آینده‌ی توسعه‌ی علم و فناوری صورت بگیرد. رویکرد تکمیلی ارائه‌شده در این مقاله، مانند همه‌ی بررسی‌های دِلفی، برای شناسایی موضوعات مرتبط، به ارزشیابی‌های معتبر خبرگان وابسته است. از این‌رو، به شناسایی درست خبرگان بستگی دارد. امروزه، به‌واسطه‌ی آنکه نقش‌آفرینان جدیدی از کشورهای نوظهور وارد عرصه‌ی علم می‌شوند، چشم‌انداز نقش‌آفرینان و نهادها در علم و فناوری، روزبه‌روز شفاف‌تر می‌شود. از این گذشته، تحولات و توسعه‌ی بنیادینِ علوم و فناوری در واسطه‌های رشته‌های مختلف علمی و در فناوری‌های همگرا، ظهور می‌کند. در نتیجه، چالش شناسایی خبرگان "مناسب" رو به افزایش است. در این خصوص، تحلیل اطلاعات کتاب‌شناختی موجب تسهیل شناسایی همه‌ی نقش‌آفرینان و ذی‌نفعان ضروری می‌شود. البته، این کار مستلزم وجود مجموعه‌ای از شاخص‌های مسئله‌محور و بررسی‌های اولیه‌ی دقیق ذی‌نفعان مناسب است. از این‌رو، خبرگان دِلفی را باید از همه حوزه‌های مرتبط با آینده‌ی موضوعات خاص انتخاب کرد. به‌طورکلی، این روش برای آن دسته از کاربردهای پیش‌بینی مناسب است که هدف آن‌ها تحلیل تحولات و توسعه‌ی فناوری است. هر چند، انتقال ساده‌ی رویکرد روش‌شناسی به سایر حوزه‌های کاربردی کفایت نمی‌کند. پیاده‌سازی و اجرا، مستلزم انجام یک سری اصلاحات در مجموعه‌ی شاخص‌ها

است تا اطمینان لازم نسبت به وجود نتایج کافی برای پیش‌بینی حاصل شود.

دوره‌های مهم کیفی بررسی نیز امکان گردآوری موضوعات را از جوامع خبرگان متناظر، یعنی مراجع یافته‌های علمی اخیر، فراهم می‌آورد. علاوه‌بر این، جمع‌آوری این موضوعات خاص، نیازمند تلاش بیشتر است. از این گذشته، رویکرد ارائه شده در این مقاله، برای شناسایی پاسخ‌دهندگانی با خبرگی و تبحر ضروری، مناسب است. بسته به حوزه‌ی دانش و موضوع خاص، به طور میانگین امکان شناسایی ۱۴ تا ۴۸ درصد از خبرگان دارای خبرگی بالا میسر شد. البته موضوعاتی نیز وجود دارد که هیچ یک از ذی‌نفعان، خبرگی فنی لازم را درباره‌ی آن نداشتند، حتی اگر آن موضوعات، نتیجه‌ی دور کیفی بررسی بودند. این مسئله، نشان از آن دارد که تعداد معدودی از خبرگان در این حوزه‌ها فعال هستند. چه بسا، در حوزه‌های جدید و نوظهور، خبرگان کافی برای ارائه‌ی دانش فنی وجود نداشته باشند. گفتنی این‌که هر چه موضوع پیش‌بینی خاص‌تر باشد، تعداد خبرگان موجود کمتر خواهد بود. در این موارد، رویکرد منتخب می‌تواند محدودیت آن را پوشش دهد.

بنابراین، ممکن است روش‌های جایگزین به شناسایی خبرگان مناسبِ دارای ویژگی‌های مطلوب کمک کنند. برای همین، روش‌هایی مانند رویکرد گلوله‌برفی استفاده شده است: کار با چند تن از خبرگان مستقل آغاز می‌شود و در ادامه، خبرگان دیگر به کمک نقاط تماس جدید شناسایی می‌شوند. هر چند، این رویکرد مستلزم زمان و اقدامات پژوهشی زیادی است. برای همین، ممکن است در برخی موارد، بهتر باشد که جایگزین‌های احتمالی را محدود کنیم. این امر به ویژه در مواردی صدق می‌کند که ویژگی‌های مطلوب بسیار نادر هستند. در چنین مواردی، باید از رویکردهای بهبود سامانه‌ی گلوله‌برفی استفاده کرد تا هزینه‌های غربال‌گری کاهش یابد. یکی از این روش‌ها، رویکرد فون هیپل[59] و همکارانش (۲۰۰۹) است. البته، این رویکرد هم نوعی سامانه‌ی گلوله‌برفی است که در آن فقط خبرگانی با خبرگی بالا توصیه می‌شوند. اما برای شناسایی معروف‌ترین خبرگان یک حوزه‌ی دانشی مناسب به نظر می‌رسد. علاوه بر این، برنامه‌های نرم‌افزاری، راه‌هایی ساده برای تحلیل کتاب‌سنجی به‌عنوان مکمل غربال‌گری‌های ساده ارائه می‌دهند. به ویژه اینکه، تحلیل‌های شبکه هم حوزه‌های مشابهی از کاربرد را ارائه می‌دهند. نگاه دقیق‌تر به مجموعه‌ی شاخص‌ها نشان می‌دهد که تعداد شاخص‌ها در سمتِ فشار فناوری بیشتر است. اگر چه انتخاب ذی‌نفعان از سمتِ کاربران و حتی مصرف‌کنندگان، سخت‌تر است، اما بسط روش به طرف این شاخص‌ها ضروری می‌نماید. این مسئله در خصوص نمایندگان سازمان‌های عمومی و نهادهای تنظیمی صدق می‌کند. از این گذشته، رویکردهای کمی ساده برای نشان‌دادن تحولات و توسعه‌ی فناوری‌های خاص در حوزه‌های دانشی کافی نیستند. در چنین مواردی، داده‌های شاخص شامل اطلاعات بیشتری راجع به جدیدترین فناوری‌ها در عرصه‌ی علم و فناوری و همچنین داده‌های خُرد دیگر هستند که اطلاعات بیشتری درباره‌ی توسعه و تحولات مربوط به محتوا ارائه می‌دهند. چه‌بسا، این اطلاعات که به‌صورت نظام‌مند گردآوری می‌شوند، به شناسایی زمینه‌های بالقوه‌ی جدید علم و فناوری کمک کنند. برای مطالعه‌ی تحولات و توسعه‌ی کلی فناوری و شناسایی جوامع پژوهشی مهم، روش‌ها و ابزارهای دیگری نظیر متن‌کاوی با هدف تحلیل فراوانی کلمات و وقوع هم‌زمان برای ارزشیابی نزدیکی محتوا و همچنین تحلیل‌های استنادی مفید می‌نمایند.

در تحلیل‌های اولیه، فقط امکان شناسایی تعداد محدودی از تجربیات غیرنظام‌مند پیش‌بینی درباره‌ی اولویت‌های آینده‌ی تنظیم مقررات و استانداردها وجود دارد (بلایند، ۲۰۰۸). اگر چه، روش دِلفی شباهت‌های زیادی با فرایند استانداردسازی دارد، اما تاکنون نبودِ کاربردهای مرتبط در این حوزه، احساس شده است. حتی اگر کاربرد روش دِلفی چندین موضوع عملی را مطرح می‌کرد، مفیدبودن ترکیب این روش با رویکرد شاخص‌محور به این حوزه‌ی کاربردی جدید محدود می‌شد. همان‌طور که پیش‌تر شرح داده شد،

59. von Hippel

خبـرگان در مقایسـه بـا افـراد غیرخبـره کمتـر نظـر خـود را تغییـر می‌دهنـد. بـرای ارزشـیابی کلـی امـکان کاربـرد روش دِلفـی در پیش‌بینـی استانداردسـازی، ایـن رویکـرد بـر فرضیـه‌ای اسـتوار می‌شـود مبنـی بـر ایـن کـه اعضـای پانـل بـا خبرگـی بـالا، نسـبت بـه افـراد غیرخبـره، بیشـتر در ارزشـیابی‌های اول خـود درسـت عمـل می‌کننـد (رجـوع کنیـد بـه وودنبـرگ (۱۹۹۱)). بـا وجـود موضوعـات عملـی، ماننـد، نـرخ پاییـن پاسـخ‌گویی، ایـن فرضیـه بـر امـکان کاربـرد روش دِلفـی دلالـت دارد. از نقطـه نظـر روش‌شناسـی، اگـر روش دِلفـی درسـت بـه‌کار رود، موجـب بهبـود دقـت بـرآورد و سـطح اجمـاع می‌شـود. بـرای کاربـرد ایـن رویکـرد، بایـد ملاحظـات عملـی را نیـز درنظـر گرفـت. بایـد توجـه داشـت کـه روش دِلفـی بـه خـودیِ خـود اجمـاع را به‌وجـود نمـی‌آورد. ایـن مسـئله، به‌ویـژه در خصـوص موضوعاتـی بـا عـدم قطعیـت بـالا صـدق می‌کنـد. واگرایـی، نشـان از حوزه‌هـای مهـم متناقـض دارد کـه بـه افزایـش نیـاز بـه بحـث یـا مسـائل فنـی دلالـت دارد. در مـواردی کـه سـطح جزئیـات بسـیار زیـاد اسـت، ارتباطـات و شـباهت‌های بیـن تک‌تـک پاسـخ‌دهندگان را فقـط تعـداد معـدودی از خبـرگان درک می‌کننـد. از ایـن‌رو، رویکـرد انتخابـی، امـکان شناسـایی موضوعـات بسـیار خـاص استانداردسـازی آینـده را فراهـم مـی‌آورد. هـدف اصلـی ایـن بررسـی، پیش‌بینـی زمـان دقیـق وقـوع پدیده‌هـا نبـوده، بلکـه شناسـایی اولویت‌هـای آغـاز استانداردسـازی در موضوعـات خـاص بـوده اسـت. مسـائل اسـتقرار و پیاده‌سـازی از خـود موضـوع استانداردسـازی ناشـی می‌شـوند. همان‌طـور کـه در فرایندهـای معمـول استانداردسـازی، بررسـی‌های متمرکـز بـر استانداردسـازی بـا موانعـی مشـابه در مشـارکت مواجـه می‌شـوند. در اینجـا، به‌ویـژه نبـودِ دانـش، زمـان و شـفافیت در سـاختار و توسـعه‌ی رویه‌هـای اسـتاندارد، از دلایـل تعیین‌کننـده‌ی عدم‌مشـارکت هسـتند (دو وِریـس و همـکاران، ۲۰۰۳). در نتیجـه، هـدف ایـن مطالعـه، افزایـش آگاهـی نسـبت بـه ارتبـاط استانداردسـازی بیـن ذی‌نفعـان مرتبـط بـوده اسـت. علاوه‌بـر ایـن، برخـلاف رویکـرد کلاسـیک دلفـی بـا یـک چشـم‌انداز بلندمـدت ۲۵ سـاله یـا بیشـتر، پیش‌بینـی استانداردسـازی بـر دوره‌هـای کوتاه‌تـر تمرکـز می‌کنـد. دوره‌ی زمانـی اساسـاً بـه فعالیت‌هایـی بسـتگی دارد کـه بایـد در ۱۰ سـال بعـدی، طرح‌ریـزی شـوند.

پیوست الف:

جدول۶: میانگین دوره‌ی زمانی استانداردسازی در حوزه‌های موضوعی مختلف

فناوری نانو	فناوری ایمنی	فناوری زیستی و پزشکی
ذرات نانو، پودر نانو و پوشش‌های نانو	مدیریت بحران	تشخیص رایانه‌ای، تشخیص پزشکی
اندازه‌گیری، تحلیل و آزمون	حسگرها و آشکارسازها	برنامه‌ریزی درمان و پایش درمان
اثرات بر سلامت	الگوریتم‌ها، شبیه‌سازی	مداخله و جراحی با حداقل تخریب
اثر بر ایمنی	فناوری امنیت زیست‌سنجی	فناوری پزشکی برای درمان نازایی
نگرانی‌های محیطی	تصدیق صحت	مدل‌سازی و شبیه‌سازی
استانداردهای محصول و فرایند	حریم خصوصی، محافظت در برابر سوءاستفاده از اطلاعات	بهداشت الکترونیک
حوزه‌ی کاربرد: غذا		روبات‌ها
حوزه‌ی کاربرد: فناوری‌زیستی، پزشکی و مواد آرایشی و بهداشتی	اطلاعات و ارتباطات	سایر تجهیزات و ملزومات پزشکی
حوزه‌ی کاربرد: فناوری اطلاعات و ارتباطات و الکترونیک	امنیت کالاها حمل، جابه‌جایی و نقل مکان	توسعه‌ی دارو ریزسامانه‌ها و ریزالکترونی
حوزه‌ی کاربرد: پژوهش مواد	محافظت از خود	فناوری نانو
حوزه‌ی کاربرد: صنعت خودرو	بهداشت و سلامت پزشکی	مواد جدید
حوزه‌ی کاربرد: مکمل‌های کشاورزی	محافظت محیطی و شهری	بهداشت و ایمنی
مکمل‌ها	مکمل‌ها	خدمات پزشکی
کارایی منابع	**خدمات نگهداری و تعمیر**	**ابزارهای اندازه‌گیری**
مدیریت نگهداری و تعمیر	فناوری‌های تولید کارآمد برق	دوربین‌ها و حسگرهای مخصوص آزمون و سنجش خواص فیزیکی
فرایندهای هسته‌ی کسب وکار خدمات صنعتی		

خدمات بازرسی، نگهداری و تعمیر	انرژی جایگزین و تجدیدپذیر	رویه‌ها و تحلیل
خدمات نگهداری و تعمیر مخصوص وسایل نقلیه	مدیریت پسماند، تصفیه‌ی آب فاضلاب، پیش‌گیری، بازیافت و مواد بازیافتی	ابزارهای ناوبری، هواشناسی، زمین‌شناسی و ژئوفیزیک
تامین قطعات یدکی ، مدیریت قطعات یدکی، عملکرد و مواد کمکی	مواد و انرژی حاصل از پسماند	واسطها و ارتباطات
سامانه‌های نگهداری و تعمیر مانند پایش شرایط، تشخیص ماشینی، نگهداری و تعمیر سیار و از راه دور	فرایندهای صنعتی و توسعه‌ی محصول	حوزه‌ی کاربرد: خودروسازی
	خانوارها و نشانه‌گذاری پایانه‌ها	حوزه‌ی کاربرد: اپتیک، پوشش‌ها، روکش‌ها
	سامانه‌های آب‌رسانی و فاضلات	حوزه‌ی کاربرد: ساخت و ساز ساختمان‌ها
تجهیزات اندازه‌گیری و پایش، حسگرها و فناوری اتوماسیون	ساخت و ساز ساختمان‌ها	
ایمنی		

انرژی	فناوری‌های اپتیکی	جابجایی الکتریکی
انرژی	روشنایی و لامپ‌ها	نیروهای محرکه
توازن انرژی	روشنایی ساختمان، فضای بیرون و مسیرها	ذخیره‌سازی انرژی الکتروشیمیایی
موتورها، مبدل‌های انرژی و سوخت	چراغ‌های ایمنی و هشدار	اجزای موتور
ذخیره‌سازی انرژی	نمایشگر و فناوری‌های نمایشگر	اجزای کارآمد وسایل نقلیه
موتورهای الکتریکی، ژنراتورها و مبدل‌ها، و سایر اجزا	فناوری حسگر و سنجش اپتیکی	منبع تغذیه و اجزای زیرساخت شبکه
	الزامات اندازه‌گیری	
برداشت انرژی	فناوری حسگر و اندازه‌گیری اپتیکی در رباتیک و هوافضا	سامانه‌های کمک پیشران بهینه‌سازی انرژی
کمپرسورها و پمپ‌ها		اجزای ایمنی و امنیت
اجزای مدار	فناوری ساخت و تولید	سلول‌های سوختی
سیم‌ها، لوله‌ها و کابل‌های برق	فناوری‌های اپتیکی سلامت و پزشکی	
	فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات	
	وسایل نقلیه پوشش‌دهی‌ها	

انرژی الکتریکی
تمرکززدایی تولید انرژی
مدیریت سامانه‌ها
شبکه‌های حمل و نقل انرژی
ذخیره‌سازی و تبدیل انرژی
تجهیزات اندازه‌گیری انرژی در سطح تولیدکننده
وسایل اندازه‌گیری در سطح خُرد
تجهیزات مصرفی
انرژی جایگزین

مرجع

1. Goluchowicz, Kerstin Martina, (2012). Standardization Foresight – An Indicator-Based, Text Mining And Delphi Method, Essay 3, Identification of Future Fields of Standardisation – An Explorative Application of the Delphi Methodology, Berlin.