شناسایی حوزه‌های آینده‌ی استانداردسازی: روش‌شناسی و تجربیات عملی

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

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۱/۲۳
تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۲/۲۰

چکیده:

این مقاله به توصیف روش‌شناسی آینده‌نگاری استانداردسازی می‌پردازد که برای نهاد استانداردسازی آلمان[1] توسعه داده‌شده تا به‌صورت نظام‌مند، کار شناسایی موضوعات نوآورانه‌ی استانداردسازی را با مشارکت جامعه‌ی علمی و پژوهشی انجام دهد. تاکنون، نهادهای رسمی استانداردسازی تلاش‌های نظام‌مندی را برای اجرای این‌گونه مطالعات آینده‌نگاری انجام نداده‌اند. این رویکرد با ترکیب‌کردن تحلیل کمی رایانه‌ای شاخص‌های علم و فناوری (مانند کاربردهای ثبت اختراع، نشریات علمی و غیره) و پیمایش‌های مبتنی‌بر روش دِلفی، به شناسایی جنبه‌های آینده‌ی استانداردسازی در زمینه‌های نوآورانه‌ی پویا می‌پردازد. برای نشان‌دادن رویکرد کلی روش‌شناسانه، این مقاله، توصیف مفصلی از نتایج رویکرد مبتنی بر شاخص و پیمایش دلفی را در حوزه‌ی فناوری نانو ارائه می‌دهد.

واژگان کلیدی:

آینده‌نگاری استانداردسازی، دلفی، شاخص‌های علم و فناوری، فناوری نانو

۱ مقدمه

بیشتر روش‌های رایانه‌ای آینده‌نگاری و پیش‌بینی، رویکرد توصیفی مبتنی بر داده‌های گذشته را دنبال می‌کنند تا با اصلاح گذشته به آینده برسند. در این میان، ابزارهای جدید و بهسازی‌های روزافزون روش‌شناسانه، امکان تحلیل گسترده‌ی مبتنی بر مجموعه‌های بزرگ داده‌ای را فراهم می‌آورند. این مقاله، روشی را معرفی می‌کند که ترکیبی از پیمایش‌های برخط[2] کیفی دلفی با تحلیل‌های کمّی داده‌های شاخص جهت توصیف فعالیت‌های انجام‌شده در علم و فناوری است. برای شناسایی روندهای بالقوه‌ی استانداردسازی دانش‌بنیان، روش‌های متن‌کاوی و بازیابی اطلاعات به کمک فیلترهای متنی و قاموس‌ها[3] به‌کار می‌روند تا داده‌ها را تحلیل کرده و تحلیل کتاب‌سنجی مؤلف را برای شناسایی خبرگان انجام دهند. با مشارکت نقش‌آفرینان مرتبط پژوهشی برای کمک به ارزیابی فرایندهای آینده‌ی استانداردسازی، هدفِ دستیابی به یکپارچه‌سازی فعالیت‌های تحقیق و توسعه و استانداردسازی دنبال می‌شود.

مثال فناوری نانو نشان از آن دارد که رهبری تحقیق و توسعه‌ی یک کشور در حوزه‌ی خاصی از علم و فناوری لزوماً به فعالیت‌های به‌موقع و موفق استانداردسازی در آن حوزه نمی‌انجامد، که چه بسا به نوبه‌ی خود بر موفقیت فنی کشور مورد نظر تأثیر می‌گذارد. اگرچه، آلمان در چند سال گذشته، یکی از جایگاه‌های پیشرو را در حوزه‌ی علمی فناوری نانو به خود اختصاص داده، اما برخلاف دیگر کشورها یا سازمان‌های استانداردسازی اروپایی و بین‌المللی که کار استانداردسازی را خیلی زودتر آغاز کرده‌اند، نتوانسته این جایگاه برتر را به یک جایگاه پیشرو در فعالیت‌های استانداردسازی تبدیل کند؛ از این گذشته، شواهد تجربی مربوط به فاصله‌ی زمانی بین فعالیت‌های پژوهشی آلمان و تلاش‌های استانداردسازی آن نسبت به آغاز فعالیت‌های استانداردسازی در ایالات متحده آمریکا و انگلستان وجود دارد (بِلایند[4] و گاش[5]، ۲۰۰۹). روش و برخی یافته‌های رویکرد آینده‌نگاری که در بافتار پروژه‌ی **نوآوری با هنجارها و استانداردها**[6] برای شناسایی حوزه‌های آینده‌ی استانداردسازی از سوی

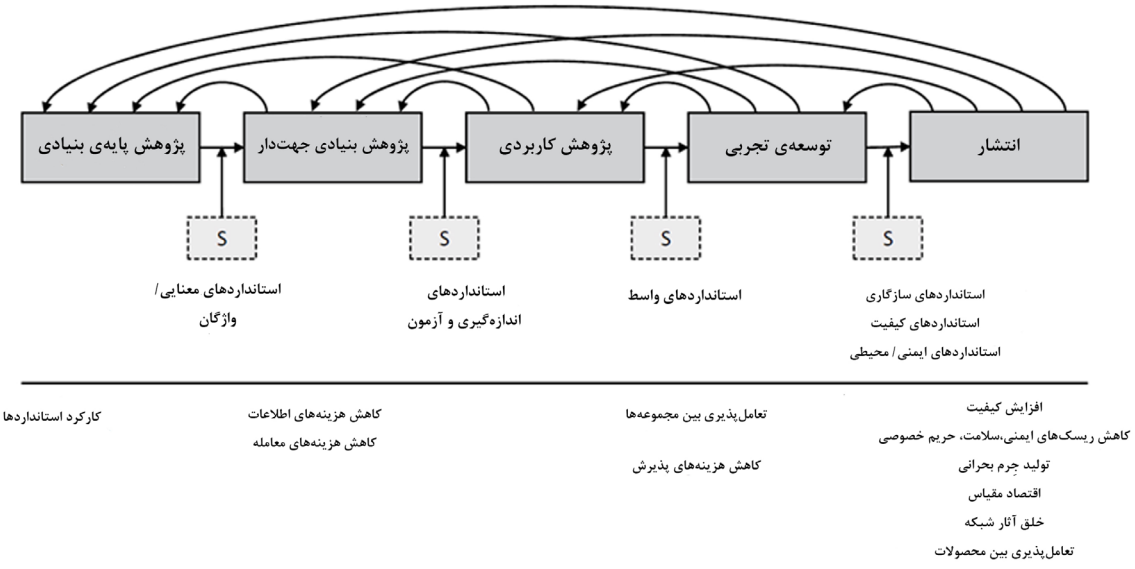
* دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشگاه مالک‌اشتر، تهران، ایران
** دکتری مدیریت تکنولوژی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران
*** کارشناسی ارشد، مترجمی زبان انگلیسی،

1. German Institute for Standardisation e.V. (DIN)
2. online
3. Thesaurus
4. Blind
5. Gauch
6. INS

نهاد استانداردسازی آلمان[۷] توسعه یافته است، با تعیین یکی از راه‌های ممکن آینده‌نگاری استانداردسازی ارائه می‌شود. در گام اول، شاخص‌های علم و فناوری برای ارزشیابی و «پیش‌بینی» تحولات علمی و فناورانه به‌کار می‌روند به‌طوری که می‌توان نتایج آن را مبنای قضاوت‌های آگاهانه راجع‌به منابع آینده و تصمیمات راهبردی قرار داد. در گام دوم، یک پیمایش دلفی برای شناسایی موضوعات خاص استانداردسازی، شکل گونه‌های استانداردسازی آینده و ساختار تقاضا انجام می‌شود. ترتیب مطالب این مقاله به‌صورت زیر است:

۱-۱ استانداردها و نوآوری

استانداردها، نقش مهمی در فرایند تحقیق و توسعه‌ی نوآوری‌های فناورانه ایفا می‌کنند. همان‌طور که بلایند و گاش (۲۰۰۹) شرح داده‌اند، استانداردهای مختلف با مراحل خاصی از فرایند تحقیق و توسعه ارتباط دارند. بررسی فناوری‌های نوین، نیازمند وجود استانداردهای واژگان در پژوهش بنیادین است تا امکان ارتباط کارآمد را درون جامعه‌ی پژوهشی فراهم آورده، یا آن را تسهیل نماید. این استانداردها، نقشی حیاتی در انتقال دانش از پژوهش بنیادین به پژوهش بنیادین جهت‌دار و پژوهش کاربردی ایفا می‌کنند. علاوه بر این، وجود استانداردهای اندازه‌گیری و آزمون نیز برای انتقال مذکور لازم است زیرا امکان پیشرفت به‌سوی تحولات مبتنی بر محصول را فراهم می‌آورد. استانداردهای واسط[۸]، شکاف بین پژوهش کاربردی و توسعه‌ی تجربی فرایندها و محصولات جدید را پُر می‌کنند و در نتیجه، تعامل‌پذیری اجزای به‌کار رفته در فناوری محصول یا فرایند را امکان‌پذیر می‌سازند. از این گذشته، وجود آن‌ها برای اشاعه‌ی نوآوری در برنامه‌های کاربردی شبکه نیز ضروری است. استانداردهای سازگاری[۹]، موجب تسهیل گذار از مرحله‌ی تولید نمونه‌ی اولیه به تولید انبوه شده و اطمینان لازم را نسبت به تعامل‌پذیری میان محصولات فراهم می‌آورند. در نهایت، استانداردهای کیفیت[۱۰] تضمین می‌کنند که محصولات با کمینه الزامات ایمنی انطباق دارند. شکل (۱) نقش‌های مختلف استانداردها را در فرایند پژوهش و نوآوری نشان می‌دهد.



شکل ۱: استانداردها در فرایند پژوهش و نوآوری (بلایند و گاش، ۲۰۰۹)

7. DIN
8. Interface Standards
9. Compatibility Standards
10. Quality Standards

این مدل تلفیقی از مراحل مختلف استانداردسازی است و چگونگی ارتباط گونه‌های مختلف استاندارد را با مراحل خاص فرایند تحقیق و توسعه نشان می‌دهد. به گفته‌ی سوآن[11] (۲۰۰۲)، همه‌ی این استانداردهای مختلف با کارکردهای اقتصادی در ارتباط هستند. به‌عنوان مثال، امکان دارد استانداردهای واژگان یا اندازه‌گیری و آزمون به‌دلیل کاهش قابل ملاحظه‌ی هزینه‌های مبادله به افزایش منافع مورد انتظار منجر شوند یا اینکه ممکن است میزان سود نسبت به مقیاس، به افزایش سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه منتهی شود و یا کمینه اطمینان لازم را نسبت به بازگشت سرمایه به‌وجود آورد. نتیجه‌ی این امر، تأثیری است که در مورد استانداردهای بین‌المللی و اروپایی از مرزهای ملی فراتر می‌رود.

به گفته‌ی بِلاینـد (۲۰۰۴)، به‌وجود آمدن آثار اقتصادی مثبت، مستلزم آن است که نوآوری‌های محصولی و فرایندی با موفقیت وارد بازار شده، اشاعه داده شوند. البته، وجود یک نظام استانداردسازی کارا، موجب تقویت این اشاعه می‌شود. این امکان برای استانداردهای کیفیت نیز وجود دارد که با حل‌کردن مسئله‌ی تعریف ذهنی کیفیت و تعریف نقاط بنیادین کیفیت به این اشاعه کمک می‌کنند (لیفارد[12]، ۱۹۹۸؛ بِلاینـد، ۲۰۰۴). بِلاینـد (۲۰۰۴) چنین استدلال می‌کند، نوآوری‌های محصولی و فرایندی که کمینه الزامات استانداردهای ایمنی و کیفیت موجود را برآورده می‌سازند، اصولاً با ریسک‌های کمتری در بازار مواجه هستند. محصولات استاندارد، تقارن اطلاعاتی بیشتری در ویژگی‌های محصول و کیفیت دارند، برای همین، مشتریان نیز اعتماد و تمایل بیشتری برای پرداخت مالی نشان می‌دهند (بِلاینـد، ۲۰۰۴). در نتیجه، احتمال اینکه بازار این محصولات جدید را بپذیرد خیلی بیشتر است. فاس[13] (۱۹۹۶) نیز بیان می‌کند که استانداردهای خاص متعلق به روتین‌های تولید، به‌طور غیرمستقیم به خریداران امکان می‌دهد محصولاتِ فروشندگان مختلف را با هم مقایسه کنند، زیرا آن‌ها فقط قادرند استانداردها را با یکدیگر مقایسه کنند.

از این گذشته، استانداردسازی زمینه‌های تولید انبوه را فراهم کرده، هزینه‌ها را کاهش می‌دهد که حاصل آن کاهش قیمت است، برای همین، موجب بزرگ‌تر شدن گستره‌ی بالقوه‌ی مصرف‌کنندگان همراه با مزیت اضافی در فعالیت‌های تحقیق و توسعه می‌شود (بِلاینـد، ۲۰۰۴). هزینه‌های مبادله نیز نقش مهمی در توسعه و اشاعه‌ی محصولات ایفا می‌کند (فاس، ۱۹۹۶؛ دِیوید[14]، ۱۹۸۷). بِلاینـد (۲۰۰۴) می‌گوید استانداردهای فنی می‌توانند به شیوه‌های مختلف بر تحولات فنی اثر بگذارند. چه بسا استانداردهای موجود با فناوری‌ها و محصولات جدید رقابت نمایند؛ فناوری‌ها و محصولاتی که برای مصرف‌کننده، آشنا هستند. این استانداردها می‌توانند از میزان تنوع احتمالات فناوارانه بکاهند، یعنی، تنوع محصولات و در نتیجه انتخاب مصرف‌کننده را محدود کرده، امیال فردی مشتریان را درنظر نمی‌گیرند (واکِر[15]، ۱۹۹۶؛ بِلاینـد، ۲۰۰۴). باید توجه داشت که استانداردسازیِ انعطاف‌ناپذیر و نادرست می‌تواند موجب سخت‌شدن وضعیت فناوری یا پدیده‌ی قفل‌شدگی توسعه‌ی فناوری در سطح اکتساب پیشین شود (بِلاینـد، ۲۰۰۴؛ لوکس، ۱۹۶۸).

ورود فناوری یک کشور به حوزه‌ی استانداردهای بین‌المللی می‌تواند موجب افزایش تجارت در سطح آن کشور شود ،که خود، باعث تثبیت پارادایم‌های فناورانه شده و در نتیجه از منظر رهبری فناورانه، مزایای بلندمدتی برای آن کشور به ارمغان می‌آورد. بنابراین، مزایای خاص مربوط به یک کشور، تحت تأثیر فناوری‌هایی خواهد بود که وارد استانداردها شده‌اند، به‌ویژه، وقتی این استانداردها در سطح اروپا یا جهان تولید می‌شوند. از این‌رو، استانداردها و استانداردسازی به یک موضوع سیاستی تبدیل می‌شوند.

۱-۲ معیارهای آینده‌نگاری

آینده‌نگاری با هدف شناسایی زمینه‌های نویدبخش آینده در حوزه‌ی علم و فناوری به‌منظور حمایت از تحقیق و توسعه و سیاست نوآوری، قدمتی طولانی دارد. در واقع، بیشتر، نهادهای ملی تأمین مالیِ پژوهش، اقدام به انجام مطالعات آینده‌نگاری کرده‌اند (بِلاینـد و همکاران، ۱۹۹۹). با این وجود، نهادهای استانداردسازی هنوز مشارکت نظام‌مند و مداومی در این مطالعات

11. Swann
12. Liphard
13. Foss
14. David
15. Wölker

نداشته‌اند. به‌منظور شناسایی تحولات نوآورانه‌ی فناوری، روش‌های آینده‌نگاری و پیش‌بینی آینده تجزیه‌وتحلیل شدند و امکان کاربرد آن‌ها در یافتن حوزه‌های آینده‌ی استانداردسازی بررسی شد تا در نتیجه، یک رویکرد مناسب، توسعه یابد. علاوه بر این، پیمایشی روی فعالیت‌های پیش‌بینی ۱۴ نهاد ملی استانداردسازی اروپا در کارگروه کمیته‌ی استانداردسازی اروپا موسوم به CEN/STAR انجام شد که موضوع آن واسط بین پژوهش و استانداردسازی رسمی مربوط به کاربرد روش‌های متداول آینده‌نگاری و سایر منابع اطلاعاتی بود. شکل (۲)، یافته‌های این مطالعه را نشان می‌دهد که دلالت بر رایج‌ترین روش‌های شناسایی ابعاد جدید استانداردسازی دارند: یعنی، کارگاه‌های خبرگان، پرسش‌های نظام‌مند از مشتریان، تحلیل کتاب‌شناسی و تحلیل نشریات، جستجوی اینترنتی و تکنیک‌های خلاق. کارگاه‌های خبرگان و شبکه‌های خبرگان، منابع اصلی اطلاعاتی هستند. کاربرد پیمایش‌های دلفی، که به‌ندرت استفاده می‌شوند، در جوامع علمی و پژوهشی، به‌همراه روش شاخص‌مدار، بدان‌گونه که در این مقاله شرح داده‌شده، رویکردی جدید و یک بسط روش‌شناسانه برای روش‌های کاربردی متداول است.

شکل ۲: نتایج پیمایش بین اعضای هیئت CEN/STAR. روندنمای بالا: کاربرد روش‌های آینده‌نگاری در شناسایی حوزه‌های آینده‌ی استانداردسازی. روندنمای پایین: کاربرد منابع اطلاعاتی (N=۲۸ در ۱۴ کشور)

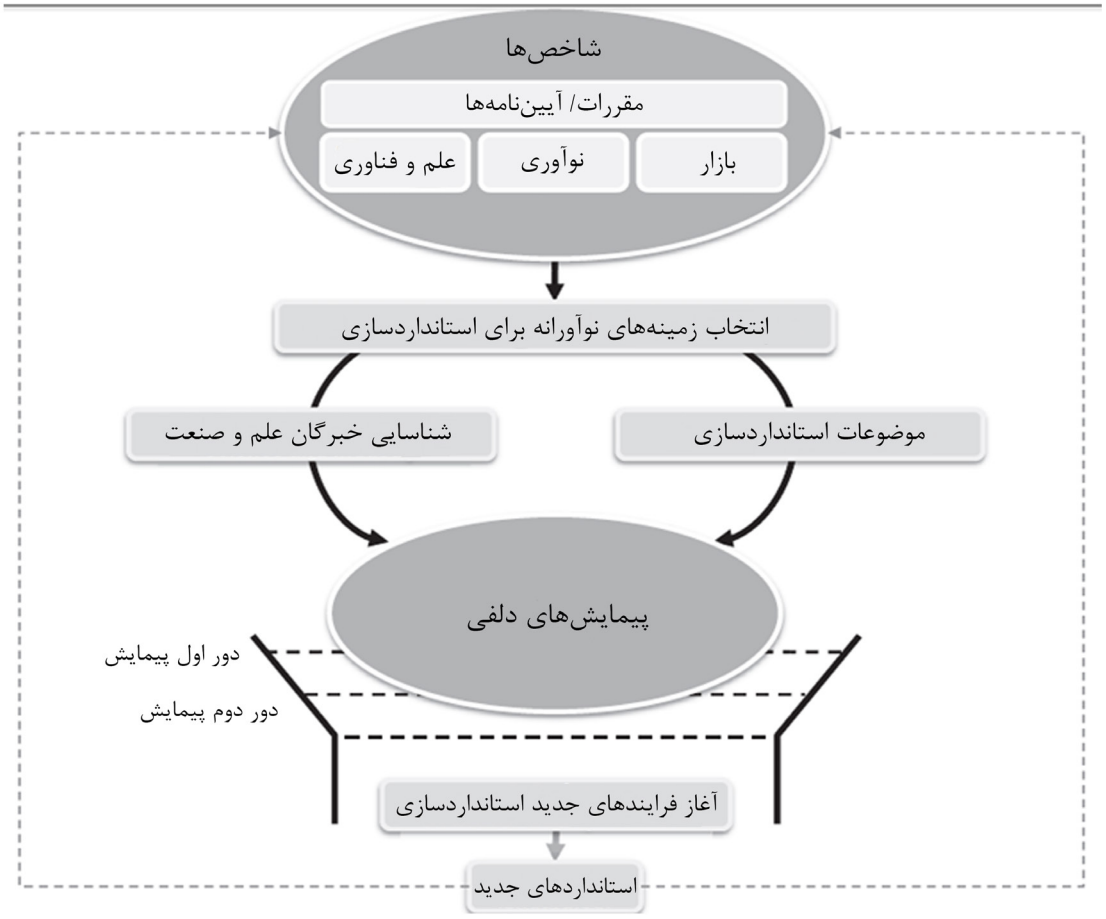
۳-۱ روش و پیشینه‌ی مفهومی

از روش‌های آینده‌نگاری می‌توان برای اعلان آن دسته از خط‌مشی‌های تحقیق و توسعه استفاده کرد که هدفشان ترویج نوآوری‌های مبتنی بر استاندارد است تا حوزه‌های آینده‌ی استانداردسازی را با در نظر گرفتن تحولات جدید علم و فناوری شناسایی کنند. اهمیت برنامه‌ی زمانی استانداردسازی وقتی بیشتر می‌شود که با فناوری‌های نوظهور سر و کار داریم؛ فناوری‌هایی که نویدبخش مزایای قابل‌توجهی در آینده هستند. تعامل تنگاتنگ میان پژوهش و استانداردسازی، به‌ویژه در حوزه‌های مختلف فناوری‌های نوظهور و اهمیت گونه‌های مختلف استانداردها مستلزم اتخاذ رویکرد آینده‌نگاری یکپارچه و کنش‌گرایانه است. هرچند، از نقطه‌نظر نویسندگان این مقاله، رویکردهای کمّی ساده و به‌کارگیری تنها یک روش آینده‌نگاری، با در نظر گرفتن ابعاد مختلف پیچیده و مسیر تحولات فناورانه و کارکردهای چندگانه‌ی استانداردها در فرایند پژوهش و نوآوری، کافی نیست. ترکیب رویکرد کمّی شاخص‌محور و تحلیل کیفی توسعه‌ی فناورانه به‌همراه پیمایش دلفی، موجب بهبود یافته‌های پیمایش می‌شود. به بیان دقیق‌تر، شناسایی ذی‌نفعان یا کاربران آینده‌ی استاندارد در حوزه‌های نوظهور، موجب افزایش هر چه بیشتر اثربخشی روش دلفی می‌شود. به واسطه‌ی پیشینه روش‌شناسی، پیشنهاد این مقاله برای تعیین تقاضاهای استانداردسازی در چرخه‌ی عمر نوآوری یا مدل‌های اشاعه‌ی آن‌ها و همچنین نقش گونه‌های مختلف استانداردها در فرایند پژوهش، تکیه بر رویکرد مفهومی است. در اینجا، به مدل به اصطلاح خطی نوآوری ارجاع داده می‌شود که جریان‌های دانش را به شیوه‌ای به نسبت آسان مدل‌سازی کرده، از پژوهش بنیادین و کاربردی به سوی توسعه‌ی محصول و از آن هم به سمت بازاریابی و اشاعه‌ی نوآوری‌ها به شیوه‌ای نسبتاً روشن پیش می‌رود (سالو و کالز[16]، ۲۰۰۳؛ سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی[17]، ۱۹۹۷). گفتنی اینکه، افزایش ورودی‌های علمی، موجب افزایش ترتیبی تعداد فناوری‌ها و نوآوری‌های جدید می‌شود (کلارک و گای[18]، ۱۹۹۸). اگر چه فرایند نوآوری، حاصلِ تعاملات پیچیده‌ی بین نقش‌آفرینان در نظام نوآوری و حلقه‌های بازخورد مراحل مختلف (سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی، ۱۹۹۷) و محدودیت‌های معمول (مارتین[19] و جانستون[20]، ۱۹۹۸) و کنارگذاشتن مدل خطی به نفع مدل‌های بسیار پیچیده‌تر است، مدل پیشنهادی این مقاله، ابزاری مفید برای بررسی و ساده‌کردن ساز و کارهای استانداردها در فرایند نوآوری است. از این گذشته، برای ارائه‌ی نمونه‌ای مناسب برای فعالیت‌های مختلف مراحل ترتیبی فرایند تحقیق و توسعه، یک نظام شاخص‌های علم و فناوری (رجوع کنید به گِراپ[21]، ۱۹۹۷) به‌همراه شاخص‌های دیگری با هدف شناسایی حوزه‌های رو به رشد علم و فناوری استفاده می‌شود. با فرض اینکه، وابستگی نزدیکی میان توانمندی‌های پژوهش و نوآوری وجود دارد، این حوزه‌های رو به‌رشد و پویا مستلزم انجام کارهای استانداردسازی در آینده هستند. شرح برخی از بخش‌های این ارائه از فرضیات پایه‌ای اقتصادی و اصول مقدماتی نظری، در نوشته‌های بِلایند (۲۰۰۸) و بِلایند و گاش (۲۰۰۹) آمده است؛ این پژوهشگران پیشینه‌ی نظری را هر چه بیشتر توسعه داده‌اند.

روشی که در این مقاله ارائه می‌شود مبتنی بر ترکیبی از تحلیل شاخص‌های علم و فناوری به‌همراه سایر شاخص‌ها و پیمایش‌های دلفی برخط است. در گام اول، دو شاخص مقدماتی (یعنی، درخواست‌های ثبت اختراع و نشریات علمی) و چندین شاخص دیگر تحلیل شدند. تحلیل آماری این شاخص‌های نوآوری به شناسایی حوزه‌های آینده‌ی رشد علم و فناوری انجامید که طی آن آلمان می‌تواند جایگاه پیشرو را کسب کند و احتمال دارد تقاضای آینده برای استانداردسازی افزایش یابد. از آنجا که، در حالت مطلوب، فعالیت‌های پژوهشی مقدم بر فعالیت‌های استانداردسازی هستند، امکان دارد شاخص‌های متناظر، نقش سامانه‌ی هشدار سریع را در حوزه‌های نوظهور علم و فناوری برای تقاضاهای استانداردسازی ایفا کنند. پس از آن، پیمایش‌های تفصیلی دلفی انجام می‌شود که به تحلیل گونه‌های خاص استانداردسازی مورد

16. Salo & Cuhls
17. OECD
18. Clark & Guy
19. Martin
20. Johnston
21. Grupp

نیـاز در موضوعـات فنـی نوظهـور می‌پـردازد. داده‌هـای کتاب‌سـنجی کـه به‌طـور خـاص از تحلیـل درخواسـت‌های ثبـت اختـراع و نشـریات به‌دسـت می‌آینـد، امـکان شناسـایی خبـرگان، نظیـر دانشـمندان، مخترعـان، مراکـز پژوهشـی و شـرکت‌های نـوآور مرتبـط بـا ایـن زمینه‌هـای خـاص را فراهـم می‌آورنـد. شـکل (۳)، سـاختار کلـی رویکـرد ایـن مقالـه را نشـان می‌دهـد.



شکل۳: رویکرد انتخابی برای شناسایی حوزه‌های آینده‌ی استانداردسازی

۴-۱ مجموعه‌ی شاخص‌ها

در ایـن بخـش، نتایـج رویکـرد شـاخص‌محور به‌همـراه شـاخص‌های مختلـف در چهـار دسـته‌ی اصلـی ارائـه می‌شـود: تغییـر فناورانـه، بازارهـای جهانـی، حاکمیـت، جامعـه و نـوآوری (بـه جـدول (۱) رجـوع کنیـد).

جدول۱: خلاصه‌ای از شاخص‌های مورد بررسی

تغییر فناورانه	بازارهای جهانی	حاکمیت	جامعه و اقدام نوآورانه
نشریات علمی	داده‌های تجارت خارجی	مستندات استاندارد	محدودیت‌های عمومی نوآوری
درخواست‌های ثبت اختراع		انتشار آیین‌نامه‌ها	پذیرش فناوری
درخواست‌های نام‌تجاری		انتشار اسناد عمومی	
		درخواست‌های تدارکات	

نظـام زیربنایـی شـاخص‌های علـم و فنـاوری دارای دو بُعـد اسـت: دسـته‌بندی فعالیت‌هـای مختلـف تحقیـق و توسـعه از پژوهـش بنیادیـن یـا پایـه آغازشـده، بـه پژوهـش کاربـردی، توسـعه‌ی تجربـی و استانداردسـازی و ورود بـه بـازار منتهـی می‌شـود. این‌گونـه فعالیت‌هـا بـه مراحـل مختلـف نـوآوری، نظیـر خلـق ایـده، طراحـی مفهومـی، طراحـی نهایـی، مهندسـی و اشـاعه و محدودیت‌هـا مربـوط می‌شـوند. عـلاوه بـر فعالیت‌هـا و مراحـل مختلـف، شـاخص‌های ورودی و خروجـی نیـز از هـم متمایـز می‌شـوند (رجـوع کنیـد بـه گِـراپ، ۱۹۹۷).

جـدول (۱)، خلاصـه‌ای از شـاخص‌های انتخابـی را نشـان می‌دهـد. دسـته‌ی اول، فهرسـتی از شـاخص‌های مهـم کتاب‌سـنجی (شـاخص‌های خروجـی) را بـرای توصیـف تغییـر و توسـعه‌ی فناورانـه نشـان می‌دهـد. ایـن شـاخص‌ها شـامل انتشـار در مجـلات علمـی بـرای توصیـف فعالیت‌هـای انجام‌شـده در پژوهش‌هـای پایـه یـا بنیادیـن، درخواسـت‌های ثبـت اختـراع بـرای نشـان‌دادن کارنمـود[۲۲] تحقیـق و توسـعه‌ی کاربـردی و درخواسـت‌های نام‌تجـاری به‌عنـوان شـاخصی بـرای ورود نوآوری‌هـای محصـولات و خدمـات و همچنیـن شـرکت‌ها بـه بـازار هسـتند. دسـته‌ی دوم، شـاخص‌های تعییـن بازارهـای جهانـی را در بـر می‌گیـرد و شـامل داده‌هـای کلان، ماننـد داده‌هـای تجـارت خارجـی اسـت. دسـته‌ی سـوم، بـه شـاخص‌های حاکمیتـی ماننـد انتشـار اسـتانداردهای موجـود بـرای ارزشـیابی‌های اولیـه‌ی تقاضـا، انتشـار آیین‌نامه‌هـا و چارچوب‌هـای تنظیم‌گـری، یعنـی نیـاز بـه استانداردسـازی تکمیلـی در طـرف سیاسـت و انتشـار درخواسـت‌های تـدارکات عمومـی بـرای گسـترش دورنمـای تقاضـا می‌پـردازد. دسـته‌ی چهـارم، شـاخص‌های اجتماعـی مبتنـی بـر پیمایـش را (ماننـد محدودیت‌هـای عمومـی نـوآوری و پذیـرش فناورانـه در طـرف تقاضـا، یعنـی مصرف‌کننـدگان) در بـر می‌گیـرد. درخواسـت‌های ثبـت اختـراع و درخواسـت‌های علمـی بـرای شناسـایی حوزه‌هـای فنـاوری پویـا و نوآورانـه و همچنیـن ردگیـری تغییـرات در تحـولات علـم و فنـاوری بسـیار مفیـد هسـتند. در بخـش بعـد، شـرحی از توسـعه‌ی ایـن دو شـاخص اصلـی به‌همـراه پذیـرش فناورانـه و انتشـار اسـتانداردهای موجـود بـرای نشـان دادن شـرایط خـاص حـوزه‌ی فنـاوری نانـو ارائـه می‌شـود.

تحلیـل آمـاری ایـن شـاخص‌ها، امـکان مقایسـه‌ی میـان حوزه‌هـای علـم و فنـاوری را در یـک بـازه‌ی زمانـی بیـن کشـورها فراهـم مـی‌آورد (رجـوع کنیـد بـه بِلاینـد، ۲۰۰۸). از آنجـا کـه می‌تـوان رشـد اصلـی هـر یـک از شـاخص‌ها را در همـه‌ی کشـورها مشـاهده کـرد، نسـبت‌های مطلـق اهمیـت زیـادی ندارنـد. بـرای همیـن، نرخ‌هـای مقایسـه‌ای به‌عنـوان سـنجه‌ای بـرای تخصص‌گرایـی (مثـلاً بـرای فعالیت‌هـای پژوهشـی آلمـان) محاسـبه می‌شـوند. پـس از آن، مقادیـر مطلـق درخواسـت‌ها یـا مسـتندات بـه وضعیـت بین‌المللـی مربـوط می‌شـوند. اگـر پرونده‌هـای پژوهشـی آلمـان بـا فعالیت‌هـای بین‌المللـی مقایسـه شـوند، نقـش آلمـان در ایـن حـوزه‌ی پژوهشـی مشـخص خواهـد شـد (رجـوع کنیـد بـه فرمـول ۱). تطبیـق نرخ‌هـای مقایسـه‌ای بـا نسـبت‌های شـارپ[۲۳] (رجـوع کنیـد بـه فرمـول ۲)، بـه اندازه‌گیـری رشـدِ حوزه‌هـای خـاص طبـق دسـته‌بندی مربوطـه کمـک می‌کنـد کـه در نتیجـه، حوزه‌هـای پویـا بـه نسـبت- در مقایسـه بـا فعالیت‌هـای بین‌المللـی- بیانگـر نرخ‌هـا و نسـبت‌های شـارپ بـالا خواهنـد بـود کـه تحـت تأثیـر و تعدیـل انـدازه‌ی حـوزه هسـتند.

به‌طـور خلاصـه، بـرای درک تکامـل کلـی یـک حـوزه‌ی علمـی، بایـد همـه‌ی تغییـرات به‌وجـود آمـده در آن حـوزه را بـه دیـده‌ی یـک واحـد نگریسـت و کل رونـد را بـه حوزه‌هـای فرعـی کوچک‌تـر بـا موضوعـات خـاص تجزیـه کـرد تـا در مراحـل بعـدی، بتـوان آن‌هـا را از نظـر اهمیـت نسـبتی پایـش نمـود. اگرچـه، کاربـرد دسـته‌بندی‌ها، نظیـر طبقه‌بنـدی بین‌المللـی ثبـت اختـراع[۲۴] یـا دسـته‌های موضوعـی شـاخص اسـتناد علـوم[۲۵] ارزش اطلاعاتـی مناسـبی بـرای تحلیـل رشـد حوزه‌هـای علـم و فنـاوری ارائـه می‌دهـد، امـا در ایـن مقالـه سـعی بـر ایـن بـوده کـه تحلیـل تغییـر درون مقوله‌هـای دسـته‌بندی انجـام شـود تـا کمینـه قیاس‌پذیـری بیـن شـاخص‌های مختلـف بـا سـهولت صـورت گیـرد. از ایـن گذشـته، گسـترش یـک دسـته‌بندی بـا ایجـاد مقوله‌هـای جدیـد نیـز یـک شـاخص مهـم اسـت. رامپلمـان[۲۶] (۱۹۹۹)، لیدِسـدورف[۲۷] و رافولس[۲۸] (۲۰۰۸) و لـی[۲۹] و همکارانـش (۲۰۰۷) بـه جزئیـات خـاص دسـته‌بندی و تخصیـص مقوله‌هـا و مزایـا و کمبودهـا،

22. performance
23. Sharpe Ratios
24. IPC
25. SCI
26. Rampelmann
27. Leydesdorff
28. Rafols
29. Li

نظیر دسته‌بندی مجدد دیرهنگام و مقوله‌های تُهی می‌پردازند.

برای اندازه‌گیری تخصص‌گرایی ملی، نرخ‌های مقایسه‌ای، یعنی همان نسخه‌ی اصلاح‌شده‌ی مزیت نسبی آشکار[30] بالاسا[31] (بالاسا، ۱۹۶۵) با فرمول (۱) محاسبه می‌شود:

$$RCA = 100.\tanh\ln\left|\frac{P_{ij}/\sum_i P_{ij}}{\sum_j P_{ij}/\sum_{ij} P_{ij}}\right|$$

فرمول ۱

در این فرمول، P_{ij}تعداد درخواست‌ها یا مستندات و نشریات کشور i در حوزه‌ی j ، $\sum_i Pij$ تعداد درخواست‌ها یا مستندات و نشریات همه‌ی کشورها در حوزه‌ی j ، $\sum_j Pij$ تعداد درخواست‌ها یا مستندات و نشریات کشور i در همه‌ی حوزه‌ها و $\sum_{ij} Pij$، تعداد درخواست‌های ثبت اختراع همه‌ی کشورها در همه‌ی حوزه‌هاست.

برای محاسبه‌ی نسبت فعالیت‌های یک کشور در حوزه‌ای خاص، ارتباطی بین تعداد درخواست‌های ثبت اختراع در آن حوزه و تعداد کل درخواست‌های ثبت اختراع کشور برقرار شد و هر دوی آن‌ها، با همان نسبت از همه‌ی کشورها رابطه پیدا کردند (رجوع کنید به بالاسا، ۱۹۶۵). سپس، تبدیل لُگاریتمی به آن نسبت اِعمال شد (اصلاحی که لارسن[32] در سال ۱۹۹۸ ارائه نمود). این تبدیل لُگاریتمی، دو اثر در پی دارد: اول اینکه، اندازه‌گیری به‌جای ۰ بر ۱ متمرکز است، که در نتیجه مقادیر بزرگ‌تر از ۰ دلالت بر تخصص‌گرایی خیلی زیاد و مقادیر زیر ۰ دلالت بر فقر تخصص‌گرایی دارند. دوم آنکه، لُگاریتم، تلفیقی از ایده‌ی کاهش بازده و مقادیر کران بالا و پایین تخصص‌گرایی است. از این گذشته، تانژانت هایپربولیک[33] در اندازه‌گیری به‌کار گرفته شد. با اِعمال این تانژانت، که یک شکل تابع با شیب افزایشی برای مقادیر پایین و یک حد متمایل به مقدار مطلق ۱ در راستای خط مجانب دارد، می‌توان اندازه‌گیری را در دامنه‌ی بین ۱- و ۱+ محدود کرد. ضریب ۱۰۰ فقط برای نمایش استفاده شده و می‌توان آن را حذف کرد (اصلاحی که گِرک[34] و گِراپ در سال ۱۹۹۴ ارائه کردند)[35]. مفهوم تخصص‌گرایی بالا و پایین نباید با قضاوت ارزشی"خوب" یا " بد" اشتباه شود. امکان دارد تخصص‌گرایی بالا ناشی از فعالیت‌های یک حوزه باشد که از نظر ارتباط اندازه‌گیری شده در مقایسه با مرجع کلی، روند نزولی دارد.

برای ایجاد تمایز بین تخصص‌گرایی بالا در یک حوزه با اهمیت نزولی و تخصص‌گرایی بالای حوزه‌ای با اهمیت صعودی، معیاری اضافه شده که مفهوم رشد را مد نظر قرار می‌دهد و دوباره باید نسبت به یک مرجع، اندازه‌گیری شود. چنین معیاری در نسبت شارپ دیده می‌شود (رجوع کنید به شارپ، ۱۹۹۸). نسبت شارپ، شاخصی برای توصیف مقدار حرکت توسعه در یک حوزه بوده و با فرمول زیر محاسبه می‌شود:

فرمول ۲

$$\text{نسبت شارپ}=\frac{W_f - W_G}{S_{WF}}$$

در این فرمول، W_f، رشد یک حوزه‌ی خاص در جایی که $W=\frac{X_{t+1}-X_t}{X_t}$، W_G، رشد همه‌ی حوزه‌ها، S_{WF} ، انحراف معیار از حوزه‌ی رو به رشد در هر سال پایه و X_t ، تعداد درخواست‌های ثبت اختراع در زمان است. نسبت شارپ، مقایسه‌ای بین نرخ‌های رشد شاخص خروجی در یک حوزه و یک سنجه‌ی مرکزی مانند میانگین نرخ‌های رشد همه‌ی حوزه‌ها در یک دوره‌ی زمانی مشخص است. شاخص‌های انتخابی، بیانگر ابعاد مختلف تحقیق و توسعه هستند، اما در عین حال، پایش سطوح مختلف انتزاع را نیز انجام داده، تحولات مختلف را در سطح زمان ترسیم می‌نمایند. در بالاترین سطح، چرخه‌های بلندمدت نوآوری ناشی از فشار فناوری و در سطح زیر آن، تحولات کوتاه‌مدت با تمرکز بر موضوعات علمی قرار دارند. در این مقاله، مقایسه‌ی سطوح مختلف در باب مستندات علمی و درخواست‌های ثبت اختراع انجام شده است.

اگر میزان افزایش خروجی جامعه‌ی علمی به‌همراه نرخ‌های رشد مثبت در فعالیت‌های آلمان بیش از حد متوسط باشد یا چنانچه فعالیت‌های آلمان در یک

30. RCA
31. Balassa
32. Laursen
33. Hyperbolic tangent

34. Gehrke

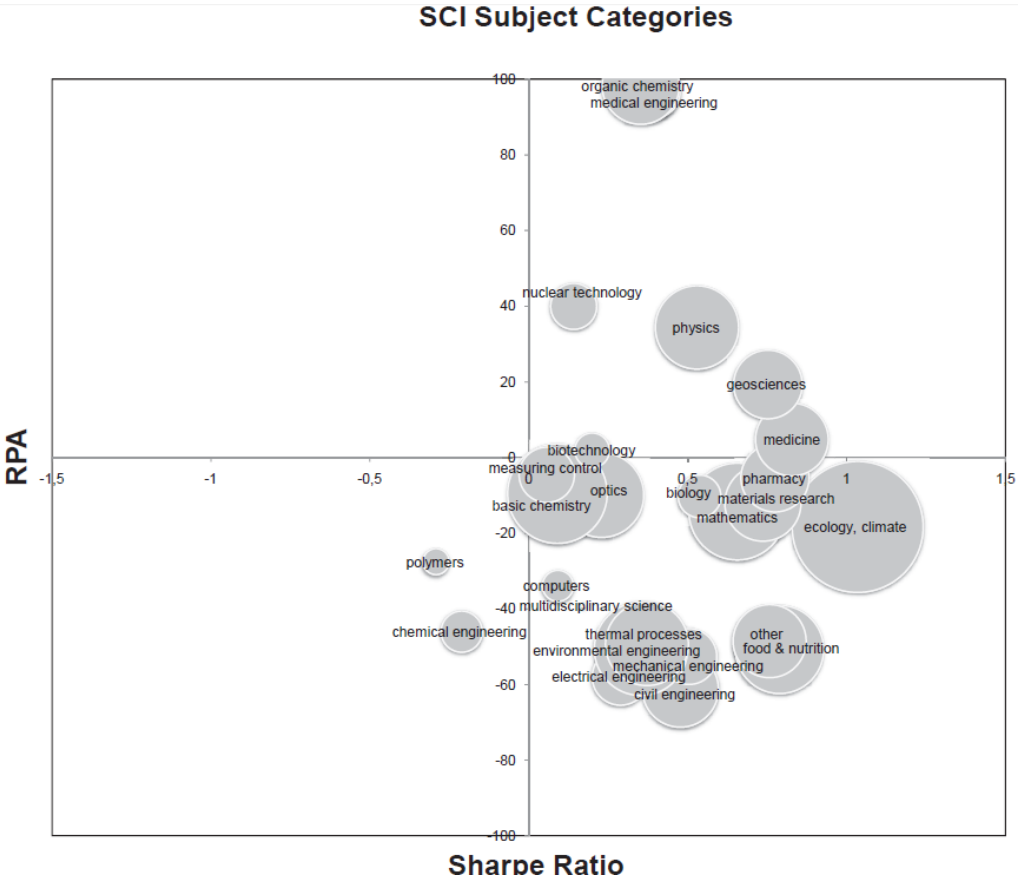
۳۵. مرور تفصیلی از اصلاحات این فرمول در کار وولرات (۱۹۹۱)، لارسن (۲۰۰۰)، رِینرت و همکاران (۲۰۰۸) وجود دارد.

حوزه‌ی علمی خاص کمتر از حد نشان داده شده باشد، آن حوزه‌ی علم و فعالیت‌های استانداردسازی مربوط به آن مستلزم تحلیل بیشتر خواهند بود (رجوع کنید به ربع اول یا چهار شکل ۴).

۲-۱ مستندات و نشریات علمی

یکی از شیوه‌های قابل قبول اندازه‌گیریِ کارنمود فناوری‌های موجود، تحلیل خروجی، یعنی مستندات علمیِ جامعه‌ی علمی است. به‌منظور تحلیل مستندات علمی که بیانگر کارنمودِ فعالیت‌های پژوهشی بنیادین آلمان است، شاخص استناد علم و شاخص استناد علوم اجتماعی[۳۶]، به‌صورت نظام‌مند بررسی شدند؛ این شاخص‌ها، دو پایگاه داده‌ای بین‌المللی مخصوص نشریات علمی هستند که به ترتیب ۱۷۲ و ۵۲ مقوله‌ی موضوعی را از سوی انتشارات تامسون رویترز[۳۷] به چاپ رسانده‌اند. شکل‌های (۴) و (۵) برخی از یافته‌های کلی را در یک سطح گردآوری بالاتر به تفصیل نشان می‌دهند.

تحلیل نرخ‌های انتشار بین سال ۱۹۹۹ و ۲۰۰۷ که در ۲۶ حوزه‌ی علمی گردآوری شد، نشان از تمرکز کلی در حوزه‌های فناوری زیستی، پزشکی، علوم زمین‌شناسی، فیزیک، فناوری هسته‌ای، مهندسی پزشکی و شیمی آلی داشت؛ یعنی، نرخ بالای ادبیات تطبیقی و نرخ مثبت رشد (نسبت‌های شارپ- رجوع کنید به شکل ۴).

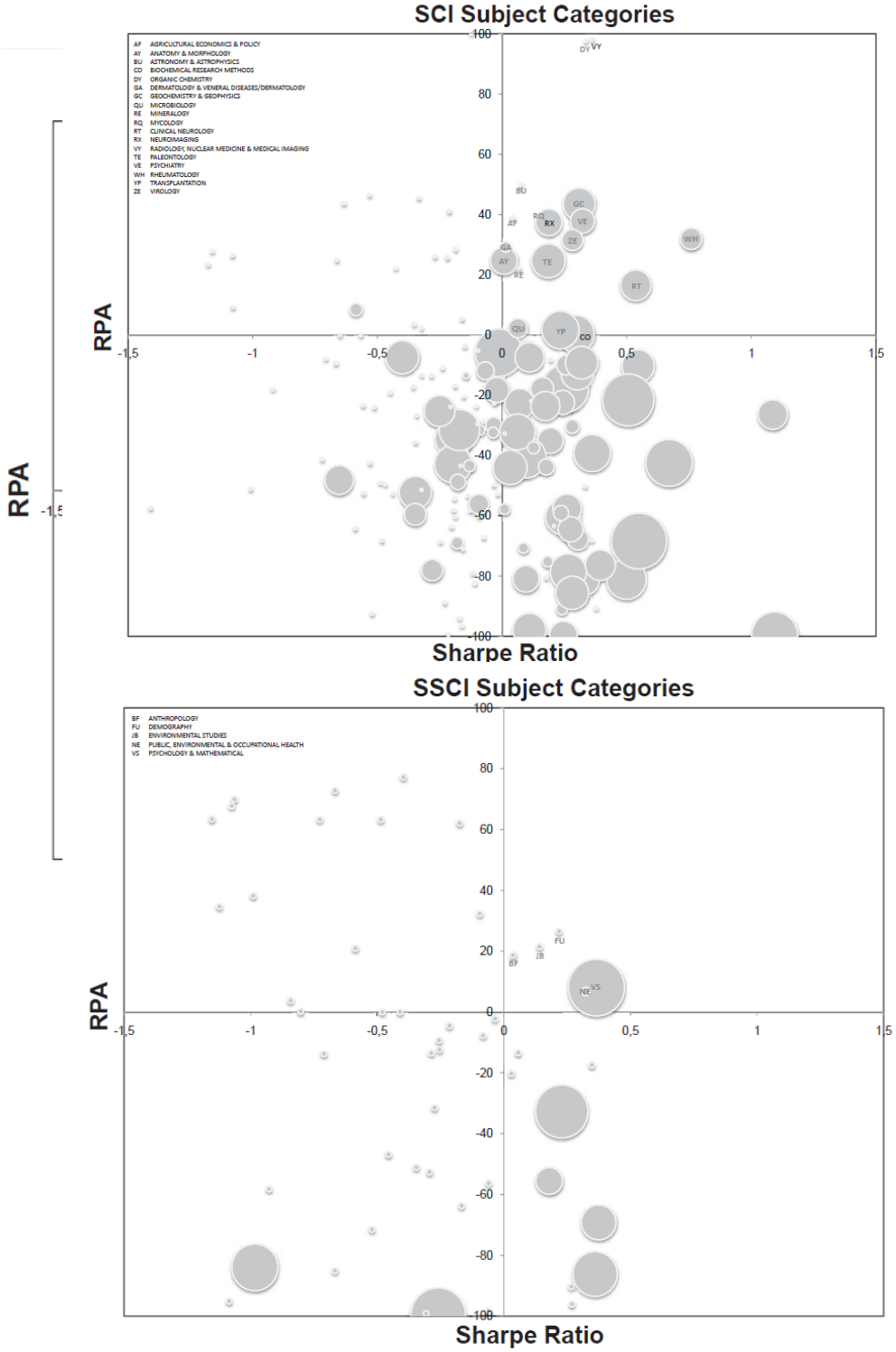


شکل ۴: نرخ ادبیات تطبیقی (RLA) در مقابل نسبت‌های شارپ نشریات آلمان (۱۹۹۹-۲۰۰۷)
در شاخص استناد علوم که در ۲۶ حوزه‌ی علمی گردآوری شده است.

بررسی تفصیلی ۱۷۲ و ۵۲ مقوله‌ی موضوعی در همان بازه‌ی زمانی، نشان از تمرکز بر موضوعات زیر داشت: اقتصاد کشاورزی و سیاست، کالبدشناسی و ریخت‌شناسی، ستاره‌شناسی و فیزیک نجومی، شیمی آلی، روش‌های پژوهشی شیمی زیستی، پوست‌شناسی و امراض آمیزشی/ پوست‌شناسی، شیمی‌زمین و ژئوفیزیک، میکروب‌شناسی، معدن‌شناسی، قارچ‌شناسی، عصب‌شناسی بالینی، تصویربرداری عصبی، دیرین‌شناسی[۳۸] ، روان‌پزشکی، رادیولوژی، پزشکی هسته‌ای، پیوند اعضا و ویروس‌شناسی

36. SSCI
37. Thomson Reuters
38. Paleontology

مخصوص شاخص استناد علوم و جمعیت‌شناسی، مطالعات محیطی، روان‌شناسی ریاضی و سلامت عمومی، محیطی و حرفه‌ای مخصوص شاخص استناد علوم اجتماعی (رجوع کنید به شکل ۵).



شکل ۵: نرخ ادبیات تطبیقی (RLA) در مقابل نسبت‌های شارپ نشریات آلمان (۱۹۹۹-۲۰۰۷)
در ۱۷۲ مقوله‌ی موضوعی شاخص استناد علوم و ۵۲ مقوله‌ی موضوعی شاخص استناد علوم اجتماعی

مقایسه‌ی نتایج دوره‌ی زمانی کوتاه‌تر، به عنوان مثال ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷ ، دلالت بر وجود موضوعاتی دارد که در دوره‌ی زمانی بلندتر قابل مشاهده‌اند (مثلا، تصویربرداری عصبی، تصویربرداری پزشکی و روش‌های پژوهش زیست‌شیمی) و همچنین بخشی از موضوعاتی که در طول زمان با نوسان روبرو هستند. جدول (۲) مقایسه‌ی نتایج سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۷ را نشان می‌دهد.

جدول ۲: مقایسه‌ی نتایج موضوعاتی با نرخ رشد مثبت جهانی در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۵

نتایج سال ۲۰۰۷	نتایج سال ۲۰۰۵
روش‌های پژوهش زیست‌شیمی	روش‌های پژوهش زیست‌شیمی
تصویربرداری عصبی	تصویربرداری عصبی
رادیولوژی، پزشکی هسته‌ای و تصویربرداری پزشکی	رادیولوژی، پزشکی هسته‌ای و تصویربرداری پزشکی
ستاره‌شناسی و اختر فیزیک	علم نانو و فناوری نانو
شیمی آلی	مهندسی زیست‌پزشکی
عصب‌شناسی بالینی	علوم مواد، مواد زیستی
زمین‌شیمی و ژئوفیزیک	علوم رایانه
قارچ‌شناسی	سامانه‌های اطلاعاتی
معدن‌شناسی	
روان‌پزشکی	
روماتولوژی	
ویروس‌شناسی	

۲-۲ درخواست‌های ثبت اختراع

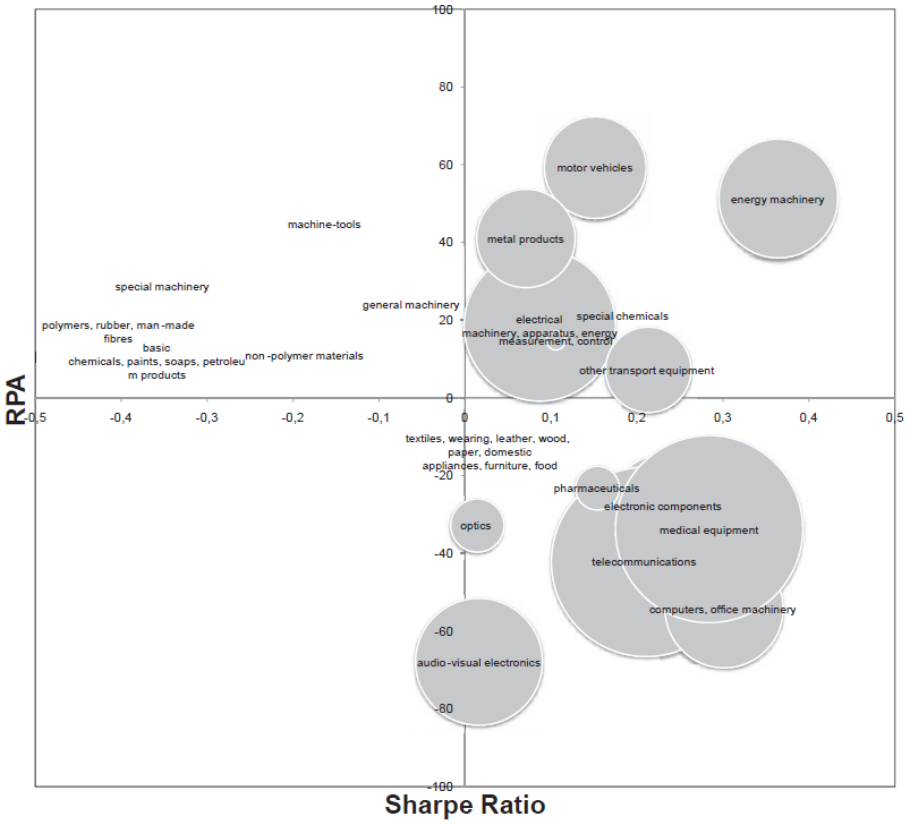
به‌منظور تحلیل درخواست‌های ثبت اختراع، داده‌های پایگاه داده‌ای PATSTAT ارزیابی شدند: این پایگاه شامل درخواست‌های ثبت اختراع[39] در دفتر ثبت اختراعات اروپاست . هنگام بررسی درخواست‌های ثبت اختراع، باید برخی از موضوعات را مدنظر قرار داد. از آنجا که به‌طور معمول یک فاصله‌ی زمانی سه‌ساله بین درخواست ثبت اختراع و اهدای امتیاز ثبت اختراع وجود دارد، بهتر است به جای امتیازات ثبت اختراع، درخواست‌های ثبت اختراع تحلیل شوند، زیرا عدم‌پذیرش درخواست‌های ثبت اختراع موجب بروز انحراف[40] می‌شود. از این گذشته، ۱۸ ماه طول می‌کشد تا آن‌ها منتشر شوند. برای همین، تنها می‌توان نتایج دوره‌ی زمانی سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۵ را ارائه کرد. در مقایسه با داده‌های مستندات علمی شاخص استناد علوم که فقط نشریات مندرج در این پایگاه داده‌ای را در بر می‌گیرد، درخواست‌های ثبت اختراع در دفتر ثبت اختراعات اروپا شامل تمامی مناطق جهان و آمار داده‌های ثبت اختراع بیانگر فعالیت‌های همه‌ی متقاضیان هستند. طبقه‌بندی بین‌المللی ثبت اختراع به بخش‌های اصلی، بخش‌های فرعی، طبقه‌ها و غیره تقسیم‌بندی می‌شود.

محاسبه‌ی نرخ تطبیقی ثبت اختراع و نسبت‌های شارپ برای درخواست‌های رسیده به دفتر ثبت اختراعات اروپا، با حضور دست‌کم یک مخترع آلمانی بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۵، در ۲۱ بخش کسب‌وکار گردآوری شد که نشان از تمرکز کلی در حوزه‌های زیر دارد: انرژی، ماشین‌آلات الکتریکی؛ اجزای الکترونیکی؛ مخابرات؛ الکترونیک دیداری-شنیداری؛ رایانه‌ها، ماشین‌آلات اداری؛ اندازه‌گیری، کنترل؛ تجهیزات پزشکی؛ اپتیک؛ موادشیمیایی پایه، رنگ‌ها، صابون‌ها، فراورده‌های نفتی؛ موادشیمیایی خاص؛ پلیمرها، لاستیک، الیاف مصنوعی؛ مواد غیرپلیمری؛ مواد دارویی؛ ماشین‌آلات انرژی؛ ماشین‌آلات عمومی؛ ماشین‌ابزارها؛ ماشین‌آلات ویژه؛ دیگر تجهیزات حمل و نقل؛ محصولات فلزی؛ منسوجات، پوشاک، چرم، چوب،

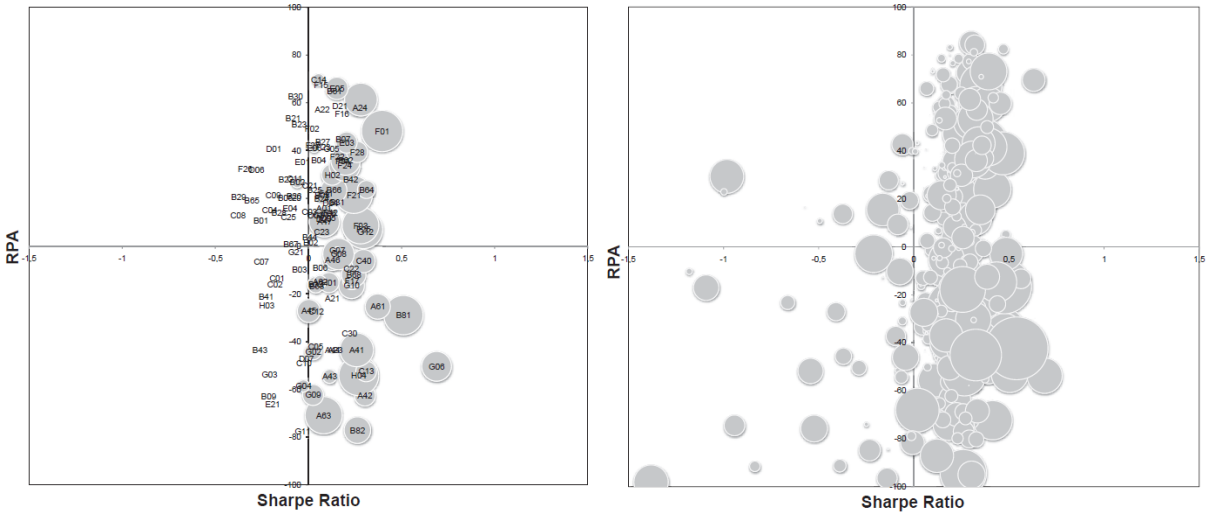
39. EPO
40. bias

کاغذ، لوازم خانگی، مبلمان و مواد غذایی (رجوع کنید به شکل۶).

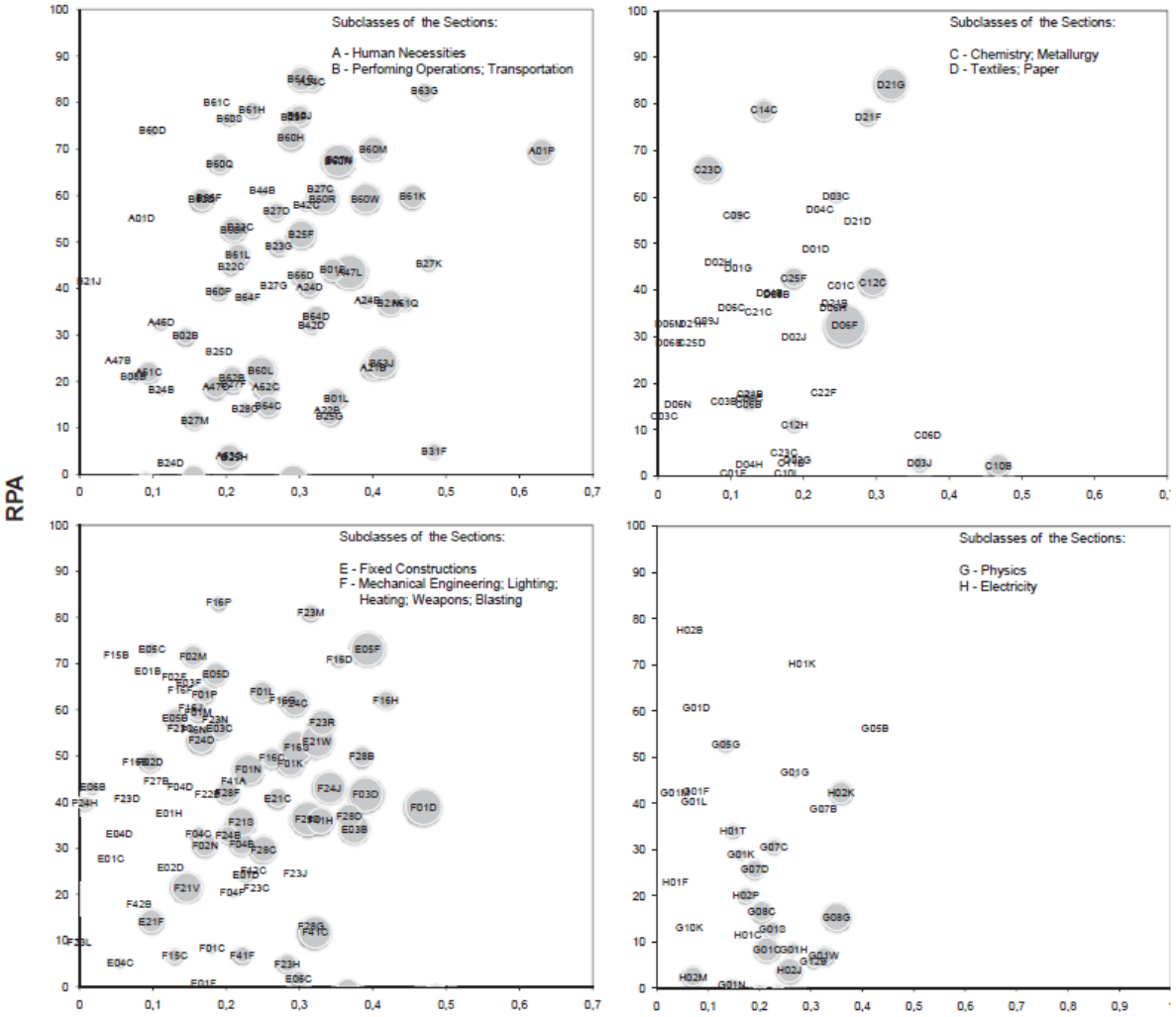
بررسی طبقه‌بندی بین‌المللی ثبت اختراع نشان از طبقه‌هایی با نرخ تطبیقی ثبت اختراع (RPA) مثبت و نرخ‌های رشد مثبت (نسبت‌های شارپ) برای آلمان و سطح جهانی دارد: بی-۴۴ هنرهای تزئینی؛ اف-۴۱ تسلیحات؛ ایی-۰۶ در، پنجره و غیره؛ اف-۰۴ ماشین‌آلات جابه‌جایی مثبت مخصوص مایعات و غیره؛ سی-۱۴ پوست، گوشت و غیره؛ اِی-۲۴ تنباکو و غیره؛ بی-۰۸ تمیزکاری؛ جی-۱۲ جزئیات ابزارآلات؛ بی-۶۴ هواپیما؛ هواپیمایی؛ هوانوردی؛ ایی-۰۳ تامین آب وغیره؛ اِف-۲۸ تبادل حرارتی؛ اِچ-۰۲ تولید، تبدیل یا توزیع نیروی الکتریکی؛ ایی-۰۵ قفل‌ها؛ کلید و غیره؛ بی-۶۶ بالابردن؛ بلندکردن؛ کشیدن؛ بی-۶۲ خودروهای زمینی برای مسافرت به جز ادوات ریلی؛ اِی-۴۷ مبلمان؛ کاغذهای خانگی و غیره؛ اِف-۲۴ گرمایش؛ اجاق گاز، تهویه؛ بی-۶۰ خودروها؛ اِف-۰۳ ماشین‌آلات یا موتورهای مخصوص مایعات و غیره؛ اِف-۲۱ روشنایی؛ اف-۲۵ تبرید یا خنک‌سازی؛ اف-۰۱ ماشین‌آلات یا موتورها و غیره و طبقه‌های فرعی زیر در سال ۲۰۰۵: اِی-۲۴سی ماشین‌آلات تولید سیگار یا سیگارت؛ بی-۲۳اف ساخت چرخ‌دنده یا چارچوب‌های دندانه‌دار؛ بی-۶۰دی اتصالات خورو؛ بی-۶۰جِی پنجره‌ها، شیشه‌ی جلوی خودرو، سقف‌های غیرثابت (متحرک)، درها یا ادوات متحرک مشابه مخصوص خودروها؛ بی-۶۰ اِس سرویس، تمیزکاری، تعمیرات خودروها؛ بی-۶۱سی لوکوموتیو، واگن‌های ریلی موتوری؛ بی-۶۱جی اتصالات مخصوص ادوات ریلی؛ بی-۶۱اِچ ترمزها یا سایر وسایل کُندکننده‌ی مخصوص ادوات ریلی؛ بی-۶۳جی تمهیدات آفندی یا پدافندی شناورها؛ مین‌گذاری، مین‌روبی؛ زیردریایی‌ها؛ هواپیمابرها؛ سی-۱۴سی آغشته‌کردن گوشت؛ پوست یا چرم به مواد شیمیایی؛ دی-۲۱اف ماشین‌آلات کاغذسازی؛ دی-۲۱جی تقویم و سررسید؛ لوازم مخصوص ماشین‌آلات کاغذسازی؛ اف-۱۶پی ادوات ایمنی؛ اف-۲۳ام جزئیات ساخت و ساز محفظه‌های احتراق و غیره (رجوع کنید به شکل‌های ۷ و ۸).



شکل ۶: نرخ تطبیقی ثبت اختراع (RPA) در مقابل نسبت‌های شارپ برای درخواست‌های ثبت اختراع آلمان (۲۰۰۲-۲۰۰۵) که در ۲۱ بخش کسب و کار گردآوری شد.



شکل ۷: نرخ تطبیقی ثبت اختراع (RPA) در مقابل نسبت‌های شارپ برای درخواست‌های ثبت اختراع آلمان (۲۰۰۲-۲۰۰۵) در ۱۲۳ طبقه‌ی اصلی و ۶۳۷ طبقه‌ی فرعی



شکل ۸: نرخ تطبیقی ثبت اختراع (RPA) در مقابل نسبت‌های شارپ برای درخواست‌های ثبت اختراع آلمان (۲۰۰۲-۲۰۰۵) در طبقه های فرعی

جـدول (۳) مقایسـه‌ی نتایـج سـال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۴ را نشـان می‌دهـد و دلالـت بـر وجـود یـک الگـوی مشـابه بـرای مسـتندات علمـی دارد. طبقه‌هـای فرعـی بـی-۶۰اس، بی-۶۱سـی، بی-۶۰جِـی و اف-۱۶پـی در هـر دو دوره‌ی زمانـی قابـل مشـاهده هسـتند.

جدول۳: مقایسه‌ی برخی نتایج در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۴

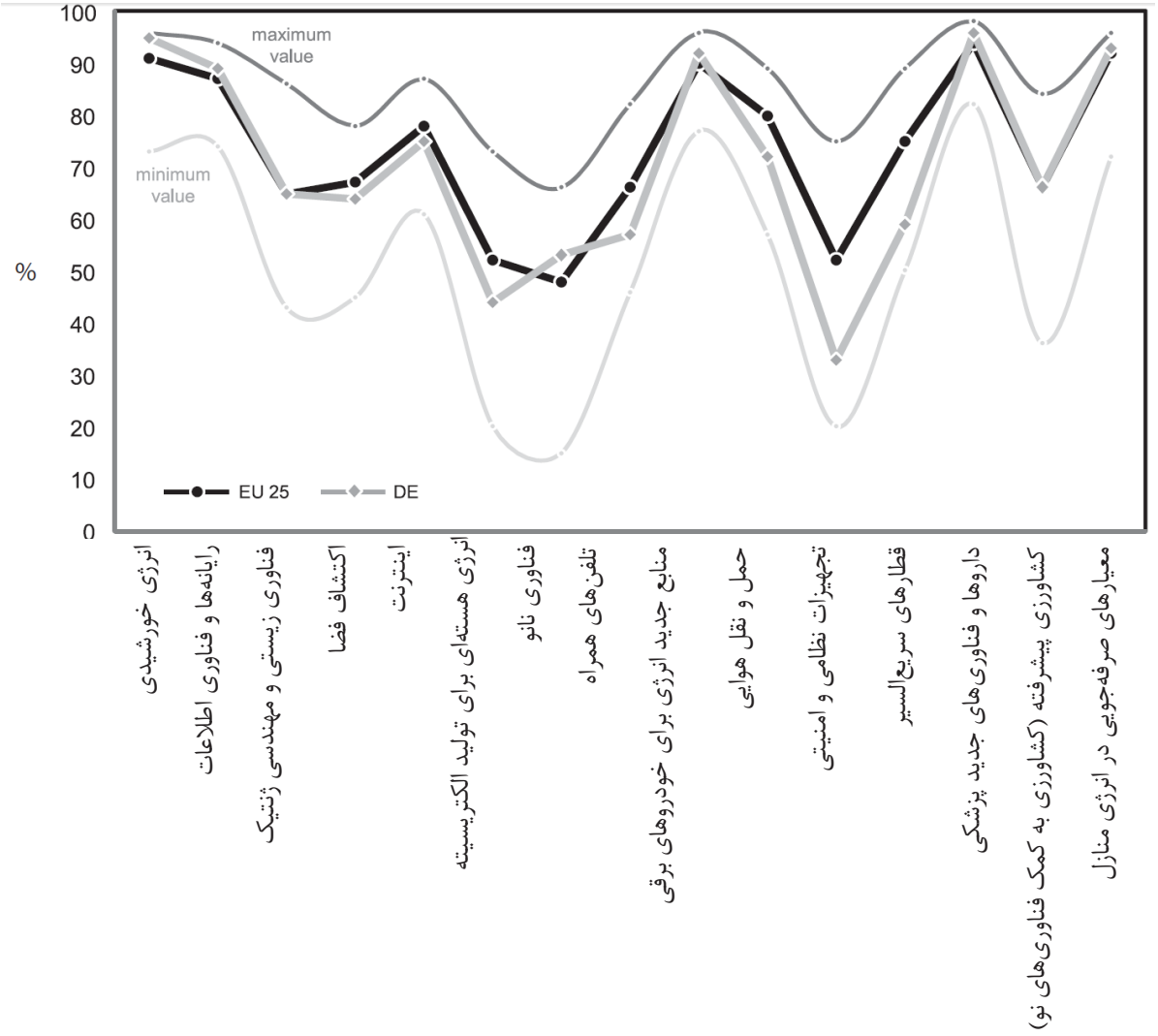
نتایج سال ۲۰۰۵		نتایج سال ۲۰۰۴	
B60D	اتصالات خودور	B60D	اتصالات خودرو
B60J	پنجره، شیشه‌ی جلوی خودرو، سقف متحرک، در یا ادوات مشابه مخصوص خودرو	B60J	پنجره، شیشه‌ی جلوی خودرو، سقف متحرک، در یا ادوات مشابه مخصوص خودرو
B60S	سرویس، تمیزکاری، تعمیر خودرو	B60S	سرویس، تمیزکاری، تعمیر خودرو
B61C	لوکوموتیو، واگن‌های موتوری	B61C	لوکوموتیو، واگن‌های موتوری
B61G	اتصالات مخصوص ادوات ریلی	B61G	اتصالات مخصوص ادوات ریلی
F16P	ادوات ایمنی	F16P	ادوات ایمنی
A24C	ماشین‌آلات تولید سیگار و سیگارت	A61C	دندان‌پزشکی
B23F	ساخت چرخ‌دنده یا چارچوب‌های دندانه‌دار	A61Q	کاربرد مواد آرایشی- بهداشتی یا مقدمات مشابه آرایشی
B61H	ترمزها یا سایر ادوات کُندکننده‌ی سرعت مخصوص ادوات ریلی	C10B	تقطیر مخرب مواد کربن‌دار برای محافظت از گاز، کُک، قطران یا مواد مشابه
B63G	تمهیدات آفندی و پدافندی شناورها، مین‌گذاری، مین‌روبی، زیردریایی‌ها، هواپیمابرها	C10K	خالص کردن یا اصلاح ترکیب شیمیایی گازهای قابل احتراق حاوی مونوکسید کربن
C14C	آغشته کردن گوشت، پوست یا چرم به مواد شیمیایی	D01H	تاب دادن یا ریسندگی
D21F	ماشین‌آلات کاغذسازی	D06P	رنگرزی یا چاپ روی منسوجات
D21G	تقویم و سررسید، لوازم مخصوص ماشین‌آلات کاغذسازی	E03F	فاضلاب، چاه فاضلاب
F23M	جزئیات ساخت و ساز محفظه‌های احتراق و غیره	F03D	موتورهای بادی
		F28B	کندانسورهای بخار و غیره

۲-۳ پذیرش فناوری

از آنجـا کـه استانداردسـازی بایـد در برابـر تغییـرات و چالش‌هـای بـازار واکنـش نشـان بدهـد، شـاخص‌های مبتنـی بـر تقاضـای مشـتری مـورد تحلیـل قـرار گرفتنـد. در اینجـا پذیـرش فناوری‌هـای نوآورانـه یـک موضـوع مهـم محسـوب می‌شـود. برخـی از ایـن فناوری‌هـای نوآورانـه، (ماننـد فناوری‌هـای محیطـی) آثـاری مثبـت بـر رفـاه اجتماعـی دارنـد؛ هـر چنـد، ممکـن اسـت سـطوح پذیـرش دیگـر مـوارد، موجـب کاهـش انگیـزه‌ی ورود بـه بـازار شـود. آن دسـته از فناوری‌هـای نوآورانـه کـه سرشـار از ریسـک هسـتند، نظیـر برخـی از ویژگی‌هـای دانـش موجـود در حـوزه‌ی فنـاوری نانـو، بـا تردیـد بیشـتری مـد نظـر قـرار می‌گیرنـد. مطالعـه‌ی سـال ۲۰۰۵ یوروبارومتـر[41]، تاییـدی بـر ایـن تردیـد اسـت (رجـوع کنیـد بـه شـکل ۹). در ایـن مطالعـه، پژوهشـگران از شـهروندان ۲۵ کشـور اتحادیـه اروپـا[42] خواسـتند تـا تأثیـر موردانتظـار فناوری‌هـای نـو را ارزشـیابی کننـد. مقادیـر کمینـه و بیشـینه برآوردهـای کشـوری، حاکـی از تفـاوت بیـن کشورهاسـت. نتایـج نیـز دلالـت بـر آن دارنـد کـه آلمـان رویکـردی مثبـت بـه فناوری‌هـای نـو دارد. در ایـن میـان، ارزیابی‌هـای انجام‌شـده نشـان از تأثیـر بـالای موردانتظـار بـرای انـرژی خورشـیدی، منابـع جدیـد انـرژی، فناوری‌هـای پزشـکی و فنـاوری نانـو داشـتند.

در مقایسـه بـا میانگیـن ارزش اروپـا، درجه‌بنـدی آلمـان بـرای انـرژی هسـته‌ای، تلفن‌هـای همـراه، قطارهـای سریع‌السـیر و تجهیـزات نظامـی و امنیتـی بسـیار پایین‌تـر بـود کـه نشـان از تعصـب جمعیـت ایـن کشـور داشـت. ایـن امـکان بـرای اسـتانداردها وجـود داشـت کـه موانـع ورود بـه بـازار را کنـار زده، از تردیـد مصرف‌کننـده بکاهنـد.

41. Eurobarometer
42. EU

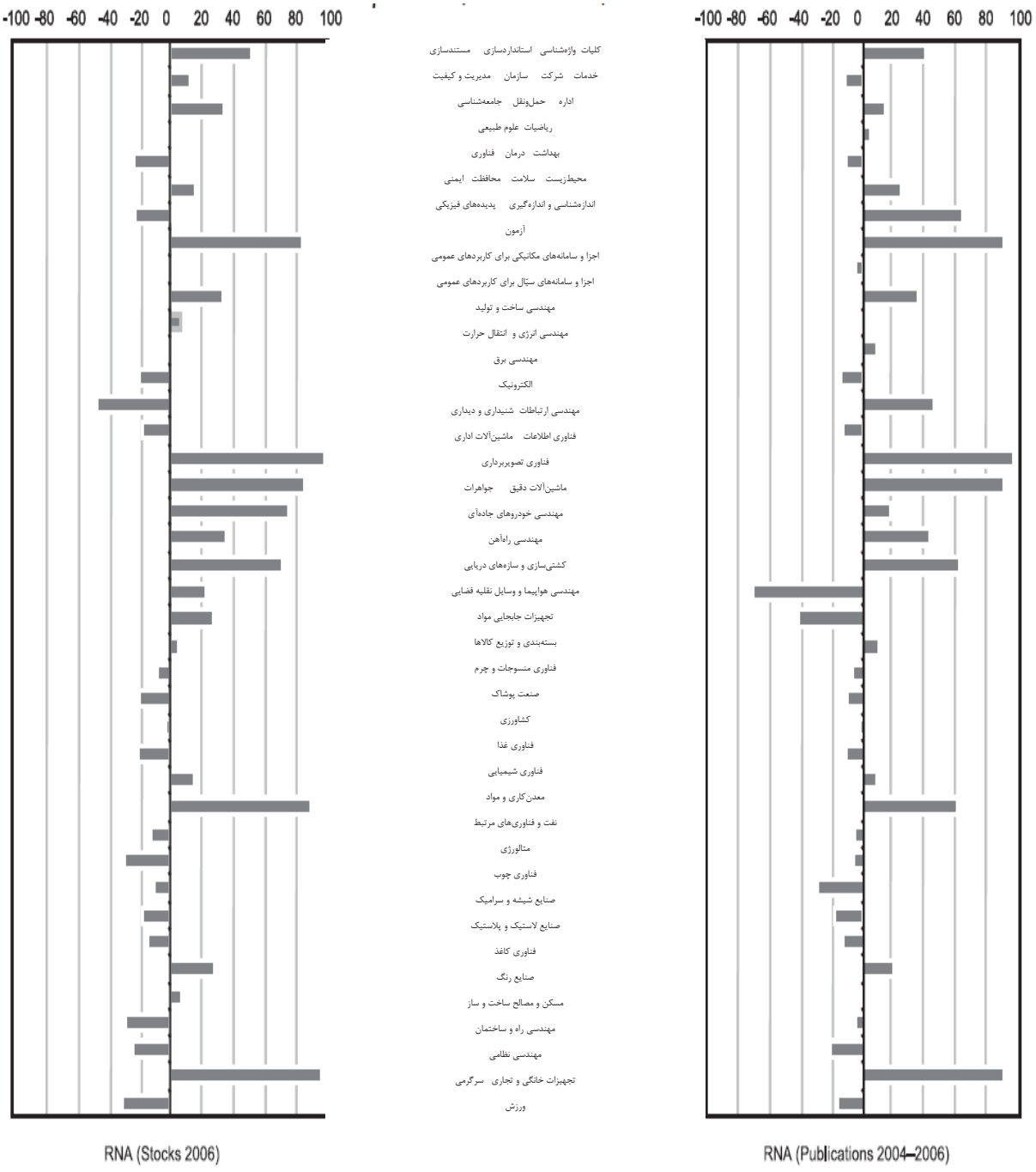


شکل ۹: تأثیر موردانتظار فناوری‌های نو بر زندگی شهروندان (داده‌ها از پیمایش سال ۲۰۰۵ یوروبارومتر گرفته شده‌اند)

۲-۴ مستندات استاندارد

طیفی از مطالعات تجربی (به‌عنوان مثال، کامپانو[43] و هالمَن[44]، ۲۰۰۲؛ هاینز[45]، ۲۰۰۴) و شاخص‌های این مقاله حکایت از نقش مهم آلمان در مستندات پژوهشی و درخواست‌های ثبت اختراع دارند. هر چند، این مطالعات بر نبودِ پیشرفت در فعالیت‌های استانداردسازی آلمان نیز صحه می‌گذارند. نتایج نرخ تطبیقی مستندات استاندارد آلمان در پایگاه داده‌ای پرینُرم[46] موسسه‌ی استاندارد آلمان نشان از طبقه‌هایی دارد که بزرگ‌تر از حد ارائه شده‌اند (رجوع کنید به شکل ۱۰). مقایسه‌ی نتایج شاخص‌های قبلی با نتایج مستندات استاندارد، کمک می‌کند تا حوزه‌هایی را ببینیم که وجود استانداردهای جدید در آن‌ها ضروری می‌نماید.

43. Compañó
44. Hullmann
45. Heinze
46. Perinorm



شکل ۱۰. نرخ‌های تطبیقی آلمان در مستندات استاندارد و داده‌های پرینُرم دوره‌ی زمانی ۲۰۰۴-۲۰۰۶

شـیوه‌ی دیگـر اندازه‌گیـری کارنمـودِ فناوری‌هـای نوظهـور آن اسـت کـه تشـکیل کارگروه‌هـای جدیـد درون کمیته‌هـای فنـی موجـود یـا تأسـیس کمیته‌هـای فنـی جدیـد را ردگیـری کنیـم. بـا توجـه بـه مثالـی کـه ایـن مقالـه ارائه‌کـرده، پژوهشـگران (بلاینـد و گاش، ۲۰۰۹) خلاصـه‌ای از فعالیت‌هـای استانداردسـازی ملـی، اروپایـی و بین‌المللـی را در حـوزه‌ی فنـاوری نانـو بیـن سـال‌های ۲۰۰۳ تـا ۲۰۰۶ ارائـه می‌کننـد. خلاصـه‌ای از مسـتندات استانداردسـازی ایـزو کـه بـه تازگـی منتشرشـده و همچنین اسـتانداردهای درحـال تدویـن مربـوط بـه کمیتـه‌ی فنـی فنـاوری نانـو، در پیوسـت آمـده اسـت. کشـورهای ایـالات متحـده آمریـکا، چیـن و انگلسـتان اولیـن بـار در سـال ۲۰۰۳ به‌طـور فعـال در ایـن کمیتـه شـرکت کردنـد و در ایـن میـان، انگلسـتان پیشـنهاد تشـکیل کمیتـه‌ی فنـی فنـاوری نانـوی اروپـا را مطـرح کـرد و در نهایـت مدیریـت آن را به‌دسـت گرفـت؛ از ایـن گذشـته، نقشـی پیشـرو در فعالیت‌هـای بین‌المللـی اسـتانداردِ ایـزو ایفـا کـرده اسـت (رجـوع کنیـد بـه جدول‌هـای ۵ و ۶). بلاینـد و گاش (۲۰۰۹) چنیـن اسـتدلال می‌کننـد کـه موفقیـت کاربردهـای فنـاوری نانـو در بـازار تـا حـد بسـیار زیـادی بـه توسـعه‌ی اسـتانداردهای مرتبط بسـتگی دارد؛ استانداردهایی کـه نـه فقـط روش‌هـای اندازه‌گیـری، آزمـون و واژه‌شناسـی را بیـان می‌کننـد، بلکـه جنبه‌هـای ایمنـی و سـلامت را تنظیـم کـرده و واسـط‌ها را مشـخص می‌کننـد.

۲ پیمایش‌های دِلفی

براسـاس نتایـج مجموعـه‌ی شـاخص‌ها، پیمایش‌هـای تفصیلـی دلفـی در دو دور در حوزه‌هایـی از فنـاوری انجـام شـد کـه مشـخصه‌ی آن‌هـا فعالیت‌هـای پژوهشـی قدرتمنـد دانشـمندان آلمانـی در سـازمان‌های پژوهشـی عمومـی نظیـر دانشـگاه‌ها و شـرکت‌های فعـال در پژوهـش بـود. گفتنـی اینکـه، تقاضـا بـرای گونه‌هـای خاصـی از استانداردسـازی موردنیـاز فناوری‌هـای نوظهـور تحلیـل شـد. از سـال ۲۰۰۶ بـه بعـد، چندیـن حـوزه‌ی مختلـف مـورد ارزیابـی قـرار گرفـت و فنـاوری نانـو بـرای انجـام اولیـن مطالعـه‌ی نمونـه انتخـاب شـد. دیگـر موضوعـات مـورد علاقـه نیـز بـه واسـطه‌ی رویکـرد اصلاح‌شـده‌ی مبتنـی بـر شـاخص بررسـی شـدند. وجـود شـاخص‌های مختلـف، امـکان شناسـایی خبـرگان بالقـوه و ذی‌نفعـان آینـده‌ی مرتبـط بـا برخـی از آن حوزه‌هـای نوظهـور، ماننـد دانشـمندان، مخترعـان، مراکـز پژوهشـی و شـرکت‌های نـوآور را میسـر سـاخت. مسـتندات علمـی منتشرشـده در نشـریات، درخواسـت‌های ثبـت اختـراع و ثبـت نام‌تجـاری در اروپـا، پایگاه‌هـای داده‌ای، شـبکه‌ها و امکانـات اینترنتـی و صنعـت فعـال در انتشـار مقـالات علمـی و درخواسـت ثبت اختراعـات از جملـه‌ی ایـن مـوارد محسـوب می‌شـوند. در ایـن راسـتا، تماس‌هایـی بـا نماینـدگان تشـکیلات مرتبـط ماننـد انجمن‌هـای محیط‌زیسـت، سـازمان‌های حمایـت از مصرف‌کننـده، انجمن‌هـای حرفـه‌ای، اتحادیه‌هـا و نهادهـای تنظیم‌گـری غیرفعـال در استانداردسـازی گرفتـه شـد.

ایـن بخـش از مقالـه، بـه بیـان نتایـج پیمایـش فنـاوری نانـو می‌پـردازد. علـت انتخـاب حـوزه‌ی فنـاوری نانـو بـرای پیمایـش نمونـه‌ی اولیـه، موقعیـت قدرتمنـد آلمـان در تحقیـق و توسـعه[۴۸] ، اقدامـات مهـم تأمیـن مالـی عمومـی ایـن کشـور در سـطح ملـی و اروپـا، فعالیت‌هـای اولیـه استانداردسـازی در زمینـه‌ی واژه‌شناسـی، اندازه‌گیـری و آزمـون، و تقاضـا بـرای تنظیم‌گـری در موضوعـات سـلامت و محیط‌زیسـت بـود. بـرای انجـام ایـن مطالعـه، بـا حـدود ۱۵۰۰ نفـر از خبـرگان حـوزه‌ی فنـاوری نانـو تمـاس حاصل شـد. در دور اول پیمایـش، حـدود ۱۰۰ نفـر از خبـرگان (دقیقـا ۹۵ نفـر) بـه پیمایـش برخـط دلفـی پاسـخ دادنـد کـه از ایـن تعـداد، حـدود ۵۰ درصـد (یعنـی ۴۹ خبـره) در دور دوم نیـز شـرکت داشـتند. بـه گفتـه بلایـند و همکارانش (۲۰۰۱)، ایـن تعـداد، در مقایسـه بـا سـایر پیمایش‌هـای بـزرگ دلفـی کـه در آلمـان انجام‌شـده، بـرای ارائـه‌ی ارزیابـی کلـی در خصـوصِ نیازهـای آینـده‌ی اسـتانداردها در حـوزه‌ی فنـاوری نانـو کفایـت می‌کنـد.

پژوهشـگران از خبـرگان خواسـتند تـا موضوعاتـی را ارزیابـی کننـد کـه در پـیِ مطالعـه‌ی عمیق ادبیـات موجود براسـاس زمان‌بنـدی توصیه‌شـده در استانداردسـازی، اهمیـت آن‌هـا از نظـر ابعـاد مختلـف، نـوع اسـتاندارد و سـطح تصویـب شناسایی‌شـده بودنـد. در نتیجـه، آن دسـته از موضوعـات ضـروری و مرتبـط استانداردسـازی اولویت‌بنـدی شـدند کـه آغازگـر فراینـدهای پیش‌بینی‌شـده‌ی استانداردسـازی

47. ISO

۴۸. در اینجا، نتایج تحلیل مبتنی بر شاخص نشان داد که فناوری نانو به عنوان یک زمینه‌ی نوظهور در مستندات علمی می‌باشد.

بودنـد. ایـن موضوعـات شـامل مقولههـای مهـم زیـر هسـتند: ذرات نانـو، روشهـای اندازهگیـری و آزمـون، اثـرات واکنشپذیـری شـیمیایی زیـاد بـر سـلامت و تعامـلات، همـراه بـا حوزههـای مختلـف کاربـرد (ماننـد مـواد غذایـی، زیسـتفناوری، علـوم پزشـکی و مـواد آرایشـی- بهداشـتی، فنـاوری اطلاعـات و ارتباطـات، علـوم مـواد، صنعـت خـودرو و کشـاورزی). خبـرگان دریافتنـد کـه وجـود اسـتانداردهای حـوزهی فنـاوری نانـو بـرای پرداختـن بـه دغدغههـای ایمنـی و زیسـتمحیطی ضـروری اسـت؛ درحالیکـه وجـود آنهـا بـرای توسـعهی فنـی و اقتصـادی خیلـی مهـم تلقـی نمیشـود.

وجـود اسـتانداردها در زمینههـای زیـر از منظـر خبـرگان بالاتریـن اولویـت را دارا هسـتند:

- ترکیب مواد،
- تحلیل سطحی،
- کاوش و موقعیتیابـی هماهنـگ چندگانـه، سـامانههای نمایشـگر موقعیـت،
- اندازه و مشخصههای هندسی برای کاوش نمونه، و
- اندازهگیری غیرمخرب.

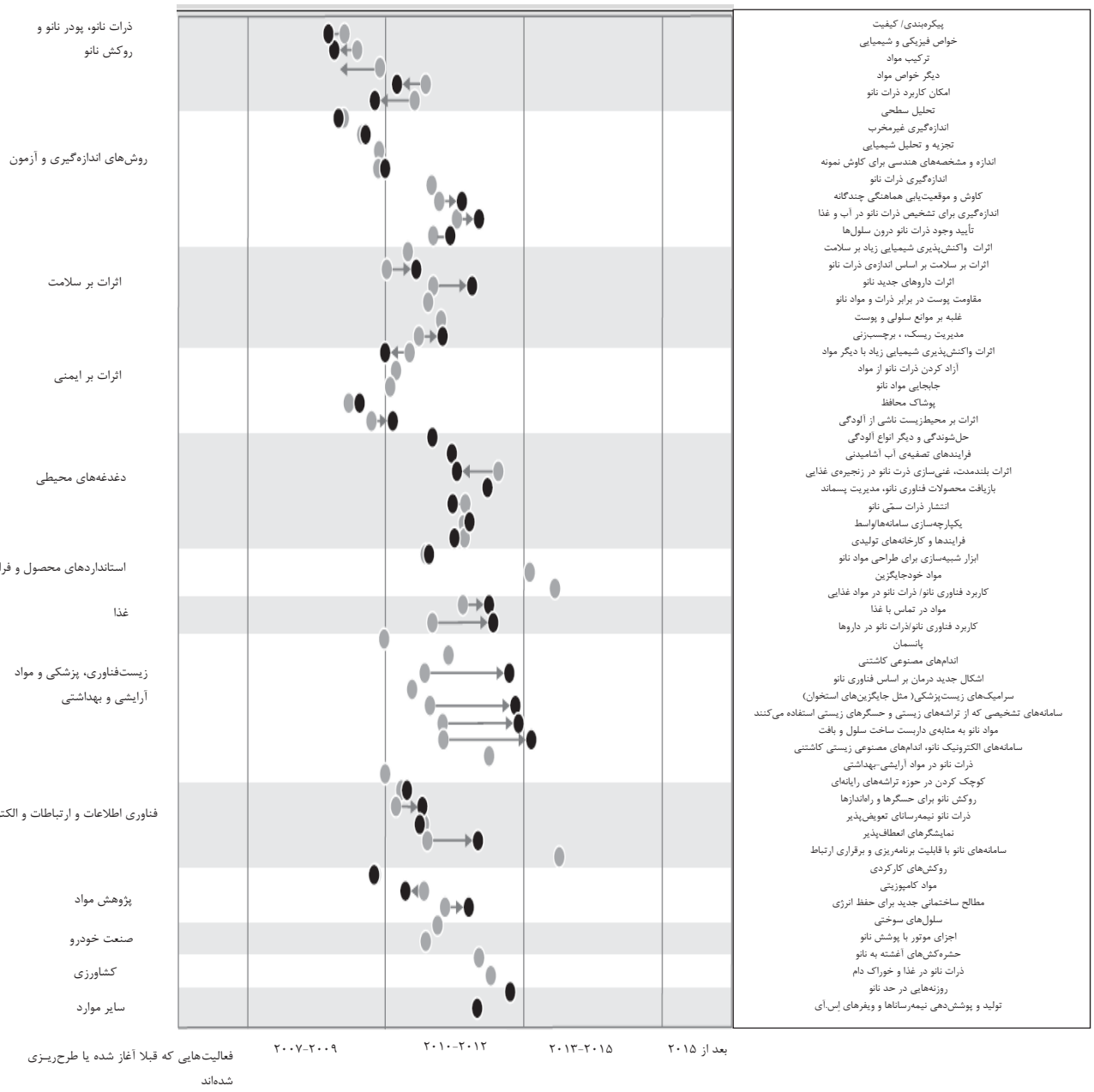
علاوهبـر اسـتانداردهای اندازهگیـری و آزمـون، اسـتانداردهای کیفیـت نیـز در حـوزهی فنـاوری نانـو مـورد نیـاز هسـتند. از ایـن گذشـته، وجـود اسـتانداردهای مربـوط بـه واژهشناسـی در سـال ۲۰۰۶ از اهمیـت زیـادی برخـوردار بـود. هـر چنـد، سـازگاری اسـتانداردهای محصـول نهایـی از منظـر خبـرگان، اولویـت کمـی داشـت. جـدول (۴) و شـکل (۱۱) خلاصـهای از ایـن ارزیابـی را ارائـه کـرده، نگاهـی اجمالـی بـه زمانبنـدی توصیهشـدهی استانداردسـازی در پیمایـش دلفـی دارنـد. جـدول (۴) ارزشـیابی گونههـای موردنیـاز اسـتانداردها را در موضوعـات مختلـف استانداردسـازی نشـان میدهـد. گفتنـی اینکـه، نتایـج و بهویـژه، برتـری اسـتانداردهای اندازهگیـری و آزمـون، دلالـت بـر نوظهـوری ایـن حـوزه دارنـد. شـکل (۱۱) تمامـی موضوعـات ارزشیابیشـدهی استانداردسـازی و زمانبنـدی توصیهشـده بـرای استانداردسـازی آنهـا را نشـان میدهـد.

نتایـج دو دور پیمایـش دلفـی نشـان از وجـود تفاوتهـای زیـاد در ارزشـیابی زمانبنـدی برخـی از موضوعـات استانداردسـازی دارد. شـایان ذکـر اینکـه، براسـاس ارزیابیهـای انجامشـده، میتـوان فهرسـتی از اولویتهـای فعالیتهـای استانداردسـازی آینـده تهیـه کـرد. نتایـج تفصیلـی، بهویـژه توزیـع پاسـخها، جزئیـات بیشـتری را در مـورد الزامـات بحـث و هماهنگـی در جوامـع حرفـهای نشـان میدهـد.

پیمایـش دلفـی، نـه تنهـا اطلاعـات مربـوط بـه حوزههـای نوآورانـهی آینـدهی استانداردسـازی را ارائـه میکنـد بلکـه، بهطورکلـی، بـر اهمیـت استانداردسـازی بـرای دانشـمندان و شـرکتها تأکیـد کـرده، آنهـا را بـه مشـارکت فعـال در فراینـدهـای استانداردسـازی تشـویق میکنـد. نتایـج حاصـل، ایدههایـی جدیـد بـرای انجـام فعالیتهـای آینـدهی استانداردسـازی بـا همـکاری مقامـات نهادهـای استانداردسـازی بههمـراه کمیتههـای فنـی ارائـه کـرده، چـه بسـا، توجـه دانشـمندان، مراکز پژوهشـی و شـرکتهای نـوآور را بـه مشـارکت در استانداردسـازی جلـب کنـد.

جدول۴: گونه‌های موردنیاز استانداردها

	استانداردهای واژه‌شناسی	استانداردهای اندازه‌گیری و آزمون	استانداردهای کیفیت و ایمنی	استانداردهای سازگاری	استانداردهای محصول و خدمات
پیکره‌بندی/ کیفیت	•	••	•		
خواص فیزیکی و شیمیایی	•	••	•		
ترکیب مواد	•	•	•		
دیگر خواص مواد		•	•		
امکان کاربرد ذرات نانو		•	•		•
تحلیل سطحی	•	••	•		
اندازه‌گیری غیرمخرب	•	•	•		
تجزیه و تحلیل شیمیایی		•	•		
اندازه و مشخصه‌های هندسی برای کاوش نمونه	•	•			
اندازه‌گیری ذرات نانو	•	•	•		
کاوش و موقعیت‌یابی هماهنگی چندگانه، سامانه‌های نشانگر موقعیت		•			
اندازه‌گیری برای تشخیص ذرات نانو در آب و غذا		•	•		
تأیید وجود ذرات نانو درون سلول‌ها		•	•		
اثرات بر سلامت			•		
سمی بودن ذرات نانو		•	•		
اثرات بر سلامت بر اساس اندازه‌ی ذرات نانو		•	•		
اثرات داروهای جدید نانو			•		
مقاومت پوست در برابر ذرات و مواد نانو			•		
غلبه‌ی ذرات نانو بر مرزها/موانع سلولی و پوست			•		
مدیریت ریسک، برآورد احتمال ریسک و خطر، برچسب‌زنی			•		
اثرات واکنش‌پذیری شیمیایی زیاد با دیگر مواد/عناصر		•	•		
آزاد کردن ذرات نانو از مواد		•	•		
جابجایی مواد نانو		•	•		
پوشاک محافظ			•		
یکپارچه‌سازی سامانه‌ها/واسط		•			
کاربرد فناوری نانو/ ذرات نانو در مواد غذایی			•		
مواد در تماس با غذا (مانند مواد بسته‌بندی)			•		
کوچک‌سازی در حوزه‌های تراشه‌های رایانه‌ای، حافظه‌های رایانه‌ای و آپتوالکترونیک	•	•			
پوشش نانو برای حسگرها و محرک‌ها		•			
پوشش‌های کارکردی (مقاوم در برابر خاک، سخت‌کاری نانو)		•	•		



شکل ۱۱: خلاصه‌ای از زمان‌بندی توصیه‌شده برای استانداردسازی پیمایش دلفی (دور اول: نقاط خاکستری و دور دوم: نقاط سیاه)

۳ بحث و محدودیت‌های مطالعه

فعالیت‌های آینده‌نگاری، در این مقاله که به‌منظور شناسایی حوزه‌های آینده‌ی استانداردسازی انجام شده‌اند به توصیه‌ها و بینش‌های زیر می‌انجامند:

* روش‌شناسی آینده‌نگاری استانداردها با تمرکز بر راهبردها و فعالیت‌های استانداردسازی آینده نیازمند بهبود بوده، شاخص‌های خاص فناوری برای کشف حوزه‌های آینده‌ی استانداردسازی هنوز به‌طور کامل توسعه نیافته‌اند.

* داده‌های نشان‌دهنده‌ی علم و فناوری پیشرفته و همچنین داده‌های خُرد بیانگر دیدگاه‌های کُنشگران حوزه‌های بالقوه‌ی استانداردسازی، اطلاعات بیشتری راجع به محتوای مرتبط با استانداردسازی ارائه می‌دهند.

* داده‌های خُرد مربوط به موضوعاتی مانند جنبه‌های بهداشت و سلامت، ایمنی و محیط‌زیست به شناسایی موضوعاتی می‌انجامند که چه بسا دغدغه‌ی عمومی باشند؛ در عین حال، ممکن است به شناسایی موانع حوزه‌های نوظهور استانداردسازی کمک کنند.

* داده‌های ثبت اختراع و کتاب‌سنجی برای شناسایی

تک‌تک ذی‌نفعان، شرکت‌ها و پژوهشگرانی استفاده شده‌اند که ممکن است در فرایندهای آینده‌ی استانداردسازی مشارکت کنند.

رویکرد روش‌شناسی این مقاله با چندین محدودیت به شرح زیر مواجه است:

* پیمایش دلفی، یک رویکرد به نسبت زمان‌بَر از نظر خوشه‌بندی و گروه‌بندی تک‌تک موضوعات است.
* پیمایش دلفی، مستلزم بررسی دقیق اولیه و مشارکت تعداد زیادی از خبرگان است.
* چه بسا، در حوزه‌های جدید و نوظهور، دسترسی به خبرگان برای پشتیبانی از دانش فنی لازم به‌منظور خوشه‌بندی موضوعات در توده‌های بزرگ‌تر، راحت نباشد.
* سطح جزئیات آگاهی پاسخ‌دهندگان به پرسش‌های باز، مسئله‌ی دسترسی به خبرگان را حادتر می‌کند.
* در مواردی که سطح جزئیات بسیار بالاست، چه بسا ارتباطات و شباهت‌های بین تک‌تک پاسخ‌دهندگان فقط برای خبرگان فنی روشن باشد.

در برخی موارد استفاده از روش‌شناسی‌ها و ابزارهای دیگر برای روش‌های رایانه‌ای، نظیر متن‌کاوی به‌منظور تحلیل فراوانی واژه و هم‌آیندها جهت ارزشیابی نزدیکی محتوا (رجوع کنید به دینگ[49] و همکارانش،۲۰۰۱؛ اِسمال[50] ، ۲۰۰۶؛ کالِرو[51] و همکارانش،۲۰۰۶) یا تحلیل ارجاعات نشریات به‌منظور شناسایی مسیرهای فناوری (رجوع کنید به وِرسپاگِن[52] ، ۲۰۰۵؛ فونتانا[53]و همکارانش، ۲۰۰۸) مفید به نظر می‌رسد. هر چند، اگر قرار باشد توسعه‌ی کلی فناوری‌ها، برون‌یابی شوند، چه بسا چنین روش‌هایی از اولویت برخوردار شوند، اما شناسایی موضوعاتی که احتمالا در آینده، نیازمند استانداردسازی خواهند بود، به تنهایی، کفایت نمی‌کند. از آنجا که ارزیابی ضرورتِ استانداردسازیِ جنبه‌های خاصی از یک فناوری، ماهیتی ذهنی دارد، نظرات خبرگان برای شناسایی موضوعات مرتبط ضروری است.

براساس تجربیات موجود در پیمایش‌های دلفی، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که این روش‌شناسی امکان شناسایی موضوعات بسیار خاص استانداردسازی را در آینده فراهم می‌آورد. هر چند، پایایی و روایی نتایج، به شناسایی نمونه‌های کافی ذی‌نفعان وابسته است. نتایج حاصل از پیمایش‌های دلفی، تنها، زمانی مفید هستند که توجه کافی به همه‌ی ذی‌نفعان مرتبط‌شده و امکان تصحیح پاسخ‌های راهبردی وجود داشته باشد. در غیر این صورت، این رویکرد به ارزیابی‌های به نسبت جانبدارانه می‌انجامد. در نتیجه، ترکیب رویکردهای مبتنی بر شاخص، که کمینه امکان شناسایی ذی‌نفعان شاغل در نهادهای پژوهشی و شرکت‌های خصوصی در حوزه‌های علم و فناوری را میسر می‌سازند، گزینه‌ای مناسب برای بهبود پایایی و روایی نتایج پیمایش‌ها است. با این وجود، انتخاب ذی‌نفعان از میان کاربران و حتی طرف مصرف‌کننده و یکپارچه‌کردن آن‌ها در رویکرد دلفی بسیار سخت‌تر است. این مسئله در خصوص نمایندگان سازمان‌های عمومی و نهادهای تنظیم‌گر نیز صدق می‌کند؛ جوامعی که نمی‌توان آن‌ها را با استفاده از شاخص‌های علم و فناوری شناسایی کرد.

به‌طورکلی، نقاط قوت و ضعف کاربرد پیمایش‌های دلفی برای آینده‌نگاری در استانداردسازی، مشابه نقاط قوت و ضعف استفاده از این رویکرد برای شناسایی روندهای آینده‌ی علم و فناوری است. از این گذشته، دامنه‌ی ذی‌نفعان و خبرگانی که باید در یک پیمایش دلفی یکپارچه شوند، بسیار گسترده‌تر و پیچیده‌تر است، زیرا اعضای سازمان‌های عمومی، مانند نهادهای تنظیم‌گر، نیز باید همراه با خبرگان علم و فناوری، مصرف‌کنندگان و کاربران احتمالی مورد بررسی قرار گیرند. وجود جامعه‌ی پیچیده‌ای از خبرگان، طراحی پرسش‌نامه‌ی دلفی را نیز سخت‌تر می‌کند. علاوه بر این بازه‌ی زمانی پیمایش‌های دلفیِ متمرکز بر موضوعات استانداردسازی باید کوتاه‌تر باشد تا فقط ۱۰ سال آینده را در بر بگیرد، زیرا ارزیابی نیاز به توسعه‌ی استانداردهای جدید و پذیرش استانداردهای موجود، فقط زمانی امکان‌پذیر خواهد بود که چشم‌اندازهای خاصی از کاربردهای تجاری علم و فناوری‌های نوین وجود داشته باشد. هر چند، موضوعات اصلی واژه‌شناسی را باید در همان آغاز ظهور

49. Ding
50. Small
51. Calero
52. Verspagen
53. Fontana

یـک حـوزه‌ی علـم و فنـاوری بررسـی کـرد. ایـن نکتـه در مـورد فنـاوری نانـو نادیـده گرفته شـد کـه در نتیجـه، بحثی حیاتـی در خصـوص مشـارکت نهادهـای استانداردسـازی در فعالیت‌هـای نظام‌منـد آینده‌نـگاری به‌وجـود می‌آیـد. بـرای بررسـی نقـاط ضعـف یـک رویکـردِ به‌طـور کامـل مبتنـی بـر شـاخص و یـک رویکـردِ به‌طـور کامـل ذهنـی، وجـود روشـی کـه تلفیقـی از تحلیـل عینـی، کمـی و پیش‌بینی‌کننـده‌ی مبتنـی بـر شـاخص‌ها و یـک تحلیـل ذهنـی، کِیفـی و هنجـاری مبتنـی بـر نظـرات خبـرگان اسـت، بـه شناسـایی حوزه‌هـای مرتبـط در فعالیت‌هـای آینـده‌ی استانداردسـازی کمـک می‌کنـد. روشِ پیشـنهادی ایـن مقالـه، فقـط یکـی از شـیوه‌های ممکـنِ انجـام چنیـن تحلیلـی اسـت. گفتنـی اینکـه، چیدمانـی انتخـاب شـد کـه در گام اول از روش‌هـای کمـی و مبتنـی بـر شـاخص بـرای محدودکـردن موضوعـات بالقـوه اسـتفاده کـرد و در عیـن حـال بـه دورنمـای مزیـت رقابتـی یـک فنـاوری خـاص در یکـی از کشـورها توجـه داشـت. در گام دوم، تلاشـی بـرای شناسـایی موضوعـات بالقـوه براسـاس ارزیابی‌هـای ذهنـی کُنشـگران مرتبـط صـورت گرفـت. در حـال حاضـر، روش‌هایـی کـه نهادهـای استانداردسـازی بـه‌کار می‌گیرنـد، فقـط دلالـت بـر رویکـرد دوم دارد کـه در آن کارگاه‌هـای خبـرگان تشـکیل می‌شـود؛ جایـی کـه، انگیـزش ابتدایـی از نظـر موضوعـات و خبـرگان مرتبـط الزامـاً مبتنـی بـر دانـش بیرونـی نیسـت. نتیجـه‌ی ایـن کار، دسـت‌کم تـا حـدودی، از دسـت رفتـن تحـولات جدیـد احتمالـی اسـت. از ایـن نظـر، رویکـرد مبتنـی بـر شـاخص بایـد به شناسـایی موضوعـات و کنشـگران مرتبـط کمـک کنـد. در گام دوم می‌تـوان به‌جـای انجـام تحلیـل دلفـی، کارگاه‌هـای خبـرگان را تشـکیل داد.

ارزیابـی رویکـرد ایـن مقالـه نشـان از آن دارد کـه انتقـال سـاده از کاربـرد روش‌شناسـی در شناسـایی حوزه‌هـای نوظهـور علـم و فنـاوری بـه آینده‌نـگاری استانداردسـازی کفایـت نمی‌کنـد. توسـعه‌ها و اصلاحـات بیشـتری بایـد صـورت بگیـرد تـا یـک مبنـای روش‌شناسـی مناسـب به‌وجـود آیـد. مبنایـی کـه امـکان تحلیل‌هـای آینده‌نـگاری استانداردسـازی را فراهـم مـی‌آورد و می‌توانـد نتایجـی بـا پایایـی و روایـی مناسـب ایجـاد کنـد. البتـه، نهادهـای استانداردسـازی نمی‌تواننـد بـه تنهایـی چنیـن تحلیلـی را انجـام دهنـد، زیـرا تجربـه‌ی لازم را بـرای انجـام فعالیت‌هـای آینده‌نـگاری ندارنـد. گفتنـی اینکـه، تغییـر رویکـرد بـه سـمتِ آینده‌نـگاری استانداردسـازی نیـز مسـتلزم آن اسـت کـه ذی‌نفعـان مشـارکت فعـال داشـته باشـند.

جدول۵: استانداردهای انتشاریافته‌ی ایزو مرتبط با "فناوری‌های نانو- TC 229"[54]

ISO/TS 27687:2008	فناوری‌های نانو- اصطلاحات و تعاریف مخصوص اجسام نانو- ذرات نانو، الیاف نانو و صفحات نانو (نسخه‌ی آلمانی CEN ISO/TS 27687:2008
ISO/TR 12885:2008	فناوری‌های نانو- اقدامات ایمنی و سلامت در محیط‌های کاری مرتبط با فناوری‌های نانو
ISO/DIS 10801:2009	فناوری‌های نانو- تولید ذرات نانو فلزی برای آزمون میزان سموم تنفسی به کمک روش تبخیر- تقطیر(نسخه‌ی آلمانی prEN ISO 10801:2009)
ISO/DIS 10808:2009	فناوری‌های نانو- تعیین ویژگی‌های ذرات نانو در محفظه‌های مخصوص تنفسی برای آزمون میزان سموم تنفسی(prEN ISO 10808:2009)

CD= پیش نویس کمیته | NP= پیشنهاد اقلام جدید کاری | TR= گزارش فنی

DIS= پیش‌نویس استاندارد بین‌المللی | TS= مشخصه‌ی فنی | WD= پیش‌نویس کاری

کمیته‌های ایزو همکار: TC 24/SC 4, TC 48, TC 61,TC 142, TC 146/SC 2,TC 150, TC 184/SC 4, TC 194, TC 201, TC 202, TC 207, TC 207/SC 1, TC 209, TC 213, TC 215, TC 246

54. (www.iso.org, September 2009)

جدول۶: استانداردهای در دست تدوین مرتبط با "فناوری‌های نانو- TC 229"

ISO/AWI TS 10812	فناوری‌های نانو- کاربرد طیف‌بینی رامان در تعیین ویژگی‌های لوله‌های نانو کربنی تک-جداری(SWCNTs)
ISO/SC TS 11251	کاربرد طیف‌سنجی توده‌ای تکاملی آنالیز گاز- کروماتوگرافی گاز(EGA-GCMS) در تعیین ویژگی‌های لوله‌های نانو کربنی تک-جداری(SWCNTs)
ISO/AWI TS11308	کاربرد آنالیز ثقل‌سنجی حرارتی (TGA) در ارزیابی خلوص لوله‌های نانو کربنی تک-جداری(SWCNTs)
ISO AWI TR 11808	راهنمایی در خصوص روش‌های اندازه‌گیری ذرات نانو و محدودیت‌های آن‌ها
ISO/AWI TR 11811	راهنمایی در خصوص روش‌های اندازه‌گیری اصطکاک نانو
ISO/AWI TS 11931-1/-2	کاربنات کلسیم نانو بخش۱: ویژگی‌ها و روش‌های اندازه‌گیری بخش۲: مشخصه‌ها در حوزه‌های کاربردی منتخب
ISO/AWI TS 11937-1/-2	دی‌اکسید تیتانیوم نانو بخش۱: ویژگی‌ها و روش‌های اندازه‌گیری بخش۲: مشخصه‌ها در حوزه‌های کاربردی منتخب
ISO/AWI TS 12901-1/-2	بخش۱: راهنمایی در خصوص جابجایی و دفع ایمن مواد نانو ساخته‌شده بخش۲: راهنمایی در خصوص مدیریت ریسک شغلی در حوزه‌ی مواد نانو ساخته‌شده بر اساس "رویکرد نوارپیچی کنترل‌کننده"
ISO/AWI TR 13014	راهنمایی در خصوص ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی مواد نانو ساخته‌شده برای ارزیابی سَم‌شناسی
ISO/AWI TR 13121	چارچوب ارزیابی ریسک موادنانو
ISO/DIS 29701	آزمون اِندوتاکسین روی نمونه‌های مواد نانو برای سامانه‌های آزمایشگاهی- آزمون LAL
ISO/CD TR 80004-1 to -9	اصطلاحات و تعاریف- چارچوب بخش۲: اصطلاحات هسته بخش۴: اجسام نانو کربن بخش۵: مواد با ساختار نانو بخش۶: واسط زیستی/ نانو بخش۷: ابزارآلات و اندازه‌گیری در مقیاس نانو بخش۸: کاربردهای پزشکی، سلامتی و درمان شخصی بخش۹: فرایندهای ساخت نانو
ISO/CD 12025	مواد نانو- چارچوب کلی تعیین محتوای ذرات نانو در مواد نانو با تولید ذرت ریز معلق در هوا
ISO/AWI TS 12805	راهنمایی در خصوص تعیین مواد نانو
ISO/NP TR 13329	آماده‌سازی برگه مشخصات ایمنی مواد
ISO/NP TS 13278	لوله‌های نانو کربن- تعیین ناخالصی‌های فلزی در لوله‌های نانو کربن (CNTs) با استفاده از طیف‌نمایی توده-پلاسما به صورت القایی(ICP-MS)
ISO/WD TS 10797	لوله‌های نانو- استفاده از طیف‌نمایی انتقال الکترونی (TEM) در لوله‌های نانو کربن تک‌جداری(SWCNTs)
ISO/WD TS 10798	ریزبینی الکترونی پویشگر(SEM) و آنالیز اشعه ایکس متفرق‌کننده‌ی انرژی(EDXA) در تعیین مشخصات لوله‌های نانو کربن تک‌جداری(SWCNTs)
ISO/CD TS 10867	استفاده از طیف‌نمایی تابناکی نوری- ان.آی.آر(NIR-PL) در تعیین مشخصات لوله‌های نانو کربن تک‌جداری(SWCNTs)
ISO/CD TS 10868	استفاده از طیف‌نمایی جذبیUV-Vis-NIR در تعیین مشخصات لوله‌های نانو کربن تک‌جداری(SWCNTs)
ISO/CD TR 10929	روش‌های اندازه‌گیری مخصوص تعیین مشخصات لوله‌های نانو کربن چندجداری(MWCNTs)
ISO/NP TS 13126	توری‌های مصنوعی مورد استفاده در فناوری نانو- شرح و اندازه‌گیری پارامترهای ابعادی کیفیت

CD= پیش نویس کمیته　NP= پیشنهاد اقلام جدید کاری　TR= گزارش فنی

DIS= پیش‌نویس استاندارد بین‌المللی　TS= مشخصه‌ی فنی　WD= پیش‌نویس کاری

مرجع

• Goluchowicz, Kerstin Martina, (2012). Standardization Foresight – An Indicator-Based, Text Mining And Delphi Method, Essay 2, Identifying Future Fields of Standardisation Methodology and Empirical Experience.