

بررسی نقش استانداردسازی در حکمرانی علوم و فناوری‌های نوظهور

امیر فرومندی، جواد فهیم، محمدرضا سالمی نجف‌آبادی

چکیده. حفظ یک جایگاه راهبردی بین‌المللی و حکمرانی در قرن حاضر به معنی داشتن قابلیت فناورانه صنعتی برای ایجاد یک مزیت رقابتی در بازار و همچنین داشتن بازوی نظامی است. مطالعات نشان می‌دهد که استانداردسازی نقش غیرقابل جایگزینی در توسعه فناوری داشته و از طرفی نیز فناوری‌های نوظهور نقش انکارناپذیری در پیشرفت جوامع بشری و حکمرانی فناورانه در عصر حاضر دارند. استانداردسازی فناوری‌های نوظهور موجب تسریع توسعه و تجاری‌سازی فناوری و در نتیجه رشد اقتصادی و افزایش توان دفاعی کشورها می‌گردد. در نتایج پژوهش‌های صورت گرفته یک خلاء در تبیین نقش فناوری‌های نوظهور در رسیدن به سطح کشورهای توسعه یافته و نیز نقش استانداردسازی در تجاری‌سازی و رسیدن به بلوغ فناوری‌های نوظهور وجود دارد. در این پژوهش با بهره‌گیری از مطالعات کتابخانه‌ای، پس از مروری جامع بر روی پژوهش‌های گذشته، تلاش می‌شود تا مباحث استانداردسازی و فناوری‌های نوظهور تعریف و سپس نقش استانداردسازی در توسعه، تجاری‌سازی و بلوغ فناوری‌های نوظهور تبیین گردد. نتایج مطالعات کتابخانه‌ای نشان‌دهنده نقش استانداردسازی در جهت‌دهی به نوآوری و نقش حمایتی آن از تبدیل نوآوری‌ها به یک فناوری نوظهور دارد. نتایج حاکی از این است که در حضور استانداردسازی فناوری‌های نوظهور تطابق بیشتری با تقاضای بازار داشته و از این جهت چرخه عمر این فناوری‌ها با سرعت بیشتری به بلوغ خواهد رسید. در نهایت با برخورداری از راهبرد استانداردسازی می‌توان به توسعه فناوری‌های نوظهور و تثبیت جایگاه منطقه‌ای و حکمرانی فناورانه دست یافت.

کلید واژگان: استانداردسازی، استانداردسازی فناوری، فناوری‌های نوظهور، توسعه فناوری، نوآوری، حکمرانی

Investigating the Role of Standardization in the Governance of Emerging Sciences and Technologies

Amir Foroumandi¹, Javad Fahim², Mohammad Reza Salemi Najaf Abadi³

Abstract. Maintaining an international strategic position and governance in the present century means having the technological capability to create a competitive advantage in the market as well as having a military power. Studies show that standardization has an indispensable role in technology development, and emerging technologies have an undeniable role in advancement of human societies and technological governance in the present age. There is a gap in the results of researches about explaining the role of emerging technologies in reaching the level of developed countries and the role of standardization in commercializing and maturing emerging technologies. In this research, by using library studies, after a comprehensive review of past researches, it is attempted to define standardization and emerging technologies topics and then explain the role of standardization in the development, commercialization and maturation of emerging technologies. The results show that standardization the emerging technologies cause more matching with market demand and therefore the lifecycle of these technologies will mature more rapidly. Finally, with the standardization strategy we can achieve to emerging technologies development and consolidate regional status and technological governance.

Keywords: Standardization, Technology Standardization, Emerging Technologies, Technology Development, Innovation, Governance

۱ مقدمه

توسعه و حکمرانی فناوری‌های نوظهور به طور پویا و اجتناب ناپذیری در هم تنیده شده‌اند. این فناوری‌ها بدون فراهم نمودن آزادی محققان برای نوآوری نمی‌توانند توسعه یابند، اما از طرفی آزادی بیش از حد می‌تواند منجر به فاجعه‌ای شود که فرصت آینده را از بین می‌برد. محافظت ناکافی می‌تواند منجر به خطرات بیش از حد یا ناشناخته در مورد سلامتی انسان و محیط زیست شود و اعتماد عمومی را کاهش دهد. اما مقررات بیش از حد نیز می‌تواند توسعه یک فناوری بسیار امیدوارکننده را محدود کند و منافع اجتماعی، بهداشتی، زیست محیطی و اقتصادی بالقوه‌ای را از بین ببرد. چالش حکمرانی فناوری‌های نوظهور، نیاز به طراحی یک محیط نوآوری دارد که همزمان با محافظت از خطرات احتمالی آن، به دنبال مزایای پیش‌بینی شده نوآوری باشد. این چالش با این واقعیت که خطرات یک فناوری را نمی‌توان کاملاً درک کرد تا زمانی که این فناوری بیشتر توسعه یابد، دشوارتر شده است (Marchant, 2013).

پیشنهادات جدید حکمرانی در زیر تهیه شده است که شامل انواع توصیه‌هایی است که در شش زمینه متمرکز شده است: (۱) بهبود جمع‌آوری داده‌ها و به اشتراک گذاری در مواجهه با منابع محدود. (۲) رفع شکاف‌های نظارتی تازه ایجاد شده یا افشا شده. (۳) تشویق به نظارت قوی شرکت‌ها فراتر از الزامات نظارتی؛ (۴) افزایش تخصص و هماهنگی آژانس؛ (۵) فراهم نمودن سازگاری و انعطاف‌پذیری نظارتی؛ (۶) فراهم نمودن مشارکت ذینفعان بصورت گسترده و متنوع (Marchant, 2013).

در زمینه رقابت شدید برای فعالیتهای صنعتی، با ظهور صنایع جدید از طریق علم و فناوری که توسط دولت‌ها به عنوان بهترین چشم‌انداز رشد ارائه می‌شود، رابطه بین استانداردها و نوآوری، و به‌طور خاص بین استانداردها و فناوری‌های نوظهور، مورد توجه بسیاری قرار گرفته است (O'Sullivan, 2012).

تعدادی از پژوهشگران موضوع استانداردها و فناوری‌های نوظهور را با تمرکز بر روی عملکردهای مختلف حمایتی استانداردها که می‌توانند برای تقویت رشد فناوری‌های نوظهور عمل کنند، مورد بررسی قرار داده‌اند. موازنه شواهدی که آنها ارائه کرده‌اند، به تأثیر مثبت استانداردها بر روی فناوری‌های نوظهور اشاره دارد. با وجود استانداردهایی که واژگان مشترک و تعاریف توافق شده از اصطلاحات را ایجاد می‌کنند و افزایش اعتماد سرمایه‌گذاران و مصرف‌کنندگان و نیز افزایش سرعتی که شرکت‌ها می‌توانند محصولات خود را به بازار عرضه کنند و در نهایت با کاهش موانع فنی تجارت، آنها می‌توانند یک مزیت رقابتی را فراهم کنند (Van Merkerk, 2006). یک رویکرد فناوری توسط سایر نویسندگان اتخاذ شده است و بسته به مرحله ظهور فناوری، منجر به تفکری جالب از لحاظ درجه‌های مناسب و انواع استانداردسازی شده است (Blind, 2009).

اهداف اصلی در این زمینه شامل استفاده از استانداردسازی به منظور حمایت از اجرا و انتشار نتایج نوآوری و تحقیقات، کاهش حجم قوانین و افزایش آگاهی و آموزش درباره استانداردها است. استفاده بیشتر از استانداردها در تهیه خدمات عمومی، به ویژه با هدف ارتقاء نوآوری نیز مورد تأکید قرار گرفته است. جالب اینجاست که توجه زیادی توسط هر دو دولت آلمان و ایالات متحده به روش‌های کارآمدتر شدن روند توسعه استانداردها صورت گرفته است. در ایالات متحده، یک مطالعه توسط یک آژانس ایالتی انجام شده است تا چگونگی بهبود مشارکت دولت در فعالیتهای استانداردسازی را کشف کند (NIST, 2011). در آلمان نیز تعدادی از گزارش‌ها به بررسی چگونگی ادغام بهتر جامعه تحقیقاتی در فرآیند توسعه استانداردها و چگونگی توسعه تحقیقات مترجمی می‌پردازند. اقتصادهای استانداردسازی نیز با گزارش‌هایی که تأثیر مثبت استانداردها بر روی رشد اقتصادی را نشان می‌دهد، مورد توجه قرار گرفته‌اند (DIN, 2010). با این حال، پژوهش‌های دانشگاهی، مقالات سیاستی و اسناد راهبردی موضوعات عمده‌ای را در مورد توسعه استانداردها برای حمایت از فناوری‌های نوظهور در مراحل اولیه چرخه عمرشان و نیز هم‌ترازی یا هماهنگی فعالیتهای استاندارد، ناشناخته باقی گذاشته‌اند. علاوه بر این، ادغام بهتر فعالیتهای تحقیقاتی و استانداردسازی فقط با روشی مرحله‌ای مورد بررسی قرار گرفته است. به همین ترتیب، مطالعات بسیار اندکی به شیوه‌های بین‌المللی مرتبط با هم‌افزایی فناوری‌های نوظهور و فرایندهای توسعه استانداردها پرداخته‌اند (O'Sullivan, 2012).

سرنیواسان^۱ در سال ۲۰۰۸ در نتایج خود نشان داده است که فناوری‌های نوظهور نوآوری‌هایی بر مبنای علم می‌باشند که پتانسیل ایجاد صنعت جدید را دارا می‌باشند. فرهنگ لغت کسب و کار، فناوری‌های نوظهور را فناوری‌های نوینی معرفی می‌کند که در حال حاضر در حال توسعه هستند یا در طول پنج تا ده سال آینده توسعه داده می‌شوند و در اصل محیط کسب و کار و محیط زیست را دستخوش تغییر خواهند کرد (Srinivasan, 2008).

فناوری‌های نوظهور چالش‌ها و فرصت‌هایی را برای راهبردهای ملی فناوری ارائه می‌دهند. بنابراین دولت‌ها ممکن است بخواهند افق فناوریانه را بر مبنای نظام‌مند رصد کنند. کزنس و همکاران^۲ در سال ۲۰۱۰ در پژوهشی که به عمل آوردند به تشریح رویکردهای کمی موجود برای چنین پایشی پرداختند. از میان انواع مختلف استاندارد، داده‌ها، پیشنهادات و انتشارات کتابشناسی بیشتر از سایر موارد برای این منظور مفید هستند. زیرا آنها اطلاعات را در چرخه توسعه فناوری زودتر ثبت می‌کنند. در آخر این پژوهشگران به این نتیجه می‌رسند که تکنیک‌های کتابشناسی پتانسیل قابل توجهی برای استفاده در سیستم‌های نظارتی دارند،

¹ Srinivasan (2008)

² Cozzens et al. (2010)

اما محدودیت‌های بسیاری نیز در این عرصه وجود دارد. در حال حاضر، نظارت ملی بر روی فناوری‌های نوظهور وجود دارد، بنابراین این امر هنوز هم باید به ترکیبی از تجزیه و تحلیل کمی همراه با دانش متخصصان فنی بستگی داشته باشد (Cozzens, 2010).

اسلیوان و ددین^۱ در سال ۲۰۱۲ در نتایج پژوهش خود به بررسی برخی رویکردهای بین‌المللی به منظور حمایت از توسعه استانداردها برای فناوری‌های نوظهور با اهمیت ملی پرداختند. به طور خاص، آنها در این پژوهش رویکردهای مختلف برای توسعه استانداردها در سیستم‌های ملی نوآوری ایالات متحده و آلمان را مورد بررسی قرار دادند. این مطالعه توجه ویژه‌ای به نقش‌ها، شیوه‌ها و مدل‌های مقرر شده‌ی مختلف سازمان‌های توسعه استانداردها، در مراحل اولیه چرخه عمر یک فناوری جدید دارد. این پژوهشگران سعی کرده‌اند عواملی که ممکن است برای توسعه استانداردهای "مدل‌های تجاری" پیامدهایی داشته باشند را برجسته نمایند (O'Sullivan, 2012).

کخ^۲ در سال ۲۰۱۷ پژوهشی ارائه نمود که هدف آن کمک به درک بهتر نقشی است که استانداردها در سیستم چند بعدی نوآوری ایفا می‌کنند. در این پژوهش مسیرهای نوآوری در ساخت مواد افزودنی به روشی منظم و جامع، با تمرکز بر فعالیت‌های استانداردسازی و با توجه به مواردی چون هماهنگی، ذینفعان درگیر، زمانبندی و انواع استانداردهای توسعه یافته تجزیه و تحلیل می‌شود. با توجه به چهارچوب‌های مختلف استانداردسازی و نوآوری، اکوسیستم نوآوری ساخت مواد افزودنی و پیوندهای مربوط به استانداردسازی به طور سیستماتیک مورد ارزیابی و تحلیل قرار می‌گیرد. تجزیه و تحلیل فعالیت‌های استانداردسازی شامل عناصر فناوری که باید استاندارد شوند، دلایل نیاز به استانداردها و در نهایت زمانبندی و ترتیب و همچنین ذینفعان درگیر می‌باشد. با قرار دادن استانداردسازی در چهارچوب سیستم نوآوری چند بعدی ساخت مواد افزودنی، این تحقیق نشان می‌دهد که استانداردها می‌توانند از انتشار یک فناوری نوظهور پشتیبانی کنند (Koch, 2017).

مطالعه موردی از این دیدگاه حمایت می‌کند که استانداردها نقش مهمی در انتشار فناوری‌های نوظهور دارند و انواع مختلفی از استانداردها در مراحل مختلف نوآوری عملکردهای مختلفی دارند (Blind, 2009). بنابراین در این پژوهش با بهره‌گیری از مطالعات کتابخانه‌ای و در غالب یک مطالعه مروری به بررسی ساخت مواد افزودنی^۳ به عنوان مطالعه موردی می‌پردازیم تا درک مطلب و نتیجه‌گیری بهتری ارائه بنمائیم (لازم به ذکر است که این مطالعه موردی بر اساس تحقیقات انجام شده در کشورهای آلمان و ایالات متحده صورت گرفته است). به عبارتی دیگر، در این پژوهش سعی بر آن است تا با مروری بر مطالعات صورت گرفته پس از تبیین مفاهیم استانداردسازی و فناوری‌های نوظهور، به این سوال پاسخگو باشیم که نقش استانداردسازی در توسعه و تجاری‌سازی فناوری‌های نوظهور چیست؟

۱-۱ ادبیات موضوع

فناوری‌های نوظهور به فناوری‌هایی گفته می‌شود که تاکنون به طور کامل تجاری نشده باشند یعنی در مراحل اولیه چرخه عمر خود باشند ولی در طول چند سال آینده تجاری می‌شوند و پیش‌بینی می‌شود در آینده استفاده از آنها به طور فزاینده‌ای توسعه یابد. صنایع جدیدی توسط این فناوری‌ها ایجاد می‌شود و شاید صنایع موجود را از رده خارج نمایند و به منظور ایجاد تحول در نهادها و جامعه از توانایی لازم برخوردارند. ماهیت بسیار وسیع این فناوری‌ها، تعامل نزدیک و زیاد آنها با علوم و فناوری‌های موجود و تأثیرات بالای اقتصادی و اجتماعی آنها، برنامه‌ریزی بلندمدت، چندبخشی و رویکرد سیستمی را برای سیاست‌گذاری می‌طلبد و این امر در اکثر کشورهای فعال در این حوزه نیز مورد تأکید قرار گرفته است (انصاری، ۱۳۸۸).

حکمرانی فناورانه، برخلاف باورها، به معنای جدی نبودن ریسک‌های فناوری و مدیریت دقیق آن نیست. عدم رسیدگی مناسب به خطرات فناوری می‌تواند تأثیرات مضر قابل توجهی بر سلامتی انسان و محیط‌زیست داشته باشد و می‌تواند توسعه فناوری در

^۳ O'Sullivan and Dodin (2012)

^۴ Koch

^۵ Additive Manufacturing

آینده را محدود کند. پرداختن به خطرات احتمالی در مراحل اولیه و شفاف برای موفقیت طولانی مدت فناوری های نوظهور بسیار مهم است (Marchant, 2013).

نوآوری به کاربردهای نوین علم، مهارت‌ها و روش‌هایی که می‌توانند موجب بهبود محصولات و فرایندها شده و در نتیجه تقاضاهای مشتریان و نیازهای بازار را مرتفع سازند، اشاره دارد. نوآوری باعث می‌شود تا تولیدکنندگان توانمند شده و ارزش‌های مورد انتظار برآورده شوند و همچنین چابکی و انعطاف‌پذیری را بهبود دهند. در نتیجه، تولیدکنندگان قادر می‌شوند به سرعت به تغییرات محیطی پاسخ داده و از پویایی های بازار بهره‌مند شوند. این امر در بحث رقابت پذیری تولیدکنندگان یکی از اصول بنیادی می باشد (Jiang, 2017).

توسعه فناوری یک فرایند توسعه مرتبط با زمینه‌های اجتماعی و فناوری است که تحت تاثیر عوامل فناورانه می‌باشد. دو نوع اصلی از توسعه فناوری وجود دارد:

۱. تدریجی^۱، بدون تغییر قاعده (کلی) و پایه فنی، توسعه تدریجی به بهبود مستمر عملکرد فنی اشاره دارد. نوآوری در فناوری به عنوان رایج ترین کاربرد عملکرد فنی در نظر گرفته می شود.
۲. رادیکال^۲، توسعه رادیکال، با انجام تغییرات اساسی در قاعده (کلی) فنی، محصولات فناوری را تغییر خواهد داد. علاوه بر این هنگامی که قاعده (کلی) فنی دچار تغییر اساسی شود، می توان آن را به عنوان یک انقلاب فناوری در نظر گرفت. فناوری بالغ تنها با توسعه تدریجی به دست می آید. در عین حال، نوآوری در فناوری مبتنی بر فناوری بالغ است. بنابراین، تحقق نوآوری در فناوری بدون توسعه تدریجی غیر ممکن است. بر اساس چرخه عمر صنعت، سه مرحله برای توسعه فناوری در نظر گرفته می شود: تشکیل، رشد، و بلوغ. با توجه به منحنی روند توسعه فناوری (نشان داده شده در اشکال زیر)، توسعه فناوری در مراحل مختلف توسعه دارای ویژگی‌های متفاوتی است (Jiang, 2017).

استانداردسازی یک تلاش حساب شده توسط یک سازمان به منظور توسعه، تصویب و اجرای استانداردها در میان سهامداران است (Gao, 2014). استانداردسازی را می‌توان توسط سازمان توسعه استانداردها^۳، مانند انجمن مهندسان مکانیک آمریکا^۴ که استانداردهای اجزای مکانیکی و دستگاه‌ها را نظارت می‌کند، اجرایی کرد. همچنین استانداردسازی را می‌توان توسط شرکت‌های خصوصی که به دنبال یک استاندارد برای محصولات یا فرایندهای خود و نیز نوآوری‌های مرتبط با آن هستند نیز اجرایی کرد. این امر را «اقدامات استانداردسازی» می‌نامند. به عنوان مثال، گوگل سیستم عامل اندروید را برای دستگاه‌های مخابراتی تلفن همراه توسعه داده است و از طرفی مشاوره‌های مدیریت و حسابداری در طول زمان موجب توسعه برنامه‌های کاری و روش‌های استاندارد مورد استفاده در صنعت خود شدند (Wright, 2012).

۲ شرح مقاله و روش تحقیق

سیستم‌های نوآوری و استانداردسازی ملی می‌توانند در پیکربندی و فرهنگ، در مقیاس و دامنه فعالیت‌های ذینفعان و در کیفیت و ماهیت ارتباط متقابل آنها، تفاوت‌های چشمگیری داشته باشند. این تغییرات منعکس‌کننده نقاط قوت صنعتی خاص ملی، سیر تحول تاریخی آژانس‌های تأمین مالی ملی، جوامع حرفه‌ای و مؤسسات توسعه فناوری است (O'Sullivan, 2012). ایجاد نظام استانداردسازی کالا، خدمات و اطلاعات یکی از پیوندهای فنی و ابزار روان‌سازی اطلاعات در زنجیره تأمین می‌باشد. استانداردسازی جریان اطلاعات در سطوح مختلفی از درون سازمانی گرفته تا سطح بین‌المللی امکان‌پذیر می‌باشد. همچنین در این رابطه، تعدادی از پرکاربردترین روش‌های استانداردسازی بین‌المللی نیز توسعه داده شده‌اند (اژدري، ۱۳۷۰).

¹ Gradual

² Radical

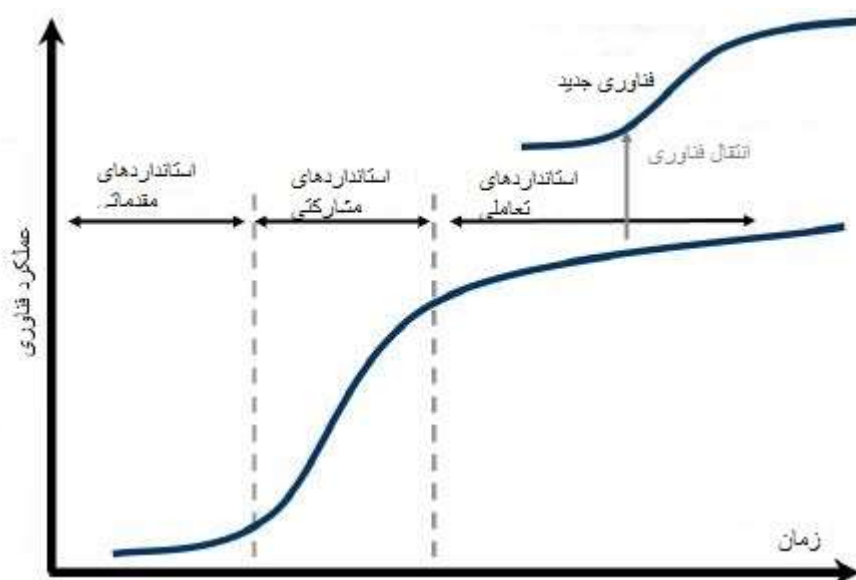
³ Standards development organizations

⁴ American Society of Mechanical Engineers

در قرن اخیر حفظ یک جایگاه راهبردی بین‌المللی به معنی بهره‌مندی از قابلیت فناوریانه صنعتی کافی برای ایجاد یک مزیت رقابتی در بازار و نیز داشتن بازوی نظامی می‌باشد. به عبارت دیگر، در این قرن جایگاه راهبردی یک کشور به ترکیبی از نفوذ اقتصادی و نظامی بستگی دارد که این دو مورد خود به توسعه فناوریانه و ظرفیت نوآوری وابسته می‌باشند. پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهند مشارکت در استانداردسازی نقش غیرقابل جایگزینی در توسعه فناوری دارد و درک درستی از مفاهیم، رویکردها و تکنیک‌های استانداردسازی فناوری قادر است توسعه فناوری را تسریع نماید (Li, 2018).

با توجه به این موارد لازم است تا صنایع دفاعی و شرکت‌ها راهکارهای پایدار به منظور مداخله در نوآوری محصولات و فناوری‌ها را در نظر بگیرند تا قادر باشند همواره در رأس رقابت قرار گرفته و سهم بیشتری از مزیت رقابتی را به خود اختصاص دهند. تلاش در جهت ارائه فناوری نوظهور و محصولات دارای نوآوری یکی از محرک‌های صنایع می‌باشد تا با معرفی این محصولات جدید از مزیت رقابتی حاصل از ارائه محصول برای اولین بار بهره‌مند شوند. تمامی این امور موجب می‌شوند تا صنایع با وارد کردن علم و فناوری نوین خود در استانداردسازی، موجب ارتقا سطح آن شوند (Jiang, 2018).

طبق شکل ۱-۳ یک رابطه زمان‌بندی میان استانداردها و چرخه عمر یک فناوری وجود دارد و استانداردهای موفق استانداردهایی هستند که نیازهای کاربران فناوری را در مراحل مختلف این چرخه عمر برآورده سازند. بنابراین می‌توان در مورد سطح آمادگی استانداردها بحث کرد و این مطلب را در نظر گرفت که درجه‌های مختلف استاندارد در نقاط مختلف تحول فناوری بهینه هستند (Sherif, 2001).



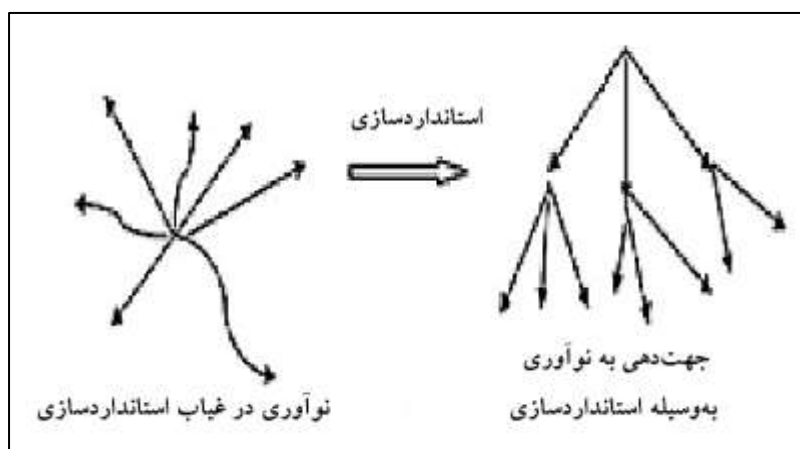
شکل ۱-۲ زمان بندی استانداردها در رابطه با چرخه عمر فناوری (Sherif, 2001)

اگر چه پیش‌بینی ظهور فناوری‌ها دشوار است، اما اخیراً داده‌های بزرگ و تحلیل‌شده‌ای یافت شده است که برای ردیابی فناوری‌هایی با اثرات تحول بالقوه مورد استفاده قرار می‌گیرند. پژوهش در زمینه فناوری‌های نوظهور و پیشرفته اخیر می‌تواند موجب آگاهی از سیاست و راهبرد شود و فرصت‌های جدیدی را برای توسعه اجتماعی و اقتصادی آشکار کند. در این راستا، فرصت‌های ایجاد شده توسط فناوری‌های نوظهور و جدید، فراوان است. فناوری‌ها چه نوظهور و چه در حال ظهور، در مراحل اولیه چرخه عمرشان با برنامه‌های بررسی شده، اثبات شده و نیز آگاهی ایجاد شده در بازار، فرصت‌های بیشتری را برای توسعه پایدار شکل می‌دهند (Huggins, 2009).

گشوده شدن بازارهای کاملاً جدید، کاهش فعالانه موانع تجاری و تسهیل انطباق با تولیدکنندگان محصولات مکمل از طریق استانداردسازی رسمی میسر می‌شود. این عامل به دسترسی به بازار محصولات یا کشورهای خاصی مرتبط است. از طرفی استانداردها به سازگاری با سایر محصولات و اجزا کمک می‌کنند که در فناوری‌های پیشرفته و نوظهور بسیار مهم است. و از طرف دیگر، استانداردها می‌توانند موجب کاهش موانع تجارت در بازارهای بین‌المللی شوند (Blind, 2016).

خصوصیاتی که نوآوری فناوری‌های نوظهور و چشم‌انداز استانداردسازی را در ایالات متحده از هم متمایز می‌کنند عبارتند از:

- رهبری بخش غیر متمرکز، متنوع و خصوصی (ماهیت) سازمان های توسعه استانداردهای مرتبط با فناوری
 - نقش اصلی تشکیل و اعتباربخشی موسسه استاندارد ملی آمریکا
 - نقش هماهنگی موسسه ملی استاندارد و فناوری.
 - فعالیت های آژانس ماموریت فدرال مربوط به توسعه استانداردهای فناوری نوظهور، به ویژه وزارت انرژی و دفاع.
- برخی از ویژگی های سطح بالا که به تعریف سیستم توسعه استانداردهای فناوری های نوظهور آلمان کمک می کنند عبارتند از:
- نقش دولت مرکزی: وزارت اقتصاد و فناوری فدرال نقش اساسی در تأمین بودجه توسعه استانداردها و ابتکار عمل برای پیوند این فعالیت ها با تحقیق و توسعه (تامین شده از بودجه فدرال) ایفا می کند.
 - تأکید بر رقابت پذیری تولید آلمان: در گفتمان سیاسی آلمان بر توسعه فناوری نوظهور (و استاندارد سازی) و حمایت از رقابت پذیری شرکت های آلمانی که در بخش های مربوطه صنعتی فعالیت دارند، تأکید شده است.
 - نقش جوامع حرفه ای: مؤسسه استاندارد آلمان^۱ با جوامع حرفه ای آلمان همکاری نزدیکی دارد. برجسته ترین انجمن های مهندسی پیشرو، انجمن فناوری های برقی، الکترونیکی و اطلاعات و انجمن مهندسان آلمانی هستند (O'Sullivan, 2012).
- طبق شکل ۳-۲ نظریه درخت استاندارد به منظور نمایش اثر استاندارد سازی بر روی نوآوری در فناوری و توسعه فناوری، توسط سوان^۲ پیشنهاد شده است. همان گونه که در شکل نیز نشان داده شده است، در این نظریه شاخه های اصلی درخت را نوآوری های کارآمد و مطابق با تقاضای بازار (که توسط بازار پذیرفته می شوند) تشکیل می دهند. این دسته از نوآوری ها تعیین کننده سمت و سوی توسعه و نوآوری های آینده صنعت می باشند و بصورت زیر شاخه ها رشد و توسعه می یابند. در طرف مقابل نوآوری های ناکارآمد که به شکل شاخه های فرعی درخت نمایش داده می شوند، در همان جا پایان یافته و بیش از این رشد و توسعه نمی یابند (Judson, 1976).



شکل ۲-۲- تأثیر استاندارد سازی بر روی نوآوری (Belleflamme, 2002).

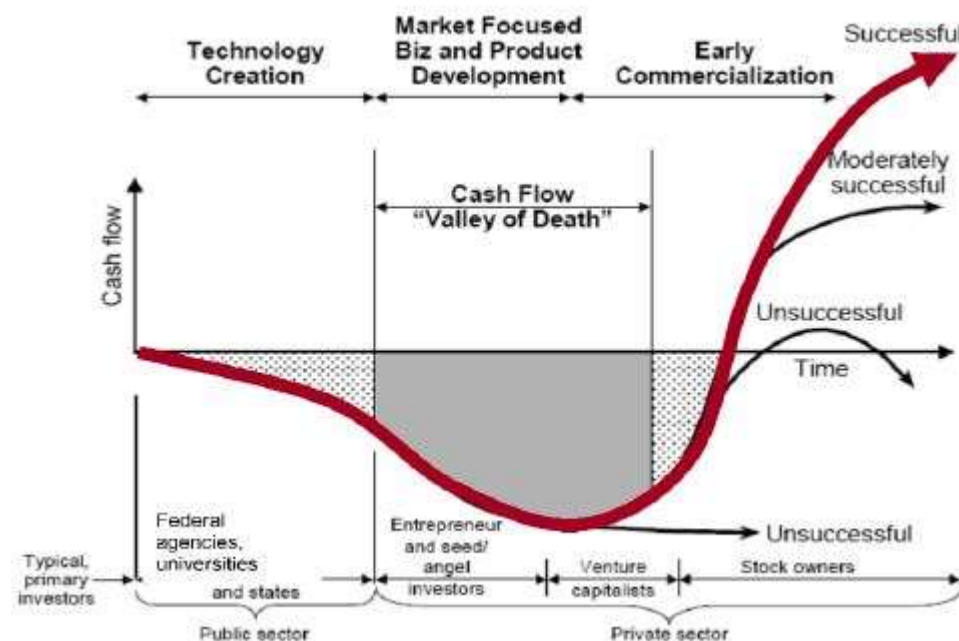
با وجود اینکه فرصت های یک فناوری نوظهور تقریباً بی حد و حصر به نظر می رسند، ولی اگر یک فناوری به شکلی مطمئن و با حفظ اعتماد عمومی ایجاد نشود، این فرصت ها حاصل نمی شوند. برای درک پیشرفت و توسعه فناوری در حال ظهور، تجزیه و تحلیل نمونه هایی از فناوری های مختلف در مراحل مختلف بلوغ فناوری و تجارت، با تمرکز ویژه در فناوری زیستی، فناوری نانو و زیست شناسی مصنوعی انجام می پذیرد. بررسی این طیف از توسعه فناوری، بینشی در مورد چگونگی مدیریت فناوری های نوظهور به طور عادی ارائه می دهد تا همزمان با مقابله در برابر خطرات احتمالی، از مزایای بالقوه به طور همزمان بهره ببرد (Marchant, 2013).

¹ Deutsches Institut für Normung

² Swann

با توجه با اینکه با مشارکت صنایع در فرایندهای استانداردسازی در سطح بین‌المللی و در کنار آن تعهد به استانداردهای ملی موجب می‌شود تا برخی از مقررات و استانداردهای سطح ملی به سطح بین‌الملل راه یابند، میزان متعهد بودن صنایع به استانداردهای ملی امری بسیار مهم و مورد تاکید می‌باشد. در نتیجه هر چه میزان فعالیت صادراتی صنایع افزایش یابد، انگیزه بیشتری برای مشارکت در فعالیتهای استانداردسازی در سطح ملی از خود نشان می‌دهند (Blind, 2006).

همان‌گونه که در شکل ۳-۳ مشاهده می‌شود و از منظر سرمایه‌گذاری، ظهور یک فناوری جدید مراحل مختلفی را طی می‌کند، از پایگاه تحقیقاتی عمومی به بازارهای کاربردی مستقر. کمبود بودجه، اثر آشنا "دره مرگ"، می‌تواند بین تحقیقات اساسی و عملیات تجاری رخ دهد. ابعاد مختلف مربوط به درک نقش استانداردها در فناوری‌های نوظهور طی روند "دره مرگ" اتفاق می‌افتد.



شکل ۳-۲ فناوری‌های نوظهور و نمودار دره مرگ (Murphy, 2003)

۱-۲ فناوری‌های ساخت افزودنی

ساخت مواد افزودنی اصطلاح جمعی برای آن دسته از فناوری‌ها است که با اضافه کردن لایه‌های پی‌درپی از مواد در پیکربندی‌ها بر اساس داده‌های مدل دیجیتال، تولید اشیاء سه بعدی را امکان‌پذیر می‌سازند. این فناوری نه تنها امکان تولید مستقیم اشکال بسیار پیچیده و بدون نیاز به پردازش و هزینه اضافی را فراهم می‌کند، بلکه ضایعات بسیار کمی به جا می‌گذارد و فرصت‌ها و آزادی گسترده‌ای را نیز برای طراحان ایجاد می‌کند (O'Sullivan, 2012).

از زمان معرفی فناوری ساخت مواد افزودنی برای اولین بار در دهه ۱۹۸۰، این فناوری پیشرفت چشمگیری داشته است. از آن زمان، فروش جهانی محصولات و خدمات در سال ۲۰۱۵ به ۵/۱۷ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۵ در مقایسه با ۲۹۱ میلیون دلار در سال ۱۹۹۵ افزایش یافته است (EFI, 2015). پیش‌بینی می‌شود فروش تا سال ۲۰۲۱ به ۲۱ میلیارد دلار برسد. این توسعه از طریق تحقیقات گسترده‌ای امکان‌پذیر شده است و منجر به فرایندها و برنامه‌های بهبود یافته و نوآورانه و کاهش هزینه‌ها در طول زمان می‌شود. با شروع به عنوان یک فناوری نمونه‌سازی سریع، ساخت مواد افزودنی به سمت برنامه‌های تولید مستقیم دیجیتال در زمینه‌هایی مانند هوافضا، خودرو، زیست پزشکی و بسیاری از موارد دیگر، تکامل یافته است. اخیراً چاپگرهای سه بعدی راه خود را به خانه مصرف‌کنندگان نهایی رسانده‌اند (Rayna, 2016). اگرچه نظرات در مورد پتانسیل مختل‌کننده ساخت افزودنی متفاوت است، ولی این فناوری نقش مهمی در تولید صنعتی ایفا می‌کند و در زمینه تولید هوشمند به شدت مورد بحث

قرار می‌گیرد (Acatech, 2016). در ضمن با گرایش به سمت سفارشی‌سازی انبوه و دیجیتالی شدن رو به رشد فرایندهای صنعتی، ساخت افزودنی می‌تواند در تولید انعطاف‌پذیرتر و بدون ضررهای عمده مالی سهم بسزایی داشته باشد. علیرغم این چشم‌اندازها و پیشرفت‌های شگرف کنونی، ساخت افزودنی هنوز در مراحل اولیه بلوغ خود است و هنوز به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. یکی از موانعی که غالباً در این مورد بیان می‌شود، عدم وجود استاندارد در این زمینه است (Fornea, 2015).

ساخت مواد افزودنی فناوری مهمی را برای تحول دیجیتالی اقتصاد فراهم می‌کند. به عنوان یک فناوری نوظهور، طی سه دهه گذشته در مورد این فناوری شاهد پیشرفت چشمگیری بوده‌ایم. با این وجود، این فناوری با وجود موانع مختلف برای پذیرش گسترده فاصله دارد. یکی از مهمترین چالش‌ها در این زمینه عدم وجود استانداردها است. نقش اساسی استانداردسازی برای نوآوری به شکل کلی به رسمیت شناخته می‌شود. با این وجود، این موضوع اغلب در عملیات راهبردی نقشه برداری برای فناوری‌های نوظهور مورد غفلت واقع شده است. در مورد پویایی پیچیده و روابط متقابل استانداردسازی و نوآوری اطلاعات بسیار کمی شناخته شده است. همچنین پیش‌بینی نیازهای استانداردسازی و اجرای به موقع و کارآمد استانداردها چالش‌برانگیز است (Koch, 2017).

ساخت مواد افزودنی، خود را از سایر فناوری‌های نوظهور از لحاظ:

- (الف) تأثیر آن بر تعدد بخش‌ها، از هوافضا و خودرو گرفته تا ابزارآلات ماشینی و دستگاه‌های پزشکی متمایز می‌کند.
- (ب) تعدد رویکردهای فنی با پتانسیل اجرای نهایی روند، از چاپ سه‌بعدی، لیتوگرافی استریو و رسوب انتخابی لیزر گرفته تا مدل‌سازی رسوب ذوب شده.

فناوری‌های ساخت افزودنی هنوز در مراحل اولیه ظهور هستند، با این حال بسیاری از ماشین‌ها هنوز هم بسیار حساس بوده و نیاز به کالیبراسیون دقیق دارند. با وجود پتانسیل فوق‌العاده و ارزش اثبات شده فناوری‌های ساخت افزودنی موجود، هنوز هم بسیاری از عدم قطعیت‌ها باقی می‌مانند. که این امر بدان معناست که فناوری‌های ساخت افزودنی هنوز به طور گسترده مورد قبول واقع نشده‌اند. به گونه‌ای که بسیاری از کاربران ساخت افزودنی همچنان به جای تولید واقعی از ماشین‌های خود برای نمونه سازی استفاده می‌کنند (O'Sullivan, 2012). با این وجود، اعتقاد قابل توجهی در بین جامعه توسعه ساخت افزودنی وجود دارد که استانداردسازی رویکردهای ساخت افزودنی (از جمله روش‌های آزمایشی و غیره) به سمت فرآیندهای "معتبر" هدایت می‌شوند که موجب ظهور کامل فناوری‌های جدید تولید بسیار مهم و بسیار مختل‌کننده می‌شود. مشاهدات اصلی در مورد تدوین استانداردهای ساخت مواد افزودنی تا به امروز شامل موارد زیر است (O'Sullivan, 2012):

- نقش مهمی که توسط انجمن‌های حرفه‌ای (جامعه مهندسان مکانیک) ایفا می‌شود.
 - ارزش تمرینات نقشه برداری
 - تأثیر اشخاص اصلی و کلیدی تحقیق و توسعه در هدایت فرآیند توسعه استانداردها.
 - پتانسیل کنفرانس‌های فنی (با مشارکت صنعت و دانشگاه) به منظور فراهم کردن زمینه‌ای برای مشارکت جامعه ذینفعان گسترده‌تر در برنامه توسعه استاندارد
 - اهمیت یک فرآیند فراگیر بین‌المللی و فناورانه برای نهاد توسعه استاندارد
- فرآیندهای ساخت افزودنی اغلب بر خلاف رویکردهای سنتی برای تولید قطعات تعریف می‌شوند. فرآیندهای متعارف معمولاً از نظر ماهیت "کمرنگ" هستند (به عنوان مثال ماشینکاری، حفاری، سنگ‌زنی و غیره) یا "سازنده" (به عنوان مثال ریخته‌گری، پرس و غیره). رویکردهای ساخت مواد افزودنی به طور کلی هزینه کمتری را از نظر مصرف انرژی و تولید پسماندهای مواد متحمل می‌شوند. برنامه‌های ساخت افزودنی در دسته‌های گسترده زیر قرار می‌گیرند:

نمونه‌سازی سریع^۱، ابزار سریع^۲، ساخت سریع^۳. اصطلاح ساخت افزودنی شامل رویکردهای فناوری زیر است (O'Sullivan, 2012)

- پالایش انتخابی لیزر^۴ قطعات را با استفاده از لیزرهای پر قدرت تولید می‌کند تا لایه‌هایی از ذرات کوچک (از پودر پلاستیک، فلز، سرامیک یا شیشه) را فیوز کند.
- ذوب پرتو الکترونی^۵، با ذوب لایه‌های پی در پی از پودرهای فلزی با پرتوهای الکترون در شرایط خلاء بالا، اشیاء سه بعدی را ایجاد می‌کند.
- مدل‌سازی رسوب ذوب شده^۶، با اکستروژن کردن دانه‌های کوچک مواد ترموپلاستیک از نازل، قطعات را تولید می‌کند تا لایه‌های سریع سخت‌شونده را فرم‌دهی کند.
- استریولیتوگرافی^۷ که اغلب به آن "دستگاه لیتوگرافی استریو" گفته می‌شود. شامل ساخت اشیاء سه بعدی از فوتوپلیمرهای مایع است که با استفاده از لیزرهای ماوراء بنفش انجام می‌شود.
- ساخت اشیاء چند لایه^۸ با چسباندن پی‌درپی لایه‌هایی از روکش‌های چسب (کاغذ، پلاستیک یا فلز) که به صورت برش خورده‌اند، قطعات سه بعدی را تولید می‌کند.
- جوهر افشان اشیاء سه بعدی را با حرکت قطرات کوچک جوهر بر روی بسترهایی تشکیل می‌دهد که به محض رسوب شدن با حرارت دادن، واکنش شیمیایی و یا اشعه ماوراء بنفش جامد می‌شوند.

تا سال ۲۰۰۸، با وجود رشد هر دو صنعت (ارزش کل تخمین زده شده در کل بازارها ۱/۲ میلیارد دلار آمریکا) و افزایش توافق بر اینکه استانداردسازی رویکردهای ساخت مواد افزودنی به تصدیق فرآیندها، بهبود شرایط برای سرمایه‌گذاری بیشتر و پذیرش صنعت کمک می‌کند، هنوز کمیته‌های معیارهای فنی اختصاصی در نهادهای صنعت یا سازمان‌های توسعه استاندارد وجود ندارد. علاوه بر این، این نگرانی در حال افزایش است که برخی از استانداردهای موجود (در حال تکامل در فناوری‌ها، فرآیندها یا بخش‌های خاص) یا قابل استفاده جهانی نیستند و یا به طور بالقوه محدودکننده می‌باشند. فعالیت‌های موسسه استانداردسازی آلمان مربوط به فناوری‌های ساخت افزودنی یک موضوع مهم در زمینه فناوری‌های نوظهور در موسسه استانداردسازی آلمان و کمیته استانداردهای فناوری مواد آن می‌باشد (O'Sullivan, 2012).

به نظر می‌رسد شواهدی وجود دارد مبنی بر اینکه فعالیت‌های وزارت دفاع^۹ محرک مهمی در توسعه استانداردهای ساخت مواد افزودنی در ایالات متحده بوده است. وزارت دفاع سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی را در فناوری‌های نوظهور با پتانسیل پیشبرد اثربخشی محصولات و خدمات حامی جنگنده‌های ایالات متحده (و سیستم لجستیک نظامی مرتبط) انجام می‌دهد. با توجه به تأثیر بالقوه ساخت مواد افزودنی به تولید سریع قطعات در هوا و فضا و سایر کاربردهای نظامی، وزارت دفاع سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی را در توسعه فناوری‌های مرتبط با ساخت مواد افزودنی انجام می‌دهد. با توجه به ضرورت بهبود عملکرد و قابلیت اطمینان در میدان جنگ، وزارت دفاع خواهان فناوری‌هایی با قابلیت استفاده و تکرارپذیر است. استانداردسازی می‌تواند نقش مهمی در پرداختن به این نگرانی‌ها داشته باشد. محققانی که پروژه‌های تحقیق و توسعه فناوری وزارت دفاع را دنبال می‌کنند، غالباً قصد خود را برای پرداختن و یا ایجاد استانداردها ذکر می‌کنند، تا این اطمینان را برای قابلیت اطمینان و تکرارپذیری خروجی‌هایشان تقویت کنند (O'Sullivan, 2012).

¹ Rapid Prototyping

² Rapid Tooling

³ Rapid Manufacturing

⁴ Selective Laser Sintering

⁵ Electron Beam Melting

⁶ Fused deposition modelling

⁷ Stereolithography

⁸ Laminated object manufacturing

⁹ Department of Defense

در این بخش "پایان مشاهدات نهایی"، مباحث و روابط مهم میان استانداردسازی و زنجیره تأمین فناوری‌های نوظهور را که بر روی اقتصاد جهانی و کشورها تأثیرگذار بوده و موجب پیشرفت ناگهانی کشورهای در حال توسعه می‌شوند را بدست آورده و مطرح می‌کنیم.

در همین راستا، فناوری‌های نوظهور به فناوری‌هایی گفته می‌شود که به مرحله تجاری‌سازی نرسیده‌اند و با کاربردی شدن فاصله دارند. در واقع این فناوری‌ها در لبه‌های دانش بوده و با عدم قطعیت‌هایی همراه هستند، به همین دلیل قبول این فناوری‌ها دشوار می‌باشد. ولی استانداردسازی این فناوری‌ها موجب می‌شود تا این ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها کاهش یابند.

پیاده‌سازی نظام استانداردسازی موجب می‌شود تا در زنجیره تأمین یکپارچگی اطلاعاتی ایجاد شود. این یکپارچگی اطلاعاتی عوامل تأثیرگذار بر مراحل مختلف زنجیره را تحت تأثیر قرار داده و موجب بهبود عملکرد زنجیره می‌شود. میزان این بهبود در معیارها و ویژگی‌های عملکردی هر مرحله از زنجیره، با گزینش معیارهای مدل فرآیندی مدل مرجع عملیات زنجیره تأمین^۱ و با مقایسه عملکرد در قبل و بعد از پیاده‌سازی نظام استانداردسازی، اندازه‌گیری می‌شود.

در بین بسیاری از دینفعان سیستم نوآوری در ایالات متحده و آلمان باور فزاینده‌ای وجود دارد که می‌توانند نقش مهمی را در پشتیبانی از ظهور فناوری‌های جدید ایفا کنند. علاقه دولت به تضمین یک سیستم استاندارد ملی مؤثر برای حمایت از رقابت اقتصادی و رشد در صنایع مبتنی بر فناوری در حال افزایش است. همچنین یک علاقه سیاسی مرتبط با درک بهتر نقش‌های مناسب دولت (و آژانس‌های فدرال) در استانداردسازی وجود دارد و این مسئله حائز اهمیت است که اطمینان حاصل شود ارزش سرمایه‌گذاری‌های بخش ملی در تحقیق و توسعه فناوری به دست می‌آید. همچنین آگاهی مبنی بر اینکه هیچ استاندارد برای اندازه‌گیری استاندارد فناوری‌های نوظهور وجود ندارد، رو به افزایش است. فناوری‌های مختلف نیازهای استانداردسازی متفاوتی دارند که شامل ترکیبات مختلف دینفعان در مراحل مختلف فناوری و چرخه عمر صنعت می‌باشد. بنابراین، داشتن فرایندهایی که ترکیبی مناسب از دینفعان برای حمایت از آگاهی، هم تراز و ایجاد اجماع در فازهای مختلف و درست ظهور باشد، بسیار مهم است. در این زمینه، تلاش‌های زیادی به منظور یافتن راه‌های مناسب برای درگیر کردن پایگاه تحقیقاتی بخش عمومی در استانداردسازی و در مراحل اولیه چرخه عمر فناوری نوظهور (با هدف دستیابی به مزیت رقابتی اولیه برای شرکت‌های ملی در صنایع با ارزش نوظهور) انجام می‌شود. این مضامین با جزئیات بیشتر در زیر بحث شده است.

۱. اهمیت استاندارد برای پشتیبانی از فناوری‌های نوظهور:

در بین بسیاری از ارگان‌های صنعتی ایالات متحده و آلمان، آژانس‌های نوآوری و تنظیم‌کننده‌ها درباره تأثیر احتمالی استانداردها بر نوآوری، بهره‌وری و رشد در حوزه‌های مهم فناوری در حال ظهور، به رسمیت شناخته شده است (Comon, 2010).

۲. تعامل دولت و محیط سیاسی حمایتی

با تکیه بر افزایش علاقه بخش سیاست در فناوری‌های نوظهور به عنوان منبع صنایع آینده، رقابت اقتصادی، رشد و اشتغال، نقش استانداردسازی در حمایت از این دستور کار نیز مورد توجه دولت‌ها قرار گرفته است.

• علاقه سیاست برای اطمینان از عملکرد سیستم‌های استانداردسازی برای فناوری‌های نوظهور

• علاقه سیاسی به نقش (های) آژانس‌های دولتی در توسعه استانداردها

• استانداردسازی و تخصیص مؤثر سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه فناوری عمومی:

۳. استانداردهای متفاوت برای مراحل مختلف ظهور فناوری:

¹ Supply-Chain Operations Reference Model

به نظر می‌رسد که اجماع قابل توجهی وجود دارد که عدم وجود استانداردها در مراحل مهم در چرخه عمر یک فناوری نوظهور می‌تواند به طور بالقوه منجر به ناکارآمدی اقتصادی شود (Tassey, 2000).

۴- روش‌های مختلف استانداردسازی برای فناوری‌های مختلف:

طیف وسیعی از عوامل مؤثر بر مسیرهای مختلف ظهور فناوری جدید و نیازهای توسعه استانداردهای در حال تحول نیاز است. این عوامل عبارتند از: تعدد سهامداران، زیرساخت‌های اجتماعی، درجه تنظیم، پیچیدگی سیستم کاربرد، تعدد رویکردهای فناوری رقیب، تعدد دامنه‌های برنامه و در نهایت علاقه و سرمایه‌گذاری آژانس‌های مأموریت فدرال (به عنوان مثال وزارت دفاع، انرژی و غیره).

۵- تشویق جامعه ذینفعان فناوری نوظهور - ایجاد آگاهی.

استانداردها تنها یکی از جنبه‌های برنامه‌های پیچیده توسعه فناوری‌های نوظهور هستند. در نتیجه، در تلاش‌هایی که باعث ایجاد آگاهی در بین کلیه بازیگران سیستم نوآوری، صنعتی، فنی، نظارتی و دولتی می‌شوند، درمورد موضوعات استانداردسازی، فرصت‌ها و چالش‌ها می‌توانند ارزش چشمگیری داشته باشند. این روند با بهره‌برداری کامل از طیف وسیعی از ابتکارات و فعالیت‌ها قابل ارتقا می‌باشد.

۶. چهارچوب‌های سیاست راهبردی - هم‌ترازی و هماهنگی ذینفعان:

کارشناسان به اهمیت چهارچوب‌های توسعه راهبرد (و تمرین‌های مرتبط، به عنوان مثال نقشه‌برداری فناوری) در حمایت از جوامع توسعه فناوری‌های نوظهور همراه با همبستگی نیازها، اولویت‌ها و رویکردها برای توسعه استانداردها اشاره کرده‌اند. ۷. تحقیقات عمومی و توسعه فناوری:

- سرمایه‌گذاری‌ها در زمینه توسعه فناوری‌های نوظهور و شیوه‌های تهیه و تامین برخی از سازمان‌های دولتی بین‌المللی محرک بالقوه (و منابع غیرمستقیم بودجه) برای توسعه استانداردها می‌باشند.
- اتصال پایگاه تحقیق ملی به سیستم استانداردسازی: محققان بخش دولتی می‌توانند در توسعه استانداردها برای فناوری‌های نوظهور، هم در اولین مراحل بلوغ فناوری و هم بعداً در چرخه عمر صنعتی، سهم بسزایی داشته باشند.

۴ نتیجه‌گیری و پیشنهادات:

- استانداردسازی نقش قابل توجهی در جهت‌دهی به فعالیت‌های تحقیق و توسعه فناوری دارد و موجب شکل‌گیری نوآوری‌ها و فناوری‌های نوظهور در جهت نیاز بازار و در نتیجه حکمرانی فناورانه می‌گردد.
 - استانداردسازی در توسعه فناوری و دستیابی به حکمرانی صنعتی که منجر به رشد اقتصادی می‌گردد تاثیر قابل توجهی دارد.
 - استانداردسازی از طریق حمایت از فناوری‌های نوظهور در جهت تجاری‌سازی و رسیدن به بلوغ موجب حکمرانی در فناوری شده و راهبردی در جهت رسیدن به سطح کشورهای توسعه یافته محسوب می‌گردد.
 - فرایندهایی که حکمرانی خوب را تشکیل می‌دهند از رهگذر به کارگیری فناوری‌های نوظهور امکان عملیاتی و اجرایی شدن دارند که استانداردسازی نقش بسزایی در توان بالقوه یک کشور در خلق نوآوری و فناوری‌های نوظهور دارد.
- پیشنهاد می‌گردد به منظور گسترش پژوهش، با بهره‌گیری از مطالعه‌ای تجربی و بهره‌گیری از تحلیل‌های آماری به چگونگی تاثیرگذاری استانداردسازی در تجاری‌سازی فناوری‌های نوظهور و شناسایی عوامل اثرگذار استانداردسازی پرداخته شود. پیشنهاد می‌گردد با توجه به تناقض نتایج مطالعات در بررسی نقش استانداردسازی در نوآوری، مطالعه‌ای در جهت شفاف‌سازی این امر صورت پذیرد.
- در نهایت پیشنهاد می‌گردد به تبیین نقش استانداردسازی در ارتقا صنعت کشور و رسیدن به سطح کشورهای توسعه یافته پرداخته شود.

اژدری، بهنام، و اختیارزاده، احمد. (۱۳۷۰) "ایران کد از مفهوم تا عمل"، انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی.

انصاری، رضا، و طباطبایی، سید حبیب اله. (۱۳۸۸) "چالش های اساسی سیاست گذاری فناوری های نو ظهور در ایران؛ نانو تکنولوژی به عنوان مثال"، فصلنامه تخصصی پارک ها و مراکز رشد، شماره ۲۲.

Marchant, G. E., Abbot, K. W., & Allenby, B. (Eds.). (2013). Innovative governance models for emerging technologies. Edward Elgar Publishing.

O'Sullivan, E., Dodin, L.B. (2012). Role of Standardisation in support of Emerging Technologies Institute for Manufacturing University of Cambridge 17 Charles Babbage Road Cambridge CB3 0FS United-Kingdom.

Van Merkerk R.O. and Robinson D.K.R. (2006). Characterizing the emergence of a technological field: expectations, agendas and networks in Lab-on-a-chip technologies. Technology Analysis and strategic management 18: 411-428.

Blind K. and Gauch S. (2009). Research and standardisation in nanotechnology: evidence from Germany. Journal of Technology Transfer 34 (3): 320-342.

NIST (2011). Summary of the responses to Request for Information on Federal Agency Participation in Standardisation Activities in Select Technology Areas.

DIN (2010). The German Standardisation Strategy: an update – Focus on the Future.

Srinivasan, R., and Ramachandran, K. (2008) "Synthesis and thermal diffusion of nanostructured porous GaAs", Cryst. Res. Technol. 43, No. 9, 953 – 958 / DOI 10.1002/crat.200811134.

Cozzens, S., Gatchair, S., Kang, J., Kim, K.S., Lee, H.J., Ordóñez, G. and Porter, A. (2010) Emerging technologies: quantitative identification and measurement, Technology Analysis & Strategic Management, 22:3, 361-376, DOI: 10.1080/09537321003647396.

Koch, C. (2017). Standardization in emerging technologies: The case of additive manufacturing. In 2017 ITU Kaleidoscope: Challenges for a Data-Driven Society (ITU K) (pp. 1-8). IEEE.

Blind, K. and S. Gauch. (2009). Research and standardisation in nanotechnology: evidence from Germany. The Journal of Technology Transfer, 34(3): p. 320-342.

Jiang, H., Zhao, S., Zhang, S., Xu, X. (2017) “The adaptive mechanism between technology standardization and technology development: An empirical study”, *Technological Forecasting & Social Change*, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.015>.

Gao, P., Yu, J., Lyytinen, K. (2014) Government in standardization in the catching-up context: case of China's mobile system. *Telecommun Policy* 38, 200–209.

Wright, C., Sturdy, A., Wylie, N. (2012) Management innovation through standardization: consultants as standardizers of organizational practice. *Res. Policy* 41, 652–662.

Li, L.J.T.F., and Change, S. (2018) China's manufacturing locus in : 2025 With a comparison of “Made-in-China 2025” and “Industry 4.0”. 135: p. 66-74.

Jiang, H., et al., (2018) Exploring the mechanism of technology standardization and innovation using the solidification theory of binary eutectic alloy. 135: p. 217-228.

Sherif, B. (2001). The ambiguity of boundaries in the fieldwork experience: Establishing rapport and negotiating insider/outsider status. *Qualitative inquiry*, 7(4), 436-447.

Huggins, R., Johnston, A. (2009) Knowledge networks in an uncompetitive region: SME innovation and growth. *Growth Change* 40(2):227–259.

Blind, K., & Mangelsdorf, A. (2016). Motives to standardize: Empirical evidence from Germany. *Technovation*, 48, 13-24.

Judson, L. V. (1976) Weight and Measure Standards of the US: A Brief History. Special Publication 447 ed. National Bureau of Standards, Gaithersburg, MD.

Belleflamme, P.J.E.J.o.p.e. (2002). Coordination on formal vs. de facto standards: a dynamic approach. 18(1): pp. 153-176.

Blind, K. J. E. o. I., & Technology, N. (2006). Explanatory factors for participation in formal standardisation processes: Empirical evidence at firm level. 15(2), 157-170.

Murphy, L. M., & Edwards, P. L. (2003). Bridging the valley of death: Transitioning from public to private sector financing. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory.

EFI. (2015). Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands, Expertenkommission Forschung und Innovation, Editor.

Rayna, T. and Striukova, L. (2016) From rapid prototyping to home fabrication: How 3D printing is changing business model innovation. *Technological Forecasting and Social Change*. 102: p. 214-224.

Acatech, Additive Fertigung, acatech (2016) – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Editor., Munich. p. 64.

Fornea, D., and Van Laere, H. (2015) Living tomorrow. 3D printing - a tool to empower the European economy - Opinion of the European Economic and Social Committee, European Economic and Social Committee, Editor.

Comon, P., & Jutten, C. (Eds.). (2010). *Handbook of Blind Source Separation: Independent component analysis and applications*. Academic press.

Tassey, G. (2000). Standardization in technology-based markets. *Research policy*, 29(4-5), 587-602.