نشریه علمی مدیریت استاندارد و کیفیت
Journal of Quality & Standard Management (JQSM)
www.jstandardization.ir

نظریه بازی‌ها برای تحلیل همبندی استانداردسازی و نوآوری فناورانه (خدمات نفت و گاز ایران)

مریم بهی‌فر[۱]، محمدرضا رضوی[۲]*، پریوش جعفری[۳]

۱ دانشجوی دکتری مدیریت تکنولوژی، گروه مدیریت تکنولوژی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲ استادیار گروه مدیریت تکنولوژی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳ دانشیار گروه مدیریت آموزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

سابقه مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۸

چکیده

در سفر نوآوری فناورانه چندین فناوری اصلی ناسازگار بوجود می‌آید که با رسیدن به بلوغ، یک یا چند مورد از آنها غالب شده و استاندارد بالفعل که ساختار صنعت و شرکت‌ها را تعیین می‌کند، شکل می‌گیرد. سازوکار همبندی استاندارد و نوآوری فناورانه تعیین‌کنندهٔ فناوری برتر است. در مقاله حاضر، با استفاده از مصاحبه نیمه‌ساختمند و تکمیل پرسشنامه توسط ۱۰ نفر از خبرگان صنعتی و دانشگاهی، این همبندی توسط بازی راهبردی، ایستا با مجموع غیرصفر در چهار سناریو برای خدمات نفت و گاز ایران تحلیل شد. در سناریوی نخست «بی‌ثباتی»، نوآوری فناورانه و استاندارد هر دو عقب‌مانده‌اند و هیچ سودی قابل‌تصور نیست. در سناریوی دوم «آشفتگی»، همبندی فناوری‌های پیشرفته، درمقابل استانداردهای عقب‌مانده بصورت بازی رقابتی است. شرکت‌های خدمات‌دهنده نفت‌وگاز پیوسته با رقابت شدید به‌دنبال توسعه فناوری‌ها بوده و الزامی برای سازگاری وجود ندارد. در سناریوی سوم «ساختاردهی» همبندی نوآوری فناورانه عقب‌مانده و توسعه استاندارد پیشرفته ماهیتی رقابتی داشته که درنهایت، به راه‌حل بهینه منجر می‌شود. در سناریوی چهارم «هم‌افزایی»، همبندی نوآوری فناورانه و استاندارد یک بازی مشارکتی است. هم نوآوری فناوری و هم استاندارد در وضعیت پیشرفته‌ای قرار دارند. پذیرش اولویت‌های مشترک، اصلاح قوانین‌ومقررات و تدوین سیاست‌های ملّی استانداردسازی قبل از کاربرد فناورانه برای جهت‌دهی به تلاش‌های توسعه‌ای پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: نوآوری فناورانه، استاندارد، نظریه بازی‌ها، استانداردسازی در صنعت نفت و گاز.

[1] m.behifar@gmail.com

[2] mrazzavi@yahoo.com

[3] pjaafari@yahoo.com

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

۱ مقدمه

استانداردها به قوانین مشترک برای تصمیم‌گیری سازمانی اشاره می‌کنند (ژائو و دو،۲۰۲۱). طبق تعریف ایزو[1] «استانداردها خرد مقطر متخصصان و فرمولی هستند که بهترین روش انجام کار را شرح می‌دهد» (ایزو۲۰۲۱:۳۱۰۰۰). استانداردسازی هماهنگی فرآیندهای کاری و عملیاتی، دستورالعمل‌هایی برای نگهداری و شیوه‌های طراحی مهندسی است (شمش‌الضحی و همکاران). محرک اصلی استانداردسازی هزینه‌های ناشی از عدم استانداردسازی است؛ سرعت، کاهش هزینه خرید، هزینه‌های آموزش، عملیات، نگهداری، کاهش ریسک عملیاتی و مالی از منافع بالقوه و صرفه‌های استانداردسازی هستند (جاکوبی، ۱۳۹۶).

در دیدگاه مدیریت راهبردی، استانداردها دارای ارزش راهبردی هستند و شرکت‌ها می‌توانند از طریق کاوش در تمام جنبه‌های آنها رقابت‌پذیری خود را بهبود بخشند (مو و لی، ۲۰۲۱). هنگام برنامه‌ریزی برای توسعه فناوری جدید شرکت‌ها باید استانداردهای بین‌المللی را در نظر بگیرند تا فرصت تسلط بر بازار را از دست ندهند، زیرا نه‌تنها فرآیند توسعه و نوآوری فناوری جدید دشوار و نامطمئن است بلکه، نیازمند طی مراحل پرهزینه‌ای برای استانداردسازی در سطح بین‌المللی است (هیردال،۲۰۲۳). زیرا همانطور که، توسعه مناسب و به‌موقع استانداردها از نوآوری‌های فناورانه حمایت می‌کند، می‌تواند با تحمیل محدودیت‌های خاص یا مسدودسازی، مسیر نوآوری فناوری را محدود کند (هو و اُسالیوان،۲۰۱۵). ارزش راهبردی استانداردها به دلیل کاربردشان بعنوان ابزاری موثر برای دستیابی به مزیت‌رقابتی و نوآوری فناورانه از دیدگاه‌های مختلف میان‌رشته‌ای (اقتصاد، مدیریت (ژائو و دو،۲۰۲۱)، مطالعات بین‌الملل (لی‌یو و جایاکار،۲۰۱۶)، نوآوری (پیلای و راماکریشنان،۲۰۲۳)، تغییرات فناوری (کیم و همکاران،۲۰۱۸) و توسعه پایدار کشورهای در حال‌توسعه (مون و لی،۲۰۲۱)) بررسی شده است. مطالعه‌های مذکور تعامل دوجانبه استانداردها و عملکرد شرکت، راهبرد رقابتی (مون و لی،۲۰۲۱)، جنبه‌های نوآوری (پیلای و راماکریشنان،۲۰۲۳)، تأثیرات زیست‌محیطی(چکو،۲۰۲۳)، ایمنی و بهره‌وری انرژی (هو و اُسالیوان،۲۰۱۵) با تمرکز بر استانداردهای محصول را بررسی کرده‌اند. با این همه هنوز، دانش کافی درباره اینکه چگونه شرکت‌ها می‌توانند استلندارد‌ها را از منظر مدیریت فناوری، هدایت و استفاده کنند، وجود ندارد (مون و لی،۲۰۲۱) و فضا برای کشف

[1] International Organization for Standardization (ISO)

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

روشی که شرکت‌ها از طریق آن بتوانند استانداردها را برای پیشبرد نوآوری و کسب مزیت‌رقابتی مدیریت کنند (بویژه در بخش خدمات) وجود دارد (کیم و همکاران،۲۰۱۸) . با درک این شکاف، مطالعه حاضر از دیدگاه مدیریت فناوری به تحلیل نقش استانداردها در ارتقای نوآوری‌های فناورانه و مدیریت موثر فعالیت‌های استانداردسازی برای حمایت از نوآوری پرداخته است. بدین معنا که مطالعه حاضر سعی دارد تا با کمک ترکیب نظریه احتمال[۱] (همبندی[۲]) و نظریه بازی‌ها[۳] و تدوین سناریوهای مشارکتی و رقابتی توضیح دهد که چگونه استانداردسازی می‌تواند نوآوری فناورانه را تشویق کند، اما آنرا فرو ننشاند، و بطور مشابه، چگونه باید برای نوآوری فناورانه تلاش کرد تا استانداردها را توسعه دهد و از ناسازگاری و پراکندگی جلوگیری کند.

از سوی‌دیگر، ایران با در اختیار داشتن حدود ۱۵۷ میلیارد بشکه نفت‌خام اثبات‌شده (حدود ۱۲ درصد از ذخایر نفت اثبات‌شده جهان) و تولید روزانه حدود ۳/۳ میلیون بشکه نفت‌خام، نهمین تولیدکننده نفت جهان است و با حدود ۳۴ تریلیون متر مکعب ذخایر اثبات‌شده گاز، جایگاه دوم دنیا را دارد (آژانس بین‌المللی انرژی،۲۰۲۵). اجرای تحریم‌ها، خروج و عدم سرمایه‌گذاری شرکت‌های نفتی را به دنبال داشته است. فرسودگی زیرساخت‌ها، فقدان توسعه و دسترسی به فناوری‌های نوین حفاری، بازیافت ثانویه و مدیریت منابع نیازمند نوآوری فناورانه (توسعه ساخت داخل و بهبود کیفیت خدمات) برای نوسازی صنعت نفت و گاز است. یکی از ارکان اصلی توسعه ساخت داخل، ارزیابی دقیق کیفیت و صدور گواهی کیفیت برای تولید داخلی است که به دلیل تحریم‌ها سازندگان داخلی امکان اخذ آن از صادرکنندگان خارجی را از دست داده‌اند. به عبارتی، به دلیل ریسک بالای صنعت نفت و گاز، هر خطای کوچک می‌تواند به فاجعه‌ای بزرگ (همانند انفجار بیروت) ختم شود که رعایت استاندارد هنگام توسعه ساخت داخل را ضروری می‌سازد. همچنین، اجرای استانداردهای مناسب می‌تواند یکپارچگی و سازگاری را گسترش داده و با بهبود کیفیت خدمات، صرفه‌جویی در زمان و هزینه را فراهم آورد. پیامدهای این تعامل برای اقتصاد درحال توسعه‌ای مانند ایران با وابستگی شدید به نفت و مشتقات آن بسیار قوی است، زیرا، به دلیل وجود شکاف فناورانه بالا، تمایل و نیاز شدیدی برای ارتقای نوآوری فناورانه احساس می‌شود. با درک این موضوع مطالعه حاضر با استفاده از ترکیب نظریه احتمال

[1] Probability theory
[2] Coupling
[3] Game theory

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

(همبندی) و نظریه بازی‌ها به بررسی چگونگی تعامل استلنداردسازی و نوآوری فناورلنه شرکت‌های خدمات‌دهندهٔ نفت و گاز ایران از طریق سناریوهای مشارکتی و رقابتی پرداخته است. برای دستیابی به هدف مذکور مقاله حاضر بصورت زیر بخش‌بندی شده است:

در بخش دوم، پیشینه پژوهش در زمینه ارتباط نوآوری فناورانه و استاندارد بررسی و در بخش سوم، مبانی نظری و ادبیات همبندی نوآوری فناورانه و استاندارد تحلیل می‌شود. در بخش چهارم، چگونگی استفاده از نظریه احتمال (همبندی) و نظریه بازی‌ها برای تحلیل ارتباط بین استانداردسازی و نوآوری فناورانه بیان می‌شود. در بخش پنجم، بر اساس تعادل بیزین نش در نظریه بازی‌ها چهار سناریو محتمل برای شرکت‌های خدمات‌دهنده نفت و گاز ایران مطرح و تشریح می‌شود. سرانجام، در بخش ششم، بحث و نتیجه‌گیری و جهت‌گیری برای پژوهش‌های آتی مطرح می‌شود.

۲ پیشینه تحقیق

محمد روضه‌سرا و بحیرائی (۱۳۹۷)، با ترجمه مقاله آلِن و اسریرام با عنوان «نقش استانداردها در نوآوری» با تأکید بر فرایندهای طراحی و ساخت به تعریف و دسته‌بندی استاندارد و نوآوری و بررسی نقش و زیرساخت آنها در جامعه پرداخته‌اند. بررسی تاریخچه چهار موردکاوی در حوزه‌های مختلف- ساخت‌وتولید، سخت‌افزار رایانه، طراحی اجزای مکانیکی و تبادل داده محصول نشان داد که اغلب استانداردها از فناوری‌های نوآورانه ناشی می‌شوند. همچنین، استانداردها نیز اغلب به‌طور مستقیم و غیرمستقیم موجب تحریک نوآوری می‌شوند. ارزیابی ارتباط بین نوآوری و استانداردها، حاکی از وجود تأثیر منفی و مثبت هر یک بر دیگری بود. نتایج نشان داد که مزایای استانداردها برای نوآوری در طراحی و ساخت نسبت به محدودیت‌های احتمالی آنها بیشتر و مهمتر هستند.

میرباقری (۱۳۹۸)، در مقاله‌ای با عنوان «تحلیلی بر چگونگی ارتباط بین استلنداردسازی و نوآوری» می‌گوید هرچند در گذشته، استانداردها و استانداردسازی اغلب به‌مثابه یک مانع برای پیشرفت نوآوری درک شده است؛ اما امروزه استانداردسازی به مثابه یک کانال انتقال فناوری و به‌منظور توانمندسازی و تسهیل در نوآوری مورد توجه قرار گرفته است. پژوهشگران و دیگر کنشگران از استانداردسازی و استانداردها به عنوان یک بستر در فرایند نوآوری استفاده می‌کنند. استانداردها عناصر مهمی در فراهم آوردن شرایط لازم برای خلاقیت، توسعه و نوآوری

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

هستند. در مجموع، استانداردسازی و استاندارد از پتانسیل بالایی در ترویج نوآوری برای سیاستگذاران برخوردار است. باید توجه داشت که استانداردسازی و استانداردها نقش توانمندسازها را داشته و همین طور به عنوان مهارکننده و نه محدودکننده عمل می‌کنند. باید تأکید داشت مهارکنندگی همیشه موضوع نامناسبی نیست. این قوانین و مقررات هستند که محدوده‌هایی را برای فعالیت‌های نوآورانه ایجاد می‌کنند، نه استانداردها. استانداردسازی، فرایند نوآوری را از طریق ایجاد یک فرهنگ کاری و ساختار مشترک کاری تحریک می‌کند تا همواره زمینه لازم برای بروز نوآوری فراهم شود.

هو و همکاران (۲۰۱۴) با مرور جامع ادبیات و ترکیب رویکردهای مختلف، استانداردهایی که بطور خاص با نوآوری‌های فناورانه مرتبط هستند را شناسایی کرده‌اند: الف-اصطلاحات و استانداردهای اطلاعاتی (تسهیل ارتباطات کارآمد و انتقال دانش بین ذی‌نفعان با تعریف ویژگی‌های کلیدی محصول و ارائه اطلاعات فنی). ب-استانداردهای اندازه‌گیری و مشخصه‌ها (ارائه روش‌های استاندارد علمی/مهندسی را برای تحقیق‌وتوسعه کارآمد). پ-استانداردهای کیفیت و قابلیت اطمینان (مشخص کردن معیارهای عملکرد قابل‌قبول در ابعاد سطوح عملکردی، کارآیی، سلامت و ایمنی). ت-سازگاری و استانداردهای رابط (مشخص کردن ویژگی‌های مورد نیاز یک فناوری برای سازگاری فیزیکی/عملکردی با محصول، فرآیند یا سیستم دیگر). ث-استانداردهای کاهش تنوع (تعیین محدوده مشخصی از ویژگی‌ها مانند اندازه یا سطوح کیفیت برای صرفه‌جویی در مقیاس. تاسی (۲۰۰۰) یکی از اولین پژوهشگرانی است که چارچوبی را برای استانداردهای مختلف مورد استفاده در صنایع فناوری‌محور با تمرکز بر کارکردهای اقتصادی آنها در بازار ارائه داده است. چارچوب وی عملکرد استانداردهایی را به تصویر می‌کشد که از سه مرحله اصلی فعالیت‌های صنعتی (تحقیق‌وتوسعه، تولید و نفوذ در بازار) فراتر می‌روند و بیان می‌کند که چگونه انواع مختلف استاندارد در طول این فعالیت‌ها برای توسعه کارآمد فناوری مورد نیاز است. شِریف (۲۰۰۱) انواع مختلف استاندارد را با چرخه عمر فناوری مرتبط ساخت. بر اساس چارچوب وی، «استانداردهای پیش‌بینی»، در مقدمه فناوری هستند و مفاهیم، ویژگی‌ها، اجزا و ابزارهای فناوری جدید را مشخص می‌کنند. «استانداردهای مشارکتی»، با بهبود عملکرد، برای اصلاح در سیستم تولید و مشخصات رفتارهای سیستم‌های کاربردی بکار می‌روند. «استانداردهای پاسخگو»، عملکرد بهینه مجموعه به‌هم پیوسته و کامل سیستم فناوری را تضمین می‌کنند.

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

چارچوب بلایند و همکاران (۲۰۱۰) عملکرد استانداردهای مورد نیاز برای مراحل مختلف سفر نوآوری را نشان می‌دهد. این چارچوب بر اساس فرآیند خطی پژوهش و نوآوری فناوری، نقش‌های متفاوت انواع استاندارد را در مراحل توسعه نوآوری (از پژوهش‌های پایه تا انتشار فناوری) متمایز می‌کند.

همانطور که هو و همکاران (۲۰۱۴)، تاسی (۲۰۰۰)، شِریف (۲۰۰۱) و بلایند و همکاران (۲۰۱۰) بیان کرده‌اند استانداردها بر تمام مراحل تحقیق‌وتوسعه، تولید و نفوذ به بازار فعالیت‌های نوآوری تأثیر می‌گذارند و تأثیر قابل‌توجهی بر نوآوری و ساختار بازار دارند. بنابراین، استانداردسازی، بومی‌سازی و فناوری با هم یک روش بهینه برای نفوذ به بازارهای خارجی را تشکیل می‌دهند.

همچنین، بیشتر شرکت‌های اصلی تولیدکنندهٔ نفت طرح‌های استانداردسازی را اجرا کرده‌اند:

-صنعت نفت نروژ ۸۰ مشخصه فنی هماهنگ به نام استاندارد نورساک[۱] را برای کاهش هزینه تا ۵۰ درصد و زمان اتمام پروژه تا ۲۵ درصد توسعه داد (نورساک،۲۰۲۴). -شرکت شل[۲] یک راهنمای کاربردی را برای صنعت نفت و گاز «استانداردها و کدهای مواد و تجهیزات[۳]» با هدف اصلی تدوین استانداردی برای طراحی و مهندسی مناسب شرکت‌های شل در زمینه‌های تولید نفت و گاز تدوین کرد، بطوریکه، بیشترین مزایای فنی و اقتصادی از استانداردسازی حاصل شود (شِل،۲۰۱۹). -شرکت اکسون موبیل[۴] بطور فعال در تعیین استانداردها با سازمان جهانی استاندارد (ایزو) و موسسه نفت آمریکا[۵] همکاری و در زمینه توسعه استاندارد پژوهش کرد. -شرکت پتروبراس[۶] برنامه پروپوکو[۷] را برای استانداردسازی ساخت چاه نفت ایجاد کرد. -شرکت گازپروم[۸] (۲۰۰۲)، سیستم استانداردسازی سازمانی (راهنمای فنی مشخصات محصول و فرآیندهای استانداردشده) را طراحی کرد. -شرکت پتروناس[۹] شیوه‌های تایید شده فنی[۱۰] را به‌عنوان مرجع فنی برای مهندسان و پیمانکاران و فروشندگان گردآوری کرد (جاکوبی، ۱۳۹۶).

[1] NORSOK Standard Z-008:2017
[2] Shell plc
[3] Material and Equipment Standards and Code (MESC)
[4] ExxonMobil
[5] American Petroleum Institute (API)
[6] Petrobras
[7] Propoço
[8] Gazprom
[9] Petronas
[10] preapproved technical practices

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

سازمان‌هایی مانند ایزو، سازمان بین‌المللی دریانوردی[1] و اداره تجارت دولتی انگلیس[2] چارچوب‌هایی را برای مدیریت ریسک ارایه کرده‌اند. برای مثال، بعد از حادثه نشت نفت در میدان ماکوندو، ایزو یک برنامه اقدام جدید مرتبط با مواد، تجهیزات و ساختارهای فراساحلی (ISO/TC 67) را توسعه داد (سازمان بین‌المللی دریانوردی،۲۰۲۵).

ایزو-۱۴۰۰۱ نیازمندی‌های کلی مدیریت محیط‌زیست را برای برقراری ارتباط بین شرکت‌ها و سایر ذی‌نفعان تبیین می‌کند (ایزو-۱۴۰۰۱). -شرکت سعودی آرامکو[3] پنج روش را ارائه کرد که تا سال ۲۰۳۵ انتشار دی‌اکسید کربن را به صفر می‌رساند: ۱-جذب CO_2 از منابع ثابت؛ ۲-جذب CO_2 از منابع در حال حرکت؛ ۳-CO_2 ناشی از ازدیاد برداشت نفت؛ ۴- انبارش CO_2؛ ۵- استفاده از CO2 برای کاربردهای صنعتی بعنوان ماده اولیه (آرامکو،۲۰۲۳).

با مرور چگونگی فرآیند استانداردسازی و بکارگیری استانداردها در شرکت‌های اصلی تولیدکننده نفت و گاز دنیا می‌توان مشاهده کرد که آنها همواره نوآوری در استانداردسازی را دنبال کرده‌اند و با ارتقای روش‌ها و اجرای سیاست‌های استانداردسازی خود سعی نموده‌اند تا به مزیت‌های ناشی از آن دست یابند و همانطور که جاکوبی(۱۳۹۶) تاکید کرده است از هزینه‌های ناشی از عدم استانداردسازی پرهیز کنند. از آنجا که استانداردها بر سطح پیشرفت فناوری تأثیر می‌گذارند، هر زمان که یک استاندارد فناوری اصلی تدوین شود، پیامدهای عمیقی دارد. به عبارتی، نقشه راه تحول فناوری را برای یک دوره زمانی طولانی در آینده تعیین می‌کند. همچنین، ایجاد چنین استانداردهایی موانع ورود یک صنعت را تعیین می‌کنند که بر کارایی تجارت تأثیر می‌گذارد. علاوه براین، وقتی یک استاندارد قبل از اختراع خود فناوری‌ها ایجاد شود، (که بایرن و گولدِر(۲۰۰۲) آن را استاندارد پیش‌بینی نام‌گذاری کرده‌اند، می‌تواند راهی برای دستیابی به ثبات در سرعت توسعه فناوری جدید باشد. با توجه به تأثیر قوی استانداردها، تشکیل ائتلافی از استانداردهای فناوری برای شرکت‌های پیشرو یک روش اصلی است. زیرا چنین استانداردهایی می‌توانند منجربه افزایش قیمت این شرکت‌ها شوند.

[1] International Maritime Organization IMO(02)/M294 2010 ed.
[2] Office of Government Commerce (OGC)
[3] Saudi Aramco

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

۳ مبانی نظری

امروزه، استانداردها به منابع گرانبها و دارایی‌های ملّی تبدیل شده‌اند. بسیاری از کشورها به سختی تلاش کرده‌اند تا سیاست‌های ملّی استانداردسازی خود را توسعه دهند تا سهم بیشتری در رقابت جهانی استانداردسازی داشته باشند. بدون‌شک، یک استاندارد مطلوب برای توسعه اقتصاد مفید است (شمس‌الضحی،۲۰۲۴).

دیوید و راثوِل (۱۹۹۶) و رایت و همکاران (۲۰۱۲) استانداردسازی را «نقطه مقابل نوآوری» می‌دانستند، زیرا آنها با فرآیندهای پایدار، قانونمند و قابل اندازه‌گیری خود، کنترل و مقررات سازمانی را نشان می‌دهند. از سوی دیگر، بلایند (۲۰۰۹) مشاهده کرد که استانداردسازی و نوآوری اغلب به‌عنوان فرآیندهای متضاد تلقی می‌شوند، زیرا نوآوری با تعالی و انحصار مرتبط است، در حالی که، استانداردسازی با پیش‌بینی‌پذیری و شرایط برابر بازی مرتبط است. این برداشت‌های متناقض از نوآوری و استانداردسازی، انتخاب را برای شرکت‌ها دشوار کرد، زیرا آنها مطمئن نبودند که استانداردسازی یا نوآوری را انتخاب کنند. نوآوری و استانداردسازی رابطه‌ای پیچیده، بی‌همتا و متناقض دارند. آنها به یکدیگر وابسته هستند و مانند دو روی یک سکه، متفاوت اما مکمل یکدیگرند (پیلای و راماکریشنان،۲۰۲۳).

استاندارد تعیین می‌کند که یک فناوری خاص قابلیت پیشرفت دارد یا خیر؟ در مقابل، توسعهٔ استانداردها هم بدون نوآوری فناورانه امکان‌پذیر نیستند. فناوری‌های استانداردشده، دستیابی به شبکه جهانی کارآمد را تسهیل می‌کنند. برای کشورها، فناوری‌های استاندارد شده به منظور حفظ رشد اقتصادی، بهینه‌سازی ساختار صنعتی و بهبود رقابت‌پذیری ضروری است. هدف اصلی توسعه استاندارد، ارائه سکوی مشترک برای ذی‌نفعان (کاربران، تأمین‌کنندگان و تولیدکنندگان) به منظور حصول اطمینان از سازگاری بین بخش‌های مختلف یک سیستم فنی است (جیانگ و همکاران،۲۰۱۸). با رعایت استانداردها، هماهنگی در عملکرد و ثبات تضمین می‌شود. بعلاوه، استانداردها مسیر تکامل را برای نوآوری‌های فناورانه فراهم می‌کنند و منجر به ثبات بلندمدت می‌شوند. درهمین‌حال، ممکن است نوآوری‌های فناورانه، استانداردها را به تغییر وا دارند. این پیچیدگی‌ها چالش‌های مهمی را برای توسعه راهبردهای استانداردسازی ایجاد می‌کند، زیرا، فعالیت‌های استانداردسازی سازمان‌یافته می‌تواند استانداردهای رقابتی ناکارآمد را به دنبال داشته باشد که مانع از نوآوری می‌شوند (ژائو و دو،۲۰۲۱). همچنین، ممکن است

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

مشکل قفل‌شدگی در استانداردهای سطح پایین یا ایجاد انحصار رخ دهد که بطور بالقوه برای نوآوری مضر هستند (هِیدِردال،۲۰۲۳). بسیاری از پژوهشگران و سیاستگذاران استانداردها را سازوکار نهادی قدرتمندی می‌دانند که به نوآوری‌های فناورانه شکل می‌دهند (شمس‌الضحی و همکاران،۲۰۲۴). فورای [1](۱۹۹۸) چنین می‌گوید که استلندارد و نوآوری دو منطق به ظاهر متناقض هستند: «آزادی، خلاقیت و پویایی مرتبط با نوآوری و ثبات، نظم و روال مرتبط با استاندارد». هانسث و همکاران[2] اشاره کردند که استانداردسازی «بازگشت‌ناپذیری را افزایش و انعطاف‌پذیری فناوری‌ها را کاهش می‌دهد.» اهمیت نقش استلندارد‌های در توانمندسازی نوآوری‌های فناورانه در تعریف و ایجاد مبانی مشترکی است که بر اساس آن می‌توان نوآوری فناوری را توسعه داد (هو و اُسالیوان،۲۰۱۵). همچنین، تدوین و انتشار آخرین فناوری‌ها و بهترین روش‌ها و در دسترس قرار دادن آنها به عنوان مبنایی برای نوآوری بیشتر و امکان همکاری بین و در طول محصولات و سیستم‌ها، تحریک نوآوری و انتشار فناوری‌های جدید یکپارچه‌شده در یک سیستم (ویرتز،۲۰۲۱).

آچِم‌اُقلو و همکاران (۲۰۱۲) می‌گویند نوآوری اغلب با فرآیند طولانی و پرهزینه استانداردسازی دنبال می‌شود؛ هر زمان‌که یک استاندارد اصلی تدوین شود، نقشه راه تحول فناورانه را برای یک دوره زمانی طولانی در آینده تعیین می‌کند. همچنین، ایجاد چنین استانداردی موانع ورود یک صنعت را تعیین می‌کند و بر کارآیی تجارت تأثیرگذار است (وو و مو،۲۰۰۵). حتی، ممکن است یک استاندارد، قبل از اختراع خود فناوری ایجاد شود. چنین استانداردی که بایرن و گولدِر (۲۰۰۲) «استلندارد پیش‌بینی» نامیده‌لند، می‌تولند راهی مؤثر برای دستیابی به ثبات برای توسعه فناوری جدید ایجاد کند. با توجه به تأثیر قوی استلندارد‌ها، تشکیل ائتلافی از استانداردهای بر اساس پروانه‌های ثبت اختراع موجود برای شرکت‌های پیشرو به یک شایستگی اصلی تبدیل شده است که می‌توانند منجر به افزایش ارزش بازار این شرکت‌ها شوند. با این‌حال، باید توجه داشت که توسعه استاندارد می‌تواند یک شمشیر دو لبه (مانع یا موتوری برای رشد) باشد. از یک‌سو، استانداردسازی با بوجود آوردن اطمینان از ثبات در نوآوری فناورانه، به کمینه‌سازی هدررفت‌های احتمالی در توسعه فناوری‌های ناسازگار کمک می‌کند. اما از سوی‌دیگر، می‌تواند منجر به انحصار شود که در درازمدت برای نوآوری فناورانه مضر است یا

[1] Foray (1998)
[2] Hanseth, Monteiro, and Hatling (1996)

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

ممکن است تلاش‌های فناورانه جدید براساس ناسازگاری با استانداردهای موجود قضاوت و متوقف شوند (جیانگ و همکاران،۲۰۱۸). در اقتصادهای درحال‌توسعه‌ای مانند ایران، ریسک چنین اقداماتی می‌تواند آنقدر بالا باشد که نوآوری‌های فناورانه جدید را بطور کامل مسدود سازند (ویرتز،۲۰۲۱). در عمل، شرکت‌های پیشرو تلاش کردند تا الزامات سازگاری در توسعه استانداردها را طوری تعیین کنند که به راهبرد رقابتی آنها برای بازدارندگی دیگران تبدیل شود. برنامه‌های استانداردسازی در فرآیندها و سیستم‌های عملیاتی، به جای پیکربندی تجهیزات، با محدودسازی تعداد تأمین‌کنندگان زیرساخت‌های فناوری یا تنوع اجزا همراه هستند که این امر می‌تواند سازگاری تجهیزات با کاربردها و شرایط عملیاتی مختلف و در نتیجه قابلیت اطمینان آنها را نیز کاهش دهد (جاکوبی، ۱۳۹۶). استانداردها بطور فزاینده‌ای به منبعی گرانبها در تعیین رقابت‌پذیری یک کشور تبدیل شده‌اند و کشورها یا شرکت‌ها بر سر آن رقابت می‌کنند. کسی که استانداردهای فناورانه را در اختیار دارد، می‌تواند به شدت بر رشد و سقوط تجارت، شرکت یا گروهی از شرکت‌ها و حتی یک کشور تأثیر بگذارد. استانداردها مسیر نوآوری فناورانه و نحوه توزیع منافع را تعیین می‌کنند (گورخالی و ژو،۲۰۱۶).

همبندی بین استاندارد و نوآوری فناورانه، آنها را به یک سیستم منسجم تبدیل می‌کند. رابطه متقابل بین این دو تعیین می‌کند که این سیستم تا چه اندازه می‌تولند ارزش ایجاد کند. ازسویی، می‌توان گفت اثربخشی چنین سیستمی منوط به تأثیر عوامل خارجی متعددی است. برای نوآوری فناورانه، وجود نهادهایی مانند بنگاه‌ها، دولت، دانشگاه‌ها و موسسه‌های پژوهشی لازم و ضروری است. همچنین، محیط اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، سیاسی و حقوقی نیز تاثیرگذار هستند. برای نوآوری فناورانه نیاز به ایجاد محیطی حمایتی (سیاست‌ها و رویه‌ها، سیستم‌های مالی و حمایتی) از سوی دولت است. به عبارتی، بنگاه‌ها مسئول مستقیم توسعه فناوری‌های مورد حمایت دانشگاه‌ها و موسسه‌های پژوهشی هستند که می‌توانند استعداد و دانش مورد نیاز را ارائه دهند. همچنین، دولت دستورالعمل‌هایی را به اجزاء کلیدی سیستم (بنگاه‌ها، کسب‌وکارها و دانشگاه‌ها)، ارائه می‌دهد، بویژه در کشورهای درحال‌توسعه که نیاز به سرعت بخشیدن به نوآوری‌های فناورانه دارند (جیانگ و همکاران،۲۰۱۸). وقتی صحبت از استانداردسازی به میان می‌آید، دولت نه‌تنها سیاستگذار، بلکه طراح نهاد نیز است (باتزِم و دوبوش،۲۰۱۲). استانداردسازی عرصه‌ای برای مشورت و چانه‌زنی طیف وسیعی از بازیگران (هیردال،۲۰۲۳) یا ذی‌نفعان کلیدی (آنژن،۲۰۱۹) است که آن را به هدایت و یکپارچه‌سازی

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

شبکه پیوند می‌دهد. جایی که، بازیگران بخش‌های خصوصی و عمومی با شایستگی و تمرکز بیشتر روی دانش، برای تولید کالاها و خدمات مکمل با یکدیگر تعامل دارند. بطور بالقوه، پیوند سیاست‌های عمومی و استانداردسازی می‌تواند براساس تفویض اختیار به سازمان‌های استانداردسازی (هیردال،۲۰۲۳) یا دخالت دولت در استانداردسازی از طریق رویکردهای «سخت‌گیرانه» یا «کارآفرینانه» باشد (ویگمَن،۲۰۱۷). دولت‌ها می‌توانند از جایگاه خود برای مداخله در استانداردسازی استفاده کنند. مقررات‌گذاری راهی مهم برای توسعه و انتشار استانداردها است. دولت‌ها می‌توانند استفاده اجباری از استانداردهایی را که در جای دیگری تدوین شده‌اند، اعمال کنند یا می‌توانند خودشان استانداردها را تدوین کرده و استفاده از آنها را اجباری کنند بنابراین، هماهنگی در استلندارد‌سازی مبتنی بر دولت می‌تولند در هر یک از مراحل، یعنی توسعه یا انتشار استاندارد رخ دهد (کیم و همکاران،۲۰۱۸).

بلایند و همکاران (۲۰۲۲) دریافتند که اثرات چنین مداخله‌ای بر نوآوری به میزان عدم قطعیت فناوری در بازار بستگی دارد. به‌طورکلی، برخی از پژوهشگران مداخله دولت را به دلیل مزایای سازگاری در مقایسه با موقعیت جایگزینی توجیه می‌کنند که در آن هیچ استاندارد مشترکی وجود ندارد (بِکرز،۲۰۱۱). برخی دیگر معتقدند که پرهیز از رقلبت بین راه‌حل‌ها، انگیزه نوآوری را که برای تضمین مزیت‌رقابتی یک راه‌حل مورد نیاز است، از بین می‌برد و دولت‌ها باید مزایا و هزینه‌های مداخله را به‌صورت موردی بسنجند (کاربال و سالتان،۲۰۱۴). بطور عمده، این بحث بر استانداردسازی سازگاری متمرکز است، اما دی‌وریس و وِرهاگِن (۲۰۱۶) نشان دادند که استانداردسازی دولت‌محور برای بهره‌وری انرژی می‌تواند همزمان نوآوری را تحریک کرده و به مسائل اجتماعی نیز بپردازد. در سایر زمینه‌ها (مانند استلندارد‌های ایمنی یا اطلاعات مصرف‌کننده)، مداخله دولت ممکن است در موارد شکست بازار توجیه شود، زمانی که بازیگران خصوصی به راه‌حل‌هایی روی می‌آورند که دارای اثرات جانبی منفی هستند. در صنعت نفت و گاز نهادهایی مانند سازمان جهانی استاندارد، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک[1]، موسسه ملّی استاندارد آمریکا[2]، موسسه استاندارد بریتانیا[3]، موسسه استاندارد نروژ[4]، انجمن صنعت نفت نروژ[5] استانداردسازی را تسهیل می‌کنند. انجمن‌های مختلف شامل پیمانکاران، تأمین‌کنندگان و

[1] IEC
[2] ANSI
[3] BSI
[4] NORSOK
[5] OLF

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

بهره‌برداران می‌توانند تلاش‌های این نهادها را تکمیل کنند. برای مثال، موسسه نفت آمریکا و جامعه مهندسان مکانیک آمریکا [1] استانداردهایی را می‌نویسند که موسسه ملّی استاندارد آمریکا آنها را بازنگری و تایید می‌کند (جاکوبی، ۱۳۹۶).

نوآوری فناورانه یک فرآیند انباشت است؛ بهبودهای کوچک که در نهایت، به یک نوآوری بزرگ منتهی می‌شوندد. در طول زمان، یک استاندارد شکل می‌گیرد که ممکن است دو اثر متضاد یعنی بازدارندگی یا ارتقاء را داشته باشد. در این بین، عواملی مانند عوامل خارجی شبکه و وابستگی به مسیر می‌توانند مانع یا بازدارنده نوآوری فناورانه باشد. در همین‌حال، استانداردسازی می‌تواند پایه و اساس جهش رو به جلوی نوآوری فناورانه (وضعیتی مطلوب برای اقتصادهای درحال‌توسعه) باشد.

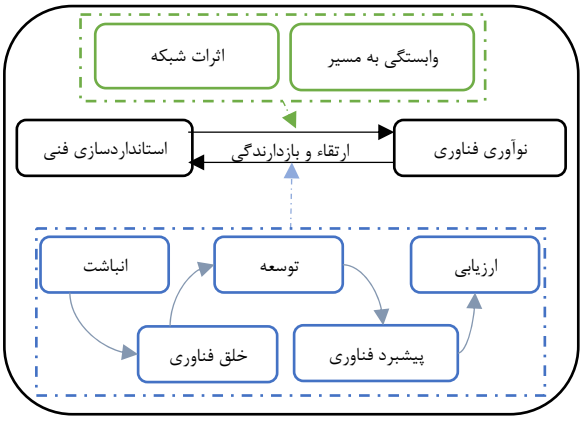
استانداردها می‌توانند با کمک به افزایش تقاضا برای فعالیت‌های نوآوری، نقشی حیاتی برای موفقیت تجاری داشته باشند. تضمین توانمندی همکاری نیز برای جلوگیری از چندپارگی بازار مهم است. استانداردها داوطلبانه هستند اما موفقیت یا شکست فناوری‌های جدید را تعیین می‌کنند. یکی از ابعاد مهم استانداردسازی، توسعه همکاری بین منافع خصوصی است که می‌تواند منجر به رقابت و همکاری سالم شود (پیلای و راماکریشنان،۲۰۲۳).

همانطور که فلیگ‌اِشتاین و مَک‌آدام (۲۰۱۲) اشاره می‌کنند، چنین فرآیندهایی تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند. در زمینه استانداردسازی، چارچوب قانونی و سایر قوانین موجود (برای‌مثال، آیین‌نامه‌های اجرایی صنعت) نحوه استفاده از روش‌های استانداردسازی را شکل می‌دهند. پس از وضع قوانین، قوانین توسط بازیگران قدرتمند در آن حوزه یا دولت‌ها اجرا می‌شوند. اما به دلیل وابستگی به مسیر ممکن است بازیگران به رویکردهای استانداردسازی که در گذشته مؤثر بوده‌اند، پایبند بمانند، حتی اگر جایگزین‌های بهتری در دسترس باشند. بااین‌حال، انجام این کار می‌تواند یک حرکت راهبردی خوب باشد، زیرا می‌تواند راه‌های بیشتری برای تأثیرگذاری بر استانداردسازی در اختیار بازیگران قرار دهد. بعلاوه، شوک‌های خارجی، مانند تغییرات فناورلنه و ادغام‌های ناشی از چند حوزه (ادغام فناوری اطلاعات و ارتباطات در بسیاری از حوزه‌ها)، می‌تولند یک حوزه را در بحران قرار دهد (ویگمَن و همکاران،۲۰۱۷). در چنین شرایطی، ممکن است توافق جدیدی درباره «قوانین وضع قوانین» مورد نیاز باشد.

[1] ASME

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

شرکت‌ها نه‌تنها به استانداردهای جدید نیاز دارند، بلکه باید در فرآیند استانداردسازی مشارکت کنند. آنها به پروانه‌های ثبت اختراع فناوری دسترسی دارند که می‌تواند به بهبود محصولات و خدمات آنها کمک نماید. کاربران به دلیل تاثیر عوامل خارجی شبکه، تمایل دارند محصولاتی با سازگاری قوی انتخاب کنند. همچنین، وابستگی به مسیر، حتی زمانی‌که یک فناوری هنوز در حال توسعه است، رقابت را تشدید می‌کند. در دوران تولید صنعتی، نوآوری فناورانه مقدم بر استانداردسازی بود؛ اما در عصر اقتصاد دانش‌محور، گاهی استانداردها قبل از نوآوری واقعی فناورانه (یک رویه رایج در صنایع با فناوری‌های پیشرفته)تدوین می‌شوند (جیانگ و همکاران،۲۰۱۸). براساس نظریه بازی‌ها، محیط خارجی و عناصر درونی باید به تعادل برسند و در طول فرآیند نوآوری فناورانه هماهنگ شوند؛ یعنی دانشگاه‌ها و موسسه‌های پژوهشی باید با بنگاه‌ها و سازمان‌های دولتی همکاری نزدیک داشته باشند. درعین‌حال، فناوری توسعه‌یافته جدید، نوآوری، پیشرفت و انتشار فناوری باید با الزامات دولت، نهادها، شرکت‌ها و محیط قانونی و سیاسی مطابقت داشته باشد. شرکت‌ها باید برای نوآوری فناورانه سرمایه‌گذاری کنند. چنین، سرمایه‌گذاری‌هایی بدون درنظرگرفتن اقتصادهای درحال‌توسعه یا تثبیت‌شده نیاز به حمایت سیستم‌های مالی یک کشور دارند. بدین معنا که، یک اکوسیستم باید هماهنگ باشد (ویرتز،۲۰۲۱). ارتباط بین عوامل خارجی و سازوکارهای داخلی جهت تحلیل همبندی استاندارد و نوآوری فناورانه برای شرکت‌های خدمات‌دهنده نفت و گاز ایران در شکل ۱ نشان داده شده است:



شکل ۱.مدل مفهومی پژوهش

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

فرآیندهای استانداردسازی در همه حوزه‌ها دارای این وجه مشترک هستند که بازیگران از یک راه‌حل مشترک سود می‌برند، اما ترجیحات متفاوتی دارند. آگاهی چندانی درباره ادبیاتی که سازوکارهای دیگری را برای دستیابی به هماهنگی مورد نیاز به‌غیر از همکاری و رقابت پیشنهاد کند، وجود ندارد. هدف اصلی، دستیابی به هماهنگی و سازگاری بین بازیکنانی است که از یک راه‌حل مشترک برای یک مشکل سود می‌برند، اما ترجیحات متفاوتی برای این راه‌حل دارند. این ترجیحات متفاوت، موجب می‌شود تا هر یک از بازیکنان راهبردهای متفاوتی را دنبال کنند. از این رو، نظریه بازی‌ها می‌تواند به بازیکنان در انتخاب راهبردها برای رسیدن به بیشترین مطلوبیت کمک نماید.

بنابراین پژوهش حاضر اهداف زیر را دنبال می‌کند:

۱- تحلیل همبندی استانداردسازی و نوآوری فناورانه خدمات نفت و گاز ایران با استفاده از نظریه بازی‌ها

۲- تدوین سناریوهایی برای تعیین چگونگی روابط مشارکتی و رقابتی استانداردسازی و نوآوری فناورانه خدمات نفت و گاز ایران

۳-ارائه راهکارهای سیاستی برای توسعه روابط مشارکتی و رقابتی استانداردسازی و نوآوری فناورانه خدمات نفت و گاز ایران

۴ روش تحقیق

در مقاله حاضر با استفاده از روش آمیخته (کمّی/کیفی) با طرح همسوسازی از نوع همگرایی همزمان، داده‌های کمّی و کیفی در یک مرحله گردآوری شده و نتایج کمّی و کیفی با هم ادغام و تفسیر شده‌اند. به این ترتیب، همراه با مرور ادبیات، مصاحبه‌های تخصصی نیمه‌ساختاریافته با ۱۰ خبره فناوری و صنعت (دارای تحصیلات مرتبط و دست‌کم ۱۰ سال سابقه فعالیت پژوهشی و اجرایی) در سال ۱۴۰۳ صورت گرفت و بطور همزمان پرسشنامه‌ای برای ارزیابی‌های ذهنی آنها

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

درباره موفقیت یا شکست تکمیل و با استفاده از نظریه احتمال (همبندی) و نظریه بازی‌ها برای تعیین مطلوبیت انتظاری[1] تحلیل شد.

نظریه احتمال: همبندی

در علم فیزیک همبندی به دستگاهی اطلاق می‌شود که دو شفت را برای انتقال نیرو به هم متصل می‌کند و جدا کردن شفت‌ها (به استثنای همبندی با گشتاور محدود)، در حین عملیات مجاز نیست. مفهوم همبندی بتدریج، از علم فیزیک به سایر علوم راه یافته است. همبندی بین استانداردسازی و نوآوری فناورانه بصورت زیر تعریف شده است: «در یک سیستم فنی خاص، هر فناوری و هر استانداردی فعالانه به دنبال تعیین نقشه راه رشد، توسعه و صدور مجوز ثبت اختراع، یکپارچه‌سازی سیستم و توسعه توانمندی همکاری به شیوه‌ای نظام‌مند هستند که هدف نهایی ایجاد یک هماهنگی فنی یکپارچه، بین فناوری‌های مختلف در یک شبکه است تا بتوان به نوآوری‌های مشترک دست یافت.»

در نظریه احتمال، همبندی روشی است که از طریق آن می‌توان رابطه بین متغیرهای تصادفی را تعیین کرد. فرض کنید μ و τ اندازه احتمال در یک فضای قابل اندازه‌گیری یکسان (S,S) باشند. همبندی μ و τ برابر است با اندازه احتمال γ در فضای حاصل ضرب دکارتی $(S\times S,S\times S)$ بطوریکه، حاشیه‌های γ منطبق بر μ و τ هستند:

$$\gamma(A\times S)=\mu(A)\ and\ \gamma(S\times A)=\tau(A)\quad \forall A\epsilon S$$

بنابراین، برای دو متغیر تصادفی X و Y با مقادیری در فضای (S,S)، همبندی X و Y یک متغیر توأم (X',Y') با مقادیری در $(S\times S,S\times S)$ است که قانون آن به‌عنوان اندازه احتمال برابر با همبندی قوانین احتمال X و Y است.

همبندی متغیرهای برنولی: فرض کنید X و Y دو متغیر تصادفی برنولی با پارامترهای $0\le q\le r\le 1$ باشند. $P[X=1]=q$ و $P[Y=1]=r$ که $S=\{0,1\}$ و $s=2^S$.

[1] Expected Utility

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

همبندی دو متغیر برنولی مستقل: یکی از حالت‌های همبندی X و Y به‌صورت (X', Y') است که $X' \overset{\text{def}}{=} X$ و $Y' \overset{\text{def}}{=} Y$ از یکدیگر مستقل هستند. قانون همبندی به‌صورت زیر است:

$$(P[(X', Y') = (i, j)])_{i,j\in\{0,1\}} = \begin{pmatrix} (1-q)(1-r) & (1-q)r \\ q(1-r) & qr \end{pmatrix}$$

بنابراین، اگر $p_1, p_2 \in [0,1]$ بطوریکه $p_1 \le p_2$ باشد، توزیع‌های احتمال مشترک به‌صورت زیر تعریف می‌شوند ($q_i = 1 - p_i$):

جدول ۱. ماتریس همبندی برای توزیع برنولی

مستقل

$\check{X}$	1	0	
q_1	q_1p_2	q_1q_2	0
p_1	p_1p_2	p_1q_2	1
	p_2	q_2	$\check{Y}$

وابسته

$\check{X}$	1	0	
q_1	$p_2 - p_1$	q_2	0
p_1	p_1		1
	p_2	q_2	$\check{Y}$

در هر دو حالت $\check{X} \sim Ber(p_1)$ و $\check{Y} \sim Ber(p_2)$ به‌صورتیکه، در حالت نخست $\check{X}$ و $\check{Y}$ مستقل بوده و در حالت دوم $\tilde{P}(\tilde{X} \le \tilde{Y}) = 1$.

نظریه بازی‌ها

استانداردسازی و نوآوری فناورانه بازیکنان یک بازی هستند که اهداف خاص خود را دنبال می‌کنند، اما برای توسعه باید با هم کار کنند. تعاملات پیچیده و همبندی (کار مشترک) آنها را می‌توان با نظریه بازی‌ها مدلسازی و تشریح کرد. نوآوری فناورانه و استانداردسازی در خلال توسعه، سیاست‌هایی را به‌طور همزمان در پیش می‌گیرند و نسبت به میزان رشد و توسعه یکدیگر عکس‌العمل نشان می‌دهند؛ وضعیت به گونه‌ای است که گویا هر دو همزمان تصمیم می‌گیرند. انتخاب راهبردها و نتیجه حاصل از بازی به تدبیر هر یک از آنها بستگی دارد. بعلاوه، هر دو شناخت کاملی از راهبردهای دیگری و وضعیت برد/باخت در پایان بازی ندارند. در نتیجه همبندی نوآوری فناورانه و استاندارد یک بازی «راهبردی»، «ایستا» با «اطلاعات ناقص» است.

صرف‌نظر از رابطه مشارکتی یا رقابتی بین بازیکنان، هدف نهایی برای هر یک از آنها بیشینه‌سازی «مطلوبیت» است. براساس فرض «دانش عمومی درباره عقلانیت»، بهترین ترجیح‌ها معادل با

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

بیشینه‌سازی «مطلوبیت (عایدی)» است. بااین‌حال، تلاش بازیکنان برای اتخاذ راهبرد بهینه و بیشینه‌سازی مطلوبیت، وابسته به انتخاب‌های حریف است. طبق فرض «سازگاری حدس‌ها»، حدس‌های متفاوت بازیکنان عقلایی درباره یک رویداد، ناشی از تفاوت در اطلاعات آنها است. بنابراین، با داشتن اطلاعات یکسان نمی‌توانند «توافق به عدم‌توافق» کرده و دارای حدس‌های متفاوت باشند. ترجیحات متفاوت بازیکنان، منجربه ترکیب راهبردهای متمایز در یک بازی می‌شود. هر بازیکن براساس استدلال‌ها، پیش‌بینی‌ها و در پاسخ به استراتژی حریف راهبردهایی را انتخاب می‌کند که منجر به وضعیت تعادل (تعادل نَش) می‌شود که هیچ یک از آنها تمایلی برای خروج از آن ندارند. «تعادل نش» نشاندهنده «بهترین وضعیت» یا «راه‌حل مطلوب» نیست، بلکه تنها بازیکنان انگیزه‌ای برای خروج از آن ندارند.

بازی استانداردسازی و نوآوری فناورانه در فرم استراتژیک بازی بیزین ایستا به این صورت نوشته می‌شود:

۱-مجموعه بازیکنان: $N = \{\text{استانداردسازی , نوآوری فناورانه}\}$

۲-مجموعه راهبرد (عمل) هر بازیکن: مجموعه راهبرد بازیکن ۱ را با S_1 و بازیکن ۲ را با S_2 نشان می‌دهند:

$$S_1 = \{\text{پیشرفته ,عقب‌مانده}\} = \{0,1\} \qquad S_2 = \{\text{پیشرفته ,عقب‌مانده}\} = \{0,1\}$$

۳-ترکیب راهبرد (عمل) بازیکنان:

$$S = S_1 \times S_2 = \{(\text{پیشرفته ,پیشرفته}), (\text{عقب‌مانده ,پیشرفته}), (\text{پیشرفته ,عقب‌مانده}), (\text{عقب‌مانده ,عقب‌مانده})\}$$

۴-مجموعه حالت هر بازیکن: مجموعه حالت بازیکن ۱ را با T_1 و بازیکن ۲ را با T_2 نشان می‌دهند:

$$T_1 = \{X\} \qquad T_2 = \{\text{رقابت , مشارکت}\}$$

مجموعه حالات بازی را با T و هر عضو آنرا با t نشان می‌دهند:

$$T = T_1 \times T_2 = \{(X, \text{مشارکت}), (X, \text{رقابت})\} \qquad t \in T$$

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

۵-باور (حدس) هر بازیکن: باور هر بازیکن همان باور (حدس) پیشین بازیکنان است و نشان‌دهنده احتمال نوع (حالت) بازیکن حریف با معلوم بودن نوع (حالت) خود بازیکن است. باور بازیکن ۲ را P_2 و بازیکن ۱ را با P_1 نشان می‌دهند:

$$P_1\left(\text{مشارکت}\middle|X\right)=P_1\left(\text{رقابت}\middle|X\right)=\frac{1}{2} \qquad P_2\left(X\middle|\text{مشارکت}\right)=P_2\left(X\middle|\text{رقابت}\right)=\frac{1}{2}$$

۶-پیامدها: پیامد هر بازیکن برای ترکیب راهبرد و حالت موجود در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲. ماتریس بازی

		استانداردسازی	
		شکست (۰)	موفقیت (۱)
نوآوری فناورانه	شکست (۰)	$(0, 0)$	u_{12}, u_{22}
	موفقیت (۱)	u_{11}, u_{21}	u_{13}, u_{23}

همانطور که مشاهده می‌شود پیامد هر بازیکن با تغییر ترکیب راهبرد و حالت‌های موجود بازی تغییر می‌کند. u_{ij} مطلوبیت انتظاری[1] بازیکن i در حالت j است. بازیکنان عقلایی رفتاری را انتخاب می‌کنند که بهترین ترجیحات (بیشینه‌سازی مطلوبیت) را به همراه داشته باشد. در اقتصاد خُرد بیشینه‌سازی مطلوبیت با استفاده از توابع مطلوبیت یا منحنی‌های بی‌تفاوتی توضیح داده می‌شود. اگر هنگام انتخاب راهبردها، دستیابی به سطح مطلوبیت خاص در شرایط نااطمینانی باشد، مطلوبیت انتظاری به‌دست می‌آید. بازیکنان راهبردهای خود را بر پایه «حدس‌ها» انتخاب می‌کنند. در ادبیات اقتصاد دو رویکرد برای شکل‌گیری حدس‌های اولیه (پیشین) وجود دارد. ۱- مبتنی بر عقلانیت؛ ۲-مبتنی بر ارزیابی‌های ذهنی که مشکلات رویکرد نخست را ندارد. به عبارتی، یکی از پایه‌های اساسی نظریه‌های بازی‌ها، بیشینه‌سازی مطلوبیت انتظاری است و انتظارات نیز ناشی از ارزیابی‌های ذهنی است. «بِیز» قاعده‌ای را برای «بروزرسانی» حدس‌های گذشته یا اولیه (حدس‌های پسین) ارائه داده است.

$$u_{ij}=(P[(X',Y')=(i,j)])_{i,j\in\{0,1\}}$$

[1] Expected utility

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

۵ یافته‌های تحقیق

یک بازی دو نفره را درنظر بگیرید که استانداردسازی و نوآوری فناورانه بازیکن‌های آن در بازی هستند.

بازی همبندی (مشارکت و رقابت)

بر اساس نظریه بازی‌ها، می‌توان همبندی استانداردسازی و نوآوری فناورانه را در یکی از چهار سناریو مطابق با (جدول ۱)، تحلیل نمود. در توسعه این چهار سناریو، استانداردسازی و نوآوری فناورانه دو بازیکنی هستند که با محیط داخلی و خارجی آشنایی کامل دارند و هر دو بازیکن بطور همزمان عمل می‌کنند و هیچ‌یک از آنها از اقدام دیگری آگاه نیست. از نظر ریاضی، راهبرد و تابع مطلوبیت (عایدی)، برای هر دو بازیکن تعریف شده است.

سناریوی نخست، زمانی است که هم نوآوری فناورانه و هم استاندارد عقب‌مانده باشند. تابع مطلوبیت (عایدی) این وضعیت با (۰، ۰) نشان داده شده است. در چنین حالتی، منفعت آشکاری برای یک شرکت خدمات‌دهنده صنعت نفت و گاز وجود ندارد. سناریوی دوم، زمانی است که نوآوری فناورانه (TI01) در مرحله پیشرفته و استاندارد (SD01) عقب‌مانده است (TI01 G SD01). در این سناریو، توسعه‌دهندگان فناوری (شرکت‌های خدمات‌دهنده پیشرو) برای تبدیل فناوری خود به بخشی از استاندارد به شدت رقابت خواهند کرد. سناریوی سوم، برعکس سناریوی دوم است، یعنی، زمانی که نوآوری فناورانه (TI02) با تأخیر مواجه است، اما استاندارد (SD02) پیشرفته است (TI02 L SD02). سناریوی چهارم زمانی است که هم نوآوری فناورانه (TI03) و هم استاندارد (SD03) در مرحله پیشرفته قرار دارند. (TI03 I SD03) یک همبندی عمیق است. آشکار است بازی زمانی‌که TI01 G TI03 و SD02 G SD03 باشند، یک بازی رقابتی است که دارای دو راهبرد تعادل بایزی نش است: یک) نوآوری فناورانه از توسعه استانداردسازی عقب‌مانده است و دو) نوآوری فناورانه از توسعه استانداردسازی پیشی یافته است. از آنجا که، یک سیستم بازی موثر، باید در وضعیت تعادل بایزی نش باشد، لذا، در چنین حالتی سیستم از کار خواهد افتاد (منحنی‌های بی‌تفاوتی نمی‌توانند یکدیگر را قطع کنند. زیرا، با اصل سازگاری ترجیحات در تضاد است).

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

جدول ۳. ماتریس بازی

		استانداردسازی	
		عقب‌مانده	پیشرفته
نوآوری فناورانه	عقب‌مانده	(0, 0)	(TI02 L SD02)
	پیشرفته	(TI01 G SD01)	(TI03 I SD03)
G=Greater Than; L=Less Than; I= Indifferent			

سناریو دوم نشان می‌دهد که یک همبندی بین نوآوری فناورانه پیشرفته و توسعه استانداردسازی عقب‌مانده وجود دارد؛ یا برعکس سناریو سوم نشان می‌دهد که همبندی بین نوآوری فناورانه عقب‌مانده و توسعه استانداردسازی پیشرفته است. در هر دوی این سناریوها، رابطه بین نوآوری فناورانه و توسعه استانداردسازی ماهیت رقابتی دارد که در نهایت، این رقابت به یک راه‌حل بهینه منجر خواهد شد.

بازی مشارکتی زمانی رخ می‌دهد که TI01 LTI03 و SD02 LSD03 باشد. این بازی دارای یک تعادل نش است: سه) هم نوآوری فناورانه و هم استانداردسازی در مراحل پیشرفته هستند. در این وضعیت (سناریوی چهارم)، نوآوری فناورانه و استانداردسازی برای دستیابی به یک وضعیت برد-برد با یکدیگر همکاری می‌کنند. سناریوی مخالف (سناریوی نخست)، یعنی زمانی‌که نوآوری فناورانه و استانداردسازی هر دو عقب‌مانده‌اند، یک سناریوی نامطلوب است، تنها راه‌حل مناسب برای خروج از چنین وضعیتی، رفتن به یکی از سناریوهای رقابتی (سناریوهای دوم یا سوم) است. شایان ذکر است که بسیاری از شرکت‌های خدمات‌دهنده بالادست نفت و گاز ایران با وجود انگیزه‌های کافی برای خروج از این سناریو، همچنان، در این سناریوی نامطلوب قرار دارند.

سناریوی نخست: «بی‌ثباتی»

سناریوی نخست را سناریوی «بی‌ثباتی» می‌نامیم. چنین سناریویی نمی‌تواند برای مدت طولانی وجود داشته باشد. صنعت نفت و گاز که بسرعت در حال تغییر است، نیازمند بسیاری از فناوری‌های جدید و پیشرفته است. مزیت فناوری برای شرکت‌های خدمات‌دهنده بالادست نفت و گاز بطور فزاینده‌ای به یکی از عوامل کلیدی برای رقابت تبدیل شده است. بدون فناوری‌های پیشرفته، تصور اینکه شرکت‌های خدمات‌دهنده بالادست نفت و گاز بتوانند رقابت را در مقیاس جهانی بدست آورند، سخت و ناممکن است. بالادست صنعت نفت و گاز (بویژه شرکت‌های خدمات‌دهنده) در سناریوی نخست، به دلیل عدم‌وجود پیوند بین نوآوری‌های فناورانه و

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

استانداردها با مشکلات فراوانی مواجهه هستند. در چنین سناریویی هیچ سود قابل ملاحظه‌ای بدست نمی‌آید و دقیقاً به همین دلیل عوامل مطلوبیت (عایدی) در ماتریس بازی صفر در نظرگرفته شده‌اند. متاسفانه، عمده صنایع و شرکت‌های فعال در صنعت نفت و گاز ایران به دلایل مختلف مانند نبودِ نیروی‌کار متخصص (مهارت‌های مدیریتی مهندسی و ساخت دقیق برای پروژه‌های سرمایه‌ای)، سطح متفاوت از انتظارات کیفی براساس هنجارهای تأمین محلی، زیرساخت ناکافی فناوری اطلاعات، امنیت سایبری ضعیف، سیستم‌ها یا نرم‌افزارهای قدیمی یا ناسازگار، از دست رفتن مالکیت معنوی به خاطر مهندسی معکوس یا قراردادهای بدون پشتوانه، پرداخت با تأخیر که می‌تواند به دلیل نبود استاندارد رخ دهد، در این سناریو قرار دارند. بنابراین، اقتصاد درحال‌توسعه‌ای مانند ایران بویژه در بخش نفت و گاز که در آن دارای مزیت نسبی است باید برای خروج از این سناریو و رفتن به یکی ار سناریوهای رقابتی، سیاست‌های ملّی را برای کمک به شرکت‌های خدمات‌دهنده بالادست نفت و گاز توسعه دهد.

برای بقای طولانی‌مدت، پیوستن به زنجیره ارزش جهانی و موفقیت در رقابت، انباشت دانش و فناوری برای شرکت‌های خدمات‌دهنده صنعت نفت و گاز و دستیابی به خرد جمعی در کشور ایران بسیار مهم است. تمرکز رقابت در بالادست صنعت نفت و گاز بطور قابل‌ملاحظه‌ای، از قیمت به فناوری‌های نوین تغییر یافته است. وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس یک راه موثر برای کاهش هزینه‌ها است که به دلیل وجود مزیت نسبی و ساختار مخازن نفت و گاز ایران به راحتی قابل دستیابی است. اما رهبری هزینه به تنهایی نمی‌تواند موفقیت رقابتی را تضمین کند. بازار جهانی بیشتر به توانمندی توسعه محصول یا خدمت جدید علاقه دارد و در نهایت، نوآوری فناورانه نیروی محرکه توانمندی رقابتی در بازار جهانی است. رقابت در بین شرکت‌های اکتشاف و تولید[1]، خدمات‌دهنده‌های بزرگ و کوچک از محصولات، خدمات و برندها فراتر رفته و به فناوری‌ها و رهبری استانداردها گسترش یافته است، برای همین تنها راه بقاء خروج از این سناریو از طریق رشد و توسه نوآوری‌های فناورانه و استاندردها در بالادست صنعت نفت و گاز ایران و رفتن به یکی از سناریوهای رقابتی (دوم یا سوم) است.

سناریوی دوم: «آشفتگی»

[1] Exploration and Production Companies (E&P)

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

سناریوی دوم را «آشفتگی» می‌نامیم. در این سناریو فناوری‌های بسیار پیشرفته، درمقابل سطح پایین استانداردسازی قرار دارند. در چنین سناریویی، شرکت‌های خدمات‌دهنده نفت و گاز به طور مستمر به دنبال توسعه انواع فناوری‌ها بوده و الزاماتی برای سازگاری یا دستورالعمل‌های متمرکز و مدونی برای توسعه وجود ندارد. در این میان، استانداردها نیز به مرور در حال توسعه هستند. در نتیجه هر یک از فناوری‌های در حال تکامل شانس تبدیل شدن به استاندارد واقعی را دارند. در چنین سناریویی انتظار می‌رود، رقابت شدیدی بین شرکت‌ها وجود داشته باشد. شکل‌گیری استاندارد متکی بر نوآوری فناورانه است. در همین‌حین که فناوری‌ها در چرخه نوآوری و بهبود تکامل می‌یابند، استانداردهای رشد و توسعه یافته و سرانجام شکل می‌گیرند. شکل‌گیری استانداردها و نوآوری‌های فناورانه، رابطه‌ای نزدیک دارند. حتی پس از شکل‌گیری استانداردها، توسعه بیشتر آن به طور قابل‌توجهی تحت تأثیر عوامل داخلی (انباشت فناوری، نوآوری و فرصت‌های توسعه) و خارجی (سیستم اقتصادی/ اجتماعی، دسترسی به منابع، تقاضا و سیاست‌های ملّی) قرار دارد. بااین‌حال، اغلب سرعت توسعه فناوری و استاندارد یکسان نیست. براساس نظریه بازی‌های رقابتی، مطلوبیت انتظاری همبندی نوآوری فناورانه و استاندارد در ماتریس بازی (جدول ۴) نشان داده شده است.

جدول ۴. ماتریس برای یک بازی رقابتی

		استانداردسازی	
		عقب‌مانده	پیشرفته
نوآوری فناورانه	عقب‌مانده	(۰/۱ ، ۰/۴)	(۰/۸ ، ۰/۵)
	پیشرفته	(۰/۶ ، ۱)	(۰/۷ ، ۰/۹)

در این سناریو (آشفتگی)، فناوری‌ها هر روز به سرعت در حال تغییر هستند و استاندارد عقب‌مانده است، برای حفظ تعادل نش، نوآوری فناورانه باید در موقعیت پیشرفته باشد. در واقعیت، این حالت، در بسیاری از صنایع با فناوری پیشرفته (نوآوری‌های فناورانه سریع، سرمایه‌گذاری‌های قابل‌توجه و ریسک بالا) همانند صنایع نفت و گاز (با ویژگی‌های فناوری دریایی، استخراج در اعماق دریا و فناوری نمک‌زدایی، فناوری هوشمند در سطوح چاه، مخزن و میدان، حفاری چندگانه، نصب تجهیزات پیچیده درون‌چاهی، اندازه‌گیری پیوسته دما، فشار و جریان سیال، پردازش داده‌های مخزن) مشاهده می‌شود.

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

باوجود مزیت نسبی در صنعت نفت و گاز ایران، اگر تأمین‌کنندگان محلی نتوانند استانداردها کیفیت را برآورده سازند، تأمین محلی به دلایل زیادی (از جمله هزینه ثابت اضافه کردن تأمین‌کنندهٔ جدید و نیاز برای آموزش و سرمایه‌گذاری پیش از موعد) گرانتر از تأمین به روش مرسوم می‌شود. برای شرکت‌های فعال در بالادست صنعت نفت و گاز، فناوری‌های پیشرفته تضمین‌کننده پیروزی در رقابت جهانی هستند. با فناوری‌های جدید، شرکت‌های خدمات‌دهنده نفت و گاز به دلیل استحصال بهره‌ورتر، دستیابی به بازارهای جهانی و اتصال به زنجیره ارزش جهانی، می‌توانند ارزش بیشتری جذب و سهم بیشتری از بازار را تصاحب کنند. در همین حال، این شرکت‌ها باید میزان سرمایه‌گذاری و ریسک‌های مرتبط را ارزیابی کنند تا از موفقیت، تلاش‌های نوآوری فناورانه خود اطمینان حاصل نمایند. با این‌حال، جوهره رقابت بین فناوری‌ها، پیروزی در نبرد استانداردسازی است. هنگامی که چندین فناوری ناسازگار با یکدیگر رقابت می‌کنند، توسعه‌دهندگان (خدمات‌دهندگان پیشرو) برای فرماندهی و کنترل در بازار می‌جنگند. برای پیروزی در چنین نبردی، یک فناوری باید به فناوری واقعی در صنعت تبدیل شود؛ موقعیتی شبیه به یک استاندارد، زمانی که استانداردسازی عقب‌مانده است. توسعه‌دهندگان این فرصت را دارند که از عواملی مانند عوامل خارجی شبکه و وابستگی به مسیر برای بهبود و ارتقای فناوری خود استفاده کنند و در نهایت، به جایگاه یک فناوری پیشرو ارتقا یابند. به‌طور مسلم، این چنین فناوری‌هایی به استاندارد یا دست‌کم بخش مهمی از استاندارد تبدیل خواهند شد. از این رو، راهبرد مذکور یک راهبرد موثر برای تضمین دستیابی به موقعیت رقابتی برتر است. چنین مواردی در زمینه فناوری اطلاعات، به ویژه توسعه نرم‌افزار، بسیار فراوان است (لیختِن‌هالِر،۲۰۱۲).

سناریوی سوم: «ساختاردهی»

سناریوی سوم را «ساختاردهی» می‌نامیم. این سناریو بر مبنای این واقعیت طرح می‌شود که اغلب دولت‌ها سیاست‌هایی را برای حمایت از نوآوری فناورانه اجرا می‌کنند، درحالی که استانداردها توسعه می‌یابند. در بسیاری از اوقات، استانداردسازی پیش از یک نوآوری فناورانه خاص صورت گرفته است. در چنین سناریویی، تمرکز از رقابت بین فناوری‌ها به این موضوع تغییر می‌یابد که چگونه یک دولت یا جامعه می‌تواند نوآوری‌های فناورانه را پرورش دهد. این سناریو در برخی از اقتصادهای نوظهور، بویژه چهار کشور BRIC (برزیل، روسیه، هند و چین) نادر نیست. آنها در بسیاری از موارد، سیاست‌های ملّی را برای استقرار استانداردها قبل از کاربردهای فناورانه تدوین کرده‌اند. هنگامی‌که نوآوری فناورانه عقب‌مانده است، دولت تصمیم می‌گیرد تا یک سیاست

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

ملّی مطلوب را برای تشویق تلاش‌های توسعه‌ای بکار گیرد و با این روش به نوآوری فناورانه جهت می‌دهد. اغلب بازارهای امروزی درجه بالایی از اثرات خارجی شبکه را نشان می‌دهند. هر چه تعداد کاربران یک فناوری بیشتر باشد، آن فناوی ارزشمندتر می‌شود. در چنین محیطی، یک استاندارد تعریف شده، می‌تواند به کاربران کمک کند تا هنگام مواجهه با چندین فناوری، انتخاب بهتری داشته باشند. با یک استاندارد تعریف‌شده، توسعه‌دهندگان فناوری شانس بیشتری برای دستیابی به کاربران دارند که به نوآوری فناورانه کمک خواهد شد. همچنین، یک استاندارد تعریف‌شده، مشکل وابستگی به مسیر را کمینه می‌سازد و این امکان را برای یک فناوری پایین‌تر فراهم می‌کند که از فناوری برتر پیشی بگیرد. هنگامی که یک فناوری ضعیف به استاندارد تبدیل شود، بر نوآوری فناورانه تأثیر منفی می‌گذارد. این ریسک زمانی کمترین می‌شود که یک استاندارد به‌روشنی تعریف شده باشد.

چنین تلاشی برای استانداردسازی فراتر از یک محصول واحد است و مدیریت یکپارچه مخازن نفتی (حیات مخزن از اکتشاف تا رهاسازی) و کل بالادست زنجیره‌تأمین صنعت (زیرساخت، ترخیص کالا، حمل‌ونقل بین‌المللی، مهارت در لجستیک عمومی، ره‌گیری و ردیابی و ارسال به‌موقع) را دربرمی‌گیرد.

سناریوی چهارم: «هم‌افزایی»

سناریوی چهارم را «هم‌افزایی» می‌نامیم. در واقع دنیایی مطلوب است که هم نوآوری فناورانه و هم استاندارد در مراحل پیشرفته هستند. در این حالت، همبندی یک بازی مشارکتی است. بلوغ استانداردسازی به این معنی است که امکان ارزیابی هر فناوری جدید بر اساس استاندارد وجود داشته باشد. در همین حال، هرگونه، نوآوری در استاندارد به این معنی است که نوآوری فناورانه در یک بازه زمانی کوتاه به بلوغ رسیده و آماده استفاده است. این بازی مشارکتی در جدول ۳ نشان داده شده است. برای دستیابی به این سناریوی آرمانی، اطمینان از اینکه، هم نوآوری فناوری و هم استاندارد در وضعیت پیشرفته‌ای قرار دارند، حیاتی است. از یک طرف، لازم است از موقعیت عقب‌مانده استانداردسازی پرهیز شود. از طرف دیگر، جلوگیری از فقدان نوآوری فناورانه هنگام استانداردسازی نیز بسیار مهم است. کاهش فاصله بین این دو، برای حفظ این سناریو ضروری است. زیرا در غیر این صورت، همبندی بین این دو به یک بازی رقابتی باز خواهد گشت. اثر غیرمستقیم شبکه یک نگرانی مهم هنگام درنظرگرفتن همبندی است. عوامل خارجی شبکه،

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

برای یک محصول بوجود می‌آید، اما، اثر غیرمستقیم شبکه برای یک محصول مکمل، اصولاً، درباره محصولات پایه و پشتیبان بوجود می‌آید. با این تفاوت که تعداد کاربران، بطورمستقیم بر ارزش یک محصول پایه تأثیر نمی‌گذارند، بلکه، بر محصولات پشتیبان تأثیر می‌گذارد. برای مثال، آنچه مصرف‌کنندگان به آن نیاز دارند، سیستمی است که از سخت‌افزار و نرم‌افزار تشکیل شده باشد (سخت‌افزار محصول پایه و نرم‌افزار محصول پشتیبان)، یک محصول سخت‌افزاری می‌تواند چندین بسته نرم‌افزاری را پشتیبانی کند، لذا ترکیب‌های مختلف منجر به سیستم‌های متفاوتی می‌شود.

جدول ۵. ماتریس بازی مشارکتی

		استانداردسازی	
		عقب‌مانده	پیشرفته
نوآوری فناورانه	عقب‌مانده	(۰/۵ ، ۰/۴)	(۰/۳ ، ۰/۲)
	پیشرفته	(۰/۴ ، ۰/۷)	(۰/۸ ، ۰/۹)

این روابط مکمل باعث می‌شوند استانداردسازی و نوآوری فناورانه نه تنها فراتر از یک فناوری واحد، بلکه حتی مهمتر از آن، در سطح زیست‌بوم مطرح شوند. در این سناریو، نوآوری فناورانه بطور قابل‌ملاحظه‌ای از همبندی مشترک سود می‌برد. توسعه سریع استانداردسازی، نوآوری سریع فناورانه را امکان‌پذیر می‌کند که خود به بهبود توسعه استانداردسازی کمک می‌کند. این یک حلقه بازخورد مثبت است و سرعت بالای نوآوری فناوری و استاندارد را به دنبال دارد. همانند بازی شکار گوزن، مستلزم همکاری، صبر و اعتماد است. ممکن است رسیدن گوزن به محل شکار، ساعت‌ها یا روزها زمان ببرد. از این‌جهت، شکارچی‌ها باید تحمل بالایی داشته و برای شکار خرگوش، موجب فرار گوزن نشوند. چنین سناریویی بیشترین مطلوبیت (عایدی) را برای بالادست صنعت نفت و گاز یا کشور ایران به همراه خواهد داشت. بااین‌حال، به دلایلی مانند توانمندی‌ها، رانت‌ها و محدودیت منابع مشهود و نامشهود؛ شرکت‌های خدمات‌دهنده بالادست نفت و گاز ایران در این سناریوی مطلوب عمل نمی‌کنند.

۶ نتیجه‌گیری و پیشنهادات

برای درک همبندی استاندارد و نوآوری فناورانه بر اساس نظریه بازی‌های رقابتی و مشارکتی، چهار سناریو مطرح شد. سناریوی نخست، سناریویی نامطلوب است که در آن هم استاندارد و هم

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

نوآوری فناورانه عقب‌مانده‌اند. قرار گرفتن در چنین وضعیتی درنهایت، منجر به شکست بزرگی برای صنعت نفت و گاز و کشور ایران خواهد شد. دو سناریو دیگر، «آشفتگی» و «ساختاردهی» که یک رابطه رقابتی را نشان می‌دهند، جالب‌تر هستند. بطورکلی، برای اقتصاد ایران به دلیل سطح پایین‌تر نوآوری فناورانه نسبت به سایر عرضه‌کنندگان نفت و گاز، تأثیر استاندارد قوی‌تر بوده و می‌تواند به میان‌بری برای مشارکت در رقابت جهانی تبدیل شود. در نهایت، سناریوی چهارم، سناریوی «هم‌افزایی» و مطلوب است. این سناریو یک بازی مشارکتی را نشان می‌دهد که در آن رشد استاندارد و نوآوری فناورانه شتاب می‌گیرد. تحلیل فوق نشان می‌دهد که همبندی بین استاندارد و نوآوری فناورانه می‌تواند «رقابتی» یا «مشارکتی» باشد. رابطه مشارکتی یک همبندی مطلوب است، اما بندرت محقق می‌شود و در واقعیت شرایط رقابتی حاکم است. سهم استانداردسازی در نوآوری تنها زمانی می‌تواند اتفاق بیفتد که استانداردهای لازم تدوین و در صورت نیاز نوآوران و سایر بازیگران بازار در دسترس قرار گیرند، و کاربران بالقوه از استانداردهای مرتبط آگاه شوند و توانایی و انگیزه‌های بازار را برای استفاده از آنها داشته باشند. برای بهبود سهم استانداردسازی در نوآوری، باید هم به توسعه استانداردها و هم به کاربرد آنها توجه شود. نبودِ استانداردها یا بروزرسانی کُند آنها به احتمال زیاد مانع نوآوری می‌شود. از سوی دیگر، یک استانداردسازی پویا و قوی، دسترسی نوآوری به بازار داخلی و جهانی را تسریع می‌کند. استانداردسازی باید با نیازهای نوآوری سازگار شود و به چالش‌هایی که جهانی شدن، ظهور قدرت‌های اقتصادی جدید و تکامل فناوری برای خود فرآیند استانداردسازی ایجاد می‌کند، پاسخ دهد. برای همین، نیاز به ایجاد سیاست‌هایی از سوی دولت است. نقش دولت در استانداردسازی دوگانه است. استاندارد و استانداردسازی می‌توانند سیاست دولت باشند یا نباشند. از یک سو، استاندارد می‌تواند مبنای هنجاری یا سیاست دولت بوده و دولت بر محتوای استانداردها تأثیرگذار باشد. در این‌صورت، اقتدار عمومی نقش مهمی در مشروعیت‌بخشی به پیدایش استانداردها ایفاء می‌کند. از سوی دیگر، دولت می‌تواند پاسخگویی و جایگاه ممتازی در تدوین استانداردها نداشته باشد. بنابراین، سیاستگذاران باید این سناریوها را به دقت درک کنند تا بتوانند سیاست‌های صحیح و موثر را تدوین کنند. تدوین سیاست‌های مناسب می‌تواند به تغییر بازی رقابتی به بازی مشارکتی کمک نمایند. سیاست‌های صنعتی بر نحوه انتخاب شرکت‌های خدمات‌دهنده نفت و گاز تأثیر قابل‌توجهی دارد. اتخاذ سیاست‌های مطلوب برای تشویق توسعه استاندارد می‌تواند موجب ارتقای نوآوری فناورانه شود. گاهی‌اوقات، استاندارد با انحصار همراه هستند که می‌تواند

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

برای نوآوری فناورانه مضر باشد و آنرا متوقف کند. بنابراین، ضروری است، پیش از اجرای سیاست‌ها، زمینه و شرایط، بویژه براساس چهار سناریوی پیشنهادی و چگونگی انتقال از یک سناریو به سناریوی دیگر به دقت ارزیابی شود. بطور خاص، در زمینه‌هایی که شرکت‌ها قبلاً از برتری فناورانه خود برای ایجاد مزیت رقابتی استفاده کرده‌اند، مرجع است که دولت سیاست‌هایی را در جهت ارتقای نوآوری فناورانه اجرا نماید. اما، در مقابل، برای صنایع با فناوری بالا مانند صنعت بالادست نفت و گاز انتخاب استانداردسازی نسبت به نوآوری فناورانه خالص کاملاً منطقی است.

بنابراین پیشنهاد می‌شود:

۱-تعیین کیفیت و ویژگی‌های کالاهای ساخت داخل که از نظر ایمنی و بهداشت حائز اهمیت هستند.

۲-اصلاح قوانین و مقررات در جهت بالابردن کیفیت کالاهای داخلی، کمک به بهبود روش‌های تولید و کارآیی صنایع بویژه صنعت نفت و گاز

پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی با استفاده از این رویکرد صنایع دیگر را بررسی و با نتایج مقاله حاضر مقایسه نمایند.

با توجه به اینکه این پژوهش به چیستی همبندی استانداردسازی و نوآوری فناورانه خدمات نفت و گاز ایران با استفاده از نظریه بازی‌ها پرداخته است، شایسته است در پژوهش های آتی چرایی ایجاد برخی از این عوامل نیز از نگاه مدیران بررسی شود.

با توجه به محدود شدن این پژوهش به بالادست و خدمات صنعت نفت و گاز، می‌توان در پژوهشی دیگر، از سایر بخش‌ها یا صنایع انرژی نیز بهره گرفت.

با توجه به محدود شدن این پژوهش به مصاحبه در بخش کیفی، و نظریه احتمال و بازی‌ها در بخش کمّی پیشنهاد می‌شود از سایر روش‌های گردآوری داده‌ها و تحلیل نیز استفاده شود.

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

۷ مراجع

۱. جاکوبی، دیوید؛ آقایی، عبدالله؛ حاجیان‌حیدری، مجتبی (۱۳۹۶). *مدیریت زنجیره تأمین بهینه در نفت و گاز و نیرو*، پژوهشگاه صنعت نفت، تهران.

۲. محمد روضه‌سرا, مریم؛ بحیرایی, مجتبی (۱۳۹۷). نقش استانداردها در نوآوری .*فصلنامه علمی مدیریت استاندارد و کیفیت*، ۸ , (تابستان), ۶-۱۶.

۳. میرباقری, سیدمحسن (۱۳۹۸). تحلیلی بر چگونگی ارتباط بین استانداردسازی و نوآوری .*فصلنامه علمی مدیریت استاندارد و کیفیت*،۹ (پاییز), ۶-۲۲.

4. Acemoglu, D., Gancia, G., & Zilibotti, F. (2012). Competing engines of growth: Innovation and standardization. *Journal of Economic Theory*, 147(2), 570-601.
5. Aramco: Where energy is opportunity, https://www.aramco.com.
6. Bekkers, R. (2001). M*obile Telecommunications Standards: Gsm, Umts, Tetra, and Ermes*. Artech House.
7. Blind, K., Gauch, S., & Hawkins, R. (2010). How stakeholders view the impacts of international ICT standards. *Telecommunications Policy*, 34(3), 162-174. doi:10.1016/j.telpol.2009.11.016
8. Blind, K. (2009). Catalytic Functions of Standards. *ERIM report series research in management Erasmus Research Institute of Management*.
9. Blind, K., Krieger, B., & Pellens, M. (2022). The interplay between product innovation, publishing, patenting and developing standards. *Research Policy*, 51(7), 104556. doi:10.1016/j.respol.2022.104556.
10. Botzem, S., Dobusch, L. (2012). Standardization cycles: A process perspective on the formation and diffusion of transnational standards. *Organization Studies*, 33(5-6), 737-762.
11. Byrne, B.M., Golder, P.A., (2002). The diffusion of anticipatory standards with particular reference to the ISO/IEC information resource dictionary system framework standard.*Computer Standards & Interfaces* 24 (5), 369–379.
12. Cabral, L., & Salant, D. (2014). Evolving technologies and standards regulation. *International Journal of industrial organization*, 36, 48-56.
13. Ceko, E. (2023). On the Relationship Between ISO Standards and Sustainable Development. *Problemy Ekorozwoju*, 18(2), 148-158.
14. David, P. A., & Rothwell, G. S. (1996). Standardization, diversity and learning: Strategies for the coevolution of technology and industrial capacity. *International Journal of Industrial Organization*, 14(2), 181-201.

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

15. de Vries, H. J., & Verhagen, W. P. (2016). Impact of changes in regulatory performance standards on innovation: A case of energy performance standards for newly-built houses. *Technovation*, 48, 56-68.
16. Engen, O. A. (2019). *Consensus and conflicts: Tripartite model and standardization in the Norwegian petroleum industry*. In Standardization and Risk Governance (pp. 255-274). Routledge. Governance. A Multi-Disciplinary Approach. London: Routledge, pp. 255–274.
17. Fligstein, N., & McAdam, D. (2015). *A theory of fields*. Oxford University Press.
18. Gorkhali, A., Xu, L., (2016). Enterprise application integration in industrial integration: a literature review. *Journal of Industrial Integration and Management* 1 (4). http://dx.doi.org/10.1142/S2424862216500147.
19. *Global Energy Review*, (2025). International Energy Agency, https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2025.
20. Heyerdahl, A. (2023). Standardising policy in a nonstandard way: a public/private standardisation process in Norway. *Journal of Public Policy*, 43(4), 761-790. doi:10.1017/S0143814X23000223
21. Ho, J. Y., & O'Sullivan, E. (2015). *The evolving role of standardisation in technological innovation: the case of photovoltaics*. In 2015 IEEE 9th International Conference on Standardization and Innovation in Information Technology (SIIT) (pp. 1-8). IEEE.doi: 978-1-4673-9533-5/15/$31.00
22. Ho, J. Y., Featherston, C., & OSullivan, E. (2014). *A systematic process for structuring successive roadmapping exercises for emerging technologies: lessons from additive manufacturing in the US*. In 5th International Conference on Future-Oriented Technology Analysis (FTA).
23. International Maritime Organization, MSC-FAL.1/Circ.3/Rev.3, (2025), *Guidelines on Maritime Cyber Risk Management*.
24. *ISO 31000 (2021).* published jointly by ISO and UNIDO, provides valuable insights into the implementation of ISO 31000 Risk management – Guidelines. https://www. iso.org/standard/65694.html.
25. ISO (2011). *The ISO Survey of ISO 9000 and ISO 14000 Certifications*: 20th Cycle, Geneva.
26. Jiang, H., Zhao, S., Yuan, Y., Zhang, L., Duan, L., & Zhang, W. (2018). The coupling relationship between standard development and technology advancement: A game theoretical perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 135, 169-177.doi: 10.1016/j.techfore.2017.11.018
27. Kim, K., Jung, S., Hwang, J., & Hong, A. (2018). A dynamic framework for analyzing technology standardisation using network analysis and game theory. *Technology Analysis & Strategic Management*, 30(5), 540-55. doi: 10.1080/ 09537325. 2017. 1340639
28. Lichtenthaler, U., (2012). Licensing technology to shape standards: examining the influence of the industry context. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 79 (5), 851–861. http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2011.11.004.

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

29. Liu, C., & Jayakar, K. (2016). Globalisation, indigenous innovation and national strategy: comparing China and India's wireless standardisation. *Technology Analysis & Strategic Management*, 28(1), 76-95. doi: 10.1080/09537325.2015.1072621
30. Moon, S., & Lee, H. (2021). *The primary actors of technology standardization in the manufacturing industry*. Ieee Access, 9, 101886-101901.
31. *Standards Norway, " Risk based maintenance and consequence classification* - NORSOK Z-008:2024," Norway: Norsok Standard, 2017.
32. Shamsuzzoha, A., Blomqvist, H., & Takala, J. (2024). Service productisation through standardisation and modularisation: An exploratory case study. *International Journal of Sustainable Engineering*, 17(1), 1154-1172. doi:10.1080/19397038.2023.2184514.
33. Sherif, M. H. (2002). A framework for standardization in telecommunications and information technology. *IEEE Communications Magazine*, 39(4), 94-100.
34. Pillai, S., & Ramakrishnan, R. (2023). Can standardization lead to innovation?. *Frontiers in Management Science*, *2*(3), 43-49.
35. Process to Instrument Valves, (2019), Shell MESC Compliant Slimline Monoflange, Monoflange (Ball), and Instrument Manifolds, EFA: PT3740
36. Tassey, G. (2000). Standardization in technology-based markets. *Research policy*, 29(4-5), 587-602.doi;10.1016/S0048-7333(99)00091-8
37. Wiegmann, P. M., de Vries, H. J., & Blind, K. (2017). Multi-mode standardisation: A critical review and a research agenda. *Research Policy*, 46(8), 1370-1386.
38. Wirtz, J. (2021). "Viewpoint: Service Products, Development of Service Knowledge and Our Community's Target Audience." *The Journal of Services Marketing* 35 (3): 265–270. doi:10.1108/JSM-03-2020-0086.
39. Wright, C., Sturdy, A., & Wylie, N. (2012). Management innovation through standardization: Consultants as standardizers of organizational practice. *Research Policy*, 41(3), 652-662.
40. Wu, Z., Mu, R., (2005). *The Role of Standards in National Technology Policy in China*. Retrieved from: http://strategicstandards.com/files/China.pdf.
41. Zhao, Y., & Du, Y. (2021). Technical standard competition: An ecosystem-view analysis based on stochastic evolutionary game theory. *Technology in Society*, 67, 101794. doi:10.1016/j.techsoc.2021.101794

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654

Research paper

Game theory for analyzing the association between standardization and technological innovation (Iran Oil and Gas Services)

Maryam Behifar[1], Mohammad Reza Razavi [2*], Parivash Jafari[3]

1. Phd. Student of Technology Management, Department of Technology Management, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Department of Technology Management, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Department of Educational Administration, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received:30/06/2025

Accepted:09/08/2025

Abstract

In the journey of technological innovation, several incompatible core technologies emerge, and as one or more of them reach maturity, they become dominant and the actual standard that determines the structure of the industry and companies is formed. The combination mechanism of standardization and technological innovation determines superior technology. In the present article, using semi-structured interviews and questionnaire completion by 10 industrial and academic experts (1403), this association was analyzed by a strategic, static, non-zero-sum game in four scenarios for Iranian oil and gas services. In the first scenario of "Instability", technological innovation and technical standards are lagging behind and no profit is imaginable. In the second scenario, "Confusion," the combination of advanced technologies against lagging technical standards is a competitive game. Oil and gas service companies are constantly pursuing technological development with fierce competition, and there is no requirement for compatibility. In the third scenario, "structuring," the combination of lagging technological innovation and advanced standard development has a competitive nature that ultimately leads to the optimal solution. In the fourth "synergy" scenario, the combination of technological innovation and standardization is a cooperative game. Both technological innovation and standards are at an advanced stage. Adopting common priorities, amending laws and regulations, and formulating national standardization policies before technological application are suggested to direct development efforts.

Keywords: Technological innovation, technical standards, game theory, Standardization in the oil and gas industry.

DOI: 10.22034/jsqm.2025.530195.1654