Analysis of the Technological Transition Strategy of Combined Heat and Power (CHP) in Iran

Omid Shakeri[1], Mohammadreza Razavi[2*], Mehdi Elyasi[3]

Abstract

This article identifies the most important barriers that have led to the lack of Combined heat and power (CHP) in Iran in comparison with the national plans. In present study, a model for policy analyzing of combined heat and power technologies on the basis of integrating the two approaches of technological innovation system and multi-level perspective which has been provided. The barriers of CHP development, were extracted through semi-structured interviews and focus groups and then by sending a questionnaire to 161 experts and with the method of structural equation modeling and factor analysis, the validity and reliability of identified barriers as well as the hypotheses of the conceptual model of the research were confirmed.

The results show that the social, cultural, and macro-economic factors play a more important role compared to technological factors. According to the framework developed, corresponding to the priority of extracted barriers, in order to extract the proposed policies, a focus group meeting was held and based on the content analysis method, 11 policies were proposed to overcome the most important barriers.

Key words:
technological innovation system, technological policymaking, multi-level perspective, combined heat and power (CHP), structural equation modeling, Confirmatory Factor Analysis, Socio-technical Regimes.

1. PhD, Department of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. (shakeri1354@gmail.com)
2. Assistant Professor, Department of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, Corresponding Author. (mrazzavi@yahoo.com)
3. Associate Professor, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. (elyasi.atu@gmail.com)

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

مقاله علمی ـ پژوهشی

تاریخ دریافت ۱۴۰۰/۰۱/۲۶ **تاریخ پذیرش ۱۴۰۰ /۰۲/۱۵**

تحلیل راهبرد گذار فناورانه تولید هم‌زمانِ برق و حرارت در ایران

امید شاکری[۱] ـ محمدرضا رضوی[۲*] ـ مهدی الیاسی[۳]

چکیده

این مقاله به شناسایی مهم‌ترین موانعی می‌پردازد که سبب عدم‌توسعهٔ فناوری تولید هم‌زمان برق و حرارت در کشور شده است. در مرحلهٔ اول تحقیق، موانع توسعهٔ فناوری تولید هم‌زمان برق و حرارت از طریق مطالعهٔ اسناد، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و برگزاری جلسهٔ گروه کانونی، با روش تحلیل مضمون استخراج شده و سپس با ارسال پرسش‌نامه به خبرگان حوزهٔ تولید هم‌زمان برق و حرارت و با روش مدل‌سازی معادلات ساختاری و تحلیل عاملی، موانع شناسایی شد و همچنین، فرضیه‌های تحقیق مورد تأیید قرار گرفت. مدل منتخب برای استخراج این موانع، تلفیقی از رویکردهای تحلیل چندسطحی و نظام نوآوری فناورانه است که از رویکردهای پرکاربرد در مطالعات حوزهٔ گذارهای فناورانه هستند. نتایج نشان می‌دهد عوامل مربوط به رژیم‌های فنی ـ اجتماعی و همچنین عوامل فرهنگی و اقتصادی کلان کشور، نقش پررنگ‌تری در عدم‌توسعهٔ این فناوری داشته‌اند. در ادامه، متناظر با موانع استخراج‌شدهٔ اولویت‌دار، ۱۱ سیاست پیشنهادی برای غلبه بر این موانع حاصل شد.

کلید واژگان: نظام نوآوری فناورانه، گذار فناورانه، رویکرد چندسطحی، تولید هم‌زمان برق و حرارت، سیاست‌گذاری فناوری، مدل‌سازی معادلات ساختاری.

۱. دانش‌آموختهٔ دکتری رشته مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (shakeri1354@gmail.com)

۲. استادیار گروه مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، نویسندهٔ مسئول. (mrazzavi@yahoo.com)

۳. دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران. (elyasi.atu@gmail.com)

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

مقدمه

تغییرات آب‌وهوا، آلودگی هوا و وابستگی به منابع محدود سوخت فسیلی، مشکلات عمدهٔ توسعهٔ پایدار در قرن حاضر هستند. در دهه‌های اخیر، پیشرفت‌های بزرگی در کاهش برخی از انواع آلودگی، مانند دی‌اکسید گوگرد، درنتیجهٔ قوانین زیست‌محیطی حاصل شده است که به معرفی فناوری‌های کنترل آلودگی انجامیده است؛ لیکن کاهش انتشار کربن به مراتب مشکل‌تر بوده و بعید است تدوین قوانین به‌تنهایی مؤثر باشند. لذا، برای غلبه بر چنین مشکلاتی نیازمند توسعهٔ فناوری‌های جدیدی است که بتواند از طرفی مصرف انرژی را کاهش دهد و از طرف دیگر، آلودگی کمتری تولید کند. یکی از فناوری‌های سازگار با محیط زیست و کم‌کربن که همواره مورد تأکید سیاست‌گذاران و بخش‌های مختلف اقتصادی و همچنین، مورد توجه پژوهشگران حوزهٔ مدیریت فناوری بوده‌است، فناوری تولید هم‌زمان برق و حرارت (CHP) بوده است. این فناوری حداقل ۳۰ درصد مصرف انرژی کمتر برای تأمین برق و حرارتِ معادل سیستم‌های متداول و به همین میزان، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در پی دارد. در سال‌های اخیر، به‌تبع توسعهٔ فناوری‌های کم‌کربن در جهان، در ایران نیز توسعهٔ تولید هم‌زمان برق و حرارت به‌عنوان یکی از راهکارهای مؤثر برای ارتقای بازدهی انرژی در کشور و افزایش ظرفیت تولید برق، افزایش مشارکت بخش خصوصی در بخش انرژی، کاهش تلفات در شبکهٔ توزیع و دستیابی به تعهدات بین‌المللی کشور در راستای کاهش انتشار کربن، مورد توجه قرار گرفته است؛ چنان‌که در بسیاری از اسناد بالادستی کشور، اعم از برنامه‌های پنج‌ساله، قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی و مصوبات شورای عالی انرژی و همچنین، سیاست‌های اقتصاد مقاومتی به آن اشارهٔ مستقیم شده است. اولین حمایت‌ها در راستای توسعهٔ این صنعت در سال ۱۳۸۷ و با ابلاغ مصوبه‌ای به منظور جلب مشارکت سرمایه‌گذاران در توسعهٔ تولید پراکندهٔ برق و همچنین، بهره‌گیری هرچه بیشتر از مزایای سیستم‌های تولید هم‌زمان برق و حرارت صورت گرفت.

درحالی‌که مجموع ظرفیت اسمی نیروگاه‌های تولید پراکنده، از سال ۱۳۸۷ تا پایان سال ۱۳۹۵، حدود ۷۳۵ مگاوات بوده است، براساس قانون برنامهٔ ششم توسعه، وزارت نیرو مکلف شده تا پایان برنامه (سال ۱۴۰۰)، توان تولید برق را از طریق سرمایه‌گذاری بخش غیردولتی، تعاونی و خصوصی و همچنین، از محل منابع داخلی

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

شرکت‌های تابعه، به میزان ۲۵۰۰۰ مگاوات افزایش دهد[1] که ۳۰۰۰ مگاوات آن از طریق تولید پراکنده (DG) و تولید هم‌زمان (CHP) برنامه‌ریزی شده است. این در حالی است که توسعهٔ این فناوری تاکنون مطابق برنامه‌ریزی‌ها محقق نشده و طی دو سال اول برنامهٔ ششم (سال‌های ۹۶ و ۹۷)، مجموع ظرفیت اسمی نیروگاه‌های تولید پراکندهٔ جدید، کمتر از نیمی از هدف‌گذاری صورت‌گرفته بوده است.

با توجه به موارد اشاره‌شده، ماده ۵۲ قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی، وزارت صنایع و معادن (وقت) و وزارت نیرو را موظف به فراهم‌آوردن زیرساخت‌های لازم و حمایت از توسعهٔ این فناوری در کشور کرده است. باوجوداین، همان‌طور که اشاره شد، اهداف برنامه‌ریزی‌شده در خصوص توسعهٔ این فناوری، به‌طور کامل محقق نشده است. ازاین‌رو، به نظر می‌رسد، اولاً تحلیل چرایی عدم‌تحقق این برنامه‌ها و ثانیاً ارائهٔ چهارچوبی جامع برای تحلیل‌ها و سیاست‌گذاری‌های آتی برای دیگر فناوری‌های زیست‌محیطی، امری ضروری است. بدیهی است چنانچه روند توسعهٔ این فناوری و موانع توسعهٔ آن در ده سال گذشته، به‌درستی مورد تجزیه و تحلیل قرار نگیرد، دستیابی به اهداف تعیین‌شده دور از انتظار خواهد بود.

در نگاه جامعه‌شناسی، فرایند توسعه و تغییرات فناورانه فراتر از ابعاد فنی و دارای ماهیتی چندوجهی است. این فرایند چندبُعدی «فرایند گذار» نامیده می‌شود. با برخورداری از دو ویژگی چندوجهی‌بودن تغییر و نیز تکاملی(تدریجی)بودن آن، از تغییر فناوری به‌عنوان یک «گذار فناورانه» یاد می‌شود. بر اساس تعریف گیلز، گذار فناورانه عبارت است از: «تغییر از یک ساختار فنی ـ اجتماعی به ساختاری دیگر، که شامل جایگزینی فناوری به همراه تغییراتی در دیگر اجزا، مثل شیوه‌های کاربرد، قوانین، شبکه‌های صنعتی، زیرساخت‌هاست.» (Geels & Schot, 2007)

از متداول‌ترین روش‌های تحلیل و مدیریت گذار فناورانه، می‌توان به تحلیل چندسطحی[2] و نظام نوآوری فناورانه[3] اشاره داشت. رویکرد نظام نوآوری فناورانه را می‌توان نخستین رویکردی دانست که در مطالعهٔ فناوری‌های حوزهٔ انرژی از آن استفاده شده است (Jacobsson & Bergek, 2011)، تا جایی که به‌عنوان ابزاری جهت تحلیل

۱. بند «ت» ماده ٤٨ قانون برنامهٔ ششم توسعه.

2. Multi-Level Perspective (MLP)
3. Technological innovation Systems (TIS)

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

عوامل موفقیت و شکست توسعه و گسترش فناوری‌های این حوزه شناخته می‌شود (Wieczorek et al., 2015). مسیر و شرایط توسعهٔ فناوری‌های زیست‌محیطی و کم‌کربن، مشابهت زیادی داشته و غالباً با تحلیل نظام نوآوری شکل‌گرفته پیرامون یک فناوری، می‌توان به تحلیل مناسبی از فناوری‌های بخش انرژی در یک محیط مشخص رسید.

در رویکرد تحلیل توأمان کارکردی ـ ساختاری، که جدیدترین رویکرد در روش‌های تحلیل TIS می‌باشد، اعتقاد بر این است که بر اساس رابطه و تأثیر متقابل کارکردها و عوامل ساختاری، علت ضعف یا قوت هریک از کارکردهای نظام عوامل ساختاری مرتبط با آن کارکرد هستند (Markard et al., 2012, Truffer et al., 2009). بر اساس اکثر مقالات حوزهٔ TIS و نظرات محققان این حوزه، اجزای ساختاری نظام نوآوری فناوری بر کارکردها تأثیرگذارند (Suurs & Hekkert, 2009). کارکردها مشخص می‌کنند که ساختار چگونه توسعه پیدا کند. همچنین در فاز شکل‌گیری، عوامل ساختاری از کارکردها بازخورد می‌گیرند. علاوه‌بر مزیت درنظرگرفتن توأمان عوامل کارکردی و ساختاری، نحوهٔ شناسایی مشکلات و شکست‌های سیستمی نیز از مزایای این رویکرد است (Markard & Truffer, 2008, Bergek et al., 2008). باوجوداین، نقدهایی به استفاده از این رویکرد وارد شده است (Edsand, 2019) که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

- رویکرد مبتنی‌بر کارکرد نظام نوآوری فناورانه(TIS)، به‌دلیل نگاه درون‌گرایانهٔ آن، به اندازهٔ کافی با عوامل زمینه‌ای که می‌تواند بر شکست یا موفقیت نفوذ فناوری مورد نظر تأثیر بگذارد، ترکیب نشده است.
- این چهارچوب برای کشورهای توسعه‌یافته ساخته شده است و لذا، بدون درنظرگرفتن ویژگی‌های اختصاصی کشورهای در حال توسعه، نمی‌تواند برای این کشورها مورد کاربرد قرار گیرد.

رویکرد چندسطحی نیز رویکردی شبه‌تکاملی است که به مطالعهٔ گذارهای بلندمدت تاریخی در حوزه‌های عملی می‌پردازد. رویکرد چندسطحی را می‌توان نتیجهٔ ترکیب مفهومی اقتصاد تکاملی و مطالعات فناوری دانست. مفاهیم کلیدی رویکرد چندسطحی عبارت است از:

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

- از گوشه‌ها معمولاً به‌عنوان فضاهای محافظت‌شده یا اتاق‌های پرورش یاد می‌شود. در گوشه‌ها فناوری‌های جدید ظهور پیدا می‌کنند و به دور از فشارهای انتخاب ناشی از رژیم‌ها یا بازارهای معمول توسعه می‌یابند.
- **رژیم‌های اجتماعی ـ فنی:** در ادبیات حوزهٔ گذارهای فناورانه، ویژگی‌های مشترکی برای رژیم اجتماعی ـ فنی ذکر شده است که شامل ثبات، ایستایی، هدایت نوآوری‌های تدریجی و... است. از رژیم نیز به‌عنوان مجموعه‌ای از قوانین یا یک سیستم تعبیر شده است.
- **سطح کلان:** دورنما یا سطح کلان را می‌توان نمایندهٔ محیط بیرونی فرایندها دانست و شامل عواملی است که رژیم‌ها و گوشه‌ها را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند.

بر اساس این رویکرد، گذار در اثر روابط تعاملی در میان این سه سطح به وقوع می‌پیوندد. تغییرات به‌وقوع‌پیوسته در سطح کلان منجر به ایجاد فشار بر رژیم اجتماعی ـ فنی می‌شود. این فشارِ وارده باعث ازهم‌پاشیده‌شدن پیکره‌بندی مستحکم لایهٔ رژیم می‌شود و به بازشدن فضایی تازه برای نوآوری در سطح خُرد کمک می‌کند.

علی‌رغم مسیرهای توسعهٔ مجزایی که دو رویکرد نظام نوآوری فناورانه و تحلیل چندسطحی پیموده‌اند، محققان متعددی همپوشانی‌های مختلف و ویژگی‌های مکملی را بین TIS و MLP تشخیص داده‌اند. برای مثال، درحالی‌که یکی از نقاط قوت TIS، ظرفیت آن برای تحلیل فرایندهای پویاست (Hekkert et al., 2007)، تحلیل تعاملات بین بازیگران، نهادها و شبکه‌ها به‌عنوان ضعفMLP در نظر گرفته می‌شود. در مقابل، در رویکرد TIS، رژیم اجتماعی ـ فنی فعلی و دورنمای کلی این رژیم و تأثیراتش بر عوامل نظام، کمتر مورد تحلیل قرار می‌گیرد؛ درحالی‌که این یکی از نقاط قوت MLP به شمار می‌رود (Markard & Truffer, 2008).

میلن و فارلا چهارچوب TIS را با MLP ترکیب کردند تا رابطهٔ بین تکامل فناوری و تغییربخشی را در گذارهای پایدار بهتر درک کنند. این چهارچوب یکپارچه نشان می‌دهد که برانگیخته‌شدن TIS فقط زمانی معنی دارد که این امر با تحولات سطح کلان و رژیم همسو باشد (Meelen & Farla, 2013).

در مجموع، مطالعات زیادی به تحلیل گذار فناورانه در بخش انرژی پرداخته‌اند که در جدیدترین آن‌ها، از رویکردهای کمّی و شبیه‌سازی جهت تحلیل مکانیزم اثرگذاری عوامل مختلف بهره برده شده است (Jiang et al., 2020, Wu et al., 2020)

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

(Zhang et al., 2014). همچنین، اسماعیل‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) در مقالهٔ خود، ضمن تلفیق رویکرد چندسطحی و نظام نوآوری فناورانه، تلاش کرده‌اند عوامل اثرگذار بر توسعهٔ فناوری فتوولتاییک در ایران را بررسی کنند. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که عوامل اقتصادی کلان تأثیر بسزایی در روند توسعهٔ فناوری‌های انرژی نو در ایران دارد. در مطالعهٔ دیگری، موسوی‌درچه و همکاران (۱۳۹۶)، برای شناسایی مسیر گذار با توجه به مؤلفه‌های مرتبط با ادبیات گذارهای فناورانه، نظام اجتماعی ـ فنی نیروگاه‌های تجدیدپذیر را مورد تحلیل قرار دادند. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که عوامل دیگری، از قبیل ساختار سیاسی، نوع بازار، قدرت جامعهٔ مدنی و سنت‌های زیست‌محیطی نیز در گذارهای فناورانه تأثیرگذارند.

هرچند مطالعات زیادی در این خصوص انجام شده است، اما ارائهٔ یک چهارچوب یکپارچه، به‌گونه‌ای که بتواند عوامل و موانع مختلف را در تحلیل سیاستی در نظر بگیرد، انجام نشده است. به‌علاوه، رویکرد مقالات مزبور از جنس استخراج موانع سیستمی نبوده و اکثراً جنبهٔ توصیفی و تحلیل تاریخی دارد. لذا، این مقاله درصدد است تا این خلأ را در ادبیات موضوع پوشش دهد.

در مجموع، نویسندگان تلاش کرده‌اند تا با تلفیق رویکرد نظام نوآوری فناورانه و تحلیل چندسطحی، به چهارچوبی یکپارچه دست یابند که نقاط ضعف هر دو رویکرد در آن پوشش داده شود و لذا، می‌توان گفت که این تحقیق یک مشارکت دانشی برای موردکاوی‌های تجربی (در یک کشور در حال توسعه) است. بر اساس اهداف اشاره‌شده، سؤالات این تحقیق به شرح زیر است:

سؤال اصلی

چهارچوب جامع برای تحلیل سیاستی توسعهٔ فناوری‌های کم‌کربن، خصوصاً فناوری CHP، در چیست؟

سؤالات فرعی

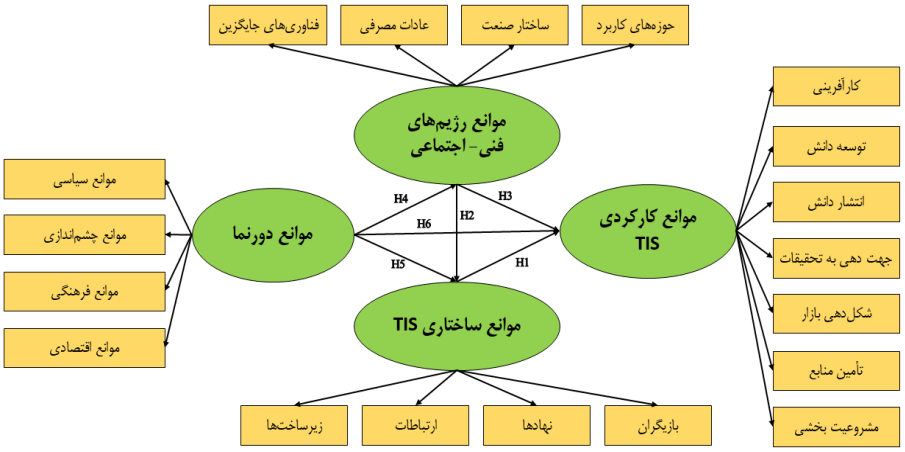
- مهم‌ترین موانع و مشکلاتی که مانع توسعهٔ فناوری تولید هم‌زمان برق و حرارت، مطابق با اهداف برنامه‌ریزی‌شده در کشور شده‌اند، کدامند؟
- موانع و مشکلات موجود چه ساختار ارتباطی‌ای با یکدیگر دارند؟

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

- برای توسعهٔ فناوری‌های کم‌کربن در ایران، با توجه به تجربهٔ فناوریCHP، اتخاذ چه سیاست‌هایی پیشنهاد می‌شود؟

به منظور پاسخ به سؤالات تحقیق، مدل مفهومی به‌صورت شکل ۱، جهت توضیح ارتباطات بین عوامل اثرگذار بر نظام نوآوری فناورانه فرض می‌شود. این مدل در واقع ترکیب دو رویکرد نظام نوآوری فناورانه و تحلیل چندسطحی است که به دنبال نشان‌دادن روابط علّی و معلولی عوامل مستخرج از دو رویکرد است. هریک از زیرعامل‌های اشاره‌شده در مدل، بر اساس ادبیات موجود در دو حوزهٔ نظام نوآوری فناورانه و تحلیل چندسطحی استخراج شده‌اند که در ادامه به اختصار توضیح داده می‌شوند.

شکل ۱. مدل مفهومی تحقیق (محقق‌ساخته)



موانع کارکردی نظام نوآوری فناورانه CHP: نشانگر موانعی هستند که مربوط به کارکردهای نظام نوآوری فناورانه می‌شوند. دسته‌بندی هفت‌تایی هکرت و همکاران (۲۰۰۷) دارای بیشترین استناد در خصوص دسته‌بندی کارکردهای TIS بوده و در این رساله نیز همین دسته‌بندی به‌عنوان دسته‌بندی مبنا مورد نظر قرار می‌گیرد.

موانع ساختاری نظام نوآوری فناورانه CHP: این موانع موانعی هستند که در ذیل عوامل ساختاری نظام نوآوری فناورانه استخراج می‌شوند. در این رساله دسته‌بندی وایزورک و هکرت (۲۰۱۲)، به‌عنوان دسته‌بندی مرجع عوامل ساختاری مدنظر قرار

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

گرفته است. در این دسته‌بندی چهار جزء بازیگران، شبکه‌ها (روابط)، زیرساخت‌ها و نهادها به‌عنوان اجزای ساختاری نظام نوآوری فناورانه مطرح می‌شوند.

موانع رژیم‌های اجتماعی ـ فنی: بر اساس مفهوم رژیم‌های اجتماعی ـ فنی معرفی‌شده از سوی گیلز (۲۰۱۲)، در چهار دسته حوزه‌های کاربرد، ساختار صنعت، عادات مصرفی و فناوری‌های جایگزین قرار گرفته‌اند.

موانع مربوط به سطح کلان: بر اساس مواردی که گیلز و اسکات (۲۰۰۷) نام می‌برند، در چهار دسته موانع سیاسی، چشم‌اندازی، فرهنگی‌واقتصادی دسته‌بندی شده‌اند.

بر اساس مدل فوق، فرضیه‌های زیر برای این تحقیق در نظر گرفته شد:

فرضیهٔ اول: موانع ساختاری نظام نوآوری فناورانه بر موانع کارکردی آن اثر مثبت و معنی‌داری دارند.

فرضیهٔ دوم: موانع مربوط به رژیم‌های اجتماعی ـ فنی بر موانع ساختاری نظام نوآوری فناورانه تأثیر مثبت و معنی‌داری دارند.

فرضیهٔ سوم: موانع مربوط به رژیم‌های جتماعی ـ فنی بر موانع کارکردی نظام نوآوری فناورانه تأثیر مثبت و معنی‌داری دارند.

فرضیهٔ چهارم: موانع سطح کلان (برون سیستم) بر موانع رژیم‌های اجتماعی ـ فنی تأثیر مثبت و معنی‌داری دارند.

فرضیهٔ پنجم: موانع سطح کلان (برون سیستم) بر موانع ساختاری نظام نوآوری فناورانه تأثیر مثبت و معنی‌داری دارند.

فرضیهٔ ششم: موانع سطح کلان (برون سیستم) بر موانع کارکردی نظام نوآوری فناورانه تأثیر مثبت و معنی‌داری دارند.

روش‌شناسی

مطابق فرایند عمومی مداخلات و تصمیم‌گیری‌های سیاستی، گام نخست در حل مسئله و ارائهٔ راهکار سیاستی، شناسایی مشکلات و موانع موجود است (Winograd & Farrow, 2009). در این مقاله نیز به پیروی از همین فرایند و نیز بر اساس ادبیات اشاره‌شده در خصوص سیاست‌گذاری فناوری، نخستین گام سیاست‌گذاری شناسایی موانع و مشکلات توسعهٔ فناوری مورد مطالعه در نظر گرفته می‌شود. به منظور نیل به هدف تحقیق، مراحل مختلفی انجام شد که در جدول ۱ نشان داده شده است.

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

جدول ۱. مراحل انجام تحقیق (محقق‌ساخته)

ردیف	مرحله	روش گردآوری داده	روش تحلیل داده	روش نمونه‌گیری	روش اعتبارسنجی
۱	تحلیل روند توسعهٔ نظام نوآوری فناورانه CHP در ایران	مطالعهٔ اسناد مصاحبهٔ نیمه ساختاریافته	تحلیل اسناد تحلیل مصاحبه	نمونه‌گیری تخصصی	داوری همتا
۲	تدوین مدل مفهومی پژوهش	بررسی ادبیات	تحلیل اسناد	------	داوری همتا
۳	شناسایی موانع کارکردی و ساختاری و عوامل رژیم‌های اجتماعی ـ فنی و سطح کلان	مطالعهٔ اسناد گروه کانونی	تحلیل اسناد تحلیل مضمون	نمونه‌گیری تخصصی	داوری همتا
۴	آزمون فرضیه‌ها و مدل مفهومی تحقیق	پرسش‌نامه	تحلیل عاملی تأییدی مدل معادلات ساختاری	نمونه‌گیری تخصصی نمونه‌گیری گلوله برفی	سنجش روایی و پایایی پرسش‌نامه تحلیل عاملی و آزمون t جهت اعتبار مدل سنجش کیفیت مدل آزمون فرضیه‌ها

در مرحلهٔ اول، تحلیل روند توسعهٔ این فناوری بر اساس مطالعهٔ سوابق و اسناد توسعهٔ فناوری CHP در کشور و نیز بر اساس مصاحبه‌های صورت‌گرفته، تعیین شد. ابزار سنجش اعتبار در این مرحله، داوری همتا در نظر گرفته شد. روش داوری همتا یا پرسش از همکاران، یک رسیدگی و بازرسی بیرونی برای فرایند تحقیق فراهم می‌کند. این روش کاربرد زیادی در تحقیق‌های کمّی نیز دارد (Creswell, 2017).

در مرحلهٔ دوم، بر اساس شکاف شناسایی‌شده در ادبیات تحلیل توسعهٔ فناوری و همچنین، با توجه به مضامین مشترکی که در نظرات خبرگان در خصوص موانع موجود بر سر راه توسعهٔ CHP در ایران مطرح شد، مدل مفهومی تحقیق، شامل عوامل اصلی و زیرعامل‌ها بر اساس دو رویکرد نظام نوآوری فناورانه و تحلیل چندسطحی استخراج شد.

در مرحلهٔ سوم که مربوط به استخراج موانع موجود در نظام نوآوری مورد مطالعه بود، در ابتدا از طریق مطالعهٔ اسناد موجود و همچنین مطالعات پیشین صورت‌گرفته، مشکلات و موانع توسعهٔ CHP در کشور استخراج شد. سپس از طریق برگزاری جلسهٔ

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

گروه کانونی، در خصوص موانع به‌دست‌آمده، از خبرگان نظرخواهی شد و برخی موارد به موارد استخراج‌شدهٔ قبلی اضافه شد. پس از دریافت نظرات خبرگان، از روش تحلیل مضمون استفاده شد و درنهایت، موانع نهایی به‌دست آمد. با توجه به اینکه تعداد استاندارد افراد گروه‌های کانونی ۸ تا ۱۲ نفر تعیین شده است (Morgan, 1997)، مجموعاً ۱۲ نفر از خبرگان اشاره‌شده در جدول نمونهٔ آماری، در جلسهٔ گروه کانونی حضور داشتند.

در این تحقیق، به منظور تبیین و دسته‌بندی داده‌های کیفی، به‌خصوص بیانات و متون و تبدیل آن‌ها به اطلاعاتی مشخص و طبقه‌بندی‌شده، از روش تحلیل مضمون استفاده شده است. روش‌های مختلفی برای دسته‌بندی مضامین وجود دارد (عابدی جعفری و همکاران ۱۳۹۰)؛ در این تحقیق روش تحلیل مضمون بر اساس روش رایان و برنارد انجام شده است که مضامین را به دو دستهٔ مضامین اولیه و مضامین نهایی تقسیم می‌کند و از دسته‌بندی و ترکیب مضامین اولیه به مضامین نهایی می‌رسد (Ryan & Bernard, 2000). دلیل انتخاب این روش نیز این بود که دسته‌های کلی موانع مورد نظر بر اساس مدل مفهومی تحقیق مشخص بود و هدف فقط استخراج مصادیق هر دسته از موانع بود. بنابراین، نیازی به شکست مضامین بیش از دو لایه برای کشف دسته‌بندی‌های آن‌ها وجود نداشت. در واقع، از حاضران در جلسه خواسته می‌شد که ذیل هریک از دسته‌بندی‌های انجام‌شده موانع و مشکلات موجود را ذکر کنند که همین مبنای دسته‌بندی مضامین اولیه نیز بوده است. بر این اساس مجموعاً ۱۱۱ کد اولیه از جلسهٔ گروه کانونی استخراج شد. با ادغام و تلفیق این کدهای اولیه، درنهایت محقق به ۵۲ کد نهایی دست یافت که بیانگر موانع استخراج‌شدهٔ توسعهٔ فناوری تولید هم‌زمان در کشور هستند.

در مرحلهٔ چهارم، پس از استخراج مشکلات مختلف در مراحل قبلی، پرسش‌نامه‌ای با هدف سنجش تأثیر مشکلات به‌دست‌آمده بر کارکردهای نظام نوآوری فناورانه در حوزهٔ فناوری CHP، میان ۱۶۱ نفر از خبرگان حوزهٔ تولید هم‌زمان برق و حرارت (شامل محققان دانشگاهی، مدیران و کارشناسان دستگاه‌های دولتی مسئول و همچنین، فعالان حوزهٔ صنعت و کسب‌وکار و گروه‌های اجتماعی) توزیع شد و در مجموع، ۱۴۶ نفر به پرسش‌نامهٔ پژوهش پاسخ دادند. در این پرسش‌نامه، بر اساس طیف لیکرت پنج‌تایی، شدت وجود هریک از مشکلات اشاره‌شده در بخش قبلی مورد سؤال قرار گرفت.

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

برای پاسخ بـه فرضـیه‌هـای پـژوهش از تکنیـک‌هـای تحلیـل عـاملی تأییـدی و مدل‌سازی معادلات ساختاری بـا روش حـداقل مربعـات جزئـی و نـرم‌افـزار SmartPLS نسخهٔ ۲ استفاده شـده اسـت. روش حـداقل مربعـات جزئـی یکـی از روش‌هـای آمـاری چندمتغیره محسوب می‌شود که به‌وسیلهٔ آن می‌توان، علی‌رغم برخی محدودیت‌ها مانند نامعلوم‌بودن توزیع متغیر پاسخ، وجود تعداد مشاهدات کم و یا وجـود خـود همبسـتگی جدی بین متغیرهای توضیحی، یک یا چند متغیر پاسـخ را بـه‌طـور هـم‌زمـان در قبـال چندین متغیر توضیحی الگوسازی کرد. یکی از عمـده‌تـرین دلایـل اسـتفاده از تکنیـک حداقل مربعات جزئی این است که این تکنیک به فرض نرمال‌بودن جامعه و همچنین به حجم نمونه متکی نیست و امکان بررسی روابط متغیرهای پنهان و سنجه‌ها (متغیرهـای قابل‌مشاهده) را به‌صورت هم‌زمان فراهم می‌سازد. از این روش زمـانی کـه حجـم نمونـه کوچک بوده یا توزیع متغیرهـا نرمـال نباشـد، اسـتفاده مـی‌شـود (Hair et al., 2016). همچنین، برای استخراج آمار توصیفی از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۵ استفاده شـده اسـت. پیش از انجام تحلیل، انواع آزمون‌های آماری در خصوص مدل ساخته‌شده انجام شد کـه خلاصهٔ آن به شرح جدول ۲ است.

جدول ۲. خلاصهٔ نتایج آزمون‌های آماری در خصوص پرسش‌نامه و مدل اندازه‌گیری (یافته‌های پژوهش)

موضوع	نحوهٔ سنجش	نتیجه
روایی پرسش‌نامه	روایی همگرا: تمام سازه‌ها دارای میانگین واریانس بالاتر از ۰/۵ هستند.	روایی پرسش‌نامه تأیید است.
	روایی واگرا: مقدار جذر میانگین واریانس تبیین‌شده، از تمامی ضرایب همبستگی متغیر مربوطه با باقی متغیرها بیشتر است.	
پایایی پرسش‌نامه	در تمامی موارد، ضریب آلفای کرونباخ و ضریب پایای ترکیبی، بیشتر از ۰/۷ است.	پایایی پرسش‌نامه تأیید است.
اعتبار مدل اندازه‌گیری	نتایج بارهای عاملی متغیرهای تحقیق، بیشتر از ۰/۵ و مقادیر محاسبه‌شدهٔ t برای هریک از بارهای عاملی بالای ۱/۹۶ (در سطح اطمینان ۹۵ درصد) است.	ارتباط بین متغیرهای مکنون (دسته‌بندی موانع) و متغیرهای مشاهده‌شده (موانع)، تأیید است.
کیفیت مدل اندازه‌گیری	CV Com و CV Red حاصل از این آزمون برای تمامی متغیرهای موجود در پژوهش مثبت است. میانگین کل این شاخص (GOF)، برابر ۰/۶۸۱ است که بیشتر از ۰/۳۶ است.	کیفیت بالا و مطلوب مدل اندازه‌گیری

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

درنهایت در مرحلهٔ پنجم، مشابه روشی که در مرحلهٔ سوم توضیح داده شد، جلسهٔ گروه کانونی مجدداً برگزار شد و نتایج نهایی پرسش‌نامه‌های مرحلهٔ چهارم به اطلاع اعضا رسید. سپس، از هریک از اعضا خواسته شد تا سیاست‌هایی متناسب با مهم‌ترین موانع استخراج‌شده پیشنهاد دهند. برای تحلیل نتایج این جلسه نیز از روش تحلیل مضمون استفاده شد. مضامین اولیهٔ استخراج‌شده از تبادل نظر اعضا ۳۲ مضمون بودند که درنهایت، در ۱۱ مضمون نهایی که بیانگر سیاست‌های پیشنهادی بودند، تجمیع شدند.

یافته‌ها

طبق توضیحاتی که در متن مقاله ارائه شد، پس از برگزاری جلسات گروه کانونی، مجموعه‌ای از موانع و مشکلات موجود بر سر راه توسعهٔ فناوری CHP در کشور استخراج شد که بر اساس طبقه‌بندی صورت‌گرفته، جدول ۳، که شامل همهٔ نتایج بوده و در عین حال موانع موجود و دسته‌بندی آن‌ها را به ترتیب اهمیت نشان می‌دهد، به‌صورت ذیل ارائه می‌شود.

جدول ۳. موانع توسعهٔ فناوری CHP در ایران (یافته‌های پژوهش)

دسته‌بندی	نوع	بار عاملی	t	موانع موجود	بار عاملی	t
موانع کارکردی	شکل‌دهی بازار	۰/۸۵۹	۳۴/۷۳۵	کمبود سیاست‌های تجمیع تقاضای حرارت	۰/۹۱۸	۵۸/۹۸۴
				فقدان بازار سامان‌یافته و مکانیزم خرید و فروش	۰/۹۱۶	۵۵/۵۸۷
	تأمین منابع	۰/۸۶۴	۲۸/۸۶۳	عدم‌تخصیص یارانه‌های پیش‌بینی‌شده برای ارتقای بهره‌وری انرژی به حوزهٔ CHP	۰/۹۴۱	۷۵/۴۴۷
				عدم‌تخصیص منابع و تسهیلات کافی	۰/۹۳۹	۶۰/۶۸۶
	جهت‌دهی به تحقیقات	۰/۷۹	۲۱/۱۳۶	عدم‌ایفای نقش بخش‌های عرضه و تقاضا در جهت‌دهی به تحقیقات، به دلیل اتکای صرف به فناوری وارداتی	۰/۸۹۰	۴۹/۷۹۸
				نبود تقاضا برای تحقیقات دانشگاهی در حوزهٔ CHP	۰/۸۸۸	۴۰/۸۶۵
	توسعهٔ دانش	۰/۷۸۷	۲۲/۶۸۳	رسوب عمدهٔ دانش فنی CHP در آمریکا و عدم‌دسترسی مناسب شرکت‌های ایرانی به دانش روز دنیا	۰/۹۲۰	۵۹/۲۲۸
				فعالیت‌های تحقیق و توسعهٔ ناکافی متناسب با نیازهای کشور در حوزهٔ CHP	۰/۹۰۶	۴۴/۷۷۲
	مشروعیت‌بخشی	۰/۷۴۱	۱۶/۴۲۷	عدم‌توجیه اقتصادی ورود به حوزهٔ تولید هم‌زمان برای سرمایه‌گذاران	۰/۹۰۹	۶۲/۷۱۶

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

دسته‌بندی	نوع	بار عاملی	t	موانع موجود	بار عاملی	t
موانع ساختاری				عدم‌اجماع در خصوص راهبردی‌بودن این فناوری در تدوین برنامه‌های ملی	۰/۸۰۶	۱۷/۹۹۶
	انتشار دانش	۰/۶۷۱	۱۲/۰۳	عدم‌فعالیت گروه‌های اجتماعی در انتشار دانش و آگاه‌سازی گروه‌های مختلف	۰/۸۹۸	۴۲/۰۴۴
				کمبود برنامه‌های آگاه‌سازی و انتقال تجربیات موفق در خصوص مزایای CHP برای تحریک بخش تقاضا	۰/۸۷۴	۳۱/۰۲۷
	کارآفرینی	۰/۶۰۲	۹/۲۴۷	نبود برندهای معتبر داخلی برای محرک‌های اولیه و تجهیزات الکتریکی در داخل کشور	۰/۸۲۵	۱۲/۱۳۹
				کاهش تمایل شرکت‌های خصوصی برای احداث نیروگاه‌های تولید هم‌زمان برق و حرارت در سال‌های اخیر	۰/۷۴۲	۷/۵۴۴
	روابط	۰/۹۱	۵۴/۹۲۱	گفت‌وگو و تعامل اندک بین فعالان بخش خصوصی و دولت در زمینهٔ چالش‌ها و راهکارهای رفع موانع	۰/۸۵۹	۲۹/۵۵۷
				تداخل نقش و تعارضات دستگاه‌های اجرایی ذیربط، خصوصاً در بخش برق و بخش گاز	۰/۸۵۳	۳۷/۰۱۹
				ضعف در همکاری‌های بین‌المللی و انتقال فناوری، خصوصاً در ارائهٔ خدمات فنی و پشتیبانی مناسب	۰/۸۲۸	۲۱/۸۴۲
	نهادها	۰/۸۹۲	۴۵/۲۰۵	فقدان استانداردها و قوانین لازم برای اتصال نیروگاه‌های CHP در ابعاد میکرو به شبکه	۰/۸۵۲	۳۶/۳۷۴
				عدم‌وجود نظام تعرفه‌ای مناسب برق و گاز برای جذاب‌کردن استفاده از مولدهای CHP	۰/۷۹۸	۲۱/۵۱۷
				بوروکراسی زیاد و تعدد مجوزهای قانونی لازم برای نصب نیروگاه‌های CHP	۰/۷۸۵	۱۹/۷۳۷
				قوانین و مقررات متعدد و ناهماهنگ در نصب نیروگاه‌های مقیاس کوچک تولید هم‌زمان برق و حرارت	۰/۷۱۸	۱۱/۸۳۹
	زیرساخت‌ها	۰/۸۶۶	۴۰/۷۰۳	ضعف در سامانه‌های مکمل، مانند سیستم تعمیرات و نگهداری و خدمات پس از نصب	۰/۹۱۶	۶۷/۱۴۶
				عدم‌وجود زیرساخت شبکهٔ هوشمند در اتصال نیروگاه‌های CHP به شبکه	۰/۹۱۳	۶۸/۶۵۵
	بازیگران	۰/۷۲۴	۱۶/۱۹۰	نبود متولی مشخص برای بخش حرارت در نیروگاه‌های CHP	۰/۸۴۲	۳۰/۹۸۰
				تفویض کامل مسئولیت توسعه CHP به وزارت نیرو و عدم‌همکاری سایر دستگاه‌ها	۰/۸۱۵	۱۸/۱۰۳

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

دسته‌بندی	نوع	بار عاملی	t	موانع موجود	بار عاملی	t
موانع رژیم‌های اجتماعی - فنی	ساختار صنعت	۰/۸۹۹	۵۷/۲۱۲	رایج‌بودن استفاده از برق شبکهٔ سراسری به‌جای برق تولیدی در واحدهای پراکنده	۰/۹۲۸	۸۲/۰۶
				عدم‌وجود متولی واحد برای بخش انرژی در کشور	۰/۹۰۸	۶۵/۵۹۴
				فعالیت افراد غیرمتخصص تحت عنوان دلال (به ویژه در واردات موتور دست‌دوم)	۰/۷۷۱	۲۰/۴۳۸
				تصدی‌گری دولت در صنایع و عدم‌شفافیت ساختار صنعت	۰/۷۵۹	۱۷/۶۵۸
	فناوری‌های جایگزین	۰/۸۱۴	۲۷/۴۵۹	وجود سیستم‌های رقیب برای تأمین برق و حرارت در بخش خانگی	۰/۹۰۱	۵۵/۵۶۱
				عدم‌اطمینان بخش عرضه به کارایی، قیمت و قابلیت تجاری‌شدن نمونه‌های داخلی	۰/۷۹۳	۲۴/۱۳۰
				وجود رقابت جدی با انرژی‌های تجدیدپذیر	۰/۷۸۲	۱۶/۵۸۷
	حوزه‌های کاربرد	۰/۷۹۳	۱۷/۷۹۳	جذابیت اندک برای استفاده از حرارت تولیدی از نیروگاه‌های CHP در واحدهای صنعتی	۰/۸۷۹	۲۵/۲۷۲
				توجیه‌نداشتن واحدهای تولید هم‌زمان برای واحدهای مسکونی، اداری و کشاورزی	۰/۸۵۵	۳۰/۲۹۸
				کمبود تقاضا برای اجرای پروژه‌های تولید هم‌زمان در بخش دولتی	۰/۸۲۸	۲۵/۰۵۸
	عادات مصرفی	۰/۷۵۷	۲۰/۲۴۸	ترجیح مصرف‌کنندگان به استفاده از روش‌های رایج تأمین انرژی به‌جای روش‌های نوین	۰/۹۱۲	۶۷/۵۲۴
				تمایل مصرف‌کنندگان به داشتن استقلال در مصرف برق و حرارت در بخش خانگی و تجاری	۰/۸۳۷	۳۵/۵۹۷
				رایج‌بودن استفاده از گاز برای تولید حرارت	۰/۸۲۳	۲۴/۵۵۲
موانع برون‌سیستم (محیط کلان)	موانع فرهنگی	۰/۸۴۶	۳۷/۷۱۰	ترجیح‌دادن فناوری و محصولات خارجی به نمونه‌های داخلی	۰/۸۵۷	۳۱/۲۱۲
				ارزش‌بودن کسب درآمد از هر طریق و در کوتاه‌ترین زمان ممکن	۰/۸۳۵	۲۷/۸۵۷
				فرهنگ کار جزیره‌ای و موازی‌کاری و عدم‌همکاری میان‌بخشی در دولت	۰/۷۹	۲۲/۳۵۳
				تغییر برنامه‌ها و سیاست‌ها با تغییر مدیران ارشد	۰/۷۸۹	۱۷/۵۰۳
	موانع اقتصادی	۰/۸۱۸	۲۴/۱۱۱	مناسب‌نبودن زیرساخت‌های کسب‌وکار در کشور	۰/۸۷۲	۳۸/۰۸۷
				پایین‌بودن قیمت حامل‌های انرژی	۰/۸۴۳	۲۲/۹۳
				عدم‌ثبات نرخ ارز	۰/۸۱۹	۲۰/۷۴۳
				وجود بازارهای رقیب قوی با نرخ‌های سود بالا که جذابیت سرمایه‌گذاری در حوزهٔ CHP را	۰/۸۱۱	۱۹/۲۱۳

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

دسته‌بندی	نوع	بار عاملی	t	موانع موجود	بار عاملی	t
				کاهش می‌دهد		
	موانع چشم‌اندازی	۰/۷۵۶	۱۵/۰۵۶	عدم‌توجه به بازخورد از اجرا و عدم‌بازنگری به موقع و کارآمد در سیاست‌ها و برنامه‌های ملی	۰/۸۹۲	۴۷/۴۱۹
				مشخص‌نبودن سهم هریک از انرژی‌ها در سبد تأمین و بهینه‌سازی انرژی در سطح ملی	۰/۸۴۵	۲۴/۲۲۱
				عدم‌تدوین هدف و برنامهٔ کلان مشخص در حوزهٔ CHP	۰/۸۱۹	۲۴/۵۲۷
	موانع سیاسی	۰/۷۲۱	۱۴/۰۶۴	عدم‌وجود انسجام سیاستی و ثبات مدیریت در دستگاه‌های مسئول	۰/۸۲۴	۲۴/۳۵۷
				عدم‌اعتماد بخش خصوصی و سرمایه‌گذاران به کسب‌وکارهای مرتبط با بخش دولتی	۰/۸۱۹	۲۲/۷۶۰
				تحریم‌ها و موانع موجود در روابط بین‌الملل	۰/۷۵۶	۱۳/۶۷۹

نتایج اعتبارسنجی مدل ساختاری جهت بررسی فرضیه‌های تحقیق در جدول ۴ ارائه شده است. مشاهده می‌شود ضرایب مسیر دارای مقادیر معنی‌دار و تمامی مقادیر آمارهٔ t نیز خارج بازه ۱/۹۶+ تا ۱/۹۶- قرار گرفته‌اند، ضمن آنکه تمامی بارهای عاملی دارای روایی مجاز و معتبر و بدین ترتیب تمامی فرضیه‌ها نیز در سطح اطمینان ۹۵ درصد تأیید شده‌اند.

جدول ۴. بررسی فرضیه‌های تحقیق (یافته‌های پژوهش)

فرضیه‌های تحقیق	β (ضریب مسیر)	آمارهٔ t	R^2 (ضریب تعیین)	وضعیت فرضیه
موانع ساختاری TIS -> موانع کارکردی TIS	۰/۳۳۸	۳/۷۳۹	۰/۸۰۰	تأیید
موانع رژیم‌های اجتماعی ـ فنی -> موانع ساختاری TIS	۰/۵۷۳	۶/۷۸۲	۰/۷۲۲	تأیید
موانع رژیم‌های اجتماعی ـ فنی -> موانع کارکردی TIS	۰/۲۵۳	۳/۲۳۶	۰/۸۰۰	تأیید
موانع سطح کلان -> موانع رژیم‌های اجتماعی ـ فنی	۰/۷۴۵	۱۹/۳۹۶	۰/۵۵۶	تأیید
موانع سطح کلان -> موانع ساختاری TIS	۰/۳۳۱	۳/۳۴۹	۰/۷۲۲	تأیید
موانع سطح کلان -> موانع کارکردی TIS	۰/۳۸۰	۵/۶۸۴	۰/۸۰۰	تأیید

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق مشخص می‌کند برای سیاست‌گذاری در سطح کارکردهای نظام نوآوری CHP، بیش از هر چیز باید به موانع کلان و خصوصاً فرهنگی و اقتصادی توسعهٔ این فناوری در کشور نظر داشت و برای آن‌ها سیاست‌هایی وضع کرد. این نتیجه منطبق با نتیجه‌گیری مارکارد است که اشاره می‌کند شناسایی موفقیت‌آمیز مشکلات یک سیستم نوآوری، نیاز به بررسی دقیق ساختارهای داخلی آن و همچنین محیط خارجی دارد (Markard, 2020). حیرانی و همکاران (۱۳۹۷) نیز چنین نتیجه‌گیری داشته‌اند که بدون توجه به عوامل زمینه‌ای و سطح کلان، نمی‌توان ابزارهای سیاستی مناسبی برای تحلیل و بهبود مشکلات نظام نوآوری فناورانه ارائه کرد. این نتیجه‌گیری همچنین در هماهنگی با تحقیق موسوی و همکاران (۱۳۹۷)، در مورد بررسی مسیر گذار فناوری‌های انرژی بادی و خورشیدی در ایران بوده که معتقدند تغییراتی در سطح کلان، نظیر بازشدن فضای تعاملات بین‌المللی و قوانین و تعرفه‌های انرژی تجدیدپذیر، روند توسعهٔ این فناوری‌ها را بهبود بخشیده است. در اینجا نوآوری این تحقیق مبنی‌بر اضافه‌کردن عوامل کلان و بیرون از ساختارهای نظام نوآوری فناورانه، به تحلیل و سیاست‌گذاری توسعهٔ فناوری اهمیت می‌یابد.

همچنین، برای غلبه بر موانع ساختاری که دومین لایه از موانع توسعهٔ این فناوری در کشور هستند، بیش از همه باید به رژیم‌های اجتماعی ـ فنی و ساختارهای شکل‌گرفته و مقاوم در برابر تغییر در بخش صنعت و بخش خانگی توجه کرد. این موضوع با نتیجه‌گیری گیلز و همکارانش نیز هماهنگی دارد که تأکید دارند رژیم‌های موجود می‌توانند موانع مهمی برای گذار کم‌کربن ایجاد کنند (Geels et al., 2017). این در حالی است که بیشترین میزان تأثیرگذاری در بین موانع سطوح مختلف، تأثیر موانع سطح کلان بر موانع رژیم‌های موجود است. نتیجه اینکه، موانع سطح کلان باعث ایجاد موانع در سطح رژیم‌ها می‌شوند، موانع رژیم‌ها ساختار نظام نوآوری را دچار مشکل می‌کنند و نقص در کارکردها که تحت تأثیر عوامل سطح کلان ایجاد شده‌اند، در کنار نواقص ساختاری، توسعهٔ فناوری‌های CHP را در ایران با کندی مواجه می‌کنند. این نتیجه مشابه با نتیجه‌گیری‌ای است که وو و همکاران و جیانگ و همکاران در خصوص توسعهٔ فناوری‌های کم‌کربن در چین کرده‌اند (Wu et al. 2020, Zhang et al., 2014).

در مطالعهٔ دیگری که وایزورک و همکاران در خصوص تأثیر عوامل بومی بر نظـام

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

نوآوری فناورانه کرده‌اند، این نتیجه حاصل شده است که نقش عوامل زمینه‌ای و کلان بر کارکردها و ساختار نظام نوآوری فناورانه، خصوصاً در کشورهای در حال توسعه، حیاتی و انکارناپذیر است (Wieczorek et al., 2015). در نتیجه‌گیری مشابهی، جیانگ و همکاران بیان می‌کنند که اساساً در کشورهایی با بحران و رکود اقتصادی، فناوری‌های کم‌کربن در بخش انرژی توسعه نمی‌یابند و ثبات اقتصادی بنیانِ توسعهٔ این فناوری‌هاست. نتایج این مقاله نشان می‌دهد پیاده‌سازی سیاست‌ها و گفتمان‌سازی در خصوص بهره‌وری انرژی، مقدم بر توسعهٔ فناوری‌های کم‌کربن و لازمهٔ آن است (Jiang et al., 2020).

مهم‌ترین پیشبردی که مقالهٔ حاضر در تحقیقات این حوزه ارائه می‌کند اولاً، استخراج عواملی فراتر از عوامل ساختاری نظام نوآوری فناورانه و ثانیاً، نشان‌دادن مکانیزم و شدت اثرگذاری این عوامل با روش کمّی است که در تحقیقات پیشین به چشم نمی‌خورد. به‌طور دقیق‌تری، با توجه به شدت اهمیت هریک از موانع اشاره‌شده در هر سطح (برگرفته از جدول ۳)، مهم‌ترین موانع را به ترتیبِ شدت اثرگذاری، می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

- فرهنگ غالب صنعت و جامعه، مبنی‌بر اینکه فناوری خارجی بر فناوری داخلی اولویت دارد؛
- مناسب‌نبودن محیط کسب‌وکار؛
- شکل‌گیری ساختار صنعت کشور مبتنی‌بر استفاده از برق متمرکز شبکهٔ سراسری و عدم‌تمایل به تغییر ساختار؛
- عدم‌انسجام سیاست‌ها به دلیل عدم‌وجود متولی واحد برای بخش انرژی در کشور؛
- تعارض و تداخل در نقش‌های دستگاه‌های اجرایی در بخش‌های برق و نفت و گاز؛
- تعاملات و راهکارهای جمعی ناکافی در بین دستگاه‌های دولتی با یکدیگر و با بخش خصوصی؛
- فقدان بازار مناسب برای خرید و فروش حرارت حاصل از نیروگاه‌های CHP؛
- کمبود سیاست‌های تجمیع تقاضا به منظور توسعهٔ فناوری داخلی CHP.

همان‌طور که اشاره شد، میلن و فارلا، با ارائهٔ چهارچوب یکپارچه، نتیجه گرفتند

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

که برانگیخته‌شدن TIS، فقط زمانی معنی دارد که این امر با تحولات سطح کلان و رژیم همسو باشد (Meelen & Farla, 2013). از اینجا مشخص می‌شود که علی‌رغم فعالیت‌های وسیع برای توسعهٔ فناوری CHP در کشور، چرا هنوز توسعهٔ این فناوری مطابق برنامه‌ریزی‌های انجام‌شده محقق نشده است. بنابراین، تا زمانی که موانع مهم شناسایی شده در سطح رژیم و سطح کلان مرتفع نشود و همسویی با توسعهٔ فناوری CHP اتفاق نیفتد، توسعهٔ این فناوری در ایران مطابق برنامه‌ریزی‌ها محقق نخواهد شد و لذا، سیاست‌هایی که از طریق چهارچوب ارائه‌شده در این تحقیق ارائه می‌شوند، سیاست‌هایی جامع و همه‌جانبه خواهند بود که فقط به یک سطح خاص متمرکز نبوده و علل و عوامل ایجاد موانع را نیز مدنظر قرار می‌دهند. به کمک این چهارچوب، می‌توان سیاست‌هایی طراحی کرد که به رفع موانع ریشه‌ای منجر شود و در مرحلهٔ راهکارهای کوتاه‌مدت و غیرکارا توقف نکند. همان‌طور که گیلز و همکارانش اعتقاد دارند، هرچند رویکردهای فنی و اقتصادی در مطالعات انرژی برای تجزیه و تحلیل و مدیریت گذارهای کم‌کربن بسیار مهم هستند، اما ازآنجاکه این گذارها مختل‌کننده، مناقشه‌برانگیز و غیرخطی هستند، نمی‌توان آن‌ها را در حد چالش گسترش یک موضوع فنی که صرفاً با مشوق‌های مالی، وضع مقررات و ارائهٔ اطلاعات به پیش برده می‌شود، تقلیل داد (Geels et al., 2017) و لذا، برای این منظور لازم است بینشی فراتر از سازوکارهای تک‌سیاستی، مانند قیمت‌گذاری کربن، وجود داشته باشد و نیز در نظر داشت که چگونه می‌توان طیف وسیعی از ابزارها را در یک ترکیب مؤثر کنار هم قرار داد.

با توجه به چهارچوبی که تدوین شد، متناظر با موانع استخراج‌شدهٔ اولویت‌دار، سیاست‌هایی ارائه می‌شوند. به‌همین منظور، مطابق توضیحات ارائه‌شده در بخش روش‌شناسی، جلسهٔ گروه کانونی به منظور استخراج سیاست‌های پیشنهادی برگزار و بر اساس روش‌تحلیل مضمون ۱۱ سیاست پیشنهادی از این جلسه حاصل‌شد که عبارت‌اند از:

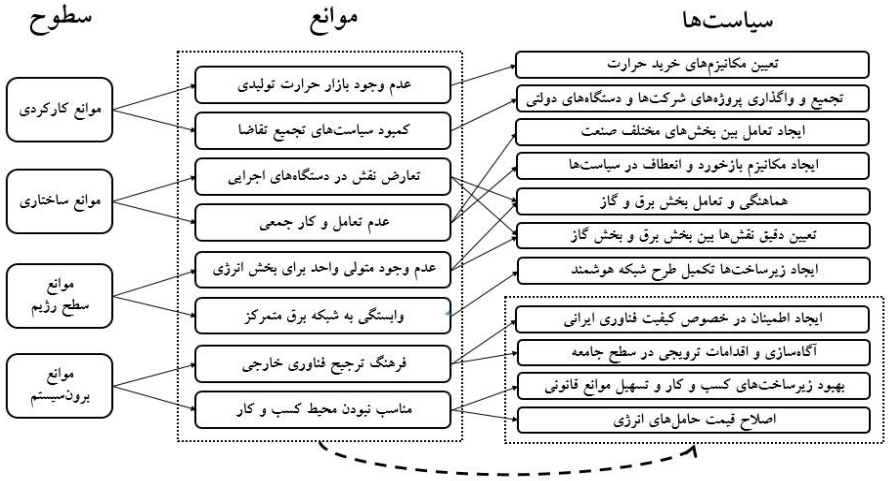
- فرهنگ‌سازی و ایجاد اطمینان در بدنهٔ صنعت و بخش خانگی کشور مبنی بر کیفیت فناوری‌های ایرانی، با استفاده از اقدامات حمایتی، نظیر گارانتی تعمیر و تعویض و اقدامات ترویجی و تبلیغی؛
- بهبود زیرساخت‌های کسب‌وکار و تسهیل موانع حقوقی و قانونی برای ارائهٔ مجوز نیروگاه‌های تولید هم‌زمان؛
- اصلاح قیمت‌های حامل‌های انرژی با هماهنگی بخش نفت و نیرو؛

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

- انجام برنامه‌های آگاه‌سازی و ترویج مزایای استفاده از فناوری CHP در بخش‌های مختلف صنعتی، تجاری و خانگی؛
- ایجاد ارتباط و تعاملات سازنده بین بخش‌های مختلف صنعت و شکل‌دهی منافع گروهی و بلندمدت آنان از سوی دولت؛
- طراحی مکانیزم‌های بازخورد و تعامل با بخش خصوصی و ایجاد انعطاف و تغییرپذیری سریع در سیاست‌ها و برنامه‌ها؛
- هماهنگی و تعامل بخش گاز و بخش برق، به منظور مدیریت و ایجاد تعادل قیمت گاز ورودی نیروگاه‌های CHP با هدف ایجاد توان رقابت برای ایجاد حرارت در بخش صنعت و بخش خانگی؛
- تعیین دقیق نقش‌ها در بخش گاز و بخش برق و تعیین متولی واحد برای سامان‌دهی بازار برق و حرارت؛
- ایجاد زیرساخت‌ها و تکمیل طرح‌های شبکهٔ هوشمند برای سامان‌دهی اتصال نیروگاه‌های CHP به شبکهٔ سراسری؛
- تجمیع تقاضا و واگذاری پروژه‌های CHP شرکت‌ها و دستگاه‌های دولتی؛
- تدوین آیین‌نامه‌ها و تعیین مکانیزم‌های خرید حرارت از نیروگاه‌های CHP.

شکل ۲ ارتباط بین مهم‌ترین موانع و سیاست‌های پیشنهادی برای غلبه بر آن‌ها را نشان می‌دهد.

شکل ۲. موانع توسعهٔ CHP در ایران و سیاست‌های پیشنهادی (یافته‌های پژوهش)



[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

منابع

اسماعیل‌زاده، م.؛ علی‌احمدی، ع.؛ نوری، س. و نورعلیزاده، ح. (۱۳۹۷). عوامل کلان تأثیرگذار بر نظام نوآوری فناورانه فتوولتائیک در ایران: رویکرد مدل‌سازی ساختاری - تفسیری. *فصلنامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی*، ۴(۳)، ۱۱۱-۷۷.

حیرانی، ح.؛ باقری‌مقدم، ن.؛ قدسی‌پور، ح.؛ وطنی، ع. و طباطباییان، ح. (۱۳۹۷). تحلیل نظام نوآوری فناورانه با تأکید بر نقش عوامل زمینه‌ای. مورد مطالعه: فناوری ذخیره‌سازی زیرزمینی گاز طبیعی. *سیاست علم و فناوری*، ۱۰(۱)، ۱۷-۲.

عابدی‌جعفری، ح.؛ تسلیمی، م.، فقیهی، ا. و شیخ‌زاده، م. (۱۳۹۰). تحلیل مضمون و شبکه مضامین: روشی ساده و کارآمد برای تبیین الگوهای موجود در داده‌های کیفی. *اندیشه مدیریت راهبردی (اندیشه مدیریت)*، ۵(۲)، ۱۹۸-۱۵۱.

موسوی‌درچه، م.؛ قانعی‌راد، م.؛ کریمیان، ح. و شاهمرادی، ب. (۱۳۹۶). شناسایی مسیر گذار فناورانه انرژی‌های تجدیدپذیر (انرژی‌های بادی و خورشیدی) در ایران بر اساس رویکرد تحلیل چندسطحی. *مدیریت نوآوری*، ۶(۴)، ۹۸-۶۳.

موسوی‌درچه، م.؛ قانعی‌راد، م.؛ کریمیان، ح.؛ زنوزی‌زاده، ه. و باقری‌مقدم، ن. (۱۳۹۷). ارائهٔ چهارچوب توصیف گذار حوزه‌های فناورانه بر اساس رویکرد تحلیل چندسطحی: (مطالعه موردی: گذار انرژی‌های بادی و خورشیدی در ایران). *بهبود مدیریت*، ۱۲(۲)، ۱۷۶-۱۴۱.

Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. Research policy, 37(3), 407-429.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Sage publications.

Edsand, H. E. (2019). Technological innovation system and the wider context: A framework for developing countries. Technology in Society, 58, 101150.

Geels, F. W. (2018). Disruption and low-carbon system transformation: Progress and new challenges in socio-technical transitions research and the Multi-Level Perspective. Energy Research & Social Science, 37, 224-231.

Geels, F. W., Sovacool, B. K., Schwanen, T., & Sorrell, S. (2017). The

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

socio-technical dynamics of low-carbon transitions. Joule, 1(3), 463-479.
Geels, F. W., Sovacool, B. K., Schwanen, T., & Sorrell, S. (2017). Sociotechnical transitions for deep decarbonization. Science, 357(6357), 1242-1244.
Geels, F. W. (2012). A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. Journal of transport geography, 24, 471-482.
Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. Research policy, 36(3), 399-417.
Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2016). A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). Sage publications.
Hekkert, M. P., & Negro, S. O. (2009). Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. Technological forecasting and social change, 76(4), 584-594.
Hekkert, M. P., Suurs, R. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. Technological forecasting and social change, 74(4), 413-432.
Jacobsson, S., & Bergek, A. (2011). Innovation system analyses and sustainability transitions: Contributions and suggestions for research. Environmental Innovation and Societal Transitions, 1(1), 41-57.
Jiang, C., Wu, X., Zhao, S., Madani, H., & Chen, Y. (2020). Economic crisis impact on low carbon transition in economy-ecosystem. Global Transitions Proceedings, 1(1), 7-12.
Köhler, J., Geels, F. W., Kern, F., Markard, J., Onsongo, E., Wieczorek, A., ... & Wells, P. (2019). An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions. Environmental Innovation and Societal Transitions, 31, 1-32.
Markard, J. (2020). The life cycle of technological innovation systems. Technological Forecasting and Social Change, 153, 119407.
Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects. Research policy, 41(6), 955-967.
Markard, J., & Truffer, B. (2008). Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework. Research policy, 37(4), 596-615.
Morgan, D. (1997). The focus group guidebook: sage publications.
Meelen, T., & Farla, J. (2013). Towards an integrated framework for analysing sustainable innovation policy. Technology Analysis & Strategic Management, 25(8), 957-970.

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]

Ryan, G. W., & Bernard, H. R. (2000). Data management and analysis methods. Handbook of qualitative research, 2, 769-802.

Suurs, R. A., & Hekkert, M. P. (2009). Cumulative causation in the formation of a technological innovation system: The case of biofuels in the Netherlands. Technological Forecasting and Social Change, 76(8), 1003-1020.

Truffer, B., Rohracher, H., & Markard, J. (2009). The Analysis of Institutions in Technological Innovation Systems-A conceptual framework applied to biogas development in Austria. Copenhagen: Copenhagen Business School, 7.

Wieczorek, A. J., Hekkert, M. P., Coenen, L., & Harmsen, R. (2015). Broadening the national focus in technological innovation system analysis: The case of offshore wind. Environmental Innovation and Societal Transitions, 14, 128-148.

Winograd M, and Farrow A (2009), Dimensions of Sustainable Development, Volume I, Sustainable Development Indicators for Decision Making, EOLSS Publishers/UNESCO

Wu, X., Cao, J., Jiang, C., Lou, Y., Zhao, S., Madani, H., & Chen, Y. (2020). Low carbon transition in climate policy linked distributed energy System. Global Transitions Proceedings, 1(1), 1-6.

Zhang, S., Andrews-Speed, P., & Ji, M. (2014). The erratic path of the low-carbon transition in China: Evolution of solar PV policy. Energy Policy, 67, 903-912.

[Downloaded from iieshrm.ir on 2026-10-12]