


Reducing the Technological Gap in the Home Appliances Industry: Lessons Learned from the Catch-Up Experiences of Iranian Firms

Majid Jalili

- Associate Professor, Department of Domestic Business Studies, Institute for Trade Studies & Research (ITSR),
Tehran, Iran (m.jalili@itsr.ir) 

Abstract

Technological catch-up, as a process of narrowing the gap with forerunners, is considered one of the pillars of international competitiveness in the industrial sector. This paper aims to develop a localized framework for technological catch-up by analyzing the successful experiences of Iranian firms in the home appliance industry over a five-year period. The present research is applied in orientation and exploratory in terms of objective. In the first step, through the analysis of financial statements and market share, seven top firms that had successfully introduced new high-tech products were purposefully selected. In the second step, data were collected through semi-structured interviews with managers and industry experts, as well as qualitative content analysis of firms' executive plans, leading to the extraction of 15 key factors affecting catch-up. In the third step, using confirmatory factor analysis based on 54 questionnaires, a structural equation model was developed to explain the relationships between latent and observed variables. The results show that success in technological catch-up results from the simultaneous interaction of four main dimensions: "technology regime" (including short development cycles, access to external knowledge, and reverse engineering), "institutional environment" (including supportive government interventions, import bans, and facilitation of university-industry linkages), "catch-up strategy" (including following the path of forerunners and taking advantage of windows of opportunity), and "firm-level capabilities" (including technological, innovative, and production capabilities). While consistent with international models, the obtained model highlights the more prominent role of institutional interventions and the specific contingencies of Iran's economy. Successful firms have followed the catch-up path in accordance with the reverse life-cycle pattern, moving from reverse engineering and gradual design toward new product development. The proposed four-dimensional framework provides implications for policymakers to design stage-based supports and strengthen firm-level capabilities.

Keywords: Technological Catch-up, Home Appliance Industry, Technology Regime, Institutional Environment, Confirmatory Factor Analysis.

How to Cite this Paper:

Jalili, M. (2026). **Reducing the Technological Gap in the Home Appliances Industry: Lessons Learned from the Catch-Up Experiences of Iranian Firms.** *Journal of Science & Technology Policy*, 19(2), 55-74. {In Persian}.
doi: 10.22034/jstp.2026.12295.2044






سال نوزدهم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۵
مقاله پژوهشی

فصلنامه علمی - پژوهشی
سیاست علم و فناوری

کاهش شکاف فناوریانه در صنعت لوازم خانگی: درس آموخته‌هایی از تجارب همپایی بنگاه‌های ایرانی

مجید جلیلی

دانشیار گروه پژوهش‌های بازرگانی داخلی، موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، تهران، ایران. (m.jalili@itsr.ir) 

چکیده

فرارسی فناوریانه به عنوان فرایند کاهش شکاف با پیشگامان، یکی از ارکان رقابت‌پذیری بین‌المللی صنایع محسوب می‌شود. این مقاله با هدف توسعه چارچوبی بومی برای فرارسی فناوریانه، تجارب بنگاه‌های موفق ایرانی در صنعت لوازم خانگی را طی یک دوره پنج‌ساله واکاوی می‌کند. در گام اول، با تحلیل صورت‌های مالی و سهم بازار، هفت بنگاه برتر که محصولات جدید با فناوری بالا معرفی کرده بودند، به صورت هدفمند انتخاب شدند. در گام دوم، داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با مدیران و خبرگان صنعت و تحلیل محتوای کیفی برنامه‌های اجرایی، به استخراج ۱۵ عامل کلیدی انجامید. در گام سوم، با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی مبتنی بر ۵۴ پرسشنامه، مدل معادلات ساختاری برای تبیین روابط متغیرها توسعه یافت. نتایج نشان می‌دهد موفقیت در فرارسی حاصل تعامل چهار بُعد اصلی است: «رژیم فناوری» (چرخه توسعه کوتاه، دسترسی به دانش خارجی، مهندسی معکوس)، «محیط نهادی» (حمایت دولتی، ممنوعیت واردات، پیوند دانشگاه و صنعت)، «راهبرد فرارسی» (دنباله‌روی از پیشگامان و بهره‌گیری از پنجره‌های فرصت) و «قابلیت‌های درون‌بنگاهی» (قابلیت فناوریانه، نوآوران و تولیدی). مدل ضمن انطباق با مدل‌های بین‌المللی نقش پررنگ‌تر مداخلات نهادی و اقتضانات اقتصاد ایران را برجسته می‌کند. بنگاه‌های موفق مسیر فرارسی را مطابق با الگوی چرخه عمر معکوس، از مهندسی معکوس و طراحی تدریجی به سمت توسعه محصول جدید پیموده‌اند. چارچوب چهاربعدی ارائه شده، دلالت‌هایی برای سیاست‌گذاران در جهت طراحی حمایت‌های مرحله‌ای و تقویت قابلیت‌های درون‌بنگاهی فراهم می‌آورد.

کلیدواژه‌ها: فرارسی فناوری، صنعت لوازم خانگی، رژیم فناوری، محیط نهادی، تحلیل عاملی تأییدی.

برای استنادات بعدی به این مقاله، قالب زیر به نویسندگان محترم مقالات پیشنهاد می‌شود:

جلیلی، مجید. (۱۴۰۵). کاهش شکاف فناوریانه در صنعت لوازم خانگی: درس آموخته‌هایی از تجارب همپایی بنگاه‌های ایرانی، (۲)، ۷۴-۵۵.

doi: 10.22034/jstp.2026.12295.2044



۱- مقدمه

این مقاله در ۶ بخش سازماندهی شده است: بخش دوم به مبانی نظری، دیدگاه‌های سیاست‌گذاری و مدل‌های بین‌المللی فرارسی می‌پردازد. بخش سوم روش‌شناسی پژوهش، مراحل اجرا و ابزارهای تحلیل داده را تشریح می‌کند. بخش چهارم یافته‌ها، مدل چهاربعدی فرارسی و تحلیل روابط میان ابعاد را ارائه می‌دهد. در نهایت، بخش ششم به نتیجه‌گیری، ارائه توصیه‌های سیاستی و مدیریتی، بررسی محدودیت‌ها و پیشنهادها پژوهشی آینده اختصاص دارد.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱ مفهوم‌شناسی فرارسی فناوریانه

یکی از مفاهیم متواتر در حوزه توسعه فناوری و نوآوری که از نیمه دوم قرن بیستم در ادبیات توسعه با نظریات خاص خود شکل گرفت، «فرارسی فناوری»^۱ است، که به معنی کاهش فاصله فناوریانه میان کشورها و یا بنگاه‌های عقب مانده با کشورها و بنگاه‌های پیش رو است [۷]. هدف مدل‌های فرارسی فناوریانه، ایجاد رشد و دسترسی سریع به فناوری‌های توسعه‌یافته و ایجاد رشد اقتصادی در کشورهای متأخر است [۱۷]. در پیشینه موضوع به منظور اندازه‌گیری فرارسی فناوری، شاخص‌های متعددی پیشنهاد شده‌اند. از جمله می‌توان به رشد تولید ناخالص داخلی، درجه انباشت سرمایه، تیراژ تولید و سهم از بازار، درجات بهره‌وری، تنوع محصولی و فرآیندی و... اشاره کرد [۸]. اینکه چه شاخصی در جهت اندازه‌گیری سطح فرارسی مورد استفاده قرار گیرد، ارتباط مستقیم با سطح تحلیل فرارسی فناوریانه دارد. چراکه چنانچه تحلیل در سطح کشور موضوع فرارسی باشد، شاخص‌های کلان اقتصادی و تجاری مورد توجه قرار می‌گیرد، از جمله رشد GDP، درآمد سرانه و سهم صادرات صنایع پیشرفته و با فناوری بالا^۲. در سطح صنعت، رشد بهره‌وری، بهبود توان خلق ارزش افزوده و بهبود صرفه‌های مقیاس و تنوع می‌تواند معیار فرارسی فناوریانه باشد. در سطح بنگاه نیز رشد سهم از بازار و افزایش حاشیه سود ناشی از محصولات جدید می‌تواند معیار عملکرد بنگاه در فرارسی فناوریانه باشد [۹].

مولفه‌های موثر بر فرارسی فناوری یک بنگاه را می‌توان هم در محیط کسب‌وکار آن و هم در سیاست‌ها و اقداماتی که بنگاه اتخاذ می‌کند جستجو کرد. بدیهی است هر بنگاه بسته به ماهیت و محیط کسب‌وکارش ممکن است متاثر از مولفه‌های متفاوتی برای فرارسی فناوری باشد [۱]. جدای از موضوع بنگاه و فعالیت‌های مرتبط با آن، محیط کسب‌وکار و محیط کلان فعالیت بنگاه‌ها نیز متغیر است و برخی از مولفه‌هایی که در یک محیط کسب‌وکار بر موفقیت یک بنگاه تاثیر داشته‌اند، ممکن است در یک محیط دیگر اثر قابل توجهی نداشته باشند و یا حتی تاثیرات متضادی همراه داشته باشند [۲].

در پیشینه جهانی فرارسی فناوریانه، مدل‌های نظری متعددی برای تبیین مسیر کاهش شکاف فناوریانه ارائه شده است، اما این مدل‌ها عمدتاً برآمده از تجارب کشورهای شرق آسیا (مانند کره جنوبی، چین و تایوان) بوده که در بستر نهادی، اقتصادی و سیاسی متفاوتی تکوین یافته‌اند. در ایران، به‌رغم تاکید اسناد بالادستی بر ضرورت ارتقای توان فناوریانه صنایع و تجارب نسبتاً موفق برخی بخش‌ها نظیر صنعت لوازم خانگی در سال‌های اخیر، خلا پژوهشی قابل توجهی در زمینه استخراج الگویی بومی برای فرارسی فناوری در این صنعت احساس می‌شود و هنوز مشخص نیست که عوامل نهادی، فناوریانه، راهبردی و درون‌بنگامی مؤثر بر فرارسی موفق بنگاه‌های ایرانی چگونه با یکدیگر تعامل می‌کنند. این شکاف علمی، ضرورت طراحی پژوهشی نظام‌مند را برای شناسایی، دسته‌بندی و اعتبارسنجی عوامل بومی فرارسی فناوریانه در صنعت لوازم خانگی ایران آشکار می‌سازد. هدف پژوهش حاضر استخراج و شناسایی مولفه‌هایی است که بر فرارسی فناوری بنگاه‌های لوازم خانگی در ایران طی یک دوره ۵ ساله تاثیر گذار بوده و سبب شده‌اند که این بنگاه‌ها در معرفی محصول جدید با فناوری بالا در بازار موفق عمل کنند. صنعت لوازم خانگی به عنوان یک صنعت ساخت محور، در طول سالیان گذشته اقدامات موثری در جهت افزایش عمق ساخت داخل و تنوع بخشی به سبد محصولات خود داشته، که می‌تواند به عنوان الگویی برای سایر صنایع ساخت‌محور کشور قرار گیرد.

¹ Technology Catch up

² High-Tech

۲-۲ مرور مدل های مرسوم فرارسی فناوری

لی و همکاران [۴] الگوی فرارسی فناوری را طی سه مولفه کلیدی «نقش دولت»، «رژیم فناوری» و «مزیت های رقابتی» به عنوان عوامل کلیدی اثرگذار معرفی کردند (شکل ۱). در کنار این سه مولفه «موقعیت های توسعه محصول»، «موقعیت های بازاری» و «راهبردهای بنگاه» نیز به عنوان عوامل مکمل در این مسیر مورد توجه قرار گرفتند. از آنجا که لی و همکاران در مدل خود فرارسی فناوری را برآیندی از تعاملات میان دولت، محیط فناوری و نوآوری و مزیت های رقابتی بنگاه دانسته اند، لازم است دخالت های دولت متناسب با محیط فناوری و نوآوری و توان رقابتی بنگاه ها برنامه ریزی شود. در مدل لی و همکاران، نقش دولت در قالب سیاست جذب سرمایه گذاری خارجی، سیاست های بازار باز، سرمایه گذاری بر زیرساخت ها و سیاست استاندارد و کیفیت تعریف شده است. مزیت های رقابتی نیز در قالب بازارهای بخش بندی شده، مزیت های هزینه ای، تنوع بخشی محصولی و مزیت ورود اول^۱ به بازار تعریف شده است. لی در کتاب هنر جهش اقتصادی [۹] دو شکست قابلیت ها و شکست اندازه را سد راه مسیر فرارسی به شمار می آورد.

مدل هابدی [۳] یکی از مدل های پایه فرارسی فناوری متمرکز بر توسعه قابلیت های درون بنگاهی در مسیر فرارسی است. وی معتقد است در شرکت های پیشرو مدل استاندارد نوآوری با فعالیت های تحقیق و توسعه داخلی شروع شده و در طول زمان، پویایی تغییرات فناورانه درون سازمانی، شرکت های پیشگام^۲ و متاخر (دیرآمده)^۳ را متمایز می سازد. اما این مدل مبتنی بر تحقیق و توسعه درونزا برای شرکت های دیرآمده مناسب نیست. مسیر مدل فرارسی هابدی (شکل ۲) که به چرخه عمر معکوس فناوری معروف است، از تولید به سمت طراحی و سپس تحقیق و توسعه است. به اعتقاد هابدی تحقیق و توسعه در افزایش رقابت پذیری شرکت های دیرآمده نقش کمی دارد و تنها در مراحل پایانی فرارسی ممکن است در برخی بخش ها به صورت محدود مفید باشد.

میائو و همکاران [۵] با بررسی بیش از ۷۶ مقاله پژوهشی در

حوزه فرارسی فناوری از ابتدای دهه ۱۹۹۰، دو رکن عوامل داخلی و خارجی را برای فرارسی فناوری معرفی کردند. در مدل آنان، عوامل خارجی متشکل از «محیط نهادی»^۴ و «رژیم فناوری» و عوامل داخلی متشکل از «قابلیت های فناورانه»، «راهبرد فرارسی»، «پویایی و مراحل فرارسی»^۵ و «سایر عوامل سازمانی» تقسیم شده است (شکل ۳). با مقایسه مدل میائو و همکاران با مدل لی و همکاران می توان شباهت هایی میان این دو مدل دریافت چرا که هر دو فرآیند فرارسی را در سطح نظام نوآوری مدل سازی می کنند (برخلاف مدل هابدی که بر توسعه قابلیت های درون بنگاهی متمرکز است). یکی از ویژگی های مدل میائو، توجه ویژه به ایجاد ظرفیت فناوری است (به عنوان یکی از مولفه های رکن عوامل داخلی)، از این رو مجموعه اقداماتی نظیر بهبود ظرفیت جذب، نوآوری بومی، انتقال فناوری خارجی، مهندسی معکوس، مهندسی رو به جلو، ادغام و اکتساب، آموزش از FDI، آموزش غیررسمی و... را توصیه می کند.

یانفی و ژانگ [۶] در تبیین مدل خود، نخست تصویری تئوریک از فرارسی در قالب منحنی S ارائه کردند که به بررسی سطح کارایی فناوری در مقابل هزینه کرد آن (زمان یا تلاش های صورت گرفته) می پردازد. مطابق با نظر کریستنسن [۱۰]^۷، سطح ارتقای فناوری در قدم های اولیه بسیار کند است، اما با افزایش سطح دانش و رسوخ فناوری، سرعت ارتقای آن نیز افزایش می یابد (شکل ۴ (الف)). همزمان با پیشرفت بیشتر فناوری، مجدداً سرعت رشد فناوری کاهش می یابد و در نتیجه توسعه فناوری نیازمند هزینه، زمان و تلاش های بیشتر خواهد بود. با نزدیک شدن فناوری به سطوح پیشرفته، فناوری جدید با نموداری مشابه منحنی S توسعه می یابد که از چهار مرحله جوانه زدن^۸، برخاستن^۹، بلوغ^{۱۰} و جایگزینی^{۱۱} تشکیل می شود (شکل ۴ (ب)).

⁴ Institutional Environment

⁵ Catch-Up Stage and Dynamics

⁶ Forward Engineering

در مهندسی رو به جلو، طراحی محصول بر اساس فهرست نیازمندی ها صورت می گیرد (برخلاف مهندسی معکوس که طراحی بر اساس یک نمونه مشابه است).

⁷ Christensen

⁸ Ferment

⁹ Takeoff

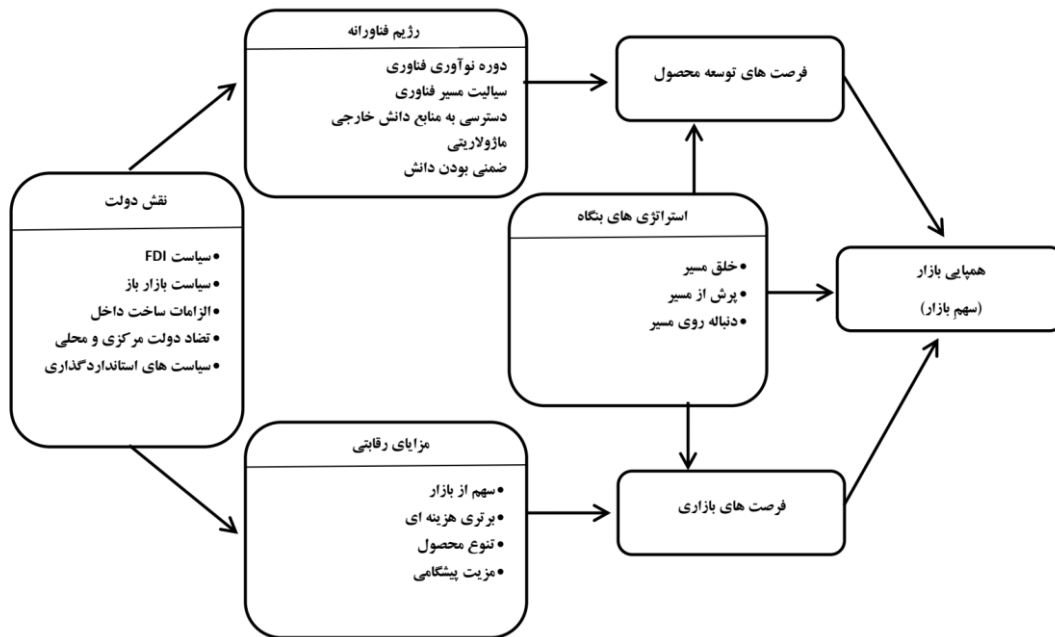
¹⁰ Maturity

¹¹ Substitution or Discontinuity

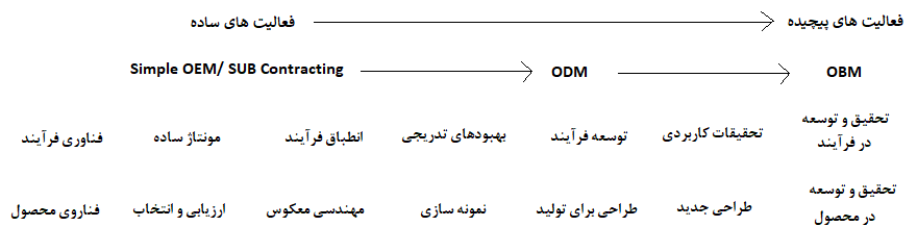
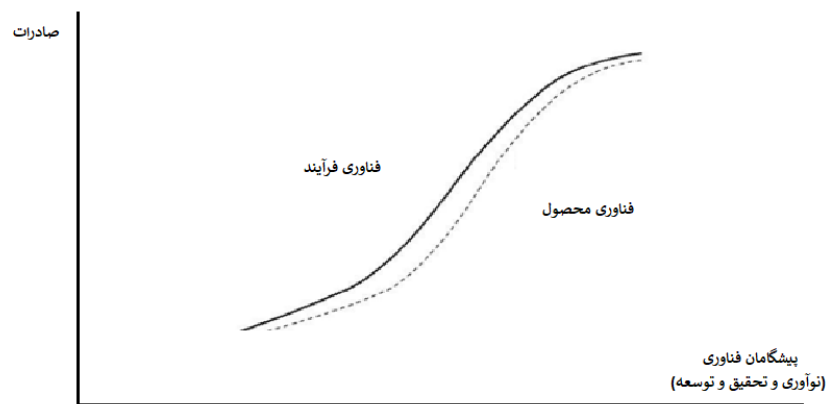
¹ First mover

² Pioneer

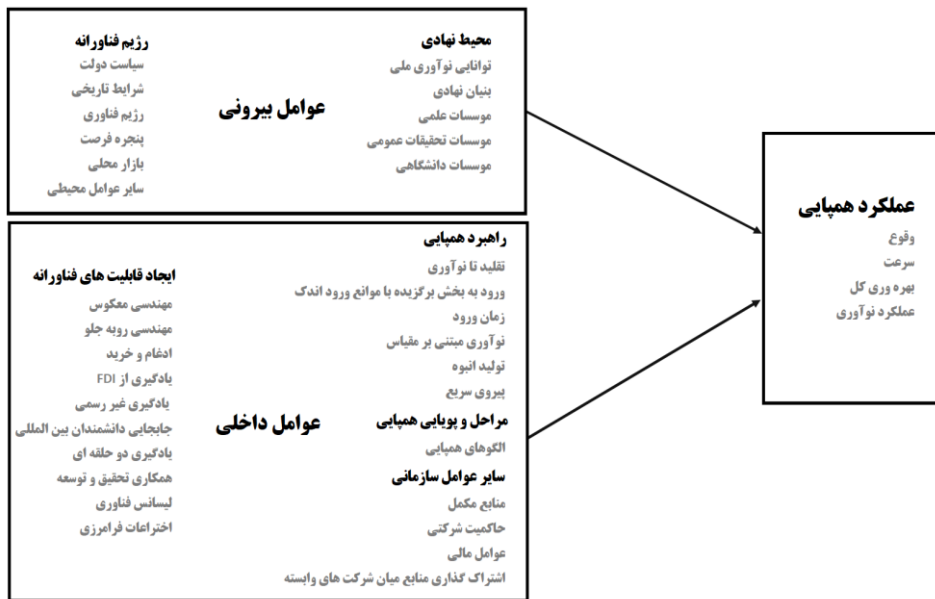
³ Late Comer



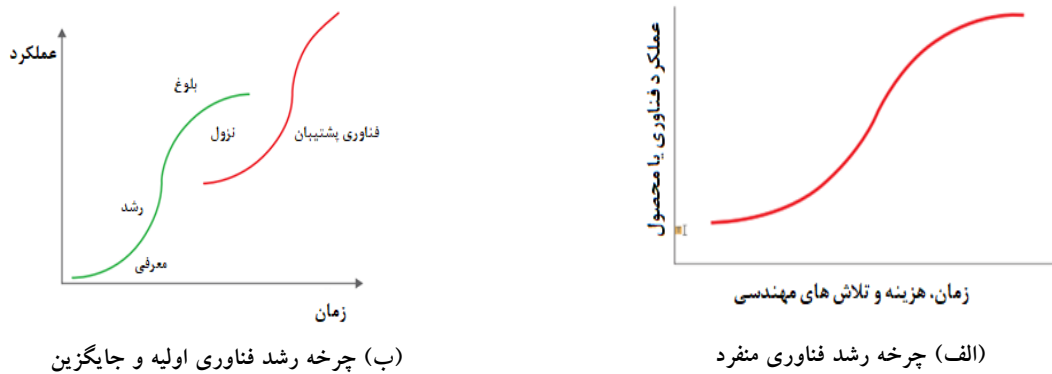
شکل ۱) مدل لی و همکاران برای فرارسی فناوری [۴]



شکل ۲) مدل هابدی برای فرارسی فناوری [۳]



شکل ۳) مدل میائو و همکاران برای فرارسی فناوری [۵]



شکل ۴) چرخه عمر منحنی S فناوری [۶]

دقیق تر عوامل به دو دسته «محیط نهادی و رژیم فناوری» (عوامل خارجی) و «قابلیت های فناورانه، راهبرد فرارسی و پویایی مراحل» (عوامل داخلی) توسعه داده و بر مفهوم «ظرفیت جذب» تاکید ویژه ای دارد. در نهایت، مدل یانگی و ژانگ [۶] با الهام از منحنی S، لایه «بلوغ فناورانه» را به تحلیل اضافه می کند و مراحل فرارسی را در قالب فازهای حل مسئله مهندسی، شتاب تجربه و حل مسئله علمی صورت بندی می نماید.

علی رغم غنای مفهومی این مدل ها، سه خلل اساسی در انطباق آنها با بستر ایران قابل شناسایی است: نخست، وزن بالای مداخلات غیربازاری دولت (نظیر ممنوعیت واردات و سیاست های ارزی) در ایران است که در مدل های شرق آسیا به این شدت دیده نمی شود [۱۵]؛ دوم، محدودیت های

۲-۳ جمع بندی مبانی نظری و چارچوب مفهومی اولیه
 مرور نظام مند مدل های فرارسی فناورانه نشان می دهد که ادبیات این حوزه طی سه دهه اخیر از مدل های ساده و خطی به سوی چارچوب های چندبعدی و سیستمی تکامل یافته است. مدل هابدی [۳] با تاکید بر «چرخه عمر معکوس»، مسیر قابلیت سازی بنگاه های پیرو را از مونتاژ ساده به سمت طراحی و تحقیق و توسعه ترسیم می کند، اما نقش عوامل نهادی و محیطی در این مدل کمرنگ است. در مقابل، مدل لی و همکاران [۴] با قرار دادن سه رکن «دخالت دولت»، «رژیم فناوری» و «مزیت های رقابتی» در مرکز تحلیل، فرارسی را برآیند تعامل نظام مند این عوامل می داند و بر اهمیت پنجره های فرصت و شکست های قابلیت و اندازه تاکید می کند. مدل میائو و همکاران [۵] این چارچوب را با تفکیک

مصاحبه‌های تخصصی با خبرگان و فعالان این صنعت صورت پذیرفت و بخشی از اطلاعات مورد نیاز از طریق پرسش‌نامه‌های توزیع شده و مصاحبه‌های صورت گرفته احصا گردید. در روش تحلیل داده‌ها هم از تحلیل کمی و هم تحلیل کیفی استفاده شده است. در تحلیل کیفی، نخست بر اساس رویکرد داده‌بنیاد، نظریه‌ای پیرامون فرارسی بنگاه‌های هدف توسعه داده شده است. در نظریه داده‌بنیاد، داده‌های حاصل از تعامل مشارکت‌کنندگان با پدیده مورد نظر که فرآیند پژوهش را تجربه کرده‌اند تحلیل شده و یک مدل ایجاد و مفهوم سازی می‌شود. در این پژوهش از «رویکرد سیستماتیک استراوس و کوربین» استفاده شده است. بر این اساس، فرآیند تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه‌های کیفی در سه مرحله دایره‌وار شامل کدگذاری باز^۱، کدگذاری محوری^۲ بر مبنای مدل پارادایمی (شامل شرایط علی، زمینه‌ای، مداخله‌گر، راهبردها و پیامدها) و نهایتاً کدگذاری گزینشی^۳ جهت خلق نظریه نهایی صورت گرفت [۱۱]. در تحلیل کمی پژوهش نیز الگوی توسعه داده شده بر اساس مدل تحلیل عاملی تاییدی^۴ به آزمون گذارده شد تا مورد تایید قرار گیرد. سایر مولفه‌های مرتبط با روش‌شناسی در جدول ۱ مورد اشاره قرار گرفته است.

۲-۳ مراحل انجام پژوهش

بر اساس روش شرح داده‌شده، پنج گام اساسی در این پژوهش به شرح شکل ۵ پیاده شد. گام نخست شامل شناسایی و انتخاب بنگاه‌های برتر صنعت لوازم خانگی است تا عملکرد و اقدامات آن‌ها مبنای استخراج مولفه‌های موثر در الگو باشد. در گام دوم بر اساس تحلیل محتوایی تحولات محیط کسب‌وکار (عوامل خارجی) و همچنین برنامه‌ها و راهبردهای اجرایی بنگاه‌ها (عوامل داخلی)، مولفه‌های موثر بر موفقیت بنگاه در فرارسی فناوری

ساختاری دسترسی به دانش خارجی ناشی از تحریم‌ها در ایران است که کانال‌های مرسوم انتقال فناوری (مانند سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی یا مشارکت در زنجیره‌های ارزش جهانی) را مسدود ساخته و ضرورت اتکا به مسیرهای جایگزین (نظیر مهندسی معکوس) را افزایش داده است؛ و سوم، ویژگی‌های خاص رژیم فناوری صنعت لوازم خانگی ایران است که با وجود ماژولاریتی نسبتاً بالا (قطعات استاندارد بالا)، همچنان با چالش‌های مقیاس تولید و اقتصاد نوآوری دست‌به‌گریبان است.

بر این اساس، چارچوب مفهومی اولیه این پژوهش بر پایه تلفیق چهار بُعد اصلی استخراج‌شده از ادبیات یعنی رژیم فناوری، محیط نهادی، راهبرد فرارسی و قابلیت‌های درون‌بنگامی شکل گرفته است. نوآوری این چارچوب در آن است که برخلاف مدل‌های موجود که اغلب یک یا دو بُعد را کانون توجه قرار می‌دهند، هر چهار بُعد را به‌طور هم‌زمان و با حساسیت به بافتار خاص اقتصاد ایران در کانون تحلیل قرار می‌دهد. این چارچوب در ادامه پژوهش و از طریق تحلیل محتوای کیفی مصاحبه‌ها و آزمون‌های آماری، پالایش و اعتبارسنجی خواهد شد تا در نهایت به الگویی بومی و مستند برای فرارسی فناوریانه در صنعت لوازم خانگی ایران منتهی گردد.

۳- روش‌شناسی پژوهش

۳-۱ رویکرد و جهت‌گیری پژوهش

روش پژوهش حاضر بر مبنای تحلیل محتوا و برگزاری پنل خبرگی و مصاحبه استوار شده است. در گام نخست به منظور تحلیل محیط کسب‌وکار صنعت لوازم خانگی، تحولات سطح کلان و بخشی حاکم بر این صنعت از طریق مطالعه گزارش‌های مرتبط با این صنعت و مصاحبه با فعالان و خبرگان این صنعت استخراج گردید. اطلاعات حاصل از این گام از طریق تحلیل محتوا طبقه‌بندی و دسته‌بندی شده و در سیر پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند. در ادامه،

¹ Open Coding

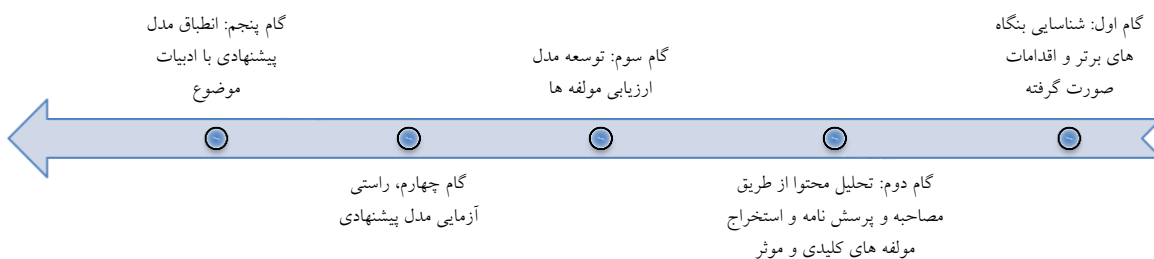
² Axial Coding

³ Selective Coding

⁴ Confirmatory Factor Analysis

جدول ۱) روش شناسی پژوهش

مؤلفه های روش شناسی	رویکرد پژوهش
جهت گیری پژوهش	کاربردی
هدف پژوهش	اکتشافی
ابزار پژوهش	تحلیل محتوایی و تحلیل عاملی تاییدی
جامعه	خبرگان علمی و اجرایی فعال در صنعت لوازم خانگی
نمونه	نمونه گیری هدف مند از بنگاه های برتر و خبرگان تا رسیدن به مرز اشباع (۵۴ پرسش نامه)
روش گردآوری اطلاعات	داده های کمی و مصاحبه نیمه ساختاریافته
روش تجزیه و تحلیل داده ها	تحلیل های آماری و کدگذاری یافته ها
تعداد گام های پژوهش	۵ گام



شکل ۵) گام های پژوهش برای استخراج الگوی فرارسی بنگاه های صنعت لوازم خانگی

گام اول: انتخاب بنگاه های هدف

در گام اول پژوهش شرکت های فعال در صنعت لوازم خانگی مورد مطالعه قرار گرفتند تا بنگاه های برتر که طی بازه زمانی ۵ سال اخیر توانسته اند در طراحی و تولید و تجاری سازی محصول جدید (یخچال و فریزر) موفق عمل نمایند و توانایی و قابلیت همپایی در فناوری طراحی و تولید آن را کسب کنند، شناسایی شوند. برای این مهم علاوه بر مطالعه عملکرد بنگاه ها در بازار این صنعت، عملکرد مالی و صورت های سود و زیان این بنگاه ها برای یک دوره ۵ ساله مورد بررسی قرار می گیرد.

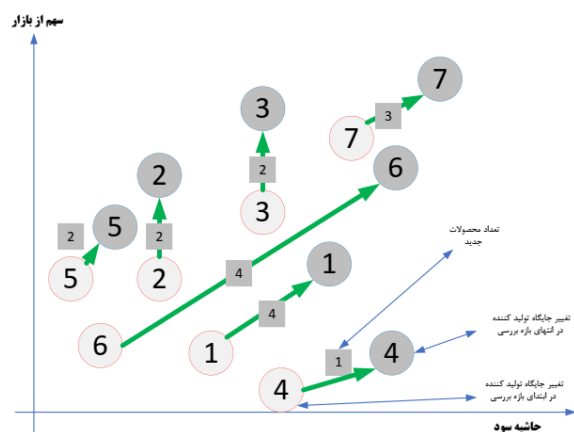
بر اساس دو معیار حاشیه سود و سهم از بازار ۷ بنگاه به عنوان بنگاه های برتر این صنعت انتخاب شدند. جدول ۲ میزان تغییرات در عملکرد این ۷ بنگاه را از نظر درصد رشد در حاشیه سود، درصد رشد در سهم از بازار و تعداد محصول (یخچال و فریزر) جدید عرضه شده در بازار نشان می دهد. (در حال حاضر ۲۱۱ واحد تولیدکننده یخچال و

استخراج می گردد. در گام سوم، بر اساس ماتریس همبستگی مؤلفه های کلیدی (مستخرج از پرسش نامه های توزیع شده) مدل ارزیابی مؤلفه ها توسعه داده می شود. مبنای توسعه این مدل، مدل سازی معادلات ساختاری است تا یک الگوی فرضی از ارتباطات مستقیم و غیرمستقیم در میان مجموعه متغیرهای مشاهده شده و پنهان مورد بررسی قرار گیرد. در گام چهارم یک مدل تحلیل عاملی برای راستی آزمایی و صحت گذاری مؤلفه های استخراج شده و روابط فرضی حاکم بر آن ها طراحی می شود و سپس مورد آزمون قرار می گیرد (نتیجه این مرحله توسعه یک مدل تحلیل عاملی تاییدی برای فرارسی فناوری در صنعت لوازم خانگی است). در گام پنجم به منظور تسهیل الگوبرداری از مدل پیشنهادی، انطباق مدل با ادبیات موضوع و مدل های مرسوم در فرارسی فناوری پیاده سازی می شود تا زمینه استخراج یافته ها و توصیه های سیاستی مهیا گردد.

مصاحبه‌ها تا نقطه اشباع نظری یعنی زمانی که در مصاحبه‌های بعدی هیچ کد یا مفهوم کلیدی جدیدی استخراج نشد، ادامه یافت. جهت شفاف‌سازی فرآیند استخراج داده‌ها و تبیین روایی مفهومی، نمونه‌هایی از مسیر تجمیع نقل‌قول‌های مستقیم خبرگان (داده‌های خام)، تبدیل آن‌ها به کدهای باز، مقولات محوری و در نهایت ابعاد چهارگانه مدل در جدول ۴ شده است. در ادامه، ۱۵ مولفه کلیدی موفقیت بنگاه‌ها در جدول ۵ تشریح می‌شود.

جدول ۲) رشد حاشیه سود، سهم از بازار و تعداد محصول جدید تجاری شده برای شرکت‌های مورد بررسی

بنگاه	رشد حاشیه سود	رشد سهم از بازار	تعداد محصولات تجاری شده	فرد مصاحبه شده
بنگاه ۱	۳	۲	۴	مدیر مالی
بنگاه ۲	۰	۲	۲	مدیر مهندسی
بنگاه ۳	۰	۲	۲	مدیر مالی
بنگاه ۴	۲	۱	۱	مدیرعامل
بنگاه ۵	۱	۰.۵	۲	مدیر مهندسی
بنگاه ۶	۶	۵	۴	مدیر مالی
بنگاه ۷	۲	۲	۳	مدیر مالی



شکل ۶) تحولات جایگاه شرکت‌های تحت بررسی از نظر سود، سهم از بازار و تعداد محصولات جدید (شماره هر بنگاه درون دایره قرار دارد و تعداد محصول جدیدی که به بازار عرضه کرده داخل مستطیل قرار گرفته است)

فریزر با تیراژ تولید ۲.۷ میلیون دستگاه در سال در حال فعالیت در کشور هستند). در شکل ۶ تغییرات جایگاه این بنگاه‌ها و تعداد محصولات نوآورانه‌ای که این بنگاه‌ها طی بازه زمانی تحت بررسی به بازار معرفی کرده‌اند نمایش داده شده است. برای نمونه بنگاه شماره ۴ توانسته هم از نظر حاشیه سود و هم از نظر سهم از بازار جایگاه خود را ارتقا دهد و ۱ محصول جدید نیز به بازار عرضه کند.

گام دوم: تحلیل کیفی و استخراج مولفه‌ها

همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، هم تمرکز بر فعالیت‌های تولیدی و هم فعالیت‌های متصل به تولید (شامل تحقیق و توسعه، خدمات پس از فروش و ...) در محور سیاست‌های بنگاه‌ها قرار داشته است. اما باید مشخص شود که از بین سیاست‌های فوق، کدام یک و با چه درجه اهمیتی در توسعه و فرارسی فناوری بنگاه‌ها اثرگذار بوده‌اند؟

بررسی وضعیت بنگاه‌های برتر حاکی از آن است که فرارسی فناوریانه و توسعه فعالیت‌های تحقیق و توسعه با هدف طراحی محصول جدید، جایگاهی محوری در محورهای برنامه‌های تحقیق و توسعه این بنگاه‌ها داشته است. به منظور استخراج عوامل موفقیت و اقدامات بنگاه‌ها در زمینه معرفی محصول جدید به بازار و همچنین ارتقای سودآوری و افزایش سهم بازار ناشی از این معرفی محصول، افزون بر ۱۴ مصاحبه هدفمند با مدیران ارشد شرکت‌ها و تحلیل نظام‌مند برنامه‌های اجرایی، ارزیابی تحولات محیط کسب‌وکار بنگاه‌ها نیز صورت پذیرفته است. محتوای مورد نیاز با بهره‌گیری از روش تحلیل محتوای کیفی و مبتنی بر مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان و فعالان صنعت لوازم خانگی و نیز مدیران و کارشناسان واحدهای فعال در این صنعت استخراج گردیده است. معیار انتخاب مصاحبه‌شوندگان، روش «نمونه‌گیری هدفمند از نوع گلوله‌برفی» با شرط داشتن حداقل ۱۰ سابقه مدیریت ارشد یا مشاوره عالی در صنعت لوازم خانگی و تسلط بر فرآیندهای توسعه فناوری بوده است. همچنین فرآیند

جدول ۳) ویژگی بنگاه‌های برتر انتخاب‌شده

شرکت	سیاست‌های کلیدی احصاء شده از مصاحبه با مدیران
۱	انعطاف‌پذیری بالا در زنجیره ارزش، نگرش منبع‌محور، بهره‌گیری از صرفه‌های مقیاس، تحقیق و توسعه مستمر، همکاری تجاری و توسعه بازار و توجه به پایداری زیست محیطی
۲	افزایش رقابت‌پذیری هزینه‌ای، سازگاری با تحولات محیطی، ارتقای رضایت مصرف‌کنندگان و تمرکز برند معتبر با سطح نوآوری بالا
۳	توجه به مشتریان، پایداری زیست محیطی و دیجیتال‌سازی و اتصال، ارائه سبد محصولات گسترده و هوشمند، راهبرد تولید و خرده‌فروشی مبتنی بر برند، ارتقای تحقیق و توسعه در راستای عرضه محصولات پیشرفته، توسعه بازار از طریق سرمایه‌گذاری مستقیم و مشترک و پیاده‌سازی روش‌های مدیریتی موثر به منظور کنترل و ارزیابی سطوح عملکردی
۴	تنوع وسیع محصولات نوآورانه، کیفیت برتر، ارزش برند، قیمت‌های رقابتی، تبلیغات و بازاریابی موثر و پشتیبانی لجستیکی، تحقیق و توسعه توانمند و پایدار، برنامه‌ریزی مستمر برای ارزیابی استانداردها و پیشرو بودن در کیفیت با استقرار نظام تضمین کیفیت جامع
۵	تعهد قوی به تحقیق و توسعه، قابلیت‌های عملیاتی بالا، ترکیب موفق راهبردهای تنوع افقی و عمودی، کمپین‌های موفق برندینگ و همکاری‌های تجاری بین‌المللی، راهبرد تولید و خرده‌فروشی مبتنی بر برند
۶	ارتقای دانش تولیدی، توانمندسازی تولیدکنندگان و مدیریت نوآوری و برندسازی
۷	عرضه طیف گسترده محصولات، برتری عملیاتی، گستردگی زنجیره ارزش و توسعه روش‌های OBM، ارتقای تحقیق و توسعه در راستای عرضه محصولات پیشرفته

جدول ۴) نمونه‌ای از فرآیند و مسیر تجمیع کدهای کیفی بر اساس رویکرد داده‌بنیاد

کد گزینشی / مقوله اصلی (Selective Code)	کد محوری / مقوله فرعی (Axial Code)	کد باز (Open Code)	داده خام / نقل قول مستقیم خبره (Raw Data)
محیط نهادی (Institutional Environment)	اثرات دوگانه و محرک‌های متناقض سیاست‌های حمایتی دولت	- بازار تضمین‌شده ناشی از ممنوعیت واردات - بی‌ثباتی و نوسانات سیاست‌های حمایتی - کاهش انگیزه سرمایه‌گذاری بلندمدت روی پلتفرم	خبره شماره ۳: «ممنوعیت واردات در سه سال اول یک فرصت طلایی بود و بازار را دو دستی داد به ما، اما چون نوسان سیاستی زیاد است و معلوم نیست فردا چه می‌شود، رغبتی برای سرمایه‌گذاری روی طراحی پلتفرم‌های جدید وجود ندارد.»
قابلیت‌های درون‌بنگاهی (Internal Capabilities)	توسعه یادگیری دو حلقه‌ای و اقتصاد نوآوری در سطح بنگاه	- عبور از مونتاژ به طراحی بومی - تمرکز بر ثبت مالکیت طراحی‌ها - چالش رسیدن به مقیاس اقتصادی بهینه تولید	خبره شماره ۱: «شرکت‌هایی موفق شدند که از کپی‌کاری صرف جلوتر رفتند. ما اول قطعات را مونتاژ می‌کردیم، اما بعد تیم تحقیق و توسعه آمد روی بومی‌سازی برد الکترونیکی و ثبت مالکیت طراحی‌ها کار کرد تا به مقیاس تولید بهینه برسیم.»
رژیم فناوری (Technological Regime)	پویایی چرخه فناوری و دسترسی به کانال‌های دانش خارجی	- شتاب بالای چرخه فناوری‌های هوشمند - ضرورت اتصال به شبکه‌های دانش بین‌المللی - ریسک بالای عقب‌ماندگی از چرخه فناوری	خبره شماره ۷: «تکنولوژی در بخش لوازم‌خانگی هوشمند (IoT) خیلی سریع تغییر می‌کند. اگر نتوانیم به شبکه‌های دانش خارجی متصل شویم یا چرخه توسعه محصولاتمان را به زیر یک سال برسانیم، مزیت‌مان را فوراً از دست می‌دهیم.»

جدول ۵) عوامل موفقیت و اقدامات استخراج شده از مصاحبه‌ها

شماره اقدام	عوامل موفقیت و اقدامات بنگاه‌ها
۱	مسیر فناوری به منظور توسعه طراحی ارگونومیک داخلی و بیرونی یخچال و فریزر در دو مرحله تعریف شد. مرحله اول چرخه کوتاه مبتنی بر بررسی طراحی سایر شرکت‌ها و استخراج نقاط قوت و ضعف آن‌هاست. در مرحله دوم طراحی تفصیلی یک محصول جدید منطبق با سلايق و نیازمندی‌های مشتریان بنگاه هدف گذاری گردید (بنگاه ۱- مصاحبه با مدیر مالی).
۲	بنگاه ارزیابی از شرکت‌های استارت‌آپی فعال در حوزه طراحی صنعتی صورت داد و به یک شرکت برگزیده سفارش یک نمونه طراحی صنعتی را نیز داد. همچنین یک دوره مسابقه طراحی یخچال توسط بنگاه برگزار گردید (بنگاه ۱- مصاحبه با مدیر مالی).
۳	با توجه به امکان کمی‌برداری از طرح‌های نوآورانه بنگاه، زمینه لازم از طریق ثبت مالکیت طرح‌ها با هدف جلوگیری از کمی‌برداری از آن‌ها صورت پذیرفت تا بیشترین منافع خصوصی ناشی از طرح نوآورانه نصیب بنگاه گردد و امکان تضييع حقوق معنوی بنگاه بواسطه کمی‌برداری رقبا از بین رود (بنگاه ۷- مصاحبه با مدیر مالی).
۴	بنگاه به منظور هم‌افزایی از ظرفیت پارک‌های علم و فناوری، دریافت و طبقه‌بندی سلايق مشتریان را با همراهی یکی از شرکت‌های تحلیل بازار مستقر در یک پارک علم و فناوری پیگیری کرد. هدف از این کار استخراج ویژگی‌ها و مولفه‌های عملکردی و زیباشناختی است که از نظر مشتریان اهمیت دارد (بنگاه ۵- مصاحبه با مدیر مهندسی).
۵	با توجه به سرریزهای بالای توان طراحی و امکان تسری آن به سایر محصولات، شرکت ابزارهای مدیریت و مستندسازی دانش ایجاد شده را در جهت بهره‌گیری حداکثری از سرریزهای آن در دستور کار قرار داد تا دانش ایجاد شده را برای طراحی سایر محصولات به کار گیرد (بنگاه ۲- مصاحبه با مدیر مهندسی).
۶	در کنار خلق دانش در درون بنگاه، بهره‌گیری از دانش‌های بیرونی نیز مورد توجه قرار گرفته است، از این رو مهندسی معکوس محصولات خارجی به عنوان یکی از روش‌های احصاء دانش خارجی مورد توجه قرار گرفته است (بنگاه ۵- مصاحبه با مدیر مهندسی).
۷	با توجه به آنکه بنگاه در مراحل آغازین توسعه فناوری طراحی است، بهره‌گیری از دانش نمادین و ترکیبی در دستور کار قرار می‌گیرد. در دانش نمادین الهام‌گیری از اشکال و تصاویر و در دانش مهندسی رعایت اصول هندسی و ریاضی در ابعاد طراحی مورد توجه قرار گرفته است (بنگاه ۳- مصاحبه با مدیر مالی).
۸	دولت (سازمان فنی و حرفه‌ای) به منظور تسهیل ارتباط صنعت و دانشگاه مجموعه‌ای از دوره‌های آموزش طراحی صنعتی را تدارک دید (بنگاه ۴- مصاحبه با مدیر عامل).
۹	گروه‌های همکاری مشترک از ذی‌نفعان تشکیل شد تا دوره‌های کار مشترک خصوصاً با حضور دانشجویان و صنعتگران بر روی ایده‌های طراحی یخچال‌ها و فریزرها برگزار شود. به منظور تسهیل اشتراک دانش، همکاری با سایر بنگاه‌ها نیز در دستور کار قرار گرفت (بنگاه ۵- مصاحبه با مدیر مهندسی).
۱۰	دولت به منظور تسهیل فضای کسب و کار بنگاه‌ها، مجموعه‌ای از اقدامات حمایتی از جمله ممنوعیت واردات را برنامه‌ریزی کرد. همچنین افزایش نرخ ارز، موجب شد شرایط رقابتی برای تولیدات داخلی در مقایسه با تولیدات خارجی مهیا شود و بنگاه انگیزه لازم را برای حرکت به سمت افزایش عمق ساخت داخل بدست آورد (بنگاه ۷- مصاحبه با مدیر مالی).
۱۱	بنگاه با الهام از تجربه‌های موفق، روش فرارسی از طریق دنباله‌روی مسیر را در دستور کار خود قرار داد و سعی کرد همان رویه‌ای که سایر بنگاه‌های برتر جهانی پیاده‌سازی کرده‌اند را طی کند (بنگاه ۴- مصاحبه با مدیر عامل).
۱۲	با توجه به اینکه تاکنون نقش بنگاه در تولید یخچال به صورت OEM بوده است، به منظور ارتقاء جایگاه بنگاه از نظر طراحی، حرکت به سمت ODM در دستور کار قرار گرفت که لازمه آن توسعه مهارت عملیاتی و مهارت‌های طراحی بنگاه است (بنگاه ۶- مصاحبه با مدیر مالی).
۱۳	مهمترین پنجره فرصت در اختیار بنگاه، شرایط بازار است. ممنوعیت اعمال شده از سمت دولت، بازار رو به گسترشی برای بنگاه ایجاد کرده که می‌تواند به عنوان یک فرصت برای توسعه طراحی محصولات به شمار آید (بنگاه ۶- مصاحبه با مدیر مالی).
۱۴	بنگاه بر روی برخی تجهیزات مورد نیاز نظیر سیستم‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری برای طراحی و پرینتر سه‌بعدی سرمایه‌گذاری نمود تا توانمندی‌های فناوریانه خود را ارتقا دهد (بنگاه ۵- مصاحبه با مدیر مهندسی).
۱۵	با توجه به اهمیت ارتقای قابلیت‌های خطوط تولیدی به منظور تولید انبوه طرح‌های جدید، خریداری دستگاه‌های جدید تزریق و برش در دستور کار بنگاه قرار گرفته است تا امکان تولید با کیفیت طراحی‌های جدید میسر گردد (بنگاه ۵- مصاحبه با مدیر مهندسی).

گام سوم: توسعه مدل و تحلیل کمی

در این گام به منظور استخراج عوامل پنهان درون این ۱۵ اقدام، لازم است از طریق استخراج میزان اثرگذاری دو به دو این متغیرها بر یکدیگر، ماتریس همبستگی میان آن‌ها را استخراج نمود. از این رو فهرست اقدامات در قالب پرسش‌نامه‌ای تهیه و در اختیار جامعه نخبگی هدف قرار داده شد، هدف از این پرسش‌نامه استخراج همبستگی میان اقدامات با یکدیگر از دیدگاه خبرگان بوده است. در نهایت ماتریس همبستگی این اقدامات به شرح ذیل استخراج می‌گردد. چنان که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، می‌توان مجموعه اقدامات را به ۴ دسته با درجات همبستگی بالا با یکدیگر تقسیم کرد، به طوری که هفت اقدام اول را به یک متغیر پنهان، سه اقدام شماره ۸، ۹ و ۱۰ را به عنوان متغیر پنهان دوم، اقدام‌های شماره ۱۱ و ۱۲ را به عنوان متغیر پنهان سوم و اقدامات ۱۳، ۱۴ و ۱۵ را به عنوان متغیر پنهان چهارم در نظر گرفت. در این صورت می‌توان یک مدل

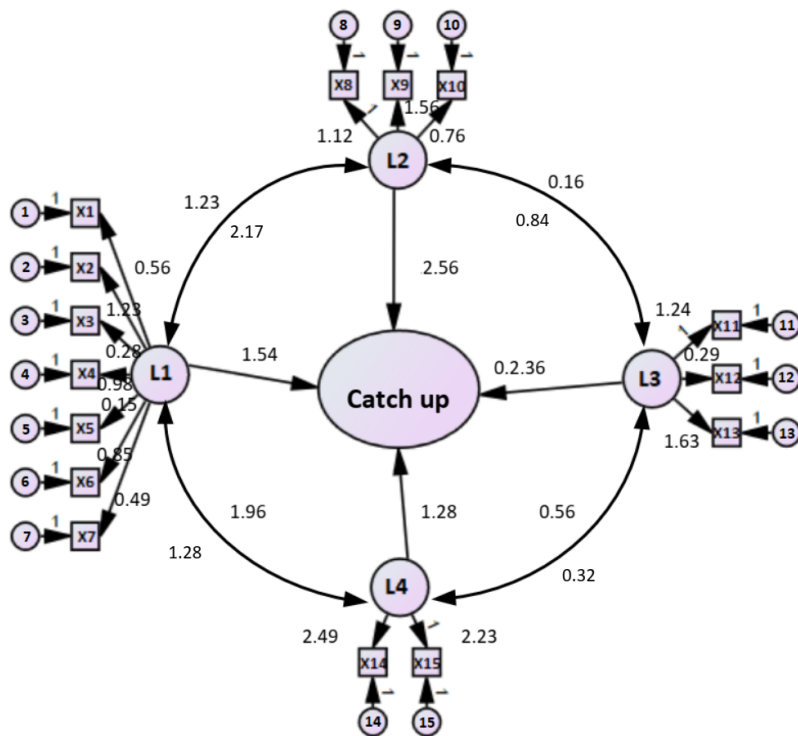
معادلات ساختاری توسعه داد و بر اساس نتایج گردآوری شده از پرسش‌نامه‌ها، صحت‌گذاری این مدل را مورد بررسی قرار داد (اقدامات جدول ۵ بر اساس ضرایب همبستگی جدول ۶ مرتب شده‌اند).

گام چهارم: اعتبار سنجی مدل

همان‌گونه که در شکل ۷ مشاهده می‌شود چارچوب پیشنهادی شامل ۲۷ فرضیه در خصوص اثرگذاری متغیرها بر یکدیگر است (۱۵ فرضیه مربوط به تاثیرگذاری مولفه‌ها بر متغیرهای پنهان، ۴ فرضیه در خصوص تاثیرگذاری متغیرهای پنهان بر متغیر اصلی و ۸ فرضیه در خصوص تاثیرگذاری متغیرهای پنهان بر یکدیگر). مقادیر شاخص‌های برازش مدل در جدول ۷ تاییدکننده ساختار علی و معلولی مدل هستند. پس از محاسبه آماره t درباره تایید یا رد فرضیه‌ها تصمیم‌گیری می‌شود (اگر این آماره کمتر از ۱.۹۶ شود، فرضیه مردود است). جدول ۸ مقدار آماره t و مقدار ضریب مسیر را برای فرضیه‌های مدل نشان می‌دهد.

جدول ۶) ماتریس همبستگی اقدامات

	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
۱	۰.۳	۰.۱۹	۰.۱۳	۰.۳۶	۰.۰۶	۰.۳۵	۰.۰۶	۰.۲۶	۰.۷۸	۰.۷۴	۰.۷۲	۰.۹۴	۰.۷۳	۰.۸۸	۰.۵۸
۲	۰.۰۵	۰.۳۳	۰.۴۴	۰.۳۵	۰.۲۱	۰.۰۶	۰.۲۷	۰.۴۸	۰.۵۷	۰.۸	۰.۶۹	۰.۷۶	۰.۹۳	۰.۸۵	۰.۸۸
۳	۰.۲۳	۰.۰۶	۰.۲۷	۰.۱۴	۰.۴۱	۰.۱۳	۰.۱۸	۰.۳۹	۰.۹۱	۰.۷۸	۰.۷۷	۰.۷۳	۰.۸۱	۰.۹۳	۰.۷۳
۴	۰.۴۵	۰.۴۲	۰.۱۴	۰.۴۳	۰.۲۶	۰.۳۵	۰.۱	۰.۳	۰.۶	۰.۹۳	۰.۷۶	۰.۹۱	۰.۷۳	۰.۷۶	۰.۹۴
۵	۰.۱۱	۰.۲۷	۰.۳۹	۰.۵	۰.۳۴	۰.۰۸	۰.۱۷	۰.۴۹	۰.۸۹	۰.۸۳	۰.۸۶	۰.۷۶	۰.۷۷	۰.۶۹	۰.۷۲
۶	۰.۱۱	۰.۲۳	۰.۴۳	۰.۰۸	۰.۰۷	۰.۰۸	۰.۳۱	۰.۳۶	۰.۶۵	۰.۶۸	۰.۸۳	۰.۹۳	۰.۷۸	۰.۸	۰.۷۴
۷	۰.۱۹	۰.۴۱	۰.۳۸	۰.۴۶	۰.۳۳	۰.۲۶	۰.۳۸	۰.۱۱	۰.۵۶	۰.۶۵	۰.۸۹	۰.۶	۰.۹۱	۰.۵۷	۰.۷۸
۸	۰.۳۶	۰.۴۱	۰.۳۴	۰.۳۱	۰.۲۹	۰.۹۴	۰.۵۹	۰.۶	۰.۱۱	۰.۳۶	۰.۴۹	۰.۳	۰.۳۹	۰.۴۸	۰.۲۶
۹	۰.۲۲	۰.۳۵	۰.۳۵	۰.۲۴	۰.۳۴	۰.۶۶	۰.۶۵	۰.۵۹	۰.۳۸	۰.۳۱	۰.۱۷	۰.۱	۰.۱۸	۰.۲۷	۰.۰۶
۱۰	۰.۰۷	۰.۴۲	۰.۲۶	۰.۳۵	۰.۱۳	۰.۷۷	۰.۶۶	۰.۹۴	۰.۲۶	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۳۵	۰.۱۳	۰.۰۶	۰.۳۵
۱۱	۰.۲۹	۰.۴۱	۰.۱۸	۰.۷۳	۰.۶۲	۰.۱۳	۰.۳۴	۰.۲۹	۰.۳۳	۰.۰۷	۰.۳۴	۰.۲۶	۰.۴۱	۰.۲۱	۰.۰۶
۱۲	۰.۲۳	۰.۳۸	۰.۱۲	۰.۸۶	۰.۷۳	۰.۳۵	۰.۲۴	۰.۳۱	۰.۴۶	۰.۰۸	۰.۵	۰.۴۳	۰.۱۴	۰.۳۵	۰.۳۶
۱۳	۰.۵۶	۰.۸	۰.۶	۰.۱۲	۰.۱۸	۰.۲۶	۰.۳۵	۰.۳۴	۰.۳۸	۰.۴۳	۰.۳۹	۰.۱۴	۰.۲۷	۰.۴۴	۰.۱۳
۱۴	۰.۷۸	۰.۸۶	۰.۸	۰.۳۸	۰.۴۱	۰.۴۲	۰.۳۵	۰.۴۱	۰.۴۱	۰.۲۳	۰.۲۷	۰.۴۲	۰.۰۶	۰.۳۳	۰.۱۹
۱۵	۰.۹	۰.۷۸	۰.۵۶	۰.۲۳	۰.۲۹	۰.۰۷	۰.۲۲	۰.۳۶	۰.۱۹	۰.۱۱	۰.۱۱	۰.۴۵	۰.۲۳	۰.۰۵	۰.۳



شکل ۷) مدل معادلات ساختاری چارچوب پیشنهادی

جدول ۷) شاخص‌های برازش مدل

شاخص برازش	مقدار به دست آمده در مدل	حدود مجاز علمی	نتیجه برازش
SRMR	0.062	کمتر از ۰.۰۸	مورد تایید
NFI	0.915	بیشتر از ۰.۹۰	مورد تایید

جدول ۸) ضرایب آماری مدل معادلات ساختاری پژوهش

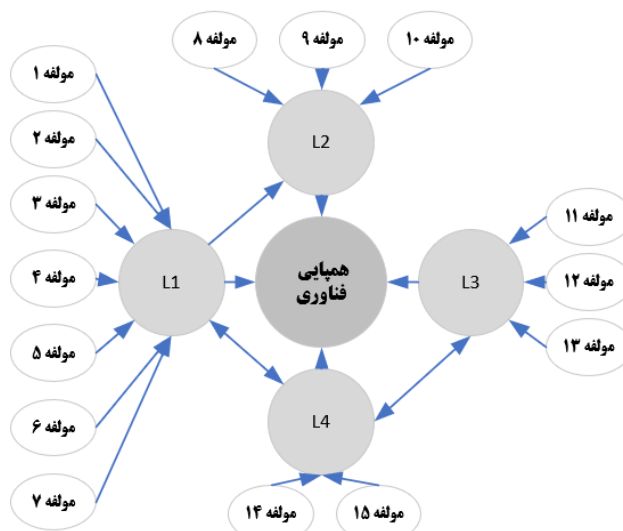
مقدار آماره	مقدار	فرضیه	مقدار	مقدار ضریب	فرضیه	مقدار آماره t	مقدار ضریب	فرضیه
t	ضریب مسیر	اثرگذاری	آماره t	مسیر	اثرگذاری		مسیر	اثرگذاری
1.36	0.84	L2 بر L3	3.26	0.76	L2 بر X10	3.12	۰.۵۶	L1 بر X1
4.19	0.32	L4 بر L3	2.71	1.24	L3 بر X11	2.29	1.23	L1 بر X2
5.23	0.56	L3 بر L4	3.27	0.29	L3 بر X12	3.49	0.28	L1 بر X3
6.12	1.28	L4 بر L1	2.01	1.63	L3 بر X13	2.84	0.98	L1 بر X4
3.24	1.98	L1 بر L4	3.01	2.23	L4 بر X14	2.06	0.15	L1 بر X5
2.18	2.54	C بر L1	2.47	2.49	L4 بر X15	2.71	0.85	L1 بر X6
3.29	2.56	C بر L2	2.14	1.23	L2 بر L1	2.51	0.49	L1 بر X7
4.15	2.28	C بر L3	1.56	2.17	L1 بر L2	3.45	1.12	L2 بر X8
5.29	2.96	C بر L4	1.45	0.16	L3 بر L2	2.02	1.56	L2 بر X9

فرارسی (ضریب ۲.۲۸، آماره ۴.۱۵)، محیط نهادی (ضریب ۲.۵۶، آماره ۳.۲۹) و رژیم فناوری (ضریب ۲.۵۴، آماره ۲.۱۸) به ترتیب بیشترین اثر مستقیم را دارند. این ترتیب اهمیت، نشان می‌دهد که در بستر صنعت لوازم خانگی ایران، عوامل درون‌بنگاهی و راهبردی، وزن بیشتری نسبت به عوامل ساختاری و نهادی در تبیین موفقیت فرارسی دارند.

(ب) روابط بازگشتی میان ابعاد: یکی از نوآوری‌های مفهومی مدل، شناسایی روابط دوسویه و بازگشتی میان ابعاد است. از میان هشت فرضیه تعریف‌شده برای روابط متقابل، چهار مسیر از نظر آماری معنادار تشخیص داده شدند (آماره t بزرگ‌تر از ۱.۹۶) محیط نهادی و رژیم فناوری یک رابطه دوسویه قوی با یکدیگر دارند: محیط نهادی با ضریب ۱.۲۳ (آماره ۲.۱۴) بر رژیم فناوری اثر می‌گذارد و در مقابل، رژیم فناوری با ضریب قوی‌تر ۱.۹۸ (آماره ۳.۲۴) محیط نهادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این رابطه حلقوی نشان می‌دهد که مداخلات دولتی (محیط نهادی) می‌تواند ویژگی‌های رژیم فناوری (مانند دسترسی به دانش خارجی) را شکل دهند و هم‌زمان، تحولات در رژیم فناوری (مانند کوتاه‌تر شدن چرخه توسعه) می‌تواند فضای سیاست‌گذاری و نهادی را بازتعریف کند.

ضریب آلفای کرونباخ برای بررسی همسانی درونی گویه‌ها به ترتیب برابر ۰.۷۵، ۰.۸۶، ۰.۹۲ و ۰.۸۱ برای متغیرهای L1 تا L4، و ۰.۸۴ برای کل مدل است که تاییدکننده پایایی مدل برازش شده است. چنانچه جدول بالا بر همین اساس تفسیر شود، می‌توان چارچوب پیشنهادی را بر اساس تایید و رد فرضیه و همچنین سطح اثرگذاری متغیرها به شرح ذیل بازنویسی کرد. مدل معادلات ساختاری پژوهش (شکل‌های ۷ و ۸) امکان واکاوی شبکه روابط علی میان این ابعاد را فراهم ساخته است. بر اساس ضرایب مسیر و مقادیر آماره t گزارش‌شده در جدول ۷، تصویری پویا و چندلایه از چگونگی تعامل این ابعاد با یکدیگر و با متغیر مکنون فرارسی فناورانه به دست آمده است که تحلیل آن حاوی نکات قابل توجهی است.

الف) اثرات مستقیم بر فرارسی فناورانه: یافته‌ها نشان می‌دهد که هر چهار بُعد مدل، اثر مستقیم و معناداری بر فرارسی فناورانه دارند، اما شدت این اثرگذاری یکسان نیست. قابلیت‌های درون‌بنگاهی با ضریب مسیر ۲.۹۶ و آماره t برابر با ۵.۲۹، قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده فرارسی است. این یافته مؤید آن است که بدون توسعه قابلیت‌های فناورانه و تولیدی، سایر عوامل بیرونی و راهبردی نمی‌توانند به‌تنهایی شکاف فناورانه را کاهش دهند. پس از آن، راهبرد



شکل ۸) الگوی تاییدشده برای همپایی فناوری

ادبیات موضوع و مدل‌های شرح داده شده در بخش مرور ادبیات پژوهش، تعاریف جدول ۹ را می‌توان برای مولفه‌های استخراج شده بکار بست.

گام پنجم: انطباق مدل با پیشینه موضوع

بر اساس تحلیل ماتریس همبستگی میان مولفه‌ها، ۴ متغیر پنهان که واسطه اثرگذاری هر ۱۵ مولفه بر متغیر همپایی فناوری هستند استخراج شد. بر این اساس و بر اساس

جدول ۹) اقدامات و فعالیت‌های بنگاه‌های منتخب در راستای همپایی فناوریانه

شماره	شرح اقدام	مولفه	مرجع انطباق	بُعد
مؤلفه ۱	تعریف مسیر طراحی در دو مرحله: الگوبرداری از طرح‌های موجود و سپس طراحی تفصیلی بر اساس نیازمندی مشتریان (اقدام ۱)	چرخه توسعه فناوری	مدل هابدی	رژیم فناوری
مؤلفه ۲	ارزیابی و همکاری با استارت‌آپ‌های طراحی صنعتی و برگزاری مسابقه طراحی (اقدام ۲)	سطح کارآفرینی	مدل یانفی و ژانگ	
مؤلفه ۳	ثبت مالکیت طرح‌های نوآورانه برای جلوگیری از کپی‌برداری رقا (اقدام ۳)	اقتصاد نوآوری	مدل یانفی و ژانگ	
مؤلفه ۴	استفاده از ظرفیت پارک‌های علم و فناوری برای تحلیل بازار و استخراج سلايق مشتریان (اقدام ۴)	واسطه‌های نوآوری	مدل لی و همکاران	
مؤلفه ۵	استقرار نظام مدیریت دانش برای مستندسازی و بهره‌گیری از سرریزهای توان طراحی (اقدام ۵)	سطح سرریز دانش	مدل یانفی و ژانگ	
مؤلفه ۶	بهره‌گیری از مهندسی معکوس محصولات خارجی به عنوان روش احصاء دانش بیرونی (اقدام ۶)	محل فرصت‌های فناوریانه (دسترسی به دانش)	مدل لی و همکاران	
مؤلفه ۷	ترکیب دانش نمادین (الهام از اشکال) و دانش مهندسی (اصول هندسی و ریاضی) در طراحی (اقدام ۷)	نوع دانش و کانال‌های سرریز آن	میانو و همکاران	
مؤلفه ۸	تسهیل برگزاری دوره‌های آموزش طراحی صنعتی توسط دولت (سازمان فنی و حرفه‌ای) (اقدام ۸)	مداخلات دولت	مدل لی و همکاران	محیط نهادی
مؤلفه ۹	تشکیل گروه‌های همکاری مشترک دانشجویان و صنعتگران برای اشتراک دانش و تجربه (اقدام ۹)	محیط فناوری و نوآوری	مدل لی و همکاران	
مؤلفه ۱۰	اعمال ممنوعیت واردات و افزایش نرخ ارز به عنوان مشوق توسعه بازار داخلی (اقدام ۱۰)	محیط کسب و کار	مدل لی و همکاران	
مؤلفه ۱۱	اتخاذ روش دنباله‌روی از مسیر پیشگامان جهانی (اقدام ۱۱)	روش‌های همپایی فناوری	مدل لی و همکاران و مدل هابدی	راهبرد همپایی
مؤلفه ۱۲	حرکت از موقعیت OEM به ODM از طریق توسعه مهارت‌های عملیاتی و طراحی (اقدام ۱۲)	مسیرهای همپایی فناوری	مدل لی و همکاران و مدل هابدی	
مؤلفه ۱۳	بهره‌گیری از ممنوعیت واردات به عنوان پنجره فرصت برای رشد سهم بازار و توسعه طراحی (اقدام ۱۳)	پنجره‌های فرصت همپایی فناوری	مدل لی و همکاران	
مؤلفه ۱۴	سرمایه‌گذاری در تجهیزات طراحی و پرینتر سه‌بعدی برای ارتقای توانمندی‌های فناوریانه (اقدام ۱۴)	قابلیت‌های فناوریانه و نوآورانه	مدل میانو و همکاران	قابلیت‌های درون بنگاهی
مؤلفه ۱۵	خریداری دستگاه‌های جدید تزریق و برش برای تولید انبوه و باکیفیت طرح‌های جدید (اقدام ۱۵)	قابلیت‌های تولیدی	میانو و همکاران	

۴- یافته‌ها

مقایسه مولفه‌ها و ابعاد استخراج‌شده در مدل پیشنهادی نشان می‌دهد که این مدل انطباق بالایی با مولفه‌های معرفی‌شده توسط لی و همکاران [۴] دارد. بررسی مجموعه سیاست‌های پیاده‌شده توسط بنگاه‌های مورد مطالعه، میزان همپوشانی بالایی از فعالیت‌های صورت‌گرفته و مولفه‌های مورد تاکید مدل‌های مرسوم فرارسی را نشان می‌دهد. اما می‌توان این مولفه‌ها را در قالب یک الگوی جدید نیز طراحی و طبقه‌بندی کرد. چراکه برخی از مولفه‌های کسب‌وکاری هستند که ممکن است در فضای اقتصاد کلان یک کشور اهمیت به‌سزایی داشته باشند، اما در مدل‌های فرارسی مرسوم چندان مورد توجه قرار نگرفته باشند. مولفه‌های جدول ۹، می‌تواند ساختاربنندی مجددی از این مولفه‌ها ارائه دهد که به عنوان یک الگوی تعمیم‌یافته بر اساس مدل‌های دیگر فرارسی مورد توجه قرار گیرد.

بر این اساس مدل فرارسی فناوری برای بنگاه‌های صنعت لوازم‌خانگی را می‌توان دارای ۴ بُعد اصلی شامل «رژیم فناوری»، «محیط نهادی»، «راهبرد فرارسی» و «قابلیت‌های درون‌بنگاهی» دانست که برای هر یک از این ابعاد از طریق مولفه‌هایی به شرح جدول ۱۰ اثرگذاری مستقیم بر فرارسی فناوری دارند. در این مدل، رژیم فناوری به‌عنوان بستری ساختاری، مشتمل بر هفت مؤلفه شامل چرخه توسعه فناوری (الگوبرداری از طرح‌های موجود و به‌روزرسانی آن‌ها)، سطح کارآفرینی (برون‌سپاری طراحی به شرکت‌های نوپا)، اقتصاد نوآوری (ثبت مالکیت طراحی‌ها)، واسطه‌های نوآوری (استفاده از ظرفیت پارک‌های علم و فناوری)، سطح سرریز دانش (استقرار نظام مدیریت دانش)، دسترسی به دانش خارجی (مهندسی معکوس) و نوع دانش و کانال‌های سرریز آن (ترکیب دانش نمادین و مهندسی) تعریف می‌شود. محیط نهادی نیز با سه مولفه مداخلات دولت (تسهیل دوره‌های آموزش طراحی صنعتی)، محیط فناوری و نوآوری (تشکیل گروه‌های همکاری مشترک برای اشتراک

دانش) و محیط کسب‌وکار (ممنوعیت واردات و نوسانات ارزی به‌عنوان پنجره فرصت)، نقش فراهم‌ساز شرایط زمینه‌ای را ایفا می‌کند.

در کنار این دو بُعد بیرونی، مدل بر دو رکن درونی نیز استوار است: راهبرد فرارسی و قابلیت‌های درون‌بنگاهی. راهبرد فرارسی مشتمل بر سه مؤلفه روش‌های فرارسی (دنباله‌روی از مسیر پیشگامان جهانی)، مسیرهای فرارسی (حرکت از OEM به ODM) و پنجره‌های فرصت (رشد سهم بازار به‌واسطه ممنوعیت واردات کالاها رقیب) است که جهت‌گیری کلان بنگاه را در قبال شکاف فناورانه مشخص می‌کند. قابلیت‌های درون‌بنگاهی نیز به‌عنوان ستون فقرات اجرایی مدل، شامل دو مؤلفه قابلیت‌های فناورانه و نوآورانه (سرمایه‌گذاری در فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم نظیر چاپ سه‌بعدی) و قابلیت‌های تولیدی (به‌روزرسانی خطوط تولید با تجهیزات جدید) است.

۴-۱ ویژگی‌ها و راهبردهای بنگاه‌های موفق

واکاوی سیاست‌ها و برنامه‌های اجرایی هفت بنگاه منتخب که طی بازه پنج‌ساله موفق به ارتقای هم‌زمان حاشیه سود، سهم بازار و تعداد محصولات جدید شده‌اند (جدول ۳ و شکل ۷)، نشان‌دهنده مجموعه‌ای از ویژگی‌ها و جهت‌گیری‌های راهبردی مشترک و متمایزکننده است. این ویژگی‌ها، بنگاه‌های موفق را در برابر رقبایی که صرفاً به مونتاژ یا تولید با نشان تجاری دیگران (OEM) اکتفا کرده‌اند، برجسته می‌سازد. تحلیل محتوای مصاحبه‌ها با مدیران این بنگاه‌ها (جدول ۵) آشکار می‌سازد که موفقیت آن‌ها ریشه در چهار خوشه راهبردی اصلی دارد:

- **تحقیق و توسعه مستمر و نظام‌مند:** بارزترین فصل مشترک کلیه بنگاه‌های موفق، سرمایه‌گذاری پایدار و هدفمند بر روی تحقیق و توسعه است. این راهبرد صرفاً به ایجاد واحد تحقیق و توسعه محدود نمانده، بلکه به‌طور مشخص در خدمت «عرضه محصولات پیشرفته و نوآورانه» قرار گرفته

جدول (۱۰) اقدامات و فعالیت‌های بنگاه‌های منتخب در راستای همپایی فناوریانه

رژیم فناوری	محیط نهادی	راهبرد فرارسی	قابلیت‌های درون بنگاهی
<ul style="list-style-type: none"> چرخه توسعه فناوری: الگوبرداری از طرح‌های موجود و به روزرسانی آن‌ها بر اساس نیازمندی‌های جدید سطح کارآفرینی: برون‌سپاری طراحی محصولات به شرکت‌های نوپا اقتصاد نوآوری: ثبت مالکیت طراحی‌ها واسطه‌های نوآوری: استفاده از ظرفیت پارک علم و فناوری برای تحلیل بازار سطح سرریز دانش: استقرار نظام مدیریت دانش محل فرصت‌های فناوریانه (دسترسی به دانش): بهره‌گیری از دانش کسب شده از مهندسی معکوس محصولات مشابه نوع دانش و کانال‌های سرریز آن: ترکیب دانش‌های نمادین و مهندسی به منظور استخراج طرح‌های جذاب و نوآور 	<ul style="list-style-type: none"> مداخلات دولت: تسهیل برگزاری دوره‌های طراحی صنعتی برای بنگاه‌ها محیط فناوری و نوآوری: تشکیل گروه‌های مشترک برای اشتراک دانش و تجربه محیط کسب‌وکار: ایجاد زمینه توسعه محصولات ممنوعیت واردات و رشد نرخ ارز 	<ul style="list-style-type: none"> روش‌های فرارسی فناوری: دنباله روی از شرکت‌های پیشروی جهانی مسیرهای فرارسی فناوری: توسعه مهارت‌های عملیاتی و طراحی بنگاه در جهت کسب جایگاه ODM در زنجیره تولیدات پنجره‌های فرصت فرارسی فناوری: رشد سهم از بازار به واسطه ممنوعیت واردات کالاهای رقیب خارجی 	<ul style="list-style-type: none"> قابلیت‌های فناوریانه و نوآورانه: توسعه قابلیت‌های طراحی بر اساس فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم نظیر چاپ سه بعدی و ... قابلیت‌های تولیدی: به روز رسانی خطوط تولید با بهره‌گیری از تجهیزات جدید برش، تزریق و ...

است [۱۶]. برای نمونه، بنگاه‌های ۱، ۳، ۴، ۵ و ۷ همگی به‌صراحت «تحقیق و توسعه مستمر» و «ارتقای توان طراحی» را به‌عنوان محور برنامه‌های خود معرفی کرده‌اند. نکته قابل تأمل آنکه این بنگاه‌ها تحقیق و توسعه را از فعالیت‌های مقدماتی مانند مهندسی معکوس و طراحی تدریجی آغاز کرده و به تدریج به سمت طراحی محصول جدید (حرکت از OEM به ODM) پیش رفته‌اند که این امر با منطق مدل چرخه عمر معکوس هابدی انطباق کامل دارد.

– برتری عملیاتی و قابلیت‌های تولیدی: دومین ویژگی مشترک، تمرکز هم‌زمان بر «برتری عملیاتی» و «قابلیت‌های تولید در مقیاس» است. راهبرد تولید و خرده‌فروشی مبتنی بر برند، بهره‌گیری از صرفه‌های مقیاس (بنگاه ۱)، پیاده‌سازی روش‌های مدیریتی مؤثر برای کنترل و ارزیابی سطوح عملکردی (بنگاه‌های ۳ و ۵) و استقرار نظام‌های تضمین

کیفیت جامع (بنگاه ۴) همگی دال بر آن است که این بنگاه‌ها به موازات ارتقای طراحی، از ارتقای توان تولیدی غفلت نکرده‌اند. به بیان دیگر، قابلیت ساخت انبوه با کیفیت، مکمل ضروری قابلیت طراحی برای تجاری‌سازی موفق محصول جدید بوده است.

– توسعه بازار و همکاری‌های تجاری: برخلاف رویکرد منفعلانه به بازار، بنگاه‌های موفق راهبردهای فعالی را برای «توسعه بازار» دنبال کرده‌اند که طیفی از اقدامات را شامل می‌شود: از همکاری‌های تجاری بین‌المللی و سرمایه‌گذاری مشترک خارجی (بنگاه‌های ۳ و ۵) گرفته تا کمپین‌های موفق برندسازی (بنگاه ۵)، تبلیغات و بازاریابی مؤثر (بنگاه ۴)، و توجه ویژه به رضایت مشتریان از طریق ارائه سبد متنوع محصولات (بنگاه‌های ۳، ۴ و ۷). پایداری زیست‌محیطی و دیجیتال‌سازی نیز به‌عنوان دو روند نوظهور، در دستور کار

بر قابلیت‌های تولیدی، بازتابی از منطق مدل چرخه عمر معکوس هابدی است که مسیر فرارسی را از مونتاژ و تولید آغاز می‌کند. بُعد «راهبرد فرارسی» نیز به‌ویژه از مدل میائو و همکاران (که صراحتاً «راهبرد فرارسی» را به‌عنوان یکی از ارکان عوامل داخلی معرفی می‌کنند) وام گرفته شده و با مفاهیمی نظیر «پنجره‌های فرصت» در آثار لی [۹] پیوند خورده است. این هم‌پوشانی گسترده، نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی در خلا نظری شکل نگرفته، بلکه بر شانه‌های ادبیات موجود استوار شده است.

- **وجه تمایز و نوآوری مدل:** با وجود هم‌پوشانی‌های یادشده، مدل حاضر از چهار جنبه متمایز می‌شود. نخست، تأکید بر روابط بازگشتی و پویا. درحالی‌که اغلب مدل‌های پیشین، عوامل را به‌صورت ایستا و خطی فهرست می‌کنند، مدل حاضر با بهره‌گیری از معادلات ساختاری، روابط دوسویه و حلقه‌های بازخوردی میان ابعاد را آشکار ساخته است (برای نمونه، رابطه متقابل محیط نهادی و رژیم فناوری. دوم، وزن‌دهی به ابعاد در بستر ایران). انطباق با ادبیات نشان داد که اگرچه هر چهار بُعد در مدل‌های جهانی حضور دارند، اما وزن نسبی آن‌ها در بستر ایران متفاوت است؛ برای مثال، مؤلفه «ممنوعیت واردات» ذیل محیط نهادی، که در مدل‌های شرق آسیایی به این شکل پررنگ نیست، در این پژوهش به‌عنوان یک عامل کلیدی با اثرگذاری دوگانه (توآمان فرصت‌ساز و تهدیدکننده) ظاهر شده است. باید توجه داشت ممنوعیت واردات حتی می‌تواند آثار مخربی داشته باشد، زیرا چنین سیاست‌هایی می‌تواند منجر به شکل‌گیری حلقه‌های پاسخ و بازخورد و یادگیری فناورانه در بنگاه‌ها نشود.

سوم، تلفیق مدل‌های سطح بنگاه و سطح نظام ملی نوآوری. مدل حاضر با ترکیب هم‌زمان دغدغه‌های سطح بنگاه (قابلیت‌های درونی، راهبرد فرارسی) و سطح نظام ملی (محیط نهادی، رژیم فناوری)، یک چارچوب چندسطحی یکپارچه ارائه می‌دهد که در اغلب مدل‌های پیشین، این دو سطح به‌طور مجزا تحلیل شده‌اند. چهارم، تأکید بر اقتصاد نوآوری و مقیاس تولید. مؤلفه‌هایی نظیر «اقتصاد نوآوری» (ثبت مالکیت طراحی‌ها) و «قابلیت‌های تولیدی» که در مدل حاضر برجسته شده‌اند، در مدل‌های مرسوم کمتر مورد توجه

برخی از این بنگاه‌ها قرار داشته (بنگاه‌های ۱ و ۳) که نشان‌گر آینده‌نگری و آمادگی برای جهش‌های فناورانه آتی است.

- **انعطاف‌پذیری در زنجیره ارزش و هم‌افزایی:** در نهایت، بنگاه‌های موفق ترکیب هوشمندانه‌ای از راهبردهای تنوع افقی و عمودی را به نمایش گذاشته‌اند (بنگاه ۵). آن‌ها از یک‌سو در زنجیره ارزش خود انعطاف بالایی ایجاد کرده‌اند (بنگاه ۱)، و از سوی دیگر از طریق توسعه روش‌های ODM و OBM تلاش کرده‌اند تا سهم بیشتری از ارزش افزوده زنجیره را تصاحب کنند (بنگاه ۷). نکته جالب توجه، هم‌زمانی «نگرش منبع‌محور» (توسعه قابلیت‌های داخلی) با «نگرش بازارمحور» (انطباق با تحولات محیطی و سلاقی مشتریان) در راهبرد این بنگاه‌هاست که نشان از بلوغ مدیریت راهبردی آن‌ها دارد.

۴-۲- انطباق مدل با نظریه‌های موجود

اعتبار بیرونی یک مدل بومی، تا حد زیادی به میزان هم‌خوانی و در عین حال تمایز آن با چارچوب‌های نظری تثبیت‌شده در ادبیات جهانی بستگی دارد. از این رو، در گام پنجم پژوهش، انطباق نظام‌مند مدل چهاربعدی استخراج‌شده با مدل‌های مرجع فرارسی فناورانه شامل مدل هابدی [۳]، لی و همکاران [۴]، میائو و همکاران [۵] و یانفی و ژانگ [۶] مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این انطباق که به تفصیل در جدول ۱۱ ارائه شد، حاکی است که مدل پیشنهادی از یک‌سو با بدنه اصلی ادبیات فرارسی هم‌پوشانی قابل‌توجهی دارد و از سوی دیگر، بسط و بومی‌سازی معناداری را در خود جای داده است.

- **وجه هم‌پوشانی و تأیید متقابل:** هر چهار بُعد مدل پیشنهادی، ردپای روشنی در مدل‌های پیشین دارند. بُعد «محیط نهادی» مستقیماً با مفهوم «دخالت دولت» و «محیط فناوری و نوآوری» در مدل لی و همکاران [۴] و «محیط نهادی» در مدل میائو و همکاران [۵] متناظر است. بُعد «رژیم فناوری» نیز تقریباً با همین عنوان در هر سه مدل لی و همکاران، میائو و همکاران و یانفی و ژانگ حضور دارد و مؤلفه‌هایی نظیر چرخه توسعه فناوری، دسترسی به دانش خارجی و نوع دانش، مفاهیمی مشترک در تمامی این چارچوب‌ها هستند. بُعد «قابلیت‌های درون‌بنگاهی» با «مزیت‌های رقابتی» در مدل لی و همکاران و «قابلیت‌های فناورانه» در مدل میائو و همکاران هم‌خوانی دارد و تأکید آن

جدول ۱۱) نگاشت تطبیقی مدل پیشنهادی با پیشینه جهانی و تبیین وجوه تمایز و نوآوری آن در بستر ایران

بعد مدل	الف) وجوه هم‌پوشانی و تأیید متقابل با ادبیات جهانی	ب) وجوه تمایز و نوآوری مدل در بستر ایران
محیط نهادی	متناظر با دخالت دولت در مدل لی و همکاران و محیط نهادی مدل میانو	وزن‌دهی متفاوت در ایران؛ اثر دوگانه و کلیدی ممنوعیت واردات (فرصت و تهدید توأمان)
رژیم فناوری	حضور مشترک در تمام مدل‌های پیشین؛ چرخه‌های فناوریانه و دسترسی به دانش خارجی	تاکید بر روابط بازگشتی و پویا و ارتباط متقابل آن با محیط نهادی با معادلات ساختاری
قابلیت‌های درون‌بنگاهی	هم‌خوانی با مزیت‌های رقابتی مدل لی و قابلیت‌های فناوریانه مدل میانو؛ منطق چرخه عمر معکوس هابدی	تلفیق هم‌زمان سطح بنگاه و سطح کلان نظام ملی نوآوری؛ توجه ویژه به اقتصاد نوآوری و مقیاس تولید لوازم خانگی
راهبرد فرارسی	وام‌گرفته از مدل میانو و پیوند با مفهوم پنجره‌های فرصت در آثار لی	تحلیل رفتار بنگاه‌ها در مواجهه با نوسانات سیاستی دولت و چگونگی شکل‌گیری حلقه‌های بازخورد یادگیری فناوریانه

صریح قرار گرفته‌اند و این امر نشان‌دهنده بلوغ تحلیلی مبتنی بر واقعیت‌های صنعت لوازم خانگی ایران است؛ صنعتی که با وجود تعدد تولیدکنندگان، همچنان با چالش رسیدن به مقیاس اقتصادی بهینه دست‌به‌گریبان است. در مجموع، مدل پیشنهادی یک بسط زمینه‌مند از نظریه‌های موجود است که از طریق آزمون تجربی در بستر ایران، هم به اعتبار آن نظریه‌ها افزوده و هم ابعاد جدیدی را برجسته ساخته است.

۵- نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش، شناسایی و صورت‌بندی عوامل مؤثر بر فرارسی فناوریانه در صنعت لوازم خانگی ایران با اتکا بر تجارب موفق هفت بنگاه برتر طی یک دوره پنج‌ساله بود. یافته‌های پژوهش نشان داد که موفقیت در کاهش شکاف فناوریانه با پیشگامان، پدیده‌ای تک‌عاملی نبوده، بلکه محصول تعامل پیچیده و پویای چهار بُعد اصلی «رژیم فناوری»، «محیط نهادی»، «راهبرد فرارسی» و «قابلیت‌های درون‌بنگاهی» است. ذیل این ابعاد، ۱۵ مؤلفه کلیدی شناسایی و از طریق تحلیل عاملی تأییدی اعتبارسنجی شد. مدل استخراج شده از یک‌سو با مدل‌های بین‌المللی همچون مدل لی و همکاران [۴] و هابدی [۳] انطباق مفهومی بالایی نشان می‌دهد و از سوی دیگر، به‌واسطه دربرگیری اقتضانات خاص اقتصاد ایران، از جمله نقش پررنگ مداخلات تعرفه‌ای، نوسانات نرخ ارز و محدودیت‌های دسترسی به دانش خارجی، از آنها متمایز می‌شود. نتایج این پژوهش به طور مشخص بر چند گزاره بنیادین صحه می‌گذارد: نخست، رژیم فناوری صنعت لوازم خانگی با ویژگی‌هایی نظیر چرخه توسعه نسبتاً کوتاه،

ماژولاریتی بالا و امکان بهره‌گیری از مهندسی معکوس، بستری مساعد برای فرارسی فراهم کرده است. دوم، بنگاه‌های موفق مسیر توسعه قابلیت‌های خود را مطابق با مدل چرخه عمر معکوس هابدی، نه از تحقیق و توسعه پیشرفته، بلکه از مونتاژ، مهندسی معکوس و طراحی تدریجی آغاز کرده‌اند و سپس به سمت طراحی محصول جدید (ODM) حرکت نموده‌اند. سوم، مداخلات حمایتی دولت از جمله ممنوعیت واردات، در کوتاه‌مدت پنجره‌های فرصت ارزشمندی گشوده، لیکن تجارب تاریخی سایر صنایع هشدار می‌دهد که تداوم این حمایت‌ها بدون برنامه زمان‌بندی شده برای رقابت‌پذیری واقعی، می‌تواند به ناکارآمدی مزمین بیانجامد. چهارم، قابلیت‌های فناوریانه و تولیدی درون‌بنگاهی (مانند تجهیزات طراحی پیشرفته و ماشین‌آلات تولید دقیق)، ستون فقرات فرارسی بوده و بدون آنها، اثرگذاری سایر عوامل بیرونی خنثی می‌گردد. یافته‌های این پژوهش دلالت‌های روشنی برای سیاست‌گذاران حوزه فناوری و صنعت در بر دارد.

۱-۵ توصیه‌های سیاستی برای سیاست‌گذار

توصیه‌های سیاستی ذیل، که از تلفیق و بازنویسی یازده توصیه پراکنده در متن اصلی حاصل شده، در قالب شش محور کلیدی سازماندهی شده‌اند:

۱- طراحی سیاست‌های حمایتی مرحله‌ای و هوشمند: دولت باید از رویکرد حمایت‌های یکسان و دائمی پرهیز کرده و سیاست‌های خود را متناسب با سطح بلوغ فناوریانه بنگاه‌ها و مراحل مختلف چرخه عمر فناوری طراحی کند.

۲- تقویت نظام ملی نوآوری با تاکید بر واسطه‌های نوآوری: شکاف میان دانشگاه و صنعت، یکی از موانع

ساختاری فرارسی است. یافته‌ها نشان داد که واسطه‌هایی مانند پارک‌های علم و فناوری، گروه‌های همکاری مشترک دانشجویی-صنعتی و شرکت‌های تحلیل بازار، نقش کاتالیزور را در اتصال دانش به نیاز صنعت ایفا کرده‌اند.

۳- جهت‌دهی هدفمند مشوق‌های تحقیق و توسعه: تخصیص یارانه‌ها و اعتبارات مالیاتی تحقیق و توسعه نباید به صورت عمومی و بدون شرط انجام شود. تجارب بنگاه‌های موفق نشان داد که سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه زمانی به فرارسی می‌انجامند که به‌طور مشخص به ارتقای قابلیت‌های طراحی (مانند تسلط بر فناوری‌های چاپ سه‌بعدی و طراحی دیجیتال) و قابلیت‌های تولید انبوه (مانند ماشین‌آلات دقیق تزریق و برش) معطوف باشند.

۴- تسهیل کانال‌های چندگانه انتقال و یادگیری فناوری: سیاست‌گذار نباید صرفاً بر «تحقیق و توسعه درون‌زا» به‌عنوان تنها مسیر ارتقای فناوری تأکید کند بلکه مهندسی معکوس هدفمند، بهره‌گیری از نوآوری باز، تشکیل گروه‌های همکاری مشترک، برون‌سپاری طراحی به شرکت‌های نوپا و یادگیری از طریق مهندسی رو به جلو، همگی کانال‌های مؤثری برای کسب دانش در مراحل اولیه فرارسی هستند.

۵- توجه به اقتصاد نوآوری و مقیاس تولید: با توجه به تعدد و پراکندگی تولیدکنندگان در صنعت لوازم‌خانگی ایران، بسیاری از آن‌ها قادر به دستیابی به مقیاس اقتصادی بهینه نیستند. این امر، بازگشت سرمایه‌های تحقیق و توسعه را با چالش مواجه می‌سازد.

۶- نظارت بر آثار بلندمدت سیاست‌های حمایتی و چابکی در بازنگرایی: توصیه نهایی اما حیاتی آن است که دولت یک نظام پایش و ارزیابی مستمر برای سنجش اثربخشی سیاست‌های حمایتی خود (به‌ویژه ممنوعیت واردات و تعرفه‌ها) مستقر کند. شاخص‌های این نظام نباید صرفاً به رشد تولید یا سهم بازار محدود شوند، بلکه باید معیارهای کیفی نظیر عمق ساخت داخل واقعی، رشد بهره‌وری، ثبت اختراعات و صادرات محصولات با فناوری بالا را نیز در بر گیرند.

۵-۲ توصیه‌های مدیریتی برای بنگاه

علاوه بر توصیه‌های کلان‌سیاستی، یافته‌های این پژوهش رهنمودهای عملیاتی مشخصی را برای مدیران بنگاه‌های فعال

در صنعت لوازم‌خانگی و صنایع مشابه به همراه دارد:

۱- سرمایه‌گذاری زود هنگام اما تدریجی در قابلیت‌های طراحی: باید پذیرفت که مسیر فرارسی، نه از تحقیق و توسعه پیشرفته و بنیادین، بلکه از طراحی تدریجی، مهندسی معکوس هوشمندانه و بهبود مستمر محصولات موجود آغاز می‌شود.

۲- مدیریت نظام‌مند دانش و سرریزهای یادگیری: یکی از ویژگی‌های متمایزکننده بنگاه‌های موفق، استقرار نظام مستندسازی و مدیریت دانش بود. توصیه می‌شود مدیران، دانش ضمنی کسب‌شده از پروژه‌های مهندسی معکوس، طراحی محصول جدید و حتی شکست‌های تجربه‌شده را به‌طور نظام‌مند ثبت، کدگذاری و در سطح سازمان منتشر کنند تا از گم‌شدن این سرمایه نامشهود با جابه‌جایی نیروها جلوگیری شود و امکان تسری یادگیری‌های طراحی یک محصول به سایر خطوط تولید فراهم گردد [۱۴].

۳- بهره‌گیری از ظرفیت نوآوری باز و شبکه‌های همکاری: مدیران نباید به توان داخلی خود محدود بمانند. یافته‌ها نشان داد که همکاری با استارت‌آپ‌های طراحی صنعتی، استفاده از خدمات شرکت‌های تحلیل بازار مستقر در پارک‌های علم و فناوری، برگزاری مسابقات طراحی دانشجویی و تشکیل گروه‌های همکاری مشترک با دانشگاه‌ها، همگی روش‌هایی کم‌هزینه و اثربخش برای تزریق دانش و خلاقیت به فرآیند توسعه محصول هستند.

۴- هم‌زمانی ارتقای قابلیت‌های طراحی و تولید: یک اشتباه راهبردی رایج، تمرکز صرف بر طراحی و غفلت از آماده‌سازی خطوط تولید برای ساخت انبوه طرح‌های جدید است. توصیه می‌شود برنامه‌های سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات تولیدی (مانند دستگاه‌های جدید تزریق و برش) و آموزش تکنسین‌های خط تولید، هم‌گام و هم‌فاز با پروژه‌های طراحی محصول پیش برده شوند. طراحی بدون قابلیت تولید، صرفاً یک نمونه آزمایشگاهی خواهد بود [۱۳].

۵- برنامه‌ریزی فعال برای دوران پس‌احتمال: مدیران باید این واقعیت را بپذیرند که حمایت‌های تعرفه‌ای دولتی نمی‌توانند دائمی باشند. بنگاه‌های موفق، از دوره حمایت به‌عنوان یک «فرصت طلایی محدود» برای ساختن قابلیت‌های رقابتی ماندگار (و نه صرفاً کسب سود) استفاده کردند.

Technological Forecasting and Social Change, 153, 119918. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.10.019

[7] Souzanchi Kashani, E. and Safdari Ranjbar, M. (2019). **The Role of Technology and Innovation Policy in Boosting Technological Catch-up.** *Journal of Science and Technology Policy*, 12(2), 455-467. {In Persian}.

[8] Saghafi, F., Mohaghar, A., Dastranj, N., & Kashiha, M. (2020). **Providing A Technological Catch-Up Framework Based on Grounded Theory and Meta-Synthesis.** *Management Research in Iran*, 24 (1), 107-129. {In Persian}.

[9] Lee, K. (2020). **The Art of Economic Leap.** Tehran: Printing and Publishing Company. {In Persian}.

[10] Christensen, C. M. (1992). **Exploring The Limits of The Technology S-Curve. Part I: Component Technologies.** *Production and operations management*, 1(4), 334-357. DOI: 10.1111/j.1937-5956.1992.tb00001.x

[11] Khashei, V., & Harandi, A. (2015). **Explaining The Strategic Control Model In The Weighing Industry.** *Strategic Management Studies*, *6*(22), 61-80. {In Persian}.

[12] Souzanchi Kashani, E., & Fathollahi, R. (2025). **Innovation and Productivity in Iranian Industries: Complementary or Substitutive Role of Internal And External R&D.** *Journal of Science and Technology Policy*, 19 (1), 21-40. {In Persian}. DOI: 10.22034/jstp.2026.12118.1960

[13] Amarlou, H. R., Amraei, B., & Pakzad, S. (2026). **Analysis of Barriers to Design Knowledge Transfer in The Innovation System of Iran's Toy Industry.** *Journal of Science and Technology Policy*, 19 (1), 59-73. {In Persian}. DOI: 10.22034/jstp.2026.12162.1975

[14] Li, Y. (2025). **Technological Window, Technological Catch-Up and Knowledge Spillovers: Evidence From China.** *Applied Spatial Analysis and Policy*, 18(4), 118.

[15] Abdu, M., Jibir, A., Adeniran, A., Wahab, B. A., & Sahabuddin, M. (2026). **The Role of Trade Openness in Moderating The Effects of Broadband Penetration on Technological Catch-Up: The Case of Emerging Market Economies.** *Digital Policy, Regulation and Governance*, 28(4), 333-354.

[16] Huang, P., & Malkin, A. (2025). **An Innovation Systems Approach to Decoding China's Technological Catch-Up: The Case Of The Semiconductor Industry.** *Industry and Innovation*, 1-39.

[17] Li, M., & Zhang, Z. (2025). **Digital Technology Adoption and The Latecomer Firms' Catch-Up: An Empirical Study on Chinese Manufacturing Enterprises.** *Technology Analysis & Strategic Management*, 37(12), 2572-2586.

[18] Wuttke, T., & Whitfield, L. (2025). **China's Technological Catch-Up And Leapfrogging In Electric Vehicles: A Firm-Level Study Of BYD And CATL.** *Progress in Economic Geography*, 100054.

۳-۵ محدودیت‌ها و مسیرهای آتی پژوهش

این پژوهش محدود به ۷ بنگاه موفق و بازه زمانی ۵ ساله است و نتایج آن به شرایط خاص حمایت‌های تعرفه‌ای در ایران وابسته می‌باشد از این جهت تعمیم پذیری آن به کل صنعت با چالش‌های جدی همراه می‌باشد. پژوهش‌های آتی می‌توانند: ۱- مدل پیشنهادی را در صنایع دیگر (مانند خودروسازی، دارو یا الکترونیک) [۱۸] آزمون کنند؛ ۲- نقش تحریم‌ها و نوسانات ارزی را به عنوان متغیر تعدیل‌گر وارد مدل سازند؛ ۳- با مطالعه بنگاه‌های ناموفق، موانع فرارسی را نیز شناسایی کنند؛ و ۴- مدل را در دوره‌های زمانی بلندتر (مثلا ۱۰ تا ۱۵ ساله) پویا نمایی کنند.

تعارض منافع

نویسندگان تعهد می‌کنند که هیچ تعارض منافی در این مقاله وجود نداشته‌است.

اظهارنامه استفاده از هوش مصنوعی

در ویرایش متن و بخش منابع این مقاله از هوش مصنوعی دیپ‌سیک نسخه ۳ صرفاً برای بهبود نگارش و بازخوانی متون استفاده شده است.

References

- [1] Verspagen, B., & Kaltenberg, M. (2015). **Catching-Up In a Globalised Context: Technological Change as a Driver of Growth.** *UNIDO-MERIT Working Papers*, (049).
- [2] Abramovitz, M. (1986). **Catching Up, Forging Ahead, And Falling Behind.** *The Journal Of Economic History*, 46(2), 385-406. DOI: 10.1017/S0022050700046209
- [3] Hobday, M. (2005). **Firm-Level Innovation Models: Perspectives on Research in Developed and Developing Countries.** *Technology analysis & strategic management*, 17(2), 121-146. DOI: 10.1080/09537320500088611
- [4] Lee, K., Gao, X., & Li, X. (2017). **Industrial Catch-Up in China: A Sectoral Systems of Innovation Perspective.** *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 10(1), 59-76. DOI: 10.1093/cjres/rsw037
- [5] Miao, Y., Song, J., Lee, K., & Jin, C. (2018). **Technological catch-up by east Asian firms: Trends, issues, and future research agenda.** *Asia Pacific Journal of Management*, 35(3), 639-669. DOI: 10.1007/s10490-018-9566-z
- [6] Li, Y., Ji, Q., & Zhang, D. (2020). **Technological Catching Up And Innovation Policies in China: What Is Behind This Largely Successful Story?.**