

Analysis of Structural Barriers to Electric Vehicle Development in Iran: An Integrated Governance Perspective

 <https://doi.org/10.22034/bs.2026.2088412.3236>

majid jalili , associate professor and head of Innovation and Technology Department at ITSIR . 

mahdi Moharami*, Researcher at the Institute for Trade Studies and Research. 

mahya ghiyasi , Researcher at the Institute for Trade Studies and Research. 

Accepted: 21 June 2026

Revised: 20 June 2026

Received: 11 May 2026

Integrated governance / High-tech industries / Electric vehicles / Technology policy

The development of high-tech industries in Iran, particularly the electric vehicle (EV) industry, is constrained by institutional, policy, and techno-economic barriers rooted in weak integrated governance. This study adopts a quantitative descriptive-survey approach to identify, prioritize, and analyze the structural barriers to EV development in Iran and to identify the requirements for integrated governance. The study population consisted of managers, experts, and specialists in the automotive, energy, supply chain, and policymaking sectors. A total of 67 participants were selected through purposive and snowball sampling. Data were collected using a researcher-developed questionnaire comprising nine independent variables and 36 items. Its validity was confirmed using the Delphi method and the CVR and CVI indices. Data were analyzed through multivariate regression modeling. The findings classified the structural barriers into two broad categories: institutional challenges (institutional fragmentation, contradictory policies, infrastructure gaps, and lack of value chain integration) and techno-economic challenges (energy supply-demand imbalance, weak key technologies, financing constraints, and the assembly trap). The results indicate that energy supply-demand imbalance and technological weaknesses exert the strongest direct effects. However, the underlying causes lie in institutional fragmentation and fragmented governance, where contradictory policies and institutional fragmentation create the conditions for techno-economic crises and lock the automotive industry into an assembly trap. The study identifies three fundamental prerequisites for integrated governance: a single cross-sectoral coordinating authority, an integrated long-term national strategy, and a transition from an assembly-based model to an integrated value chain. Redefining the governance structure is a necessary prerequisite for any technology development strategy or industrial investment in this sector.

Data Availability

The data used or generated in this research are presented in the text of the article.

Conflicts of Interest

The authors of this paper declare no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.

* Corresponding Author: m.moharami@itsr.ir

doi <https://doi.org/10.22034/bs.2026.2088412.3236>

مقاله پژوهشی

تحلیل موانع ساختاری توسعه خودروهای برقی در ایران با رویکرد حکمرانی یکپارچه

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۳۱

بازنگری: ۱۴۰۵/۰۳/۳۰

دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۲۱

مجید جلیلی^۱ مهدی محرمی بالان^۲ (نویسنده مسئول) محیا غیائی^۳ 

چکیده

دو دسته کلان نشان داد: «چالش‌های نهادی» شامل (تفرق نهادی، سیاست‌گذاری‌های متناقض، شکاف زیرساختی و فقدان یکپارچگی در زنجیره ارزش) و «چالش‌های فنی-اقتصادی» شامل (ناترازی انرژی، ضعف فناوری‌های کلیدی، چالش تأمین مالی و تله مونتاژ). نتایج آشکار کرد که بحران ناترازی انرژی و ضعف فناوریانه شدیدترین اثر را دارند، اما ریشه اصلی در گسست‌های نهادی و حکمرانی پراکنده است؛ به گونه‌ای که تفرق نهادی و سیاست‌گذاری‌های متناقض بستر بحران‌های فنی-اقتصادی را فراهم کرده و صنعت خودرو را در «تله مونتاژ» گرفتار کرده است. پژوهش حاضر سه پیش‌نیاز اساسی برای حکمرانی یکپارچه صورت‌بندی می‌کند: متولی واحد هماهنگ‌کننده فرایختی، راهبرد ملی یکپارچه بلندمدت، و گذار از مونتاژمحور به زنجیره ارزش یکپارچه. بازتعریف ساختار حکمرانی شرط لازم و مقدم بر هر برنامه‌ریزی فناوریانه یا سرمایه‌گذاری صنعتی در این حوزه است.

توسعه صنایع با فناوری بالا در ایران، به‌ویژه خودروهای برقی، با موانع نهادی، سیاستی و فنی-اقتصادی مواجه است که ریشه آن در ضعف حکمرانی یکپارچه نهفته است. این پژوهش با هدف شناسایی، اولویت‌بندی و تحلیل موانع ساختاری توسعه خودروهای برقی و استخراج الزامات حکمرانی یکپارچه، با رویکرد کمی و روش توصیفی-پیمایشی اجرا شده است. جامعه آماری شامل مدیران، کارشناسان و متخصصان حوزه خودرو، انرژی، زنجیره تأمین و نهادهای سیاستگذار بود که ۶۷ نفر به روش غیرتصادفی هدفمند و گلوله برفی انتخاب شدند. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه محقق‌ساخته با ۹ متغیر مستقل و ۳۶ گویه بود که روایی آن با روش دلفی و شاخص‌های CVR و CVI تایید شد. تحلیل داده‌ها با مدل‌سازی رگرسیون چندمتغیره انجام شد. یافته‌ها موانع را در

طبقه‌بندی JEL: L11, L62, L94, M11, O21

حکمرانی یکپارچه / صنایع با فناوری بالا / خودروهای برقی / سیاست‌گذاری فناوری.

jalili7@yahoo.com

m.moharami@itsr.ir

mahya.gh.69.71@gmail.com

۱. دانشیار موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.

۲. دانشجوی دکترا، پژوهشگر موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.

۳. دانشجوی دکترا، پژوهشگر موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.

مالی صرف بوده و ریشه در لایه‌های عمیق‌تری از ساختار حکمرانی، هماهنگی میان‌نهادی و سیاست‌گذاری دارد (ESCAP, 2023).

مرور ادبیات نشان می‌دهد که اگرچه پژوهش‌های متعددی در سطح بین‌المللی به موانع پذیرش و توسعه خودروهای برقی پرداخته‌اند، اما اغلب این مطالعات معطوف به کشورهای توسعه‌یافته یا اقتصادهای دارای ثبات نهادی بوده و کمتر به بسترهای نهادی پیچیده، متکثر و متعارضی نظیر ایران توجه داشته‌اند. از سوی دیگر، مطالعات داخلی در این حوزه عمدتاً یا بر ابعاد فنی (مانند طراحی باتری یا ایستگاه شارژ) متمرکز بوده‌اند یا از چارچوب‌های نظری منسجمی برای تحلیل موانع حکمرانی و نهادی بهره‌نبرده‌اند. این شکاف نظری و تجربی، ضرورت انجام پژوهشی را آشکار می‌سازد که با اتخاذ رویکردی نظام‌مند و مبتنی بر چارچوب حکمرانی یکپارچه، به شناسایی، اولویت‌بندی و تحلیل موانع توسعه خودروهای برقی در ایران بپردازد (کاراوند و همکاران، ۱۴۰۳).

بر این اساس، پرسش اصلی پژوهش حاضر چنین صورت‌بندی می‌شود که «موانع ساختاری توسعه خودروهای برقی در ایران کدام‌اند، چگونه اولویت‌بندی می‌شوند و الزامات حکمرانی یکپارچه برای غلبه بر این موانع چیست؟» این پژوهش با بهره‌گیری از مدل‌سازی رگرسیون چندمتغیره و با تکیه بر دانش خبرگانی از زیست‌بوم خودرو، انرژی و سیاست‌گذاری کشور، در پی آن است که نخست، موانع کلیدی را احصا و اولویت‌بندی کند؛ دوم، روابط علی میان این موانع را تبیین نماید؛ و سوم، دلالت‌هایی برای اصلاح ساختار حکمرانی صنایع با فناوری بالا در ایران ارائه دهد. بدین ترتیب، مقاله حاضر در پی پاسخ به این خلا نظری و عملی است که چرا علیرغم اذعان سیاستی به ضرورت برقی‌سازی، صنعت خودروهای برقی در ایران در «تله توسعه» گرفتار مانده است.

گذار به حمل‌ونقل پاک و توسعه خودروهای برقی به یکی از محوری‌ترین راهبردهای جهانی برای مقابله با تغییرات اقلیمی، کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و بازآرایی زنجیره‌های ارزش صنعتی تبدیل شده است. بر اساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، فروش جهانی خودروهای برقی در سال ۲۰۲۳ از مرز ۱۴ میلیون دستگاه عبور کرده و سهم این وسایل نقلیه از کل فروش خودروهای نوبه ۱۸ درصد رسیده است (IEA, 2025). این تحول نه تنها ماهیتی فناورانه، بلکه ابعادی عمیقاً نهادی، سیاستی و ساختاری دارد، به‌گونه‌ای که کشورهای پیشرو در این حوزه، نظیر چین، آلمان و نروژ، موفقیت خود را مرهون شکل‌گیری اکوسیستم‌های یکپارچه‌ای می‌دانند که در آن‌ها سیاست صنعتی، سیاست انرژی، مشوق‌های مالی و نظام نوآوری به‌طور هماهنگ عمل می‌کنند (ESCAP, 2023). در نقطه مقابل، اقتصادهای نوظهوری که از چنین انسجام نهادی برخوردار نیستند، با مجموعه‌ای از موانع درهم‌تنیده مواجه‌اند که گذار به خودروهای برقی را به فرایندی پرهزینه، کند و پراکنده بدل کرده است (کاشان، م و همکاران، ۱۴۰۰). ایران به‌عنوان یکی از دارندگان بزرگ ذخایر سوخت فسیلی، از یک سو با فشارهای ناشی از مصرف بالای انرژی و آلودگی هوای کلان‌شهرها روبروست و از سوی دیگر، با چالش‌های عمیق نهادی و ساختاری در مسیر تنوع‌بخشی به سبد سوخت و توسعه فناوری‌های نوین دست‌وپنجه نرم می‌کند. در حالی که اسناد بالادستی و گفتمان رسمی سیاست‌گذاران بر ضرورت برقی‌سازی ناوگان حمل و نقل تأکید دارد، در عمل پیشرفت‌های حاصل‌شده در این حوزه بسیار ناچیز بوده و ایران در مقایسه با رقبای منطقه‌ای و جهانی با شکاف قابل‌توجهی مواجه است (پرکارگشتی و نجاتی، ۱۴۰۳). این وضعیت متناقض (وجود اراده گفتمانی و غیاب پیشرفت عملیاتی) حاکی از آن است که موانع توسعه خودروهای برقی در ایران فراتر از چالش‌های فنی و

۱-۲. رویکردهای نظری به توسعه خودروهای برقی

ادبیات توسعه خودروهای برقی از چارچوب‌های نظری متنوع و مکملی برای تحلیل فرایند پیچیده گذار از خودروهای احتراق داخلی به خودروهای برقی بهره گرفته است. این تنوع نظری نشان‌دهنده ماهیت چندوجهی مسئله و ضرورت اتخاذ رویکردهای تلفیقی در مطالعات این حوزه است. برای مثال رویکرد چندسطحی^۱ به عنوان یکی از تاثیرگذارترین چارچوب‌ها در مطالعات گذارهای اجتماعی-فنی، تحولات سیستم‌ها را در تعامل سه سطح «چشم انداز»^۲، «رژیم اجتماعی-فنی»^۳ و نوآوری‌های نیچ^۴ تبیین می‌کند، به طوری که گذار موفق به خودروهای برقی زمانی رخ می‌دهد که فشارهای سطح چشم‌انداز (مانند بحران انرژی یا تغییرات اقلیمی)، بی‌ثباتی در رژیم غالب (صنعت خودروهای احتراق داخلی) و بلوغ نوآوری‌های نیچ (فناوری باتری و شارژ) به طور همزمان و در تعامل با یکدیگر عمل کنند (Geels, 2011).

لیو و همکاران (۲۰۲۴) به بررسی تأثیر ویژگی‌های حکمرانی چندسطحی بر خروجی نوآوری صنعت خودروهای برقی چین پرداخته‌اند. یافته‌های آن‌ها که با استفاده از داده‌های پانل استانی طی دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱ به دست آمده، نشان می‌دهد که ثبات، تعادل و جامعیت ابزارهای سیاستی در سطوح مختلف حکمرانی، تأثیر معنادار و مثبتی بر فعالیت‌های نوآوری دارد. این یافته برای تحلیل وضعیت ایران که با «سیاست‌گذاری‌های متناقض و ناپایدار» مواجه است، حائز اهمیت مضاعف است.

چارچوب نظام نوآوری فناورانه^۵ رویکرد سوم و مکمل دیگری است که به طور گسترده در مطالعات توسعه

خودروهای برقی به کار رفته است. این چارچوب که توسط برگک و همکاران (۲۰۰۸) توسعه یافته، بر هفت کارکرد کلیدی نظام نوآوری شامل شکل‌گیری دانش، تاثیرگذاری بر جهت‌گیری جستجو، کارآفرینی، مشروعیت‌بخشی، تحرک منابع، توسعه بازار و کنش‌پذیری تأکید دارد. در مطالعه مروری نظام‌مند چن و همکاران (۲۰۲۴) کاربرد این چارچوب در تحلیل صنعت خودروهای برقی ۲۳ کشور مورد بررسی قرار گرفته و نشان داده شده است که ضعف در کارکردهای «مشروعیت‌بخشی» و «تحرک منابع» به ترتیب مهم‌ترین موانع در کشورهای در حال توسعه هستند.

۲-۲. موانع توسعه خودروهای برقی

ادبیات گسترده و رو به رشدی به شناسایی، دسته‌بندی و تحلیل موانع توسعه خودروهای برقی اختصاص یافته است. بر اساس مرور نظام‌مند انجام‌شده، این موانع را می‌توان در چهار دسته اصلی جای داد: (۱) موانع نهادی و حکمرانی، (۲) موانع فنی-اقتصادی، (۳) موانع زیرساختی، و (۴) موانع اجتماعی-فرهنگی. آنچه در سال‌های اخیر مورد تأکید فزاینده پژوهشگران قرار گرفته، ماهیت «درهم‌تنیده» و «خودتقویت‌کننده» این موانع است که تحلیل آن‌ها را نیازمند رویکردهای نظام‌مند و مدل‌سازی چندمتغیره می‌سازد.

در ادبیات معاصر، موانع نهادی و حکمرانی به عنوان ژرف‌ترین لایه از موانع توسعه خودروهای برقی شناخته شده‌اند. شواهد تطبیقی نشان می‌دهد که کشورهای پیشرو در این عرصه مانند چین، آلمان، نروژ و کره جنوبی، از «اکوسیستم‌های نهادی یکپارچه» بهره‌مند بوده‌اند که در آنها سیاست صنعتی، سیاست انرژی، مشوق‌های مالی و نظام نوآوری در هماهنگی و همسویی کامل عمل می‌کنند. در مقابل، کشورهای در حال توسعه به ویژه آن‌هایی که ساختارهای نفتی دارند، با «تفرق نهادی»، «شکاف‌های هماهنگی» و «ضعف حکمرانی یکپارچه» دست‌به‌گریبان هستند و این چالش‌ها در کشورهای صادرکننده نفت به مراتب حادتر است.

1. Multi-Level Perspective - MLP
2. Landscape
3. Socio-technical Regime
4. Niche Innovations
5. Technological Innovation Systems - TIS

در مطالعه مروری نظام‌مند جامع کیان و همکاران (۲۰۲۶)، یک چارچوب ارزیابی اثربخشی سیاست‌های خودروهای برقی ارائه شده است. این مطالعه با مرور ۷۶ پژوهش تجربی از بازارهای اصلی جهان شامل چین، آمریکا، اتحادیه اروپا، نروژ، کره جنوبی و ژاپن، چهار دسته ابزار سیاستی (مشوق‌های مالی، مقررات و استانداردها، اقدامات ترویجی و اطلاعاتی، و راهنمایی نرم و برنامه‌های داوطلبانه) را در پنج بعد خروجی (نوآوری فناورانه، عملکرد مالی بنگاه‌ها، پذیرش و نفوذ بازار، تأثیرات زیست‌محیطی و تأثیرات اجتماعی) ارزیابی کرده است. یافته‌های کلیدی این مطالعه که مبتنی بر فراتحلیل کمی است، نشان می‌دهد: اولاً، «یک سیاست واحد به تنهایی نمی‌تواند به نتایج مطلوب دست یابد و ترکیب سیاستی متوازن و منسجم ضروری است». ثانیاً، «منافع زیست‌محیطی سیاست‌های خودروهای برقی واقعی اما مشروط به وجود زیرساخت برق پاک و تجدیدپذیر است». ثالثاً، «اثربخشی سیاست‌ها به شدت تابع زمینه نهادی و سطح توسعه یافتگی کشور است». این یافته‌ها به طور مستقیم بر یافته پژوهش حاضر مبنی بر نقش محوری «بحران ناترازی انرژی» به عنوان یک مانع فیزیکی ریشه‌ای و نیز اهمیت «تفرق نهادی» به عنوان بستر شکل‌گیری سایر موانع صحنه می‌گذارد.

در حوزه موانع فنی-اقتصادی، ادبیات به طور گسترده به موضوع «تله مونتاژ» در کشورهای در حال توسعه اشاره دارد. این مفهوم که ریشه در نظریه وابستگی^۲ و رویکرد نظام‌های نوآوری دارد، وضعیتی را توصیف می‌کند که در آن صنعت خودرو به واردات قطعات و مونتاژ محدود بسنده کرده و توانایی لازم برای طراحی، توسعه و تولید قطعات پیچیده و راهبردی را کسب نمی‌کند. کاشان و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی هم‌تکامل قابلیت‌های پویا و توسعه دانش در صنعت خودرو ایران پرداخته و نشان داده‌اند که مدل کسب‌وکار

مونتاژمحور چگونه صنعت خودرو را در وابستگی فناورانه گرفتار کرده و توانمندی‌های جذب، اکتساب و خلق دانش را تضعیف می‌نماید. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که این «تله مونتاژ» یک پدیده خودتقویت‌کننده است، زیرا کاهش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، خروج نخبگان و تضعیف نظام ملی نوآوری، همگی در یک چرخه باطل یکدیگر را تشدید می‌کنند. در حوزه موانع زیرساختی، ادبیات به طور خاص بر دو مولفه کلیدی تأکید دارد: زیرساخت شارژ و شبکه برق. فانک و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای نشان داده‌اند که تراکم و توزیع جغرافیایی ایستگاه‌های شارژ عمومی، مهم‌ترین پیش‌بین‌کننده نرخ پذیرش خودروهای برقی در سطح منطقه‌ای است. از سوی دیگر، موراتوری و همکاران (۲۰۲۱) به تحلیل تعامل خودروهای برقی با شبکه برق پرداخته و نشان داده‌اند که در غیاب مدیریت سمت تقاضا و توسعه همزمان انرژی‌های تجدیدپذیر، افزایش ناگهانی خودروهای برقی می‌تواند به بی‌ثباتی شبکه و افزایش هزینه‌های تولید برق منجر شود. این یافته برای تحلیل بحران ناترازی انرژی در ایران که با ناترازی حدود ۲۰ هزار مگاواتی مواجه است، اهمیت راهبردی دارد. موانع اجتماعی-فرهنگی نیز به عنوان دسته چهارم، در ادبیات رفتاری و بازاریابی مورد توجه قرار گرفته است. چوتما و همکاران (۲۰۱۳) نشان داده‌اند که نگرانی مصرف‌کنندگان درباره «اضطراب بُرد خودرو»، «هزینه تعویض باتری» و «عدم اطمینان درباره ارزش فروش مجدد»، از مهم‌ترین موانع روانشناختی پذیرش خودروهای برقی هستند.

در بستر ایران، عریانی و همکاران (۲۰۲۱) با بهره‌گیری از روش انتخاب تجربی به بررسی ترجیحات ناهمگن مصرف‌کنندگان ایرانی نسبت به خودروهای برقی پرداخته و نشان داده‌اند که موانع اقتصادی (قیمت خرید بالا، نبود تسهیلات اعتباری پایدار) و نبود زیرساخت شارژ عمومی، مهم‌ترین عوامل بازدارنده هستند و اثر «اضطراب برد» در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته شدت کمتری

1. Assembly Trap
2. Dependency Theory

دارد که احتمالاً به دلیل الگوهای سفر کوتاه‌تر در شهرهای ایران است. فرتاش و همکاران (۲۰۲۳) معتقد هستند که سیاست‌های دولتی و بلوغ فناوری خودروهای برقی، دو عدم قطعیت محوری هستند که چهار سناریوی متفاوت را برای افق ۱۴۲۰ (۲۰۴۰ میلادی) ایران شکل می‌دهند. جالب توجه آنکه سناریوی محتمل «تداوم مبارزات خودروهای برقی تحت حاکمیت خودروهای غیربرقی» نام گرفته است، در حالی که سناریوی مطلوب «حاکمیت خودروهای برقی بر خیابان‌ها» تنها در صورت تغییرات بنیادین در الگوهای سیاست‌گذاری و سرمایه‌گذاری قابل تحقق است. این یافته مستقیماً با تشخیص پژوهش حاضر مبنی بر وجود «تله توسعه» در صنعت خودروهای برقی ایران همسواست.

۳. روش پژوهش

۳-۱. جامعه آماری و حجم نمونه

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی-توسعه‌ای و از نظر روش، توصیفی-پیمایشی است. رویکرد پژوهش کمی با استفاده از مدل‌سازی رگرسیون چند متغیره خواهد بود. مشخصات جامعه آماری و نمونه‌گیری صورت پذیرفته به شرح جدول ۱ است. از مجموع ۶۷ خبره مشارکت‌کننده، ۲۴ نفر (۳۵.۸ درصد) از مراکز دانشگاهی و پژوهشی، ۲۲ نفر (۳۲.۸ درصد) از نهادهای دولتی و سیاستگذار (وزارت صمت، وزارت نیرو، سازمان محیط زیست و شهرداری‌ها)، و ۲۱ نفر (۳۱.۴ درصد) از بخش صنعتی و اجرایی (خودروسازان، قطعه‌سازان و استارت‌آپ‌های حوزه برقی) تشکیل شده‌اند. این توزیع متوازن، امکان دریافت دیدگاه‌های مکمل از سه ضلع اصلی اکوسیستم خودروهای برقی را فراهم آورده و به افزایش روایی محتوایی و خارجی یافته‌ها کمک نموده است.

۳-۲. جمع‌بندی و موقعیت پژوهش حاضر

مرور ادبیات انجام‌شده نشان می‌دهد که ادبیات بین‌المللی به طور فزاینده‌ای بر نقش «حکمرانی یکپارچه»، «ترکیب سیاستی منسجم» و «کارکردهای نظام نوآوری» در توسعه خودروهای برقی تأکید دارد و از روش‌های پیشرفته کمی و کیفی برای تحلیل موانع استفاده می‌کند. در مقابل، پژوهش‌های داخلی عمدتاً فاقد چارچوب نظری منسجم، روش‌شناسی پیشرفته و رویکرد سیستمی به تحلیل موانع هستند. به ویژه، رابطه علی میان «موانع نهادی» (تفرق نهادی، سیاست‌گذاری‌های متناقض، شکاف هماهنگی) و «موانع فنی-اقتصادی» (ناترازی انرژی، ضعف فناوریانه، تله مونتاژ) کمتر در چارچوب مدل‌های چندمتغیره و با رویکرد کمی مورد آزمون قرار گرفته است.

پژوهش حاضر با اتکا به چارچوب نظری تلفیقی از رویکردهای چندسطحی، حکمرانی چندسطحی و نظام نوآوری فناوریانه، و با بهره‌گیری از مدل‌سازی رگرسیون چندمتغیره مبتنی بر داده‌های خبرگانی (۶۷ خبره) و ابزار پرسشنامه محقق‌ساخته با ۳۶ گویه و ۹ متغیر مستقل، در صدد است به این پرسش مرکزی پاسخ دهد که «موانع

جدول ۱. جامعه آماری و حجم نمونه

مشخصه	توضیحات
جامعه آماری	کلیه مدیران ارشد و میانی، کارشناسان و متخصصان فعال در حوزه صنعت خودرو، انرژی، زنجیره تامین و نهادهای سیاستگذار مرتبط با خودروهای برقی در ایران (وزارت صمت، وزارت نیرو، سازمان محیط زیست، شهرداری‌ها، شرکت‌های خودروساز، قطعه‌سازان، مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی)
حجم نمونه	۶۷ نفر از متخصصان دانشگاهی و صنعتی از جامعه آماری
روش نمونه‌گیری	غیرتصادفی هدفمند ^۱ و گلوله برفی ^۲ برای دسترسی به خبرگان و متخصصان

۳-۲. متغیرهای پژوهش

در پژوهش‌های حوزه اقتصاد انرژی، سیاست‌گذاری عمومی و رفتار مصرف‌کننده، پذیرش و توسعه فناوری‌های نوظهوری نظیر خودروهای برقی به ندرت تابع یک عامل منفرد بوده و عمدتاً محصول تعامل پیچیده متغیرهای فنی، اقتصادی، زیرساختی و روان‌شناختی است. رگرسیون چندمتغیره^۳ به‌عنوان یک روش آماری بنیادین، امکان مدل‌سازی هم‌زمان تاثیر مجموعه‌ای از متغیرهای پیش‌بین را بر یک متغیر ملاک نظیر نرخ پذیرش خودروهای برقی، حجم فروش یا سهم بازار این وسایل نقلیه فراهم می‌سازد. قدرت تحلیلی این تکنیک نه تنها در پیش‌بینی روند توسعه، بلکه در تبیین سهم منحصربه‌فرد هریک از پیش‌ران‌های کلیدی از طریق ضرایب بتا و همچنین ارزیابی توان کلی مدل با استفاده از ضریب تعیین R^۲ به عنوان شاخص کمی معدل قدرت تبیینی مدل، نهفته است. این شاخص تصویری روشن از میزان موفقیت متغیرهای پیش‌بین (همچون قیمت خرید، هزینه کل مالکیت، تراکم ایستگاه‌های شارژ، مشوق‌های دولتی، نگرانی‌های زیست‌محیطی، و برد پیمایشی) در توضیح واریانس تمایل به پذیرش یا گسترش زیرساخت خودروهای برقی ارائه می‌دهد. کاربرد رگرسیون چندمتغیره در این حوزه پژوهشگر را قادر می‌سازد از تحلیل‌های توصیفی و تک‌متغیره فراتر رفته، وزن نسبی موانع و محرک‌های مؤثر بر توسعه بازار را تعیین نماید و از این رهگذر، شواهد کمی

لازم برای اولویت‌بندی سیاست‌های تشویقی، برنامه‌ریزی زیرساخت شارژ و طراحی راهبردهای بازاریابی هدفمند را فراهم آورد.

در این پژوهش استخراج متغیرهای مستقل و گویه‌های سنجش آن‌ها برای مدل سازی رگرسیونی بر مبنای یک راهبرد ترکیبی اکتشافی-تاییدی و در دو گام متوالی صورت پذیرفته است. در گام نخست، با اتکا به مرور نظام‌مند پیشینه نظری و مطالعات تطبیقی موانع توسعه خودروهای برقی در اقتصادهای نوظهور و کشورهای دارای ساختار نهادی مشابه، فهرستی اولیه از موانع بالقوه در چهار خوشه اصلی (نهادی، فنی-اقتصادی، زیرساختی و مدیریت دانش) احصا گردید. در گام دوم، این فهرست طی دو مرحله پالایش اعتباری شد، ابتدا با بهره‌گیری از روش دلفی در دو دور و با مشارکت ۱۲ نفر از خبرگان آشنا به زیست‌بوم خودرو کشور (شامل سیاست‌گذاران حوزه انرژی، مدیران تحقیق و توسعه خودروسازان، و دانشگاهیان متخصص در اقتصاد صنعتی)، متغیرهای اولیه از حیث انطباق با زمینه ایران، وضوح مفهومی و قابلیت اندازه‌گیری مورد قضاوت قرار گرفتند. سپس، گویه‌های پیشنهادی برای هر متغیر بر اساس شاخص‌های نسبت روایی محتوایی (CVR) و شاخص روایی محتوایی (CVI) غربال شده و تنها گویه‌هایی در ابزار نهایی باقی ماندند که مقادیر آن‌ها بالاتر از آستانه‌های قابل قبول (به ترتیب ۵۶/۰ و ۷۹/۰ برای پنل ۱۲ نفره) بود. شایان ذکر است که در فرایند پالایش، برخی متغیرهای اولیه به دلیل هم‌پوشانی مفهومی ادغام و برخی دیگر به دلیل عدم تناسب با بستر نهادی ایران حذف شدند تا مدل نهایی با ۹ متغیر مستقل و ۳۶ گویه،

1. Judgmental Sampling
2. Snowball Sampling
3. Multiple Regression

بازنمایی دقیق‌تری از میدان مسئله فراهم آورد. این رویکرد، اتکای مدل اندازه‌گیری به چارچوب نظری مستحکم و تأیید خبرگانی را تضمین می‌کند و از بروز خطاهای نظام‌مند ناشی از انتخاب تک‌منبعی یا کاملاً اکتشافی متغیرها جلوگیری می‌نماید. در مدل بررسی این پژوهش متغیرهای رگرسیون چندگانه به شرح ذیل تعریف می‌گردد.

متغیر وابسته (Y): متغیر وابسته پژوهش «شدت موانع توسعه خودروهای برقی» در ایران تعریف می‌شود که به دنبال شناسایی مجموعه‌ای از نشانه‌ها و پیامدهای کلی است که نشان می‌دهد توسعه صنعت خودروهای برقی در ایران با چالش و موانع عدیده‌ای مواجه است.

متغیرهای مستقل (X1-X9): برای عملیاتی‌سازی و سنجش موانع توسعه خودروهای برقی در ایران، ۹ متغیر مستقل اولیه در قالب ۳۶ گویه طراحی شده است که از طریق پرسش‌نامه مورد سنجش خبرگان قرار می‌گیرد. دسته اول متغیرهای مستقل، متغیرهای نهادی را در بر می‌گیرد که شامل تفرق نهادی و فقدان متولی واحد (X1) با گویه‌هایی نظیر کندی تصمیم‌گیری ناشی از پراکندگی مسئولیت‌ها، فقدان نهاد هماهنگ‌کننده، تضاد منافع بین نهادهای حامی خودروسازان سنتی و انرژی پاک، و سردرگمی سرمایه‌گذاران در مواجهه با تعدد مراجع تصمیم‌گیر است. متغیر دوم، سیاست‌گذاری‌های متناقض و ناپایدار (X2) را با گویه‌هایی مانند فقدان راهبرد ملی بلندمدت، ناپایداری مشوق‌های حمایتی، تناقض میان شعار برقی‌سازی و حمایت از خودروسازان بنزینی، و ریسک سرمایه‌گذاری ناشی از تغییرات مقطعی سیاست‌ها اندازه‌گیری می‌کند. متغیر سوم، شکاف در زیرساخت‌ها و استانداردها (X3) با گویه‌هایی چون ناکافی بودن تعداد ایستگاه‌های شارژ، فقدان استانداردهای اختصاصی برای خودروهای برقی، عدم هماهنگی استانداردهای داخلی با بین‌المللی و نبود تعرفه شفاف برای شارژ خانگی عملیاتی شده است. متغیر چهارم نیز نبود یکپارچگی در زنجیره ارزش و توسعه فناوری

(X4) را با تأکید بر تله مونتاز، سرمایه‌گذاری ناکافی در تحقیق و توسعه، عدم بهره‌برداری از ذخایر معدنی و فقدان نوآوری در فناوری‌های کلیدی مورد سنجش قرار می‌دهد.

دسته دوم، متغیرهای فنی-اقتصادی را شامل می‌شود که با بحران ناترازی انرژی و چالش شبکه برق (X5) آغاز می‌گردد. گویه‌های این متغیر به ناتوانی شبکه برق در تحمل بار شارژ خودروها، سهم ناچیز انرژی‌های تجدیدپذیر، وابستگی به نیروگاه‌های حرارتی و خطر تشدید خاموشی‌ها اشاره دارند. متغیر ششم، چالش تأمین مالی (X6) را با گویه‌هایی نظیر نبود تسهیلات اعتباری پایدار، کمبود سرمایه‌گذاری جسورانه، محدودیت دسترسی به فناوری ناشی از تحریم و افزایش قیمت خودروها به دلیل تعرفه‌های بالا و نوسانات ارزی می‌سنجد. متغیر هفتم، ضعف در فناوری‌های کلیدی (X7) را با تأکید بر فقدان تولید سلول باتری در مقیاس گیگا، کمبود تجهیزات دقیق و محیط‌های تخصصی، وابستگی به تراشه‌های قدرت خارجی و ضعف در بومی‌سازی فناوری عملیاتی کرده است. متغیر هشتم، مسئله حکمرانی زنجیره تأمین و تله مونتاز (X8) را با گویه‌های مربوط به مونتازمحوری، ناتوانی در تولید قطعات پیچیده، خروج ارزش افزوده از کشور و فقدان برندهای ملی خودروهای برقی اندازه‌گیری می‌کند. در نهایت، متغیر نهم، ضعف در مدیریت دانش و انتقال فناوری (X9) است که با گویه‌هایی چون فقدان سازوکارهای انتقال دانش فنی، ضعف شبکه‌سازی دانشگاه و صنعت، عدم استقرار نظام مدیریت دانش در شرکت‌های خودروساز و مهاجرت نخبگان طراحی شده است. در جدول ۲ گویه‌های ۹ متغیر مستقل مدل معرفی می‌شوند.

جدول ۲. گویه های متغیرهای مستقل پژوهش

متغیر مستقل	گویه	کد
تفرق نهادی و فقدان متولی واحد هماهنگ کننده	پراکندگی مسئولیت ها میان نهادهای مختلف (صمت، نیرو، محیط زیست، شهرداری ها) باعث کندی شدید در تصمیم گیری ها شده است.	X1-1
	فقدان یک نهاد متولی واحد (مانند شورای عالی حمل و نقل برقی) مانع شکل گیری اکوسیستم یکپارچه خودروهای برقی است.	X1-2
	تضاد منافع میان نهادهای حامی خودروسازان سنتی و نهادهای متولی انرژی پاک، یک مانع ساختاری جدی است.	X1-3
	تعدد نهادهای تصمیم گیر، سرمایه گذاران و فعالان صنعت را با سردرگمی و عدم قطعیت مواجه کرده است.	X1-4
سیاست گذاری های متناقض و ناپایدار	فقدان یک «راهبرد ملی جامع و بلندمدت» (افق ۱۰ تا ۲۰ ساله) برای توسعه خودروهای برقی در ایران.	X2-1
	سیاست های حمایتی موجود (یارانه، مشوق مالیاتی) ناپایدار و غیرمنسجم هستند.	X2-2
	تناقض آشکار میان شعار حمایت از برقی سازی و ادامه حمایت گسترده از خودروسازان سنتی بنزینی.	X2-3
	تغییرات مکرر و مقطعی در سیاست ها، سرمایه گذاری بلندمدت را با ریسک غیرقابل قبول مواجه کرده است.	X2-4
شکاف در زیرساخت ها و استانداردها به دلیل عدم هماهنگی	تعداد و توزیع جغرافیایی ایستگاه های شارژ عمومی در کشور بسیار ناکافی است (کمتر از ۱۰۰ ایستگاه فعال).	X3-1
	ایران فاقد استانداردهای اختصاصی برای خودروهای برقی (ایمنی باتری، شارژرها و بازیافت) است.	X3-2
	عدم هماهنگی میان استانداردهای داخلی و بین المللی (ISO, IEC, UNECE) یک چالش جدی است.	X3-3
	نبود تعرفه مشخص و شفاف برای شارژ خانگی، مصرف کنندگان را با هزینه های غیرقابل پیش بینی مواجه کرده است.	X3-4
نبود یکپارچگی در زنجیره ارزش و توسعه فناوری	صنعت خودروی ایران در «تله مونتاز» گرفتار شده و زنجیره تأمین یکپارچه ندارد.	X4-1
	سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه (R&D) در ایران بسیار پایین است (حدود ۰.۷۳ درصد از تولید ناخالص داخلی)	X4-2
	ایران علیرغم داشتن ذخایر معدنی، نتوانسته جایگاهی در تأمین مواد اولیه حیاتی (لیتیوم، کبالت، نیکل) داشته باشد.	X4-3
	عدم نوآوری در فناوری های کلیدی (باتری نسل جدید، هوش مصنوعی و ...) فاصله فناورانه ایران را افزایش داده است.	X4-4
بحران ناترازی انرژی و چالش شبکه برق	شبکه برق کشور توان تحمل بار اضافی ناشی از شارژ خودروهای برقی را ندارد (ناترازی ۲۰ هزار مگاوات).	X5-1
	سهم انرژی های تجدید پذیر در تولید برق کشور بسیار ناچیز است (کمتر از ۲ درصد).	X5-2
	وابستگی بیش از ۹۰ درصد به نیروگاه های حرارتی، صرفاً آلودگی را از خودرو به نیروگاه منتقل می کند.	X5-3
	افزایش خودروهای برقی در شرایط ناترازی انرژی، می تواند به تشدید خاموشی ها و فروپاشی تدریجی شبکه منجر شود.	X5-4
چالش تامین مالی (محدودیت منابع مالی و تحریم)	نبود تسهیلات اعتباری گسترده و پایدار برای خرید خودروهای برقی (وام و مشوق خرید).	X6-1
	کمبود سرمایه گذاری جسورانه ^۱ برای استارت آپ های حوزه خودروهای برقی و باتری.	X6-2
	تحریم های بین المللی، دسترسی به فناوری های روز (نیمه های قدرت و ماشین آلات دقیق) را محدود کرده است.	X6-3
	تعرفه های گمرکی بالا و نوسانات نرخ ارز، قیمت تمام شده خودروهای برقی را چندین برابر افزایش داده است.	X6-4
ضعف در فناوری های کلیدی (از سلول باتری تا نیمه های)	ایران در تولید سلول باتری در «مقیاس گیگا» اقدام قابل توجهی انجام نداده است.	X7-1
	فرآیند تولید باتری (الکتروود، مونتاژ سلول، مدیریت حرارت) نیازمند محیط های کلین روم و تجهیزات دقیق است که در ایران وجود ندارد.	X7-2
	بخش اعظم تراشه های قدرت ^۲ توسط شرکت های معدود جهانی تولید می شود و ایران دسترسی محدودی دارد.	X7-3
	ضعف در بومی سازی فناوری های کلیدی، وابستگی فناورانه ایران را تشدید کرده است.	X7-4

1. Venture Capital

2. Power Chips

متغیر مستقل	گویه	کد
مسئله حکمرانی زنجیره تأمین و تله مونتاژ (گذار از واردات به زنجیره ارزش)	صنعت تولید خودروی برقی ایران مونتاژمحور (SKD) است و عمق تولید داخلی کمی دارد.	X8-1
	ایران در سطح قطعات پیچیده (موتور الکتریکی، پک باتری) فاقد توانمندی و دانش فنی است.	X8-2
	ارزش افزوده اصلی زنجیره تأمین خودروهای برقی در خارج از ایران ایجاد می شود.	X8-3
	فقدان برندهای ملی خودروهای برقی، امکان صادرات و رقابت در بازارهای جهانی را از بین برده است.	X8-4
ضعف در مدیریت دانش و انتقال فناوری	عدم وجود سازوکارهای مؤثر برای انتقال دانش فنی از شرکت های خارجی به داخل کشور.	X9-1
	ضعف در شبکه سازی میان دانشگاه ها و صنعت خودروهای برقی برای تبادل دانش.	X9-2
	عدم استقرار نظام مدیریت دانش در شرکت های خودروساز داخلی.	X9-3
	مهاجرت نخبگان و متخصصان حوزه خودروهای برقی به خارج از کشور.	X9-4

۳-۳. مدل سازی

مدل آماری مورد استفاده در این پژوهش، مدل رگرسیون چندگانه است. این مدل برای بررسی تأثیر همزمان چندین متغیر مستقل بر یک متغیر وابسته به کار می رود و یکی از رایج ترین روش های آماری در پژوهش های علوم اجتماعی و مدیریتی محسوب می شود. بر این اساس مدل پیشنهادی مسئله به شرح رابطه (۱) قابل تعریف است.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \varepsilon \quad (1)$$

که در آن:

Y: متغیر وابسته (شدت موانع توسعه خودروهای برقی)
X1 تا X9: متغیرهای مستقل (۹ مانع شناسایی شده)

β_0 : عرض از مبدا

β_1 تا β_9 : ضرایب رگرسیون جزئی

ε : جمله خطا

داده های جمع آوری شده از طریق پرسش نامه، پس از استخراج و کدگذاری، با استفاده از نرم افزار آماری SPSS در چند مرحله تحلیل شده اند. ابتدا، برای اطمینان از کیفیت و مناسب بودن داده ها برای تحلیل های آماری، آمار توصیفی شامل محاسبه میانگین، انحراف معیار، فراوانی و درصد برای هر یک از گویه ها و متغیرهای پژوهش محاسبه

شد تا وضعیت کلی پاسخ دهندگان و توزیع داده ها مشخص گردد. سپس، به منظور بررسی نرمال بودن توزیع داده ها، از آزمون کولموگوروف- اسمیرنوف استفاده شد. در صورتی که سطح معناداری آزمون بزرگتر از ۰.۰۵ باشد، فرض نرمال بودن داده ها پذیرفته می شود و می توان از آزمون های پارامتریک استفاده کرد.

در گام بعدی، برای بررسی وجود رابطه خطی میان متغیرهای مستقل و وابسته، تحلیل همبستگی پیرسون^۱ انجام شد. این تحلیل نشان می دهد که آیا بین هر یک از ۹ متغیر مستقل با متغیر وابسته (موانع توسعه خودروهای برقی) رابطه معناداری وجود دارد یا خیر. پس از تایید وجود همبستگی، به منظور آزمون فرضیه های پژوهش و تعیین تأثیر همزمان متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته، از تحلیل رگرسیون چندگانه^۲ گردید. در این تحلیل، ۹ متغیر مستقل به عنوان پیش بین و متغیر وابسته به عنوان معیار وارد مدل شدند. خروجی این تحلیل شامل ضرایب β ، سطح معناداری (p-value)، ضریب تعیین (R^2) و آماره F است.

جدول ۳ ضرایب رگرسیون چندگانه مدل و جدول ۴ شاخص های کلی مدل رگرسیون چندگانه را نشان می دهد. ضریب همبستگی چندگانه (R^2) برابر با ۰.۸۲ بیانگر همبستگی قوی بین مجموعه متغیرهای مستقل و

1. Pearson Correlation

2. Multiple Regression Analysis

متغیر وابسته است. ضریب تعیین (R^2) برابر با ۰.۶۷ نشان می‌دهد که ۶۷ درصد از تغییرات متغیر وابسته (موانع توسعه خودروهای برقی) توسط ۸ متغیر مستقل تبیین می‌شود که در پژوهش‌های علوم اجتماعی و مدیریتی مقداری مطلوب و قابل قبول است. ضریب تعیین تعدیل شده ($\text{Adjusted } R^2$) نیز برابر با ۰.۶۵ بوده و با توجه به نزدیکی آن به R^2 ، نشان‌دهنده عدم ورود متغیرهای غیرضروری به مدل است. آماره F برابر با ۲۵.۳۴ با سطح معناداری کمتر از ۰.۰۰۱ نشان می‌دهد که مدل رگرسیون به طور کلی معنادار است و حداقل

یکی از متغیرهای مستقل توان پیش‌بینی متغیر وابسته را دارد. خطای استاندارد برآورد برابر با ۰.۴۲ نیز حاکی از دقت قابل قبول مدل در پیش‌بینی مقادیر است. در نهایت، آماره دوربین-واتسون برابر با ۱.۹۸ که به عدد ۲ بسیار نزدیک است، نشان می‌دهد که بین خطاها خودهمبستگی وجود نداشته و فرض استقلال خطاها برقرار است. در مجموع، این شاخص‌ها حاکی از آن است که مدل رگرسیون طراحی شده از اعتبار و قدرت تبیین بالایی برخوردار است.

جدول ۳. ضرایب رگرسیون چندگانه

متغیر مستقل	کد	ضریب غیراستاندارد (B)	خطای استاندارد (SE)	ضریب استاندارد (β)	آماره t	سطح معناداری (p-value)	VIF
بحران ناترازی انرژی و چالش شبکه برق	X5	0.482	0.074	0.48	6.51	<0.001	2.41
ضعف در فناوری‌های کلیدی	X7	0.415	0.081	0.42	5.12	<0.001	2.18
تفرق نهادی و فقدان متولی واحد	X1	0.358	0.092	0.36	3.89	<0.001	3.05
سیاست‌گذاری‌های متناقض و ناپایدار	X2	0.312	0.097	0.31	3.22	0.002	2.87
شکاف در زیرساخت‌ها و استانداردها	X3	0.274	0.105	0.28	2.61	0.005	2.54
نبود یکپارچگی در زنجیره ارزش	X4	0.238	0.112	0.24	2.13	0.012	2.33
حکمرانی زنجیره تأمین و تله مونتاژ	X8	0.207	0.118	0.21	1.75	0.036	2.46
چالش تأمین مالی و تحریم‌ها	X6	0.158	0.124	0.16	1.27	0.0081	2.69
ضعف در مدیریت دانش و انتقال فناوری	X9	-	-	-	-	>0.05*	-

جدول ۴. خلاصه نتایج مدل رگرسیون چندگانه

شاخص	مقدار
ضریب همبستگی چندگانه (R)	۰.۸۲
ضریب تعیین (R^2)	۰.۶۷
ضریب تعیین تعدیل شده ^۱	۰.۶۵
آماره F	۲۵.۳۴
سطح معناداری ^۲	> ۰.۰۰۱
خطای استاندارد برآورد	۰.۴۲
آماره دوربین-واتسون ^۳	۱.۹۸

پس از اجرای رگرسیون چندگانه اولیه، متغیرهایی که سطح معناداری آنها بزرگتر از ۰.۰۵ بود (یعنی تأثیر معناداری بر متغیر وابسته نداشتند) از مدل حذف شدند. سپس مدل نهایی با متغیرهای معنادار مجدداً اجرا گردید. برای اعتبارسنجی مدل نهایی، شاخص‌های آماری شامل ضریب تعیین تعدیل شده^۴، آزمون F برای معناداری کلی مدل و آزمون t برای معناداری هریک از ضرایب رگرسیون محاسبه شدند. در نهایت، متغیرهای مستقل باقیمانده براساس ضریب بتا (β) که نشان‌دهنده شدت و جهت تأثیر آنهاست، از

- Adjusted R^2
- p-value
- Durbin-Watson

4. Adjusted R^2

بیشترین به کمترین اولویت‌بندی شدند تا موانع اصلی توسعه خودروهای برقی در ایران با اولویت مشخص گردند. تمامی آزمون‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد (خطای ۰.۰۵) انجام شده است. جدول ۵ اولویت بندی چالش‌ها بر اساس ضرایب بتا را نشان می‌دهد.

جدول ۵. اولویت بندی چالش‌ها بر اساس ضرایب بتا

رتبه	متغیر	ضریب بتا (β)	سطح معناداری	اولویت
۱	x5: بحران ناترازی انرژی	۰.۴۸	$0.001 >$	بحرانی (اولویت اول)
۲	x7: ضعف در فناوری‌های کلیدی	۰.۴۲	$0.001 >$	بحرانی (اولویت دوم)
۳	x1: تفرق نهادی و فقدان متولی واحد	۰.۳۶	$0.001 >$	بالا
۴	x2: سیاست‌گذاری‌های متناقض و ناپایدار	۰.۳۱	۰.۰۰۲	بالا
۵	x3: شکاف در زیرساخت‌ها و استانداردها	۰.۲۸	۰.۰۰۵	متوسط
۶	x4: نبود یکپارچگی در زنجیره ارزش	۰.۲۴	۰.۰۱۲	متوسط
۷	x8: حکمرانی زنجیره تأمین و تله مونتاژ	۰.۲۱	۰.۰۳۶	متوسط
۸	x6: چالش تأمین مالی و تحریم‌ها	۰.۱۶	۰.۰۰۸۱	پایین (درمرز معناداری)

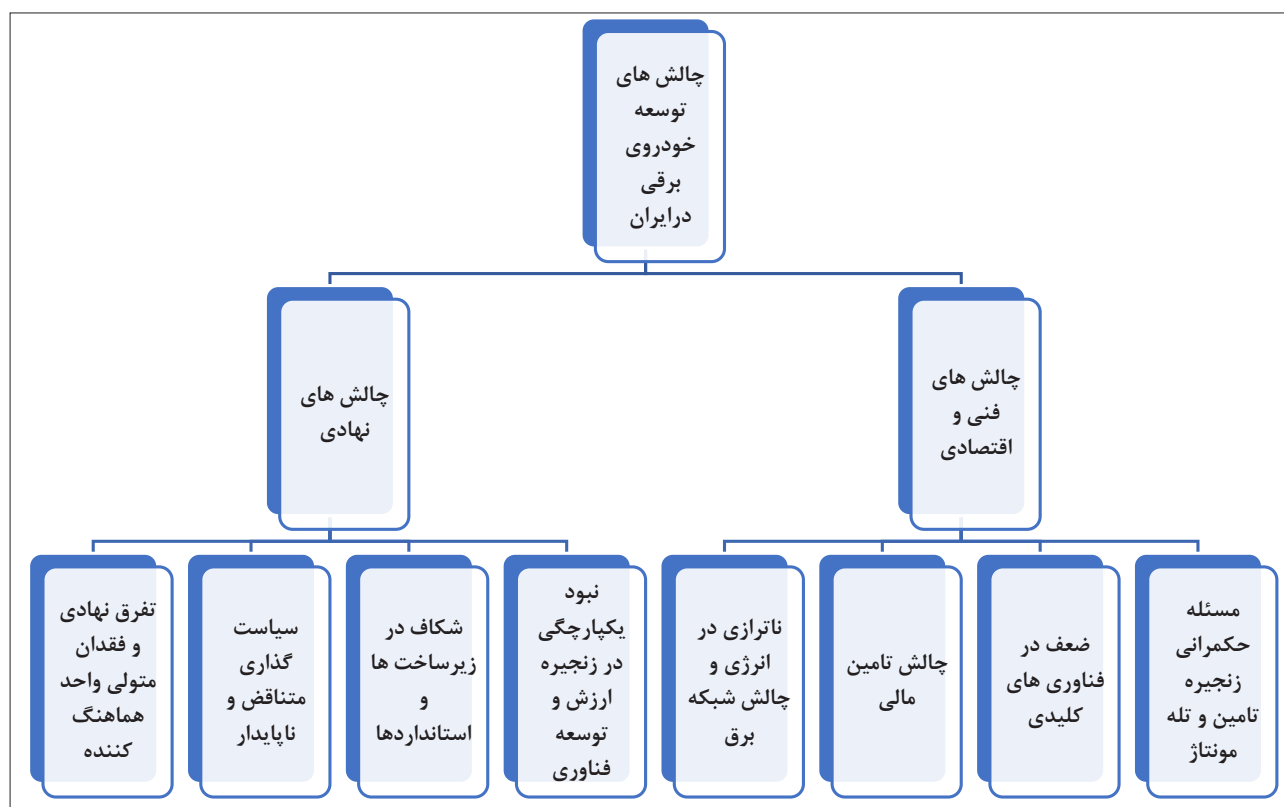
در تولید سلول باتری و وابستگی به تراشه‌های قدرت، یک مانع فناورانه جدی است. تفرق نهادی و فقدان متولی واحد (x1) با ضریب بتای ۰.۳۶ و سیاست‌گذاری‌های متناقض و ناپایدار (x2) با ضریب بتای ۰.۳۱، هر دو در سطح معناداری کمتر از ۰.۰۵، به ترتیب در رتبه‌های سوم و چهارم قرار گرفته‌اند و نشان‌دهنده نقش کلیدی موانع نهادی هستند. شکاف در زیرساخت‌ها و استانداردها (x3) با ضریب بتای ۰.۲۸ و نبود یکپارچگی در زنجیره ارزش (x4) با ضریب بتای ۰.۲۴، در رتبه‌های پنجم و ششم قرار دارند. مسئله حکمرانی زنجیره تأمین و تله مونتاژ (x8) با ضریب بتای ۰.۲۱ و چالش تأمین مالی و تحریم‌ها (x6) با ضریب بتای ۰.۱۶ به ترتیب در رتبه‌های هفتم و هشتم قرار دارند. متغیر ضعف در مدیریت دانش و انتقال فناوری (x9) به دلیل عدم معناداری آماری از مدل نهایی حذف شده است. در مجموع، اولویت‌بندی موانع نشان می‌دهد که برای توسعه خودروهای برقی در ایران، تمرکز باید ابتدا بر حل بحران ناترازی انرژی و سپس بر بومی‌سازی فناوری‌های کلیدی و اصلاح ساختار نهادی و حکمرانی باشد.

۴. تفسیر یافته‌ها

تفسیر یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که توسعه صنعت خودروهای برقی در ایران با مجموعه‌ای از موانع ساختاری و سیستمی مواجه است که در دو دسته کلی «چالش‌های نهادی» و «چالش‌های فنی و اقتصادی» قابل دسته‌بندی هستند (نمودار ۱). این موانع با یکدیگر در تعامل بوده و فقدان هریک از حلقه‌های این زنجیره، بر سایر حلقه‌ها تأثیر می‌گذارد و در نهایت، شکل‌گیری یک اکوسیستم پایدار و رقابتی را با اختلال مواجه می‌سازد.

۴-۳. تحلیل نتایج

نتایج تحلیل رگرسیون چندگانه نشان می‌دهد که مدل از نظر آماری معنادار است و ضریب تعیین (R^2) برابر با ۰.۶۷ بیانگر آن است که ۶۷ درصد از تغییرات موانع توسعه خودروهای برقی توسط ۸ متغیر مستقل تبیین می‌شود. بحران ناترازی انرژی (x5) با ضریب بتای ۰.۴۸ بیشترین تأثیر را دارد و به عنوان مهم‌ترین مانع فیزیکی و ریشه‌ای شناسایی شده است. ضعف در فناوری‌های کلیدی (x7) با ضریب بتای ۰.۴۲ در رتبه دوم قرار دارد و نشان می‌دهد که فقدان توانمندی



نمودار ۱. رابطه علی و معلولی متغیرهای اثرگذار

۱-۴. چالش‌های نهادی

در دسته چالش‌های نهادی، متغیر تفرق نهادی و فقدان متولی واحد هماهنگ‌کننده (x1) به عنوان یکی از عمیق‌ترین موانع ساختاری شناسایی شده است. پراکندگی مسئولیت‌ها میان وزارت صنعت، معدن و تجارت، وزارت نیرو، وزارت راه و شهرسازی، سازمان حفاظت محیط زیست و شهرداری‌ها، باعث ایجاد «حکمرانی پراکنده» شده است. این وضعیت نه تنها به هدررفت منابع و کندی شدید در تصمیم‌گیری منجر شده، بلکه به دلیل تضاد منافع میان نهادهای حامی خودروسازان سنتی و نهادهای متولی انرژی پاک، امکان شکل‌گیری یک اکوسیستم یکپارچه را سلب کرده است. متغیر سیاست‌گذاری‌های متناقض و ناپایدار (x2) نیز به عنوان مانع دوم در این دسته، نبود یک راهبرد ملی جامع و بلندمدت برای توسعه خودروهای برقی و ناپایداری سیاست‌های حمایتی را نشان می‌دهد. تناقض

آشکار میان شعار حمایت از برقی‌سازی و ادامه حمایت گسترده از خودروسازان سنتی بنزینی، از یک سو، و تغییرات مکرر و مقطعی در سیاست‌ها، از سوی دیگر، سرمایه‌گذاری بلندمدت را با ریسک غیرقابل قبول مواجه کرده و عملاً مانع شکل‌گیری یک بازار پایدار شده است. متغیر شکاف در زیرساخت‌ها و استانداردها (x3) نیز به عنوان سومین چالش نهادی، نشان‌دهنده عدم هماهنگی در دو حوزه حیاتی است: در بعد زیرساختی، توزیع جغرافیایی نامتوازن و تعداد ناکافی ایستگاه‌های شارژ عمومی (کمتر از ۱۰۰ ایستگاه فعال) و نبود تعرفه مشخص و شفاف برای شارژ خانگی، استفاده از خودروهای برقی را برای مصرف‌کنندگان با دشواری و هزینه‌های غیرقابل پیش‌بینی مواجه کرده است. در بعد استانداردها، ایران فاقد استانداردهای اختصاصی برای خودروهای برقی بوده و عدم هماهنگی میان استانداردهای داخلی و بین‌المللی (نظیر UNECE، IEC و ...) و تنوع

پروتکل‌های شارژ (نظیر GB/T، CCS2 و ...) مشکلات فنی و ایمنی متعددی را ایجاد کرده است. در نهایت، متغیر نبود یکپارچگی در زنجیره ارزش و توسعه فناوری (x4) به تشریح وضعیت «تله مونتاژ» در صنعت خودروی ایران می‌پردازد. در حالی که اقتصاد جهانی به سمت زنجیره ارزش یکپارچه و کنترل عمودی از استخراج مواد اولیه تا تولید نرم‌افزار حرکت می‌کند، صنعت ایران مبتنی بر واردات قطعات و مونتاژ محدود باقی مانده است. سرمایه‌گذاری ناکافی در تحقیق و توسعه و عدم بهره‌برداری از ذخایر معدنی ارزشمند، وابستگی فناورانه ایران را تشدید کرده و امکان ایجاد برند ملی خودروهای برقی را از بین برده است.

۴-۲. چالش‌های فنی و اقتصادی

در دسته چالش‌های فنی و اقتصادی، متغیر بحران ناترازی انرژی و چالش شبکه برق (x5) به عنوان ریشه‌ای‌ترین و بحرانی‌ترین مانع فیزیکی شناسایی شده است. ایران با ناترازی حدود ۲۰ هزار مگاوات در تولید و مصرف برق مواجه است و بیش از ۹۰ درصد تولید برق به نیروگاه‌های حرارتی وابسته است. این وضعیت باعث می‌شود که افزایش خودروهای برقی بدون توسعه همزمان انرژی‌های تجدیدپذیر، صرفاً آلودگی را از آگروز خودرو به دودکش نیروگاه منتقل کند و اقتصاد چرخشی شکل نگیرد. علاوه بر این، اضافه شدن بار شارژ خودروهای برقی در ساعات اوج مصرف، نه تنها امکان‌پذیر نیست، بلکه می‌تواند به تشدید خاموشی‌ها و فروپاشی تدریجی شبکه منجر شود. متغیر چالش تامین مالی (x6) به محدودیت‌های مضاعف مالی و ارزی اشاره دارد؛ نبود تسهیلات اعتباری پایدار برای خریداران و کمبود سرمایه‌گذاری جسورانه برای استارت‌آپ‌های حوزه باتری، از یک سو، و محدودیت دسترسی به ارز و مشکلات انتقال پول ناشی از تحریم‌ها و افزایش تعرفه‌های گمرکی، از سوی دیگر، تأمین مالی پروژه‌های زیرساختی و تولیدی را با کسری منابع مواجه کرده است. متغیر ضعف در فناوری‌های کلیدی

(x7) به گلوگاه فناورانه در حوزه باتری و تراشه‌های قدرت اشاره دارد. ایران در تولید سلول باتری در «مقیاس گیگا» هیچ اقدام قابل توجهی انجام نداده است و فرآیند پیچیده تولید باتری (شامل تولید الکتروود، مونتاژ سلول و مدیریت حرارت) که مستلزم محیط‌های کلین‌روم و تجهیزات دقیق است، در کشور وجود ندارد. همچنین، بخش اعظم تراشه‌های قدرت توسط شرکت‌های معدود جهانی تولید می‌شود و ایران به دلیل تحریم‌ها و عدم همکاری بین‌المللی، دسترسی محدودی به این فناوری کلیدی دارد. در نهایت، متغیر مسئله حکمرانی زنجیره تامین و تله مونتاژ (x8) به چالش ساختاری مدل کسب‌وکار موجود در ایران اشاره دارد. براساس ارزیابی‌های صورت گرفته در این پژوهش، صنعت خودروی برقی ایران صرفاً مونتاژمحور است و در سطح قطعات پیچیده مانند موتور الکتریکی و پک باتری فاقد توانمندی و دانش فنی است. این «تله مونتاژ» باعث می‌شود که ارزش افزوده اصلی در خارج کشور ایجاد شده و صنعت ایران هرگز نتواند به سمت صادرات خودروهای بومی یا رقابت در بازارهای جهانی حرکت کند.

در مجموع، این هشت متغیر نشان می‌دهند که توسعه خودروهای برقی در ایران بیش از آنکه یک مسئله فنی باشد، یک مسئله حکمرانی، سیاستی و نهادی است. تفرق نهادی و سیاست‌گذاری‌های متناقض، بستر را برای شکل‌گیری موانع فنی و اقتصادی مانند بحران ناترازی انرژی و ضعف در فناوری‌های کلیدی فراهم کرده و در نهایت، ایران را در «تله مونتاژ» گرفتار ساخته است. متغیر ضعف در مدیریت دانش و انتقال فناوری (x9) نیز در پژوهش مورد بررسی قرار گرفت، اما به دلیل اولویت بالاتر سایر موانع و غلبه چالش‌های ریشه‌ای مانند ناترازی انرژی و تفرق نهادی، در مرحله تحلیل آماری به عنوان متغیر معنادار تشخیص داده نشد. این یافته نشان می‌دهد که تا زمانی که موانع ریشه‌ای و بحرانی برطرف نشوند، تمرکز بر مدیریت دانش و انتقال فناوری اولویت ثانویه خواهد داشت. در

نتیجه، برای عبور از این موانع و حرکت به سمت توسعه پایدار صنعت خودروهای برقی، نیازمند بازتعریف ساختار حکمرانی، تدوین راهبرد ملی یکپارچه، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی و فناوری، و حرکت از مونتاژ به سمت زنجیره ارزش یکپارچه هستیم.

۵. نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

این پژوهش با هدف شناسایی و واکاوی موانع ساختاری فراروی توسعه خودروهای برقی در ایران و با اتکا به چارچوب تحلیلی حکمرانی یکپارچه، به این نتیجه رسیده است که چالش‌های این صنعت نوپا، ریشه در گسست‌های نهادی و سیاستی مزمن نظام حکمرانی کشور دارد. یافته‌ها، موانع شناسایی‌شده را در دو دسته کلان «چالش‌های نهادی» و «چالش‌های فنی-اقتصادی» طبقه‌بندی می‌کند؛ دو دسته‌ای که در تعامل پیوسته با یکدیگر، چرخه‌ای از توقف و انسداد توسعه را پدید آورده‌اند. در بعد نهادی، تفرق مسئولیت‌ها و فقدان یک نهاد متولی واحد، همراه با سیاست‌گذاری‌های متناقض و فقدان راهبرد ملی بلندمدت، فضایی از عدم قطعیت و ریسک غیرقابل پذیرش برای سرمایه‌گذاران و فعالان صنعت ایجاد کرده است. در بعد فنی-اقتصادی، بحران ناترازی انرژی به‌عنوان یک تهدید زیرساختی بنیادین، هرگونه چشم‌انداز برقی‌سازی ناوگان حمل‌ونقل را به چالش می‌کشد و ضعف در فناوری‌های کلیدی نظیر تولید سلول باتری و وابستگی به تراشه‌های قدرت، شکاف فناورانه کشور را تعمیق می‌بخشد. نکته محوری آن است که این دو دسته چالش، مستقل از یکدیگر عمل نمی‌کنند؛ تفرق نهادی و نبود راهبرد منسجم، بستر شکل‌گیری و تداوم بحران‌های فنی-اقتصادی را فراهم ساخته و در نهایت، صنعت خودروی ایران را در «تله مونتاژ» و وابستگی به زنجیره ارزش بیرونی گرفتار کرده است.

یافته‌های پژوهش حاضر در مورد نقش کلیدی «تفرق نهادی و فقدان متولی واحد» و «سیاست‌گذاری‌های

متناقض» به‌عنوان موانع ریشه‌ای توسعه خودروهای برقی، با پژوهش‌های اخیر هم‌سواست. مطالعه آقلی مقدم (۲۰۲۵) با رویکرد نظریه داده‌بنیاد، «بی‌اعتمادی نهادی، ناپایداری سیاستی و ساختارهای حکمرانی پراکنده» را به‌عنوان موانع اصلی گذار انرژی در ایران شناسایی کرده و به ناترازی ۲۰ گیگاواتی برق به‌عنوان یک بحران عینی اشاره نموده است که با یافته پژوهش حاضر (برای ناترازی انرژی) مطابقت دارد. همچنین پژوهش نیساری و همکاران (۲۰۲۵) با رویکرد چشم‌انداز چندسطحی، شکست‌های اقتصادی و زیرساختی را در گذار به خودروهای برقی ایران احصا کرده که با دسته‌بندی موانع فنی-اقتصادی پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. با این حال، پژوهش حاضر از حیث روش‌شناختی با استفاده از مدل‌سازی رگرسیون چندمتغیره، گامی فراتر از مطالعات پیشین که عمدتاً کیفی یا تک‌متغیره بوده‌اند برداشته و وزن کمی هر یک از موانع را تعیین نموده است. برای نمونه، در حالی که پژوهش سیدی و همکاران (۲۰۲۴) با روش AHP فازی، موانع زیرساختی را در اولویت اول معرفی کرده، پژوهش حاضر نشان می‌دهد که موانع زیرساختی تا حد زیادی ریشه در موانع نهادی داشته و بدون اصلاح ساختار حکمرانی، سرمایه‌گذاری صرف در زیرساخت کارایی لازم را نخواهد داشت. این رویکرد سیستمی و کمی‌سازی روابط علی میان موانع، نوآوری اصلی پژوهش حاضر نسبت به پژوهش‌های پیشین محسوب می‌شود.

از منظر «الزامات حکمرانی یکپارچه برای توسعه صنایع با فناوری بالا»، مطالعه موردی خودروهای برقی در ایران حاوی درس‌آموخته‌هایی فراتر از یک صنعت منفرد است. این پژوهش روشن می‌سازد که در صنایع با فناوری بالا، موفقیت صرفاً محصول ارتقای فناورانه یا تزریق منابع مالی نیست، بلکه بیش از هر چیز، مرهون ایجاد ساختارهای حکمرانی منسجم، یکپارچه و بلندمدت است. نخستین الزام، ایجاد یک «متولی واحد و هماهنگ‌کننده» است که بتواند منافع پراکنده نهادی را هم‌سو کرده و از تضاد

منافع مخرب میان نهادهای سنتی و نوآور جلوگیری کند. دومین الزام، تدوین یک «راهنمای ملی یکپارچه» است که به جای سیاست‌های مقطعی و متناقض، افق بلندمدتی را برای هماهنگی میان سیاست صنعتی، سیاست انرژی و سیاست فناوری ترسیم نماید. سومین الزام، پذیرش این واقعیت است که زیرساخت‌های حیاتی (به‌ویژه انرژی) پیش‌نیاز توسعه فناوری‌های نوظهور هستند و بدون حل بحران‌های ریشه‌ای نظیر ناترازی برق، سرمایه‌گذاری در لایه‌های بالادستی زنجیره ارزش بی‌ثمر خواهد بود. در نهایت، گذار از مدل کسب‌وکار «مونتاژمحور» به «زنجیره ارزش یکپارچه» مستلزم پیوند راهبردی میان سیاست صنعتی، سیاست فناوری و نظام ملی نوآوری است. تجربه توسعه نیافتگی خودروهای برقی در ایران نشان می‌دهد که غیاب حکمرانی یکپارچه، نه تنها فرصت‌های فناورانه را به تهدیدهای وابستگی تبدیل می‌کند، بلکه شکاف کشور با رقبای جهانی را به‌طور تصاعدی افزایش می‌دهد. از این رو، بازتعریف ساختار حکمرانی، شرط لازم و مقدم بر هرگونه برنامه‌ریزی فناورانه یا سرمایه‌گذاری صنعتی در این حوزه است.

پژوهش‌های آتی می‌توانند با انجام مطالعات تطبیقی میان‌کشوری، به‌ویژه با تمرکز بر اقتصادهای نوظهور موفق در حوزه خودروهای برقی، سازوکارهای غلبه بر موانع نهادی

مشابه را واکاوی کنند. همچنین، به‌کارگیری روش‌های کیفی نظیر نظریه داده‌بنیاد برای آشکارسازی لایه‌های پنهان تضاد منافع نهادی، اتخاذ رویکردهای آینده‌پژوهانه و سناریونویسی برای ترسیم مسیرهای بدیل توسعه، و مدل‌سازی فنی-اقتصادی یکپارچگی خودروهای برقی با شبکه هوشمند برق از دیگر مسیرهای پیشنهادی است. در نهایت، پژوهش‌های مکمل با تمرکز بر سویه تقاضا و موانع پذیرش مصرف‌کننده ایرانی می‌توانند تصویر کامل‌تری از چالش‌های این حوزه ارائه دهند. در پایان، بر اساس اولویت‌بندی کمی موانع و ضرایب بتای استخراج‌شده، جدول (۵) الزامات سیاستی عینی را در سه سطح حقوقی، ساختاری و بازرگانی برای هر یک از هشت مانع معنادار تدوین نموده است. این الزامات با استناد به احکام برنامه هفتم توسعه (مواد ۳۰، ۳۱، ۴۳، ۴۴، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۵۳، ۶۰ و ۶۳) طراحی شده‌اند. اولویت‌بندی روشن اقدامات بدین شرح است: نخست، حل بحران ناترازی انرژی از طریق اهرم‌های حقوقی و تعرفه‌ای، دوم، بومی‌سازی فناوری‌های کلیدی باتری و تراشه‌های قدرت؛ سوم، اصلاح ساختار نهادی با ایجاد متولی واحد؛ و در نهایت، گذار از مونتاژ به زنجیره ارزش یکپارچه. اجرای هم‌زمان این الزامات، شرط لازم برای خروج از «تله مونتاژ» و حرکت به سوی توسعه پایدار صنعت خودروهای برقی در ایران است.

جدول ۶. الزامات سیاستی مستخرج از ضرایب بتای مدل

رتبه	متغیر	ضریب بتا (β)	الزام حقوقی	الزام ساختاری	الزام بازرگانی
۱	بحران ناترازی انرژی (X5)	۰.۴۸	تصویب قانون الزام به تامین انرژی تجدیدپذیر برای خودروهای برقی (بند «و» ماده ۵۳ برنامه هفتم)	ایجاد سازمان مدیریت یکپارچه انرژی و حمل‌ونقل برقی زیر نظر معاون اول رئیس‌جمهور	اعمال تعرفه تشویقی پله‌ای برای شارژ در ساعات غیرپیک (ماده ۴۴ برنامه هفتم)
۲	ضعف در فناوری‌های کلیدی (X7)	۰.۴۲	تصویب قانون حمایت از تولید داخلی باتری‌های پیشرفته با معافیت مالیاتی ۱۰ ساله (بند «پ» ماده ۳۰ برنامه هفتم)	تأسیس قطب ملی فناوری باتری و الکترونیک قدرت با همکاری وزارت علوم، دفاع و صمت	ممنوعیت واردات باتری آماده (CKD) از ۱۴۰۶ و جایگزینی با واردات مواد اولیه (ماده ۴۸ برنامه هفتم)
۳	تفرق نهادی و فقدان متولی واحد (X1)	۰.۳۶	اصلاح ماده ۳ قانون تشکیل وزارت صمت و ایجاد شورای عالی صنایع های تک و حمل‌ونقل پاک (ماده ۶۳ برنامه هفتم)	انتصاب دبیرخانه دائمی توسعه خودروهای برقی در نهاد ریاست‌جمهوری با اختیار صدور مصوبه الزام‌آور	الزام دستگاه‌های اجرایی به تهیه برنامه عملیاتی سالانه برقی‌سازی ناوگان (ماده ۶۰ برنامه هفتم)

رتبه	متغیر	ضریب بتا (β)	الزام حقوقی	الزام ساختاری	الزام بازرگانی
۴	سیاست‌گذاری‌های متناقض (X2)	۰.۳۱	تصویب قانون الزام به توقف تولید خودروهای بنزینی پرمصرف از ۱۴۰۷ (ماده ۴۶ برنامه هفتم)	تشکیل کارگروه تعیین تعرفه خودروهای برقی برای شفافیت قیمت‌گذاری	حذف تدریجی یارانه سوخت فسیلی و انتقال آن به یارانه خرید خودروهای برقی (ماده ۴۳ برنامه هفتم)
۵	شکاف در زیرساخت‌ها و استانداردها (X3)	۰.۲۸	تصویب استانداردهای ملی اجباری برای ایستگاه‌های شارژ و ایمنی باتری (ماده ۴۷ برنامه هفتم)	راه‌اندازی کمیته تدوین استانداردهای خودروهای برقی با همکاری سازمان ملی استاندارد و وزارت صمت	ایجاد تعرفه شفاف برای شارژ خانگی و عمومی بر اساس الگوی مصرف
۶	نبود یکپارچگی در زنجیره ارزش (X4)	۰.۲۴	تصویب قانون حمایت از سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه زنجیره ارزش (بند «الف» ماده ۴۸ برنامه هفتم)	ایجاد کنسرسیوم ملی تأمین مواد اولیه باتری با همکاری ایمیدرو و شرکت‌های دانش‌بنیان	افزایش نسبت ساخت داخل از ۲۰٪ به ۶۰٪ طی ۵ سال با اعطای مشوق‌های صادراتی
۷	حکمرانی زنجیره تأمین و تله مونتاژ (X8)	۰.۲۱	اصلاح آیین‌نامه واردات خودرو با شرط افزایش تدریجی ساخت داخل (بند «الف» ماده ۴۸ برنامه هفتم)	راه‌اندازی سکوی ملی تأمین مواد اولیه باتری برای قطع وابستگی به زنجیره خارجی	اعطای وام کم‌بهره به سرمایه‌گذاران تولید قطعات استراتژیک (موتور الکتریکی، اینورتر، BMS)
۸	چالش تأمین مالی و تحریم‌ها (X6)	۰.۱۶	تصویب قانون تأمین مالی جمعی و سرمایه‌گذاری جسورانه (ماده ۳۱ برنامه هفتم)	تأسیس صندوق ملی توسعه فناوری خودروهای برقی با مشارکت صندوق توسعه ملی	ارائه تسهیلات اعتباری ۵ ساله با کارمزد ۴٪ برای خرید خودروهای برقی و توسعه زیرساخت شارژ

دسترسی به داده‌ها

در صورت نیاز به اطلاعات بیشتر در خصوص نحوه تجزیه و تحلیل داده‌ها در این مقاله، با نویسنده مسئول مکاتبه فرمایید.

تعارض منافع

نویسنده اعلام می‌کند که هیچ تضاد منافی در مورد انتشار تحقیق ثبت شده وجود ندارد. علاوه بر این، موارد اخلاقی از جمله سرقت ادبی، رضایت آگاهانه، رفتار نادرست، جعل و/یا جعل داده‌ها، انتشار مضاعف و یا سوء رفتار به طور کامل توسط نویسندگان رعایت شده است.

- Kashan, M., et al. (2021). Co-evolution of dynamic capability and knowledge development: from car assembly to luxury car innovation in the Iranian auto industry. *Innovation and Development*, 13(1), 51-75.
- Liu, X., Xue, C., & Xie, F. (2024). The impact of policy mix characteristics of multi-level governance on innovation output of the new energy vehicle industry in China. *Technology Analysis & Strategic Management*, 36(8), 1161-1174.
- Mustafa, S., Shi, Y., Adan, D. E., Luo, W., & Al Humdan, E. (2026). Role of environmental awareness & self-identification expressiveness in electric-vehicle adoption. *Transportation*, 53(2), 861-885.
- Mhatre, A. S., & Shukla, P. (2026). A comprehensive review of energy harvesting technologies for sustainable electric vehicles. *Environmental Science and Pollution Research*, 33(6), 2079-2102.
- Muratori, M., Alexander, M., & Arent, D. (2021). The intersection of electric vehicles and the grid: A review of challenges and opportunities. *Progress in Energy*, 3(4), 042002.
- Oryani, B., et al. (2021). Heterogeneous preferences for EVs: Evidence from Iran. *Renewable Energy*, 181, 675-689.
- Qian, L., Liu, M., & Yang, C. (2026). Impact of government policies on the electric vehicle industry, environment, and society: A systematic review and meta-analysis. *Technology in Society*, 84, 102518.
- Schuitema, G., Anable, J., Skippon, S., & Kinnear, N. (2013). The role of instrumental, hedonic and symbolic attributes in the intention to adopt electric vehicles. *Journal of Transport Geography*, 27, 11-19.
- جواد پرکارگشتی، ایمان نجاتی. (۱۴۰۳). پیشرفتهای اخیر و روش‌های جدید در مهندسی خودرو. هفتمین همایش ملی فناوری‌های نوین در مهندسی برق، کامپیوتر و مکانیک ایران.
- سید عباس کاراوند، یزدان شیرومحمدی، محمدتقی امینی. (۱۴۰۳). طراحی و تبیین الگوی سیاست گذاری توسعه خودروهای برقی در ایران. نشریه ارزش آفرینی در مدیریت کسب و کار. ۱۷۲-۱۹۱.
- کاشان، م. و همکاران. (۱۴۰۰). هم‌تکامل قابلیت‌های پویا و توسعه دانش: از مونتاژ خودرو تا نوآوری در خودروهای لوکس در صنعت خودرو ایران، نوآوری و توسعه، شماره ۱۳.
- Barakat, S., Guven, A. F., Abdelaziz, A. Y., & Samy, M. M. (2026). A comprehensive review of electric vehicles and sustainable urban mobility in the Middle East and North Africa. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 225, 116154.
- 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.
- Chen, J., Wang, X., & Li, Y. (2024). A systematic review of technological innovation systems in electric vehicle industry: Cross-country analysis. *Energy Policy*, 185, 113954.
- Electric Mobility in public transportation, A Guidebook for Asia-Pacific Countries, (2023). ESCAP.
- Fartash, K., Ghorbani, A., & Bagheri, M. (2023). Slow adoption of EVs under a weak policy regime: Future scenarios of EVs development and diffusion in Iran. *Futures*, 151, 103196.
- Funke, S. A., Günther, M., & Plötz, P. (2019). The role of public charging infrastructure for electric vehicle adoption in Germany. *Nature Energy*, 4(11), 933-940.
- Geels, F. W. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. *Research Policy*, 40(4), 494-509.
- Griffiths, S., Uratani, J. M., Evensen, D., & Sovacool, B. K. (2026). Electric momentum? Catalyzing electric vehicle adoption in the United Arab Emirates. *Journal of Cleaner Production*, 543, 147509.
- International Energy Agency. (2025). Global EV Outlook 2024. <https://www.iea.org>.
- International Energy Agency (IEA). (2024). Global EV Outlook 2024. IEA Publications.