

تاریخ دریافت: ۹۷/۵/۲۹

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۹

تحلیل مدل شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز در ایران

سید محمدهادی رضوی^۱قاسم رمضانپور نرگسی*^۲حجت‌الله حاجی حسینی^۳مرتضی اکبری^۴

چکیده

با توجه به اهمیت سوخت‌های جایگزین بنزین و گازوئیل در رابطه با کاهش آلاینده‌گی زیست‌محیطی و کاهش اتکا به سوخت‌های مایع، مقاله حاضر به دنبال بررسی و تحلیل نحوه شکل‌گیری و رشد فناوری خودرو گازسوز در ایران است. برای این منظور از دو مسیر کیفی و کمی برای تحلیل نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز بهره‌گیری شده است. در بخش کیفی با استفاده از مصاحبه با خبرگان حوزه خودرو گازسوز و تحلیل اسناد و فعالیت‌های انجام شده با استفاده از تکنیک نگاشت تاریخی داده‌ها، مسیر شکل‌گیری فناوری خودرو گازسوز ترسیم شده است. بر این مبنا و بر اساس مرور ادبیات، کارکردها و شاخص‌های آن به صورت یک مدل مفهومی استخراج و به وسیله روش تحلیل عاملی تأییدی مورد تأیید قرار گرفت. سپس با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری، مسیر و نحوه تأثیرگذاری کارکردها بر یکدیگر مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که شواهدی از شکل‌گیری موتور محرک ایجاد سیستم هرچند به صورت ناقص در این حوزه وجود دارد. همچنین شکست اصلی در نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز، به صورت عدم عملکرد صحیح کارکرد مشروعیت بخشی مورد شناسایی قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی:

خودرو گازسوز، نظام نوآوری فناورانه، کارکرد، شکست.

۱. دانشجوی دکتری مدیریت، پژوهشکده مطالعات فناوری‌های نوین، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران.

۲. عضو هیئت‌علمی، پژوهشکده مطالعات فناوری‌های نوین، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران.

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: nargesi.g@irost.org

۳. عضو هیئت‌علمی، پژوهشکده مطالعات فناوری‌های نوین، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران.

۴. عضو هیئت‌علمی، دانشکده کارآفرینی، دانشگاه تهران.

مقدمه

امروزه فناوری نقش بسزایی در افزایش بهره‌وری در مصرف انرژی، کاهش آلودگی هوا، خلق ثروت و رقابت پذیری ایفا می‌کند. توسعه فناوری‌هایی با بازدهی انرژی بالاتر، یکی از اولویت‌دارترین بخش‌های برنامه توسعه در هر کشوری است. افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کنار آلودگی هوای ناشی از افزایش مصرف بنزین و گازوئیل یکی از معضلات جدی زیست‌محیطی است که حیات ساکنان زمین را تهدید می‌کند. از آنجاکه افزایش گازهای گلخانه‌ای یکی از عوامل اثرگذار در پدیده گرم شدن کره زمین است، استفاده از منابع انرژی جایگزین بنزین و گازوئیل که هم مقرون به صرفه باشد و هم آلاینده‌گی کمتری داشته باشد، در سراسر جهان مورد توجه قرار گرفته است (ژو و همکاران^۱، ۲۰۱۶). در کنار این موارد، قیمت‌های بسیار پایین‌تر گاز طبیعی در مقایسه با بنزین و گازوئیل و نیز وجود منابع سرشار آن در کشور، موجب شده است تا افزایش سهم گاز طبیعی از سبد سوخت خودروها، همواره یکی از اهداف سیاست‌گذاران در این حوزه باشد.

با توجه به مزایای غیرقابل‌انکار گاز طبیعی به‌عنوان سوخت خودروها و جایگزینی آن به‌جای بنزین و گازوئیل، کشورهای مختلف از جمله چین (دینگ و وو، ۲۰۱۸) و هلند (سورس و همکاران، ۲۰۱۰) و نیز سایر کشورها به دنبال توسعه این فناوری بوده‌اند. در ایران نیز از سال‌های قبل از انقلاب، همواره توسعه این فناوری در دستور کار سیاست‌گذاران این حوزه بوده و پس از انقلاب نیز با توجه به افزایش ذخایر گاز طبیعی و استحصال آن خصوصاً پس از دهه شصت شمسی، توسعه این فناوری دغدغه سیاست‌گذاران حوزه سوخت خودروها بوده است. توفیق نسبی در برخی از حوزه‌های این فناوری، عدم توسعه متوازن و عدم دستیابی این فناوری به جایگاهی که مدنظر سیاست‌گذاران امر بوده است در کنار افزایش بی‌رویه مصرف بنزین و گازوئیل و قاچاق آن سبب می‌شود تا اهمیت بررسی فناوری خودرو گازسوز با رویکردی سیستمی و پویا دوجندان شود. هرچند پژوهش‌های انجام شده در حوزه خودرو گازسوز بسیار انگشت‌شمار می‌باشند اما عمدتاً از رویکردی خطی نظیر آنچه توسط صحت پور و همکاران (۲۰۱۷) یا کاکایی و پیکانی (۲۰۱۳) به کار گرفته شده، استفاده کرده‌اند.

به‌منظور انجام سیاست‌گذاری عمل‌گرایانه و دقیق برای توسعه این فناوری لازم است ابتدا سیر تکامل تاریخی آن تا رسیدن به نقطه فعلی، در یک رویکرد علمی مورد بررسی قرار گرفته و پس از آن سلسله‌مراتب ساختاری و کارکردی آن مورد شناسایی قرار گیرد. بنابراین می‌توان عوامل تأثیرگذار و

پیشران این فناوری را با رویکرد نظام نوآوری فناورانه احصا کرده و به‌منظور توسعه این فناوری به فاز بعدی در جهت رفع عوامل مسدودکننده و حلقه‌های منفی، سیاست‌گذاری‌های متناسبی انجام داد. درواقع انجام کلیه موارد ذکر شده، همان مأموریت اصلی رویکرد نظام نوآوری فناورانه است که تحقیق حاضر به دنبال استفاده از آن به‌منظور بررسی نحوه شکل‌گیری و توسعه فناوری خودرو گازسوز در کشور است.

تحلیل نحوه توسعه فناوری خودروهای گازسوز و سیاست‌گذاری آن از مسائل اساسی سیاست پژوهان این حوزه بوده است. با توجه به این موضوع که فرایند توسعه فناوری‌های نوظهور، یک سیستم پیچیده و تکاملی است، رویکردی که برای تحلیل آن نیز به کار می‌رود باید قابلیت درک ماهیت سیستمی آن را داشته باشد و با داشتن یک نگاه کل‌گرا به فرایند نوآوری و شامل شدن اجزای مختلف و روابط متفاوت میان آن بتواند رویکرد مناسب برای تحلیل باشد (ادکوئیست^۱، ۲۰۰۵). بررسی ابعاد مختلف شکل‌گیری و رشد فناوری خودرو گازسوز در ایران و ارائه راهکار در مورد عوامل مسدودساز آن، بر پایه مدلی که بیشترین انطباق را با وضعیت این فناوری داشته باشد، هدف اصلی این تحقیق است. روش‌های سنتی تجزیه‌وتحلیل نظام‌های نوآوری که اغلب روی ساختار نظام‌ها تمرکز دارند، شناخت کافی از پویایی به دست نمی‌دهند (میرعمادی، رحیمی راد، ۱۳۹۵). در سال‌های اخیر توجه به مفهوم نظام نوآوری فناورانه به‌عنوان رویکردی کارکردگرایانه به منظور تحلیل و سیاست‌گذاری در عرصه علم، فناوری و نوآوری به‌صورت گسترده مورد توجه قرار گرفته است. این رویکرد، کارکردهایی برای نظام نوآوری فناورانه تعیین کرده و پویایی نظام را بر پایه تعامل این کارکردها با یکدیگر تبیین می‌کند (والراو و روان^۲، ۲۰۱۶).

در تحقیق حاضر پس از بررسی مبانی نظری و مدل‌های مرتبط، به فناوری خودروهای گازسوز به‌مثابه یک نظام نوآوری فناورانه پرداخته می‌شود. سپس اجزای ساختاری این نظام (بازیگران، نهادها، شبکه‌ها و زیرساخت‌ها) بررسی می‌شوند. همچنین با مرور ادبیات انجام شده با استفاده از رویکرد کارکردی نظام نوآوری فناورانه خودروهای گازسوز و بررسی نحوه شکل‌گیری کارکردهای مختلف این نظام با استفاده از روش تحلیل تاریخی وقایع، مدل مفهومی اولیه تحقیق، تدوین شده و از طریق مصاحبه با خبرگان آشنا با این حوزه، بومی‌سازی و تدقیق می‌شود. بر این اساس، کارکردهای اصلی

1 . Edquist

2 . Walrave & Raven

(ابعاد مدل) و مؤلفه‌های زیرمجموعه آن‌ها برای شکل‌گیری نظام نوآوری فناوری خودروهایی گازسوز در ایران شناسایی شده و در نهایت از روش تحلیل عاملی، مسیر و نحوه تأثیرگذاری کارکردهای مختلف بر یکدیگر با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری ارائه می‌شود.

مبانی نظری تحقیق

مدل‌های سیستمی نوآوری از جمله رویکردهای تحلیلی نوآوری به شمار می‌آیند که شامل رویکرد چند سطحی، مدیریت راهبردی گوشه‌ها، مدیریت گذار، بلوک‌های توسعه، نظام نوآوری می‌شود. ادکوئیست (۲۰۰۵) نظام‌های نوآوری را شامل کلیه عوامل اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، سازمان، نهادی و سایر عوامل اثرگذار بر توسعه، انتشار و بهره‌برداری از نوآوری می‌داند. با ظهور رویکرد نظام نوآوری، تأکید محققین عمدتاً بر نظام ملی نوآوری بود. با این وجود، با گذشت زمان انواع دیگری از نظام‌های نوآوری نظیر نظام نوآوری بخشی، نظام نوآوری منطقه‌ای و نظام نوآوری فناورانه مطرح شد. کارلسون و استنکوویچ^۱ (۱۹۹۱) نظام نوآوری فناورانه را به این صورت تعریف کرده‌اند:

"شبکه پویایی از بازیگران که در یک زمینه اقتصادی و صنعتی و تحت یک چارچوب نهادی خاص با یکدیگر در تعامل هستند و در خلق، انتشار و بهره‌برداری از فناوری مشارکت دارند."

رویکرد نظام نوآوری فناورانه چند ویژگی اساسی دارد. اولین ویژگی آن است که مانند رویکردهای دیگر نظام نوآوری، بر شناخت ابعاد ساختاری نظام که عبارت‌اند از بازیگران، شبکه‌ها، نهادها و زیرساخت‌ها، تأکید دارد (برگک و همکاران^۲، ۲۰۰۸). تأکید و تمرکز بر پویایی نظام، ویژگی دیگر این نظام است (سورس و همکاران^۳، ۲۰۱۰). همچنین با توجه به آنکه تنها با استفاده از تحلیل اجزای ساختار نظام نمی‌توان به تحلیل تغییرات فناورانه پرداخت، ویژگی دیگر این نظام عبارت است از ارائه چارچوبی برای تحلیل کارکردهای نظام فنی-اجتماعی که از طریق این تحلیل امکان بررسی نحوه و مسیر شکل‌گیری و توسعه نظام نوآوری فناورانه ایجاد می‌شود (جاکوبسون، برگک^۴، ۲۰۰۴).

ابعاد مختلفی برای ساختار نظام نوآوری فناورانه توسط محققان مختلف ارائه شده است اما ابعاد بازیگران، نهادها، شبکه‌ها و زیرساخت‌ها که توسط وایزورک و هکرت^۵ (۲۰۱۲) ارائه شده است یکی از

1 . Carlson & Stankiewicz

2 . Bergek et al.

3 . Suurs et al.

4 . Jacobsson & Bergek

5 . Wiczorek & Hekkert

کامل‌ترین دسته‌بندی‌های ابعاد ساختاری نظام نوآوری فناورانه است. همانند ابعاد ساختاری، کارکردهای نظام نوآوری فناورانه نیز عبارت از دسته‌های مختلفی از فعالیت‌هایی می‌شود که بر خلق، انتشار و بهره‌برداری از فناوری اثر می‌گذارند. یک شاخه از این دسته‌بندی‌های مختلف در نتیجه مطالعات جاکوبسون و برگگ در حوزه فناوری‌های مختلفی در دهه اول قرن حاضر در کشورهای مختلف شکل گرفته که با در نظر گرفته ۵ و یا ۷ کارکرد کلیدی انجام شده است. این کارکردها عبارت‌اند از: توسعه و انتشار دانش، تأثیرگذاری بر مسیر تحقیقات و نوآوری، فعالیت‌های کارآفرینانه، شکل‌گیری بازار، قانون‌مند شدن و نهادینه‌سازی، تأمین و تخصیص منابع، شکل‌گیری صرفه‌های بیرونی مثبت (برگگ و همکاران، ۲۰۰۸). شاخه دیگر این مطالعات مربوط به تحقیقات هکرت، نگرو و سورس در اواخر دهه اول قرن حاضر در کشورهای اروپایی در صنایع مختلف است که با در نظر گرفتن ۷ کارکرد اصلی انجام شده است. این کارکردها که شباهت زیادی با کارکردهای قبلی دارند عبارت‌اند از: فعالیت‌های کارآفرینانه، توسعه دانش، انتشار دانش، هدایت تحقیقات، شکل‌گیری بازار، تأمین و تخصیص منابع، مشروعیت بخشی. این کارکردها در جدول ۱ به همراه تعریف هر یک آورده شده است.

مفهوم دیگری که در رویکرد کارکردی نظام نوآوری فناورانه مورد توجه قرار گرفته است اثرگذاری کارکردها و تواتر شکل‌گیری آن‌هاست. سورس (۲۰۰۹) در کتابی تحت عنوان موتورهای نوآوری پایدار با بررسی نحوه شکل‌گیری چند نظام نوآوری فناورانه در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر، چهار نوع موتور محرک را در نظام نوآوری فناورانه ارائه می‌کند که نشان‌دهنده تقدم و تأخر شکل‌گیری کارکردهای مختلف و نحوه تأثیرگذاری آن‌ها بر یکدیگر است. این موتورهای شامل موتور محرک علم و فناوری، موتور محرک کارآفرینی، موتور محرک ایجاد سیستم و موتور محرک بازار می‌باشند. در پژوهش دیگری که توسط هکرت و همکاران^۱ (۲۰۱۱) انجام شده است به مفهوم چهار مرحله رشد فناوری اشاره شده است که در هر مرحله به دلیل وجود کارکردهای متفاوت سیستم، شکست‌های سیستم دارای اثرگذاری‌های متفاوتی خواهند بود. آلمکید و همکاران^۲ (۲۰۰۷) در تحقیقات خود نشان دادند که اهمیت و تأثیرگذاری کارکردهای مختلف در دوره‌های زمانی مختلف می‌تواند بسیار متفاوت باشد؛ به صورتی که در فازهای اولیه شکل‌گیری یک نظام نوآوری، کارکرد هدایت تحقیقات بسیار مهم است ولی به تدریج اهمیت خود را از دست می‌دهد و کارکردهایی مانند فعالیت‌های کارآفرینانه، شکل‌گیری

1 . Hekkert et al.

2 . Alkemade et al.

بازار، تأمین منابع و خلق دانش اهمیت می‌یابند.

تاکنون تحقیقات محدودی در رابطه با نظام نوآوری فناورانه خودروهای گازسوز صورت گرفته است. از جمله کامل‌ترین تحقیقات انجام شده توسط سورس در کتاب موتورهای نوآوری پایدار (ص ۲۰۵-۱۷۵، ۲۰۰۹) در رابطه با نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز در کشور هلند ارائه شده است. بررسی‌های وی نشان می‌دهد که پویایی‌های مربوط به این خط سیر فناورانه با تبلیغ و ساخت و انباشت اولیه در دهه ۱۹۷۰ و به دنبال آن، شکست در دهه ۱۹۸۰ و سپس تبلیغ، ساخت و انباشت مجدد از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ توصیف می‌شوند. در حین انجام این تحقیق سورس، سه موتور نوآوری در بطن نظام نوآوری را در طول تکامل نظام مورد شناسایی قرار می‌دهد. این موتورهای سه‌گانه عبارت‌اند از کارآفرینی، ساخت سیستم و موتور بازار که اخیراً از سال ۲۰۰۷ فعال شده است. دینگ و وو (۲۰۱۸) با بررسی مسیر توسعه زیست‌بوم نوآوری خودروهای گازسوز در استان سیچوان چین، سه فاز تاریخی توسعه را مورد شناسایی قرار دادند. این سه فاز عبارت‌اند از نوآوری در محصول و محصولات مکمل، مقیاس یافتن و رشد سریع صنعت خودرو گازسوز و در نهایت شکل‌گیری زیست‌بوم نوآوری خودرو گازسوز.

سورس و همکاران (۲۰۱۰) در مورد کاوی خود در رابطه با نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز در کشور هلند، هفت کارکرد نظام نوآوری فناورانه را بر اساس روش نگاشت تاریخی داده‌ها استخراج کرده و پویایی‌های میان این کارکردها را بر اساس موتورهای چهارگانه نوآوری مورد ارزیابی و تحلیل قرار داده‌اند. آن‌ها همان‌طور که پیش از این گفته شد دریافتند که توسعه نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز در کشور هلند را می‌توان در سه دوره تاریخی متفاوت مورد بررسی قرار داد. ونگ و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی عوامل شکست نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز در کشور چین سه عامل انسداد‌کننده توسعه نظام را مورد شناسایی قرار دادند که عبارت‌اند از: کمبود سوخت گاز طبیعی، قیمت بالای سوخت گاز طبیعی نسبت به بنزین و عدم توازن بین جایگاه‌های سوخت گاز و بنزین. بر این مبنا این محققان اقدام به ارائه پیشنهادهایی برای رفع اثر سو هر یک از این عوامل مسدود ساز جهت پیگیری ادامه رشد نظام نوآوری شده‌اند.

در رابطه با ایران مطالعات بسیار محدودتر و انگشت‌شماری در رابطه با بررسی نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز انجام شده است. صحت پور و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی شش سناریو در مورد پرتفوی سوخت در بخش حمل‌ونقل ایران در نهایت از بین هشت نوع سوخت، تنها گاز طبیعی

فشرده (CNG) و گاز مایع (LPG) را حائز شرایط لازم جهت جایگزینی با سوخت‌های رایج یافتند. کاکایی و پیکانی (۲۰۱۳) نیز با بررسی توسعه فناوری موتور پایه گازسوز خودرو در ایران ابتدا بر امکان جایگزینی گاز طبیعی به جای سوخت مایع در خودروها در ایران صحنه گذاشته‌اند و سپس روند شکل‌گیری و توسعه سه گونه فناوری موتور پایه گازسوز خودرو را در ایران و نقاط شکست آن‌ها را مورد بررسی قرار داده‌اند.

از میان رویکردها و مدل‌های مختلف در بررسی نظام نوآوری فناورانه که برخی از آن‌ها به اجمال در سطور بالا مورد بررسی قرار گرفت، در این تحقیق به منظور بررسی نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز، عمدتاً از دو رویکرد برگ و همکاران و هکرت و همکاران استفاده می‌شود. علت این انتخاب نیز تشابه بسیار زیاد این دو رویکرد به یکدیگر، امکان مطالعه هم‌زمان ابعاد ساختاری و کارکردی نظام، مصداق‌پذیری زیاد ابعاد ساختاری و کارکردی در صنعت خودرو گازسوز و امکان بررسی ساده و قابل فهم پویایی‌های موجود در نظام از طریق بررسی این رویکردها است.

شناسایی اجزا ساختاری نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز در ایران

به منظور شناسایی اجزای ساختاری نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز از رویکرد هکرت و نگرو (۲۰۰۹) استفاده شده که شامل شناسایی ۴ جزء بازیگران، نهادها، شبکه‌ها و زیرساخت‌ها است.

بازیگران

توسعه فناوری خودرو گازسوز و گسترش به کارگیری آن در بخش‌های مختلف، نیازمند تلاش نظام‌مند و همه‌جانبه تمامی بازیگران مؤثر است. از این رو برای حصول یک فهم مطلوب از نحوه شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز در کشور و نحوه تأثیرگذاری هرکدام از آن‌ها بر روی توسعه این فناوری نیاز به شناخت بازیگران آن وجود دارد. طی مصاحبه‌های انجام شده در بخش استخراج مدل و مصاحبه‌های تکمیلی بعدی و همچنین مطالعه متون تقنینی، سیاست‌گذاری و راهبردی و نیز گزارش‌های موجود مرتبط با حوزه فناوری خودرو گازسوز در جدول ۱ این بازیگران به تفکیک راهبر، هماهنگ‌کننده، مجری و کاربر مورد شناسایی قرار گرفتند. بازیگران سطح راهبر، بازیگرانی هستند که در مراتب بالای تصمیم‌گیری قرار داشته و جنس تصمیمات آن‌ها از نوع طراحی سیاست، راهبردهای کلان و قانون است. هماهنگ‌کننده نیز بازیگری است که در تأمین مالی و زیرساختی شبکه‌ها و

تدوین آئین‌نامه، استانداردها و جهت‌دهی به اقدامات نقش دارد. مجریان و تولیدکنندگان نوآوری نیز سازمان‌های تحقیقاتی، دانشگاه‌ها و شرکت‌هایی هستند که در امر تولید دانش چه در سطح دانشگاهی و چه در سطح فنی اشتغال دارند. کاربران نیز کلیه بازیگران سمت تقاضای فناوری را شامل می‌شوند.

جدول ۱ بازیگران نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز

سطح	شرح	نقش	
راهبر	مقام معظم رهبری	تعیین سیاست‌های کلی نظام	
	شورای عالی انقلاب فرهنگی	تصویب اسناد بالادستی علم و فناوری	
	مجمع تشخیص مصلحت نظام	عالی‌ترین نهاد مشورتی مقام معظم رهبری	
	مجلس شورای اسلامی	تقنین و ایجاد سازوکارهای قانونی	
هماهنگ‌کننده	شرکت ملی پخش فراورده‌های نفتی ایران	ارائه استانداردها و تدوین دستورالعمل‌ها و آیین‌نامه‌ها	
	شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت	تدوین استانداردهای مصرف سوخت و درصد آمارهای کلیدی	
	مدیریت طرح ملی CNG	مدیریت و نظارت بر اجرای آیین‌نامه‌ها	
	وزارت صنعت، معدن و تجارت	نظارت بر کارگاه‌ها و کارخانه‌های تولیدی و خدماتی	
	سازمان حفاظت از محیط‌زیست	تدوین استانداردهای زیست‌محیطی و نظارت	
	ستاد مدیریت حمل‌ونقل و سوخت کشور	هماهنگ‌کننده اقدامات دستگاه‌های مختلف	
	سازمان ملی استاندارد	نظارت بر اجرای استانداردهای تدوینی	
	انجمن‌های صنفی صنعت CNG	هماهنگ‌کننده تولیدکنندگان قطعات و تجهیزات و رایزنی	
	مجریان و تولیدکنندگان	دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی	عرضه دانش و فناوری در حوزه خودروهای گازسوز
		شرکت‌های خودروساز	تولید دانش و تولید خودروهای گازسوز
شرکت‌های تولیدکننده کیت‌های گازسوز		تولید و نصب کیت‌های گازسوز	

نقش	شرح	سطح
تولید و واردات تجهیزات و قطعات گازسوز	شرکت‌های تولیدکننده و واردکننده تجهیزات کیت و جایگاه	مجریان و تولیدکنندگان
تقاضا برای قطعات و کیت‌ها گازسوز	خودروسازان	کاربران و مشتریان
تقاضا برای خودرو گازسوز	متقاضیان خودرو	
تقاضا برای تجهیزات و قطعات جایگاه‌های گاز	جایگاه داران	

نهاده‌ها

با توجه به اهمیت بسیار بالای نهادهای رسمی نسبت به نهادهای غیررسمی در حوزه فناوری خودرو گازسوز در این مقاله تنها نهادهای رسمی مورد بررسی قرار گرفتند. از جمله نهادهای رسمی در زمینه فناوری خودرو گازسوز می‌توان سیاست‌های کلی حوزه انرژی و سیاست‌های اصلاح الگوی مصرف ابلاغی مقام معظم رهبری را نام برد. همچنین قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی مصوب ۱۳۸۹ از جمله قوانین مادر در حوزه فناوری خودرو گازسوز محسوب می‌شود. ماده ۱۲۱ قانون برنامه سوم توسعه ۵ ساله جمهوری اسلامی ایران که در منجر به تشکیل سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور شد در کنار تبصره ۱۱ قانون بودجه سال ۱۳۸۴ و تبصره ۱۳ قوانین بودجه سال ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ که زمینه‌ساز تشکیل ستاد مدیریت حمل‌ونقل و سوخت شد از جمله سایر نهادهای موجود در زمینه فناوری خودرو گازسوز است. قانون توسعه حمل‌ونقل عمومی و مدیریت مصرف سوخت مصوب ۱۳۸۶ از جمله نهادهای رسمی دیگر است که در آن ظرفیت‌های قابل توجهی جهت تبدیل خودروهای بنزین و گازوئیل سوز به دوگانه‌سوز پیش بینی شده بود. در نهایت قانون هدفمندی یارانه‌ها مصوب ۱۳۸۸ نیز یکی دیگر از نهادهای مربوط به توسعه نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز است که اثرات قابل توجهی در ایجاد صرفه‌های اقتصادی برای استفاده از خودروهای گازسوز ایجاد کرده است.

شبکه‌ها

شناسایی ارتباط بین اقدامات بازیگران مختلف در نظام نوآوری فناورانه و همچنین ایجاد ارتباط بین سطوح خرد و کلان نظام از جمله اهداف شناسایی شبکه‌های موجود در یک نظام نوآوری فناورانه

است. وجود این شبکه‌ها بخش مهمی از ذات پویایی نظام‌های نوآوری فناورانه را در خود جای می‌دهد. در فناوری خودروهای گازسوز در طول سالیان گذشته چندین شبکه با هدف توسعه فناوری در ایران شکل گرفته‌اند. این شبکه‌ها در ابتدا تمرکز بسیاری بر منابع و شبکه‌های رسمی دولتی داشتند اما به مرور به سمت شبکه‌های بخش خصوصی تحول یافته‌اند. در جدول ۲ تعدادی از مهم‌ترین شبکه‌های شناسایی شده در نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز ارائه شده است.

جدول ۲ مهم‌ترین شبکه‌های موجود در نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز

نام شبکه	کنشگران	هدف
انجمن انرژی ایران	کانون علمی جهت مدرسین و متخصصین انرژی کشور	گسترش، پیشبرد و ارتقا علمی مباحث انرژی و توسعه کیفی نیروهای متخصص در زمینه‌های مربوط به انرژی
انجمن صنفی جایگاه داران CNG	متشکل از جایگاه داران CNG کشور	تشکل سازی صنفی برای هماهنگی و حمایت
انجمن صنفی CNG کشور	متشکل از تولیدکنندگان و واردکنندگان قطعات و تجهیزات صنعت CNG	تشکل سازی صنفی برای هماهنگی و حمایت
اتاق ساماندهی مراکز تبدیل و تعمیر خودروهای گازسوز		انجام اقدامات لازم برای ساماندهی کارگاه‌های تبدیل و تعمیر خودروهای گازسوز
اتحادیه کشوری سوخت جایگزین و خدمات وابسته	متشکل از ۱۰۰۰ عضو در سراسر کشور	تشکل سازی و حمایت از توسعه فناوری سوخت‌های جایگزین
ستاد مدیریت حمل و نقل و سوخت کشور	یکی از ستادهای زیرمجموعه نهاد ریاست جمهوری متشکل که به امر سیاست‌گذاری می‌پردازد	سیاست‌گذاری در حوزه حمل و نقل و مصرف سوخت

زیرساخت‌ها

بر اساس ادبیات مرور شده در باب تعریف و دسته‌بندی زیرساخت‌ها، هکرت و نگرو (۲۰۰۹) دسته‌بندی کاملی از زیرساخت‌ها را در سه گروه زیرساخت‌های فیزیکی، مالی و دانشی به‌عنوان عناصر ساختاری ناظم نوآوری فناورانه در نظر گرفته‌اند. بر اساس این دسته‌بندی، در نظام نوآوری فناورانه خودرو

گازسوز کشور استحصال سالیانه مقادیر عظیمی از گاز طبیعی از میدان‌های مختلف در سراسر کشور، وجود سیستم گسترده انتقال گاز که امر گازرسانی را در سراسر کشور به نحو مطلوبی انجام می‌دهد در کنار تأسیس تعداد قابل توجهی از جایگاه‌های تزریق سوخت گاز در سراسر کشور از جمله مهم‌ترین زیرساخت‌های فیزیکی در این نظام نوآوری فناورانه است. از جمله زیرساخت‌های مالی می‌توان به پرداخت تسهیلات با نرخ ترجیحی به کارخانه‌های تولید قطعات و تجهیزات گازسوز نمودن خودروها، تخفیف‌های تعرفه‌ای در رابطه با واردات قطعات کیت‌های گاز، ارائه یارانه به شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات نصب کیت‌های گازسوز در ابتدای مراحل توسعه این فناوری و نیز افزایش نرخ کارمزد جایگاه داران گاز طبیعی و ایجاد صرفه اقتصادی استفاده از گاز برای مصرف‌کننده از طریق تعیین قیمت آن بر مبنای بنزین که در حال حاضر کانون توجه سیاست‌گذاری است، اشاره کرد. زیرساخت‌های دانشی عبارتند از دانشگاه‌ها، آزمایشگاه‌های تحقیقاتی، نظام‌های آموزشی و کتابخانه‌ها. به‌عبارت‌دیگر کلیه سازمان‌های خصوصی و دولتی که در تولید، نگهداری، توزیع، مدیریت و حمایت از دانش به‌نوعی دخیل هستند. در زمینه خودروهای گازسوز، رشته‌های اقتصاد حمل‌ونقل، عمران گرایش حمل‌ونقل و مهندسی سیستم‌های انرژی که در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی مختلف ارائه می‌شود در کنار مراکز تحقیقاتی مانند پژوهشگاه صنعت نفت از جمله مهم‌ترین زیرساخت‌های دانشی نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز در کشور می‌باشند.

گاز در ایران

در سال ۱۳۹۴ کل مصارف گاز طبیعی در کشور بالغ بر ۱۹۴،۸۳۰ میلیون مترمکعب بوده است که از این میزان بخش صنعت، نیروگاه‌ها و خانگی به ترتیب با ۳۲ درصد، ۳۰ درصد و ۲۴ درصد بیشترین مصرف گاز طبیعی را به خود اختصاص داده‌اند (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۴). مصرف گاز طبیعی در بخش حمل‌ونقل از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۴ با رشد سالیانه‌ای در حدود ۲۷،۸ درصد به عدد ۷،۴۲۰ میلیون مترمکعب بالغ شده است که نشان‌دهنده اختصاص حدود ۴ درصد از مصرف گاز طبیعی کشور به صنعت حمل‌ونقل است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۴). طبق آمارهای انجمن جهانی خودروهای گازسوز (IANGV)^۱ در سال ۲۰۱۷ در سراسر جهان بالغ بر حدود ۲۴،۵ میلیون خودرو گازسوز وجود دارد که ایران با برخورداری از ۴ میلیون دستگاه خودرو گازسوز و تصاحب ۱۶،۳ درصد از کل خودروهای

گازسوز جهان پس از چین در رتبه دوم قرار دارد (انجمن جهانی خودرو گازسوز).

روش‌شناسی تحقیق

بر اساس هدف تحقیق، این تحقیق کاربردی و بر اساس روش جمع‌آوری داده‌ها، تحقیقی توصیفی است. در این تحقیق برای گردآوری و تحلیل داده‌ها از روش آمیخته استفاده شده است؛ بدین صورت که برای استخراج مدل مفهومی پیشنهادی از روش کیفی تحلیل تاریخی وقایع استفاده و در ادامه از روش کمی پیمایش و پرسشنامه برای تأیید فرضیه‌ها و مدل پیشنهادی بهره‌گیری شده است. بر این اساس، تحقیق با مبنا قرار دادن مدل موتورهای محرک نوآوری سورس (۲۰۰۹) به‌عنوان الگوی اولیه آغاز شده استدر ادامه با استفاده از روش تحلیل تاریخی وقایع و مصاحبه‌های انجام شده با خبرگان حوزه خودرو گازسوز، مدل اولیه موتورهای محرک نوآوری در حوزه خودرو گازسوز ایران تهیه و بر آن اساس فرضیه‌ها بیان شده‌اند. پس از آن، با پیمایش ارتباط اجزای مدل با پرسشنامه با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی و مدل‌سازی معادلات ساختاری، فرضیات موردسنجش قرار گرفته و مدل مفهومی پیشنهادی محقق، مورد اعتبار سنجی قرار گرفته است.

روش‌شناسی تحقیق کیفی

با شناسایی الگوهای تکراری ناشی از کنار هم قرار دادن چند تکه از اطلاعات موجود در یک مطالعه تاریخی می‌توان آن‌ها را به‌عنوان الگوهایی مورد استفاده قرار داد. این امر با استفاده از روش تحلیل تاریخی وقایع که توسط پول و همکاران (۲۰۰۰) ایجاد شده است امکان‌پذیر می‌شود. در حوزه خودروهای گازسوز این روش توسط سورس (۲۰۰۹) به‌منظور تحلیل تاریخی و ارائه مدل شکل‌گیری این فناوری در کشور هلند مورد استفاده قرار گرفته است. از آنجاکه مورد مطالعه در این تکنیک، داده‌های تاریخی اثرگذار و با اهمیت است برای این منظور از مطالعه کلیه اسناد مرتبط تدوین شده در طول دوره شکل‌گیری این فناوری در کشور استفاده شده است. همچنین به‌منظور اطمینان از حصول کیفیت داده‌ها برای انجام تحلیل تاریخی داده‌ها اقدام به انجام مصاحبه با ۷ نفر از خبرگان حوزه خودرو گازسوز شد. سپس اقدام به استخراج داده‌های با اهمیت، کدگذاری این داده‌ها و تشکیل الگو در میان آن‌ها در حوزه خودرو گازسوز شد که نتیجه آن در بخش یافته‌های تحقیق آورده شده است.

روش‌شناسی تحقیق کمی

جمع‌بندی نگاشت تاریخی داده‌ها نشان می‌دهد که توالی شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز در ایران از یک سیر منطقی پیروی می‌کند. با توجه به شناسایی انجام‌شده در رابطه با موتور محرک نوآوری در فناوری خودرو گازسوز و تحلیل کیفی انجام‌شده (بخش یافته‌های تحقیق) بر روی فرایند شکل‌گیری کارکردهای مختلف نظام نوآوری فناورانه با استفاده از تحلیل تاریخی داده‌ها، مجموعه‌ای از فرضیه‌ها در زمینه شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز در ایران و نحوه تأثیرگذاری این کارکردها بر یکدیگر بر اساس روابط موجود در موتور محرک شناسایی شده در قالب ۱۴ فرضیه طرح‌ریزی شد. در نهایت به‌منظور آزمون فرضیات از مدل‌سازی معادلات ساختاری و تحلیل عاملی استفاده گردید.

به‌منظور آزمون فرضیه‌ها ابتدا ابعاد و مؤلفه‌های استخراج‌شده از مبانی نظری تحقیق و به‌ویژه دو رویکرد برگک و همکاران و هکرت و همکاران، از طریق مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته با ۵ نفر از خبرگان دانشگاهی و فعالان آشنا با مفهوم نظام نوآوری فناورانه و فناوری خودرو گازسوز بودند اصلاح، تعدیل و بومی‌سازی شد (به شرح جدول ۵) و سپس ابعاد و مؤلفه‌ها با استفاده از پرسشنامه‌ای بر اساس طیف ۵ گزینه‌ای لیکرت که از ۳۴ نفر از خبرگان دریافت شد، نهایی گردید. این خبرگان عمدتاً از میان فعالان، مدیران و کارآفرینان حوزه فناوری خودرو گازسوز دارای سوابق دانشگاهی و برخی از سیاست‌گذاران این حوزه انتخاب شده بودند. بر این اساس هرچند ابعاد هفت‌گانه کارکردهای نظام نوآوری فناورانه مورد تأیید قرار گرفتند اما تغییراتی در برخی مؤلفه‌ها و شاخص‌های مدل ایجاد شد که منجر به حذف و ترکیب برخی از آن‌ها شد. ابعاد هفت‌گانه و مؤلفه‌های آن‌ها در جدول ۵ آورده شده‌اند. به‌منظور تجزیه و تحلیل مسیر شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز در ابتدا پرسشنامه‌ای بر اساس کارکردها و مؤلفه‌های ارائه‌شده در مدل مفهومی تحقیق و نیز پرسشنامه‌های مشابه در مرور ادبیات تدوین گردید. پرسشنامه تهیه شده شامل ۴۳ پرسش پس از چندین مرتبه اصلاحات ویرایشی و محتوایی به‌منظور تحقق روایی صوری و محتوایی در اختیار ۱۰ نفر از خبرگان دانشگاهی (اساتید دانشکده نفت و مکانیک دانشگاه صنعتی شریف) و صنعتی (مدیران و معاونین دو شرکت معتبر حوزه تولید تجهیزات خودرو گازسوز) قرار گرفت که با اندک اصلاحات ویرایشی مورد تأیید قرار گرفت. به‌منظور سنجش پایایی، پرسشنامه بین ۳۰ نفر از مدیران صنعت (شامل مدیران انجمن‌های صنفی، مدیران و معاونان ارشد شرکت‌های تولیدکننده تجهیزات خودرو گازسوز و مدیران

بخش خودرو گازسوز در شرکت ایران خودرو) توزیع شد که ضریب آلفای کرونیخ برای کل پرسشنامه برابر ۰,۷۸ و برای کلیه ابعاد و مؤلفه‌های مدل نیز بیش از ۰,۷ بود که نشان‌دهنده تأیید پایایی پرسشنامه بود. نمونه آماری این پژوهش متشکل از خبرگان شامل مدیران، کارآفرینان و سیاست‌گذاران حوزه فناوری خودرو گازسوز بوده‌اند. به‌منظور نمونه‌گیری از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای نسبی استفاده شد. با توجه به عدم وجود آمار دقیق از تعداد خبرگان حوزه خودرو گازسوز، جامعه آماری تحقیق به‌صورت نامحدود در نظر گرفته شد. در این راستا با توجه به واریانس نمونه مقدماتی معادل ۰,۳۰۸ و میزان خطای مجاز ۰,۱ و سطح اطمینان ۹۵٪، تعداد نمونه برابر با ۱۱۸ عدد محاسبه شد. سپس پرسشنامه بین حدود ۱۹۲ نفر از خبرگان توزیع شد که در نهایت ۱۲۳ پرسشنامه تکمیل شده قابل قبول جمع‌آوری گردید.

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

تحلیل تاریخی توسعه فناوری خودرو گازسوز و استخراج مدل مفهومی تحقیق

مسیر تاریخی نحوه شکل‌گیری هر کدام از کارکردها و فعالیت‌های نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز با استفاده از روش نگاشت تاریخی داده‌های در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. این جدول دربرگیرنده ۲۵ فعالیت کلیدی است که در مسیر شکل‌گیری این بخش تأثیرگذار بوده و از تحلیل اسناد مطالعات موجود و مصاحبه با ۷ نفر از خبرگان این حوزه استخراج شده است. کدگذاری‌های موجود در این جدول بر اساس کارکرد خلق دانش (K)، کارکرد انتشار دانش (D)، کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی (E)، کارکرد جهت‌دهی به سیستم (G)، کارکرد شکل‌گیری بازار (M)، کارکرد تأمین و تسهیل منابع (R) و کارکرد مشروعیت بخشی (L) صورت گرفته است.

اولین فعالیت‌های نسبتاً منسجم پس از انقلاب در رابطه با توسعه فناوری خودرو گازسوز در ایران تقریباً از اواخر دهه ۶۰ با انجام چندین پروژه تحقیقاتی که توسط مراکز دولتی انجام شد، آغاز گردید. در این دهه، همان‌طور که از جدول ۳ مشخص است، عمده فعالیت‌های انجام شده در قالب کارکردهای "خلق و توسعه دانش" و "تأمین و تخصیص منابع" صورت گرفته است. پس از آن، در دهه هفتاد با کاهش نسبی عدم قطعیت‌ها دولت در کنار ادامه دادن امر تحقیقات در حوزه خودرو گازسوز (ارجاع پروژه تحقیقاتی بررسی آلاینده‌گی ۷ کلان‌شهر به کنسرسیوم ژاپنی-سوئدی) با تدوین قوانین و مقرراتی نظیر برنامه سوم توسعه به عرصه سیاست‌گذاری و تعیین چشم‌انداز در این حوزه پرداخته و با تأسیس

شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت در سال ۱۳۷۹ عملاً وارد حوزه مدیریت تولید و توسعه خودروهای گازسوز و ایجاد بازار برای این فناوری وارد می‌شود. عمده فعالیت‌های انجام شده در این دهه همان‌طور که در جدول ۳ آورده شده است در قالب کارکردهای "خلق و توسعه دانش"، "تأمین و تخصیص منابع"، "شکل‌گیری بازار" و "جهت‌دهی به سیستم" صورت گرفته است.

جدول ۳ نداشت تاریخی داده‌ها در رابطه با مسیر نحوه شکل‌گیری هر کدام از کارکردها و فعالیت‌های نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز

ردیف	فعالیت یا رویداد اتفاق افتاده	دهه ۶۰	دهه ۷۰	دهه ۸۰	دهه ۹۰
۱	انجام تحقیقات در وزارت صنایع سنگین	K			
۲	تعریف پروژه تحقیقاتی در سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران	K,R			
۳	انجام تحقیقات در پژوهشگاه صنعت نفت	K			
۴	ارجاع پروژه تحقیقاتی بررسی آلاینده‌های ۷ کلان‌شهر به کنسرسیوم ژاپنی-سوئدی	K,R			
۵	تصویب قانون برنامه سوم	G,M			
۶	تأسیس شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت	G,R			
۷	خرید حدود ۴۰۰۰ دستگاه تاکسی نو توسط شرکت بهینه‌سازی و تبدیل آن به دوگانه‌سوز توسط یک شرکت ایتالیایی	R,D			
۸	انجام طرح جامع گازسوز کردن وسایل نقلیه ایران توسط کنسرسیوم نیروزی-ایرانی	K,R,D			
۹	برگزاری مناقصه برای تبدیل ۱۰۰ هزار دستگاه خودرو به دوگانه‌سوز و پیروزی ۴ شرکت ایرانی همراه با شریک فنی خارجی	R,G,E,D			
۱۰	احداث جایگاه‌های پایلوت عرضه سوخت گاز	M,R,D			
۱۱	احداث ۱۸۰ جایگاه سوخت گاز	M,R,D			
۱۲	دومنظوره شدن جایگاه‌های عرضه سوخت مایع	R,G			

ردیف	فعالیت یا رویداد اتفاق افتاده	دهه ۶۰	دهه ۷۰	دهه ۸۰	دهه ۹۰
۱۳	محول کردن تولید ۵۰۰ هزار دستگاه خودرو دوگانه‌سوز به شرکت‌های خودروسازی در همکاری با شرکت‌های سازنده قطعات و تجهیزات کیت گازسوز			E,R,G,D	
۱۴	تبصره ۱۱ قانون بودجه سال ۱۳۸۴ در رابطه با الزام تولید خودروسازان با تخصیص ۲۰٪ از محصولات به محصولات دوگانه‌سوز			G,R,E	
۱۵	تبصره ۱۳ قانون بودجه سال ۱۳۸۵ در رابطه با تبدیل بخشی از خودروهای بنزینی به دوگانه‌سوز			G,R,E	
۱۶	تبصره ۱۳ قانون بودجه سال ۱۳۸۶ در رابطه با تبدیل بخشی از خودروهای بنزینی به دوگانه‌سوز			G,R,E	
۱۷	تأسیس انجمن‌ها و اتحادیه‌های صنفی مرتبط با CNG			D,L	
۱۸	تصویب قانون توسعه حمل‌ونقل عمومی و مدیریت مصرف سوخت			R,G	
۱۹	طراحی موتور پایه گازسوز و تولید خودرو با سوخت پایه گاز			D,E,R	
۲۰	سه‌می‌بندی بنزین			M,G	
۲۱	ابلاغ توقف تبدیل کارگاهی خودرو گازسوز			M,G	
۲۲	اجرای فاز اول قانون هدفمندی یارانه‌ها			M,G	
۲۳	تشکیل اتاق ساماندهی مراکز تبدیل و تعمیر خودروهای گازسوز			L	
۲۴	اجرای فاز دوم قانون هدفمندی یارانه‌ها			M,G	
۲۵	کاهش قیمت CNG			M	
۲۶	افزایش کارمزد جایگاه داران			M,R	

درواقع در دهه هفتاد علاوه بر دو کارکردی که در دهه قبل وجود داشت، دو کارکرد دیگر نیز به کارکردهای نظام نوآوری فناوریانه خودرو گازسوز اضافه شد. در این دهه همچنان نقش دولت در کلیه

کارکردها کاملاً پرنرنگ است. دهه هشتاد یک دهه طلایی برای نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز است. از این جهت که با توجه به تخصیص منابع قابل توجهی که توسط دولت به این حوزه صورت گرفت کارکردهای انتشار دانش، فعالیت‌های کارآفرینی و نیز شکل‌گیری بازار به‌طور قابل توجهی فعال شدند. تبدیل حدود ۴۰۰۰ خودرو بنزینی به دوگانه‌سوز از طریق مشارکت شرکت بهینه‌سازی با صاحب فناوری ایتالیایی و نیز انجام طرح جامع گازسوز کردن وسایل نقلیه ایران توسط کنسرسیوم نیروی-ایرانی موجب انتقال دانش فنی به داخل کشور شد که ماحصل آن برگزاری مناقصه تبدیل ۱۰۰ هزار دستگاه خودرو بنزینی به دوگانه‌سوز توسط شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت و پیروز شدن ۴ شرکت ایرانی دارای شریک فنی خارجی در آن شد. هم‌زمان طرح احداث جایگاه‌های عرضه سوخت گاز توسط بخش‌های دولتی و ایجاد مشوق در این راستا برای بخش خصوصی از دیگر اقدامات انجام شده در راستای کارکرد شکل‌گیری بازار و فعالیت‌های کارآفرینی بود.

پس از آن در سال ۱۳۸۴ طرح تولید ۵۰۰ هزار خودرو سواری به‌وسیله خودروسازان در محل کارخانه با مشارکت شرکت‌های تولیدکننده قطعات و تجهیزات گازسوز به اجرا درآمد که تحولی شگرف در ایجاد بازار و صرفه‌های اقتصادی برای بازیگران این حوزه محسوب می‌شد. وارد کردن مواد و تبصره‌هایی به قوانین بودجه سال‌های ۱۳۸۴ الی ۱۳۸۶ و تصویب قوانینی چون قانون توسعه حمل‌ونقل عمومی و مدیریت مصرف سوخت همچنان موجب بزرگ‌تر شدن بازار تقاضای برای خودروهای گازسوز شد. با گسترش حجم فعالیت‌های بخش خصوصی در این حوزه از اواسط تا اواخر دهه هشتاد تشکل‌های صنفی مختلفی در این حوزه تشکیل شد تا فعالیت‌های بازیگران به شکل تشکل یافته انجام شده و حمایت‌ها و رایزنی‌های لازم به‌صورت یکپارچه انجام گیرد. طراحی و تولید موتور پایه گازسوز در شرکت ایران خودرو در سال ۱۳۸۶ از یک سو منجر به تشکل یافته شدن تولید خودرو گازسوز و رفع برخی معایب فنی شیوه تبدیل خودرو بنزینی به گازسوز و نهایتاً کم‌فروغ شدن تولید کارگاهی خودروهای گازسوز و افزایش تولید کارخانه‌ای آن شد. انجام سهمیه‌بندی بنزین و فاز اول هدفمندی یارانه‌ها مجدداً از طریق اثرگذاری بر رفتار مصرف‌کننده در شکل‌گیری بازار و ایجاد صرفه‌های اقتصادی برای فعالین این بخش سهم به‌سزایی داشت. در اواخر این دهه ارائه مشوق‌های مالی در قالب یارانه و تخفیف‌های تعرفه‌ای به تولیدکنندگان حذف شد. همان‌طور که از توضیحات ارائه شده مشخص است، علاوه بر کارکردهایی که در دهه قبل فعال بودند در دهه هشتاد کارکردهای "انتشار دانش"، "شکل‌گیری بازار" و "فعالیت‌های کارآفرینی" نقش پرنرنگ‌تری را ایفا کردند.

در دهه نود با توجه به ابلاغ توقف تولید کارگاهی خودرو گاسوز، فعالیت‌های کسب‌وکاری بسیاری در این حوزه یا متوقف شدند یا با ظرفیت پایین تنها اقدام به ارائه خدمات پس از فروش نمودند. در عوض تولید خودرو گاسوز، به صورت متمرکز در شرکت‌های خودروسازی و از ابتدا روی خط تولید انجام گرفت. تعداد قابل توجه جایگاه‌های عرضه سوخت گاز در سراسر کشور و افزایش میزان خودروهای گاسوز به ۳,۵ میلیون خودرو (حدود یک‌پنجم کل خودروهای شماره‌گذاری شده) منجر به آن شد که تا حدودی اهداف سیاست‌گذاری شده برای خودرو گاسوز محقق شود و سیاست‌گذار حمایت‌های یارانه‌ای و تعرفه‌ای خود را کاهش داده و بازار خودروهای گاسوز را عمدتاً از مجرای ایجاد صرفه برای مصرف‌کننده در قیمت‌گذاری سوخت گاز نسبت به بنزین و نیز تعیین کارمزد جایگاه داران سوخت گاز انجام دهد؛ بنابراین کارکرد شکل‌گیری بازار از جمله مهم‌ترین کارکردهای مؤثر در این دهه بوده است.

جمع‌بندی نگاشت تاریخی داده‌ها نشان می‌دهد که توالی شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه خودرو گاسوز در ایران از یک سیر منطقی پیروی می‌کند. بدین صورت که ابتدا کارکرد "خلق و توسعه دانش"، "تأمین و تخصیص منابع" عمدتاً از طریق ایفای نقش دولت شکل گرفته و در ادامه دولت با فعال کردن کارکردهای "هدایت تحقیقات" زمینه را برای تحریک کارکردهای "انتشار دانش" و "شکل‌گیری بازار" فراهم کرده است. پس از حدود یک دهه مشاهده می‌شود که طرف تقاضا فعال شده و کارکردهای "فعالیت‌های کارآفرینی" و "شکل‌گیری بازار" به صورت نسبی، در حالت تعادل عمل می‌کنند. بر این مبنا به نظر می‌رسد می‌توان موتور محرک ایجاد سیستم را به عنوان شکل توسعه یافته روابط ارزیابی شده در حوزه خودرو گاسوز مورد شناسایی قرار داد.

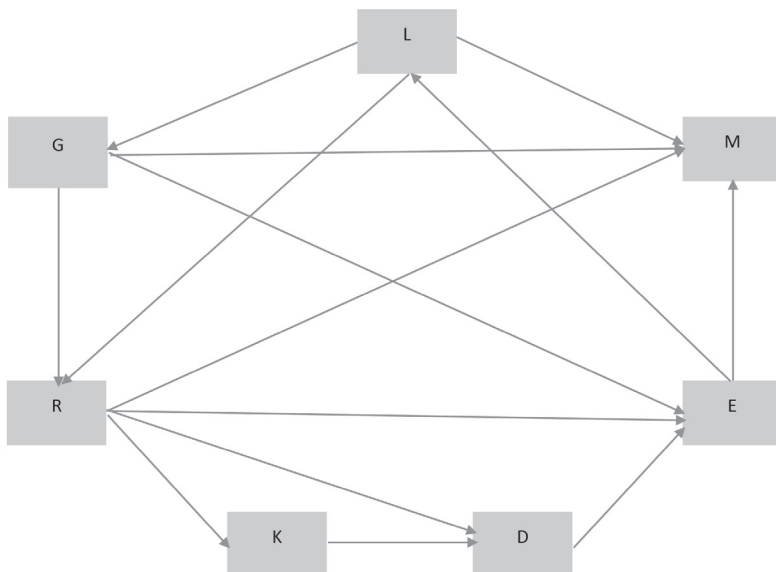
با توجه به شناسایی انجام شده در حوزه موتور شماره سه (موتور محرک ایجاد سیستم) در فناوری خودرو گاسوز و تحلیل کیفی انجام شده بر روی فرایند شکل‌گیری کارکردهای مختلف نظام نوآوری فناورانه با استفاده از تحلیل تاریخی داده‌ها، مجموعه‌ای از فرضیه‌ها در زمینه شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه خودرو گاسوز در ایران و نحوه تأثیرگذاری این کارکردها بر یکدیگر بر اساس روابط موجود در موتور محرک ایجاد سیستم در قالب ۱۴ فرضیه در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴ فرضیه‌های مدل

شماره	فرضیه	متغیر مستقل	متغیر وابسته
۱	کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی منجر به شکل‌گیری کارکرد مشروعیت‌بخشی می‌شود.	E	L
۲	کارکرد جهت‌دهی به سیستم منجر به شکل‌گیری کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی می‌شود.	G	E
۳	کارکرد جهت‌دهی به سیستم منجر به شکل‌گیری کارکرد تأمین و تخصیص منابع می‌شود.	G	R
۴	کارکرد جهت‌دهی به سیستم منجر به شکل‌گیری کارکرد شکل‌گیری بازار می‌شود.	G	M
۵	کارکرد تأمین و تخصیص منابع منجر به شکل‌گیری کارکرد خلق دانش می‌شود.	R	K
۶	کارکرد تأمین و تخصیص منابع منجر به شکل‌گیری کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی می‌شود.	R	E
۷	کارکرد تأمین و تخصیص منابع منجر به شکل‌گیری کارکرد شکل‌گیری بازار می‌شود.	R	M
۸	کارکرد تأمین و تخصیص منابع منجر به شکل‌گیری کارکرد انتشار دانش می‌شود.	R	D
۹	کارکرد مشروعیت‌بخشی منجر به شکل‌گیری کارکرد تأمین و تخصیص منابع می‌شود.	L	R
۱۰	کارکرد مشروعیت‌بخشی منجر به شکل‌گیری کارکرد جهت‌دهی به سیستم می‌شود.	L	G
۱۱	کارکرد مشروعیت‌بخشی منجر به شکل‌گیری کارکرد شکل‌گیری بازار می‌شود.	L	M
۱۲	کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی منجر به شکل‌گیری کارکرد شکل‌گیری بازار می‌شود.	E	M
۱۳	کارکرد انتشار دانش منجر به شکل‌گیری کارکرد فعالیت‌های کارآفرینی می‌شود.	D	E
۱۴	کارکرد خلق دانش منجر به شکل‌گیری کارکرد انتشار دانش می‌شود.	K	D

این فرضیه‌ها بر اساس مدل مفهومی ارائه شده در شکل ۱ نشان‌دهنده ۱۴ مسیر بالقوه تأثیرگذاری

کارکردها بر یکدیگر است.



شکل ۱ مدل مفهومی پژوهش

بر اساس آنچه در بخش روش‌شناسی تحقیق کمی بیان شد ابعاد هفت‌گانه کارکردهای نظام نوآوری فناورانه مورد تأیید قرار گرفتند اما تغییراتی در برخی مؤلفه‌ها و شاخص‌های مدل ایجاد شد که منجر به حذف و ترکیب برخی از آن‌ها گردید. ابعاد هفت‌گانه و مؤلفه‌های آن‌ها در جدول ۵ آورده شده‌اند.

جدول ۵ ابعاد و مؤلفه‌های نظام نوآوری فناورانه

نام	مؤلفه‌ها			کارکرد
	رویکرد مورد استفاده در این تحقیق	رویکرد برگ و همکاران	رویکرد هکرت و همکاران	
Q12	تأسیس شرکت‌های نوآور جدید یا ورود شرکت‌ها	- تعداد تجارب کارآفرینانه، میزان تنوع در تجارب کارآفرینانه، گستره به‌کارگیری فناوری	- تعداد شرکت‌های تازه‌وارد، تعداد شرکت‌های برخوردار از استراتژی متنوع‌سازی، تعداد تجارب به‌کارگیری فناوری جدید	فعالیت‌های کارآفرینی E
Q13	جستجوی شرکت‌ها در قبلی ندارند یا در گسترش کاربرد فناوری‌های خود			

نام	مؤلفه‌ها		کارکرد
	رویکرد مورد استفاده در این تحقیق	رویکرد برگ و همکاران	
Q7	میزان تولید دانش و اختراع و کاربردپذیری آن	- میزان و نوع دانش تولیدی، منبع تولید دانش، تحلیل‌های اسنادی و انتشارات علمی، پتنتها، منحنی یادگیری	- پروژه‌های تحقیقاتی، پتنت‌ها، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، منحنی یادگیری
Q8	سرمایه‌گذاری در آموزش و یادگیری		
Q9	حجم مکانیسم‌های مشارکتی مانند ادغام و تملیک، جوینت ونچر و تحقیقات مشارکتی	- بازار کار گسترده، تأمین‌کنندگان متخصص، جریان‌های اطلاعاتی و سرریز دانش، شکل‌گیری قدرت سیاسی	- شبکه‌های لازم برای تعامل میان بخش‌های دانشی، تعداد کنفرانس‌ها و کارگاه‌ها، اندازه و میزان قوت شبکه‌ها
Q10	میزان سیالیت نیروی انسانی بین شرکت‌های مختلف		
Q1	وجود چشم‌اندازهای رشد بالقوه، اهداف و قوانین روشن و قابل‌اتکا سیاست‌گذار	- چشم‌اندازها و توقعات و باورهای رشد، انتظارات ذینفعان، فرصت‌های فناورانه موجود، قوانین و سیاست‌ها، تنگناها و بحران‌های مالی، مشوق‌های مالیاتی	- اهداف و سیاست‌های تعیین‌شده دولتی، تعداد مقالات علمی، مباحثات مثبت و منفی در محافل علمی و سیاسی
Q2	وجود قوانین و سیاست‌گذاری جهت تأثیر بر ترجیحات مصرف‌کننده		
Q3	وضعیت کسب‌وکارهای موجود و مکمل		
Q15	اثرگذاری قوانین و سیاست‌گذاری‌ها بر تغییر رفتار مصرف‌کننده	- حجم و اندازه بازار، مشتریان و نوع دیدگاه آن‌ها، مصرف‌کنندگان پیشرو	- تعداد بازارهای خالی معرفی‌شده، ایجاد مزیت‌های رقابتی
Q16	مکانیسم‌ها و مشوق‌های جهت شکل‌گیری بازار		
Q17	اثرگذاری قوانین و سیاست‌گذاری‌ها بر کاهش استفاده از فناوری جایگزین		

نام	مؤلفه‌ها			کارکرد
	رویکرد مورد استفاده در این تحقیق	رویکرد برگ و همکاران	رویکرد هکرت و همکاران	
Q4	دسترس پذیری منابع مالی	- دسترس پذیری منابع انسانی، دسترس پذیری سرمایه‌های مالی، دسترس پذیری سرمایه‌های مکمل	- منابع مالی در دسترس برای تحقیق و توسعه، منابع مالی در دسترس برای به‌کارگیری فناوری، نحوه درک و برداشت بازیگران کلیدی	تأمین و تسهیل منابع R
Q5	دسترس پذیری نیروی انسانی ماهر و رشته‌های دانشگاهی مرتبط			
Q6	دسترس پذیری زیرساخت‌ها و عوامل تولید			
Q18	پشتیبانی توسط نهادهای رسمی	- نهادینه‌سازی، چگونگی تأثیر بر نهادها، اثر نهادها بر تقاضا و قانون‌گذاری، شکل‌گیری گروه‌های لابی، شکل‌گیری همایش‌ها، وجود بازیگران دارای توان مالی بالا، توقعات و چشم‌اندازها، تبلیغات در مجلات	- شکل‌گیری و رشد گروه‌های هوادار، لابی	مقبولیت بخشی L
Q19	شکل‌گیری لابی‌های حمایتی			

تحلیل عامل

به‌منظور سنجش برازش مدل از تحلیل عاملی تأییدی استفاده می‌شود. شاخص‌های برازش مدل برای تحلیل عاملی تأییدی در جدول ۶ نشان داده شده است. در این جدول تعدادی از شاخص‌های برازش مدل معادلات ساختاری و آستانه‌های پذیرش آن‌ها آورده شده است. به‌منظور کاهش حساسیت آماره کای دو، عدد کای دو بر درجه آزادی تقسیم می‌شود. نتیجه تقسیم معادل عدد ۲,۸۵۲ می‌شود که در فاصله قابل قبول قرار می‌گیرد. شاخص برازش مقایسه‌ای (CFI) و شاخص برازش نرمال (NFI) نیز به ترتیب با عدد ۰,۹۳۲ و ۰,۸۹۳ حد قبول حداقل ۰,۸ را تأمین می‌کنند. نیکویی برازش (GFI) نیز با عدد ۰,۸۲۸ به میزان مناسبی آستانه پذیرش حداقل ۰,۸ را تأیید می‌نماید. بر اساس این جدول شاخص‌های کلی برازش مدل سازی معادلات ساختاری در این تحقیق بیانگر برازش مناسب مدل است. بر مبنای این شاخص‌ها، اکنون روابط ساختاری و ضرایب مسیر مورد بررسی قرار می‌گیرند.

جدول ۶ شاخص‌های نیکویی برازش مدل معادلات ساختاری

شاخص	مقدار	حد پذیرش
Chi2/DF	۲,۴۷۴	$۳ >$
CFI	۰,۹۳۲	$۰,۸ <$
NFI	۰,۸۹۳	$۰,۸ <$
GFI	۰,۸۲۸	$۰,۸ <$

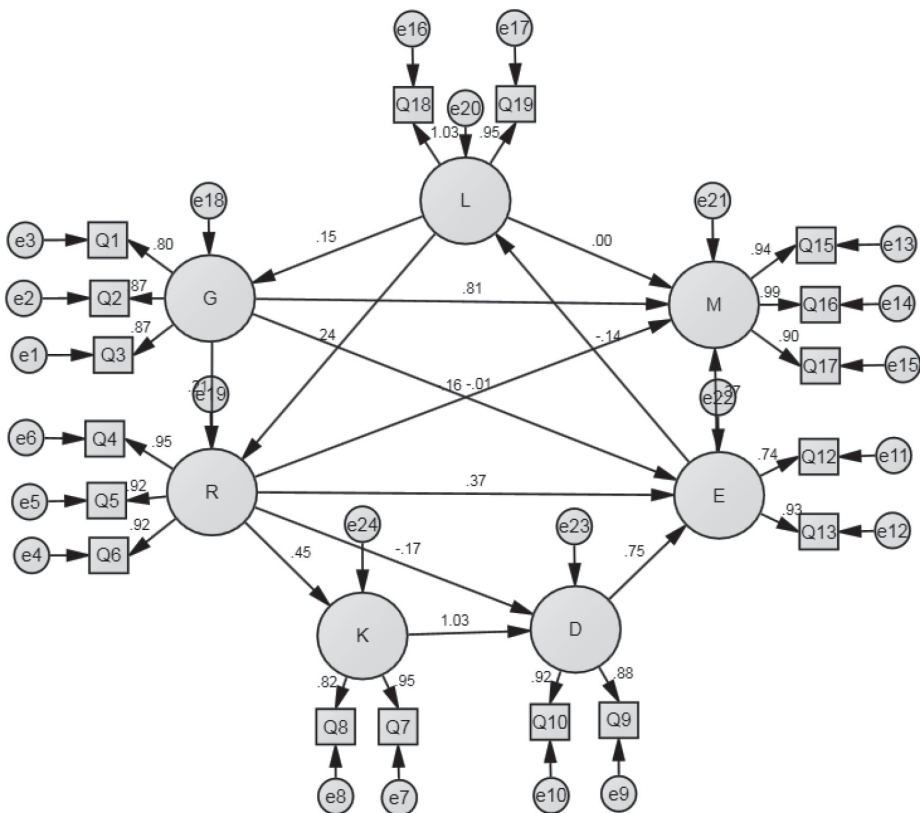
تحلیل مسیر تأثیرگذاری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز بر یکدیگر با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری

به‌منظور تحلیل مسیر تأثیرگذاری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز بر اساس مدل مفهومی از مدل‌سازی معادلات ساختاری استفاده شد. پس از اجرای مدل معادلات ساختاری با استفاده از روش حداقل مربعات جزئی به‌وسیله نرم‌افزار AMOS، تنها ۷ مسیر از مسیرها دارای آزمون معناداری کمتر از ۱,۹۶ بود. این امر بدان معناست که تنها ۷ فرضیه از فرضیه‌های مسیرهای تأثیرگذاری فوق، با اطمینان ۹۵٪ مورد تأیید قرار گرفت و سایر فرضیه‌ها و مسیرهای متناظر از مدل حذف گردیدند.

به منظور تحلیل مسیر تأثیرگذاری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز بر اساس مدل مفهومی از مدل‌سازی معادلات ساختاری استفاده شد. پس از اجرای مدل معادلات ساختاری با استفاده از روش حداقل مربعات جزئی به‌وسیله نرم‌افزار AMOS، تنها ۷ مسیر از مسیرها دارای آزمون معناداری کمتر از ۱,۹۶ بود. این امر بدان معناست که تنها ۷ فرضیه از فرضیه‌های مسیرهای تأثیرگذاری فوق، با اطمینان ۹۵٪ مورد تأیید قرار گرفت و سایر فرضیه‌ها و مسیرهای متناظر از مدل حذف گردیدند.

همانطور که از جدول ۷ مشخص می‌باشد، در رابطه با فرضیه سوم (تأثیر کارکرد جهت‌دهی به سیستم بر کارکرد تامین و تخصیص منابع)، با به دست آمدن برآورد استاندارد ۰,۱۰۲، از آنجا که مقدار t بزرگتر از ۱,۹۶ می‌باشد، در سطح اطمینان ۹۵٪ فرضیه مورد تأیید قرار می‌گیرد. از آنجا که برآوردهای استاندارد برای فرضیه چهارم (تأثیر کارکرد جهت‌دهی به سیستم بر کارکرد شکل‌گیری

بازار) معادل $0,075$ ، فرضیه پنجم (تاثیر کارکرد تامین و تخصیص منابع بر کارکرد خلق دانش) معادل $0,085$ و فرضیه ششم (تاثیر کارکرد تامین و تخصیص منابع بر کارکرد فعالیت های کارآفرینی) معادل $0,056$ واحد می باشد و مقادیر t برای این فرضیات بیشتر از $2,75$ می باشد بنابراین در سطح اطمینان 99% این سه فرضیه مورد تایید قرار می گیرند. همچنین از آنجا که برآوردهای استاندارد برای فرضیه دوازدهم (تاثیر کارکرد فعالیت های کارآفرینی بر کارکرد شکل گیری بازار) معادل $0,092$ ، فرضیه سیزدهم (تاثیر کارکرد انتشار دانش بر کارکرد فعالیت های کارآفرینی) معادل $0,065$ و فرضیه چهاردهم (تاثیر کارکرد خلق دانش بر کارکرد انتشار دانش) معادل $0,099$ می باشد و مقادیر t برای این فرضیات بیشتر از $2,75$ می باشد بنابراین در سطح اطمینان 99% این سه فرضیه نیز مورد تایید قرار می گیرند.



شکل ۲ نتیجه مدل سازی معادلات ساختاری

نتیجه نهایی مدل معادلات ساختاری در شکل ۲ نشان داده شده و نتایج تحلیل مدل معادلات ساختاری برای فرضیه‌های تایید شده، در جدول ۷ آمده است.

جدول ۷ نتایج آزمون فرضیه‌ها

مقدار t	بار عاملی	بر آورد استاندارد	متغیر وابسته	متغیر مستقل	فرضیه
۲,۱۱	۰,۲۱۳	۰,۱۰۲**	R	G	۳
۹,۱۶	۰,۸۰۷	۰,۰۷۵***	M	G	۴
۵,۱۳	۰,۴۵۲	۰,۰۸۵***	K	R	۵
۴,۵۲	۰,۳۶۶	۰,۰۵۶***	E	R	۶
۴,۵۵	۰,۳۷۴	۰,۰۹۲***	M	E	۱۲
۸,۴۲	۰,۷۴۶	۰,۰۶۵***	E	D	۱۳
۱۰,۵۹	۱,۰۳۲	۰,۰۹۹***	D	K	۱۴

*** $P > 0,001$ و ** $P > 0,005$

تحلیل توالی اثرگذاری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز بر یکدیگر

در این بخش تحلیل‌های حاصل از شکل‌گیری مسیرهای به‌دست‌آمده از مدل معادلات ساختاری نهایی تبیین شده و نتایج حاصل از مطالعات کیفی و کمی ارائه شده است. در این راستا با توجه به مدل نهایی ارائه شده، به‌صورت عملی سه مسیر کلیدی در شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز به شرح ذیل مورد شناسایی قرار گرفت:

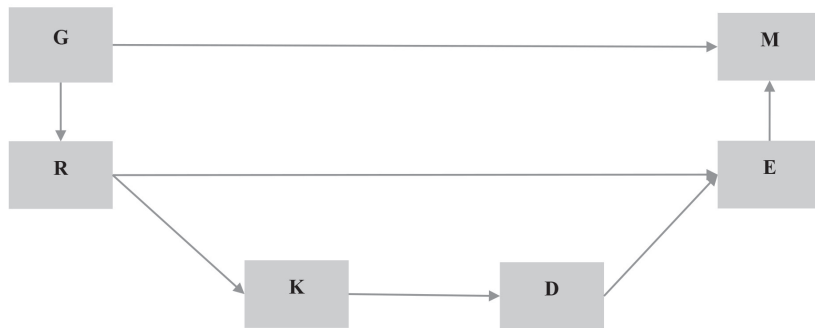
مسیر اول تأثیر کارکرد G بر R، سپس تأثیر R بر K، پس از آن تأثیر K بر D، آنگاه تأثیر D بر E و در نهایت تأثیر E بر M است. در واقع این مسیر نشان‌دهنده فعال شدن کارکردهای فعالیت‌های کارآفرینی و شکل‌گیری بازار از مسیر خلق و انتشار دانش است. در واقع در این مسیر از یک سو تحقیق و توسعه انجام شده از طریق نهادهای دولتی مانند سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت و ستاد مدیریت حمل‌ونقل و مصرف سوخت و از سوی دیگر انتقال فناوری (انتشار دانش) چه در حوزه طراحی موتور گازسوز (توسط شرکت‌های خودروسازی) و چه در حوزه تبدیل خودروهای دوگانه‌سوز (توسط کارآفرینان پیشگام حوزه خودرو گازسوز) منجر به کاهش عدم قطعیت‌های موجود در این حوزه و

شکل‌گیری کارکردهای فعالیت‌های کارآفرینی و شکل‌گیری بازار شد. تأثیر کارکردها در این مسیر و با توالی پیش‌گفته عمدتاً از مسیر قوانین و منابع تخصیصی دولتی و عمدتاً در بخش عمومی صورت گرفته و پس از صورت گرفتن کارکرد انتشار دانش، منجر به فعال شدن کارآفرینان غیردولتی نیز شده است.

مسیر دوم تأثیر کارکرد G بر R و سپس تأثیر R بر E و در نهایت تأثیر E بر M است. در واقع این مسیر نشان‌دهنده فعال شدن کارکردهای فعالیت‌های کارآفرینی و شکل‌گیری بازار از مسیر قوانین مختلف وضع توسط دولت و منابع مالی از جمله تسهیلات و یارانه‌ها و تخفیف‌های تعرفه‌ای به کارآفرینان این حوزه و همچنین فراهم آوری منابع زیرساختی مانند تسهیل استفاده از شبکه گازرسانی وسیع و فراهم آوردن تجهیزات و جایگاه‌های سوخت‌گیری است. در واقع در این مسیر دولت در ابتدای مسیر، خود به‌عنوان یک کارآفرین عمل کرده و سپس با وضع قوانین و تخصیص منابع کارآفرینان بخش خصوصی را با فراهم آوری مشوق‌های مالی، یارانه‌ای و بازاری به فعالیت بیشتر در این حوزه ترغیب کرده و با ارائه مشوق‌های یارانه‌ای مصرف‌کنندگان را به سمت استفاده از سوخت جایگزین گاز تحریک کرده و زمینه شکل‌گیری بازار مناسبی را برای کارآفرینان این حوزه ایجاد کرد. مسیر سوم از تأثیر G بر M شکل می‌گیرد. در واقع این مسیر نشان‌دهنده فعال شدن کارکرد شکل‌گیری بازار از دو روش بوده است. در روش اول دولت با ارائه مشوق‌های تسهیلاتی، یارانه‌ای، تعرفه‌ای و زیرساختی در قالب مواد مختلف بودجه سنواتی و برنامه‌های پنج‌ساله مختلف و سایر قوانین نسبت به ایجاد بازاری اقتصادی و به‌اندازه کافی بزرگ و در نتیجه تأثیر بر کارکرد شکل‌گیری بازار اقدام کرده است. در روش دوم دولت با وضع قوانینی همانند قانون هدفمندی یارانه‌ها نسبت به ارائه یارانه به مصرف‌کنندگان نهایی از طریق پایین نگه‌داشتن قیمت سوخت گاز نسبت به بنزین در قوانین بودجه مختلف به‌منظور تأثیر بر رفتار مصرف‌کنندگان و تغییر رویکرد آنان به نفع استفاده از سوخت گاز و همچنین ایجاد تنوع در سبد سوخت حمل‌ونقل کشور اقدام نموده است. این امر نیز به‌نوبه خود تأثیر قابل‌توجهی بر بازار مصرف خودرو گازسوز داشته و در حال حاضر روش اصلی اثرگذاری دولت در این حوزه است.

از طریق مقایسه مسیرهای سه‌گانه در شکل ۳ حاصل از مدل‌سازی معادلات ساختاری با نتایج حاصل از نگاشت تاریخی داده‌ها می‌توان دریافت که نتایج حاصل از هر دو تحلیل با یکدیگر همخوانی دارد. چراکه در تحلیل نگاشت تاریخی داده‌ها نیز مشخص شده که نقش دولت در قالب جهت‌دهی

به سیستم از طریق وضع قوانین مختلف و تا حدود تأمین و تسهیل منابع دولتی منجر به تأثیر بر فعالیت‌های کارآفرینی شده و پس از آن دولت با وضع قوانین و سیاست‌گذاری‌های تکمیلی به صورت مستقیم بر کارآفرینان و مصرف‌کنندگان جهت شکل‌گیری بازاری اقتصادی و به‌اندازه کافی بزرگ اقدام کرده است. در ادامه نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز به‌اندازه‌ای توسعه یافته است که دیگر نیازی به مداخله‌های سنگین دولت در سمت عرضه نیست (مانند مراحل اولیه توسعه این فناوری) و تنها از طریق تأثیر بر ترجیحات مصرف‌کنندگان از مسیر تعیین قیمت پایین برای گاز نسبت به بنزین نسبت به تغییر رفتار مصرف‌کنندگان اقدام می‌نماید.



شکل ۳ مسیرهای پذیرفته‌شده

بر اساس بخش کیفی تحقیق و مصاحبه‌های انجام شده با فعالین و کارآفرینان این حوزه، همان‌طور که از مدل نهایی معادلات ساختاری در شکل ۳ بر می‌آید، کارکرد مشروعیت بخشی تأثیر و تأثیری در مدل ندارد. هرچند نخستین بارقه‌ها از کارکرد فعالیت‌های کارآفرینانه در اوایل دهه ۸۰ در این صنعت شکل گرفت اما تأسیس انجمن‌های صنفی این حوزه با تأخیری قابل توجه عمدتاً مربوط به نیمه دوم دهه هشتاد است. این مهم در کنار تعداد و اندازه نسبی کوچک واحدهای خصوصی درگیر در توسعه این فناوری (غیر از خودروسازان) سبب آن شده است که ائتلاف‌ها و رایزنی‌ها و اعمال نفوذهای سیاسی و رسانه‌ای لازم به‌درستی و به میزان کافی انجام نگیرد. درواقع یکی از شکست‌های سیستم که توسط کارآفرینان و خبرگان این حوزه بیان می‌شود نداشتن نماینده و صدایی در مراکز تصمیم‌گیری و خصوصاً در وزارت نفت به‌عنوان متولی این حوزه است. درواقع در فرصت طلایی دهه هشتاد زمان و انرژی لازم برای شکل‌سازی در این حوزه انجام نگرفته و هیچ‌گاه کارکرد مشروعیت بخشی

به‌عنوان ابزار بخش خصوصی در این صنعت به‌درستی به فعالیت نرسیده است. این امر در وهله اول منجر به کاهش ناگهانی کارکرد تأمین و تسهیل منابع از سمت دولت و قطع مشوق‌های تسهیلاتی و یارانه‌ای و تعرفه‌ای به سمت عرضه این فناوری در میانه دهه ۸۰ شد و درست پس از قطع این مشوق‌ها، فعالین صنعت، به فکر تأسیس انجمن‌های صنفی افتادند که دیگر دیر شده بود. در وهله دوم، صنعت خودروسازی که ظهور صنعت خودرو گازسوز را به‌نوعی به اشتراک‌گذاری سهم بازار خود می‌دانست پس از طراحی موتور پایه گازسوز اقدام به رایزنی‌های سیاسی جهت تصاحب کامل سهم بازار خودروهای گازسوز نمود که نتیجه آن ابلاغ توقف تبدیل کارگاهی خودرو گازسوز از سوی ستاد مدیریت حمل‌ونقل و سوخت شد که منجر به تعطیلی و تعدیل نیروی بسیاری در فعالین و کارآفرینان خصوصی این حوزه شد. شاید بتوان این امر را به‌نوعی پدیده قفل‌شدگی در کربن^۱ تفسیر کرد. هرچند با تأخیر بسیار زیاد، فعالین بخش خصوصی در سال ۱۳۹۳ اقدام به رایزنی‌های سیاسی و تشکیل اتاق ساماندهی مراکز تبدیل و تعمیر خودروهای گازسوز با هماهنگی ستاد کردند اما این اقدامات تاکنون منجر اثربخشی قابل توجهی نشده است. در نهایت به نظر می‌رسد عدم وارد شدن کارکرد مشروعیت بخشی در زمان مناسب و با قوت مناسب سبب مختل شدن چندین چرخه از نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز شده و مهم‌ترین شکست نظام از عدم عملکرد صحیح همین کارکرد ناشی شده است. بر مبنای بخش کیفی تحقیق و مصاحبه با خبرگان صنعت، یکی دیگر از شکست‌های سیستم، توقف کارکردهای خلق دانش و انتشار دانش در بین کارآفرینان بخش خصوصی در طول نیمه دوم دهه هشتاد تا اوائل دهه نود بود. در واقع توجه زیاد شرکت‌های خصوصی در این بخش در طول این سالیان به بخش فروش و بازار، منجر به غفلت آن‌ها از امر انتقال دانش فنی و تحقیق و توسعه شد. نکته دوم اینکه اندازه بزرگ‌ترین شرکت‌های خصوصی درگیر در این حوزه بسیار کوچک‌تر از آن بود که بودجه‌های مناسبی را صرف امور انتقال دانش فنی کنند و این در حالی است که در شرکت‌هایی که بهترین عملکردهای فروش را داشتند حتی واحد تحقیق و توسعه‌ای نیز وجود نداشت. توجه به این نکته می‌تواند حائز اهمیت باشد که درحالی‌که در کشورهای صاحب فناوری خودرو گازسوز، فناوری‌های نسل چهارم و پنجم در حال توسعه می‌باشند اما فناوری شرکت‌های خصوصی در این حوزه هیچ‌گاه از فناوری‌های نسل دوم فراتر نرفت. از سوی دیگر به دلیل عدم برخورداری خودرو گازسوز از اولویت بالا در سبد محصولات خودروسازان (به دلیل بهای تمام‌شده بیشتر)، فناوری خودرو با موتور پایه گازسوز

در حد همان موتور سال ۱۳۸۶ بوده و نوآوری جدیدی در این حوزه نیز در بین خودروسازان دیده نمی‌شود. از این‌رو با توجه به افزایش تیراژ خودروسازان داخلی در سال‌های اخیر و تحولات اخیر در تعامل آن‌ها با خودروسازان بین‌المللی، اولویت خودرو گازسوز مجدداً برای خودروسازان کاهش پیدا کرده و در نبود عملکرد فعال دولت، دستیابی به فناوری‌های نسل‌های جدید چه از طریق کارکرد خلق دانش و چه از طریق کارکرد انتشار دانش توسط خودروسازان نیز دور از ذهن به نظر می‌رسد. از این‌رو عدم توسعه‌یافتگی قابلیت‌های تحقیق و توسعه و یادگیری در کارآفرینان بخش خصوصی و در نتیجه توقف کارکردهای خلق دانش و انتشار دانش در سطوح اولیه توسعه فناوری در این حوزه یکی دیگر از شکست‌های شناسایی‌شده برای نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز در کشور است.

نتیجه‌گیری

این تحقیق جهت دستیابی به شناخت بهتر نحوه توسعه نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز در ایران انجام شد. بررسی ابعاد مختلف شکل‌گیری و رشد فناوری خودرو گازسوز در ایران و ارائه راهکار در مورد عوامل مسدودساز آن، بر پایه مدلی که بیشترین انطباق را با وضعیت این فناوری داشته باشد، هدف اصلی این تحقیق بود. در سال‌های اخیر توجه به مفهوم نظام نوآوری فناورانه به‌عنوان رویکردی کارکردگرایانه برای تحلیل و سیاست‌گذاری در عرصه علم، فناوری و نوآوری به‌صورت گسترده مورد توجه قرار گرفته است. نوین بودن رویکرد نظام نوآوری فناورانه در تحلیل شکل‌گیری فناوری‌ها و توجه کمتر به حوزه خودرو گازسوز سبب شده است تا تحقیقات بسیار محدودی با استفاده از این رویکرد به تحلیل فناوری خودرو گازسوز در ایران بپردازند. نوآوری تحقیق حاضر اولاً مربوط به بررسی فناوری خودرو گازسوز در ایران با رویکرد نظام نوآوری فناورانه بوده است. امری که تاکنون مسبوق به سابقه نبوده و ثانیاً استفاده از روش نگاشت تاریخی داده‌ها به‌منظور بررسی تاریخی نحوه شکل‌گیری هر کدام از کارکردها و فعالیت‌های نظام نوآوری فناورانه حوزه فناوری خودرو گازسوز است که برای اولین بار در کشور در این حوزه صورت گرفته است.

در تحقیق حاضر پس از بررسی مبانی نظری و مدل‌های مرتبط، به فناوری خودروهای گازسوز به‌مثابه یک نظام نوآوری فناورانه پرداخته شد. سپس اجزا ساختاری این نظام (بازیگران، نهادها، شبکه‌ها و زیرساخت‌ها) بررسی شد. همچنین با رویکرد کارکردی نظام نوآوری فناورانه خودروهای گازسوز و نحوه شکل‌گیری کارکردهای مختلف این نظام، مدل مفهومی اولیه از طریق مصاحبه با

خبرگان آشنا با این حوزه تدوین شد. بر این اساس، هفت کارکرد اصلی (ابعاد مدل) و مؤلفه‌های زیرمجموعه آن‌ها برای شکل‌گیری نظام نوآوری فناوری خودروهای گازسوز در ایران شناسایی شد. سپس با استفاده از تکنیک "نگاشت تاریخی داده‌ها" و مصاحبه با خبرگان صنعت، یک تحلیل کیفی از مسیر شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری فناوری خودروهای گازسوز ارائه شد. بر این اساس کارکردهای خلق و توسعه دانش و تأمین و تخصیص منابع به‌عنوان کارکردهای اصلی در دهه شصت و عمدتاً توسط دولت شناسایی شدند. کارکردهای کلیدی دهه هفتاد شامل کارکردهای جهت‌دهی به سیستم و شکل‌گیری بازار بودند که عمدتاً به‌وسیله وضع قوانین و سیاست‌گذاری‌های مختلف توسط دولت محقق شدند. در دهه هشتاد، که کلیدی‌ترین دهه برای نظام نوآوری فناوری خودرو گازسوز بود کارکردهای انتشار دانش، کارآفرینی و شکل‌گیری بازار با ورود بخش خصوصی به این حوزه و وضع قوانین جدید مانند قانون هدفمندی یارانه‌ها، کارکردهای کلیدی نظام بودند. در دهه نود نیز کارکرد شکل‌گیری بازار از طریق نظام قیمت‌گذاری دولتی در مورد نرخ گاز سوخت و نیز نرخ کارمزد جایگاه داران محقق می‌شود.

در بخش بعدی تحقیق از روش تحلیل عاملی، مسیر و نحوه تأثیرگذاری کارکردهای مختلف بر یکدیگر با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری ارائه شد. در این رویکرد با توجه به بخش کیفی تحقیق و مرور ادبیات، مدل مفهومی تحقیق مشتمل بر مجموعه‌ای از فرضیه‌ها در زمینه شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری فناوری خودرو گازسوز در ایران و نحوه تأثیرگذاری این کارکردها بر یکدیگر در قالب ۱۴ فرضیه ارائه شد. از بین ۱۴ فرضیه نهایتاً ۷ فرضیه مورد تأیید قرار گرفت. از بین فرضیه‌های تأیید شده سه مسیر اثرگذاری کارکردها بر یکدیگر مورد شناسایی قرار گرفت. کلیه مسیرها از کارکرد جهت‌دهی به سیستم شروع شده و به کارکرد شکل‌گیری بازار خاتمه یافتند.

در نهایت با توجه به اطلاعات بخش کیفی تحقیق در مصاحبه با خبرگان صنعت و همچنین نتیجه مدل‌سازی معادلات ساختاری دو نوع شکست در نظام نوآوری فناوری خودرو گازسوز مورد شناسایی قرار گرفت. این شکست‌ها شامل عدم تحقق و شکل‌گیری کارکرد مشروعیت بخشی است که باعث توقف چندین چرخه در نظام نوآوری فناوری خودرو گازسوز شده و مهم‌ترین شکست نظام از عدم عملکرد صحیح همین کارکرد ناشی شده است. دومین شکست با اهمیت شناسایی شده ناشی از عدم توسعه‌یافتگی قابلیت‌های تحقیق و توسعه و یادگیری در کارآفرینان بخش خصوصی و در نتیجه توقف کارکردهای خلق دانش و انتشار دانش در سطوح اولیه توسعه فناوری در نظام نوآوری فناوری خودرو

گازسوز در کشور شده است.

با توجه به آنچه گفته شد به نظر می‌رسد نشانه‌هایی از شکل‌گیری موتور محرک ایجاد سیستم هرچند به صورت ناقص در نظام نوآوری فناورانه خودرو گازسوز قابل‌شناسایی است. نقص عمده و اصلی عملکرد این موتور عدم عملیاتی شدن کارکرد مشروعیت بخشی است که عملکرد این موتور با اختلالات عمده‌ای از جمله از خارج شدن اولویت این فناوری از دستور کار دولت و بالطبع اختلال در کارکرد جهت‌دهی به سیستم شده است. فعال کردن کارکرد مشروعیت بخشی می‌تواند مجدداً این فناوری را به روزهای اوج خود در دهه هشتاد برگرداند. پیشنهاد می‌شود تشکل‌های صنفی قوی تشکیل شده و با رایزنی با سیاست‌گذاران، مجدداً این فناوری را به دستور کار سیاست‌گذار برگردانده و هم‌زمان سرمایه‌گذاری در قابلیت‌های تحقیق و توسعه و ظرفیت جذب شرکت‌های بخش خصوصی جهت توسعه نسل‌های پیشرفته‌تر فناوری خودرو گازسوز افزایش یابد.

منابع

- امیری نیا، حمیدرضا؛ باقری مقدم، ناصر؛ طباطبائیان، سید حبیب‌الله و محمد پور، سید مصطفی؛ ۱۳۹۵؛ تبیین کارکردهای نظام نوآوری فناورانه پیل سوختی در ایران؛ *سیاست‌گذاری عمومی*؛ ۲(۲)، ۵۱-۷۱.
- دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی؛ ۱۳۹۶؛ *ترانزنامه انرژی* ۱۳۹۴؛ وزارت نیرو.
- محمدی، مهدی؛ طباطبائیان، سید حبیب‌الله؛ الیاسی، مهدی و روشنی، سعید؛ ۱۳۹۲؛ تحلیل مدل شکل‌گیری کارکردهای نظام نوآوری فناورانه نوظهور در ایران؛ مطالعه موردی بخش نانو تکنولوژی در ایران؛ *سیاست علم و فناوری*، سال ۵(۴)، ۱۹-۳۲.
- معادی رودسری، محمدحسن و بوشهری، علیرضا؛ ۱۳۹۶؛ تحلیل سیستمی وضعیت به‌کارگیری انرژی بادی در کشور با استفاده از رویکرد سیستم نوآوری فناورانه؛ *مجلس و راهبرد*، ۲۴(۸۹)، ۱۸۵-۲۲۱.
- میرعمادی، طاهره و رحیمی راد، زهره؛ ۱۳۹۵؛ شناسایی شکست‌های سیستم در تحلیل نظام نوآوری فناورانه سوخت زیستی در ایران؛ *سیاست علم و فناوری*، سال ۸(۱)، ۲۷-۴۱.
- Alkemade, F. Kleinschmidt, C. and Hekkert, M. 2007, "Analysing emerging innovation systems: a functions approach to foresight", *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 3(2), pp. 139-168.
- Bergek, A. Hekkert, M. and Jacobsson, S. 2008a; "Functions in innovation systems: a framework for analysing energy system dynamics and identifying goals for system-building activities by entrepreneurs and policy makers"; *Innovation for a Low Car-*

bon Economy: Economic, Institutional and Management Approaches, Vol. 79.

- Bergek, A. Jacksonson, S. Carlson, B. Lindmark, S. Rickne, A. 2008. Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy* 37, 407-429.
- Bergek, A. Jacobsson, S. Carlsson, B. Lindmark, S. and Rickne, A. 2008b; “Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: a scheme of analysis”; *Research Policy*, Vol. 37, pp. 407-429.
- Bob Walrave, Rob Raven; 2016; Modelling the dynamics of technological innovation systems; *Research Policy*
- Carlson, B. Stankiewicz, R. 1991. On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of evolutionary economics* 1, 93-118.
- Ding, L. Wu, J. 2018; Innovation Ecosystem of CNG Vehicles: A Case Study of Its Cultivation and Characteristics in Sichuan, China; 10, 39
- D.Q. Zhou, F.Y. Meng, Y. Bai, S.Q. Cai; 2016; Energy efficiency and congestion assessment with energy mix effect: The case of APEC countries; *Journal of Cleaner Production*, (1) 10.
- Edquist, C. and Zabala-Iturriagagoitia, J.M. 2012; “Public procurement for innovation as mission-oriented innovation policy”; *Research Policy*, Vol. 41 No. 10, pp. 1757-1769.
- Edquist, C. 2005. Systems of innovation. *The Oxford handbook of innovation*, 181–208.
- Hekkert, M.P and Negro, S. 2009, “Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims”, *Technological Forecasting & Social Change*, 76, pp. 584-594.
- Hekkert, M.P. Negro, S.O. 2009. Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. *Technological Forecasting and Social Change* 76, 584-594.
- Hekkert, M.P. Suurs, R.A. Negro, S.O. Kuhlmann, S. and Smits, R.E. 2007; “Functions of innovation systems: a new approach for analysing technological change”; *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 74 No. 4, pp. 413-432.
- Hermans, F. Stuiver, M. Beers, P. and Kok, K. 2013; “The distribution of roles and functions for upscaling and outscaling innovations in agricultural innovation sys-

- tems”; *Agricultural Systems*, Vol. 115, pp. 117-128.
- Jacobsson, S. Bergek, A. 2004; Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology; *Ind. Corp. Change*, 13(5), 815-849.
 - Jacobsson, S. and Bergek, A. 2011; “Innovation system analyses and sustainability transitions: contributions and suggestions for research”; *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Vol. 1 No. 1, pp. 41-57.
 - Kakaee, A. Paykani, A. 2013; Research and development of natural-gas fueled engines in Iran; *Renewable and sustainable energy reviews*; 26, 805-821
 - Negro, S.O. Alkemade, F. and Hekkert, M.P. 2012; “Why does renewable energy diffuse so slowly? A review of innovation system problems”; *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 16 No. 6, pp. 3836-3846.
 - Poole, M. S. Van de Ven, A. H. Dooley, K. Holmes, M. E. (2000). *Organizational change and innovation processes: Theory and methods for research*. Oxford University Press.
 - Sehatpour, M. Kazemi, A. Sehatpour, H. 2017; Evaluation of alternative fuels for light-duty vehicles in Iran using a multicriteria approach; *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; 72, 295-310
 - Suurs, R.A. 2009; *Motors of Sustainable Innovation: Towards a Theory on the Dynamics of Technological Innovation Systems*, Utrecht University.
 - Suurs, R.A.A. Hekkert, M.P. Kieboom, S. Smits, R.E.H.M. 2010. Understanding the formative stage of technological innovation system development: The case of natural gas as an automotive fuel. *Energy Policy* 38, 419-431.
 - Wang, H. Fang, H. Yu, X. Wang, K. 2015; Development of natural gas vehicles in China: An assessment of enabling factors and barriers; *Energy policy*; 85, 80-93
 - Wieczorek, A.J. and Hekkert, M.P.; 2012; “Systemic instruments for systemic innovation problems: a framework for policy makers and innovation scholars”; *Science and Public Policy*, Vol. 39 No. 1, pp. 74-87.
 - www.iangv.org