پژوهشنامه مدیریت اجرایی
Journal of Executive Management
دوره ۱۵. شماره ۲۹. بهار و تابستان ۱۴۰۲ .صفحات ۳۲۳ تا ۳۶۲.

علمی پژوهشی

ارائه الگوي توسعه قابليت‌هاي نوآورانه با تمركز بر نوآوري سبز

رحیم شیخی [۱]، سعید شوال پور [۲*]، مهرداد حسینی شکیب [۳]، عباس خمسه [۴]

[۱] دانشجوي دكترى رشته مديريت تكنولوژى، گروه مديريت تكنولوژى، دانشكده مديريت و اقتصاد، واحد علوم و تحقيقات، دانشگاه آزاد اسلامى، تهران، ايران Rahim.sheikhi@srbiau.ac.ir
[۲] استاديار، دانشكده مديريت، اقتصاد و مهندسى پيشرفت، دانشگاه علم و صنعت ايران، تهران و استاد مدعو دانشكده مديريت و اقتصاد، واحد علوم و تحقيقات، دانشگاه آزاد اسلامى، تهران، ايران shavvalpour@iust.ac.ir
[۳] استاديار، گروه مديريت صنعتي، واحد كرج، دانشگاه آزاد اسلامي، كرج، ايران mehrdad.shakib@kiau.ac.ir
[۴] دانشيار، گروه مديريت صنعتي، واحد كرج، دانشگاه آزاد اسلامي، كرج، ايران abbas.khamseh@kiau.ac.ir

10.22080/JEM.2023.23728.3774

تاريخ دريافت:
۲۲ تير ۱۴۰۱
تاريخ پذيرش:
۹ مهر ۱۴۰۱
تاريخ انتشار:
۱۰ خرداد ۱۴۰۲

کلیدواژه ها:
نوآوري، قابليت‌هاي نوآوري سبز، صنعت خودرو، روش تحليل مضمون، ضريب نسبي روايي محتوا و روش بهترين بدترين فازي

چکیده

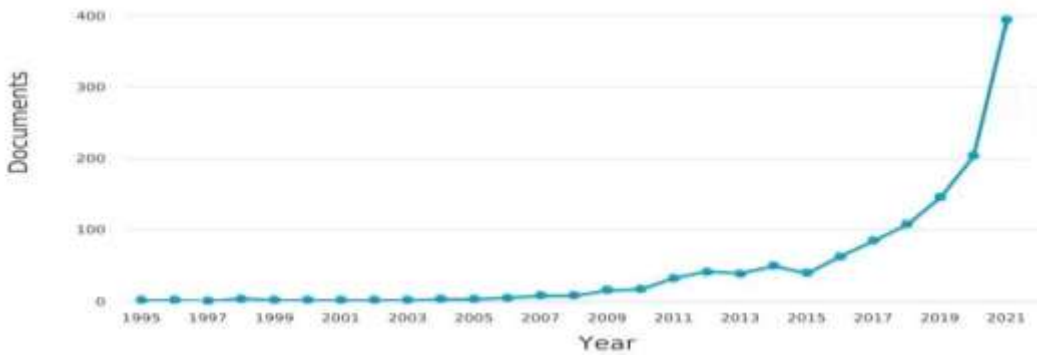
امروزه، قابلیت ایجاد و توسعه مستمر نوآوری¬های پایدار در سازمان¬ها، به عنوان وسیله‌ای حیاتی برای دستیابی به مزیت رقابتی در محیط‌های پیچیده و متغیر کسب و کار محسوب می‌شود. این امر در صنعت خودرو، به دلیل تأثیرات فراوان محصولات آن در بروز چالش‌های محیط‌زیستی و افزایش محدودیت‌های نظارتی، مستلزم توسعه تواناييها و شايستگي‌هاي جديد براي پياده سازی موفق نوآوری‌های سبز و دستیابی به اهداف پایداری است. بر این اساس هدف پژوهش حاضر، ارائه الگوي توسعه قابليت‌هاي نوآورانه با تمركز بر نحوه ارتقای راهبردي نوآوری‌هاي سبز در صنعت خودرو با استفاده از روش کیفی و کمی (آمیخته) است. گردآوري داده‌ها در بخش کیفی، با مطالعه گسترده پیشینه پژوهش و انجام مصاحبه با ۱۴ نفر از خبرگان، با روش تحلیل مضمون و نرم افزار مکس کیودا انجام شد و الگوي پژوهش در قالب ۸۴ شاخص، ۱۶ مولفه و ۴ بعد اصلی ارائه گردید. در بخش کمی، رتبه بندی ابعاد و مولفه های پژوهش با استفاده از روش بهترین بدترین فازي و نرم افزار لینگو انجام شد و نتایج نشان داد که ابعاد تحقیق و توسعه سبز، عوامل محیطی، زمینه‌های سازمانی سبز و شیوه‌های عملیات سبز، به ترتیب بیشترین اهمیت را در توسعه قابلیت‌های نوآوری سبز صنعت خودرو دارا هستند. بر اساس يافته‌هاي پژوهش با توجه به محدوديت‌ها و شكاف فناورانه موجود در صنعت خودرو كشور، تمركز بر اجراى موفقيت‌آميز نوآورى سبز تدريجى با در نظر گرفتن محرك‌هاي محيطى و ظرفيت‌هاي يادگيري فناورانه داخلي، همراه با شبكه سازي تخصصي در زمينه ارتقاى فناورى‌هاى پيشرفته پاک و توسعه مکانیزم‌های نظارتی اثربخش توصیه می‌شود.

* **نویسنده مسئول:** سعید شوال پور
آدرس: میدان رسالت، خیابان هنگام، دانشگاه علم و صنعت ایران، ساختمان معاونت پژوهش و فناوری، طبقه اول
ایمیل: shavvalpour@iust.ac.ir

۱ مقدمه

نوآوری برای حل چالش‌های آینده مانند منابع محدود جهان بسیار حیاتی است. جوامع از طریق نوآوری در محصولات سبز و پایدار، هوشمند و دوستدار محیطزیست، قادر به هدایت به سمت جامعه ای پایدارتر خواهند بود (ملاندر[۱]، ۲۰۲۰). نوآوری غالبا از طریق ارتباط آن با افزایش رشد اقتصادی و مصرف، سهم عمده ای در تخریب محیطزیست دارد. با این حال، نوآوری مي تواند بخش بزرگی از راه حل‌های بالقوه برای طیف وسیعی از مسائل و موضوعات محیطزیستی باشد (تید و بسنت[۲]، ۲۰۲۱). در آرمان‌ها و اهداف ۱۷ گانه توسعه پایدار سازمان ملل متحد[۳]، بر ضرورت بهبود الگوی تولید، مصرف پایدار و اتخاذ فناوري‌های پاک و سازگار با محیطزیست از طریق نوآوري، ایجاد زیرساخت و فرایندهای صنعتی تاکید شده است (سازمان ملل[۴]، ۲۰۱۵) و توجه به سه بعد محیطزیستي، اقتصادی و اجتماعی باعث گردیده تا شرکت‌ها به سمت استفاده از رویکردها و شیوه‌های نوآورانه کشیده شوند (ابوالمجد و هاشم[۶]، ۲۰۱۹). در عین حال بسیاری از کشورهاي در حال توسعه نیز، در حال اجرای مقررات محیطزیستي سختگیرانه فزاینده‌ای برای دستیابی به توسعه پایدار (وانگ[۷]، ۲۰۲۰) و ترویج نوآوری‌هاي سبز در بنگاه‌های تولیدی و بهبود مزیت رقابتی در بازار هستند (سان و خو[۸]، ۲۰۲۱). موسسه تحقیقاتي فورستر[۹] (۲۰۱۵) در تحقیقات خود نشان داده که ۶۰ درصد سازمان‌ها، معیارهاي سبز را در فناوري‌هاي جدید خود لحاظ می‌کنند.

با توجه به اهمیت موضوع نوآوري سبز، همانگونه که در نمودار ۱ دیده می‌شود، در دو دهه اخیر تعداد مقالات علمي نمایه شده در پایگاه اسکوپوس با کلید واژه «نوآوري سبز» روند افزایشي چشمگیري به ویژه بعد از سال ۲۰۱۵ را نشان می‌دهد.



نمودار ۱ روند پژوهش‌های انجام شده حوزه نوآوری سبز در پایگاه اسکوپوس (۲۰۲۱-۱۹۹۵)

[۱] Melander
[۲] Tidd & Bessant
[۳] Sustainable development Goals (SDG)
[۴] Clean Technology
[۵] United Nations
[۶] Aboelmaged & Hashem
[۷] Wang
[۸] Sun & Xu
[۹] Forrester

در این میان، محصولات و فرایندهای صنعت خودروسازی، تأثیرات قابل توجهي بر آلودگي‌هاي محیطزیست دارند (کالزا، پارمنتلا و توتر، ۲۰۱۷). به طور کلي چالش‌هاي اساسي و مهم محیطزیستی صنعت خودرو، شامل مصرف انرژی و انتشار (CO2) می‌باشد (لین و دیگران، ۲۰۱۹). در گذشته، بخش حمل و نقل مسئولیت ۲۷ درصد از کل مصرف انرژی جهانی و ۳۳/۷ درصد از کل انتشار گازهای گلخانه ای را بر عهده داشت (تای و تان ، ۲۰۱۳) این روندها در آینده، به دلیل کمبود سوخت‌های فسیلی و افزایش فشارهای محیطزیستي در حال تغییر است (لین و دیگران، ۲۰۱۹). این صنعت [۳]در نتیجه فناوري‌های جدید معرفی شده (خودروهای برقی و راه حل‌های دیگر برای بهره‌وری انرژی) دچار تحول اساسی شده است (سیوکا و دیگران، ۲۰۱۹) و به منظور پاسخ گویي به نگراني‌هاي فزاینده محیطزیستي، طرح غالب تولید انبوه خودروهای بنزینی و دیزلی با تقویت توانایی‌های توسعه محصولات جدید و فناوری‌های نوآورانه پیشرفته سبز، در حال تغییر است (تید و بسنت، ۲۰۲۱). فروش بیش از ۱۰ میلیون دستگاه خودروهاي هیبریدی مدل پلاگین شرکت تویوتا در سطح جهان (دنیل و آبراهام ، ۲۰۱۹)، کاهش بیش از یک سوم میزان انتشار (CO2) خودرو پریوس تویوتا و قابلیت بازیافت آن درحدود ۹۰% و اعطاي مجوز بهره برداری از ۶۵۰ اختراع ثبت شده در زمینه فناوري سبز به شرکت هاي نیسان و فورد؛ نمونه هایي موفق از دستاوردهاي تجاري سازي نوآوری‌هاي سبز است (تید و بسنت، ۲۰۲۱). استفاده از خودرو به دلیل مصرف مقدار قابل توجهی از سوخت‌های فسیلی، به عنوان منبع مهم آلودگی محسوب می‌شود. پیش‌بینی‌ها نشان دهنده آن است که با بکارگیري سیستم حمل و نقل توسعه یافته تا سال ۲۰۳۰ خودروهاي با سوخت فسیلی کاهش ۵۰ درصدي خواهد داشت و تا سال ۲۰۵۰ به طور کامل از مدار تولید خارج می‌شود و انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز نسبت به سال ۱۹۹۰ به میزان ۶۰% کاهش خواهد یافت (گولینسکا و کاوا ، ۲۰۱۵). این در حالي است [۸] که در کشور ایران، میزان انتشار (CO2) ناشي از مصرف سوخت بنزین در حمل و نقل جاده اي، صرفا در سال ۱۳۹۷ بیش از ۷/۷ میلیون تن بوده و سرانه مصرف انرژي در بخش حمل و نقل و صنعت کشور ۱/۵برابر متوسط جهانی بوده است (ترازنامه انرژی وزارت نیرو، ۱۳۹۷). اهمیت نوآوری‌هاي سبز در صنعت خودرو و نقش این صنعت در ایجاد بحران‌ها و چالش‌هاي محیطزیستي، به گونه‌ای است که الزام به اجراي آن در صنایع پیشرفته خودرو سازي [۴] کشورهاي توسعه یافته در نظر گرفته شده است. تصویب قانون سختگیرانه انتشار صفر گازهاي خروجي خودروهاي تولیدي در آمریکا که بیشترین تأثیر را بر شرکت هاي خودروسازي جنرال موتورز، فورد، کرایسلر، تویوتا، هوندا و نیسان، بي ام و و وولکس واگن داشته (تید و بسنت، ۲۰۲۱) و تدوین آئین نامه استانداردهای برنامه‌های خودرو پاک طي [۵] سال هاي ۲۰۲۵-۲۰۱۷ (کالزا، پارمنتلا و توتر، ۲۰۱۷) ، نمونه هایي از این الزامات می‌باشند.

الزام [۷] به اجراي نوآوري سبز در اسناد بالادستي و کلان داخل کشور نیز، توجه ویژه اي شده است. ماده ۳۸، ۴۴ و ۴۶ برنامه ششم توسعه کشور (۱۳۹۶) بر اجراي برنامه مدیریت سبز، مدیریت مصرف انرژي و بازیافت در وسائط نقلیه و کاهش انتشار کربن در ناوگان حمل و نقل تاکید نموده است. همچنین الزام ملي آلاینده‌هاي خروجي خودروهاي داخلي تا سطح استاندارد روز اتحادیه اروپا (یورو ۶) تا سال ۱۴۰۴ هدف گذاري شده و بر ضرورت ارتقاي قابلیت‌های [۰]

[۱]Greenhouse Gas Emissions
[۲]Tie & Tan
[۳]Lin
[۴]Cioca
[۵]Plug-in
[۶]Daniel & Abraham
[۷]Prius
[۸]Golinska & Kawa
[۹]Calza, Parmentola, & Tutore

فناورانه در حوزه فناوري‌های جدید سازگار با محیط-زیست، مواد قابل بازیافت، خودروهای کم مصرف، برقی و هیبریدی در سند اهداف و سیاست های صنعت خودرو تا افق ۱۴۰۴ (۱۳۹۳)، اشاره شده است. با این حال، وجود تحریم ها و مشکلات مضاعف عدم مشارکت فعال شرکت‌های خودروساز ایرانی در شبکه جهانی (اسماعیلي و همکاران، ۱۴۰۰) و چالش‌های داخلي پیش روی این صنعت باعث گردیده خودروسازی در ایران نتواند همگام با تحولات جهانی و بازارهای رقابتی حرکت کند (زاهدي و همکاران، ۱۴۰۰). از طرف دیگر به سبب اینکه صنعت خودرو در کشور تا سال‌ها مقلد بوده و فناوري‌هاي پیشرفته سبز نظیر خودروي برقی یک فناوری نوظهور است، قابلیت‌ها و شبکه نوآوری فعالی در زمینه ساخت خودروهاي برقي در کشور وجود ندارد (مسگری، ذاکری و پیشوایی،۱۴۰۰) و چشم انداز تدوین شده برای صنعت خودرو با ادامه روند قبلی امکان پذیر نخواهد بود و نیازمند تغییراتي اساسي است (زاهدي و همکاران، ۱۴۰۰).

بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، ارزیابي و تحلیل قابلیت‌های نوآوری سبز در بنگاه‌هاي توليدي می‌تواند به توسعه انتشار موثر نوآوری‌های سبز کمک کند (سان و خو، ۲۰۲۱). تحقیقات گسترده‌ای در مورد نوآوری‌های سبز و محیطزیستي در زمینه اندازه‌گیری نوآوری‌های محیطزیستي، محرك‌ها و نتایج نوآوری‌هاي محیطزیستي انجام شده است (لیائو، لیو و لیو اس ، ۲۰۲۱). با این‌حال[۱] مطالعات جامع در زمینه توسعه قابلیت‌هاي نوآوری‌هاي سبز اندك بوده و توجه کافي نشده است (مونوداوافال و جول ، ۲۰۲۱). کالزا، پارمنتلا و توتر (۲۰۱۷[۳]) بیان می-کنند هنوز شکاف تحقیقاتی در ادبیات نوآوري سبز وجود دارد، چرا که بخش بزرگی از این مطالعات ارتباط بین این نوع نوآوری و عملکرد شرکت را مورد آزمون قرار داده و یا بر تأثیر سیاست‌های زیست‌محیطی و محرک‌های نوآوری سبز (پیشران ها) پرداخته است و نیازمند انجام پژوهش های جامع تر به منظور بررسي چگونگي توسعه این دسته از نوآوری‌ها در صنایع غیر سبز، نظیر صنعت خودرو است (کالزا، پارمنتلا و توتر، ۲۰۱۷).

لذا در پژوهش حاضر طي بررسي هاي انجام شده، مشاهده گردید که عمده مطالعات داخلي به بررسي تاثیر نوآوري سبز بر عملکرد محیطزیستي و سازماني پرداخته (عزیزی، رحیمی و کبیری، ۱۴۰۰؛ مطیعی، محمد خانی و بیرامی۱۴۰۰؛ طیاران، طوطیان و محمدی، ۱۳۹۹؛ محمدلو، فضلی و محمدنژاد ۱۳۹۶) و در برخي از مطالعات به بررسي تاثیر عوامل داخلي سازمان بر نوآوری سبز پرداخته شده است (آندرواژ و رازجو ۱۴۰۰؛ دلجو۱۴۰۰؛ داوري، قلي پور و نیکنام، ۱۳۹۹؛ انصاری، اشرفی و جبلی، ۱۳۹۵) و پژوهشي در زمینه توسعه قابلیت‌هاي نوآوري سبز مشاهده نشد. همچنین بیشتر پژوهش هاي خارجي به بررسي تاثیر عوامل داخلي سازماني بر نوآوری‌هاي سبز و نتایج شان بر عملکرد محیطزیستي و رقابت پذیري شرکت ها معطوف بوده (سینگ[۴] و همکاران ۲۰۲۰؛ خای، هوا و ژو ۲۰۱۹؛ سیمن و همکاران، ۲۰۱۹؛ ابوالمجد و هاشم، ۲۰۱۹؛ بن آرفي، هیکروا و ساهوت ، ۲۰۱۷؛ لیل رودریگوئز[۷] و همکاران، ۲۰۱۷) و در سایر پژوهش ها به محرك ها، موانع نوآوري سبز و تاثیر مقررات محیطزیستي بر نوآوری‌هاي سبز پرداخته شده است (لو، لیو و لی ، ۲۰۲۱؛ وانگ و همکاران،۲۰۲۰؛ کیفر، گونزالس و هرموسیلا[۹] ، ۲۰۱۹؛ گوپتا و باروا[۱۰] ، ۲۰۱۸؛ بوسل[۱۱] و دیگران، ۲۰۱۶؛ هوانگ[۱۲] و همکاران، ۲۰۱۶؛ عبداله و همکاران[۸]۲۰۱۶) بدون آنکه بر چگونگی توسعه و ارتقاي یکپارچه و

[۱] Liao, Liu & Liu
[۲] Munodawafa & Johl
[۳] Singh
[۴] Xie, Huo & Zou
[۵] Seman
[۶] Arfi, Hikkerova & Sahut
[۷] Leal-Rodrí guez
[۸] Lu, Liu, & Li
[۹] Kiefer, Gonzalez & Hermosilla
[۱۰] Gupta & Barua
[۱۱] Bossle
[۱۲] Huang

فراگير تواناييهاي داخلي و بيروني نوآوری‌های سبز تمرکز ویژه ای شود و شکاف مطالعاتي در اين زمينه ديده می‌شود. از سوي ديگر، برخي از نتايج و يافته هاي پژوهش‌هاي خارجي پيشين، قابليت بهره‌گيري در صنعت خودروي داخلی بدليل شرايط متفاوت اين صنعت با ساير كشورها را نداشته و نيازمند ارائه شاخص‌هاي بومي می‌باشد. لذا پژوهش حاضر با هدف پركردن اين شكاف تحقيقاتی و پاسخ به سوالات زير شكل گرفته است:

الگوي توسعه قابليت‌هاي نوآوری سبز در صنعت خودرو ايران چگونه است؟ اولويت بندي هر كدام از ابعاد و مولفه‌هاي شناسايي شده موثر بر ارتقاي قابليت‌هاي نوآوري سبز شركت‌هاي خودروساز چگونه است؟ چگونه می توان، عملكرد شركت‌های خودرو ساز را در پاسخ به نگراني‌ها و چالش‌های محيطزيستي موجود با طرح ريزی و اجرای ابتكارات و شيوه‌های نوآورانه سبز ارتقا بخشيد؟

نتايج اين مطالعه به سازماندهی نتايج مطالعات تجربی قبلی و همچنين استخراج عوامل بومي موثر بر توسعه قابليت‌هاي نوآوري سبز در صنعت خودرو ايران و كشورهاي در حال توسعه كمك می‌كند.

۲ ادبیات و پیشینه نظري پژوهش

۲.۱ توانایی نوآوري

نوآوری استفاده از ابزارهای نوین فناورانه و دانش بازار برای ارائه و عرضه محصول یا خدماتی جدید به مشتریان می‌باشد (آفوا ، ۱۹۹۸) توانایی نوآوری[۱] را به عنوان قدرت و توانایی برای تغییر ماهیت مداوم دانش و عقاید به محصولات، فرآیندها و سیستم‌هایی برای سوددهی شرکت و سهامداران، تعریف می‌کنند (سانیلا و اوکو ، ۲۰۱۲) که از طریق فعالیت‌های نوآوری بر پایهٔ تمرین و ممارست قابل دسترس است (پالانن، کوجان سیو و پرجانن ، ۲۰۰۹) . توانایی خلق نوآوری و ارزیابی مناسب یک فناوری در شایستگی‌های سازمانی یک بنگاه نهفته است (خمسه و مرئی ، ۲۰۲۰). توانایی نوآوری به توانایی تبدیل منابع موجود به محصولات و فرآیندهای جدید اشاره دارد (ژو، گائو و ژائو ، ۲۰۱۷) و قابلیتي سازماني در جهت خلق عملكرد برتر با استفاده از مهم ترين داراييها و منابع شركت است (ژانگ و هارتلي ، ۲۰۱۸). توانایی یک سازمان در نوآوری به عنوان یک عامل اصلی برای رشد پایدار، دوام اقتصادی، افزایش رفاه و پیشرفت جامعه شناخته می‌شود. قابلیت‌های نوآوری یک سازمان، توانایی درک و پاسخگویی به شرایط در حال تغییر بافت آن، تعقیب فرصت‌های جدید و بهره‌مندی حداکثری از دانش و خلاقیت افراد در سازمان و در همکاری با طرف های ذینفع برون سازمانی را شامل می‌شود (ایزو۵۶۰۰۲، ۲۰۱۹).

۲.۲ نوآوری سبز

فاسلر و جیمز (۱۹۹۶) اولین نویسندگانی بودند که در کتاب خود مفهوم نوآوري‌هاي سبز را معرفی نمودند. آنها نوآوري‌های سبز را محصولات و فرآیندهای جدیدی می‌دانند که ضمن کاهش چشمگیر تأثیرات مخرب محیطزیستي، ارزش مشتری و کسب و کارها را تأمین می‌کند (لیائو، لیو و لیو اس، ۲۰۲۱؛ لیل رودریگوئز و همکاران، ۲۰۱۷؛ فاسلر و جیمز ، ۱۹۹۶). اصطلاح نوآوري پايدار[۲] يا نوآوری سبز، اغلب برای شناسایی آن دسته از نوآوري‌هايي كه از طريق توسعه پيشرفت‌های محيطزيستی به حفظ محيطزيست پايدار كمک می‌كنند، استفاده می‌شود (ليل رودريگوئز و همكاران، ۲۰۱۷؛ هاليلا و رندكويست ، ۲۰۱۱). نوآوری سبز داخلی شامل شيوه‌های مديريت كارآمد كسب و[۳] كار و اثربخشي نوآوری فرآيندهای سازگار با

[۱] Afuah
[۲] Saunila & Ukko
[۳] Paalanen, Kujansivu, & Parjanen
[۴] Khamseh & Marei
[۵] Zhou, Gao & Zhao
[۶] Zhang & Hartley
[۷] Fussler & James
[۸] Halila & Rundquist

محیطزیست، به ویژه توسعه محصول جدید است و نوآوری سبز بیروني شامل کلیه فعالیت‌های سبز بیرونی شرکت به‌ویژه فعالیت‌های مربوط به تأمین-کنندگان، سازمان‌های دولتی و مارک تجاری است (چنگ، یانگ و شو ، ۲۰۱۴). در تعریفي[۱] جامع‌تر بر اساس دستورالعمل راهنمای اسلو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۲۰۰۸)، "نوآوري سبز، بر کاهش پیامدهاي محیطزیستي تأکید مي‌ورزد، خواه عمدي باشد خواه غیرعمدي. علاوه بر این، به نوآوري در محصولات، فرایندها، روش‌هاي بازاریابي و رویه‌هاي سازماني محدود نمی‌شود، بلکه، ساختارهاي اجتماعي و سازماني را نیز در بر مي‌گیرد".

۲.۳ توانایی نوآوری سبز

مطالعات گذشته نشان می‌دهد، سازمان‌هایی که از منابع و توانایي‌های سبز خود برای پاسخ سریع و مناسب به نیازهای مشتریان استفاده مي نمایند موفق تر بوده و عملکرد کلی بهتری نسبت به رقبای خود دارند (مورانت، لیل میلان و کارین ، ۲۰۱۷). توانایي نوآوري سبز به ترکیبی از توانایی‌ها و دانش‌هایی اطلاق می‌گردد که موجب تولید نوآوري‌های تجاری بدون آسیب رساندن به محیطزیست است (لیل میلان و دیگران، ۲۰۱۶). شرکت‌هایی که در راستاي نوآوری‌هاي سبز فعالیت می‌کنند، با ایجاد توانایي‌های سازمانی در زمینه‌هایی مانند کنترل آلودگی، تأمین منابع سبز، طراحی محصول سبز و استفاده کارا از انرژی و منابع فعالیت دارند (کمپ و فوکسون ، ۲۰۰۷). محرك‌های نوآوری‌هاي سبز در دو دسته محرك‌هاي داخلي و بیرونی (محیطی) است (بوسل و دیگران، ۲۰۱۶). شرکت‌ها باید بتوانند توانایي‌های داخلی مناسبی را که ممکن است منجر به عملکرد بهتر در نوآوری‌هاي سبز و محیطزیستی شود، تعیین کنند (ژو، ملا و آمالدوس ، ۲۰۱۵). سرمایه‌گذاری ؤر تحقیق و توسعه ، اتخاذ نوآوری سازگار با محیط ژیست در راهبرد شرکت‌ها، رهبری محیطزیستي، فرهنگ محیطزیستي، منابع انسانی و توانایی یکپارچگی ، هماهنگی، ساخت و پیکربندی مجدد شایستگی‌ها و منابع برای دستیابی به نوآوری‌های محیطزیستي از محرك‌های داخلي تاثیرگذار بر ارتقاي نوآوري سبز است (بوسل و دیگران، ۲۰۱۶). با این حال، شرکت‌های مختلف با تیم‌های مدیریتی متفاوت دارای توانایي‌های داخلی متفاوتی هستند (هاو و سونگ، ۲۰۱۶) . هدف نوآوری و نوآوری سنبز موفقیت در بازار است، با این تفاوت که نوآوری سبز تحت فشار قابل توجه عوامل بیرون از جامعه، قوانین و چهارچوب هاي نظارتی برای کاهش اثرات محیطزیستي است (بوسل و دیگران، ۲۰۱۶)، و وابستگی متقابل بیشتری با شرکای خارجی دارد (دیمارچي ، ۲۰۱۲) بنابراین نوآوری سبز باید برای همه ذینفعان درگیر در پذیرش آن نوآوری، ارزش ایجاد کند (آرفی، هیکروا و ساهوت، ۲۰۱۷). فشارهای قانونی و نظارتي توسط دولت‌ها، فشارهای بازار و مشتریان، بازار در حال توسعه، همکاری‌هاي مشترك با تامین‌کنندگان، مشتریان، رقبا، مشاوران، دانشگاه‌ها، آزمایشگاه‌های عمومی تحقیق و توسعه و مراکز فناوري از جمله عوامل بیروني تاثیر گذار بر پذیرش نوآوري سبز است (بوسل و دیگران، ۲۰۱۶). لذا بر اساس پیشینه پژوهش، می‌توان عوامل مؤثر بر توسعه قابلیت‌هاي نوآوري سبز را در چهار دسته کلی ابعاد تحقیق و توسعه سبز، عوامل محیطی، زمینه‌های سازمانی سبز و شیوه‌های عملیات سبز طبقه‌بندی نمود.

[۱] Cheng, Yang & Sheu
[۲] Oslo Manual
[۳] Morant, Millán & Cepeda-Carrión
[۴] Leal-Millan
[۵] Kemp & Foxon
[۶] Zhou, Mela & Amaldoss
[۷] Research and Development (R&D)
[۸] Integration capability
[۹] Hao & Song
[۱۰] De marchi
[۱۱] Joint Ventures
[۱۲] Green Organizational Contexts
[۱۳] Green Operation Practices

۲.۳.۱ تحقیق و توسعه سبز

تفاوت مهم نوآوری عمومی و نوآوری سبز در این است که همکاری تحقیق و توسعه در آن به دلیل پیچیدگي هاي نوآوري شديدتر از سايرين است (ديمارچي، ۲۰۱۲). ابعاد مختلف همکاري‌ها در زمينه نوآوری سبز شامل: همکاری با رقبا یا همکاری‌های بین‌سازمانی، تامین‌کنندگان استراتژيك، مشتريان و خريداران، پژوهشگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها و همکاری با گروه‌های اجتماعی و محیطزیستی است (گوپتا و باروا، ۲۰۱۸). در زمينه قابليت‌هاي ساخت خودرو هاي برقي با فناوری‌هاي جديد پيشرفته سبز، هماهنگی بيشتري در زمينه استانداردهای فناوری و پشتيبانی از تحقيق و توسعه برای توانمندسازی و توسعه مستمر فناوری‌هاي پيچيده خودروهاي برقي نياز است و مي بايست شبکه‌ای از بازيگران در اين امر مشارکت داشته باشند. اين شبکه فراتر از زنجيره تأمينی است که هر خودروساز به طور مرسوم دراختياردارد (هلوستون و همکاران، ۲۰۱۹).[۱] از سوي ديگر، نوآوری‌های سبز به شدت با سرمايه‌گذاری و تعهد بلندمدت بنگاه‌ها در تحقيق و توسعه فناوری‌هاي جديد پاك وابسته است. لي و مين (۲۰۱۵)، در مطالعه‌اي نشان دادند که سرمايه‌گذاری تحقيق و توسعه سبز با انتشار کربن (عملکرد محيط‌زيستي) شرکت رابطه مثبت دارد. هر اندازه ميزان منابع بيشتری در توسعه سبز سرمايه‌گذاری شود، توانايی و بازده شرکت برای توليد حق ثبت اختراعات و توسعه محصولات سبز بيشتر می‌شود (لين و ديگران، ۲۰۱۹). در زمينه طراحي و توسعه محصولات سبز، توانايي استفاده از روش طراحي براي محيط زيست (DfE)[۲] که جنبه‌های محيط‌زيستي را در طراحی محصول ترکيب مي‌کند تا عملکرد محصول در طول چرخه عمر آن افزايش پيدا کند، مرسوم است (هباش ، ۲۰۱۷). نوآوري در طراحي محصول سبز شامل؛ کاهش استفاده از مواد سمی در طول طراحی محصول، استفاده کم‌تر از منابع یا انرژی کمتر در طول چرخه عمر محصول (کو و همکاران،۲۰۲۱؛ آندرسن ،۲۰۲۱؛ وانگ و جو، ۲۰۲۱؛ وانگ،۲۰۲۰؛ چنگ،۲۰۲۰؛ خای، هوا و ژو، ۲۰۱۹؛ ؛ لیل رودریگوئز، ۲۰۱۷) و همچنین در نظر گرفتن قابلیت بازیافت مواد در طراحي محصول از استخراج تا دفع است (سینگ و همکاران،۲۰۲۰؛ خای، هوا و ژو، ۲۰۱۹؛ سیمن، ۲۰۱۹؛ گوپتا و باروا، ۲۰۱۸).

۲.۳.۲ زمينه هاي سازماني سبز

سلیم و همکاران (۲۰۱۹)، بیان می‌کنند که ایجاد یک راهبرد مؤثر در حوزه محیط زیست، شرکت‌ها را ملزم به پذیرش تغییرات و سازگاری با یک محیط پویا به منظور ایجاد مزیت رقابتی می‌کند. در این حالت، عوامل داخل سازماني تأثير بيشتری در شکل‌گیری یک مدل تجاری مناسب و مؤثر دارند و مي توانند با قابلیت‌های کارآمد در پاسخ به تغییرات در محیط کسب و کار سازگار شوند (سلیم، رحمان و وهاب ، ۲۰۱۹). در این راستا، مدیران ارشد سازمان‌ها مي-بايست اهداف مديريت محيط‌زيستي شرکت را با سياست‌ها و شيوه‌های مديريت منابع انساني سبز به منظور حمايت از نوآوری محصول و فرايند سبز يکپارچه کنند (سينگ و همکاران، ۲۰۲۰)، چرا که رهبری سبز حمايت انگيزشی از رفتارهای محيط‌زيستی ايجاد مي‌کند (سليم، رحمان و وهاب، ۲۰۱۹). شرکت‌ها بايد متعهد به ايجاد فرهنگ سبز باشند و اذعان کنند که هرگونه تلاش برای بهبود محيط‌زيست منجر به بهبود عملکرد اقتصادی و محيط‌زيستي می‌شود (ليائو، ليو و ليو اس، ۲۰۲۱). همچنين شرکت ها بايد ظرفيت جذب سبز خود را تا يک سطح راهبردي ارتقا داده و يک سيستم مديريت دانش داخلی ايجاد کنند و قابليت‌های خلاقانه اکتساب،[۳] جذب و بکارگيري دانش برای توسعه محصولات و فرآيندهای سبز، را بهبود

[۱] Helveston
[۲] Design for Environment
[۳] Habash
[۴] Andersen
[۵] Wang & Juo
[۶] Salim, Rahman & Wahab

بخشند (کو و همکاران،۲۰۲۱). مؤرانت، رودریگوئز و دیمارچي (۲۰۱۸)، در تحقیق خود در صنعت قطعه سازي خودرو اسپانیا نشان دادند، ظرفیت جذب و مکانیسم‌های یادگیری به عنوان محرک‌های عملکرد نوآوری سبز هستند. همچنین نقش سرمایه انسانی پایدار در ایجاد ایده‌های جدید و توسعه آنها به راه حل های سبز مهم است. توانایی منابع انسانی سبز، یک توانایی محوری است که با اقدامات، نگرش ها، مهارت ها، تجربه، تعهدات، نوآوری و دانش کارکنان با تاثیرات محیطزیستي منعکس می‌شود (ابوالمجد و هاشم، ۲۰۱۹).

۲.۳.۳ عوامل محیطی

در کنار عوامل داخلي سازمان‌ها، عوامل بیرونی محیطی نیز، تأثیر زیادي بر کارایی نوآوری‌های فناورانه سبز در صنایع داشته است (وانگ و یو، ۲۰۲۱)[۲] فشارهای قانونی و نظارتي توسط دولت‌ها، فشارهای بازار و مشتریان و رقبا از جمله محرک‌های بیروني تاثیرگذار بر ارتقاي نوآوري سبز است (بوسل و دیگران، ۲۰۱۶). مقررات می‌تواند پیشران نوآوری باشد (گولینسکا و کاوا ، ۲۰۱۵). این مقررات شامل برخی چارچوب‌های زمانی و سیاست‌هایی هستند که باید پی‌گیری شوند تا راه‌حل‌های ابداعی در سازمان‌ها به منظور کنترل تاثیرات منفی فعالیت‌ها بر محیطزیست اجرا گردد (گوپتا و باروا، ۲۰۱۸). این مقررات مي توانند شامل مقررات انتشار گازهای گلخانه‌ای، مواد شیمیایی و سمی، مصرف انرژی، فناوري‌های پاک و پسماند باشند (ملاندر، ۲۰۲۰). از سوي دیگر تسهیلات و مشوق هاي دولتي نیز بر توانایي نوآوری سبز تاثیر گذار است (لو، لیو و لی؛۲۰۲۱؛ گوپتا و باروا ۲۰۱۸؛ عبداله و همکاران، ۲۰۱۶). لو، لیو و لی (۲۰۲۱)، در تحقیق خود، تاثیر مثبت یارانه‌های دولتی مستقیم و غیر مستقیم (مشوق های مالیاتی) را بر توانایي نوآوری سبز شرکت‌های خودروسازی با انرژی‌هاي نو در کشور چین را نشان دادند.

۲.۳.۴ شیوه‌های عملیات سبز

بر اساس مطالعات برگمیلر و مک کرایت[۳](۲۰۰۹)، اجراي شیوه هاي سبز توسط بسیاري از شرکت‌ها، منجر به افزایش عملکرد سبز مانند؛ بهبود کارایی، کاهش هزینه ها، بهبود زمان پاسخگویی به مشتری، کاهش مصرف انرژی، تولید ضایعات و استفاده از مواد خطرناک می‌شود. عوامل شیوه هاي سبز شامل؛ یکپارچگي فناورانه، مدیریت محیطزیستي داخلی، مدیریت لجستیک و زنجیره تامین و تمرکز بر مشتری است (کاندینگ[۴] و همکاران، ۲۰۱۲). در این میان، تأمین‌کنندگان می‌توانند انگیزه و مشوق‌هایی برای نوآوری محیطزیست به وجود - آورند و راه‌های پایدارتری از استخراج مواد و یا تولید قطعات را توسعه دهند (گولینسکا و کاوا ، ۲۰۱۵). شرکت‌ها در عملیات خود، مي‌توانند بر تهیه دستورالعمل‌های محیطزیستي و راهنماهای تأثیرگذار برمحیط زیست بنگاه ها تاکید نمایند (ابوالمجد و هاشم، ۲۰۱۹) و برای کوتاه کردن زمان تولید و کاهش هزینه‌ها، نوآوری‌هاي فرآیندي سبز را در فرآیندهاي عملیاتي و تولید پیاده کنند (خاي و همکاران، ۲۰۱۹). نوآوری‌هاي فرایندي سبز شامل کاهش مصرف منابع و انرژی در فرایندهاي تولید و بازیافت ضایعات در فرایندهای تولید و استفاده مجدد از آنها است (کو و همکاران، ۲۰۲۱؛ وانگ و جو، ۲۰۲۱؛ وانگ،۲۰۲۰؛ چنگ، ۲۰۲۰؛ سیمن،۲۰۱۹؛ خای، هوا و ژو، ۲۰۱۹؛ لیل رودریگوئز، ۲۰۱۷).

در تحقیق حاضر خلاصه شاخص‌ها و مولفه‌های موثر بر توسعه قابلیت‌هاي نوآوري سبز مستخرج از پیشینه پژوهش، در جدول ۱ ارائه شده است.

[۱] Qu
[۲] Wang and Yu
[۳] Bergmiller & McCright
[۴] Conding

جدول ۱ مولفه‌ها و شاخص‌هاي استخراج شده از پیشینه پژوهش

مولفه	شاخص	منابع
سازماندهي و رهبري سبز	تعهد بلند مدت مديران و كاركنان	سینگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)؛ هوانگ و همکاران (۲۰۱۶)
	تعامل و روابط رهبران سازمان با كاركنان	سینگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)
	فرهنگ سازماني حامي نوآوري سبز	لی[1] و همکاران (۲۰۲۲)؛ سینگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ ابوالمجد و هاشم (۲۰۱۹)؛ پاپاداس (۲۰۱۹)؛ سیمن (۲۰۱۹)
منابع انساني پايدار	ايجاد مشوق‌ها براي مشاركت فعال كاركنان	لی و همکاران (۲۰۲۲)؛ سینگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ ابوالمجد و هاشم (۲۰۱۹)؛ پاپاداس (۲۰۱۹)؛ سیمن (۲۰۱۹)
	جذب، بكارگيري و نگهداري كاركنان با تخصص و نگرش‌هاي سبز	لی و همکاران (۲۰۲۲)؛ سینگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ دانجلیکو، پوجاری و پنترندلفو[2] (۲۰۱۷)؛ هوانگ و همکاران (۲۰۱۶)
	حمايت كاركنان از ابتكارات نوآورانه سبز	لی و همکاران (۲۰۲۲)؛ وانگ و جو (۲۰۲۱)؛ سینگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ ابوالمجد و هاشم (۲۰۱۹)
	آموزش‌هاي اجباري و داوطلبانه كاركنان در حوزه نوآوری سبز	سینگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ ابوالمجد و هاشم (۲۰۱۹)؛ هوانگ و همکاران (۲۰۱۶)
منابع مالي و سرمايه گذاری	ميزان سرمايه‌گذاری در تحقيق و توسعه سبز	لو، لیو و لی (۲۰۲۱)؛ لی و همکاران (۲۰۱۹)؛ پاپاداس (۲۰۱۹)؛ سیمن (۲۰۱۹)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)؛ گاندا (۲۰۱۷)؛ هوانگ و همکاران (۲۰۱۶)
ظرفيت جذب سبز	شناسائي منابع و جذب دانش خارجی مفيد	کو و همکاران (۲۰۲۱)؛ کیو و همکاران (۲۰۲۰)؛ شهزاد[3] و همکاران (۲۰۱۹)؛ ابوالمجد و هاشم (۲۰۱۹)؛ مورانت، رودریگوئز و دیمارچي (۲۰۱۸)؛ آرفي، هیکروا و ساهوت (۲۰۱۷)؛ لین و چن (۲۰۱۷)
	بهر برداری از دانش جديد كسب شده	کو و همکاران (۲۰۲۱)؛ کیو و همکاران (۲۰۲۰)؛ چنگ (۲۰۲۰)؛ شهزاد و همکاران(۲۰۱۹)؛ ابوالمجد و هاشم (۲۰۱۹)؛ مورانت، رودریگوئز و دیمارچي (۲۰۱۸)؛ آرفي، هیکروا و ساهوت (۲۰۱۷)؛ لین و چن (۲۰۱۷)
	يكپارچه سازی دانش كسب شده با دانش موجود	کو و همکاران (۲۰۲۱)؛ کیو و همکاران (۲۰۲۰)؛ شهزاد و همکاران (۲۰۱۹)؛ ابوالمجد و هاشم (۲۰۱۹)؛ مورانت، رودریگوئز و دیمارچي (۲۰۱۸)؛ آرفي، هیکروا و ساهوت (۲۰۱۷)؛ لین و چن (۲۰۱۷)
	ثبت و مستند نمودن دانش جديد و ضمني سبز	چنگ (۲۰۲۰)؛ شهزاد و همکاران(۲۰۱۹)؛ ابوالمجد و هاشم (۲۰۱۹)؛ مورانت، رودریگوئز و دیمارچي (۲۰۱۸)؛ آرفي، هیکروا و ساهوت (۲۰۱۷)
	استفاده از مواد سازگار با محيطزيست در طراحي محصول	کو و همکاران (۲۰۲۱)؛ آندرسن (۲۰۲۱)؛ وانگ و جو (۲۰۲۱)؛ وانگ (۲۰۲۰)؛ چنگ (۲۰۲۰)؛ سینگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ خای،

[1] Li
[2] Dangelico, Pujari & Pontrandolfo
[3] Shahzad

طراحي محصولات پايدار		هوا و ژو (۲۰۱۹)؛ سیمن (۲۰۱۹)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)؛ لیل رودریگوئز (۲۰۱۷)؛ عبداله و همکاران (۲۰۱۶)
	ايجاد تغييرات در طراحي محصول براي كاهش مصرف انرژي	كو و همكاران (۲۰۲۱)؛ آندرسن (۲۰۲۱)؛ وانگ و جو (۲۰۲۱)؛ وانگ (۲۰۲۰)؛ چنگ (۲۰۲۰)؛ سینگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ خای، هوا و ژو (۲۰۱۹)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)؛ لیل رودریگوئز (۲۰۱۷)؛ عبداله و همکاران (۲۰۱۶)
	ايجاد تغييرات در طرح‌هاي محصول براي كاهش آلايندگي و انتشار CO2	كو و همكاران (۲۰۲۱)؛ سینگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ سیمن (۲۰۱۹)
	طراحي محصولات سازگار با محيطزيست در چرخه عمر خود (بازيافت، استفاده مجدد و تجزيه آسان)	سینگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ خای، هوا و ژو (۲۰۱۹)؛ سیمن (۲۰۱۹)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)
سیاست‌ها و مقررات سبز	انتشار استانداردهاي آلايندگي و الزامات سبز	وانگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)؛ هوانگ و همکاران (۲۰۱۶)
	اجراي نظارت‌ها و سياست‌هاي سختگيرانه سبز	وانگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)؛ هوانگ و همکاران (۲۰۱۶)
فشار ذينفعان	فشار بازار، رقبا و مشتريان	كيفر، گونزالس و هرموسيلا (۲۰۱۹)؛ پاپاداس (۲۰۱۹)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)؛ آرفي، هيكروا و ساهوت (۲۰۱۷)؛ عبداله و همكاران (۲۰۱۶)
	فشار قوانين بالا دستي سبز	وانگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ هوانگ و همکاران (۲۰۱۶)
مشوق‌ها	ارائه تسهيلات دولتي به بخش‌هاي تحقيقاتي	لو، لیو و لی (۲۰۲۱)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)؛ عبداله و همکاران (۲۰۱۶)
	معافيت‌هاي مالياتي سبز	لو، لیو و لی (۲۰۲۱)؛ وانگ و یو (۲۰۲۱)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)؛ عبداله و همکاران (۲۰۱۶)
بازاريابي سبز	پياده سازي تحقيقات بازار براي تشخيص نيازهاي سبز	پاپاداس (۲۰۱۹)؛ سیمن (۲۰۱۹)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)
	بسته بندي سبز	وانگ (۲۰۲۰)؛ سیمن (۲۰۱۹)
	برچسب‌هاي سبز محصولات	وانگ و جو (۲۰۲۱)؛ وانگ (۲۰۲۰)؛ سیمن (۲۰۱۹)
	معرفي به موقع محصولات جديد سبز به بازار	چنگ (۲۰۲۰)؛ پاپاداس (۲۰۱۹)؛ دانجليكو، پوجاری و پنترندلفو (۲۰۱۷)
توانايي يكپارچگي	استفاده موثر از تيم‌هاي بين عملكردي در توسعه محصولات جديد سبز	كيو و همكاران (۲۰۲۰)؛ سینگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ مورانت، ليل ميلان و كارين (۲۰۱۶)
	همكاري يكپارچه فعاليت هاي واحدهاي R&D و بازاريابي	كيو و همكاران (۲۰۲۰)؛ وانگ (۲۰۲۰)؛ چنگ (۲۰۲۰)؛ دانجليكو، پوجاری و پنترندلفو (۲۰۱۷)؛ مورانت، ليل ميلان و كارين (۲۰۱۶)
	همكاري يكپارچه فعاليت هاي واحدهاي R&D و توليد	كيو و همكاران (۲۰۲۰)؛ وانگ (۲۰۲۰)؛ چنگ (۲۰۲۰)؛ دانجليكو، پوجاری و پنترندلفو (۲۰۱۷)؛ مورانت، ليل ميلان و كارين (۲۰۱۶)
	ميزان اطلاع كافي تيم‌هاي پروژه از نيازهاي سبز بازار و مشتريان	وانگ (۲۰۲۰)؛ چنگ (۲۰۲۰)؛ دانجليكو، پوجاری و پنترندلفو (۲۰۱۷)؛ مورانت، ليل ميلان و كارين (۲۰۱۶)

نوآوري فرايندي و ساخت سبز	کاهش مصرف منابع و انرژی در فرایندهاي توليد	کو و همکاران (۲۰۲۱)؛ وانگ و جو (۲۰۲۱)؛ وانگ (۲۰۲۰)؛ سینگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ چنگ (۲۰۲۰)؛ سیمن (۲۰۱۹)؛ خای، هوا و ژو (۲۰۱۹)؛ لیل رودریگوئز (۲۰۱۷)؛ عبداله و همکاران (۲۰۱۶)
	بازیافت ضایعات در فرایندهای تولید و استفاده مجدد از آنها	کو و همکاران (۲۰۲۱)؛ وانگ و جو (۲۰۲۱)؛ وانگ (۲۰۲۰)؛ سینگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ چنگ (۲۰۲۰)؛ سیمن (۲۰۱۹)؛ خای، هوا و ژو (۲۰۱۹)؛ لیل رودریگوئز (۲۰۱۷)؛ عبداله و همکاران (۲۰۱۶)
	استقرار گواهینامه سیستم مدیریت محیطزیستی توسط شرکت و تامین کنندگانISO14001	آندرسن (۲۰۲۱)؛ وانگ و جو (۲۰۲۱)؛ وانگ (۲۰۲۰)؛ کیفر، گونزالس و هرموسیلا (۲۰۱۹)؛ خای، هوا و ژو (۲۰۱۹)؛ سیمن (۲۰۱۹)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)؛ هوانگ و همکاران (۲۰۱۶)
تامین کننده سبز	استفاده از مواد با قابلیت بازیافت توسط تامین کنندگان	آندرسن (۲۰۲۱)؛ وانگ و جو (۲۰۲۱)؛ چنگ (۲۰۲۰)؛ سینگ و همکاران (۲۰۲۰)؛ سیمن (۲۰۱۹)؛ خای، هوا و ژو (۲۰۱۹)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)
	عدم استفاده از مواد آلاینده و خطرناك توسط تامین کنندگان	آندرسن (۲۰۲۱)؛ وانگ و جو (۲۰۲۱)؛ چنگ (۲۰۲۰)؛ سیمن (۲۰۱۹)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)
	ارائه دستورالعمل‌های سبز و ممیزي تامین کنندگان	چنگ (۲۰۲۰)؛ سیمن (۲۰۱۹)؛ گوپتا و باروا (۲۰۱۸)

۳ روش شناسي پژوهش

تحقیق حاضر به لحاظ روش از نوع کیفی- کمّی و از حیث هدف، کاربردی است. گردآوری داده‌ها در بخش کیفی پژوهش در دو مرحله مطالعه کتابخانه ای و میدانی صورت گرفته است. ابتدا با روش کتابخانه ای، پیشینه مرتبط با موضوع توانایی‌های نوآوری سبز مطالعه شد. سپس پرسشنامه نیمه ساختار یافته ای برای مصاحبه عمیق با خبرگان طراحی شد. به منظور استخراج و تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه از روش تحلیل مضمون و نرم افزار مکس کیودا ۲۰۲۰ استفاده شد. مضمون یا تم، مبین اطلاعات مهمي درباره داده‌ها و سؤالات تحقیق است و تا حدي، معني و مفهوم الگوي موجود در مجموعه اي از داده‌ها را نشان می‌دهد (براون و کلارک ، ۲۰۰۶). استخراج و[1]دسته بندی مضامین در پژوهش حاضر، با استفاده از روش شبکه مضامین که یکی از روش‌های پرکاربرد در تحلیل کیفی تحلیل مضمون است انجام شده است (آترايد و استرلینگ ، ۲۰۰۱). برای انتخاب نمونه در مرّحله مصاحبه با خبرگان، از ترکیب روش‌های هدفمند قضاوتی و روش گلوله برفی که روشی غیر احتمالی است استفاده گردیده و کفایت نمونه گیری با روش اشباع نظری محقق شده است (استراوس و کوربین ، ۱۹۹۰). این پژوهش طي مصاحبه با ۱۲ خبره، به اشباع نظري رسيد، اما براي اطمينان و افزايش مطلوبيت داده‌ها، مصاحبه‌ها تا خبره چهاردهم نيز ادامه يافت. با توجه به ميان رشته‌اي بودن اين پژوهش و دستيابی به طيف نظرات مختلف در بخش كيفي، از نظرات خبرگان به شرح جدول ۲ بهره گرفته شده است. به دليل ماهيت تفسيري تحليل مضمون، بايد به روايی و پايايی آن بيشتر توجه شود (براون و كلارک، ۲۰۰۶). برای اطمينان از روايی محتوايي، مضامين استخراجی در قالب جداولی به ۵ نفر[2] از مصاحبه شوندگان ارسال شد تا در مورد مضامين اظهار نظر كنند. به علاوه

[1] Braun & Clarke
[2] Thematic Network Method
[3] Attride and Stirling
[4] Strauss & Corbin

برای سنجش پایایی با استفاده از روش هولستی[۱] از یک خبره، تقاضا شد تا ۳ مورد از مصاحبه‌ها را کدگذاری کنند. PAO، ضریب پایایی، M، تعداد توافق در دو مرحله کدگذاری، n_1 تعداد واحدهاي كد گذاشته محققین و n_2 تعداد واحدهاي كد گذاشته فرد منتخب می‌باشد. این رقم، بین صفر (هیچ توافق) تا یک (توافق کامل) متغیر است. ضریب پایایی کلی بین دو کدگذار، برابر با ۸۱% حاصل و تأیید گردید.

$$PAO= 2M/ (n_1+n_2) = 2*64/(83+74)=0.81$$

همچنین به منظور بررسی روایی محتوایی به شکل کمی و تائید نهايي الگوی پژوهش، از ضریب نسبی روایی محتوا (CVR) ارائه شده توسط لاوشه[۲] و نظرات خبرگان استفاده شد. براي محاسبه CVR پس از تشریح اهداف آزمون و توصیف عوامل و مولفه‌ها، از خبرگان خواسته شد تا هریک از سؤالات را بر اساس طیف ارزشیابي سه بخشی CVR ذیل پاسخ بدهند: ضروري و مرتبط است (۱)، مفید است اما ضروری نیست (۲) و غیر مرتبط است (۳).

پس از گردآوری دیدگاه خبرگان با استفاده از رابطه ۱، ضریب CVR براي کلیه شاخص‌ها محاسبه گردید. در این رابطه N (تعداد کل خبرگان) و n_e (تعداد خبرگاني که گزینه ۱، ضروری و مرتبط را انتخاب کرده‌اند) است. بر اساس تعداد ۱۴ نفر خبرگانی که شاخص‌ها را مورد ارزیابی قرار داده‌اند، حداقل مقدار CVR قابل‌قبول توسط لاوشه به میزان ۰٫۵۱ (معیار پذیرش و رد شاخص ها) در نظر گرفته شد و روایی کمی تایید شد (لاوشه، ۱۹۷۵).

$$CVR = \frac{n_e - {}^{۲}N_{/2}}{N_{/2}} \qquad (1)$$

[۱] Holsti's coefficient of Reliability

[۲] Lawshe

جدول۲ مشخصات خبرگان در بخش کیفي پژوهش (تحلیل مضمون)

ردیف	تحصیلات	سابقه کار (سال)	حوزه فعالیت اصلي	زمان مصاحبه (دقیقه)	مشارکت کنندگان در تائید روایي محتوایي	کدگذار مستقل برای تائید پایایي هولستي	مشارکت کنندگان در آزمون CVR
۱	دکتری مدیریت سیستم ها	۲۵	دانشیار دانشگاه مالك اشتر مدیریت نوآوري و فناوري، معاونت صنایع حمل و نقل وزارت صمت، دبیر ستاد توسعه فناوری‌های حوزه فضایی، حمل و نقل پیشرفته معاونت علم و فناوري، مدیرعامل اسبق شرکت ایران خودرو	۶۰			*
۲	دکتری مدیریت سیستم ها	۱۰	معاون دفتر تبادل فناوري معاونت علم و فناوري	۹۰			*
۳	دکتری مدیریت فناوري	۲۰	مدیر انتقال فناوري معاونت علم و فناوري	۷۵	*		*
۴	دکتری مهندسی مکانیک	۲۵	مشاور صنعت خودرو، دانشیار دانشگاه علم و صنعت ایران و مدیر پروژه توسعه شرکت هاي دانش بنیان در خودرو سازي	۱۴۰			*
۵	دکتری مهندسی صنایع	۱۲	مشاور صنعت و استادیار دانشگاه گروه مدیریت فناوري دانشگاه علوم و تحقیقات	۷۰	*		*
۶	دکتری مدیریت سیستم ها	۱۰	مشاور صنعت، مدرس دانشگاه و مدرسه توسعه پایدار دانشگاه صنعتي شریف	۱۱۰			*
۷	دکتری مدیریت تولید	۱۵	کارشناس ارشد حوزه بازاریابي، صادرات و توسعه خدمات صنعت خودرو و مدرس دانشگاه علوم و تحقیقات	۸۰	*		*
۸	دکتری مدیریت تصمیم گیري و سیاستگذاري	۱۱	مشاور صنعت خودرو و مدرس دانشگاه علم و صنعت ایران	۱۱۵		*	*
۹	کارشناسي ارشد مدیریت فناوري	۱۲	مدیرعامل شرکت دانش بنیان در حوزه حمل و نقل پیشرفته و خودروهاي متصل	۶۵			*
۱۰	دکتري سیاستگذاري محیط زیست	۲۳	کارشناس ارشد و مدرس حوزه محیط-زیست صنعت خودرو	۸۵	*		*
۱۱	دکتری مهندسي صنایع	۱۷	مدیر استراتژي صنعت خودروسازي	۸۵			*
۱۲	دکتری مدیریت فناوري	۲۱	کارشناس ارشد حوزه طراحي و توسعه محصولات صنعت خودرو و مدرس دانشگاه	۹۵			*
۱۳	کارشناسي ارشد محیط زیست	۲۳	کارشناس ارشد و مدرس حوزه محیط-زیست صنعت خودرو	۱۳۰			*
۱۴	کارشناسي ارشد مهندسي انرژي هاي تجدید پذیر	۲۱	کارشناس ارشد حوزه پایداري و مسئولیت اجتماعي صنعت خودرو	۱۱۰			*

در بخش کمي پژوهش از روش بهترین بدترین فازي با استفاده از نرم افزار لینگو ، که از روش‌های نوین[1] تصمیم گیری چند معیاره است به منظور تعیین اوزان و رتبه بندی ابعاد و مولفه‌های پژوهش حاضر با توجه به تعداد مولفه های احصا شده بهره گرفته شده است. در مواقعی که تعداد معیارها بیشتر از ۳ باشد ممکن است مدل غیرخطی جواب چندگانه تولید کند که این مورد در مدل خطی ارائه شده رضایی در روش BWM رفع شده بود. این روش به تعداد مقایسات زوجي كمتري نياز داشته و به مقايسات استوارتر و جواب‌های قابل اطمینان‌تری منجر می‌شود (رضائی، ۲۰۱۵؛ ۲۰۱۶). مدل فازي اين روش نيز، توسط گائو و ژائو (۲۰۱۷) ارائه شد. پس از ارائه این روش در سال ۲۰۱۵، پژوهش‌های کاربردی مختلفی با استفاده از روش بهترین بدترین به رتبه بندی و ارزیابی معیارها پرداخته‌اند (رودریگوئز و همکاران، ۲۰۲۱). در این بخش جهت پاسخگویی به سؤالات پرسشنامه مقایسات زوجی، از نظرات ۵ نفر از مدیران صنعت خودروسازي ایران مطابق با جدول ۳ بهره گرفته شده است. خبرگان مشارکت کننده در دو بخش کیفي و بخش کمي پژوهش متفاوت بودند.

جدول۳ مشخصات خبرگان در بخش کمي پژوهش (FBWM)

ردیف	تحصیلات	سابقه کار (سال)	حوزه فعالیت در صنعت خودرو
۱	دكتري مهندسي صنايع	۲۵	برنامه‌ريزي استراتژيك
۲	دكتري مديريت فناوري	۱۶	مطالعات بازارهاي صادراتي
۳	دكتري مهندسي صنايع	۲۳	بازاريابي و توسعه بازار
۴	كارشناسي ارشد مهندسي برق	۲۳	تحقيقات، طراحي و تكوين محصول (طراحي سيستم‌هاي برق و الكترونيك پلتفرم)
۵	كارشناسي ارشد مهندسي مكانيك	۲۲	تحقيقات، طراحي و تكوين محصول

مراحل انجام شده FBWM برای استخراج اوزان و رتبه بندی ابعاد و مولفه‌های این پژوهش به شرح گام های زیر است (گائو و ژائو،۲۰۱۷):

مرحله ۱. ایجاد سیستم معیارهای تصمیم گیری بر اساس مدل نهایی تحقیق (شکل ۱)

مرحله ۲. تعیین بهترین (با اهمیت ترین) و بدترین (کم اهمیت ترین) ابعاد و مؤلفه ها توسط پاسخ دهندگان

مرحله ۳. مقایسه زوجی بهترین معیار با معیارهای دیگر (BO)

مرحله ۴. مقایسه زوجی سایر معیارها با بدترین معیار (OW)

مرحله ۵. تعیین اوزان بهینه فازی ابعاد و مولفه‌هاي توسعه قابليت‌هاي نوآوري سبز در صنعت خودرو $(\widetilde{W_1}^*, \widetilde{W_2}^*, \dots, \widetilde{W_n}^*)$

وزن بهینه برای معیارها، وزنی است که در آن، برای هر زوج $\frac{\tilde{w}_b}{\tilde{w}_j}$ و $\frac{\tilde{w}_j}{\tilde{w}_w}$، رابطه زیر برقرار باشد.

$$\frac{\tilde{w}_b}{\tilde{w}_j} = \tilde{a}_{Bj} \qquad \text{و} \qquad \frac{\tilde{w}_j}{\tilde{w}_w} = \tilde{a}_{jw}$$

برای برقراری این شرایط برای تمامی زها، باید راه حلی بیابیم که در آن حداکثر تفاوت‌های مطلق یعنی

[1] Lingo

[2] Guo & Zhao

$|\frac{\widetilde{w}_b}{\widetilde{w}_j} - \tilde{a}_{Bj}|$ و $|\frac{\widetilde{w}_j}{\widetilde{w}_w} - \tilde{a}_{jw}|$ برای تمامی زها حداقل باشد. با در نظر گرفتن منفی نبودن مقایر و شرایط جمع اوزان، مسئله ۲ حاصل می‌گردد.

$$\min \max_J \{|\frac{\widetilde{w}_b}{\widetilde{w}_j} - \tilde{a}_{Bj}|, |\frac{\widetilde{w}_j}{\widetilde{w}_w} - \tilde{a}_{jw}|\} \quad (۲)$$

s.t.

$$\sum_j R(\widetilde{w}_j) = 1$$

$$l_j^w \le m_j^w \le u_j^w \quad , \quad l_j^w \ge 0 \ , \ for\ all\ j$$

در این رابطه $R(\tilde{a}_i) = \frac{l_i + 4m_i + u_i}{6}$ است. مسئله مدل رابطه ۲ می تواند به مسئله رابطه ۳ تبدیل گردد.

$$\min \xi \quad (۳)$$

s.t.

$$\left|\frac{\widetilde{w}_b}{\widetilde{w}_j} - \tilde{a}_{Bj}\right| \le \tilde{a} \quad , \quad \text{for all j}$$

$$\left|\frac{w_j}{w_w} - \tilde{a}_{jw}\right| \le \tilde{a} \quad , \quad \text{for all j}$$

$$\sum_j R(\widetilde{w}_j) = 1$$

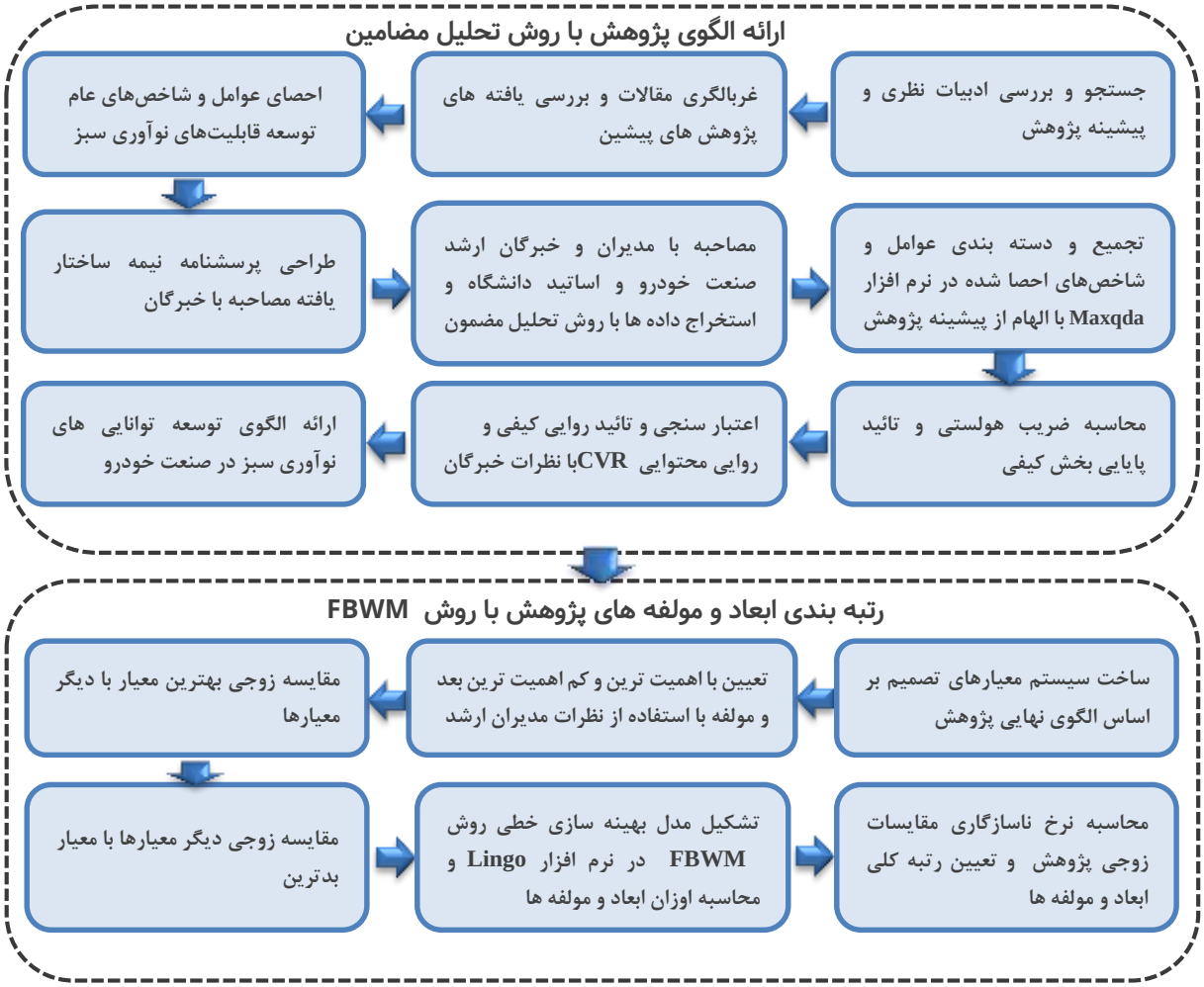
$$l_j^w \le m_j^w \le u_j^w \quad , \quad l_j^w \ge 0$$

$$Wj \ge 0 \quad , \quad for\ all\ j$$

با حل مسئله فوق، اوزان بهینه $(\widetilde{W_1}^*, \widetilde{W_2}^*, \dots, \widetilde{W_n}^*)$ و $\tilde{\xi}^*$ به دست می آیند.

مرحله ۶. محاسبه نرخ ناسازگاري

فرایند گام به گام پژوهش مطابق شکل ۱ می‌باشد.



شکل۱ فرایند گام به گام پژوهش (محققین)

۴ یافته‌هاي پژوهش

۴.۱ کد گذاري اوليه داده‌ها و استخراج مضامين پايه

در گام نخست بخش كيفي به منظور بررسی ادبیات نظری و پیشینه پژوهش؛ جستجوی نظام‌مند مقالات انگليسي منتشر شده در مجلات پايگاه‌هاي داده معتبر با كلمات كليدي: توانایی نوآوری سبز، پایدار و یا سازگار با محیط زیست، پیامدها، موانع، محرک‌ها، عوامل موفقیت و توسعه نوآوری سبز با توجه به سوال كليدي پژوهش (شناسايي مولفه‌ها و شاخص‌هاي موثر بر توسعه توانايي‌هاي نوآوري سبز) انجام شد و در مرحله اول تعداد ۲۷۹ مقاله يافت شد. به منظور دستيابی به بهترين و مرتبطترين مقالات، معيارهايی به صورت غربالگري مرحله به مرحله براي بررسي مقالات بكار گرفته شدند. براي دسترسي به آخرين يافته‌ها به دليل رشد سريع مطالعات حوزه نوآوری‌هاي سبز در سال هاي اخير، مقالات در چهارچوب زماني ۲۰۲۲-۲۰۱۵ در نظر گرفته شد و ۱۲۷ منبع حذف گرديد. در ادامه، با توجه به ميان رشته‌اي بودن موضوع تحقيق ۴۵ منبع

به دلیل عنوان که ماهیت مدیریتي نداشته حذف شدند و سپس با مطالعه و تحلیل چکیده، ۵۸ منبع دیگر حذف شد. همچنین از ۲۳ مقاله نیز به دلیل کیفیت مقاله که در مجلات معتبر داراي ضریب تاثیر نبودند، صرفنظر گردید. در نهایت پس از غربالگري چندین مرحله ای، ۲۶ مقاله نهایي انتخاب و مورد بررسی عمیق تر قرار گرفتند. پس از مطالعه ۲۶ مقاله، مجددا دسته‌بندي موضوعي آنها مدنظر قرار گرفت و با مقالات رد شده در مراحل قبلي مقایسه شد و مقولاتي که در این ۲۶ مقاله نبوده و در سایر مقالات اشاره شده باشد، یافت نشد. مولفه‌ها و شاخص‌های استخراج شده از پیشینه پژوهش، در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین بررسی ادبیات و پیشینه پژوهش، علاوه بر احصاي شاخص‌ها و مولفه‌هاي موثر بر توسعه قابلیت‌هاي نوآوري سبز، منجر به شکل‌گیری چارچوب اولیه سؤالات مصاحبه با خبرگان در مرحله بعد پژوهش گردید.

در مرحله دوم، با توجه به بافت متفاوت داخلی و محیطی صنعت خودرو ایران با بسیاری از کشورهای مورد بررسی، پژوهش نیازمند عوامل و شاخص‌هاي بومي تکمیلی در صنعت خودرو است. لذا مصاحبه عمیق نیمه ساختار یافته با ۱۴ نفر از متخصصین انجام شد. بدلیل سوابق مرتبط خبرگان و اشراف بر موضوع، اطلاعات بسیار ارزشمندی در مصاحبه‌ها بدست آمد. بعد از آشنا شدن با داده‌ها و غرق شدن در آنها، با مطالعه و مرور مکرر داده‌ها، ایده‌هاي خوبي درباره کدگذاري در ذهن پژوهشگران شکل گرفت و از طریق فهرست کردن نکات کلیدي متون مصاحبه‌ها، به نکات کلیدي يك کد نسبت داده و فرایند استخراج مضامین پایه توسط پژوهشگران با استفاده از نرم افزار Maxqda آغاز گردید. کد گذاري در تحلیل متون مصاحبه ها صورت گرفت و در نهایت پس از تلفیق، ترکیب و پالایش کدها تعداد ۵۷ مضمون پایه بومی از ۱۴ مصاحبه استخراج شد که به شرح جدول ۴ ارائه شده است. در مجموع ۹۳ مضمون پایه از ادبیات و مصاحبه با خبرگان، احصا گردید.

۴.۲ تشکیل شبکه مضامین

شبکه مضامین، بر اساس روندي مشخص، مضامین پایه (کدها و نکات کلیدي متن)، مضامین سازمان دهنده (مضامین به دست آمده از ترکیب و تلخیص مضامین پایه) و مضامین فراگیر (مضامین عالي در برگیرنده اصول حاکم بر متن به مثابه کل) را استخراج و دسته بندی مي‌کند (آترايد و استرلینگ، ۲۰۰۱). لذا در گام کدگذاري تفسیري پژوهش، دسته بندی مضامین پایه‌ای و تلخیص آنها به اصول مجردتر و انتزاعی تر در قالب مضامین سازمان دهنده انجام شد و در پایان نیز طبق نظر پژوهشگران و همچنین با الهام گرفتن از مولفه ها و شاخص های استخراج شده از پیشینه پژوهش، این مضامین عالی بر اساس میزان تشابه مفهومي، دسته بندي و ترکیب شده و در قالب استعاره‌های اساسی حاکم بر کل متن، به صورت مضامین فراگیر قرار گرفتند. در پژوهش حاضر، فرایند کدگذاري و تشکیل مضمون‌هاي فراگیر، سازمان‌دهنده و پایه چندین بار توسط محققان پالایش شده و مورد بازنگري قرار گرفت و برای اطمینان از روایی محتوایی و نحوه دسته بندي مضامین، مضامین ترکیبی استخراجی از پیشینه موضوع و مصاحبه ها، در قالب جداول شبکه مضامین، به ۵ تن از مصاحبه شوندگان ارسال شد تا در مورد مضامین استخراج شده و دسته بندي مضامین پایه، سازمان‌دهنده و فراگیر اظهار نظر کنند. پس از انجام اصلاحات و پالایش مضامین در فرایند رفت و برگشتی، ۹۳ مضمون پایه در ۱۶ دسته مضامین سازمان‌دهنده طبقه بندی شدند و مضامین فراگیر در ۴ دسته: زمینه‌هاي سازماني سبز، تحقیق و توسعه سبز، عوامل محیطی و شیوه‌هاي عملیات سبز با قابلیت پوشش کلیه مضامین پایه و سازمان‌دهنده مشخص شدند.

جدول ۴ مضامین استخراج شده از مصاحبه‌ها

ردیف	مضامین سازمان دهنده	مضامین پایه	منابع مضامین (مصاحبه ها)
۱	راهبرد	تدوین نقشه راه توسعه فناوري سبز	I 01, I 02, I 05, I 06, I 07, I 08, I 09, I 11
۲		شناسایی فرصت‌های نوآوری سبز	I 01, I 04, I 05, I 07, I 08, I 11, I 14
۳		تدوین راهبردهای کوتاه مدت و میان مدت نوآوری‌هاي تدريجي سبز	I 01, I 02, I 03, I 05, I 08, I 11
۴		تدوین راهبردهای بلند مدت نوآوری‌های پیشرفته و رادیکال سبز	I 01, I 02, I 03, I 05, I 08, I 11
۵		تدوین راهبرد پویا و چابک	I 01, I 05, I 07, I 08, I 11
۶		توسعه ساز وکارهاي اجراي موثر راهبردهاي نوآوري سبز	I 01, I 03, I 05, I 07, I 10, I 11, I 14
۷	منابع انساني پايدار	اجرای پروژه‌های جدید صنعتي كارآموزی در زمینه نوآوری‌های سبز	I 01, I 03, I 04, I 06, I 12, I 14
۸	منابع مالي و سرمايه گذاري سبز	تامین مالی به موقع هزینه‌های پروژه‌های نوآوری سبز	I 02, I 03, I 07, I 11, I 12, I 13
۹		ضریب پلکانی سرمایه‌گذاری از نوآوری‌های تدریجی به نوآوری‌های پیشرفته سبز	I 01, I 02, I 03, I 08, I 12
۱۰		توسعه روش‌هاي تامين منابع مالي مناسب	I 02, I 03, I 05, I 07, I 12
۱۱	سازماندهي و رهبري سبز	استقرار ساز و كار پايداري و حاكميت شركتی	I 01, I 06, I 07, I 10, I 13, I 14
۱۲		ایجاد ارتباطات درون سازمانی و برون سازمانی	I 01, I 03, I 09, I 13, I 14
۱۳		همکاری با NGOها و انجمن‌ها	I 06, I 08, I 10, I 13, I 14
۱۴		ساختار سازمانی مناسب توسعه نوآوری سبز	I 05, I 06, I 07, I 10, I 13, I 14
۱۵		تبلیغات شفافیت عملکرد پایدار	I 06, I 07, I 10, I 13, I 14
۱۶		برگزاري رويدادها و جشنواره‌هاي سبز درون سازمانی	I 06, I 10, I 13, I 14
۱۷		تشکیل اتحادیه‌های پویش‌های مدنی سبز در صنعت خودرو	I 06, I 07, I 10, I 13, I 14
۱۸	ظرفيت جذب سبز	استفاده موثر از تجارب پروژه‌های نوآورانه گذشته	I 01, I 02, I 03, I 06, I 07, I 11, I 12,
۱۹	طراحي محصولات پايدار	توانايي طراحي پلتفرم محصولات با سوخت پاك (خودروي برقي و هيبريدي)	I 01, I 02, I 04, I 06, I 07, I 09, I 11
۲۰		توانايي طراحي پلتفرم خودروهاي سبك، كوچك و مقتصد	I 01, I 03, I 06, I 09, I 10, I 12
۲۱	ظرفيت فناورانه سبز	كسب دانش فني فناوري‌هاي پيشرفته و راديكال سبز	I 01, I 02, I 03, I 04, I 06, I 07, I 09, I 10, I 11, I 12, , I 13
۲۲		اجرای پروژه‌هاي نوآوری سبز تدريجي اولويت‌دار با توانايي‌های فناورانه موجود	I 01, I 02, I 03, I 05, I 08, I 12

۲۳		توسعه فناوری‌های پیشرفته و رادیکال سبز در محیطهای انکوباتوری	I 01, I 02, I 03, I 05, I 08, I 12
۲۴		تجمیع و ادغام چند فناوری در قالب یک فناوری پیشرفته سبز	I 01, I 03, I 05, I 08, I 12
۲۵	مدیریت پروژه‌ها و هزینه‌ها	ارزیابی پروژه‌هاي نوآوري سبز بر حسب نیازهای سبز بازار	I 06, I 10, I 11, I 13, I 14
۲۶		اولویت بندی و انتخاب پروژه‌های نوآوری سبز	I 01, I 05, I 07, I 08, I 11, I 12
۲۷		تیم سازی اجرای پروژه‌های نوآورانه پیشرفته سبز	I 01, I 03, I 05, I 08, I 12, I 14
۲۸		استفاده از روش‌هاي موفق کاهش هزینه پروژه‌هاي نوآوري سبز	I 03, I 07, I 10, I 11, I 12, I 13, I 14
۲۹		تحلیل هزینه- فایده پروژه‌هاي نوآوري سبز	I 02, I 03, I 08, I 12, I 14
۳۰	همکاري‌هاي شبکه اي پایدار	مدیریت شبکه نوآوری باز	I 01, I 02, I 03, I 04, I 05, I 09, I 12
۳۱		توسعه آزمایشگاه‌های متعدد در زمینه فناوری‌های پیشرفته سبز در دانشگاه‌ها و مراکز علمی	I 01, I 02, I 03, I 05, I 12
۳۲		ایجاد پلتفرم همکاري مشترك با صنایع هاي تك و دفاعي داخلي	I 03, I 04, I 11, I 13
۳۳		بهره گیری از ظرفیت ارتباطي استارتاپ‌ها و شرکت‌هاي دانش بنیان داخلی	I 01, I 03, I 04, I 06, I 08, I 12
۳۴		تعاملات بین المللی در زمینه جذب سرمایه گذاري در شرایط تحریم	I 01, I 05, I 08, I 10, I 11, I 12, I 13
۳۵		استفاده از روش‌های هوشمندانه غیر رسمی همکاری‌های فناورانه سبز	I 01, I 02, I 04, I 05, I 06
۳۶		توانایی ایجاد و مدیریت شبکه‌های علمی و تخصصی	I 01, I 03, I 05, I 08, I 12
۳۷		قراردادهاي بلند مدت و اتحادهاي استراتژیك با تامین کنندگان اصلي	I 04, I 08, I 10, I 11, I 12, I 14
۳۸	سیاست‌ها و مقررات سبز	بکارگیری افراد تمام وقت متخصص با دانش عمیق در حوزه قانون گذاری	I 01, I 03, I 08
۳۹		برنامه زمانبندی اجراي الزامات قوانین ارتقای فناوری‌های پاك	I 01, I 02, I 03, I 08, I 12
۴۰		بازنگری در قوانین بالا دستی مدیریت مصرف و قیمت گذاری منابع انرژی	I 04, I 07, I 08, I 10, I 11, I 12, I 13, I 14
۴۱		بازنگري در قوانین قیمت گذاري خودرو	I 04, I 07, I 10, I 11, I 13, I 14
۴۲		سیاست‌ها و قوانین انعطاف پذیر حمایت از حقوق مالکیت فکری	I 04, I 05, I 08, I 11, I 12
۴۳		جهت گیری سیاست‌های کلان کشور در راستای ترویج و حمایت از نوآوری سبز	I 02, I 03, I 04, I 06
۴۴		تدوین قوانین هماهنگي بین بخشي	I 03, I 05, I 10, I 12, I 14

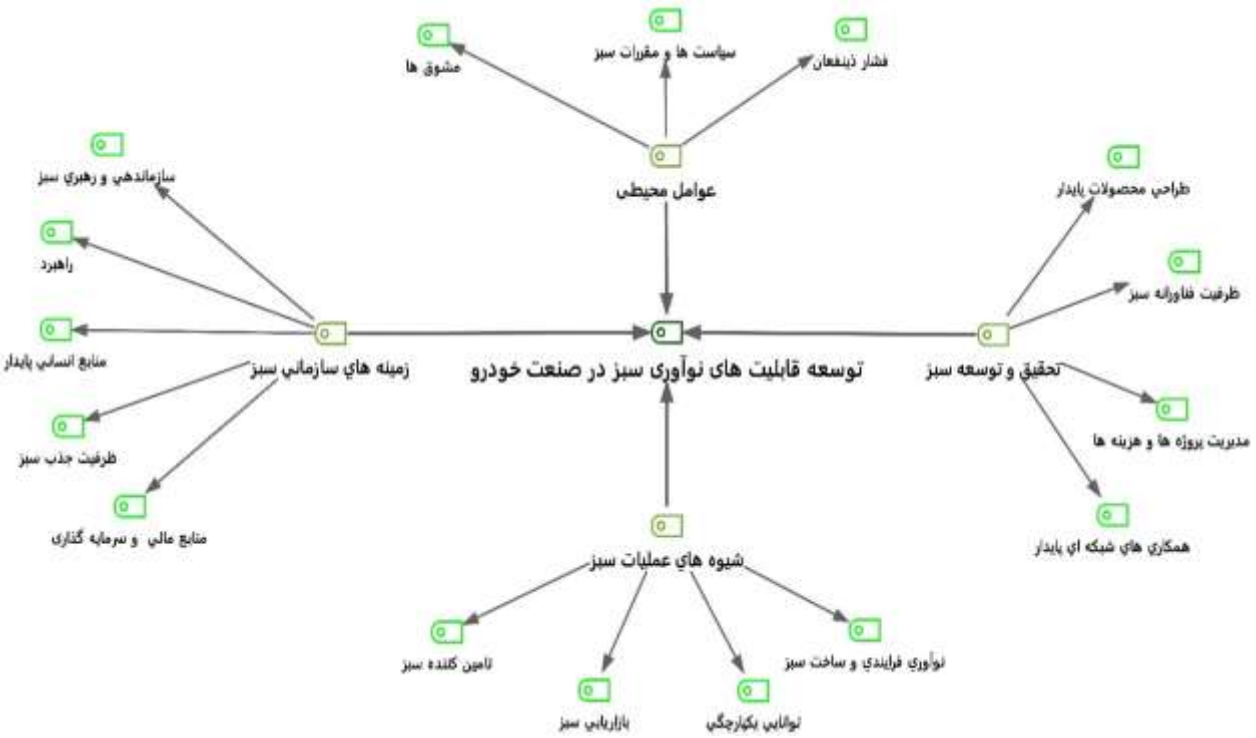
۴۵	فشار ذینفعان	افزایش آگاهي انتظارات جامعه و ذینفعان	I 02, I 03, I 06, I 07, I 09, I 10, I 11, I 14
۴۶	مشوق‌ها	حمایت از ثبت اختراعات سبز	I 01, I 02, I 07, I 08, I 09, I 11, I 12
۴۷		ارائه گرنت براي فراخوان جذب ایده‌هاي نوآورانه سبز	I 01, I 02, I 05, I 06, I 08, I 09
۴۸	بازاریابي سبز	ترویج محصولات سبز در قالب‌های ساده و هدفمند	I 01, I 03, I 06, I 07, I 11, I 13
۴۹	نوآوري فرایندي و ساخت سبز	استفاده از انرژي‌هاي پاك در فرایندهاي تولید	I 02, I 04, I 05, I 06, I 07, I 10, I 14
۵۰		توانایی تولید محصول سبز با تیراژ بالا	I 01, I 07, I 11, I 12, I 14
۵۱		توانایی استفاده از روش‌های تولید ناب جهت کاهش هزینه‌های تولید و مصرف انرژی	I 03, I 04, I 05, I 07, I 08
۵۲	تامین کننده سبز	بکارگیري مشوق‌ها در تامین کنندگان سبز	I 04, I 09, I 10, I 11, I 13, I 14
۵۳		تجهیز قطعه سازان در جهت تامین مواد و قطعات مورد نیاز خودروهاي پاك	I 10, I 11, I 12, I 13
۵۴		توسعه متوازن دانش فني سبز در تامین کنندگان همگام با دانش خودروسازي	I 01, I 04, I 10, I 13, I 14
۵۵		بهره گیری از تجهیزات پیشرفته و هوشمند براي لجستیک پاك	I 01, I 05, I 08, I 09, I 14
۵۶		بکارگیري لجستیك در زنجیره تامین با کمترین مصرف انرژي و آلایندگی	I 07, I 09, I 10, I 13
۵۷		ایجاد سیستم‌هاي کنترلی جهت رعایت استانداردهاي محیطزیستی در فرایندهای خرید، تولید و مصرف	I 05, I 07, I 10, I 13

در ادامه، تائید نهایي شاخص‌ها و ارائه الگوی پژوهش با استفاده از محاسبه ضریب نسبی روایی محتوا (CVR) و نظرات ۱۴ نفر خبره انجام شد. بر اساس نتایج آزمون CVR، ۹ شاخص امتیاز پایین‌تر از میزان حداقل مقدار CVR قابل‌قبول لاوشه (۰،۵۱) را کسب کردند و از فرایند پژوهش حذف شدند و ۸۴ شاخص نهایی امتیاز بالاتر از ۰،۵۱ کسب کردند و تائید شدند. شاخص‌های حذفی با استفاده از آزمون CVR مطابق با جدول ۵ می‌باشد.

جدول۵ مضامین حذف شده در آزمون CVR

مضمون	آزمون CVR	مضمون	آزمون CVR
ساختار سازمانی مناسب توسعه نوآوری سبز	۰،۲۹<۰،۵۱ رد	تدوين قوانين هماهنگي بين بخشي	۰،۲۹<۰،۵۱ رد
تبلیغات شفافیت عملکرد پایدار	۰،۲۹<۰،۵۱ رد	ايجاد سيستم‌هاي كنترلي جهت رعايت استانداردهاي محيط‌زيستي در فرايندهاي خريد، توليد و مصرف	۰،۴۳<۰،۵۱ رد
برگزاري رويدادها و جشنواره‌هاي سبز درون سازماني	۰،۱۴<۰،۵۱ رد	استفاده موثر از تیم‌های بین عملکردی در توسعه محصولات جدید سبز	۰،۴۳<۰،۵۱ رد
تشکیل اتحادیه‌های پویش‌های مدنی سبز در صنعت خودرو	۰،۱۴<۰،۵۱ رد	استفاده از برچسب‌های محیط‌زیستی محصولات	۰،۴۳<۰،۵۱ رد
جهت گیری سیاست‌های کلان کشور در راستای ترویج و حمایت از نوآوری سبز	۰،۱۴<۰،۵۱ رد		

الگوي پژوهش مطابق با شکل ۲، در پاسخ به سوال اصلی پژوهش بر اساس خروجي نرم‌افزار Maxqda ارائه شده است.



شکل ۲ الگوي پژوهش بر اساس خروجي نرم‌افزار Maxqda

۴.۳ رتبه بندی ابعاد و مولفه‌هاي پژوهش با روش بهترين -بدترين فازی (FBWM)

در اين بخش از پژوهش، ابتدا پرسشنامه اي براي انجام روش بهترين بدترين فازي ميان ۵ نفر از مديران ارشد صنعت خودرو توزيع گرديد و با استفاده از نظرات ايشان، ابتدا در ابعاد اصلی و سپس در بين مولفه‌های هر بعد، با اهميت‌ترين (بهترين) C_B و کم‌اهميت‌ترين (بدترين) C_W مولفه مشخص شدند که در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶ بهترين و بدترين ابعاد و مولفه‌ها

عامل	بهترين بعد/ مولفه CB	بدترين بعد/ مولفه CW
ابعاد اصلی	تحقيق و توسعه سبز (G.R.D)	شيوه‌های عمليات سبز (G.O.P)
بعد زمينه‌های سازمانی سبز (G.O.I)	راهبرد (G.S.T)	سازماندهي و رهبري سبز (G.O.L)
بعد تحقيق و توسعه سبز (G.R.D)	همکاری‌هاي شبکه اي پايدار (G.N.C)	مديريت پروژه‌ها و هزينه‌ها (P.M.C)
بعد عوامل محيطی (E.N.F)	سياست‌ها و مقررات سبز (G.P.R)	فشار ذينفعان (S.P.R)
بعد شيوه‌های عمليات سبز (G.O.P)	نوآوري فرايندي و ساخت سبز (G.P.M)	بازاريابي سبز (G.M.I)

پس از تعيين با اهميت‌ترين و کم‌اهميت‌ترين ابعاد و مولفه‌ها، مقايسات زوجی بهترين معيار با ديگر معيارها (BO) و ديگر معيارها با معيار بدترين (OW) بر اساس پرسشنامه مقايسات زوجی FBWM تشکيل و در اختيار خبرگان قرار داده شد تا با استفاده از متغيرهاي زباني فازي، ميزان ارجحيت در مقايسات زوجی را مشخص کنند. سپس ترجيحات به دست آمده به اعداد فازی مثلثی تبديل گرديدند. بعد از پاسخگويی، مقايسات زوجی با روش ميانگين هندسی ادغام شدند. سپس مدل خطی روش FBWM تشکيل و توسط نرم‌افزار Lingo حل گرديد و اوزان ابعاد و مولفه‌هاي تحقيق حاصل شد. به عنوان نمونه، مدل بهينه‌سازی خطی ابعاد اصلی به صورت رابطه زير در نرم‌افزار Lingo تشکيل گرديد.

min=z;

*l2-1.532*u1<=z*u1; l2-1.532*u1>=-z*u1;*

*m2-1.888*m1<=z*m1; m2-1.888*m1>=-z*m1;*

*u2-2.226*l1<=z*l1; u2-2.226*l1>=-z*l1;*

*l2-0.922*u3<=z* u3; l2-0.922*u3>=-z*u3;*

*m2-1.32*m3<=z*m3; m2-1.32*m3>=-z*m3;*

*u2-1.84**

*l3<=z*l3; u2-1.84*l3>=-z*l3;*

*l2-2.86*u4<=z*u4; l2-2.86*u4>=-z*u4;*

*m2-3.366*m4<=z*m4; m2-3.366*m4>=-z*m4;*

*u2-3.87*l4<=z*l4; u2-3.87*l4>=-z*l4;*

*l1-0.922*u4<=z*u4; l1-0.922*u4>=-z*u4;*

*m1-1.32*m4<=z*m4; m1-1.32*m4>=-z*m4;*

*u1-1.84*l4<=z*l4; u1-1.84*l4>=-z*l4;*

*l3-0.922*u4<=z*u4; l3-0.922*u4>=-z*u4;*

*m3-1.32*m4<=z*m4; m3-1.32*m4>=-z*m4;*

*u3-1.84*l4<=z*l4; u3-1.84*l4>=-z*l4;*

*0.167*l1+0.668*m1+0.167*u1+0.167*l2+0.668*m2+0.167*u2+*

*0.167*l3+0.668*m3+0.167*u3+0.167*l4+0.668*m4+0.167*u4=1;*

l1>=0; m1<=u1; l1<=m1;

l2>=0; m2<=u2; l2<=m2;

l3>=0; m3<=u3; l3<=m3;

l4>=0; m4<=u4; l4<=m4;

وزن فازی ابعاد اصلي مستقيما از حل مدل در نرم-افزار Lingo حاصل شد. سپس این اوزان فازی توسط رابطه $R(\tilde{a}_i)=\frac{l_i+4m_i+u_i}{6}$ تبدیل به وزن قطعی گردید. در ادامه، براي نرخ ناسازگاري ابعاد اصلي پژوهش، $\frac{0.402}{7.197}=0.056<1$ محاسبه شد که نشان از سازگاری مناسب ابعاد اصلی تحقیق است. به همین ترتیب نرخ ناسازگاري زمینه‌های سازمانی سبز: ۰٫۰۶۲، تحقیق و توسعه سبز: ۰٫۰۶۸، عوامل محیطی: ۰٫۰۶۰ و شیوه‌های عملیات سبز: ۰٫۰۷۰ محاسبه شد. نتایج بخش رتبه بندی ابعاد و مولفه‌های پژوهش حاضر در جدول ۷ نشان داده شده است. اوزان نسبی مولفه‌ها از ضرب وزن ابعاد اصلی در وزن نسبی مولفه‌ها حاصل می‌شود که در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷ اوزان نهایی ابعاد و مولفه‌هاي پژوهش

ابعاد	وزن قطعی بعد	مولفه	وزن نسبی مولفه $R(\tilde{a}_i)=\frac{l_i+4m_i+u_i}{6}$	وزن کلي مولفه	رتبه مولفه در بعد	رتبه کل مولفه
زمینه‌هاي سازماني سبز	۰٫۲۰۱	سازماندهي و رهبري سبز	۰٫۰۹۸	۰٫۰۱۹۶	۵	۱۶
		راهبرد	۰٫۳۴۱	۰٫۰۶۸۶	۱	۶
		منابع انساني پايدار	۰٫۱۹۹	۰٫۰۳۹۹	۲	۱۰
		منابع مالي و سرمايه گذاری	۰٫۱۷۸	۰٫۰۳۵۷	۴	۱۳
		ظرفيت جذب سبز	۰٫۱۸۳	۰٫۰۳۶۷	۳	۱۲
تحقيق و توسعه سبز	۰٫۴۱۵	طراحي محصولات پايدار	۰٫۲۱۰	۰٫۰۸۷۰	۳	۴
		ظرفيت فناورانه سبز	۰٫۲۲۸	۰٫۰۹۴۶	۲	۳
		مديريت پروژه‌ها و هزينه‌ها	۰٫۱۳۸	۰٫۰۵۷۳	۴	۷
		همکاری‌هاي شبکه اي پايدار	۰٫۴۲۲	۰٫۱۷۴۸	۱	۱

عوامل محیطی	۰٫۲۴۲	سیاست‌ها و مقررات سبز	۰٫۵۲۸	۰٫۱۲۷۶	۱	۲
		فشار ذینفعان	۰٫۱۷۰	۰٫۰۴۱۲	۳	۹
		مشوق‌ها	۰٫۳۰۰	۰٫۰۷۲۶	۲	۵
شیوه‌هاي عملیات سبز	۰٫۱۴۰	بازاريابي سبز	۰٫۱۴۶	۰٫۰۲۰۵	۴	۱۵
		توانايي يكپارچگي	۰٫۱۹۵	۰٫۰۲۷۳	۳	۱۴
		نوآوري فرايندي و ساخت سبز	۰٫۳۹۳	۰٫۰۵۵۱	۱	۸
		تامين‌كننده سبز	۰٫۲۶۵	۰٫۰۳۷۲	۲	۱۱

۵ بحث و نتیجه گیري

ارتقاي توانايي‌هاي نوآوري سبز در صنعت خودرو با موانع بسیاری روبرو است. این صنعت بدلیل اهمیت و نقش آن در ایجاد بحران‌هاي محیطزیستی، تحت فشارهای اجتماعی و نظارتی فراواني قرار گرفته است كه مي‌تواند پایداری محصولات، فناوري‌ها و روش‌های تولیدات خود را بهبود بخشد (تید و بسنت، ۲۰۲۱). با این حال، پژوهش برجسته اي در زمینه ارائه الگويي جامع جهت توسعه قابلیت‌هاي نوآوري سبز، در صنعت خودرو كشورهاي در حال توسعه انجام نشده است و پژوهش حاضر از این حیث دارای نوآوری است. همچنین برخي از شاخص‌های خاص شناسايي شده پژوهش از مصاحبه با مدیران صنعت خودروسازي و اساتید دانشگاه با تمركز بر چگونگي توسعه قابلیت‌هاي نوآورانه سبز با توجه به وضعیت موجود و قابلیت شركت‌هاي خودروسازي داخلي، برای اولین بار در این صنعت، شناسايي و استخراج شده اند و در پژوهش‌های بررسی شده پیشین یافت نگردید و نوآوري دیگر پژوهش محسوب می‌شود. استفاده از روش نوین FBWM گائو و ژائو (۲۰۱۷) برای ارزیابی و رتبه بندی ابعاد و مولفه‌های پژوهش نیز، نوآوري پژوهش از حیث روش است. بر این اساس، خلاصه نتایج پژوهش به شرح ذیل است:

الگوي پژوهش شامل ۸۴ شاخص در قالب ۱۶ مولفه و ۴ بعد ارائه گردید.

مطابق با جدول ۷، بعد تحقیق و توسعه سبز با وزن ۰٫۴۱۵ دارای بالاترین رتبه در میان سایر ابعاد بوده و در این بعد، «مؤلفه همكاري‌هاي شبكه اي پایدار» با وزن ۰٫۴۲۲ دارای بالاترین رتبه می‌باشد. بعد عوامل بیرونی با وزن ۰٫۲۴۲ در رتبه دوم ابعاد بوده و در این بعد، مؤلفه «سیاست‌ها و مقررات سبز» با وزن ۰٫۵۲۸ دارای بالاترین رتبه می‌باشد. همچنین بعد زمینه‌های سازمانی سبز با وزن ۰٫۲۰۱ در رتبه سوم ابعاد بوده و در این بعد، مؤلفه «راهبرد» با وزن ۰٫۳۴۱ دارای بالاترین رتبه می‌باشد. بعد شیوه‌های عملیات سبز با وزن ۰٫۱۴۰ در رتبه چهارم ابعاد بوده و در این بعد، مؤلفه «نوآوري فرايندي و ساخت سبز» با وزن ۰٫۳۹۳ بالاترین رتبه را كسب كرده است.

توانايي‌های داخلی شركت‌ها را قادر می سازد تا دارایی‌های خود را به طور سازنده اي ارتقا بخشند (سلیم، رحمان و وهاب، ۲۰۱۹). یافته‌هاي پژوهش حاضر در بعد زمینه‌هاي سازماني سبز با نتایج تحقیقات كو و همكاران (۲۰۲۱)، سینگ و همكاران (۲۰۲۰)، ابوالمجد و هاشم (۲۰۱۹)، كیفر، گونزالس و هرموسیلا (۲۰۱۹)، وانگ و همكاران (۲۰۱۹)، لین و چن (۲۰۱۷) و بن آرفي، هیكروا و ساهوت (۲۰۱۷) در زمینه ایجاد تعهد بلند مدت مدیران و كاركنان، تعامل و روابط نزدیک رهبران سازمان با كاركنان و فرهنگ سازماني حامي نوآوري، ایجاد مشوق‌ها براي مشاركت فعال و حمایت كاركنان از اجراي موثر

نوآوری‌هاي سبز و تقويت ظرفيت جذب و بهره برداری از دانش جديد سبز، هماهنگ است. عامل مهم ديگر براي توسعه صنعت خودرو در زمينه راهبردهاي نوآوری‌هاي سبز، مكانيزم‌هاي سرمايه-گذاري بر اساس راهبردها و اولويت‌هاي ارتقاي فناوري‌هاي پاك با توجه به هزينه بر بودن پروژه‌هاي نوآوري سبز و همچنين عدم قطعيت بالا در اجراي موفق پروژه‌هاي نوآوري سبز است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که تمرکز اصلی در کوتاه مدت می‌بایست بر روی اجرای موفق نوآوری‌های تدریجی و زود بازده باشد. اين سرمايه‌گذاري مي تواند با توجه ويژه به شكاف دارايي‌هاي دانشي و فناورانه سبز موجود در شركت‌هاي خودروسازي، بصورت هوشمندانه، با منابع مالي كمتر و با يك ضريب پلكاني، در بازه‌هاي زماني كوتاه مدت، ميان مدت و بلند مدت از نوآوری‌های تدریجی به سمت نوآوری‌های رادیکال و پیشرفته سبز صورت گیرد که از یافته‌هاي پژوهش حاضر است و در پژوهش‌هاي پیشین اشاره نشده است.

تحقيق و توسعه سبز به دنبال ارتقاي توانايي طراحي محصولات پايدار و كسب فناوري‌هاي پيشرفته سبز از منابع داخلي و بيروني است (گوپتا و باروا، ۲۰۱۸) چرا که خوشه‌های سازمانی خارجی نیز، می توانند شیوه‌های نوآوری سبز را با تسهیل انتقال دانش و سرریزهای فناورانه به منظور یکپارچگی انواع مختلف نوآوری‌ها تقویت کنند (ابوالمجد وهاشم، ۲۰۱۹). برخي يافته‌ها در بعد تحقيق و توسعه سبز، با نتايج تحقيقات پژوهش‌های پیشین وانگ و جو (۲۰۲۱)، ابوالمجد وهاشم (۲۰۱۹)، خای و همکاران (۲۰۱۹) گوپتا و باروا (۲۰۱۸)، در زمينه طراحي محصولات سبز با مواد سازگار با محيط‌زيست و كاهش مصرف انرژی مطابقت دارد. نتايج مطالعات تجربی نشان می‌دهد اجرای موفق نوآوری‌های سبز مستلزم همکاری بین ذینفعان متعدد، از جمله مراکز تحقیقاتی، دانشگاه‌ها، مصرف‌کنندگان، رقبا، تامین‌کنندگان و دولت‌ها هستند (کیفر، گونزالس و هرموسیلا، ۲۰۱۹).

بنابراین با توجه به وضعیت تحریم‌هاي اقتصادی ایران، استفاده از روش‌های غیر رسمی همکاری‌های فناورانه سبز، نقش مهمي در كسب فناوری‌های پیشرفته سبز خواهد داشت. از طرف دیگر، همانطور که اشاره شد تحقیق و توسعه در زمینه اجرای نوآوری‌هاي تدريجي مانند تولید کاتالیست‌ها، ارتقاي استاندارد آلايندگي ناشي از احتراق پیشران‌ها با سوخت‌هاي فسيلي و توانایی طراحي پیشران‌هاي كم مصرف در اولويت قرار دارد كه مي‌توان با قابليت‌هاي موجود نوآورانه به اجراي موفق اين دسته از نوآوری‌ها با آثار محيط‌زيستي مطلوب اقدام نمود و به صورت همزمان توسعه فناوری‌های پیشرفته سبز در محیط‌های انکوباتوری و انتقال فناوري از ساير صنايع پيشرفته داخل، جهت دستيابي به فناوري‌هاي خودروهاي برقي و هيبريدي موثر است.

افزون بر موارد فوق، یافته‌هاي پژوهش حاضر نشان داد عامل مهم دیگري که می تواند باعث ایجاد یکپارچگی، تیم سازی و ارتقای سطح فناوری‌های سبز شود عوامل محیطی و برون سازمانی است که عمدتا در قالب مقررات، خود را نشان می‌دهد، چرا که نوآوري سبز با هدف برقراری الزامات و مقررات سبز ایجاد شده است (سان و خو، ۲۰۲۱). الزامات و قوانین محیط‌زیستی که به شکل مناسبی طراحی شده، رقابت‌پذیری شرکت را افزایش می‌دهد و به شكلي نوآوری را تحریک می‌کند که ممکن است بخشی یا بیشتر هزینه‌هاي پروژه‌هاي نوآوري سبز را جبران کند (کالزا، پارمنتلا و توتر، ۲۰۲۱). برخي از شاخص‌ها و مولفه‌هاي بعد عوامل محيطي با نتايج تحقيقات لو، ليو و لی (۲۰۲۱)، وانگ و همكاران (۲۰۲۱)، گوپتا و باروا (۲۰۱۸)، پاپاداس و همكاران (۲۰۱۹)، عبداله و همكاران (۲۰۱۶) و هوانگ و همكاران (۲۰۱۶) در زمينه اتخاذ سياست‌هاي سختگيرانه و انتشار دستورالعمل‌های سبز همراه با ارائه تسهیلات و معافیت‌های مالیاتی سبز دولتی به ابتکارات سبز سازمان‌ها هماهنگ است. نکته قابل توجه دیگر، بحث انتظارات جامعه، مشتری و فشار ذینفعان

است، چرا که تقاضاي سبز برای محصولات نوآورانه پایدار عمدتا به نحوه ادراک مصرف‌کنندگان از نوآوری‌هاي سبز بستگی دارد. لذا، سطح بلوغ مناسب سیاست‌هاي تنظيمي می‌بایست، شرکت‌ها، جامعه و مشتریان اصلي اين صنعت را به سمت استفاده از محصولات سبز سوق دهد. سایر سیاست‌ها و قوانین مرتبط با این صنعت در ایران، نظیر قوانین بالا دستی مدیریت مصرف و قیمت-گذاری منابع انرژی نسبتا ارزان و یا مداخلات دولت در قیمت گذاری بازار خودرو ایران، باعث گردیده شرکت‌های خودروساز، انگیزه، توان و توجیه اقتصادي توسعه فناوري سبز را نداشته و از طرف دیگر به دلیل توسعه نامتوازن در کشورهاي کمتر توسعه یافته و تفاوت‌هاي فرهنگي و ارزشي تاثیرگذار بر رفتار شرکت‌ها (لیائو، لیو و لیو اس، ۲۰۲۱) مصرف کننده، جامعه و خودروساز نیز به سمت استفاده از محصولات سبز تمایلی نداشته باشد. افزایش آگاهی محیطزیستي در بین شهروندان؛ به جامعه کمک می‌کند تا ضرورت نوآوری‌هاي محیطزیستي را تشخیص داده و مطالبه کنند (ساراسینی [1]، ۲۰۰۹)، که در یافته‌هاي پژوهش حاضر اشاره شده است.

در بعد شیوه‌هاي عملیاتي سبز نیز، برخي از شاخص‌ها و مولفه‌ها با نتایج تحقیقات کو و همکاران (۲۰۲۱)، وانگ و جو (۲۰۲۱)، سینگ و همکاران (۲۰۲۰)، خای، هوا و ژو (۲۰۱۹) و سیمن و همکاران (۲۰۱۹) در شاخص‌هاي کاهش مصرف انرژی، توانایي بازیافت ضایعات در فرایندهاي تولیدي و تامین کنندگان و دریافت گواهینامه سیستم مدیریت محیطزیستی (ISO14001) توسط شرکت و تامین کنندگان، مطابقت دارد. همچنین شاخص‌های همکاري و یکپارچگي موثر واحدهاي تحقیق و توسعه و سایر واحدهاي تولید و بازاریابي و میزان اطلاع کافی تیم‌های پروژه از نیازهای سبز بازار و مشتریان، همسو با نتایج تحقیقات کیو و همکاران (۲۰۲۰)، چنگ (۲۰۲۰)، وانگ (۲۰۲۰)، دانجلیکو، پوجاري و پونترندلفو (۲۰۱۷) و مورانت، لیل میلان و کارین (۲۰۱۶) است. به کارگیري شیوه‌ها و فرایندهاي تولیدي ناب به منظور جلوگیري از اتلاف منابع و حذف فرایندهاي غیر ارزش افزا در فعالیت‌هاي جابجایي مواد، نیروي کار، موجودي، حمل و نقل و سایر فرایندهای تولیدی همراستا با نوآوري سبز بوده و اجرای ابتکارات ناب برای شرکت‌ها دستاورد اقتصادی فراوان دارد. در شبکه تامین‌کنندگان نیز، مشکل اساسي صنعت خودرو، علاوه بر فقدان نظام‌مندی و شفافیت در پرداخت-های مالی، عدم توسعه متوازن دانش فني سبز در تامین کنندگان همگام با دانش شرکت‌هاي بزرگ خودروسازي است که مانعي براي اجراي موفق نوآوری‌هاي سبز در این صنعت قلمداد می‌شود. این امر نیازمند استقرار مکانیزم‌های ارتباطی موثر و بسترهاي مناسب جهت انتقال دانش فنی و سرریز فناوری از مراکز تحقیق و توسعه خودروسازي به شبکه تامین کنندگان اصلي است.

پیشنهادات کاربردي

با توجه به نتایج جدول ۷ و میزان اهمیت و وزن ابعاد و مولفه‌هاي پژوهش به منظور ارتقای نوآوری‌های سبز، به سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران این حوزه پیشنهاد مي‌گردد، سند جامع راهبردي ارتقاي فناوري‌هاي پیشرفته سبز صنعت خودرو از طریق سازماندهي و تشکیل کارگروه ویژه‌اي از دولت و شرکت‌هاي خودروسازي تدوین گردد. تدوین این سند، با مطالعه اسناد خارجي و راهبردهاي دو دهه گذشته صنایع خودروسازي پیشرفته دنیا با شناخت دقیق از ظرفیت‌ها و شایستگي‌هاي موجود توصیه می‌شود. از طرف دیگر، با توجه به نتایج پژوهش، به دلیل پیچیدگي نوآوری‌هاي سبز، هدایت هوشمندانه سرمایه‌گذاري‌ها براي فعالیت‌هاي تحقیق و توسعه و اجراي موفق نوآوری‌هاي سبز که توجیه اقتصادي دارد پیشنهاد مي‌شود. مشوق‌هاي مالي دولتي و تسهیلات صندوق‌های نوآوری و سرمایه‌گذاری مشترک در زمینه توسعه فناوری‌های سبز نیز، در این مسیر راهگشاست. همچنین همراه با ایجاد

[1] Sarasini ۲۰۰۹

مکانیزم‌های نظارتی و انضباطی به منظور حصول اطمینان از اجراي موثر و کامل قوانین سبز، شرکت‌هاي خودروسازي نیز می‌بایست، متعهد به اجراي ابتکارات سبز و تقویت فرهنگ نوآورانه سبز باشند. از سوي دیگر برنامه جامع ملي، برای بازنگري هدفمند سیاست‌ها و قوانین بالادستی اصلاح قیمت سوخت و انرژي در بخش حمل و نقل از سوي دولت و بازیگران اصلي حوزه انرژي به عنوان محرکي قوي براي اجراي نوآوري سبز با رعایت ملاحظات اقتصادی و سیاسي در نظر گرفته شود. عقد تفاهم‌نامه‌هاي همکاري مشترك و چند جانبه با شرکت‌هاي دانش-بنیان و سایر صنایع با فناوري‌هاي پیشرفته و نظامی، بدلیل دارایي‌هاي مکمل ارزشمند فناورانه براي تجاري سازي اجزاي فناوري به صنعت خودرو در زمینه قطعات های-تک خودروهای برقی و هیبریدی و سرعت بخشیدن مسیر خودکفایي و توسعه نوآوری‌هاي سبز پیشرفته توصیه می‌شود.

محدودیت‌ها و پیشنهادات پژوهش

در پژوهش حاضر مدل نظری تائید شده و میزان اهمیت هر کدام از ابعاد و مولفه‌ها ارائه گردید، با این حال به بررسي تحلیل حساسیت و استخراج سناریوهاي مدل پرداخته نشد. از طرف دیگر، متغیرهای میانجی و تعدیل‌گر در این پژوهش شناخته نشده اند. از این رو، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتي به بررسی و شناخت متغیرهای میانجی و تعدیل‌گر که در مدل تحقیق اثرگذار است پرداخته شده و تحلیل حساسیت با مدل‌هاي ریاضي بررسي شود.

High Tech

منابع

Andervazh, L., & Razjoo, R. (2021). Investigating the role of green innovation, green transformational leadership, green human resource management on environmental performance. Progress and Excellence Research, 4(1), 1-11. [In Persian]

Aboelmaged, M., & Hashem, G. (2019). Absorptive capacity and green innovation adoption in SMEs: The mediating effects of sustainable organisational capabilities. Journal of Cleaner Production 220, 853-863.

Abdullah, M., Zailani, S., Iranmanesh, M., & Jayaraman, K. (2016). Barriers to green innovation initiatives among manufacturers: the Malaysian case. Review of Managerial Science, 10(4), 683-709.

Afuah, A; Innovation Management: Strategies, Implementation, and Profits; Oxford University Press, 1998.

Albort-Morant, G., Leal-Rodríguez, A. L., & De Marchi, V. (2018). Absorptive capacity and relationship learning mechanisms as complementary drivers of green innovation performance. Journal of Knowledge Management, 22 (2), 432–452.

Albort-Morant, G., Henseler, J., Leal-Millán, A., & Cepeda-Carrión, G. (2017). Mapping the field: A bibliometric analysis of green innovation. Sustainability, 9(6), 1011.

Albort-Morant, G. Leal-Millán, A. & Cepeda-Carrión, G.(2016). “The antecedents of green innovation performance: A model of learning and capabilities.”Journal of Business Research, 69(11), 4912-4917.

Arfi, W. B., Hikkerova, L., & Sahut, J. M. (2017). External knowledge sources, green innovation and performance. Technological Forecasting and Social Change, 129, 210-220.

Attride-Stirling, J. (2001). Thematic networks: an analytic tool for qualitative research. Qualitative research, 1(3), 385-405.

Andersén, J. (2021). A relational natural-resource-based view on product innovation: The influence of green product innovation and green suppliers on differentiation advantage in small manufacturing firms. Technovation, 104, 102254.

Ansaris, M., Ashrafi, S., & Jebellie, H. (2016). The Impact of Human Capital on Green Innovation. Industrial Management Journal, 8(2), 141-162. [In Persian]

Azizi, M., Rahimi, M., & Kabiri. F. (2021). Presenting a causal model of factors affecting the development of organizational performance based on green intellectual capital and green innovation. Journal of the Business Management, 13(49), 449-466. [In Persian]

Bossle, M. B., de Barcellos, M. D., Vieira, L. M., & Sauvée, L. (2016). The drivers for adoption of eco-innovation. Journal of Cleaner production, 113, 861-872.

Bergmiller, G. G., & McCright, P. R. (2009, May). Parallel models for lean and green operations. In Proceedings of the 2009 industrial engineering research conference (Vol. 1, No. 1, pp. 22-26). Tampa, FL, USA: University of South Florida and Zero Waste Operations Research and Consulting.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. Qualitative research in psychology, 3(2), 77-101.

BS ISO 56002. (2019). Innovation management, Innovation management system, Guidance. BSI Standards Publication.

Calza, F., Parmentola, A., & Tutore, I. (2017). Types of green innovations: Ways of implementation in a non-green industry. Sustainability, 9(8), 1301.

Cioca, L. I., Ivascu, L., Turi, A., Artene, A., & Găman, G. A. (2019). Sustainable Development Model for the Automotive Industry. Sustainability, 11(22), 6447.

Cheng, C. C. (2020). Sustainability orientation, green supplier involvement, and green innovation performance: Evidence from diversifying green entrants. Journal of Business Ethics, 161(2), 393-414.

Cheng, C. C., Yang, C. L., & Sheu, C. (2014). The link between eco-innovation and business performance: a Taiwanese industry context. Journal of cleaner production, 64, 81-90.

Conding, J., Zubir, A. F. M., Hashim, S., Lanang, N. A. S., & Habidin, N. F. (2013). The investigation of green practices, green innovation and green performance in Malaysian automotive industry. Environmental Management and Sustainable Development, 2(1), 1.

Davari, H., Soleimani, A., Niknam, M. (2019). Investigating the impact of absorptive capacity and organizational green culture on green innovation Considering the mediating role of sustainable organizational capabilities. Master's of degree, Industrial Management, production and operations, Ghazali Institute of Higher Education. [In Persian]

Daniel, M. N., & Abraham, M. R. E. (2019). Green initiatives and sustainable development in atomotive industry. Journal of the Gujarat Research Society, 21(8), 317-321.

Deljoo, S. M., Hosseini, S. S., Karami, A., Sanoubar, N., & Nikkhah, Y. (2021). The Effect of Green Human Resource Management on Green Innovation with the Moderating Role of Green Intellectual Capital. Quartely Journal of Logistics & Human Resources Management, (61), 1-28. [In Persian]

Law of the 6th five-year economic, social and cultural development program of the Islamic Republic of Iran. (1396-1400). [In Persian]

Dangelico, R. M., Pujari, D., & Pontrandolfo, P. (2017). Green product innovation in manufacturing firms: A sustainability-oriented dynamic capability perspective. Business strategy and the Environment, 26(4), 490-506.

Energy balance sheet report. (2018). Iran Energy Ministry: https://isn.moe.gov.ir. [In Persian]

Esmaeili`, A., Ghazinoori, S., Naghizadeh, M., Bamdad Soufi, J., Manteghi, M. (2021). Operational Capabilities as One of the Preconditions for Presence in the Global Supply Network of the Autoparts Industry; A Multi-case Analysis Operations Capabilities as One of the Preconditions to Join Global Supply Network of Autoparts Industry: A Multiple Case Analysis. Journal of Technology Development Management, 9(1), 95-133. [In Persian]

Forrester Research. (2015). 15 Green Tech Innovations. Retrieved 10 November 2015, from https://www.forrester.com.

Ganda, F. (2018). Green research and development (R&D) investment and its impact on the market value of firms: evidence from South African mining firms. Journal of Environmental Planning and Management, 61(3), 515-534.

Golińska, P., & Kawa, A. (Eds.). (2015). Technology management for sustainable production and logistic. Berlin: Springer.

Gupta, H., & Barua, M. K. (2018). A framework to overcome barriers to green innovation in SMEs using BWM and Fuzzy TOPSIS. Science of The Total Environment, 633, 122-139.

Guo, S., & Zhao, H. (2017). Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications. Knowledge-Based Systems, 121, 23-31.

Helveston, J. P., Wang, Y., Karplus, V. J., & Fuchs, E. R. (2019). Institutional complementarities: The origins of experimentation in China's plug-in electric vehicle industry. Research Policy, 48(1), 206-222.

Habash, R. (2017). Green Engineering: Innovation, Entrepreneurship and Design. CRC Press.

Hao, S., & Song, M. (2016). Technology-driven strategy and firm performance: Are strategic capabilities missing links?. Journal of Business Research, 69(2), 751-759.

Halila, F., & Rundquist, J. (2011). The development and market success of eco-innovations: A comparative study of eco-innovations and "other" innovations in Sweden. European Journal of Innovation Management, 14(3): 278-302.

Huang, X. X., Hu, Z. P., Liu, C. S., Yu, D. J., & Yu, L. F. (2016). The relationships between regulatory and customer pressure, green organizational responses, and green innovation performance. Journal of Cleaner Production, 112, 3423-3433.

Huber, J. (2008). Pioneer countries and the global diffusion of environmental innovations: Theses from the viewpoint of ecological modernisation theory. Global Environmental Change, 18(3), 360-367.

Hwang, S. N., Chen, C., Chen, Y., Lee, H. S., & Shen, P. D. (2013). Sustainable design performance evaluation with applications in the automobile industry: Focusing on inefficiency by undesirable factors. Omega, 41(3), 553-558.

Khamseh, A., & Marei, P. (2020). Designing a model developed to assess the capabilities of technological innovation in Iranian construction of power plant equipment industries. Journal of Engineering, Design and Technology, 18(5), 1241-1249.

Kiefer, C. P., Del Rio Gonzalez, P., & Carrillo-Hermosilla, J. (2019). Drivers and barriers of eco-innovation types for sustainable transitions: A quantitative perspective. Business Strategy and the Environment, 28(1), 155-172.

Kemp, R., & Foxon, T. (2007). Eco-innovation from an innovation dynamics perspective: Deliverable 1 of MEI project (D1). Project Report, available at http://www. merit. unu. edu/MEI.

Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. Personnel psychology, 28(4), 563-575.

Leal-Rodríguez, A. L., Ariza-Montes, A. J., Morales-Fernández, E., & Albort-Morant, G. (2017). Green innovation, indeed a cornerstone in linking market

requests and business performance. Evidence from the Spanish automotive components industry. Technological Forecasting and Social Change, 129, 185-193.

Leal-Millán, A., Roldán, J. L., Leal-Rodríguez, A. L., & Ortega-Gutiérrez, J. (2016). IT and relationship learning in networks as drivers of green innovation and customer capital: Evidence from the automobile sector. Journal of Knowledge Management, 20(3), 444-464.

Lee, K. H., & Min, B. (2015). Green R&D for eco-innovation and its impact on carbon emissions and firm performance. Journal of Cleaner Production, 108, 534-542.

Li, Z., Liang, L., Zhang, X., & Li, J. (2022). Impact of environmentally specific transformational leadership on organizational citizenship behavior for the environment: the role of moral reflectiveness and leader group prototypicality. Journal of Environmental Planning and Management, 1-18.

Liao, Z., Liu, P., & Liu, S. (2021). A meta-analysis of environmental innovation and firm performance. Journal of Environmental Planning and Management, 64(11) 2047-2065.

Lin, W. L., Cheah, J. H., Azali, M., Ho, J. A., & Yip, N. (2019). Does firm size matter? Evidence on the impact of the green innovation strategy on corporate financial performance in the automotive sector. Journal of Cleaner Production ,229, 974-988.

Lin, Y. H., & Chen, Y. S. (2017). Determinants of green competitive advantage: the roles of green knowledge sharing, green dynamic capabilities, and green service innovation. Quality and Quantity, 51(4), 1663-1685.

Lu, Y., Liu, Q., & Li, J. H. (2021). The impact of government subsidies on the green innovation capability of new energy automobile companies. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 680(1), 012113.

Megari, M., zakeri, A., & Pishvaei, M. S. (2021). A framework proposal for innovation network orchestration in the electric vehicle industry of Iran. Innovation Management Journal, 10(1), 133-159. [In Persian]

Motiei, M., khani, A., & Beyrami, S. (2021). The effect of green supply chain and green human resource management on environmental performance: The mediating role of green innovation. Logistics Thought, 20(77), 165-197. [In Persian]

Mohammadlou, A., Fazli, S., & Mohamadnejad, S. (2017). Clean technology selection and green innovation, a strategy to improve the environmental performance of SMEs. Journal of Development of Industrial Technology, 15(30), 5-12. [In Persian]

Melander, L. (2020). Success factors for environmentally sustainable product innovation. In Innovation strategies in environmental science, Elsevier, 33-67.

Munodawafa, R. T., & Johl, S. K. (2021). Measurement development for eco-innovation capabilities of Malaysian oil and gas firms. International Journal of Productivity and Performance Management.

Oduro, S., Maccario, G., & De Nisco, A. (2021). Green innovation: a multidomain systematic review. European Journal of

Innovation Management. Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print.

OECD (2008). Sustainable manufacturing and eco-innovation: First steps in building a common analytical framework. DSTI/IND(2008)16/REV1, OECD, Paris.

Papadas, K. K., Avlonitis, G. J., Carrigan, M., & Piha, L. (2019). The interplay of strategic and internal green marketing orientation on competitive advantage. Journal of Business Research, 104, 632-643.

Paalanen, A., Kujansivu, P., & Parjanen, S. (2009). Measuring the effects of an innovation-focused intervention. In Proceedings of The XX ISPIM Conference, The Future of Innovation, 21-24 June, 2009, Vienna, Austria.

Qu, X., Khan, A., Yahya, S., Zafar, A. U., & Shahzad, M. (2021). Green core competencies to prompt green absorptive capacity and bolster green innovation: the moderating role of organization's green culture. Journal of Environmental Planning and Management, 65(3), 536-561.

Qiu, L., Jie, X., Wang, Y., & Zhao, M. (2020). Green product innovation, green dynamic capability, and competitive advantage: Evidence from Chinese manufacturing enterprises. Corporate Social Responsibility and Environmental Management 27(1), 146-165.

Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. Omega, 53, 49-57.

Rezaei, J. (2016). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. Omega, 64, 126-130.

Rodríguez-Gutiérrez, P., Guerrero-Baena, M. D., Luque-Vílchez, M., & Castilla-Polo, F. (2021). An approach to using the best-worst method for supporting sustainability reporting decision-making in SMEs. Journal of Environmental Planning and Management, 64(14), 2618-2640.

Salim, N., Ab Rahman, M. N., & Abd Wahab, D. (2019). A systematic literature review of internal capabilities for enhancing eco-innovation performance of manufacturing firms. Journal of cleaner production, 209, 1445-1460.

Sarasini, S. (2009). Constituting leadership via policy: Sweden as a pioneer of climate change mitigation. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 14(7), 635-653.

Saunila, M., & Ukko, J. (2012). A conceptual framework for the measurement of innovation capability and its effects. Baltic Journal of Management, 7(4), 355-375.

Seman, N. A. A., Govindan, K., Mardani, A., Zakuan, N., Saman, M. Z. M., Hooker, R. E., & Ozkul, S. (2019). The mediating effect of green innovation on the relationship between green supply chain management and environmental performance. Journal of cleaner production 229, 115-127.

Shahzad, M., Qu, Y., Ur Rehman, S., Zafar, A. U., Ding, X., & Abbas, J. (2019). Impact of knowledge absorptive capacity on corporate sustainability with mediating role of CSR: Analysis from the Asian context. Journal of Environmental Planning and Management, 63(2), 148-174.

Singh, S. K., Del Giudice, M., Chierici, R., & Graziano, D. (2020). Green innovation

and environmental performance: The role of green transformational leadership and green human resource management. Technological Forecasting and Social Change, 150, 119762.

Strauss, A., & Corbin, J. (1990). Basics of qualitative research. Sage publications.

Sun, Y., & Xu, J. (2021). Evaluation Model and Empirical Research on the Green Innovation Capability of Manufacturing Enterprises from the Perspective of Ecological Niche. Sustainability, 13(21), 11710.

Tayaran, S., Tootian, S., & Mohammadi, A. (2020). The effect of green innovation and innovation culture on the financial performance of the organization according to the role of environmental performance. Logistics Thought, 19(73), 103-120. [In Persian]

The document of goals and policies of the automobile industry in 1404. (2013). Ministry of Industry, Mine and Trade, Council for policymaking and supervision of the automobile industry, Industries Development and Renovation Organization of Iran. [In Persian]

Tidd, J., & Bessant, J. R. (2021). Managing innovation: integrating technological. market and organizational change. John Wiley and Sons.

Tie, S. F., & Tan, C. W. (2013). A review of energy sources and energy management system in electric vehicles. Renewable and sustainable energy reviews, 20, 82-102.

United Nations. (2015) Introduction to UNIDO-inclusive and sustainable industrial development. In: Organization, available at https://www.unido.org/sites/default/files/files/2017-11/DG_Brochure_February_2015_Web_0_0.pdf.

Wang, Y., & Yu, L. (2021). Can the current environmental tax rate promote green technology innovation?-Evidence from China's resource-based industries. Journal of Cleaner Production 278, 123443.

Wang, C. H., & Juo, W. J. (2021). An environmental policy of green intellectual capital: Green innovation strategy for performance sustainability. Business Strategy and the Environment, 30(7), 3241-3254.

Wang, C. H. (2020). An environmental perspective extends market orientation: Green innovation sustainability. Business Strategy and the Environment 29(8), 3123-3134.

Wang, F., Feng, L., Li, J., & Wang, L. (2020). Environmental Regulation, Tenure Length of Officials, and Green Innovation of Enterprises. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(7) 2284.

Xie, X., Huo, J., & Zou, H. (2019). Green process innovation, green product innovation, and corporate financial performance: A content analysis method. Journal of Business Research, 101, 697-706.

Zahedi, H., Matani, M., Gholipour Kanani, Y., & Mehrara, A. (2021). Presenting a Change Management Model in Automotive Industry Using a Mixed-Methods. Journal of Executive Management, 13(26), 255-278. [In Persian]

Zhang, M., & Hartley, J. L. (2018). Guanxi, IT systems, and innovation capability: The

efficiency logics. Administrative Science Quarterly, 62(2), 375-404.

Zhou, B., Mela, C. F., & Amaldoss, W. (2015). Do firms endowed with greater strategic capability earn higher profits?. Journal of Marketing Research, 52(3), 325-336.

moderating role of proactiveness. Journal of Business Research, 90, 75-86.

Zhou, K. Z., Gao, G. Y., & Zhao, H. (2017). State ownership and firm innovation in China: An integrated view of institutional and

Journal of Executive Management

Volume 15. Issue 29. Spring and Summer, 2023. Pages 323 to 362.

Research Paper

Presenting a Model for the Development of Innovative Capabilities with a Focus on Green Innovations

Rahim Sheikhi [1], Saeed Shavvalpour [*2], Mehrdad Hosseini Shakib [3], Abbas Khamseh [4]

[1] Ph.D., Student of Technology Management, Department of Technology Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran Rahim.sheikhi@srbiau.ac.ir

[2] Assistant Professor, Faculty of Management, Economics and Progress Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran and Visiting Professor, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran shavvalpour@iust.ac.ir

[3] Assistant Professor, Department of Industrial Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran mehrdad.shakib@kiau.ac.ir

[4] Associate Professor, Department of Industrial Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran abbas.khamseh@kiau.ac.ir

10.22080/JEM.2023.23728.3774

Received:
July 13, 2022
Accepted:
October 1, 2022
Available online:
May 31, 2023

Abstract

Nowadays, capabilities for continuous sustainable innovation creation and development in organizations is considered as a vital mean to achieve competitive advantage in complicated and changing business environments. In the automotive industry, due to the significant impact of its products on environmental challenges emergence and regulatory constraints increase, it requires new capabilities and competencies development for successful implementation of green innovations and achieving sustainability goals. Accordingly, this study's purpose is providing a model for innovative capabilities development, focusing on how to strategically enhance green innovations in the automotive industry using qualitative and quantitative (mixed) methods. In the qualitative section, Data gathered by extensive literature review and doing interviews with 14 experts through Thematic Analysis method with Maxqda software, and the research model was presented in the form of 84 indicators, 16 components and 4 main dimensions. In the quantitative section, with the Fuzzy Best Worst Method and Lingo software, dimension ranking was done and results reveal that the dimensions of green research and development, environmental factors, green organizational contexts, and green operational practices, respectively, have the greatest significance for developing green innovation capabilities in the automotive industry. According to research findings and considering the technological gaps and constraints in the Iranian automotive industry, focusing on the successful incremental green innovation implementation taking into account environmental incentives and internal technological learning capacities, along with specialized networking to promote clean advanced technologies and developing effective regulatory mechanisms are recommended.

Keywords:
Innovation, Green Innovation Capabilities, Automotive Industry, Thematic analysis, Content Validity Ratio (CVR), Fuzzy Best-Worst Method (FBWM)

*Corresponding Author: Saeed Shavvalpour
Address: Assistant Professor, Faculty of Management, Economics and Progress Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran
Email: shavvalpour@iust.ac.ir

Volume 15. Issue 29. Spring and Summer, 2023. Pages 323 to 362.

Extended Abstract

1. Introduction

Innovation is essential to overcome future challenges such as resource constraints. Communities will manage to move towards more sustainable societies through innovation in sustainable and green products as well as eco-friendly and smart products (Melander, 2020). Innovation often plays a major part in environmental destruction through its association with increased economic growth and consumption. Yet, it can also provide a large number of potential solutions to a wide range of environmental problems and issues (Tidd and Bessant, 2021). The United Nations has presented 17 sustainable development goals, one of which relates to industry, innovation, and infrastructure (Goal 9). Regarding industry and innovation, it highlights that industries must become sustainable through more efficient use of resources and the adoption of clean and environmentally friendly technologies and industrial processes (United Nations, 2015), Meanwhile, many developing countries are also placing strict environmental laws to achieve sustainable development (Wang et al., 2020), promote green innovation in production firms, and improve their competitive advantage in the market. Thus, evaluation and analysis of the capabilities of green innovations in manufacturing enterprises can help improve the effective diffusion of green innovations (Sun and Xu, 2021). Extensive research has been conducted on green and environmental innovations in the fields of measuring environmental innovations, environmental innovation drivers, and results of environmental innovations (Liao, Liu, and Liu 2021). However, few studies have been conducted on the development of green innovation capabilities, and inadequate attention has been paid to this regard (Munodawafa and Johl, 2021).

2. Objective

Compared to other industries, the procedures and products of the automotive industry cause a considerable portion of environmental impacts (Calza et al., 2017; Leal-Rodríguez et al., 2017). Previously, the transportation sector was responsible for 27% of the total global energy consumption and 33.7% of greenhouse gas emissions (Tie and Tan, 2013). Trends are changing due to the scarcity of fossil fuels and the increasing environmental pressures (Lin et al., 2019) and this industry is undergoing essential changes as a result of the newly-introduced technologies such as electric cars and other solutions to improve energy efficiency (Cioca et al., 2019). Thus, the present study aims to answer the following questions:

What is the development model of green innovation capabilities for the automotive industry?

How is the prioritization of each of the identified dimensions and components that affect the improvement of green innovation capabilities in automotive companies?

How can the performance of automotive companies be improved in response to the current environmental challenges and concerns through the planning and implementing of innovative green measures and initiatives?

3. Methods

The present research is applied in terms of the objective and mixed in terms of methodology. In the qualitative section, the thematic analysis method was employed. The stages for the execution of the qualitative thematic analysis in the present study are according to the thematic network method, which is among the most widely used methods in qualitative thematic analysis (Attride and Stirling 2001). First, the background on green innovation capabilities was reviewed through desk research. Then, a semi-structured questionnaire was designed for an in-depth interview with the experts. To extract and analyze the data acquired through interviews, the thematic content method and MAXQDA2020 software were used. The theoretical saturation was obtained after interviewing 12 experts. However, interviews were carried on until 14 experts were surveyed to increase confidence and data favorability. Holsti's coefficient of reliability was calculated at 81%, which

confirmed the reliability. Subsequently, the Content Validity Ratio (CVR) proposed by Lawshe (1975) and the comments of the 14 experts were used for the final confirmation of the indicators and to present the final research model.

The Fuzzy Best-Worst Method, which is among the newest multi-criteria decision-making (MCDM) techniques, was used in the quantitative section of the study using the Lingo software to determine the weights and rank the components and dimensions identified in the study. Five senior managers in Iran's automotive industry were asked for their opinions to complete the pairwise comparison questionnaire.

4. Results/Findings

The summary of the results of the present study is as follows:

The research model included 84 indicators classified into 16 components and 4 dimensions.

The dimension of green research and development ranked highest among other dimensions (with a weight of 0.415), and the component of "sustainable networked collaborations" had the highest rank in this dimension, with a weight of 0.422. After the dimension of green research and development, "environmental (external) factors" weighted 0.242 and was the second-highest-ranking dimension. In this dimension, the component of "green policies and rules" ranked the highest with a weight of 0.528. In addition, the dimension of green organizational contexts ranked third with a weight of 0.201, and the "strategy" component in this dimension ranked the highest with a weight of 0.341. Furthermore, the fourth-highest-ranking dimension (with a weight of 0.140) was green operation practices, in which the "green process innovation and manufacturing" component ranked highest with a weight of 0.393.

5. Implications

It is recommended the industry decision-makers and policymakers provide a comprehensive strategic document for the advanced green technologies improvement in the automotive industry through the organization and establishment of a special working group by the government and automotive companies.

Also, the results of the present study suggest that the main short-term focus must be on the successful implementation of incremental and quick-return innovations such as producing catalysts and improving the standards of pollution for fossil fuel combustions.

Moreover, considering the economic sanctions imposed against Iran, the use of informal green technological collaborations would play a significant part in achieving advanced green technologies. Considering the valuable complementary technological assets for the commercialization of single high-tech green parts and technology components, signing memorandums of agreement with knowledge-based companies, high-technology industries, and the defensive industry is also recommended for the automotive industries.

Volume 15. Issue 29. Spring and Summer, 2023. Pages 323 to 362.

References

Attride-Stirling, J. (2001). Thematic networks: an analytic tool for qualitative research. Qualitative research, 1(3), 385-405.

Calza, F., Parmentola, A., & Tutore, I. (2017). Types of green innovations: Ways of implementation in a non-green industry. Sustainability, 9(8), 1301.

Cioca, L. I., Ivascu, L., Turi, A., Artene, A., & Găman, G. A. (2019). Sustainable Development Model for the Automotive Industry. Sustainability, 11 (22), 6447.

Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. Personnel psychology, 28(4), 563-575.

Liao, Z., Liu, P., & Liu, S. (2021). A meta-analysis of environmental innovation and firm performance. Journal of Environmental Planning and Management, 64(11) 2047-2065.

Lin, W. L., Cheah, J. H., Azali, M., Ho, J. A., & Yip, N. (2019). Does firm size matter? Evidence on the impact of the green innovation strategy on corporate financial performance in the automotive sector. Journal of Cleaner Production ,229, 974-988.

Melander, L. (2020). Success factors for environmentally sustainable product innovation. In Innovation strategies in environmental science, Elsevier, 33-67.

Munodawafa, R. T., & Johl, S. K. (2021). Measurement development for eco-innovation capabilities of Malaysian oil and gas firms. International Journal of Productivity and Performance Management.

Sun, Y., & Xu, J. (2021). Evaluation Model and Empirical Research on the Green Innovation Capability of Manufacturing Enterprises from the Perspective of Ecological Niche. Sustainability, 13(21), 11710.

Tidd, J., & Bessant, J. R. (2021). Managing innovation: integrating technological. market and organizational change. John Wiley and Sons.

Tie, S. F., & Tan, C. W. (2013). A review of energy sources and energy management system in electric vehicles. Renewable and sustainable energy reviews, 20, 82-102.

United Nations. (2015) Introduction to UNIDO-inclusive and sustainable industrial development. In: Organization, available at https://www.unido.org/sites/default/files/files/2017-11/DG_Brochure_February_2015_Web_0_0.pdf.

Wang, F., Feng, L., Li, J., & Wang, L. (2020). Environmental Regulation, Tenure Length of Officials, and Green Innovation of Enterprises. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(7) 2284.