فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۳ / شماره ٤ (پیاپی ۵۲) / زمستان ۱٤۰۳
صفحه ۸۳۵ تا ۸۵۶

ارائه مدلی برای توسعه سرمایه گذاری سبز در سیستم های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در صنعت خودرو

فاطمه غیاثی طبری
دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی –تولید در عملیات، گروه مدیریت، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران
سید علیرضا میر عرب بایگی
استادیار گروه مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران. (نویسنده مسئول)
mirarab_alireza@yahoo.com
صابر خندان علمداری
استادیار گروه مدیریت و حسابداری ، دانشگاه آزاد اسلامی رودهن ، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۹

چکیده
هدف این پژوهش، ارائه مدل برای توسعه سرمایه گذاری سبز در سیستم های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در صنعت خودرو، است. در این تحقیق با استفاده از روش هدفمند گلوله برفی، از نظرات ۲۰ نفرخبره استفاده شد. فرایند تجزیه و تحلیل داده‌ها در دو مرحله انجام شد که شامل شناسایی عوامل موثر بر توسعه سرمایه گذاری سبز در سیستم های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در صنعت خودرو از طریق ابزار مصاحبه و با استفاده از روش تحلیل مضمون و طراحی مدل تحقیق، با استفاده از ابزار پرسشنامه و روش مدلسازی ساختاری تفسیری. نتایج تحقیق نشان داد، مدل نهایی تحقیق شش سطح اصلی دارد که مولفه تدوین الگوی توسعه سرمایه-گذاری سبز و تولید هوشمند (برندسازی، بومی‌سازی، مونتاژکاری یا تولید مشترک) در سطح ششم مدل قرار گرفته است. بنابراین، لازم است، توسعه سرمایه گذاری سبز در سیستم های تولید مبتنی بر تحول دیجیتال با عامل مذکور شروع شود تا زمینه برای تحقق سایر عوامل درسطوح بالاتر فراهم گردد.
واژه‌های کلیدی: سرمایه‌گذاری سبز، تولید سبز، تولید هوشمند، تحول دیجیتال.

۱- مقدمه

یک مشکل علمی و عملی فوری در زمان کنونی، شکاف بین منافع عمومی امنیت زیست‌محیطی و افزایش سود خصوصی از طریق کاهش هزینه‌ها و بطور کلی سرمایه‌گذاری زیست‌محیطی تولید است. دشواری فزاینده در حل این مشکل ناشی از تناقض آن است، زیرا در واقع منافع خصوصی و عمومی از بسیاری جهات مشابه هستند، اما با این حال، به شیوه‌های مختلف اجرا می‌شوند(گازززولا و دیگران[1]، ۲۰۱۹). این درحالی است که در عصر تولید و مصرف مسئولانه فعلی، فضای کافی برای سود بیشتر از سرمایه‌گذاری سبز و ابتکارات نوآوری دیجیتال در این حوزه فراهم شده است. برای بسیاری از شرکت‌ها، مسئولیت زیست‌محیطی شرکت یک پیش‌نیاز برای بقا در یک محیط بازار تهاجمی با رقابت سبز بالا است. لذا، بسیاری از شرکت‌ها از اهداف توسعه پایدار، به ویژه از نظر، استقبال و پشتیبانی می‌کنند(گوچهایت و دیگران[2]، ۲۰۲۱). با این وجود، حفاظت از محیط‌زیست، به دلیل تلفیق آن‌ها با گزارشگری شرکتی، عملیات کسب‌وکار به طور کامل پایدار نیست. چراکه، فرض بر این است که دلیل ریشه‌ای (حقیقی) این مشکل در واگرایی منافع خصوصی و عمومی نیست، بلکه در بهینگی حاکمیت شرکتی به دلیل فقدان کنترل، ابهام و پیچیدگی مدیریت در سرمایه گذاری سبز است. به همین دلیل دستورالعمل‌های زیست‌محیطی برای سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های صنعتی-اقتصادی توسعه نمی‌یابند. این مشکل را می توان با شروع تولید هوشمند از طریق تحول دیجیتال حل کرد، که در آن توابع کنترل خودکار شده و در نتیجه موثرتر اجرا می‌شوند(کارپوویچ و دیگران[3]، ۲۰۲۲).

جهان امروز، شاهد تغییرات مستمرِ ناشی از پیشرفت در فناوری های دیجیتال است که موجب تحول در نحوه عملکرد بازارها، صنایع و به طور کلی مشاغل می‌شود. تحول دیجیتال، باعث ایجاد یک اثر مخرب با توجه به رویه‌های سنتی در نحوه تولید و مبادله محصولات و همچنین نحوه انجام تجارت و کسب منافع برای تولیدکنندگان و مشتریان شده است(رمدانی و دیگران[4]، ۲۰۲۲). علاوه براین و در مواجهه با تحول دیجیتال، لازم است شرکت‌های تولیدی ساختار صنعت را ارتقا و هوش تولید را افزایش دهند. بنابراین، الگویی موثر برای حمایت از سرمایه‌گذاری در حوزه تولید هوشمند، مورد نیاز است که تا به امروز شناسایی و ارزیابی ابعاد آن تا حد زیادی در مطالعات داخلی نادیده انگاشته شده است. این موارد، انگیزه اولیه برای این تحقیق را به وجود آورد، که در آن توسعه سرمایه‌گذاری سبز در سیستم‌های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در صنعت خودرو، موردبررسی قرار گیرد. چراکه امروزه، اثرات ناشی از دیجیتالی شدن به صنعت خودروسازی نیز رسیده و با آن عجین شده، بطوری‌که می‌توان بیان نمود این تحول، مهم‌ترین پدیده در تاریخ ۱۵۰ ساله این صنعت است(یارعلی[5]، ۲۰۲۲).

شرکت‌های خودروسازی برای تغییر مدل‌های کسب‌وکار سنتی که برای چندین دهه درآن فعالیت داشته‌اند به دیجیتال و نیز تحول در سازمان‌های خود برای انطباق با این روندها، به عنوان مثال، پلت فرم‌های به اشتراک

[1] Gazzola et al
[2] Guchhait et al
[3] Karpovich et al
[4] Ramdani et al
[5] Yarali

گذاری خط تولید خودرو یا خدمات جدید از راه دور و ... تلاش می‌کنند(ریاسنوو و دیگران[1]، ۲۰۱۷). عوامل مرتبط با تحول دیجیتال که صنعت خودرو را تحت‌تاثیر قرار می‌دهند، با افزایش نفوذ و پیچیدگی فناوری دیجیتال، متنوع‌تر هم می‌شوند(ولس و دیگران[2]، ۲۰۲۰). این عوامل به طور خاص شامل جهانی شدن هستند که به تولید کنندگان این فرصت را می‌دهد تا بازارهای جدید، تنوع مصرف کنندگان و اصلاح تسریع شده و تنوع محصولات را توسعه دهند(ویندلت[3]، ۲۰۱۶).

امروزه، فن‌آوری‌های دیجیتال حداقل ۵۰ ٪ از کل ارزش وسیله نقلیه را به خود اختصاص می‌دهند(یندوستریا[4]، ۲۰۱۸). یکپارچگی نرم‌افزار و سخت‌افزار نه تنها عملکرد اتومبیل بلکه پیچیدگی آن را نیز افزایش داده‌است. جنبه‌های کلیدی دیگری نیز شناسایی شده‌اند که به تسریع فرآیند دیجیتالی کردن بخش خودرو کمک می‌کنند، مانند سرمایه‌گذاری در خدمات مبتنی بر مکان و نوع رانندگی براساس سلیقه‌ها و اولویت‌های راننده. در همین راستا، رانندگی با کمک‌راننده و رانندگی با سیستم خودران را می‌توان برجسته کرد. در سیستم خودران، رانندگان تنها باید یک دکمه را فشار دهند تا به مقصد خود بروند. رانندگی با کمک‌راننده، کارکردهایی را برای کمک به راننده پوشش می‌دهد، تا راننده به یک عنصر منفعل در فرآیند حمل و نقل تبدیل نشود (فراهانی و دیگران[5]، ۲۰۱۷). بطور کلی و با بکارگیری فناوری دیجیتال؛ تقویت کارایی، کاهش هزینه‌ها و با ایجاد هم‌کاری و نوآوری بیشتر، پیشرفت‌های قابل‌توجهی را در زنجیره ارزش صنعت خودرو به ارمغان می‌آورد. روش‌های جدید تعامل با مشتریان و مشارکت با تأمین کنندگانی که از طریق داده‌ها با تولیدکننده تعامل دارند، امکان پذیر خواهد شد. همچنین، وسایل نقلیه دیجیتالی شده، به طور فزاینده استراتژی‌های کسب‌وکار را از فروش یک محصول به ارائه ارزش متمرکز بر تجربه مشتری تغییر خواهند داد (هفمن[6]، ۲۰۱۹).

حال با توجه به طرح مسئله ارائه شده در فوق، می‌توان اظهار داشت، شرکت‌های تولید خودرو نقش حیاتی در مدیریت زیست‌محیطی یک کشور ایفا می‌کنند و می‌توانند ستون فقرات پیشرفت این حوزه در هر کشور محسوب می‌شوند(صادقی و دیگران، ۱۳۹۹). در شرکت ایران خودرو نیز با روند فعلی تولید، به‌هیچ‌وجه نمی‌توان اهداف کلان در حوزه کاهش آلودگی هوا را محقق ساخت و به‌همین دلیل شرکت مذکور باید تمام تلاش خود را بر سرمایه‌گذاری سبز در بخش تولید خودروهایی با مصرف سوخت کمتر و دستیابی به استانداردهای بالاتر زیست محیطی متمرکز کند. با این وجود، هنوز یک قطع ارتباط قابل‌توجه بین نظریه و عمل یکپارچه‌سازی استراتژی‌های سرمایه گذاری سبز، تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در این شرکت وجود دارد. به عبارت دیگر، علی‌رغم اهتمام فزاینده به تولید سبز هوشمند مبتنی بر تحولات دیجیتال در شرکت ایران‌خودرو، تلاش‌های بیشتری برای بهبود سرمایه گذاری سبز در این حوزه، مورد نیاز است. علاوه بر این، نیاز به ایجاد الگویی هم برای متخصصان و هم محققان در این زمینه وجود دارد. با این وجود، به طرز شگفت آوری توجه محدودی به این امر در تحقیقات

[1] Riasanow et al
[2] Wells et al
[3] Weindelt
[4] Industria
[5] Farahani et al
[6] Hoffmann

داخلی و به‌خصوص صنعت خودروسازی کشور و به طور خاص شرکت ایران خودرو شده است. با توجه به آن چه بیان شد، سوالی که به‌طور طبیعی ظهور می‌کند این است که مدل توسعه سرمایه گذاری سبز در سیستم‌های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در شرکت ایران خودرو کدام است؟. این سوالی است که تحقیق حاضر بدان پاسخ داده است.

این مقاله به صورت زیر سازماندهی شده‌است. ابتدا، پیشینه نظری و تجربی را مورد بررسی قرار می‌دهد و ادبیات مربوط به فناوری مالی، صنعت بانکداری و رابطه بین فناوری مالی و صنعت بانکداری را مستند به مطالعات قبلی، ارائه می‌دهد. دوم، روش‌شناسی مورد استفاده در این تحقیق، به صورتی خلاصه بیان می‌گردد. سپس یافته‌ها را ارائه داده و در نهایت نتایج و پیامدهای عملی این تحقیق را مورد بحث قرار می‌دهد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

تولید هوشمند مجموعه‌ای از شیوه‌هایی است که از داده‌ای شبکه‌ای و فناوری اطلاعات برای معماری سیستم‌های تولید آینده استفاده می‌کند. به‌عبارتی دیگر تولید هوشمند شامل طیف گسترده‌ای از سیستم‌ها در یک سیستم تولیدی از جمله تولید، مدیریت، طراحی و عملکردهای مهندسی است. مجموعه اجزای سخت‌افزاری، مؤلفه‌های نرم‌افزاری مربوط به آن‌ها و برنامه‌های حمایتی که یک شرکت تولیدی را تشکیل می‌دهد، همان چیزی است که از آن به‌عنوان اکوسیستم تولید هوشمند نام برده می‌شود (لو[1] و دیگران، ۲۰۲۰). افزون براین و با توجه به لی و همکاران[2] (۲۰۱۵) و مونواستوری و همکاران[3] (۲۰۱۶)، تولید هوشمند یک سیستم سایبری - فیزیکی مبتنی بر تحول دیجیتال، است که سیستم‌های تولید، انبارها، تدارکات و حتی الزامات محیطی و اجتماعی را برای ایجاد دیجیتال سازی محیط تولید خودکار ادغام می‌کند (استرریچ و توتبرگ[4]، ۲۰۱۶). هدف نهایی، ایجاد شبکه‌های خلق ارزش جهانی است که کسب و کارها را در طول تمام زنجیره‌های ارزش قادر به عملکرد موثرتر و کارآمدتر کند. برخی از فن‌آوری‌هایی که این امر را ممکن می‌سازند عبارتند از: رایانش ابری، سیستم‌های مبتنی بر عامل، داده‌های بزرگ، یادگیری ماشین، ربات‌های مستقل، تولید افزایشی و واقعیت مجازی(ویدیا و دیگران[5]، ۲۰۱۸).

از جمله مفاهیم دگر مطرح در این تحقیق، سرمایه‌گذاری در تولید سبز است. سرمایه گذاری سبز به تخصیص منابع مالی به پروژه ها یا شرکت هایی اطلاق می شود که بر روی شیوه های پایدار، فناوری های سازگار با محیط زیست و حفاظت از منابع طبیعی و به طور کلی تولید سبز تمرکز دارند(کارپوویچ و دیگران[6]، ۲۰۲۲). تولید سبز ایده ای جدیدی نیست اما پس از گسترش تبعات منفی انقلاب صنعتی در جهان و بروز خسارت های مادی و معنوی ناشی از جنگ های جهانی و منطقه ای، تلاش ها برای تولید سازگار با محیط زیست، محبوبیت بیشتری پیدا کرده است. به طور کلی تولید سبز دو مسیر مکمل را مورد بررسی قرار می دهد؛ نخست تولید محصولات

[1] Lu
[2] Lee et al
[3] Monostori et al
[4] Oesterreich & Teuteberg
[5] Vaidya et al
[6] Karpovich et al

"سبز"، به ویژه آنهایی که در سیستم های انرژی تجدید پذیر و تجهیزات فناوری پاک مورد استفاده قرار می گیرند.دوم "سبزسازی یا کاهش آلودگی در روند تولید و به عبارتی" تولید - کاهش آلودگی و زباله با به حداقل رساندن استفاده از منابع طبیعی، بازیافت و استفاده مجدد از زباله، و کاهش انتشار رادر بر می گیرد. واقعیت این است که، مشارکت در شیوه‌های تولید سازگار با محیط زیست نه تنها از تلاش‌های زیست‌محیطی حمایت می‌کند، بلکه می‌تواند نتیجه مورد انتظار تولیدکننده را بهبود بخشیده، انگیزه‌های کارکنان را تقویت کند و دلیلی باشد برای پذیرش مسئولیت اجتماعی شرکت ها در جوامع و نزد مشتری های بالقوه و بالفعل(تقی تبار ملکشاه و دیگران، ۱۳۹۶). در همین رابطه و در کشورهای توسعه یافته و نیز در حال توسعه، صنایع در تمام سطوح در حال سرمایه-گذاری در فرآیندهای تولید هوشمند سبز، برای کاهش اثرات زیست‌محیطی خود هستند. با این حال، مسائل مختلفی در حین سرمایه‌گذاری در روش‌های تولید هوشمند سبز بوجود می‌آیند و کسب و کارها هنوز قادر به شناسایی راه‌های توسعه سرمایه‌گذاری سب بهینه نیستند. علاوه بر این، موانعی دیگری نیز بر سر راه سرمایه‌گذاری تولید هوشمند سبز در صنعت خودروسازی وجود دارد، از جمله عدم علاقه مدیریت سطح بالا به اتخاذ فن‌آوری‌های جدید، عدم بهبود عوامل مرتبط با قانون، ناتوانی در درک تولید هوشمند سبز و همچنین نبود مداخلات بالقوه بالادستی برای ادغام تولید سبز و هوشمند(آگاروال[1] و دیگران، ۲۰۲۲). در همین ارتباط، هنریک‌ها و کاتارینو[2] (۲۰۱۶)، نشان دادند، اهداف تولید هوشمند سبز برای افزایش بهره‌وری تنظیم می‌شود در حالی که هزینه‌های انرژی و تعامل انسانی را کاهش و سودآوری سرمایه‌گذاری را افزایش می‌دهند. از جمله تحقیقات دیگر انجام شده در این حوزه، تحقیق گووِیندان و همکاران[3] (۲۰۱۴) است که در مجموع ۴۷ مورد را برای رسیدن به اهداف سرمایه‌گذاری مطمئن در این زمینه کشف کردند. دی آنجلو و دیگران[4] (۲۰۲۳) در تحقیقی به بررسی أثیر شیوه‌های تولید سبز را که در فعالیت‌های سبز، سرمایه‌گذاری‌های سبز و نوع محصول ساخته‌شده بر عملکرد اقتصادی شرکت‌ها پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که در حالی که فعالیت‌های سبز تأثیر مثبتی بر عملکرد اقتصادی دارد، میزان سرمایه‌گذاری‌های تولید سبز یک رابطه U شکل معکوس با عملکرد اقتصادی دارد و اگر شرکتی محصولات غیرسبز را نیز بفروشد، این اثر به طور مثبت تعدیل می‌شود. پارکر و همکاران[5] (۲۰۰۹)نیز پیشنهاد کردند که محرک‌های مهم سرمایه‌گذاری به دسته‌های داخلی و خارجی تفکیک شوند. در همین رابطه موانع مختلفی دیگری هم شناسایی شدند. به عنوان مثال، برخی از محققان ادعا می‌کنند که هزینه‌های سرمایه‌گذاری (راج و دیگران[6]، ۲۰۲۰)، کمبود نیروی کارِ بااستعداد و ماهر، نگرانی‌های امنیتی، ناتوانی در یکپارچه‌سازی و سازگار بودن با فن‌آوری‌های مختلف و عدم وجود استانداردهای بین‌المللی (مقتدر و دیگران[7]، ۲۰۱۸) باید مورد توجه سرمایه‌گذاران قرار گیرند. با توجه به هورواث و زابو[8] (۲۰۱۹)، مشارکت مدیریت ارشد و تاثیر شرکای داخلی

[1] Agarwal
[2] Henriques & Catarino
[3] Govindan et al
[4] D'Angelo et al.
[5] Parker et al
[6] Raj et al
[7] Moktadir et al
[8] Horvath & Szabo

سازمان، مانند دفاتر میان رشته‌ای و نمایندگانی از هر سطح توسعه، به اتخاذ مفهوم تحول دیجیتال کمک خواهد کرد(کیل و دیگران[1]، ۲۰۱۷). شریف و دیگران[2] (۲۰۲۳)، در پژوهشی به ابهام زدایی از پیوندهای بین نوآوری فناوری سبز، رشد اقتصادی و مالیات زیست محیطی در کشورهای آسه آنبا توجه به نقش پویای انرژی سبز و سرمایه گذاری سبز پرداختند. یافته‌های تجربی برای بلندمدت و کوتاه‌مدت نشان می‌دهد که تأثیرات انرژی سبز و سرمایه‌گذاری سبز بر نوآوری فناوری سبز مثبت است، اما در بلندمدت قوی‌تر است. علاوه بر این، نتایج همچنین اثرات مثبت رشد اقتصادی و مالیات های زیست محیطی را بر نوآوری فناوری سبز تایید می کند. برای تسریع سرمایه‌گذاری در نوآوری فناوری سبز، گنجاندن سیاست‌های نظارتی که افزایش مستمر سهم عرضه انرژی تجدیدپذیر و سرمایه‌گذاری را در دستور کار پیشرفت فن‌آوری زیست‌محیطی تقویت می‌کند، بسیار مهم است. نتایج همچنین تأثیر مثبت رشد اقتصادی و مالیات های زیست محیطی را بر نوآوری فناوری سبز تأیید می کند. طبق گفته گوناسکاران و همکاران[3] (۲۰۱۱)، پشتیبانی مدیریت ارشد برای اجرای فن‌آوری‌های جدید در سازمان مورد نیاز است اما به طور شگفت انگیزی، نه کارشناسان و نه دانشگاهیان درک خوبی از عوامل موثر بر عوامل موثر بر توسعه سرمایه گذاری سبز در سیستم های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال ندارند. رضایی و دیگران (۱۴۰۰)، در پژوهشی، مدل مفهومی تولید سبز با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری را ارائه دادند. یافته‌ها نشان داد، تأثیرگذارترین مؤلفه‌های تولید سبز شرکت‌های دانش بنیان، پنج مؤلفه‌ی آب؛ انرژی؛ منابع طبیعی؛ سرمایه و نیروی کار بودند که در سطح سوم مدل ارائه شده قرار گرفتند. دهقان نیری و دیگران (۱۳۹۵)، در پژوهشی به ارائه مدل برنامه‌ریزی تولید سبز در صنعت خودروپرداختند. در این مدل تمامی ابعاد تولید سبز اعم از کاهش مصرف انرژی، مواد آلاینده محیط‌زیستی و آلودگی ناشی از بهره‌برداری محصول در قالب یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی درهم آمیخته شده‌اند. نتایج حاصل از اجرای مدل در افق برنامه‌ریزی ۵ ساله، تولید محصولات سبزتر مانند پژو ۲۰۶ و پارس با حداکثر ظرفیت و تولید سایرمحصولات را با حجم کمتر حاصل نمود.

جمع بندی نتایج مبانی نظری و تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که تلاش برای ارائه مدل مد نظر تحقیق به دلیل این واقعیت ضروری است که اگرچه مباحث مطروحه در تحقیق حاضر از قبیل سرمایه‌گذاری، تولید سبز و هوشمند و همچنین، تحول دیجیتال، موضوع مورد علاقه تعداد زیادی از محققان و دست اندرکاران تحقیقاتی(مانند: بیات و دیگران (۱۴۰۱)؛ اقبال (۱۴۰۰)؛ رضایی و دیگران (۱۴۰۰)؛ تیزهوش و فیلی (۱۳۹۹)؛ محمدی (۱۳۹۹)؛ دهقان نیری و دیگران (۱۳۹۵)) است، ولی تا به امروز، به طرز شگفت آوری توجه محدودی به ترکیب این عوامل در تحقیقات داخلی و به‌خصوص صنعت خودروسازی کشور شده است. همچنین، تا به امروز، تمرکز بر این زمینه تحقیقاتی تا حد زیادی از دیدگاه غربی بوده‌است. به دلیل تفاوت‌های فرهنگی و قانونی، یافته‌های مطالعات در مورد کشورهای غربی ممکن است قابل تعمیم به ایران نباشد. لذا پژوهش حاضر، واکاوی عقاید و دیدگاه‌ها را با هدف ارائه مدلی برای توسعه سرمایه گذاری سبز در سیستم های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در صنعت خودرو، مورد بررسی قرار خواهد داد. بر این اساس اهداف زیر ، تعریف می‌گردد:

[1] Kiel et al
[2] Sharif et al
[3] Gunasekaran et al

۱) شناسایی شاخص‌های موثر بر توسعه سرمایه گذاری سبز در سیستم های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در صنعت خودرو.
۲) طراحی مدل توسعه سرمایه گذاری سبز در سیستم های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در صنعت خودرو.

روش پژوهش

تحقیق حاضر به لحاظ هدف، کاربردی، به لحاظ روش گردآوری داده ها، اکتشافی و به لحاظ ماهیت داده‌ها، کیفی و کمی (آمیخته) است. روش گردآوری داده‌ها و تحلیل در بخش کیفی، مصاحبه و تحلیل تم و در بخش کمی، پرسشنامه و مدلسازی ساختاری تفسیری (ISM) است. مشارکت کنندگان در تحقیق برای انجام مصاحبه های عمیق و نیز پاسخ به پرسشنامه، شامل مدیران و کارشناسان شرکت‌های ایران خودرو، مستقر در استان تهران و همچنین اساتید دانشگاه، بودند. این مطالعه از اسفند ۱۴۰۰ تا آبان ۱۴۰۱ به مدت هشت ماه طول کشید. نمونه گیری به روش غیر احتمالی گلوله برفی انجام شد. به منظور انتخاب هدفمند مصاحبه‌شونده‌ها، ابتدا فهرستی از افراد توانمند در حوزه‌های تولید سبز و فناوری دیجیتال توسط محقق تهیه و سپس با مراجعه به آنان در صورت تمایل مصاحبه انجام گرفت. در فرآیند مصاحبه با افراد مورد نظر در صورتی که آنان، فرد مورد نظر دیگری را که تخصصی در زمینه تولید سبز و فناوری دیجیتال داشت، معرفی می‌کردند در صورت لزوم با وی نیز مصاحبه صورت می‌گرفت. شایان ذکر است که مطابق فرایند تحقیق کیفی به منظور پربارتر شدن داده‌ها سعی شد، گروه‌های متنوعی شامل خبرگان صنعتی و دانشگاهی مورد مصاحبه قرار گیرند تا از سوگیری داده‌ها جلوگیری شود. نمونه گیری و مصاحبه تا جایی تداوم یافت که کفایت و اشباع داده ها صورت گرفت و محقق با دریافت اطلاعات متمایزی مواجه نگردید. براین اساس و به طور کلی تعداد نمونه‌ها در تحقیق حاضر ۲۰ نفر بود و زمان مصاحبه ها بین ۳۰ تا ۶۰ دقیقه به طول انجامید. روش تحلیل داده ها در بخش کیفی، بر مبنای روش تحلیل تم بود. تحلیل تم نوعی تحلیل محتوای داده‌هاست. همچنین، به منظور اطمینان از پایایی نتایج مصاحبه‌ها، کدگذاری اولیه انجام و در فاصله زمانی کوتاهی، کدگذاری‌ها بازبینی شد. افزون براین، از یکی دانشجویان دکتری مدیریت صنعتی درخواست شد تا به عنوان همکار پژوهش (کدگذار دوم) در پژوهش مشارکت کرده و در بازبینی کدگذاری‌ها کمک کند. علاوه بر، این پس از تحلیل و تم بندی داده‌ها نتایج مجددا به مشارکت کنندگان ارائه شد و نظرهای تکمیلی آنها دریافت گردید. علاوه‌براین، از روش مدلسازی ساختاری تفسیری (ISM) به این دلیل استفاده شد تا مولفه‌های شناسایی شده سطح بندی و نهایتا، مدل تحقیق رسم شود.

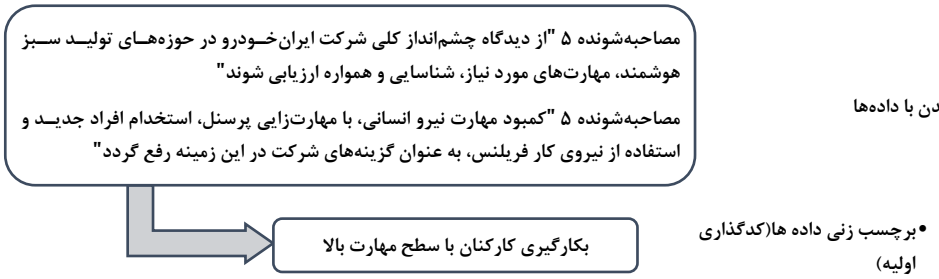
یافته ها

شناسایی عوامل موثر بر توسعه سرمایه گذاری سبز در سیستم های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در صنعت خودرو

همانگونه که در بخش روش تحقیق ذکر شد، در تحقیق حاضر به منظور جمع‌آوری داده‌ها در بخش کیفی، از مصاحبه و جهت تحلیل از روش تحلیل تم(مضمون)، استفاده گردید. لذا، به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از مصاحبه ها از تکنیک تحلیل تم استفاده شد. تحلیل تم روشی برای تعیین، تحلیل و بیان الگوهای (تم‌ها) موجود درون داده هاست. این روش در حداقلی‌ترین اقدام خود داده ها را سازماندهی و در قالب جزئیات توصیف می‌کند. اما می‌تواند از این فراتر رود و جنبه های مختلف موضوع پژوهش را تفسیر کند در پژوهش حاضر در مرحله اول داده‌های مصاحبه مطالعه مرور و بررسی شده و کدهای اولیه آنها استخراج شد در مرحله بعد کدهای مختلف در قالب تم‌های اولیه و هریک از تم‌های اولیه نیز در قالب تم‌های فرعی و سپس، اصلی تعیین شدند. بر این اساس و در طی مرحله آشنایی با داده‌ها، شواهد گفتاری (۶۸ مورد) شناسایی شده ازمتن مصاحبه ها در قالب ۲۳ کد اولیه برچسب‌زنی شد. در ادامه، به جهت آشنایی با مرحله کدگذاری، بخشی از مصاحبه انجام شده با یکی از مشارکت‌کنندگان، آورده شده است:

مشارکت کننده ۵ :"... *از همین روی، حمایت مدیران ارشد شرکت نسبت به حمایت از سرمایه‌گذاری برای تحول دیجیتال در حوزه منابع انسانی و نیز فرایندهای تولیدی همواره وجود داشته ولیکن مقاومت‌های موجود فعلی بیشتر بخاطر صرفه‌جویی مالی در دوره تحریم‌هاست. این حمایت و همراهی با اعتقاد قلبی عمیق مدیریت ارشد و اطلاع‌رسانی و آموزش در همه سطوح به دست می‌آید. علاوه براین، مجموعه‌ای از مهارت‌های مناسب برای اجرای موفقیت‌آمیز برنامه تحول دیجیتال ضروری است. اغلب اوقات، فرصت‌های دیجیتال ارتباط نزدیکی به یکدیگر دارند و مجموعه کاملی از فرصت‌های مرتبط، تنها توسط افرادی که مهارت تشخیص آن‌ها را دارند، می‌تواند شناسایی شود. بدین منظور لازم است از دیدگاه چشم‌انداز کلی شرکت ایران‌خودرو در حوزه‌های تولید سبز هوشمند، مهارت‌های مورد نیاز، شناسایی و همواره ارزیابی شوند. سپس، کمبود مهارت نیرو انسانی، با مهارت‌زایی پرسنل، استخدام افراد جدید و استفاده از نیروی کار فریلنس، به عنوان گزینه‌های شرکت در این زمینه رفع گردد. استراتژی شرکت هر چه که باشد، بایستی محیطی تعاملی فراهم شود تا تجربه کاری کارکنان بهبود یابد و بتوانند خلاقانه و نوآورانه فکر کنند. بنابراین بحث تحول دیجیتال، بحث بقا و حیات شرکت است. سازمان‌هایی که به تحول دیجیتال به عنوان یک فرآیند تجملاتی نگاه می‌کنند، هنوز به عمق بحران پی نبرده‌اند. ازین دست کسب و کارهایی که در جامعه در ورطه نابودی هستند، در حال افزایش است...*"

نمونه ای از چگونگی انجام مراحل آشناشدن و برچسب زنی داده‌ها در شکل ۱ ارائه شده است:



شکل ۱. نمونه ای از چگونگی انجام مراحل آشناشدن و برچسب زنی داده‌ها

در مرحله طبقه بندی کدهای اولیه و تشکیل تم فرعی نیز کدهای اولیه بدست آمده مورد بررسی قرار گرفته و سپس پژوهشگر کدهایی که از نظر معنی و مفهوم به یکدیگر نزدیک هستند و به اصطلاح قرابت معنایی با یکدیگر دارند را در یک گروه قراد داده و به خلق معانی و واژه‌های جدید می‌پردازد. در حقیقت پژوهشگر کدها را در قالب تم‌های فرعی دسته بندی می‌شوند. برای آشنایی بیشتر با چگونگی این دسته بندی‌ها، یک نمونه در ادامه آورده شده است.

جدول ۱. نمونه ای از چگونگی انجام مرحله طبقه بندی کدهای اولیه و تشکیل تم فرعی

تم فرعی	کد اولیه	شواهد گفتاری (عدد داخل پرانتز نشان‌دهنده کد مصاحبه شونده است)
تدوین برنامه‌ای مدون برای ارتقا مهارت کارکنان در اجرای فرآیندهای اساسی سرمایه‌گذاری در تولید هوشمند سبز	➢ بکارگیری کارکنان با سطح مهارت بالا	➢ مصاحبه‌شونده ۲ "شرکت ایرانخودرو، نیروی کار ماهر برای اجرای موفقیت‌آمیز تولید سبز و تحول دیجیتال را جذب نماید" ➢ عوامل عدم تمایل یا امکان بهبود مهارت دیجیتال نیروی انسانی در شرکت رفع گردد" ➢ مصاحبه‌شونده ۵ "از دیدگاه چشم‌انداز کلی شرکت ایران‌خودرو در حوزه‌های تولید سبز هوشمند، مهارت‌های مورد نیاز، شناسایی و همواره ارزیابی شوند" ➢ مصاحبه‌شونده ۵ "کمبود مهارت نیرو انسانی، با مهارت‌زایی پرسنل، استخدام افراد جدید و استفاده از نیروی کار فریلنس، به عنوان گزینه‌های شرکت در این زمینه رفع گردد"
	➢ آموزش مهارت‌های لازم به کارکنان	➢ مصاحبه‌شونده ۷ "با پیشرفت فناوری دیجیتال و بهبود روش‌ها و استراتژی‌های محل کار، هماهنگی کارفرمایان و

تم فرعی	کد اولیه	شواهد گفتاری (عدد داخل پرانتز نشان‌دهنده کد مصاحبه شونده است)
		کارمندان با این تغییرات از نظر دانش، مهارت‌ها، ارزش‌ها و توانایی‌ها با آموزش می‌توان محقق نمود" ➢ مصاحبه‌شونده ۱۰ "از بهترین راه‌های افزایش دانش و مهارت، آموزش کارکنان است" ➢ مصاحبه‌شونده ۱۱ "با وجود هزینه آموزش کارکنان، در صورت مفید بودن این آموزش، بازگشت سرمایه بسیار زیاد است" ➢ مصاحبه‌شونده ۱۴ "برنامه‌های آموزش کارکنان به پیشرفت دانش و مهارت کارمندان کمک می‌کند تا با تحول دیجیتال و نیز الزامات سبز در صنعت خودرو مطابقت داشته‌باشند"

با توجه به جدول ۱ مواردی از قبیل بکارگیری کارکنان با سطح مهارت بالا و نیز آموزش مهارت‌های لازم به کارکنان، در یک دسته تحت عنوان تدوین برنامه‌ای مدون برای ارتقا مهارت کارکنان در اجرای فرآیندهای اساسی سرمایه‌گذاری در تولید هوشمند سبز، قرار می‌گیرند. با توجه به نمونه ارائه شده، نتایج نهایی حاصل از این دسته بندی و یا به عبارت دیگر احصای تم‌های فرعی و نیز تم اصلی پژوهش، به جهت رعایت اختصار در جدول ۲، ارائه شده است.

جدول ۲. خلاصه نتایج پژوهش حاضر در بخش تحلیل تم

تم اصلی	تم فرعی	علامت اختصاری	کدگذاری اولیه
توسعه سرمایه گذاری سبز در سیستم های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در صنعت خودرو	دستیابی به بلوغ تحول دیجیتال و تسهیل دستیابی به ابزارها و فناوری لازم در سرمایه‌گذاری سبز هوشمند	C1	لزوم تحول صنعت خودرو در عصر دیجیتال
			دستیابی به ماشین‌آلات و خطوط تولید هوشمند سبز
	تسهیل سیاست‌های سازگار با سرمایه‌گذاری هوشمند سبز	C2	تسهیل قوانین و سیاست‌های ملی
			تدوین سیاست‌های تولید سبز با توجه به شرایط و سیاست‌های بازار هدف
	تدوین برنامه‌ای مدون برای حمایت مدیریت ارشد از سرمایه‌گذاری سبز هوشمند	C3	حمایت مدیریت ارشد از اقدامات تولید سبز
			حمایت مدیریت ارشد از تحول دیجیتال و تولید هوشمند

تم اصلی	تم فرعی	علامت اختصاری	کدگذاری اولیه
	طراحی فرایندهای لازم جهت استفاده مجدد/ بازیافت قطعات مورد استفاده در خودرو	C4	بازیافت قطعات مصرفی خودرو با اهداف زیست محیطی
			بازیافت قطعات مصرفی خودرو با اهداف اقتصادی
	تدوین برنامه‌ای مدون برای ارتقا مهارت کارکنان در اجرای فرآیندهای اساسی در سرمایه‌گذاری هوشمند سبز	C5	بکارگیری کارکنان با سطح مهارت بالا
			آموزش مهارت‌های لازم به کارکنان
	هدایت سرمایه‌های بخش خصوصی به صنعت خودروسازی براساس الگوی توسعه و راهبرد سرمایه گذاری در تولید هوشمند سبز	C6	تشویق بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری در تولید محصولات سبز هوشمند
			بهبود فضای تولید و کسب و کار و ارتقا سطح رقابت پذیری و پیش بینی پذیری صنعت خودرو
	صیانت از سرمایه انسانی و روند سرمایه‌گذاری در تولید خودروهای هوشمند سبز	C7	صیانت از تولیدات ملی
			صیانت از نیروی انسانی خلاق و ماهر
	توسعه تحقیقات و مطالعات تجربی پیرامون سرمایه-گذاری هوشمند سبز	C8	فراهم سازی محیطی برای ارائهٔ پیشنهادها
			حمایت از تحقیقات تجربی مرتبط
	تدوین الگوی توسعه سرمایه‌گذاری سبز و تولید هوشمند (برندسازی، بومی‌سازی، مونتاژکاری یا تولید مشترک)	C9	برندسازی
			بومی‌سازی
			مونتاژکاری یا تولید مشترک
	تعریف زنجیره ارزش در صنعت خودروسازی از تولید مواد اولیه تا خدمات پس از فروش مبتنی بر تولید سبز هوشمند	C10	عدم قطعیت در تأمین مواد اولیه و قطعات مورد نیاز
			رفع بحران نقدینگی صنعت خودرو
	تلاش برای آگاهی و جلب اعتماد مشتریان پیرامون مزایای محصولات سبز هوشمند	C11	آگاهی سبز در مصرف‌کنندگان
			جلب اعتماد مشتری به محصول تولیدی

طراحی مدل تحقیق با استفاده از روش ISM

در این پژوهش جهت ترسیم مدل نهایی از روش مدل سازی ساختاری تفسیری استفاده شده است. مدل سازی ساختاری تفسیری برای ایجاد و درک روابط بین اجزای یک مقوله به کار می رود و می توان با استفاده از این روش، ارتباطات و وابستگی های بین متغیرهای مسئله را کشف، تحلیل و ترسیم کرد.

گام نخست- تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری (SSIM)

در این مرحله مولفه های موثر بر توسعه استراتژی‌های سبز در سیستم‌های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در شرکت ایران خودرو به صورت دو به دو و زوجی با هم بررسی می شوند و پاسخ دهنده با استفاده از نمادهای زیر به تعیین روابط بین متغیرها می پردازد.

V: عامل سطر (i) می تواند زمینه ساز رسیدن به عامل ستون (j) باشد؛

A: عامل ستون (j) می تواند زمینه ساز رسیدن به عامل سطر (i) باشد؛

X: بین عامل سطر (i) و ستون (j) ارتباط دو طرفه وجود دارد؛ به عبارتی هر دو می تواند زمینه ساز رسیدن به همدیگر شوند؛

O: هیچ نوع ارتباطی بین این دو نوع عنصر (i,j) وجود ندارد.

بر این اساس پرسشنامه ای بر اساس عوامل شناسایی شده در مرحله کیفی طراحی شد و از پاسخ دهنده خواسته شد که با توجه به نمادهای معرفی شده (V,A,X,O) نوع ارتباطات دو به دو عوامل را مشخص کند. این پرسشنامه در اختیار ۲۰ نفر از خبرگان قرار داده شد که همه آنها با مشخص کردن رابطه بین عوامل، پرسشنامه را تکمیل کردند، بمنظور تجمیع نظرات آنها از مجموع نظرات خبرگان منطبق بر روش های ناپارامتریک و بر مبنای مد در فراوانی ها استفاده گردید.

جدول ۳: ماتریس خودتعاملی ساختاری (*SSIM*)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
C1	–	A	A	V	O	A	A	A	A	V	O
C2	V	–	X	A	A	A	A	A	O	O	X
C3	V	X	–	O	O	A	A	A	O	A	A
C4	A	V	O	–	A	O	O	A	A	V	O
C5	O	V	O	V	–	A	A	A	A	O	O
C6	V	V	V	O	V	–	X	O	O	O	X
C7	V	V	V	O	V	X	–	X	X	A	A
C8	V	V	V	V	V	O	X	–	A	V	V
C9	V	O	O	V	V	O	X	V	–	A	A
C10	A	O	V	A	O	O	V	A	V	–	O
C11	O	X	V	O	O	X	V	A	V	O	–

گام دوم- تشکیل ماتریس دستیابی اولیه (RM)

در این مرحله، ماتریس خود تعاملی ساختاری به یک ماتریس زوجی تبدیل می شود بدینصورت که چنانچه رابطه بصورت V باشد، (i,j)=1 و (j,i)=0 اگر رابطه بصورت A باشد، (i,j)=0 و (j,i)=1؛ چنانچه رابطه بصورت X باشد، (i,j)=1 (j,i)=0 و اگر رابطه بصورت O باشد، (i,j)=0 (j,i)=0. با توجه به قوانین ذکر شده، ماتریس دسترسی اولیه محاسبه می شود.

جدول ۴: تشکیل ماتریس دستیابی اولیه (*RM*)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
C1	_	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰
C2	۱	_	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
C3	۱	۱	_	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C4	۰	۱	۰	_	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰
C5	۰	۱	۰	۱	_	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C6	۱	۱	۱	۰	۱	_	۱	۰	۰	۰	۱
C7	۱	۱	۱	۰	۱	۱	_	۱	۱	۰	۰
C8	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	_	۰	۱	۱
C9	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	_	۰	۰
C10	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۱	_	۰
C11	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	_

گام سوم- تشکیل ماتریس دستیابی اصلاح شده (ماتریس دستیابی نهایی)

طبق خاصیت تعدی اگر عنصر i منجر به عنصر j شود و عنصر j منجر به حصول عنصر k گردد به همین ترتیب عنصر i نیز باید منجربه عنصر k گردد. اگر این رابطه برقرار نبود در ماتریس دستیابی نهایی از علامت (*۱) استفاده می کنیم. اعدادی که با ستاره نشان داده شده اند، حاصل رابطه ی تسری می باشند. در این جدول میزان نفوذ (میزان تاثیر هر یک از عوامل بر سایر عوامل) نشان دهنده ی تاثیرگذاری و میزان وابستگی نشانگر تاثیر پذیری معیارها می باشد.

جدول ۵: ماتریس دستیابی اصلاح شده (ماتریس دستیابی نهایی)

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
C1	_	′۱	۰	۱	۰	۰	′۱	′۱	۰	۱	۰
C2	۱	_	۱	′۱	۰	۰	′۱	۰	۰	۰	۱
C3	۱	۱	_	′۱	۰	۰	′۱	۰	۰	′۱	′۱
C4	′۱	۱	′۱	_	۰	۰	۰	۰	۰	۱	′۱
C5	′۱	۱	′۱	۱	_	۰	′۱	۰	۰	′۱	′۱
C6	۱	۱	۱	′۱	۱	_	۱	۰	۰	′۱	′۱
C7	۱	۱	۱	′۱	۱	۱	_	۱	۱	′۱	′۱
C8	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	_	′۱	۱	۱
C9	۱	۰	۰	۱	۱	′۱	۱	۱	_	′۱	′۱
C10	′۱	′۱	′۱	′۱	′۱	′۱	۱	۱	۱	_	۱
C11	′۱	۱	۱	۰	′۱	۱	۱	′۱	۱	۰	_

گام چهارم- تعیین سطح شاخص ها

پس از تعیین مجموعه قابل دستیابی و مجموعه مقدم برای هر عنصر و تعیین مجموعه مشترک، سطح بندی متغیرها انجام می شود. مجموعه قابل دستیابی برای هر عنصر، مجموعه ای است که در آن سطرها به صورت یک ظاهر شده باشند و مجموعه مقدم، مجموعه ای است که در آن ستون ها به صورت یک ظاهر شده باشند. با به دست آوردن اشتراک این دو مجموعه، مجموعه مشترک به دست خواهد آمد. عناصری که مجموعه مشترک با مجموعه قابل دستیابی یکسان باشد، سطح اولویت را به خود اختصاص می دهند. با حذف این عناصر و تکرار این مرحله برای سایر عناصر، سطح کلیه عناصر تعیین می شود.

جدول ۶: سطح شاخص ها (سطح ۱)

سطح	اشتراک	مجموعه قابل دستیابی	مجموعه مقدم	عوامل
۱	۱،۲،۴،۷،۸،۱۰	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۱،۲،۴،۷،۸،۱۰	C1
۱	۱،۲،۳،۴،۷،۱۱	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۱۰،۱۱	۱،۲،۳،۴،۷،۱۱	C2
	۲،۳،۴،۷،۱۰،۱۱	۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۱۰،۱۱	۱،۲،۳،۴،۷،۱۰،۱۱	C3
	۱،۲،۳،۴،۷،۱۰	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰	۱،۲،۳،۴،۷،۱۰،۱۱	C4
	۵،۷،۱۰،۱۱	۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۱،۲،۳،۴،۵،۷،۱۰،۱۱	C5
	۶،۷،۱۰،۱۱	۶،۷،۹،۱۰،۱۱	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۱۰،۱۱	C6
	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۱،۲،۳،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	C7
	۱،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۱،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۱،۲،۳،۴،۵،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	C8
	۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۱،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	C9
	۱،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰	۱،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰	۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	C10
	۲،۳،۵،۶،۷،۸،۹،۱۱	۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۱،۲،۳،۵،۶،۷،۸،۹،۱۱	C11

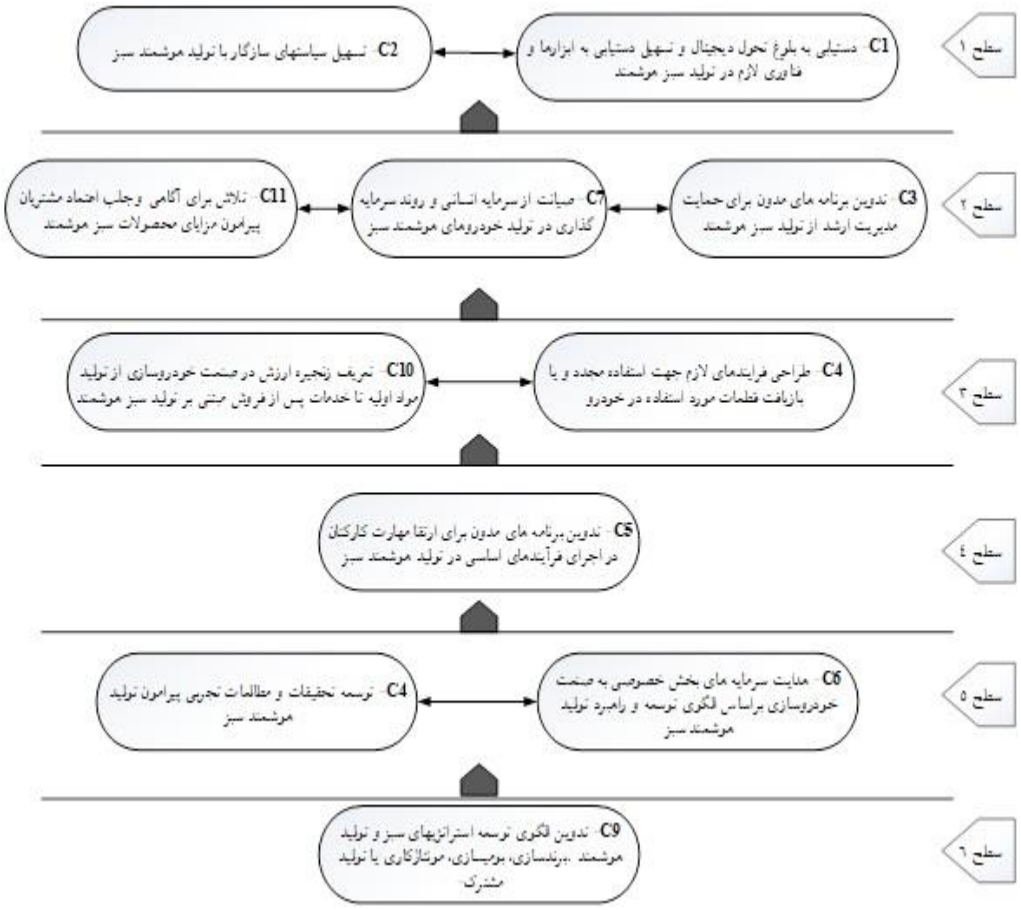
جدول ۷:سطح شاخص ها (سطح ۲ تا ۶)

سطح	اشتراک	مجموعه قابل دستیابی	مجموعه مقدم	عوامل
سطح ۲				
۲	۳،۴،۷،۱۰،۱۱	۳،۴،۵،۶،۷،۸،۱۰،۱۱	۳،۴،۷،۱۰،۱۱	C3
	۳،۴،۷،۱۰	۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰	۳،۴،۷،۱۰،۱۱	C4
	۵،۷،۱۰،۱۱	۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۳،۴،۵،۷،۱۰،۱۱	C5
	۶،۷،۱۰،۱۱	۶،۷،۹،۱۰،۱۱	۳،۴،۵،۶،۷،۱۰،۱۱	C6
۲	۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۳،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	C7
	۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۳،۴،۵،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	C8

سطح	اشتراک	مجموعه قابل دستیابی	مجموعه مقدم	عوامل
	۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	B9
	۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰	۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰	۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	C10
۲	۳،۵،۶،۷،۸،۹،۱۱	۳،۴،۵،۶،۷،۸،۹،۱۰،۱۱	۳،۵،۶،۷،۸،۹،۱۱	C11
سطح ۳				
۳	۴،۱۰	۴،۵،۶،۸،۹،۱۰	۴،۱۰	C4
	۵،۱۰	۵،۶،۸،۹،۱۰	۴،۵،۱۰	C5
	۶،۱۰	۶،۹،۱۰	۴،۵،۶،۱۰	C6
	۸،۹،۱۰	۸،۹،۱۰	۴،۵،۸،۹،۱۰	C8
	۸،۹،۱۰	۸،۹،۱۰	۴،۵،۶،۸،۹،۱۰	C9
۳	۴،۵،۶،۸،۹،۱۰	۴،۵،۶،۸،۹،۱۰	۴،۵،۶،۸،۹،۱۰	C10
سطح ۴				
۴	۵	۵،۶،۸،۹	۵	C5
	۶	۶،۹	۵،۶	C6
	۸،۹	۸،۹	۵،۸،۹	C8
	۸،۹	۸،۹	۵،۶،۸،۹	C9
سطح ۵				
۵	۶	۶،۹	۶	C6
۵	۸،۹	۸،۹	۸،۹	C8
	۸،۹	۸،۹	۶،۸،۹	C9
سطح ۶				
۶	۹	۹	۹	C9

گام پنجم- ترسیم مدل نهایی

در این مرحله، بر اساس سطوح تعیین شده در مرحله قبل، مدل توسعه سرمایه‌گذاری سبز در سیستمهای تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در شرکت ایران خودرو رسم شد(شکل ۲).



شکل ۲:توسعه سرمایه گذاری سبز در سیستم های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در صنعت خودرو

نتیجه گیری و ارائه پیشنهاد

هر تحقیقی باهدف دستیابی به نتایجی جهت افزایش آگاهی و با کمک به تصمیم‌گیری در مورد مسئله‌های خاص صورت می‌گیرد و ارزش یک تحقیق به میزان کمکی که در این راستا به پژوهشگر یا تصمیم گیرنده می کند، بستگی دارد. در همین رابطه، تحقیق حاضر شناسایی الگوی روابط علی و اولویت بندی عوامل موثر بر تولید سبز در سیستم های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال مد نظر قرار داد. با توجه به اهمیت مسئله پژوهش و همچنین مروری بر ادبیات و پیشینه تحقیق، ضرورت انجام تحقیق مذکور احساس گردید. محقق در گام‌های ابتدایی تحقیق و با توجه به مطالعات اولیه خود در زمینه موضوع پژوهش، به این نکته رسید که محققان گذشته اجماع قابل توجهی در خصوص تعریف، انواع و ابعاد مختلف توسعه استراتژی‌های سبز در سیستم‌های تولید

هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در شرکت ایران خودرو ندارند. بررسی‌ها نشان می‌داد که از دید برخی از صاحب‌نظران، دلیل اصلی تحقق نیافتن چنین اجماعی، عدم توجه مناسب به ماهیت چند وجهی و چالش‌های موجود در توسعه سرمایه‌گذاری سبز در سیستم‌های تولید هوشمند بود. لذا، با توجه به معدود بودن تحقیقات در این خصوص، احتمال طراحی مدل مذکور، ضعیف جلوه می‌داد. بنابراین، اتخاذ روش‌های آمیخته که بتواند نتایج تحقیق را به صورت نظام‌مند در بیاورد و به پژوهشگران در دست یافتن به مدلی منظم یاری رساند، ضروری به نظر رسید. بر این اساس رویکرد تحلیل تم که هنوز به طور گسترده در این حوزه استفاده نشده و می‌توانست ابزار ارزشمندی برای تسهیل در رویه شناسایی مولفه‌ها باشد؛ برای پاسخ به سوال اول تحقیق مبنی بر شناسایی مولفه های موثر بر توسعه سرمایه‌گذاری سبز در سیستم‌های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در شرکت ایران خودرو انتخاب گردید.

با توجه به نتایج پژوهش (**Error! Reference source not found.**)، در تحقیق حاضر و در بخش کیفی، به منظور جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات، از مصاحبه و جهت تحلیل از روش تحلیل تم (مضمون)، استفاده شد. بر همین اساس و باهدف جمع‌آوری داده‌های کیفی، پس از بررسی ادبیات مرتبط با مبحث تحقیق، چارچوبی برای طرح پرسش‌های مصاحبه‌ها با خبرگان تدوین گردید. در ادامه، ۲۰ نفر از مدیران و کارشناسان شرکت‌های ایران خودرو، مستقر در استان تهران و همچنین اساتید دانشگاه، از طریق روش نمونه‌گیری هدفمند قضاوتی انتخاب شدند. در فاز دوم، مصاحبه‌های انجام‌شده با روش تحلیل تم استقرایی شش مرحله‌ای کلارک و براون، کدگذاری گردید. بر این اساس و در طی مرحله آشنایی با داده‌ها، شواهد گفتاری (۶۸ مورد) شناسایی شده ازمتن مصاحبه ها در قالب ۳۳ کد اولیه برچسب‌زنی شد. سپس، کدهای اولیه در قالب ۱۱ تم فرعی و سپس، یک تم اصلی دسته‌بندی شدند. در ادامه به جهت سطح‌بندی و طراحی مدل تحقیق با استفاده از پرسشنامه و روش مدلسازی ساختاری تفسیری(ISM) استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد، مدل نهایی تحقیق شش سطح اصلی دارد که مولفه تدوین الگوی توسعه سرمایه‌گذاری سبز و تولید هوشمند شاملِ برندسازی، بومی‌سازی، مونتاژکاری یا تولید مشترک در سطح ششم مدل قرار گرفته است. بنابراین، لازم است، توسعه سرمایه گذاری سبز در سیستم های تولید مبتنی بر تحول دیجیتال با عامل مذکور شروع شود تا زمینه برای تحقق سایر عوامل درسطوح بالاتر فراهم گردد. در همین رابطه، بررسی پیشینه تحقیقات داخلی و خارجی نشان داد، تحقیقی که به ارائه مدلی برای توسعه سرمایه گذاری سبز در سیستم های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال در صنعت خودرو، بپردازد، یافت نمی‌شود. در مجموع آنچه از جمع‌بندی پژوهش‌های موجود در این زمینه برمی‌آید این است که با توجه به اینکه هیچ کدام از پژوهش‌های قبلی، چه پژوهش‌های داخلی و چه پژوهش‌های خارجی به شکلی که در این پژوهش به توسعه استراتژی‌های سبز در سیستم‌های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال نگاه شده است، توجه نگردیده است؛ بنابراین این پژوهش از لحاظ هدف‌گذاری و جنبه جدید بودن گزاره‌های خود به مانند پژوهش‌های قبلی نیست. با این وجود و به طور کلی، تحقیق حاضر به جهت پرداختن به مباحث سرمایه‌گذاری سبز، تولید سبز، تولید هوشمند، تحول دیجیتال و صنعت خودرو با تحقیقات شریف و دیگران (۲۰۲۳)، دی آنجلو و دیگران (۲۰۲۳)، کارپوویچ و دیگران (۲۰۲۲)، آگاروال و دیگران (۲۰۲۲)، راج و دیگران (۲۰۲۰)، هورواث و زابو (۲۰۱۹)، هنریک‌ها و کاتارینو (۲۰۱۶)،

گوویندان و همکاران (۲۰۱۴)، پارکر و همکاران (۲۰۰۹)، گوناسکاران و همکاران (۲۰۱۱)، تقی تبار ملکشاه و دیگران(۱۳۹۶)، دهقان نیری و دیگران (۱۳۹۵) که بصورت مبسوط در بخش پیشینه تحقیق بررسی گردیدند، همسو است.

به طور کلی، می‌توان اظهار کرد که بازار پویای امروز، صنعت خودرو را به سمت بهبود استراتژی‌های رشد سرمایه‌گذاری شرکت و کارایی سبز هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال سوق می‌دهد. صنایع خودرو سازی ایران و بطور خاص شرکت ایران خودرو، باید بجای حفاظت از آلودگی صِرف، با بکارگیری قابلیتهای دیجیتال به سوی توسعه سرمایه‌گذاری سبز در سیستم‌های تولید هوشمند حرکت کنند. چراکه تقاضای زیادی برای تولیدات هوشمند جهت مطابقت با استانداردهای ملی و جهانی محیط‌زیست وجود دارد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، به نظر می رسد که هر یک از طبقه‌ها، مقوله‌ها و مفاهیم استخراج شده در این مطالعه می‌توانند به عنوان یک پروژه تحقیقاتی مجزا در نظر گرفته شوند و سهم هر یک از آن‌ها در توسعه سرمایه‌گذاری سبز در سیستم‌های تولید هوشمند مبتنی بر تحول دیجیتال، مورد ارزیابی قرار گیرد. همچنین، همانگونه که بیان شد، این تحقیق دارای محدودیت‌های مربوط به ماهیت اکتشافی روش است و محققین آینده می‌توانند تعمیم‌پذیری را با تعداد بیشتری از شرکت‌کنندگان افزایش دهد و با انجام یک مطالعه طولی، درک بهتری از راهبردهای اتخاذ شده در طول زمان فراهم آورند.

نتیجه پژوهش بیانگر آن است که بهره گیری از همکاری مشترک به ویژه در فناوریهای پیشرفته در صنعت خودرو میتواند سبب ایجاد مزیت رقابتی و رفع موانع تولید و ارتقا توانمندی دانش فنی اکتساب شده در سازمانهای تحقیق و توسعه خواهد بود. هچنین توسعه فناوری نیازمند هماهنگی بین کنشگران اصلی در فرایند توسعه فناوری میباشد تا علاوه بر ایجاد زیرساخت، آموزش، کاربرد، شرایط خدمات پس از فروش را در کلیه زنجیره تأمین فراهم نمایند.

مدلهای قبلی توسعه فناوری همانند مدل توسعه فناوری هوگمان و یا مدل کرولینگ به صورت همه جانبه و کامل تمامی جنبه های مهم و تاثیر گذار در فرایند توسعه را بررسی نکرده و صرفا جنبه های بارز را بررسی می نمایند ولیکن در این مدل که به نحوی نوآوری بخشی در صنعت خودروسازی محسوب می شود به تمامی جنبه های اثرگذار و شاخصه های مهم توجه شده است.

تحریم های اقتصادی و سیاسی زمینه مشارکت و همکاری مشترک شرکای خارجی جهت دسترسی به فناوری های نوین و نوظهور در صنعت خودرو سازی ایران را با محدودیت و چالش مواجه نموده است.

در این شرایط استفاده از مدلهای بومی و کاربردی به منظور بهره مندی از فرصت های بهبود جهت فائق آمدن بر کمبودها و تسریع فرایند توسعه فناوری ضروری به نظر می رسد.

ورود کنشگران جدید همانند مراکز فناوری دانشگاهی و یا شرکتهای دانش بنیان به منظور توسعه تحقیقات کاربردی و توسعه ای در حوزه صنعت خودرو میتواند بخش قابل توجه ای از کاستی ها را جبران نماید.

از آنجایی که تحقیقات بسیار کمی در ارتباط با این موضوع در صنعت خودروسازی ایران صورت پذیرفته است و اکثر تحقیقات خارجی صورت گرفته اساس تحقیقات کیفی و به صورت گزارش آماری و نموداری بوده و بیشتر

حالت توصیفی دارد ، لذا چارچوب تحقیق میتواند کمک شایانی در مفهوم و طرحریزی مشترک ارزش آفرین در توسعه فناوریهای صنعت خودروسازی محسوب گردد.

برخی از جنبه های بارز مدل توسعه فناوری مبتنی بر همکاری مشترک که سیاستگذاران و متولیان صنعت خودرو در برنامه های عملیاتی خود جهت حصول اطمینان از دستیابی به محصول فناورانه دارند، عبارت است از:

- وجود یکپارچگی در طول فرآیند طراحی و تکوین محصول و توسعه فناوری
- امکان استفاده از مهندسی همزمان در طول فرآیند طراحی و تکوین محصول و کاهش زمان در توسعه فناوری
- درگیری تامین کنندگان و بخشهای عملیاتی خودروسازی در کلیه مراحل فرایند
- تعریف محصول براساس نیاز مشتریان وتشویق سرمایه گذاری
- ایجاد رویه ای جامع برای تصمیم گیری و کنترل تغییرات طراحی محصول و فناوری
- کاهش زمان در طول فرآیند طراحی و تکوین
- شفافیت مراجع، معیارها و اطلاعات لازم تصمیم گیری مدیریت ارشد در طول فرآیند
- طراحی بر اساس نیازهای ذینفعان
- وجود هماهنگی لازم بین ذینفعان در کلیه مراحل فرایند توسعه فناوری
- ایجاد برنامهای منسجم برای تصدیق و صحه گذاری محصول و فناوری

اجرای مدل مذکور مستلزم سرمایهگذاری لازم در مراکز تحقیق و توسعه جهت بر آورده نمودن استانداردهای ۸۵ گانه صنعت خودرو و همکاری مشترک داخلی و خارجی در واحدهای تحقیق و توسعه می باشد. ایجاد هم افزایی و ادغام مراکز موازی تحقیق و توسعه و تخصصی نمودن مجموعه های خودرویی با هدف ارتقای رقابتپذیری و توسعه پلتفرمهای مشترک در مقیاس تولید اقتصادی جهانی، گامهای پیش رو در این صنعت می باشد.

فهرست منابع

* تقی تبار ملکشاه، مهری. (۱۳۹۶). *ارزیابی روش‌های تولید سبز با استفاده از ترکیب مدل‌های DANP ،PROMETHEE (موردمطالعه : شرکت نفت و گاز پارس)* (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشکده دانشگاه مازندران، دانشکده علوم اقتصادی و اداری.
* دهقان نیری، محمود؛ خدابخش، محسن؛ و امامیان، سیدامیرحسین. (۱۳۹۵). ارائه مدل برنامه‌ریزی تولید سبز در صنعت خودرو (مورد مطالعه: شرکت ایران خودرو). *پژوهش های نوین در تصمیم گیری*، ۴(۱)، ۴۵-۶۹.
* رضایی، آفرین؛ دهقان دهنوی، حسن؛ بابائی میبدی، حمید؛ و انوری، علیرضا. (۱۴۰۰). طراحی مدل مفهومی تولید سبز با رویکرد مدل سازی ساختاری تفسیری. *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲۳(۱۲)، ۱-۱۶.

* صادقی، راحله. (۱۳۹۹). *بررسی رابطه بین مدیریت زنجیره تامین سبز و کارایی هزینه ها، اثربخشی مشتری و تفکیک زیست محیطی(مطالعه موردی در صنایع قطعات خودرو)* (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشکده دانشگاه پیام نور استان خراسان رضوی، مرکز پیام نور مشهد.

* Agarwal, Sucheta; Saxena, Kuldeep Kumar; Agrawal, Vivek; Dixit, Jitendra Kumar; Prakash, Chander; Buddhi, Dharam; & Mohammed, Kahtan A. (2022). Prioritizing the barriers of green smart manufacturing using AHP in implementing Industry 4.0: a case from Indian automotive industry. *The TQM Journal*, (ahead-of-print).
* D'Angelo, Viviana; Cappa, Francesco; & Peruffo, Enzo. (2023). Green manufacturing for sustainable development: The positive effects of green activities, green investments, and non-green products on economic performance. *Business Strategy and the Environment*, *32*(4), 1900-1913.
* Farahani, Poorya; Meier, Christoph; & Wilke, Jörg. (2017). Digital supply chain management agenda for the automotive supplier industry. In *Shaping the digital enterprise* (pp. 157-172). Springer.
* Gazzola, Paola; Del Campo, Ainhoa Gonzalez; & Onyango, Vincent. (2019). Going green vs going smart for sustainable development: Quo vadis? *Journal of cleaner production*, *214*, 881-892.
* Govindan, Kannan; Kaliyan, Mathiyazhagan; Kannan, Devika; & Haq, A Noorul. (2014). Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. *International journal of production economics*, *147*, 555-568.
* Guchhait, Rekha; Sarkar, Mitali; & Sarkar, Biswajit. (2021). How Much Green Investments Are Efficient for a Smart Production System? (pp. 450-459). Presented at the IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems, Springer.
* Gunasekaran, Angappa; Rai, Bharatendra K; & Griffin, Michael. (2011). Resilience and competitiveness of small and medium size enterprises: an empirical research. *International journal of production research*, *49*(18), 5489-5509.
* Henriques, João; & Catarino, Justina. (2016). Motivating towards energy efficiency in small and medium enterprises. *Journal of Cleaner Production*, *139*, 42-50.
* Hoffmann, Marcus. (2019). A Survival Guide for Europe's Car Dealers. *Bain & Company*.
* Horvath, Dóra; & Szabo, Roland Zs. (2019). Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities? *Technological forecasting and social change*, *146*, 119-132.
* Industria, CCOO. (2018). Situación y perspectivas en el sector del automóvil, medidas ambientales, digitalización y automatización de la industria. *Madrid: Area de Estrategicas Sectoriales. Obtenido de http://industria. ccoo. es/9ddeee3ef0745110d18ae92f9a4bc706000060. pdf*.
* Karpovich, Oleg G; Bulgarov, Murat A; Deberdeeva, Nelia A; & Abashin, Evgeniy G. (2022). Mechanism of Implementation of "Green" Investment-Innovative Initiatives in "Smart" Production Under the Control of Artificial Intelligence in the Interests of Environmental Safety of the Region. In *Industry 4.0: Fighting Climate Change in the Economy of the Future* (pp. 461-467). Springer.
* Kiel, Daniel; Müller, Julian M; Arnold, Christian; & Voigt, Kai-Ingo. (2017). Sustainable industrial value creation: Benefits and challenges of industry 4.0. *International journal of innovation management*, *21*(8), 1740015.
* Lee, Jay; Bagheri, Behrad; & Kao, Hung-An. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, *3*, 18-23.

* Lu, Yuqian; Xu, Xun; & Wang, Lihui. (2020). Smart manufacturing process and system automation–a critical review of the standards and envisioned scenarios. *Journal of Manufacturing Systems*, *56*, 312-325.
* Moktadir, Md Abdul; Ali, Syed Mithun; Kusi-Sarpong, Simonov; & Shaikh, Md Aftab Ali. (2018). Assessing challenges for implementing Industry 4.0: Implications for process safety and environmental protection. *Process safety and environmental protection*, *117*, 730-741.
* Monostori, László; Kadar, Botond; Bauernhansl, Thomas; Kondoh, Shinsuke; Kumara, Soundar; Reinhart, Gunther; Sauer, Olaf; Schuh, Gunther; Sihn, Wilfried; & Ueda, Kenichi. (2016). Cyber-physical systems in manufacturing. *Cirp Annals*, *65*(2), 621-641.
* Oesterreich, Thuy Duong; & Teuteberg, Frank. (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in industry*, *83*, 121-139.
* Parker, Craig M; Redmond, Janice; & Simpson, Mike. (2009). A review of interventions to encourage SMEs to make environmental improvements. *Environment and planning C: Government and policy*, *27*(2), 279-301.
* Raj, Alok; Dwivedi, Gourav; Sharma, Ankit; de Sousa Jabbour, Ana Beatriz Lopes; & Rajak, Sonu. (2020). Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: An inter-country comparative perspective. *International Journal of Production Economics*, *224*, 107546.
* Ramdani, Boumediene; Raja, Siddhartha; & Kayumova, Marina. (2022). Digital innovation in SMEs: a systematic review, synthesis and research agenda. *Information Technology for Development*, *28*(1), 56-80.
* Riasanow, Tobias; Galic, Gabriela; & Böhm, Markus. (2017). Digital transformation in the automotive industry: towards a generic value network.
* Sharif, Arshian; Kocak, Sinem; Khan, Hafizah Hammad Ahmad; Uzuner, Gizem; & Tiwari, Sunil. (2023). Demystifying the links between green technology innovation, economic growth, and environmental tax in ASEAN-6 countries: The dynamic role of green energy and green investment. *Gondwana Research*, *115*, 98-106.
* Vaidya, Saurabh; Ambad, Prashant; & Bhosle, Santosh. (2018). Industry 4.0–a glimpse. *Procedia manufacturing*, *20*, 233-238.
* Weindelt, Bruce. (2016). Digital transformation of industries: automotive industry (Vol. 4). Presented at the World Economic Forum in collaboration with Accenture.
* Wells, Peter; Wang, Xiaobei; Wang, Liqiao; Liu, Haokun; & Orsato, Renato. (2020). More friends than foes? The impact of automobility-as-a-service on the incumbent automotive industry. *Technological Forecasting and Social Change*, *154*, 119975.
* Yarali, Abdulrahman. (2022). Digital Transformation Trends in the Automotive Industry.

Financial Economics
Vol. (13) Issue (52) Winter 2024

Presenting a model for the development of green investment in smart production systems based on digital transformation in the automotive industry

Seyyed Alireza Mir Arab Baighi
Assistant Professor, Department of Management and Accounting, Islamic Azad University, Rodhan, Iran
Mirarab_alireza@yahoo.com

Fatemeh Gheyasi Tabari,
Doctoral student of Industrial Management - Production in Operations, Department of Management, Roudhen Branch, Islamic Azad University, Roudhen, Iran
Correspondence Officer
Fatemeh.gheyasi2021@gmail.com

Saber Khandan Alamdari
Assistant Professor, Department of Management and Accounting, Islamic Azad University of Roudhen, Iran
sabersum@yahoo.com

Abstract
The purpose of this research is to provide a model for the development of green investment in smart production systems based on digital transformation in the automotive industry. In this research, using the targeted snowball method, the opinions of 20 experts were used. The process of data analysis was carried out in two stages, which includes the identification of factors affecting the development of green investment in smart production systems based on digital transformation in the automobile industry through interview tools and using thematic analysis and research model design. Using the questionnaire tool and interpretive structural modeling method. The results of the research showed that the final model of the research has six main levels, and the component of developing the model of green investment and smart production (branding, localization, assembly or joint production) is placed in the sixth level of the model. Therefore, it is necessary to start the development of green investment in production systems based on digital transformation with the mentioned factor in order to provide the ground for the realization of other factors at higher levels.
Keywords: green investment, green production, smart production, digital transformation