

# ارائه الگوی گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی در صنعت خودرو

■ روح اله ارجمندی<sup>۱</sup>

دانشجوی دکتری تخصصی، مدیریت تکنولوژی تحقیق و توسعه، دانشکده مدیریت و حسابداری دانشکدگان فارابی دانشگاه تهران

■ محمدرضا فتاحی<sup>+</sup>\*

دانشیار دانشکده مدیریت و حسابداری دانشکدگان فارابی دانشگاه تهران قم، ایران

■ منوچهر منطقی<sup>۲</sup>


استاد، دانشکده صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

■ میثم شهبازی<sup>۳</sup>

استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری دانشکدگان فارابی دانشگاه تهران قم، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۱۴، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۹/۷ و تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۱۹

صفحات: ۸۰-۹۶

10.22034/jtd.2022.1972025.1808 

## چکیده

پژوهش حاضر با هدف سنتز ادبیات گسترده در مورد گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی صورت گرفته تا چارچوب جامع و یکپارچه‌ای از صنعت ۴،۰ را در قالب پارادایم صنعت خودرو ارائه نماید. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی است و با روش کیفی فراترکیب یا سنتز پژوهی انجام شده است. جامعه آماری، کلیه مطالعات انجام شده در بازه زمانی ۲۰۱۷ تا مارس ۲۰۲۲ است. در این راستا ۳۵۴ پژوهش در زمینه موضوع مورد نظر ارزیابی و در نهایت ۳۵ مقاله به صورت هدفمند انتخاب گردید و با تحلیل محتوا و ترکیب ادبیات مربوطه با روش کدگذاری باز، محوری و انتخابی، در مجموع ۱۰۷ کد ۲۴ مفهوم، ۷ مقوله کلیدی طی فرآیند جستجو و ترکیب نظام‌مند انتخاب و مورد تحلیل قرار گرفت و اعتبار آن از طریق آزمون کاپای کافمن تأیید گردید. نتایج تحلیل نشان داد مهم‌ترین مقوله‌های کلیدی شناسایی شده شامل؛ منابع، عوامل سازمانی، سیاست‌های دولت، عوامل فرهنگی، بازار، عوامل قانونی- حمایتی و محیط نهادی است که در سه رده عوامل اصلی، زمینه‌ای و محیطی دسته‌بندی شدند. در نهایت پس از طی مراحل هفت‌گانه پژوهش الگوی گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی تدوین گردید. این پژوهش درک عمیق از ادبیات موجود در مورد صنعت ۴،۰ را با سازماندهی عوامل مؤثر بر آن ارائه می‌دهد و می‌تواند در سیاست‌گذاری صنعت خودرو جهت گذر از فناوری‌های قدیمی به سمت فناوری‌های هوشمند مورد استفاده قرار گیرد.

**کلید واژگان:** گذار فناورانه، نسل چهارم انقلاب صنعتی، صنعت خودرو، روش فراترکیب.

۱ شماره نمابر: ۰۲۵-۳۶۱۶۶۱۰۰ و آدرس پست الکترونیکی: Arjmandi.rouhalle@ut.ac.ir

\* عهده دار مکاتبات

+ شماره نمابر: ۰۲۵-۳۶۱۶۶۵۱۹ و آدرس پست الکترونیکی: Reza.fathi@ut.ac.ir

۲ شماره نمابر: ۰۲۱-۸۶۰۵۱۴۶۴۰ و آدرس پست الکترونیکی: Manteghi@guest.ut.ac.ir

۳ شماره نمابر: ۰۲۵-۳۶۶۴۴۰۸۱ و آدرس پست الکترونیکی: Meisamshahbazi@ut.ac.ir

## ۱- مقدمه

را جهت اشتغال‌زایی پایدار و استفاده از افراد تحصیل کرده و دارای مهارت فراهم می‌کند که یکی از مهم‌ترین مشکلات حال حاضر کشور است. شکوفایی این صنعت به دلیل معضلات زیست محیطی کمتر از سایر صنایع کشور و ایجاد اشتغال و ارزش افزوده بالا، همچنین پراکندگی در سراسر کشور می‌تواند موجبات توسعه پایدار کشور را فراهم نماید. هدف این مطالعه شناسایی الگوی گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی در صنعت خودرو ایران است.

با توجه به تحقیقات انجام شده، هیچ ارزیابی آماری از روند گذار شرکت‌ها به صنعت ۴,۰ در ادبیات وجود ندارد. این مطالعه به ادبیات کمک می‌کند؛ زیرا اولین مطالعه در این زمینه است و هم از نظر بخش خودرو مهم است. با این مطالعه، شرکت‌ها متوجه می‌شوند که چگونه فرآیند یکپارچه‌سازی صنعت ۴,۰ و رویکردهای آنها نسبت به این فرآیندها بر پذیرش فرآیندها تأثیر می‌گذارد. این مطالعه، در صنعت خودرو ایران مورد بررسی قرار گرفته است.

پس با جمع‌بندی از مطالب عنوان شده بالا، امروزه فناوری یکی از موضوعات کلیدی و اصلی سازمان‌ها و شرکت‌ها بوده و مدیریت موثر آن نیازمند توجه جدی و دقیق به جنبه‌های مختلف مدیریت فناوری است. در مدیریت فناوری چندین فرآیند مهم و اساسی مطرح هستند که یکی از مهمترین آنها، فرآیند اکتساب فناوری است. اگر به بهترین شیوه، فرآیندهای شناسایی و انتخاب فناوری انجام شده باشند تا زمانی که بنگاه و سازمان به فناوری دست پیدا نموده و آن را در اختیار نگیرد، کار جدی و واقعی صورت نگرفته است.

از آنجا که یکی از سریع‌ترین راه‌حل‌های متحول‌سازی صنعت خودرو کشور، استفاده از خط تولید هوشمند جهت بالا بردن کیفیت و بهره‌وری محصولات است، پاسخ به این پرسش که چارچوب گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی در صنعت خودرو ایران چگونه است، ضروری به نظر می‌رسد.

## ۲- ادبیات پژوهش

### ۲-۱- فناوری‌های صنعت ۴,۰

تعاریف مختلفی از فناوری‌های صنعت ۴,۰ وجود دارد اما هیچ طبقه‌بندی رسمی از آنها وجود ندارد [۲ و ۳]. به‌عنوان مثال، بانک جهانی [۴] فناوری‌های صنعت دیجیتال ۴,۰ را به‌عنوان فناوری‌هایی تعریف کرد که براساس بهبود کارایی اساسی ناشی از گروه فناوری به سه دسته زیر تعلق دارند: (۱) فناوری‌های اطلاعاتی که از داده‌های بزرگ و تجزیه و تحلیل استفاده

با انقلاب‌های صنعتی، تغییرات اساسی در فناوری و الگوهای تولید بوجود آمده است. معرفی فرآیندهای اتوماسیون، الکترونیک و فناوری اطلاعات در دگرگونی‌های کار ماشینی و دستی به انقلاب صنعتی چهارم منجر شد. این توسعه که از آن به‌عنوان انقلاب صنعتی چهارم یاد می‌شود، منجر به ظهور مفاهیمی مانند اینترنت اشیاء، داده‌های بزرگ و هوش مصنوعی شده است. فرآیند توسعه پویا صنعت ۴,۰ نتیجه تغییر فناوری، رقابت بیش از حد، تغییرپذیری خواسته‌های مشتری و تشکیل داده‌های بیش از حد است که کنترل آن دشوار است. اصطلاح صنعت ۴,۰ که از آن به‌عنوان چهارمین انقلاب صنعتی یاد می‌شود، دیجیتالی کردن کل زنجیره ارزش، به‌ویژه در صنعت تولید است. این دیجیتالی شدن در انقلاب صنعتی داده‌های زیادی را به همراه داشت. جهانی شدن شروع به دگرگونی کشورهای به‌شیوه‌ای هماهنگ با فناوری کرده است. ضرورت تحلیل کلان داده‌ها و فرآیند جهانی شدن به شکل‌گیری جامعه اطلاعاتی منجر می‌شود. از منظر بخشی، بخش خودرو یکی از بخش‌هایی است که تأثیر جهانی شدن در آن رایج‌ترین است. جایگاه زندگی انسان در جایگاهی مهم و تجدید مداوم تقاضا با توجه به تغییر تقاضا، محصولات خودرویی را به یک کالای مصرفی اجباری تبدیل کرده است. صنعت خودرو به‌عنوان یک گام مهم در توسعه از نظر نهادهای مورد استفاده در تولید، پیوندهای بین بخشی و نرخ اشتغال تلقی می‌شود [۱].

خودروسازی بیشترین سهم را در رشد اقتصادی کشور در بخش صنعت دارد و در بین ۲۰ شرکت بزرگ کشور قرار دارد (رتبه ششم). در طی سال‌های اخیر به نوعی یک موتور محرک برای صنعت بوده است. بیشترین میزان تولید ناخالص ملی ایران متکی به نفت است اما در بخش صنایع یکی از مهم‌ترین‌ها صنعت خودروسازی کشور است که طی چندین سال گذشته و به خصوص پس از رفع تحریم‌ها توانست رشد خوبی را تجربه کند. اما حاشیه سود پایین از بزرگترین معضلات این صنعت است که می‌توان با کمک گرفتن از صنعت چهارم بر این معضل فائق آمد.

باتوجه به این که رونق صنعت خودرو ایجاد ارتباط بین زنجیره تامین، تولید و توزیع کل کشور دارد، هوشمندسازی کارخانه‌ها می‌تواند هم‌افزایی در توسعه صنعتی کشور را به ارمغان آورد. صنعت خودرو با برداشتن تعداد زیادی بنگاه‌های کوچک، متوسط و بزرگ در ساخت قطعات و تجهیزات، مونتاژ و خدمات پس از فروش در اکثر نقاط کشور پراکنده هستند، ظرفیت بالایی

است. برای شناسایی پتنت‌های فناوری‌های صنعت ۴,۰، آنها کد CPC پتنت‌ها را بررسی کردند و دسته‌ها را به‌طور غیرمستقیم با ترکیب زیرمجموعه‌ها بازسازی کردند. علاوه بر این، آنها اکتشافی خود را برای طبقه‌بندی برخی از دسته‌هایی که شناسایی و تجزیه و تحلیل خلاصه داده‌های ثبت اختراع دشوار است، توسعه می‌دهند، در صورتی که این دسته‌ها به آنها اجازه شناسایی فناوری صنعت ۴,۰ را نمی‌دادند.

در کل صنعت ۴,۰، به‌عنوان تولید هوشمند یا صنعت یکپارچه شناخته می‌شود و به توانایی تأثیرگذاری بر کل تجارت از جمله طراحی محصول، ساخت و تحویل اشاره دارد [۷].

## ۲-۲- کاربردهای مهم صنعت ۴,۰ برای توسعه یک محیط پایدار

صنعت ۴,۰ عملیات فیزیکی و تولید را با فناوری دیجیتال ترکیب می‌کند. سازمان‌ها می‌توانند از یادگیری ماشین و پردازش بی‌درنگ داده‌ها برای بهبود کارایی، ساده‌سازی فرآیندها و تقویت توسعه استفاده کنند. اکنون تولید با کمک فناوری‌های صنعت ۴,۰ به‌طور کامل وارد عصر پایدار خواهد شد. تولید دیجیتال بهره‌وری، عملکرد، تطبیق‌پذیری و قابلیت اطمینان را افزایش می‌دهد و کسب و کارها را سودآورتر و طولانی‌تر می‌کند. بهبودهای احتمالی در حجم خروجی و کارایی و هزینه‌های سربار، عملیاتی و سرمایه‌کمر، انگیزه‌های کلیدی برای تولیدکنندگان برای سرمایه‌گذاری در تولید هوشمند است [۸]. همچنین مزایای پایداری وجود دارد که به نفع کارگران و محیط زیست است؛ مانند افزایش بهره‌وری منابع و انرژی، استقرار زیرساخت‌های پایدار، سلامت و ایمنی کارگران و بهبود کیفیت زندگی. جدول شماره ۱ کاربردهای مهم صنعت ۴,۰ برای محیطی پایدار را مورد بحث قرار می‌دهد.

می‌کنند (به‌عنوان مثال ابر، محاسبات، تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ و یادگیری ماشینی)؛ (۲) فناوری‌های عملیاتی که جایگزین نیروی کار از طریق ترکیب داده‌ها با اتوماسیون می‌شوند (به‌عنوان مثال، اینترنت اشیا (IoT)، چاپ سه بعدی و هواپیماهای بدون سرنشین هوشمند) و استفاده از (۳) فناوری‌های مبادله‌ای که با عرضه و تقاضا مطابقت دارند (مانند پلتفرم‌های دیجیتال و فناوری‌های دفتر کل توزیع‌شده).

سیفولیلی و موسیو [۵] فناوری‌های صنعت ۴,۰ را براساس بررسی‌های هم‌تایان متخصص به هشت دسته طبقه‌بندی کردند و آنها بر ورودی فرآیند تحقیق و توسعه برای این طبقه‌بندی تمرکز کردند. این دسته‌بندی‌ها شامل (۱) راه‌حل‌های تولید پیشرفته، (۲) تولید افزودنی، (۳) واقعیت افزوده، (۴) شبیه‌سازی بین ماشین‌های بهم پیوسته که فرآیندها را بهینه می‌کنند، (۵) فناوری‌های یکپارچه سازی افقی و عمودی که اطلاعات را در زنجیره ارزش یکپارچه می‌کند، (۶) اینترنت صنعتی و ابر که به ارتباط چند جهت بین فرآیندهای تولید و محصول کمک می‌کند، (۷) امنیت سایبری که عملیات شبکه را ایمن می‌کند و (۸) داده‌های بزرگ و تجزیه و تحلیل که محصولات و فرآیندها را بهینه می‌کند [۶].

بالاند و بوشما [۲] بر روی خروجی فعالیت‌های تحقیق و توسعه با استفاده از داده‌های ثبت اختراع تمرکز کردند و فناوری‌های صنعت ۴,۰ را در ۱۰ دسته مختلف طبقه‌بندی کردند. براساس کد سیستم طبقه‌بندی مشترک پتنت (CPC)، آنها به‌عنوان (۱) تولید مواد افزودنی؛ (۲) هوش مصنوعی؛ (۳) واقعیت افزوده؛ (۴) روبات‌های مستقل؛ (۵) وسایل نقلیه خودران؛ (۶) محاسبات ابری؛ (۷) امنیت سایبری؛ (۸) کامپیوترهای کوانتومی؛ (۹) ماشین ابزار و (۱۰) یکپارچه سازی سیستم دسته‌بندی شدند. CPC یکی از دقیق‌ترین طبقه‌بندی‌های فناوری را ارائه می‌دهد که به حدود ۲۵۰۰۰۰ دسته تقسیم شده

جدول ۱: کاربردهای مهم صنعت ۴۰ برای توسعه یک محیط پایدار

منبع	شرح	کاربردها
[۹]	صنعت ۴۰ در کارخانه‌های هوشمند فردا رایج می‌شود، زیرا شرکت‌های بیشتری فرآیندهای تولید خود را برای سازگاری با محیط زیست و پایداری مجدد جهت‌گیری می‌کنند. صنایع تولیدی از چند جهت پایه و اساس اقتصاد جهانی هستند. یک سازمان تجاری می‌تواند بیشتر به دنبال تجهیزات کارخانه متصل، سیستم‌های انرژی مجهز به هوش مصنوعی و دستگاه‌های صنعتی اینترنت اشیا باشد. فناوری‌های صنعت ۴۰ مصرف و توسعه مسئولانه را ممکن می‌سازد و قصد انجام کارهای بیشتری را دارد. به‌عنوان یک سازمان جهانی، استفاده کارآمد از منابع طبیعی و محیط زیست از طریق تفکر اقتصاد دایره‌ای و آگاهی از اقلیم مدیریت می‌شود.	کارخانه‌های هوشمند پایدار
[۱۰]	در کاهش آلودگی پلاستیکی، ردپای کربن و آب، کارخانه‌ها در بخش‌های مختلف پیشرفت کرده‌اند. این به فناوری‌های صنعت ۴۰ مانند روباتیک، انرژی‌های تجدیدپذیر، جمع‌آوری و پیش‌بینی داده‌ها، اینترنت اشیا و دیجیتال شدن بستگی دارد. برای تولید، نیاز به برق، زباله یا سوخت‌های فسیلی معمولی ضروری نیست. از کاربردهای این فناوری‌ها برای موسسات تحقیق و توسعه استفاده می‌شود. این تحقیق و توسعه بعدی مصرف انرژی خورشیدی، ایمنی انرژی و مواد سبک وزن را پوشش می‌دهد.	کاهش ردپای کربن و کنترل آلودگی
[۱۱]	صنعت ۴۰ کاربردهای زیادی برای ایجاد یک ساختمان پایدار دارد، از معماری گرفته تا مدیریت مداوم. معماران اکنون از نرم افزار مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای بهینه سازی ساختمان‌ها برای پایداری استفاده می‌کنند. فناوری‌های دیجیتال ممکن است عناصری مانند باکتری‌های دوستدار محیط زیست را ترکیب کنند که به‌طور طبیعی ساختارها را در سازه‌های صنعتی و تجاری ترمیم می‌کنند. با استفاده از فناوری‌های صنعت ۴۰، طراحی و معماری پایدار در حال حاضر امکان پذیر است. سیستم‌های گرمایش و سرمایش پس از نصب، برای بهره‌وری انرژی در زمان واقعی خود تنظیم می‌شوند. حسگرها و دستگاه‌های اینترنت اشیا می‌توانند به سیستم‌های کنترل محیطی بگویند که هنگام خروج افراد از ساختمان، چراغ‌ها و تهویه مطبوع را خاموش کنند.	ساختمان‌های پایدار
[۱۲]	این شامل محصولات و خدمات شرکت و استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات دیجیتال برای کاهش اثرات زیست محیطی مثبت صنایع دیگر می‌شود. موارد مرتبط در فرآیند تولید شناسایی، تجزیه و تحلیل و در صنایع برای اثبات و تعیین کمیت تأثیرات مثبت تولید هوشمند با استفاده از فناوری‌های دیجیتال اعمال شده است. این یک ابتکار جسورانه تحول دیجیتال را برای افزایش بهره‌وری عملیاتی، سلامت و ایمنی شغلی و همکاری با واحد طراحی محصول برای اطمینان از همسویی طراحی با فرآیند تولید آغاز کرده است.	اطلاعات دیجیتال برای تأثیر مثبت زیست محیطی
[۱۳]	این فناوری‌ها با رویکردی کلی برای مقابله با پیچیدگی فن‌آوری، ساخت و تجزیه و تحلیل اثر پایداری برای افزایش مزایای پایداری تولید هوشمند ارائه می‌کنند. فرآیندهای تولید بر اساس فناوری‌ها و معیارهایی مانند اتصال بی‌سیم سلولی 5G، اینترنت اشیا، یادگیری ماشینی و واقعیت افزوده ارزیابی و خوشه‌بندی شدند. ایده‌های جدید به موارد استفاده واقعی تبدیل شدند که باعث بهبود کسب و کار، پایداری و ادغام بین تولیدکنندگان، تامین کنندگان و مشتریان شد.	افزایش مزایای پایدار
[۱۴]	صنعت ۴۰ با پیوند دادن ابزارهای اندازه‌گیری و دانش کامل و زیرساخت اتوماسیون شرکت‌های تولیدی در مدیریت انرژی و خدمات محقق می‌شود. گسترش قابلیت‌های جمع‌آوری، انتقال و ذخیره حجم وسیع داده‌های مربوط به مصرف، تولید و انتقال انرژی. تکثیر داده‌ها و افزایش دسترسی به منابع کامپیوتری، تکنیک‌های هوش مصنوعی ویژه را قادر می‌سازد تا تشخیص و تجزیه و تحلیل متغیرهای الگوهای علاقه در صنایع مختلف را تسهیل کند.	مدیریت خدمات
[۱۵ و ۱۶]	یک هدف کلی افزایش بهره‌وری، رقابت و سرمایه‌گذاری کلی یک عملیات با استفاده از صنعت ۴۰ است. مزایای مستقیم هستند و می‌توانند به چرخه کسب و نتیجه و سرمایه‌گذاری مجدد منجر شوند. رقابت بیشتر منجر به بهبود عملکرد مالی می‌شود و پول نقد اضافی در دست می‌تواند ظرفیت و بهره‌وری را افزایش دهد. مدیریت انرژی یکی از پایه‌های ضروری صنعت ۴۰ است. این امر در فعالیتهای پیشگیرانه سازمان‌ها برای مصرف کارآمد منابع و خدمات استفاده می‌شود. علاوه بر این، ادغام منابع مختلف تولید برق در یک بازار پر تقاضا و پراکنده نیاز دارد.	افزایش بهره‌وری
[۱۷]	تمام نوآوری‌های زیست محیطی با استفاده از صنعت ۴۰ توسط جدیدترین موضوع اتوماسیون و اشتراک گذاری صنعتی پوشش داده شده است. انتقال دانش بین افراد و ماشین‌آلات، فرآیندهای خودکار کارخانه‌ها را افزایش داده، کارایی را افزایش داده و تولید زباله را کاهش داده است. اینترنت اشیا ماشین‌های سیمی، حسگرها، محرک‌ها و شبکه رایانه‌ای است که اطلاعات را جمع‌آوری و به اشتراک می‌گذارد. دوقلو دیجیتال یک مدل مجازی از ویژگی‌های فیزیکی، فرآیندها، سیستم‌ها و تجهیزات است که در نتیجه هم‌عناصر و هم‌پویایی سیستم را نشان می‌دهد. دوقلوهای دیجیتال می‌توانند برنامه‌ریزی آینده، جمع‌آوری داده‌ها، نظارت بر دستگاه و موارد دیگر را ارائه دهند. سیستم‌های فیزیکی-سایبری به‌عنوان یکپارچه سازی محاسباتی، شبکه، فرآیندهای فیزیکی و نوآوری‌های محیطی در سیستم شناخته شده‌اند.	تقویت نوآوری‌های زیست محیطی
[۱۸]	یادگیری ماشینی شاخه‌ای از هوش مصنوعی است که در آن رایانه‌ها را می‌توان طوری برنامه‌ریزی کرد که به‌جای کدگذاری دستگاه برای انجام یک کار، داده‌ها را گرفته و به آن فکر کنند. یکی از برنامه‌های تحقیق و توسعه اولیه، فرصت‌هایی را برای گنجاندن مشاغل کوچک و متوسط از طریق آموزش، سرمایه‌گذاری استراتژیک، کمک‌های مالی، گروه‌های وظیفه و طرح‌های تحقیقاتی پیشرفته شناسایی کرده است. بیشتر کارها برای ایجاد مکانیسم‌هایی برای اطمینان از عدم سوء استفاده از داده‌های شخصی و شرکت در این بخش انجام می‌شود.	انجام کار موردنیاز

[۱۹]	<p>شبکه رایانش ابری با هم کار می‌کند؛ به طوری که یک ناظر خارجی معتقد است که یک موجودیت واحد است. این داده‌ها را می‌توان برای بهینه سازی تولید، پیش بینی شکست فرآیند و کاهش زمان خرابی و غیره استفاده کرد. قابلیت همکاری انتقال آزادانه و کارآمد دانش را به هر واحد، حسگر، محرک، دستگاه، ربات و انسان امکان پذیر می‌کند. سیستم‌های ابری تمایل دارند ماشین و سایر رایانه‌ها را در صنایع اجرا کنند. داده‌های بزرگ و تجزیه و تحلیل به مجموعه داده‌های گسترده و پویا در دسترس از منابع مختلف فناوری یادگیری ماشین اشاره دارد. صنعت ۴،۰ رویکردها، اصول و راه‌حل‌هایی را توسعه می‌دهد که ایمنی و بهینه سازی تولید را در صنایع فراهم می‌کند. تاکید بر استراتژی‌های پیشگیری است که می‌توانند از ابتدا در برنامه‌ها ادغام شوند و در عین حال سیستم‌های موجود را برای برآوردن معیارهای ایمنی فعلی مدرن‌سازی کنند.</p>	بهینه‌سازی تولید
[۲۰]	<p>آموزش و سیستم‌های آماده سازی برای کمک به افراد برای توسعه مهارت‌ها برای موفقیت در مشاغل صنعتی نوظهور ۴،۰ مورد نیاز است. این راه‌حل‌های بهتری را برای فعال‌سازی کسب‌وکارها فراهم می‌کند و با گنجاندن گزینه‌های آموزش حرفه‌ای و آکادمیک، نیروی کار لازم برای اشتغال بالقوه را تضمین می‌کند. در چند صد سال گذشته، تحولات فناوری مختلفی در تجارت و بخش صنعتی متحول شده است. در حال حاضر بسیاری از عناصر فنی صنعت ۴،۰ وجود دارد. بنابراین، انقلاب رایانه‌ها، سیستم‌ها و کالاها را در کنار هم قرار می‌دهد. ربات‌ها بخش ضروری اتوماسیون انعطاف پذیر هستند و در بسیاری از کاربردها از جوشکاری و برش پلاسما گرفته تا مونتاژ و تکمیل برای تولید صنعتی استفاده می‌شوند. ربات‌ها همچنین چندین مزیت ممکن را به تامین کنندگان در هر اندازه‌ای می‌دهند. سیستم‌های رباتی می‌توانند مدیریت کیفیت، محیط کار سالم، کاهش تنگناها، افزایش کارایی، افزایش رضایت کارگران و موارد دیگر را در صورت استفاده صحیح افزایش دهند.</p>	توسعه مهارت و اتوماسیون انعطاف پذیر
[۲۱]	<p>روش‌های ناب به شدت توسط صنعت خودرو پذیرفته شد. ناب در مورد حذف زباله از تمام جنبه‌های تولید است. تفکر ناب به تولیدکنندگان اجازه می‌دهد تا از بسته بندی و مواد اولیه گرفته تا انرژی کمتر خرید کنند. واکنش به تغییرات آب و هوایی همچنین فرصتی برای افزایش سودآوری و گسترش صنعت و در عین حال ایجاد تصویر سبز و توسعه پایدار است. به نظر می‌رسد، غلظت سنسورهای کم هزینه با یکپارچه سازی و تجزیه و تحلیل کلان داده‌ها تأثیری داشته باشد که یک سیستم تولید موثر را ایجاد می‌کند. این نوآوری‌ها بینش جدیدی را در مورد چگونگی بهینه سازی فرآیندهای تولید و زنجیره تامین برای کاهش قیمت‌ها و بهبود تجربه مشتری به تامین کنندگان ارائه می‌دهد. شیوه‌های تولید هوشمند به حداقل رساندن زباله و آلودگی گازهای گلخانه‌ای در طول مسیر، چه به اشتباه یا طراحی کمک می‌کند.</p>	به حداقل رساندن ضایعات
[۲۲]	<p>از تولید افزودنی برای ساخت قطعات کوچکتر و سنگین تر استفاده می‌شود که می‌توانند برای جایگزینی مجموعه‌های پیچیده استفاده شوند. این فناوری ساخت پیشرفته باعث صرفه جویی در مواد می‌شود و برای صرفه جویی در مصرف سوخت، قسمت خودرو را سبک تر می‌کند. این امر فرآیند تولید را نسبت به مهر زنی و جوشکاری دشوارتر می‌کند. فناوری‌های صنعت ۴،۰ همچنین به تولیدکنندگان اجازه می‌دهد تا با یافتن راه‌هایی برای استفاده از منابع و محتوای کمتر، پایدارتر شوند. بنابراین، بسیاری به دنبال نوآوری در فرآیند هستند. در سرتاسر جهان، تولیدکنندگان برای کاهش اثرات زیست محیطی خود تحت فشار هستند. این شامل یادگیری درخواست‌های دریافتی، شناسایی و به کارگیری فعالیت‌های سازگار با محیط زیست است که مناسب ترین هستند و آنها را برای برآوردن نیازهای صنعت تنظیم می‌کند.</p>	بخش فندک خودرو برای مصرف سوخت بهتر
[۲۳]	<p>در بیشتر بخش‌ها، پیشرفت‌های قابل توجهی در زمان‌های توسعه محصول جدید و زمان عرضه به بازار حاصل شده است. این باعث صرفه جویی قابل توجهی در هزینه هم برای تجارت و هم در تولید می‌شود. این سطح جدید از جزئیات می‌تواند جهت محصول جدید، نگهداری پیشگیرانه و شناسایی و حذف سریع مشکلات را امکان پذیر کند. با این حال، تنوع رویکردها و کاربردهای موجود و فقدان قوانین یکپارچه، شرکت‌ها را قادر نمی‌سازد تا به هر یک از این مسائل به‌طور مستقل رسیدگی کنند. در ترکیب با منابع نرم‌افزار برتر و پایگاه‌های اطلاعاتی خاص صنعت، خدمات مشاوره پایداری به کسب‌وکارها در هر اندازه و صنایع کمک می‌کند تا از طریق فناوری‌های صنعت ۴،۰ به الزامات عملکرد زیست‌محیطی خاص خود رسیدگی کنند. این فناوری‌ها می‌توانند کف کارخانه را براساس تولید گسسته تغییر دهند.</p>	شناسایی و رفع سریع مسائل مختلف
[۲۴]	<p>صنعت ۴،۰ مقابله می‌کند که همگرایی تولید فناوری سایبری جدید، کنترل موازی را برای ماشین آلات الکترونیکی فراهم می‌کند. وقتی Industry 4.0 به‌طور کامل در هر سطح گسترش یابد، شبکه‌های کارخانه مستقلی ایجاد می‌کند که می‌تواند عملیات فیزیکی را بدون دخالت دست انسان اجرا کند و فوراً عیوب را برطرف کند. برخی از صنعت ۴،۰ رویایی تر است که تولیدات را قادر می‌سازد تا در سطح جهانی شبکه شوند. به عبارت دیگر، مرزهای جغرافیایی بین مناطق کارخانه در زمینه مجازی متوقف می‌شود، بنابراین از محاسبات ابری و هوش مصنوعی برای پیوند زیرساخت‌های اینترنت اشیا در همه کارخانه‌ها استفاده می‌شود.</p>	کنترل ماشین‌های الکترونیکی
[۲۵]	<p>فرآیندهای تولید پایدار با شیوه‌هایی مانند استفاده طولانی و مکرر از مواد خام با بازیافت، استفاده از مواد زاید داخلی و بازارهای وابسته بهم برای محصولات جانبی متمایز پشتیبانی می‌شوند. بسیاری از موسسات صنعتی که طرح‌های تولید زیست‌محیطی را در شرکت‌ها بهبود بخشیده‌اند، کارایی بهتری نشان داده‌اند. صنعت ۴،۰ دستاوردهای آینده در بهره وری منابع تولید با مقادیر زیاد داده توسط ربات‌ها است. این امر شیوه‌های کاری و حتی مراقبت‌های بهداشتی را که به دلیل طیف وسیع تری از خدمات است، بهبود می‌بخشد.</p>	بازیافت مواد زائد

### ۲-۳- مطالعات تجربی

در این قسمت در زمینه گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی پژوهش‌های مختلفی صورت گرفته است که به بررسی این موضوع از ابعاد مختلف پرداخته می‌شود.

روجاس بریو و همکاران [۲۶] در مطالعه‌ای با عنوان "عوامل موثر بر پذیرش فناوری ۴,۰ در تولید شرکت‌های کوچک و متوسط در یک کشور در حال ظهور" به بررسی جنبه‌های انگیزه‌بخش، سودمند و موانع اجرای فناوری‌های نوظهور و همچنین نقش محیط سازمانی در یک کشور در حال توسعه پرداخته‌اند. دو گروه از دسته بندی‌ها بدست آوردند که در داخل آنها زیرمجموعه‌ها قرار گرفتند. این دو گروه مقوله‌های موجود و نوظهور هستند که جنبه‌هایی را نشان می‌دهند که انگیزه، سود و مانع پذیرش فناوری‌های نوظهور ۴,۰ هستند. شناسایی یک متغیر نوظهور در مطالعه بازدارنده‌ها و تسهیل‌کننده‌های پذیرش و پیاده‌سازی فناوری‌های ۴,۰ کمک ارزشمندی است؛ زیرا این امکان را می‌دهد که مشکل تامین مالی را به‌عنوان یک متغیر مهم در فرآیندهای معرفی به صنعت ۴,۰ برای شرکت‌های کوچک و متوسط در نظر گرفته شود. سرباستاوا و همکاران [۲۷] در مطالعه‌ای با عنوان "پذیرش صنعت ۴,۰ با استفاده از عوامل سازمانی" به بررسی عوامل کلیدی که بر تصمیم برای پذیرش صنعت ۴,۰ در مؤسسات آموزش فنی تأثیر می‌گذارد، پرداخته‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهد که بعد سازمانی در تعیین پذیرش یا عدم پذیرش صنعت ۴,۰ حیاتی است. نشان می‌دهد که پشتیبانی مدیریت ارشد، منابع داخلی و قابلیت‌های کارکنان آموزشی برای پذیرش صنعت ۴,۰ حیاتی هستند. علاوه بر این، یافته‌ها نشان می‌دهد که تفاوت‌های قابل توجهی بین مؤسسات آموزش فنی دولتی و خصوصی در مورد پذیرش صنعت ۴,۰ وجود دارد. دریابینا و تروبنیکووا [۲۸] در مطالعه‌ای با عنوان "تأثیر تحول دیجیتال در صنعت خودرو بر تغییر مدل کسب و کار صنعت" به بررسی تأثیر فناوری‌های مدرن و به‌ویژه دیجیتالی‌سازی بر تحول و توسعه آینده صنایع و همچنین تغییرات مدل‌های اقتصادی هم در خود صنعت و هم در سطح یک دولت و در روابط اقتصادی بین‌دولتی پرداخته‌اند. رویکردهای مورد استفاده در تحقیق شامل تحلیل پیش‌آگهی رفتار نهادهای بازار تحت تأثیر فناوری‌های دیجیتال جدید است. تحول دیجیتال در حال تغییر مدل کسب و کار سنتی و زنجیره ارزش است. روندهای در حال ظهور عبارتند از: شخصی‌سازی خدمات و راه‌حل‌های تعامل فردی با مشتری؛ تعامل پیش‌فروش، تجربه رانندگی سفارشی، تحرک هدفمند، ادغام اینترنت اشیا، نمایندگی‌های خودرو، بیمه شخصی، بیمه

داده‌های شخصی، پروفایل‌های مشتریان به اشتراک‌گذاری خودرو و غیره. همانطور که صنعت در حال حرکت است. از تولید ساده یک خودرو تا ایجاد یک مرکز حمل و نقل دیجیتال هوشمند و متصل، شرکت‌ها باید خود را با زنجیره ارزش و چرخه زندگی مشتری وفق دهند، نه خودرو. خودروهای متصل مانند انقلاب تلفن‌های همراه، ادامه و بیان فردیت و سبک مشتری خواهند بود. تحول دیجیتال در صنعت خودرو، تحولات مثبتی را هم برای مصرف‌کنندگان و هم برای کل جامعه به همراه خواهد داشت و در عین حال بر محیط زیست تأثیر می‌گذارد و مشاغل جدیدی ایجاد می‌کند که البته باید مورد توجه قرار گیرد. دولت نیز به‌عنوان یک نهاد نظارتی از آن حمایت می‌کند. یسما و همکاران [۲۹] به بررسی عوامل مؤثر بر انتقال فناوری در SME‌های تولیدی در شهر دبرهان پرداخته‌اند. یافته‌های این مطالعه به‌طور کلی نشان داد که شرکت‌های کوچک و متوسط در حالی که در تلاش برای انتقال فناوری در کارخانه خود هستند، با مشکلات متعددی مواجه هستند. این مطالعه نشان داد که فاکتور اطلاعات فناورانه، عامل همکاری شرکت‌های کوچک و متوسط و عامل زیرساخت فناوری، از عوامل خارجی عمده‌ای هستند که تا حد زیادی بر انتقال فناوری تأثیر منفی می‌گذارد. با توجه به کمبود فاکتور اطلاعات فناورانه در دسترسی به اطلاعات فناورانه، عدم دسترسی به خدمات اینترنتی از عوامل مؤثر بر انتقال فناوری است. در عامل همکاری عدم همکاری با موسسات، روابط ضعیف با افراد فنی از عوامل مؤثر بر انتقال فناوری است. علاوه بر این، فقدان نوآوری، اصلاح و اجرای ضعیف از عوامل زیرساختی است که به میزان بیشتری بر انتقال فناوری تأثیر منفی می‌گذارد. عوامل توانمندی و فرهنگ سازمانی از عوامل داخلی اصلی در تأثیرگذاری نامطلوب بر انتقال فناوری به میزان بیشتری است. کمبود مالی و کمبود نیروی انسانی از عوامل توانمندی است. تعهد ضعیف برای تغییر، عدم تشویق کارکنان برای فعالیت‌های خلاقانه و عدم سرمایه‌گذاری برای انتقال فناوری عوامل سازمانی است که انتقال فناوری را تا حد زیادی تحت تأثیر قرار می‌دهد. کیراز و همکاران [۳۰] در مطالعه‌ای با عنوان "تحلیل عوامل مؤثر بر گرایش صنعت ۴,۰ با مدل معادلات ساختاری و کاربردی" به بررسی معیارهای مؤثر بر گرایش صنعت ۴,۰ پرداخته‌اند. در مدل از ۹ معیار (عامل) از جمله "مدل‌های کسب و کار، محصولات و خدمات"، "دسترسی به بازار و مشتری"، "زنجیره‌های ارزش و فرآیندها"، "معماری فناوری اطلاعات"، "انطباق، ریسک، امنیت"، "سازمان و فرهنگ سازمانی"، "رهبری، استراتژی، فرهنگ، مدیریت"، "اینترنت اشیا حفاظت از داده‌ها، پردازش و

از رویکردی هدمند انتخاب شدند. مبنای روایی این پژوهش، روایی نظریه‌ای بود و برای دستیابی به آن از راهکارهای مطالعه میدانی گسترده، تکثرگرایی نظری و کاربرد نظر متخصصان استفاده شده است. برای سنجش پایایی در این پژوهش، آزمون کاپای کوهن به کار برده شده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش کدگذاری باز - محوری و انتخابی استفاده شده است. شیوه انجام این پژوهش به روش فراترکیب (متاسنتز) است، فراترکیب یک فراتحلیل کیفی روی مفاهیم و نتایج مطالعات گذشته با شیوه کدگذاری متداول در پژوهش‌های کیفی است و مشابه فراتحلیل، برای یکپارچه‌سازی چندین مطالعه به منظور ایجاد یافته‌های جامع و تفسیری صورت می‌گیرد. این روش متمرکز بر مطالعات کیفی است و به ترجمه مطالعات کیفی به یکدیگر و فهم عمیق پژوهشگر برمی‌گردد [۳۲]. با در نظر گرفتن چنین مزیتی، فراترکیب یک روش مناسب برای مشخص کردن مضامین مشترک در خصوص اجزا و مؤلفه‌های صنعت ۴,۰ در ادبیات صنعت خودرو است که به‌عنوان روش مناسبی برای تحقق اهداف این پژوهش بکار گرفته شده است. انجام روش فراترکیب طی ۷ مرحله صورت می‌گیرد. مراحل اصلی آن از نظر سندولسکی و باروسو [۳۳] به شرح زیر است:

گام ۱: تنظیم سؤال پژوهش؛ گام ۲: بررسی متون به‌صورت نظام‌مند؛ گام ۳: جست‌وجو و انتخاب مقاله‌های مناسب؛ گام ۴: استخراج اطلاعات مقاله؛ گام ۵: تجزیه و تحلیل و ترکیب یافته‌های کیفی؛ گام ۶: کنترل کیفیت؛ و گام ۷: ارائه یافته‌ها.

#### ۴- یافته‌ها

در این بخش نتایج مربوط به هر یک از گام‌های این تحلیل ارائه گردیده است:

گام اول: تنظیم سؤال‌های پژوهش

جدول ۲: سؤال‌های پژوهش

پارامترها	تنظیم سؤال
چه چیزی؟	با توجه به مطالعه ادبیات، مفاهیم اصلی و مقولات کلیدی الگوهای گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی در صنعت خودرو کدام است؟ و چارچوب مناسب صنعت خودرو چگونه باید باشد؟
چه جامعه‌ای؟	در این رساله چندین پایگاه داده و موتور جستجوی مختلف مورد بررسی قرار گرفت.
محدودیت زمانی؟	مقاله‌های مطالعه شده در این رساله از سال ۲۰۱۷ به بعد است؛ زیرا عمده تحقیقات انجام گرفته در این مقوله از سال مذکور به بعد بوده است.
چگونگی روش؟	در این رساله روش "تحلیل اسنادی"، تحلیل داده‌هایی که به صورت ثانویه است، مورد استفاده قرار گرفته است.

تخصص تیم" و "ادغام داده‌ها برای تجزیه و تحلیل" استفاده شد. مشخص شد که هر ۹ معیار بر صنعت ۴,۰ اثر مثبت داشتند که ۶ مورد از آنها به‌طور معناداری مؤثر بودند. معیار با بیشترین درجه اهمیت بازار و دسترسی به مشتری تعیین شد. چین و کی [۳۱] در مطالعه‌ای با عنوان "عوامل مؤثر بر پذیرش صنعت ۴,۰" به شناسایی عوامل مؤثر بر تصمیم شرکت‌های تولیدی برای اتخاذ صنعت ۴,۰ پرداخته‌اند. یافته‌ها نتایج نشان می‌دهد که عوامل محرک، تسهیل‌کننده و بازدارنده نقش مؤثری در تصمیم‌گیری شرکت‌ها برای اتخاذ صنعت ۴,۰ دارند. عوامل محرک اصلی شناسایی شده عبارتند از: مزایای مورد انتظار، فرصت‌های بازار، مشکل نیروی کار، نیازهای مشتری، رقابت و کیفیت تصویر. علاوه بر این، منابع، مهارت‌ها و پشتیبانی به‌عنوان عوامل تسهیل‌کننده و جذب افراد مناسب، کمبود بودجه، کمبود دانش، چالش‌های فنی، آموزش اپراتورها و تغییر طرز فکر اپراتورها برای پذیرش فناوری‌های دیجیتال جدید به‌عنوان عوامل بازدارنده شناسایی می‌شوند.

در پژوهش حاضر تلاش شده به مدد جستجوی گسترده در ادبیات پژوهش نظرات و یافته‌های پژوهشگران مختلف که می‌تواند به تحقق یافته‌های پژوهش و تدوین چارچوب نظری گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی کمک کند تا حد توان پوشش داده شود. لکن علیرغم اینکه هر یک از مطالعات سهم مهمی در شناسایی بخشی از ابعاد و عناصر گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی دارند، اما هر یک از پژوهشگران با نگاه خود جنبه‌های خاصی از این صنعت را مورد بررسی قرار داده و چارچوب جامع و یکپارچه‌ای که همه ابعاد و مؤلفه‌های این گذار فناورانه به صنعت ۴,۰ را دربرگیرد و آنها را به‌صورت روشن و مشخص توصیف کند، ارائه نشده است؛ پژوهش حاضر تلاشی در جهت پر کردن این شکاف نظری است.

#### ۳- روش تحقیق

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت داده‌ها و سبک تحلیل در گروه تحقیقات کیفی قرار گرفته است. روش جمع‌آوری داده‌ها در این تحقیق مبتنی بر اطلاعات اسنادی است. در تحقیق حاضر جامعه آماری، کلیه پژوهش‌های منتشر شده در پایگاه‌های اطلاعاتی علمی معتبر داخلی و خارجی هستند که براساس کلیدواژه‌گان تعریف شده و به منظور دستیابی به نمونه‌ای که اشباع نظری را موجب شود، پیمایش شدند. برای جست‌وجوی کلیدواژه‌ها محدودیت زمانی ۲۰۱۷-۲۰۲۲ در نظر گرفته شد. در زمینه نمونه‌گیری، مرتبط‌ترین مطالعات با استفاده

گام دوم: بررسی نظام‌مند متون: جامعه آماری پژوهش را کلیه اسناد علمی، گزارش‌های پژوهشی، پایگاه‌های داده، مجلات داخلی و خارجی درخصوص گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی تشکیل دادند. کلمات کلیدی پرتکرار مورد استفاده در مقالات مورد بررسی شامل گذار فناورانه، نوآوری فناوری، تحول فناوری، بازآرایی فناوری، جایگزینی فناوری و انقلاب صنعتی چهارم است که در پایگاه‌های غیرایرانی Science Direct، Emerald، Springer و Researchgate و سه پایگاه داده ایرانی CIVILICA، Magiran و SID جستجو شد. این بررسی و جستجو در پایگاه‌های معتبر داخلی و خارجی تا مارس سال ۲۰۲۲ تمام مقالات مورد بررسی را شامل شده است. نتایج جستجو شامل ۳۵۴ مقاله، کتاب، پایان نامه مرتبط با این حوزه بود.

گام سوم: جستجو و انتخاب مقاله‌های مناسب: در مورد جستجوی اطلاعات در مقالات، به دلیل محدودیت‌های بودجه، فقط منابع دسترسی آزاد درج شده است. در اولین جستجو، از

جمله مقالاتی که دسترسی آزاد ندارند، ۲۰۴ عنوان ارائه شد. تنها ۱۵۰ مورد در تجزیه و تحلیل حفظ شدند که شرایط دسترسی باز را برآورده می‌کرد. این می‌تواند یک محدودیت برای تحقیق باشد. با این حال، ۱۱۵ مطالعه به دلیل نوع سند، محتوا و زبان آنها حذف شدند. مجموعه مقالات کنفرانس، مجموعه کتاب‌ها و سایر انتشارات حذف شد که ۸۸ مطالعه است. فقط مقالات مجلات در بررسی متون سیستماتیک گنجانده شدند، با هدف مطالعات با کیفیت بالا که توسط فرآیند بررسی انجام شده توسط مجلات دانشگاهی تضمین شده بود. علاوه بر این، مقالاتی که به زبان‌های دیگری غیر از انگلیسی نوشته شده بودند حذف شدند. بنابراین ۲۷ مطالعه در زبان‌های مختلف دیگر حذف شد. علاوه بر این، با توجه به لزوم مطالعه کل مقالات، تنها مقالات دسترسی آزاد را در نظر گرفته شد. نشریات حذف شده با معیار حذف سازماندهی شد. در نهایت نتایج ۳۵ مطالعه مورد بازبررسی و تحلیل قرار گرفت.

جدول ۳: نحوه جستجو و معیارهای ورود و خروج مطالعات

تعداد یافته‌های نهایی	معیارهای خروج از مطالعه	تعداد یافته‌های اولیه	معیارهای ورود به مطالعه		پایگاه داده
			فیلتر مرحله اول	فیلتر مرحله دوم	
۱۰	نامرتب از نظر محتوا، عدم دسترسی	۱۱۸	عنوان، کلمه کلیدی، چکیده، ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۲	مقاله کنفرانس، فصل کتاب	Science Direct
۴	نامرتب از نظر محتوا، عدم دسترسی	۴۸	عنوان، کلمه کلیدی، چکیده، ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۲	مقاله کنفرانس، فصل کتاب	Emerald
۳	نامرتب از نظر محتوا، عدم دسترسی	۲۵	عنوان، کلمه کلیدی، چکیده، ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۲	مقاله کنفرانس، فصل کتاب	Springer
۱۲	نامرتب از نظر محتوا، عدم دسترسی	۱۶۸	عنوان، کلمه کلیدی، چکیده، ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۲	مقاله کنفرانس، فصل کتاب	Researchgate
۱	نامرتب از نظر محتوا، عدم دسترسی	۲	عنوان، کلمه کلیدی، چکیده، ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۱	مقاله کنفرانس، فصل کتاب	CIVILICA
۲	نامرتب از نظر محتوا، عدم دسترسی	۲	عنوان، کلمه کلیدی، چکیده، ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۱	مقاله کنفرانس، فصل کتاب	Magiran
۳	نامرتب از نظر محتوا، عدم دسترسی	۳	عنوان، کلمه کلیدی، چکیده، ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۱	مقاله کنفرانس، فصل کتاب	SID

گام چهارم: استخراج یافته‌ها: در این پژوهش اطلاعات مقاله‌ها براساس مرجع مربوط به هر مقاله شامل نام و نام خانوادگی نویسنده، به همراه سال انتشار مقاله و اجزای هماهنگی بیان شده در هر مقاله طبقه بندی شد. پس از گزینش مقالات و منابع با استفاده از روش کدگذاری باز، انتخابی و محوری اقدام به استخراج کدها از متون گردید. در این مرحله ۱۰۷ کد استخراج شد که بیشترین فراوانی به عوامل سازمانی، مربوط می‌شد. کدهای مربوط به تفکیک در جدول شماره ۴ بیان شده است.

استفاده از روش کدگذاری باز، انتخابی و محوری اقدام به استخراج کدها از متون گردید. در این مرحله ۱۰۷ کد استخراج شد که بیشترین فراوانی به عوامل سازمانی، مربوط می‌شد. کدهای مربوط به تفکیک در جدول شماره ۴ بیان شده است.



گام پنجم: تجزیه و تحلیل و تلفیق یافته‌ها: در این مرحله از پژوهش، ابتدا تمام عوامل استخراج شده از مطالعات پیشین را کد در نظر می‌گیریم. سپس با در نظر گرفتن مفهوم هر یک از این کدها، آنها را در مفهومی مشابه دسته‌بندی می‌نماییم و به این ترتیب مفاهیم پژوهش مشخص می‌شوند؛ با انجام این کار تفسیری فراتر از هر یک از مطالعات گنجانده شده در فراترکیب از پدیده مورد نظر ارائه شده که در عین حال دربرگیرنده همه آنها نیز خواهد بود؛ به گونه‌ای که اثر هر یک از مطالعات اولیه را می‌توان در این کل جستجو نمود. این مرحله که شاید

حساس‌ترین مرحله فراترکیب باشد، باید با دقت خاصی انجام شود. یافته‌های این گام مبنایی برای مدل نهایی پژوهش به شمار می‌رود و باید در ترکیب آنها دقت داشت.

بر اساس تحلیل‌های صورت گرفته با کمک روش تحلیل محتوا بر روی ۳۵ مقاله نهایی انتخاب شده، در مجموع ۱۰۷ کد ۲۴ مفهومی و ۷ مقوله شناسایی و تحت سه عامل اصلی، زمینه‌ای و محیطی دسته‌بندی شدند. در جدول شماره ۴، کدهای نهایی استخراج شده مرتبط با هر عامل، مقوله و مفهوم و منابع استخراج کدها بیان شده است.

جدول ۴: مقوله بندی یافته‌ها

عوامل	مقولات کلیدی	مفاهیم اصلی	کدها	برخی منابع استخراج کدها	
عوامل اصلی	منابع	منابع مالی	تامین منابع مالی (وام و تسهیلات داخلی)؛ تامین هزینه های فناوری	[۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۲۹، ۲۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰ و ۴۱]	
		منابع انسانی	مهارت نیروی انسانی (فنی و مهندسی، تجزیه و تحلیل داده ها، فناوری اطلاعات و دیجیتال)؛ جذب دانش آموختگان دانشگاه		
	عوامل سازمانی	قابلیت های تحقیق و توسعه سازمانی	همکاری بین بخش تحقیق و توسعه و سایر بخش ها منابع تحقیق و توسعه؛ توانایی انتخاب فناوری مناسب؛ شدت تحقیق و توسعه شرکت		
		مدیریت پروژه	بازه زمانی تولید شرکت؛ توانایی مدیریت منابع پروژه؛ توانایی مدیریت ریسک پروژه؛ توانایی برنامه ریزی و اجرای پروژه انتقال فناوری		
		مدیریت منابع انسانی	مدیریت تغییرات؛ انگیزه کارکنان؛ ارتباطات داخلی شرکت؛ ارتباط بین بخش ها در سازمان		
		قابلیت های تجاری فناوری	توانایی تطبیق نیازهای بازار با فناوری موجود؛ توانایی ارزیابی پتانسیل تجاری فناوری؛ توانایی مدیریت موثر منابع داخلی؛ توانایی شناسایی فرصت های بازار از تحقیقات علمی؛ قابلیت ها و مهارت ها برای اجرای تحول دیجیتالی سازی		
		توسعه منابع انسانی	یک برنامه آموزشی مناسب؛ مهارت و تجربه کارکنان مرتبط؛ آموزش کارکنان		[۳۸، ۳۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۵۰]
		ویژگی های سازمانی	باز بودن شرکت؛ استراتژی شرکت برای انتقال فناوری؛ ساختار سازمانی و مدیریت پروژه های مرتبط با فناوری		
		آمادگی و پذیرش فناوری	امکان اجرای تحول دیجیتال، هزینه های سرمایه گذاری در تجهیزات، نرم افزار و بخش تحقیقات، توسعه و نوآوری، خرید و نصب، زمان اجرای کوتاه اقدامات؛ سازگاری با تغییرات به منظور دستیابی به سیستم‌های تولید انعطاف‌پذیر (مانند رسیدگی به نوسانات احتمالی تقاضا و خرابی‌ها در خط تولید، محدودیت ماشین‌آلات، تعداد کارگران، تعداد شیفت‌ها، نیاز به تولید محصولات مختلف یا ارائه خدمات؛ سازگاری؛ مزیت نسبی؛ آزمایش پذیری؛ سادگی و سهولت استفاده، نتایج قابل مشاهده		
		زیر ساخت فنی	زیرساخت شبکه هوشمند؛ سامانه های مکمل مانند سیستم تعمیرات و خدمات؛ زیر ساخت ها و ماشین آلات موجود؛ توسعه زیرساخت فناوری اطلاعات با ثبات، به روز و قابل اتکا؛ تضمین ایمنی، امنیت و حریم خصوصی؛ دسترسی، اتصال و سادگی		

عوامل	مقولات کلیدی	مفاهیم اصلی	کدها	برخی منابع استخراج کدها
		تبیین انتظارات و چشم انداز	موجودیت و مستند بودن انتظارات و چشم انداز؛ توجه به اولویت ها و انتظارات ذی نفعان؛ سطح نوآورانه و بلندپرواز بودن چشم انداز؛ باور به تحقق انتظارات و چشم انداز	
عوامل زمینه ای	سیاست های دولت	خصوصی سازی	واگذاری سهام دولت در خودروسازی	[ ۵۱، ۵۲، ۵۳ و ۵۴ ]
		نرخ ارز	افزایش یا کاهش نرخ ارز	
		صادرات و واردات	محدودیت صادرات و واردات یا تسهیل صادرات و واردات	
		سیاست های تشویقی برای جذب سرمایه گذاری خارجی	مشوق های قانونی (کوتاه شدن فرآیند درخواست پذیرش و تصویب سرمایه های خارجی)؛ مشوق های مالیاتی (معافیت مالیاتی)؛ مشوق های منطقه ای (جذب سرمایه گذاران خارجی به مناطق آزاد و ویژه اقتصادی)	
عوامل زمینه ای	عوامل فرهنگی	فرهنگ	فرهنگ و چشم انداز هوشمند دیجیتالی؛ دانش فرهنگی؛ مقاومت در برابر تغییر؛ ارتباطات دیجیتال	[ ۵۵، ۱۸، ۲۳، ۵۶، ۵۷ و ۵۸ ]
		ایده پردازی	داشتن ایده های جدید، ایجاد بسترهای جدید	
		مشتری محوری	نیازهای مشتریان؛ محصولات با تصویر بهتر، رضایت مشتری	
		همکاری	همکاری بین شرکت ها؛ همکاری با نهادها یعنی دانشگاه ها و ارائه دهندگان خدمات در زمینه فناوری؛ به دست آوردن فن آوری از دیگر سازمان ها و افزایش فناوری ها در کارخانه؛ ارتباط با شرکت های فنی، تجاری تحقیق و توسعه؛ ارتباط نزدیک با موسسات دولتی، موسسات تحقیقاتی خصوصی و غیرانتفاعی در زمینه انتقال فناوری	
		ریسک پذیری	ریسک سرمایه گذاری، حمایت از تامین مالی ریسک و سرمایه گذاری های متناسب در آموزش و مهارت های مجدد	
عوامل محیطی	بازار	فرصت های بازار	امکان سنجی بازار؛ سهم بازار بزرگتر؛ بازار صادراتی بیشتر؛ عرضه بیشتر برای پاسخگویی به تقاضای بالاتر؛ بازار جدید با حاشیه بهتر؛ شرایط بازار و رقبا	[ ۵۹، ۴۲، ۵۰، ۲۳، ۶۰ و ۶۱ ]
		قوانین مقررات سازمانی	قوانین و مقررات در سطح سازمان، سیاست های حمایتی سازمان از تحول دیجیتال، قوانین و مقررات محدود کننده، خلاهای قانونی	
		قوانین مقررات ملی	قوانین و مقررات جامع در حوزه تحول دیجیتال، قوانین و مقررات حمایتی در سطح ملی، سیاستهای حمایتی دولت، ارتباطات رسمی و غیررسمی با سایر کشورها، بروز نبودن قوانین و مقررات نسبت به روندهای فناوری دیجیتال، خلاهای قانونی	
	محیط نهادی	حمایت های مادی و معنوی دولت	مقررات حمایت از شرکتهای فناوری صنعت ۴۰، قانون معافیت از مالیات، مشوق های مالیاتی	[ ۵۹، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۶۰ ]
	محیط نهادی		تعاملات دانشگاه با صنعت، نقش نهادی دانشگاه ها در توسعه فناوری، نقش نهادی مراکز رشد، تحقیق و توسعه و شتاب دهنده ها در توسعه فناوری،	[ ۵۹، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۶۰ ]

گام ششم: کنترل کیفیت برای کنترل مفاهیم استخراجی از مقایس نظر پژوهشگر با یک خبره استفاده شده است؛ به این صورت که علاوه بر محقق که اقدام به کدگذاری اولیه نموده است، محقق دیگری نیز همان متنی را که خود محقق کدگذاری کرده است را بدون اطلاع از کدهای آن و جداگانه کدگذاری نموده است. در صورتی که کدهای این دو محقق به هم نزدیک

براساس نظرات ارائه شده درخصوص کدهای مشروحه در جدول شماره ۴ و پس از جمع بندی نظرات، اتفاق نظر پژوهشگران درخصوص هر یک از مقوله ها و عوامل مربوطه در جدول شماره ۴ بیان شده است. یافته های این مرحله بیانگر ترکیب نظر صاحب نظران براساس تحلیل و سنتز مطالعات انجام شده درخصوص گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی در چارچوبی منسجم و نظام مند است.

گام هفتم: ارائه یافته‌ها در این مرحله از روش فراترکیب، نتایج تحلیل ادبیات بیان می‌شود. همان طور که در گام پنجم اشاره شد، در این پژوهش براساس نتایج تحلیل ۲۴ مفهوم و در سطح بالاتر ۷ مقوله شناسایی و آزمون کیفیت آنها تأیید و تحت ۳ عامل دسته بندی شده است. در این گام الگوی پژوهشی بدست آمده که در واقع حاصل تحلیل فراترکیب است، ارائه می‌شود. این الگو در قالب سه عامل: اصلی، زمینه‌ای و محیطی طراحی شده است. مقوله‌ها و مفاهیم وابسته به هر مقوله در جدول شماره ۴ به تفکیک نشان داده شده است.

الگوی پژوهشی گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی خروجی تحلیل فراترکیب در نمودار شماره ۱ ارائه گردیده است؛ الگوی ارائه شده در این پژوهش در حقیقت اجماع نظریات ارائه شده در قالب یک مجموعه واحد است که دیدگاه جامع و کلی گرایانه ای به صنعت خودرو ارائه می‌دهد.

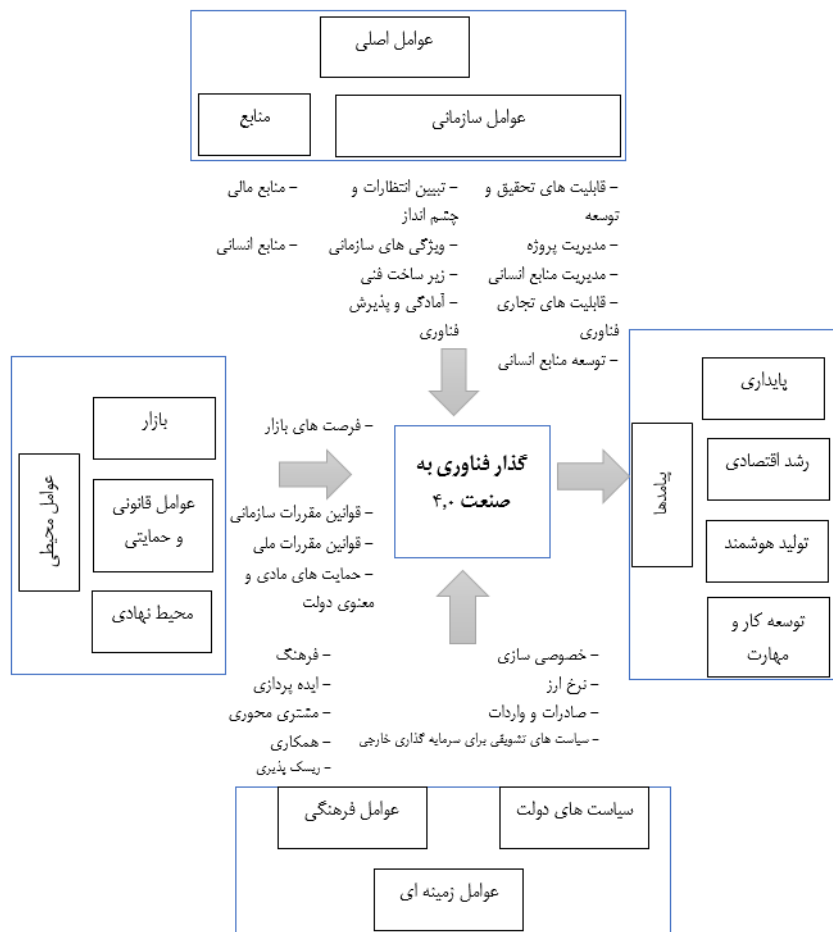
باشد، نشان‌دهنده توافق بالا بین این دو کدگذار است که بیان‌کننده پایایی است.

برای ارزیابی میزان توافق بین این دو رتبه‌دهنده از شاخص کاپای کوهن استفاده می‌شود. مقدار شاخص کاپا بین صفر تا یک نوسان دارد. هرچه مقدار این سنجه به عدد یک نزدیکتر باشد، نشان دهنده توافق بیشتر بین رتبه‌دهندگان است، اما زمانی که مقدار کاپا به عدد صفر نزدیکتر باشد، توافق کمتر بین دو رتبه دهنده وجود دارد.

نتیجه محاسبه مقدار شاخص با استفاده از نرم افزار SPSS در سطح معنادار ۰/۰۰۰۱ عدد ۰/۷۳۵ محاسبه شد که در جدول شماره ۵ نشان داده می‌شود. با توجه به کوچکتر بودن عدد معناداری از ۰/۰۵ فرض استقلال کدهای استخراجی رد می‌شود. همچنین، استخراج کدها پایایی مناسبی داشته است.

جدول ۵: خلاصه محاسبات ضریب کاپای کوهن

مقدار	انحراف استاندارد	سطح معناداری
۰/۷۳۵	۰/۰۵۲	۰/۰۰۰۱
۱۰۷		تعداد موارد معتبر



شکل ۱: الگوی پیشنهادی گذار فناورانه به صنعت ۴,۰ با رویکرد فراترکیب

## ۵- نتیجه‌گیری

تحول دیجیتال در صنعت خودرو در حال افزایش است و به سرعت چشم انداز جهانی صنعت خودرو را تغییر خواهد داد. علاوه بر این، باعث تغییر قابل توجهی در نحوه ارائه کالاها و خدمات توسط تولیدکنندگان خودرو و ارائه دهندگان خدمات به بازار می‌شود که با قوانین دولت محیط زیست و تقاضای بالای مصرف کنندگان تقویت می‌شود.

صنعت ۴,۰ در صنعت خودرو بر کل زنجیره ارزش خودرو، از جمله طراحی، تولید، توزیع و خرده‌فروشی تأثیر می‌گذارد و مدل کسب‌وکار سنتی خودرو را تغییر می‌دهد. بر این اساس، صاحبانظران طی سال‌های متعددی به بررسی و مطالعه جنبه‌های مختلف این صنعت پرداخته، عناصر، ویژگی‌ها و مؤلفه‌های مؤثر بر آن را شناسایی نموده‌اند. بررسی پیشینه نظری در مورد صنعت ۴,۰ بیانگر دیدگاه‌های مختلف در خصوص ابعاد، مؤلفه‌ها و عوامل مؤثر بر توسعه این صنعت است؛ که توجه به آن می‌تواند در تحول صنایع از نقش سنتی به هوشمند مؤثر باشد. لکن با وجود انباشت مطالعات در این خصوص، نتایج ارائه شده رویکردی جامع‌نگر در این حوزه نداشته و خلأ پژوهش در خصوص احصاء ابعاد معرفی شده، احساس می‌گردد.

این پژوهش با هدف بررسی ادبیات علمی در مورد گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های آن در قالب فراترکیب، در رده تحقیقات کیفی طراحی شده است و با بررسی گسترده در تحقیقات گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۲۲، عوامل موردنیاز برای گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی در صنعت خودرو، ارائه می‌دهد. مدل توسعه یافته در این تحقیق اگرچه در بعضی زمینه‌ها با مدل‌های دیگر تشابه دارد. لکن از این نظر که با نگاه کل‌گرایانه به بررسی نظام‌مند موضوع و تبیین مؤلفه‌های آن پرداخته است، از سایر پژوهش‌های انجام شده متفاوت است. این پژوهش یکی از اولین پژوهش‌هایی است که به‌صورت جامع و گسترده به بررسی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی از طریق سنتز مطالعات انجام شده پرداخته است و بینش جدید، جامع، دقیق و ارزشمندی در این زمینه با درک عمیق از ماهیت آن ارائه نموده که می‌تواند در تغییر سیاست صنعت خودرو در تبدیل شدن به صنعت هوشمند مؤثر باشد.

در نتیجه بررسی، تحلیل و سنتز یافته‌ها در ۳۵ مقاله منتخب، ۱۰۷ کد شناسایی و در قالب بیست و چهار مفهوم، هفت مقوله و سه عامل تحت عنوان عوامل اصلی، زمینه‌ای و محیطی

دسته بندی شد. عوامل شناسایی شده و روابط آنها در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. نتایج این متاسنتز و اتفاق نظر صاحبانظران در ادبیات نشان می‌دهد، اگر به عوامل مؤثر بر گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی توجه لازم بین عوامل معرفی شده ایجاد شود، زمینه‌ها و شرایط لازم برای هوشمند شدن صنعت خودرو فراهم می‌شود.

عوامل اصلی شناسایی شده در این پژوهش تحت عنوان منابع و عوامل سازمانی بیان شده است که در اکثر مدل‌های گذار فناورانه حضور دارد و بیانگر اهمیت آن در سطح سازمانی و در فعالیت‌های صنعت ۴,۰ در صنعت خودرو است. نتایج این متاسنتز نشان می‌دهد که عناصر مشخصی در گذار فناورانه به نسل چهارم انقلاب صنعتی مؤثر هستند. لکن برخی عناصر نقش برتری در حرکت گذار فناورانه به صنعت ۴,۰ ایفا می‌کنند. در این رابطه بازیگران داخلی نظیر مدیران و دانشگاهیان برای تحقق انتقال فناوری بسیار مهم است. با افزایش سرعت تغییر در فناوری مدیران موفق آن مدیرانی هستند که از تغییرات به نفع سازمان خود استفاده می‌کنند. نقش یک مدیر در محیط فناورانه قابل پیش‌بینی و نسبتاً با ثبات بهینه کردن نحوه استفاده از منابع موجود است. در یک محیط پویا، تغییر سریع فناورانه وظایف مدیر فراتر از مدیریت منابع جدید است. او باید بتواند هم فناوری و هم خلاقیت را مدیریت کند. نتایج پژوهش همچنین مؤید اهمیت تأثیر منابع و عوامل سازمانی در تحقیقات قبلی و تأثیر آن بر گذار فناورانه به صنعت ۴,۰ است. الزام در استفاده از عبارت منابع مالی و منابع انسانی و ترتیب سازمانی، مدیریت پروژه، مدیریت منابع انسانی، توسعه منابع انسانی، ویژگی‌های سازمانی و آمادگی و پذیرش فناوری موردنظر صاحبانظران مختلف نیز قرار گرفته است. ادبیات صنعت ۴,۰ نیز با ارزیابی تأثیر سیاست‌ها، رویه‌ها و شیوه‌های صنعت ۴,۰ در فعالیت‌های صنعت خودرو نقش برجسته آن را مورد توجه قرار داده است. علاوه بر آن پژوهش حاضر مشخص می‌سازد، وجود منابع مالی، انسانی و سازمانی برای حمایت از تحولات فناوری مهم است. تحقق صنعت ۴,۰ مستلزم تغییرات سازمانی گسترده در صنعت خودرو است تا محیطی را برای فعالیت‌های نوآورانه شرکت‌ها فراهم کند. در این محیط، شرکت‌ها استراتژی‌های خود را در سطح اقتصاد خرد توسعه می‌دهند تا با کسب قابلیت‌های فناوری، رشد را حفظ کنند. در درازمدت، فعالیت‌های نوآوری این شرکت‌ها به‌عنوان موتور اصلی توسعه اقتصادی یک کشور با رهبری ظهور بخش‌های جدید عمل می‌کند.

بیشتر با دانشگاه و مراکز تحقیق و توسعه باشد. اگرچه نتایج این متاسفانه مشخص می‌سازد که مقوله‌هایی نظیر بازار، عوامل قانونی- حمایتی و محیط نهادی از جمله مواردی است که حضور کم‌رنگ‌تری در ادبیات گذار فناورانه به صنعت ۴,۰ داشته و توافق نظر ویژه‌ای بین صاحب‌نظران در این خصوص وجود نداشته است؛ اما به هر حال، این موارد به‌ویژه مفهوم محیط نهادی در گذار فناوری سنتی به فناوری‌های مدرن، اثرگذار خواهند بود که ذکر آن در مدل ارائه شده در این پژوهش بیانگر جامعیت این الگو و توجه به همه ابعاد مؤثر بر گذار فناورانه به صنعت ۴,۰ است. در نهایت این الگو خروجی و پیامدهای استفاده صنعت خودرو از صنعت ۴,۰ را در سه حوزه پایداری، رشد اقتصادی، توسعه کار و مهارت و تولید هوشمند نشان می‌دهد. تحقق صنعت ۴,۰ منوط به توجه به عوامل ذکر شده در الگوی ارائه شده است که بدون توجه به همه عوامل بیان شده در چارچوب جامع گذار فناورانه رسیدن به سطح ایده آل فناوری صنعت ۴,۰ در صنعت خودرو ممکن نمی‌گردد.

تحقیق فوق اگرچه از روش پژوهشی مناسبی برخوردار است و به نحو صحیحی انجام گرفته است؛ اما از محدودیت‌هایی نیز برخوردار بوده است؛ از جمله اینکه تجزیه و تحلیل اطلاعات براساس مطالعه مجموعه‌ای از ۳۵ مقاله‌ای که به شیوه هدفمند انتخاب شده صورت گرفته درحالی که مقالات دیگری نیز وجود داشته که در این پژوهش مورد استفاده قرار نگرفته است. محدودیت دوم، توجه پژوهش به آن دسته پارامترهایی است که بیانگر ویژگی‌هایی است که مجموعه درونی صنعت خودرو در ایجاد آن مؤثر است و از درون صنعت ناشی شده است؛ لذا عوامل و ویژگی‌های محیط بیرونی مؤثر بر صنعت نظیر تحریم‌های اقتصادی و ... در این پژوهش مورد نظر قرار گرفته نشده است. محدودیت سوم اینکه نتایج حاصل، صرفاً از طریق مطالعه ادبیات و تفسیر نظر نویسندگان حاصل شده است.

مدیران صنعت خودرو، قبل از گذار فناوری، استراتژی مناسبی را در سطح بنگاه، تدوین نمایند تا زمینه‌های گذار فناوری، به خوبی فراهم گردد. همچنین دوره‌های آموزشی مناسبی را برای کارکنان و تمام افراد مرتبط، فراهم نمایند تا پتانسیل یادگیری و پذیرش فناوری، ارتقاء یابد و زمینه‌های لازم را برای آشنایی با فناوری و بازار داشته باشند تا فناوری‌ای بکار گرفته شود که پاسخگویی نیاز واقعی بازار باشد.

این تحقیق می‌تواند بینش‌های ارزشمندی جهت انجام پژوهش آتی در این زمینه ارائه نماید. در تحقیقات آتی با تکرار این تحقیق در تعداد مناسبی از صنایع مشابه می‌توان در خصوص

عوامل زمینه‌ای در این مطالعه، سیاست‌های دولت و عوامل فرهنگی را شامل می‌شود که فراهم کننده زیرساخت‌ها و زمینه‌های لازم برای تحقق صنعت ۴,۰ است. این موارد به‌عنوان عوامل افزون کننده یا بازدارنده گذار فناورانه به صنعت ۴,۰ در صنعت خودرو محسوب می‌شود. همچنین زمینه‌ساز ایجاد کارخانه‌های هوشمند است. مقالات مورد بررسی در تحلیل گذار فناورانه به صنعت ۴,۰، علاوه بر سهم اقتصادی صنعت خودرو به نقش ایجاد ارزش اجتماعی- فنی صنعت خودرو نیز به‌طور گسترده پرداخته است. در این خصوص براساس نتایج حاصله، صنعت باید با توسعه فرهنگ نوآوری، ارتباطات، ایده پردازی، قابلیت تغییرپذیری، مشتری محوری، همکاری و ریسک پذیری را ترویج داده و برای ایجاد فعالیت‌های نوآورانه، زیرساخت فناوری لازم ایجاد نمایند. مطالعه حاضر نشان می‌دهد که وجود عوامل فرهنگی و سیاست‌های دولت و زیرساخت فنی که منجر به تأیید و تشویق استفاده از فناوری صنعت ۴,۰ شده و انگیزه لازم را تقویت می‌کند در تحول و توسعه فناوری‌های صنعت ۴,۰ بسیار مؤثر است و در توسعه صنعت خودرو باید مورد توجه قرار گیرد. سیاست‌های دولت که شامل خصوصی‌سازی، محدودیت صادرات و واردات، نرخ ارز، سیاست‌های تشویقی برای جذب سرمایه گذاری خارجی است. بنابراین دولت باید سعی در خصوصی سازی صنعت خودرو نماید و سهام خود را واگذار نماید. سیاست‌های تشویقی برای سرمایه گذاران خارجی شامل مشوق‌های قانونی، مالیاتی و منطقه‌ای است که در مشوق‌های قانونی شاهد کوتاه شدن فرآیند درخواست پذیرش و تصویب سرمایه‌های خارجی و تصمیم گیری نسبت به درخواست‌های سرمایه گذاران خارجی هستیم. مشوق‌های مالیاتی شامل معافیت‌های مالیاتی و مشوق‌های منطقه‌ای، جذب سرمایه گذاران خارجی به مناطق آزاد و ویژه اقتصادی، یکی از مهم‌ترین اهداف این مناطق است که مورد نظر تمام سیاست گذاران این مناطق بوده است. به همین خاطر در قوانین و مقررات خاص این مناطق، مشوق‌هایی برای سرمایه گذاران خارجی در نظر گرفته شده است.

عامل سوم که در این پژوهش مورد توجه قرار گرفته است، عوامل محیطی است. این عامل به میزان تعامل و استفاده از فناوری‌های صنعت ۴,۰ در صنعت خودرو اشاره دارد و شامل بازار، عوامل قانونی- حمایتی و محیط نهادی است که بیانگر توجه صنعت به فرصت‌های بازار، قوانین مقررات سازمانی و ملی و تعامل آن با دانشگاه است؛ نتایج پژوهش مؤید آن است که صنعت خودرو باید قوانین را پذیرا باشد و برنامه‌های خود را مطابق با آنها تنظیم نماید و با ایجاد محیط نهادی در صدد ایجاد تعاملات

فناوری‌های نوآورانه برای ارتقای توسعه پایدار کمتر مورد توجه ادبیات قرار گرفته است و برای رفع این شکاف به مطالعات بیشتری نیاز است. پژوهشگران آینده ادبیات بیشتری را در مورد عملکرد گذار فناوری بررسی خواهند کرد. این امر آنها را قادر می‌سازد تا عوامل گذار فناوری بیشتری را که در این مطالعه پوشش داده نشده است، شناسایی کنند و عمق مشکلی را که مانع گذار فناوری به شرکت‌ها می‌شود، تبیین نمایند.

امکان دسته بندی صنایع در این حوزه اظهار نظر کرد. ضمناً اگر امکان تحقیق روی گذار فناوری خاصی توسط سازمان‌های مختلف باشد، این مورد نیز قابل بررسی خواهد بود. عملکرد اجتماعی پایداری در این ادبیات فناوری نوآورانه کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. بنابراین، مطالعات آینده باید به نقش این فناوری‌های نوآورانه در عملکرد اجتماعی شرکت‌های تولیدی بپردازد. چالش‌ها و عوامل تعیین کننده استفاده از این

## فهرست منابع

- [1] Avşar Özcan, N.; Sevinç, A.; Gür, Ş.; Özcan, E.; Eren, T.; "Evaluation of the Transition Process of Industry 4.0 in Automotive Supplier Industry", Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi, Vol. 4, Issue 2, pp. 1-18, 2020.  
Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/jcsci/issue/57092/710652>
- [2] Balland, P.A.; Boschma, R.; "Industry 4.0 and the new geography of knowledge production in Europe", 2019.
- [3] Balland, P.A.; Boschma, R.; Crespo, J.; Rigby, D.L.; "Smart specialization policy in the European Union: relatedness, knowledge complexity and regional diversification", Regional Studies, Vol. 53, pp. 1252-1268, 2019.
- [4] World Bank; *Europe 4.0, addressing the digital dilemma*, 2020.
- [5] Ciffolilli, A.; Muscio, A.; "Industry 4.0: national and regional comparative advantages in key enabling technologies", European Planning Studies, Vol. 26, pp. 2323-2343, 2018.
- [6] Kim, S.; hwan Jeon, J.; Aridi, A.; Jun, B.; "Factors that affect the technological transition of firms toward the industry 4.0 technologies", General Economics, pp. 1-37, 2022.  
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2209.02239>
- [7] Tang, Y.M.; Chau, K.Y.; Fatima, A.; "Industry 4.0 technology and circular economy practices: business management strategies for environmental sustainability", Environ Sci Pollut Res, Vol. 29, pp. 49752-49769, 2022.  
<https://doi.org/10.1007/s11356-022-19081-6>
- [8] Tortorella, G. R.; Miorando, R.; Caiado, D.; Nascimento, Portioli Staudacher, A.; "The mediating effect of employees' involvement on the relationship between Industry 4.0 and operational performance improvement, Total Quality Manage", Bus. Excellence, Vol. 32, Issue 1-2, pp. 119-133, 2021.
- [9] Mabkhot, M.M. P.; Ferreira, A.; Maffei, P.; Podrżaj, M.; Mądział, D.; Antonelli, N. Lohse; "Mapping industry 4.0 enabling technologies into United Nations sustainability development goals", Sustainability, Vol. 13, Issue 5, 2560, 2021.
- [10] Oztemel, E.; Gursev, S.; "Literature review of Industry 4.0 and related technologies", J Intell Manuf, No. 31, pp. 127-182, 2020.  
<https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
- [11] Çalık, A.; "A novel Pythagorean fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodology for green supplier selection in the Industry 4.0 era", Soft Comput, No. 25, pp. 2253-2265, 2021.  
<https://doi.org/10.1007/s00500-020-05294-9>
- [12] Sarkis, Q. Zhu, "Environmental sustainability and production: taking the road less travelled", Int. J. Prod. Res., Vol. 56, Issue 1-2, pp. 743-759, 2018.
- [13] Javaid, M.; Haleem, A.; Singh, R.; Suman, R.; Gonzalez, E.; "Understanding the adoption of Industry 4.0 technologies in improving environmental sustainability", Sustainable Operations and Computers, No. 3, pp. 203-217, 2022.  
<https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.01.008>
- [14] Salimova, T. N.; Vukovic, N. Guskova; "Towards sustainability through industry 4.0 and society 5.0", Int. Rev., No. 3-4, pp. 48-54, 2020.
- [15] Wang, X.V. Wang, L.; "Digital twin-based WEEE recycling, recovery and remanufacturing in the background of Industry 4.0", Int. J. Prod. Res., Vol. 57, Issue 12, pp. 3892-3902, 2019.
- [16] Müller, J.M. O.; Buliga, K.I.; Voigt; "Fortune favors the prepared: how SMEs approach business model innovations in Industry 4.0, Technol", Forecasting and Social Change, Vol. 132, pp. 2-17, 2018.
- [17] Facchini, F. J.; Oleśków-Szlapka, L.; Ranieri, A.; Urbinati; "A maturity model for logistics 4.0: an empirical analysis and a roadmap for future research", Sustainability, Vol. 12, No. 1, p. 86, 2020.
- [18] Blayone, T.; VanOostveen, R.; "Prepared for work in Industry 4.0? Modelling the target activity system and five dimensions of worker readiness", International Journal of Computer Integrated Manufacturing, No. 34, pp. 1-19, 2021.  
<https://doi.org/10.1080/0951192X.2020.1836677>

- [19] Adamik, A.; Nowicki, M.; "Pathologies and Paradoxes of Co-Creation: A Contribution to the Discussion about Corporate Social Responsibility in Building a Competitive Advantage in the Age of Industry 4.0", Sustainability, Vol. 11, 4954, 2019.  
<https://doi.org/10.3390/su11184954>
- [20] Haseeb, M.; Hussain, H.I.; Ślusarczyk, B.; Jermittiparsert, K.; "Industry 4.0: A Solution towards Technology Challenges of Sustainable Business Performance", Soc. Sci., No. 8, 154, 2019.  
<https://doi.org/10.3390/socsci8050154>
- [21] Upadhyay, A. S.; Mukhuty, V.; Kumar, Y.; Kazancoglu; "Blockchain technology and the circular economy: implications for sustainability and social responsibility", J. Cleaner Prod, 126130, 2021.
- [22] Saetta, S. V.; Caldarelli; "How to increase the sustainability of the agri-food supply chain through innovations in 4.0 perspective: a first case study analysis", Procedia Manufacturing, No. 42, pp. 333–336, 2020.
- [23] Pilloni, V.; "How Data Will Transform Industrial Processes: Crowdsensing, Crowdsourcing and Big Data as Pillars of Industry 4.0", Future Internet, Vol. 10, Issue 24, 2018.  
<https://doi.org/10.3390/fi10030024>
- [24] Müller, J.M.; "Industry 4.0 in the Context of the Triple Bottom Line of Sustainability: a Systematic Literature Review", Customer Satisfaction and Sustainability Initiatives in the Fourth Industrial Revolution, pp. 1–20, 2020.
- [25] Javaid, M. A.; Haleem, R.P.; Singh, R. Suman; "Significant applications of big data in Industry 4.0", J. Industrial Integration Manage., pp. 1–19, 2021.
- [26] Rojas-Berrio, S.; Rincon-Novoa, J.; Sánchez-Monrroy, M.; Ascúa, R.; Montoya-Restrepo, L. A.; "Factors Influencing 4.0 Technology Adoption in Manufacturing SMEs in an Emerging Country", Journal of Small Business Strategy, Vol. 32, Issue 3, pp. 67–83, 2022.  
<https://doi.org/10.53703/001c.34608>
- [27] Srivastava, D.; Kumar, V.; Ekrenc, B.; Upadhy, A.; Tyagif, M.; Kumari, A.; "Adopting Industry 4.0 by leveraging organisational factors", Technological Forecasting and Social Change, No. 176, 2022.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121439>
- [28] Deryabina, G.; Trubnikova, N.; "The Impact of Digital Transformation in Automotive Industry on Changing Industry Business Model. DEFIN, No. 45, pp. 1–7, 2021.  
<https://doi.org/10.1145/3487757.3490886>
- [29] Yisma, G.; Factors Affecting Technology Transfer in Small and Medium Manufacturing Enterprises in Debre Berhan Town, 2021.
- [30] Kiraz, A.; Canpolat, O.; Özkurt, C.; Taşkın, H.; "Analysis of the factors affecting the Industry 4.0 tendency with the structural equation model and an application", Computers & Industrial Engineering, No. 150, 2020.  
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106911>
- [31] Khin, S.; Kee, D.; "Factors influencing Industry 4.0 adoption", Journal of Manufacturing Technology Management ahead-of-print (ahead-of-print), 2022.  
DOI:10.1108/JMTM-03-2021-0111
- [32] Carlson, A.; Palmer C.; "A qualitative meta-yntesis of the benefits of ecolabeling in developing countries", Ecological Economics, Vol. 127, pp 129-145, July 2016.
- [33] Sandelowski, M.; Barroso, J.; Handbook for Sentesizing Qualitative Research", New York: Springer publishing company, 2007.
- [34] Mokgohloa, K. Kanakana-Katumba,G, Maladzhi, R. Xaba, S; "A Grounded Theory Approach to Digital Transformation in the Postal Sector in Southern Africa", ASTES Journal, 6(2): 313-323. DOI: 10.25046/aj060236, 2021.
- [35] Horváth, D.; Szabó, R.; "Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities?", Technological Forecasting and Social Change, No. 146, pp. 119-132, 2019.  
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.05.021>
- [36] David, Love O.; Nnamdi I.; Nwulu; Clinton O. Aigbavboa; Omoseni O. Adepoju; "Integrating fourth industrial revolution (4IR) technologies into the water, energy & food nexus for sustainable security: A bibliometric analysis", Journal of Cleaner Production, No. 363, 132522, 2022.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132522>
- [37] Frank, I.; Du, R.; "Factors Influencing Technology Transfer for Sustainable Construction Management in Nigeria", Engineering, No. 10, pp. 769-783, 2018.  
Doi: 10.4236/eng.2018.1011054
- [38] Alizadeh, A.; Nazari-Shirkouhi, S.; Chehrehpak, M.; "An empirical study on factors influencing technology transfer using structural equation modelling", International Journal of Productivity and Quality Management, Vol. 23, No. 3, p. 273, 2018.  
DOI:10.1504/IJPM.2018.10010592
- [39] JASIŃSKI, B.; Socio-Technical Aspects of The Enterprise Transformation In The Conditions Of Industry 4.0, Proceedings of the 38th International Business Information Management Association (IBIMA), 23-24 November 2021, Seville, Spain, ISBN: 978-0-9998551-7-1, ISSN: 2767-9640, 2021.

- [40] Stentoft, J.; Kent Wickstrøm Jensen, Kristian Philipsen, Anders Haug; “Drivers and barriers for Industry 4.0 readiness and practice: empirical evidence from small and medium-sized manufacturers”, *Production Planning & Control The Management of Operations*, No. 32, 2020.  
<https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1768318>
- [41] Aravindaraj, R.; Chinna. P.; “A systematic literature review of integration of industry 4.0 and warehouse management to achieve Sustainable Development Goals (SDGs)”, *Cleaner Logistics and Supply Chain*, Vol. 5, 2022.  
<https://doi.org/10.1016/j.clsn.2022.100072>
- [42] Huynh, T.; “Exploring factors influencing technology transfer capability: Constructing a model through grounded theor”, *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, Vol. 17, Issue 1, pp. 49-64, 2018.  
[https://doi.org/10.1386/tmsd.17.1.49\\_1](https://doi.org/10.1386/tmsd.17.1.49_1)
- [43] Panmaung, K.; Pichyangura, R.; “Success Factors of Technology Transfer Process of Entrepreneurial Food SMEs in Thailand”, *Academy of Entrepreneurship Journal*, Vol. 26, Issue 1, pp. 1-9, 2020.
- [44] Reis, F.; Júnior, A.; “Industry 4.0 in Manufacturing: Benefits, Barriers and Organizational Factors that Influence its Adoption”, *International Journal of Innovation and Technology Management*, Vol. 18, No. 8, 2021.  
<https://doi.org/10.1142/S0219877021500437>
- [45] Hirman, M.; Benesova, A.; Steiner, F.; Tupa, J.; “Project Management during the Industry 4.0 Implementation with Risk Factor Analysis”, *Procedia Manufacturing*, Vol. 38, pp. 1181-1188, 2019.  
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.208>
- [46] Marnewick, A.; Marnewick, C.; “The Ability of Project Managers to Implement Industry 4.0-Related Projects”, *IEEE Access*, pp. 314 – 324, 2019.
- [47] Llopis-Albert, C.; Rubio, F.; Valero, F.; “Impact of digital transformation on the automotive industry”, *Technological Forecasting and Social Change*, No. 162(120343), 2020.  
 DOI:10.1016/j.techfore.2020.120343
- [48] Aithal, P. S.; Sony, M.; “Design of 'Industry 4.0 readiness model' for Indian Engineering Industry: Empirical Validation Using Grounded Theory Methodology”, *International Journal of Applied Engineering and Management Letters (IJAEML)*, Vol. 4, Issue 2, pp. 124-137, 2020.  
 Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3695748>
- [49] Yadava, G.; Kumar, A.; Luthrac, S.; Garza-Reyes, G.; Kumar, V.; Batista, L.; “A framework to achieve sustainability in manufacturing organisations of developing economies using industry 4.0 technologies' enablers *Computers in Industry*”, No. 122, pp. 1-13, 2020.  
<https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103280>
- [50] Sony, M.; Naik, S.; “Key ingredients for evaluating Industry 4.0 readiness for organizations: a literature review”, *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 27, No. 7, pp. 2213-2232, 2020.  
<https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2018-0284>
- [51] Azad, S.; “Not Impervious to Pressure: Teetering Technology Transfer. In: *East Asia and Iran Sanctions*”, Palgrave Macmillan, Cham, 2022.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-97427-5\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-97427-5_8)
- [52] Chege, S. M.; Wang, D.; “The Impact of Technology Transfer on Agribusiness Performance in Kenya”, *Technology Analysis and Strategic Management*, Vol. 32, No. 3, 2020.
- [53] Smith, D.; M. Feldman; G. Anderson; “The Longer Term Effects of Federal Subsidies on Firm Survival: Evidence from the Advanced Technology Program”, *the Journal of Technology Transfer*, Vol. 43, No. 3, 2018.
- [54] Tarutė, A.; Duobienė, J.; Kloviėnė, L.; Vitkauskaitė, E.; Varaniūtė V.; “Identifying factors affecting digital transformation of SMEs”, In *Proceedings of The 18th International Conference on Electronic Business*, pp. 373-381, ICEB, Guilin, China, December 2-6, 2018.
- [55] Amaral, A.; Peças, P.; “A Framework for Assessing Manufacturing SMEs Industry 4.0 Maturity”, *Appl. Sci.*, No. 11, 6127, 2021.  
<https://doi.org/10.3390/app11136127>
- [56] Mjörner, J.; Trippel, M.; “Embracing the future: path transformation and system reconfiguration for self-driving cars in West Sweden”, *European Planning Studies*, Vol. 27, No. 11, 2144-2162, 2019.  
 DOI: 10.1080/09654313.2019.1652570
- [57] Perri, A.; Silvestri, D.; Zirpoli, F.; “Technology Evolution in the Global Automotive Industry: A Patent-based Analysis”, *SSRN Electronic Journal*, 2020.  
 DOI:10.2139/ssrn.3703548
- [58] Singhai, S.; Singh, R.; Sardana, H.K.; Madhukar, A; “Analysis of Factors Influencing Technology Transfer: A Structural Equation Modeling Based Approach”, *Sustainability*, No. 13, 5600, 2021.  
<https://doi.org/10.3390/su13105600>
- [59] Szabo, S.; “Transition to Industry 4.0 in the Visegrád Countries. *European Economy - Economic Briefs 052*”, Directorate General Economic and Financial Affairs (DG ECFIN), European Commission, 2020.



- [60] Trstenjak, M.; Opetuk, T.; Cajner, H.; Hegedić, M; “*Industry 4.0 Readiness Calculation—Transitional Strategy Definition by Decision Support Systems*”, *Sensors* 2022, 22, 1185, 2022.  
<https://doi.org/10.3390/s22031185>
- [61] Wang, S.; Wan, J.; Li, D.; Zhang, C.; “*Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook*”, *Int. J. Distrib. Sens. Netw.*, No. 12, pp. 3159805–3159810, 2016.

