



## بررسی ضرورت سیستم تولید پایدار خودروهای تجاری کشور مبتنی بر پویاشناسی سیستم در شرایط تحریم

اردلان حسینی<sup>۱</sup>، حسن مهرمنش<sup>۲\*</sup> و احمدرضا کسرائی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۱۵ و تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۳۰

### چکیده

صنعت خودرو یکی از صنایع مهم و پیشرو در کشور است که نقش مهمی در تولید درآمد و رشد اقتصادی کشور دارد. بنابراین، وجود سیستم‌های پایدار به منظور تولید به هنگام و باکیفیت از ضرورت خاصی در صنعت خودروسازی برخوردار می‌باشد. مدل‌های مختلفی در صنایع خودروسازی بر پایه سیستم‌های تولید غیرپایدار ارائه شده‌اند که هر یک محدودیت‌ها و مزایایی خاص خود را دارند. با توجه به اینکه مدیران تمایلی به بکارگیری سیستم‌های پایدار به دلیل پیچیدگی آنها ندارند اما این سیستم‌ها نیازمند یک تحول اساسی در صنایع بنیادی همچون صنعت خودروسازی می‌باشد. تاکنون روشی که بتواند ضرورت سیستم تولید پایدار خودروهای تجاری کشور در شرایط تحریم را به وسیله پویاشناسی سیستم بررسی نماید ارائه نگردیده است. در این مقاله علاوه بر مدل‌سازی روش‌های مختلف سیستم تولید پایدار، نقش و اهمیت این سیستم، عوامل موثر بر سیستم در شرایط تحریم با ارائه یک مدل پویایی تولید پایدار در صنعت خودروسازی مورد بررسی قرار گرفته است. جهت دستیابی به هدف مدنظر لازم است که مولفه‌ها و متغیرهای اصلی این الگو شناسایی شده و سپس مورد آزمون قرار گیرند، تحقیق‌های صورت گرفته از نظر هدف‌گیری و جهت تحقیق به دسته‌های کاربردی، تحقیق و توسعه، قابل تقسیم‌بندی می‌باشند، ماهیت این پژوهش، ماهیت بنیادی کاربردی می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** تولید پایدار، تولید در کلاس جهانی، توسعه پایدار، پویاشناسی سیستم، صنعت خودرو

۱. دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران؛ [ardalanhosseini@yahoo.com](mailto:ardalanhosseini@yahoo.com)

۲. استادیار گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، (نویسنده مسئول)؛  
[h\\_mehrmanesh@yahoo.com](mailto:h_mehrmanesh@yahoo.com)

۳. استادیار گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران؛ [Kasrai49@yahoo.com](mailto:Kasrai49@yahoo.com)

## مقدمه

تغییرات سریع و اجتناب ناپذیر در دنیای امروز به دلیل پدیده جهانی شدن و پیشرفت سریع علوم در ابعاد اقتصادی، سیاسی و صنعتی به ویژه در دو دهه اخیر تحولات فناورانه شگرفی را در زمینه‌های مطالعات و ارتباطات به همراه داشته است. سرعت و شتاب این تغییرات در ابعاد مختلف مدیران را به بهبود فرآیندهای داخلی سازمان‌ها در جهت حفظ توان بقا در جهانی که هر روز رقابتی تر می‌شوند رهنمون ساخته است در رقابت‌های جهانی موجود در عصر حاضر، باید محصولات متنوع را با توجه به درخواست مشتری، در دسترس وی قرار داد. خواست مشتری بر کیفیت بالا و خدمات‌رسانی سریع، موجب افزایش فشارهایی بر شرکت‌ها شده است که قبلاً وجود نداشته است، در نتیجه شرکت‌ها بیش از این نمی‌توانند به تنهایی از عهده تمامی کارها برآیند. در بازار رقابتی موجود، بنگاه‌های اقتصادی و تولیدی علاوه بر پرداختن به سازمان و منافع داخلی، توجه خود را به مدیریت و نظارت بر منافع و ارکان مرتبط خارج از سازمان متمرکز می‌نمایند که علت این امر در واقع دستیابی به مزیت یا مزایای رقابتی با هدف کسب سهم بیشتری از بازار است که با افزایش سرعت پیچیدگی زیاد مطالعات، امروزه در صنایع تمرکز استراتژیکی شرکت‌ها مدام در حال تغییر و تحول می‌باشند. از این رو فضای رقابتی در این بازار اجتناب ناپذیر است. بسیاری از شرکت‌های فعال اذعان دارند که در واقع رقابت امروز رقابت در زنجیره تأمین و بهبود فضای مناسب تولید و شرایط انتخاب و مناسب محصول متناسب با نوع رضایت مشتری بوده و تمرکز بر این عوامل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، با توجه به اینکه خودروسازی یک صنعت پر طرف داری باشد که از نظر کار آفرینی و جذب نیروی کار و همچنین رعایت و اهمیت موارد زیست محیطی بعنوان صنعت مادر در کشورهای صنعتی تلقی می‌گردد. خودرو دارای کمترین میزان سرمایه گذاری برای جذب فرصت‌های شغلی محسوب خواهد شد که با رویکرد ساخت داخل و کاهش تعرفه‌های گمرکی و قیمت تمام شده محصول می‌توان به بازار خودروهای تجاری ورود نموده و این سهم بازار را نیز در اختیار گرفت و مطمئناً تولید محصولات تجاری جوابگو بازار داخلی خواهد بود و در صورت تحقق این هدف می‌توان برخی از نیازهای کشورهای همسایه را نیز تحت پوشش قرار داد و از این تهدید بوجود آمده بهترین فرصت‌ها را جهت تحقق تولید پایدار مهیا نمود.

## مبانی نظری

### اهمیت تولید پایدار

دوران کنونی با تخریب منابع طبیعی، توسعه اقتصادی ناپایدار و به ویژه، تغییرات اقلیمی همراه شده است. رشد توسعه اقتصادی بشر، تأثیر مخربی بر محیط زیست و منابع طبیعی جهان گذاشته (چامز و گارسیا بلاندون، ۲۰۱۹) و سبب شده است که آب و هوای زمین در دهه‌های گذشته به طور شایان توجهی تغییر کند و این تغییر همچنان با سرعت زیاد ادامه دارد (سیامبالاپیتیا

و همکاران،<sup>۱</sup> ۲۰۱۸). طی ۲۵ سال گذشته، شواهد علمی بارها گوشزد کرده است که بخش بزرگی از تخریب ایجادشده در سیستم‌های زمینی، به دلیل الگوهای فعالیت‌های انسانی است (شریواستاوا و گیمارس،<sup>۲</sup> ۲۰۱۷)؛ از این رو حفاظت از محیط زیست در چند دهه اخیر، به مسئله مهمی تبدیل شده است. صنایع بسیاری برای دستیابی به توسعه پایدار، فعالیت‌های حفاظت زیست محیطی را در دستور کار خود قرار داده اند (کیم و همکاران،<sup>۳</sup> ۲۰۱۹). توسعه پایدار، به توسعه ای گفته می شود که نیازهای حال حاضر را برآورده کند، بدون اینکه توانایی تأمین نیازهای نسل های آینده را به خطر بیندازد (ویخامن،<sup>۴</sup> ۲۰۱۹). فرسایش مداوم محیط زیست که از بهره برداری انسان نشئت می گیرد، کمابیش، تمام کشورهای جهان را با این تقاضای جدی مواجه کرده است که روش‌های توسعه پایدار و سازگار با محیط زیست را در دستور کار قراردهند (یوسلیزا و همکاران،<sup>۵</sup> ۲۰۱۷). در حال حاضر، سازمان‌ها هم یکی از تهدیدهای اصلی برای توسعه پایداری محیط زیست و هم بازیگران کلیدی در حفاظت از محیط زیست به شمار می روند. با این توصیف، اکنون، زمان تبدیل سازمان‌ها به سازمان های سبز و تعیین اهداف برای کاهش اثرهای زیست محیطی فرا رسیده است (سیامبالاپیتیا و همکاران،<sup>۶</sup> ۲۰۱۸). سبز شدن سازمان، به معنای سبز شدن مدیریت منابع انسانی، عملیات، حسابداری و امور مالی، خرده فروشی و بازاریابی است (فراج و همکاران،<sup>۷</sup> ۲۰۱۵). اخیراً، دنیای کسب و کار علاقه شدیدی به مباحث پایداری و مسئولیت اجتماعی پیدا کرده است. همچنین، شرکت‌ها برای افزایش تولید پاک تر، توجه خود را به سوی پایداری متمرکز کرده اند (سورو و همکاران،<sup>۸</sup> ۲۰۱۵). در دو دهه گذشته، علاقه زیادی نسبت به پایداری وجود دارد و نتیجه آن رشد موازی در زمینه اقدامات پایدار است (دلماس و بلاس،<sup>۹</sup> ۲۰۱۰). برخی از مسائل مانند تخریب محیط زیست، حاشیه راندن تعداد قابل توجهی از گروه های اجتماعی، اعتراضات علیه سرمایه داری و جستجوی نوآوری و خلاقیت در بخش دولتی و خصوصی و تولید پاک تر باعث شده است که بحث در مورد مسائل جهانی و پایداری سازمانی به یک اولویت در مسائل سازمانی و جهانی تبدیل شود. یکی از عواملی که نقش مهمی در پایداری سازمان‌ها دارد، مدیریت منابع انسانی است (صیادی تورانلو و همکاران،<sup>۱۰</sup> ۲۰۱۷). اگر چه مفهوم پایداری، هنوز هم مفهومی مبهم است، اما یک اتفاق نظر در حال گسترش

<sup>۱</sup>Siyambalapatiya et al

<sup>۲</sup>Shrivastava & Guimarães-Costa

<sup>۳</sup>Kim et al

<sup>۴</sup>Wikhamn

<sup>۵</sup>Yusliza et al

<sup>۶</sup>Fraj et al

<sup>۷</sup>Severo et al

<sup>۸</sup>Delmas & Blass

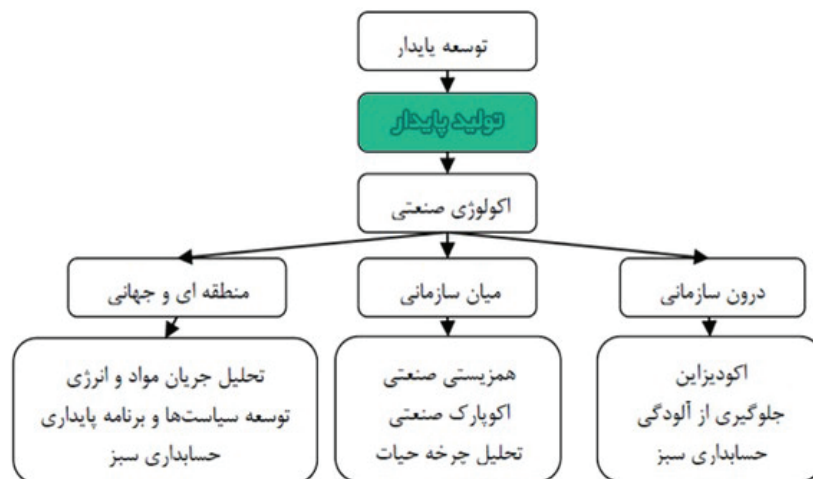
<sup>۹</sup>Sayyadi Tooranloo et al

بر سر این امر وجود دارد. یعنی حرکت از تلاش برای تعریف آن، به سمت توسعه ابزارهای واقعی و عملی جهت ترویج و سنجش دستاوردهای لازم و ضروری است. بنابراین به طور همزمان علاقه‌ای به توسعه پایدار و چالش‌های درونی مرتبط با آن ایجاد شد. این تعارض در دهه ۱۹۹۰ مفهوم اکولوژی صنعتی و همزیستی صنعتی را به تولید پایدار وارد کرد.

روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها که توسط فارستر<sup>۱</sup> (۱۹۶۱) معرفی شد، چارچوب مدل سازی و شبیه سازی ساده و منعطفی را برای تصمیم‌گیری در مسائل پویایی مدیریت صنعتی، فراهم آورد (گروبلر و دیگران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۸). این روش با تمرکز بر تعامل میان جریانات فیزیکی، جریانات اطلاعاتی، تاخیرات و سیاست‌هایی که پویایی‌های متغیرهای مورد نظر را ایجاد می‌کنند، و نتیجتاً جستجو برای سیاست‌هایی جهت بهبود عملکرد سیستم، درکی از تغییراتی را ارائه می‌دهد که درون محیط تولید رخ می‌دهند. به دلیل مناسب بودن این روش برای ثبت رفتار پویای سیستم‌های تولید پیچیده، در این تحقیق راه‌حل‌های بهبود کارایی سیستم کارگاهی، با استفاده از مکانیسم‌های سفارش‌دهی تولید و کنترل اندازه دسته و همچنین به کارگیری راهکارهای میان مدت ظرفیت تولید و گیاده سازی فرآیندهای عملیاتی کاربردی و همچنین بطور موازی بازرسی کیفیت محصولات تولیدی با استفاده از مدل علی و حلقوی انجام خواهد شد که با استفاده از نمودارهای علی و حلقوی راه‌هایی شناسایی می‌شود که بتوان رفتار سیستم را در جهت افزایش کارایی و تداوم تولید تغییر داد. لذا هدف از انجام رساله حاضر، ارائه راه حل اختلالات سیستم تولید پایدار با در نظر گرفتن همزمان مکانیزم کنترل سفارش‌دهی تولید و اندازه دسته و استراتژی‌های میان مدت ظرفیت‌های خطوط تولید و بازرسی کیفیت محصولات در قالب یک مدل یکپارچه در نظر گرفته خواهد شد که در این میان نیز شرایط تحریم و تغییرات ناشی از آن مانند افزایش تورم و خروج دولت از نظم مالی و سیاست‌های پولی نشان دهنده بی‌ثباتی اقتصادی است که می‌تواند تجارت و فعالیت‌های اقتصادی را تهدید کند یا فضای کسب و کار را به چالش بکشد. این در حالی است که کارشناسان معتقدند اگر مشتری‌مداری با مولفه خلاقیت و برندسازی ترکیب شود، می‌تواند به پیدایش کسب و کارهای پرسود منجر شود. لیکن بسیاری از محققان بر این عقیده می‌باشند که ارتباط بین سیستم تولید پیوسته و دیگر اجزای سیستم تولیدی نظیر طراحی تولید و استراتژیهای کسب و کار بسیار پیچیده تر از آن حدی است که متون سنتی در رابطه با این سیستم تولیدی بحث می‌کنند. از آنجا که اجرای سیستم تولید پیوسته کاری بسیار زمان‌بر و پرهزینه است، یکی از راه‌های بررسی ابعاد مختلف این سیستم شبیه‌سازی می‌باشد که در ادامه بدان خواهیم پرداخت.

---

<sup>۱</sup>Faster<sup>۲</sup>Größler-



شکل ۱- مدل توسعه پایدار

فرایندها و سیستم‌های غیر آلوده، حفاظت از انرژی و منابع طبیعی انجام مفهوم جهانی شدن، شرکت‌های تولیدی را ملزم می‌نماید که در راستای تولید محصولات پایدار با تکنولوژی‌های مهندسی مجدد گام بردارند که همین امر زمینه ارتقاء مزیت رقابتی آنها را در بازار فعلی فراهم می‌آورد. در این خصوص، تمرین حرکت در مسیر تولید پایدار در واقع امیدواری به سودآوری، انعطاف‌پذیری، اثرات مثبت اجتماعی و محیط زیستی به صورت همزمان است. با استفاده از یک تفکر ناب می‌توان مدل اقدامات استراتژیک برای تولید پایدار را ارائه کرد تا به طور موفقیت‌آمیز از نتایج کسب و کار پایدار استفاده کنیم. سازمان‌های حرفه‌ای در سطوح کلاس جهانی می‌توانند از طریق مداخلات هدفمند به توانمندسازی در این مسیر و برطرف نمودن موانع کمک نمایند. مفهوم تولید پایدار که مرتبط با مفهوم توسعه پایدار است در کنفرانس ملل متحد درباره محیط زیست و توسعه در سال ۱۹۹۲ پدید آمده است. در این کنفرانس به این نتیجه رسیدند که علت اصلی زوال محیط زیست جهانی به ویژه در کشورهای صنعتی، الگوی ناپایدار تولید و مصرف است. تولید پایدار را می‌توان به عنوان ایجاد کالاها و خدمات با استفاده از عملیات اقتصادی و ماندگار، نگهداری محیط ایمن و سالم برای کارکنان، جوامع و مصرف‌کنندگان، پاداش خلاقانه و اجتماعی برای کارکنان تعریف کرد این تعریف، با مفهوم رایج توسعه پایدار سازگار است، زیرا بر جنبه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی فعالیت‌های شرکت‌ها تأکید دارد. کشورهای توسعه‌یافته و سازمان‌های کلاس جهانی موظف هستند که از طریق طراحی

مدل های پایدار، اطلاعات و آگاهی مربوط به توسعه پایدار را در همه ابعاد شیوه زندگی مردم به صورت ملموس پیاده سازی کنند.

اجرای مصرف و تولید پایدار کمک می کند تا هزینه های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی آینده، کاهش یابد و به طور همزمان موجبات تقویت رقابت اقتصادی و کاهش فقر، افزایش بهره وری، کاهش آلودگی در طول کل چرخه حیات و افزایش کیفیت زندگی گردد. بدین گونه، شرکت ها، به خصوص شرکت های بزرگ و فرامیلتی تشویق می شوند تا شیوه های پایدار را اتخاذ کرده و اطلاعات پایداری را در چرخه گزارش خود قرار دهند. چرا که پیش بینی می شود تا سال ۲۰۳۰، شیوه های پایدار در برنامه اولویت های ملی کشورها قرار می گیرد. تقاضای افزایش یافته در محصولات و خدمات پایدار، سازمان را هدایت می کند تا مفاهیم نوآورانه ای را که به طور مستقیم بر چرخه زندگی تاثیر می گذارند، بپذیرند و به سوی آن گام بردارند سیستم های تولیدی که همزمان با توجه به ترکیب. محصولات و خدمات، کاهش اثرات زیست محیطی و ایجاد فرصت های تجاری برای صنعت را ضمن در نظر گرفتن ابعاد اجتماعی به طور همزمان در نظر گرفته اند، در عصر کنونی توجه ویژه ای را به خود جلب کرده اند.

در صنعت، تمرکز توسعه پایدار بر خلق طرح هایی است که بتواند تعامل میان اهداف کوتاه مدت پروژه و اهداف بلند مدت سیستم های عملیاتی با حفظ منابع طبیعی، محیط زیست و نیازهای بشری را تضمین کند. در این فرآیند، استفاده بهینه از انواع منابع به عنوان محورهای اصلی تصمیم گیری مورد توجه قرار می گیرد.

#### عوامل اصلی اثرگذار بر تولید پایدار در صنعت خودرو

حوزه تولید همواره در شرف تغییر پارادایم بوده است. این تغییر از صنعت دستی به تولید انبوه، سپس به تولید ناب و در عصر حاضر به تولید چابک در حال گذار است. در طول تاریخ سه تغییر در حوزه تولید وجود داشته است. دوره اول تولید دستی بوده و از ویژگی های آن سطح تولید بسیار پایین، نظام استاد شاگردی، کیفیت نه چندان بالایی محصولات، وجود کارگران ماهر، وجود ماشین آلات چندمنظوره، تولد سیستم کارگاهی، وجود سازماندهی غیر متمرکز و قیمت بالای محصول است. دوره دوم تولید انبوه هنری فورد است که می توان خط مونتاژ متحرک، قابلیت تعویض کامل قطعات، راحتی اتصال قطعات به هم، کاهش زمان چرخه کاری، تعویض پذیری کارگران، خلق افرادی جدید مانند تعمیرکاران و مهندسان صنایع و کاهش زمان راه اندازی ماشین آلات را به عنوان ویژگی های اساسی آن نام برد (پارکینسون، ۲۰۱۰).

## پیشینه پژوهش

خلاصه مطالعات انجام شده در این زمینه به شرح ذیل می باشد:

### تولید پایدار در صنعت خودرو

تولید پایدار فرایند ایجاد محصولات براساس فرایندهای اقتصادی با کمترین اثرات منفی بر محیط زیست می باشد. این رویکرد فصل مشترک مدیریت تولید و پایداری و توسعه پایدار است. بنابراین سه هدف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی در کانون فعالیت‌های پایداری تولید است. در این رویکرد شرکت‌های تولیدی می‌کوشند تا میزان مصرف انرژی، آلاینده‌های محیطی و پسماندهای صنعتی را کاهش دهند. از سوی دیگر از فرایندهایی برای این منظور استفاده کنند که سودآوری و منافع اقتصادی آنها نیز حفظ شود. در نهایت نیز از دستاوردهای حاصل از این شیوه تولیدی جامعه نیز بهره‌مند شود. استقبال از تولید پاک تنها یک شعار زیبایی عامه‌پسند نیست بلکه روشی عملیاتی است که در دستور کار شرکت‌های تولیدی مختلف قرار دارد.

پایه و اساس تولید پایدار مبتنی بر تعریف توسعه پایدار ارائه شده در گزارش براندلند<sup>۱</sup> توسعه پایدار به عنوان تامین کننده نیازهای نسل‌های کنونی و آینده معرفی شده است. به طور کلی، تولید پایدار به تولید محصولاتی با کمترین اثرات منفی زیست محیطی با قابلیت ذخیره انرژی و حفظ منابع طبیعی، بی خطر برای کارمندان و جوامع و مصرف‌کنندگان و با صرفه اقتصادی گفته می‌شود. این بدان معنی است که طراحی محصولات و فرایندها و تأثیر آن بر ذینفعان در طول چرخه عمر محصول باید با مسائل مربوط به اقتصاد، محیط زیست و جامعه که به طور گسترده به عنوان خط سه گانه پایین شناخته شده اند سازگار باشد. به دلیل افزایش مصرف منابع تجدید ناپذیر، مقررات سخت‌گیرانه در مورد مسائل مهم زیست محیطی و بهداشت و ایمنی شغلی و ترجیح مصرف‌کننده برای استفاده از محصولات ارگانیک، تولید پایدار مساله‌ای حیاتی به شمار می آید. به عنوان مثال، حسین و همکاران ادعا کردند که حدود ۳۰ درصد از تقاضای انرژی جهانی و حدود ۳۶ درصد از انتشار دی اکسید کربن به صنایع تولیدی اختصاص دارد. این الگوی مصرف انرژی منجر به تأثیرات زیست محیطی منفی و تخریب منابع طبیعی خواهد شد. همچنین انتظار می رود که افزایش پنج برابری GDP در هر سرانه، در پنجاه سال آینده به افزایش ده برابری مصرف مواد و انرژی و تولید زباله بیانجامد. بدیهی است که این تأثیرات با بخش تولید به عنوان کاربران اصلی مواد و انرژی و تولیدکنندگان اصلی ضایعات مرتبط می باشند. به منظور انجام تحقیقات لازم در زمینه پایداری تولید، رویکردهای متنوعی در حوزه مدیریت، طراحی و مهندسی محصولات تولیدی و فرایندهای تولید به عرصه ظهور رسید که در این میان می توان به رویکردهای زیست محیطی، ارزیابی چرخه عمر محصولات، طراحی محصول پایدار و تکنیک‌های مربوط به مواد، انرژی و پسماند اشاره کرد. توسعه این رویکردها به عنوان مساله ای جهانی به حساب می آید. ارزیابی تأثیر این رویکردها در سطح شرکتی، موضوع اصلی بسیاری از تحقیقات

<sup>۱</sup> Brundtland

<sup>۲</sup> Hassine

می باشد. با مطالعه تحقیقات پیشین در می یابیم که شرکت‌های استوار بر ابتکارات پایداری دارای محصولات با کیفیت بالاتر، سهم بازار بیشتر و سود بیشتر می باشد و این ابتکارات با نتایج رقابتی ارتباط مثبت دارد (اکامپو و همکاران، ۲۰۱۵). در بخش تولید، پایداری را می توان به عنوان ایجاد کالاها و خدمات با استفاده از فرایندها و سیستم‌های غیر آلوده، حفاظت از انرژی و منابع طبیعی، انجام عملیات اقتصادی و ماندگار، نگهداری محیط ایمن و سالم برای کارکنان، جوامع و مصرف‌کنندگان و پاداش خلاقانه و اجتماعی برای کارکنان تعریف کرد. این مفهوم سازگار با مفهوم رایج توسعه پایدار است، زیرا بر جنبه های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی فعالیت های شرکت‌ها تأکید دارد (آذر و همکاران، ۱۳۹۶).

پوروزیری و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که در راستای رسیدن به تولید پایدار در صنعت خودرو نیاز به توجه بیشتر به بعد زیست محیطی به عنوان یکی از مهمترین و اثر گذارترین ابعاد تولید پایدار است و برای اجرای استراتژی های مرتبط با آن موانع درون سازمانی نقش بسزایی دارند.

#### شاخصه های تولید پایدار

شاخصه‌های پایداری اطلاعاتی هستند که به منظور اندازه‌گیری و تحریک فرآیندها جهت حصول اهداف پایداری مورد استفاده قرار می گیرند. شاخصه های تولید پایدار همچون شاخصه‌های پایداری هستند که در هر سه بعد توسعه ی پایدار یعنی، بعد زیست محیطی، بعد اجتماعی و بعد اقتصادی تعریف می‌شوند. با این تفاوت که شاخصه‌های تولید پایدار، در اصل برای امکانات تولید توسعه یافته اند (ولوا و الن بکر، ۲۰۰۱).

جدول ۱- الگوهای تولید پایدار

توضیحات	شاخصه	بعد
مشارکت یا برگزاری رویدادهای اجتماعی، کمک های مالی، اجتماعی و بشردوستانه	مشارکت در رویدادهای اجتماعی	اجتماعی
توجه به نیازها، نظرات و ترجیح کارکنان، فراهم کردن امکانات رفاهی و مهیا کردن اطلاعات موردنیاز کارکنان برای انجام کارها بصورت ایمن و کارا	رضایت کارکنان	
آموزش کارکنان، تسهیم دانش، توسعه مهارت و شایستگی کارکنان	توانمندسازی سرمایه انسانی	

<sup>۳</sup>Ocampo and et al

<sup>۱</sup>Veleva, Ellenbecker



بعد	شاخصه	توضیحات
	احترام به قوانین و مقررات مدنی	تجارت منصفانه و توجه به هشدارهای جهانی پیروی از استانداردهای بین‌المللی، اصول، ارزش‌ها، قوانین و مقررات دولتی
	بهداشت و سلامت جامعه	تولید محصولات عاری از خطر برای سلامت مصرف‌کنندگان و جامعه
	رضایت مشتری	طراحی و تولید محصولات بر اساس سلیقه مشتریان و ارائه‌ی آنها در زمان و اندازه مناسب
زیست محیطی	کاهش آلاینده‌های محیطی	جلوگیری از انتشار آلاینده‌ها، کاهش آلودگی و زباله
	حفاظت از منابع طبیعی	رعایت قوانین و مقررات زیست محیطی و استفاده از انرژی پاک
	استفاده از مواد اولیه قابل بازیافت	قابلیت بازیافت مواد اولیه بکارگرفته در بسته‌بندی محصولات
	استفاده از مواد ارگانیک	استفاده از مواد اولیه ارگانیک در تولید محصول
اقتصادی	اشتغال	ایجاد فرصت‌های شغلی
	نوآوری	ارائه محصولات و فرآیندهای جدید
	هزینه عملیاتی	هزینه نگهداری و تعمیرات، هزینه حمل
	بهره‌وری	استفاده کارا و اثربخش از منابع انسانی و تولیدی
	سلامت مالی	محیط اقتصادی سالم و عاری از فساد مالی و رشوه خواری

ماخذ: یافته‌های تحقیق

اگرچه پایداری یک موضوع مبهم بنظر می‌رسد اما اتفاق نظرها بر این اصل می‌باشد که پایداری امری ضروری بوده و شرکت‌ها باید بسوی توسعه‌ی شاخصه‌های تولید پایدار برای ارزیابی و بهبود دستاوردهای خود حرکت کنند (تی سنگ و همکاران، ۲۰۰۹). نکته‌ی قابل ذکر این است که شاخصه‌های تولید پایدار باید از ویژگی‌هایی نظیر قابلیت اندازه‌گیری، قابلیت اطمینان/قابلیت استفاده و دسترسی به داده‌ها برخوردار بوده و مرتبط با موضوع و قابل فهم باشند و جهت‌گیری‌های بلندمدت سازمان را در نظر بگیرند (جونگ و همکاران، ۲۰۱۲). تاکنون شاخصه‌های متعددی برای ارزیابی تولید پایدار در بخش‌های گوناگون صنعتی و خدماتی ارائه شده است که بعضی از پرکارترین آنها در جدول فوق نشان داده شده است.

نوروز ایزدپناه (۱۴۰۱) در مطالعه‌ی پایداری سازمانی در سازمانهای دولتی را مورد بررسی قرار دادند. براساس تجزیه و تحلیل داده‌ها، رایجترین روش GHRM، "مدیریت سبز فرهنگ سازمانی" است. تحقیق آنها وجود رابطه‌ی مثبت بین GHRM و

<sup>۲</sup>Tseng., Divinagracia., Divinagracia

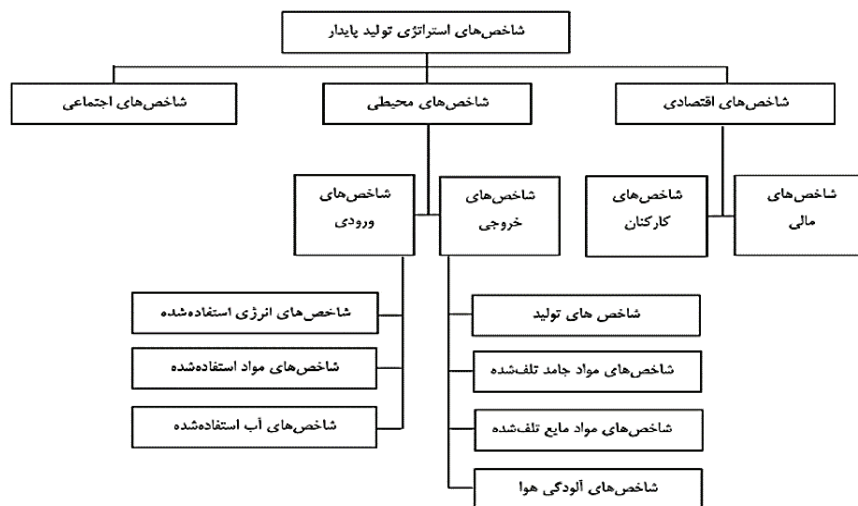
<sup>۱</sup>Joung., Carrell., Sarkar., Feng

عملکرد زیست محیطی را تأیید می‌کند. همچنین، موثرترین روش "استخدام و گزینش سبز" بود. نهایتاً، ملاحظات زیست محیطی "به عنوان محرک برتر"، هزینه اجرای برنامه های GHM "به عنوان اصلترین مانع و بالاترین نتیجه مثبت موردانتظار" ارتقای مسئولیت اجتماعی نسبت به محیط زیست "به دست آمد. آنها به منظور تعیین با اهمیت ترین گزینه ی مولفه های خط مشی گذاری سبز مدیریت منابع انسانی از آزمون آماری تجزیه به مولفه های اصلی استفاده کردند. آنها نشان دادند روش ارایه شده در این پژوهش میتواند پایداری سازمانی در بخش دولتی را از طریق تغییر در خط مشی های بی اعتنا نسبت به مسایل محیط زیستی و اعمال اصول دوستدار محیط زیستی در قوانین و خط مشی های مدیریت دولتی در راستای پایداری سازمانی تحقق بخشد.

### مدل های استراتژی تولید پایدار

#### مدل کرانس و گاوس

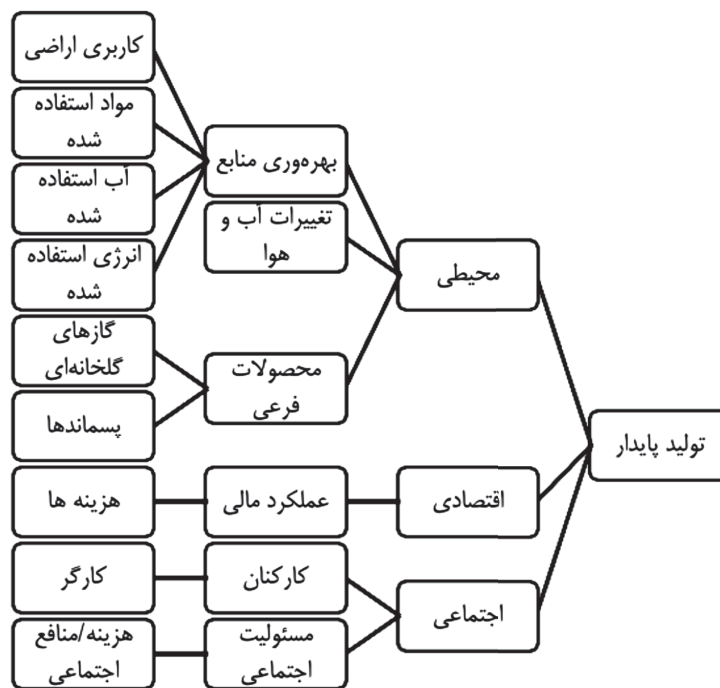
اولین مدل توسط کرانس و گاوس<sup>۱</sup> (۲۰۰۳) با هدف معرفی شاخص های استراتژی تولید پایدار که بتواند برای ارزیابی سطوح پایداری شرکت و همچنین شناسایی پایداری بیشتر در آینده مناسب باشد ارائه گردید. شاخص های پیشنهادی آنها روی بعد محیطی تمرکز دارد، هرچند که برای رسیدن به استراتژی تولید پایدار باید بعد اقتصادی و اجتماعی را نیز در نظر گرفت. آنها در مجموع ۸۹ شاخص برای اندازه گیری استراتژی تولید پایدار معرفی کردند. (شکل ۲)



شکل ۲- مدل تولید پایدار کرانس و گاوس (۲۰۰۳)

### مدل سازمان توسعه و همکاری جهانی<sup>۱</sup>

استراژی‌های تولید پایدار توسط سازمان توسعه و همکاری جهانی این گونه تعریف شده است: «استراژی تولید پایدار برای کاهش میزان استفاده مواد، مصرف انرژی، دفع مایعات و تولید محصولاتی بدون توجه است؛ حال آنکه ارزش محصولات را برای جامعه و سازمان‌ها حفظ کرده یا بهبود دهد» و در ادامه مدلی را برای استراژی‌های تولید پایدار ارائه داده است. (شکل ۳)

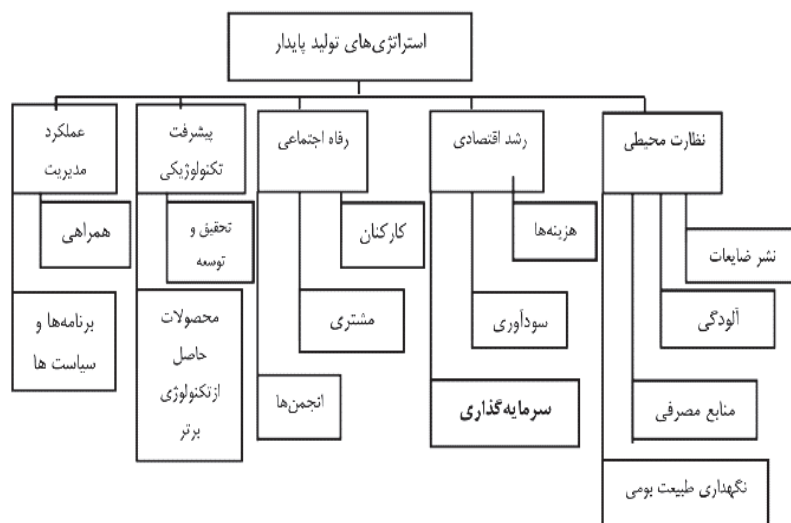


شکل ۳- مدل سازمان توسعه و همکاری جهانی

<sup>۱</sup>Organization for Economic Co-operation and Development

### مدل جانگ و همکاران

جانگ و همکارانش (۲۰۱۲) مدلی را در زمینه پایداری بر اساس طبقه بندی جامعی از شاخص‌هایی که قابل سنجش بوده و به طور مشخص با تولید در ارتباط هستند و بررسی آنها، ارائه دادند. جانگ و همکاران نتیجه گرفتند که استراتژی‌های تولید پایدار از پنج بعد نظارت محیطی، رشد اقتصادی، رفاه اجتماعی، پیشرفت تکنولوژیکی و مدیریت عملکرد تشکیل شده است و مدل خود را ارائه دادند. مطابق شکل، هر بعد اصلی شامل چندین زیر بعد تشکیل می‌باشد. در مجموع، تعداد شاخص‌های ارائه شده در مدل ۲۱۲ عدد است که به تفکیک بعد نظارت محیطی ۷۷ شاخص، بعد رشد اقتصادی ۲۳ شاخص، بعد رفاه اجتماعی ۷۰ شاخص، بعد پیشرفت تکنولوژیکی ۱۲ شاخص و بعد مدیریت عملکرد شامل ۳۰ شاخص است. (شکل ۴)



شکل ۴ - مدل جانگ و همکاران

### مدل قاسمی و همکاران

قاسمی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهش خود با استفاده از روش فراترکیب به بررسی و جمع‌آوری ابعاد و شاخص‌های تولید پایدار با بررسی ۳۳ مقاله و رسیدن به اشیاع تئوریک پرداخته‌اند. در پژوهش آنها ۲۲۸ کد ارجاعی شناسایی شد که برخی از کدهای شناسایی شده دارای چندین فراوانی بودند. از این حیث، با در نظر گرفتن فراوانی در مجموع ۷۱۴ کد استخراج کردند. در میان

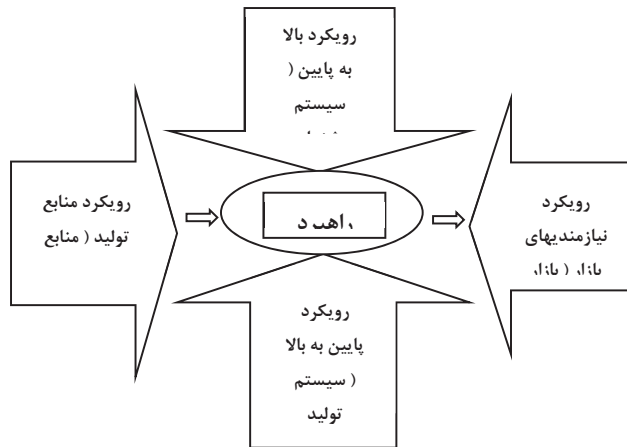
کدهای شناسایی شده، بعد اجتماعی با ۸۲ کد ارجاعی و با در نظر گرفتن فراوانی ۲۱۷ کد در زمره مهم ترین بعد شناسایی شد. آنها بعد از شناسایی کدها (متغیرها) با توجه به پیشینه پژوهشی موضوع و سلیقه فردی طبقه بندی کدها به تم ها انجام شد و کدها را در ۳۰ تم طبقه بندی کردند. سپس با الگو قراردادن مدل جانگ و همکارانش، نشان داند تولید پایدار از ۵ بعد اقتصادی، زیست محیطی، اجتماعی، پیشرفت تکنولوژیکی، عملکرد مدیریتی، تشکیل شده است؛ و مدل زیر را برای استراتژی های تولید پایدار ارائه دادند.



شکل ۵- مدل قاسمی و همکاران

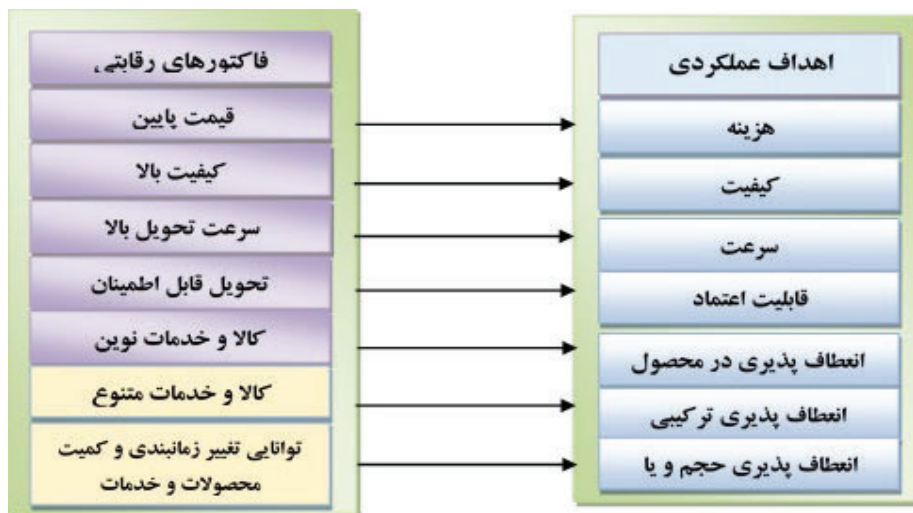
#### رویکردهای راهبردی جهت تحقق تولید پایدار

- راهبرد تولید رویکردی بالا به پایین دارد و آنچه را که کل گروه و کسب و کار می خواهد انجام دهد
- راهبرد تولید رویکردی پایین به بالا دارد و بهبود جمعی تولید، راهبرد تولید را ایجاد می کند.
- راهبرد تولید در برگیرنده تفسیر نیازها به صورت عملیاتی است.
- راهبرد تولید در برگیرنده استفاده از توانمندی های منابع تولید در بازار منتخب است.



شکل ۶- ترکیب رویکردهای راهبرد تولید

یکی از واضح ترین اهداف سازمان های تولیدی ، تحقق نیازمندی های بازار است . بدون آگاهی از نیازمندیهای بازار ، تضمینی وجود ندارد که تولید اهداف را بر مبنای اولویت ( کیفیت ، سرعت ، قابلیت اعتماد ، انعطاف و هزینه) محقق نمایند شکل زیر نشان دهنده رابطه میان برخی از پر کاربردترین فاکتورهای رقابتی و اهداف عملکرد تولید است.



شکل ۷- راهبرد مبتنی بر نیازمندی های بازار

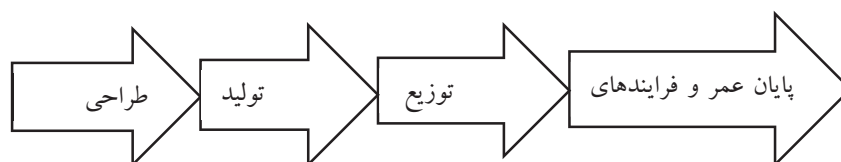
### زنجیره تأمین و کنترل فرآیند تولید پایدار در صنعت خودرو

بحث های بسیاری در زمینه مدیریت زنجیره تأمین پایدار وجود دارد. محققان، مدیریت زنجیره تأمین پایدار را برای رسیدن به تعادل میان بازده های مالی، عملکردهای اجتماعی و نگرانی های محیطی به تصویر کشده اند و مطرح کرده اند که مدیریت زنجیره تأمین پایدار، باید روابطی را برقرار نگه دارد که در آن انسان شناسی، علوم سیاسی، روان شناسی و جامعه شناسی با علوم طبیعی تعامل داشته باشند و در توسعه سیاست، مدیریت و تفسیر شوند (ژانگ، ۲۰۱۱). استفاده از مدیریت زنجیره تأمین پایدار، برای رقابت پذیر بودن سازمان از لحاظ قیمت، کیفیت، قابلیت اعتماد، انعطاف پذیری و مسئولیت پذیری اهمیت دارد. فواید مدیریت زنجیره تأمین پایدار عبارتند از: رضایت مشتری، کیفیت، نوآوری، اعتماد، سرعت تأمین کردن منابع، موجودی بهینه، انعطاف پذیری، زمان رهبری و کنترل هزینه ها. به هنگام استفاده از مشوق های مدیریت زنجیره تأمین پایدار باید موارد بالا را مورد توجه قرار داد. از جمله این عوامل می توان به استاندارد ISO ۱۴۰۰۱، حمل و نقل سبز، تولید سبز، بازیافت، بازتولید، طراحی محصولات و فرایندهای سبز، کاهش بقایای کربن و ارزیابی سیکل زندگی محصولات اشاره کرد (امینی فر و اعرابی، ۱۳۹۲). محققان مختلف در سال های گذشته بحث مدیریت زنجیره تأمین پایدار را در قالب چارچوب شکل زیر و به صورت یک چرخه ۶ قسمتی تعریف کرده اند که شامل تأمین منابع، تبدیل، حمل و نقل، تولید ارزش، مشتریان و بازتولید می باشد.

<sup>۱</sup>Zhong

### فرآیندهای مدیریت زنجیره تأمین پایدار

لینتون و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) بیان کردند، پایداری باید فرایندها و جریان هایی که در هسته زنجیره تأمین وجود دارند را باهم یکپارچه کند. این فرایندها شامل: طراحی محصول، تولید، توزیع و محصولات در پایان و فرآیندهای احیاء می شود.



شکل ۸- فرآیندهای مدیریت زنجیره تأمین پایدار (لینتون و همکاران، ۲۰۰۷)

### موانع و چالش های زنجیره تامین پایدار

تحقیقات متفاوت با رویکردهای متفاوتی به بررسی و شناسایی چالش ها و موانع پیش روی زنجیره تامین پایدار پرداخته اند. سیلوستر و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۸) و تی سنگ و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۹) در تحقیق خود هزینه اولیه بالا برای بسته بندی سازگار با محیط زیست را از موانع اصلی زنجیره تامین پایدار معرفی کردند. ایرانی و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۷) و قدیمی و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۹) نیز در تحقیق خود تعهد ضعیف مدیریت برای اتخاذ پایداری و ارتباط ناکارآمد پایداری با ساختار فرآیند موجود را از موانع مدیریت زنجیره پایدار معرفی کردند. گوپال و تاکار<sup>۶</sup> (۲۰۱۶) در تحقیق خود تضاد بین سیاست پایداری محصول و مقررات تجارت آزاد را از موانع مدیریت زنجیره تامین پایدار معرفی کردند. سارکیس<sup>۷</sup> و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۱۲)، جوز و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۱۷) و باتیستا و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۱۸) نیز در دسترس نبودن چارچوب مؤثر برای تصویب مدیریت زنجیره تامین پایدار را از مهمترین چالش های آن معرفی کردند. ماچیون و همکاران<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۸) و قدیمی و همکاران<sup>۱۱</sup> (۲۰۱۹) همچنین عدم آگاهی از استانداردهای پایدار

<sup>۱</sup>Linton et al

<sup>۲</sup>Silvestre et al

<sup>۳</sup>Tseng et al

<sup>۴</sup>Irani et al

<sup>۵</sup>Ghadimi et al

<sup>۶</sup>Gopal & Thakkar

<sup>۷</sup>Sarkis & Sarkis

<sup>۸</sup>Jose et al

<sup>۹</sup>Batista et al

<sup>۱۰</sup>Macchion et al

<sup>۱۱</sup>Ghadimi et al



برای مواد اولیه را مدنظر قرار دادند. سیلوستر و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۸) همچنین درک شدید نسبت به بازده اقتصادی پایین را موانع پایداری می‌دانند. جعفری (۱۳۹۸) نیز عوامل قانونی را مهمترین مانع پایداری می‌دانند. عتیقی و پاقلعه (۱۳۹۸) و پدرپور و ساعدی (۱۳۹۶) چالش‌های محیطی، چالش‌های فردی و چالش‌های سازمانی را از مهمترین چالش‌ها معرفی کردند. همچنین صفایی قادیکلایی و گرکرد آسیابی (۱۳۹۷) عدم درک مفهوم پایداری، عدم تعادل مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، توجه ناکافی به نظریه‌ها و مبانی تحقیقات در زنجیره تأمین، مشکل در هماهنگی ارتباط زنجیره تأمین، عدم برنامه ریزی استراتژیک و منابع مدیریتی و عملیاتی را به عنوان مهمترین چالش‌های پایداری می‌دانند. قهاری و صفایی قادیکلایی (۱۳۹۷) نیز موانع مؤثر در پیاده سازی زنجیره تأمین پایدار را شامل کمبود دستگاه‌های یکپارچه در طراحی و پیاده سازی استراتژی و سیاست‌های توسعه پایدار، عدم تعادل مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و مشکلات مربوط به تعهد و حمایت مدیریت عالی، فقدان انگیزه‌های تشویقی برای سازمان‌های کسب‌وکار، عدم آگاهی تخصص و مهارت نیرو کار در مورد مزایا و روش‌های تولید پایدار، کمبود آگاهی مشتریان نسبت به محصولات و خدمات پایدار، فقدان علاقه و تلاش‌های هماهنگ از سوی ذینفعان می‌دانند. عاقله و حمیدی (۱۳۹۵) موانع استقرار زنجیره تأمین سبز را در سطوح سازمانی، محیطی و فردی، مدیریتی، دولتی، تکنولوژیکی، آگاهی، رقابتی، اعتقادی و اقتصادی معرفی کردند. مروتی شریف آبادی و همکاران (۱۳۹۵) موانع پایداری را از سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بررسی کردند.

---

<sup>۱</sup>Silvestre et al

### کیفیت سیستم های اطلاعاتی تولید

اطلاعات عبارت از مجموعه ای از داده‌ها هستند که در ذهن در یافت کننده آنها ایجاد معنی می کنند. اطلاعات باید به دریافت کننده چیزی را ارائه نماید که او تا به حال نمی دانست و نمی توانست پیش بینی کند. به طور خلاصه اطلاعات به داده‌ها ی معنی دار و سازماندهی شده و مفید اطلاق می شود (امیرخانی و همکاران، ۱۳۹۲). بیشتر شرکت‌ها، استفاده استراتژیک از سیستم‌های اطلاعاتی را به منظور فراهم‌سازی مزیت رقابتی بالا، شروع کرده‌اند. آنها، عملیات تولید و استراتژی کسب و کار خود را با استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی، یکپارچه ساخته و توانسته‌اند توازن مطلوب بین یکنواختی و قابلیت انعطاف در تولید را با استفاده از توسعه مفاهیم سیستم‌های یکپارچه (در مقابل روش‌های معمول تولید) برقرار سازند. سیستم اطلاعات جامع تولید، حرکت به سوی یکپارچگی کامل تکنولوژی تولید و استراتژی کسب و کار را در یک سیستم اطلاعاتی نشان می‌دهد و شامل تمامی کارکردهایی است که یک شرکت تولیدی باید دارای آنها باشند. نمونه این کارکردها، ماجول‌های تحلیل بازار، کنترل کیفیت، مدیریت کیفیت و پشتیبانی از تصمیم‌گیری است. سیستم اطلاعات جامع تولید، قابلیت پاسخگویی سریع به تغییرات بازار را فراهم ساخته و انعطاف‌پذیری در تولید محصولات را تسهیل می‌بخشد.

### سیستم نگهداری و تعمیرات و چالش‌های رایج در مدیریت نگهداری و تعمیرات

واحد نگهداری و تعمیرات در شرکت‌هایی که به دنبال رسیدن به تعالی هستند با چالش‌های بسیاری مواجه می‌شوند. اولین قدم در ساختن یک برنامه مدیریت نگهداری و تعمیرات موفق شناسایی و اولویت‌بندی حوزه‌های کلیدی است که باید در ابتدا این مسیر مورد توجه قرار گیرند. چالش‌های رایج در مدیریت نگهداری و تعمیرات بر روی بهره‌وری و راندمان نگهداری و تعمیرات و در نتیجه اهداف کلان شرکت‌ها اثر منفی می‌گذارند. این اثر منفی در شرکت‌های تولیدی بیش از ۵۰ میلیارد دلار در سال فقط به دلیل توقف‌های برنامه ریزی نشده است. از طرفی اولویت‌های سطح کلان یک شرکت تعیین کننده اهداف برنامه مدیریت نگهداری و تعمیرات است. از طرفی بهره برداری درست از دستگاه‌ها و ماشین آلات نیازمند یک سیستم اثربخش نگهداری و تعمیرات است. اگر اجرای این سیستم به درستی صورت نگیرد، باعث تحمیل هزینه‌های غیرضروری به سازمان‌ها می‌شود. امروزه نگهداری و تعمیرات یک فاکتور استراتژیک برای تضمین بهره‌وری سیستم‌های صنعتی می‌باشد. بحران‌های اقتصادی جهان باعث شده تا شرکت‌ها به فکر کاهش هزینه‌های نگهداری باشند. نیاز به افزایش راندمان، انعطاف‌پذیری بیشتر، کیفیت بهتر و هزینه‌های کمتر باعث تغییرات و در نتیجه موجب پیچیده‌تر شدن ساختار صنعتی شده است (حجازی و صالحی، ۱۳۹۳).



شکل ۹- چالش‌های رایج در مدیریت نگهداری و تعمیرات

### رضایت کاربر

مشخص ساختن سیستم اطلاعاتی و منابع انسانی نخستین و مهمترین گام رهیافت موفقیت آمیز مدیریت است. بسیاری از سازمان‌ها برای استفاده از مزایای فناوری اطلاعات، سرمایه‌گذاری‌های زیادی انجام داده‌اند اما گاهی علی‌رغم سرمایه‌گذاری‌های کلان در این حوزه نتایج مورد انتظار حاصل نشده است و حتی باعث هدر رفتن سرمایه اولیه نیز شده است. با توجه به اینکه سیستم‌ها و فناوری اطلاعات ابزاری برای کاهش هزینه‌های عملیاتی، افزایش بهره‌وری و حفظ مزیت رقابتی است، سازمان‌ها سرمایه‌گذاری قابل ملاحظه‌ای در آن انجام داده‌اند. همگام با توسعه روزافزون فناوری اطلاعات، مسأله جدیدی نیز نمایان شده و آن پذیرش فناوری و سیستم‌های اطلاعاتی توسط کاربر است. دستاوردهای حاصل از سیستم‌ها و فناوری اطلاعات باعث شده است تا به عوامل اثرگذار در پذیرش و استفاده کاربران از فناوری اطلاعات و نیز رضایت آنها توجه شود. اصولاً اثربخشی سیستم‌های اطلاعاتی به پذیرش کاربر بستگی دارد. و سنجش عملی برای پذیرش سیستم‌های اطلاعاتی،

رضایت کاربر است. رضایت کاربر مجموعه ای از احساسات و نگرش های فرد به عوامل گوناگونی است که بر موقعیت او اثر می گذارند (آینین و همکاران؛ ۲۰۱۱).

ارزیابی اثربخشی سیستم ها و فناوری های اطلاعات یکی از مهمترین مسایل مدیریت آنهاست. سازوکارهای متداول در سازمان های امروزی برای ارزیابی سیستم ها و فناوری های اطلاعات ناکافی است. در کنار شکل های مختلف ارزیابی اثربخشی سیستم های اطلاعاتی، رضایت کاربر از سیستم ها و فناوری اطلاعات یکی از گسترده ترین و تعیین کننده ترین سنجه ها برای تشخیص موفقیت در استفاده از سیستم ها و فناوری اطلاعات محسوب می شود. رضایت کاربر مجموعه ای از احساسات و نگرش های کاربر سیستم ها و فناوری اطلاعات به عوامل گوناگونی است که بر موقعیت او اثر می گذارند (ناناماکر و بریگس، ۲۰۱۲). در تلاش های اولیه برای تعریف مفهوم رضایت کاربران، جیلیان و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) به این نتیجه رسیدند که رضایت کاربری یک مفهوم دشوار، ناملموس و دست نیافتنی برای تعریف است. اما همان چیزی است که با استفاده از آن می توان اطلاعات برای تحقیق درباره عملکرد سیستم و تجربه کاربر از آن را فراهم کرد. و تزییر و همکاران<sup>۲</sup> (۱۹۷۷) بیان کردند که رضایت تجربه درونی کاربر است و بنابراین پاسخی است که ممکن است عقلی و یا حسی باشد. رضایت کاربری شاید پر استفاده ترین سنجش برای ارزیابی موفقیت یک سیستم اطلاعاتی باشد. زیرا درجه بالایی از اعتبار صوری با ابزار های اندازه گیری قابل اعتماد، در مقایسه با سایر ابزارها دارد. و همچنین بیلی و پیرسون<sup>۳</sup> (۱۹۸۳) اشاره کردند که رضایت کاربر ریشه در مطالعات روانشناسی دارد و شامل مجموعه ای از احساسات و رفتارها به همراه عوامل متعددی است که کاربران را در محل کار خود تحت تأثیر قرار می دهد. رضایت کاربری به عنوان میزانی که کاربران بر این باورند که سیستم اطلاعاتی در دسترس آنها، نیاز اطلاعاتی آنها را پاسخ می دهد، تعریف می شود.

### کاهش ضایعات و خرابی ها

یکی از راه های افزایش بهره وری کاهش ضایعات است. ضایعات و افزایش روزافزون آن یکی از پدیده های تولید انبوه است که کشورهای صنعتی در جست و جوی یافتن راه های برای جلوگیری و کاهش آن هستند. موضوع قطع جریان ضایعات یا کاهش آن، به دلیل حجم بالای منابع تولیدی تلف شده و خسارت بالقوه محیطی، از اهمیتی خاص برخوردار است. با عاید شرکت می شود که بخشی از آن، به منزله بهره وری، به کارگران و کارکنان پرداخت می شود. از این رو، تولید بهتر با ضایعات کمتر، موجب شکوفایی اقتصادی نیز می شود داشتن برنامه و تکنولوژی مناسب جهت کاهش ضایعات برای هر صنعتی امری اجتناب

<sup>۱</sup> Ainin et al

<sup>۲</sup> Nunamaker & Briggs

<sup>۳</sup> Jillian et al

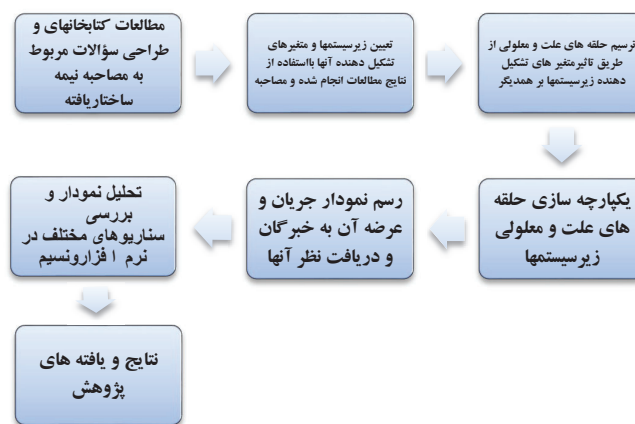
<sup>۴</sup> Tessier et al

<sup>۵</sup> Bailey & Pearson

ناپذیر است. این برنامه موجب هدایت تلاشهای سازمان در جهت تأمین نیازها و ابزارهای کاهش ضایعات می‌شود (ابراهیم زاده، ۱۳۹۰). باید توجه داشت هیچ نوع فعالیت تولیدی نمی‌تواند فاقد آلودگی باشد و تولید مواد زاید و ضایعات در صنایع، پدیده‌ای گریزناپذیر است که مدیریت تولید و بالاخص مدیریت ضایعات تولید سبب بهبود عملکرد و بهره‌وری می‌شود (آرئوجو و همکاران، ۲۰۱۸). در این بین شیوه ارزیابی خط تولید و بررسی ضایعات تولیدی پتانسیل بالایی برای تغییر اذهان هیئت‌های مدیریت سنتی به سمت مدیریت نوآوری پایدار دارد که سبب کاهش ضایعات می‌شود (کهل و همکاران، ۲۰۱۶).

### روش شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از جهت روش، پویایی‌شناسی سیستم، از لحاظ هدف، کاربردی و از حیث زمان، مقطعی محسوب می‌شود. جمعیت مورد مطالعه در این مقاله، صنعت خودروسازی ایران خودرو دیزل می‌باشد و حجم نمونه شامل ۲۲ نفر مدیران و کارشناسان در صنعت خودرو، ۹ نفر مدیران و کارشناسان ارشد صنعت خودروسازی می‌باشند ابزار گردآوری داده‌ها و اطلاعات تحقیق مورد نظر با توجه به موضوع مورد مطالعه و متناسب با روش تحقیق، مطالعات کتابخانه‌ای، و مصاحبه نیمه ساختار می‌باشد. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از نرم‌افزار ونسیم<sup>۳</sup> استفاده شده است. مراحل این پژوهش در نمودار شکل ۱۱ نشان داده است.



شکل ۱۱. فرآیند انجام پژوهش

<sup>۱</sup>raújo et al  
<sup>۲</sup>Kohl et al  
<sup>۳</sup>VENSIM

همچنین در انجام شبیه سازیهای پژوهش حاضر با نرم افزار ونسیم، یک افق زمانی ۵۰ ماهه در نظر گرفته شد و مقادیر و روابط کمی بین متغیرها نیز با استفاده از یک مصاحبه نیمه ساختار یافته، تعیین گردید. جامعه تحقیق خبرگان به شرح جدول ذیل می باشد.

جدول ۱- جامع تحقیق خبرگان

جامعه تحقیق خبرگان	تعداد نفرات	موقعیت شغلی	تحصیلات	سابقه کار
۱	۲۲ نفر	مدیران و کارشناسان در صنعت خودرو	کارشناسی ارشد - دکتری	حداقل ۱۰ سال
۲	۹ نفر	مدیران و کارشناسان ارشد صنعت خودرو سازی	کارشناسی ارشد - دکتری	حداقل ۱۰ سال

ماخذ: یافته‌های تحقیق

در جدول ۲ تمامی متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش و نوع حالات مورد استفاده هریک از آنان در مدل شبیه سازی شده ارائه گردیده است. هریک از نمادهای L، R، A، C به ترتیب مخفف عبارات متغیر حالت، متغیر نرخ، متغیر کمکی و متغیر ثابت می باشند.

جدول ۲- معرفی متغیرهای مورد استفاده در مدل پژوهش

ردیف	نام متغیر (فارسی)	نام متغیر (لاتین)	ردیف	نام متغیر (فارسی)	نام متغیر (لاتین)
۷	درجه کیفیت گزارشها	Degree of quality of reports	۸۸	خرید تجهیزات حمل نقل متناسب با محیطزیست	Purchase of environmentally friendly transportation equipment
۸	اعتماد تجاری	Business trust	۸۹	توزیع پایدار	Sustainable distribution
۹	اندازه شرکت	size of company	۸۱	توسعه پایدار محصول	Sustainable product Development
۱	توانایی تأمین مالی	Ability to finance	۸۰	نرخ افزایش توسعه پایدار	The rate of increase in sustainable development
۰	تکنولوژی	Technology	۸۰	نرخ کاهش توسعه پایدار	The rate of sustainable development decline
۰	حمایت دولت	Government support	۸۰	طراحی پایدار	sustainable design

A	Consumption of materials and energy in design	مصرف مواد و انرژی در طراحی	۸۹	C	Sponsor	حامی مالی	۰
A	Sustainable Procurement	تدارکات پایدار	۸۸	C	Unpredictable cash flow	جریان نقدی غیرقابل پیش بینی	۹
A	Number of suppliers aware of sustainability	تعداد تأمین کنندگان آشنا به پایداری	۹۵	C	Legal information dissemination process	فرآیند انتشار اطلاعات قانونی	۸
A	Sustainable training to designer and supplier	آموزش توسعه پایدار به طراح و تأمین کننده	۹۷	C	Swelling	تورم	۷۵
A	Training budget	بودجه آموزش	۹۸	C	The degree of structural dependence	درجه وابستگی ساختاری	۷۷
A	Cost of production	هزینه تولید	۹۹	L	Profitability	سودآوری	۷۸
A	exchange rate	نرخ ارز	۹۱	R	Rate of profitability increase	نرخ افزایش سودآوری	۷۹
A	GDP	تولید ناخالص داخلی	۹۰	R	Rate of Reduced profitability	نرخ کاهش سودآوری	۷۱
L	production volume	حجم تولید	۹۰	A	solvency	نسبت پرداخت بدهی	۷۰
R	The rate of increase in production volume	نرخ افزایش حجم تولید	۹۰	A	Liquidity	نقدینگی	۷۰
R	Rate of production Decrease	نرخ کاهش حجم تولید	۹۹	A	Interest coverage	پوشش بهره	۷۰
A	Demand	تقاضا	۹۸	A	Time Value of Money	ارزش زمانی پول	۷۹
A	Product quality	کیفیت محصول	۱۵	A	investment	سرمایه گذاری	۷۸
A	Outsourcing	برونسپاری	۱۷	A	Current stock value	ارزش فعلی سهام	۸۵
				A	Working capital	سرمایه در گردش	۸۷

ماخذ: یافته‌های تحقیق

### مدل مفهومی سیستم تولید پایدار

رویکرد پویایی سیستم برای مدل سازی و مدیریت فرآیندها با این دو خصوصیت می توانند استفاده شوند:

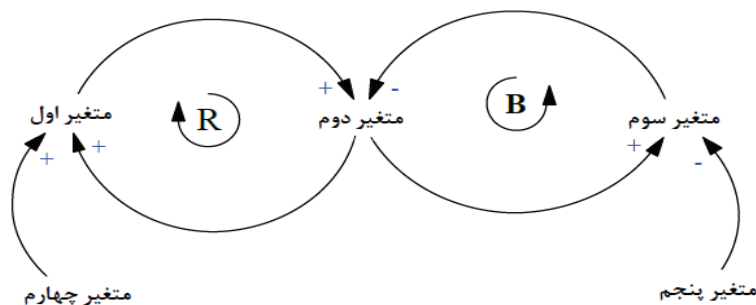
۱. فرآیندهایی که در گذر زمان تغییر می کنند.

۲. فرآیندهایی که بازخوردی از اطلاعات دارند.

هنر روش مذکور، ترسیم رفتار سیستم با استفاده از مدل سازی فرآیندهای بازخوردی داخل سیستم از طریق ساختارهای حالت-جریان، تأخیرهای زمانی و روابط غیرخطی است. در مورد مفهوم بازخورد می توان گفت، وقتی خروجی دوباره به عنوان ورودی استفاده می شود، یک بازخورد اتفاق می افتد که سیستم را قادر به ایجاد رفتار درونی می کند. نمودار علت و معلول شامل عنصر و فلش هایی هستند که این عناصر را به یکدیگر پیوند می دهند و با یک علامت (+ یا -) در هر لینک نمایش داده می شوند. این علائم معانی زیر را دارند.

۱. یک پیوند علی از یک عنصر A به عنصر B مثبت (+) است اگر تغییر A یک تغییر در B را در همان جهت ایجاد می کند. در واقع در صورتی یک رابطه مثبت است که افزایش در یک متغیر موجب افزایش متغیر دیگر می شود و کاهش یک متغیر موجب کاهش متغیر دیگر می شود.

۲. یک پیوند علی از یک عنصر A به عنصر B دیگر منفی (-) است. اگر تغییر در A موجب تغییر در B در جهت مخالف شود. هم چنین علامت نمودار در صورتی که منفی باشد افزایش در یک متغیر کاهش در متغیر دیگر را منجر می شود و بالعکس.



شکل ۱۱- یک مدل پایه پویایی سیستمها

پویایی سیستم دارای چهار عنصر تعریف شده است:

(الف) انبارش ها یا متغیر حالت؛

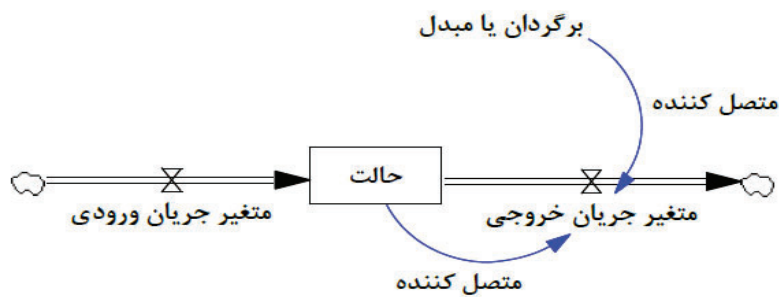
(ب) نرخها یا جریانها؛



(ج) برگردان‌ها یا مبدل‌ها

(د) پیکان‌ها یا متصل‌کننده‌ها، همان‌طور که در شکل ۱۱ نشان داده شده است.

انبارش یا متغیر حالت: انبارها یا حالت‌های سیستم را به‌طور پیوسته نمایش می‌دهد. انبارش به مفهومی دلالت دارد که بتوان در آن چیزی انباشته یا ذخیره کرد و سپس آن را به بخش دیگری از سیستم انتقال داد. نرخ‌ها یا جریان‌ها هر نوع افزایش یا کاهش یا هر نوع تغییر در متغیر حالت را سبب می‌شود. جریان به عملیات جاری می‌گویند که محتوای مخزن سیستم را در طول دوره زمان تعیین می‌کند. جریان‌ها انتقال برخی مقادیر را نشان می‌دهد. معمولاً این انتقال بین یک متغیر حالت داخل سیستم یا یک متغیر حالت و خارج سیستم (سینک) است. ارزش یک جریان می‌تواند مثبت یا منفی باشد. یک جریان مثبت انبارش یا متغیر حالت را پر می‌کند و یک جریان منفی یک جریان تخلیه انبارش یا متغیر حالت است. یک مبدل دارای نقش سودمند در انتخاب ارزش‌های مناسب و عملکرد پارامترها در مدل است. مبدل‌ها متغیری است که آهنگ کارکرد فرآیند سیستم را تعیین می‌کند. مبدل می‌تواند نقش‌های گوناگونی در سیستم ایفا کند. مهم‌ترین نقش مبدل‌ها، تعیین آهنگ، یا سرعت فرآیند سیستم است که سرعت تغییر محتوای هر متغیر حالت، برپایه این آهنگ است. پیکان‌ها یا ارتباط‌ها در نمودارهای علت و معلولی، نشان‌دهنده جهت و علامت تأثیر ارتباطات بین متغیرهای مختلف سیستم است. در شکل ۱۲ روابط متغیر حالت و جریان به شرح زیر است:



شکل ۱۲. یک مدل پایه پویایی سیستم‌ها

روابط بین حالت و جریان در برپایه معادله زیر بنا نهاده شده است:

$$\text{حالت}(t) = \int_{t_0}^t \left[ \text{ورودی جریان}(s) - \text{جریان خروجی}(s) \right] ds + \text{موجودی}(t_0)$$

به عنوان یک ابزار محبوب برای شبیه سازی پویایی سیستم‌ها نرم‌افزار ونسیم به عنوان یک بسته نرم افزاری مناسب برای ساخت فرمول و شبیه سازی در این مطالعه در نظر گرفته شده است. این نرم افزار یک ابزار قدرتمند برای برقراری ارتباط و وابستگی بین فرآیندها و مسائل است. این ابزار اجازه می‌دهد که ساختار یک فرآیند یا استراتژی دقیق به پویایی مرتبط شود. ویژگی‌های کلیدی نقشه برداری و مدل سازی عبارتند از:

ساده ساختن مدل مبتنی بر نماد بصری

نمودارهای حالت و جریان از زبان مشترک از سیستم‌های تفکر و ارائه بینش، در فرآیندهای کسب و کار مدل شده؛

ارائه نمودارهای حلقه علت و معلول و روابط علی؛

تولید خودکار معادلات مدل که در زیر لایه مدل قابل دسترسی هستند؛

این نرم افزار به چهار بخش جداگانه تقسیم می‌شود: روابط، نقشه، مدل و معادل



شکل ۱۳- روش پژوهش با استفاده از رویکرد پویایی سیستم‌ها

هر بخش نشان دهنده یک لایه مجزا در مدل است و هریک از روش‌های مختلف طراحی و ارائه مدل را فراهم می‌کند. لایه نقشه برای تفکر در قالب نقشه و چارچوب است؛ لایه برای تبدیل نقشه‌ها به مدل‌هایی است که می‌توانند بر روی کامپیوتر شبیه‌سازی شوند. لایه روابط می‌تواند یک مدل را به یک محیط واقعی تبدیل کند و لایه معادله تمام معادلاتی که مدل را تشکیل می‌دهند، لیست می‌کند. بنابراین مدل مفهومی پژوهش به صورت شکل ۱۳ ارائه می‌گردد.

### امکان تولید پایدار در صنعت خودروهای سنگین در شرایط تحریم رکود اقتصادی

رحیمی‌فتح‌کوهی (۱۴۰۱) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که اعمال تحریم‌های اقتصادی و بین‌المللی از سوی برخی کشورها، در بخش‌های تولید، صادرات و واردات تاثیر می‌گذارد. این شرایط در برخی از صنایع به مراتب تاثیر بیشتری داشته و فرآیند آنها را مختل می‌کند دلیل افت شدید تولید و کاهش نقدینگی فشار وارده مضاعف شده و شرکت‌های خودرو ساز را با چالش‌های بیشتری مواجه می‌سازد. افت تولید خودرو و مشکل تامین قطعات وارداتی در شرکت‌های خودرو ساز باعث افت نقدینگی شده و موجبات افزایش قیمت محصول نهایی را به دنبال داشته است. بطور کلی می‌توان گفت که تحریم‌ها در صورتی برای کشور نعمت است که بسرعت تبدیل به فرصت‌هایی طلایی برای نوآوران و تولیدکنندگان خلاق شود؛ بگونه‌ای که با ایجاد بسترهای حمایتی پایدار و مستمر دولتمردان برای فعالین اقتصادی، موانع پیش روی آنان برطرف شده و انگیزه ورود و تلاش مضاعف در عرصه تولید با ارتباط عمیقتر دانشگاه و صنعت فراهم گردد.

افزایش تقاضای جامعه برای پایداری منجر به توجه به تولید پایدار شده است. اگرچه برای اکثر افراد یک هدف جذاب است، اما مدیران اجرایی در اجرا با مشکلاتی روبرو هستند. تولید پایدار به دلیل ضرورت ایجاد توازن اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی، نتایج مرتبط با اجرای جایگزین‌های مختلف تولید و فرآیندها، این امر به ویژه در صنایع بسیار رقابتی مصرف‌کننده‌گرا مانند صنعت خودرو صادق است. بررسی ادبیات ارائه شده در اینجا نشان داد که بیشتر چارچوب‌های پایداری موجود ماهیت کیفی دارند و به بحث در مورد مواد و فرآیندهای پایدار محدود می‌شوند، در حالی که معاوضه بین حوزه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی پایداری به ندرت بررسی می‌شود. برای غلبه بر چنین کاستی‌هایی، ما یک چارچوب کمی برای تولید پایدار ایجاد می‌کنیم و کاربرد آن را برای صنعت خودرو نشان می‌دهیم. تجزیه و تحلیل تصمیم چندمعیاره (MCDA) برای ترکیب ارزش‌های مدیران صنعت و تصمیم‌گیرندگان با معیارهای عملکرد مواد مختلف تولید خودرو (فلزات آهنی، آلومینیوم، پلاستیک، کامپوزیت-های آلی و کامپوزیت‌های مصنوعی) استفاده می‌شود. اگرچه این چارچوب ممکن است به شکل فعلی برای تصمیم‌گیرندگان مفید باشد، اما برنامه‌های کاربردی آینده ممکن است با انتخاب گزینه‌های متفاوت یا خاص‌تر، با استفاده از نمرات عملکرد عینی پشتیبانی شده توسط تحقیقات صنعت یا با بررسی مجموعه متنوع‌تری از توزیع‌های وزنی که ارزش‌های سهامداران متفاوت را نشان می‌دهد، مدل را بهبود بخشد.

در مراحل اولیه توسعه محصول، کاهش هزینه‌ها و بهبود عملکرد پایداری محصول مهم است. داده‌های کافی در مورد هزینه‌ها و جنبه‌های پایداری مفاهیم نوآورانه مانند طراحی سبک وزن خودرو که نیاز به استفاده از مواد و فرآیندهای جدید دارد، در

دسترس نیست. کمبود اطلاعات و درجه بالای عدم قطعیت مانع استفاده از ابزارهای سنتی ارزیابی پایداری مانند ارزیابی چرخه زندگی در این مراحل اولیه می‌شود. ابزارهای مورد استفاده در طراحی زیست محیطی و طراحی پایدار دارای معایبی هستند، زیرا آنها یا فقط بر یک بعد پایداری تمرکز می‌کنند، به داده‌های کمی در مورد مواد و فرآیندها نیاز دارند یا نمی‌توانند توسط طراحان و مهندسان اعمال شوند. توسعه محصول پایدار با همکاری نزدیک با پزشکان ایجاد شد. توسعه محصول پایدار امکان ارزیابی کیفی جنبه‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی را در مراحل اولیه توسعه محصول فراهم می‌کند و در عین حال چشم‌انداز چرخه عمر کامل را در نظر می‌گیرد. این پایه و اساس روش شناختی را برای یک فرآیند تکراری فراهم می‌کند که در آن وظایف بهبود مربوط به پایداری تعریف می‌شود که باید توسط مهندسان تکمیل شود. کاربرد توسعه محصول پایدار با اشاره به طیف گسترده‌ای از فناوری‌ها در یک مطالعه موردی که شامل نه فناوری سبک وزن خودرو بود، ارزیابی و آزمایش شد. این مطالعه موردی نشان داد که ابزار توسعه یافته به طراحان و مهندسان کمک کرد تا عملکرد پایداری یک فناوری را ارزیابی و بهبود بخشند و فرآیندهای همکاری و تبادل اطلاعات را در داخل و بین سازمان‌ها تحریک می‌کند.

#### مولفه‌های تاثیرگذار بر تولید پایدار در شرایط تحریم

تولید پایدار خودروهای تجاری کشور در شرایط تحریم تحت تاثیر عوامل و مولفه‌هایی است که در مدل نهایی تحقیق نقش‌آفرین هستند. بررسی ادبیات تحقیق و مطالعات پیشین می‌تواند عوامل موثر بر تولید پایدار در صنعت خودروهای سنگین را شناسایی کند. در واقع با بررسی مطالعات پیشین در خصوص تولید پایدار در صنعت خودرو سازی می‌توان شاخص‌ها و مولفه‌هایی که نقش تاثیرگذار در تولید پایدار در صنعت خودروهای سنگین را دارند شناسایی کرد. شناسایی این شاخص‌ها و مولفه‌ها مدل ابتدایی تحقیق را تشکیل می‌دهند که در فصول آتی اعتباریابی و آزمون می‌شود. از سویی، با توجه به اینکه در این تحقیق تلاش شده است تا مدل سیستم‌های پویایی تولید پایدار در صنعت خودروهای سنگین در شرایط تحریم و رکود اقتصادی در ایران شناسایی و ارائه شود لذا باید به این دو مولفه یعنی تحریم و رکود اقتصادی در ایران در شناسایی مدل مبنا توجه گردد. تحریم‌ها نقش مهمی در زنجیره تامین و در نهایت تولید و عرضه خودرو به مشتری و در نهایت برگشت سرمایه جهت تداوم تولید دارند بنابراین در این تحقیق تمرکز بر مولفه‌های تولید خواهد بود. تولید خودرو نیازمند دانش، مهارت، تکنولوژی، مواد اولیه، قطعات، تامین مالی (سرمایه‌گذاری) و بهره‌گیری از نیروی انسانی با تجربه است که برخی از این مولفه‌ها تحت تاثیر مستقیم تحریم‌ها خواهند بود. به عنوان مثال واردات تکنولوژی و دانش نوین در تولید قطعات، سرمایه‌گذاری خارجی و تهیه و تامین قطعات اصلی و مهم در تولید خودرو مانند موتور محرکه از مولفه‌های اصلی است. در این تحقیق برای بررسی عوامل موثر بر پایداری زنجیره تامین خودرو در صنعت خودرو سازی از پارادایم‌های زنجیره تامین لارج استفاده می‌شود. اهمیت زنجیره تامین لارج براساس هریک از ارکان چهارگانه آن روشن و بدیهی است. با این وجود آنچه اهمیت لارج بودن را بیشتر می‌کند آن است که مزایای این رویکرد از جمع جبری تک تک اعضای آن بیشتر است. با استفاده از این رویکرد سازمان از سنرژی (هم‌افزایی) سرشاری بهره‌مند می‌شود که می‌تواند موفقیت خود را تضمین کند.

بررسی عناصر مختلف در زنجیره تامین لارج نشان می‌دهد که این شیوه را می‌توان به طراحی سبز، مدیریت موجودی، برنامه‌ریزی تولید و کنترل برای بازسازی، بهبود محصول، تدارکات، مدیریت مواد زائد، استفاده بهینه از انرژی و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای مرتبط ساخت.

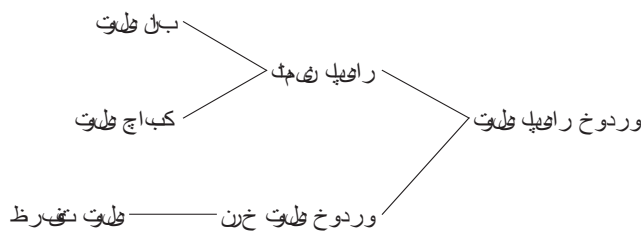
فرآیندهای مربوط به خرید، حمل و نقل، بسته بندی، انبارداری، لجستیک معکوس، محیط زیست، اخلاق، تنوع، شرایط کار، حقوق بشر، ایمنی، انسان دوستی و مشارکت جامعه را به عنوان عناصرهای مرتبط با زنجیره تامین لارج معرفی کرده‌اند. این زنجیره در بخش حمل و نقل سلامت انسان و اکوسیستم، پیشرفت اقتصادی و عدالت اجتماعی چه در زمان حال و چه در زمان آینده باید حفظ شود. همچنین انبارداری را در زنجیره تامین لارج شامل فعالیت‌هایی مانند: ترمینال محل انبار، ذخیره مناسب مواد، دفع مناسب مواد خطرناک می‌دانند.

از مجموع نظریات ارائه شده درباب موضوع تولید پایدار، می‌توان چند فرضیه عمده زیر را استخراج کرد:

- بین میزان ظرفیت تولید خودروهای تجاری کشور و میزان تولید پایدار خودرو رابطه وجود دارد.
- بین میزان تولید ناب خودروهای تجاری کشور و میزان تولید پایدار خودرو رابطه وجود دارد.
- بین میزان تامین پایدار خودروهای تجاری کشور و میزان تولید پایدار خودرو رابطه وجود دارد.
- بین میزان تولید ناب خودروهای تجاری کشور و میزان تولید پایدار خودرو رابطه وجود دارد.
- بین میزان تولید چابک خودروهای تجاری کشور و میزان تولید پایدار خودرو رابطه وجود دارد.

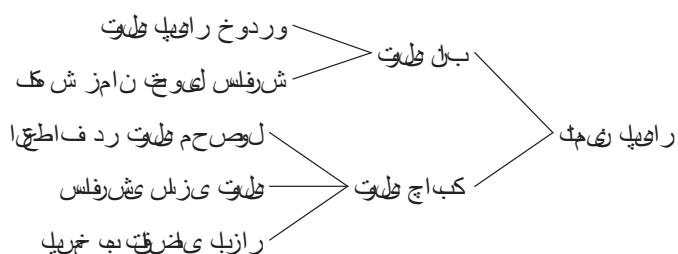
### یافته‌های پژوهش

مدل شبیه سازی شده تابع تولید پایدار در قالب مدل پویایی سیستم تولید پایدار خودروهای تجاری کشور در شرایط تحریم شامل مولفه‌ها و شاخص‌های متعددی است که در نمودار درختی یا استخوانی زیر مشاهده می‌شود.



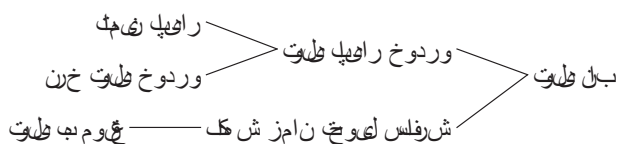
شکل ۱۴- نمودار استخوان ماهی ابعاد تولید پایدار خودروهای تجاری کشور

تولید پایدار متأثر از مولفه های تامین پایدار و نرخ تولید خودرو است. تامین پایدار نیز متأثر از تولید ناب (ناب بودن تولی) و چابکی تولید (تولید چابک) است که خروجی آن نرخ یا تعداد تولید خودروهای تجاری است.

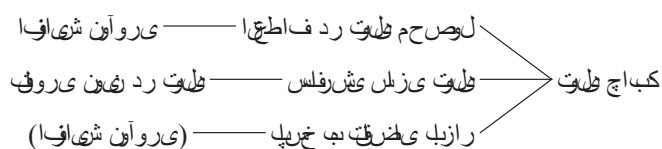


شکل ۱۵- نمودار استخوان ماهی ابعاد تامین پایدار خودروهای تجاری کشور

تامین پایدار از دو عامل تولید ناب و تولید چابک تشکیل شده است که نمودارهای هر کدام در ادامه ارائه شده است.

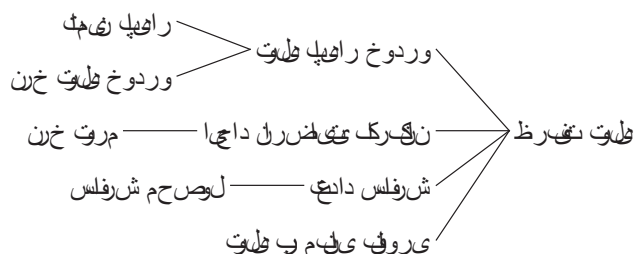


شکل ۱۶- نمودار استخوان ماهی ابعاد تولید ناب خودروهای تجاری کشور



شکل ۱۷- نمودار استخوان ماهی ابعاد تولید چابک خودروهای تجاری کشور

همچنین ظرفیت تولید خودرو نقش تعیین کننده ای در نرخ خروجی تولید دارد که ابعاد و شاخص های آن در ادامه ارائه شده است.



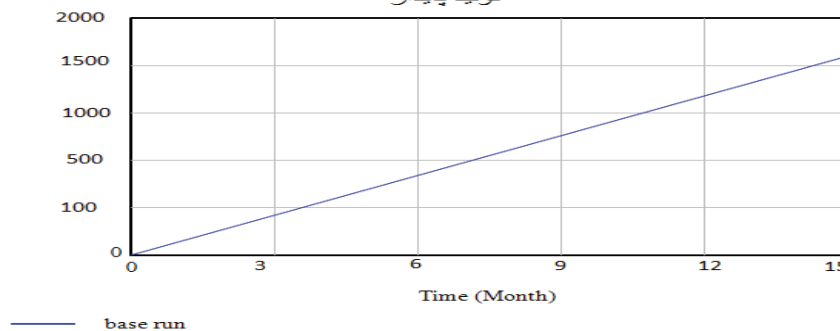
شکل ۱۸- نمودار استخوان ماهی ابعاد ظرفیت تولید خودروهای تجاری کشور

### سناریو تولید پایدار (سناریو پایه)

سناریو تولید پایدار در واقع اولین مرحله اجرای مدل برای تولید پایدار خودروهای تجاری کشور در شرایط تحریم است. اجرای این سناریو نشان می‌دهد که سه عامل تامین پایدار، ناب بودن تولید و چابکی تولید نقش مهمی در تولید پایدار این خودروها در کشور دارند.

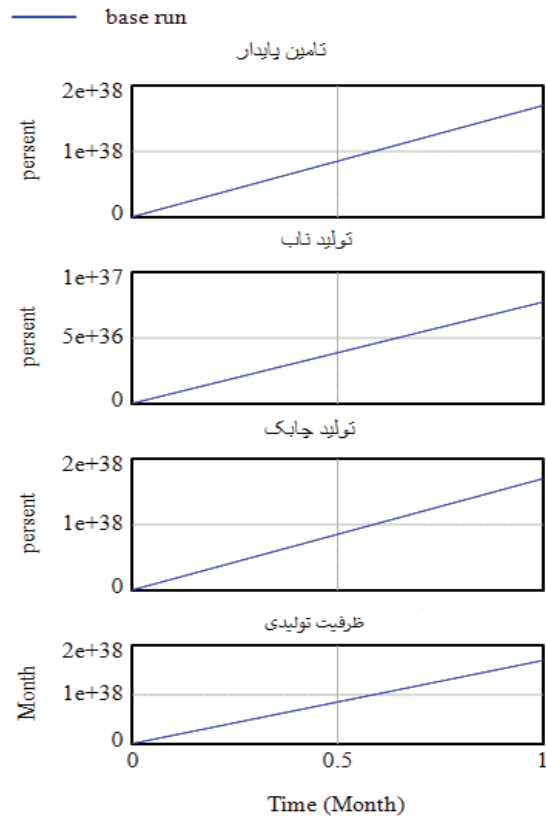
نمودار تولید پایدار خودروهای تجاری کشور در مرحله ابتدایی در شکل زیر مشاهده می‌شود. روند تولید مبتنی بر عوامل موثر بر آن است که در این تحقیق ۴ عامل اصلی برای آن برشمرده شده است.

تولید پایدار



شکل ۱۹- نمودار تولید پایدار در مرحله اول

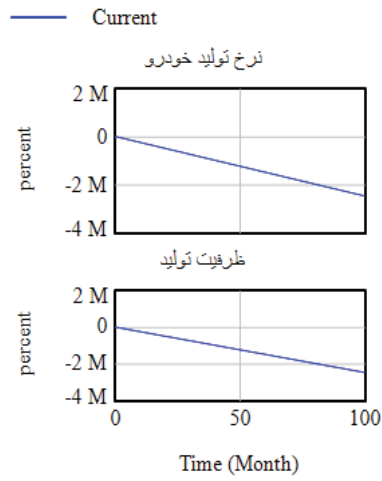
همچنین نمودارهای عوامل تاثیرگذار بر تولید پایدار خودروهای تجاری کشور در شکل‌های زیر مشاهده می‌شود:



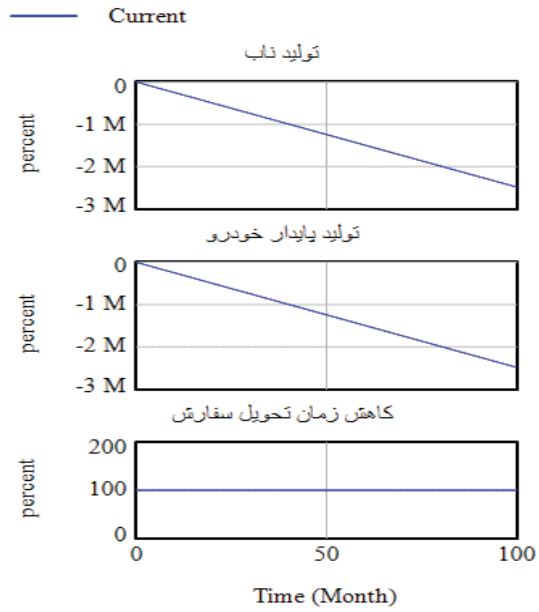
شکل ۲۰- نمودار عوامل تاثیر گذار بر تولید

در نمودارهای شکل ۲۰ مشاهده می‌شود تامین پایدار رابطه مستقیم با تولید ناب، تولید چابک و ظرفیت تولیدی سیستم خودروسازی دارد.



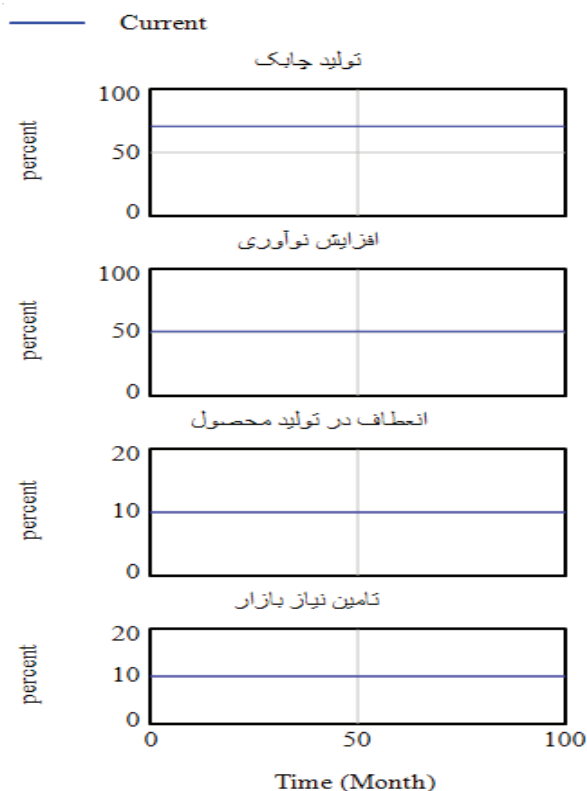


شکل ۲۱- نمودار ظرفیت تولیدی خودرو



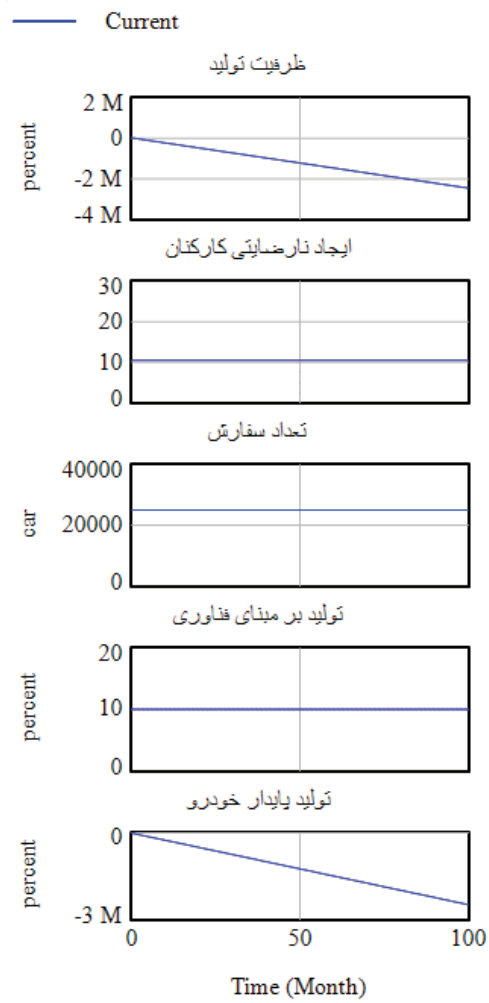
شکل ۲۲- نمودار تولید ناب و تاثیر ابعاد آن

نمودار شکل ۲۲ نشان می‌دهد، تولید ناب متأثر از متغیرهایی شامل ذخیره احتیاطی قطعات و مواد، حداقل موجودی انبار قطعات و مواد اولیه، هزینه نگهداری قطعات و مواد اولیه، ذخیره احتیاطی محصول نهایی، حداقل موجودی انبار محصول نهایی، هزینه نگهداری محصول نهایی و هزینه انبارداری و در نهایت تولید به موقع است که تاثیر مستقیمی بر تولید پایدار در صنعت خودروهایی تجاری دارند.



شکل ۲۳- نمودار تولید چابک و تاثیر ابعاد آن

با توجه به شکل ۲۳ نتایج تحلیل نشان می‌دهد که تولید چابک متأثر از متغیرهایی است که از طریق ادبیات تحقیق شناسایی و در مدل شبیه سازی ارائه شدند. در واقع تولید چابک با متغیرهای فناوری نوین در تولید، سفارشی سازی تولید، کارکنان نوآور، افزایش نوآوری در تولید و طراحی محصول، انعطاف پذیری در تولید محصول و پاسخ به تقاضای بازار است که در نهایت منجر به تولید چابک خواهد شد ارتباط مستقیم دارد.



شکل ۲۴- نمودار ظرفیت تولید و تاثیر ابعاد آن

شکل فوق نشان می‌دهد ظرفیت تولیدی با امتغیرهایی از قبیل تولید بر مبنای فناوری، کیفیت محصول، ارائه خدمات گسترده، پاسخ به شکایات مشتریان، رضایت مشتری، قیمت محصول نهایی، حجم سفارش و رضایت کارکنان که در نهایت منجر به ایجاد ظرفیت تولید محصول نهایی خواهد شد، رابطه مستقیم دارد.

### نتیجه‌گیری و پیشنهاد

نتایج تحقیق حاضر که به ارائه مدل پویایی سیستم تولید پایدار خودروهای تجاری کشور در شرایط تحریم پرداخته است در قالب پاسخ به سوالات اساسی پژوهش ارائه شده است.

### سوالات تحقیق:

#### سوال اول: عوامل موثر بر تولید پایدار در صنعت خودروهای تجاری کدام است؟

برای شناسایی عوامل موثر بر تولید پایدار در صنعت خودروهای تجاری از ادبیات تحقیق و مطالعه تحقیقات پیشین استفاده شد که در این تحقیق عوامل زیر به عنوان عوامل موثر بر تولید پایدار در صنعت خودروهای تجاری شناسایی و تعیین شدند. در این تحقیق سه عامل اصلی شامل تولید ناب، تولید چابک و تامین پایدار به عنوان عوامل اصلی و موثر بر تولید پایدار در صنعت خودروهای تجاری هستند که در این تحقیق در مدل شبیه‌سازی بررسی و تاثیرات آنها ارزیابی و سنجش شده است. همچنین ظرفیت تولید عامل دیگری است که نقش مهمی در تولید پایدار در صنعت خودروهای تجاری دارد. تولید ناب متاثر از متغیرهایی شامل ذخیره احتیاطی قطعات و مواد، حداقل موجودی انبار قطعات و مواد اولیه، هزینه نگهداری قطعات و مواد اولیه، ذخیره احتیاطی محصول نهایی، حداقل موجودی انبار محصول نهایی، هزینه نگهداری محصول نهایی و هزینه انبارداری و در نهایت تولید به موقع است. در واقع این عوامل و متغیرها در نهایت به تولید ناب منجر خواهند شد و تاثیر مستقیمی بر تولید پایدار در صنعت خودروهای تجاری دارند.

تولید چابک نیز متاثر از متغیرهایی شامل فناوری نوین در تولید، سفارشی سازی تولید، کارکنان نوآور، افزایش نوآوری در تولید و طراحی محصول، انعطاف‌پذیری در تولید محصول و پاسخ به تقاضای بازار است که در نهایت منجر به تولید چابک خواهد شد. ظرفیت تولیدی نیز متاثر از متغیرهایی از قبیل تولید بر مبنای فناوری، کیفیت محصول، ارائه خدمات گسترده، پاسخ به شکایات مشتریان، رضایت مشتری، قیمت محصول نهایی، حجم سفارش و رضایت کارکنان است که در نهایت منجر به ایجاد ظرفیت تولید محصول نهایی خواهد شد.

با توجه به اینکه قیمت محصول نهایی متاثر از نرخ تورم و همچنین نرخ ارز در کشور است بسیاری از قطعات مورد نیاز برای تولید خودروهای تجاری به صورت وارداتی تامین می‌شوند لذا نرخ تورم و نرخ ارز تاثیر مستقیمی بر قیمت محصول نهایی دارند و همچنین این مسئله به صورت غیر مستقیم بر ایجاد نارضایتی مشتریان و همچنین کارکنان تولیدی تاثیر گذار است.

### سوال دوم: عوامل موثر بر زنجیره تامین پایدار در تولید پایدار خودروهای تجاری کدام است؟

تامین پایدار در حلقه‌های علت معلولی متاثر از دو متغیر نهایی تولید ناب و تولید چابک است.

### سوال سوم: عوامل موثر بر تولید چابک در تولید پایدار خودروهای تجاری کدام است؟

نتایج تحلیل نشان می‌دهد که تولید چابک متاثر از متغیرهایی است که از طریق ادبیت تحقیق شناسایی و در مدل شبیه سازی ارائه شدند. در واقع تولید چابک نیز متاثر از متغیرهایی شامل فناوری نوین در تولید، سفارشی سازی تولید، کارکنان نوآور، افزایش نوآوری در تولید و طراحی محصول، انعطاف‌پذیری در تولید محصول و پاسخ به تقاضای بازار است که در نهایت منجر به تولید چابک خواهد شد.

استفاده از فناوری‌های نوین در تولید به دلیل تحریم‌ها با مشکل مواجه شده است و در این تحقیق متغیر تحریم‌ها را به عنوان مولفه تاثیرگذار بر تولید چابک در نظر گرفته شده است.

### سوال چهارم: عوامل موثر بر تولید ناب در تولید پایدار خودروهای تجاری کدام است؟

تولید ناب متاثر از متغیرهایی شامل ذخیره احتیاطی قطعات و مواد، حداقل موجودی انبار قطعات و مواد اولیه، هزینه نگهداری قطعات و مواد اولیه، ذخیره احتیاطی محصول نهایی، حداقل موجودی انبار محصول نهایی، هزینه نگهداری محصول نهایی و هزینه انبارداری و در نهایت تولید به موقع است. در واقع این عوامل و متغیرها در نهایت به تولید ناب منجر خواهند شد و تاثیر مستقیمی بر تولید پایدار در صنعت خودروهای تجاری دارند.

### سوال پنجم: ارتباط بین متغیرهایی مدل در حلقه‌های علی به چه صورت است؟

در این تحقیق برای بررسی ارتباط بین متغیرها از روش شبیه سازی و تحلیل پویای سیستم‌ها استفاده شده است. تولید پایدار خودروهای تجاری متاثر از متغیرهای داخلی و محیطی سازمان است که در این تحقیق ۳ متغیر نرخ ارز، نرخ تورم و تحریم‌ها به عنوان متغیرهای محیطی و تاثیرگذار بر مدل تعیین شده است.

### پیشنهادها

با توجه به نتایج حاصله و تاثیر تحریم‌ها و نرخ ارز و نرخ تورم بر تولید پایدار پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

- ۱- تمرکز بر بهبود کیفیت مواد اولیه و تولید قطعات در داخل برای کاهش فشار تحریم‌ها می‌تواند نقش و تاثیر منفی تحریم‌ها را کاهش دهد.
- ۲- تمرکز بر اجرای استانداردهای بین‌المللی در حوزه تولید پایدار خودرو و نظارت دقیق بر اجرای آن جهت افزایش کیفیت خودرو و کاهش سطح نارضایتی مشتریان از پیشنهادهای اصلی تحقیق است.

۳- استفاده از سیستم الکترونیک ارتباط با مشتری و تسریع در پاسخ به شکایات آنها با هدف کاهش نارضایتی مشتریان.

## منابع و مأخذ

- ایزدپناه، نوروز، عشقی پیرایواتلو، شهرام و موسی رضوانی چمن زمین (۱۴۰۱). تبیین نقش مدیریت منابع انسانی سبز بر عملکرد پایداری سازمانهای دولتی. فصلنامه مطالعات کمی در مدیریت، دوره ۱۳، شماره یک، بهار ۱۴۰۱، صص ۹۸-۷۱.
- رحیمی فتح کوهی، ایمان (۱۴۰۱). تاثیر تحریم های آمریکا بر خود کفایی صنعت خودرو ایران. فصلنامه مطالعات کمی در مدیریت، دوره ۵، شماره ۵۹، بهار ۱۴۰۱، صص ۱۳۸-۱۳۲.
- قاسمی، احمدرضا، ایرجی، مهروز، فارسیجانی، حسن و رسول ثانوی فرد (۱۳۹۷). استراتژی طراحی مدل تولید پایدار صنایع. مطالعات مدیریت راهبردی، شماره ۳۳، بهار ۱۳۹۷، صص ۹۶-۷۵.
- Angell, L. C., & Klassen, R. D. (1999). Integrating environmental issues into the mainstream: an agenda for research in operations management. *Journal of Operations Management*, 17(5), 575-598.
- Asghari zadeh E., A., Ghasemi A., R., Maleki, M., H. (2013). Studying the obstacles facing Graduate students of School of Management at Tehran University in doing Applied Research. Ninth international conference of Management, Tehran, Iran. 156-167.
- Asif, M., Searcy, C., Garvare, R., & Ahmad, N. (2011). Including sustainability in business excellence models. *Total Quality Management & Business Excellence*, 22(7), 773-786.
- Avlonas, N., & Nassos, G. P. (2013). *Practical sustainability strategies: How to gain a competitive advantage*: John Wiley & Sons.
- Azapagic, A. (2003). Systems approach to corporate sustainability: a general management framework. *Process Safety and Environmental Protection*, 81(5), 303-316.
- Azar, A., Tizro, A., Moghbel B. A., Anvari, R., A., A., (2010). Designing supply chain agility model, interpretive structural Modeling approach. *Management research in Iran*, 14(4), 1-25.
- Berger-Walliser, G., Shrivastava, P., & Sulkowski, A. J. (2016). *Using Proactive Legal Strategies for Corporate Environmental Sustainability*. Available at SSRN.
- Brundtland, G., Khalid, M., Agnelli, S., Al-Athel, S., Chidzero, B., Fadika, L., De Botero, M. M. (1987). *Our common future* 'Brundtland report.
- CERES. (2010). Available at <http://www.ceres.org/resources/reports/ceres-roadmap-to-sustainability-2010>. Accessed 2016-05-03.
- Chenail, R. (2009). Bringing method to the madness: Sandelowski and Barroso's Handbook for Synthesizing Qualitative Research. *The Weekly Qualitative Report*, 2 (2), 8-12.

- De Silva, N., Jawahir, I., Dillon Jr, O., & Russell, M. (2009). A new comprehensive methodology for the evaluation of product sustainability at the design and development stage of consumer electronic products. *International Journal of Sustainable Manufacturing*, 1(3), 251-264.
- Diabat, A., & Govindan, K. (2011). An analysis of the drivers affecting the implementation of green supply chain management. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(6), 659-667.
- Esmailpour, Reza and Hadidi Masoleh, Marjan and Mirhosseini, Seyed Saeed, 2013, presenting a framework for modeling quality costs with a system dynamics approach and its application in the production industry of auto spare parts in Iran, the first international conference on political saga (with an approach on the developments in the Middle East) and the economic saga (with an approach to management and accounting), Roudhan Safai Qadiklai, Abdul Hamid, Hossein Bar, Mohammad Aslam. (2015). Presenting a model for establishing a sustainable production system in the automotive plastic parts industry: an integrated approach of metacompositing and interpretive structural modeling. *Research Journal of Executive Management*, 8(16), 137-161. doi: 10.22080/jem.2017.11504.2332
- Firoozjayan, A. A., Firoozjayan, M., Hashemi patroodi, S. H., Gholamreza zadeh, F., (2010). Applying Techniques of Interpretive Structural Modeling (ISM) in Tourism Studies (A Pathological Approach), *Journal of Tourism Planning and development*, 2(6), 129-159.
- Faizpour, Mohammad Ali, and Radmanesh, Saeda. (2011). Size distribution of manufacturing industries and its changes. *Sustainable Growth and Development Research (Economic Research)*, 12(4), 125-153.
- Freeman, R. E. (1984). *Stakeholder management: framework and philosophy*. Pitman, Mansfield, MA.
- Ghasemi, A. R., Rayat Pisheh, M., A. (2016). Presenting a model for supply chain sustainability assessment using meta-synthesis approach. *Journal of executive management*, 14, 91-112.
- Gómez, F. U., Sáez-Navarrete, C., Lioi, S. R., & Marzuca, V. I. (2015). Adaptable model for assessing sustainability in higher education. *Journal of Cleaner Production*, 107, 475-485.
- Goodman, L. A. (1961). Snowball sampling. *The annals of mathematical statistics*, 148-170.
- Gupta, K., Laubscher, R., Davim, J. P., & Jain, N. (2016). Recent developments in sustainable manufacturing of gears: a review. *Journal of Cleaner Production*, 112, 3320-3330.
- Gupta, M., & Sharma, K. (1996). Environmental operations management: an opportunity for improvement. *Production and Inventory Management Journal*, 37(3), 40.
- Hallstedt, S. I., Thompson, A. W., & Lindahl, P. (2013). Key elements for implementing a strategic sustainability perspective in the product innovation process. *Journal of Cleaner Production*, 51, 277-288.
- Hannes, K., & Lockwood, C. (2011). *Synthesizing qualitative research: Choosing the right approach*: John Wiley & Sons.

- Høgevoid, N. M., Svensson, G., Wagner, B., Varela, J. C. S., Ferro, C., & Padin, C. (2016). Influence of stakeholders and sources when implementing business sustainability practices. *International Journal of Procurement Management*, 9(2), 146-165.
- Joung, C. B. A., Carrell, J., A. B., Sarkar P. & Feng, S. C. (2012). Categorization of indicators for sustainable manufacturing. *Journal of Ecological Indicators*, 24, 148-157.
- Ijomah, W. L., McMahan, C. A., Hammond, G. P., & Newman, S. T. (2007). Development of design for remanufacturing guidelines to support sustainable manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 23(6), 712-719.
- International Trade Administration. 2007, How Does Commerce Define Sustainable Manufacturing? *U.S. Department of Commerce*. Available: [http://www.trade.gov/competitiveness/sustainablemanufacturing/how\\_doc\\_defines\\_SM.asp](http://www.trade.gov/competitiveness/sustainablemanufacturing/how_doc_defines_SM.asp).
- Joshi, K., Venkatachalam, A., & Jawahir, I. (2006). A new methodology for transforming 3R concept into 6R concept for improved product sustainability. Paper presented at the *IV Global Conference on Sustainable Product Development and Life Cycle Engineering*.
- Kapetanopoulou, P., & Tagaras, G. (2011). Drivers and obstacles of product recovery activities in the Greek industry. *International Journal of Operations & Production Management*, 31(2), 148-166.
- Khalili, N. (2011). *Practical Sustainability: from grounded theory to emerging strategies*: Springer.
- Kim, B., & Sim, J. E. (2016). Supply Chain Coordination and Consumer Awareness for Pollution Reduction. *Sustainability*, 8(4), 365.
- Leire, C., & Mont, O. (2010). The implementation of socially responsible purchasing. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 17(1), 27-39.
- Leppelt, T., Foerstl, K., Reuter, C., & Hartmann, E. (2013). Sustainability management beyond organizational boundaries—sustainable supplier relationship management in the chemical industry. *Journal of Cleaner Production*, 56, 94-102.
- Lukman, R., & Glavič, P. (2007). What are the key elements of a sustainable university? *Clean Technologies and Environmental Policy*, 9(2), 103-114.
- Luthra, S., Kumar, V., Kumar, S., & Haleem, A. (2011). Barriers to implement green supply chain management in automobile industry using interpretive structural modeling technique: An Indian perspective. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(2), 231-257.
- Mohagher, Ali; Asgharizadeh, Ezzatullah; Qudsipour, Seyyed Hasan; Samarrakhi, Amir. (1400). Presenting a conceptual model of the effect of production and operation management strategies on sustainable competitive advantage in Iran's automobile industry (case study: Tehran automobile companies), *Productivity Management*, 15th year of Bahar 1400, number.
- OECD Toolkit, 2011. *OECD Sustainable Manufacturing Toolkit*. OECD, Publishing, Paris, France,



- Perez-Sanchez, D., Barton, J., & Bower, D. (2003). Implementing environmental management in SMEs. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 10(2), 67-77.
- Pusavec, F., & Kopac, J. (2009). Achieving and implementation of sustainability principles in machining processes. *Journal of Advances in Production Engineering and Management*, 3, 58-69.
- Sandelowski, M., & Barroso, J. (2006). *Handbook for synthesizing qualitative research*: Springer Publishing Company.
- Sangwan, K. S., Mittal, V. K., & Singh, P. J. (2012). Stakeholders for environmentally conscious technology adoption: an empirical study of Indian micro, small and medium enterprises. *International Journal of Management and Decision Making*, 12(1), 36-49.
- Schneider, L., Marcus Wallenburg, C., & Fabel, S. (2014). Implementing sustainability on a corporate and a functional level: Key contingencies that influence the required coordination. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 44(6), 464-493.
- Stoughton, A. M., & Ludema, J. (2012). The driving forces of sustainability. *Journal of Organizational Change Management*, 25(4), 501-517.
- Taherizadeh, Alireza and Abbasi, Maryam, 2019, Examining the challenges and providing effective solutions in improving production with a resistance economy approach, International conference on production jump and its effects on Iran's economy in the shadow of the Corona crisis, Tehran.

## ***Investigating the necessity of a sustainable production system of commercial vehicles in the country based on the dynamics system's in the conditions of sanctions***

***Ardalan Hosseini,<sup>۱</sup> Hasan Mehrmanesh<sup>۲</sup>and Ahmad Rezakasraei<sup>۳</sup>***

### *Abstract*

The automobile industry is one of the important and leading industries in the country, which plays an important role in generating income and economic growth. Therefore, the existence of stable systems in order to produce on time and with high quality is of special necessity in the automobile industry. Various models have been presented in the automobile industry based on non-sustainable production systems, each of which has its own limitations and advantages. Considering that managers do not want to use stable systems due to their complexity. But these systems require a fundamental transformation in basic industries such as the automobile industry. So far, no method has been provided that can examine the necessity of a sustainable production system of commercial vehicles based on the dynamics system's in the conditions of sanctions. In this article, in addition to modeling different methods of sustainable production system, the role and importance of this system, the factors affecting the system in the conditions of embargo, has been examined by presenting a dynamic model of sustainable production in the automobile industry. In order to achieve the intended goal, it is necessary that the main components and variables of this model are identified and tested. The research carried out in terms of targeting and research direction can be divided into applied, research and development categories. This research is fundamental and applied in nature.

**Keywords:** Sustainable production, World-class production, Sustainable development, dynamics- System, Automotive industry

---

<sup>۱</sup>PhD Candidate, Department of Management, Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email Address: ardalanhosseini@yahoo.com

<sup>۲</sup>Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Management, Center Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran Email Address: h\_mehrmanesh@yahoo.com

<sup>۳</sup>Assistant Professor, Department of Management, Center Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email Address: Kasrai49@yahoo.com