فصلنامه مدیریت راهبردی در سیستم های صنعتی ( مدیریت صنعتی سابق)
دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
سال هفدهم/ شماره ۶۱ / پاییز ۱۴۰۱

# ارائه مدلی برای ارزیابی عملکرد تولید پایدار در صنعت خودرو (مورد مطالعه: صنعت خودرو ایران)

**محمد صابر قائم مقامی**
گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه آزاد واحد تهران شمال، تهران، ایران
**عزت الله اصغری زاده** (نویسنده مسؤول)
گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران
**Email: asghari@ut.ac.ir**
**حسن فارسیجانی**
گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۹ * تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۶/۱۴

## چکیده

صنعت خودرو یکی از مهمترین صنایع تولیدی در جهان به شمار می‌رود و در ایران نیز این صنعت به عنوان لوکومتیو صنایع دیگر شناخته می‌شود. با این حال محصولات این صنعت آثار مخربی بر روی محیط زیست دارند و امروزه جدای از نگاه سنتی به عملکرد سازمان‌ها مسائل دیگری از قبیل مسائل زیست محیطی و اجتماعی نیز برای موفقیت سازمان با اهمیت شده‌اند؛ به همین منظور وجود مدلی برای ارزیابی عملکرد تولید پایدار در این صنعت بسیار با اهمیت است. هدف این پژوهش شناسایی شاخص‌ها و ارائه مدلی برای ارزیابی عملکرد تولید پایدار در صنعت خودروسازی ایران است. برای بررسی نظرات و انجام مصاحبه‌ها در این پژوهش تعداد ۱۰ نفر از خبرگان تراز اول صنعت خودرو به شیوه تصادفی انتخاب شده‌اند. پژوهش در سه فاز اصلی شناسایی شاخص‌ها با فراترکیب، غربالگری شاخص‌ها با دلفی فازی و در نهایت مدلسازی به روش ساختاری تفسیری انجام گرفته است. پس از انجام دلفی فازی ۵ معیار و ۲۰ شاخص شناسایی شدند و در مرحله مدلسازی برنامه‌های آموزشی برای کارکنان و قابلیت اطمینان به عنوان سنگ بنای مدل و فرهنگ سازمانی به عنوان تاثیرپذیرترین شاخص شناسایی شد. با توجه به مدل توجه به تمام معیارهای شناسایی شده(اقتصادی، زیست محیطی–سبز، اجتماعی، مدیریتی و تکنولوژیکی) برای رسیدن به تولید پایدار امری ضروری است و باید از تمامی جنبه های مختلف دانشی در این مسیر بهره برد.

**کلمات کلیدی:** تولید پایدار، ارزیابی عملکرد، مدلسازی ساختاری تفسیری، صنعت خودرو.

## ۱-مقدمه

قرن حاضر همه صنایع را برای عبور از شرایط نااطمینان خود تحت تاثیر قرار داده و در این بین صنعت خودروسازی نیز از این قائده مستثنی نبوده است (Staš et al, 2015). بر اساس تحقیقات آماری، تعداد خودروها سال به سال افزایش یافته و نیازمند توجه به مقوله تولید پایدار در جای جای آن به خوبی احساس می‌شود (Lascu et al., 2021). در حال حاضر برای بقا در بازار، لازم است شرکت‌های خودروساز رقابت پذیری خود را برای عملکرد و حتی دستیابی به برتری بهبود بخشند ( Lee & Seo, 2017). بهبود کیفیت خدمات، مدیریت فرآیند تحول و انطباق و همچنین توجه به الزامات توسعه پایدار، عناصر کلیدی در برآوردن نیازهای مشتری هستند. به گفته چلسیا (۲۰۰۱) برای بخش خودرو، این الزامات به معنای جهت گیری کیفیت است و شامل ابزارها و روش‌های ارزیابی عملکرد پایدار است. در سال‌های اخیر، تحقیقات میان رشته‌ای عملکرد تجاری و پایداری به طور فزاینده‌ای گسترش یافته است (Jolley & Mitchell, 2001). در واقع، اقتصاد امروز، محیط کسب و کار را به طور فزاینده‌ای نیازمند مدیریت پایدار می‌بیند که هدف آن دستیابی همزمان به عملکرد اجتماعی، زیست محیطی و اقتصادی است(EFQM, 2020).

ارزیابی عملکرد برای موفقیت یک سازمان بسیار حیاتی است. ارزیابی عملکرد نقش مهمی در ایجاد انگیزه در عوامل برای دستیابی به اهداف سازمانی تعیین شده دارد (Alves & Lourenço, 2021). عملکرد مناسب و بهبود مستمر آن باعث ایجاد مزیت رقابتی شده و به همین منظور سازمان‌ها باید به طور منظم به این موضوع بپردازند. به همین سبب شناسایی شاخص‌های ارزیابی عملکرد و اطمینان از عملکرد مناسب در سازمان برای حضور در بازار جهانی و رقابت با سایر رقبا الزامی است. توجه به ارزیابی عملکرد در صنعت خودرو و در مدیریت عملیات ضروری است، زیرا راهی برای بهبود عملیات پایدار کسب و کار را فراهم می‌کند (Lascu et al, 2021).

تولید پایدار به عنوان ساخت کالا یا ارائه خدمات از طریق استفاده از فرایندهایی که اثرات منفی زیست محیطی را به حداقل می‌رساند، به حفظ انرژی و منابع طبیعی توجه می‌کند و برای کارکنان، مصرف کنندگان و جامعه ایمن است تعریف می‌شود. بر اساس تعریف سازمان همکاری و توسعه اقتصادی[1] هدف اصلی تولید پایدار، کاهش مصرف مواد، انرژی، انتشار گازهای گلخانه ای، ضایعات تولید با حفظ یا بهبود ارزش محصولات برای جامعه و سازمان است. تولید پایدار در عصر حاضر موضوعی با اهمیت برای دولت‌ها، سازمان‌ها و جامعه در سراسر جهان است (Seliger et al, 2008). اخیرا پایداری در بین دانشگاه‌ها و صنعت محبوبیت پیدا کرده است و به عنوان یک موضوع مهم در زندگی روزمره ما مورد توجه قرار گرفته است (Marques, 2019 ;Nazam et al., 2020). عملکرد پایداری در نتیجه مدیریت پایدار دیده می‌شود. عملکرد پایدار به عنوان "عملکرد یک شرکت در همه ابعاد و برای همه عوامل محرک تولید و خدمات" تعریف می‌شود (Schaltegger, Stefan & Wagner, 2006). شاردین-باومن و بوتا-جنولاز عملکرد پایداری را به عنوان "ترکیبی از عملکرد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی" تعریف کردند (Chardine-Baumann & Botta-Genoulaz, 2014).

ایساکسون (۲۰۰۶) و سیوا و همکاران (۲۰۱۶) نیز ایده‌های مشابهی را ارائه کردند. بنابراین با نگاه تولید پایدار دیگر تنها مسائل مالی برای سازمان‌ها با اهمیت نیستند و شاخص‌های جدیدی برای سازمان‌ها با اهمیت خواهند بود، شاخص‌هایی که می‌توانند با بهره گیری دانش در سایر رشته‌ها به آن دست یافت. بطور مثال استفاده از دانش فناوری اطلاعات برای شبیه سازی‌ها، استفاده از دانش فیزیک و شیمی برای تغییر تکنولوژی سوخت در خودروها و ... موارد مشهود استفاده از دانش سایر علوم برای دستیابی به تولید پایدار در صنعت خودرو هستند. در ادامه به بررسی تحقیقات پیشین در ارتباط با ارزیابی عملکرد تولید پایدار پرداخته شد که نتایج آن در جدول شماره ۱ قابل مشاهده است:

جدول شماره (۱): معیارهای اندازه گیری عملکرد تولید پایدار

| شاخص | معیارها | محقق |
|---|---|---|
| اقتصادی | هزینه نوآوری | Arondel & camp(2009), Basu et al (2013) |

[1]. OCED

| شاخص | معیارها | محقق |
|---|---|---|
| | محصولات جدید پایدار | Wanger (2010), Arondel & camp(2009), Basu et al (2013) |
| | ثبت اختراع و استناد پایدار | Markatou (2012), Petruzelli et al(2010), Arundel and Kemp (2009), Basso et al (2013), Berrone et al (2013), Caracuel & Mandojana (2013) |
| | فرآیندهای پایدار جدید | Arondel & camp(2009) |
| | گردش مالی | Butnariu and Avasilcai (2015), Lang et al (2016) |
| | سود عملیاتی | |
| | سرمایه گذاری | |
| | سود خالص | |
| | هزینه‌های تحقیق و توسعه | |
| | ارزش افزوده اقتصادی | Yun et al (2016), Lang et al (2016), Yu et al (2016), Lee et al (2015), H.Zhao et al (2017) |
| محیطی | استفاده از مواد | Ketata et al(2015), Shuaib et al(2014) |
| | مصرف انرژی | Chen(2008), Ketata et al(2015), Shuaib et al(2014), CIS(2009), De Marchi(2012), Li(2014), Lin & Ho(2008), Dong et al (2014), Butnariu & Avasilcai (2015) |
| | دیگر منابع استفاده شده | Shuaib et al(2014), Dong et al (2014), Cheng et al (2014), Butnariu & Avasilcai (2015) |
| | زباله و انتشار و آلودگی | Shuaib et al(2014), Butnariu & Avasilcai (2015), H.Zhao et al (2017) |
| | مدیریت پایان زندگی | Antonioli et al (2013), Petruzelli et al (2010), Shuaib et al (2014) |
| | صدور گواهینامه و برچسب زیست محیطی و گواهینامه‌ها | Antonioli et al (2013), Petruzelli et al (2010), Shuaib et al (2014), H.Zhao et al (2017) |
| | پسماند | Bay et al (2014), Sun (2015) |
| | بودجه زیست محیطی | Sun (2015),Lang et al (2016) |
| اجتماعی | سلامت و ایمنی | Ketata et al(2015), Shuaib et al(2014) |
| | کیفیت و دوام | Shuaib et al(2014) |
| | مدیریت پایان زندگی | Shuaib et al(2014) |
| | صدور گواهینامه | Shuaib et al(2014) |
| | ارگونومیک | Calick & Bardudeen (2016) |
| | حوادث ناشی از کار | Butnariu & Avasilcai (2015), Lang et al (2015), Jia et al (2016) |
| | بیماری‌های کاری | |
| | برنامه‌های آموزشی برای کارکنان | |
| | برنامه‌های غیرانتفاعی | |
| | نرخ بیکاری | H.Zhao et al (2017), Li & Cheng (2015), Valva et al (2016) |
| | مشارکت‌های اجتماعی | Valva et al (2016) |
| | مدیریت و حاکمیت شرکتی | Valva et al (2016) |

با توجه به اهمیت مسائل اجتماعی و زیست محیطی در عصر حاضر، در این پژوهش سعی بر آن است تا مدلی برای سنجش میزان پایداری شرکت‌های خودروسازی ارائه دهیم تا سازمان‌ها بتوانند از طریق آن خود را ارزیابی کرده و به سمت تولید پایدار گام بردارند. به این منظور ابتدا با انجام مطالعات کتابخانه‌ای و استفاده از روش فراترکیب شاخص‌های ارزیابی عملکرد تولید پایدار شناسایی شدند و سپس با استفاده از روش دلفی فازی و انجام مصاحبه با خبرگان صنعت خودرو به غربالگری شاخص‌های به

دست آمده از روش فراترکیب پرداخته شد. پس از تعیین شاخص‌های مدل با بهره گیری از روش مدلسازی ساختاری تفسیری مدل ارزیابی عملکرد تولید پایدار طراحی شد و در نهایت وزن هر کدام از شاخص‌ها با استفاده از روش سوارا فازی بدست آمد.

با توجه به موارد مطروحه این پژوهش به دنبال پاسخ به سوالات زیر است:

۱. شاخص‌های ارزیابی عملکرد تولید پایدار در صنعت خودروسازی کدامند؟
۲. مدل ساختاری تفسیری ارزیابی عملکرد تولید پایدار چگونه است؟
۳. میزان تاثیر هر کدام از شاخص‌ها در مدل طراحی شده چقدر است؟

## ۲- روش شناسی

در این پژوهش محقق با هدف طراحی مدلی برای ارزیابی عملکرد تولید در صنعت خودروسازی، سه فاز طراحی کرده است. تحقیق از دید هدف از نوع مطالعات کاربردی و از دید جمع آوری داده‌های مورد نیاز توصیفی-پیمایشی است. جامعه آماری پژوهش متشکل از کارشناسان ارشد صنعت خودروسازی کشور و همچنین مدیران و معاونین ارشد این حوزه است. برای بررسی نظرات و انجام مصاحبه‌ها در این پژوهش تعداد ۱۰ نفر از خبرگان تراز اول صنعت خودرو به شیوه تصادفی انتخاب خواهند شد (جدول۲). جهت انتخاب این خبرگان محقق سابقه کار آنها در صنعت خودروسازی کشور به صورت مستقیم و همچنین نوع تحصیلات مرتبط با این موضوع را مدنظر قرار داده است.

جدول شماره (۲): مشخصات مربوط به خبرگان پژوهش

| ردیف | سن | جنسیت | تحصیلات | سابقه کار | شغل |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۵۳ | مرد | دکتری مکانیک | ۲۸ | مشاور صنعت |
| ۲ | ۴۹ | مرد | دکتری مکانیک | ۲۲ | مدیر |
| ۳ | ۵۹ | مرد | دکتری صنایع | ۳۵ | مدیر |
| ۴ | ۵۲ | مرد | کارشناس ارشد خودرو | ۲۹ | معاون |
| ۵ | ۵۵ | مرد | کارشناس ارشد صنایع | ۳۰ | مشاور صنعت |
| ۶ | ۴۵ | مرد | دکتری مکانیک | ۲۴ | معاون |
| ۷ | ۵۹ | مرد | کارشناس ارشد خودرو | ۳۳ | مدیر |
| ۸ | ۵۵ | مرد | کارشناس | ۳۲ | مدیر |
| ۹ | ۴۹ | مرد | کارشناس | ۲۷ | مدیر |
| ۱۰ | ۵۱ | مرد | کارشناس ارشد | ۲۹ | مدیر |

الف) استخراج شاخص‌ها به روش فراترکیب

شناسایی شاخص‌های ارزیابی عملکرد تولید پایدار در این پژوهش با استفاده از رویکرد فراترکیب انجام شد. بدین ترتیب که از مجموع تعداد ۵۷۳ مقاله شناسایی شده از ۱۹۷۵ تا سال ۲۰۲۱، پس از فیلتر مقاله‌ها با استفاده از ابزار کسپ[2] و بر اساس رسیدن به اشباع تئوریک تنها ۱۰۰ مقاله الزامات محقق را برآورده کردند. برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی ابزاری برای ارزیابی کیفیت مطالعات اولیه در روش تحقیق کیفی است. این ابزار یکی از روش‌های سنجش روایی و پایایی تحقیق کیفی است و به ویژه برای سنجش روایی و اعتبار در روش تحقیق فراترکیب مورد استفاده قرار می‌گیرد. با استفاده از برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی با ۱۰ شرط کیفی هر مقاله به لحاظ کیفی مورد ارزیابی قرار گرفت. به هر یک از مقالات براساس هر یک از این شرایط، امتیازی بین ۱ تا ۵ تخصیص داده شد و مقالاتی که مجموع امتیازات آنها ۲۵ و بالاتر باشد به لحاظ کیفی تایید و باقی مقالات حذف شدند. پس از غربال مقالات به استخراج کدها پرداخته شد. در پژوهش حاضر، ابتدا تمام عوامل استخراج شده و در قالب کد در نظر گرفته شدند. سپس با درنظر گرفتن مفهوم هر یک، کدها در یک مفهوم مشابه به صورت تم دسته بندی شدند. به این ترتیب مفاهیم تم‌های پژوهش شکل داده شد. مبنای این دسته بندی بر حسب میزان تشابه کدهای مختلف با یکدیگر است. جدول ۳ مجموع مقالات مستخرج برای بهره گیری در روش فراترکیب را نشان می‌دهد.

[2]. CASP

جدول شماره (۳): نتایج بررسی کلیدواژگان از پایگاه های استنادی

| پایگاه جستجو | کلید واژه | تعداد مقالات یافت شده | تعداد کل مقالات |
|---|---|---|---|
| گوگل پژوهشگر | ارزیابی عملکرد پایدار | ۳۸۰ | ۴۵۸ |
| | ارزیابی عملکرد تولید پایدار | ۷۸ | |
| وب آو ساینس | ارزیابی عملکرد پایدار | ۱۰۱ | ۱۱۵ |
| | ارزیابی عملکرد تولید پایدار | ۱۴ | |
| مجموع مقالات استخراج شده | | ۵۷۳ | |

در نهایت ۱۷۸ کد شناسایی و کدهای استخراجی در ۵ دسته مفاهیم اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی–سبز، مدیریتی و تکنولوژیکی دسته بندی شدند. مبنای این دسته بندی بر حسب میزان تشابه کدهای مختلف با یکدیگر است. جداول ۴ تا ۸، شش دسته بندی مشخص را نشان می‌دهد:

جدول شماره (۴): دسته بندی بر اساس مفهوم اقتصادی

| مفهوم | تم | نمونه کد | شماره کد | فراوانی |
|---|---|---|---|---|
| اقتصادی | شاخص‌های مرتبط با تولید | تولید، بهره وری، کارایی، افزایش سرعت و دارایی‌ها، بررسی اطلاعات بازار و .... | ۸۸ | ۲۱ |
| | سود | رشد درآمدها، سود ویژه، سود عملیاتی و ... | ۱۲ | ۷ |
| | هزینه | هزینه نوآوری، مواد مصرفی، استخدام، تجهیزات عملیاتی و .... | ۳۹ | ۸ |
| | سرمایه گذاری‌ها | سرمایه گذاری، سرمایه گذاری در موسسات، سرمایه گذاری در انرژی و ... | ۵۳ | ۳ |

جدول شماره (۵): دسته بندی بر اساس مفهوم اجتماعی

| مفهوم | تم | نمونه کد | شماره کد | فراوانی |
|---|---|---|---|---|
| اجتماعی | مشتری | رقبا، اطلاعات محصولات، جذابیت‌های بازار و ... | ۱۴۲ | ۱۵ |
| | کارکنان | برنامه های آموزشی، جراحت‌ها و... | ۷۲ | ۲ |
| | جامعه بومی | مشارکت، مسئولیت‌ها، تغییرات جمعیتی، فقر و ... | ۷۵ | ۷ |
| | انجمن ها | شرح وظایف، رشد پایدار، منابع انسانی و ... | ۷۸ | ۱۰ |

جدول شماره (۶): دسته بندی بر اساس مفهوم زیست محیطی– سبز بودن

| مفهوم | تم | نمونه کد | شماره کد | فراوانی |
|---|---|---|---|---|
| زیست محیطی و سبز | منابع مصرفی | مصرف انرژی، انرژی‌های تجدیدپذیر، بهره وری و بازدهی انرژِی، کنترل منابع و فرآیندها و .... | ۵۹ | ۱۱ |
| | مدیریت | مدیریت هدررفت، مدیریت آلودگی، توسعه فنی، مدیریت اتلاف منابع و ... | ۱۲۸ | ۸ |
| | آلودگی ها | صوتی، آب، گرم شدن زمین، کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، زباله‌های الکترونیکی و ... | ۱۱۴ | ۱۰ |
| | انتشار ضایعات | ضایعات تولید شده، آب ازدست رفته، میزان ضایعات غیرقابل استفاده و ... | ۱۱۱ | ۵ |
| | لجستیک | حمل و نقل، حمل و نقل بین المللی، لجستیک، تولید وسایل سازگار با محیط زیست | ۱۲۲ | ۶ |
| | نگهداری | کاهش تولید زباله‌ها، مدیریت محیطی، منابع کمیاب، سیاست‌های زیست محیطی و ... | ۱۱۹ | ۵ |
| | مدیریت سبز | استفاده درست و اصولی از آب و انرژی، پسماند، مدیریت پسماند، خرید سبز و ... | ۱۷۸ | ۶ |
| | مدیریت | آگاهی بخشی کارکنان، بهبود کیفیت داخلی سازمان، | ۱۷۵ | ۸ |

| | | |
|---|---|---|
| عملیات | انرژی‌های پاک و .... | |

جدول شماره (۷): دسته بندی بر اساس مفهوم تکنولوژی

| مفهوم | تم | نمونه کد | شماره کد | فراوانی |
|---|---|---|---|---|
| تکنولوژی | تکنولوژی های برتر | خروجی محصولات حاصل از تکنولوژی‌های برتر، صادرات تکنولوژی، خرید تکنولوژی | ۱۵۴ | ۴ |
| | نرم افزارهای تخصصی | به روزرسانی نرم افزارها، امنیت | ۱۵۷ | ۲ |
| | تحقیق و توسعه | دانش فنی محصولات و خدمات، آی تی و ... | ۱۵۳ | ۹ |

جدول شماره (۸): دسته بندی بر اساس مفهوم مدیریتی

| مفهوم | تم | نمونه کد | شماره کد | فراوانی |
|---|---|---|---|---|
| مدیریتی | مستندسازی | بایگانی دوره‌ای، در دسترس بودن سوابق | ۱۶۶ | ۲ |
| | برنامه ها و سیاست ها | قوانین و مقررات، دستورالعمل‌ها، رویه‌ها و فرآیندها و .... | ۷۷ | ۱۵ |
| | تیم سازی | آموزش کارکنان، مهارت‌های گروهی، وظیفه شناسی و ... | ۱۶۱ | ۱۰ |

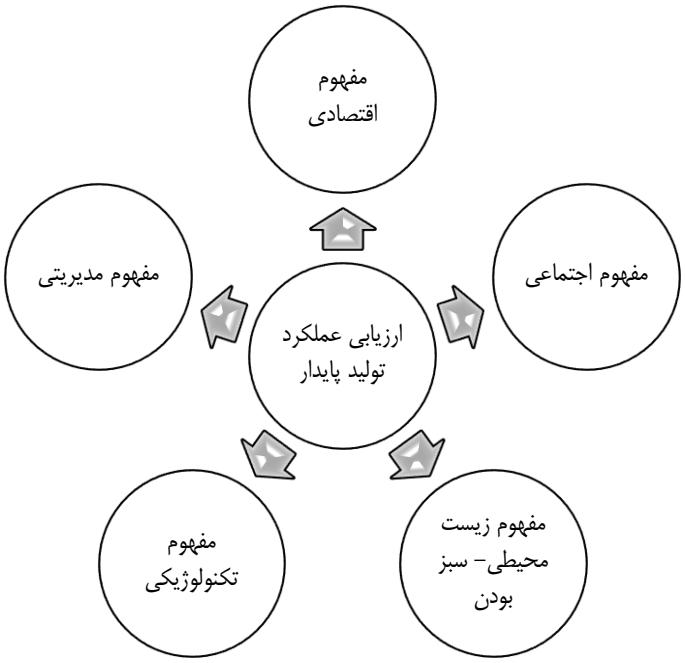
پس از انجام دسته بندی‌ها نتایج در اختیار یکی از خبرگان قرار داده شد تا به وسیله شاخص کاپا[3] مورد بررسی قرار گیرد. جدول ... جدول توافق میان کدینگ یکی از خبرگان و نگارنده در خصوص یکی از متون است و با توجه به عدد معناری ۰/۰۰۰ و مقدار ضریب کاپا ۰/۶۷۲ این شاخص مورد پذیرش قرار می‌گیرد.

جدول شماره (۹): آزمون توافق میان پژوهشگر و یکی از خبرگان در کدگذاری یکی از متون

| تعداد مشاهدات معتبر | مقدار | انحراف مقدار برآوردی | برآورد $T^b$ | معنی داری(Sig) آزمون |
|---|---|---|---|---|
| درجه توافق کاپا | ۰/۶۷۳ | ۰/۱۶۲ | ۴/۴۴۷ | ۰/۰۰۰ |

در نهایت نتایج حاصل از روش فراترکیب در شکل ۱ ارائه شده است. همان طور که در مدل مشاهده می‌شود، برای رسیدن به ارزیابی عملکرد تولید پایدار باید به همه ابعاد توجه شود و تمرکز روی یک یا دو بعد نمی‌تواند موثر باشد:

[3]. Kappa




شکل ۱– شاخص‌های ارزیابی عملکرد تولید پایدار

ب) غربالگری شاخص‌ها با دلفی فازی

برای آنکه بتوان از میان شاخص‌های شناسایی شده موثر بر ارزیابی عملکرد تولید پایدار، شاخص‌های صنعت خودرو را شناسایی کرد از ۱۰ کارشناس[۴] این صنعت در دو شرکت ایران خودرو و سایپا خواسته شد تا به سوالات پرسشنامه محقق ساخته در این قسمت پاسخ دهند. بین خبرگان پرسشنامه توزیع و تمامی آنها به سوال‌های پرسشنامه پاسخ دادند. در این مرحله با استفاده از نظرات خبرگان مقدار فازی هر یک از سوالات پژوهش محاسبه شد که ارزش فازی پاسخ‌های هر سوال از طریق اعداد فازی مثلثی طبق جدول ۱۰ بدست می آید.

جدول شماره (۱۰): نحوه تعریف اعداد فازی مثلثی پژوهش

| حدود | حدپایین L | حد وسط M | حد بالا U |
|---|---|---|---|
| ارزش فازی مثلثی سوال iام پرسشنامه | کمترین مقدار تخصیص یافته به سوال iام پرسشنامه | میانگین هندسی تمام نظرات خبرگان به سوال iام پرسشنامه | بیشترین مقدار تخصیص یافته به سوال iام پرسشنامه |

با توجه به نظر خبرگان در خصوص حدآستانه برای مواردی که امتیاز (مقدار دی فازی شده) هر شاخص از مقدار متوسط (عدد۳) کمتر باشد یعنی این شاخص کم اهمیت است و باید از آن صرفنظر کرد. با توجه به شرط اجماع یا توافق که ۷۰ درصد خبرگان جواب یکسانی به یکی از گزینه‌های پاسخ برای هر سوال را داده باشند میزان اجماع در هر رحله مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه برخی از سوالات پرسشنامه در دور اول به حد اجماع ۷۰ درصد نرسید، دور دوم پرسشنامه آغاز شد. از مجموع ۱۷۸

[۴] هیچ قانون قوی و صریحی در مورد نحوه انتخاب و تعداد متخصصین وجود ندارد و تعداد آنها وابسته به فاکتورهای: هدف دلفی یا وسعت مشکل، کیفیت تصمیم، توانایی تیم تحقیق در اداره مطالعه، اعتبار داخلی و خارجی، زمان جمع آوری داده ها و منابع در دسترس، دامنه مسأله و پذیرش پاسخ است تعداد شرکت کنندگان معمولاً کمتر از ۵۰ نفر و اکثراً ۱۵ تا ۲۰ نفر بوده است . هرچند در مقالات تعداد ۱۰ تا بیشتر از ۲۰۰۰ نفر گزارش را نیز گزارش نموده اند اما در گروه های هموژن معمولاً ۱۵ –۱۰ نفر کافی است در دلفی معمولا از نمونه های همگن برای به دست آوردن طیف گسترده نظرات، پاسخ های با کیفیت و راه حل های قابل پذیرش استفاده می شود

شاخص تعداد ۸۴ شاخص در دور اول نظرسنجی کمتر از ۷۰ درصد توافق را حاصل کردند و بنابراین شاخص‌ها با درصد توافق پایین حذف و دور دوم پرسشنامه‌ها توزیع شد. پس از انجام دور دوم دلفی فازی از مجموع ۹۴ شاخص باقی مانده، تنها ۲۰ شاخص مورد اجماع خبرگان قرار گرفت. بنابراین دور سوم توزیع پرسشنامه انجام شد تا از صحت نتایج در توافق گروهی مطلع شویم که نتایج آن در جدول ۱۱ قابل مشاهده است:

جدول شماره (۱۱): بررسی حدآستانه نتایج پرسشنامه دور سوم

| شماره سوال | تعداد خبرگان | ارزش فازی هر یک از سوالات | | | مقدار دی فازی شده هر سوال | درصد اجماع | کد |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | L | M | U | | | |
| ۱ | ۱۰ | ۳ | ۳/۸۷ | ۵ | ۳/۹۳ | ۸۰ | ۷ |
| ۲ | ۱۰ | ۴ | ۴/۱۸ | ۵ | ۴/۳۴ | ۸۰ | ۳۳ |
| ۳ | ۱۰ | ۳ | ۳/۰۸ | ۵ | ۳/۵۳ | ۹۵ | ۳۸ |
| ۴ | ۱۰ | ۳ | ۴/۴۰ | ۵ | ۴/۲۰ | ۷۵ | ۴۳ |
| ۵ | ۱۰ | ۴ | ۴/۰۹ | ۵ | ۴/۲۹ | ۹۰ | ۴۴ |
| ۶ | ۱۰ | ۳ | ۴/۸۷ | ۵ | ۴/۴۰ | ۹۵ | ۵۴ |
| ۷ | ۱۰ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۱۰۰ | ۵۵ |
| ۸ | ۱۰ | ۳ | ۴/۹۳ | ۵ | ۳/۹۶ | ۸۵ | ۷۱ |
| ۹ | ۱۰ | ۳ | ۴/۸۷ | ۵ | ۴/۴۴ | ۹۵ | ۷۸ |
| ۱۰ | ۱۰ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱۰۰ | ۸۳ |
| ۱۱ | ۱۰ | ۴ | ۴/۰۴ | ۵ | ۴/۲۷ | ۹۵ | ۸۹ |
| ۱۲ | ۱۰ | ۳ | ۴/۵۱ | ۵ | ۴/۲۶ | ۸۰ | ۹۵ |
| ۱۳ | ۱۰ | ۳ | ۴/۶۵ | ۵ | ۴/۳۲ | ۸۰ | ۱۰۰ |
| ۱۴ | ۱۰ | ۳ | ۴/۶۳ | ۵ | ۴/۳۱ | ۸۵ | ۱۰۵ |
| ۱۵ | ۱۰ | ۳ | ۳/۹۴ | ۴ | ۳/۷۲ | ۹۵ | ۱۳۹ |
| ۱۶ | ۱۰ | ۴ | ۴/۹۴ | ۵ | ۴/۷۲ | ۹۵ | ۱۵۳ |
| ۱۷ | ۱۰ | ۴ | ۴/۱۸ | ۵ | ۴/۳۴ | ۸۰ | ۱۶۳ |
| ۱۸ | ۱۰ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۱۰۰ | ۱۷۰ |
| ۱۹ | ۱۰ | ۳ | ۴/۰۳ | ۵ | ۴/۰۲ | ۸۵ | ۱۷۶ |
| ۲۰ | ۱۰ | ۳ | ۳/۹۳ | ۵ | ۳/۹۷ | ۸۵ | ۱۷۸ |

بنابراین پس از سه دور نظرسنجی از خبرگان صنعت خودرو نهایتا ۲۰ شاخص ارزیابی عملکرد توسعه پایدار در صنعت خودروسازی در جدول ۱۲ مشخص شدند:

جدول شماره (۱۲): شاخص‌های غربالگری شده به روش دلفی فازی

| شماره سوال | کد | شاخص |
|---|---|---|
| ۱ | ۷ | جنبه‌های فنی |
| ۲ | ۳۳ | نوآوری سبز |
| ۳ | ۳۸ | هزینه‌ها |
| ۴ | ۴۳ | رضایتمندی |
| ۵ | ۴۴ | قابلیت اطمینان |
| ۶ | ۵۴ | هزینه‌های تحقیق و توسعه |
| ۷ | ۵۵ | ارزش افزوده اقتصادی |
| ۸ | ۷۱ | برنامه‌های آموزشی برای کارکنان |
| ۹ | ۷۸ | استفاده از تکنولوژی‌های برتر |

| | | |
|---|---|---|
| ۱۰ | ۸۳ | بهره وری منابع |
| ۱۱ | ۸۹ | جذابیت‌های بازار |
| ۱۲ | ۹۵ | فرهنگ سازمانی |
| ۱۳ | ۱۰۰ | زیرساخت‌ها |
| ۱۴ | ۱۰۵ | اثرگذاری در آینده |
| ۱۵ | ۱۳۹ | بهره وری در فرآیندها |
| ۱۶ | ۱۵۳ | دانش فنی فرآیندها، محصولات و خدمات |
| ۱۷ | ۱۶۳ | قوانین و مقررات دولتی برای پایداری |
| ۱۸ | ۱۷۰ | سیاست‌های انرژی پاک |
| ۱۹ | ۱۷۶ | بهبود کیفیت محیطی داخلی سازمان ها |
| ۲۰ | ۱۷۸ | مدیریت پسماند |

ج) تدوین مدل ساختاری- تفسیری

مطابق با فرآیند مدل ساختاری-تفسیری[5] محقق قدم به قدم در تدوین یک مدل کاربردی ارزیابی عملکرد تولید پایدار در صنعت خودرو سازی پیش رفت.

برای تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری با بهره گیری از پرسشنامه مقایسه زوجی از ۱۰ خبره خواسته شد تا دو به دو، به شاخص‌ها یکی از چهار حالت وجود رابطه تاثیری از i به j (V)، وجود رابطه تاثیری از j به i(A)، وجود رابطه تاثیری دو طرفه (X) و عدم وجود رابطه (O) میان شاخص‌ها را انتخاب کنند. به منظور دستیابی به این جدول از روش مد نظرات به منظور تجمیع نظرات خبرگان بهره گرفته شد؛ بدان معنی که رابطه میان دو شاخص معنی دار است اگر حداقل ۶ نفر از خبرگان وجود رابطه میان آن شاخص را تایید کرده باشند.

سپس برای دستیابی به ماتریس دسترسی اولیه و نهایی با بهره گیری از نظرات خبرگان مشخصه‌های کیفی به کمی در بالا و پایین قطر اصلی تبدیل می‌شوند و سپس با استفاده از اضافه کردن ماتریس دسترسی اولیه به ماتریس همانی و سپس به توان رساندن آن ماتریس دسترسی نهایی به دست می‌آید. در واقع اگر در ماتریس روابط میان معیارها، درایه‌های روی قطر اصلی را به یک تبدیل کنیم، ماتریس دسترسی اولیه به دست می‌آید. ماتریس دسترسی اولیه را باید تا جایی به توان رساند که دو ماتریس قبل و بعد از به توان رساندن، دقیقا از نظر صفر یا غیر صفر بودن درایه‌ها یکی شوند. در این حالت ماتریس دسترسی نهایی به دست آمده است. نکته قابل ذکر آن است که ماتریس دسترسی نهایی، همان ماتریس دسترسی اولیه است با در نظر گرفتن روابط تسری میان شاخص‌ها؛ بدان معنی که اگر شاخص الف بر شاخص ب و شاخص ب بر شاخص ج اثر داشته باشد، شاخص الف بر شاخص ج نیز تاثیر گذار است.

به منظور سطح بندی عوامل، نیاز به محاسبه مجموعه ورودی و خروجی هر شاخص است. جدول 13 تکرارهای مختلف به منظور انجام فرآیند سطح بندی در روش مدل سازی ساختاری تفسیری را نشان می‌دهد:

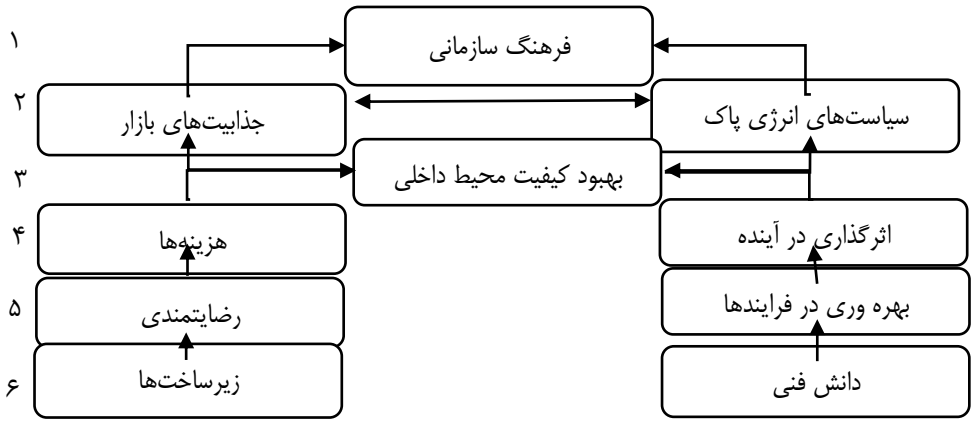
جدول شماره (۱۳): سطح بندی عامل‌ها در مدل ساختاری

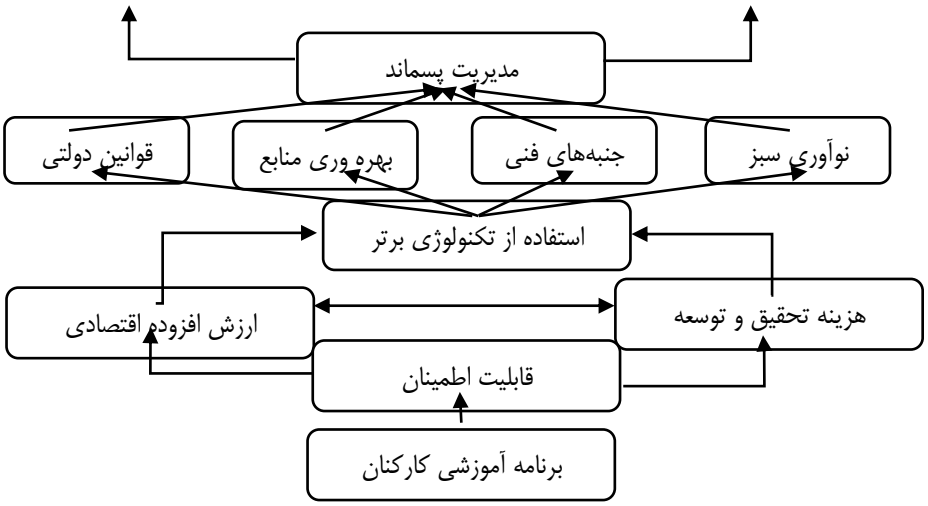
| عامل | مجموعه خروجی | مجموعه ورودی | اشتراکات | تکرار | سطح |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۲۰-۱۹-۱۴-۱۲-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۳-۲-۱ | ۲۰-۱۸-۱۳-۱۲-۱۱-۱۰-۲-۱ | ۲۰-۱۲-۲-۱ | ۱۷ | ۸ |
| ۲ | ۲۰-۱۸-۱۳-۱۲-۱۱-۱۰-۹-۸-۵-۲-۱ | ۱۹-۱۸-۱۷-۱۴-۹-۸-۷-۶-۵-۴-۲-۱ | ۱۸-۹-۸-۵-۲-۱ | ۱۷ | ۸ |
| ۳ | ۱۷-۱۶-۱۵-۱۴-۱۲-۱۱-۹-۸-۳ | ۱۸-۱۷-۱۶-۱۱-۱۰-۹-۸-۳-۱ | ۱۷-۱۶-۹-۸-۳ | ۱۳ | ۴ |
| ۴ | ۱۷-۱۶-۱۵-۱۴-۱۲-۱۱-۷-۴-۲ | -۱۹-۱۸-۱۷-۱۶-۱۵-۱۰-۹-۸-۷-۴-۱ ۲۰ | ۱۷-۱۶-۱۵-۷-۴ | ۱۴ | ۵ |
| ۵ | -۱۷-۱۶-۱۵-۱۴-۱۳-۱۲-۱۱-۱۰-۹-۸-۵-۲ | ۲۰-۱۹-۹-۸-۶-۵-۲-۱ | ۲۰-۱۹-۹-۸-۵-۲ | ۲۰ | ۱۱ |

[5]. ISM

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | ۲۰–۱۹ | | |
| ۶ | ۲۰–۱۹–۱۵–۱۴–۱۳–۱۲–۱۰–۹–۷–۶–۵–۲ | ۲۰–۱۵–۱۳–۱۱–۱۰–۹–۸–۷–۶–۱ | ۱۵–۱۳–۱۰–۹–۷–۶ ۲۰ | ۱۹ | ۱۰ |
| ۷ | ۱۸–۱۷–۱۵–۱۳–۱۲–۱۱–۱۰–۹–۸–۷–۶–۴–۲ ۲۰–۱۹ | ۱۴–۱۰–۷–۶–۴–۱ | ۱۰–۷–۶–۴ | ۱۹ | ۱۰ |
| ۸ | ۱۵–۱۴–۱۳–۱۲–۱۱–۱۰–۹–۸–۶–۵–۴–۳–۲ ۲۰–۱۹–۱۷–۱۶ | ۸–۷–۵–۳–۲–۱ | ۸–۵–۳–۲ | ۲۱ | ۱۲ |
| ۹ | ۱۹–۱۷–۱۶–۱۲–۱۰–۹–۶–۵–۴–۳–۲ | ۱۶–۱۳–۱۱–۱۰–۹–۸–۷–۶–۵–۳–۲–۱ ۲۰ | ۱۶–۱۰–۹–۶–۵–۳–۲ | ۱۸ | ۹ |
| ۱۰ | ۲۰–۱۹–۱۸–۱۴–۱۳–۱۰–۹–۷–۶–۴–۳–۱ | ۱۸–۱۲–۱۱–۱۰–۹–۸–۷–۶–۵–۲ | ۱۸–۱۰–۹–۷–۶ | ۱۷ | ۸ |
| ۱۱ | ۲۰–۱۳–۱۲–۱۱–۱۰–۹–۶–۳–۱ | ۲۰–۱۷–۱۶–۱۵–۱۴–۱۱–۸–۷–۵–۴–۲ | ۲۰–۱۱ | ۱۱ | ۲ |
| ۱۲ | ۱۷–۱۶–۱۲–۱۰–۱ | ۱۳–۱۲–۱۱–۹–۸–۷–۶–۵–۴–۳–۲–۱ ۱۵–۱۴ | ۱۲–۱ | ۷ | ۱ |
| ۱۳ | ۲۰–۱۹–۱۷–۱۶–۱۵–۱۳–۱۲–۹–۶–۱ | ۱۵–۱۴–۱۳–۱۱–۱۰–۸–۷–۶–۵–۳–۲ ۱۷–۱۶ | ۱۷–۱۶–۱۵–۱۳–۶ | ۱۵ | ۶ |
| ۱۴ | ۲۰–۱۸–۱۷–۱۶–۱۵–۱۴–۱۳–۱۲–۱۱–۷–۲ | ۱۸–۱۴–۱۰–۸–۶–۵–۴–۳–۱ | ۱۸–۱۴ | ۱۳ | ۴ |
| ۱۵ | ۱۷–۱۶–۱۵–۱۳–۱۲–۱۱–۶–۴ | ۱۷–۱۶–۱۵–۱۴–۱۳–۸–۷–۶–۵–۴–۳ ۲۰ | ۱۷–۱۶–۱۵–۱۳–۶–۴ | ۱۴ | ۵ |
| ۱۶ | ۲۰–۱۹–۱۶–۱۵–۱۳–۱۱–۹–۴–۳ | ۱۶–۱۵–۱۴–۱۳–۱۲–۹–۸–۵–۴–۳ | ۱۶–۱۵–۱۳–۹–۴–۳ | ۱۵ | ۶ |
| ۱۷ | ۲۰–۱۹–۱۸–۱۷–۱۵–۱۳–۱۱–۴–۳–۲ | ۱۷–۱۵–۱۴–۱۳–۱۲–۹–۸–۷–۵–۴–۳ ۲۰–۱۹ | ۱۷–۱۵–۱۳–۴–۳ ۲۰–۱۹ | ۱۷ | ۸ |
| ۱۸ | ۱۸–۱۴–۱۰–۴–۳–۲–۱ | ۲۰–۱۹–۱۸–۱۷–۱۴–۱۰–۷–۲ | ۱۸–۱۴–۱۰–۲ | ۱۱ | ۲ |
| ۱۹ | ۲۰–۱۹–۱۸–۱۷–۵–۴–۲ | ۱۸–۱۷–۱۶–۱۳–۱۰–۹–۸–۷–۶–۵–۱ ۲۰–۱۹ | ۲۰–۱۹–۱۸–۱۷–۵ | ۱۲ | ۳ |
| ۲۰ | ۲۰–۱۸–۱۷–۱۵–۱۱–۹–۶–۵–۴–۱ | ۱۶–۱۴–۱۳–۱۱–۱۰–۸–۷–۶–۵–۲–۱ ۲۰–۱۹–۱۷ | ۲۰–۱۷–۱۱–۶–۵–۱ | ۱۶ | ۷ |

با توجه به خروجی نتایج جدول 13 عوامل در ۱۲ سطح قرار گرفته‌اند که در بالاترین سطح فرهنگ سازمانی و در پایین ترین سطح برنامه‌های آموزشی برای کارکنان قرار گرفت. عواملی که در سطوح بالا قرار می‌گیرند از تاثیرگذاری کمتری برخوردار هستند و بیشتر تحت تاثیر عوامل سطوح پایین تر قرار دارند. در واقع عوامل سطوح پایین سنگ بنای ارزیابی عملکرد توسعه پایدار در صنعت خودروسازی کشور محسوب می‌شوند که این مدل در شکل ۲ آورده شده است.





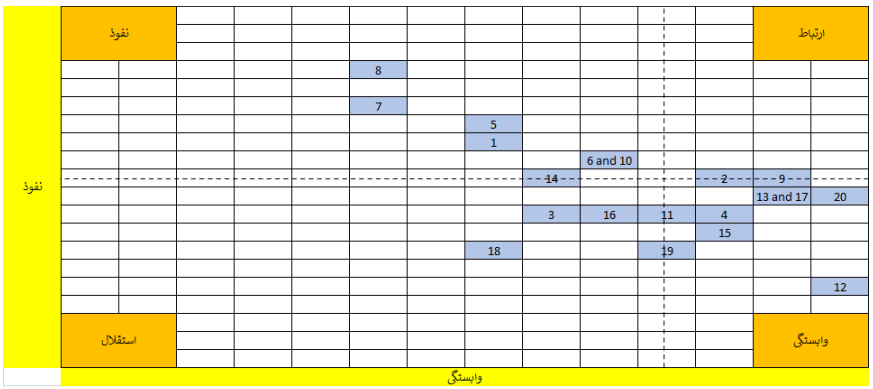

شکل شماره (۲): مدل ساختاری ارزیابی عملکرد تولید پایدار در صنعت خودرو کشور

د) تحلیل MICMAC

در این مرحله با استفاده از محاسبه قدرت نفوذ و وابستگی، شاخص‌های ارزیابی عملکرد تولید پایدار بر طبق قاعده میک مک در چهار دسته طبقه بندی می‌شوند. قدرت نفوذ از جمع سطری تعداد ۱ها و قدرت وابستگی از جمع ستونی آنها محاسبه می‌شود. چهار گروه عبارتنداز: شاخص‌های مستقل در ناحیه اول، شاخ‌های وابسته در ناحیه دوم، شاخص‌های ارتباط در ناحیه سوم و شاخص‌های نفوذ در ناحیه چهارم قرار می‌گیرند. بنابراین نتیجه در جدول 14 ارائه شده است. همچنین مرزبندی‌ها برای تفکیک نواحی چهارگانه(خطوط خط چین) از میانگین هر سطر بدست آمده و در شکل ۳ قابل مشاهده است.

جدول شماره (۱۴): قدرت نفوذ و وابستگی عامل‌ها

| عامل | ۱ | ۲ | ۳ | ۴ | ۵ | ۶ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ | ۱۸ | ۱۹ | ۲۰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نفوذ | ۱۳ | ۱۱ | ۹ | ۹ | ۱۴ | ۱۲ | ۱۵ | ۱۷ | ۱۱ | ۱۲ | ۹ | ۵ | ۱۰ | ۱۱ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۷ | ۷ | ۱۰ |
| وابستگی | ۸ | ۱۲ | ۹ | ۱۲ | ۸ | ۱۰ | ۶ | ۶ | ۱۳ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۴ | ۱۳ | ۹ | ۱۲ | ۱۰ | ۱۳ | ۸ | ۱۱ | ۱۴ |




شکل شماره (۳): نمودار قدرت نفوذ و میزان وابستگی عامل ها

ه) وزن دهی به شاخص‌ها با سوارا فازی

پس از غربالگری شاخص‌ها و مدلسازی لازم است تا ترتیب اهمیت شاخص‌ها نیز مشخص شود. این کار برای شناسایی بهتر شاخص‌ها و میزان تاثیر هر یک از شاخص‌ها برای رسیدن به تولید پایدار انجام شد. برای این منظور از ۵ نفر از خبرگان با سابقه درخواست شد تا اهمیت شاخص‌ها را تعیین کنند. نتیجه بر اساس بیشترین فراوانی نظرها در خصوص اهمیت شاخص‌ها مطابق جدول ۱۵ است:

جدول شماره (۱۵): **ترتیب اهمیت شاخص‌ها از نظر خبرگان**

| معیار اصلی | اهمیت | کد | شاخص |
|---|---|---|---|
| اقتصادی | ۱ | ۸۳ | بهره وری منابع |
| | ۲ | ۱۳۹ | بهره وری در فرآیندها |
| | ۳ | ۳۸ | هزینه ها |
| | ۴ | ۵۵ | ارزش افزوده اقتصادی |
| | ۵ | ۵۴ | هزینه های تحقیق و توسعه |
| | ۶ | ۴۴ | قابلیت اطمینان |
| اجتماعی | ۱ | ۱۰۵ | اثرگذاری در آینده |
| | ۲ | ۸۹ | جذابیت های بازار |
| | ۳ | ۷۱ | برنامه های آموزشی برای کارکنان |
| زیست محیطی- سبز | ۱ | ۱۰۰ | زیرساخت‌ها |
| | ۲ | ۷ | جنبه های فنی |
| | ۳ | ۱۷۰ | سیاست های انرژی پاک |
| | ۴ | ۳۳ | نوآوری سبز |
| | ۵ | ۱۷۶ | بهبود کیفیت محیطی داخلی سازمان ها |
| | ۶ | ۱۷۸ | مدیریت پسماند |
| تکنولوژیکی | ۱ | ۷۸ | استفاده از تکنولوژی های برتر |
| | ۲ | ۱۵۳ | دانش فنی فرآیندها، محصولات و خدمات |
| مدیریتی | ۱ | ۱۶۳ | قوانین و مقررات دولتی برای پایداری |
| | ۲ | ۹۵ | فرهنگ سازمانی |
| | ۳ | ۴۳ | رضایتمندی |

در ادامه از طیف جدول ۱۶ جهت پاسخگویی به سوالات استفاده شد و نتایج انجام مراحل سوارا فازی نتایج در جدول ۱۷ ارائه شده است:

جدول شماره (۱۶): مقادیر فازی و زبانی در سوارا فازی

| Linguistic scale | Response scale |
|---|---|
| Equally Important | (۱-۱-۱) |
| Moderately Less Important | (۲/۳-۱-۲/۳) |
| Less Important | (۲/۵-۱/۲-۳/۲) |
| Very Less Important | (۲/۷-۱/۳-۲/۵) |
| Much Less Important | (۲/۹-۱/۴-۲/۷) |

جدول شماره (۱۷): وزن‌های بدست آمده توسط سوارا فازی

| شاخص | عوامل | $W_j$ | Global weight | Total weight |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | اقتصادی | ۰/۳۴۵ ، ۰/۴۵۹ ،۰/۴۰۰ | ۰/۴۴۱ | ۰/۰۷۳۵ |
| ۲ | | ۰/۲۴۶ ،۰/۳۰۶ ،۰/۲۳۹ | ۰/۲۶۳ | ۰/۰۴۳۸ |
| ۳ | | ۰/۲۰۰ ،۰/۱۲۲ ،۰/۱۶۳ | ۰/۱۶۱ | ۰/۰۲۶۸ |
| ۴ | | ۰/۱۰۰ ،۰/۰۰۶ ،۰/۰۸۱ | ۰/۰۶۲ | ۰/۰۱۰۳ |
| ۵ | | ۰/۰۰۶ ،۰/۰۳۶ ،۰/۰۶۶ | ۰/۰۳۸ | ۰/۰۰۶۳ |
| ۶ | | ۰/۰۴۲ ،۰/۰۱۳ ،۰/۰۴۸ | ۰/۰۳۵ | ۰/۰۰۵۸ |
| ۷ | اجتماعی | ۰/۵۰۲ ،۰/۵۴۲ ،۰/۵۸۶ | ۰/۵۴۳ | ۰/۰۹۰۵ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ۸ | | ۰/۳۳۴ ،۰/۳۲۶ ،۰/۲۷۶ | ۰/۳۱۳ | ۰/۰۵۲۱ |
| ۹ | | ۰/۱۶۳ ،۰/۱۳۰ ،۰/۱۳۷ | ۰/۱۴۴ | ۰/۰۲۴ |
| ۱۰ | زیست محیطی- سبز | ۰/۵۸۳ ،۰/۶۰۰ ،۰/۶۲۵ | ۰/۶۰۳ | ۰/۱۰۰۵ |
| ۱۱ | | ۰/۴۱۶ ،۰/۳۹۹ ،۰/۳۷۴ | ۰/۳۹۷ | ۰/۰۶۶۱ |
| ۱۲ | | ۰/۳۷۷ ،۰/۴۵۴ ،۰/۵۴۷ | ۰/۴۶۰ | ۰/۰۷۶۶ |
| ۱۳ | | ۰/۲۶۸ ،۰/۲۵۸ ،۰/۲۲۶ | ۰/۲۵۱ | ۰/۰۴۱۸ |
| ۱۴ | | ۰/۲۰۶ ،۰/۱۷۱ ،۰/۱۳۹ | ۰/۱۷۳ | ۰/۲۸۸ |
| ۱۵ | | ۰/۱۴۷ ،۰/۱۱۴ ،۰/۰۸۶ | ۰/۱۱۶ | ۰/۰۱۹۳ |
| ۱۶ | تکنولوژیکی | ۰/۷۰۵ ،۰/۷۴۱ ،۰/۷۰۵ | ۰/۷۱۷ | ۰/۱۱۹۵ |
| ۱۷ | | ۰/۲۹۴ ،۰/۲۵۸ ،۰/۲۹۴ | ۰/۲۸۳ | ۰/۰۴۷۱ |
| ۱۸ | مدیریتی | ۰/۴۷۵ ،۰/۶۲۷ ،۰/۴۹۱ | ۰/۵۱۵ | ۰/۰۸۵۸ |
| ۱۹ | | ۰/۴۰۹ ،۰/۲۲۸ ،۰/۳۵۸ | ۰/۳۲۰ | ۰/۰۵۳۳ |
| ۲۰ | | ۰/۲۲۰ ،۰/۱۴۴ ،۰/۱۵۰ | ۰/۱۶۵ | ۰/۰۲۷۵ |

## ۳- نتایج و بحث

توجه به مسائل تولید پایدار در صنعت خودروی ایران امری نسبتا مغفول مانده است و مدل‌های ارائه شده بین المللی نیز با توجه به تفاوت‌های بنیادی اقتصاد ایران و جهان منطبق بر صنعت خودرو کشورمان نبوده و ارائه مدلی برای سنجش پایداری سازمان‌ها و هدایت آنها به سمت تولید پایدار در کشور احساس می‌شود. بدین منظور در این پژوهش تلاش شد مدلی برای ارزیابی عملکرد تولید پایدار در صنعت خودروسازی با کمک مدلسازی ساختاری تفسیری ارائه شود. این مدل با شناسایی معیارهای اصلی برای تولید پایدار در ۵ بخش و افزودن معیارهای مدیریتی و تکنولوژیکی در کنار اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی به مدل، که خود جنبه‌ای نوآورانه برای این تحقیق به حساب می‌آید، مدلی جامع در اختیار مدیران این صنعت قرار خواهد داد. با توجه به خروجی روش فراترکیب و دلفی فازی ۲۰ شاخص نیز برای مدل ارزیابی عملکرد تولید پایدار مشخص شد که عامل‌های زیست محیطی و اقتصادی بیشترین شاخص‌ها را در این مدل دارند.

با نگاهی از بالا به پایین، مدل از تاثیرپذیرترین شاخص‌ها به سمت تاثیرگذارترین شاخص‌ها حرکت می‌کند. مدل پیشنهادی در ۱۲ سطح طراحی شد، در سطح ۱ آن که تاثیرپذیرترین شاخص یعنی فرهنگ سازمانی قرار گرفت. همچنین می‌توان به وضوح دید که شاخص‌های زیست محیطی در میانه مدل قرار گرفته‌اند که خود نشانگر آن است که تاثیر بسزایی در حرکت به سمت تولید پایدار دارند اما برای دستیابی به مزیت‌های زیست محیطی و حرکت سازمان‌ها به سمت تولید پایدار نیازمند توجه و سرمایه گذاری در سایر بخش‌ها هستند. با نگاهی کلی به مدل می‌توان نتیجه گرفت تاثیرگذارترین معیار اصلی معیارهای اقتصادی و زیست محیطی هستند و تاثیرپذیرترین معیار، معیار اجتماعی است.

مدل ارائه شده به وضوح لزوم توجه به تمامی بخش‌ها را برای رسیدن سازمان به تولید پایدار نشان می‌دهد، در واقع برای حرکت سازمان به سمت تولید پایدار باید با نگاهی کل نگر به سازمان استراتژی‌های سازمان را تدوین کرد و برای دستیابی به آن اهداف بخش‌ها را مشخص و در مسیر تولید و توسعه پایدار حرکت کرد. به همین دلیل باید بین شاخص‌های مختلف توازن وجود داشته باشد. یعنی به صورت متناسبی بر روی نتایج کوتاه و بلند مدت، انواع مختلف عملکرد (نظیر هزینه، کیفیت، تحویل، انعطاف پذیری و...) جنبه‌های مختلف (نظیر مشتریان، ذینفعان، رقبا، نوآوری و...) و سطوح مختلف سازمانی (نظیر عملکرد کلی و بخشی) تمرکز داشته باشد. استفاده از تکنولوژی‌های جدید در این مسیر و کمک گرفتن از سایر علوم برای حداقل کردن تخریبات زیست محیطی در طول عمر محصول–از طراحی تا مصرف– امری است که در چند سال گذشته به آن توسط پیشتازان صنایع‌های مختلف در دنیا توجه شده و یکی از عوامل موفقیت آنها برای رسیدن به تولید پایدار استفاده از دانش در زمینه‌های مختلف تولید محصول و ارائه خدمات بوده است.

با توجه به جدول امتیازات شاخص‌ها بیشترین وزن برای رسیدن به تولید پایدار به عوامل زیست محیطی باز می‌گردد. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده جهت رتبه بندی بر اساس وزن، شاخص‌های زیست محیطی (زیرساخت‌ها، سیاست‌های انرژی پاک، جنبه های فنی، نوآوری سبز، بهبود کیفیت محیط داخلی سازمان و مدیریت پسماند)، اقتصادی (بهره وری منابع، بهره وری فرایندها، هزینه‌ها، ارزش افزوده اقتصادی، هزینه تحقیق و توسعه و قابلیت اطمینان)، اجتماعی (اثرگذاری در آینده، جذابیت‌های بازار و برنامه‌های آموزش کارکنان)، تکنولوژیکی (استفاده از تکنولوژی‌های برتر و دانش فنی فرایندها، محصولات و خدمات)، مدیریتی (قوانین و مقررات دولتی، فرهنگ سازمانی و رضایتمندی) به ترتیب دارای بیشترین وزن هستند.

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش اولین مورد برای نایل شدن به تولید و توسعه پایدار بررسی همه جانبه سازمان و تدوین استراتژی جامع برای حرکت به سمت پایداری در تولید است. توجه به جنبه‌های زیست محیطی و همچنین توجه به محیط کار کارکنان و برنامه‌های آموزشی آنان بخش مهمی از مسیر حرکت به سمت تولید پایدار است، زیرا بدون مشارکت کارکنان هیچ کاری نمی‌توان انجام داد و عنصر اصلی برای اینکه بتوانیم استراتژی‌های سازمان را به درستی اجرا کنیم، نیروی انسانی است.

از طرفی در حال حاضر با توجه به نگاه سنتی به عملکرد سازمان در صنعت خودرو توجه به تکنولوژی و توسعه آن محدود بوده و همچنین با توجه به عدم توانایی انتقال تکنولوژی به داخل کشور توجه به تحقیق و توسعه و دستیابی به تکنولوژی‌های جدید امری ضروری است، زیرا که سنگ بنای اصلی تاثیرات زیست محیطی تکنولوژی است که در طول چرخه عمر محصول باید به آن توجه شود و به حداقل تاثیرات مخرب زیست محیطی برسد. همچنین با توجه به اینکه آلایندگی خودرو بیشتر در زمان مصرف این محصول است (میزان آلایندگی موتور، مصرف سوخت، آلایندگی لنت های ترمز و ...) توجه به تکنولوژی‌های جدید در این مسیر دارای اهمیت بالایی است. از طرفی سیاست گذاری‌های دولتی و اکثرا حمایتی بدون نظارت صحیح باعث افول صنعت خودروسازی کشور شده است و این حمایت‌ها نه تنها باعث رشد صنعت خودروسازی کشور نشده بلکه در صورت آزادسازی واردات خودرو تکانه شدیدی بر صنعت خودرو کشور وارد می‌کند، به صورتیکه شاید این صنعت را به سمت ورشکستگی بکشاند. تعیین درست سیاست‌های حمایتی و نظارت بر روی عملکرد خودروسازان هر چند در دست مدیران این صنعت نیست، اما تصمیم گیران این صنعت با نگاه صرف مالی و سنتی به این فرصت‌ها سازمان خود را روز به روز ضعیف تر می‌کنند و به سمت پایان عمر سازمان سوق می‌دهند. بنابراین با تدوین استراتژی‌های صحیح در مسیر تولید پایدار شرکت‌های خودروساز می‌توانند هم رضایت مشتری را بدست آورند و هم برای رقابت با رقبای جهانی خود آمادگی مناسبی کسب کنند، که این مهم با توجه به سرمایه گذاری در بخش تحقیق و توسعه برای دستیابی به تکنولوژی‌های جدید و توجه به شرکت‌های دانش بنیان، افزایش دانش کارکنان، توجه به کیفیت تولیدات و مسائل زیست محیطی بدست خواهد آمد.

یافته‌های این پژوهش حاصل دانش و دیدگاه‌های تجربی خبرگان صنعت است که می‌تواند همانند اغلب پژوهش‌های کیفی بر تعمیم پذیری یافته‌ها اثر بگذارد، پیشنهاد می‌شود برای تحقیقات آتی جهت اعتبارسنجی از مدلیابی معادلات ساختاری استفاده شود. همچنین این مدل، مدلی عام است که برای صنعت خودروسازی تهیه شده و قابلیت پیاده سازی در صنایع مختلف را دارد. با توجه به اینکه شاخص‌های کلیدی عملکرد از صنعتی به صنعت دیگر می‌تواند متفاوت باشد پیاده سازی این مدل در صنایع دیگر پیشنهاد می‌گردد.

موسسه فیچ سلوشنز [۶] به تحلیل و بررسی صنعت خودروی ایران در فصل سوم سال ۲۰۲۱ پرداخته و با استفاده از پیش‌بینی‌های مربوط به روندهای ساختاری تولید و فروش و نیز با چشم‌اندازی مثبت از احیای توافق هسته‌ای میان ایران و امریکا، وضعیت این صنعت را برای یک دوره ۱۰ ساله تا سال ۲۰۳۰ پیش بینی کرده است. اگرچه خودروسازی در ایران تا حد زیادی متاثر از محدودیت در واردات، ناشی از اعمال تحریم‌های بین‌المللی است، اما این گزارش پیش‌بینی کرده در نتیجه تلاش‌های دولت برای بومی‌سازی، صنعت خودرو در سال ۲۰۲۱ حدود ۱,۱۹ درصد رشد کند. داده‌های این گزارش همچنین نشان می‌دهد، در سال

[۶] .مرکز پژوهش های اتاق ایران(http://www.taadolnewspaper.ir)

۲۰۲۱ فروش خودروهای تجاری در ایران، در قیاس با کاهش برآوردشده ۲۳٫۸ درصدی در سال ۲۰۲۰، معادل ۱۸/۵ درصد رشد داشته باشد.

## ٤-منابع


1. Aguilera-Caracuel, J., & Ortiz-de-Mandojana, N. (2013). *The financial performance of green prospector firms: a contingent approach* (No. 13.02).
2. Alkaya, E., & Demirer, G. N. (2014). Sustainable textile production: A case study from a woven fabric manufacturing mill in Turkey. Journal of Cleaner Production, 65, 595–603.
3. Álvarez, M. E. P., Bárcena, M. M., & González, F. A. (2017). On the sustainability of machining processes. Proposal for a unified framework through the triple bottom-line from an understanding review. Journal of Cleaner Production, 142, 3890–3904.
4. Alves, I., Lourenço, S. M. (2021) Subjective performance evaluation and managerial work outcomes, *Accounting and Business Research*,1-31. DOI: 10.1080/00014788.2021.1959292
5. Antonioli, D., Mancinelli, S., & Mazzanti, M. (2013). Is environmental innovation embedded within high-performance organisational changes? The role of human resource management and complementarity in green business strategies. *Research Policy*, 42(4), 975-988.
6. Basso, B., Kendall, A. D., & Hyndman, D. W. (2013). The future of agriculture over the Ogallala Aquifer: Solutions to grow crops more efficiently with limited water. *Earth's Future*, 1(1), 39-41.
7. Beliakov, S., & Kapustkina, A. (2016). Analysis of performance indicators of functioning of territories with special economic status in the Russian Federation. *Procedia engineering*, 165, 1424-1429.
8. Berrone, P., Fosfuri, A., Gelabert, L., & Gomez-Mejia, L. R. (2013). Necessity as the mother of 'green'inventions: Institutional pressures and environmental innovations. *Strategic Management Journal*, 34(8), 891-909.
9. Butnariu, A., & Avasilcai, S. (2015). The assessment of the companies' sustainable development performance. *Procedia Economics and Finance*, 23, 1233-1238.
10. Calik, E., & Bardudeen, F. (2016). A measurement scale to evaluate sustainable innovation performance in manufacturing organizations. *Procedia Cirp*, 40, 449-454.
11. Caniglia, G., John, B., Kohler, M., Bellina, L., Wiek, A., Rojas, C., ... & Lang, D. (2016). An experience-based learning framework: Activities for the initial development of sustainability competencies. *International Journal of Sustainability in Higher Education*.
12. Chalak, M-H., Vosoughi, S., Eskafi, F., Jafari, A., Alimohammadi, I., Ahmadi Kanrash, F. (2020). Environmental Key Performance Indicators for Sustainable Evaluation in Automotive Industry: A Focus Group Study, Journal of Environmental Assessment Policy and Management VOL. 22, NO. 03n04.
13. Chardine-Baumann, E., & Botta-Genoulaz, V. (2014). A framework for sustainable performance assessment of supply chain management practices. *Computers & Industrial Engineering*, 76, 138-147.
14. Chelcea, S. (2007). Methodology of sociological research, quantitative and qualitative methods,". *Economică" Publishing House, Bucharest.*
15. D. Jayal, F. Badurdeen, O.W. Dillon Jr., and I. S. Jawahir, "Sustainable manufacturing: modeling and optimization challenges at the product, process and system levels", CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, vol. 2, no. 3, pp. 144-152, 2010.
16. Dai, D., Wang, S., & Ma, Y. (2021). Performance evaluation of automotive product development team members based on a PLM system: A case study of M Automotive Products Company. *Plos one*, 16(8), e0255300.

17. Dong, Y., Frangopol, D. M., & Saydam, D. (2014). Pre-earthquake multi-objective probabilistic retrofit optimization of bridge networks based on sustainability. *Journal of Bridge Engineering*, 19(6), 04014018.
18. Duan, C., Deng, C., Gharaei, A., Wu, J., & Wang, B. (2018). Selective maintenance scheduling under stochastic maintenance quality with multiple maintenance actions. *International Journal of Production Research*, 56(23), 7160–7178.
19. EFQM. (2020). Available online: http://www.efqm.org (accessed on 10 February 2021).
20. Gai, K., Qiu, M., Zhao, H., & Sun, X. (2017). Resource management in sustainable cyber-physical systems using heterogeneous cloud computing. *IEEE Transactions on Sustainable Computing*, 3(2), 60-72.
21. Gharaei, A., Karimi, M., & Hoseini Shekarabi, S. A. (2020). Joint economic lot-sizing in multi-product multi-level integrated supply chains: Generalized benders decomposition. *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, 7(4), 309-325.
22. Harinder S.. Jagdev, Brennan, A., & Browne, J. (2004). *Strategic decision making in modern manufacturing.*
23. Hashim, M., Nazam, M., Abrar, M., Hussain, Z., Nazim, M., & Shabbir, R. (2021). Unlocking the Sustainable Production Indicators: A Novel TESCO based Fuzzy AHP Approach. *Cogent Business & Management*, 8(1), 1870807.
24. Hidiroglu, D. (2021). Performance evaluation systmes and leadership. *Jounral of Management, Marketing and Logistics (JMML)*, 8(2), 112-120.
25. Hon, K. K. B. (2005). Performance and evaluation of manufacturing systems. *CIRP annals*, 54(2), 139-154.
26. Hong, J., Kim, B., & Oh, S. (2020). The relationship benefits of auto maintenance and repair service: A case study of Korea. *Behavioral Sciences*, 10(7), 115.
27. Hudson, M., Smart, A., & Bourne, M. (2001). Theory and practice in SME performance measurement systems. *International journal of operations & production management*, 21(8), 1096-1115.
28. Isaksson, R. (2006). Total Quality Management for sustainable development: Process based system models. *Business Process Management Journal*, 12, 632–645.
29. ISO/TR 10014:2021. (2021). Guidelines for Managing the Economics of Quality. Available online: www.iso.org (accessed on 20 August 2021).
30. Jayal, A. D., Badurdeen, F., Dillon Jr, O. W., & Jawahir, I. S. (2010). Sustainable manufacturing: Modeling and optimization challenges at the product, process and system levels. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2(3), 144-152.
31. Jiao, W., Min, Q., Fuller, A. M., Yuan, Z., Li, J., Cheng, S., & Li, W. (2015). Evaluating environmental sustainability with the Waste Absorption Footprint (WAF): an application in the Taihu Lake Basin, China. *Ecological Indicators*, 49, 39-45.
32. Kanerva, M., Arundel, A., & Kemp, R. (2009). Environmental innovation: Using qualitative models to identify indicators for policy.
33. Ketata, I., Sofka, W., & Grimpe, C. (2015). The role of internal capabilities and firms' environment for sustainable innovation: evidence for G ermany. *R&d Management*, 45(1), 60-75.
34. Khoshkangini, R., Sheikholharam Mashhadi, P., Berck, P., Gholami Shahbandi, S., Pashami, S., Nowaczyk, S., and Niklasson. T. (2020). Early Prediction of Quality Issues in Automotive Modern Industry. *Information*, 11(7), 354
35. Lascu, E., Severin, I., Daniela Lascu, F., Adrian Gudana, R., Nalbitoru, G., and Ignat. N.D. (2021). Framework on Performance Management in Automotive Industry: A Case Study. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(10), 480.

36. Lee, P., & Seo, Y. W. (2017). Directions for social enterprise from an efficiency perspective. *Sustainability*, 9(10), 1914.
37. Markatou, M. (2012). Measuring'sustainable'innovation in Greece: A patent based analysis. *Journal of Innovation and Business Best Practices*, 2012, 1.
38. L Mitchell, M., & M Jolley, J. (2010). *Research design explained*.
39. OECD, P. B. (2009). Sustainable manufacturing and eco-innovation: towards a green economy. *Policy Brief-OECD Observer*.
40. Rabbani, M., Hosseini-Mokhallesun, S. A. A., Ordibazar, A. H., & Farrokhi-Asl, H. (2020). A hybrid robust possibilistic approach for a sustainable supply chain location-allocation network design. *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, 7(1), 60–75.
41. Ramaa, A., Rangaswamy, T. M., & Subramanya, K. N. (2009, December). A review of literature on performance measurement of supply chain network. In *2009 Second International Conference on Emerging Trends in Engineering & Technology* (pp. 802-807). IEEE.
42. Schaltegger, S., & Wagner, M. (2006). Integrative management of sustainability performance, measurement and reporting. *International Journal of Accounting, Auditing and Performance Evaluation*, 3(1), 1-19.
43. Seliger, G., Kim, H. J., Kernbaum, S., & Zettl, M. (2008). Approaches to sustainable manufacturing. *International Journal of Sustainable Manufacturing*, 1(1-2), 58-77.
44. Shah, N. H., Chaudhari, U., & Cárdenas-Barrón, L. E. (2020). Integrating credit and replenishment policies for deteriorating items under quadratic demand in a three-echelon supply chain. *International Journal of Systems Science: Operations & Logistics*, 7(1), 34–45. https://doi.org/10.1080/23302674.2018.1487606
45. Shuaib, M., Seevers, D., Zhang, X., Badurdeen, F., Rouch, K. E., & Jawahir, I. S. (2014). Product sustainability index (ProdSI) a metrics-based framework to evaluate the total life cycle sustainability of manufactured products. *Journal of Industrial Ecology*, 18(4), 491-507.
46. Siva, V., Gremyr, I., Bergquist, B., Garvare, R., Zobel, T., & Isaksson, R. (2016). The support of Quality Management to sustainable development: A literature review. *Journal of cleaner production*, 138, 148-157.
47. Staš, D, Lenort, R., Wicher, P., and Holman. D. (2015). Green Transport Balanced Scorecard Model with Analytic Network Process Support. *Sustainability*, 7(11), 15243-15261.
48. Wagner, M. (2010). The role of corporate sustainability performance for economic performance: A firm-level analysis of moderation effects. *Ecological Economics*, 69(7), 1553-1560.
49. Yoo, T., & Nam, G. (2015). An expanded accounting framework for sustainable growth: Focus on the relationship between a focal firm and its stakeholders. *South African Journal of Economic and Management Sciences*, 18(3), 366-379.
50. Yoon, B., Shin, J., & Lee, S. (2016). Open innovation projects in SMEs as an engine for sustainable growth. *Sustainability*, 8(2), 146.

# Provide a model for evaluating sustainable production performance in the automotive industry (case study: Iranian automotive industry)

**Mohammad Saber Ghaem maghami**
Department of Industrial Management, Faculty of Management of Islamic Azad University Tehran North Branch, Tehran, Iran
**Ezzatollah Asgharizade** (Corresponding Author)
Department of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran
**Email: asghari@ut.ac.ir**
**Hasan Farsijani**
Department of Industrial Management, Faculty of Management, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

## Abstract
The automotive industry is one of the most important manufacturing industries in the world and in Iran this industry is known as the locomotive of other industries. However, the products of this industry have detrimental effects on the environment, and today, apart from the traditional view of the performance of organizations, other issues such as environmental and social issues have become important for the success of the organization; Therefore, having a model to evaluate sustainable production performance in this industry is very important. The purpose of this study is to identify the indicators and present a model to evaluate the performance of sustainable production in the Iranian automotive industry. In order to review the opinions and conduct interviews in this research, ۱۰ first-rate experts in the automotive industry have been randomly selected. The research was carried out in three main phases: identification of indicators with Meta-synthesis, screening of indicators with fuzzy Delphi and finally modeling by Interpretive Structural Modelling method. After performing fuzzy Delphi, 5 criteria and 20 indicators were identified and in the modeling phase of training programs for employees and reliability was identified as the cornerstone of the model and organizational culture as the most affectability indicator. According to the model, it is necessary to pay attention to all the identified criteria (economic, environmental, social, managerial and technological) to achieve sustainable production, and all different aspects of knowledge should be used in this direction.

**Keywords:** Sustainable production, performance evaluation, interpretive structural modeling, automotive industry.