



طراحی مدل ساختاری تفسیری پایدار در تولید و توسعه محصولات صنعتی

حمید شاه‌بندرزاده^۱، سیده فاطمه موسوی^۲

۱- نویسنده مسئول. دانشیار گروه مدیریت صنعتی دانشکده کسب و کار و اقتصاد دانشگاه خلیج فارس

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشکده کسب و کار و اقتصاد دانشگاه خلیج فارس

چکیده

با توجه به افزایش نگرانی‌ها نسبت به آسیب‌های وارد شده به محیط زیست، توجه به موضوع محیط زیست در همه زمینه‌ها و فعالیت‌ها امری ضروری به نظر می‌رسد. صنایع تولیدی به عنوان یکی از عامل‌های ایجاد کننده آلودگی‌های زیست محیطی باید فعالیت‌ها و فرآیندهای خود را به گونه‌ای پیش ببرند تا علاوه بر توجه به مسائل اقتصادی و اجتماعی، از بروز آسیب به محیط زیست جلوگیری کنند. از این رو امروزه پایداری در تولید و توسعه محصولات موضوعی بسیار مهم است. در این پژوهش ابتدا پژوهش‌های مرتبط با موضوع پایداری و شاخص‌های اثرگذار بر پایداری در تولید و توسعه محصولات صنعتی، بررسی و عواملی موثر شناسایی گردید و سپس با توجه به مقاله‌های بررسی شده برای هر عامل وزنی بدست آمد. نتایج نشان داد، عوامل زیرساخت‌ها و تکنیک‌های تولید، قوانین و سیاست‌ها، عوامل مدیریتی و سپس آگاهی و آموزش کارکنان، انتخاب مواد اولیه غیر مضر و استفاده بهینه از آن، طراحی و ساختار محصول، حداقل کردن هزینه‌ها و حداکثر کردن سود و فشار جامعه مهم‌ترین شاخص‌های اثرگذار بر پایداری تولید و توسعه محصولات از دید این پژوهشگران بوده است. سپس با استفاده از رویکرد مدل سازی ساختاری تفسیری، روابط میان این شاخص‌ها بررسی و عامل اساسی و زیر بنایی شناسایی شدند. ابتدا ماتریس خود تعاملی ساختاری بر اساس پیشینه‌های پژوهش تشکیل و تاثیر شاخص‌ها بر یکدیگر به صورت مقایسات زوجی و دو به دو بررسی شد و در گام بعد بر اساس ماتریس خود تعاملی ساختاری، ماتریس دسترسی اولیه و ماتریس دسترسی نهایی ساخته شد و سپس بر اساس ماتریس دسترسی نهایی، شاخص‌ها سطح بندی و مدل ساختاری تفسیری ترسیم گردید، بر این اساس عوامل قوانین و سیاست‌ها و فشار جامعه زیربنایی‌ترین شاخص‌های اثرگذار بر پایداری در تولید و توسعه محصولات صنعتی هستند و پس از آن عامل‌های آگاهی و آموزش کارکنان و عوامل مدیریتی در سطح بعدی هستند.

کلمات کلیدی: پایداری، توسعه پایدار، تولید پایدار، توسعه محصول، مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM)



مقدمه

امروزه سازمان‌ها و شرکت‌های دولتی و غیردولتی به دلایلی از جمله فشارهای سازمان‌های بالادستی دولتی، فشارهای گروه‌های ذی‌نفع در جامعه، الزامات استانداردهای فنی، الزام معیارهای مناسب جهت حضور در عرصه پروژه‌های بین‌المللی و ملی و آگاهی بیشتر افراد جامعه، باید علاوه بر معیارهای اقتصادی همچون کسب سود و کاهش هزینه، به کاهش اثرات زیست محیطی و افزایش رفاه و توسعه اجتماعی نیز توجه نمایند. یکی از چالش‌های پیش روی صنایع، متعادل کردن پیشرفت اقتصادی و اجتماعی با حفظ محیط زیست می‌باشد (آذر و همکاران، ۱۳۹۶). به طور کلی توسعه پایدار دارای سه بعد اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی است.

تعاریف و مفاهیم متعددی از توسعه پایدار ارائه شده است، توسعه پایدار را می‌توان مدیریت روابط سیستم‌های انسانی و اکوسیستم‌ها به منظور استفاده‌ی پایدار از منابع در جهت تامین رفاه حال و آینده‌ی انسان‌ها و اکوسیستم‌ها تعریف کرد (زاهدی و نجفی، ۱۳۸۵). بر اساس تعریفی دیگر، توسعه پایدار یک مفهوم پیچیده است و به شکلی از توسعه اطلاق می‌شود که در آن به شکلی متوازن و همه جانبه، ابعاد مختلف توسعه مورد بررسی و توجه قرار می‌گیرد این ابعاد شامل جنبه‌های محیطی، اجتماعی و اقتصادی است (Ukko et al, 2019). توسعه فناوری‌های پیشرفته در صنایع مختلف در جهان، موجب آسیب‌های زیادی به محیط‌زیست شده است که ممکن است آینده حیات بشر را با خطری جدی مواجه سازد. از این رو توجه به محیط‌زیست در کنار رشد اقتصادی و مسائل اجتماعی بسیار حائز اهمیت است. مشکلاتی مانند دفن و امحا پسماندها و گرم شدن کره زمین حاصل رشد تک بعدی شرکت‌های تولیدی است (Sangwan et al, 2012) و افزایش دانش و آگاهی مشتریان نسبت به تبعات منفی رشد تک بعدی، باعث شده است هر روز الزامات زیست محیطی آن‌ها بیشتر شود (Kim and Sim, 2016) و قوانین و مقررات در سطح ملی و جهانی برای حفظ محیط‌زیست تغییر کند (Berger et al, 2016).

رعایت الزامات و برآورده نمودن خواسته‌های همه‌ی ذی‌نفعان، نیازمند به کارگیری رویکرد جدیدی است که تولید پایدار نام گرفته است (Gupta et al, 2016). مفهوم استراتژی تولید پایدار در کنفرانس محیطی سازمان ملل متحد در سال ۱۹۹۲ پدید آمد و مفهوم کلیدی از توسعه پایدار است که به طور کلی عامل اصلی محیطی، اقتصادی و اجتماعی را متوازن می‌کند (Joung et al, 2012).

در عصر کنونی دستیابی به پایداری، یک چالش اساسی برای سازمان‌ها در تمامی جوامع محسوب می‌شود. لذا مدیریت همه جانبه آن نیازمند چارچوبی یکپارچه از عملکرد اجتماعی، زیست محیطی و اقتصادی و در برخی زمینه‌ها، عملکرد فناورانه است (Zhou et al, 2013). توجه به پایداری در تولید نقش به‌سزایی در افزایش رقابت‌پذیری و تامین انتظارات ذی‌نفعان دارد. از این رو سازمان‌ها برای حفظ بقای خود باید توجه زیادی به این مقوله داشته باشند. با وجود این، بسیاری از شرکت‌ها صرفاً به پایداری به عنوان سازوکاری برای ارزیابی پیامدهای خارجی فعالیت‌های خود می‌نگرند و توجه کمتری به الزام‌های درونی



7Th International Conference on Management, Accounting and Economic Development

September 20, 2021

سازمانی برای حرکت در مسیر پایداری دارند. لذا بسیار حائز اهمیت است که شرکت‌ها به الزامات پایداری درونی خود توجه بیشتری داشته باشند (ولی پور خطیر و همکاران، ۱۳۹۵). در دهه‌های اخیر فشارهای زیادی از سوی جوامع بین‌المللی بر شرکت‌های تولیدی وارد شده است تا توجه خود را از منافع اقتصادی حاصل از فرآیندها و محصولات فراتر برده و تاثیرات زیست محیطی و اجتماعی فعالیت‌های خود را نیز در نظر بگیرند. بنابراین این اصل به عنوان هدفی برای شرکت‌ها شکل گرفت که فرآیند تولید و محصولات تولیدی خود را به شیوه‌ای بهبود بخشند که در جهت کاهش تاثیرات زیست محیطی به همراه حفظ منافع اقتصادی و اجتماعی باشد. این هدف بر مصرف‌کنندگان نیز تاثیر گذاشته است، به نحوی که آن‌ها نیز خواستار تولید محصولات مصرفی خود به شیوه پایدار شده‌اند (Review and Group, 2011). از این رو بررسی شاخص‌های اثرگذار بر پایداری تولید و توسعه محصولات صنعتی، موضوعی بسیار حائز اهمیت به نظر می‌رسد.

مبانی نظری

مفهوم توسعه پایدار توسط کمیسیون بروتلند، در سال ۱۹۸۷ مطرح گردید. بر این اساس، پایداری عبارت است از برآورده نمودن نیازهای نسل‌های فعلی بدون کاستن از توانایی‌های نسل‌های آینده در برآورده نمودن نیازهایشان. توسعه پایدار مستلزم توجه همزمان به سه بعد زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی می‌باشد (Brundtland, 1987). توسعه پایدار به مفهوم ادغام اهداف اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی جهت حداکثر نمودن رفاه مردم زمان حاضر بدون آسیب رساندن به توانایی‌های نسل آینده برای رسیدن به نیازهایشان است (UCED, 1992). کمیسیون جهانی محیط زیست، توسعه پایدار را اینگونه تعریف می‌کند توسعه پایدار فرآیند تغییر در استفاده از منابع، هدایت سرمایه‌گذاری‌ها، سمت‌گیری توسعه فناوری و تغییری نهادی است که با نیازهای حال و آینده سازگار باشد (WCED, 1987).

تولید پایدار با هدف تاکید همزمان بر هر سه بعد توسعه پایدار معرفی گردید (Joshi et al, 2006). بر اساس تعریف وزارت بازرگانی ایالت متحده آمریکا تولید پایدار عبارت است از تولید کالاها با فرآیندهایی که آثار منفی زیست محیطی را به حداقل رسانده، از انرژی و منابع طبیعی محافظت می‌کنند، برای کارکنان، جوامع، افراد و مصرف‌کنندگان ایمن هستند و از لحاظ اقتصادی به صرفه هستند (Trade, 2007). این تعریف با درک کنونی از تولید پایدار مطابقت دارد زیرا که در آن به سه بعد زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی مربوط به فعالیت‌های شرکت‌ها تاکید دارد (Tseng and Lin, 2009).

الگوهای مطرح در تولید پایدار

با مروری بر پروژه‌ها و اقدامات مراکز علمی و دانشگاهی در حوزه تولید پایدار می‌توان به برخی از ابعاد الگوهای مشهور و معتبر جهانی در حوزه تولید پایدار اشاره نمود که در جدول شماره ۱ نشان داده شده است (Joung et al, 2012).

جدول شماره ۱. ابعاد الگوهای مشهور و معتبر جهانی در حوزه تولید پایدار



7th International Conference on Management, Accounting and Economic Development

September 20, 2021

Research into Islamic networks on virtual universities
CIVU

Konar University
International Islamic Research and Institute

ابعاد مورد تاکید	نام الگو
محصولات، کارکنان، پیشرفت جامعه، عملکرد اقتصادی، محیط زیست، انرژی و مواد	دانشگاه ماساچوست
عملکرد اجرایی، پیشرفت صنعتی، رفاه اجتماعی، رشد اقتصادی، محیط زیست	موسسه علم فناوری ژاپن
زنجیره تأمین، اثرگذاری در آینده، محصولات، منابع انسانی، عملکرد در جامعه، حقوق بشر، محیط زیست، نیروی کار	الگوی GRI
منافع اجتماعی، اخلاق تجارت، زمین، سلامت و ایمنی، رهبری، حقوق بشر، محیط زیست، نیروی کار	الگوی SEDEX
محیط زیست، محیط کار، جامعه، بازار و صنعت، رهبری	مدل تعالی سازمانی EFQM
لجستیک، بازار و خدمات، تأمین کنندگان، فناوری، منابع انسانی، رهبری سازمانی	زنجیره ارزش پورتر
حوزه اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی، سلامت	شاخص های پایداری محصول فورد
اکوسیستم، هوا، آب، سلامت	شاخص های زیست محیطی دانشگاه یال
اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی	شاخص های پایداری داو جونز

پیشینه پژوهش

اسرینوواز کوتا و همکاران، پژوهشی را با عنوان عوامل حیاتی موفقیت سیستم تولید پایدار با رویکرد مدل سازی ساختاری تفسیری، با هدف شناسایی عوامل مهم موفقیت سیستم تولید پایدار در سال ۲۰۲۱ انجام دادند. و پس از بررسی ۱۳ عامل (صرفه جویی در منابع و پیشگیری از آلودگی، مقررات زیست محیطی، بهره‌وری عملیاتی، بهبود مستمر، به حداقل رساندن هزینه و حداکثر کردن سود، تفکر و طراحی چرخه زندگی، نوآوری در محصولات و نوآوری در فرآیندها، تعهد مدیریت، فشار زنجیره تأمین، تصویر عمومی، رقابت، مشوق ها و تقاضای مشتری) شناسایی شد. این مطالعه نشان داد که تقاضای مشتری و تعهد مدیریتی، غالب ترین عوامل هستند (Kota et al, 2021). پرشانت کومار سینگ و پریر سرکار در سال ۲۰۱۹، پژوهشی را با عنوان چارچوبی مبتنی بر دلفی فازی و دیمتل برای توسعه پایدار محصول: یک مورد از صنعت خودروسازی هند انجام دادند. که عوامل، انتخاب مواد غیر سمی، انتخاب مواد کم انرژی، انتخاب مواد بازیافتی، پرهیز از تنوع مواد، انتخاب موادی که نیاز به پردازش ندارند یا نیاز به پردازش کمی دارند، استفاده از تکنیک های تولید جایگزین، کاهش مراحل تولید، تضمین تعمیر و نگهداری آسان تر، افزایش دوام و قابلیت اطمینان، محافظت در برابر انتشار مواد مضر، بسته بندی قابل استفاده مجدد، حمل و نقل کم مصرف، کاهش حجم کل محصول، کاهش مصرف انرژی در حین استفاده، انرژی پاک و کم مصرف برای تولید، حداقل کردن ضایعات تولید، بازسازی و نوسازی، بازیافت مواد، بازیابی انرژی، تاکید بر ساختار محصول و طراحی شناسایی شدند. نتایج نشان داد که استفاده از تکنیک های تولید جایگزین، افزایش دوام و قابلیت اطمینان و



7Th International Conference on Management, Accounting and Economic Development

September 20, 2021

تضمین تعمیر و نگهداری آسان‌تر، سه مورد از مهم‌ترین عوامل برای توسعه پایدار محصولات خودرو هستند (Kumar and Sarkar, 2019). فیلی ژو و همکاران در پژوهشی با عنوان مدیریت پایان عمر وسایل نقلیه: بهبود عملکرد با استفاده از رویکرد ISM در سال ۲۰۱۹ در صنعت خودروسازی چین، نشان دادند که مقررات مربوط به کارخانه خودرو سازی، تکنیک جداسازی و استخراج ارزش کسب و کار و بازیافت، عناصر ضروری در این زمینه هستند (Zhou et al, 2019).

اوساما آوان و همکاران در سال ۲۰۱۸ پژوهشی را با عنوان درک عوامل موثر بر اجرای شیوه‌های پایداری اجتماعی در شرکت‌های تولیدی: مدل‌سازی ساختاری تفسیری، انجام دادند. نتایج نشان داد که فقدان برنامه‌های تشویق داخلی، عدم مشارکت کارکنان عملیاتی در برنامه‌ریزی‌ها، عدم حمایت نهادها از سیاست‌های سازمان، فقدان ابتکارات زیست محیطی داخلی، مقاومت در برابر اتخاذ شیوه‌های جدید، عدم دانش در مورد توسعه فرآیند، کمبود افراد آموزش دیده و ابتکارات آموزشی، عدم تشویق مشتریان بین‌المللی، عدم وجود معیار برای انتخاب تامین‌کننده، عدم انطباق با سیاست‌های جدید ایمنی و بهداشت شغلی، عدم درک نیازهای مشتریان و فقدان همکاری برای اجرا، موانع اجرای موفقیت‌آمیز پایداری اجتماعی در شرکت‌های تولیدی هستند. که با استفاده از تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری مشخص شد که عدم مشارکت کارکنان عملیاتی در برنامه‌ریزی‌ها و عدم حمایت نهادها از سیاست‌های سازمان و فقدان برنامه‌های تشویقی داخلی، از جمله موانع کلیدی هستند (Awan et al, 2018). سانیل لاترا و همکاران پژوهشی را با عنوان مدل ساختاری برای مصرف و تولید پایدار: مبتنی بر رویکرد دیمتل خاکستری، در سال ۲۰۱۷ انجام دادند. یافته‌ها نشان داد که سیاست‌ها و مقررات دولتی برای توسعه مصرف پایدار، سیستم متمرکز بر تولید و حمایت مدیریت، تعهد و مشارکت در مصرف پایدار و اجرای تولید، حفظ حاشیه بازار، بهبود عملکرد کلی و طرح‌های تبلیغاتی توسط سازمان‌های مختلف، در مصرف پایدار و اجرای تولید بیش‌ترین تاثیر را دارند (Luthra et al, 2017). راکش دی رات و همکاران در سال ۲۰۱۷ به شناسایی عوامل حیاتی موفقیت شیوه‌های مدیریت زنجیره تامین پایدار در زمینه صنایع نفت و گاز: رویکرد ISM، پرداختند. که عوامل، محصولات دوست‌دار محیط زیست، فشار جامعه، آگاهی مشتری از ابتکارات سبز، فشار سرمایه‌گذاران و سهامداران، فشار تجاری، فشار رقبا به سمت سبز شدن، فشار و تمایل تامین‌کننده، توانایی‌ها و تلاش‌های سازمانی، مدیریت سازمانی، طراحی سبز، مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها، آئین‌نامه و استانداردها، آموزش و تحصیلات، در دسترس بودن اطلاعات، همکاری با تامین‌کنندگان، مواد خطرناک، بلایای محیطی، مصرف انرژی، لجستیک معکوس، خرید سبز، همکاری محیطی با مشتریان، ساخت سبز، سلامت و امنیت، جریمه برای حوادث زیست محیطی، مشوق‌های مالی، کاهش هزینه، اشتغال، بازاریابی جهانی، تصویر برند و سهم بازار و مزیت رقابتی، شناسایی شدند و با استفاده از تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری، عامل فشار اقلیمی جهانی و کمبود اکولوژیکی منابع و عامل مقررات زیست محیطی، به عنوان عوامل زیربنایی مشخص گردیدند (Raut et al, 2017). زانگ وی لو و



همکاران، چارچوب تولید پایدار برای تولید سیمان: دیدگاه رفتاری، را در سال ۲۰۱۷ بررسی کردند. داده‌های این پژوهش نشان داد که فشارهای اجتماعی یا هنجارهای ذهنی، نگرش و کنترل رفتاری، از عوامل تاثیرگذار هستند (Luo et al, 2017). علی محقر و دیگران در بهار سال ۱۴۰۰، در پژوهشی با عنوان ارائه مدل مفهومی تأثیر استراتژی‌های مدیریت تولید و عملیات بر مزیت رقابتی پایدار در صنعت خودرو ایران (مورد مطالعه: شرکت‌های خودروسازی تهران)، نشان دادند که متغیرهای هزینه، کیفیت، تنوع و انعطاف‌پذیری متغیر مکنون مزیت رقابتی پایدار را تبیین می‌کنند. همچنین استراتژی‌های کایزن، سازماندهی منابع سازمانی، به موقع بودن و مدیریت زنجیره تأمین، متغیر مکنون استراتژی‌های تولید خودروسازان ایرانی را تبیین می‌کند. بر اساس یافته‌ها، مؤلفه‌های استراتژی تولید و عملیات بر مزیت رقابتی پایدار صنایع خودروسازی تأثیر مثبت و معناداری دارند (محقر و همکاران، ۱۴۰۰). سهراب موذن و همکاران در سال ۱۳۹۹، پژوهشی را با عنوان تدوین استراتژی‌های پایداری محیط زیست شهری با تأکید بر بخش صنعت. مطالعه موردی: صنعت خودروسازی، انجام دادند. نتایج نهایی نشان می‌دهد راهبردهای تهیه و تدوین برنامه کلان و جامع محیط زیست کشور، اتخاذ و به کارگیری نگاه محیط زیست محور در زمینه توسعه، از جمله توسعه بخش صنعت و خودروسازی، شفافیت مسائل محیط زیستی و پایش دقیق تولیدات شرکت‌های خودروسازی از طریق به کارگیری قوانین و مقررات مربوطه و اتخاذ و پیاده‌سازی مدیریت سبز در کلیه مراحل برنامه‌ریزی، تولید و نظارت محصولات خودرو موثرترین راهبردهای پایداری محیط زیست شهری صنعت خودرو هستند (موذن و همکاران، ۱۳۹۹). مسعود فریادی در سال ۱۳۹۸ به بررسی اساسی‌سازی تولید و مصرف پایدار، با هدف صیانت از منابع طبیعی کشور پرداخت. عوامل مهم و تاثیرگذار مطرح شده در این مقاله، هنجارسازی در اسناد بین‌المللی و منطقه‌ای، هنجارسازی در حقوق ملی، صیانت توسط نهاد ناظر قانون اساسی، توسعه هنجاری در نظام قانون‌گذاری، صیانت از منابع طبیعی، اصلاح نظام تولید و مصرف، تعیین شاخص‌های تولید و مصرف پایدار، اصلاح نظام تولید و توزیع کالاها، ارتقای بهره‌وری، اصلاح الگوهای مصرف، بازچرخانی مواد، اصلاح نظام نهادی، می‌باشند (فریادی، ۱۳۹۸).

محمود دهقان‌نیری و شاداب شاپوری در مقاله‌ای با عنوان ارائه مدل توسعه پایدار صنعت فولاد با رویکرد ترکیبی ISM-ANP در سال ۱۳۹۸، به خوشه‌بندی عناصر زیربنایی پایداری زنجیره تأمین فولاد پرداختند. یافته‌ها نشان می‌دهد که حداقل موجودی، کاهش حوادث شغلی کارکنان و ایمنی و رفاه کارکنان از تاثیرگذارترین عناصر در پایداری زنجیره تأمین صنعت فولاد خوزستان می‌باشند (دهقان‌نیری و شاپوری، ۱۳۹۸). عباس رضایی پندری در مقاله‌ای با عنوان طراحی چارچوب سیاست-گذاری توسعه پایدار با رویکرد ترکیبی ISM-IPA در سال ۱۳۹۸، به ارائه مدلی برای سیاست‌گذاری در زمینه اهداف توسعه پایدار در ایران پرداخت. یافته‌های این پژوهش نشان داد اهداف آب سالم و بهداشتی، صنعت، زیرساخت و نوآوری، صلح، عدالت و نهادهای توانمند و مشارکت برای اجرای اهداف به عنوان اولویت‌دارترین اهداف جهت پیگیری در ایران شناخته شده است که باید سیاست‌گذاران توجه بیشتری به این اهداف در تدوین برنامه‌ها و سیاست‌های خود داشته باشند



7th International Conference on Management, Accounting and Economic Development



September 20, 2021

(رضایی پندری، ۱۳۹۹). فرامرز نوری و همکاران در سال ۱۳۹۸ به بررسی، الگوی ساختاری تفسیری عوامل مؤثر بر توسعه پایدار تعاونی‌های تولیدی کشاورزی (مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی)، پرداختند. براساس یافته‌های حاصل عوامل اقتصادی، اجتماعی فرهنگی، زیست محیطی، حقوقی، آموزشی، مدیریتی، بازاریابی، زیرساختی نهادی، شخصیتی فردی و خوشه بندی، عواملی مهم هستند که عوامل اقتصادی، زیرساخت نهادی و زیست محیطی از اساسی‌ترین و زیربنایی‌ترین عوامل در توسعه پایدار تعاونی‌های تولیدی کشاورزی در استان آذربایجان شرقی می‌باشند (نوری و همکاران، ۱۳۹۸).

مهرروز ایرجی و همکاران در سال ۱۳۹۷ به بررسی استراتژی طراحی مدل تولید پایدار صنایع پرداختند. تحقیقات نشان داد که عوامل زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی، تکنولوژی و مدیریتی، از عوامل مهم این مقوله هستند و سپس با در نظر گرفتن فراوانی‌ها مشخص شد که بعد اجتماعی مهم‌ترین بعد می‌باشد (ایرجی و همکاران، ۱۳۹۷). در پژوهشی تحت عنوان شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر در تحقق تولید پایدار با گذر از تولید صنعتی به سوی تولید اکولوژیک (مطالعه‌ی شرکت‌های تولید صنعتی بخش خصوصی استان سمنان) که توسط محمدعلی شریعت و همکاران در سال ۱۳۹۶ انجام شد. عواملی از جمله رفاه اجتماعی مشتریان، عملکرد مطلوب مالی، پیروی از قوانین ملی و بین‌المللی، آینده نگری، سرمایه-گذاری ناملموس و مدیریت برند، طراحی پایدار، سنجش و پایش تراکم انتشار گازها، برنامه‌ریزی منابع سازمانی، استفاده صحیح از زمین و کیفیت و رضایت از محصول، به عنوان ۱۰ عامل برتر مشخص گردیدند (شریعت و همکاران، ۱۳۹۶). عادل آذر و همکاران در سال ۱۳۹۶ در مقاله‌ای با عنوان نگاهت مدل تولید پایدار با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری و دیمتل فازی به اندازه‌گیری شاخص‌های تولید پایدار در پالایشگاه نفت اصفهان پرداختند. ۱۲ شاخص، مصرف آب شیرین، مصرف مواد خطرناک، مصرف انرژی، بازیافت ضایعات، بهینه‌سازی برنامه تولید برای بهبود بهره‌وری، انجام نظارت و کنترل، استفاده از منابع با بهره‌وری بالا، انتشار گازهای گلخانه‌ای، هزینه‌های رعایت ایمنی و بهداشت محیط، نفوذ آگاهی زیست محیطی در فرهنگ سازمانی، رفاه و رضایت شغلی کارمندان، به عنوان شاخص‌های تولید پایدار در پالایشگاه نفت اصفهان شناسایی شدند. نتایج تحقیق نشان داد که انجام نظارت و کنترل، استفاده از منابع با بهره‌وری بالا، استفاده از فناوری با بهره‌وری بالا و بهینه‌سازی برنامه تولید برای بهبود بهره‌وری، شاخص‌های اساسی دستیابی به تولید پایدار در این پالایشگاه می‌باشند (آذر و همکاران، ۱۳۹۶). عبدالحمید صفایی قادیکلانی و محمد اسلم حسین بر، پژوهشی را در سال ۱۳۹۵ با عنوان ارائه مدلی برای استقرار سیستم تولید پایدار در صنعت قطعات پلاستیک خودرو: رویکردی تلفیقی از فراترکیب و مدل‌سازی ساختاری تفسیری، انجام دادند. نتایج این پژوهش نشان داد تامین زیرساخت‌ها پیش‌نیاز سایر اقدامات لازم برای استقرار پایداری است. در کنار زیرساخت‌ها، حمایت، شناخت و طراحی مجدد عوامل مستقل هستند. ارزیابی عملکرد، اصلاح گزارش‌دهی عوامل وابسته هستند و ابلاغ، همکاری و اجرا عوامل پیوندی هستند و اثرات عوامل مستقل را به عوامل وابسته منتقل می‌کنند (صفایی قادیکلایی و اسلم حسین بر، ۱۳۹۵).



7Th International Conference on Management, Accounting and Economic Development

September 20, 2021

محمود دهقان نیری و همکاران در سال ۱۳۹۵، در مقاله‌ای با عنوان ارائه مدل برنامه‌ریزی تولید سبز در صنعت خودرو (مورد مطالعه: شرکت ایران خودرو)، یک مدل ریاضی تولید سبز به منظور تصمیم‌گیری و انتخاب استراتژی مناسب تولید سبز برای محصولات منتخب شرکت ایران خودرو ارائه دادند. در این مدل ابعاد تولید سبز اعم از کاهش مصرف انرژی، مواد آلاینده محیط زیستی و آلودگی ناشی از بهره‌برداری محصول در نظر گرفته شد (دهقان نیری و همکاران، ۱۳۹۵).

مژده رستم‌نژاد و همکاران در سال ۱۳۹۴ پژوهشی را با عنوان استفاده از روش دیمتل برای رتبه‌بندی عوامل موثر بر توسعه پایدار در پروژه‌های عمرانی، انجام دادند که نتایج نشان داد مهم‌ترین عوامل موثر بر بعد اجتماعی توسعه پایدار به ترتیب عبارتند از تعلیم و آموزش کارکنان، ارزیابی تاثیر پروژه بر جوامع اطراف آن در طول بهره‌برداری، برنامه‌ریزی مدیریتی برای بهبود بهره‌وری کارگران ساخت، مشخص کردن انتظارات ذی‌نفعان و تصدیق شأن و منزلت کارگران (رستم‌نژاد چراتی و خانزادی، ۱۳۹۴). در پژوهشی با عنوان بررسی عوامل موثر بر پایداری اقتصادی در تولید محصولات گلخانه‌ای استان تهران که توسط فلوریا محمدی و همکاران در سال ۱۳۹۴، انجام شد، نتایج تحلیل عاملی و معادلات ساختاری نشان داد که عوامل موثر مهم در پایداری اقتصادی عبارتند از: عوامل اقتصادی بویژه توسعه صادرات و دسترسی به بازارهای بین‌المللی، عوامل اجتماعی به خصوص ایجاد تشکل‌ها و نهادهای محلی، عوامل زراعی بویژه کاهش کاربرد نهادهای شیمیایی، عوامل آموزشی ترویجی بویژه بازدید از مزارع نمونه و الگو و عامل سیاست‌گذاری بویژه ایجاد و توسعه زیرساخت‌های تولید (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴).

روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش ابتدا با مطالعه پژوهش‌های پیشین شاخص‌هایی موثر بر پایداری تولید و توسعه محصولات صنعتی مشخص گردید. سپس این شاخص‌ها دسته‌بندی و تلفیق شده و جمعا ۱۴ شاخص بدست آمد. در گام بعد تعداد دفعات تکرار هر یک از شاخص‌ها در مقالات مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به کل دفعات تکرار شاخص‌ها وزن هر یک از آن‌ها بدست آمد. بدین ترتیب هر کدام تکرار بیشتری داشته باشند نشان دهنده وزن و اهمیت بیشتر آن در مقالات و در نتیجه مهم تر بودن آن از دید پژوهشگران می‌باشد. در جدول شماره ۲ چگونگی این وزن دهی مشخص شده است.

جدول شماره ۲، وزن شاخص‌های موثر بر پایداری تولید و توسعه محصول از دید پژوهشگران

ردیف	شاخص	تعداد تکرار	وزن
۱	آگاهی و آموزش کارکنان	۱۰	۰.۰۸
۲	زیرساخت‌ها و تکنیک‌های تولید	۱۴	۰.۱۲
۳	طراحی و ساختار محصول	۹	۰.۰۷
۴	رعایت ایمنی و بهداشت محیط	۶	۰.۰۵



۰.۰۴	۵	استفاده از انرژی‌های پاک	۵
۰.۱۱	۱۳	قوانین و سیاست‌ها	۶
۰.۰۶۸	۸	فشار جامعه	۷
۰.۰۶۸	۸	حداقل کردن هزینه‌ها و حداکثر کردن سود	۸
۰.۱۱	۱۳	عوامل مدیریتی	۹
۰.۰۵	۶	ارزیابی و کنترل محصولات و فرآیندهای تولید	۱۰
۰.۰۷	۹	انتخاب مواد اولیه غیر مضر و استفاده بهینه از منابع	۱۱
۰.۰۵	۶	بازیافت مواد و محصولات	۱۲
۰.۰۴	۵	کاهش ضایعات تولید و محافظت در برابر انتشار مواد مضر	۱۳
۰.۰۳	۴	اشتغال‌زایی	۱۴

آگاهی و آموزش کارکنان: بدیهی است که نیروی کار هر مجموعه به عنوان مهم‌ترین و مؤثرترین عامل در ارتقای کارایی، افزایش کیفیت و کاهش هزینه‌های آن مجموعه محسوب می‌شود. با ایجاد برنامه‌های آموزشی مداوم در حوزه تولید، ایمنی و محیط زیست برای کارکنان می‌توان میزان بهره‌وری آن‌ها و ایمنی کار را افزایش داد و از ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی جلوگیری کرد. عدم آگاهی کافی کارکنان از دستورالعمل‌ها در محیط‌های کاری موجب وارد کردن خسارت به خود فرد، محیط زیست و کارفرمایان می‌شود. از اقداماتی که می‌توان در این زمینه انجام داد می‌توان به توجه ویژه به تحصیلات اعضاء در بدو تأسیس، برگزاری جلسات آموزشی برای اعضاء و مدیران دوره‌های ضمن خدمت، تبادل و تسهیم دانش (نوری و همکاران، ۱۳۹۸)، بازدید از مراکز نمونه (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴)، اشاره نمود.

زیرساخت‌ها و تکنیک‌های تولید: کمیسیون توسعه پایدار سازمان ملل متحد بر فراهم نمودن زیرساخت‌ها و سرمایه‌گذاری دولت‌ها در بهبود آن‌ها تأکید دارد (صفایی قادیکلایی و اسلم حسین بر، ۱۳۹۵). تلاش در جهت فراهم‌سازی عوامل زیرساختی همچون وجود بسترهای مناسب، ساختارهای سازمانی مطلوب، برخورداری از اطلاعات و آمار دقیق (نوری و همکاران، ۱۳۹۸)، استفاده از فناوری‌ها و تجهیزات بروز و به کارگیری تکنیک‌های تولید مناسب و همچنین جایگزینی آن‌ها با تکنیک‌ها و روش‌های نامناسب پیشین، از عواملی هستند که می‌توانند در افزایش بهره‌وری و کاهش اتلاف در تولید نقش به‌سزایی داشته باشند.

طراحی و ساختار محصول: روش‌های طراحی پایدار به منظور رسیدن به محصولات پایدار از سال ۱۹۹۰ تا کنون ارائه شده است. که هدف این روش‌ها طراحی محصولاتی است که از لحاظ اقتصادی با کمترین هزینه و بالاترین کیفیت بوده و برای کسب و کار سودآور باشند و از لحاظ اجتماعی موجب افزایش سطح زندگی، ایمنی و سلامتی مردم و با در نظر گرفتن



الزامات زیست محیطی موجب به حداقل رساندن آسیب به محیط زیست گردند (غفار زاده اقدم، ۱۳۹۵). طراحی و ساختار محصول باید به گونه‌ای باشد که موجب جلب رضایت مشتری و سودآوری سازمان شود و همینطور دارای دوام و اطمینان بالا باشد و با محیط زیست سازگار و قابلیت بازیافت و استفاده مجدد داشته باشد. خصوصا در بحث بسته‌بندی محصولات، استفاده از بسته بندی قابل استفاده مجدد بسیار مهم است. در فرآیند طراحی کالا، ایجاد تعادل بین به حداکثر رساندن سود و به حداکثر رساندن سبزی به دلایل مختلف از جمله الزام‌های قانونی، مسئولیت شرکت و ضرورت حفظ تصویر و موقعیت شرکت در جامعه ضروری است (Ghayebloo et al, 2015).

رعایت ایمنی و بهداشت محیط: جنبه ایمنی و بهداشت محیط زیست نشان دهنده توانایی یک شرکت برای فراهم کردن یک محیط ایمن برای کارگران است. این جنبه متشکل از چندین شاخص است، از جمله، به صفر رساندن روزهای کاری از دست رفته به علت صدمات ناشی از کار و بیماری، افزایش نرخ کارکنان در زمینه بهبود کیفیت، عملکرد ایمنی و بهداشت زیست محیطی و اجتماعی، ارتقاء آموزش کارکنان در زمینه دانش سبز، افزایش رفاه و رضایت شغلی کارکنان (Veleva et al, 2001).

استفاده از انرژی‌های پاک: انرژی پاک به انرژی گفته می‌شود که تولید و استفاده از آن آلودگی در پی نداشته باشد. انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی بادی، خورشیدی، آبی و زمین گرمایی، می‌توانند باعث کاهش استفاده از منابع فسیلی و کاهش انتشار گازهای آلاینده شوند. انرژی‌های تجدیدپذیر در ابتدا نیازمند هزینه‌های سرمایه گذاری هنگفتی هستند اما به مرور موجب کاهش هزینه‌های سازمان می‌شوند.

قوانین و سیاست‌ها: با توجه به اینکه برخی از شرکت‌های تولیدی فقط به سودآوری و عوامل اقتصادی توجه می‌کنند، لازم است تا مجامع بین‌المللی و دولت‌ها قوانین و مقرراتی را برای ملزم کردن شرکت‌ها به رعایت حقوق اجتماعی و مقررات زیست محیطی از جمله، ترغیب و اعمال فشار بر تولیدکنندگان در جهت اقدام‌های زیست محیطی، بهینه‌سازی فرآیندها به منظور کاهش مصرف آب، کاهش سر و صدا و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، بازیافت داخلی، طراحی محصولات سازگار با محیط زیست و یا روش‌های تولید سبز، استفاده از فناوری‌ها و مواد سازگار با محیط زیست، آموزش زیست محیطی کارکنان (Shen et al, 2013) و (Yang et al, 2013)، تدوین و اجرا نمایند. همچنین لازم است تا برنامه‌هایی برای حمایت و پشتیبانی از شرکت‌هایی که به پایداری در تولید و محصول خود توجه دارند و یا آن دسته از تولید کنندگانی که قصد ورود به این عرصه را دارند، در نظر گرفته شود.

فشار جامعه: افزایش فشار جامعه و مصرف کنندگان آگاه به مسائل محیط زیست به‌طور موثر و یکپارچه نگرانی‌های زیست محیطی را در مورد شیوه‌های مدیریت تولیدکنندگان افزایش داده‌است (Zhu et al, 2008). امروزه مصرف کنندگان به محیط



زیست اهمیت بیشتری می‌دهند و به دنبال مقررات زیست محیطی سخت برای تولیدکنندگان در جهت کاهش نگرانی‌های زیست محیطی در شیوه‌های تولید می‌باشند (Yang et al, 2009).

حداقل کردن هزینه‌ها و حداکثر کردن سود: شرکت‌ها همواره به دنبال کاهش هزینه‌های خود و تولید محصولات با هزینه‌های کمتر و فروش و سودآوری بیشتر هستند. عامل اقتصادی به عنوان یکی از سه عامل پایداری نقش مهمی در رسیدن سازمان‌ها و شرکت‌های تولیدی به پایداری در تولید و توسعه محصولات، دارد.

عوامل مدیریتی: شامل ایجاد برنامه‌های تشویق داخلی به منظور ایجاد انگیزه بیشتر برای کارکنان، ایجاد تعهد و مشارکت در سازمان، همچنین تهیه و تدوین برنامه‌های مناسب اهداف سازمان به گونه‌ای که به هر سه بعد اقتصادی، اجتماعی و محیط زیست در آن توجه شود و حمایت از طرح‌های پایدار در سازمان و مدیریت زنجیره تامین، پایین آوردن هزینه و زمان ارائه محصولات، انتخاب تامین‌کنندگان مناسب، روش‌های حمل و نقل کم‌مصرف، درک نیاز مشتریان و در نظر گرفتن خواسته‌های ذی‌نفعان و توجه به وضعیت رقبا، می‌باشد.

ارزیابی و کنترل محصولات و فرآیندهای تولید: منظور از ارزیابی بررسی اهمیت ارزش یک عامل یا یک محصول می‌باشد و کنترل یعنی نظارت دائمی بر یک فعالیت که شامل بازنگری و اصلاح هم می‌شود. عملکرد شرکت، پیشرفت برنامه‌های اجرا شده و عملکرد تامین‌کنندگان باید با شاخص‌های سه بعدی پایداری ارزیابی شود و بر اساس ارزیابی عملکرد انجام شده، اقدامات اصلاحی تعریف شود و گزارش‌هایی در مورد عملکرد شرکت در ابعاد مختلف به ذی‌نفعان و بر حسب نیاز داده شود (Diabat and Govindan, 2011) و (Lukman and Glavič, 2007).

انتخاب مواد اولیه غیر مضر و استفاده بهینه از منابع: مواد اولیه یا ماده خام به عنوان ماده فرآوری نشده شناخته می‌شود که یک ماده اساسی برای تولید کالاها و محصولات نهایی می‌باشد. مواد اولیه باید از بین موادی انتخاب شوند که غیر سمی، همراه با مصرف کم انرژی، قابل بازیافت، نیاز به پردازش کم، نگهداری آسان، دارای کیفیت بالا و هزینه پایین باشند. همچنین باید به منظور جلوگیری از اتلاف و هدر رفت منابع، از این منابع به صورت بهینه استفاده کرد.

بازیافت مواد و محصولات: بازیافت به آماده‌سازی مواد برای استفاده دوباره گفته می‌شود. بازیافت فرآیند تبدیل مواد زائد به مواد و اشیاء جدید است. بازیافت مواد و محصولات عاملی بسیار مهم برای حفظ محیط زیست و کاهش هزینه‌ها در شرکت‌های تولیدی می‌باشد.

کاهش ضایعات تولید و محافظت در برابر انتشار مواد مضر: ضایعات شامل، از بین رفتن بخشی از مواد یا محصول در جریان تولید می‌باشد که به دو دسته تقسیم می‌شود: ضایعات عادی، ضایعاتی که با توجه به ماهیت عملیات تولیدی ایجاد می‌شوند و جلوگیری از ایجاد آن غیر ممکن است. و ضایعات غیر عادی، ضایعاتی که به دلایلی چون فقدان مهارت کافی کارکنان و یا به صورت غیر عادی در تولید ایجاد می‌شوند. مواد مضر موادی هستند که نشر آن‌ها به محیط زیست آسیب وارد می‌کند و



سلامتی افراد را با خطر جدی مواجه می‌سازد. با جلوگیری از نشر مواد مضر مانند گازهای گلخانه‌ای، فاضلاب‌های صنعتی و مواد شیمیایی، می‌توان از ایجاد آسیب‌های غیرقابل جبران به محیط زیست جلوگیری به عمل آورد.

اشتغال‌زایی: اشتغال عبارت از هر نوع کار با دریافت حقوق و دستمزد، است. اشتغال‌زایی به معنای ایجاد شغل برای پاسخ به نیازهای جامعه می‌باشد. توجه به ایجاد اشتغال در فعالیت‌های تولیدی، هم موجب سلامت جامعه و رفاه افراد می‌شود و هم می‌تواند با برنامه‌ریزی مناسب، سودآوری و رشد اقتصادی را برای شرکت‌ها در پی داشته باشد.

همان‌طور که در بررسی مطالعات و پژوهش‌های پیشین ملاحظه می‌شود عوامل، زیرساخت‌ها و تکنیک‌های تولید، قوانین و سیاست‌ها، عوامل مدیریتی و سپس آگاهی و آموزش کارکنان، انتخاب مواد اولیه غیر مضر و استفاده بهینه از منابع، طراحی و ساختار محصول، حداقل کردن هزینه‌ها و حداکثر کردن سود و فشار جامعه، از مهم‌ترین شاخص‌های اثرگذار بر پایداری تولید و توسعه محصول در صنعت، از دید این پژوهشگران می‌باشند.

درگام بعد، با توجه به پژوهش‌های بررسی شده، از رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری برای بررسی روابط میان این شاخص‌ها و شناسایی عوامل اساسی و زیربنایی، استفاده شده است.

مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM)

روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری که توسط وارفیلد مطرح شد (Warfield, 1974)، یک فرایند یادگیری تعاملی است که در آن مجموعه‌ای از عناصر متفاوت در قالب یک مدل سیستماتیک جامع ساختاردهی می‌شوند. با استفاده از این رویکرد می‌توان روابط میان متغیرها را شناسایی نمود و مدل ساختاری تفسیری از این عامل‌ها را ارائه داد و در نهایت متغیرها را بر اساس قدرت نفوذ و میزان وابستگی طبقه‌بندی نمود (آذر و همکاران، ۱۳۹۲). برای اجرای تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری باید مراحل زیر طی شود:

۱- شناسایی متغیرهای مرتبط با مسئله

در این جا ۱۴ شاخص اثرگذار بر پایداری تولید و توسعه محصولات صنعتی، با استفاده از مطالعه و بررسی پژوهش‌های انجام شده در سطح ایران و جهان، شناسایی شدند.

۲- تشکیل ماتریس خود تعاملی ساختاری (SSIM)

در این مرحله شاخص‌ها به صورت زوجی و دو به دو با هم بررسی می‌شوند و با توجه به نمادهای زیر روابط میان شاخص‌ها تعیین می‌گردد. نتیجه این مرحله در جدول ۳ نشان داده شده است.

اگر عامل سطر A بر عامل ستون Z تاثیر داشته باشد، علامت V قرار داده می‌شود.

اگر عامل ستون Z بر عامل سطر A تاثیر داشته باشد، علامت A قرار داده می‌شود.

اگر بین عامل سطر A و عامل ستون Z ارتباط دو طرفه وجود داشته باشد، علامت X قرار داده می‌شود.



اگر هیچ نوع رابطه ای میان این دو عامل A و Z وجود نداشته باشد، علامت O قرار داده می شود.

جدول شماره ۳، ماتریس خود تعاملی ساختاری

شاخص	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
آگاهی و آموزش کارکنان	-	V	V	V	O	A	A	V	A	V	V	V	V	O
زیرساخت ها و تکنیک های تولید	-	V	O	O	A	A	X	A	V	V	V	V	V	V
طراحی و ساختار محصول	-	-	O	O	A	A	A	V	A	A	A	V	V	O
رعایت ایمنی و بهداشت محیط	-	-	-	-	A	A	A	O	A	O	O	O	V	O
استفاده از انرژی های پاک	-	-	-	-	-	A	A	V	A	A	O	X	O	O
قوانین و سیاست ها	-	-	-	-	-	-	A	O	V	V	V	V	V	V
فشار جامعه	-	-	-	-	-	-	-	O	V	O	V	V	V	V
حداقل کردن هزینه ها و حداکثر کردن سود	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A	A	A	A	A
عوامل مدیریتی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	V
ارزیابی و کنترل محصولات و فرآیندهای تولید	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O
انتخاب مواد اولیه غیر مضر و استفاده بهینه از منابع	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O
بازیافت مواد و محصولات	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O
کاهش ضایعات تولید و محافظت در برابر انتشار مواد مضر	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O
اشتغال زایی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

۳- ایجاد ماتریس دسترسی اولیه

نمادهای A, V, X, O از طریق زیر برای هر متغیر به صفر و یک تبدیل شده و بدین ترتیب ماتریس دسترسی اولیه بدست می آید. نتیجه این مرحله در جدول شماره ۴ نشان داده شده است.

در صورتی که ورودی (i, j) ، محل تلاقی سطر i و ستون j در ماتریس خود تعاملی ساختاری V باشد، در ورودی (i, j) در ماتریس دسترسی یک و در ورودی (j, i) ، صفر قرار داده می شود.

در صورتی که ورودی (i, j) ، در ماتریس خود تعاملی ساختاری A باشد، در ورودی (i, j) در ماتریس دسترسی صفر و در ورودی (j, i) ، یک قرار داده می شود.



در صورتی که ورودی (i,j) ، در ماتریس خود تعاملی ساختاری X باشد، در ورودی (i,j) در ماتریس دسترسی یک و در ورودی (j,i) ، یک قرار داده می‌شود.

در صورتی که ورودی (i,j) ، در ماتریس خود تعاملی ساختاری O باشد، در ورودی (i,j) در ماتریس دسترسی صفر و در ورودی (j,i) ، صفر قرار داده می‌شود.

جدول شماره ۴، ماتریس دسترسی اولیه

شاخص	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
۱	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
۲	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
۳	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
۴	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
۵	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
۶	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
۷	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
۸	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
۹	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
۱۰	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
۱۱	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
۱۲	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
۱۳	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
۱۴	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

۴-۱ ایجاد ماتریس دسترسی نهایی

پس از آن که ماتریس دسترسی اولیه بدست آمد، با وارد نمودن انتقال پذیری در روابط متغیرها، ماتریس دسترسی نهایی بدست می‌آید. این یک ماتریس مربعی است که هر یک از درایه های r_{ij} آن هنگامی که عنصر r_i به عنصر r_j با هر طولی دسترسی داشته باشد برابر با یک است و در غیر این صورت برابر با صفر است. روش به دست آوردن ماتریس دسترسی با استفاده از نظریه اویلر است که در آن ماتریس مجاورت را به ماتریس واحد اضافه می‌کنیم و سپس این ماتریس را در صورت تغییر نکردن درایه های ماتریس به توان n می‌رسانیم. فرمول‌های شماره ۱ و ۲ به ترتیب روش تعیین ماتریس دسترسی را با استفاده از ماتریس مجاورت نشان می‌دهد:



فرمول شماره ۱: $A+I$

فرمول شماره ۲: $M=(A+I)^n$

ماتریس A ماتریس دسترسی اولیه، I ماتریس همانی و M ماتریس دسترسی نهایی است. عملیات به توان رساندن ماتریس باید طبق قاعده بولین باشد (آذر و همکاران، ۱۳۹۶). نتیجه این مرحله در جدول شماره ۵ نشان داده شده است.

جدول شماره ۵، ماتریس دسترسی نهایی

شاخص	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
۱	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
۲	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
۳	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
۴	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
۵	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
۶	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
۷	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
۸	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
۹	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1
۱۰	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0
۱۱	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
۱۲	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
۱۳	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
۱۴	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

۵- بخش بندی سطح

در این گام، ماتریس دسترسی به سطوح مختلف دسته‌بندی می‌شود. با استفاده از ماتریس‌های دسترسی نهایی، مجموعه خروجی و ورودی برای هر متغیر بدست می‌آید.

مجموعه خروجی یک متغیر شامل اجزایی از سیستم است که از آن نشأت می‌گیرد. برای تعیین مجموعه متأخر مربوط به هر جزء باید سطر مربوط به آن را بررسی کرد. تعداد یکهای این سطر نشان‌دهنده خطوط جهت داری است که از آن جزء خارج می‌شود.



مجموعه ورودی یک متغیر: شامل اجزایی از سیستم است که به آن جزء منتهی می شود. برای تعیین مجموعه متقدم هر جزء ستون مربوط به آن بررسی می شود. تعداد یک‌های این ستون، نشان‌دهنده خطوط جهت‌داری است که به آن جزء وارد می شود.

سپس اشتراک این دو مجموعه را بدست می آوریم. متغیرهایی که مجموعه خروجی و مشترک آنها کاملاً مشابه باشند، در بالاترین سطح از سلسله مراتب مدل ساختاری تفسیری قرار می گیرند. به منظور یافتن اجزای تشکیل‌دهنده سطح بعدی سیستم اجزای بالاترین سطح آن در محاسبات ریاضی جدول مربوط حذف می شود و عملیات مربوط به تعیین اجزای سطح بعدی مانند روش تعیین اجزای بالاترین سطح انجام می شود (آذر و همکاران، ۱۳۹۲). در این تحقیق ۱۰ سطح بدست آمد که نتایج در جدول شماره ۶ مشاهده می شود.

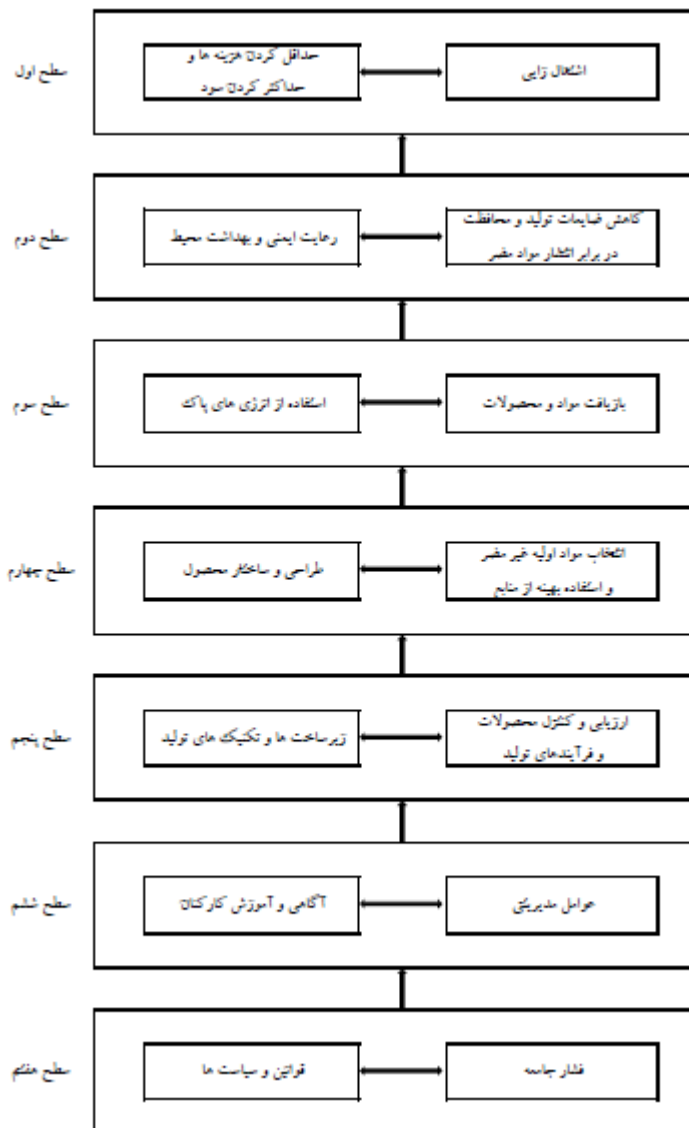
جدول شماره ۶، تعیین سطوح شاخص ها

سطح	مجموعه مشترک	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	شاخص ها
۶	۱-۹	۱-۲-۳-۴-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳	۱-۶-۷-۹	۱
۵	۲-۸	۲-۳-۸-۱۲-۱۳-۱۴	۱-۲-۶-۷-۸-۹	۲
۴	۳-۱۱	۳-۸-۱۱-۱۲-۱۳	۱-۲-۳-۶-۷-۹-۱۰-۱۱	۳
۲	۴-۱۰	۴-۸-۱۰	۱-۴-۶-۷-۹-۱۰	۴
۳	۵	۵-۸-۱۳	۵-۶-۷-۹	۵
۷	۶-۷	۱-۲-۳-۴-۵-۶-۷-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱۴	۶-۷	۶
۷	۶-۷	۱-۲-۳-۴-۵-۶-۷-۹-۱۱-۱۲-۱۳-۱۴	۶-۷	۷
۱	۲-۸	۲-۸	۱-۲-۳-۴-۵-۶-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳	۸
۶	۱-۹	۱-۲-۳-۴-۵-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱۴	۱-۶-۷-۹	۹
۵	۴-۱۰	۳-۴-۸-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳	۱-۴-۶-۹-۱۰	۱۰
۴	۳-۱۱	۳-۸-۱۱-۱۲-۱۳	۱-۳-۶-۷-۹-۱۰-۱۱	۱۱
۳	۱۲	۸-۱۲-۱۳	۱-۲-۳-۶-۷-۹-۱۰-۱۱-۱۲	۱۲
۲	۱۳	۸-۱۳	۱-۲-۳-۵-۶-۷-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳	۱۳
۱	۱۴	۱۴	۲-۶-۷-۹-۱۴	۱۴



۶- ترسیم مدل

با توجه به سطوح متغیرها و ماتریس دسترسی نهایی مدل ISM ترسیم می‌گردد. بدین منظور ابتدا متغیرها بر حسب سطح آن‌ها از بالا به پایین تنظیم می‌شوند. در این پژوهش شاخص‌ها در ۷ سطح قرار گرفته‌اند که در شکل شماره ۱ مدل رسم شده و سطح‌بندی‌ها مشاهده می‌شوند. که شاخص‌های قوانین و سیاست‌ها و فشار جامعه در پایین‌ترین سطح قرار گرفته‌اند که به عنوان عامل‌های زیربنایی و پایه در نظر گرفته می‌شوند و برای رسیدن به پایداری تولید و توسعه محصولات صنعتی، بایستی روی این شاخص‌ها تمرکز ویژه‌ای داشت. شاخص‌های عوامل مدیریتی و آگاهی و آموزش کارکنان در سطح بعدی قرار می‌گیرند، که نشان می‌دهد این شاخص‌ها نیز از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند.



شکل شماره ۱، مدل بنیانی ساختاری تفسیری پایدار در تولید و توسعه محصولات صنعتی

نتیجه گیری

پایداری یعنی پاسخگویی به نیازهای زمان حال بدون به خطر انداختن توانایی های نسل آینده برای رفع نیازهایشان. که دارای سه رویکرد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی می باشد. توجه به پایداری، در تولید و توسعه محصولات صنعتی از اهمیت ویژه ای برخوردار است زیرا امروزه به دلیل گرم شدن زمین و افزایش نگرانی ها برای محیط زیست توجه به محیط زیست و راه های حفاظت از آن بسیار مورد توجه قرار گرفته است و شرکت های تولیدی به عنوان یکی از عامل های اثرگذار بر بعد



اقتصادی و اجتماعی جامعه، در صورت اتخاذ شیوه‌های غلط تولید و بی توجهی به آلاینده‌هایی که بوجود می‌آورند، می‌توانند آسیب‌های جبران ناپذیری را به محیط زیست و سلامت انسان‌ها وارد کنند. با استفاده از رویکرد پایداری تولید و توسعه محصولات صنعتی، می‌توان علاوه بر توجه به ابعاد اقتصادی و اجتماعی، از آسیب رسیدن به محیط زیست نیز جلوگیری کرد.

در پژوهش حاضر با هدف بررسی شاخص‌های اثرگذار بر پایداری تولید و توسعه محصولات صنعتی، به بررسی پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه در ایران و جهان پرداخته شد و سپس از این مقالات شاخص‌های موثر مشخص، دسته‌بندی و تلفیق شد. و در نهایت ۱۴ شاخص شناسایی شد. که با توجه به تعداد دفعات تکرار هر یک از این شاخص‌ها در مقالات مورد بررسی، مشخص گردید که عوامل، زیرساخت‌ها و تکنیک‌های تولید، قوانین و سیاست‌ها، عوامل مدیریتی و سپس آگاهی و آموزش کارکنان، انتخاب مواد اولیه غیر مضر و استفاده بهینه از آن، طراحی و ساختار محصول، حداقل کردن هزینه‌ها و حداکثر کردن سود و فشار جامعه، از مهم‌ترین شاخص‌های اثرگذار بر پایداری تولید و توسعه محصولات صنعتی هستند.

سپس با استفاده از تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM)، شاخص‌ها سطح بندی و مدل ساختاری تفسیری در ۷ سطح ترسیم شد. بر اساس این مدل شاخص‌های، حداقل کردن هزینه‌ها و حداکثر کردن سود و اشتغال‌زایی، شاخص‌های سطح اول یعنی روبنایی‌ترین سطح می‌باشند. شاخص‌های، رعایت ایمنی و بهداشت محیط و محافظت در برابر انتشار مواد مضر، در سطح دوم، و در سطح سوم استفاده از انرژی‌های پاک و بازیافت مواد و محصولات قرار می‌گیرند. طراحی و ساختار محصول، انتخاب مواد اولیه غیر مضر و استفاده بهینه از این منابع، شاخص‌های سطح چهارم و ارزیابی و کنترل محصولات و فرآیندهای تولید، زیرساخت‌ها و تکنیک‌های تولید شاخص‌های سطح پنجم هستند و در سطح ششم شاخص‌های، آگاهی و آموزش کارکنان و عوامل مدیریتی و در سطح هفتم فشار جامعه و قوانین و سیاست‌ها قرار دارند. بر این اساس شاخص‌های فشار جامعه و قوانین و سیاست‌ها زیربنایی‌ترین و اساسی‌ترین شاخص‌های موثر بر پایداری تولید و توسعه محصولات صنعتی می‌باشند.

امروزه با دسترسی آسان‌تر جامعه به اخبار و اطلاعات و افزایش آگاهی مردم، جامعه نسبت به مسائل اجتماعی و زیست محیطی حساس‌تر شده اند و سازمان‌هایی می‌توانند مورد پذیرش جامعه قرار گیرند که رعایت این اصول را در دستور کار خود قرار دهند. همچنین جامعه می‌تواند با افزایش فشار بر دولت‌ها و مجامع بین‌المللی خواستار وضع قوانین برای الزام سازمان‌ها به رعایت پایداری و مقابله با سازمان‌های قانون شکن، باشد. در نتیجه برای حرکت در این مسیر نیاز به وضع قوانین و مقررات محکم و اثرگذار در این زمینه و نظارت بر اجرای صحیح این قوانین می‌باشد. لازم است تا مجامع بین‌المللی و دولت‌ها، قوانین و مقرراتی را برای ملزم کردن شرکت‌ها به رعایت حقوق اجتماعی و مقررات زیست محیطی تدوین و اجرا نمایند و همچنین برنامه‌هایی را برای حمایت و پشتیبانی از شرکت‌هایی که به پایداری در تولید و توسعه محصولات خود



توجه دارند و یا آن دسته از تولیدکنندگانی که قصد ورود به این عرصه را دارند، در نظر بگیرند. ترغیب و اعمال فشار بر تولیدکنندگان در جهت اقدامهای زیست محیطی، قوانین در جهت بهینه‌سازی فرآیندها به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، طرح‌های بازیافت داخلی، لزوم طراحی محصولات سازگار با محیط زیست و یا روش‌های تولید سبز، ترغیب به استفاده از فناوری‌ها و مواد سازگار با محیط زیست از جمله مواردی هستند که در وضع قوانین و اتخاذ سیاست‌ها، باید به آن‌ها توجه شود.

در آخر پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، با توجه به اهمیت و تاثیر زیادی که قوانین و مقررات بر پایداری در تولید و توسعه محصولات دارند و ضرورت توجه به آن، اثر بخشی قوانین وضع شده در زمینه پایداری در ایران و همچنین نقاط ضعف و قدرت این قوانین مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

- ایرجی، مهروز، قاسمی، احمدرضا، فارسیجانی، حسن، ثانوی فرد، رسول، استراتژی طراحی مدل تولید پایدار صنایع، مطالعات مدیریت راهبردی، شماره ۳۳، بهار ۱۳۹۷، ۷۵-۹۶
- آذر، عادل، رجب‌زاده قطری، علی، اخوان، عطیه، نگاشت مدل تولید پایدار با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری و دیمتل فازی، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال پانزدهم، شماره ۴۶، پاییز ۱۳۹۶، ۱-۲۶
- آذر، عادل، خسروانی، فرزانه، جلالی، رضا، ۱۳۹۲، تحقیق در عملیات نرم (رویکردهای ساختاردهی مسئله)، تهران، سازمان مدیریت صنعتی
- دهقان نیری، محمود، خدابخش، محسن، امامیان، سید امیرحسین، ارائه مدل برنامه ریزی تولید سبز در صنعت خودرو (مورد مطالعه: شرکت ایران خودرو)، پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری، دوره ۱، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵، ۴۵-۶۹
- دهقان نیری، محمود و شاپوری، شاداب، ارائه مدل توسعه پایدار صنعت فولاد با رویکرد ترکیبی ISM-ANP، پژوهش‌های مدیریت منابع سازمانی، دوره نهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸، ۹۳-۱۱۴
- رستم‌نژاد چراتی، مژده و خانزادی، مصطفی، استفاده از روش دیمتل برای رتبه‌بندی عوامل موثر بر توسعه پایدار در پروژه‌های عمرانی، اولین کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و توسعه اقتصاد شهری
- رضایی پندری، عباس، طراحی چارچوب سیاستگذاری توسعه پایدار با رویکرد ترکیبی ISM-IPA، فصلنامه مجلس و راهبرد، سال بیست و هفتم، شماره یکصد و یکم، بهار ۱۳۹۹، ۲۲۳-۲۴۲
- زاهدی، شمس السادات و نجفی، غلامعلی، بسط مفهومی توسعه پایدار، پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۵، ۴۳-۷۶



شریعت، محمدعلی، ایرانزاده، سلیمان، بافنده زند، علیرضا، شناسایی و رتبه بندی عوامل مؤثر در تحقق تولید پایدار با گذر از تولید صنعتی به سوی تولید اکولوژیک، پژوهش های مدیریت عمومی، سال دهم، شماره سی و هفتم، پاییز ۱۳۹۶، ۱۷۷-۲۰۱

صفایی قادیکلایی، عبدالحمید و حسین بر اسلم، محمد، ارائه مدلی برای استقرار سیستم تولید پایدار در صنعت قطعات پلاستیک خودرو: رویکردی تلفیقی از فراترکیب و مدل سازی ساختاری تفسیری، پژوهش نامه مدیریت اجرایی علمی-پژوهشی، سال هشتم، شماره ۱۶، نیمه دوم ۱۳۹۵، ۱۳۷-۱۶۰

غفارزاده اقدام، بهزاد، استراتژی تولید محصولات پایدار برای توسعه پایدار کلان شهرها، دومین کنفرانس ملی مدیریت کلان شهرها با رویکرد محیط زیست، تهران ۱۳۹۵
 فریادی، مسعود، اساسی سازی تولید و مصرف پایدار، دوفصلنامه دانشنامه حقوق اقتصادی دوره جدید، سال بیست و ششم، شماره ۱۶، پاییز و زمستان ۱۳۹۸، ۱۰۹-۱۳۵

محقر، علی، اصغری زاده، عزت اله، قدسی پور، سیدحسن، ثمرخی، امیر، ارائه مدل مفهومی تأثیر استراتژی های مدیریت تولید و عملیات بر مزیت رقابتی پایدار در صنعت خودرو ایران (مورد مطالعه: شرکت های خودروسازی تهران)، مدیریت بهره‌وری، دوره ۱۵، شماره ۵۶، بهار ۱۴۰۰، ۱۶۳-۱۸۷

محمدی، فلوریا، فرج اله حسینی، سیدجمال، میرداماد، سیدمهدی، بررسی عوامل مؤثر بر پایداری اقتصادی در تولید محصولات گلخانه ای استان تهران، اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و سوم، شماره ۹۰، تابستان ۱۳۹۴، ۹۷-۱۱۲
 موذن، سهراب، رضویان، محمدتقی، قورچی، مرتضی، تدوین استراتژی های پایداری محیط زیست شهری با تأکید بر بخش صنعت (مطالعه موردی: صنعت خودروسازی)، مجله آمایش جغرافیایی فضا، فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان، سال دهم، شماره مسلسل سی و ششم، تابستان ۱۳۹۹، ۲۱۹-۲۳۲

نوری، فرامرز، صمدزاده، سعید، قهرمانی نهر، جاوید، الگوی ساختاری تفسیری عوامل مؤثر بر توسعه پایدار تعاونی های تولیدی کشاورزی (مطالعه موردی: استان آذربایجان شرقی)، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، جلد ۳۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸، ۲۸۱-۲۹۷

ولی پور خطیر، محمد، صفایی قادیکلایی، عبدالحمید، اکبرزاد، زین العابدین، قاسم نیا عربی، نرجس، ارزیابی و پیش بینی تولید پایدار با استفاده از رویکرد ترکیبی فازی چند درجه ای و شبکه عصبی مصنوعی (مورد مطالعه: شرکت لبنی کاله)، پژوهش های مدیریت در ایران، دوره ۲۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵، ۱۷۵-۲۰۱

International Trade Administration. (2007). How Does Commerce Define Sustainable Manufacturing?
 U.S. Department of Commerce. Available: http://www.trade.gov/competitiveness/sustainablemanufacturing/how_doc_defi-nes_SM.asp.



- Usama, Awan.and Andrzej, Kraslawski.and Janne, Huiskonen. (2018). Understanding influential factors on implementing social sustainability practices in Manufacturing Firms: An interpretive structural modelling (ISM) analysis. 28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent anufacturing(FAIM2018), Columbus, OH, USA. 17(2018). 1039-1048
- Berger-Walliser, G. and Shrivastava, P. and Sulkowski, A. J. (2016). Using Proactive Legal Strategies for Corporate Environmental Sustainability. Available at SSRN
- Brundtland, G. and Khalid, M. and Agnelli, S. and Al-Athel, S. and Chidzero, B. and Fadika, L and De Botero, M. M. (1987). Our common future Brundtland report. WCED
- Diabat, A. and Govindan, K. (2011). An analysis of the drivers affecting the implementation of green supply chain management. Resources, Conservation and Recycling. 55(6). 659-667
- Ghayebloo S. and Tarokh M. J. and Venkatadri U. and Diallo C. (2015). Developing a bi-objective model of the closed-loop supply chain network with green supplier selection and disassembly of products: The impact of parts reliability and product greenness on the recovery. Journal of Manufacturing Systems. 36. 76– 86
- Gupta, K. and Laubscher, R. and Davim, J. P.and Jain, N. (2016). Recent developments in sustainable manufacturing of gears: a review. Journal of Cleaner Production. 112. 3320-3330
- Joshi, K. and Venkatachalam, A. and 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
- Joung, C. B. A. and Carrell, J., A. B. and Sarkar P. and Feng, S. C. (2012). Categorization of indicators for sustainable manufacturing. Journal of Ecological Indicators. 24. 148-157
- Joung, Che B. and Carrell, John. And Sarkar, Prabir. and Feng ,Shaw. (2012). Categorization of indicators for sustainable manufacturing”. Ecological Indicators. 24. 148–157
- Kim, B. and Sim, J. E. (2016). Supply Chain Coordination and Consumer Awareness for Pollution Reduction. Sustainability. 8(4). 365
- Kota, Srinivas. and Rajesh P, Mishra. and Krishna Jasti, Naga Vamsi. and Kale, Sami. (2021). Sustainable Production System Critical Success Factors: an Interpretive Structural Modelling approach. 28th CIRP Conference on Life Cycle Engineering. 98. 324-329
- Kumar Singh, Prashant. and Sarkar, Prabir. (2019). A framework based on fuzzy Delphi and DEMATEL for sustainable product development: A case of Indian automotive industry. Journal of Cleaner Production. 242 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118991>
- Lukman, R. and Glavič, P. (2007). What are the key elements of a sustainable university? Clean Technologies and Environmental Policy. 9(2). 103-114
- Luo, Zongwei. And Dubeya, Rameshwar. And Gunasekaran, Angappa. and Stephen, J, Childe. Papadopoulos, Thanos. and Hazen, Benjamin. and Roubaud, David. (2017). Sustainable production framework for cement manufacturing firms: A behavioural perspective. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 78. 495–502
- Luthra, Sunil. and Govindan, Kannan. and Mangla, Sachin Kumar. (2017).Structural model for sustainable consumption and production adoption—A grey-DEMATEL based approach. Resources, Conservation and Recycling. 125. 198–207
- Raut, Rakesh D. and Narkhede, Balkrishna. and Gardas, Bhaskar B. (2017). To identify the critical success factors of sustainable supply chain management practices in the context of oil and gas industries: ISM approach." Renewable and Sustainable Energy Reviews. 68. 33–47



Review, MIT Sloan Management, and Boston Consulting Group.(2011). Sustainability: The ‘Embracers’ Seize Advantage. MIT Sloan Management Review Research Report. MIT Sloan Management Review Research Report

Sangwan, K. S. and Mittal, V.K and 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

Shen, L. and Olfat, L. and Govindan, K. and Khodaverdi, R. and Diabat, A.(2013). A fuzzy multi criteria approach for evaluating green supplier's performance in green supply chain with linguistic preferences. Resour, Conserv, Recycl. 74. 170–179

Tseng M L. and Lin Y, H. (2009). Application of fuzzy DEMATEL to develop a cause and effect model of municipal solid waste management in Metro Manila. Environmental Monitoring and Assessment 158. 519 -533

UCED. (1992). Rio Declaration on Environment and Development. Rio de Janeiro: United Nation

Ukko, Juhani. and Saunila, Minna. and Rantala, Tero. and Havukainen, Jouni. (2018). Sustainable Development: Implications and Definition for Open Sustainability. Sustainable Development Journal. Vol 27(3). 321-336

Veleva, V. and Hart, M. and Greiner, T and Crumbley, C. (2001). Indicators of sustainable production. Journal of Cleaner Production. Journal of Cleaner Production. 9. 447-452

Warfield, J W. (1974). Developing interconnected matrices in structural modelling. IEEE Transcript on Systems, Men and Cybernetics. 4(1). 51-81

WCED, World Commission on Environment and Development. (1987). Our Common Future. New York: Oxford University Press

Yang, C S. and Lu, C S. and Haider, J J. and Marlow, P B. (2013). The effect of green supply chain management on green performance and firm competitiveness in the context of container shipping in Taiwan. Transportation Research Part E: logistics and Transportation Review. 55. 55–73

Yang, G. and Wang, Z. and Li, X. (2009). The optimization of the closed-loop supply chain network. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. 45(1). 16–28

Zhou, L. and Keivani, R. and Kurul, E. (2013). Sustainability performance measurement framework for PFI projects in the UK. Journal of Financial Management of Property and Construction. 18(3). 232-250

Zhou, Fuli. and Lim, Ming K. and He, Yandong. and Lin, Yun. and Chen, Shan. (2019). End-of-life vehicle (ELV) recycling management: Improving performance using an ISM approach. Journal of Cleaner Production

Zhu, Q. and Sarkis, J. and Lai, KHB. (2008). Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. Int. J Prod. Econ. 111. 261–273