



ارزیابی عوامل موثر بر تولید پایدار با استفاده از تکنیک DEMATEL

حمید شاهبندر زاده^۱، حسن کرمی^۲

۱- * نویسنده ی مسئول، دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه خلیج فارس

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه خلیج فارس

چکیده

امروزه با پیشرفت های روز افزون در زمینه ی محصولات تولیدی و صنعتی، نیاز به سیستم هایی مناسب و مطلوب می باشد که به تقاضا و محصولات مورد نیاز جامعه و خانواده به روشی صحیح پاسخ بدهد. طراحی و بهینه سازی این روش ها و سیستم های تولیدی باید به طور جدی و مطلوب مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرد. بنابراین صنایع و سازمان های تولیدی می توانند در توسعه ی عوامل اقتصادی، اجتماعی و همچنین زیست محیطی و منابع مورد نیاز نقش بسیار مهمی داشته باشند. با افزایش انتظارات مشتریان و اهمیت زیاد مسائل اقتصادی و اجتماعی و زیست محیطی باعث می شود که تولید و توسعه پایدار بیش از پیش به سازمان ها برای دستیابی به اهداف و سودآوری فعالیت های صنعتی اش کمک شایانی نماید. در این مسیر، مدیریت تولید و تولیدکنندگان تا حدود بسیار زیادی درگیر موضوعات پایداری می شوند. هدف از انجام این پژوهش، شناسایی و ارزیابی عوامل موثر بر تولید پایدار و تعیین شدت اثر شاخص ها بر یکدیگر برای ارتقاء سطح پایداری برای صنایع تولیدی می باشد. برای این منظور با استفاده از مرور گستره ادبیات پیشین موضوع و همچنین نظرات خبرگان، ۱۲ شاخص تولید پایدار شناسایی شدند و با استفاده از تکنیک دیمتل شدت روابط بین شاخص ها تعیین شدند. نتایج پژوهش نشان می دهد که کاهش استفاده از آب شیرین، کاهش مصرف انرژی، افزایش رفاه و رضایت شغلی کارکنان، کاهش انتشار گاز گلخانه ای، بازیافت ضایعات، انجام نظارت و کنترل، استفاده از فناوری با بهره وری بالا، رفاه اجتماعی مشتریان، نفوذ آگاهی زیست محیطی در فرهنگ سازمانی، عملکرد مالی مطلوب و رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار از مهم ترین شاخص های موثر بر تولید پایدار در صنایع می باشند.

واژگان کلیدی: پایداری، تولید پایدار، تکنیک دیمتل



مقدمه:

سازمان ها و صنایع تولیدی یکی از ارکان اساسی اقتصاد کشور محسوب می شوند که می توانند با توجه و تاکید بر اصول و اهداف اقتصادی تاثیر بسزائی در پیشرفت اقتصادی یک کشور داشته باشند. همچنین امروزه با پیشرفت هر چه بیشتر صنعت، به تدریج در کنار جنبه های اقتصادی فعالیت های صنعتی، جنبه های زیست محیطی و اجتماعی برای دستیابی به تولید پایدار مورد توجه قرار گرفته است. پایداری، نیازی مهم و اساسی برای فعالیت های انسانی است و پیشرفت آن یک هدف کلیدی به شمار می رود. پیشرفت پایدار موضوعی است که عامل های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی را به صورت یکجا و و همزمان در فرآیند تولید مورد توجه قرار می دهد. از همین رو، با افزایش آگاهی مصرف کننده، تقاضا برای محصولاتی که دوستدار محیط زیست و طبیعت هستند، رو به افزایش است. پس مدیریت تولید و تولید کنندگان باید در تلاش برای تولید محصولاتی باشند که علاوه بر معیار های اقتصادی، مانند کسب سود و کاهش هزینه، با محیط زیست سازگاری زیادی داشته باشند و موجب کاهش اثرات زیست محیطی، افزایش رفاه و توسعه اجتماعی نیز شوند تا بتوانند رضایت مشتریان و مصرف کنندگان را جلب کرده و در حوزه ی رقابت اقتصادی جایگاه مناسب و مطلوبی را به خود اختصاص دهند. بنابراین در اینجا چالشی که تولید کنندگان با آن روبه رو می شوند، برقراری تعادل میان پیشرفت اقتصادی و اجتماعی با حفظ محیط زیست و منابع طبیعی می باشد. درحالی که صنایع اهمیت توسعه پایدار را درک کرده اند، ممکن است لزوماً چگونگی عملیاتی کردن این مفهوم را درک نکرده باشند (سنگ و همکاران، ۲۰۰۹).

برای صنایع ترکیب جنبه های زیست محیطی در فرآیند تولید و طراحی محصول برای ممانعت از بهره برداری منابع ناپایدار و تاثیرات زیست محیطی نامطلوب بسیار مهم است. طرح هایی نظیر محیط زیست صنعتی، طراحی و تولید پاک، یکی از نتایج تحقق چنین درکی است (هروا و همکاران، ۲۰۱۱).

رانگاناتان به وضوح اشاره کرد که بدون هیچگونه توافق بر سر اصول اندازه گیری شاخص های تولید پایدار، مدیریت غرق در ابهام، تناقض و اطلاعات ناقص و غیر قابل مقایسه خواهد شد. از این رو تعیین این شاخص های برای حرکت به سوی تولید پایدار ضرورت دارد (رانگاناتان، ۱۹۹۸).

با توجه به اینکه صنایع تولیدی نقش عمده ای در اقتصاد کشور و همچنین اثرات فراوانی بر محیط زیست و خطرات اجتماعی و شغلی دارند، از همین منظر، شناسایی شاخص های دستیابی به تولید پایدار در این صنایع بسیار ضروری می باشد و کمک زیادی به مدیریت تولید و تولید کنندگان در اجرا هر چه بهتر تولید پایدار می نماید.



ادبیات نظری:

تعاریف بسیاری از مفهوم تولید پایدار و پایداری توسط پژوهشگران مختلف بیان شده است. یکی از این تعاریف را می توان مدیریت روابط سیستم های انسانی و اکوسیستم ها به منظور استفاده ی پایدار از منبع در جهت تامین رفاه حال و آینده ی انسان ها و اکوسیستم تعریف کرد (زاهدی و نجفی، ۱۳۸۵).

بر اساس تعریفی دیگر، توسعه پایدار یک مفهوم پیچیده است و به شکلی از توسعه اطلاق می شود که در آن به شکلی متوازن و همه جانبه، ابعاد مختلف توسعه مورد بررسی و توجه قرار می گیرد. این سه بعد شامل جنبه های محیطی، اقتصادی و اجتماعی است (اکو و همکاران، ۲۰۱۸).

همچنین در این راستا، دانشگاه لاول ماساچوست، تولید پایدار را «ایجاد کالاها و خدمات با استفاده از فرآیندها و سیستم هایی که آلوده کننده نیستند، در مصرف انرژی و منابع طبیعی صرفه جویی می کنند، از لحاظ اقتصادی مناسب هستند، خطری برای کارکنان، جوامع و مشتریان ندارند و به لحاظ اجتماعی و اخلاقانه برای همه ی افراد در حال کار رضایت بخش باشند» تعریف نمود.

این تعریف سازگار با مفهوم رایج توسعه پایدار است، زیرا بر جنبه های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی فعالیت شرکت ها تاکید دارد (سنگ و لین، ۲۰۰۸).

مفهوم تولید پایدار در کنفرانس ملل متحد درباره محیط زیست و توسعه در سال ۱۹۹۲ پدید آمده و مرتبط با مفهوم توسعه پایدار است. کنفرانس به این نتیجه رسید که علت اصلی زوال محیط زیست جهانی به ویژه در کشورهای صنعتی، الگوی ناپایدار تولید و مصرف است. تولید پایدار را می توان به عنوان: ۱) ایجاد کالاها و خدمات با استفاده از فرایندها و سیستم های غیر آلوده، ۲) حفاظت از انرژی و منابع طبیعی، ۳) انجام عملیات اقتصادی و ماندگار، ۴) نگهداری محیط ایمن و سالم برای کارکنان، جوامع و مصرف کنندگان، ۵) پاداش اخلاقانه و اجتماعی برای کارکنان تعریف کرد (مرکز لاول برای تولید پایدار، ۱۹۹۸).

شاخص های مربوط به عملکرد اقتصادی در مطالعات گذشته از جمله؛ کاهش هزینه های رعایت ایمنی و بهداشت محیط، حذف شکایات مشتریان و بازگشت ها، کاهش تعداد تأمین کننده مواد خام یا ارزیابی چرخه عمر بسته بندی می باشند. علاوه بر آن، درصد تأمین کنندگان از مناطق محلی، درصدی از مصرف محصولات به صورت محلی، افزایش فرصت شغلی برای جوامع محلی معیارهای لازم برای توسعه جامعه و عدالت اجتماعی هستند (مرکز لاول برای تولید پایدار، ۱۹۹۸).

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 (ولوا و همکاران، ۲۰۰۱). جنبه محصول سبز، نشانگر ارتقاء و فروش محصولات سبز بر اساس درک تقاضای مشتری است. این جنبه از این حقیقت که محصولات سبز می توانند جدا سازی شوند، مورد استفاده مجدد قرار گیرند و یا بازیافت شوند، در آن ها از بسته بندی صد درصد زیست تخریب پذیر استفاده شود، و درصدی از محصولات با سیاست بازگشت به محیط تولید شود، تأثیر می پذیرد (فارل و هارت، ۱۹۹۸؛ ولوا و همکاران، ۲۰۰۱؛ ولوا و الن بکر، ۲۰۰۱).

شرکت ها باید به استفاده از شاخص های زیست محیطی، بهداشت و ایمنی و اجتماعی اقدام نمایند. مطالعات گذشته ساختارهای ارزشمندی را بر اساس برخی شاخص ها پیشنهاد کرده اند (آذر و همکاران، ۱۳۹۵).

برای مثال سازمانی که برای کاهش استفاده از آب شیرین، کاهش استفاده از مواد، کاهش استفاده از انرژی، افزایش استفاده از منابع تجدید پذیر، کاهش مقدار ضایعاتی که قبل از بازیافت تولید می شود، کاهش انتشار گاز گلخانه ای، کاهش مقدار زباله خطرناکی که تولید می شود، کاهش زباله ای که توسط خدمات قرارداد شده برای تهیه مواد تولید می شود سرمایه گذاری میکند. (سو و همکاران، ۲۰۰۷؛ سنگ و همکاران، ۲۰۰۶؛ سنگ و چو، ۲۰۱۳؛ لین و همکاران، ۲۰۱۲؛ سنگ، ۲۰۱۲).

تورس و همکاران در تحقیق خود هفت تا از مهم ترین الزامات زیست محیطی و جنبه های اقتصادی را برای عمل پایدار به شرح زیر تعیین کردند: کاهش ضایعات و انتشار گاز گلخانه ای؛ کاهش در کثرت انرژی محصولات و خدمات؛ استفاده از منابع انرژی پایدار و تجدید پذیر؛ حداکثر استفاده و استفاده مجدد از مواد و مؤلفه های بازیافتی؛ اندازه گیری و ارزیابی اثر کسب و کار بر اکو سیستم؛ اقدامات استاندارد برای ارزیابی عملکرد پایداری؛ نفوذ آگاهی زیست محیطی در فرهنگ سازمانی (رومینگر، تورس، الکساندر، ۲۰۱۱). دسپیس و همکاران در تحقیق خود با تجزیه و تحلیل مطالعات موردی و تعامل با صنعت، تاکتیک های تولید پایدار را برای هدایت تولید کنندگان به سمت شناسایی فرصت های بهبود و توسعه، در ۵ گروه تاکتیک های پیشگیری، کاهش ضایعات، کاهش استفاده از منابع، استفاده مجدد (زباله به عنوان یک منبع)، تعویض (منابع و یا فن آوری جدید) ارائه کردند (دسپیس و همکاران، ۲۰۱۲).

در جدول شماره ۱، چند مورد از مطالعاتی که توسط پژوهشگران در مورد تولید پایدار انجام گرفته، آورده شده

است:



7th International Conference on Management, Accounting and Economic Development

September 20, 2021

cosatosh ulmeh ulmehi centerosh on vurnal ulmehi ulmehi
Kosar University
Research & Innovation Center

جدول شماره ۱ معرفی پیشینه مرتبط با ارزیابی عوامل موثر بر تولید پایدار

ردیف	عنوان مقاله	سال و نام نویسنده	ابعاد	شاخص ها
۱	شناسایی و رتبه بندی عوامل موثر در تحقق تولید پایدار با گذر از تولید صنعتی به سوی تولید اکولوژیک	محمدعلی شریعت و همکاران، ۱۳۹۶	اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی	رفاه اجتماعی مشتریان، عملکرد مالی مطلوب، پیروی از قوانین ملی و بین المللی، آینده نگری، سرمایه گذاری ناملموس، مدیریت برند، طراحی پایدار، برنامه ریزی منابع انسانی، سنجش پایش تراکم انتشار گازها، استفاده صحیح از زمین و رضایت از محصول
۲	نگاشت مدل تولید پایدار با رویکرد مدل سازی ساختاری تفسیری و دیمتل فازی	عادل آذر و همکاران، ۱۳۹۵	اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی	کاهش مصرف آب شیرین، کاهش مصرف مواد خطرناک، کاهش مصرف انرژی، بازیافت ضایعات، انجام نظارت و کنترل، استفاده از منابع با بهره وری بالا، استفاده از فناوری با بهره وری بالا، کاهش انتشار گاز گلخانه ای، رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، نفوذ آگاهی زیست محیطی در فرهنگ سازمانی، رفاه و رضایت شغلی کارکنان
۳		تی سنگدر، ۲۰۱۳	زیست محیطی و اجتماعی	کاهش مصرف مواد خطرناک، کاهش مقدار زباله خطرناک تولید شده، افزایش رفاه و رضایت شغلی کارمند، طراحی همه محصولات سبز به طور جداگانه، استفاده مجدد یا بازیافت، و استفاده از بسته بندی صد درصد زیست تخریب پذیر با قدرت نفوذ و وابستگی بالا
۴	توسعه پایدار، اهداف، فعالان و چالش های شرکت های اسپانیایی	تورس ۲۰۱۱	زیست محیطی و اقتصادی	کاهش ضایعات و انتشار گاز گلخانه ای؛ کاهش در کثرت انرژی محصولات و خدمات؛ استفاده از منابع انرژی پایدار و تجدید پذیر؛ حداکثر استفاده مجدد از مواد و مؤلفه های بازیافتی؛ اندازه گیری و ارزیابی اثر کسب و کار بر اکو سیستم؛ اقدامات استاندارد برای ارزیابی عملکرد پایداری؛ نفوذ آگاهی زیست محیطی در فرهنگ سازمانی
۵	مدل سازی و تاکتیک های تولید پایدار، روش بهبود	دسپیس و همکاران، ۲۰۱۲	زیست محیطی	تاکتیک های پیشگیری، کاهش ضایعات، کاهش استفاده از منابع، استفاده مجدد زباله به عنوان یک منبع، تعویض منابع و یا فناوری جدید
۶	تولید پایدار، یک تعریف	مرکز lowell	زیست محیطی،	ایجاد کالاها و خدمات با استفاده از فرایندها و سیستم های غیر

کار. ۱۹۹۸ نشست غیر رسمی (اعضای کمیته).	برای تولید پایدار، ۱۹۹۸	اقتصادی، اجتماعی	آلوده، حفاظت از انرژی و منابع طبیعی، انجام عملیات اقتصادی و ماندگار، نگهداری محیط ایمن و سالم برای کارکنان جوامع و مصرف کنندگان، پاداش خلاقانه و اجتماعی برای کارکنان
۷ شاخص های تولید پایدار	ولوا و همکاران ۲۰۰۱	اجتماعی و زیست محیطی	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
۸	سو و همکاران، ۲۰۰۷؛ سنگ و همکاران، ۲۰۰۶؛ سو و همکاران، ۲۰۱۳؛ لین و همکاران، ۲۰۱۲	زیست محیطی	کاهش استفاده از آب شیرین، کاهش استفاده از مواد، کاهش استفاده از انرژی، افزایش استفاده از منابع تجدید پذیر، کاهش مقدار ضایعاتی، کاهش انتشار گاز گلخانه ای، کاهش مقدار زباله

در جدول شماره ۲، همانطور که ملاحظه می گردد، ارزیابی عوامل موثر در تولید پایدار آورده شده اند و وزن آن ها براساس تعداد تکرارشان به دست آمده است:

جدول شماره ۲_ معرفی شاخص های مرتبط ارزیابی عوامل موثر بر تولید پایدار

ردیف	نام شاخص	تعداد تکرار	وزن شاخص ها	علامت شاخص ها
۱	کاهش استفاده از آب شیرین	۵	۰.۱۴۷	C1
۲	کاهش مصرف انرژی	۵	۰.۱۴۷	C2
۳	کاهش مقدار ضایعات	۴	۰.۱۱۷	C3
۴	افزایش رفاه و رضایت شغلی کارکنان	۳	۰.۰۸۸	C4
۵	کاهش انتشار گاز گلخانه ای	۳	۰.۰۸۸	C5
۶	بازیافت ضایعات	۲	۰.۰۵۸	C6

C7	8۰.۰۵۸	۲	انجام نظارت و کنترل	۷
C8	8۰.۰۵۸	۲	استفاده از فناوری با بهره وری بالا	۸
C9	8۰.۰۵۸	۲	رفاه اجتماعی مشتریان	۹
C10	8۰.۰۵۸	۲	نفوذ آگاهی زیست محیطی در فرهنگ سازمانی	۱۰
C11	8۰.۰۵۸	۲	عملکرد مالی مطلوب	۱۱
C12	8۰.۰۵۸	۲	رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار	۱۲
	1	۳۴	جمع	

تعریف شاخص های پژوهش:

- ۱- کاهش استفاده از آب شیرین: کم آبی اثرات منفی زیادی بر روی محیط زیست از جمله، عوارض جانبی و مضر بر روی دریاچه ها، رودخانه ها و منابع آب شیرین دارد، بنابراین مصرف آب به خصوص آب شیرین باید کاهش یابد [۱].
- ۲- کاهش مصرف انرژی: این شاخص جهانی و البته نگران کننده و هشدار دهنده است. تداوم رشد مصرف انرژی با شرایط کنونی می تواند زیان بار باشد [۲].
- ۳- کاهش مقدار ضایعات: تولید محصولات بی کیفیت تبدیل به ضایعات بی ارزش شده و یا در حالتی بدتر ممکن است با صرف هزینه و با انجام عملیات اصلاحی بر روی آن ها به محصولاتی با درجه کیفی پایین تر و برای فروش با قیمتی کمتر تبدیل شود و ضایعات و دوباره کاری بخش عمده ای از اتلاف را تشکیل می دهند [۳].
- ۴- افزایش رفاه و رضایت شغلی کارکنان: از مجموعه عملیاتی که باعث حل مشکلات کارکنان شده و نیازهای داخل و خارج از سازمان آن ها اعم از نیازهای مادی، معنوی و روانی را در حد مقدمات برآورده می سازد و آن ها را از نظر جسمانی و روانی سالم نگاه می دارد [۴].
- ۵- کاهش انتشار گاز گلخانه ای: فعالیت های بشری باعث افزایش میزان گازهای گلخانه ای در جو زمین شده اند که این گازها شامل دی اکسید کربن، اوزون، متان، بخار آب، مونوکسید و نیتروژن هستند و برای سلامت بشر و محیط زیست بسیار مضر می باشند [۵].
- ۶- بازیافت ضایعات: بازیافت به آماده سازی مواد برای بهره برداری گفته می شود. بازیافت از هدر رفتن منابع سودمند و سرمایه های ملی جلوگیری می کند [۶].



- ۷- **انجام نظارت و کنترل:** نظارت یا کنترل عبارت است از فعالیتی منظم که ضمن آن، نتایج مورد انتظار در قالب استانداردهای انجام عملیات، معین شده و سپس در سیستم دریافت اطلاعات طراحی می گردد. عملیات پیش بینی شده در تولید و انجام شده با هم مقایسه می گردند و در صورت وجود اختلاف و انحراف، بین آنچه که باید باشد و آنچه هست، نسبت به رفع اختلافات و انجام اصلاحات برای تحقق اهداف مد نظر صورت می پذیرد. [۷].
- ۸- **استفاده از فناوری با بهره وری بالا:** با پیشرفت روز افزون جهان در زمینه ی فناوری، سازمان ها باید از این فناوری ها برای بهبود و بالا رفتن بهره وری خود استفاده کنند که شامل، استفاده از تکنولوژی، آموزش متخصصان برای استفاده درست از این فناوری ها، می باشد. [۸]
- ۹- **رفاه اجتماعی مشتریان:** تونی فیتز پتریک در کتاب نظریه رفاه می گوید که در واقع رفاه و تامین اجتماعی مردم خود توسعه است و سازمان ها باید این رفاه را برای مردم و مشتریان خود ایجاد کنند [۹].
- ۱۰- **نفوذ آگاهی زیست محیطی در فرهنگ سازمانی:** محافظت از محیط زیست تلاشی است که برای حفظ سلامتی محیط و انسان ها است که باید در سطوح های شخصی و سازمانی رعایت شود و در فرهنگ سازمانی نیز نفوذ پیدا کند [۱۰].
- ۱۱- **عملکرد مالی مطلوب:** عملکرد مالی، مقیاسی عینی است که نشان می دهد سازمان تا چه میزان از دارایی هایش برای ایجاد شاخص ها درآمد استفاده کرده است [۱۱].
- ۱۲- **رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار:** این کار می تواند به جلوگیری از بروز مصدومیت ها و بهبود بهره وری و روحیه کارکنان کمک کند [۱۲].

روش پژوهش:

در این پژوهش برای ارزیابی شاخص ها و شدت اثر گذاری آن ها بر یکدیگر از تکنیک DEMATEL استفاده شده است. روش جمع آوری داده در این پژوهش توزیع پرسشنامه میان خبرگان است. که با مطالعه ی ادبیات پیشین و با استفاده از پرسشنامه های تکمیل شده توسط خبرگان، ۱۲ شاخص به عنوان عوامل موثر بر تولید پایدار به دست آمدند که در جدول 2 با استفاده از نام هایی کد گذاری شده اند. با توجه به این که برخی از معیارهای ارزیابی در بحث ارزیابی پایداری به ورت کیفی و ذهنی می باشد، بهتر است برای توصیف آنها از عبارت های کلامی استفاده گردد. میزان شدت تاثیر هر یک از عوامل بر عوامل دیگر با استفاده از یک طیف ۴ گزینه ای در جدول شماره 3 آورده شده است.



جدول 3- عبارات کلامی برای اعلام نظر خبرگان

مقدار عددی	عبارات کلامی
۰	بی تاثیر
۱	تاثیر کم
۲	تاثیر متوسط
۳	تاثیر زیاد

در این مرحله با محاسبه ی میانگین گزینه های انتخابی و یا مشخص کردن پرتکرارترین گزینه ی انتخابی توسط خبرگان در هریک از سوالات، داده های ورودی برای ماتریس اولیه یا جدول 4 را تعیین می کنیم.

جدول ۴- ماتریس روابط مستقیم

N	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12
c1	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
c2	2	0	1	0	3	0	0	0	3	0	0	0
c3	0	0	0	0	3	3	0	0	3	0	0	0
c4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
c5	0	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0
c6	0	0	3	0	3	0	0	0	3	0	0	0
c7	3	3	3	3	3	3	0	2	3	3	3	3
c8	2	3	3	3	3	3	0	0	3	2	2	2
c9	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
c10	2	2	2	3	2	3	2	2	3	0	2	3
c11	0	0	0	3	0	1	2	3	0	0	0	0
c12	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0

در این مرحله جدول شماره ۵ که ماتریس رابطه ی مستقیم تعمیم یافته برای عوامل پژوهش یا ماتریس M ، از طریق رابطه ی ۱ به دست می آید. تمامی عناصر این ماتریس بین صفر و یک هستند.

$$\lambda = \frac{1}{\max_{\sum_{j=1}^{19} f_{ij}} (1 \leq i \leq 19)} \quad (1)$$



جدول ۵- ماتریس نرمال سازی شده روابط مستقیم

M	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12
c1	0	0.0625	0	0	0	0	0	0	0.0938	0	0	0
c2	0.06	0	0.031	0	0.094	0	0	0	0.0938	0	0	0
c3	0	0	0	0	0.094	0.094	0	0	0.0938	0	0	0
c4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0938	0
c5	0	0.0313	0.031	0	0	0	0	0	0.0938	0	0	0
c6	0	0	0.094	0	0.094	0	0	0	0.0938	0	0	0
c7	0.09	0.0938	0.094	0.0938	0.094	0.094	0	0.0625	0.0938	0.0938	0.0938	0.09375
c8	0.06	0.0938	0.094	0.0938	0.094	0.094	0	0	0.0938	0.0625	0.0625	0.0625
c9	0	0	0	0.0313	0	0	0	0	0	0.0313	0.0313	0
c10	0.06	0.0625	0.063	0.0938	0.063	0.094	0.0625	0.0625	0.0938	0	0.0625	0.09375
c11	0	0	0	0.0938	0	0.0313	0.0625	0.0938	0	0	0	0
c12	0	0	0	0.0938	0	0	0	0	0	0	0	0

در این گام ماتریس رابطه ی کل یا جدول ۶، عوامل پژوهش از طریق رابطه ی ۲ به دست می آید:

$$T = M * (I - M)^{-1} \quad (2)$$

جدول ۶- ماتریس روابط کل (T)

T	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12
c1	0	0.0633	0.003	0.004	0.007	8E-04	0.0004	0.0006	0.1014	0.0032	0.0038	0.00038
c2	0.06	0.0074	0.035	0.0044	0.098	0.004	0.0005	0.0007	0.1137	0.0036	0.0043	0.00043
c3	0	0.0036	0.013	0.0045	0.105	0.096	0.0005	0.0007	0.1145	0.0037	0.0043	0.00043

September 20, 2021

c4	0	0.0017	0.002	0.0108	0.002	0.005	0.0061	0.0095	0.0027	0.0012	0.0961	0.00128
c5	0	0.0319	0.033	0.004	0.007	0.004	0.0004	0.0006	0.1014	0.0032	0.0038	0.00038
c6	0	0.0036	0.098	0.0045	0.105	0.01	0.0005	0.0007	0.1145	0.0037	0.0043	0.00043
c7	0.11	0.121	0.13	0.1401	0.145	0.129	0.0144	0.0818	0.1726	0.1056	0.1253	0.11011
c8	0.08	0.109	0.119	0.1217	0.132	0.116	0.0096	0.0129	0.154	0.069	0.0847	0.07068
c9	0	0.0033	0.004	0.0393	0.004	0.006	0.0044	0.0058	0.0058	0.0322	0.0379	0.0038
c10	0.08	0.0855	0.094	0.1324	0.105	0.121	0.0693	0.0765	0.1545	0.0161	0.092	0.10653
c11	0.01	0.0181	0.023	0.1151	0.025	0.051	0.0649	0.101	0.0291	0.0133	0.0249	0.01364
c12	0	0.0002	2E-04	0.0948	2E-04	4E-04	0.0006	0.0009	0.0003	0.0001	0.009	0.00012

در این قسمت، برای ماتریس T (جدول ۶)، جمع سطری درایه ها R و جمع ستونی درایه ها D و مجموع $R+D$ و تفاضل $R-D$ با توجه به رابطه ۳ محاسبه می شود.

$$\sum_{i=1}^{19} T_{ij}; i = 1, 2, \dots, 9 \text{ و } \sum_{j=1}^{19} T_{ij}; j = 1, 2, \dots, 9 \quad (3)$$

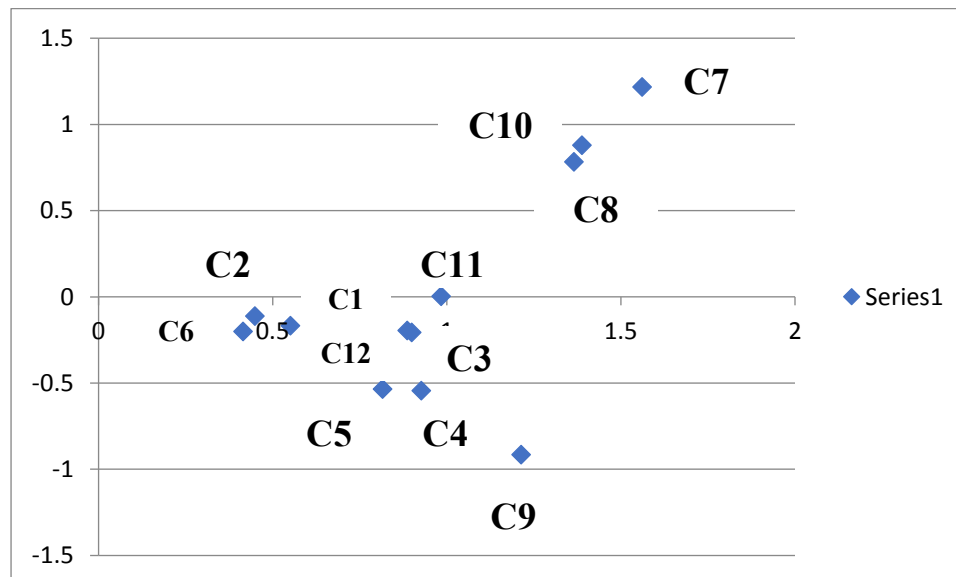
جدول ۷- تاثیر پذیری و تاثیر گذاری عوامل بر یکدیگر

نوع شاخص	D-R	D+R	R	D	نام شاخص	ردیف
اثر پذیر	-0.16832	0.550734	0.36	0.191207	کاهش استفاده از آب شیرین	۱
اثر پذیر	-0.11263	0.448545	0.4485	0.335916	کاهش مصرف انرژی	۲
اثر پذیر	-0.20773	0.898852	0.553	0.345563	کاهش مقدار ضایعات	۳
اثر پذیر	-0.53554	0.815413	0.6755	0.139937	افزایش رفاه و رضایت شغلی کارکنان	۴
اثر پذیر	-0.54371	0.926727	0.735	0.191509	کاهش انتشار گاز گلخانه ای	۵
اثر پذیر	-0.19521	0.886335	0.541	0.345563	بازیافت ضایعات	۶
اثر گذار	1.217219	1.560426	0.1716	1.388822	انجام نظارت و کنترل	۷
اثر گذار	0.782659	1.365478	0.2914	1.074069	استفاده از فناوری با بهره وری بالا	۸
اثر پذیر	-0.91564	1.213504	1.0646	0.148932	رفاه اجتماعی مشتریان	۹

اثر گذار	0.878162	1.3883	0.2551	1.133231	نفوذ آگاهی زیست محیطی در فرهنگ سازمانی	۱۰
اثر گذار	0.002077	0.98325	0.4906	0.492663	عملکرد مالی مطلوب	۱۱
اثر پذیر	-0.20134	0.415083	0.30821	0.106869	رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار	۱۲

در جدول شماره ۷، مجموع $D+R$ برای هر یک از عوامل تشکیل دهنده ی سیستم، اهمیت (وزن) آن عامل در سیستم را نشان می دهد. اگر مقدار $D-R$ برای هر عامل مثبت باشد، نشانگر میزان تأثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل های سیستم و اگر مقدار $D-R$ متناظر با یک عامل منفی باشد، بیان کننده ی شدت تأثیرپذیری عامل مذکور از سایر عوامل سیستم است .

- با توجه به جدول ۷، نمودار روابط علت و معلولی برای روش DIMATEL در سطح عوامل پژوهش ترسیم می شود.



شکل ۱- نمودار میزان تعامل شدت اثرگذاری و اثر پذیری میان عوامل (MICMAC)

محور افقی این نمودار $D+R$ و محور عمودی آن $D-R$ می باشد. بر این اساس عوامل اثر گذار بالای نمودار و عوامل اثر پذیر در قسمت های پایینی نمودار مشاهده می شوند.

با توجه به نمودار MICMAC، شکل 1 تحلیل معیارها به صورت زیر انجام می شود و مطابق جداول 5 و 6 عوامل پژوهش بر اساس میزان اثرگذاری و تأثیرپذیری رتبه بندی می شوند



با توجه به یافته‌های پژوهش، مشاهده می‌شود عواملی مانند، انجام نظارت و کنترل، نفوذ آگاهی زیست محیطی در فرهنگ سازمانی، استفاده از فناوری با بهره‌وری بالا و عملکرد مالی مطلوب که در ستون (D-R) مقادیر مثبت را کسب نموده‌اند به عنوان عوامل اثرگذار شناسایی شده‌اند و عواملی مانند، رفاه اجتماعی مشتریان، کاهش انتشار گاز گلخانه‌ای، افزایش رفاه و رضایت شغلی کارکنان، کاهش مقدار ضایعات، رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، بازیافت ضایعات، کاهش استفاده از آب شیرین، کاهش مصرف انرژی، که در ستون (D-R) مقادیر منفی کسب کرده‌اند به عنوان عوامل اثرپذیر می‌باشند. علاوه بر این شدت اثرگذاری و اثرپذیری هر عامل نیز به صورت کمی حساب شده‌اند. این تقسیم‌بندی باعث می‌شود که مدیران و تولیدکنندگان بتوانند با توجه به این عوامل و تاثیرگذاری آن‌ها، زمینه را برای تحقق هر چه بهتر و بیشتر شاخص‌های موثر بر تولید پایدار فراهم آورند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها:

امروزه با توجه به پیشرفت‌های روزافزون در همه‌ی زمینه‌ها، صنایع تولیدی نیاز به حرکت به سمت تولید پایدار دارند تا بتوانند جایگاه خود را در صحنه‌ی رقابت صنعتی امروزه حفظ کنند و همچنین جایگاه مطلوبی را در بین جامعه و مشتریان خودشان داشته باشند. پیشرفت در مسیر رسیدن به تولید پایدار نیازمند مشخص نمودن عوامل و شاخص‌های اصلی و تاثیرگذار تولید پایدار و همینطور شناخت روابط میان این شاخص‌ها و میزان تاثیر آن‌ها بر یکدیگر می‌شود. و ضرورت ایجاد می‌کند تا شرکت‌ها به سوی توسعه شاخص‌های تولید پایدار برای ارزیابی و بهبود دستاوردهای خود حرکت کنند. بنابراین در این پژوهش، شاخص‌های انجام نظارت و کنترل، نفوذ آگاهی زیست محیطی در فرهنگ سازمانی، استفاده از فن‌آوری با بهره‌وری بالا و عملکرد مالی مطلوب، در مقایسه با بقیه شاخص‌ها اثرگذاری بیشتری داشتند. از آنجا که این شاخص‌ها در تولید پایدار از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. لذا مدیران شرکت‌ها بایستی گام‌های اساسی و مدبرانه‌ای را برای تقویت این شاخص‌های مهم و تاثیرگذار بردارند و چالش‌ها و موانع پیش روی این شاخص‌ها را با مدیریت صحیح در کوتاه‌ترین زمان ممکن بردارند.

همچنین مدیران می‌توانند با اتخاذ سیاست و استراتژی مناسب از قبیل، طراحی سیستم ایمنی و بهداشت محیط کار پیشرفته با به‌روزرسانی آموزش‌ها و ارائه آموزش HSE، استفاده از مواد ارگانیک، توسعه و تقویت رضایت شغلی کارکنان با اختصاص پاداش یا ارائه خدمات رفاهی متناسب با کارایی و تخصص کارکنان، تامین رفاه اجتماعی مشتریان با ارائه محصولات یا خدمات با کیفیت و قیمت مناسب و بسته‌بندی قابل بازیافت، تولید پایدار را تضمین کرد و این اقدامات نقش موثری را در استفاده از ظرفیت نیروی انسانی متخصص با تقویت سطح رضایتمندی وی و حفاظت از محیط زیست از طریق



کاهش منابع آلاینده‌گی و صرفه اقتصادی با استفاده از حامل‌های انرژی کم مصرف ایجاد می‌نماید. در ضمن میتوان از همین مدل جهت بررسی میزان تاثیر گذاری و اثر پذیری عوامل پایدار در مناطق جغرافیایی مختلف کشور و توسعه دانش تولید پایدار در مراکز دانشگاهی بهره برد.

منابع

1. آذر، عادل. رجب زاده قطری، علی. اخوان، عطیه. (۱۳۹۵) نگاهت مدل تولید با رویکرد مدل سازی ساختاری تفسیری و دیمتل فازی، فصلنامه علمی - پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی - سال پانزدهم، شماره ۶۴، پاییز ۶۴- 1-24 ص.
2. آذر، عادل. خسروانی، فرزانه. جلالی، رضا. تحقیق در عملیات نرم (رویکردهای ساختاردهی مسائله). تهران: سازمان مدیریت صنعتی. (۱۳۹۲).
3. آذر، عادل. تیزرو، علی. مقبل باعرض، عباس. انواری رستمی، علی اصغر. طراحی مدل چابکی زنجیره تأمین؛ رویکرد مدل سازی تفسیری - ساختاری. مجله مدرس علوم انسانی. شماره ۴۶ (۱۳۸۹).
4. آذر، عادل. رجب زاده قطری، علی. اخوان، عطیه. (۱۳۹۵) نگاهت مدل تولید با رویکرد مدل سازی ساختاری تفسیری و دیمتل فازی، فصلنامه علمی - پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی - سال پانزدهم، شماره ۶۴، پاییز ۶۴- 1-24 ص.
5. آذر، عادل. خسروانی، فرزانه. جلالی، رضا. تحقیق در عملیات نرم (رویکردهای ساختاردهی مسائله). تهران: سازمان مدیریت صنعتی. (۱۳۹۲).
6. آذر، عادل. رجب زاده قطری، علی. اخوان، عطیه. (۱۳۹۵) نگاهت مدل تولید با رویکرد مدل سازی ساختاری تفسیری و دیمتل فازی، فصلنامه علمی - پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی - سال پانزدهم، شماره ۶۴، پاییز ۶۴- 1-24 ص.
7. آذر، عادل. خسروانی، فرزانه. جلالی، رضا. تحقیق در عملیات نرم (رویکردهای ساختاردهی مسائله). تهران: سازمان مدیریت صنعتی. (۱۳۹۲).
8. آذر، عادل. تیزرو، علی. مقبل باعرض، عباس. انواری رستمی، علی اصغر. طراحی مدل چابکی زنجیره تأمین؛ رویکرد مدل سازی تفسیری - ساختاری. مجله مدرس علوم انسانی. شماره ۴۶ (۱۳۸۹).



۹. اقتصادی فرد، محمود. دیدار، انیسه، (۱۳۹۸). شناسایی و ارزیابی عوامل موثر بر پایداری زنجیره تامین مواد لبنی با استفاده از تکنیک های دیمتل BMW 2, دوازدهمین کنفرانس بین المللی انجمن ایرانی تحقیق در عملیات دانشگاه علوم و فنون مازندران.
۱۰. امانی، فرهاد؛ ارزیابی توانمندسازهای زنجیره تامین پایدار با استفاده از روش دیمتل فازی، طرح تحقیقاتی شماره ۲۵۴، دومین کنفرانس ملی دستاورد های نوین پژوهشی در مکانیک، صنایع و هوافضا، تهران، ۱۳۹۵.
۱۱. شریعت، محمدعلی. ایرانزاده، سلیمان. بافنده زنده، علیرضا. (۱۳۹۶) شناسایی و رتبه بندی عوامل موثر در تحقق تولید پایدار با گذر از تولید صنعتی به سوی تولید اکولوژیک، دانشگاه آزاد تبریز.
۱۲. نظری شیرکوهی، سلمان. شاهدی، علیرضا. ابزار گرد زارع، فرناز. (۱۳۹۶) اولویت بندی موانع بازسازی در صنعت خودرو سازی با روش DEMATEL، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی.
- گودینی، مریم، (۱۳۹۸) مفهوم پایداری در تولید، اولین کنفرانس بین المللی چالش ها و راهکار های نوین در مهندسی صنایع و مدیریت و حسابداری.
۱۳. اصغری طبقه، ع. (۱۳۹۳)، "رفاه کارکان در یک نگاه"، مجله زندان ها و اقدامات تأمینی و تادیبی خراسان رضوی، سال ۱۳۹۳.
15. برای شاخص اول *hdr.undp.org* «Human Development Report 2006 | Human Development Reports» دریافت شده در ۲۰۲۰-۱۰-۲۰
16. <https://www.google.com/amp/s/www.hamshahrionline.ir/amp/79545/3>
<http://www.hosseinabdi.ir/%D8%A8%D9%87%D8%A8%D9%88%D8%AF-%DA%A9%DB%8C%D9%81%DB%8C%D8%AA-%D8%A8%D8%B1%D8%A7%D8%A8%D8%B1-%D8%A8%D8%A7-%D8%A7%D9%81%D8%B2%D8%A7%DB%8C%D8%B4-%D8%B1%D8%A7%D9%86%D8%AF%D9%85%D8%A7%D9%86-%D8%AA%D9%88/>
17. <https://fa.m.wikipedia.org/wiki/%D8%A8%D8%A7%D8%B2%DB%8C%D8%A7%D9%81%D8%AA>
18. <https://fa.m.wikipedia.org/wiki/%D8%A8%D8%A7%D8%B2%DB%8C%D8%A7%D9%81%D8%AA>
19. <https://motamem.org/%D9%85%D9%81%D9%87%D9%88%D9%85-%DA%A9%D9%86%D8%AA%D8%B1%D9%84-%D8%AF%D8%B1-%D9%85%D8%AF%DB%8C%D8%B1%DB%8C%D8%AA-%D9%88-%D8%B3%D8%A7%D8%B2%D9%85%D8%A7%D9%86-%DA%86%DB%8C%D8%B3%D8%AA/>
20. <http://aamehri.blogfa.com/category/3/%D8%B1%D9%81%D8%A7%D9%87-%D8%A7%D8%AC%D8%AA%D9%85%D8%A7%D8%B9%DB%8C-%D9%88-%D9%86%D8%B8%D8%B1%DB%8C%D9%87-%D9%87%D8%A7%DB%8C-%D8%B1%D9%81%D8%A7%D9%87>
21. https://fa.m.wikipedia.org/wiki/%D8%AD%D9%81%D8%A7%D8%B8%D8%AA_%D9%85%D8%AD%DB%8C%D8%B7_%D8%B2%DB%8C%D8%B3%D8%AA



22. <https://parsmodir.com/db/finance/financial-performance.php>
23. <https://www.chetor.com/27087-%D8%A7%DB%8C%D9%85%D9%86%DB%8C-%D9%88-%D8%A8%D9%87%D8%AF%D8%A7%D8%B4%D8%AA-%D9%85%D8%AD%DB%8C%D8%B7-%DA%A9%D8%A7%D8%B1/>
24. Despeisse, M., Ball, P.D., Evans, S.(2012b)Modelling and tactics for sustainable manufacturing: an improvement methodology. In: Günther, S. (Ed.), Sustainable Manufacturing e Shaping Global Value Creation. Springer, Berlin Heidelberg, Berlin (Germany), pp. 9-16
25. Farrell, A., Hart, M. (1998).What does sustainability really mean? Environment:Science and Policy for Sustainable Development.40 (9), 5- 31.
26. Herva, M., Franco, A., Carrasco, E.F., Roca, E.(2011). Review of corporate environmental indicators. J. Clean. Prod. 19, 1687-1699.
27. Lowell Center for Sustainable Production, Sustainable production: a working definition.(1998.(Informal meeting of the committee members.
28. ۱۳.Lin, C. J., & Wu, W. W.(2008).A Causal Analytical Method for Group Decision Making Under FuzzyEnvironment. Expert Systems withApplications, 34, 205-213
29. ۱۴.Lin, K., & Lin, C. (2008).Cognition map of experiential marketing strategy for hot spring hotels in Taiwanusing the DEMATEL method. In Fourth International Conference on NaturalComputation. IEEE.
30. Veleva, V., Hart, M., Greiner, T., Crumbley, C.(2001).Indicators of sustainableproduction. Journal of Cleaner Production 9, 447-452.
31. Warfield, J. W.(1974).Developing interconnected matrices in structural modelling. IEEE Transcript onSystems, Men and Cybernetics, 4(1), 51-81.
32. Tseng, M.L., Chiu, A.S.F.(2013).Evaluating firm's green supply chain management inlinguistic preferences. Journal of cleaner production 40, 22-31.
33. Tsai, W. H., Chou, W. C., Hsu, W., & Hsu, C. F.(2008).The Sustainability Balanced Scorecard as aFramework for Selecting Socially Responsible Investment: An Effective MCDM Model. Journal of theOperational Research Society, 60, 1396-1410.
34. Lin, Y.H., Cheng, H.P., Tseng, M.L., Tsai, C.C.)2010(Using QFD and ANP to analyze theenvironmental production requirements in linguistic preferences. ExpertSystems with Applications. 37 (3), 2186- 2196.
35. Quan Z., HuangWeilai., Zhang Y.(2011).Identifying Critical Success Factorsin Emergency Management Using a Fuzzy DEMATEL Method. SafetyScience; 243-252.
36. Ranganathan, J.(1998).Sustainability Rulers: Measuring Corporate Environmental and Social Performance. Sustainable Enterprise Perspectives. World Resource Institute, Washington, DC. <http://www.wri.org/meb/pdf/janet/pdf>.
37. Ravi, V., & Shankar, R.(2005). Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. TechnologicalForecasting and Social Change, 72(8), 1011-1029