

بررسی میزان تأثیر شاخص‌های کلیدی عملکرد بر انتقال تکنولوژی در صنایع مبدل‌های حرارتی و برودتی

حامد رحمانی^۱، امید اسداللهی^{۲*}، کیامرث فتحی^۳

^۱ دانشجوی دکتری دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران
^۲ کارشناس ارشد دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین، قزوین، ایران (عهده‌دار مکاتبات)

^۳ استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین، قزوین، ایران

تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۰، اصلاحیه: اسفند ۱۳۹۰، پذیرش: فروردین ۱۳۹۱

چکیده

فراگیری و انتقال گسترده تکنولوژی‌های مناسب و مدرن، کشورهای در حال توسعه را قادر می‌سازد تا بر بهره‌وری خود بیفزایند و در نتیجه به توسعه سریع صنعتی این کشورها منجر می‌شود. شاخص‌های کلیدی عملکرد^۱، سنجه‌هایی است که بر روی ابعادی که در موفقیت حال و آینده سازمان نقش حیاتی و مهم دارند، تأکید و تمرکز دارند. این پژوهش یک پژوهش کاربردی است و نحوه گردآوری و تحلیل داده‌ها با استفاده از روش پیمایش صورت گرفته است، لیکن شناسایی شاخص‌های کلیدی عملکرد در انتقال تکنولوژی^۲ در صنایع مبدل‌های حرارتی و برودتی، نوع ارتباط آن‌ها و میزان تأثیر یا شدت اثر هر یک از این شاخص‌ها بر روی هم، از اهمیت بالایی برخوردار است و نقش بسیار مهمی در میزان موفقیت انتقال تکنولوژی در این صنعت خواهد داشت. در این مقاله با استفاده از مدل ساختاری تفسیری^۳، ارتباط میان شاخص‌های کلیدی عملکرد مؤثر بر انتقال تکنولوژی در صنایع مبدل‌های حرارتی و برودتی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است و با استفاده از تکنیک^۴ DEMATEL شدت اثر هر یک از این شاخص‌ها بر روی هم و بر روی انتقال تکنولوژی در این صنعت بررسی شده است.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های کلیدی عملکرد، انتقال تکنولوژی، مدل‌سازی ساختاری تفسیری، DEMATEL

۱- مقدمه

روش‌های انتقال، نحوه جذب و نحوه توسعه آن فاکتورها ی تأثیرگذار مانند شاخص‌های کلیدی عملکرد که به ما می‌گوید که چگونه عملکرد سازمان خود را به نحو چشمگیری افزایش دهید، دارد. شناسایی شاخص‌های کلیدی عملکرد با استفاده از نظر مدیران چندین شرکت فعال در این صنعت انجام شد.

در این پژوهش ابتدا با استفاده از مرور ادبیات و مبانی نظری تحقیق انتقال تکنولوژی^۲، شاخص‌های کلیدی عملکرد، مدل‌سازی ساختاری تفسیری و تکنیک DEMATEL بطور خلاصه شرح داده شده، در ادامه با استفاده از نظرات خبرگان شاخص‌های کلیدی عملکرد شناسایی شده و با استفاده از مدل ساختاری تفسیری به تجزیه و تحلیل سیستمی اطلاعات پرداخته و در نهایت با استفاده از تکنیک DEMATEL شدت ارتباط شاخص‌های کلیدی عملکرد با یکدیگر و همچنین تأثیر آن‌ها بر روی انتقال تکنولوژی در صنایع مبدل‌های حرارتی و برودتی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

۱-۱ انتقال تکنولوژی

انتقال تکنولوژی فرآیندی است که با کسب دانش شروع شده و به اشاعه تکنولوژی ختم می‌گردد [۳]. درخشانی در سال ۱۹۸۳ انتقال تکنولوژی

نظر به سیاست‌گذاری‌های اخیر کشور در رابطه با حذف یارانه‌ها، استفاده از مبدل‌های حرارتی و برودتی صنعتی خصوصاً در مکان‌های عمومی، سبب استفاده بهینه از منابع انرژی و به طبع کاهش هزینه‌های جاری مربوط به انرژی خواهد شد. کشورهای در حال توسعه به منظور اجرای سیاست‌های توسعه صنعتی خود به خرید فن‌آوری از کشورهای صنعتی مبادرت می‌ورزند. برای کاستن فاصله تکنولوژی بین کشورهای پیشرفته و کشورهای در حال توسعه انتقال تکنولوژی بهترین گزینه است.

با مطالعه وضعیت اقتصادی کشور در چند دهه گذشته به این نتیجه می‌توان رسید که علی‌رغم سرمایه‌گذاری‌های هنگفت در امر تکنولوژی و انتقال آن وضعیت‌های مدیریتی و سازماندهی، هنوز موفق به انتقال تکنولوژی در کشور نشده‌ایم. هر چند که در بعضی از زمینه‌ها موفقیت‌هایی را کسب نموده‌ایم [۷]. انتقال موفق تکنولوژی نیاز به شناخت اهداف صنعت، منابع تکنولوژی، نحوه ابداع و نحوه انتقال،

* Omid_asadollahi@yahoo.com

1- Key performance Indicators

2- Technology Transferring

3- Interpretive Structural Modeling (ISM)

4- Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory

را به عنوان اکتساب، توسعه و به کارگیری دانش تکنولوژیکی توسط یک کشور دیگر که این دانش از آن نشأت گرفته است مطرح کرده است [۱۳]. انتقال تکنولوژی یک فرآیند گران و پیچیده ای است، هر چند که اغلب برای بسیاری از کشورها بخصوص برای کشورهای در حال توسعه خوشایند به نظر می رسد ولی برای آنها انتقال تکنولوژی تنها اکتساب دانش پیشرفته و تجربه مدیریت نیست بلکه کمکی جهت بهبود و توسعه تکنولوژی جاری آنها و نیز تجربه مدیریتی آنها می باشد [۱۲].

تکنولوژی به منزله تمامی دانشها، محصولات، فرآیندها، ابزارها، روشها، و سیستم‌هایی است که در خلق کالاها یا ارائه خدمات مورد استفاده قرار می گیرد. یکی از زمینه‌های اعمال مدیریت تکنولوژی که مستلزم جامع نگر و درونگری است، انتقال تکنولوژی است. امروزه، صنعتی شدن بطور عمیقی به انتقال تکنولوژی وابسته است. در دنیای امروز رابطه ای مستقیم بین توسعه تکنولوژی و پیشرفت اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی یک کشور برقرار است. بطوری که می توان گفت تکنولوژی عاملی اساسی برای ایجاد ثروت، توانایی و دانایی کشورهاست و وسیله ای قدرتمند در توسعه ملی تلقی می شود. به عبارتی دیگر فرایندی که باعث جریان یافتن تکنولوژی از منبع به دریافت کننده آن می‌شود، انتقال تکنولوژی نامیده می شود [۶].

برای کشور های صنعتی انتقال تکنولوژی به کشور های در حال توسعه وسیله ای است برای تسلط، کسب منافع تجاری، و صادرات هر چه بیشتر، بر عکس برای کشور های در حال توسعه، انتقال وسیله ای است برای دستیابی به تکنولوژی پیشرفته و مورد لزوم که به آنها اجازه می دهد در صورت استفاده درست عقب ماندگی صنعتی و تولیدی خود را جبران کنند.

به سبب انتقال تکنولوژی ها با یکدیگر، انتقال قسمتی از تکنولوژی به طور مجرد به صنعتی شدن نمی انجامد و ممکن نیست قسمتی را از این مجموعه جدا و محدود کرد مهارت هر تکنولوژی مستلزم سازمان دهی و وجود قدرت تحول در تکنولوژی های موجود در منطقه به تکنولوژی های بارور و زاینده ی ملی می باشد. شایسته است که کار را آن گونه سازمان داد که تکنولوژی ها با روش و ساز و کاری منظم، در زمان لازم و متناسب منتقل گردند [۸].

توجه فراوان به ورود تکنولوژی های خارجی در ایران، در سالهای دهه ۶۰ آغاز شده است، کمی قبل از سالهایی که منابع مالی حاصله از نفت به دولت فرصت داد که استقرار بعضی از زیربنای صنعتی عقب مانده را به عهده گیرد تا فعالیت های صنعتی سرمایه گذاران ملی و خارجی را حمایت کند. تا زمانی که انتقال فقط مربوط به تولید کالاها ی مصرفی یا کمتر کار شده (دارای ارزش افزوده کمتر)، می توان دریافت در ابتدا فنون تحت قراردادی خاص صورت می گیرد، اما بتدریج که بازار ملی توسعه یافت و متنوع گردید، انواع انتقال فنی کلید بدست، محصول به دست، بازار در دست و سرمایه گذاری مستقیم به ترتیب، برتری و حاکمیت یافتند. از آغاز انقلاب اسلامی ترتیب انتقال دچار بعضی تغییرات اساسی شد. اجرای سیستم اقتصاد اسلامی، آزادی فعالیتهای بخش خصوصی را منطبق با قوانین عرضه و تقاضا می پذیرد، اما در متن اقتصاد

اسلامی بر عکس تجارت خارجی، تحت کنترل دولت قرار می گیرد. اقدامات مالیاتی و مالی پیشین مساعد برای سرمایه گذاری های خارجی و لغو سرمایه گذاری مستقیم خارجی در ایران ممنوع گردید. دولت آقای رفسنجانی در هر سه مورد اخیر تجدید نظر نمود و هر سه مورد را در کادر قانونی و سیاست های اقتصادی دولت مجاز نموده اند^۵. بدنبال چنین تغییر شرایط انتقال فنی (تکنولوژیک) شرکت ها و تولید کنندگان ملی نقش بزرگتری برای بازی در تولید صنعتی بدست آوردند [۵].

۱-۲ شاخص های کلیدی عملکرد

امروزه بسیاری از سازمانها و شرکت ها با انتخاب شاخص های نادرست و معرفی آنها به عنوان شاخص های کلیدی عملکرد به سنجش و اندازه گیری فعالیت ها و عملکرد خود می پردازند. به جرات می توان گفت تعداد سازمانهایی که شاخص های کلیدی عملکرد خود را به دقت شناخته و تحت نظارت خود قرار داده اند بسیار محدود است. علت اصلی این پدیده را می توان در این حقیقت بیان داشت که تعداد محدودی از سازمان ها، مدیران، نویسندگان، محققان، حسابداران و حتی مشاوران به بررسی تعیین شاخص های کلیدی عملکرد پرداخته و به اهمیت و جایگاه آن در مدیریت عملکرد سازمان پی برده اند.

در یک نگاه کلی سنجه های کلیدی عملکردی را می توان به سه گروه اصلی زیر تقسیم کرد:

- ۱- شاخص های کلیدی نتیجه^۶: به شما می گوید که عملکرد شما در یک منظر خاص چگونه است.
 - ۲- شاخص های عملکرد^۷
 - ۳- شاخص های کلیدی عملکرد^۸: که به شما می گوید که چگونه عملکرد سازمان خود را به نحو چشمگیری افزایش دهید. شاخص های کلیدی عملکرد چیست؟
- این شاخص ها سنجه هایی است که بر روی ابعادی که در موفقیت حال و آینده سازمان نقش حیاتی و مهم دارند، تاکید و تمرکز دارند. هفت ویژگی اصلی شاخص های کلیدی عملکرد:
- ۱- سنجه های غیر مالی هستند.
 - ۲- مکرر اندازه گیری می شوند.
 - ۳- تحت نظارت مستقیم مدیریت ارشد اجرایی یا تیم مدیریت ارشد اندازه گیری می شوند.
 - ۴- توسط تمامی کارکنان شناخته شده و شیوه ی اقدامات اصلاحی مربوطه مشخص است.
 - ۵- مسئولیت های افراد و تیم های کاری تعیین شده است.
 - ۶- دارای اثری مهم و معنی دار است.
 - ۷- دارای اثرات مثبت فراوانی است (به عبارت دیگر بر تمامی سنجه های عملکردی دیگر اثر مثبت داشته باشد).

۵- جهت اطلاعات بیشتر مراجعه شود به برنامه ۵ ساله اول جمهوری اسلامی ایران ۷۵-۱۳۷۰.

6- Key Result Indicators
7- Performance Indicators
8- Key performance Indicators

فرایند یادگیری تعاملی است که در آن مجموعه ای از معیار های متفاوت در قالب یک مدل سیستماتیک جامع ساختار دهی می شوند. مدل شکل داده شده، ساختار یک مسئله یا موضوع، یا یک سیستم پیچیده را با یک الگوی طراحی شده ی دقیق از گراف و کلمات به تصویر می کشد [۹].

۴-۱- تکنیک DEMATEL

تکنیک DEMATEL در اواخر سال ۱۹۷۱ میلادی به طور عمده برای بررسی مسائل بسیار پیچیده جهانی و استفاده از قضاوت خبرگانی در زمینه های علمی، سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و رهبران عقیدتی و هنرمندان به کار گرفته شد. این شیوه که از انواع روشهای تصمیم گیری بر پایه مقایسه های زوجی می باشد، با بهره مندی از قضاوت خبرگان در استخراج عوامل یک سیستم و ساختار دهی سیستماتیک به آنها توسط بکارگیری اصول تئوری گرافها، ساختار سلسله مراتبی از عوامل موجود در سیستم همراه با روابط تأثیر گذاری و تأثیرپذیری متقابل عناصر مذکور بدست می دهد، به گونه ای که شدت اثر روابط مذکور را به صورت امتیازی عددی معین می کند [۲].

همچنین DEMATEL برای ساختار دهی به یک دنباله از اطلاعات مفروض کاربرد دارد. به طوری که شدت ارتباطات را به صورت امتیاز دهی مورد بررسی قرار داده، بازخورها توام با اهمیت آنها را تجسس نموده و روابط انتقال ناپذیر را می پذیرد [۱].

از برتری های روش DEMATEL نسبت به سایر روش های تصمیم گیری بر پایه مقایسه های زوجی، پذیرش باز خور روابط است. یعنی در ساختار سلسله مراتبی حاصل، هر عنصر می تواند بر کلیه عناصر هم سطح، سطح بالاتر یا سطح پایین تر از خود تأثیر گذاشته و به صورت متقابل از تک تک آنها تأثیر پذیرد، به عبارتی عناصر موجود در سیستم می توانند مستقل از یکدیگر نباشند. اهمیت و وزن هر عامل در سیستم نیز در نهایت نه فقط توسط عوامل بالا دست یا منحصراً عاملهای پایین دست، بلکه توسط تمامی عوامل موجود در سیستم یا به عبارتی کل مدل تعیین می شود. پذیرش روابط انتقال ناپذیر و توانایی نمایش کلیه بازخورهای ممکن نیز دلایل ارجحیت این شیوه نسبت به سایر شیوه های متکی بر تئوری گرافها است.

برای بکار بستن DEMATEL برگزاری جلسات تصمیم گیری ضرورتی ندارد و خبرگان ساکن در مناطق جغرافیایی مختلف می توانند در این تصمیم گیری شرکت نمایند. فرایند مدل سازی در این شیوه به گونه ای است که خط مشی عملیات اجرایی آن به سادگی قابل تجزیه و تحلیل است. روش مذکور با ضبط و ساختاردهی کاملاً موثر و سیستماتیک نتایج حاصل از نظر خبرگان و ایجاد تعامل و تفاهم میان ایشان و تحلیلگر سیستم، خبرگان را بر بررسی عمیق لیست تهیه شده از عوامل موجود در مسأله تشویق می کند. قضاوت خبرگان در مقایسه های زوجی این روش ساده بوده و نیازمند آگاهی ایشان از چگونگی فرایند DEMATEL نمی باشد، اما کیفیت نظر و گستره بینش آنها از

یک شاخص های کلیدی عملکرد عنوان می کند که چه کاری باید انجام داد. یک شاخص های کلیدی عملکرد می تواند در یک سازمان از عمق بر خوردار باشد که علاوه بر واحدهای سازمانی حتی به یک فرد نیز نسبت داده شود به عبارت دیگر مدیر عامل می تواند هر فردی در سازمان را صدا کرده و از او بپرسد "چرا؟" برای مثال بازده سرمایه مورد استفاده نمی تواند به عنوان یک شاخص کلیدی عملکرد تعریف شود و شما نمی توانید آن را به یک مدیر نسبت دهید چرا که بازده سرمایه مورد استفاده در حقیقت نتیجه ی مجموعه ی زیادی از فعالیت های مدیران مختلف در یک سازمان می باشد و فرد خاصی نمی تواند مسئول آن باشد. همانطور که گفته شد، یک شاخص عملکرد کلیدی خوب تعداد زیادی از عوامل کلیدی موفقیت را در سازمان تحت تأثیر قرار می دهد. به عبارت دیگر مدیر ارشد سازمان، مدیران سازمان و کارکنان با تمرکز روی شاخص های کلیدی عملکرد در حقیقت بر روی کلیه ی اهداف سازمان در تمامی جهات متمرکز شده اند.

کاپلان و نورتون انتخاب و تعریف بیش از ۲۰ شاخص کلیدی عملکرد را توصیه نکردند و آقای هوپ و فریزر نیز کمتر از ۱۰ شاخص کلیدی عملکرد را پیشنهاد کرده اند. با این اوصاف قانون ۱۰/۸۰/۱۰ می تواند راهنمای خوبی باشد به نحوی که در یک سازمان ۱۰ شاخص کلیدی نتیجه خواهیم داشت، ۸۰ شاخص عملکرد و ۱۰ شاخص کلیدی عملکرد و به ندرت به تعداد بیشتری شاخص با توجه به تعداد های بیان شده در بالا نیاز خواهیم داشت [۴].

جدول شماره (۱): قانون ۱۰/۸۰/۱۰

شاخص کلیدی نتیجه (KRIs)	۱۰	به شما می گوید که عملکرد شما در یک منظر خاص چگونه است.
شاخص عملکرد (PIs)	۸۰	به شما می گوید که چه کاری انجام دهید.
شاخص کلیدی عملکرد (KPIs)	۱۰	به شما می گوید که چگونه عملکرد را به طرز چشمگیری افزایش دهید.

۳-۱- تکنیک مدلسازی ساختاری تفسیری ISM

ISM توسط ون هالن برای حل و تجزیه و تحلیل مشکلات پیچیده در مهندسی سیستم اجتماعی پیشنهاد گردید [۱۱].

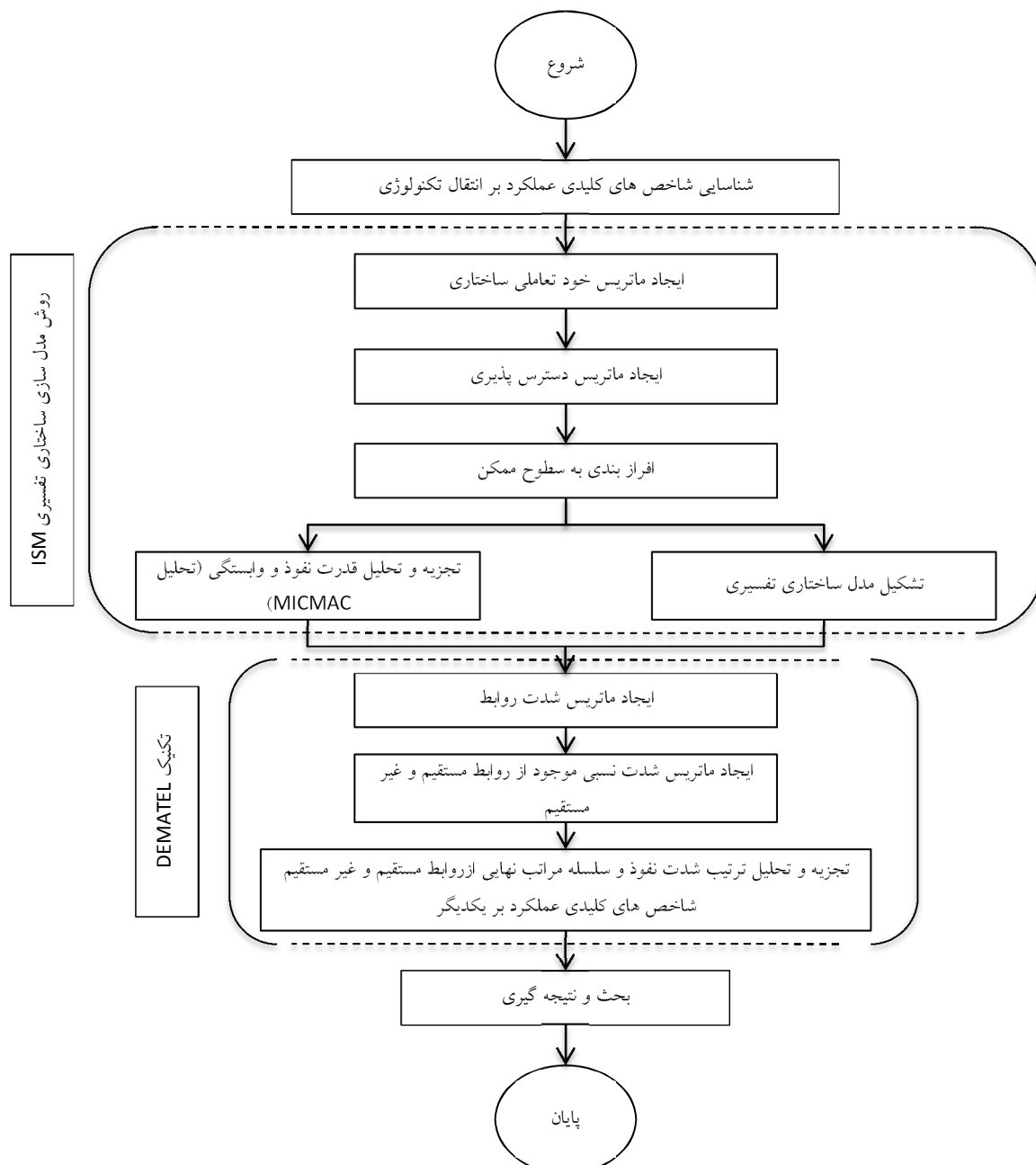
این تکنیک برای ساختاردهی به شاخص های موثر KPIs در حل یک مشکل (یا در بهبود یک سیستم) به کار گرفته می شود. ISM موجب به وجود آمدن یک دیاگرام از روابط پیچیده موجود در بین عناصر یک سیستم گردیده و مطالعه آن را سهل می نماید [۴]. تئوری ISM بر اساس ریاضیات گسسته، تئوری گراف، علوم اجتماعی، تصمیم گیری گروهی است و معمولاً با کمک کامپیوتر صورت می گیرد [۱۰].

مدل سازی ساختاری تفسیری تکنیکی است که بررسی پیچیدگی سیستم را امکان پذیر نموده و سیستم را به گونه ای شکل می دهد که به سادگی قابل درک باشد. فرایند مدل سازی ساختاری تفسیری مدل های ذهنی غیر شفاف و مبهم از سیستم ها را به مدل های واضح و قابل رویت که برای اهداف بسیاری مفید می باشند، تبدیل می کند. این رویکرد

۲- روش تحقیق

این پژوهش یک پژوهش کاربردی است و نحوه گردآوری داده‌ها با استفاده از روش پیمایش صورت گرفته است. در این تحقیق ابتدا به شناسایی شاخص‌های کلیدی عملکرد برای انتقال تکنولوژی در صنایع مبدل‌های حرارتی و برودتی پرداخته، سپس با استفاده از تکنیک مدل سازی ساختاری تفسیری ساختار دهی شاخص‌های کلیدی عملکرد به صورت سیستماتیک انجام می‌شود و در نهایت با استفاده از تکنیک DEMATEL به تحلیل روابط و استخراج چگونگی شدت تأثیر شاخص‌های کلیدی عملکرد بر روی هم و بر روی انتقال تکنولوژی در صنایع مبدل‌های حرارتی و برودتی پرداخته می‌شود.

جوانب گوناگون مسأله در نتیجه حاصل از DEMATEL بسیار اثر گذار است. و باید معلومات کافی از مسأله را دارا باشند. برای یک مسأله می‌توان فرایند DEMATEL را چندین مرتبه تکرار نمود و با نقد و تجدید نظر مکرر در عملهای تشکیل دهنده سیستم و شدت اثرها به ساختار مناسبی از آنها دست یافت. اعتبار سلسله مراتب ساختار نهایی حاصل بدون توجه به کیفیت داده‌ها از نظر علمی تأمین است. اجرای این شیوه به خصوص در مواردی که مسأله بزرگ و گسترده است و تعداد عاملهای زیادی در آن نقش دارند، مستلزم صرف دقت و زمان طولانی می‌باشد [۲].



شکل شماره (۱): مدل مفهومی پژوهش

- بخش بندی سطح (افراز بندی به سطوح ممکن)
- تشکیل مدل ساختاری تفسیری
- تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و وابستگی

۳-۱-۱ ایجاد ماتریس خود تعاملی تفسیری

برای تهیه ی ماتریس خود تعاملی ساختاری، با تهیه ی پرسشنامه و طرح روابط به صورت نماد به شرح زیر اقدام شد:

V : برای نشان دادن رابطه ی یک طرفه (شاخص A م بر روی شاخص J ام تاثیر می گذارد).

A : برای نشان دادن رابطه ی یک طرفه (شاخص J م بر روی شاخص A ام تاثیر می گذارد).

X: برای نشان دادن رابطه ی دو طرفه (شاخص های A و J بر روی یکدیگر تاثیر متقابل دارند).

O : برای نشان دادن عدم رابطه (هیچ رابطه ای بین شاخص ها وجود ندارد).

در مرحله ی شناسایی شاخص های کلیدی عملکرد طی بررسی های به عمل آمده و انجام مصاحبه با متخصصان و کارشناسان این صنعت به روش دلفی ۳۲ شاخص کلیدی عملکرد در راستای اهداف این صنعت در پنج حوزه ی مدیریت و اجرا، کیفیت، تکنولوژی تولید، خدمات و حوزه ی هزینه ها شناسایی شد سپس با انجام مصاحبه با تعدادی از خبرگان در این صنعت و گرفتن مشاوره و اعمال نظر ایشان، از بین ۳۲ شاخص، شاخص هایی که از بقیه مهمتر بودند انتخاب گردید و ترجیحا شاخص هایی که دارای درجه ی اهمیت کمتری بودند حذف گردید. در نهایت ۱۳ شاخص، به عنوان شاخص های کلیدی عملکرد موثر بر انتقال تکنولوژی در صنایع مبدل های حرارتی و برودتی شناسایی شد.

۳-۲ روش بررسی و تجزیه و تحلیل داده های تحقیق

۳-۱-۱ مدل سازی ساختاری تفسیری ISM

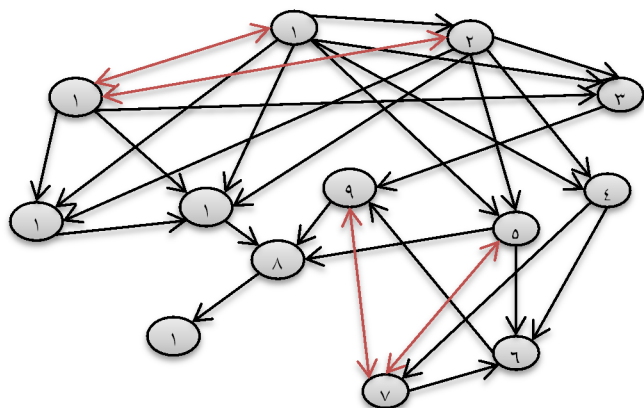
به منظور استفاده از مدل سازی معادلات ساختاری تفسیری در این پژوهش ۵ گام به شرح زیر طی شده است:

- ایجاد ماتریس خود تعاملی ساختاری

- ایجاد ماتریس دسترس پذیری

جدول شماره (۱): ماتریس خود تعاملی تفسیری

شاخص های کلیدی عملکرد	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 تنظیم شرایط قرارداد	V	V	V	V	O	O	O	O	V	V	X	O	
2 اجرای قرارداد		V	V	V	O	O	O	O	V	V	X	O	
3 نحوه ی تحویل تجهیزات			O	O	O	O	O	V	O	O	A	O	
4 اسدکام و ایمی تجهیزات				O	V	O	V	O	O	O	O	O	
5 اتوماسیون تجهیزات					V	X	V	O	O	O	O	O	
6 کیفیت محصولات تولید شده توسط تجهیزات						A	O	V	O	O	O	O	
7 سانگری و یکپارچگی تجهیزات							O	X	O	O	O	O	
8 تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه تجهیزات								A	A	O	O	V	
9 دستیابی به تمام ظرفیت تجهیزات									O	O	O	O	
10 عملیات/آموزش تعمیرات و نگهداری										A	A	O	
11 دفترچه راهنمای جامع و خدمت پشتیبانی عملکرد تجهیزات											A	O	
12 نگرش کیفیت خدمت													O
13 هزینه های تعمیرات و نگهداری													



شکل شماره (۲): دیاگرام روابط میان شاخص های کلیدی عملکرد

همانطور که مشاهده می شود با استفاده از نظرات خبرگان روابط میان شاخص های کلیدی عملکرد مشخص گردید، برای مثال شاخص هشتم (تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه ی تجهیزات)، از شاخص های نهم (دستیابی به تمام ظرفیت تجهیزات) و دهم (عملیات/آموزش تعمیرات و نگهداری)، تاثیر می پذیرد و بر روی شاخص سیزدهم (هزینه های تعمیرات و نگهداری) تاثیر میگذارد. دیاگرام روابط با توجه به جدول فوق به صورت زیر است (شکل شماره ۲).

۳-۱-۲ ایجاد ماتریس دسترس پذیری

الف) ایجاد ماتریس دسترس پذیری اولیه (باینری)

در این مرحله باید نماد های موجود در ماتریس خود تعاملی تفسیری به صفر و یک تبدیل گردد. به این صورت ماتریس دسترس پذیری اولیه بدست می آید که در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. بدین منظور از قوانین زیر استفاده می شود.

- در صورتی که ورودی (A و J) در ماتریس خود تعاملی ساختاری A باشد، در ورودی (A و J) در ماتریس دسترس پذیری صفر و در ورودی (J و A) یک قرار داده می شود.
- در صورتی که ورودی (A و J) در ماتریس خود تعاملی ساختاری X باشد، در ورودی (A و J) در ماتریس دسترس پذیری یک و در ورودی (J و A) یک قرار داده می شود.
- در صورتی که ورودی (A و J) در ماتریس خود تعاملی ساختاری O باشد، در ورودی (A و J) در ماتریس دسترس پذیری صفر و در ورودی (J و A) صفر قرار داده می شود.

- در صورتی که ورودی (A و J) در ماتریس خود تعاملی ساختاری V باشد، در ورودی (A و J) در ماتریس دسترس پذیری یک و در ورودی (J و A) صفر قرار داده می شود.

جدول شماره (۲): ماتریس دسترس پذیری اولیه (باینری)

شاخص های کلیدی عملکرد	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 تنظیم شرایط قرارداد	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
2 اجرای قرارداد	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
3 نحوه ی تحویل تجهیزات	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
4 اسدکام و ایمنی تجهیزات	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
5 انوماسیون تجهیزات	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
6 کیفیت محصولات تولید شده توسط تجهیزات	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
7 سازگاری و بکپارچگی تجهیزات	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0
8 نمبررات و نگهداری پیشگیرانه تجهیزات	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
9 دستیابی به تمام ظرفیت تجهیزات	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
10 عملیات/آموزش نمبررات و نگهداری	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
11 دفترچه راهنمای جامع و خدمت پشتیبانی عملکرد تجهیزات	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
12 نگرش کیفیت خدمت	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
13 هزینه های نمبررات و نگهداری	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

نتیجه متغیر A بر C تاثیر دارد. این ماتریس در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. در این ماتریس همچنین میزان وابستگی و قدرت نفوذ هر شاخص نشان داده شده است. قدرت نفوذ از مجموع اعداد ۱ در هر سطر، و میزان وابستگی از مجموع اعداد ۱ در هر ستون بدست می آید.

ب) ایجاد ماتریس دسترس پذیری نهایی

پس از دستیابی به ماتریس دسترس پذیری اولیه (باینری)، از طریق اعمال انتقال پذیری در روابط بدست آمده، ماتریس دسترس پذیری نهایی بدست می آید. انتقال پذیری بیانگر این است که به عنوان مثال اگر متغیر A بر روی متغیر B تاثیر گذارد و متغیر B بر C تاثیر گذارد، در

جدول شماره (۳): ماتریس دسترس پذیری نهایی

شاخص های کلیدی عملکرد	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	معد
1 تنظیم شرایط قرارداد	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
2 اجرای قرارداد	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
3 نحوه ی تحویل تجهیزات	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	7
4 اسدکام و ایمنی تجهیزات	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	5
5 انوماسیون تجهیزات	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	6
6 کیفیت محصولات تولید شده توسط تجهیزات	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	6
7 سازگاری و بکپارچگی تجهیزات	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	6
8 نمبررات و نگهداری پیشگیرانه تجهیزات	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
9 دستیابی به تمام ظرفیت تجهیزات	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	6
10 عملیات/آموزش نمبررات و نگهداری	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	3
11 دفترچه راهنمای جامع و خدمت پشتیبانی عملکرد تجهیزات	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
12 نگرش کیفیت خدمت	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
13 هزینه های نمبررات و نگهداری	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
میزان وابستگی	2	3	4	4	8	9	9	11	8	5	4	3	12	

از تعیین سطح هر یک از شاخص ها، شاخص مذکور کنار گذاشته شده و ابزار بندی برای سایر شاخص ها به همین ترتیب تا زمانی که تمامی شاخص ها تعیین سطح شوند، تکرار می گردد. همان گونه که بیان شد، پس از مشخص شدن سطح هر شاخص، شاخص مذکور کنار گذاشته شده و این عمل تا زمانی که کلیه ی شاخص ها تعیین سطح شوند ادامه می یابد. در این پژوهش نیز ۹ تکرار به وقوع پیوست که اولین تکرار در جدول شماره ی ۴ و تکرار های ۲ تا ۹ در جدول شماره ی ۶ نشان داده شده است.

۳-۱-۳ بخش بندی سطح (افراز بندی به سطوح ممکن)
برای تعیین سطح متغیر ها در مدل نهایی، به ازای هر یک از آنها، سه مجموعه ی خروجی $(R(N_i))$ ، ورودی $(A(N_i))$ و مشترک $(R(N_i) \cap A(N_i))$ تشکیل می گردد. مجموعه ی خروجی شامل خود شاخص و شاخص هایی که از آن تاثیر می پذیرند می شود. مجموعه ی ورودی به طور مشابه شامل خود شاخص و شاخص هایی که بر آن تاثیر می گذارند، می شود. مجموعه ی مشترک نیز اشتراک دو مجموعه ی فوق است. چنانچه مجموعه های خروجی و مشترک برای یک شاخص یکسان باشد، آن شاخص در بالا ترین سطح مدل ساختاری تفسیری قرار می گیرد. پس

جدول شماره (۴): اولین تکرار

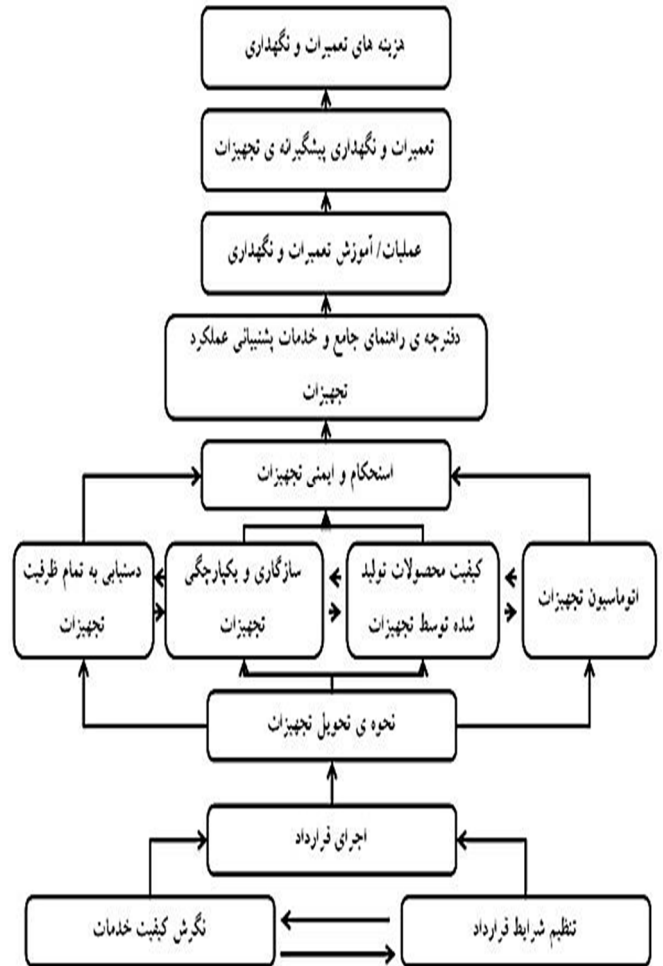
شاخص ها	مجموعه ی خروجی $R(N_i)$	مجموعه ی ورودی $A(N_i)$	مشترک $R(N_i) \cap A(N_i)$	سطح
۱ تنظیم شرایط قرارداد	۱۳و۲و۳و۵و۶و۷و۸و۹و۱۰و۱۱و۱۲و۱۳	۱۲و۱	۱۲و۱	۱۲و۱
۲ اجرای قرارداد	۱۳و۳و۵و۶و۷و۸و۹و۱۰و۱۱و۱۲و۱۳	۱۲و۲و	۱۲و۲و	۱۲و۲
۳ نحوه ی تحویل تجهیزات	۱۳و۳و۵و۶و۷و۸و۹و۱۳	۱۲و۳و۳و۱	۱۲و۳و۳و۱	۳
۴ استحکام و ایمنی تجهیزات	۱۳و۴و۶و۸و۱۳	۱۲و۴و۴و۱	۱۲و۴و۴و۱	۴
۵ اتوماسیون تجهیزات	۱۳و۴و۶و۷و۸و۹و۱۳	۱۲و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۳	۱۲و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۳	۹و۶و۷و۵
۶ کیفیت محصولات تولید شده توسط تجهیزات	۱۳و۴و۶و۷و۸و۹و۱۳	۱۲و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۳	۱۲و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۳	۹و۶و۷و۵
۷ سازگاری و یکپارچگی تجهیزات	۱۳و۴و۶و۷و۸و۹و۱۳	۱۲و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۳	۱۲و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۳	۹و۶و۷و۵
۸ تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه جبهیزات	۱۳و۸	۱۲و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۰و۱۲و۱۳	۱۲و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۰و۱۲و۱۳	۸
۹ دستیابی به تمام ظرفیت تجهیزات	۱۳و۴و۶و۷و۸و۹و۱۳	۱۲و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۳	۱۲و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۳	۹و۶و۷و۵
۱۰ عملیات/آموزش تعمیرات و نگهداری	۱۳و۱۰و۸	۱۲و۱۰و۱۱و۱۲و۱۳	۱۲و۱۰و۱۱و۱۲و۱۳	۱۰
۱۱ دفترچه راهنمای جامع و خدمات پشتیبانی عملکرد تجهیزات	۱۱و۱۰	۱۲و۱۱و۱۲و۱۳	۱۲و۱۱و۱۲و۱۳	۱۱
۱۲ نگرش کیفیت خدمات	۱۳و۳و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۰و۱۱و۱۲و۱۳	۱۲و۲و۱	۱۲و۲و۱	۱۲و۲و۱
۱۳ هزینه های تعمیرات و نگهداری	۱۳	۱۳و۳و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۰و۱۱و۱۲و۱۳	۱۳و۳و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۰و۱۱و۱۲و۱۳	۱۳

جدول شماره (۵): تکرارهای ۲ تا ۹

تکرار	شاخص ها	مجموعه ی خروجی $R(N_i)$	مجموعه ی ورودی $A(N_i)$	مشترک $R(N_i) \cap A(N_i)$	سطح
۲	۸ تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه تجهیزات	۱۲و۳و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۰و۱۲و۱۳	۸	۲	۲
۳	۱۰ عملیات/آموزش تعمیرات و نگهداری	۱۰	۱۲و۱۱و۱۰و۱۲و۱۳	۱۰	۱۰
۴	۱۱ دفترچه راهنمای جامع و خدمات پشتیبانی عملکرد تجهیزات	۱۱	۱۲و۱۱و۱۲و۱۳	۱۱	۱۱
۵	۴ استحکام و ایمنی تجهیزات	۴و۴	۱۲و۴و۴و۱	۴	۴
۶	۵ اتوماسیون تجهیزات	۹و۶و۷و۵	۱۲و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۳	۹و۶و۷و۵	۹و۶و۷و۵
۶	۶ کیفیت محصولات تولید شده توسط تجهیزات	۹و۶و۷و۵	۱۲و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۳	۹و۶و۷و۵	۹و۶و۷و۵
۶	۷ سازگاری و یکپارچگی تجهیزات	۹و۶و۷و۵	۱۲و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۳	۹و۶و۷و۵	۹و۶و۷و۵
۶	۹ دستیابی به تمام ظرفیت تجهیزات	۹و۶و۷و۵	۱۲و۴و۵و۶و۷و۸و۹و۱۳	۹و۶و۷و۵	۹و۶و۷و۵
۷	۳ نحوه ی تحویل تجهیزات	۳	۱۲و۳و۳و۱	۳	۳
۸	۲ اجرای قرارداد	۱۲و۲	۱۲و۲و۱	۱۲و۲	۱۲و۲
۹	۱ تنظیم شرایط قرارداد	۱۲و۱	۱۲و۱	۱۲و۱	۱۲و۱
۹	۱۲ نگرش کیفیت خدمات	۱۲و۱	۱۲و۱	۱۲و۱	۱۲و۱

۳-۱-۴- تشکیل مدل ساختاری تفسیری:

با توجه به سطوح هر یک از شاخص‌ها و همچنین ماتریس دسترسی نهایی، مدل اولیه ی ساختاری تفسیری با در نظر گرفتن انتقال پذیری ها رسم می شود. مدل نهایی ساختاری تفسیری با حذف انتقال پذیری ها تشکیل می شود. مدل نهایی بدست آمده از این پژوهش شامل ۹ سطح مختلف است که در (شکل ۳)، نمایش داده شده است.



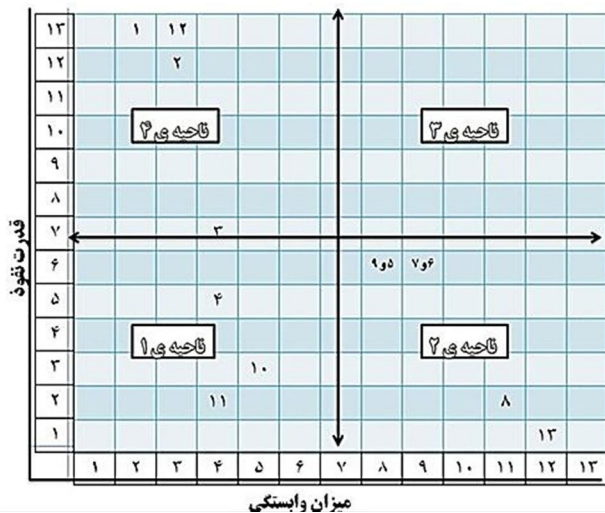
شکل شماره (۳): مدل ساختاری شاخص های کلیدی عملکرد

۳-۱-۵- تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و میزان وابستگی

در این بخش شاخص‌ها با توجه به قدرت نفوذ و میزان وابستگی به چهار گروه زیر تقسیم می شوند:

اولین گروه شامل شاخص‌های خود مختار می شوند که قدرت نفوذ و وابستگی ضعیفی دارند (ناحیه ی ۱). این شاخص‌ها تا حدودی از سایر شاخص‌ها جدا هستند و ارتباطات کمی دارند. گروه دوم شاخص‌های وابسته را شامل می شوند (ناحیه ی ۲). که از قدرت نفوذ ضعیف ولی از وابستگی بالایی برخوردارند. گروه سوم شاخص‌های پیوندی را شامل می شوند (ناحیه ی ۳). این شاخص‌ها قدرت نفوذ و وابستگی بالایی دارند. گروه چهارم شاخص‌های مستقل را در بر می گیرند (ناحیه ی ۴). این شاخص‌ها از قدرت نفوذ بالا و وابستگی پائینی برخوردارند. اصطلاحا شاخص‌های کلیدی خوانده می شوند. واضح است که این شاخص‌ها (شاخص‌های کلیدی) در یکی از دو گروه مستقل یا پیوندی قرار می گیرند.

قدرت نفوذ و میزان وابستگی هر یک از شاخص‌های کلیدی عملکرد در جدول شماره ۳، نشان داده شده است. بر همین اساس نمودار قدرت نفوذ - وابستگی تشکیل می گردد که در شکل شماره ۴، نشان داده می شود.



شکل شماره (۴): نمودار قدرت نفوذ و وابستگی

نتایج ناشی از تجزیه و تحلیل قدرت نفوذ و وابستگی شاخص‌ها را در چهار ناحیه ی متفاوت قرار می دهد. در ناحیه ی ۱ که شاخص‌های خود مختار را شامل می شود، شاخص‌های استحکام و ایمنی تجهیزات، عملیات / آموزش تعمیرات و نگهداری و دفترچه ی راهنمای جامع و خدمات پشتیبانی عملکرد را در خود جا داده است، که همانطور که اشاره شد، شاخص‌های موجود در این ناحیه قدرت نفوذ و وابستگی ضعیفی دارند. شاخص‌های اتوماسیون تجهیزات، دستیابی به تمام ظرفیت تجهیزات و یکپارچگی تجهیزات، کیفیت محصولات تولید شده توسط تجهیزات، تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه ی تجهیزات و شاخص

شاخص‌هایی که در سطوح بالای سلسله مراتب واقع شده اند از تاثیر گذاری کمتری برخوردارند. شاخص‌هایی از قبیل هزینه های تعمیرات و نگهداری، تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه ی تجهیزات، عملیات / آموزش تعمیرات و نگهداری در واقع می توان گفت این شاخص‌ها بیشتر بر گرفته از شاخص‌های سطوح پائین هستند. همانطور که در مدل مشاهده می شود، شاخص‌های تنظیم شرایط قرارداد و نگرش کیفیت خدمات در پائین ترین سطح مدل قرار می گیرند. این شاخص‌ها از تاثیر گذاری بالایی برخوردار هستند و کوچکترین تغییر در مورد این شاخص‌ها منجر به ایجاد تغییر در کلیه ی عناصر مدل می گردد. و در واقع می توان بیان داشت که هر چه شاخص‌ها در سطوح پائین تری واقع باشند اثر گذاری بیشتری بر کلیه ی عناصر مدل ساختاری تفسیری خواهند داشت.

در گام پنجم امتیازات نهایی، به ازای روابط موجود، از دیاگرام تنظیم شده در قدم چهارم را به صورت یک ماتریس M نشان می دهیم. ماتریس M برای شکل (۵) در فوق به قرار زیر است:

ماتریس شماره (۱): ماتریس شدت روابط

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱	۰	۶/۹	۹/۳	۷/۶	۴/۷	۰	۰	۰	۰	۷/۵	۷/۴	۵/۱	۰
۲	۰	۰	۸/۷	۴/۶	۰	۰	۰	۰	۲/۳	۵/۳	۳/۳	۲/۳	۰
۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸/۶	۰	۰	۰	۰
۴	۰	۰	۰	۰	۰	۲/۳	۱/۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵	۰	۰	۰	۰	۰	۳/۷	۰	۵/۹	۰	۰	۰	۰	۰
۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵/۷	۰	۰	۰	۰	۰
۷	۰	۰	۰	۰	۷/۲	۸/۳	۰	۰	۶/۳	۰	۰	۰	۰
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۹/۷
۹	۰	۰	۰	۰	۰	۳/۲	۵/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷/۷	۰	۰	۰	۰	۰
۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲/۵	۰	۰	۰	۰
۱۲	۶/۳	۷/۴	۸/۶	۰	۰	۰	۰	۰	۷/۲	۱/۳	۰	۰	۰
۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

گام ششم: در این مرحله هر ورودی از ماتریس M را در معکوسه ی بیشترین مجموع ردیفی (α) از آن ماتریس ضرب می نیم ($M = \alpha \cdot M$).
 ۴۹ = بیشترین مجموع ورودی ها (سطر ها)

$$\alpha = 49^{-1} = 0.02$$

ماتریس شماره (۲): ماتریس شدت نسبی حاکم بر روابط مستقیم

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱	۰	۰/۱۳۸	۰/۱۶۸	۰/۱۴۸	۰/۰۹۴	۰	۰	۰	۰/۱۵	۰/۱۴۸	۰/۱	۰	۰
۲	۰	۰	۰/۱۷۴	۰/۰۹۲	۰	۰	۰	۰	۰/۰۴۶	۰/۱۰۶	۰/۰۶۶	۰/۰۴۶	۰
۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۷۶	۰	۰	۰	۰
۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۴۶	۰/۰۳۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۷۲	۰/۱۱۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۳۱۴	۰	۰	۰	۰
۷	۰	۰	۰	۰	۰/۱۴۴	۰/۱۶۶	۰	۰	۰/۱۲۶	۰	۰	۰	۰
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۹۴
۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۶۴	۰/۱۰۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۵۴	۰	۰	۰	۰
۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۵	۰	۰	۰
۱۲	۰/۱۶۶	۰/۱۴۸	۰/۱۷۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۴۴	۰/۰۲۶	۰	۰	۰
۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

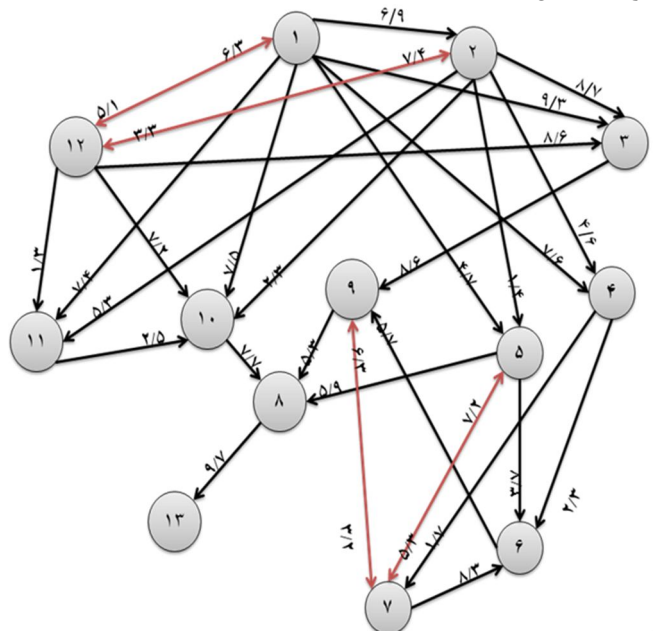
در گام هفتم، معکوسه ی ماتریس M را محاسبه نموده و برای ماتریس ۲ داریم:

هزینه های تعمیرات و نگهداری در ناحیه ی ۲ قرار گرفته اند. این شاخص ها از قدرت نفوذ پائین و وابستگی بالایی برخوردار هستند. در ناحیه ی سوم که شاخصهای پیوندی نامیده می شوند، هیچ شاخصی قرار نگرفت. و در ناحیه ی ۴ شاخص هایی از قبیل تنظیم شرایط قرارداد، اجرای قرار داد، نحوه ی تحویل تجهیزات و نگرش کیفیت خدمات قرار دارند، که شاخص های مستقل را تشکیل می دهند. این شاخص ها از قدرت نفوذ بالا و وابستگی پائینی برخوردارند و اصطلاحا شاخص های کلیدی نامیده می شوند.

تجزیه و تحلیل نشان می دهد که شاخص هایی که در ناحیه ی ۴ قرار دارند از قدرت نفوذ بالاتری برخوردار بوده، لذا توجه خاص مدیران نسبت به در کنترل قرار دادن این شاخص ها را می طلبد.

۲-۳ تکنیک DEMATEL

در این پژوهش تا گام سوم همانند تکنیک ISM پیش رفته، در گام چهارم برای تعیین شدت روابط نهایی بین شاخص های کلیدی عملکرد، پرسشنامه ای تهیه گردید و از خبرگان خواسته شد که شدت روابط میان شاخص ها را به صورت امتیاز دهی (از ۰ الی ۱۰) مشخص نمایند. پر واضح است که از نظر خبرگان، هر چه شدت روابط میان شاخص ها بیشتر باشد، امتیازی که خواهند داد به سمت عدد ۱۰ میل می کند و در صورت عدم وجود رابطه عدد صفر انتخاب می گردد. میانه ی امتیازات به ازای هر دو عنصر A و B، محاسبه گردید و بر روی دیاگرامی که از جدول ماتریس خود تعاملی تفسیری روش ISM بدست آمد، مشخص گردید. (شکل ۵)



شکل شماره (۵): دیاگرام شدت روابط

ماتریس شماره (۳): شدت نسبی موجود از روابط مستقیم و غیر مستقیم

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱	۰/۰۱۴	۰/۱۵۶	۰/۲۱۷	۰/۱۶۴	۰/۰۹۶	۰/۰۱۵	۰/۰۰۶	۰/۰۴۵	۰/۰۵۴	۰/۱۹۳	۰/۱۷	۰/۱۱۲	۰/۰۰۱
۲	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۱۸۹	۰/۰۹۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۲۵	۰/۰۹	۰/۱۲۴	۰/۱۱	۰/۰۶۸	۰/۰۰۵
۳	.	.	.	.	.	.	.	۰/۰۱۳	۰/۱۹۷	.	.	.	.
۴	.	.	.	.	۰/۰۰۵	۰/۰۵۲	۰/۰۳۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱۳	.	.	.	.
۵	.	.	.	.	.	۰/۰۷۲	.	۰/۱۱۹	۰/۰۱۲	.	.	.	۰/۰۰۲
۶	.	.	.	.	.	.	.	۰/۰۱	۰/۱۶۱	.	.	.	.
۷	.	.	.	.	۰/۱۴۴	۰/۱۷۶	.	۰/۰۲۸	۰/۱۶۹	.	.	.	.
۸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰/۰۱۸
۹	.	.	.	.	.	.	.	۰/۰۷۲	۰/۱۱۹	.	.	.	۰/۰۰۱
۱۰	.	.	.	.	.	.	.	۰/۱۵۴	.	.	.	.	۰/۰۰۳
۱۱	.	.	.	.	.	.	.	۰/۰۰۸	.	۰/۰۵	.	.	.
۱۲	۰/۱۲۹	۰/۱۶۹	۰/۲۲۷	۰/۰۳۵	۰/۰۱۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۳۴	۰/۰۵۴	۰/۱۱۸	۰/۰۶۴	۰/۰۲۴	۰/۰۰۱
۱۳	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰/۰۹۱

در گام هشتم، شدت ممکن از روابط غیر مستقیم (از عناصر موجود بر یکدیگر) را محاسبه می‌کنیم. این شدت با استدلالی مشابه با فوق، از مجموع تصاعد هندسی زیر حاصل می‌شود:

$$S = M^2 + M^3 + M^4 + \dots + M^t = M^2(I - M)^{-1}$$

شدت روابط غیر مستقیم به ازای ماتریس فوق بدین قرار است:

ماتریس شماره (۴): شدت نسبی از روابط غیر مستقیم

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱	۰/۰۱۴	۰/۰۵۶	۰/۰۱۷	۰/۰۶۴	۰/۰۹۶	۰/۰۱۵	۰/۰۰۶	۰/۰۴۵	۰/۰۵۴	۰/۰۹۳	۰/۰۷	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱
۲	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۸۹	۰/۰۹۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۲۵	۰/۰۹	۰/۰۲۴	۰/۰۱	۰/۰۶۸	۰/۰۰۵
۳	.	.	.	.	.	.	.	۰/۰۱۳	۰/۰۹۷	.	.	.	.
۴	.	.	.	.	۰/۰۰۵	۰/۰۵۲	۰/۰۳۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱۳	.	.	.	.
۵	.	.	.	.	.	۰/۰۷۲	.	۰/۰۱۹	۰/۰۱۲	.	.	.	۰/۰۰۲
۶	.	.	.	.	.	.	.	۰/۰۱	۰/۰۶۱	.	.	.	.
۷	.	.	.	.	۰/۰۴۴	۰/۰۷۶	.	۰/۰۲۸	۰/۰۶۹	.	.	.	.
۸	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰/۰۱۸
۹	.	.	.	.	.	.	.	۰/۰۷۲	۰/۰۱۹	.	.	.	۰/۰۰۱
۱۰	.	.	.	.	.	.	.	۰/۰۵۴	.	.	.	.	۰/۰۰۳
۱۱	.	.	.	.	.	.	.	۰/۰۰۸	.	۰/۰۵	.	.	.
۱۲	۰/۰۲۹	۰/۰۶۹	۰/۰۲۷	۰/۰۳۵	۰/۰۱۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۳۴	۰/۰۵۴	۰/۰۱۸	۰/۰۶۴	۰/۰۲۴	۰/۰۰۱
۱۳	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	۰/۰۹۱

محل واقعی هر شاخص در سلسله مراتب نهایی توسط ستون های (R-J) و (R+J) مشخص می شود، به طوری که (R-J) نشان دهنده ی موقعیت یک شاخص (در طول محور عرض ها)، است و این موقعیت در صورت مثبت بودن (R-J)، به طور قطع یک نفوذ کننده بوده و در صورت منفی بودن آن، به طور قطع تحت نفوذ (دریافت کننده)، خواهد بود. (R+J)، نشان دهنده ی مجموع شدت یک شاخص (در طول محور طول ها)، هم از نظر نفوذ کننده و هم از نظر تحت نفوذ واقع شدن می باشند. سلسله مراتب نهایی از روابط مستقیم و غیر مستقیم، شاخص های کلیدی عملکرد موثر بر انتقال تکنولوژی، در صنایع مبدل های حرارتی و برودتی با توجه به ارزش های (R-J) و (R+J) به قرار نمودار (۱) است.

جدول شماره (۶): ترتیب نفوذ عناصر بر یکدیگر

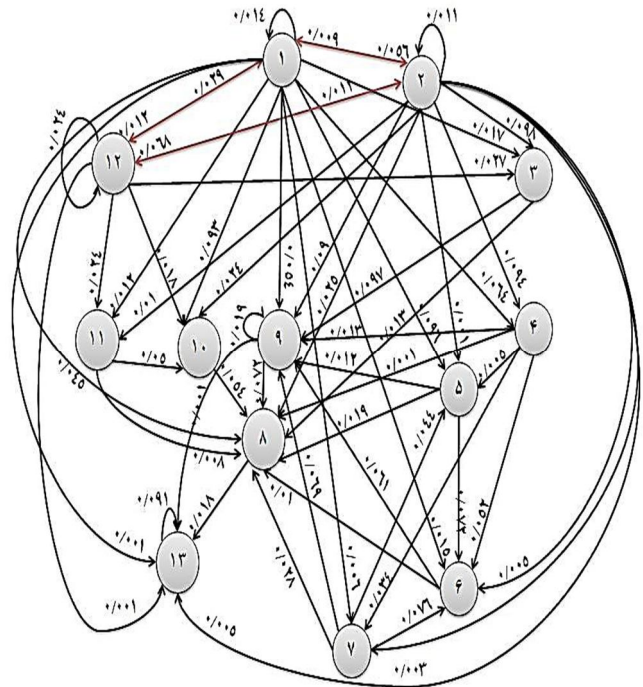
ردیف شاخص ها	ترتیب واقع شدن شاخص ها (R)	بیشترین مجموع ردیفی شاخص ها	ترتیب واقع شدن شاخص ها	بیشترین مجموع ستونی (J)	ترتیب واقع شدن شاخص ها (R+J)	ترتیب واقع شدن شاخص ها (R-J)
۱	۱	۱/۲۴۳	۹	۰/۸۶۹	۱/۴۷۶	۱/۰۱۰
۲	۱۲	۰/۸۷۱	۳	۰/۶۳۳	۱/۰۷۲	۰/۶۶۷
۳	۲	۰/۷۳۴	۸	۰/۵۰۹	۱/۰۶۱	۰/۴۷۳
۴	۷	۰/۵۱۷	۱۰	۰/۴۸۵	۱/۰۱۹	۰/۴۴۹
۵	۳	۰/۲۱۰	۱۱	۰/۳۴۴	۰/۸۴۳	۰/۳۲۸
۶	۵	۰/۲۰۵	۴	۰/۲۹۳	۰/۶۴۲	-۰/۰۰۳
۷	۹	۰/۱۹۲	۲	۰/۲۸۵	۰/۵۶۱	-۰/۰۵۷
۸	۶	۰/۱۷۱	۵	۰/۲۵۸	۰/۵۲۷	۰-/۰۸۰
۹	۱۰	۰/۱۵۷	۱	۰/۲۳۳	۰/۴۹۰	-۰/۱۸۸
۱۰	۴	۰/۱۰۵	۶	۰/۲۲۸	۰/۴۰۲	۰-/۲۸۶
۱۱	۱۳	۰/۰۹۱	۱۲	۰/۲۰۴	۰/۳۹۹	-۰/۴۲۳
۱۲	۱۱	۰/۰۵۸	۱۳	۰/۱۲۱	۰/۳۹۸	۰-/۴۹۱
۱۳	۸	۰/۰۱۸	۷	۰/۰۴۴	۰/۲۱۲	-۰/۶۷۷

در جدول بالا مقادیری که $(R-J) > 0$ است، جزء شاخص های تاثیر گذار و مقادیری که در آنها $(R-J) < 0$ است، شاخص های تاثیر پذیر را نمایان می کنند.

بنابر این شاخص های زیر شاخص های تاثیر گذار ما را تشکیل می دهند:

- ۱- تنظیم شرایط قرارداد
 - ۱۲- نگرش کیفیت خدمات
 - ۷- سازگاری و یکپارچگی تجهیزات
 - ۲- اجرای قرارداد
 - ۱۰- عملیات / آموزش تعمیرات و نگهداری
- و بقیه شاخص ها، جزء شاخص های کلیدی عملکرد تاثیر پذیر هستند، که شامل موارد زیر است:
- ۳- نحوه ی تحویل تجهیزات
 - ۴- استحکام و ایمنی تجهیزات
 - ۵- اتوماسیون تجهیزات

دیاگرام از روابط غیر مستقیم توام با شدت نسبی ممکن از آنها (ماتریس ۵) بدین قرار است (شکل ۶):



شکل شماره (۶): دیاگرام روابط غیر مستقیم توام با شدت نسبی

همانگونه که مشخص است در دیاگرام شکل (۵)، شاخص دوازدهم یعنی نگرش کیفیت خدمات دارای رابطه مستقیم با شاخص سیزدهم (هزینه ی تعمیرات و نگهداری) نیست، اما در دیاگرام نهایی شکل (۶)، ملاحظه می شود که شاخص دوازدهم یعنی نگرش کیفیت خدمات دارای با شاخص سیزدهم (هزینه ی تعمیرات و نگهداری)، دارای رابطه ی غیر مستقیم با شدت نسبی ۰/۰۰۱ است.

نکته دیگر اینکه برای مثال شاخص ۹ (دستیابی به تمام ظرفیت تجهیزات)، دارای حلقه به خود می باشد، بدان معنی که این عناصر بر روی خود نیز با شدت نسبی ۰/۰۱۹ تاثیر می گذارد.

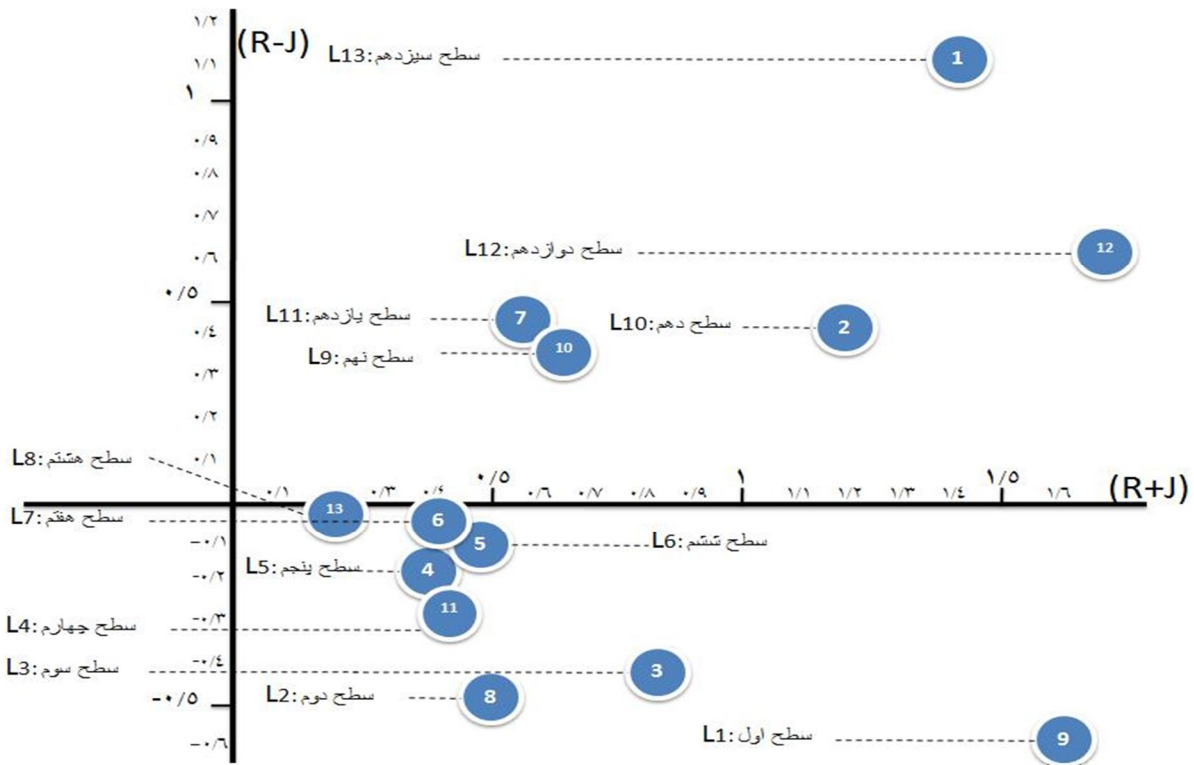
در نهایت، در گام نهم سلسله مراتب یا ساختار ممکن از شاخص ها را مشخص می کنیم بدین منظور برای دسترسی به ساختار ممکن از روابط مستقیم و غیر مستقیم (ماتریس ۴)، ترتیب واقع شدن عناصر از نظر نفوذ بر دیگر عناصر و همچنین ترتیب آنها را از نظر تحت نفوذ قرار گرفتن، در جدول (۶) بررسی می نمائیم.

بیشترین مجموع ردیفی (R)، نشان دهنده ی ترتیب شاخص هایی است که قویا بر روی شاخص های دیگر نفوذ دارند (Dispatcher). بیشترین مجموع ستونی (J)، نشان دهنده ی ترتیب شاخص هایی است که تحت نفوذ واقع می شوند (Receiver).

به طوریکه، ترتیب شاخص ها از ستون (R)، نشان دهنده ی سلسله مراتب از شاخص های نفوذ کننده بوده و ترتیب شاخص ها از ستون (J)، نشان دهنده ی سلسله مراتب از شاخص های تحت نفوذ خواهند بود.

۱۱- دفترچه راهنمای جامع و خدمات پشتیبانی عملکرد تجهیزات
۱۳- هزینه‌های تعمیرات و نگهداری

۶- کیفیت محصولات تولید شده توسط تجهیزات
۸- تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه تجهیزات
۹- دستیابی به تمام ظرفیت تجهیزات



شکل شماره (۱): موقعیت شاخص‌ها در سلسله مراتب ممکن

انتقال تکنولوژی در صنایع مبدل‌های حرارتی و برودتی بررسی شد. تحلیل این نتایج به طور خلاصه نتایج ذیل را در بر دارد: در مجموع بررسی‌های انجام شده مشخص شد که شاخص‌های کلیدی عملکرد، تنظیم شرایط قرارداد، اجرای قرارداد و نگرش کیفیت خدمات، شاخص‌هایی هستند که بیشترین تأثیر گذاری را بر روی شاخص‌های دیگر داشته و شاخص‌های، هزینه‌های تعمیرات و نگهداری، دفترچه‌ی راهنمای جامع خدمات پشتیبانی عملکرد تجهیزات، تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه‌ی تجهیزات و اتوماسیون تجهیزات بیشترین تأثیر پذیری را دارند.

۵- منابع و مأخذ

- [۱] اصغر پور، محمد جواد (۱۳۸۲)، *تصمیم‌گیری گروهی و نظریه بازیها با نگرش تحقیق در عملیات*، انتشارات دانشگاه تهران.
- [۲] آقا ابراهیمی سامانی بابک، ماکویی احمد (۱۳۸۴)، *ارزیابی چالش‌های شرکت‌های ایرانی در پروژه‌های نفت و گاز به روش DEMATEL*، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه.
- [۳] باقری نژاد جعفر، ملاحی محمدرضا، جایگاه مدیریت پروژه در فرآیند انتقال تکنولوژی، فلسفه مطالعات مدیریت، شماره ۵۹.

شاخص ۱ (تنظیم شرایط اجرای قرارداد) در این ساختار، به طور قطع، نفوذ کننده بر مجموعه سیستم است و بقیه‌ی شاخص‌ها، به طور نسبی، تحت نفوذ واقع‌اند.

در پائین‌ترین سطح نمودار فوق، یعنی سطح اول شاخص نهم (دستیابی به تمام ظرفیت تجهیزات) به شدت از شاخص‌های دیگر تأثیر پذیر است.

۴- نتیجه‌گیری

هدف از این تحقیق، شناسایی شاخص‌های کلیدی عملکرد موثر بر انتقال تکنولوژی در صنایع حرارتی و برودتی، ارائه‌ی مدل ساختاری تفسیری و همچنین تجزیه و تحلیل شدت ارتباطات و تأثیر گذاری یا تأثیر پذیری این شاخص‌ها بر روی هم و در نهایت بر روی انتقال تکنولوژی است.

بر این اساس با استفاده روش پیمایش تحقیق، و با کمک از روش دلفی ۱۳ شاخص کلیدی عملکرد شناسایی شد و با استفاده از روش ISM، ساختاردهی سیستماتیک شاخص‌های کلیدی عملکرد انجام شد و مدل ساختاری تفسیری شاخص‌های کلیدی عملکرد ارائه گردید.

در ادامه با استفاده از تکنیک DEMATEL تحلیل روابط و استخراج چگونگی شدت تأثیر شاخص‌های کلیدی عملکرد بر روی هم و بر روی

- [۴] پارمتر، دیوید (۱۳۸۹)، مترجم: یاسر ابولقاسمی، شاخص های کلیدی عملکرد، ایجاد، پیاده سازی و کاربرد شاخص های کلیدی عملکرد اثر بخش، تهران، مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران.
- [۵] شهیدی محمد نفی (۱۳۷۱)، انتقال تکنولوژی و صنعتی کردن کشور های در حال توسعه (چگونگی انتقال در واحد های تولیدی)، انتشارات دانشگاه تهران.
- [۶] علی احمدی علیرضا (۱۳۷۹) توکلی علیرضا، نگرش جامع به انتقال تکنولوژی، مجله ی تدبیر، شماره ۱۰۹.
- [۷] کاظم نژاد واقفی شهرام، موسی خانی مرتضی (۱۳۸۸)، ارزیابی و بررسی انتقال تکنولوژی در تولید موتورهای دیزلی (تجزیه و تحلیل مولفه های تکنولوژی)، فراسوی مدیریت، شماره ۹.
- [۸] محنک کاووس (۱۳۷۳)، مترجم: عبدالحسین آذرنگ، انتقال تکنولوژی راهبردی برای خود اتکایی علمی و فنی کشور های خاور میانه، انتشارات کویر.
- [9] Agarwal, A., Shankar, R., and Tiwari, M.K., (2007). *Modeling Agility of supply chain*, *Industrial Marketing Management*, Vol. 36, pp. 443-457.
- [10] Cheng, Y. L. & Chiu, A.S.F & Tseng, M.L, Lin Y.H, (2007). *Evaluation Of Productivity Improvement Using ISM and FAHP*, Proceeding of the IEEE IEEM
- [11] Chi Kuo, Tsai, Yi Ma, Hsin, H Huang, Samuel, H Hu, Allen, Shu Huang, Ching, (2010). *Barrier Analysis for Product Service System Using Interpretive Structural Model*, www.Elsevier.com
- [12] Liu, Bangcheng, Tang, Ningyu, Zhu, Xiaomei (2008), *Transferring Technology Across Borders: Institutional Effects In Chinese Context*, Journal of Technological Transfer, 33:619-630
- [13] Mohaghar, Ali, Monavariyan, Abbas, Rashed, Hamid (2012), *Evaluation of Technology Transfer Strategy of Petrochemical Process*, Journal of Technological Transfer, 37:563-576