سال دوازدهم، شماره‌های ۴۵ و ۴۶، پاییز و زمستان ۱۳۹۹
صص: ۲۱-۴۲

دو فصلنامه علمی
فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران

ارائه یک روش ترکیبی از DEA، DEMATEL و ANP جهت ارزیابی سیستم‌های ERP

امیر امینی* **علیرضا علی‌نژاد****

*دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه

**دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۱۲

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

این پژوهش با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی عملکرد سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان ۱۸ نمونه شرکت تولیدی پرداخته است تا مشخص شود آیا اهداف تعریف شده برای سیستم‌های ERP توانسته‌اند عملکرد بعد از پیاده‌سازی این سیستم را تحت تاثیر قرار دهند. با توجه به شناسایی مؤلفه‌های مؤثر در پیاده‌سازی برنامه‌ریزی منابع سازمان با استفاده از مرور تحقیقات پیشین، مصاحبه و نظرات خبرگان شاخص‌های ارزیابی عملکرد این سیستم شناسایی شدند. سپس مهمترین شاخص‌های ورودی با استفاده از نظر خبرگان به روش دیمتل فازی و شاخص‌های خروجی به روش تحلیل شبکه‌ای رتبه‌بندی گردیدند. در این رتبه‌بندی شاخص‌های زمان صرف شده جهت اجرا، زیر ساخت‌های اجرا، آموزش و اقدامات حمایتی کاربر شاخص‌های برترِ ورودی، و سه شاخص افزایش بهره‌وری، مدیریت صحیح منابع و میزان رضایت‌مندی کاربر نیز به عنوان شاخص‌های برتر خروجی انتخاب گردیدند. با استفاده از شاخص‌های منتخب به ارزیابی عملکرد سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانِ شرکت‌های منتخب پرداخته شده است. نتایج این تحقیق در شناسایی نقاط قوت و ضعف شرکت‌ها در مقایسه با بهترین شرکت شناخته شده و هر چه بهتر ساختن سیستم ERP خود مفید واقع خواهد شد.

واژگان کلیدی: برنامه‌ریزی منابع سازمان، دیمتل، فرایند تحلیل شبکه‌ای ، تحلیل پوششی داده‌ها، ارزیابیِ کارایی.

۱. مقدمه

قرن بیست‌ویکم، صده اطلاعات و انفجار آن نام‌گذاری شده و این موضوع اهمیت، تعیین‌کنندگی و مدیریت مناسب اطلاعات را در همه عرصه‌های زندگی بشر روشن می سازد. یکی از حوزه‌هایی که ارزیابی عملکرد برای آن لازم و ضروری به نظر می‌رسد، مدیریت فناوری و نوآوری در بنگاه‌هاست. سیستم‌های اطلاعاتی کارا و یکپارچه که بتوانند همه فعالیت‌ها و وظایف موجود در یک سازمان را تحت پوشش قرار داده و اطلاعات لازم و ضروری را به‌موقع در اختیار استفاده‌کنندگان آن قرار دهند، از ابزارهای مفیدی هستند که سازمان ها برای افزایش قابلیت های خود، بهبود عملکرد، تصمیم‌گیری بهتر و دستیابی به مزیت رقابتی از آن استفاده می‌کنند [۱]. شاید یکی از جامع‌ترین سیستم‌های اطلاعاتی موجود که در سال‌های اخیر به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته، سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان باشد. ظرفیت ERP[۱] در یکپارچه سازی فرآیندهای سازمان و اطلاعات حوزه‌های عملکردی مختلف از طریق یک پایگاه داده متمرکز باعث گردیده است که

نویسنده مسئول: امیر امینی، پست الکترونیکی: A.Amini@ine.uut.ac.ir

[۱] Enterprise Resource Planning (ERP)

قرن صاحب‌نظران این سیستم‌ها را به عنوان پیش نیاز موفقیت در قرن بیست و یک معرفی کنند [۲].

ERP مجموعه‌ای منسجم از برنامه‌هایی است که برای پشتیبانی از فعالیت‌های اصلی سازمان نظیر تولید، مالی و حسابداری، فروش و بازاریابی و منابع انسانی به کار گرفته می‌شود [۳]. پیاده‌سازی سیستم‌های ERP زمان و منابع قابل توجهی را از سازمان می‌گیرد. نمونه‌های زیادی از شکست پروژه‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان با وجود سرمایه‌گذاری بالا گزارش شده است [۴].

ارائه‌دهندگان سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان ادعا می‌کنند که محصول‌شان بارها آزمایش شده و تحت تجربیات فراوان ایجاد گردیده است و این مهم آن‌ها را قادر می‌سازد که راه‌حل‌های فوق-العاده‌ای را برای بخش‌های مختلف صنعت و خدمات ارائه کنند. این واقعیت در بسیاری از سازمان‌ها ملموس است، اما تجارب نشان می-دهد این محصولات در برخی از سازمان‌ها نتوانسته‌اند آن‌گونه که باید مفید و کارگشا باشند، بنابراین پرداختن به عوامل موفقیت سیستم‌های ERP در سازمان‌های مختلف از چالش‌های مهم محققان از زمان پیدایش ERP بوده است [۵].

۱_۱ نوآوری پژوهش

صنایع تولیدی و خدماتی در ایران در صدر توجه برای بکارگیری فناوری‌های نوین بوده‌اند. در سال‌های اخیر با توجه به پیاده‌سازی نمونه‌های موفق و ناموفق از پروژه‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان در شرکت‌های ایرانی مسأله شناخت عوامل موفقیت این پروژه‌ها در کانون توجه قرار گرفته است [۶]. در پژوهش‌های انجام شده اغلب به بررسی چگونگی استقرار مدیریت منابع سازمانی و دلایل شکستِ پروژه‌های اجرای آن پرداخته شده و برخی پژوهش‌ها نیز مباحث نرم‌افزاری ERP را مطرح نموده‌اند و بررسی مدیریت چنین سیستمی و ارزیابی الگوهای مناسب جهت عملکرد بهینه آن کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین به منظور پوشش شکاف تحقیقاتی مشاهده شده نیاز است این سیستم‌ها در واحدهای صنعتی و تولیدی بصورت دقیق بررسی گردند و سیاست‌های بهبود اجرای آن‌ها معرفی و ارائه شود. از این رو پژوهش حاضر به دنبال بررسی کارایی استفاده از برنامه‌ریزی منابع سازمان در شرکت‌های تولیدی بر اساس مدل‌های تصمیم‌گیری و تحلیل پوششی داده‌ها است تا بتواند علل و چالش‌های عدم موفقیت اجرای برنامه‌ریزی سازمان را شناسایی نماید. این مهم با بکارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره جهت شناسایی معیارهای ارزیابی این سیستم در سازمان انجام خواهد شد. بدین منظور مهمترین معیارهای موجود در منابع کتابخانه‌ای و مطالعه موردی شناسایی و وزن‌دهی شده سپس با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی این سیستم مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج تحقیق حاضر می‌تواند در شناسایی نقاط ضعف و قوت شرکت‌ها و بهبود سیستم ERP آن‌ها مفید واقع شود.

ساختار پژوهش حاضر به شرح زیر است. پیشینه نظری پژوهش در بخش دوم مورد بررسی قرار می‌گیرد. بخش سوم روش و فرایند اجرای پژوهش را تبیین می‌نماید. یافته‌های پژوهش در بخش چهارم مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. در انتها نتایج، محدودیت‌ها و پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی در بخش پایانی مطرح خواهند شد.

۲. ادبیات پژوهش

براساس تعریف عمومی سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان یک بسته نرم‌افزاری قابل تنظیم و از پیش استاندارد شده تجاری است که هدف آن یکپارچگی اطلاعات و جریان اطلاعات بین کلیه بخش‌های سازمان از جمله مالی، حسابداری، منابع‌انسانی، زنجیره عرضه و مدیریت مشتریان با رویکرد مشتری‌گرایی و پاسخ به بازار می‌باشد. برنامه‌ریزی منابع سازمان یک پایگاه داده، یک برنامه کاربردی و یک واسط یکپارچه در تمامی سازمان است [۷].

در ادبیات فناوری اطلاعات و ارتباطات، این اصطلاح به مجموعه‌های نرم افزاری مستقل ولی مرتبط با یکدیگر اطلاق می‌شود که برای دستیابی به مقاصد خاصی طراحی شده‌اند. امکان تبادل سریع اطلاعات بین این نرم افزارها و همسانی محیط کاری در آنها از مهمترین ویژگی‌های این مجموعه‌هاست. از سوی دیگر رابط کاربری در کلیه آنها مشابه یکدیگر است [۸]. یکپارچگی سیستم ERP به معنای یکپارچگی از لحاظ امکان افزودن ماژول‌های جدید، یکپارچگی از لحاظ پوشش دادن کلیه فرآیندهای مورد نیاز در یک بخش سازمان، یکپارچگی از لحاظ عدم تکرار برخی از فرآیندها و یا حتی بخش‌هایی از یک فرآیند و یکپارچگی از لحاظ اطلاعاتی و عدم تکرار داده‌ها در کل سیستم می‌باشد. به طور کلی یکپارچگی به مفهوم پوشش کامل نرم‌افزار بر روی فرآیندهایی است که نرم افزار برای آنها پیاده‌سازی می‌شود. به عنوان مثال با پیاده‌سازی ماژول حسابداری و مالی، تمامی فرآیندهایی که در واحد حسابداری و مالی سازمان تعریف شده‌اند، تحت پوشش قرار می‌گیرند [۹].

سیر تکاملی سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان از یک سو متأثر از تکامل سخت‌افزارها و نرم‌افزارهای رایانه‌ای و از سوی دیگر متاثر از تحولات صورت گرفته در زمینه مدیریت سازمان‌ها و محیط رقابتی حاکم برآن‌هاست. برنامه‌ریزی منابع سازمان به منظور غلبه بر مشکلات سیستم‌های عملیاتی موجود در سازمان‌ها که از اوایل دهه ۱۹۶۰ میلادی توسعه پیدا نموده بودند، بوجود آمد [۱۰، ۱۱ و ۱۲].

ERP در واقع نسل جدیدی از سیستم‌های اطلاعاتی است که (MIS[۲]) نسل قدیمی‌تر آن به حساب می‌آید. به طور کلی روند رشد و تغییر سیستم‌های کامپیوتری را می‌توان به سه نسل تقسیم کرد [۱۳].

- سیستم‌های جزیره‌ای [۱۴].
- سیستم‌های استخراج اطلاعات [۱۵].
- سیستم‌های تسهیل کننده [۱۶ و ۱۷].

۲_۱ چالش‌های پیاده‌سازی سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان

عواملی که باعث بحران در سیستم‌های اطلاعاتی موجود سازمان‌ها شده و در زمره چالش‌های پیاده‌سازی ERP به حساب می‌آیند به شرح ذیل می‌باشند: ۱- فناوری با کمترین احساس نیاز وارد کشور شده است و مورد استفاده ناصحیح قرار گرفته است. ۲- در سازمان‌ها سیستم‌های موجود دستی، مکانیزه شد نه فرآیندهای صحیح کاری. اکثر سازمان‌ها و شرکت‌های بزرگ کشور در دهه‌های اخیر فقط توانسته‌اند برای سیستم‌های قدیمی و دستی خود بطور جزیره‌ای نرم‌افزار تهیه و آن‌ها را مکانیزه کنند و در قالب رایانه‌های منفرد و یا تحت شبکه اجرا نمایند. ۳- هزینه‌های اجرای این سیستم و مدت زمان بازگشت سرمایه زیاد است. ۴- ساختار سازمانی اکثر سازمان-های کشور غیرمنعطف است. ERP یک سیستم فرآیندنگر است و این دیدگاه در تناقض با روند انجام فعالیت‌های اکثر سازمان‌ها و شرکت‌های کشور که بصورت وظیفه‌ای انجام می‌شود، است. ۵- فرآیندهای موجود سازمان با فرآیندهای بهینه ERP تطابق ندارد. ۶- تبدیل داده‌ها یکی از معضلات بزرگ در پیاده‌سازی ERP است. ۷- هزینه‌های جانبی تحمیلی بر سازمان هنگام اجرای ERP سنگین است. ۸- کارکنان، عمده‌ترین عوامل ناکامی اجرای پروژه ERP هستند.

۲_۲ پیشینه پژوهش

ژو[۳] و همکاران بیان داشتند که سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP) در سطح جهان پیاده‌سازی شده‌اند و در طول دهه گذشته پیاده‌سازی آن‌ها به شکل گسترده تحت مطالعه قرار گرفته است [۱۸]. باوجود این، بسیاری از سازمان‌ها هنوز در حال تقلا زدن برای کسب مزایایی از سیستم‌های ERP پیاده‌سازی شده هستند. بنابراین، تضمین موفقیت بعد از پیاده‌سازی به موضوع تحت تمرکز این تحقیق ERP تبدیل شده است. ساموئلنیکو و برایسون در پژوهش خود تحت عنوان استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای نظارت بر عملکرد مبتنی بر بهره‌وری سازمان بازده محور بیان داشتند که ماهیت رقابتی محیط کسب و کار نیازمند سازماندهی مبتنی بر بهره‌وری است که از میزان نسبی آن در کارایی و کارایی نسبت به رقبا برخوردار باشد [۱۹]. چانگ[۴] و همکاران بیان داشتند که پس از وقوع رسوایی‌های مالی متعدد در سراسر جهان، اهمیت مسائل مرتبط از جمله کنترل داخلی و امنیت اطلاعات تا حد زیادی افزایش یافته است. این مطالعه یک چارچوب کنترل داخلی ایجاد می‌کند که قابل اعمال در سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی است [۲۰]. سودهامان و تنگاول[۵] در پژوهش خود تحت عنوان تجزیه و تحلیل بهره‌وری از پروژه‌هایERP بیان داشتند که برنامه‌ریزی منابع سازمانی حساس به تغییرات در محیط کسب‌وکار هستند و سرعت افزایش تغییر در تجارت جهانی، مدیران پروژه ERP را به چالش می‌کشد. سیستم استقرار ERP نشان می‌دهد که موفقیت سیستم ERP به شدت به سختی فرآیندهای کیفیت نرم‌افزار بستگی دارد [۲۱]. لال[۶] و تیاراچاکول تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) را در فرایند انتخاب یک سیستم ERP بررسی کرده و عوامل مربوط به شکست و موفقیت پیاده‌سازی را بیان نمودند [۱۶].

به منظور ارائه چهارچوبی جهت انتخاب سیستم ERP، آلاسکاری و همکاران[۷] به این نتیجه رسیدند هم سازمان‌های تولیدی و هم خدماتی جهت بکارگیری سیستم‌های ERP مناسب لازم است معیارهای اجرای موفقیت‌آمیز و کاهش ریسک را منحصرا در نظر داشته باشند [۲۲]. رویوو و همکاران[۸]، تأثیر برخی از قابلیت‌های قابل تعمیم ERP از جمله تعاملات، تجزیه و تحلیل‌ها، پورتال وب و افزودنی‌ها را بر بکارگیری و ارزش‌گذاری ERP بررسی کردند. نتایج پژوهش ایشان مفاهیم جدیدی را در تأثیرپذیری مثبت ارزش سرمایه‌گذاری و کسب‌وکار از قابلیت‌های ERP معذب نمود [۲۳]. از تحقیقات داخلی می‌توان به مطالعه فیضی و همکاران با موضوع ارائه رویکردی تلفیقی از QFD، FAHP و VIKOR را به منظور انتخاب مناسب‌ترین سامانه ERP ارائه کردند [۲۴]. در پژوهشی با عنوان "انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان با بهره‌گیری از

---

۲ Management Information Systems

۳ Zhu et al.

۴ Chang

۵ Thangavel and Sudhaman

۶ Lall ana Teyarachakul

۷ Alaskari et al.

۸ Ruivoet al.

روش تلفیقی سوآرا و آراس خاکستری"، حسینی دهشیری و عرب، معیارهای قابلیت کارکردی نرم‌افزار، پیاده‌سازی مدیریت پروژه و قابلیت کیفی نرم‌افزار را به‌عنوان بااهمیت‌ترین معیارهای انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان معرفی کردند [۲۵]. محقر و همکاران (۱۳۹۵) بهبود روش‌ها و فناوری‌های کلیدی با استفاده از گسترش عملکرد کیفیت، تحلیل پوششی داده‌ها و منطق فازی را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که رویکرد ارائه شده در مقایسه با روش‌های پیشین دارای مزیت‌های بهره‌گیری از شاخص‌های متعدد کمی و کیفی، رتبه‌بندی ساده‌تر و امکان استفاده از قضاوت‌های انسانی را داراست [۲۶].

پژوهش حاضر درصدد است با شناسایی مؤلفه‌های مؤثر در پیاده‌سازی ERP، مهمترین شاخص‌های ورودی و خروجی تأثیرگذار و تعیین‌کننده در ارزیابی این سیستم‌ها را استخراج و در نمونه آماری مورد مطالعه پیاده‌سازی نماید. این مهم با استفاده از رویکرد پیشنهادی پژوهش که در بخش بعدی تشریح خواهد شده، انجام پذیرفته است.

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش به ارزیابی عملکرد سیستم ERP، در ۱۸ شرکت تولیدی که سیستم ERP را پیاده‌سازی کرده‌اند، پرداخته‌است. ۹ مورد از این شرکت‌ها که با معرفی‌شان در این پژوهش موافقت کرده‌اند به شرح ذیل می‌باشند و سایر شرکت‌ها بصورت ناشناس مورد مطالعه واقع شده‌اند: ۱- شرکت فولاد هیربد زرندیه، ۲- شرکت تولیدی و بازرگانی نیلپر، ۳- شرکت تولیدی پارس حیات، ۴- شرکت سیم و کابل ابهر، ۵- شرکت ساینا، ۶- شرکت فولاد پاسارگاد، ۷- شرکت تولیدی مازینور، ۸- شرکت ایران ترانسفو، و ۹- شرکت سپهر منور.

روش اجرایی این پژوهش با هدف ارزیابی کارایی پیاده‌سازی سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان طراحی شده است. الگوریتم اجرایی پژوهش حاضر براساس طی مراحلی نظام‌مند و مبتنی بر روش تحقیق علمی طراحی شده است. گزینش شاخص‌های ورودی و خروجی توسط خبرگان و از طریق پرسشنامه انجام شده است. علت انتخاب این افراد برخورداری آن‌ها از تخصص کافی، دانش و تجربیات مناسب در این حوزه است. به منظور جمع‌آوری داده‌ها از مطالعه کتابخانه‌ای و مصاحبه استفاده شده است که یکی از ابزارهای رایج تحقیق و روشی مستقیم برای جمع‌آوری داده‌های پژوهش می‌باشد. همچنین بررسی دقیق و مصاحبه با کارشناسان و خبرگان آشنا با مفاهیم یکپارچه‌سازی منابع سازمان جهت شناسایی شاخص‌ها برای ارزیابی عملکرد سیستم ERP در شرکت‌های تولیدی انجام شده است. هریک از مراحل انجام شده در راستای نیل به هدف تحقیق در شکل ۱ آمده است:

شکل ۱. روش انجام تجزیه و تحلیل پژوهش

۳_۱ تکنیک دیمتل فازی

تکنیک دیمتل برای اولین بار بین سال‌های ۱۹۷۲ تا ۱۹۷۶ به عنوان روشی برای حل مسائل پیچیده مطرح شد. این تکنیک بر اساس تئوری گراف ساخته شده و مبتنی بر گراف‌های جهت‌داری است که به کمک آن‌ها می‌تواند با تفکیک عوامل دخیل در مسئله به دو گروه علت و معلول مسائل را به روشی ساده حل کند [۲۷]. از آنجا که تکنیک دیمتل قادر به تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان نبود، تکنیک دیمتل فازی ارائه شد. روش دیمتل فازی می‌تواند با استفاده از متغیرهای زبانی فازی، تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان محیطی را آسان کند [۲۸]. این تکنیک در زمینه‌های تولید، مدیریت سازمان، سیستم‌های اطلاعات و علوم اجتماعی کاربرد دارد و می‌تواند تمام مشکلات پیشروی سازمان را با به کارگیری تصمیم‌گیری گروهی حل نماید [۲۹]. گام‌های اجرای روش دیمتل فازی به شرح زیر است:

گام اول: طراحی پرسشنامه و ایجاد ماتریس مقایسات زوجی هر خبره. در گام نخست جهت تعیین معیارهایی برای تصمیم‌گیری به تنظیم پرسشنامه پرداخته و در اختیار خبرگان قرار می‌دهیم، بعد از

جمع‌آوری پرسشنامه‌ها داده‌ها که به زبان فازی می‌باشد باید به اعداد فازی تبدیل شوند، جهت انجام این عمل از جدول زیر استفاده شده است.

جدول ۱. تبدیل عبارات کلامی به اعداد فازی [۲۹]

میزان تأثیرگذاری عبارات کلامی	اعداد فازی مثلثی
بدون تأثیر	(۰،۰/۰،۱/۳)
تأثیر کم	(۰/۰،۱/۰،۳/۵)
تأثیر متوسط	(۰/۰،۳/۰،۵/۷)
تأثیر زیاد	(۰/۰،۵/۰،۷/۹)
تأثیر خیلی زیاد	(۰/۰،۷/۱،۹)

گام دوم: تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم فازی. روابط بین معیارها بصورت یک ماتریس نمایش داده شده است. چون از دیدگاه چند کارشناس استفاده شده از میانگین ساده نظرات استفاده می‌شود و ماتریس ارتباط مستقیم را تشکیل می‌دهیم. به منظور محاسبه میانگین حسابی نظرات خبرگان از رابطه (۱) استفاده می‌شود:

$$\tilde{z} = \frac{\tilde{x}^1 \oplus \tilde{x}^2 \oplus \tilde{x}^3 \oplus \dots \oplus \tilde{x}^p}{p} \quad (۱)$$

p تعداد خبره‌ها، $\tilde{x}^1$ ماتریس مقایسه زوجی خبره اول، $\tilde{x}^2$ ماتریس مقایسه زوجی خبره دوم، $\tilde{x}^p$ ماتریس مقایسه زوجی خبره pام، $\tilde{z}$ عدد فازی مثلثی $\widetilde{z_{ij}} = (l'_{ij}, m'_{ij}, u'_{ij})$ است.

گام سوم: نرمالایز کردن ماتریس ارتباط مستقیم فازی. جهت نرمال‌سازی ماتریس ارتباط مستقیم فازی که در گام قبل بدست آمد، از رابطه (۲) استفاده می‌شود:

$$\widetilde{H_{ij}} = \frac{\widetilde{Z_{ij}}}{r} = \left(\frac{l'_{ij}}{r}, \frac{m'_{ij}}{r}, \frac{u'_{ij}}{r}\right) = (l'', m'', u'') \quad (۲)$$

$$r = \max_{1 \le i \le n}\left(\sum_{j=1}^{n} u_{ij}\right)$$

گام چهارم: تشکیل ماتریس روابط کل فازی. با استفاده از روابط ماتریس روابط کلی فازی محاسبه می‌شود:

$$T = \lim_{k \to \infty}(\tilde{H}^1 \oplus \tilde{H}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{H}^k) = X(I - X)^{-1} \quad (۳)$$

T: ماتریس ارتباط کامل

I: ماتریس همانی

هر درایه T یک عدد فازی به صورت زیر است:

$$\widetilde{t_{ij}} = (l_{ij}^t, m_{ij}^t, u_{ij}^t) \quad (۴)$$

$$[l_{ij}^t] = H_l \times (I - H_l)^{-1} \quad (۵)$$

$$[m_{ij}^t] = H_m \times (I - H_m)^{-1} \quad (۶)$$

$$[u_{ij}^t] = H_u \times (I - H_u)^{-1} \quad (۷)$$

گام پنجم: فازی‌زدایی ماتریس روابط کل فازی. جهت انجام فازی‌زدایی از رابطه (۸) استفاده می‌شود:

$$B = \frac{(a_1 + a_3 + 2 \times a_2)}{4} \quad (۸)$$

گام ششم: محاسبه جمع سطرها و ستون‌ها. پس از تشکیل ماتریس رابطه کل که قبلا به روش بدست آوردن آن اشاره شد، جمع سطر-های این ماتریس نشان‌دهنده تاثیر مستقیم و غیرمستقیمی که معیار i بر روی معیارهای دیگر می‌گذارد، می‌باشد و جمع ستون‌های این ماتریس نشان‌دهنده تاثیر مستقیم و غیرمستقیمی است که معیار j از معیارهای دیگر دریافت کرده است.

$$\tilde{D} = (\tilde{D}_i)_{n\times 1} = \left[\sum_{j=1}^{n} \widetilde{T_{ij}}\right]_{n\times 1} \quad (۹)$$

$$\tilde{R} = (\tilde{R}_i)_{1\times n} = \left[\sum_{j=1}^{n} \widetilde{T_{ij}}\right]_{1\times n} \quad (۱۰)$$

گام هفتم: محاسبه $\tilde{D} + \tilde{R}$ و $\tilde{D} - \tilde{R}$

$(\widetilde{D_i} + \widetilde{R_i})$: نشان‌دهنده اهمیت شاخص‌ها

$(\widetilde{D_i} - \widetilde{R_i})$: نشان‌دهنده رابطه بین معیارها

$\widetilde{D_i} - \widetilde{R_i} > 0$: معیار اثرگذار می‌باشد

$\widetilde{D_i} - \widetilde{R_i} < 0$: معیار اثر پذیر می‌باشد

گام هشتم: رسم نمودار روابط علی و معلولی. نمودار رابطه علی و معلولی بیانگر رابطه علت و معلولی بین معیارها است. در این نمودار محور افقی نشان‌دهنده $\tilde{D} + \tilde{R}$ و محور عمودی نشان‌دهنده $\tilde{D} - \tilde{R}$ می‌باشد. معیارهایی که بالای خط افق قرار گیرند علت‌ها و معیارهایی که پایین خط افق قرار گیرند معلول‌ها را نمایش می‌دهند.

گام نهم: محاسبه ارزش آستانه روابط[۹] و رسم نقشه روابط شبکه[۱۰]. در این گام ارزش آستانه که برابر میانگین عناصر ماتریس ارتباط کامل می‌باشد محاسبه گردیده، با توجه به این مقدار تمامی مقادیر ماتریس ارتباط کامل که کوچک‌تر از این عدد باشند را مساوی صفر قرار داده و آن رابطه را علی در نظر نمی‌گیریم. با این روش می‌توان از روابط جزئی صرف‌نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتنا را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آنها در ماتریس ارتباط کامل از مقدار آستانه بزرگتر باشد در NRM نمایش داده خواهد شد.

۳_۲ روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای

از تلفیق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[۱۱] و ماتریس تأثیرات وابستگی متقابل بین معیارها فرآیند تحلیل شبکه‌ای حاصل می‌شود. به کمک

[۹] Threshold Value

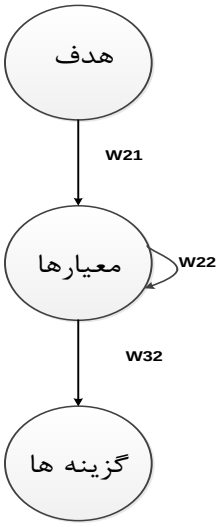
[۱۰] Network Relations Map (NRM)

[۱۱] Analytic Hierarchy Process (AHP)

سلسله مراتب یک‌طرفه در سطوح مختلف تصمیم، AHP یک چهارچوب تصمیم‌گیری اراته می‌کند که کاستی‌های ذاتی مراحل ارزیابی و اندازه‌گیری را برطرف کند، اما ناتوان از ارزیابی وابستگی‌های احتمالی داخلی در بین عوامل است. لذا روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای[۱۲] ابداع گردید که هر موضوع و مسئله‌ای را به مثابه شبکه‌ای از معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها که با یکدیگر در خوشه‌هایی جمع شده‌اند، در نظر می‌گیرد، تا بازخورها و تعاملات موجود بین عوامل و خوشه‌ها را نیز در نظر بگیرد. بنابراین روش مذکور تبعات و آثار پیچیده تأثیرات متقابل را بویژه هنگامی که ریسک و عدم اطمینان وجود دارد، بهتر لحاظ می‌کند. هدف روش تصمیم‌گیری تحلیل شبکه‌ای ساختارمند کردن فرآیند تصمیم‌گیری با توجه به یک سناریو متأثر از فاکتورهای چندگانه مستقل از هم می‌باشد. این تکنیک، تصمیم‌گیری چندمعیاره را به وسیله جایگزینی شبکه به جای سلسله مراتب بهبود می‌بخشد. در این رویکرد، هدف مسئله بالاترین نقطه به شمار آمده و سطوح میانی شامل فاکتورهای نمایانگر سطوح بالاتر می‌باشند. آخرین سطح شامل گزینه‌ها یا فعالیت‌هایی است که برای رسیدن به هدف باید به آن‌ها توجه کرد [۳۰].

تمامی عناصر در یک شبکه می‌توانند، به هر شکل دارای ارتباط با یکدیگر باشند. به عبارت دیگر در یک شبـــکه، بازخورد و ارتباط متـــقابل بین و میان خوشـــه‌ها امکان پذیر اسـت [۳۱]، بنابراین ANP را می‌توان متشکل از دو قسمت دانست: سلسله مراتب کنترلی و ارتباط شبکه‌ای. سلسله مراتب کنترلی ارتباط بین هدف، معیارها و زیر معیارها را شامل شده و بر ارتباط درونی سیستم تاثیرگذار است و ارتباط شبکه‌ای وابستگی بین عناصر و خوشه‌ها را شامل می‌شود [۳۲]. فرایند تحلیل شبکه‌ای شامل چهار مرحله می‌باشد که عبارتست از:

گام۱: ساخت مدل و تبدیل مسئله/ موضوع به یک ساختار شبکه‌ای موضوع/ مسئله باید به طور آشکار و روشن به یک سیستم منطقی، مثل یک شبکه تبدیل شود. این ساختار شبکه‌ای را می‌توان از طریق طوفان مغزی و یا هر روش مناسب دیگری چون دلفی، یا روش گروه اسمی بدست آورد. شکل (۲) نمونه‌ای از ساختار شبکه‌ای را به نمایش می‌گذارد.



شکل ۲. نمونه‌ای از ساختار شبکه‌ای

گام ۲: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی و تعیین بردارهای اولویت. مشابه مقایسات زوجی که در روش AHP انجام می‌شود عناصر تصمیم در هر یک از خوشه‌ها، بر اساس میزان اهمیت آن‌ها در ارتباط با معیارهای کنترلی دو به دو تقسیم می‌شوند. تاثیر هر عنصر بر روی عنصر دیگر از طریق بردار ویژه قابل ارائه است. اهمیت نسبی عناصر بر اساس مقیاس ۹ کمیتی ساعتی سنجیده می‌شود. در این قسمت بردار اهمیت داخلی محاسبه می‌شود که نشانگر اهمیت نسبی (ضریب اهمیت) عناصر یا خوشه‌هاست، که از طریق رابطه (۱۱) بدست می‌آید:

$$Aw = \lambda_{max} w \qquad (۱۱)$$

که در آن:

A : ماتریس مقایسه زوجی معیارها

w : بردار ویژه (ضریب اهمیت)

$\lambda_{\max}$: بزرگترین مقدار ویژه عددی

جهت محاسبه بردار ویزه w ساعتی (۱۹۹۹) چندین روش ارائه کرده است و در صورتی که محاسبات قرار است بدون استفاده از نرم‌افزار خاصی انجام شوند، بهتر است از روش تقریب میانگین هندسی استفاده شود.

[۱۲] Analytic Network Process (ANP)

گام ۳: تشکیل سوپرماتریس و تبدیل آن به سوپرماتریس حد. برای دستیابی به اولویت‌های کلی در یک سیستم با تأثیرات متقابل، بردارهای اولویت داخلی (یعنیwهای محاسبه شده) در ستون‌های مناسب یک ماتریس وارد می‌شوند. در نتیجه یک سوپرماتریس (درواقع یک ماتریس تقسیم‌بندی شده) که هر بخش از این ماتریس ارتباط بین دو خوشه در یک سیستم را نشان می‌دهد، بدست می‌آید. بعنوان مثال سوپرماتریس شبکه نمایش داده شده بدین صورت خواهد بود:

(۱۲)

$$W_n = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} 1 & 2 & 3 \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ w_{21} & W_{22} & 0 \\ 0 & W_{32} & \mathrm{I} \end{bmatrix} \end{array}$$

این نوع سوپرماتریس را سوپرماتریس اولیه می‌نامند. با جایگزینی بردار اولویت‌های داخلی (ضرایب اهمیت) عناصر و خوشه‌ها در سوپرماتریس اولیه سوپرماتریس ناموزون بدست می‌آید. در مرحله بعد سوپرماتریس موزون از طریق ضرب مقادیر سوپرماتریس ناموزون در ماتریس خوشه‌ای محاسبه می‌شود. سپس از طریق نرمالیزه کردن سوپرماتریس موزون، سوپرماتریس از نظر ستونی به حالت تصادفی تبدیل می‌شود [۳۲].

در مرحله سوم سوپرماتریس حد با به توان ر ساندن تمامی عنا صر سوپرماتریس موزون تا زمانی که واگرایی حاصل شود (از طریق تکرار)، یا به عبارت دیگر تمامی عناصر سوپرماتریس همانند هم شوند، محاسبه می‌شود.

گام ۴: انتخاب گزینه برتر. اگر سوپرماتریس تشکیل شده در مرحله سوم کل شبکه را در نظر گرفته با شد، یعنی گزینه‌ها نیز در سوپر ماتریس لحاظ شده با شند، اولویت کلی گزینه‌ها از ستون مربوط به گزینه‌ها در سوپرماتریس حد نرمالیزه شده قابل ح صول ا ست. اگر سوپرماتریس، فقط بخشی از شبکه که وابستگی متقابل دارند را شامل شود و گزینه‌ها در سوپرماتریس در نظر گرفته نشوند، محاسبات بعدی لازم است صورت بگیرد تا اولویت کلی گزینه‌ها بدست آید. گزینه‌ای که بیشترین اولویت کلی را داشته باشد به عنوان برترین گزینه برای موضوع مورد نظرانتخاب می‌شود.

پیچیدگی و عدم اطمینان موجود در مسائل تصمیم‌گیری دنیای واقعی، بعضا انجام مقایسه‌های دقیق و واقع‌بینانه را با استفاده از ANP سنتی سخت و حتی غیرممکن می‌سازد. برای رفع این م شکل و لحاظ نمودن عدم قطعیت در ق ضاوت ت صمیم‌گیرندگان از رویکردهای زبانی و منطق فازی استفاده می‌شود.

۳_۳ تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA[۱۳]) یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ای (DMU[۱۴]) است که چندین ورودی و چندین خروجی دارند. اندازه‌گیری کارایی به دلیل اهمیت آن در ارزیابی عملکرد یک شرکت یا سازمان همواره مورد توجه محققین قرار گرفته است. فارل، با استفاده از روشی همانند اندازه‌گیری کارایی در مباحث مهندسی، به اندازه‌گیری کارایی برای واحد تولیدی اقدام کرد. موردی که فارل برای اندازه‌گیری کارایی مد نظر قرار داد شامل یک ورودی و یک خروجی بود [۳۳]. چارنز، کوپر و رودز دیدگاه فارل را توسعه دادند و الگویی را ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. این الگو، تحت عنوان تحلیل پوششی داده‌ها نام گرفت و نخستین بار در رساله دکترای ادوارد رودز[۱۵] و به راهنمائی کوپر[۱۶] تحت عنوان ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش‌آموزان مدارس ملی آمریکا در سال ۱۹۷۶، در دانشگاه کارنگی مورد استفاده قرار گرفت از آن جا که این الگو توسط چارنز[۱۷] ، کوپر و رودرز ارائه گردید، به الگوی(CCR) که از حروف اول نام سه فرد یاد شده تشکیل شده است، معروف گردید [۳۴] و در سال ۱۹۷۸ در مقاله‌ای با عنوان اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده ارائه شد [۳۵].

در واقع تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی است که به آن روش ناپارامتریک نیز گفته می‌شود. در این روش منحنی مرزی کارا از نقاطی که بوسیله برنامه‌ریزی خطی تعیین می‌شود، ترسیم می‌گردد. برای تعیین این نقاط می‌توان از دو فرض بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس استفاده کرد. روش برنامه‌ریزی خطی پس از یک سری بهینه‌سازی مشخص می‌کند که آیا واحد تصمیم‌گیرنده مورد نظر روی مرز کارایی قرار گرفته است و یا خارج آن قرار دارد؟ بدین وسیله واحدهای کارا و ناکارا از یکدیگر تفکیک می‌شوند. تکنیک DEA تمام داده‌ها را تحت پوشش قرار داده و به همین دلیل تحلیل پوششی داده‌ها نامیده شده است [۳۶]. بعدها بنکر[۱۸]، چارنز و کوپر با تغییر در مدل CCR مدل جدیدی را عرضه کردند که بر اساس حروف اول نام خانوادگی آنان به مدل

[۱۳] Data Envelopment Analysis

[۱۴] Decision Making Unit

[۱۵] Edward Rhodes

[۱۶] William W. Cooper

[۱۷] Abraham Charnes

[۱۸] Rajiv D. Banker

BCC شهرت یافت. مدل BCC مدلی از انواع مدل‌های تحلیل پوششی داده‌هاست که ارزیابی کارایی نسبی واحدهایی با بازده متغیر نسبت به مقیاس می‌پردازد. مدل نسبت BCC برای ارزیابی کارایی واحد تحت بررسی صفر بصورت زیر است [۳۷]:

(۱۴) مدل نسبت BCC ورودی محور

$$Max\ Z_{.} = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{r.} + w}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i.}}$$

St:

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{r_j} + w}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i_j}} \le 1 \quad (j = 1,2, \dots, n)$$

$u_r, v_i \ge 0$

w آزاد در علامت

- مدل مضربی BCC ورودی محور:

مدل نسبت BCC یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی است که برای خطی کردن آن به دو شیوه می‌توان عمل کرد: حداکثر کردن صورت و ثابت نگه داشتن مخرج، که مدل مضربی BCC ورودی محور را ایجاد می‌کند، یا حداقل کردن مخرج و ثابت نگه داشتن صورت کسر که ایجاد کننده مدل مضربی BCC خروجی محور است. مدل مضربی اولیه (ورودی محور) بصورت زیر خواهد بود:

$$Max\ Z_{.} = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{r.} + w \qquad (15)$$

$$s.t.:$$

$$\sum_{i=1}^{m} v_i x_{i.} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{s} u_r\, y_{r_j} - \sum_{i=1}^{m} v_i\, x_{ii} + w \le 0 \quad (j = 1,2, \dots, n)$$

$$u_r, v_i \ge 0$$

w آزاد در علامت

تفاوت این مدل با مدل CCR در وجود متغیر آزاد در علامت w است. علامت متغیر w در این مدل نوع بازده به مقیاس را بصورت زیر تعیین می‌کند:

الف: هرگاه $w < 0$ باشد نوع بازده به مقیاس، کاهشی است.

ب: هرگاه $w = 0$ باشد نوع بازده به مقیاس، ثابت است.

پ: هرگاه $w > 0$ باشد نوع بازده به مقیاس، افزایش است.

ثانویه مدل BCC به صورت زیر است. متغیر متناظر با محدودیت اول مسئه با θ و متغیرهای متناظر با سایر محدودیت‌ها با λ_j به نمایش گذاشته شده است.

$$\min Z = \theta \qquad (16)$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} \lambda_J x_{ij} \le \theta x_{io} \quad , i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_J x_{ij} \ge y_{ro} \quad , \quad r = 1, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_J = 1$$

$$\lambda_J \ge o\,, \quad j = 1, \dots, n$$

در مدل ثانویه BCC محدودیت متناظر با اضافه شدن متغیر آزاد در علامت w در مسئله اولیه، محدودیت $\sum_{j=1}^{n} \lambda_{j=1}$ است. در این مدل θ نسبت کاهش ورودی‌های واحد تحت بررسی را برای بهبود کارایی نشان می‌دهد. یک واحد در این مدل کاراست اگر وتنها اگر دو شرط زیر برای آن برقرار باشد:

الف) $\theta^{*} = 1$ شود.

ب) تمامی متغیرهای کمکی مقدارصفر داشته باشند.

از آنجا که مدل‌های DEA استاندارد قادر به اداره مجموعه داده غیرمنفی نیستند. هدف کلی استفاده از روش SORM به کار بردن تغییرات ماهرانه ذکر شده برای مدل BCC استاندارد است. فرض کنید I و R به ترتیب مجموعه‌ای از شاخص‌های ورودی‌ها و خروجی‌های غیرمنفی باشند. از نظر ریاضی $I = \{i : x_i \ge 0, i = 1, \dots, m\}$ $R = \{r : y_r \ge 0, r = 1, \dots, s\}$ به علاوه، فرض کنید l و K مجموعه‌ای از شاخص‌های یک ورودی و یک خروجی با کوچکترین داده منفی یا معادل $k \in R^C \ I^C$, $l \in I$ باشند. علی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۵)، x_i و y_k را با دو مقدار غیرمنفی به عنوان x_l^1 , x_l^2 و y_k^1 , y_k^2 به صورت زیر جایگزین کردند [۳۸]:

$$x_{lj}^{1} = \begin{cases} x_{lj}, & x_{lj} > 0 \\ 0, & x_{lj} \le 0 \end{cases} \qquad x_{lj}^{2} = \begin{cases} 0, & x_{lj} > 0 \\ -x_{lj}, & x_{lj} \le 0 \end{cases} \qquad (17)$$

$$y_{kj}^{1} = \begin{cases} y_{kj}, & y_{kj} > 0 \\ 0, & y_{kj} \le 0 \end{cases} \qquad y_{kj}^{2} = \begin{cases} 0, & y_{kj} > 0 \\ -y_{kj}, & y_{kj} \le 0 \end{cases}$$

در ادامه مدلی برای اندازه گیری رتبه کارایی DMU_o پیشنهاد شده است:

$$\min Z = \theta \qquad (18)$$

s.t

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j\, x_{ij} \le \theta x_{io} \qquad i \epsilon I$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j\, x_{ij}^{1} \le \theta x_{io}^{1} \qquad i \epsilon I^{c}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij}^{2} \geq \theta x_{io}^{2} \qquad i \epsilon I^{c}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj} \geq y_{ro} \qquad r \epsilon R$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj}^{1} \geq y_{ro}^{1} \qquad r \epsilon R^{c}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj}^{2} \leq y_{ro}^{2} \qquad r \epsilon \mathrm{R}^{c}$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1 \qquad \lambda_j \geq 0, \forall j$$

در نتیجه در مدل فوق:

محدودیت‌ها $|I| + |R| + 2(|I^c| + |R^c|) + 1$

(۱۹) متغیرها $n + 1$

۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها

۴_۱ انتخاب شاخص‌های ورودی با استفاده از روش دیمتل فازی

با توجه به بررسی متون علمی تدوین شده در حوزه ERP شاخص‌های ورودی جهت بررسی به شرح زیر می‌باشند، که سه شاخص برتر به روش دیمتل فازی انتخاب گردیده و جهت ارزیابی کارائی سیستم‌های یکپارچه‌سازی منابع سازمان مورد استفاده قرارمی‌گیرد.

جدول ۲. شاخص‌های ورودی

نماد	شرح عامل	نماد	شرح عامل
C۱	پیچیدگی اجرا	C۲	زمان صرف شده برای اجرا
C۳	آموزش و اقدامات حمایتی کاربر	C۴	زیر ساخت‌های اجرای
C۵	هزینه‌های بسترسازی	C۶	آموزش پرسنل
C۷	پشتیبانی مناسب سازمان		

گام‌های بررسی روابط درونی و چگونگی تاثیر معیارها با استفاده از روش دیمتل فازی به شرح زیر می‌باشد:

گام اول: تهیه پرسشنامه و ایجاد ماتریس مقایسات زوجی

جهت بررسی روابط درونی معیارها از ۷ کارشناس متخصص در این حوزه درخواست شده تا به مقایسات زوجی بین شاخص‌های ورودی از نقطه نظر میزان تاثیر معیار i بر معیار j در ستون پرداخته (بدین منظور پرسشنامه طراحی گردیده و از گزینه‌های زبانی و اعداد فازی که در جدول ۳ آمده است جهت مقایسه استفاده شده است).

جدول ۳. مقیاس ارزیابی فازی

میزان تأثیرگذاری عبارات کلامی	اعداد فازی مثلثی/ اعداد قطعی مورد استفاده در پرسشنامه
بدون تاثیر	۰/(۰،۰/۰،۱/۳)
تاثیر کم	۱/(۰/۰،۱/۰،۳/۵)
تاثیر متوسط	۲/ (۰/۰،۳/۰،۵/۷)
تاثیر زیاد	۳/ (۰/۰،۵/۰،۷/۹)
تاثیر خیلی زیاد	۴/ (۰/۰،۷/۱،۹)

با استفاده از نتیجه نهائی این مقایسات ماتریس روابط مستقیم فازی برای معیارها تشکیل شده که در جدول ۳ نشان داده شده است. در این ماتریس‌ها $\tilde{x}_{ij} = (l_{ij} + m_{ij} + u_{ij})$ اعداد فازی مثلثی می‌باشند. به صورت نمونه دو جدول مقایسات زوجی کارشناسان اول و دوم نمایش داده شده است:

جدول ۴. ماتریس تصمیم معیارهای خبره اول ودوم به عنوان نمونه

DM_1	C۱			C۲			C۳			C۴			C۵			C۶			C۷		
C۱	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۷	۰/۷	۱	۰/۷	۰/۹	۱
C۲	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۷	۰/۹	۱
C۳	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۱	۰/۳	۰/۵
C۴	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۳	۰/۵	۰/۷
C۵	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۵	۰/۷	۰/۹
C۶	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۹
C۷	۰	۰/۱	۰/۳	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۰	۰/۵	۰	۰/۱	۰/۳
DM_2	C۱			C۲			C۳			C۴			C۵			C۶			C۷		
C۱	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۱	۰/۳	۰/۵
C۲	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۷	۰/۹	۱	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۱	۰/۳	۰/۵
C۳	۰/۷	۰/۹	۱	۰/۷	۰/۹	۱	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۷	۰/۹	۱	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۷	۰/۹	۱	۰/۵	۰/۷	۰/۹
C۴	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۷	۰/۹	۱	۰/۷	۰/۹	۱	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۵
C۵	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۵
C۶	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۹
C۷	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰	۰/۱	۰/۳

گام دوم: محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم فازی

در تکنیک دیمتل گروهی زمانی که از دیدگاه چند خبره استفاده می‌شود جهت تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم از میانگین حسابی ساده نظرات استفاده کرده و ماتریس ارتباط مستقیم را بدست می‌آوریم، که در جدول ۶ نمایش داده شده است.

جدول ۵. ماتریس تصمیم متوسط

ردیف	C۱			C۲			C۳			C۴			C۵			C۶			C۷		
C۱	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۴۴	۰/۶۴	۰/۸۳	۰/۳۶	۰/۵۶	۰/۷۶	۰/۴۱	۰/۶۱	۰/۸۰	۰/۲۴	۰/۴۴	۰/۶۴	۰/۵۰	۰/۷۰	۰/۸۶	۰/۳۳	۰/۵۳	۰/۷۰
C۲	۰/۳۶	۰/۵۶	۰/۷۶	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۴۱	۰/۶۱	۰/۸۰	۰/۳۹	۰/۵۹	۰/۷۹	۰/۳۹	۰/۵۹	۰/۷۷	۰/۳۶	۰/۵۶	۰/۷۶	۰/۳۹	۰/۵۹	۰/۷۶
C۳	۰/۳۶	۰/۵۶	۰/۷۴	۰/۳۳	۰/۵۳	۰/۷۱	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۳۹	۰/۵۹	۰/۷۷	۰/۳۳	۰/۵۳	۰/۷۳	۰/۴۴	۰/۶۴	۰/۸۳	۰/۳۹	۰/۵۹	۰/۷۹
C۴	۰/۴۴	۰/۶۴	۰/۸۴	۰/۴۴	۰/۶۴	۰/۸۳	۰/۳۹	۰/۵۹	۰/۷۷	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۵۰	۰/۷۰	۰/۴۱	۰/۶۱	۰/۸۰	۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۷۰
C۵	۰/۳۳	۰/۵۳	۰/۷۳	۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۷۰	۰/۳۶	۰/۵۶	۰/۷۴	۰/۳۳	۰/۵۳	۰/۷۳	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۳۶	۰/۵۶	۰/۷۶	۰/۴۱	۰/۶۱	۰/۸۱
C۶	۰/۲۴	۰/۴۱	۰/۶۱	۰/۳۳	۰/۵۳	۰/۷۱	۰/۳۶	۰/۵۶	۰/۷۶	۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۷۰	۰/۲۷	۰/۴۷	۰/۶۷	۰/۱۰	۰/۳۰	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۶۱	۰/۸۱
C۷	۰/۱۳	۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۳۰	۰/۴۷	۰/۶۷	۰/۲۴	۰/۴۴	۰/۶۴	۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۷۰	۰/۳۰	۰/۵۰	۰/۶۹	۰/۲۴	۰/۴۴	۰/۶۴	۰/۰۰	۰/۱۰	۰/۳۰

گام سوم: نرمالایز کردن ماتریس ارتباط مستقیم فازی جهت نرمالایز کردن ماتریس ارتباط مستقیم از رابطه ۲ استفاده کرده و ماتریس زیر را بدست آورده‌ایم.

جدول ۶. ماتریس ارتباط مستقیم نرمال شده فازی

M	C۱			C۲			C۳			C۴			C۵			C۶			C۷		
C۱	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۴
C۲	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۵
C۳	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۶
C۴	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۴
C۵	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۶
C۶	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۶
C۷	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۶

گام چهارم: تشکیل ماتریس روابط کل فازی. با استفاده از روابط ۳،۵، ۶ و ۷ ماتریس ارتباط کامل را بدست آورده‌ایم که در جدول ۷ نمایش داده شده است. بدلیل حجم بالای جداول از نمایش دادن ماتریس تمامی روابط صرف نظر شده شده است.

جدول ۷. ماتریس روابط کل فازی

T	C۱			C۲			C۳			C۴			C۵			C۶			C۷		
C۱	۰/۰۵	۰/۲۳	۳/۰۰	۰/۱۴	۰/۳۵	۳/۲۶	۰/۱۲	۰/۳۴	۳/۲۶	۰/۱۳	۰/۳۴	۳/۲۸	۰/۰۹	۰/۳۰	۳/۰۸	۰/۱۵	۰/۳۷	۳/۳۸	۰/۱۲	۰/۳۴	۳/۳۱
C۲	۰/۱۱	۰/۳۱	۳/۱۱	۰/۰۵	۰/۲۵	۳/۱۹	۰/۱۳	۰/۳۴	۳/۲۹	۰/۱۳	۰/۳۴	۳/۳۰	۰/۱۲	۰/۳۲	۳/۱۲	۰/۱۲	۰/۳۵	۳/۳۸	۰/۱۳	۰/۳۵	۳/۳۵
C۳	۰/۱۱	۰/۳۱	۳/۰۷	۰/۱۱	۰/۳۳	۳/۲۳	۰/۰۵	۰/۲۵	۳/۱۶	۰/۱۲	۰/۳۴	۳/۲۵	۰/۱۱	۰/۳۱	۳/۰۸	۰/۱۴	۰/۳۶	۳/۳۶	۰/۱۳	۰/۳۴	۳/۳۱
C۴	۰/۱۳	۰/۳۳	۳/۱۳	۰/۱۴	۰/۳۵	۳/۳۰	۰/۱۳	۰/۳۴	۳/۳۰	۰/۰۵	۰/۲۵	۳/۲۲	۰/۱۱	۰/۳۱	۳/۱۲	۰/۱۴	۰/۳۶	۳/۴۱	۰/۱۱	۰/۳۳	۳/۳۵
C۵	۰/۱۰	۰/۳۰	۳/۰۱	۰/۱۱	۰/۳۱	۳/۱۶	۰/۱۲	۰/۳۲	۳/۱۸	۰/۱۱	۰/۳۲	۳/۱۹	۰/۰۴	۰/۲۲	۲/۹۴	۰/۱۲	۰/۳۳	۳/۳۸	۰/۱۳	۰/۳۴	۳/۳۶
C۶	۰/۰۹	۰/۲۷	۲/۸۷	۰/۱۱	۰/۳۰	۳/۰۵	۰/۱۱	۰/۳۱	۳/۰۶	۰/۱۰	۰/۳۰	۳/۰۶	۰/۰۹	۰/۲۸	۲/۹۰	۰/۰۵	۰/۲۴	۳/۰۷	۰/۱۲	۰/۳۳	۳/۱۳
C۷	۰/۰۶	۰/۲۲	۲/۶۲	۰/۰۹	۰/۲۷	۲/۷۹	۰/۰۸	۰/۲۷	۲/۸۰	۰/۰۹	۰/۲۷	۲/۸۱	۰/۰۹	۰/۲۶	۲/۶۶	۰/۰۹	۰/۲۷	۲/۸۸	۰/۰۴	۰/۲۱	۲/۷۸

گام پنجم: فازی زدایی. دراین گام جهت بدست آوردن جواب قطعی عمل فازی‌زدایی را با استفاده از رابطه ۸ انجام داده که نتیجه در جدول ۸ به نمایش در آمده است.

جدول ۸. ماتریس روابط کل قطعی

	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	C۶	C۷
C۱	۰/۸۸	۱/۰۳	۱/۰۱	۱/۰۲	۰/۹۴	۱/۰۷	۱/۰۳
C۲	۰/۹۶	۰/۹۴	۱/۰۳	۱/۰۳	۰/۹۷	۱/۰۵	۱/۰۴
C۳	۰/۹۵	۱/۰۰	۰/۹۳	۱/۰۱	۰/۹۵	۱/۰۵	۱/۰۳

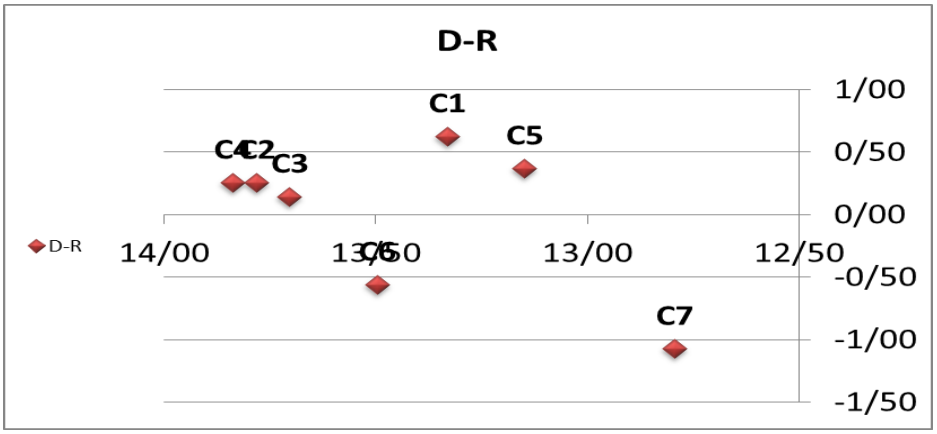
C۴	۰/۹۸	۱/۰۳	۱/۰۳	۰/۹۴	۰/۹۶	۱/۰۶	۱/۰۳
C۵	۰/۹۳	۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۸	۰/۸۶	۱/۰۲	۱/۰۲
C۶	۰/۸۷	۰/۹۴	۰/۹۵	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۹۰	۰/۹۸
C۷	۰/۷۸	۰/۸۶	۰/۸۵	۰/۸۶	۰/۸۲	۰/۸۸	۰/۸۱

گام ششم: محاسبه جمع سطرها و ستون‌های ماتریس ارتباط کامل.

جدول ۹. محاسبه جمع سطرها و ستون‌ها

	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	C۶	C۷
D	۶/۹۸	۷/۰۲	۶/۹	۷/۰۵	۶/۷۶	۶/۴۷	۵/۸۶
R	۶/۳۵	۶/۷۶	۶/۷۸	۶/۷۹	۶/۳۹	۷/۰۳	۶/۹۴

گام هشتم: رسم نمودار روابط علی و معلولی. نمودار روابط علی و معلولی نشان‌دهنده رابطه علت و معلولی میان معیارها می‌باشد. محور افقی نشان دهنده D+R و محور عمودی نشان دهنده D-R است. معیارهایی که بالای خط افق قرار دارند علت‌ها و معیارهایی که پایین خط افق قرار دارند معلول-ها را نمایش می‌دهند.

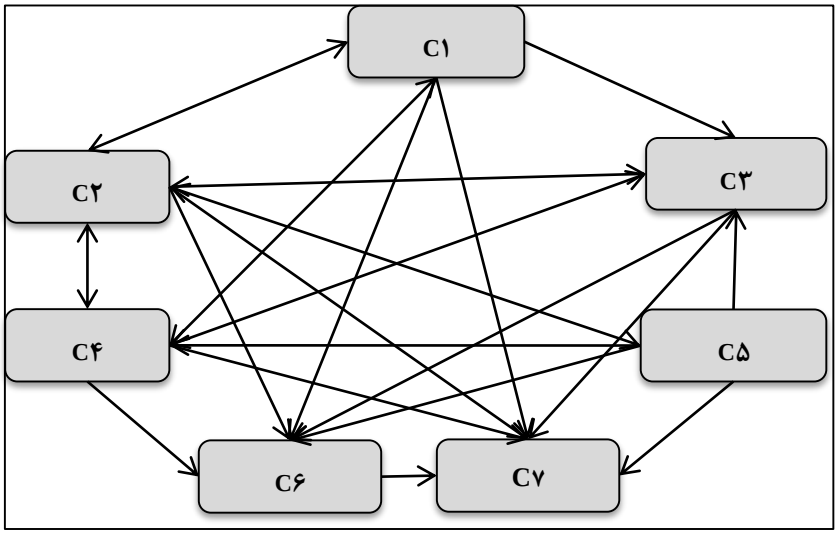


شکل ۳. دیاگرام روابط علی و معلولی

گام نهم: محاسبه ارزش آستانه و رسم نقشه روابط شبکه. جهت رسم نقشه روابط شبکه مقدار آستانه که برابر با میانگین عناصر ماتریس ارتباط کامل می‌باشد را بدست می‌آوریم. در این پژوهش مقدار آستانه برابر است با ۰,۹۶، با توجه به این مقدار تمامی مقادیر ماتریس رابطه کل که کوچک‌تر از این عدد باشند را مساوی با صفر قرار می‌دهیم و آن رابطه را علی در نظر نمی‌گیریم. در نقشه روابط شبکه تنها عواملی که مقدارشان در ماتریس رابطه کل بزرگ‌تر از مقدار آستانه باشد نمایش داده می‌شوند.

جدول ۱۰. الگوی روابط معنی دار معیارها

	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	C۶	C۷
C۱		x	x	x		x	x
C۲	x		x	x	x	x	x
C۳		x		x		x	x
C۴	x	x	x			x	x
C۵		x	x	x		x	x
C۶							x
C۷							



شکل ۴. نقشه روابط شبکه

۴_۲ رتبه‌بندی شاخص‌های ورودی با استفاده از روش DEMATEL

بررسی نتایج نهایی بدست آمده از اجرای دیمتل فازی:

جدول ۱۱. نتایج بدست آمده از تکنیک دیمتل

T	D	R	D+R	D-R
پیچیدگی اجرا	۶/۹۸	۶/۳۵	۱۳/۳۳	۰/۶۲
زمان صرف شده برای اجرا	۷/۰۲	۶/۷۶	۱۳/۷۸	۰/۲۵
آموزش و اقدامات حمایتی کاربر	۶/۹۲	۶/۷۸	۱۳/۷۰	۰/۱۴
زیر ساخت‌های اجرای	۷/۰۵	۶/۷۹	۱۳/۸۴	۰/۲۵
هزینه‌های بسترسازی	۶/۷۶	۶/۳۹	۱۳/۱۵	۰/۳۷
آموزش پرسنل	۶/۴۷	۷/۰۳	۱۳/۵۰	-۰/۵۶
پشتیبانی مناسب سازمان	۵/۸۶	۶/۹۴	۱۲/۷۹	-۱/۰۸

در جدول فوق جمع عناصر هر سطر (D) نشانگر میزان تأثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم است. براین اساس «زیر ساخت‌های اجرای» از بیشترین تاثیرگذاری برخوردار است. شاخص «زمان صرف شده برای اجرا» و «پیچیدگی اجرا» با تأثیرگذاری تقریبا مشابه در جایگاه دوم و سوم قرار دارد. جمع عناصر ستون (R) برای هر عامل نشانگر میزان تأثیرپذیری آن عامل از سایر عامل‌های سیستم است. براین اساس شاخص «آموزش پرسنل» از میزان تأثیرپذیری بسیار زیادی برخوردار است. معیار «پیچیدگی اجرا» نیز کمترین تأثیرپذیری را از سایر معیارها دارد. بردار افقی (D + R)، میزان تأثیر و تأثر عامل مورد نظر در سیستم است. به عبارت دیگر هرچه مقدار D + R عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد و از اهمیت ببیشتری برخوردار است. براین اساس شاخص «زیر ساخت‌های اجرای»، «زمان صرف شده برای اجرا» و «آموزش و اقدامات حمایتی کاربر» بیشترین تعامل را با سایر معیارهای مورد مطالعه دارند، و جهت ارزیابی عملکرد سیستم‌های ERP مورد استفاده قرار داده شده است. بردار عمودی (D-R)،

قدرت تأثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. بطور کلی اگر D - R مثبت باشد، متغیر یک متغیر علی محسوب می‌شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود.

۴_۳ انتخاب شاخص‌های خروجی با تکنیک ANP فازی

در این بخش به انتخاب ســـه خروجی برتر جهت ارزیابی عملکرد سیستم‌های ERP از میان ۷ خروجی که از مطالعه ادبیات پیشین در این زمینه بدســت آورده شــده اســت، با اســتفاده از تکنیک ANP فازی پرداخته خواهد شــد. شــاخص های خروجی بدســت آمده از مطالعات انجام شده به شرح جدول ۱۲ است:

جدول ۱۲. شاخص‌های خروجی

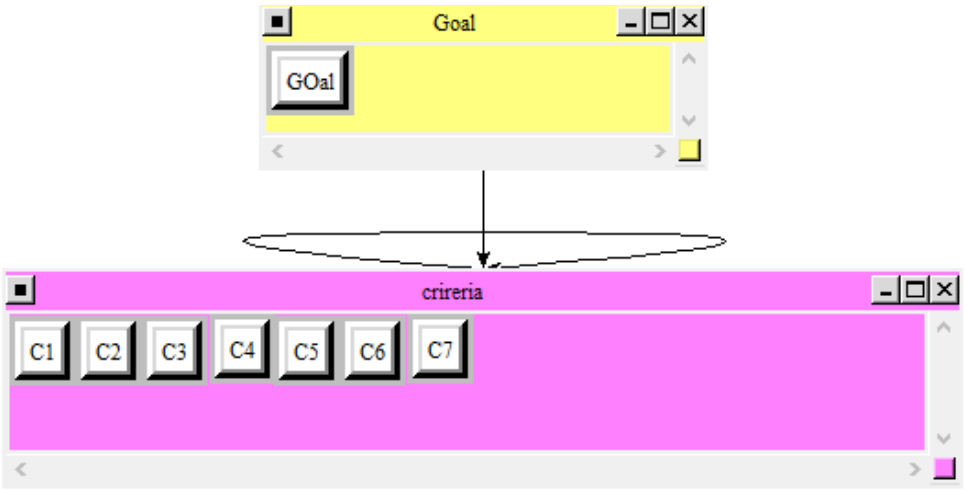
نماد	شرح عامل	نماد	شرح عامل
C۱	شاخص افزایش بهره‌وری سازمان	C۲	مدیریت صحیح منابع
C۳	میزان رضایتمندی کاربر	C۴	انطباق عملیاتی نرم‌افزار
C۵	پویایی واحدها	C۶	کاهش هزینه‌های تکنولوژی اطلاعات
C۷	توانمندسازی سازمان در توسعه		

گام‌های تکنیک ANP به شرح زیر می‌باشد:

جهت پیاده‌سازی تکنیک ANP دراین پژوهش از نرم افزار سوپر دسیژن[۱۹] استفاده شده است.

گام اول ایجاد ساختار شبکه‌ای.

این پژوهش بدنبال اولویت‌بندی معیارهای اصــلی که پیشــتر ذکر گردید، می‌باشــد. مدل شــبکه‌ای جهت اولویت‌بندی ۷ معیار ورودی سیستم‌های ERP در شکل (۵) ارائه شده است. این مهم با توجه به ساختار شبکه‌ای سوپرماتریس اولیه که به شرح زیر است، انجام می‌شود.



شکل ۵. ساختار شبکه‌ای در نرم افزار Super Decisions

گام دوم تشکیل ماتریس مقایسات زوجی و کنترل سازگاری آن‌ها

*مقایسه زوجی معیارها ($W_{۲۱}$):

مقایسه زوجی معیارهای ۷ گانه بر اساس مقیاس ۹ کمیتی ساعتی (۱۹۹۹) انجام می‌گیرد [۳۲]. نتیجه مقایسه زوجی معیارها و همچنین بردار موزون حاصل از آن یعنی $W_{۲۱}$ در جدول (۱۳) ارائه شده است. از آنجایی که در این پژوهش از قضاوت گروهی که توسط ۷ خبره صورت گرفته استفاده می‌شود، ماتریس پیش‌رو از میانگین هندسی نظرات گروهی بدست آمده است.

(۱)

$$W = \begin{matrix} & \text{معیارها} \\ \text{هدف} & \end{matrix}\begin{pmatrix} \cdot & \cdot \\ w_{۲۱} & w_{۲۲} \end{pmatrix} \quad \begin{matrix} \text{هدف} \\ \text{معیارها} \end{matrix}$$

نمایش شبکه‌ای مدل در نرم افزار سوپر دیسیژن مطابق شکل زیر می‌باشد:

[۱۹] Super Decision

جدول ۱۳. جدول مقایسات زوجی معیارها

معیارها	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵	C۶	C۷
C۱	۱	۱	۱	۱	۲	۳	۳
C۲	۱	۱	۳	۲	۲	۴	۵
C۳	۱	۰,۳	۱	۱	۱	۲	۳
C۴	۱	۰,۵	۱	۱	۲	۳	۴
C۵	۰,۵	۰,۵	۱	۰,۵	۱	۲	۵
C۶	۰,۳	۰,۲۵	۰,۵	۰,۳	۰,۵	۱	۲
C۷	۰,۳	۰,۲	۰,۳	۰,۲۵	۰,۲	۰,۵	۱

ضریب ناسازگاری(CR)= ۰,۰۲۴

*مقایسه زوجی وابستگی‌های دورنی معیارها (ماتریس $W_{۲۲}$)

برای درک وابستگی‌های متقابل بین معیارها ، مقایسه زوجی بین معیارها به منظور دستیابی به عناصر ماتریس $W_{۲۲}$ و بر اساس مقیاس ۹ کمیتی ساعتی (۱۹۹۹) انجام می‌شود [۳۲]. برای نحوه محاسبه ضریب اهمیت هر یک از معیارهای اصلی (با توجه به وابستگی متقابل بین آن‌ها) مقایسه زوجی ۶ گانه دیگر (با کنترل کردن معیار اول یعنی C۱) در جدول ۱۴ارائه شده است:

جدول ۱۴. مقایسات زوجی معیارها با توجه به وابستگی درونی آن‌ها با کنترل $C_۱$

معیارها	C۲	C۳	C۴	C۵	C۶	C۷
C۲	۱	۱	۲	۳	۲	۱
C۳	۱	۱	۱	۲	۳	۲
C۴	۰,۵	۱	۱	۴	۳	۲
C۵	۰,۳	۰,۵	۰,۲۵	۱	۱	۱
C۶	۰,۵	۰,۳	۰,۳	۱	۱	۱
C۷	۱	۰,۵	۰,۵	۱	۱	۱

ضریب ناسازگاری(CR)= ۰,۰۴۰

شش ماتریس مقایسه زوجی دیگر شبیه ماتریس ارائه شده در جدول (۱۴) تشکیل شده و ضریب ناسازگاری هر یک از آن‌ها کنترل شده است تا بتوان ماتریس مربوط به وابستگی‌های متقابل معیارها ($W_{۲۲}$) را محاسبه کرد. مانند مرحله قبل بدلیل استفاده از قضاوت گروهی از میانگین هندسی استفاده شده است. بدلیل حجم بالای جداول از نمایش سایر جداول صرف نظر شده است.

گام سوم: محاسبه سوپر ماتریس حد

جهت محاسبه سوپرماتریس حد باید مراحل زیر را طی کرد:

* تشکیل سوپرماتریس ناموزون:

با توجه به اینکه کلیه ماتریس‌های مقایسه‌ای موجود در ساختار سوپر ماتریس ناموزون ($W_{۲۲}$،$W_{۲۱}$) محاسبه شده وسازگاری آن‌ها نیز کنترل شده است، می‌توان با جایگزین کردن این ماتریس‌ها در سوپر ماتریس اولیه سوپرماتریس ناموزون را به شرح جدول زیر بدست آورد.

جدول ۱۵. سوپر ماتریس ناموزون

Cluster Node Labels		crireria							Goal
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	GOal
crireria	C1	0.000000	0.348332	0.366894	0.345932	0.336037	0.302102	0.280130	0.186665
	C2	0.240130	0.000000	0.264386	0.232700	0.254705	0.296744	0.195852	0.269171
	C3	0.223278	0.165149	0.000000	0.130083	0.157011	0.185765	0.178813	0.134894
	C4	0.232408	0.184050	0.127105	0.000000	0.095905	0.109615	0.188658	0.173851
	C5	0.088582	0.131762	0.089640	0.118300	0.000000	0.055259	0.095334	0.127861
	C6	0.092129	0.073947	0.088266	0.089383	0.066820	0.000000	0.061212	0.065160
	C7	0.123472	0.096760	0.063709	0.083602	0.089522	0.050514	0.000000	0.042398
Goal	GOal	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

* تشکیل سوپرماتریس موزون:

حال سوپرماتریس ناموزون باید به سوپرماتریس موزون، یعنی ماتریسی که جمع اجزای ستون آن ۱ است، تبدیل شود. برای تبدیل سوپرماتریس ناموزون به سوپرماتریس موزون باید سوپرماتریس موزون را در ماتریس خوشه‌ای ضرب کرد. ماتریس خوشه‌ای میزان تاثیر گذاری هر یک از خوشه‌ها برای دستیابی به اهداف مطالعه را منعکس می‌کند. سوپرماتریس موزون این پژوهش در جدول ۱۶ ارائه شده است.

جدول ۱۶. سوپرماتریس موزون

Cluster Node Labels		crireria							Goal
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	GOal
crireria	C1	0.000000	0.348332	0.366894	0.345932	0.336037	0.302102	0.280130	0.186665
	C2	0.240130	0.000000	0.264386	0.232700	0.254705	0.296744	0.195852	0.269171
	C3	0.223278	0.165149	0.000000	0.130083	0.157011	0.185765	0.178813	0.134894
	C4	0.232408	0.184050	0.127105	0.000000	0.095905	0.109615	0.188658	0.173851
	C5	0.088582	0.131762	0.089640	0.118300	0.000000	0.055259	0.095334	0.127861
	C6	0.092129	0.073947	0.088266	0.089383	0.066820	0.000000	0.061212	0.065160
	C7	0.123472	0.096760	0.063709	0.083602	0.089522	0.050514	0.000000	0.042398
Goal	GOal	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

* محاسبه سوپرماتریس حد :

هدف از به حد رساندن سوپرماتریس موزون این است که تأثیر نسبی دراز مدت هر یک از عناصر آن در یکدیگر حاصل شود. برای واگرایی ضریب اهمیت هر یک از عناصر ماتریس موزون، آن را به توان k که یک عدد اختیاری بزرگ است، می‌رسانند تا همه عناصر سوپرماتریس همانند هم شوند. در چنین حالتی سوپرماتریس حد بدست آمده و نرمالیزه شده است که در جدول (۱۷) آمده است.

جدول ۱۷. سوپر ماتریس حد نرمال شده

Cluster Node Labels		crireria							Goal
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	GOal
crireria	C1	0.252477	0.252477	0.252477	0.252477	0.252477	0.252477	0.252477	0.252477
	C2	0.197238	0.197238	0.197238	0.197238	0.197238	0.197238	0.197238	0.197238
	C3	0.151593	0.151593	0.151593	0.151593	0.151593	0.151593	0.151593	0.151593
	C4	0.147217	0.147217	0.147217	0.147217	0.147217	0.147217	0.147217	0.147217
	C5	0.091570	0.091570	0.091570	0.091570	0.091570	0.091570	0.091570	0.091570
	C6	0.075660	0.075660	0.075660	0.075660	0.075660	0.075660	0.075660	0.075660
	C7	0.084244	0.084244	0.084244	0.084244	0.084244	0.084244	0.084244	0.084244
Goal	GOal	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

نتایج نهایی رتبه‌بندی معیارها در این پژوهش به شرح جدول ۱۸ می‌باشد:

جدول ۱۸. رتبه‌بندی معیارها

نماد	شرح شاخص	وزن نرمال	رتبه نهایی
C۱	شاخص افزایش بهره‌وری سازمان	۰,۲۵۲۴۸	۱
C۲	مدیریت صحیح منابع	۰,۱۹۷۲۴	۲
C۳	میزان رضایتمندی کاربر	۰,۱۵۱۵۹	۳
C۴	انطباق عملیاتی نرم‌افزار	۰,۱۴۷۲۲	۴
C۵	پویایی واحد ها	۰,۰۹۱۵۷	۵
C۶	کاهش هزینه‌های تکنولوژی اطلاعات	۰,۰۷۵۶۶	۷
C۷	توانمندسازی سازمان در توسعه	۰,۰۸۴۲۴	۶

همان‌گونه که در جدول (۱۸) مشاهده می‌گردد، شاخص‌های افزایش بهره‌وری، مدیریت صحیح منابع و میزان رضایت‌مندی کاربر در رتبه-های اول تا سوم قرار گرفته و بعنوان شاخص‌های خروجی در بررسی عملکرد ERP در سازمان مورد استفاده واقع شده‌اند.

۴_۴ رتبه‌بندی عملکرد ERP در شرکت‌های مورد مطالعه

با توجه به ارزیابی صورت پذیرفته از شاخص‌های ورودی و خروجی جهت ارزیابی عملکرد برنامه‌ریزی منابع سازمان در شرکت‌های مورد مطالعه، به جمع‌آوری اطلاعات سازمان‌ها پرداخته شده و اطلاعات بدست آمده در هر سازمان براساس شاخص‌های ورودی و خروجی به شرح زیر است:

جدول ۱۹. اطلاعات جمع‌آوری شده ورودی‌ها و خروجی‌ها

ردیف	DMU	شاخص ورودی رتبه اول(ماه)	شاخص ورودی رتبه دوم(هزینه)	شاخص ورودی رتبه سوم نمره±۱۰	شاخص خروجی رتبه اول(درصد)	شاخص خروجی رتبه دوم نمره ±۱۰	شاخص خروجی رتبه سوم نمره ±۱۰
۱	هیربد زرندیه	۱۳	۱۵۰۰	۵	۲۰	-۱	۳
۲	بازرگانی نیلپر	۱۲	۱۳۰۰	۹	۵۰	۵	۵
۳	مازینور	۱۸	۱۹۰۰	۹	۷۰	۷	۸
۴	کابل ابهر	۲۴	۱۷۰۰	۶	۳۰	-۳	۶
۵	ساینا	۱۵	۱۴۰۰	۷	۵۰	۶	۷
۶	پاسارگاد	۱۳	۱۰۰۰	۵	۲۰	-۴	۷
۷	پارس حیات	۱۲	۱۵۰۰	۴	۱۰	-۲	۶
۸	منور	۱۹	۱۸۰۰	۸	۶۰	-۲	۸
۹	ترانسفو	۱۲	۱۳۰۰	۵	۳۰	۳	۳
۱۰	A	۱۵	۱۰۰۰	۲	۱۰	۳	۳
۱۱	B	۱۱	۱۲۰۰	۵	۱۵	۴	۱
۱۲	C	۱۶	۱۵۰۰	۵	۴۵	-۱	۵
۱۳	D	۲۰	۱۶۰۰	۴	۳۰	۴	۴
۱۴	E	۲۵	۱۶۰۰	۹	۴۰	۵	۵
۱۵	F	۲۷	۱۷۰۰	۳	۲۵	۶	۲
۱۶	G	۱۴	۱۲۰۰	۷	۲۰	۴	۱
۱۷	H	۱۷	۱۵۰۰	۶	۳۵	۵	۵
۱۸	I	۲۰	۱۷۰۰	۸	۳۰	۶	۴

پس از جمع‌آوری اطلاعات از شرکت‌های مورد مطالعه با مصاحبه با خبرگان، بوسیله نرم‌افزار GAMS به ارزیابی عملکرد سیستم‌های ERP با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها با رویکرد SORM پرداخته شده که نتایج بررسی به شرح جدول ۲۰ می‌باشد:

جدول ۲۰. محاسبه کارائی سیستم ERP شرکت‌های تولیدی

اولویت	DMU	Efficiency
۱	پارس حیات	۱
	فولاد پاسارگاد	۱
	A	۱
	B	۱
۲	ایران ترانسفو	۰/۹۴
۳	نیلپر	۰/۹۲
۴	هیربد زرندیه	۰/۸۹
۵	G	۰/۸۸
۶	ساینا	۰/۷۹
۷	C	۰/۷۷
۸	H	۰/۷۳
۹	D	۰/۶۹
۱۰	F	۰/۶۶
۱۱	سپهر منور	۰/۶۳
۱۲	مازینور- E- I	۰/۶۲
۱۳	کابل ابهر	۰/۵۸

با توجه به ارزیابی انجام شده، سیستم ERP شرکت‌های پارس حیات، فولاد پاسارگاد، A، B، دارای بیشترین کارائی (یک) هستند و شرکت کابل ابهر ناکاراترین شرکت در این پژوهش می‌باشد.
با توجه به اینکه مدل تحلیل پوششی داده‌های مورد استفاده در این پژوهش ورودی‌محور می‌باشد، نتایج حاصله نشانگر این است که شرکت‌های ناکارا می‌توانند با تغییراتی در میزان ورودی‌های سیستم ERP خود، کارائی این سیستم را بهبود بخشند.

۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

از مهم‌ترین عوامل موفقیت و کسب مزیت رقابتی برای سازمان‌ها در شرایط پیچیده و در حال تحول امرزوی استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی است. یکی از بروزترین دستاوردهای فناوری اطلاعات، سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان است که توجه سازمان‌های پیشرو در استفاده از فناوری اطلاعات را به خود معطوف نموده و باعث بوجود آمدن بازار بزرگی در ارائه این محصول شده است. ERP بسته‌ای نرم‌افزاری است که به سازمان‌ها کمک می‌کند تا کارایی و اثربخشی استفاده از منابعش را ارتقا دهد. این سیستم‌ها ارتباطات فرآیندهای تجاری و بکارگیری نرم‌افزای آن‌ها را تسهیل می‌نمایند و یکپارچگی و امنیت را در کلیه بخش‌های کسب‌وکار موجب می‌شوند. مزیت دیگر آن‌ها قابلیت ارائه خدمات به کلیه سازمان‌ها با هر حجم فعالیت، اندازه و گستردگی جغرافیایی است. به تأسی از کشورها و سازمان‌های پیشرو، صنایع تولیدی و خدماتی کشورمان در سال‌های اخیر در صدد بکارگیری فناوری‌های نوین بوده‌اند و نمونه‌های متنوعی از پروژه‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان ارائه گردیده است. لذا آسیب‌شناسی عوامل موفقیت این پروژه‌ها در کانون توجه کارشناسان و برنامه‌ریزان و مدیران قرار گرفته است. پژوهش‌های پیشین بیشتر به چگونگی استقرار، دلایل شکست و مباحث نرم‌افزاری ERP پرداخته‌اند و ارزیابی الگوهای مناسب جهت عملکرد بهینه و نحوه مدیریت آن کمتر مورد توجه قرار گرفته است. به منظور پوشش شکاف تحقیقاتی مذکور، پژوهش حاضر با هدف بررسی دقیق سیستم‌های ERP در ۱۸ نمونه واحدهای صنعتی و تولیدی انجام شده تا مشخص شود آیا اهداف تعریف شده برای سیستم‌های ERP توانسته‌اند عملکرد بعد از پیاده‌سازی آن را تحت تاثیر قرار دهند و در پایان سیاست‌های بهبود اجرای آن‌ها معرفی شود. به منظور حفظ تقریبی ماهیت استدلال‌های انسانی و بهبود بهره‌وری تصمیم‌گیری از منطق فازی بهره گرفته شده است. بدین منظور، مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر در پیاده‌سازی برنامه‌ریزی منابع سازمان شناسایی و با استفاده از نظر خبرگان به روش دیمتل فازی وزن‌دهی شده‌اند. همچنین مهمترین شاخص‌های خروجی نیز به روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای رتبه‌بندی گردند. سه شاخص زمان صرف شده جهت اجرا، زیر ساخت‌های اجرا، آموزش و اقدامات حمایتی کاربر، شاخص‌های منتخب ورودی، و شاخص‌های افزایش بهره‌وری، مدیریت صحیح منابع و میزان رضایت‌مندی کاربر نیز به عنوان شاخص‌های برتر خروجی انتخاب گردیدند. در پایان، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و براساس شاخص‌های منتخب، کارایی این سیستم‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته است. رتبه‌بندی این شاخص‌ها می‌تواند کمک شایانی به سازمان‌های تولیدی که تصمیم به پیاده‌سازی سیستم ERP دارند، در جهت اجرای موفقیت آمیز این سیستم کرده و در سازمان‌هایی که این سیستم را پیاده سازی کرده‌اند در راستای ارزیابی و بهینه‌سازی سیستم بکار گرفته شود. پس از تعیین شاخص‌های ورودی و خروجی سیستم ERP، ارزیابی عملکرد این سیستم با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها با رویکرد SORM، که رویکرد نوینی در جهت ارزیابی عملکرد سیستم‌ها با داده‌های منفی باشد، انجام گرفته و شرکت‌های کارا در این زمینه مشخص گردید که شامل چهار شرکت پارس حیات، فولاد پاسارگاد، A و B می‌باشد. و سایر شرکت‌های مورد بررسی فاقد سیستم ERP کارا بودند.
با مقایسه معیارهای شناسایی شده توسط صارمی و عابدینی (۱۳۸۶) با معیارهای تحقیق حاضر، اقدامات حمایتی و رضایت‌مندی کاربر، زیرساخت فناوری، و بهره‌وری و مدیریت صحیح منابع (در قالب توانمندی توانمندی سازمان) مورد تأیید واقع شد [۳۹]. همچنین پژوهش محمودی و احمدی (۱۳۹۰)، نیز اهمیت معیارهایی چون زیرساخت مناسب و آموزش را تأیید می‌نماید [۴۰].
علاوه بر این یافته‌های این تحقیق با تحقیقات مشابه خارجی از جمله مالدونادو (۲۰۰۹) و گانش و مهتا (۲۰۱۰) که عوامل موفقت پروژه‌های ERP را در آمریکای جنوبی و هند مورد بررسی قرار داده‌اند، اشتراکات زیادی دارد [۴۱ و ۴۲].

۱.۵ محدودیت‌های پژوهش

انجام پژوهش با محدودیت‌ها و مسایل مختلفی روبه‌رو بوده است که شامل دو محدودیت محقق و محدودیت‌های خارج از کنترل محقق می‌باشد که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود:

۱- از محدودیت‌های تحقیق می‌توان به محدودیت‌های جمع‌آوری برخی داده‌های پژوهش با استفاده از مصاحبه اشاره نمود. محدودیت‌هایی مانند: محدودیت ذاتی مصاحبه، عدم امکان بررسی کامل میزان دقت پاسخ‌دهندگان و عدم تمایل بعضی از پاسخ‌دهندگان به همکاری.

۲- عدم دسترسی به اطلاعات و سوابق گذشته سازمان‌های مورد مطالعه.

۲.۵ پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

پیشنهاداتی که با توجه به پژوهش انجام شده و مطالعات صورت گرفته می‌توان ارائه داد، به شرح زیر می‌باشد:

* پیشنهاد می‌شود دسته‌بندی و رتبه‌بندی شاخص‌های موفقیت پیاده‌سازی ERP در چارچوب حوزه‌های نه‌گانه مدیریت پروژه طبق استاندارد دانش مدیریت پروژه[۲۰] انجام شود.

*پیشنهاد می‌شود شناسایی و دسته‌بندی عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز ERP با ترکیب روش‌های ارزیابی مانند کارت امتیازی متوازن انجام شود.

*پیشنهاد می‌شود جهت افزایش دقت بررسی کارایی از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های فازی استفاده شود.

* پیشنهاد می‌شود به ارزیابی عملکرد سیستم‌های ERP استاندارد و سیستم‌های ERP بومی‌سازی شده بطور جداگانه پرداخته و کارائی این دو سیستم با یکدیگر مقایسه شود.

مراجع

[۱]. امینی، علی، بنیادی نایینی، علی؛ محمدی، مهدی احدزاده نمین، مهناز، ارزیابی عملکرد مدیریت فناوری و نوآوری در دو مرحله توانمندسازها و نتایج با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، *مدیریت توسعه فناوری*، ۴، ۳، ۳۳-۶۸، ۱۳۹۵.

[۲]. Clayton M.J., Delphi: a technique to harness expert opinion for critical decision-making tasks in education, *Educational Psychology*, ۱۷(۴), ۳۷۳-۳۸۶, ۲۰۰۶.

[۳]. محمودی جعفر، احمدی فریدون، تعیین عوامل کلیدی موفقیت ERP در سازمان‌های دولتی ایران، *فصلنامه تجارت و اقتصاد نوین*، شماره۱۳، صفحه ۷۸-۶۷، ۱۳۹۳.

[۴]. Tsai W.H., Lin S.J., Lin W.R., Liu J.Y., The relationship between planning & control risk and ERP project success, Proceedings of the IEEE IEEM, ۱۸۳۵-۱۸۳۹, ۲۰۰۹.

[۵]. Kahraman C., Çebı S., A new multi-attribute decision making method: Hierarchical fuzzy axiomatic design, *Expert Systems with Applications*, ۳۶(۳), ۴۸۴۸-۴۸۶۱, ۲۰۰۹.

[۶]. زارع رواسان، احد، دیلمی، هما، مهارت‌های موردنیاز مدیران پروژه‌های پیاده‌سازی سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان، *مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند*، دوره ۲، شماره ۸، ۶۷-۸۸، ۱۳۹۳.

[۷]. Bhumgara A., Sayyed I., Enterprise Resource Planning Systems, International Journal of Advances in Engineering & Technology, ۱۰(۲), ۲۸۳, ۲۰۱۷.

[۸]. رضایی هانیه، سعید جهانیان، بررسی تاثیر اجرای ماژل خرید ERPبر مدیریت زنجیره تامین مورد مطالعه: سیستم خرید شرکت ذوب آهن اصفهان، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت و حسابداری، موسسه آموزش عالی صالحان، تهران، ایران، ۱۳۹۶.

[۹]. امیری فرزاد، فیضی کمره حدیث، خامه‌ای منا، نظری الهام، نقش مدیریت اطلاعات (IM) و سیستم مدیریت منابع(ERP) در مدیریت دانش استراتژیک و تصمیم‌گیری، *دومین کنفرانس ملی مدیریت مهندسی*، موسسه آموزش عالی مهرآستان گیلان، آستانه اشرفیه، ایران، ۱۳۹۶.

[۱۰]. Saade R. G., Nijher H., Critical success factors in enterprise resource planning implementation: A review of case studies, Journal of Enterprise Information Management, ۲۹(۱), ۷۲-۹۶, ۲۰۱۶.

[۱۱]. Costa C. J., Ferreira E., Bento F., Aparicio, M., Enterprise resource planning adoption and satisfaction determinants, *Computers in Human Behavior*, ۶۳, ۶۵۹-۶۷۱, ۲۰۱۶.

[۱۲]. رسولی فرزاد، طبقه بندی عوامل مهم و حیاتی برنامه ریزی منابع سازمانی، همایش پژوهش های مدیریت و علوم انسانی، موسسه

[۲۰] Project Management Body of Knowledge

پژوهشی مدیریت مدبر، دانشگاه تهران، تهران، ایران، ۱۳۹۵.

[۱۳]. Rashid, M. A., Hossain, L., & Patrick, J. D., The evolution of ERP systems: A historical perspective, In Enterprise Resource Planning: Solutions and Management (pp. ۳۵-۵۰). IGI Global, ۲۰۱۲.

[۱۴]. Muscatello J. R., Small, M. H., and Chen, I. J., Implementing Enterprise Resource Planning (ERP) Systems in Small and Midsize Manufacturing Firms, *International Journal of Operations and Management*, ۲۳(۸), ۸۵۰-۸۷۱, ۲۰۰۳.

[۱۵]. Rosenthal P. H., and Park, L. J., Managing Information Systems Textbooks: Assessing their Orientation Toward Potential General Managers, California State University, Losangeles, California, ۲۰۰۹.

[۱۶]. Lall V., Teyarachakul S., Enterprise resource planning (ERP) system selection: a data envelopment anaysis (DEA) approach, *Journal of Computer Information Systems*, ۴۷(۱), ۱۲۳-۱۲۷, ۲۰۱۶.

[۱۷]. Kofahi I., Alryalat H., Enterprise Resource Planning (ERP) Implementation Approaches and the Performance of Procure-to-Pay Business Processes:(Field Study in Companies that Implement Oracle ERP in Jordan), International Journal of Information Technology Project Management (IJITPM), ۸(۱), ۵۵-۷۱, ۲۰۱۷.

[۱۸]. Zhu, Y., Li, Y., Wang, W., & Chen, J., What leads to post-implementation success of ERP? An empirical study of the Chinese retail industry, *International Journal of Information Management*, ۳۰(۳), ۲۶۵-۲۷۶, ۲۰۱۰.

[۱۹]. Samoilenko, S., & Osei-Bryson, K. M., Using Data Envelopment Analysis (DEA) for monitoring efficiency-based performance of productivity-driven organizations: Design and implementation of a decision support system. *Omega*, ۴۱(۱), ۱۳۱-۱۴۲, ۲۰۱۳.

[۲۰]. Chang S. I., Yen, D. C., Chang, I. C., & Jan D., Internal control framework for a compliant ERP system, *Information & Management*, ۵۱(۲), ۱۸۷-۲۰۵, ۲۰۱۴.

[۲۱]. Sudhaman P., Thangavel C., Efficiency analysis of ERP projects-software quality perspective, *International Journal of Project Management*, ۳۳(۴), ۹۶۱-۹۷۰, ۲۰۱۵.

[۲۲]. Alaskari, O., Pinedo-Cuenca, R., & Ahmad, M. M., Framework for Selection of ERP System: Case Study. Procedia Manufacturing, ۳۸, ۶۹-۷۵, ۲۰۱۹.

[۲۳]. Ruivo, P., Johansson, B., Sarker, S., & Oliveira, T., The relationship between ERP capabilities, use, and value. Computers in Industry, ۱۱۷, ۱۰۳۲۰۹, ۲۰۲۰.

[۲۴].فیضی، کامران، ثابت مطلق، محمد، عابدینی نادینی، مهدی، به‌کارگیری رویکرد تلفیقی QFD، FAHP و VIKOR به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین سامانه ERP، مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند، ، دوره ۳، شماره ۱۰، ۱-۲۰، ۱۳۹۳.

[۲۵].حسینی دهشیری، جلال الدین، عرب، علیرضا، انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان با بهره‌گیری از روش تلفیقی سوآرا و آراس خاکستری، *مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند*، دوره ۵، شماره ۱۸، ۷۳-۱۰۳، ۱۳۹۵.

[۲۶].محقر، علی؛ خلوصی، محمدهادی، خلوصی، سمیه، بهبود روش فناوری های کلیدی با استفاده از گسترش عملکرد کیفیت، تحلیل پوششی داده ها و منطق فازی، *مدیریت توسعه فناوری*، ۴، ۴، ۱۰۷-۱۳۴، ۱۳۹۵.

[۲۷]. Wu, W. W. & Lee, Y. T., Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method, *Expert Systems with Applications*, ۳۲(۲), ۴۹۹-۵۰۷, ۲۰۰۷.

[۲۸]. Ozer U., Hassan K., Unal A., An integrated DWMATEL and Fuzzy ANP techniques for evaluation and selection of outsourcing provider for a telecommunication company, *Computers & Industrial Engineering*, ۸۶, ۱۳۷-۱۴۶, ۲۰۱۵.

[۲۹]. Chang B., Chang, C.W., & Wu, CH., Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria, *Expert system with Applications*,۳۸(۳), ۱۸۵۰-۱۸۵۸, ۲۰۱۱.

[۳۰]. Gulcin B., Gizem C., A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers, *Expert Systems with Applications* ۳۹،۳۰۰۰،۳۰۱۱, ۲۰۱۲.

[۳۱]. Ervural, B. C., Zaim, S., Demirel, O. F., Aydin, Z., & Delen, D., An ANP and fuzzy TOPSIS- based SWOT analysis for Turkey's energy planning, *Renewable and Sustainable energy reviews*, ۱۸۲, ۱۵۳۸-۱۵۵۰, ۲۰۱۸.

[۳۲]. Saaty, T. L., Fundamentals of the analytic network process, *in proceedings of the ۵th international symposium on the analytic hierarchy process*, ۱۲-۱۴, ۱۹۹۹.

[۳۳]. Farrell, M. J., The measurement of productive efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. ۱۲۰, pp.۲۵۳-۲۹۰, ۱۹۵۷.

[۳۴]. Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E., Measuring the efficiency of decision making units, *European journal of operational research*, ۲(۶), ۴۲۹-۴۴۴, ۱۹۷۸.

[۳۵].مهرگان، محمدرضا، *تحلیل پوششی داده‌ها: مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها*، نشر کتاب دانشگاهی، چاپ سوم، تهران، ۱۳۹۵.

[۳۶].معین‌الدینی سعید، عادل آذر، (۱۳۹۳)، ارزیابی عملکرد سازمان بر اساس شاخص های جوایز کیفیت – رویکرد DEA، *دو ماهنامه علمی – پژوهشی دانشگاه شاهد*، سال یازدهم، شماره ۸، ۱۳۹۳.

[۳۷]. Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W., Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management science*, ۳۰(۹), ۱۰۷۸-۱۰۹۲, ۱۹۸۴.

[۳۸]. Alinezhad, A., Kakavand, H., Kazemi, A., & Javad, M. O. M., Developing a multi-objective BCC model in grey environment. *International Journal of Modelling in Operations Management*, ۵(۱), ۷۲-۸۲, ۲۰۱۵.

[۳۹].صارمی، محمود، عابدینی، مهدی، ارزیابی و استخراج شاخص‌های مرتبط با آمادگی صنعت خودروسازی جهت پیاده‌سازیERP ، دانش مدیریت، ۷۷ (۲۰)، ۱۵-۳۱، ۱۳۸۶.

[۴۰].محمودی، جعفر، احمدی، فریدون، تعیین عوامل کلیدی موفقیت تعیین عوامل کلیدی موفقیت ERP در سازمان‌های دولتی ایران، فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین، ۳ (۱۳)، ۶۷-۸۸، ۱۳۹۰.

[۴۱]. Maldonado, M., Factors impacting the success of ERP implementations in small and medium enterprises: an empirical assessment from Latin America. In Proceedings of the Fourteenth Americas Conference on Information Systems, July, ۲۰۰۹.

[۴۲]. Ganesh, L., & Mehta, A., Critical success factors for successful enterprise resource planning implementation at Indian SMEs. International Journal of Business, Management and Social Sciences, ۱(۱), ۶۵-۷۸, ۲۰۱۰.