ارائه یک ساختار فرآیند تحلیل شبکه‌ای برای انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی در محیط فازی

حجت‌اله حمیدی*
استادیار دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران
h_hamidi@kntu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۲۸
تاریخ اصلاحات: ۱۳۹۴/۰۵/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۱۰

چکیده

سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP) با یکپارچه کردن فرآیندهای کسب و کار بر روی یک زیرساخت سیستم اطلاعاتی، سازمان را کاراتر می‌کنند. انتخاب سیستمERP مناسب، که همه استراتژی‌های تجاری و اهداف شرکت را تأمین کند یک مسئله حیاتی است. شرکت‌ها باید یک سیستم ERP انعطاف‌پذیر که پاسخگوی نیازمندی‌های مشتری باشد را انتخاب کنند. دلیل عمده شکست اجرای ERP، انتخاب سیستم نامناسب می‌باشد. فرآیند انتخاب نامناسب ERP، به‌طور قابل توجهی می‌تواند نه تنها بر اجرا، بلکه بر عملکرد شرکت نیز تأثیر بگذارد. بنابر این، اهمیت انتخاب یک سیستم ERP مناسب قابل تأکید است. این مقاله یک مدل تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)، برای انتخاب سیستم ERP براساس فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، معرفی کرده و کاربرد فرآیند تحلیلی شبکه فازی (FANP) را برای ارزیابی انتخاب‌های مختلف ERP مورد بررسی قرار می‌دهد. مزیت استفاده از روش FANP برای ارزیابی معیارها، وزن‌دهی و اولویت‌بندی واضح میان گزینه‌های انتخاب می‌باشد. انتخاب مناسب سیستم ERP، می‌تواند باعث صرفه‌جویی زیادی هم در هزینه‌ها و هم در زمان شود. فرآیند تحلیلی شبکه فازی، اولویت انتخاب‌ها را با توجه به معیارهای ارزیابی مشخص می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که نادیده گرفتن تعاملات میان معیارها ممکن است به تصمیم‌گیری‌های نادرست منجر شود. به این منظور ابتدا، براساس نیازمندی‌ها و درخواست‌های اجرایی شرکت، معیارهای انتخاب ERP تعیین شدند. بعد از تعیین معیارها و بررسی گزینه‌های سیستم‌های ERP و پیشنهادات آنها، از روش فرایند شبکه تحلیلی فازی، که ابهام فرآیند تصمیم‌گیری را در نظر می‌گیرد، بهترین گزینه سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان، انتخاب می‌شود.

واژگان کلیدی

برنامه‌ریزی منابع سازمان (ERP)؛ تصمیم‌گیری چند معیاره؛ فرآیند تحلیلی شبکه فازی؛ انتخاب سیستم.

مقدمه

سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان در واقع یک سیستم فناوری اطلاعات هستند که موجب یکپارچگی فرایندها در سازمان می‌شود. یک پیاده‌سازی موفق از سیستم‌های ERP می‌تواند چرخه تولید را کوتاه کرده و پیش‌بینی دقیق‌تری از نیاز مشتری را امکان‌پذیر نماید.

سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP)، یک الگوی نرم‌افزاری گسترده، برای یکپارچه‌سازیِ فرآیندهای تجاری و کارکردهای آن، می‌باشد [۱]. سیستم‌های ERP، سیستم‌های اطلاعاتی هستند که چندین کارکرد تجاری را با هم یکپارچه می‌کنند. به بیان دیگر، سیستم‌های ERP سیستم‌های نرم‌افزاری پایه‌ای هستند که شامل سیستم برنامه‌ریزی مواد مورد نیاز و برنامه‌ریزی منابع ساخت می‌باشند. یک سیستم برنامه‌ریزی مواد مورد نیاز، اطلاعات لیست کالا را با وضعیت مالی، فروش، و اطلاعات منابع انسانی ترکیب می‌کند [۲]. پروژه‌های ERP ممکن است در ساختار و مقیاس متفاوت باشند، ولی هر کدام نیازمند تصمیمات مدیریتی دقیقی برای به انجام رسیدن در طول فرآیند اجرا می‌باشند. امروزه، پیچیدگی‌های سازمانی و تکنیکی بهمراه پیاده‌سازی سیستم‌های ERP نیازمند توجه بیشتر برای انتخاب مناسب سیستم ERP می‌باشد. علاوه بر این، پروژه‌های ERP، شامل سختی اجرا، سفارشی‌سازی بودن، انتخاب‌های مدیریتی و تکنیکی و مسائل دیگری است. انتخاب یک سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان، به جهت محدودیت منابع موجود، پیچیدگی نرم‌افزاریِ برنامه‌ریزی منایع سازمان، و تنوع گزینه‌های انتخابی، زمان‌بَر می‌باشد. بنابراین، پروژه انتخاب برنامه‌ریزی منابع سازمان، می‌بایست به عنوان یک پروژه بزرگ در پیاده‌سازی محسوب شده و تمرکز و توجه بالایی، به آن

* نویسنده مسئول

اختصاص یابد. بسیاری از محققان، روشی‌های مختلفی را برای انتخاب مناسب سیستم‌های ERP ارائه کرده‌اند [۲۴-۳]. برنامه‌ریزی منابع سازمان در کسب و کار مدرن به جهت توانایی آن در یکپارچه‌سازی جریان مواد، پول و اطلاعات و پشتیبانی از استراتژی‌های سازمانی، از اهمیت روزافزونی برخوردار است. یک پروژه برنامه‌ریزی منابع سازمان شامل مدیریت تغییر فرآیند کسب و کار، انتخاب یک سیستم نرم‌افزار برنامه‌ریزی منابع سازمان و یک فروشنده تعاونی، پیاده‌سازی این سیستم و بررسی عملی بودن این سیستم جدید می‌شود.

بسته‌های تجاری فعلی برنامه‌ریزی منابع سازمان قادر به فراهم آوردن یک مدل جامع قطعی برای هر فرآیند مربوط به تمامی صنایع نمی‌باشد. بنابراین، هیچ بسته نرم‌افزاری برنامه‌ریزی منابع سازمان نمی‌تواند تمامی کارکردها یا تمامی نیازمندی‌های بخصوص یک کسب و کار را برطرف کند. از این جهت، شرکت‌ها می‌بایست سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان انعطاف‌پذیر و فروشنده تعاونی را که پاسخگوی نیازهای مشتری است، انتخاب کنند. اغلب در زمانی که شرکت‌ها سیستم‌های خود را ارزیابی می‌کنند، هیچ چارچوب ارزیابی سیستماتیکی، وجود ندارد. علاوه بر این، تعریف و تمجید بیش از اندازه فروشنده‌ها از بسته برنامه‌ریزی منابع سازمان خود، فرآیند انتخاب را پیچیده‌تر می‌کند. تصمیم‌گیرندگان گاهاً بجای توسعه اهداف سفارشی و نیازمندی‌های شفافی که مشخصه‌های شرکت، جایگاه آن در محیط رقابتی و استراتژی شرکت را بازتاب می‌کنند، از معیارهای ارزیابی معمول برنامه‌ریزی منابع سازمان استفاده می‌برند. نتیجه تأخیر اجتناب‌ناپذیری در پیاده‌سازی سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان و عملکرد سیستمی پایین‌تر از حد انتظار است. از این رو، وجود یک چارچوب انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان، برای کمک به مدیران اجرایی در انجام ارزیابی از نقطه نظر استراتژی سازمان، بسیار حیاتی می‌باشد.

از آنجایی که محیط کسب و کار به واسطه مشخصه‌هایی مانند عدم اطمنیان بالا شناخته می‌شود، فرآیند تخمین سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان شامل مشکلات عدیده‌ای می‌شود. کومار [۲۵] تأکید داشت که نصب یک سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان بسیار قابل توجه‌تر از نصب هرگونه ابزار فناوری اطلاعات دیگر است چرا که این فرآیند در واقع تصمیم‌گیری روی نحوه شکل‌دهی کسب و کار سازمانی می‌باشد. موتوانی [۲۶] نیز تأکید داشت که بکارگیری سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان شامل اقدام به تغییرات مناسب فرآیند کسب و کار و تغییرات فناوری اطلاعات به منظور بهبود چشمگیر عملکرد، کیفیت، هزینه، انعطاف‌پذیری و پاسخگویی می‌باشد. هر چند، بسیاری از شرکت‌ها سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان را بدون درک کامل از جوانب کسب و کار خود یا درک نیاز به سازگاری با کلیه اهداف و استراتژی‌های سازمانی، با عجله نصب می‌کنند. نتیجه این رویکرد عجولانه پروژه‌های شکست خورده یا سیستم‌های ضعیف می‌باشد که منطق آن‌ها با اهداف سازمانی در تضاد است.

چرخه‌حیات راه‌حل‌های ERP شامل سه فاز است: انتخاب، پیاده‌سازی و عملکرد [۲۶]. در دنیای واقعی کارشناسان به اجبار با مسائلی روبرو می‌شوند که از مدل‌هایی استفاده می‌کنند که از روش مناسبی جهت ارزیابی براساس وابستگی و بازخورد ارتباطات بین معیارها بهره نمی‌برند [۲۸-۲۷]. برای حل مشکلات براساس وابستگی و بازخورد بین معیارها یا جایگزین‌ها، روش ANP پیشنهاد شده است [۲۹]. در مقایسه با سایر روش‌های تصمیم‌گیری، نتایج ANP جهت ارزیابی یا مقایسه جایگزین‌ها، مبتنی بر ترجیحات تصمیم‌گیرندگان است [۲۷]. و همچنین در جایی‌که ویژگی‌های وابستگی را نشان می‌دهند تصمیم‌گیری چند متغیره را استفاده می‌کنند [۲۸]. بنابراین در صورتی که معیارها به خوبی به‌دست آیند، کیفیت تصمیم‌گیری در انتخاب سیستم‌های ERP بهبود می‌یابد.

روش ANP توابعی برای ایجاد چارچوب مناسب برای ارزیابی معیارهای وابسته دارد. به علاوه این روش توان بهبود رتبه‌بندی اهمیت معیارهای شناخته شده توسط سیستم را دارد. به عبارت دیگر فاکتورهای ریسک ERP که در این مطالعه شناسایی شدند، می‌توانند توسط روش ANP رتبه‌بندی شوند و بهبود یابند. بنابراین این مطالعه رویکرد جدیدی از ترکیب نظریه مجموعه فازی، و روش تحلیلی شبکه فازی پیشنهاد می‌دهد تا به وسیله آن طبیعت مبهم مسائل غیرصریح را نشان دهد و از آن برای انتخاب بهترین سیستم ERP در سازمانی که قصد پیاده‌سازی سیستم ERP را دارد بهره ببرد. از مزایای استفاده از روش ANP در ارزیابی انتخاب سیستم‌های ERP می‌توان به تعیین وزن اولویت‌ها براساس جایگزین‌ها اشاره کرد.

روش ANP فازی که برای ارزیابی انتخاب سیستم‌های ERP در این مقاله استفاده شده است، طبیعت پیش‌بینی‌ها و قضاوت‌های مبهم و غیرمطمئن کارشناسان را نشان می‌دهد [۲۸]. یک مطالعه تجربی نیز برای نشان دادن کاربرد روش پیشنهادی نیز انجام شده است.

این تحقیق یک مدل فرآیند تحلیلی شبکه فازی به منظور انتخاب یک سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی مطلوب، بصورت اثربخش و کارا ارائه می‌دهد.

ادبیاتی که در این مقاله آورده شده است، صرفاً یک نمونه از آن‌چه که در زمینه انتخاب سیستم ERP انجام شده است، می‌باشد. کمیت و کیفیت مقالات منتشر شده در این زمینه بیانگر اهمیت و پیچیدگی مسئله انتخاب سیستم ERP هستند.

این مقاله به این صورت سازماندهی شده است: در بخش دوم، مروری بر ادبیات انتخاب سیستم ERP ارائه گردیده است. در بخش سوم، روش فرآیند تحلیلی شبکه‌ای (ANP) و روش فرآیند تحلیلی شبکه‌ای فازی (FANP) توضیح داده شده است. در بخش چهارم، ساختار فرآیند تحلیلی شبکه‌ای برای انتخاب ERP، به همراه مدل مفهومی ارائه شده در این تحقیق معرفی می‌شوند. یک مثال عددی و کاربردی از ساختار ارائه شده، با نتایج بدست آمده، در بخش پنجم تشریح می‌گردد. در بخش ششم، نتایج و پیشنهادات بیان شده است.

مروری بر ادبیات

فرآیند انتخاب مناسب یک سیستمERP، یک پارامتر اساسی، برای موفقیت بوده و این فرآیند انتخاب، شامل چندین متغیر می‌باشد، زیرا انتخاب، یک فرآیند تصمیم‌گیری است که به عنوان یک نوع غیرساختاری به حساب می‌آید [۵،۴]. روش‌های مختلفی برای انتخاب مناسب‌ترین سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی چه از نظر کیفی و چه از نظر کمی ارائه شده است [۱۸-۳]. با توجه به ماهیت سیستم فناوری اطلاعات، مسأله انتخاب، یک فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد. محققان بسیاری از روش فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی به عنوان ابزار تحلیلی خود استفاده کرده‌اند، لین [۱۴] و لو و استرانگ [۱۵] مدل‌های ارزیابی برنامه‌ریزی منابع سازمان را برای دانشگاه‌ها مطالعه کردند. معیار انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان، یک مسأله حیاتی در پروژه پیاده‌سازی برنامه‌ریزی منابع سازمان می‌باشد. در حین پیاده‌سازی پروژه برنامه‌ریزی منابع سازمان، زمان و هزینه هر دو مهمترین عوامل هستند. جدای از این، پشتیبانی فروشنده سیستم ERP، نیز مسئله پراهمیتی می‌باشد [۱۰]. بجز هزینه سرمایه‌گذاری پروژه برنامه‌ریزی منابع سازمان، هزینه نگهداری سالیانه و هزینه منابع انسانی نیز مخارج چشم‌گیری برای سازمان به همراه دارند [۱۳-۱۱].

در مقاله وی و ونگ [۱۲]، چندین روش برای انتخاب یک سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان مناسب پیشنهاد شده است [۲۰-۱۶]. روش امتیازدهی یکی از معروفترین روش‌ها می‌باشد. هرچند که این روش از لحاظ شهودی ساده است، ولی امکان‌پذیری منابع را تضمین نمی‌کند. در جدول ۱، به برخی از کارهای انجام شده در انتخاب یک سیستم ERP اشاره شده است.

جدول ۱- مروری بر کارهای انجام شده در انتخاب یک سیستم ERP

نویسندگان و سال	عنوان مقاله	توضیحات
Sun, Yazdani and Overend, 2005	ارزیابی موفقیت برای پیاده‌سازی سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی براساس عوامل بحرانی موفقیت	یک متدلوژی در مورد ارزیابی فاکتورهای اساسی برای موفقیت و تطبیق ERP ارائه داده‌اند. آن‌ها مدیریت/سازمان، فرایند، تکنولوژی، داده و افراد را به عنوان مهم‌ترین فاکتورها تعریف کرده‌اند.
Yang et ak., 2007	انتخاب یک سیستم ERP برای یک شرکت ساختمانی در تایوان	در مورد فاکتورهایی برای برای پیاده‌سازی موفق سیستم ERP بحث کرده‌اند. فاکتورهایی که معرفی کرده‌اند، برنامه‌نویسی سیستم، کارفرایند مهندسی مجدد، اولویت عملکردهای ERP، پیاده‌سازی، سفارشی‌سازی و سطح عملکرد پیمانکاران فرعی.
Olson, 2007	بررسی برون‌سپاری ERP	کمی متفاوت به مسأله نگاه کرد. به جای تمرکز روی تهیه سیستم ERP، او در برون‌سپاری از این خدمات متمرکز شد. او فاکتورهای ذاتی برون‌سپاری سیستم ERP را تحلیل و ارزیابی کرد و نشان داد که چگونه
		تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره می‌تواند برای اتخاذ چنین تصمیم استفاده شود.
Ayag and Ozdeir, 2007	روشی هوشمند برای انتخاب نرم‌افزار ERP از طریق ANP فازی	از ANP فازی به عنوان روشی برای انتخاب نرم‌افزار ERP استفاده کرده‌اند و یک مطالعه موردی در یک شرکت در بخش الکترونیک ارائه داده‌اند.
Percin,2008	استفاده از روش ANP در انتخاب سیستم‌های ERP	ANP را به عنوان ابزار تصمیم‌گیری برای مسأله انتخاب ERP ارائه داده‌اند. معیارهای مورد استفاده در مطالعه به دو گروه تقسیم شده‌اند: فاکتورهای سیستم (به عنوان مثال، عملکرد، تناسب استراتژیک، انعطاف‌پذیری، کاربرپسندی، زمان پیاده‌سازی، هزینه کل، و قابلیت اطمینان) و فاکتورهای فروشنده (به عنوان مثال، سهم بازار، توانایی مالی، توانایی پیاده‌سازی، توانایی R & D، و پشتیبانی خدمات). با استفاده از این مطالعه، آنها کاربرد و تطبیق‌پذیری ANP برای این مسأله انتخاب پیچیده را نشان دادند.
Unal and Guner Cebeci, 2009	انتخاب تأمین‌کنندگان ERP با استفاده از ابزارهای ANP در صنعت پوشاک	یک روش مبتنی بر ANP و ANP فازی برای انتخاب تأمین‌کننده ERP برای یک سازمان در صنعت نساجی ارائه دادند.
Sen, Baraclı, Sen, and Baslıgil, 2009	یک سیستم پشتیبانی از تصمیم، مرتبط با اهداف کمی و کیفی برای انتخاب نرم‌افزار سازمان	یک متدلوژی ترکیبی تصمیم‌گیری برای مسأله انتخاب ERP را نشان دادند. در روش ارائه شده، روش نظریه مجموعه فازی و آزمایش تصادفی، مبتنی بر متدهایی ترکیب شده‌اند و با به هر دو فاکتور کمی و کیفی اعمال شده‌اند.
Hakim and Hakim, 2010	مدل‌های عملی در کنترل ریسک‌های پیاده‌سازی ERP	یک برنامه مدل‌سازی استراتژیک برای ارزیابی و انتخاب سیستم ERP ارائه داد. فرایند تصمیم‌گیری که در این مطالعه اتخاذ شده، سه سطح سازمانی: استراتژیک، فنی و اجرایی را در نظر گرفته است.
Malhotra and Temponi, 2010	تصمیم‌گیری‌های حیاتی برای یکپارچه‌سازی ERP: مسائل کسب و کار کوچک.	تصمیمات حیاتی سازمان که توسط مطالعه‌شان مشخص شد، شامل ساختار پروژه تیم، استراتژی پیاده‌سازی، استراتژی تبدیل پایگاه داده، روش انتقال، استراتژی مدیریت ریسک و استراتژی مدیریت تغییرات می‌باشد.
Lin, Chen and Ting, 2011	یک مدل انتخاب تأمین‌کنندگان ERP در صنعت الکترونیک	یک روش ترکیبی که نقاط قوت ANP، TOPSIS و LP را ترکیب کرده، ارائه داده‌اند. آنها با موفقیت روششان را برای مسأله انتخاب تأمین‌کننده پیاده کردند و این مدل در سیستم ERP را به عنوان یک مکانیسم کمک به تصمیم‌گیری قرار دادند.
Maditinos, Chatzoudes, 2011	عوامل مؤثر بر اثربخشی پیاده‌سازی سیستم ERP	با استفاده از ترکیب متدها، طیف گسترده‌ای از فاکتورهای مؤثر بر پیاده‌سازی سیستم ERP را بررسی کردند.

Gurbuz, Alptekin, and Isıklar Alptekin, 2012	روش MCDM ترکیبی برای مسأله انتخاب ERP با تعامل معیارها	یک روش ترکیبی شامل ANP، انتگرال چوکت و MACBETH برای مشخص کردن بهترین بسته نرم‌افزار ERP ارائه دادند.
Kilic Zaim, and Delen,2014	توسعه یک روش ترکیبی برای انتخاب سیستم ERP: مورد مطالعه خطوط هوایی ترکیه	از ANP فازی و TOPSIS برای انتخاب نرم‌افزار ERP برای شرکت هواپیمایی استفاده کردند.
امیری راد و همکاران، ۱۳۹۳	یک مدل انتخاب سیستم برنامه‌ریزی سازمانی (ERP) براساس اطلاعات فازی	از یک مدل انتخاب سیستم برنامه‌ریزی سازمانی (ERP) براساس اطلاعات فازی شهودی استفاده شده است.
فتاحی و همکاران ۱۳۹۲،	انتخاب سیستم ERP با استفاده از تکنیک فازی	ارزیابی و انتخاب سیستم ERP با استفاده از تکنیک‌های MADM فازی انجام شده است.
شاهرودی و همکاران، ۱۳۹۳،	معرفی مدلی برای پیاده‌سازی سیستم ERP در سازمان‌های ایرانی	به مروری بر مدل‌های پیاده‌سازی سیستم ERP در سازمان‌های ایرانی، پرداخته است.
احمدی و همکاران، ۱۳۹۱،	ارائه الگویی برای ارزیابی آمادگی استقرار سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان (ERP) با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی (FANP)،	یک الگو برای ارزیابی آمادگی استقرار سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان (ERP) با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی (FANP)، ارائه شده است.

تل‌تیومبده [۱۴]، ۱۰ معیار را برای ارزیابی پروژه برنامه‌ریزی منابع سازمان پیشنهاد کرده و چارچوبی مبتنی بر تکنیک گروهی و فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی را برای انتخاب گزینه نهایی ارائه کرده است. لی و کیم [۱۷]، فرآیند شبکه‌ای تحلیلی و برنامه‌نویسی ۰ و ۱ را به منظور انتخاب سیستم اطلاعاتی پیشنهاد کرده‌اند. از آنجائیکه روش‌های برنامه‌نویسی و ریاضی نمی‌توانند به اندازه کافی، ویژگی‌های فرعی را نیز شامل شوند (زیرا اندازه‌گیری آن‌ها آسان نیست)، از این جهت عوامل به برخی عوامل مالی از جمله هزینه‌ها و منافع محدود شده‌اند. علاوه بر این، بسیاری از آن‌ها تنها شامل ترجیحات مدیران داخلی می‌باشند ولی فرآیند جامعی برای ترکیب ارزیابی‌های بدست آمده از منابع مختلف داده را برای انتخاب پروژه برنامه‌ریزی منابع داده ارائه نمی‌دهند. وی و ونگ [۱۲] بطور واضح بیان کردند که پروژه برنامه‌ریزی منابع سازمان شامل انتخاب سیستم و فروشنده نرم‌افزار برنامه‌ریزی منابع سازمان، پیاده‌سازی سیستم، مدیریت فرآیندهای کسب و کار و بررسی عملیاتی بودن این سیستم می‌شود. هرچند بایستی توجه داشت که انتخاب اشتباه یک پروژه، منجر به شکست پروژه برنامه‌ریزی منابع سازمان می‌شود، یا سیستم را تا حدی که روی عملکرد شرکت اثر می‌گذارد، تضعیف می‌کند. واضح است که یک سازمان تولیدی، برخی از معیارها را برای انتخاب درست برنامه‌ریزی منابع سازمان نیاز دارد. بنابراین تصمیم‌گیری صحیح مستلزم ابزاری است [۲۰،۱۹]. وی و چن و ونگ [۱۳] رویکرد مبتنی بر فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی را جهت انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان معرفی کردند.

فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی

فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، تعمیم‌یافته فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، یک ابزار ارزیابی چندمعیاره برای تجزیه و تحلیل ساختار تصمیم‌گیری می‌باشد. ساتی [۲۳]، AHP را به عنوان یک تکنیک تصمیم‌گیری قابل انعطاف و قدرتمند معرفی کرده است که به تصمیم‌گیرندگان در تعیین اولویت‌ها و انتخاب بهترین گزینه‌ها کمک می‌کند. هدف فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد یک ساختار در تصمیم‌گیری‌هایی است که تحت تأثیر چندین عامل مستقل می‌باشند. محققان بسیاری بر روی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مطالعه نموده‌اند [۴۰-۲۵].

ANP و AHP، شیوه‌های کمی و کیفی برای یک مسأله تصمیم‌گیری را با هم یکی می‌کند [۴]. همچنین قادر به در نظرگرفتن جنبه‌های محسوس و نامحسوس معیارهای مربوط که باعث سختی‌هایی در فرایند تصمیم‌گیری می‌شوند، است [۳۰]. AHP به تعامل نسبتاً ثابت و یک سویه با بازخوردی کم در میان اجزای تصمیم‌گیری و انتخاب‌ها محدود است [۲۲]. با این حال، بسیاری از مشکلات تصمیم‌گیری واقعی به دلیل تعاملات و وابستگی میان معیارها، نمی‌تواند به عنوان یک سلسله مراتب، ساختاربندی شوند. بنابراین، سلسله مراتب بیشتر شبیه به یک شبکه می‌شود. در این زمینه، ANP و تکنیک سوپر ماتریسی آن، می‌تواند به عنوان تعمیمی از AHP که منعطف‌تر است، در نظر گرفته شود [۳۲] و [۳۳]. از این رو، ANP در این نوع از شرایط با ارائه یک چارچوب کلی و بدون فرض کردن استقلال عناصر سطح بالاتر از عناصر سطح پایین‌تر، و یا استقلال در همان سطح، بسیار مفید است.

همانطور که بیان شد،AHP یک محدودیت اساسی دارد و آن این است وابستگی‌های احتمالی میان معیارها را نمی‌بیند و با این فرض که معیارها از هم مستقل می‌باشند رویه را پیش می‌برد. اما می‌دانیم که این فرض در دنیای برنامه‌ریزی استراتژیک یک فرض منطقی نیست. برای نمونه می‌توان گفت که یک سازمان زمانی می‌تواند از فرصت‌ها استفاده مناسبی نماید که دارای توانمندی‌ها و نقاط قوت درونی باشد زیرا در غیر این صورت فرصت‌ها یا سوخت می‌شوند یا اینکه توسط رقبا مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند.

اجزا گام‌های این روش تصمیم‌گیری ANP در شکل ۱ نمایش داده شده است [۲۳]:

گام اول) شناسایی معیارها و زیر معیارها و ساخت نمودار شبکه‌ای از مسأله.

گام دوم) فرض کنید که هیچ وابستگی میان معیارهای اصلی وجود ندارد؛ تعیین درجه اهمیت هر یک از معیارها در مقیاس ۱- ۹.

نکته‌ای که وجود دارد ارزش نسبی برای هر معیار یا گزینه‌ها با استفاده از روش بردار ویژه محاسبه می‌شود. آنچه مشخص است که این راه‌حل مقادیر

ویژه، راه منحصربه‌فرد برای به دست آوردن رتبه‌بندی و یا منعکس‌کننده تسلط در مقایسه زوجی هنگامی‌که تناقض در اندازه‌گیری وجود دارد است. حداقل مربعات، مربع حداقل لگاریتمی و یا هر یک از تعداد زیادی از روش که برای به‌دست آوردن یک مقیاس به‌عنوان جایگزین برای بردار ویژه اصلی ارائه‌شده است می‌تواند به ترتیب رتبه را معکوس نماید.

گام سوم) وابستگی داخلی هریک از معیارهای اصلی را در مقیاس ۱-۹ مشخص می‌کنیم.

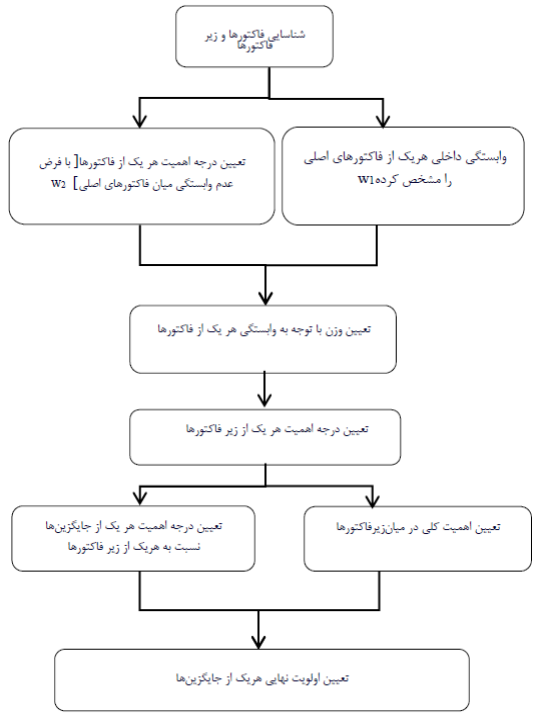
گام چهارم) تعیین وزن با توجه به وابستگی هر یک از معیارها.

گام پنجم) درجه اهمیت هر یک از زیر معیارها در مقیاس ۱-۹ مشخص می‌کنیم.

گام ششم) تعیین اهمیت کلی یا سراسر در میان زیر معیارها.

گام هفتم) درجه اهمیت هر یک از جایگزین‌ها نسبت به هریک از زیر معیارها در مقیاس ۱-۹ با توجه به نظر خبرگان مشخص می‌کنیم.

گام هشتم) تعیین اولویت نهایی هریک از جایگزین‌ها.



شکل ۱- گام‌های روش تصمیم‌گیری در روش ANP

چارچوب ANP دارای سه ویژگی اساسی است که در مسایل تصمیم‌گیری چند معیاره، مفید هستند [۲۳]:

- تعریف هدف و معیارها (و زیر معیارها)
- تعیین وابستگی‌ها و شبکه
- ساختن سوپر ماتریس و ترکیب کردن

در این روش، ماتریس مقایسه، اولویت‌بندی و وزن‌ها، با در نظر گرفتن وابستگی‌های بین ویژگی‌ها و معیارهای مختلف در هر سطح، تشکیل شده‌اند. هنگامی که ماتریس مقایسه دو دویی (زوجی) شکل می‌گیرد، بردارهای وزنی برای همه ماتریس‌ها محاسبه می‌شود.

برای حل یک مسئله با روش فازی ANP چهار گام اصلی را مدنظر قرار می‌دهیم:

۱. شناسایی مسئله

۲. اطمینان از اینکه مسئله با روش ANP قابل حل است و این روش، روش مناسبی است

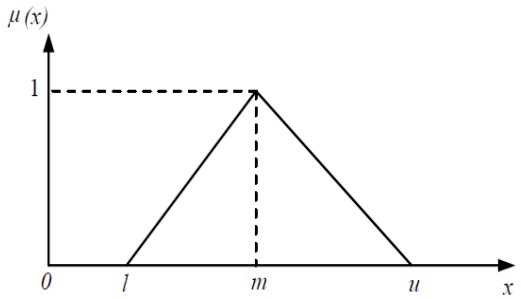
۳. تجزیه مسئله به مجموعه‌های قابل اندازه‌گیری

۴. تعیین اینکه مسئولیت تصمیم‌گیری با چه کسی است

روش‌های متعددی برای الگوریتم فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی وجود دارند [۴۸-۴۱]. یکی از ساده‌ترین روش‌های تحلیلی، روشی است که دا.یونگ چانگ در سال ۱۹۹۶ ارائه کرد [۴۱]. الگوریتم ANP فازی، برای ارزیابی و انتخاب ERP از شش مرحله با استفاده از روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فازی چانگ، استفاده می‌کند. با استفاده از روش تحلیلی چانگ، اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی هستند، مراحل این روش به شرح زیر می‌باشند:

مجموعه $X=\{x_1,x_2,\ldots,x_n\}$ را یک مجموعه از اشیاء و مجموعه $G=\{g_1,g_2,\ldots,g_n\}$ را یک مجموعه از اهداف در نظر بگیرید. برای تحلیل، هر شی با علایم $M_1g_i,M_2g_i,\ldots,M_mg_i$، $(i=1,2,\ldots,n)$، نشان داده می‌شود، به‌طوریکه همه $M_j\ g_i\ (j=1,2,\ldots,m)$ اعداد فازی مثلثی هستند. در توابع عضویت مختلف، عدد فازی مثلثی برای کاربردهای مهندسی متداول‌تر است. عدد فازی مثلثی $\tilde{M}$ در واقع با (l,m,u) نشان داده می‌شود، که در شکل ۲ نشان داده شده است. پارامترهای l و u، به ترتیب کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین مقادیر ممکن را نشان داده و m محتمل‌ترین مقدار فازی است. هر عدد فازی مثلثی دارای تابع عضویتی است که شامل دو بخش خطی چپ و راست است که در رأس $(m,1)$ به‌هم متصل می‌شوند، و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\mu(x)=\begin{cases}0 & x<l\\ (x-l)/(m-l) & l\le x\le m\\ (u-x)/(u-m) & m\le x\le u\\ 0 & x>u\end{cases} \qquad (۱)$$



شکل ۲- اعداد مثلثی فازی

مراحل این روش، به شرح زیر می‌باشند [۴۵]:

مرحله اول: اولین مرحله ایجاد یک ساختار تحلیل شبکه‌ای از مسأله می‌باشد. که در آن اهداف، عوامل، زیر عوامل (عوامل فرعی) و گزینه‌ها نشان داده شده است.

مرحله دوم: در این مرحله برای هر یک از عوامل و زیر عوامل در فرآیند تحلیل شبکه‌ای، یک ماتریس قضاوت، جهت بدست آوردن وزن‌های عوامل و عوامل فرعی مربوط به هر سطح تشکیل می‌شود. وزن‌های عوامل و عوامل فرعی، به وسیله مقایسه‌های دو به دو منطقی جفت‌ها، تعیین می‌شوند. در این مرحله عوامل با فرضیات دیگری که هیچ وابستگی بین آن‌ها وجود ندارد، مقایسه می‌شوند. سؤال کلی این است که چگونه اهمیت عامل A در مقایسه با عامل B تعیین می‌شود؟. این متغیرها در جدول ۱ و توابع عضویت آن‌ها در شکل ۳ نشان داده شده‌اند.

مرحله سوم: با استفاده از یک میانگین حسابی، نظرات متخصصان، در یک ماتریس ترکیب می‌شوند. بعد از ترکیب نظرات متخصصان در یک ماتریس، برای هریک از سطرهای ماتریس زوجی، مقداری تحت عنوان S_i که خود عدد مثلثی فازی است بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j} \otimes \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{g_j}^{j}\right]^{-1} \quad (۲)$$

$$\sum_{j=1}^{m} M_{g_i}^{j} = \left(\sum_{j=1}^{m} l_j, \sum_{j=1}^{m} m_j, \sum_{j=1}^{m} u_j\right) \quad (۳)$$

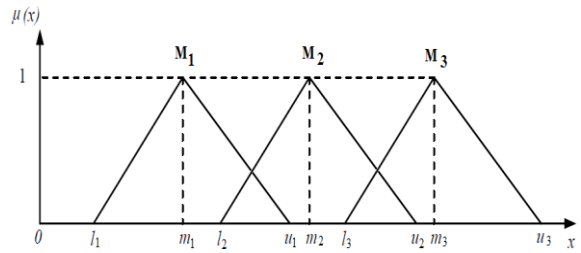
$i = 1, 2, \ldots, n$

که برای اعداد فازی داریم:

$$1/\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right] = \left(1/\sum_{i=1}^{m} l_j, 1/\sum_{i=1}^{m} m_j, 1/\sum_{i=1}^{m} u_j\right) \quad (۴)$$

جدول ۲- مقیاس برای مقایسه‌های زوجی (دودویی)

	متغیرهای عددی	متغیرهای زبانی
M1	(l_1, m_1, u_1)	اهمیت برابر
M2	(l_2, m_2, u_2)	اهمیت متوسط
M3	(l_3, m_3, u_3)	اهمیت حداکثر



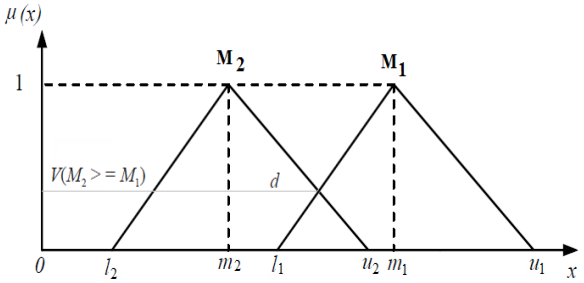
شکل ۳- توابع عضویت متغیرهای زبانی

مرحله چهارم: اگر M_1 و M_2 نشان‌دهنده دو عدد فازی مثلثی باشند (شکل ۴) درجه امکان بزرگی M_1 و M_2 بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x}[\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(x))] = hgt(M_2 \cap M_1) = \mu_{M_2}(d) =$$

$$\begin{cases} 1 & m_2 \geq m_1 \\ 0 & l_1 \geq u_2 \\ \dfrac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & otherwise \end{cases} \quad (۵)$$

d بالاترین نقطه اشتراک بین $\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(x)$ می باشد برای مقایسه M_1 و M_2 به هردو مقدار $V(M_1 \geq M_2)$ و $V(M_2 \geq M_1)$ نیاز می‌باشد.



شکل ۴- اشتراک میان M_1 و M_2

مرحله پنجم: درجه امکان بزرگی برای اینکه یک عدد فازی محدب از k عدد فازی محدب بزرگ‌تر باشد عبارتست از:

$$V(M \geq M_1, M_2, \ldots, M_k) =$$
$$V[(M \geq M_1) and (M \geq M_2 and \ldots . and (M \geq M_k)] =$$
$$\min V(M \geq M_i) \quad (۶)$$

$i = 1, 2, \ldots, k$

بـــــا فـــــرض اینکـــــه $d'(A_i) = minV(S_i \geq S_k)$ باشد، آنگاه بردار وزن بصورت زیر خواهد بود: $k = 1, 2, 3, 4, 5, \ldots\ldots, n;\ k \neq i,$

$$W' = [d'(A_1), d'(A_2), \ldots, d'(A_n)]^T \quad (۷)$$

مرحله ششم: از طریق نرمالیزه‌کردن این بردار، بردار وزن نرمالیزه‌شده بدست می‌آید. برای نرمالیزه‌کردن، هر عدد را بر مجموع اعداد بردار، تقسیم کرده که در نهایت بردار زیر بدست می‌آید:

$$W = [d(A_1), d(A_2), \ldots, d(A_n)]^T \quad (۸)$$

که W یک عدد غیر فازی است.

روش‌شناسی تحقیق

مدل مفهومی ارائه شده برای انتخاب گزینه مناسب ERP

پروسه کامل مدل مفهومی روش انتخاب برنامه‌ریزی منابع سازمان، در شکل ۵ نشان داده شده است [۴۵]. در ساختار ارائه شده، انتخاب بهترین گزینه سیستم ERP به چهار عامل اصلی محصول، سیستم، مدیریت و فروشنده، تفکیک می‌گردد. به منظور برخورد مناسب با مسأله انتخاب، از تکنیک ANP فازی استفاده شده، و یک مدل مفهومی و ساختاری برای

انتخاب سیستم ERP با استفاده از ANP فازی ارائه شده است. عوامل اصلی و فرعی به همراه گزینه‌های مناسب، تعیین شده و سپس منطبق با اهمیتشان ارزیابی می‌شوند. این عوامل، دسته‌بندی، وزن‌دهی و اولویت‌دهی شده، و نهایتاً ساختاری برای انتخاب سیستم ERP با رویکرد مبتنی بر فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی فازی (F-ANP)، ارائه شده است.

فرآیند انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان مناسب

به منظور ارائه شفاف چارچوب انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان پیشنهاد شده، یک روال گام به گام در ابتدا توصیف می‌شود [۴۵]:

گام اول: یک تیم پروژه تشکیل داده و تمامی اطلاعات ممکن در رابطه با فروشندگان برنامه‌ریزی منابع سازمان و سیستم‌ها را جمع‌آوری کنید.

گام دوم: مشخصه‌های سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان را شناسایی کنید.

گام سوم: یک ساختار از اهداف به منظور توسعه سلسله مراتب اهداف- اساسی و شبکه اهداف- مقاصد ایجاد کنید.

گام چهارم: ویژگی‌هایی برای ارزیابی سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان از ساختار اهداف استخراج کنید.

گام پنجم: فروشنده‌های فاقد صلاحیت را با پرسش سؤال‌های بخصوص که مطابق با نیازمندی‌های سیستم ایجاد شده‌اند، حذف کنید.

گام ششم: سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان را با استفاده از روش سلسله مراتبی تحلیلی ارزیابی کنید.

گام هفتم: نتایج را بررسی کنید و تصمیم نهایی را اتخاذ کنید.

شکل ۵ نمودار گردش کار برای انتخاب فرآیند برنامه‌ریزی منابع سازمان را نشان می‌دهد. جزئیات هر مرحله در زیر ارائه شده‌اند [۴۹]:

- تشکیل یک تیم پروژه و جمع‌آوری اطلاعات مربوط به سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان

اولین قدم تشکیل یک تیم پروژه می‌باشد که شامل تصمیم‌گیرندگان، متخصصین کارکردی و نمایندگان ارشد بخش کاربران است. مشارکت و پشتیبانی مدیران رده بالا تأثیر چشم‌گیری روی موفقیت پذیرش سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان دارد. طیف وسیعی از اطلاعات مربوط به فروشندگان برنامه‌ریزی منابع سازمان و سیستم‌ها می‌بایست از مجلات حرفه‌ای، نمایشگاه‌ها، سالنامه‌ها، اینترنت و دیگر منابع بدست آیند تا اطمینان حاصل کنند که سیستم‌های امکان‌پذیر و محتملی از قلم نیافتاده باشند [۴۵].

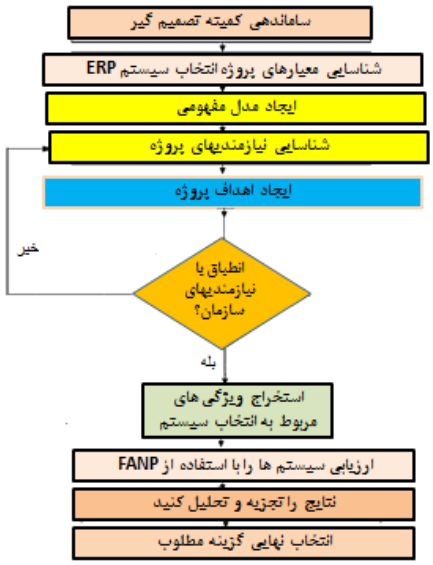
قهرمان پروژه: برطبق [۴۹]، اهمیت قهرمان پروژه در پیاده‌سازی ERP نسبت به پیاده‌سازی سیستم‌های اطلاعات دیگر بیشتر است. تعهد قهرمان پروژه برای سرپرستی و ایجاد توافق جمعی الزامی است [۴۷]. رهبر پروژه باید از منصب بالایی در سازمان برخوردار باشد. او باید مدافع حقیقی پروژه باشد [۴۴]. و دائماً باید مقاومت و تغییر در طول پیاده‌سازی را مدیریت کند [۵۱]. قهرمان پروژه همچنین باید به عنوان عامل کلیدی موفقیت برای پیاده‌سازی ERP باشد [۱۰،۳۸،۵۴،۵۵].

- شناسایی مشخصه‌های سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان

شرکت‌های مختلف ممکن است یک سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان را به دلایل کاملاً متفاوتی از جمله دلایل کسب و کاری و فنی بکار بگیرند. منطق اولیه برای پذیرش یک سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان روی تعریف مسأله، روش بدست آوردن اهداف و دیگر فعالیت‌های بعد از آن اثر می‌گذارد. به منظور تضمین اینکه فرآیند از ابتدا بطور یکنواخت پیشرفت می‌کند، تیم پروژه می‌بایست مسأله انتخاب برنامه‌ریزی منابع سازمان را با شناسایی عناصر تصمیم از جمله ذی‌نفعان، تعداد گزینه‌های موجود، اهداف پروژه، ریسک پروژه و دیگر نگرانی‌ها تحلیل کنند. تیم پروژه می‌تواند یک وضعیت پیچیده را روشن کرده، مسأله را مطرح کرده و طرح اولیه‌ای را توسعه دهد. این فاز همچنین برخی از مشکلات موجود در مسیر یافتن راه‌حل‌ها و بدست آوردن پشتیبانی از طرف، که به جهت محدودیت‌های سازمانی و محدودیت منابع بروز می‌کند را مشخص می‌نماید [۴۹-۴۵].

- استخراج ویژگی‌های استفاده شده برای ارزیابی

پس از تولید ساختار اهداف، تیم پروژه می‌تواند ویژگی‌های شایسته برای ارزیابی هر سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان را استخراج کند. هر دو دسته از ویژگی‌های کمی و کیفی که استراتژی و اهداف شرکت را ارضا می‌کنند، می‌بایست در نظر گرفته شوند. در حالت ایده‌ال، تیم می‌بایست ساختار منحصر به خود را از اهداف حیاتی توسعه داده و ویژگی‌های قابل سنجش مطلوبی را به منظور مشخص‌کردن درجه‌ای که اهداف نظیر براساس محیط کسب و کار و نیازمندی‌ها بدست می‌آیند، انتخاب کند. بنابراین، ویژگی‌های منتخب با چارچوب اهدافی که توسط استراتژی سازمان هدایت می‌شود، سازگار خواهند بود. تیم پروژه می‌بایست بصورت مکرر مجموعه ویژگی‌های منتخب را بررسی و دستکاری کنند تا مجموعه‌ای کامل، قابل تجزیه، بدون افزونگی، قابل سنجش و کمینه بدست آید. این ویژگی‌ها در مبنای مربوط به مدل سلسله مراتبی تحلیلی استفاده خواهند شد [۵۱-۵۰].



شکل ۵- مدل ارائه شده برای انتخاب گزینه مناسب ERP

ایجاد فرآیند تحلیل شبکه‌ای

- فرآیند ایجاد ساختار اهداف انتخاب

فرآیند ایجاد ساختار اهداف مربوط به انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان هم تحلیلی و هم مبتنی بر مذاکره بوده و بنابراین ساختار روانی تصمیم‌گیرندگان را نیز در بر می‌گرفت. توصیه می‌شود که در ابتدا اهداف استراتژیک مهم استخراج شوند، که پس از مذاکره با تیم پروژه نتایج زیر بدست آمدند [۵۰]:

(۱) استراتژی کسب و کار می‌بایست ارضا شود: در واقع همان ارضای مشخصه‌های صنعتی و مقاصد کسب و کار و سازگاری با محیط پویای کسب و کار است

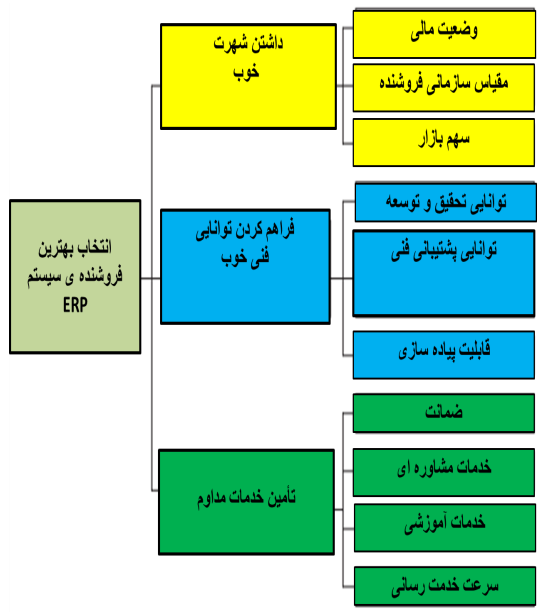
(۲) عملکرد فرآیند کسب و کار می‌بایست بهبود یابد: در واقع همان یکپارچه‌سازی سیستم‌ها و روال‌های کسب و کار و بهبود شفافیت اطلاعات است

(۳) کارایی و کیفیت علمیات‌ها می‌بایست بهبود یابد: همان استانداردسازی و ساده‌سازی جریان عملیات‌ها، بهبود کیفیت و کاهش زمان انجام سفارش است.

(۴) زمان برگشت به مشتری می‌بایست کوتاه شود: تحلیل کارای اطلاعات مشتری از بازارهای مختلف و پاسخ سریع به درخواست‌های مختلف مشتریان است

(۵) از توسعه جهانی‌شدن می‌بایست پشتیبانی شود: پشتیبانی از عملیات‌ها در سراسر جهان است

مصاحبه‌ها و مذاکرات ساختار یافته‌ای برای استخراج ساختار اهداف از اعضای تیم پروژه در طول چندین جلسه استفاده شد. شکل ۶ سلسله مراتب اهداف-اساسی در انتخاب بهترین فروشنده سیستم ERP را نشان می‌دهد [۵۰].

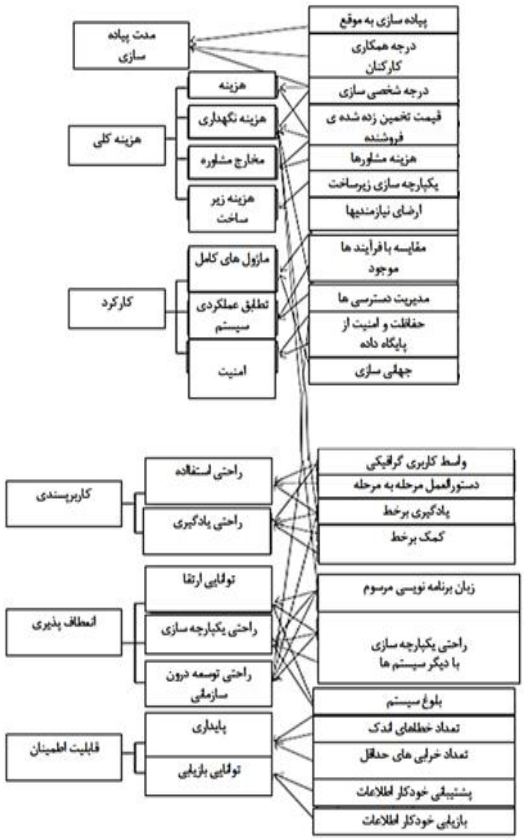


شکل ۶- سلسله مراتب اهداف- اساسی در انتخاب بهترین فروشنده سیستم ERP

هدف نهایی انتخاب مناسب‌ترین سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان است. انتخاب مناسب‌ترین سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان به معنی انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی بود که هزینه‌های کلی و زمان پیاده‌سازی را حداقل کرده، کارکرد کاملی داشته، واسط و عملیات‌های کاربرپسندی داشته و قابلیت اطمینان و انعطاف‌پذیری سیستم را نیز ارضا می‌کند. شکل ۶، مجموعه هدفی که سطح سوم از سلسله مراتب اهداف-اساسی را تشکیل می‌دهد را نیز نشان می‌دهد [۵۰]. برای مثال، ما سؤالات خود را به پیش برده و می‌پرسیم که حداقل‌کردن هزینه‌های کلی به چه معنی است؟ تا هدف مربوط به حداقل‌سازی هزینه‌های کلی را شکسته و به جواب‌هایی مانند حداقل‌سازی هزینه سیستم، مخارج نگهداری، مخارج مشاوره و هزینه‌های زیرساخت برسیم. سطح ۴ جزئیاتی را مشخص می‌کند که می‌توان از آن‌ها برای مقایسه عملکرد گزینه‌ها استفاده کرد. شبکه اهداف- فرعی برای سیستم و عوامل فروشنده نیز بصورت همزمان تحت قالب شکل ۷ ایجاد شدند [۵۱]. تیم پروژه در این مرحله از اهداف سطح پایین سلسله مراتب اهداف اساسی (شکل ۶) با طرح این سؤال شروع کردند که "چگونه این هدف قابل دستیابی است؟" تا بدین ترتیب به تیم پروژه کمک کنند تا اهداف فرعی را شناسایی کرده و ارتباط بین آن‌ها را ایجاد کنند. برای مثال در شکل ۷، پاسخ به این سؤال که "چگونه می‌توان به یک سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان با قیمت پایین‌تری دست یافت؟" عبارت بودند از "حداقل‌سازی درجه شخصی‌سازی" و "کاهش قیمت برآورد شده از طرف فروشنده". این بدین معنی است که اگر تیم بتواند نیازمندی‌ها و مشخصه‌های شفافی را برای فروشنده فراهم کند، شخصی‌سازی کنترل شده و بدین صورت قیمت نیز کاهش می‌یابد [۵۱]. علاوه بر این، به منظور داشتن نیازمندی‌های شفاف، می‌بایست فرآیند مهندسی مجدد کسب و کار صورت گیرد.

سطح ۱ اهداف استراتژیک مربوط به انتخاب مناسب‌ترین سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان را نشان می‌دهد. سطح ۲ از دو هدف اصلی تشکیل شده است که عبارتند از انتخاب مطلوب‌ترین سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان و انتخاب بهترین فروشنده. سطح ۳ شامل ویژگی‌هایی می‌شود که در سنجش سیستم‌ها و فروشنده‌های مختلف برنامه‌ریزی منابع سازمان متعاقباً مورد استفاده قرار می‌گیرند. سطح پایینی نیز شامل گزینه‌های مربوط به سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان می‌شود. با استفاده از شبکه اهداف فرعی تیم پروژه در ایجاد معیار ارزیابی و نیازمندی‌های خاص شده است [۵۱].

این فرآیند می‌تواند این اطمینان را بدهد که تمامی افراد بصورت سازگار از معیارهای مشابهی در فرآیند ارزیابی پیروی می‌کنند.



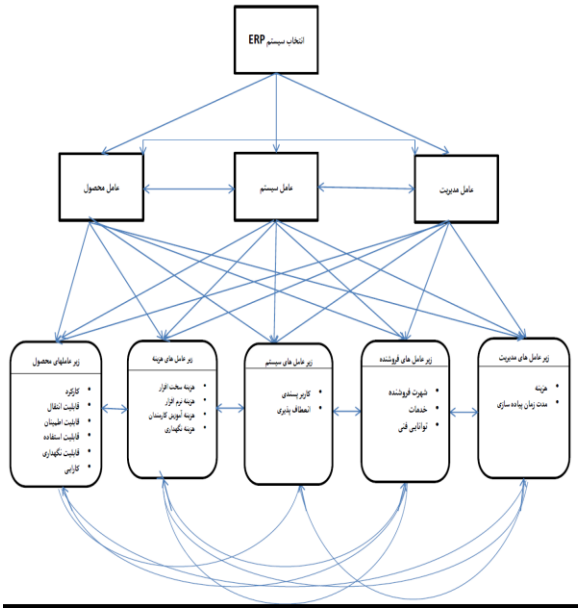
شکل ۷- شبکه اهداف فرعی (عوامل سیستم)

- استخراج ویژگی‌های سیستم

ممکن است انجام مقایسه‌های جفتی بین سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان با در نظرگرفتن هر بعد جزئی موجود در سطح ۴ از سلسله مراتب اهداف اساسی که در شکل ۶ نشان داده شده است، غیرعملی به‌نظر برسد [۵۰]. مشکل از آنجایی بوجود می‌آید که تعداد ویژگی‌های زیاد منجر به مقایسه‌های جفتی بالا می‌شود که می‌تواند منجر به فرآیند غیرکارایی شود. از این قرار نمایندگانی از گروه کاربران مختلف در تیم پروژه به گروه‌های تحقیقاتی تقسیم‌بندی شدند تا داده‌های سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان را براساس تخصص و وظیفه کاری خود جمع‌آوری و ارزیابی کنند. برای مثال، اعضای گروه مالی و گروه خرید به گروه تحقیقاتی "هزینه" ملحق شدند تا داده‌های مالی را برای گروه فراهم کنند. اعضای بخش سیستم‌های مدیریت اطلاعات نیز کارکرد، انعطاف‌پذیری و قابلیت اطمینان هر یک از سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان را علاوه بر توانایی فنی هر یک از فروشنده‌ها بررسی کردند. ارزیابی‌های بدست آمده از گروه‌های تحقیقاتی در اجماع کلیه اعضای تیم پروژه بررسی شدند. سپس سه تصمیم‌گیرنده اصلی پیشنهادهای هر یک از گروه‌های تحقیقاتی را با در نظر گرفتن نظرات فردیشان، برای ارزیابی گزینه‌ها ترکیب کردند. عوامل موفقیت انتخاب ERP به‌طور گسترده توسط بسیاری از محققان مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است [۶۱-۴۹].

- ساختار ANP ارائه شده برای انتخاب گزینه مناسب ERP

فرآیند تحلیل شبکه‌ای، از چهار سطح تشکیل می‌شود که در شکل ۶ نشان داده شده است. سطح ۱، اهداف استراتژیک مربوط به انتخاب مناسب‌ترین سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان را نشان می‌دهد. سطح ۲، از چهار هدف اصلی تشکیل شده است که عبارتند از انتخاب عوامل محصول، عوامل سیستمی، عوامل مدیریتی و انتخاب عوامل فروشنده. سطح ۳، شامل عوامل فرعی می‌شود که در انتخاب محصول‌ها، سیستم‌ها، مدیریت‌ها و فروشنده‌های مختلف برنامه‌ریزی منابع سازمان مورد استفاده قرار می‌گیرند. مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای برای انتخاب ERP در شکل ۸ نشان داده شده است. مدل پیشنهادی از چهار مرحله سلسله مراتبی: اهداف، اهداف فرعی، عوامل و عوامل فرعی تشکیل شده است که به‌وسیله فلش‌ها با یکدیگر در ارتباط هستند. هدف، انتخاب سیستم ERP است، هدف با سه فلش یک جهته به اهداف فرعی متصل شده است. اهداف فرعی نیز با فلش‌های دوطرفه به یکدیگر متصل شده‌اند. عوامل ارزیابی به ۵ عامل اصلی طبقه‌بندی می‌شوند و زیر عوامل متعلق به هریک از عامل‌های اصلی به‌عنوان عوامل فرعی در نظر گرفته شده‌اند. هریک از اهداف فرعی با فلش‌های یک طرفه به عوامل مرتبط هستند. فلش‌های دو طرفه نیز برای توصیف وابستگی‌های داخلی میان عوامل و تحلیل تأثیر آنها بر یکدیگر استفاده می‌شوند. مدل ANP پیشنهادی به کمک تئوری مجموعه فازی برای انتخاب بهترین سیستم ERP به‌کار می‌رود.



شکل ۸- ساختار ANP ارائه شده برای انتخاب گزینه مناسب ERP

نتایج

مطالعه موردی: یک مثال عددی

مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای برای انتخاب ERP با در نظر گرفتن عوامل اصلی و عوامل فرعی در شکل ۸ نشان داده شده است. مدل پیشنهادی از چهار مرحله: اهداف، اهداف فرعی، عوامل اصلی و عوامل فرعی تشکیل شده است که با یکدیگر در ارتباط هستند.

شرکت مورد تحقیق یک کارخانه تولید آب معدنی، محصولات لبنی و انواع محصولات آب‌میوه، می‌باشد. در ابتدا، مدیرکل شرکت، تیم پروژه را که شامل ۸ مدیر ارشد از بخش‌های مختلف می‌شود را سازماندهی می‌کند. زمانی‌که نیازمندی‌ها و کارکردهای بخصوص سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان بخوبی تعریف شدند تیم پروژه می‌تواند راه‌حل‌های شایسته سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان را جستجو کند. پس از حذف اولیه برخی سیستم‌ها که با توجه به بودجه، زمان و کارکرد سیستمی صورت می‌گیرد، سه گزینه از سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان انتخاب می‌شوند. به‌منظور ایجاد بی‌طرفی بین شرکت‌کنندگان و محرمانگی شرکت‌ها، این گزینه‌ها به‌طور صریح در فرآیند ارزیابی به صراحت نام‌گذاری نشده بودند. بلکه توسط حروف A، B و C نشان داده شدند. سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان منتخب می‌بایست کارکردهای زیر را به همراه داشته باشد [۵۲]:

۱. سیستم اجرا می‌بایست در سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان مجتمع شود.
۲. سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان می‌بایست مدیریت زنجیره تأمین را نیز در برگرفته و به سیستم زمان‌بندی و طرح‌ریزی پیشرفته متصل شود.
۳. تابع مدیریت روابط مشتری یک سیستم اضافه در نظر گرفته شده است.
۴. عملیات‌های مربوط به خدمات کارکنان و مدیریت
۵. عملیات‌های مربوط به حسابداری و امور مالی کار
۶. عملیات‌های مربوط به مدیریت خرید
۷. عملیات‌های مربوط به مدیریت ساختمان‌ها و تجهیزات اداری

مدل پیشنهادی برای انتخاب یک سیستم ERP، به‌کار برده شده است. شرکت به منظور بهبود کارایی، تصمیم به انتخاب مناسب یک سیستم ERP نموده است. در ابتدا، مدیریت شرکت تیم پروژه را که شامل ۸ مدیر ارشد از بخش‌های مختلف می‌باشد، سازماندهی نموده است. گزینه‌های نامطلوب از فروشندگان سیستم ERP، توسط بازبینی کامل نیازمندی‌ها و مشخصه‌های گرفته شده از اهداف فرعی سیستم، حذف شده‌اند. پس از حذف اولیه برخی سیستم‌ها که با توجه به بودجه، زمان و کارکرد سیستمی صورت می‌گیرد، سه گزینه A، B و C از سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمان انتخاب می‌شوند. کلیه عوامل در نظر گرفته شده، با دیدگاه‌ها و استراتژی شرکت و مدیریت منطبق می‌باشند. به هر عامل و عامل فرعی یک وزن اختصاص داده می‌شود، و تیم ارزیابی‌کننده، سه گزینه A، B و C را با یگدیگر مقایسه می‌نمایند. عوامل فرعی مورد ارزیابی قرار گرفته، و در یک فضای فازی تحلیل می‌شوند. برای انتخاب بهترین سیستم ERP، عوامل اصلی (عوامل محصول، عوامل سیستمی، عوامل مدیریتی و انتخاب عوامل فروشنده) بکار رفته، در مجموعه‌های فازی و اعداد فازی، نگاشت می‌شوند. شکل ۸ تمام این عوامل را نشان می‌دهد. برای ساختن ماتریس مقایسه زوجی، از مقیاس‌های زبانی داده شده در جدول ۲ استفاده شده است. ماتریس مقایسه‌های زوجی (دو دویی) برای گزینه‌های A، B و C در جداول ۳ تا ۱۰ آورده شده‌اند. این جداول (جداول ۳ تا ۱۰)، مقایسه‌های زوجی و بردار وزنی هر ماتریس را نشان می‌دهند.

جدول ۳- متغیرهای زبانی برای توصیف وزن‌های عوامل اصلی و عوامل فرعی

مقیاس زبانی	مقیاس فازی مثلثی (*l, m, u*)	معکوس مقیاس فازی مثلثی (*1/u, 1/m, 1/l*)
کاملاً یکسان	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)
اهمیت یکسان	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
اهمیت متوسط	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)
اهمیت بسیار قوی	(۰/۷۵، ۱، ۱/۲۵)	(۰/۸، ۱، ۱.۳۳)
اهمیت مطلق	(۱، ۱/۲۵، ۱/۵)	(۰/۶۶، ۰/۸ ، ۱)

با توجه به ترجیحات تصمیم‌گیر، برای معیارها و عوامل اصلی، مقدار مقایسه‌های زوجی، به یک عدد فازی مثلثی تبدیل می‌شود، (جدول ۳). بعد از شکل‌گیری ماتریس مقایسه‌های زوجی فازی، وزن تمام عوامل اصلی، با استفاده از FANP تعیین می‌شوند. با توجه به روش FANP، در ابتدا اعداد فازی محاسبه می‌شوند.

جدول ۴- ماتریس مقایسه‌های زوجی و وزن‌های عوامل

مقادیر مرتبط با عوامل اصلی محاسبه کرده می‌شوند (برای نمونه):

$S_{product}$ = (10.14, 16.2, 22.33)× (0.013, 0.018, 0.03) = (0.132, 0.303, 0.685),

S_{system} =(5.31, 9.48, 14, 2) × (0.013, 0.018, 0.03) = (0.069, 0.0177, 0.435),

$S_{management}$ =(6.54, 8.87, 12.33) × (0.013, 0.018, 0.03) = (0.085, 0.166, 0.378),

S_{vander} =(3.34, 7.53, 12.33) × (0.013, 0.018, 0.03) = (0.043, 0.14, 0.378).

مقادیر فازی با استفاده از رابطه (۵)، مقایسه شده و مقادیر زیر بدست می‌آیند:

$V(S_{product} \geq S_{system})= 1$, $V(S_{system} \geq S_{product}) =0.706$, $V(S_{management} \geq S_{product}) =0.640$,

$V(S_{product} \geq S_{management})= 1$, $V(S_{system} \geq S_{management}) =1$, $V(S_{management} \geq S_{system}) =0.964$,

$V(S_{product} \geq S_{vonder})= 1$, $V(S_{system} \geq S_{vonder}) =1$, $V(S_{management} \geq S_{vonder}) =1$,

$V(S_{vonder} \geq S_{product})= 0.602$, $V(S_{vonder} \geq S_{system}) =0.894$, $V(S_{vonder} \geq S_{management}) =0.794$.

در ادامه وزن‌های اولویت داده شده، از رابطه (۶) محاسبه می‌شوند:

d(product)= min(1,1,1,1) =1, d(system)= min(0.706,1,1,0.907) =0.706, d(management)= min(0.642,0.964,1,0.859) =0.642, d(vendor)= min(0.602,0.894,0.921,0.799) =0.602.

که بردار وزن $W' = (1, 0.706, 0.642, 0.602)$ بدست می‌آید:

بعد از مرحله نرمال‌سازی، مقادیر وزن‌های اولویت‌دهی شده عوامل اصلی محاسبه می‌شوند:

w= (0.267, 0.188, 0.171, 0.161).

جدول‌های ۴، ۵، ۶ و ۷ ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی عوامل اصلی، را نشان می‌دهند:

جدول ۵- ماتریس مقایسه زوجی عوامل فرعی محصول

	کارکرد	قابلیت اطمینان	قابلیت استفاده	کارآیی	قابلیت نگهداری	قابلیت انتقال
کارکرد	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۰/۵، ۰/۷۵)	(۱، ۱/۲۵)	(۰/۷۵، ۱)	(۰/۷۵، ۱)
		(۱،	(۰/۲۵،	(۰/۷۵،	(۰/۵،	(۰/۵،
قابلیت اطمینان	(۰/۷۵، ۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۷۵، ۱)	(۱، ۱/۲۵)	(۰/۷۵، ۱)	(۰/۷۵، ۱)
	(۰/۵،		(۰/۵،	(۰/۷۵،	(۰/۵،	(۰/۵،
قابلیت استفاده	(۲، ۴)	(۱.۳۳، ۲)	(۱،۱،۱)	(۰/۷۵، ۱)	(۰/۷۵، ۱)	(۰/۵، ۰/۷۵)
	(۱.۳۳،	(۱،		(۰/۵،	(۰/۵،	(۰/۲۵،
کارآیی	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳)	(۱.۳۳، ۲)	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲)	(۱.۳۳، ۲)
		(۰/۸،	(۱،		(۱،	(۱،
قابلیت نگهداری	(۱.۳۳، ۲)	(۱، ۱.۳۳)	(۱.۳۳، ۲)	(۰/۷۵، ۱)	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲)
	(۱،	(۰/۸،	(۱،	(۰/۵،		(۱،
قابلیت انتقال	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲)	(۲، ۴)	(۰/۷۵، ۱)	(۱.۳۳، ۲)	(۱،۱،۱)
		(۱،	(۱.۳۳،	(۰/۵،	(۱،	

جدول ۶- ماتریس مقایسه زوجی عوامل فرعی سیستم

	کاربرپسندی	انعطاف‌پذیری
کاربرپسندی	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
انعطاف‌پذیری	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)

جدول ۷- ماتریس مقایسه زوجی عوامل فرعی سیستم

		سیستم		مدیریت		محصول	
		کاربر پسندی	انعطاف پذیری	هزینه	زمان پیاده سازی	کارکرد	قابلیت اطمینان
سیستم	کاربر پسندی	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲) (۱،	(۱،۱،۱)	(۲، ۴) (۱.۳۳،	(۱، ۱.۳۳) (۰/۸،	(۰/۷۵) ۰/۵، (۰/۲۵،
	انعطاف پذیری	(۱) ۰/۷۵، (۰/۵،	(۱،۱،۱)	(۰/۷۵، ۱) (۰/۵،	(۰/۷۵) ۰/۵، (۰/۲۵،	(۲، ۴) (۱.۳۳،	(۱، ۱/۲۵) (۰/۷۵،
مدیریت	هزینه	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲) (۱،	(۱،۱،۱)	(۲، ۴)	(۲، ۴)	(۰/۷۵، ۱)

جدول ۸- ماتریس مقایسه زوجی عوامل فرعی مدیریت

	هزینه	زمان پیاده‌سازی
هزینه	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)
زمان پیاده‌سازی	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۱،۱،۱)

جدول ۹- ماتریس مقایسه زوجی عوامل فرعی مدیریت

		مدیریت		فروشنده		
		هزینه	زمان پیاده‌سازی	شهرت فروشنده	خدمات مشاوره‌ای	توانایی فنی
مدیریت	هزینه	(۱،۱،۱)	(۰/۷۵، ۱) (۰/۵،	(۱/۵) (۱، ۱/۲۵،	(۰/۷۵، ۱) (۰/۵،	(۰/۷۵) ۰/۵، (۰/۲۵،
	زمان پیاده‌سازی	(۱.۳۳، ۲) (۱،	(۱،۱،۱)	(۱، ۱/۲۵) (۰/۷۵،	(۰/۷۵، ۱) (۰/۵،	(۰/۷۵) ۰/۵، (۰/۲۵،
فروشنده	شهرت فروشنده	(۰/۸ ، ۱) (۰/۶۶،	(۱، ۱.۳۳) (۰/۸،	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳) (۰/۸،	(۱، ۱.۳۳) (۰/۸،
	خدمات مشاوره‌ای	(۱.۳۳، ۲) (۱،	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱، ۱/۲۵) (۰/۷۵،	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲) (۱،
	توانایی فنی	(۲، ۴) (۱.۳۳،	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱، ۱/۲۵) (۰/۷۵،	(۰/۷۵، ۱) (۰/۵،	(۱،۱،۱)

جدول ۱۰- ماتریس مقایسه زوجی عوامل فرعی فروشنده

	شهرت فروشنده	خدمات مشاوره‌ای	توانایی فنی
شهرت فروشنده	(۱،۱،۱)	(۰/۷۵، ۱، ۱/۲۵)	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)
خدمات مشاوره‌ای	(۰/۸، ۱، ۱.۳۳)	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
توانایی فنی	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱،۱،۱)

جدول ۱۰، ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های انتخاب سیستم ERP (فروشندگان A، B و C)، را در ارتباط با ۱۳ عامل فرعی، نشان می‌دهد.

جدول ۱۱- ماتریس مقایسه زوجی گزینه‌های انتخاب سیستم ERP با ۱۳عامل فرعی

کارکرد	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
B	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
قابلیت اطمینان	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)
B	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
C	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱،۱،۱)
قابلیت استفاده	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)
B	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
C	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱،۱،۱)
کارآیی	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
B	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
قابلیت نگهداری	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
B	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
قابلیت انتقال	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
B	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
زمان پیاده سازی	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
B	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
انعطاف پذیری	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
B	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
کاربر پسندی	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
B	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
هزینه	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
B	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
زمان پیاده سازی	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
B	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)

کارکرد	A	B	C
قابلیت استفاده	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
B	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
کارآیی	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
B	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
C	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱،۱،۱)
قابلیت نگهداری	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)
B	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
قابلیت انتقال	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱، ۱.۳۳، ۲)
B	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
C	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱،۱،۱)
هزینه	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
B	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
زمان پیاده‌سازی	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
B	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)
C	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)
کاربرپسندی	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)
B	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
انعطاف‌پذیری	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)
B	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
شهرت فروشنده	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
B	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
خدمات مشاوره‌ای	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱، ۱.۳۳، ۲)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
B	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۱،۱،۱)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
C	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱.۳۳، ۲، ۴)	(۱،۱،۱)
توانایی فنی	A	B	C
A	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
B	(۱،۱،۱)	(۱،۱،۱)	(۱.۳۳، ۲، ۴)
C	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۱،۱،۱)

نتایج تحلیل و ارزیابی

نتایج نهایی وزن‌های فازی سیزده عامل فرعی، محاسبه شده و در جدول ۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۱۲- وزن‌های فازی سیزده عامل فرعی

عوامل فرعی	وزن‌های فازی
کارکرد	(۰/۰۱۲۸۸، ۰/۰۲۴۱۹، ۰/۰۵۵۲۷)
قابلیت اطمینان	(۰/۰۰۶۱۷، ۰/۰۱۳۵۰، ۰/۰۳۷۱۵)
قابلیت استفاده	(۰/۰۱۳۶۱، ۰/۰۲۷۵۶، ۰/۰۶۲۱۹)
کارآیی	(۰/۰۰۴۱۱، ۰/۰۱۴۱۱، ۰/۰۲۶۷۷)
قابلیت نگهداری	(۰/۰۰۷۰۲، ۰/۰۱۹۲۹، ۰/۰۴۲۹۹)
قابلیت انتقال	(۰/۰۰۴۴۰، ۰/۰۱۰۸۰، ۰/۰۲۵۸۵)
هزینه	(۰/۰۴۸۲۵، ۰/۰۷۷۷۵، ۰/۱۳۲۴۷)
زمان پیاده‌سازی	(۰/۰۱۸۲۹، ۰/۰۳۴۴۶، ۰/۰۵۸۸۸)
کاربرپسندی	(۰/۰۰۵۶۸، ۰/۰۱۴۵۹، ۰/۰۳۴۰۰)
انعطاف‌پذیری	(۰/۰۰۵۰، ۰/۰۱۲۰، ۰/۰۳۳۰)
شهرت فروشنده	(۰/۰۰۷۱۱، ۰/۰۱۹۵۳، ۰/۰۴۷۶۳)
خدمات مشاوره‌ای	(۰/۰۳۰۰۹، ۰/۰۵۴۲۵، ۰/۰۹۷۵۴)
توانایی فنی	(۰/۰۲۷۷۵، ۰/۰۵۱۴۲، ۰/۰۹۳۹۹)

جدول ۱۲، امتیازات نهایی فروشندگان سیستم ERP را بعد از اِعمال روش ANP فازی، نشان می‌دهد، که نتیجه نهایی انتخاب، گزینه A، می‌باشد. همانگونه که در جدول ۱۲ نشان داده می‌شود، سیستم A، گزینه مناسب در رتبه‌بندی نهایی می‌باشد. زیرا، گزینه با بیشترین وزن، بهترین انتخاب در این تصمیم‌گیری می‌باشد. با توجه به جدول ۱۲، وزن گزینه A 0.6070, و وزن گزینه‌های B وC به ترتیب 0.5531 و 0.5764 می‌باشند. پس طبق روش ANP فازی، بهترین گزینه فروشندهERP، گزینه A می‌باشد، بنابراین تیم پروژه، مناسب‌ترین تصمیم برای شرکت را گزینه A اعلام نموده است.

جدول ۱۳- وزن‌ها و رتبه‌بندی نهایی گزینه‌های فروشنده سیستم ERP

رتبه‌بندی نهایی	وزن غیرفازی	وزن فازی	گزینه‌ها
۱	۰/۶۰۷۰	(۰/۳۰۹۸، ۰/۶۲۳۹، ۰/۸۸۷۳)	A
۳	۰/۵۵۳۱	(۰/۲۷۶۵، ۰/۵۵۶۳، ۰/۸۲۶۶)	B
۲	۰/۵۷۶۴	(۰/۲۸۹۹، ۰/۵۷۹۲، ۰/۸۶۰۱)	C

مقایسه

مطابق با نتایج نهایی این مقاله و مقاله [۶۰]، مقایسه زیر انجام شده است:

مقایسه لایه دوم سلسله مراتب: در لایه دوم، از نظر اهمیت تفاوت اندکی بین شش ویژگی از نقطه‌نظر محصول مربوط به هر دو شرکت مشاهده می‌شود. هرچند، کارکرد مهمترین معیار برای سازمان‌های مختلف است، مسئله قابلیت اطمینان در [۶۰]، نسبت به کار انجام شده در این مقاله از اهمیت نسبی بالاتری برخوردار است. آز آنجایی که سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان بسیار گران است، مسئله هزینه بعد مدیریت

بسیار از دیگر معیارهای موجود در هر دو صنعت، از اهمیت بیشتری برخوردار است (جدول ۱۳ و ۱۴).

جدول ۱۴- مقایسه لایه دوم وزن‌های فازی از دیدگاه محصول

رتبه در [۶۰]	رتبه در این تحقیق	مرکز ثقل وزن‌های فازی در [۶۰]	مرکز ثقل وزن‌های فازی در این تحقیق	
۱	۱	۰/۳۵۱	۰/۴۵۷	کارکرد
۴	۳	۰/۱۷۰	۰/۰۶۳	قابلیت اطمینان
۳	۳	۰/۱۷۰	۰/۱۳۸	قابلیت استفاده
۵	۵	۰/۰۵۷	۰/۰۵۸	قابلیت نگهداری
۲	۲	۰/۲۰۸	۰/۲۵۷	قابلیت انتقال
۶	۶	۰/۰۴۲	۰/۰۲۸	کارایی

جدول ۱۵- مقایسه لایه دوم وزن‌های فازی از دیدگاه عامل فروش

رتبه در [۶۰]	رتبه در این تحقیق	مرکز ثقل وزن‌های فازی در [۶۰]	مرکز ثقل وزن‌های فازی در این تحقیق	
۳	۳	۰/۰۹۴	۰/۰۷۲	شهرت
۱	۱	۰/۶۲۷	۰/۶۴۸	توانایی فنی
۲	۲	۰/۲۸۰	۰/۲۸۰	خدمات

نتیجه‌گیری

یک سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی، یک سیستم اطلاعاتی برای سهولت برنامه‌ریزی و یکپارچگی همه زیرسیستم‌های سازمانی، از جمله خرید، تولید، فروش و امورمالی است. اتخاذ چنین چارچوبی جامعی می‌تواند باعث صرفه‌جویی زیادی هم در هزینه‌ها و هم در زمان شود. این مقاله، کاربرد یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره را برای ارزیابی انتخاب‌های مختلف ERP مورد بررسی قرار می‌دهد. یک سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی می‌تواند به عنوان یک راه‌حل برای فرآیندهای کسب و کارهای ناکارآمد در نظر گرفته شود. سازمان‌ها، زمانی‌که با مشکلات پیچیده از کسب و کار، از جمله دستیابی به اهداف مالی شرکت، مدیریت و کارآمد کردن فرایندهای عملیاتی شرکت، پیش‌بینی بهتر ویژگی‌ها یا به‌دست آوردن مزایای مدیریت اطلاعات بهبودیافته از طریق کاهش تکرار داده‌ها مواجه می‌شوند، به خرید آن فکر می‌کنند. سیستم ERP به‌طور معمول پایگاه داده‌های سازمانی وسیع رایج را همراه با طیف وسیعی از ماژول‌های نرم‌افزاری پیاده‌سازی می‌کند.

مشخص‌کردن بهترین نرم‌افزار ERP که مناسب نیازهای سازمان و معیارهایش باشد اولین قدم در فرآیند پیچیده پیاده‌سازی است. از این رو انتخاب یک سیستم ERP مناسب یک تصمیم دشوار و حیاتی برای مدیران است. یک انتخاب نامناسب می‌تواند موفقیت پیاده‌سازی و همینطور عملکرد شرکت را به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر قرار دهد. بسیاری از شرکت‌ها سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی‌شان را به‌طور عجولانه‌ای بدون درک کامل مفاهیم برای تجارتشان یا لزوم سازگاری با اهداف کلی و استراتژی‌های سازمان، نصب و راه‌اندازی می‌کنند. نتایج این رویکرد شتابزده، شکست خوردن پروژه‌ها و یا سیستم‌های ضعیفی است که تضادهای منطقی با اهداف سازمان دارند. روش‌های مختلفی برای انتخاب بهترین سیستم ERP برای یک سازمان استفاده شده است. یکی از مهم‌ترین روش‌های نمره‌دهی و رتبه‌دهی، مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، می‌باشند. باتوجه به فرایند انتخاب، معیارهای بسیاری در نظر گرفته می‌شوند. معیارهای که در انتخاب سیستم ERP بیشتر استفاده می‌شوند شامل، قابلیت محصول، کیفیت محصول، سرعت اجرا، رویکرد اجرا، مقبولیت سازمان، تجربه، انعطاف‌پذیری، ارتباط با سیستم‌های دیگر، قیمت، رهبری بازار، تصویر شرکت و گرایش بین‌المللی، است. در این مطالعه، عملکرد و قابلیت اعتماد سیستم و پشتیبانی فنی، مهم‌ترین معیارها برای شرکت‌های بزرگ بوده و قابلیت انعطاف‌پذیری و تطابق برای شرکت‌های کوچک و متوسط مهم‌ترین معیارها هستند. در این مقاله، از تکنیک فرآیند تحلیلی شبکه فازی (FANP) برای ارزیابی انتخاب مناسب سیستم ERP، استفاده شده است.

این مقاله یک مدل تصمیم‌گیری چند معیاره معرفی می‌کند. تصمیم‌گیری چند معیاره، به پیداکردن بهترین نظر از بین تمام گزینه‌های ممکن، در حضور چند معیار تصمیم‌گیری معمولاً متضاد، اشاره می‌کند. MCDM یک شاخه از یک کلاس عمومی از مدل‌های تحقیق در عملیات است که با مشکلات تصمیم‌گیری با وجود تعدادی از گزینه‌های تصمیم‌گیری سر وکار دارد. یکی از برجسته‌ترین روش‌های MCDM، ANP است که یک تعمیم از یکی از شناخته شده‌ترین روش‌های MCDM، یعنی فرآیند تحلیل سلسله می‌باشد. در حالی‌که AHP نشان‌دهنده یک چارچوب با رابطه سلسله مراتبی یک سویه است، ANP روابط پیچیده میان سطوح و ضوابط تصمیم‌گیری را در نظر می‌گیرد. ANP در بسیاری از سیستم‌های پشتیبانی تصمیم و در انواع مختلف استفاده می‌شود.

در این تحقیق، روش FANP برای ارزیابی انتخاب سیستم‌های ERP به‌کار بسته شد. این روش برای در نظر گرفتن معیارهای محسوس و نامحسوس سازگار است. نه تنها FANP به یک نتیجه منطقی راهنمایی می‌کند بلکه تأثیر معیارهای متفاوت بر نتیجه نهایی را نیز تعیین می‌کند. افزودن ویژگی‌های وابستگی و بازخور به FANP می‌تواند موجب دقیق‌تر شدن نتیجه بدست آمده از این روش نسبت به دیگر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره شود. لذا رتبه‌بندی نتایج می‌تواند به مدیریت در درک تأثیر معیارهای متفاوت در زمان انتخاب سیستم ERP کمک کند. روش FANP یک رویکرد ارزیابی مناسب را برای این تحقیق ایجاد می‌کند. همچنین از روش FANP یکپارچه‌کردن نظرات کارشناسان و خبرگان استفاده شد.

برخلاف سایر مطالعات این مطالعه برای تحلیل دقیق‌تر با محاسبه ارتباطات و وابستگی از روش FANP استفاده کرد. این مطالعه قضاوت‌های مبهم سؤالات را با اعداد مثلثی فازی بهبود داد.

یکی از مزایای استفاده از روش FANP برای ارزیابی معیارهای انتخاب وزن‌های اولویت‌بندی گزینه‌های انتخاب می‌باشد.

چارچوب انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان پیشنهادی مزیت‌های زیر را بدنبال دارد:

(۱) تضمین می‌کند که ساختار اهداف با استراتژی و مقاصد شرکت همسو است. تیم پروژه می‌تواند رابطه بین اهداف مختلف را درک و تأثیر آن‌ها را با مدل‌سازی آن‌ها در قالب ساختار فرآیند تحلیل شبکه‌ای تخمین بزند.

(۲) تیم پروژه می‌تواند مسئله پیچیده انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان را به قضاوت‌های منطقی‌تر و ساده‌تری از ویژگی‌ها تجزیه کند. بخصوص، دانش از ساختار اهداف می‌تواند به تیم پروژه در شناسایی نیازمندی‌های شرکت و توسعه مشخصه‌های سیستم مطلوب کمک کند. این اهداف نشان می‌دهند که نتایج چگونه سنجش شده و چه نکات کلیدی می‌بایست در فرآیند تصمیم‌گیری در نظر گرفته شود.

(۳) این رویکرد به اندازه کافی برای اضافه‌شدن تصمیم‌گیرندگان یا ویژگی‌های بیشتر برای ارزیابی انعطاف‌پذیر می‌باشد. قابل ذکر است که چارچوب پیشنهادی می‌تواند روال رسیدن به توافق‌نظر در بین چندین تصمیم‌گیرنده را تسریع بخشد.

(۴) این رویکرد بصورت سیستماتیک ویژگی‌ها و راهبردهای شرکت را براساس توسعه مقاصد و استراتژی شرکت ارزیابی می‌کند. این رویکرد نه تنها می‌تواند هزینه‌ها را در طول فاز انتخاب کاهش دهد، بلکه مقاومت و هزینه‌های نهان موجود در مرحله پیاده‌سازی را نیز تقلیل می‌دهد.

این مقاله دارای برخی محدودیت‌ها نیز می‌باشد. شاید محدودیت جدی این مقاله تمرکز محدود بر روی یک مطالعه موردی می‌باشد. برای فهمیدن ارزش، اعتبار و تداوم کلی رویکرد استفاده شده در این مقاله، موارد واقعی بیشتری باید مورد بررسی قرار گیرد. محدودیت دیگر ساختار مستقل از معیارهای انتخابی است. مثلاً برای اهداف مدیریتی معیارهای مختلف سطح پایین در دسته‌هایی گروه‌بندی می‌شوند، با این کار بعضی خصوصیات دقیق ممکن است از دست برود. نهایتاً بهینگی نتایج، اغلب تحت تأثیر غنای شرکت‌کنندگان (از نظر کیفیت و کمیت) و تجربه آن‌ها است. برای کارهای بعدی، استفاده از رویکردهای انتخاب ترکیبی برای تولید نتایجی که هم دقت تکنیکی و هم پذیرش سازمانی دارند، پیشنهاد می‌شود. بعضی تکنیک‌های تصمیم‌گیری مانند TOPSIS، PROMETHEE و ELECTRE می‌توانند در ترکیب با FANP، برای ارزیابی دوام‌پذیری و سودمندی روش‌های ترکیبی استفاده شوند.

منابع:

۱. شاهرودی، کامبیز؛ پرویز احمدی و فاطمه زاهدیان، معرفی مدلی برای پیاده‌سازی سیستم ERP در سازمان‌های ایرانی، کنفرانس ملی بهینه‌سازی مصرف انرژی در علوم و مهندسی، بابل، دانشکده فنی و حرفه‌ای الزهرا بابل، ۱۳۹۳.

۲. امیری‌راد، ندا؛ سیدمجتبی کاوسی داودی؛ سهیل سعدی‌نژاد و اسماعیل نجفی، ارائه یک مدل انتخاب سیستم برنامه‌ریزی سازمانی (ERP) براساس اطلاعات فازی شهودی، کنفرانس بین‌المللی توسعه و تعالی کسب و کار، تهران، مؤسسه مدیران ایده‌پرداز پایتخت ویرا، ۱۳۹۳.

۳. احمدی، هادی و حشمت‌الله حسنی پیرمحمدی، بررسی و مرور مدل‌های اندازه‌گیری موفقیت FRP، همایش ملی مهندسی رایانه و مدیریت فناوری اطلاعات، تهران، شرکت علم و صنعت طلوع فرزین، ۱۳۹۳.

۴. پیک فلک، نسیم؛ محمد داورپناه جزی و سیامک گراکویی، ارائه استراتژی جدید در مدیریت تغییرات به منظور پیاده‌سازی موفق ERP، همایش بین‌المللی مدیریت، تهران، مؤسسه سفیران فرهنگی مبین، ۱۳۹۳،

۵. خطیب‌زاده، محسن و محمدرضا ربانی‌نسب، فناوری‌ها و زیرساخت‌های لازم برای پیاده‌سازی موفق سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی، همایش ملی مهندسی رایانه و مدیریت فناوری اطلاعات، تهران، شرکت علم و صنعت طلوع فرزین، ۱۳۹۳،

۶. شاهرودی، کامبیز؛ پرویز احمدی و فاطمه زاهدیان، معرفی مدلی برای پیاده‌سازی سیستم ERP در سازمان‌های ایرانی، کنفرانس ملی بهینه‌سازی مصرف انرژی در علوم و مهندسی، بابل، دانشکده فنی و حرفه‌ای الزهرا بابل، ۱۳۹۳،

۷. فتاحی، وحید؛ مهدی عسکری‌زاده و اباذر ظهرابی، ارزیابی و انتخاب سیستم ERP با استفاده از تکنیک‌های MADM فازی، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت، کارآفرینی و توسعه اقتصادی، قم، دانشگاه پیام‌نور، ۱۳۹۲،

۸. بسطامی، نوشین، بررسی عوامل کلیدی موفقیت (CSF) در پیاده‌سازی و اجرای سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان (ERP) با استفاده از تکنیک تاپسیس فازی (FTOPSIS)، همایش بین‌المللی مدیریت، تهران، مؤسسه سفیران فرهنگی مبین، ۱۳۹۳.

۹. عظیم‌زاده، عباس؛ عباس کرامتی؛ مصطفی گلبهارزاده و سیدرضا سید طبیب، رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان ERP براساس یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی (مطالعه موردی: در شرکت گروه ملی صنعتی فولاد ایران)، *دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت، کارآفرینی و توسعه اقتصادی*، قم، دانشگاه پیام‌نور، ۱۳۹۲،

10. Onut,S., Efendigil, T. (November 2010),A theorical model design for ERP software selection process under the constraints of cost and quality: A fuzzy approach, Journal of Intelligent & Fuzzy Systems: Applications in Engineering and Technology, Volume 21 Issue 6, pp. 365-378.
11. Sadra Ahmadi, Elpiniki Papageorgiou, Chung-Hsing Yeh, Rodney Martin, Managing readiness-relevant activities for the organizational dimension of ERP implementation, *Computers in Industry, Volume 68, Pages 89-104, April 2015*
12. Wei, C.C. and Wang, M.J., (2004). "A comprehensive framework for selecting an ERP system". *International Journal of Project Management 22*, pp.161-169.
13. Wei, C.C., Chien, C.F. and Wang, M.J., (2005). "An AHP-based approach to ERP system selection". *International Journal of Production Economics 96*, pp.47-62.
14. Lin, C. H., (2002). "An ERP application study on college property management system". Master Thesis, Nanhua University, Chiayi, Taiwan, R.O.C.
15. Luo, W. and Strong, D.M., (2004). A Framework for Evaluating ERP Implementation Choices 51(3), pp. 322-333.
16. Teltumbde, A., (2000), "A framework of evaluating ERP projects", International Journal of Production Research, No. 38, pp. 4507–4520.
17. Cristina Lopez, Jose L. Salmeron, Dynamic risks modelling in ERP maintenance projects with FCM, Information Sciences, Volume 256, Pages 25-45, 20 January 2014.
18. Abdoulmohammad Gholamzadeh Chofreh, Feybi Ariani Goni, Awaluddin Mohamed Shaharoun, Syuhaida Ismail, Jiří Jaromír Klemeš, Sustainable enterprise resource planning: imperatives and research directions, *Journal of Cleaner Production, Volume 71, Pages 139-147, 15 May 2014*
19. Lee, J.W. and Kim, SH. (2001), "An integrated approach for interdependent information system project selection", International Journal of Project Management, No.19, pp.111–118.

20. Shih-Wen Chien, Han-Chieh Lin, Chih-Ting Shih, A Moderated Mediation Study: Cohesion Linking Centrifugal and Centripetal Forces to ERP Implementation Performance, *International Journal of Production Economics, Volume 158, Pages 1-8, December 2014*
21. Wilson, F., Desmond, J., and Roberts, H. (1994), "Success and failure of MRPII implementation", British Journal of Management, No. 5, pp.221–40.
22. May,J. , Dhillon,G. , Caldeira,M. (2013). Defining value-based objectives for ERP systems planning, Decision Support Systems, v.55 n.1, p.98-109.
23. Saaty, T.L. (1980), .The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York.
24. Tzeng, G.H., Huang, J.J. (2011). Multiple Attribute Decision Making Method and applications, CRC Press, Taylor & Francis Group.
25. Kumar, V., Maheshwari, B., Kumar, U., (2002). Enterprise resource planning systems adoption process: A survey of Canadian organizations. International Journal of Production Research 40, 509–523.
26. Motwani, J., Mirchandani, D., Madan, M., Gunasekaran, A., 2002. Successful implementation of ERP projects: Evidence from two case studies. International Journal of Production Economics 75, 83–96.
27. Changquan Long, Xu Lei, Jie Chen, Yun Chang, Antao Chen, Hong Li , Event-related potential parameters of category and property violations during semantic category-based induction, *International Journal of Psychophysiology, Available online 16 April 2015.*
28. Buckley, J. J., (1985), "Fuzzy Hierarchical Analysis", Fuzzy Sets and Systems, 17, 233-247.
29. Chang, D. Y., (1996), "Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy-AHP", European Journal of Operational Research, 95, 649-655.
30. Fatemeh Razavipour, Reza Sameni ,A study of event related potential frequency domain coherency using multichannel electroencephalogram subspace analysis, *Journal of Neuroscience Methods, Available online 7 April **2015**.*
31. Lootsma, F., (1997), Fuzzy Logic for Planning and Decision-Making, Kluwer, Dordrecht.
32. Cristina Lopez, Jose L. Salmeron, Dynamic risks modelling in ERP maintenance projects with FCM, *Information Sciences, Volume 256, Pages 25-45, , 20 January **2014***
33. Duru,O., Bulut,E. and ,Yoshida,S.(2012.). Regime switching fuzzy AHP model for choice-varying priorities problem and expert consistency prioritization: A cubic fuzzy-priority matrix design, Expert Systems with Applications: An International Journal, v.39 n.5, p.4954-4964.
34. Lee,S. , Kim,W. , Kim,Y.M , Joo Oh,K .(2012) . Using AHP to determine intangible priority factors for technology transfer adoption, Expert Systems with Applications: An International Journal, v.39 n.7, p.6388-6395.
35. Sheu, J. B., (2004), "A Hybrid Fuzzy-Based Approach for Identifying Global Logistics Strategies", Transportation Research, 40, 39-61.
36. Kulak, O., and Kahraman, C., (2005), "Fuzzy Multi-Criterion Selection Among Transportation Companies Using Axiomatic Design and Analytic Hierarchy Process", Information Sciences, 170, 191-210.
37. Lauren Sculthorpe-Petley, Careesa Liu, Sujoy Ghosh Hajra, Hossein Parvar, Jason Satel, Thomas P. Trappenberg, Rober Boshra, Ryan C.N. D'Arcy, A rapid event-related potential (ERP) method for point-of-care evaluation of brain function: Development of the Halifax Consciousness Scanner, *Journal of Neuroscience Methods, Volume 245, Pages 64-72, 30 April 2015*
38. Zhu, K.J., Jing, Y., Chang, D. Y.,(1999).A discussion on Extent Analysis Method and applications of fuzzy AHP., Research, Volume, Pages 450–456.
39. Zhu, K. J., Jing, Y., and Chang, D. Y., (1999), "A Discussion on Extent Analysis Method and Applications of Fuzzy-AHP", European Journal of Operational Research, 116, 450-456.
40. Tsai, W.H., Lee, P.L. (January, 2012). Yu-Shan Shen , Hsiu-Ling Lin, A comprehensive study of the relationship between enterprise resource planning selection criteria and enterprise resource planning system success, Information and Management, v.49 n.1, p.36-46.
41. Chang, D. Y., (1992), "Extent Analysis and Synthetic Decision", Optimization Techniques and Applications, World Scientific, Singapore, 1, 352.
42. Jian You , C., Lee , C. K. M. , Chen , S. L. , J. Jiao, R., (2012).A real option theoretic fuzzy evaluation model for enterprise resource planning investment, Journal of Engineering and Technology Management, v.29 n.1, p.47-61,v.29 n.1, p.47-61.
43. Ishizaka, A., Nguyen, N.H. (July, 2013).Calibrated fuzzy AHP for current bank account selection, Expert Systems with Applications: An International Journal, v.40 n.9, p.3775-3783.
44. Büyüközkan, G., Çifçi,G., Güleryüz,S .(August,2011).Strategic analysis of healthcare service quality using fuzzy AHP methodology, Expert Systems with Applications: An International Journal, v.38 n.8, p.9407-9424.
45. Cebeci,U,.(July, 2009). Fuzzy AHP-based decision support system for selecting ERP systems in textile industry by using balanced scorecard, Expert Systems with Applications: An International Journal, v.36 n.5, p.8900-8909.
46. Khosroanjom, D., Ahmadzade,M., Niknafs ,A., Kiani Mavi,R.(September 2011). Using fuzzy AHP for evaluating the dimensions of data quality, International Journal of Business Information Systems, v.8 n.3, p.269-285.
47. Abdullah, L., Najib,L.(June, 2014). A new type-2 fuzzy set of linguistic variables for the fuzzy analytic hierarchy process, Expert Systems with Applications: An International Journal, v.41 n.7, p.3297-3305.
48. Tavana,M.,Khalili-Damghani,K., Abtahi,A.R.(February, 2013). A hybrid fuzzy group decision support framework for advanced-technology prioritization at NASA, Expert Systems with Applications: An International Journal, v.40 n.2, p.480-491.
49. Kazemi,A., Saeidi,S.R., zizmohammadi,M.A,.(May 2014). Selecting an ERP system using multi-criteria decision making method: a goal programming and fuzzy approach, International Journal of Business Information Systems, v.16 n.1, p.55-71.
50. Cebeci, U. Fuzzy AHP-based decision support system for selecting ERP systems in textile industry by using balanced scorecard. Expert Systems with Applications, 36(5), 8900–8909, 2009.
51. GüRbüZ,T., E.Alptekin ,S., Alptekin,G.I.(December, 2012.). A hybrid MCDM methodology for ERP selection problem with interacting criteria, Decision Support Systems, v.54 n.1, p.206-214.
52. Yazgan, H.R., Boran,S., Goztepe,K.(July, 2009). An ERP software selection process with using artificial neural network based on analytic network process approach, Expert Systems with Applications: An International Journal, v.36 n.5, p.9214-9222.
53. Kilic, H. S., Zaim, S., & Delen, D. Development of a hybrid methodology for ERP system selection: The case of Turkish Airlines. Decision Support Systems. http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2014.06.011.,2014.
54. Alanbay, O. (2005) 'ERP selection using expert choice software', Presented to the 8th International Symposium on Analytic Hierarchy Process (ISAHP 2005), University of Hawaii.
55. Asl, M.B., Khalilzadeh, A., Youshanlouei, H.R. and Mood, M.M. (2012) 'Identifying and ranking the effective factors on selecting enterprise resource planning (ERP) system using the combined

Delphi and Shannon entropy approach', Procedia - Social and Behavioral Sciences, Vol. 41, pp.513-520.

56. Bueno,S., L. Salmeron,J.(March, 2008). Fuzzy modeling Enterprise Resource Planning tool selection, Computer Standards & Interfaces, v.30 n.3, p.137-147.
57. Comer, A.A.P. and Castolo, J.C.G. (2012). An empirical study in selecting enterprise resource planning systems: the relation between some of the variables involve on it. Size and investment', Procedia Technology, Vol. 3, pp.292-303.
58. Johansson, B., Sudzina, F. (July 2011). Mike Newman, ERP system implementation costs and selection factors of an implementation approach, International Journal of Business Information Systems, v.8 n.1, p.87-105.
59. H. S. Kilic, S. Zaim, D. Delen ,Selecting "The Best" ERP system for SMEs using a combination of ANP and PROMETHEE methods, *Expert Systems with Applications, Volume 42, Issue 5, Pages 2343-2352 ,1 April 2015*
60. T. Gürbüz, S. E. Alptekin, G. I. Alptekin ,A hybrid MCDM methodology for ERP selection problem with interacting criteria, Decision Support Systems, Volume 54, Issue 1, Pages 206-214, December 2012
61. Antoniadisa, T. Tsiakirisb, S. Tsopogloyc, Business Intelligence During Times of Crisis: Adoption and Usage of ERP Systems by SMEs, Procedia - Social and Behavioral Sciences,Volume 175, Pages 299–307, 12 February 2015