

ارائه مدل پشتیبان تصمیم‌گیری جهت انتخاب سیستم‌های فناوری اطلاعاتی در محیط فازی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۷/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۲۳

دکتر منوچهر انصاری^۱

حسین رحمانی یوشانلوئی^۲

محمد میر کاظمی مود^۳

منوچهر بهبودی اصل^۴

چکیده

یکی از عوامل مهم موفقیت پیاده‌سازی سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی، انتخاب سیستم مناسب برای بکارگیری در سازمان با توجه به محدودیت‌ها و شرایط است. ولی مدیران با این مساله مواجه‌اند که سازمان آنها از دیدگاه‌های مختلف (سازمانی، کارکنان، عوامل محیطی) به چه سیستمی نیاز دارند. در این تحقیق به منظور پشتیبانی از تصمیمات مدیران برای انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی یک مدل تصمیم توسعه یافته است. همچنین با توجه به استفاده از معیارهای کیفی و نیاز به قضاوت تصمیم‌گیرندگان درباره اهمیت معیارها و وضعیت هر یک از گزینه‌ها در هر معیار، نیاز بود تا محاسبات به منظور غلبه بر ابهام موجود، در یک محیط فازی انجام گیرد و متغیرهای زبانی به جای متغیرهای خشک عددی مورد استفاده قرار بگیرند. بدین منظور با استفاده از رویکرد **AHP** فازی، مدلی برای انتخاب سیستم‌های کاندید ارائه می‌شود. در پایان یک مورد مطالعاتی نیز برای نشان دادن کاربردی بودن و چگونگی اجرای روش ارائه شده است.

واژگان کلیدی: ERP، برنامه‌ریزی منابع سازمانی، انتخاب ERP، فرایند تحلیل سلسله مراتبی

۱. دانشیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

۲. دانشجوی دکتری مدیریت بازرگانی دانشگاه نپس فرانسه و مسئول مکاتبات Rahmani82@gmail.com

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

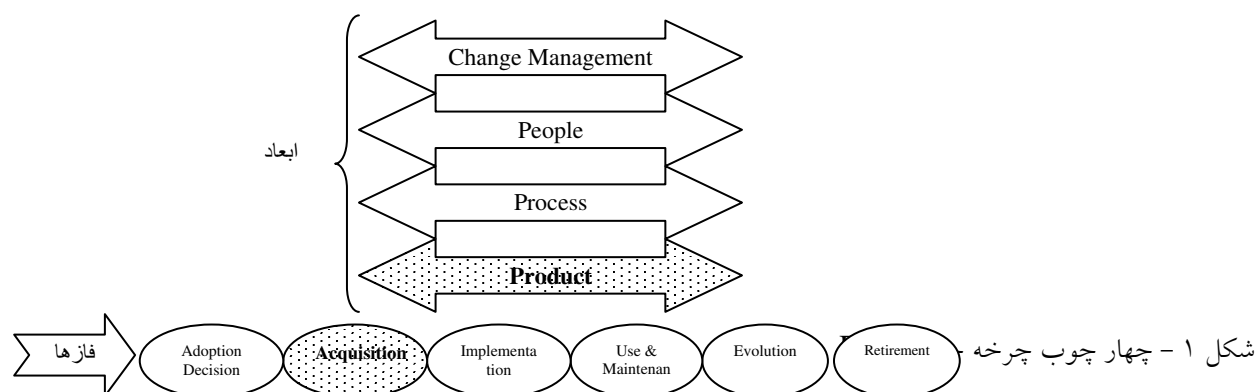
۴. عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سلماس

۱. مقدمه

امروزه به علت وجود رقابت شدید در بازارهای هدف صنایع، تنها شرکتها و سازمان‌هایی می‌توانند به بقای خود ادامه دهند و یا از بقیه پیشی گیرند که داری ساختار سازمانی منطبق بر فناوری اطلاعات مناسب بوده تا قابلیت پاسخ سریع به نیازهای همواره متغیر بازار را داشته باشند. این چنین دیدگاهی نیاز به نوعی جدید از معماری سازمانی دارد که به عنوان یک محرک، انعطاف پذیری و مقاومت لازم را برای بقا در بازار رقابتی این هزاره فراهم آورد. بسته‌های نرم‌افزاری ERP چنین معماری قدرتمندی را برای سازمان‌های امروزی فراهم می‌آورند. انتخاب و پیاده‌سازی یک بسته ERP مناسب می‌تواند این قدرت را برای سازمان به ارمغان آورد. اما یوسف و همکارانش (۲۰۰۴) پروژه‌های ERP را به دلیل هزینه بالا و ریسک‌های پذیرش و پیچیدگی، یکی از سخت‌ترین پروژه‌های سرمایه‌گذاری می‌دانند. پروژه‌هایی که شرکت‌ها میلیاردها دلار و مقدار بسیار زیادی از وقت نیروی کار خود را برای پیاده‌سازی آنها صرف می‌کنند (Yusuf et al., ۲۰۰۴). اما انتخاب یک سیستم مناسب فرآیندی پیچیده است که نیاز شناسایی دقیق معیارها و انتخاب یک تکنیک مناسب برای انتخاب گزینه نهایی دارد. تعیین بهترین نرم‌افزار ERP که با نیازهای سازمانی و معیارها تطبیق داشته باشد، یکی از اولین گام‌های فرآیند طولانی پیاده‌سازی و استفاده از ERP است. از سویی دیگر انتخاب یک سیستم ERP یک تصمیم‌گیری به غایت سخت و حیاتی برای مدیران است. یک انتخاب نامناسب می‌تواند به شدت نه تنها بر موفقیت پیاده‌سازی بلکه بر عملکرد سازمان تاثیر گذار باشد. که نتیجه این انتخاب نامناسب پروژه‌های شکست خورده و یا سیستم‌های ضعیفی هستند که در تعارض با اهداف سازمانی می‌باشند (Cebeci ۲۰۰۹)

بدین منظور مطالعه حاضر سعی دارد تا علاوه بر شناسایی مهمترین معیارهای انتخاب ERP روشی کاربردی نیز برای انتخاب یک سیستم ERP مناسب پیشنهاد دهد.

برای روشن‌تر شدن موضوع، مناسب است که جایگاه بحث مورد نظر در این پژوهش، در میان دامنه گسترده ERP مشخص شود. شکل ۱ به خوبی می‌تواند این موضوع را مشخص کند:



Esteves JM, Pastor JA (۱۹۹۹)

این چهار چوب دارای شش فاز^۵ و چهار بعد^۶ است. فازها نشان دهنده مراحل مختلف چرخه عمر سیستم ERP در سازمان و ابعاد معرف دیدگاه‌های^۷ مختلفی هستند که می‌توان با توجه به آنها فاز مورد استفاده را مورد بررسی قرارداد. فاز مورد توجه این مقاله فاز انتخاب است که در شکل ۲ تحت عنوان acquisition نام گذاری شده است و در ادبیات تحت عنوان selection نیز نامیده می‌شود. این مرحله شامل انتخاب بهترین سیستمی است که با نیازمندیهای سازمان منطبق بوده و کمترین نیاز به بومی سازی را داشته باشد. همچنین در میان ابعاد، بعد محصول مورد توجه می‌باشد. بعد محصول بر روی جنبه‌های مختلف یک سیستم ERP خاص از قبیل کارایی، کاربر پسند بودن، سخت‌افزار و اجتناب از خطا تمرکز دارد (Jose M. Esteves, Joan A. Pastor, ۲۰۰۱). در ادامه پس از بیان مسئله و مرور ادبیات، مدل AHP مورد نظر مطالعه بیان شده و پس از معرفی رویکرد AHP فازی مورد استفاده یک مطالعه موردی به منظور نشان دادن کاربردی بودن و چگونگی روش پیشنهادی ارائه می‌گردد.

۳. مروری بر ادبیات و پیشینه تحقیق

۱.۳ انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان (ERP)

از اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی، ظهور نرم‌افزارهای یکپارچه‌ای تحت عنوان Enterprise Resource Planning (ERP) با هدف بکارگیری در سازمان‌های بزرگ، توسعه بسیار زیادی پیدا کرده است. سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP) را می‌توان به عنوان نرم‌افزار یکپارچه‌ای تعریف نمود که دارای اجزا و یا ماژول‌هایی برای برنامه ریزی، تولید، فروش، بازاریابی، توزیع، حسابداری، مدیریت منابع انسانی، مدیریت پروژه، مدیریت موجودی، مدیریت خدمات و نگهداری و تعمیرات، مدیریت حمل و نقل و بازرگانی الکترونیک است. (Soffee, ۲۰۰۳).

مطالعات مختلفی به منظور انتخاب بهترین سیستم ERP به دنبال شناسایی و ارائه معیارهایی برای انتخاب ERP پرداخته‌اند. این مطالعات به دو دسته قابل تقسیم می‌باشند. مطالعاتی که صرفاً به دنبال شناسایی معیارهای انتخاب می‌باشند و یا مطالعاتی که به صورت مطالعه موردی به دنبال انتخاب بهترین گزینه بوده و معیارهای انتخاب را به عنوان بخشی از فرآیند پیشنهاد داده‌اند.

(Kumar et al, ۲۰۰۲) با مطالعه‌ای در سازمان‌های کانادایی به بررسی فرضیات کلیدی و استراتژی‌های موفق در پروژه‌های اجرای ERP پرداخته و معیارهای انتخاب فروشنده بسته نرم‌افزاری در قالب فاکتورهایی با نظر خواهی از شرکت‌های استفاده‌کننده از سیستم‌های ERP شناخته شد. معیارهای مختلفی از جمله کارکرد سیستم، قابلیت اتکا، تناسب با سیستم‌های سازمانی، استفاده از آخرین فناوری‌ها، راحتی سفارشی‌سازی، هزینه پایین، شهرت فروشنده و غیره را به عنوان مهمترین معیارها شناسایی کرده‌اند. نکته قابل توجه در مطالعه آن‌ها پیشنهاد تعداد زیادی از معیارها (حدود ۱۳ معیار) بدون ارائه هیچگونه دسته‌بندی به منظور درک بهتر آن‌ها می‌باشد. Wei and Wang (۲۰۰۴) هم در انتخاب یک سیستم مناسب ERP چارچوب جامعی بر اساس فرآیند تحلیل تصمیم‌گیری بر پایه AHP را پیشنهاد کردند. در مطالعه آن‌ها که یک مورد مطالعاتی در یک شرکت الکترونیکی تایوانی بود ۱۸

۵. Phase

۶. Dimension

۷. Viewpoints

معیار در سه دسته عوامل پروژه، عوامل سیستم نرم‌افزار، و عوامل فروشنده. این مطالعه از اولین مطالعاتی بود که معیارها و عوامل مربوط به مدیریت پروژه را نیز در انتخاب سیستم مناسب دخیل می‌کرد. در تحقیق که در سال (۲۰۰۵) Alanbay در ترکیه انجام داد برای ارزیابی و انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان با مطالعات میدانی و مشاهدات به یک سری معیار ارزیابی رسید که آنها را در سه گروه معیارهای مربوط به فروشنده‌گان، معیارهای مربوط به کاربران و معیارهای فنی و تکنولوژیکی طبقه‌بندی کرد از جمله مشخصات مورد نظر او برای ارزیابی سیستم ERP که در تحقیقات قبلی کمتر به دیده می‌شود می‌توان به سیستم پشتیبانی، و زمان واقعی تغییر به عنوان معیارهای مرتبط با فناوری و سفارشی‌سازی و ویژگی‌های گزارش دهی و تحلیل به عنوان معیارهای مرتبط با کاربر و گزینه مالی به عنوان معیار مرتبط با فروشنده اشاره کرد. در یکی از جامع‌ترین مطالعات Baki and Cakar (۲۰۰۵) با مرور ادبیات و تحقیقات گذشته به منظور شناسایی مهمترین معیارها، ۱۳ معیار را شناسایی کردند که برخی از آنها که شباهت‌های زیادی با معیارهای شناسایی شده توسط کومار و همکاران (۲۰۰۲) دارد عبارتند از: کارکرد، معیارهای فنی، هزینه، خدمات پی از فروش، چشم انداز، قابلیت اتکا، آسانی سفارشی‌سازی، موقعیت بازار فروشنده، زمان اجرا. Ziaee et al. (۲۰۰۶) در تحقیق خود ۲۳ معیار را برای سازمان‌های کوچک و متوسط شناسایی کردند که این معیارها در سه گروه عوامل نرم‌افزاری، فروشنده، و پروژه دسته‌بندی شده‌اند. اما در یکی از آخرین تحقیقات (۲۰۰۹) Cebeci در تحقیقی که در شرکت‌های فعال در صنعت نساجی ترکیه انجام داده است ۱۴ معیار را در سه گروه عوامل سرمایه‌گذاری، مشخصات سیستم، و معیارهای فروشنده دسته‌بندی کرده است. از مهمترین معیارهای مورد استفاده او که در تحقیقات قبلی کمتر به چشم می‌خورد قابلیت تحقیق و توسعه و توانایی ارتقا نرم‌افزار در داخل سازمان می‌باشد.

۲.۳ تحلیل سلسله مراتبی فازی

در فرآیند انتخاب سیستم ERP مناسب مطالعاتی بر روی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP که یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است تمرکز کرده‌اند. Teltumbde (۲۰۰۰) یک رویکرد مبتنی بر تکنیک گروهی اسمی و AHP را برای ارزیابی سیستم‌های ERP پیشنهاد داد. وی و همکارانش (۲۰۰۵) یک چهارچوب جامع برای انتخاب یک سیستم ERP مناسب بر اساس یک فرآیند تحلیل تصمیم مبتنی بر AHP را ارائه دادند (Wei, Chien, and Wang (۲۰۰۵) جبجی (۲۰۰۹) یک سیستم پشتیبانی از تصمیم یکپارچه شده با مدیریت استراتژیک از طریق BSC را ارائه می‌دهد. در این مطالعه، بسته‌های ERP پیشنهادی و فروشنده‌گان از طریق روش FuzzyAHP مورد مقایسه قرار می‌گیرند. او یکی از مهمترین مزایای این روش را آزادی نسبی این روش برای منظور کردن چندین معیار می‌داند. همچنین اعتقاد دارد این روش برای فهمیدن آسان بوده و به خوبی می‌تواند داده‌های کمی و کیفی هر دو را مورد استفاده قرار دهد.

۳.۳ نظریه مجموعه‌های فازی

نظریه مجموعه‌های فازی را لطفی زاده (۱۹۶۵) اولین بار برای برخورد با عدم اطمینان به علت نادقیقی و ابهام معرفی کرد. نظریه مجموعه فازی، ابزاری کامل جهت مدل‌سازی عدم اطمینان پدیدار شده در ذهن انسان است که نه تصادفی است و نه احتمالی. در واقع منطق فازی، مبنا و اساس نظام مندی در برخورد با موقعیت‌هایی فراهم می‌کند که مبهم بوده و یا خوب تعریف نشده‌اند. انتخاب و تصمیم‌گیری در مورد هر پدیده‌ای، از جمله انتخاب سیستم‌های برنامه‌ریزی منابع سازمانی از دو جهت فرایندی پیچیده است که تحقیق را به سمت استفاده از منطق فازی هدایت می‌کند: الف) معیارهای ارزیابی کیفی هستند. ب) قضاوت خبرگان و

تصمیم گیرندگان درباره محصول، مبهم نادقیق و همراه با عدم اطمینان است. در این قسمت، روش اولویت بندی ترجیحات بر اساس تحلیل سلسله مراتبی در محیط فازی بیان می‌شود. قبل از بیان روش فازی- اولویت بندی ترجیحات بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در ابتدا اصول و قواعد تئوری فازی بیان می‌شوند. در واقع قابلیت اصلی نظریه مجموعه فازی نمایش داده‌های مبهم است. این نظریه همچنین عملیات و برنامه‌ریزی ریاضی را در حوزه فازی میسر می‌کند (Zadeh, L.A., ۱۹۶۵). در این راستا زیرمن عملیات جبری با اعداد فازی مثلثی (TFNs) را ارائه داد که یکی از متداول ترین اعداد فازی مورد استفاده می‌باشند (۱۹۹۴) Zimmermann. همچنین کاهرامان (۲۰۰۱) عملیات جبری با اعداد فازی را در مطالعه خود استفاده کرد (Kahraman, ۲۰۰۱). اما در زمینه استفاده از منطق فازی در فرآیند انتخاب ERP وی و همکارانش (۲۰۰۴) از منطق فازی و محاسبات فازی در فرآیند انتخاب سیستم ERP مناسب استفاده کردند. (Chun-Chin Wei, Mao-Jiun J. Wang ۲۰۰۴) همچنین جبجی (۲۰۰۹) نیز از منطق فازی در رویکرد پیشنهادی خود برای انتخاب ERP استفاده کرد. در این روش بسته‌های ERP پیشنهادی و فروشندگان از طریق روش FuzzyAHP مورد مقایسه قرار گرفتند. دلیل استفاده از نظریه فازی در مطالعه او به این دلیل بود که انسان‌ها معمولاً در تخصیص امتیازات ارزیابی در روش AHP قطعی نامطمئن هستند ولی روش fuzzyAHP می‌تواند این عدم اطمینان را کاهش دهد.

۴. رویکرد پیشنهادی

بعد از مرور ادبیات ۴ معیار اصلی قیمت، فروشنده، هزینه پیاده‌سازی و کیفیت به عنوان معیارهای اصلی شناسایی شدند. هر یک از این معیارها دارای زیرمعیارهایی هستند که در شکل شماره ۲ ادامه مقاله ارائه می‌گردد. بعد از شناسایی معیارها، به منظور ارزیابی معیارها نیاز است تا این معیارها در گروه‌های محدودتری دسته‌بندی شوند تا مقایسات زوجی و بررسی روابط درونی میان این معیارها امکان پذیر شود. برای تعیین درجات اهمیت معیارها و انتخاب، پرسشنامه‌ای توسعه یافته است که مقیاس آن براساس مقیاس ساعتی مطابق جدول ذیل استفاده گردیده است.

جدول ۱ - مقیاس FAHP

متغیربانی	عدد فازی مثلثی
برابر	(۱، ۱، ۱)
ضعیف	(۳/۲، ۱، ۲/۳)
نسبتاً قوی	(۲/۲، ۲، ۳/۵)
خیلی قوی	(۲/۷، ۳، ۲/۵)
کاملاً قوی	(۲/۹، ۴، ۲/۷)

۴.۱ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، روش تحلیل توسعه‌ای (EA)^۱

روش پیشنهادی مقاله حاضر برای انتخاب ERP روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی است. یکی از رویکردهای متداول برای انجام محاسبات فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی، رویکرد تحلیل توسعه‌ای (EA) است، که در این مقاله مورد استفاده قرار

می‌گیرد. این رویکرد نخستین بار توسط دا یونگ چانگ^۹ (۱۹۹۶) ارائه شد. در این رویکرد چانگ از اعداد مثلثی فازی استفاده کرد (۱). در روش مورد استفاده در این مقاله بعد از انجام مقایسات زوجی و تبدیل قضاوت‌ها به اعداد فازی مثلثی با استفاده از جدول ۲ برای هر یک از سطرها ماتریس مقایسات زوجی ارزش S_k که خود یک عدد فازی مثلثی است با استفاده از فرمول ۱ محاسبه می‌شود (۱، ۲)

جدول ۲ - مقیاس FAHP (۲)

متغیرزبانی	عدد فازی
برابر	(۱، ۱، ۱)
ضعیف	(۰.۶۶، ۱، ۱.۵)
نسبتاً قوی	(۱.۵، ۲، ۲.۵)
خیلی قوی	(۲.۵، ۳، ۳.۵)
کامل قوی	(۳.۵، ۴، ۴.۵)

(۱).

$$S_k = \sum_{j=1}^m M_{kj} \times \left[\sum_{j=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} \right]^{-1}$$

که در آن k بیانگر شماره سطر و i و j به ترتیب نشان دهنده گزینه‌ها و شاخص‌ها می‌باشند.

پس از محاسبه S_k ‌ها باید درجه بزرگی آن‌ها را نسبت به هم محاسبه شود. درجه بزرگی برای دو عدد فازی مثلثی

$$M_1 = (l_1, m_1, u_1)$$

$$M_2 = (l_2, m_2, u_2)$$

با استفاده از رابطه ۲ محاسبه می‌گردد (۲):

$$V(M_1 \geq M_2) =$$

(۲)

$$\begin{cases} 1, & \text{if } m_2 \geq m_1, \\ 0, & \text{if } l_1 \geq u_2, \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{otherwise,} \end{cases}$$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از k عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$V(M_1 \geq M_2, \dots, M_k) = V(M_1 \geq M_2) \text{ and } \dots \text{ and } V(M_1 \geq M_k)$$

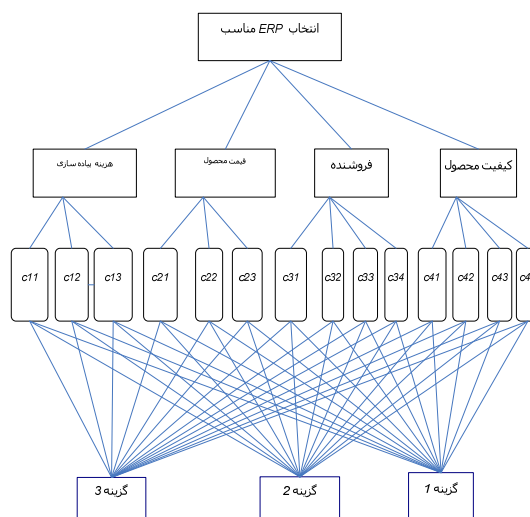
همچنین برای محاسبه وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسات زوجی به صورت زیر عمل می‌کنیم (۱، ۲)

$$\bar{W}(X_i) = \min \{V(S_i \geq S_k)\} \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad k \neq i$$

بردار بدست آمده، وزن‌های غیربهنجار شده شاخص‌ها را مشخص می‌کند. برای بدست آوردن وزن‌های بهنجار شده، هر یک از وزن‌های غیربهنجار شده را تقسیم بر مجموع اوزان می‌کنیم. بردار بدست آمده، بردار وزنی نرمال شده است که اعداد آن غیرفازی هستند و وزن‌های اولویت هر یک از شاخص‌ها یا گزینه‌ها را نشان می‌دهد (۲).

۴.۲ فرایند مدل‌سازی فازی انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی:

معیارهای شناسایی شده از ادبیات، در قالب یک مدل سلسله مراتبی ۳ سطحی با یکدیگر تلفیق شده‌اند. همانطور که در شکل شماره (۲) نشان داده شده است، انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی به عنوان هدف اصلی در بالاترین سطح سلسله مراتبی قرار دارد. این هدف به چهار معیار کیفیت محصول، فروشنده، قیمت محصول، هزینه‌های پیاده‌سازی تقسیم می‌شود.



C۱۱: هزینه مشاوره C۱۲: هزینه فراساختار C۱۳: مدت زمان پیاده‌سازی C۲۱: درجه بومی‌سازی C۲۲: فروشنده C۲۳: کامل بودن مازولها C۳۱: شهرت فروشنده C۳۲: توانایی فنی و مالی C۳۳: سوابق و مهارت C۳۴: ارائه خدمات پشتیبانی C۴۱: کارایی C۴۲: کاربر پسند بودن C۴۳: اجتناب از خطا C۴۴: سخت‌افزار

شکل شماره ۲- مدل سلسله مراتبی

۵. مطالعه موردی

در ادامه یک مطالعه موردی نحوه انتخاب یک سیستم ERP مناسب با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی ارائه می‌گردد. با توجه به حجم بالای محاسبات تنها نحوه محاسبه وزن‌های معیارهای اصلی ارائه شده است. نحوه محاسبه وزن‌های زیرمعیارها و گزینه‌ها بطور مشابه انجام می‌شود.

جدول ۳- مقایسات زوجی شاخص‌های اصلی انتخاب ERP مناسب

	هزینه پیاده‌سازی			قیمت محصول			فروشنده			کیفیت محصول		
	۱	۱	۱	۰.۶۶	۱	۱.۵	۱	۱	۱	۱.۵	۲	۲.۵
هزینه پیاده‌سازی	۱	۱	۱	۰.۶۶	۱	۱.۵	۱	۱	۱	۱.۵	۲	۲.۵
قیمت محصول	۰.۶۶	۱	۱.۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰.۶۶	۱	۱.۵
فروشنده	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱.۵	۲	۲.۵
کیفیت محصول	۰.۴	۰.۵	۰.۶۶	۰.۶۶	۱	۱.۵	۰.۴	۰.۵	۰.۶۶	۱	۱	۱

محاسبه S_k :

$$S_k = \sum_{j=1}^m M_{kj} \times \left[\sum_{j=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} \right]^{-1}$$

$$\left[\sum_{j=1}^m \sum_{j=1}^n M_{ij} \right]^{-1} = (14.46, 17, 20.33)^{-1} = (.05, .06, .07)$$

$$S_1 = (4.16, 5, 6) \otimes (.05, .06, .07) = (.20, .30, .42)$$

$$S_2 = (3.33, 4, 5) \otimes (.05, .06, .07) = (.16, .24, .35)$$

$$S_3 = (4.5, 5, 5.5) \otimes (.05, .06, .07) = (.22, .30, .38)$$

$$S_4 = (2.46, 3, 3.82) \otimes (.05, .06, .07) = (.12, .18, .26)$$

محاسبه درجه بزرگ بودن :

$$V(S_r \geq S_1) = \text{hgt}(S_1, \cap S_r) = \lambda_{M_r}(d)$$

$$= \begin{cases} 1, & \text{if } s_r \geq s_1 \\ 0, & \text{if } l_1 \geq u_r \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{در غیر این صورت} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{Otherwise} \end{cases}$$

$$V(S_1 \geq S_2) = 1$$

$$V(S_1 \geq S_3) = 1$$

$$V(S_1 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_2 \geq S_1) = \frac{0.2 - 0.35}{(0.24 - 0.35) - (0.3 - 0.2)} = 0.71$$

$$V(S_2 \geq S_3) = 1$$

$$V(S_3 \geq S_1) = \frac{0.2 - 0.26}{(0.18 - 0.26) - (0.3 - 0.2)} = 0.33$$

$$V(S_2 \geq S_3) = 1$$

$$V(S_3 \geq S_2) = \frac{0.22 - 0.35}{(0.24 - 0.35) - (0.30 - 0.22)} = 0.68$$

$$V(S_2 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_4 \geq S_2) = \frac{0.16 - 0.26}{(0.18 - 0.26) - (0.24 - 0.16)} = 0.62$$

$$V(S_3 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_4 \geq S_3) = \frac{0.22 - 0.26}{(0.18 - 0.26) - (0.30 - 0.22)} = 0.25$$

$$V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = \text{Min}(1, 1, 1) = 1$$

$$V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) = \text{Min}(0.71, 0.68, 1) = 0.68$$

$$V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) = \text{Min}(1, 1, 1) = 1$$

$$V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) = \text{Min}(0.33, 0.62, 0.25) = 0.25$$

وزن‌های غیر بهنجار شده شاخص‌ها: $\bar{W} = (1, 0.68, 1, 0.25)$

$$1 + 0.68 + 1 + 0.25 = 2.93$$

$$1/2.93 = 0.34$$

وزن‌های نهایی شاخص‌های اصلی: $W = (0.34, 0.23, 0.34, 0.09)$

جدول ۴ وزن‌های بدست آمده برای شاخص‌های اصلی را نشان می‌دهد. همانطور که از جدول ۴ مشخص است فروشنده و هزینه پیاده‌سازی بالاترین وزن را در بین معیارهای اصلی بدست آورده‌اند. همچنین جدول ۵ وزن بدست آمده برای زیرمعیارها را بر اساس مقایسات زوجی انجام شده توسط خبرگان نشان می‌دهد. بر اساس نتایج بدست آمده هزینه مشاوره، درجه بومی‌سازی، شهرت فروشنده، و کارایی زیر معیارهایی هستند که دارای اهمیت بیشتری در هر معیار نسبت به زیر معیارهای هم گروه خود می‌باشند.

جدول ۴- وزن‌های بدست آمده برای شاخص‌های اصلی

شاخص‌های اصلی	وزن شاخص‌های اصلی (WMA)
هزینه پیاده‌سازی	۰.۳۴
قیمت محصول	۰.۲۳
فروشنده	۰.۳۴
کیفیت محصول	۰.۰۹

جدول ۵- وزن بدست آمده برای زیرمعیارها (بر اساس جداول ۲ تا ۵)

شاخص اصلی	زیر معیار	وزن بدست آمده برای هر زیر معیار (WSA)	وزن هر زیر معیار بعد از اعمال وزن شاخص‌های اصلی $TW = (WSA) * (WMA)$
هزینه پیاده‌سازی	هزینه مشاوره	۰.۶۶	۰.۲۳
	هزینه فراساختار	۰.۰۵	۰.۰۱
	مدت زمان پیاده‌سازی	۰.۲۹	۰.۱۰
قیمت محصول	درجه بومی‌سازی	۰.۴۵	۰.۱۰
	فروشنده	۰.۲۳	۰.۰۵
	کامل بودن مازول‌ها	۰.۳۲	۰.۰۸
فروشنده	شهرت فروشنده	۰.۲۷	۰.۰۹۵
	توانایی فنی و مالی	۰.۲۵	۰.۰۸۵
	سوابق و مهارت	۰.۲۵	۰.۰۸۵
	ارائه خدمات پشتیبانی	۰.۲۳	۰.۰۷۵
کیفیت	کارایی	۰.۳۷	۰.۰۳۵

محصول	کاربر پسند بودن	۰.۲۶	۰.۰۲۵
	اجتناب از خطا	۰.۱۳	۰.۰۱
	سخت افزار	۰.۲۴	۰.۰۲

جدول ۶- وزن بدست آمده برای هر گزینه با در نظر گرفتن زیرمعیارها (بر اساس جداول ۶ تا ۱۹)

معیارهای اصلی	معیارهای فرعی	گزینه اول (WO ₁)	گزینه دوم (WO ₂)	گزینه سوم (WO ₃)
هزینه پیاده سازی	هزینه مشاوره	۰.۶	۰.۴	۰
	هزینه فراساختار	۰.۶۶	۰.۲۹	۰.۰۵
	مدت زمان پیاده سازی	۰.۵	۰.۵	۰
قیمت محصول	درجه بومی سازی	۰.۸۸	۰.۱۲	۰
	فروشنده	۰.۸۳	۰.۱۷	۰
	کامل بودن ماژولها	۰.۳۳	۰.۳۳	۰.۳۳
فروشنده	شهرت فروشنده	۰	۱	۰
	توانایی فنی و مالی	۰	۰.۸۳	۰.۱۷
	سوابق و مهارت	۰.۶۹	۰.۲۶	۰.۰۵
	ارائه خدمات پشتیبانی	۰	۰	۱
کیفیت محصول	کارایی	۱	۰	۰
	کاربر پسند بودن	۰	۰	۱
	اجتناب از خطا	۰.۳۳	۰.۳۳	۰.۳۳
	سخت افزار	۰	۰.۴۱	۰.۵۹

جدول ۷- امتیاز نهایی گزینه‌ها

گزینه	امتیاز نهایی کسب شده $SC_i = (TW) * (WO_i)$
گزینه اول	۰.۴۵
گزینه دوم	۰.۳۹
گزینه سوم	۰.۱۶

جدول ۶ نیز وزنی که هر یک از گزینه‌ها در هر یک از زیرمعیارها کسب شده است نشان می‌دهد. مجموع حاصلضرب وزن زیرمعیارها در وزن معیارهای اصلی مربوطه، وزن هر گزینه را نشان می‌دهد. همانطور که در جدول ۷ مشخص است گزینه اول بالاترین ارزش را کسب کرده و توسط سازمان به عنوان مناسب ترین گزینه انتخاب شده است.

۶. نتیجه‌گیری و بحث

چالش‌های قرن بیست و یکم فشارهایی در زمینه حفظ قدرت رقابت پذیری و افزایش قابلیت‌های تولیدی، قیمت، سرعت، خدمات و غیره را وارد نموده است. در نتیجه سازمانها نیاز به نوعی جدید از معماری سازمانی دارند که به عنوان یک محرک، انعطاف پذیری و مقاومت لازم را برای بقا در بازار رقابتی امروزی را فراهم آورد. بسته‌های نرم‌افزاری ERP چنین معماری قدرتمندی را برای سازمان‌های امروزی فراهم می‌آورند. انتخاب و پیاده‌سازی یک بسته ERP مناسب می‌تواند این قدرت را برای سازمان به ارمغان آورد. اما استفاده از سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی با توانایی سازمانها برای بقاء و موفقیت در محیط رقابتی غیرقابل پیش بینی و دائم در حال تغییر ارتباط دارد. این توانایی نه تنها موضوع انعطاف پذیری و پاسخگویی است، بلکه به معنای عرضه محصولات با کیفیت بالا، هزینه کم، با خدمات بهتر و شرایط تحویل بهتر است. بدین منظور در این تحقیق سعی شد تا علاوه بر شناسایی مهمترین معیارهای انتخاب ERP در سازمان‌های ایرانی با استفاده از روش مورد مطالعاتی و تحلیل عاملی، یک مدل سلسله مراتبی ارزیابی و انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی مبتنی بر رویکرد فازی ارائه شود. از میان شاخص‌های انتخاب هزینه پیاده‌سازی و فروشنده بیشترین وزن را به خود اختصاص دادند. با توجه به مصاحبه صورت گرفته با خبرگان بعد از استخراج نتایج تحقیق چنین بیان نمودند چون در تجارب گذشته مشخص گردیده که پروژه‌های این چنینی هرگاه بدون ارزیابی آمادگی و بررسی شرایط حاکم بر سازمان صورت گرفته است با هزینه‌های پیش بینی نشده‌ای مواجه شده‌اند که در نهایت منجر به شکست یا افزایش هزینه‌های سرسام آور شده‌اند. ادبیات تحقیق نیز این مطلب را پشتیبانی می‌کند. باتوجه به وزن شاخص‌های اصلی تحقیق مشخص می‌شود وزن تقریباً ۵۷ درصد شاخص‌ها را شاخص مالی به خود اختصاص می‌دهد با کنکاش در این زمینه و مصاحبه با خبرگان چنین بیان شد چون سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی گران قیمت بوده در ابتدا و اجرا به نیاز به تغییرات (بیشتر مواقع اساس) داشته که تغییرات در فرایندها و زیر ساختها مستلزم هزینه زیاد است. عموماً خریداران توجه زیادی به مسائل مالی می‌نمایند و علت جدا دیدن هزینه‌های پیاده‌سازی و قیمت محصول که هر دو از جنس مالی هستند به تمایز فائل شدن بین آنها از جهت اینکه هزینه پیاده‌سازی را می‌توان با برنامه‌ریزی و اجرای صحیح کاهش داد و لی افزایش قیمت محصول ایجاد افزایش اختیاراتی در سیستم را برای سازمان و ایجاد ارزش افزوده می‌نماید. اختصاص وزن کم به کیفیت محصول می‌تواند به خاطر عدم کیفیت ادراک شده از طرف پاسخگویان نسبت به تمام محصولات سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی باشد چون بیشتر سوالات مربوط به این بخش از دیدگاه کاربران نهایی بوده است و جامعه آماری را بیشتر خبرگان، کارشناسان تشکیل داده بودند.

۷. منابع

۱. Alanbay, Oyku. "ERP Selection using expert choice software ", ISAHP, Honolulu, Hawaii, ۲۰۰۵, July ۸-۱۰.
۲. Baki B, Cakar K (۲۰۰۵). Determining the ERP package-selecting criteria: The case of Turkish manufacturing companies. J. Business Process Management. ۱۱(۱): ۷۵ - ۸۶.

۳. Cebeci, Ufuk.(۲۰۰۹). Fuzzy AHP-based decision support system for selecting ERP systems in textile industry by using balanced scorecard. *Expert Systems with Applications*, ۳۶, ۸۹۰۰–۸۹۰۹.
۴. Celik, M. I. Deha Er, A. F. Ozok. ۲۰۰۹. Application of fuzzy extended AHP methodology on shipping registry selection: The case of Turkish maritime industry. *Expert Systems with Applications* ۳۶ (۲۰۰۹) ۱۹۰–۱۹۸.
۵. Chang , Da-Yong. ۱۹۹۶. Theory and Methodology, Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research* ۹۵ (۱۹۹۶) ۶۴۹–۶۵۵.
۶. Esteves JM, Pastor JA (۱۹۹۹). An ERP Life-cycle-based Research Agenda. Published in: First International workshop in Enterprise Management and Resource. Planning: Methods, Tools and Architectures – EMRPS'۹۹, Venice, Italy.
۷. Karsak, E. E., & Özogul, C. O. (۲۰۰۹). An integrated decision making approach for ERP system selection. *Expert Systems with Applications*, ۱, ۶۶۰–۶۶۷.
۸. Kumar V, Maheshwari B, Kumar U (۲۰۰۲). Enterprise resource planning systems adoption process: A survey of Canadian organizations. *Int. J. Production Research*. ۴۰: ۵۰۹ - ۵۲۳.
۹. Soffee P, Golany B, Dori D (۲۰۰۳). ERP modeling: a comprehensive approach. *J. Information System*. ۲۸: ۶۷۳ - ۶۹۰.
۱۰. Teltumbde, A. (۲۰۰۰). A framework for evaluating ERP projects. *International Journal of Production Research*, ۳۸, ۴۵۰۷–۴۵۲۰.
۱۱. Wei CC, Wang MJ (۲۰۰۴). A comprehensive framework for selecting an ERP system. *Int. J. Project Management*. ۲۲: ۱۶۱ – ۱۶۹.
- Wei, C. C., & Wang, M. J. (۲۰۰۴). A comprehensive framework for selecting an ERP system. *International Journal of Project Management*, ۲۲, ۱۶۱–۱۶۹.
۱۲. Wei, C. C., Chien, C., & Wang, M. J. (۲۰۰۵). An AHP-based approach to ERP system selection. *International Journal of Production Economics*, ۹۶, ۴۷–۶۲.
۱۳. Yusuf, Y., Gunasekaranb, A., & Abthorpe, M. S. (۲۰۰۴). Enterprise information systems project implementation: A case study of ERP in Rolls-Royce. *International Journal of Production Economics*, ۸۷, ۲۵۱–۲۶۶.
۱۴. Zadeh, L. (۱۹۶۵). Fuzzy sets. *Information Control*, ۸, ۳۳۸–۳۵۳.
۱۵. Ziaee M, Fathian M, Sadjadi SJ (۲۰۰۶). A modular approach to ERP system selection A case study. *J. Information Management & Computer Security*. ۱۴(۵): ۴۸۵ – ۴۹۵.
۱۶. Zimmermann, H. J. (۱۹۹۴). Fuzzy sets and its applications. Kluwer Publishers.