فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین، شماره‌های ۱۵ و ۱۶، زمستان ۱۳۸۷ و بهار ۱۳۸۸، صفحات ۱۹۵– ۲۱۱

اندازه‌گیری عملکرد سیستم‌های ERP با رویکرد فازی

علی بیات *
کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه تربیت مدرس
غلامرضا عبدی‌پور **
کارشناسی ارشد دانشکده مدیریت دولتی، مدرس دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر
الهام بیات ***
دانشجوی کارشناسی کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سما بوشهر
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۳/۱۲ تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۸/۰۸

چکیده

ERP یک راه حل سیستمی مبتنی بر فناوری اطلاعات است که منابع سازمان را توسط یک نظام به هم پیوسته، به سرعت و با دقت و کیفیت بالا در کنترل مدیران سطوح مختلف سازمان قرار می‌دهد تا به‌طور مناسب فرآیند برنامه‌ریزی و عملیات سازمان را مدیریت نمایند.

هدف این تحقیق، ارائه یک تکنیک برای اندازه‌گیری عملکرد سیستم‌های ERP و تعیین عوامل مؤثر بر آن است. بدین منظور بر اساس مطالعهٔ ادبیات موضوع شاخص‌های عملکردی یک سیستم ERP استخراج شده و سپس تکنیکی پنج مرحله‌ای برای اندازه‌گیری عملکرد سیستم‌های ERP با منطق فازی (تکنیک پیشنهادی) ارائه می‌گردد. در فرآیند اندازه‌گیری عملکرد سیستم‌های ERP غالب اطلاعات در دسترس، به‌صورت ترم‌های زبانی هستند که مبهم و غیردقیق هستند. بنابراین، در بیشتر مواقع تشخیص و تعیین شاخص‌های عملکردی به‌صورت مقادیر کمی بسیار مشکل است. در این مقاله علاوه بر کمی نمودن ترم‌های زبانی با استفاده از خواص مجموعه‌های فازی، روشی برای اندازه‌گیری عملکرد سیستم‌های ERP، شناسایی و اولویت‌بندی فاکتورهای کلیدی و مؤثر در افزایش عملکرد ارائه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اندازه‌گیری عملکرد، ERP، AHP فازی، TOPSIS، فازی

طبقه‌بندی JEL: D12 ,C14

---

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: a.bayat@modares.ac.ir
** پست الکترونیکی: g_abdipour@yahoo.com
*** پست الکترونیکی: elham_baran349@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

1. مقدمه

قرن بیست و یکم را قرن اطلاعات و انفجار آن نام نهاده‌اند و این خود کوچک‌ترین دلیل برای اهمیت اطلاعات در دنیای امروز است. امروزه نگاه متخصص می‌تواند برای بسیاری از مشکلات و مسائلی که به ظاهر حل نشدنی است، یک راه حل مبتنی بر فناوری اطلاعات به سادگی و به‌نحو شایسته ارائه نماید. برای مثال می‌توان به سیستم GPS اشاره نمود که می‌تواند در صورت به‌کارگیری در اتومبیل‌ها هم انسان را از رانندگی بی نیاز نماید و هم تصادفات را کاهش دهد.

در این میان صنعت نیز سهم خود را از این دستاورد عظیم عصر کامپیوتر به‌خوبی گرفته است، به‌نحوی که به‌کارگیری فناوری اطلاعات در صنعت نیز دستاوردهای عظیمی به‌همراه داشته است و امروزه تصور دنیای صنعت بدون فناوری اطلاعات برای کمتر کسی مقدور است. در طی زمانی کمتر از بیست سال راه‌حل‌های متعددی ارائه شدند و به سرعت رو به تکوین رفتند که این خود نشانه‌ای از کارا بودن آنهاست.

سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان، یک سیستم اطلاعاتی یکپارچه از فرآیندهای اصلی سازمان است که درهم آمیختگی عملیات و اطلاعات را فراهم می‌نماید. یکپارچه سازی چهار منبع اصلی سازمان یعنی: منابع مالی، منابع انسانی، مواد و ماشین‌آلات ارزش افزوده‌ای ایجاد می‌کند که زمینهٔ لازم را برای ارتقای موقعیت سازمان در دنیای رقابتی امروز به وجود می‌آورد. این سیستم‌ها با نگه‌داری سوابق، کنترل عملیات جاری و اطلاع‌رسانی به موقع، مدیریت را در اتخاذ تصمیم در عملیات جاری و برنامه های راهبردی سازمان پشتیبانی می‌کنند.

ERP[1] به‌عنوان تبلور اطلاعات در قالب‌های عملیاتی از یک‌سو همه اطلاعات سازمان را در قالب‌های تعریف شده معماری می‌کند و از سوی دیگر، در همین قالب‌ها تمامی فعالیت‌های سازمان را به کنترل خود در می‌آورد. فرآیندهایی که هنگام طراحی سازمان در ERP تعریف شده‌اند خیلی سریع در قالب‌های سنجش کارایی سازمان که همواره به‌عنوان بخشی از ERP مطرح است کارایی و اثر بخشی خود را نمایش خواهند داد و با همراهی تیم نگه‌داری ERP همواره سازمان در مسیر بهبود و رقابت با سایر سازمان‌ها باقی خواهد ماند. ERP بنا به ذات خود دقیقاً آنچه را سازمان تعریف کرده است، به اجرا می‌گذارد و قدرت تخلف و تداخل را از هرکسی سلب می‌کند و این سرآغاز تبلور خواسته‌های سازمانی است.

از آنچه امروز هویداست می‌توان به راحتی روزی را پیش‌بینی نمود که هیچ سازمانی بدون ERP قادر به حیات نباشد، زیرا حفظ ارزش‌ها و مفاهیم بنیادی سازمانی و دستیابی به مفاهیمی چون: مشتری مداری، نتیجه‌گرایی، مدیریت مبتنی برفرآیند، ثبات رهبری و مقاصد، توسعه و

[1] Enterprise Resource Programming

Archive of SID

www.SID.ir

مشارکت کارکنان، یادگیری و نوآوری مستمر، توسعه همکاری‌های تجاری و عمل به مسئولیت‌های اجتماعی سازمان جز با رویکرد به سیستم‌های ERP حاصل نخواهند شد. جهان امروز دیگر جایی برای زندگی تک واحدی چه برای انسان‌ها و چه برای سازمان‌ها باقی نخواهد گذاشت.

در سیستم‌های ERP به منظور دستیابی به حداکثر کارایی ضرورت اندازه‌گیری عملکرد وجود دارد یعنی پیش از آنکه بتوان فرآیند بهبود را آغاز کرد باید تصویر واضحی از ساختار سیستم و همچنین طریقهٔ کارکرد آن به‌دست آورد. محقق در این مقاله درصدد است تا از طریق ارائه تکنیکی برای اندازه‌گیری عملکرد سیستم‌های ERP، عملکرد فعلی و موقعیت رقابتی آن سیستم را در قبال با دیگر سیستم‌های موجود شناسایی کند.

ادامهٔ مقاله بدین شرح است: بخش دوم به مرور ادبیات اختصاص دارد. بخش سوم ارزیابی عملکرد ارائه و بخش چهارم شاخص‌های عملکردی سیستم‌های ERP استخراج می‌شود. بخش پنجم تفکر فازی تشریح می‌گردد. بخش ششم مدل ارائه شده و بخش هفتم مفروضات تکنیک پیشنهاد می‌شود و در نهایت بخش هشتم به نوآوری می‌پردازد.

2. مرور ادبیات

چین وی و وانگ[1] در تحقیقی که در سال 2000 در دانشگاه ملی تایوان به انجام رسیده است، با به‌کارگیری منطق فازی مدلی مناسب برای انتخاب سیستم مناسب برای سازمان‌ها ارائه کرده‌اند. به‌کارگیری منطق فازی با توجه به نادقیق بودن داده‌ها در مسئله انتخاب ERP بسیار حائز اهمیت است. البته روش‌هایی چون امتیازدهی یا بهینه‌سازی نیز تاکنون مورد استفاده قرار گرفته‌اند اما به نظر می‌رسد مطالعات صورت گرفته به نتیجهٔ قابل لمس و اجرایی که بتواند مدیران عالی سازمان را برای تصمیم‌گیری قانع نماید، منتهی نشده است. مطالعهٔ لای و روبرت، لی و کیم[2] (2006) و همچنین سانتانام و کیپاریسیس[3] (2005) از این دسته مطالعات هستند.

روش برنامه‌ریزی غیرخطی را سانتانام و کیپاریسیس (2005) برای تخصیص بهینهٔ منابع به همراه تعامل فاکتورها به‌کار گرفتند. مدل آنها وابستگی متقابل بین پروژه‌ها در فرآیند انتخاب سیستم‌های اطلاعاتی را در نظر می‌گیرد. از سوی دیگر، لی و کیم (2006) ادعا کرده‌اند که مدل سانتانام و کیپاریسیس مشکل محدودیت معیار دارد، آنها فرآیند شبکهٔ تحلیلی و برنامه‌ریزی صفر و یک را برای انتخاب یک پروژه ترکیب کردند.

---

[1] Chen Way and Wang
[2] Li and Kim
[3] Cantanam and Keparisis

Archive of SID

www.SID.ir

بدری[1] (2006) یک برنامه‌ریزی صفر و یک برای انتخاب پروژه ارائه کرد که معیارهای چندگانه شامل سود و مزایا، سخت‌افزار، نرم‌افزار و دیگر هزینه‌ها، فاکتور ریسک، تعلقات خاطر تصمیم‌گیران را در نظر گرفته بود. کارایی این روش‌ها معمولاً با مدل‌های ریاضی پیچیده یا خصوصیات محدود پیچیده می‌شود چرا که به سادگی برای مدیران قابل درک نیست.

آلانبای[2] (1988) محقق برای انتخاب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمان با مطالعات میدانی و مشاهدات به یکسری معیار ارزیابی رسید که می‌توان آنها را در سه گروه معیارهای مربوط به فروشندگان، کاربران و معیارهای فنی و تکنولوژیکی(فناورانه‌ای) طبقه‌بندی کرد. وی برای ارزیابی سیستم مناسب از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده کرد. همچنین در بعضی از وب‌سایت‌ها به سازمان‌ها کمک می‌شود تا نرم‌افزاری تأیید شده برای برطرف کردن نیازهایشان انتخاب کنند.[3] چان چین[4] (2005) با استفاده از MADM چارچوب مفهومی جدیدی برای انتخاب ERP مناسب ارائه دادند. یک سال بعد چان چین وی و همکاران با بهبود مدل قبلی خود یک رویه سیستماتیک(روشمند) برای ساختار هدفمند سیستم ERP با استفاده از تکنیک AHP ارائه کردند. مدل ارائه شدهٔ جکیوز وروایل و همکارانش، فرآیند تهیه و خرید نرم‌افزار ERP را در مرحلهٔ برنامه‌ریزی، جست‌وجوی اطلاعات، انتخاب اولیه، ارزیابی گزینه‌ها، برگزیدن و در نهایت مذاکره تشریح می‌کند. سی استفانو[5] در سال 2001 یک محقق آلمانی ضمن تأکید فراوان به اهمیت انتخاب ERP مناسب، یک چارچوب مفهومی برای ارزیابی نرم‌افزار ERP پیشنهاد داد. همچنین لی لانگ[6] (2006) نیز یک سیستم پشتیبانی تصمیم با در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی مختلف برای انتخاب مناسب‌ترین سیستم تولید یکپارچه رایانه‌ای طراحی کرد. در پژوهش وی فرآیند انتخاب سیستم تولید یکپارچه رایانه‌ای در چهار مرحله با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و دانش گرفته شده از داده‌ها و اطلاعات یک پایگاه داده صورت گرفت.

3. ارزیابی عملکرد

ارزیابی عملکرد در لغت به معنای عمل یافتن، ارزش هر چیز، نتیجهٔ کار، میزان کار و حاصل محصول آمده است. ارزیابی عملکرد، به مجموعه اقدامات و فعالیت‌هایی اطلاق می‌گردد که به‌منظور افزایش سطح استفادهٔ بهینه از امکانات و منابع در جهت دستیابی به هدف‌ها و

---

[1] Badry
[2] Alanby
[3] Jacques and Alannah (2004)
[4] Chun Chin
[5] Estefanou
[6] Lang (2006)

Archive of SID

www.SID.ir

شیوه‌های اقتصادی توأم با کارایی و اثر بخشی صورت می‌گیرد. ارزیابی عملکرد می‌تواند باعث آگاهی از میزان پیشرفت در بهبود عملکرد شود و در نتیجه، انگیزه و فرصت لازم برای ارتقای کیفیت عملکرد سازمان‌ها فراهم نماید. همچنین ارزیابی عملکرد موجب تحریک حس کنجکاوی، پرسش و چالش در مورد روش انجام کارها و نحوهٔ تخصیص منابع می‌گردد و تضمین اینکه ارزش تلاش‌های کاری انجام شده همیشه در سطح بالایی قرار گیرند، که تنها از طریق نظام‌های سنجش و اندازه‌گیری عملکرد امکان‌پذیر است. بنابراین، ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد موجب هوشمندی نظام و برانگیختن افراد در جهت رفتار مطلوب می‌شود. با توجه به این مطالب، ارزیابی عملکرد می‌تواند بازخورد لازم را در موارد زیر ارائه دهد:

- میزان تدوین صحیح سیاست‌ها
- میزان اجرای موفقیت‌آمیز سیاست‌ها
- ارائه شاخص رشد سازمانی
- کسب اطلاعات از وضعیت موجود سازمانی و اینکه در چه مرحله از دستیابی به اهداف است.
- شناسایی موارد بهبود عملکرد یا نقاطی که نیازمند بهبود هستند یا می‌بایست برای تأمین نیازهای فعلی یا آتی ساختار سازمان تنظیم شوند.
- کارایی و اثربخشی برنامه‌ها و فعالیت‌ها
- اطمینان از روند مستمر بهبود عملکرد
- شناخت مشکلات، فرصت‌ها و محدودیت‌ها
- چشم‌انداز آینده و سمت و سوی برنامه‌ها در فضای ملی و بین‌المللی
- نحوهٔ تخصیص منابع و امکانات و منابع انسانی و میزان مشارکت کارکنان در اجرای برنامه مصوب

4. استخراج شاخص‌های عملکردی سیستم‌های ERP

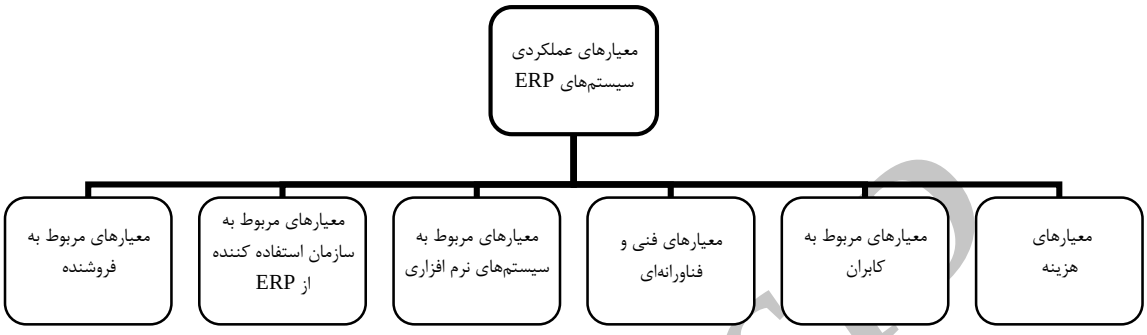
در این بخش از مقاله با بررسی جامع از ادبیات موضوع که مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای است، معیارها و شاخص‌های عملکردی سیستم‌های ERP به‌همراه زیر معیارهای مربوط استخراج گردید.[1] معیارهای استخراج شده عبارتند از: معیارهای هزینه، معیارهای مربوط به کاربران، معیارهای فنی و فناورانه‌ای، معیارهای مربوط به سیستم‌های نرم‌افزاری، معیارهای مربوط به سازمان استفاده کننده از سیستم ERP و معیارهای مربوط به فروشنده (نمودار 1، جدول 1).

[1] Alanby (1988)

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار 1. معیارهای عملکردی سیستم‌های ERP



جدول 1. معیارها و زیرمعیارهای عملکردی سیستم‌های ERP

معیار	زیر معیار
فروشنده	وضعیت مالی
	حجم کسب‌وکار
	اعتبار و شهرت
	شرایط قراردادی
	تعداد کارکنان
	تعداد نمایندگی
	نقاط قوت ERP انتخابی
	محدودیت‌های سیاسی
	درآمد سالیانه
	پشتیبانی کنندهٔ بخش خاصی از کسب‌وکار
	تجربهٔ پیاده‌سازی در سازمان‌های مشابه
	کیفیت و کامل بودن RFP
	میزان رضایت سازمان‌هایی که این تأمین‌کننده را انتخاب کرده‌اند.
	میزان سهم بازار

Archive of SID

www.SID.ir

ادامهٔ جدول 1. معیارها و زیرمعیارهای عملکردی سیستم‌های ERP

معیار	زیرمعیار
سیستم نرم‌افزار	زبان برنامه‌نویسی مورد استفاده
	نوع سیستم عامل
	نوع پایگاه داده
سیستم نرم‌افزار	پشتیبانی از واحد ریال
	پشتیبانی از تاریخ فارسی
	پشتیبانی از زبان فارسی
	چرخهٔ حیات محصول
	حمایت از واحدهای پولی مختلف و تبادلات مالی
سازمان	فرهنگ کامپیوتری
	میزان سود ناشی از پیاده‌سازی
	نوع کسب‌وکار
	تعداد کاربران همزمان
	اقتصاد و رشد اقتصادی
	حجم و پیچیدگی کسب‌وکار
	آمادگی کامل برای مهندسی مجدد فرآیندهای کسب‌وکار و پیاده‌سازی ERP
	سرویس‌های پشتیبانی و خدمات پس از فروش
فنی و تکنولوژی(فناوری)	فناوری شبکه
	قابلیت توسعه
	انعطاف‌پذیری
	معماری سیستم
	زمان پیاده‌سازی
	بومی‌سازی
	گزارش‌گیری و تحلیل
کاربران	واسط کاربر و شرایط ارگونومی
	آموزش کاربران
	هزینهٔ مجوز
هزینه	هزینهٔ پیاده‌سازی
	هزینهٔ پشتیبانی مجوز
	هزینهٔ سخت‌افزار
	هزینهٔ مشاوره

Archive of SID

www.SID.ir

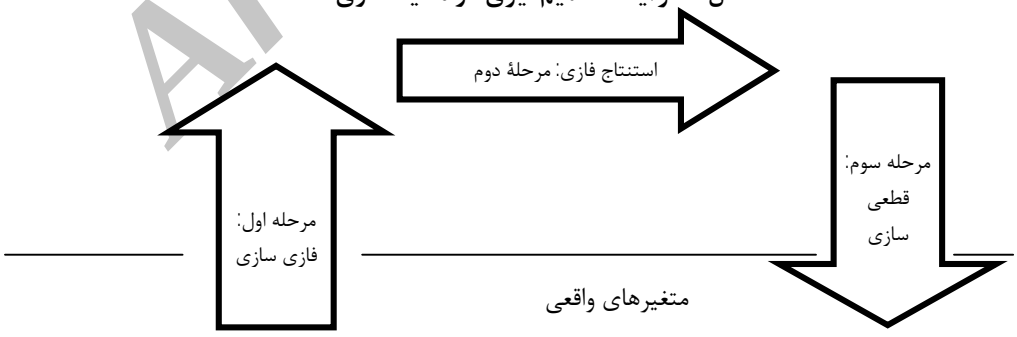
5. تفکر فازی

از جمله شرایط تصمیم‌گیری، تصمیم‌گیری فازی است. تئوری(نظریه) فازی به‌طور کلی در پی تحلیل داده‌های مبهم و سربسته است. بیش از دو هزار سال است که قانون ارسطو بر علم سیطره دارد. نطق دو ارزشی ارسطو اساس ریاضیات کلاسیک را تشکیل می‌دهد. بر اساس اصول و مبانی این منطق، همه چیز تنها مشمول یک قاعده ثابت می‌شود که به موجب آن یا آن چیز درست است یا نادرست. دانشمندان نیز بر همین اساس به تحلیل دنیای خود می‌پرداختند. گرچه آنها همیشه مطمئن نبودند که چه چیزی درست است و چه چیزی نادرست. اما پدیده‌های واقعی تنها سیاه یا سفید نیستند بلکه تا اندازه‌ای خاکستری‌اند. پدیده‌های واقعی همواره فازی، مبهم و غیر دقیق هستند.[1]

5-1. تصمیم‌گیری در محیط فازی

تصمیم‌گیری انسان با مفاهیم نادقیق و مبهم همراه است. این مفاهیم اغلب به‌صورت متغیرهای زبانی بیان می‌شوند. بر اساس منطق فازی این عناصر نادقیق، عوامل مهمی در هوشمندی انسان به‌شمار می‌روند. منطق فازی بر اساس نظریهٔ مجموعه‌های فازی به تعریف مجموعه‌هایی می‌پردازد که ماهیت تقریبی استدلال انسانی را حفظ می‌کنند و آنها را مورد استفاده قرار می‌دهند. شواهد نشان می‌دهند بهره‌وری تصمیم گیرانی که منطق فازی را به‌کار می‌گیرند، ممکن است تا 3000 درصد افزایش یابد. رویکرد فازی در تصمیم‌گیری می‌تواند امکان استنباط شهودی، ابتکارات و تجربه‌هایی بر مبنای قوانین سر انگشتی را فراهم کند. به‌طور کلی ساختار تصمیم‌گیری در محیط فازی، در شکل 1 نشان داده شده است. همان طور که از این نمودار مشاهده می‌شود، اولین مرحله در فرآیند تصمیم‌گیری فازی، فازی‌سازی متغیرهای قطعی (واقعی) است.

شکل 1. فرآیند تصمیم‌گیری در محیط فازی



[1] Stefanou (2001)

Archive of SID

www.SID.ir

در مرحلهٔ دوم (استنتاج فازی) با استفاده از مجموعه‌ای از قواعد "اگر ← انگاه" رفتار سیستم تعریف می‌گردد. نتیجهٔ این استنتاج، یک ارزش زبانی برای متغیر فازی مربوط خواهد بود. در مرحله سوم (قطعی‌سازی)، ارزش‌های زبانی به اعداد فازی تبدیل می‌شوند تا تصمیم‌گیری صورت گیرد.[1]

5 -2. تبدیل واژه‌های زبانی به اعداد فازی

برای تبدیل واژه‌های زبانی به اعداد فازی، مقیاس‌های مختلفی وجود دارد. چن و هوانگ[2] (2005) مقیاس‌های مختلفی را از نظر تعداد واژه‌های زبانی و اعداد فازی مربوط پیشنهاد کرده‌اند. شایان ذکر است حتی زمانی که واژه‌های مشابهی همچون" بالا " را استفاده می‌کنیم، اعداد فازی آنها از مقیاسی به مقیاس دیگر متفاوت خواهد بود. این بدان جهت است که یک واژهٔ زبانی در موقعیت‌های مختلف، معانی متفاوتی دارد.

5 -3. تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی

گاهی لازم است که دو عدد فازی را با هم مقایسه کرده تا مشخص شود که کدام یک بزرگ‌تر از دیگری است. گاهی نیز به دلیل متغیرهای زیاد و محاسبات گستردهٔ اعداد فازی، باید اعداد فازی را به اعداد قطعی تبدیل کرد. به این کار دیفازی کردن (تبدیل اعداد از حالت فازی به قطعی) گفته می‌شود. مهم‌ترین روش‌های دیفازی کردن عبارتند از: روش میانگین، روش مرکز ناحیه و روش برش α.

6. مدل ارا ئه شده

در این قسمت یک مدل که شامل گام‌های زیر است برای اندازه‌گیری عملکرد سیستم‌های ERP و اولویت‌بندی فاکتورهای کلیدی ارائه می‌شود:

گام 1. غربال‌سازی فازی شاخص‌ها

هدف از غربال‌سازی فازی شاخص‌ها در این گام، انتخاب شاخص‌های مهم‌تر و تأثیرگذارتر در تعیین عملکرد سیستم‌های ERP و انجام بررسی‌های دقیق‌تر بر روی آنهاست. به‌عبارت دیگر، با استفاده از فرآیند غربال‌سازی فازی می‌توان شاخص‌های مؤثر و غیرمؤثر در عملکرد سیستم‌های ERP را از هم تشخیص داد. یک مسئلهٔ غربال‌سازی فازی شامل سه جز است. جزء اول،

---

[1] Csutora and Buckley (2001)
[2] Chen and Hwang

Archive of SID

www.SID.ir

مجموعه‌ای از گزینه‌های تصمیم‌گیری است که از بین آنها قصد انتخاب زیرمجموعه‌ای را برای بررسی‌های بیشتر داریم.

$$A = \{A_1, A_2, ..., A_m\}$$

جزء دوم، مجموعه‌ای از معیارهاست که ارزیابی بر اساس آنها انجام می‌شود.

$$C = \{C_1, C_2, ..., C_n\}$$

جزء سوم نیز گروهی از افراد خبره است که نظرهای آنها در غربال‌سازی صائب است.

$$E = \{E_1, E_2, ..., E_r\}$$

هر فرد خبره باید برای هر گزینه نظر و عقیده خود را ارائه نماید، یعنی یک فرد خبره باید بیان دارد که هر گزینه تا چه میزان معیارهای مختلف را اقناع می‌کند. این ارزیابی از اقناع معیارها توسط گزینه‌ها در قالب عناصر مقیاس زیر (S) انجام می‌گیرد.

فوق‌العاده	S7
خیلی زیاد	S6
زیاد	S5
متوسط	S4
کم	S3
خیلی کم	S2
هیچ	S1

علاوه بر آن هر فرد خبره باید درجهٔ اهمیت معیارهای مختلف را از دید خود و در قالب مقیاس S ارائه نماید. قدم بعد در این فرآیند پیدا کردن ارزیابی واحد هر فرد خبره از هر گزینه است. بدین منظور باید اندازهٔ منفی اهمیت به‌صورت زیر تعیین می‌شود:

$$Neg(S_i) = S_{7-i+1}$$

آنگاه نمره واحد گزینه‌ها توسط هر فرد خبره (U) به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$U_{ik} = \min\{Neg(l_{kj}) U \Pi_{ikj}\} \qquad i = 1,2,...,m \ , \quad k = 1,2,...,r$$

U_{ik} نمره واحد فرد خبره K در ارتباط با گزینه i ام ، l_{kj} درجهٔ اهمیت معیار jام از نظر فرد خبره kام و Π_{ikj} بیانگر میزان امکان اقناع معیار jام توسط گزینه iام از نظر فرد kام است.

نتیجهٔ مرحلهٔ اول فرآیند غربال‌سازی، به‌دست آوردن نمرات واحد افراد خبره به گزینه‌های مختلف است:

$$\{U_{ik}\} = \{U_{i1}, U_{i2}, ..., U_{ir}\}$$

Archive of SID

www.SID.ir

U_{ik} بیانگر ارزیابی واحد گزینه Iام توسط فرد خبره kام است. r نیز تعداد کل افراد خبره را نشان می‌دهد.

در مرحلهٔ دوم از فرآیند غربال‌سازی فازی به ترکیب ارزیابی‌های انجام شده از افراد خبره پرداخته می‌شود تا ارزیابی کلی از هر گزینه به‌دست آید. اولین قدم در این مرحله آن است که یک تابع اجماع نظر (Q) برای بدنهٔ تصمیم‌گیری تعیین شود. این تابع بیان می‌دارد که توافق چه تعداد از افراد خبره لازم است تا یک گزینه مورد قبول قرار گرفته و از فرآیند غربال‌سازی عبور نماید. بعد از انتخاب مناسب تابع اجماع نظر، حال می‌توان از عملگر الگوریتم یاگر برای اجماع نظر خبرگان استفاده کرد. در اینجا برای هر یک از m گزینه، یک نمره واحد توسط فرد خبره kام (k=1,2,…,r) ارائه شده است. حال برای هر یک از گزینه‌ها، ارزیابی واحد افراد خبره باید به صورت نزولی مرتب گردد. B_{ij} بیانگر Jام بالاترین نمره راه کار I است که بر اساس آن می‌توان ارزیابی کلی از راهکار I را به‌صورت زیر محاسبه کرد:

$$U_i = \max_j \{Q(j) \wedge B_{ij}\} \qquad i = 1,2,...,m$$

B_{ij} بیانگر jام نمره خوب راه کار I است. Q(j) بیانگر آن است که تصمیم گیرنده چقدر احساس می‌کند که حمایت حداقل j فرد خبره لازم است. $Q(j) \wedge B_{ij}$ را می‌توان به‌عنوان وزن‌دهی به jام نمره خوب گزینه i (B_{ij})، بر اساس خواست تصمیم‌گیرنده (که حمایت j فرد خبره را لازم می‌داند (Q(j)) در نظر گرفت. عملگر max نقش جمع را در روش میانگین‌گیری عددی معمولی بازی می‌کند.

گام 2. تعیین اهمیت نسبی (وزن‌دهی) شاخص‌های منتخب گام نخست، با استفاده از تکنیک AHP فازی

در این گام، تعدادی از شاخص‌های را که که تأثیر به مراتب بیشتری در عملکرد سیستم ERP دارند و به این مرحله وارد شده‌اند، با استفاده از تکنیک AHP فازی، اهمیت نسبی (وزن) هر یک از آنها نسبت به یکدیگر تعین می‌گردد. یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری، (AHP) فرآیند تحلیل سلسله مراتبی چند شاخصه است. این روش هنگامی که تصمیم‌گیری با چند گزینه و شاخص تصمیم‌گیری روبروست، می‌تواند مفید باشد. شاخص‌ها می‌توانند کمی یا کیفی باشند. اساس روش AHP بر مقایسات زوجی[1] نهفته است. در این روش تصمیم‌گیرنده با فراهم ساختن درخت سلسله مراتب تصمیم،[2] کار خود را آغاز می‌نماید. این درخت، شاخص‌ها و

[1] Pair Wise Comparisons
[2] Hierarchy Decision Tree

Archive of SID

www.SID.ir

گزینه‌های تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد پس یکسری مقایسات زوجی انجام شده و وزن هر یک از فاکتورها را در جهت گزینه‌های رقیب مشخص می‌سازد. در نهایت منطق AHP به گونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسات زوجی را با یکدیگر تلفیق می‌سازد که تصمیم بهینه حاصل آید.

توسط یک محقق، در سال 1996 روش دیگری به نام روش تحلیل توسعه‌ای[1] (EA) ارائه گردید. اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد فازی مثلثی[2] (TFN) هستند. در ادامه مفاهیم و تعارف فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی بر اساس روش EA، تشریح می‌گردد.

دو عدد فازی مثلثی $M_1 = (L_1, m_1, u_1)$ و $M_2 = (L_2, m_2, u_2)$ را در نظر گرفته می‌شود:

$$M_1 + M_2 = (L_1 + L_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$$

$$M_1.M_2 = (L_1 L_2, m_1 m_2, u_1 u_2)$$

$$M^{-1}1 = (\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{L_1}) \qquad M^{-1}2 = (\frac{1}{u_2}, \frac{1}{m_2}, \frac{1}{L_2})$$

باید توجه داشت که حاصل‌ضرب دو عدد فازی مثلثی یا معکوس یک عدد فازی مثلثی، دیگر یک عدد فازی مثلثی نیست و این روابط فقط تقریبی از حاصل‌ضرب واقعی دو عدد مثلثی و معکوس یک عدد فازی مثلثی را بیان می‌کنند.

در روش EA برای هریک از سطر های ماتریس مقایسات زوجی، ارزش که خود یک عدد فازی مثلثی است، به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد:

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

K بیانگر شمارهٔ سطر و j و I به ترتیب نشان‌دهنده گزینه‌ها و شاخص‌ها هستند. در این روش پس از محاسبه باید درجهٔ بزرگی آنها را نسبت به هم به‌دست آورد. به‌طور کلی اگر دو عدد فازی مثلثی باشند، درجهٔ بزرگی به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$V(M_1 \geq M_2) = 1 \qquad m_1 \geq m_2$$

$$V(M_1 \geq M_2) = hgt(M_1 \cap M_2) \qquad other$$

از طرفی با استدلال‌های ریاضی ثابت می‌شود:

$$hgt(M_1 \cap M_2) = \frac{u_1 - L_2}{(u_1 - L_2) + (m_2 - m_1)}$$

[1] Extent Analysis Method
[2] Triangular Fuzzy Number (TFN)

Archive of SID

www.SID.ir

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$V(M_1 \geq M_2,...,M_k) = V(M_1 \geq M_2) \ and \ ...and \ V(M_1 \geq M_k)$$

همچنین برای محاسبه وزن شاخص ها در ماتریس مقایسات زوجی به‌صورت زیر عمل می‌شود:

$$W^{'}(x_i) = \min\{V(S_i \geq S_j)\} \qquad k = 1,2,...,n \ , k \neq i$$

بنابراین، بردار وزن شاخص‌ها به صورت زیر محاسبه خواهد شد که همان بردار ضرایب ناهنجار AHP فازی است:

$$W^{'} = [W^{'}(x_1), W^{'}(x_1),..., W^{'}(x_n)]^t$$

که بر اساس رابطهٔ $W_i = \frac{\hat{W}_i}{\sum \hat{W}_i}$، مقدار اوزان به هنجار شده به‌دست می‌آید.

گام 3. تعیین مقادیر فازی هر یک از شاخص‌های منتخب گام 1، در سیستم‌های مورد بررسی

در این گام با استفاده از نظریه فازی، مقادیر هر یک از شاخص‌های متخب گام نخست، برای سیستم‌های ERP بررسی محاسبه می‌گردد.

گام4. رتبه‌بندی سیستم‌های ERP مورد بررسی

در این گام با استفاده از تکنیک TOPSIS فازی و نیز به‌کارگیری اطلاعات به‌دست آمده از گام‌های دو و سه، سیستم‌های ERP مورد بررسی رتبه‌بندی می‌شوند و بدین طریق وضعیت کلی آنها نسبت به یکدیگر مشخص می‌شود.

در روش تاپسیس m گزینه به‌وسیلهٔ n شاخص ارزیابی می‌شود، از این‌رو هر مسئله را می‌توان به‌عنوان یک نظام هندسی[1] شامل m نقطه در فضای n بعدی در نظر گرفت. این تکنیک بر این مفهوم بنا شده است که گزینهٔ انتخابی باید کمترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل مثبت (راه‌حلی که در میان معیارهای مثبت، بیشترین و در میان معیارهای منفی، کمترین باشد،Ai) و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی (راه‌حلی که در میان معیارهای منفی، بیشترین و در میان معیارهای مثبت کمترین باشد، Ai) داشته باشد. فرض بر این است که مطلوبیت هر شاخص به‌طور یکنواخت افزایشی و یا کاهشی است.

[1] Geometric System

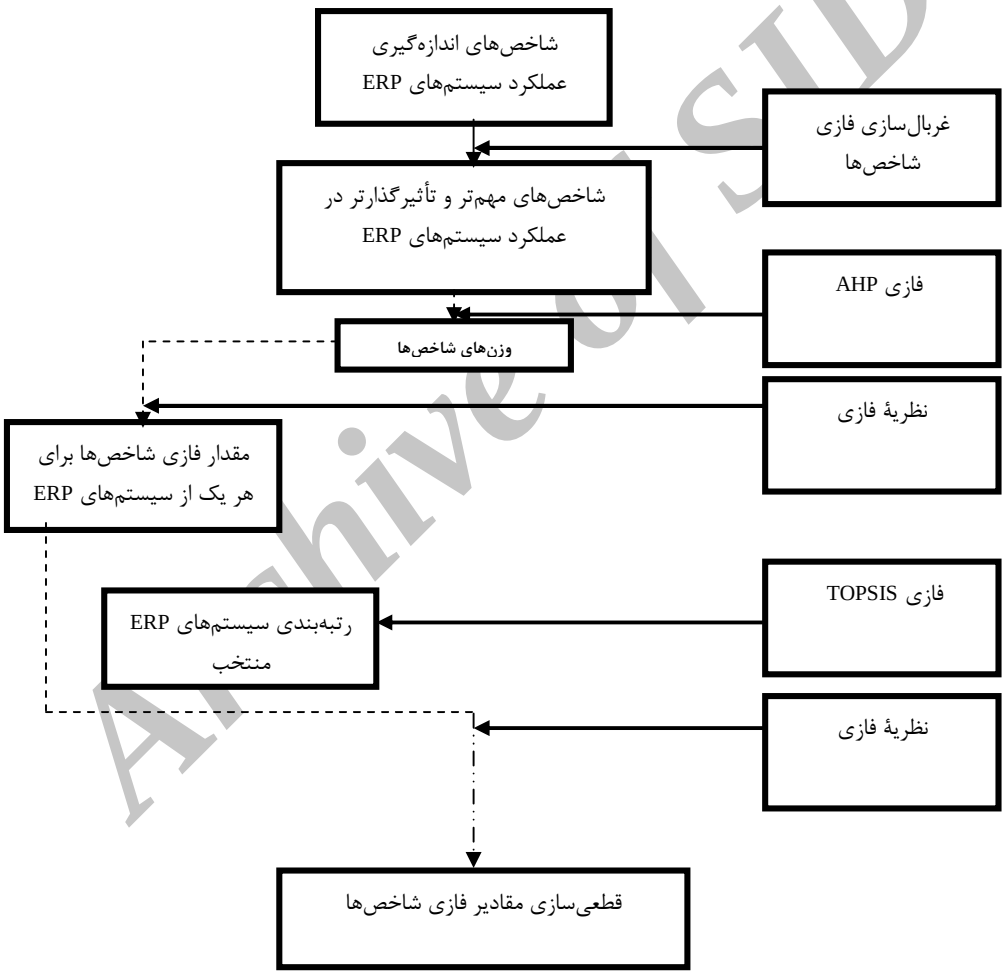
Archive of SID

www.SID.ir

گام 5. قطعی‌سازی مقادیر فازی شاخص‌ها در سیستم‌های ERP مورد بررسی

در این گام، مقادیر فازی شاخص‌ها که در گام سه تعین گردید، با استفاده از نظریهٔ فازی و در قالب شش مؤلفهٔ اصلی عملکردی سیستم‌های ERP به مقادیر قطعی تبدیل می‌شود که کل فرآیند توضیح داده شده را می‌توان در شکل 2 مشاهده کرد.

شکل 2. روش پیشنهادی و مراحل اجرای آن



Archive of SID

www.SID.ir

7. مفروضات تکنیک پیشنهادی

ارزیابی و بهبود: تکنیک طراحی شده برای اندازه‌گیری عملکرد سیستم‌های ERP است و سعی در شناسایی نقاط قوت و ضعف آن سیستم دارد تا بدین طریق بتوان آرمان‌های عملکرد را برای سیستم مورد نظر تعیین کرد.

ارزیابی جامع: هدف تکنیک، اندازه‌گیری عملکرد سیستم‌های ERP و نیز تعیین موقعیت راهبردی یک سیستم نسبت به سیستم‌های دیگر است. تکنیک پیشنهادی این فرصت را ایجاد می‌کند تا اندازه‌گیری با استفاده از مقادیر تمامی شاخص‌های تأثیرگذار و نیز نظر تمامی افراد مسئول انجام گیرد.

فازی بودن: جهان امروز مملو از تغییرات است که ادامهٔ روندها، قطعی بودن مسائل گذشته را ممکن نمی‌سازد. بنابراین، گرایش به سمت استفاده از منطق فازی در ادبیات مدیریت و تحقیق در عملیات زیاد است. در تکنیک پیشنهادی، به دلیل کارامدی بالای منطق فازی، ازآن بهره گرفته شده است.

8. نوآوری و ویژگی‌های تکنیک طراحی شده

نوآوری و ویژگی‌های تکنیک پیشنهادی، در سه حوزهٔ 1. طراحی تکنیک پیشنهادی 2. اجرای تکنیک پیشنهادی و 3. ابزار مدیریتی تکنیک پیشنهادی تشریح می‌شود.

8 - 1. طراحی تکنیک پیشنهادی

انعطاف‌پذیری: تکنیک اندازه‌گیری عملکرد سیستم‌های ERP دارای انعطاف پذیری بالایی در طراحی است به‌گونه‌ای که مدیریت عالی به‌عنوان تصمیم‌گیرندهٔ اصلی می‌تواند با حفظ منطق تکنیک، تعداد مراحل را به راحتی کم یا زیاد کند و یا اوزان معیارها را تغییر دهد.

سهولت و سادگی: این تکنیک به‌دلیل اینکه اجرای آن هزینه‌بر و زمان‌بر نبوده و به‌رغم آن، اطلاعات بسیار جامعی برای تصمیم گیرندگان سازمان‌ها فراهم می‌آورد و نیز الگوریتم روان و قابل فهم آن، می‌تواند به‌دلیل سهولت و سادگی کاربرد، مورد استقبال مدیران سازمان‌ها قرار گیرد.

چند منظورگی: در طراحی تکنیک پیشنهادی چند هدف مد نظر قرار گرفته است: 1. تعیین اندازه‌گیری عملکرد سیستم‌های ERP، 2. نمایش وضیت راهبردی یک سیستم ERP نسبت به دیگر سیستم‌های رقیب، 3. بررسی وضعیت و عملکرد فعلی سیستم‌ها، 4. ارائه چارچوبی برای تعیین اهداف و آرمان‌های عملکرد.

Archive of SID

www.SID.ir

8 - 2. اجرای تکنیک پیشنهادی

قابل فهم و آموزش: سادگی توأم با برخورداری از منطق منسجم و قوی، تکنیک پیشنهادی را برای مدیران سازمان‌ها قابل فهم نموده و بنابراین، احتمال پذیرش آن بسیار بالاست.

قابلیت تعمیم: چند فرض خاص و محدودی در تکنیک لحاظ نشده است، بدین ترتیب تکنیک قابل توسعه و اجرا در تمام سیستم‌هاست.

Archive of SID

www.SID.ir

مآخذ

Alanby, L. (1988). A decision support system for the selection of computer-integrated manufacturing technologies. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 14(10), 45-53.

Badry, R. (2006). Fuzzy hierarchical analysis: The Lambda-Max method. Fuzzy Sets and Systems, 120(2), 181–195.

Cantanam, D., & Keparisis, A. (2005). ERP software selection process at a mid-size manufacturing company. *Asian Journal of Information Technology*, 4 (12), 1222-1226.

Chen, M., & Hwang, S. (2005). The critical factors of success for information service industry in developing international market: Using analytic hierarchy process (AHP) approach. Expert systems with Applications, 37(1), 694-704.

Chen, W., & Wang, Z. (2000). Formalising ERP selection criteria. *Tenth International Workshop on Softwar e Specification and Design (IWSSD)*, Retrieved from. http://doi.ieeecomputersociety.org

Chun-Chin, W., Chun-fu, Ch., & Mao-Jiun, J. (2005). An AHP-based approach to ERP system selection". *International Jounal Production Economics*, 96,47-62.

Chun-Chin, W., Chen-Fu, Ch., & Mao-Jiun, J. (2002). A comprehensive framework for selecting an ERP system. *International Journal of ERP*, 9(10),78-92.

Csutora, R., & Buckley, J. J. (2001). Fuzzy hierarchical analysis: The Lambda-Max method. *Fuzzy Sets and Systems*, 120(2), 181–195.

Evaluating and Selecting Business Software, *Electronic journal*, Retrieved from. http://www.r2isc.com/Process.htm.

Jacques, V., & Alannah, H. (2004). A six-stage model of the buying process for ERP software. *Journal of Marketing Management* 22,161-16.

Lang, L. (2006). Critical issues affecting an ERP implementation. *Information Systems Management*, 32, 7-14.

Li, A., & Kim, M. (2006). Change management strategies for successful ERP mplementation. *Business Process Management Journal*, 7(3), 266-275.

Stefanou, C. J. (2001). A framework for the ex-ante evaluation of ERP software. *European Journal of Information Systems*, 10, 204–215.

Web site.Retrieved from. http://www oana.velcu@hanken.fi

Archive of SID

www.SID.ir