تصمیم‌گیری برای ایجاد پایگاه داده تحلیلی: مقایسه یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی و تحلیل سلسله مراتبی فازی

الهام آژیرکلتپه[۱] و نگین دانشپور[۲]

۱- کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر نرم‌افزار- دانشگاه آزاد اسلامی قزوین- قزوین-ایران
elham_azheer@yahoo.com
۲- استادیار دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر- دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی- تهران- ایران
ndaneshpour@srttu.edu

چکیده: افزایش تعداد سازمان‌هایی که برای دستیابی به مزایای کسب و کار درصدد ایجاد پایگاه داده تحلیلی (DW) هستند، به ایجاد رویکردی برای تصمیم‌گیری در ایجاد پایگاه داده تحلیلی منجر شده است. مدل‌های رابطه‌ای، چندبعدی و برگه‌ای طیف گسترده‌ای از تحلیل‌ها را پشتیبانی می‌کنند. متفاوت بودن مشخصات هر یک از مدل‌ها، فرآیند تصمیم‌گیری برای انتخاب مدل پایگاه داده تحلیلی را دشوار کرده است. یکی از علت‌های عدم موفقیت سازمان‌ها در ایجاد پایگاه داده تحلیلی و یا صرف هزینه زیاد و اتلاف زمان در ایجاد آن، عدم تشخیص صحیح مدل مورد نیاز است. این مقاله از یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی برای انتخاب مدل پایگاه داده تحلیلی بر اساس نقطه نظرهای پیاده‌سازی، مدل داده، منطق کسب و کار، دستیابی و ذخیره‌سازی داده و اطمینان مدل استفاده کرده است. بر اساس مطالعات انجام شده و با بررسی و تعیین مهم‌ترین معیارها و مقایسه با روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (Fuzzy AHP)، این روش به تصمیم‌گیری مناسب بر حسب نیاز سازمان و در نتیجه، کاهش هزینه و عدم اتلاف وقت در ایجاد پایگاه داده تحلیلی منتهی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پایگاه داده تحلیلی، تصمیم‌گیری چند معیاره، تحلیل سلسله مراتبی، فازی، مدل داده.

۱- مقدمه

تصمیم‌گیری را می‌توان به عنوان مهم‌ترین چالش پیش روی کارشناسان و تحلیل‌گران در حل مسائل مختلف دانست. به همین علت، طی چند دهه اخیر روش‌ها و الگوریتم‌های مختلفی برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری ارایه شده است. کیفیت مدیریت اساساً تابع کیفیت تصمیم‌گیری است، زیرا کیفیت طرح‌ها و برنامه‌ها، اثربخشی و کارآمدی راهبردها و کیفیت نتایجی که از اعمال آن‌ها به دست می‌آیند همگی تابع کیفیت تصمیماتی است که مدیر اتخاذ می‌کند. در بیشتر موارد تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب و مورد رضایت تصمیم‌گیرنده است که براساس چندین معیار بررسی شده باشد. در روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره که در دهه‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است به جای استفاده از یک معیار سنجش، از چند معیار سنجش استفاده می‌شود. مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به منظور انتخاب گزینه برتر از بین گزینه‌های موجود استفاده می‌شوند. این انتخاب با توجه به معیارهای تعریف شده، و از طریق بررسی ویژگی‌های گزینه‌های مورد مقایسه در تصمیم‌گیری انجام می‌شود [۱].

پایگاه داده تحلیلی[۱] مدل‌های داده‌ای[۲] متفاوتی دارد که

[۱] تاریخ ارسال مقاله : ۱۳۹۳/۵/۲۲
تاریخ پذیرش مقاله : ۱۳۹۳/۸/۱۰
نام نویسنده مسئول : نگین دانشپور
نشانی نویسنده مسئول : ایران – تهران – دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی – دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

Archive of SID
www.SID.ir

توصیه برای استفاده از هر مدل، بر اساس ویژگی‌های آن ممکن است متغیر باشد [۲]. هدف این مقاله، کمک به تصمیم‌گیری برای انتخاب مدل مناسب پایگاه داده تحلیلی بر اساس نیاز سازمان از طریق یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی (FMDM)[۳] [۳] و مقایسه آن با روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (Fuzzy AHP)[۴] [۴] است. بر اساس مطالعه موردی انجام گرفته در این مقاله، این روش سبب تصمیم‌گیری مناسب بر حسب نیاز سازمان، و در نتیجه کاهش هزینه و عدم اتلاف وقت در ایجاد پایگاه داده تحلیلی می‌شود.

مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره به دو نوع از مسائل تقسیم می‌شوند. یکی مسائلی که وزن معیارها به شکل قطعی اندازه‌گیری می‌شود [۵]. نوع دوم مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره فازی [۲۹-۲۶، ۲۰، ۱۵-۳،۴،۶] که وزن معیارها به شکل غیر قطعی ارزیابی شده و به طور معمول به شکل متغیرهای گفتاری و به تبع آن اعداد فازی بیان می‌شوند [۶].

روش‌های تصمیم‌گیری فازی در حوزه انتخاب سیستم‌های نرم‌افزاری [۲۰، ۱۵-۳،۴،۶] به علت تنوع سیستم‌های نرم‌افزاری، کاربردهای متنوع آن‌ها و در نتیجه کمک به تصمیم‌گیری کاربران در انتخاب آن‌ها با توجه به نیازشان، به طور بیشتری مورد توجه هستند. روش‌ها و چارچوب‌های مختلفی تا کنون برای انتخاب سیستم‌های نرم‌افزاری با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی و تحلیل سلسله مراتبی فازی ارایه شده‌اند.

در [۷] چارچوب جامعی برای ارزیابی سیستم‌های نرم‌افزاری بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره از طریق نظریه فازی توسعه یافته است. یک روش مجموعه فازی برای انتخاب چندم عیاره نرم‌افزار شبیه‌ساز شیءگرا برای تحلیل سیستم‌های تولید در [۸] توسعه یافته است.

Eldrandaly یک روش تصمیم‌گیری جدید را برای انتخاب نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی، توسط تجمیع سیستم‌های خبره و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره پیشنهاد داده است [۹]. Blance و Jelassi در [۱۰] یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره برای انتخاب یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری (DSS)[۵] مناسب ارایه کرده‌اند. Mamaghani از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی طراحی شده برای تصمیمات مستلزم ادغام اطلاعات کیفی و کمی برای ارزیابی و انتخاب آنتی‌ویروس و نرم‌افزار فیلتر محتوا استفاده کرده است [۱۱]. Philips Wren نیز در [۱۲] از روش‌های فازی برای انتخاب یک سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی (ERP)[۶] مناسب استفاده کرده است. در [۱۳] نیز از روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی برای ارزیابی آمادگی سازمان برای پیاده‌سازی سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی استفاده شده است.

در [۱۴] از روشی مبتنی بر نظریه فازی و تحلیل سلسله مراتبی برای انتخاب تأمین کننده مناسب سیستم برنامه‌ریزی منابع سازمانی استفاده شده است. در [۱۵] از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره فازی برای انتخاب تأمین‌کننده مناسب پایگاه داده تحلیلی بر حسب نیاز سازمان استفاده شده است.

این مقاله شامل ۴ بخش دیگر است. در بخش دوم، مدل فازی استفاده شده در این مقاله و مدل‌های داده‌ای پایگاه داده تحلیلی شرح داده شده است. در بخش سوم، انتخاب مدل داده‌ای پایگاه داده تحلیلی توسط روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی پیشنهادی مقاله انجام شده است. در بخش چهارم، نتایج مطالعه موردی محاسبه شده در فصل سوم با نتایج روش تحلیل سلسله مراتبی فازی مقایسه شده و در بخش پنجم، نتایج ارایه شده‌است.

۲- مفاهیم مقدماتی

در این بخش، مفاهیم پایه استفاده شده در این مقاله شرح داده می‌شود. برای این منظور، متغیرها، تابع هدف و مدل تصمیم‌گیری چند معیاره فازی مورد استفاده در این مقاله [۳]، در بخش ۲-۱ شرح داده شده است.

مدل داده، موضوعی است که با هدف سازمان‌دهی داده‌های ناهمگون برای دست‌یابی به یک مدل تحلیلی مؤثر و کارآمد برای گزارش‌گیری و پشتیبانی از نیازهای تحلیلی کسب و کار، همواره مورد مطالعه متخصصان بوده است [۱۶،۱۷]. مدل‌های تحلیلی رابطه‌ای[۷]، چندبعدی[۸] و برگه‌ای[۹] مدل‌های داده‌ای پایگاه داده تحلیلی هستند که به عنوان جایگزین‌های مورد مقایسه این مقاله، در بخش ۲-۲ شرح داده شده‌است.

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۱- معرفی مدل فازی مقاله

اگر مجموعه A مجموعه‌ای از جایگزین‌ها برای انتخاب در نظر گرفته شود، در هر سیستم **A** دو حالت می‌تواند وجود داشته باشد: انتخاب سیستم و عدم انتخاب سیستم.

K گروه تصمیم‌گیر $(D_1, D_2,\ldots,D_k)$، برای بررسی میزان اهمیت **m** معیار $(C_1, C_2,\ldots,C_m)$ و مناسب بودن **n** جایگزین $(A_1, A_2,\ldots,A_n)$ بر اساس این **m** معیار وجود دارد. a_{td}، $(t=1,2,\ldots,m;\ d=1,2,\ldots,k)$ را وزن منسوب شده به معیار C_t توسط تصمیم‌گیرنده D_d و r_{dti} و $(d=1,2,\ldots,k;\ t=1,2,\ldots,m;\ i=1,2,\ldots,n)$ را رتبه منسوب شده به جایگزین A_i توسط تصمیم‌گیرنده D_d بر مبنای معیار C_t است.

تابع هدف بر حسب متغیرهای تصمیم نوشته می‌شود، و تصمیم‌گیرنده کوشش در حداکثر و یا حداقل کردن آن دارد. در مسائلی که هدف ماکسیمم‌سازی باشد، مناسب‌ترین انتخاب، آن است که تابع هدفش بیشترین مقدار را داشته باشد. بنا به محاسبات Chen در [۱۸]، مجموعه بیشینه‌ساز M، $M=\{(x,f_M(x))|x\in R\}$، با در نظر گرفتن رابطه (۱)، و مجموعه کمینه‌ساز G نیز، $G=\{(x,f_G(x))|x\in R\}$، با در نظر گرفتن رابطه (۲) تعریف شده است.

$$f_M(x)=\begin{cases}\dfrac{(x-x_{min})}{(x_{max}-x_{min})}, & x_{min}\le x\le x_{max}\\ 0 & \text{وگرنه}\end{cases} \quad (۱)$$

$$f_G(x)=\begin{cases}\dfrac{(x-x_{max})}{(x_{min}-x_{max})}, & x_{min}\ge x\le x_{max}\\ 0 & \text{وگرنه}\end{cases} \quad (۲)$$

که در آن:

$x_{min}=\inf S,\ x_{max}=\sup S,$

$S=\bigcup_{i=1}^{n} F_i,\ F_i=\{x|f_{Fi}(x)>0\},\ i=1,2,\ldots,n$

همچنین $U_M(F_i)$ در رابطه (۳) ارتفاع سمت راست و $U_G(F_i)$ در رابطه (۴) ارتفاع سمت چپ را نشان می‌دهد. در نهایت، رتبه‌بندی مقادیر فازی جایگزین i، توسط رابطه (۵) انجام می‌گیرد.

$$U_M(F_i)=\sup\left(f_{Fi}(x)\cap f_M(x)\right),\ i=1,2,\ldots,n \quad (۳)$$

$$U_G(F_i)=\sup\left(f_{Fi}(x)\cap f_G(x)\right),\ i=1,2,\ldots,n \quad (۴)$$

$$U_T(F_i)=\frac{U_M(F_i)+1-U_G(F_i)}{2} \quad (۵)$$

جایگزینی که بیش‌ترین میزان $U_T(F_i)$ را کسب کند بهترین انتخاب برای سازمان است. همان‌طور که بیان شد، r_{dti} رتبه جایگزین A_i بر مبنای معیار C_t و با توجه به تصمیم‌گیرنده D_d است. برای رتبه‌بندی جایگزین‌ها توسط ماتریس فازی رابطه (۶) ارایه شده است.

$$R=\left(\frac{1}{k}\right)*\begin{bmatrix}\sum_{d=1}^{k} r_{d11} & \cdots & \sum_{d=1}^{k} r_{dm1}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \sum_{d=1}^{k} r_{d1n} & \cdots & \sum_{d=1}^{k} r_{dmn}\end{bmatrix} \quad (۶)$$

a_{md} میزان اهمیتی که طبق نظر تصمیم‌گیرنده D_d به معیار C_t داده می‌شود در رابطه (۷) آورده شده است.

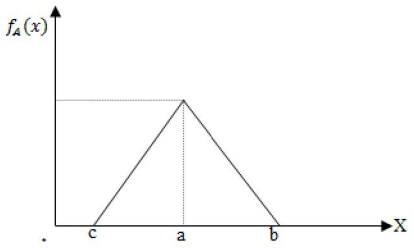
$$A=\left(\frac{1}{k}\right)*\left(\sum_{d=1}^{k} a_{1d},\ldots\ldots,\sum_{d=1}^{k} a_{md}\right) \quad (۷)$$

در ارزیابی‌ها، مقادیر به شکل کیفی بیان می‌شوند، به علت غیر دقیق بودن مقادیر کیفی، از تئوری مجموعه فازی برای مقداردهی به ماتریس R و A استفاده می‌شود.

تئوری مجموعه فازی در سال ۱۹۶۵ توسط Zadeh معرفی شد [۱۹]. این تئوری برای حل مسائلی که به شکل مبهم و غیر دقیق بیان شوند، استفاده می‌شود. زیر مجموعه فازی A از مجموعه **X** توسط تابع فازی $f_A(x)$ تعریف می‌شود، این تابع هر عنصر **x** در مجموعه **X** را به مقداری بین [۱-۰] نگاشت می‌کند. در این مقاله، از مقادیر فازی مثلثی[۱۰]، به عنوان تابع عضویت[۱۱] استفاده شده است. علت استفاده از این مقادیر، سهولت استفاده و انجام محاسبات آن برای تصمیم‌گیران است. یک عدد فازی، یک عدد فازی مثلثی است اگر تابع عضویت آن با توجه به مقادیر فازی مثلثی شکل (۱) تعریف شود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۱): تابع عضویت مقادیر فازی مثلثی

طبق تحلیل‌های انجام شده توسط متخصصان پایگاه داده تحلیلی در [۱۵] ، اهمیت هر معیار توسط واژه‌هایی مانند بسیارکم، کم، متوسط، بالا و بسیار بالا که توسط مقادیر فازی مثلثی جدول (۱) بیان شده‌اند، ارزیابی می‌شود. همچنین، بر اساس تحلیل‌های انجام شده توسط این متخصصان، رتبه هر یک از جایگزین‌ها توسط واژه‌هایی مانند بسیار ضعیف، ضعیف، منصفانه، خوب و بسیارخوب که توسط مقادیر فازی مثلثی جدول (۲) بیان شده‌اند، ارزیابی می‌شود. این توابع عضویت در برنامه‌های مختلفی از جمله در انتخاب روبات در [۲۰]، انتخاب پایگاه داده تحلیلی مناسب در [۱۵] و انتخاب نرم‌افزار شبیه‌ساز شی‌گرا [۸] استفاده شده‌اند.

از اصل توسعه Zadeh نیز می‌توان به منظور محاسبه توابع عضویت، پس از نگاشت مجموعه‌های فازی به واسطه یک تابع استفاده کرد [۱۹]. بردار فازی انتخاب جایگزین مناسب، به شکل رابطه (۸) محاسبه می‌شود. این بردار $F_1,F_2,..$ رتبه هر جایگزین را بیان می‌کند.

$$F=\left(\frac{1}{m}\right)*(R\otimes A^T)=\left(\frac{1}{m}\right) * \begin{bmatrix} \frac{\sum_{d=1}^{k} r_{d11}}{k} & \cdots & \frac{\sum_{d=1}^{k} r_{dm1}}{k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\sum_{d=1}^{k} r_{d1n}}{k} & \cdots & \frac{\sum_{d=1}^{k} r_{dmn}}{k} \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} \frac{\sum_{d=1}^{k} a_{1d}}{k} \\ \frac{\sum_{d=1}^{k} a_{2d}}{k} \\ \cdot \\ \cdot \\ \frac{\sum_{d=1}^{k} a_{md}}{k} \end{bmatrix} = (F_1,F_2,\ldots,F_m)^T \quad (۸)$$

۲-۲- مدل‌های داده‌ای پایگاه داده تحلیلی

پایگاه داده تحلیلی از پایگاه‌های داده عملیاتی (DB) [۱۲] و یا سایر منابع داده‌ای توزیع شده سازمان‌های متفاوت تهیه می‌شود و بستر مناسبی فراهم می‌آورد تا داده‌ها به منظور پاسخگویی به پرسش‌های تحلیلی به شکل بایگانی شده، سرجمع شده و سازمان یافته ذخیره شوند. روند ایجاد و استفاده از پایگاه داده تحلیلی در شکل (۲) آورده شده است.

در ابتدا به واسطه جلساتی که با گروه‌های مختلف کاربران برگزار می‌شود و انواع روش‌های موجود برای جمع‌آوری نیازمندی‌ها [۲۱]، نیاز تحلیل‌های کاربران نهایی تعریف می‌شود. مدل منطقی داده بر اساس خواسته‌های کاربران طراحی شده و سپس، به مدل فیزیکی داده ترجمه می‌شود.

در این مرحله پس از طراحی پایگاه داده تحلیلی در لایه دوم شکل (۲)، تشخیص و حذف خطاهای موجود در داده‌هایی از منابع داده لایه اول (شامل داده‌های غلط، ناقص، تکراری، متناقض و یا با ساختار نامناسب)، که برای تحلیل در پایگاه داده تحلیلی مشخص شده‌اند، انجام می‌گیرد. سپس، طی فرآیند استخراج، تبدیل و بارگذاری (ETL) [۱۳] این داده‌ها در پایگاه داده تحلیلی بارگذاری می‌شوند [۱۷].

مدل رابطه‌ای: پایگاه داده تحلیلی رابطه‌ای، توسط سرور پایگاه داده عملکردی ایجاد می‌شود. تفاوت آن با پایگاه داده عملیاتی در طراحی متمایز مدل، بر اساس موضوعات[۱۴] تحلیل است.

جدول (۱): واژه‌های مورد استفاده در بیان میزان اهمیت معیارها

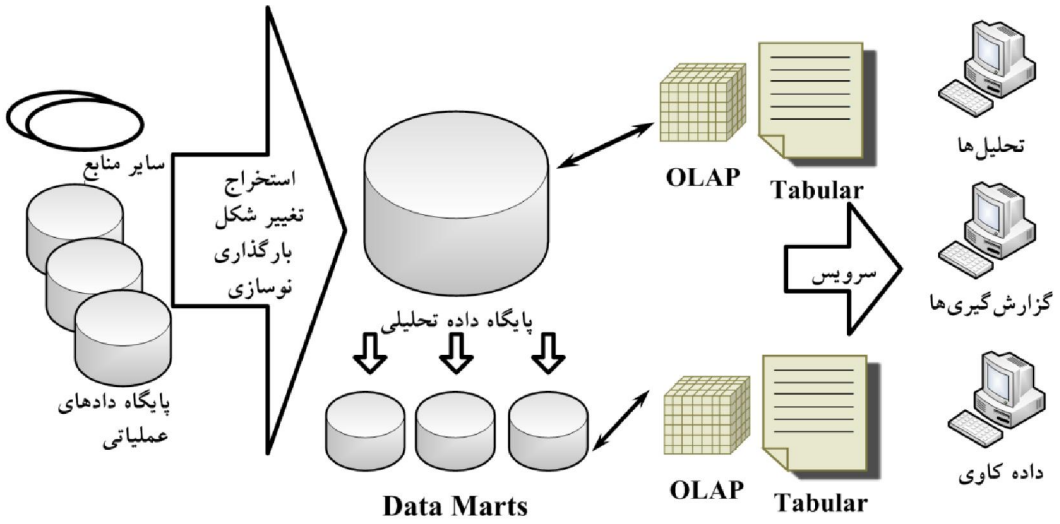
واژه‌های مورد استفاده در میزان اهمیت معیارها	واژه‌های کیفی				
	بسیار بالا (VH)	بالا (H)	متوسط (M)	کم (L)	بسیار کم (VL)
مقادیر فازی مثلثی	(۰/۷،۱،۱)	(۰/۵،۰/۷،۱)	(۰/۲،۰/۵،۰/۸)	(۰،۰/۳،۰/۵)	(۰،۰،۰/۳)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول(۲): واژه‌های مورد استفاده در رتبه‌بندی جایگزین‌ها

واژه‌های مورد استفاده در رتبه‌بندی جایگزین‌ها	واژه‌های کیفی				
	بسیار خوب (VG)	خوب (G)	منصفانه (F)	ضعیف (P)	بسیار ضعیف (VP)
مقادیر فازی مثلثی	(۰/۸،۱،۱)	(۰/۶،۰/۸،۱)	(۰/۳،۰/۵،۰/۷)	(۰،۰/۲،۰/۴)	(۰،۰،۰/۲)



شکل (۲):روند ایجاد و استفاده از پایگاه داده تحلیلی

با اینکه پایگاه داده تحلیلی رابطه‌ای پاسخ‌گوی بسیاری از پرسش‌های تحلیلی است، اما برخی از این پرسش‌ها با استفاده از دستورات پایگاه داده تحلیلی رابطه‌ای به راحتی بیان نمی‌شوند و یا اگر قابل بیان باشند، کارایی آن‌ها به شدت پایین است. لزوم نوشتن پرسش‌های پیچیده، سرعت کم در پاسخگویی به پرسش‌ها، عدم پشتیبانی از برخی توابع و عملکردها و حجم ناکافی برای ذخیره داده‌های مورد نیاز برای پاسخگویی به پرسش‌های تحلیلی کاربران نیز از جمله دیگر معایب پایگاه داده‌های تحلیلی رابطه‌ای است.

با توجه به شکل (۲)، در صورتی که مدل رابطه‌ای پاسخگوی نیاز کاربران نباشد می‌توان با استفاده از پایگاه داده تحلیلی رابطه‌ای ایجاد شده، مدل‌های چندبعدی و یا برگه‌ای ایجاد کرد.

مدل چندبعدی: پایگاه داده تحلیلی چند بعدی، متخصصان هوش تجاری را قادر ساخته است تا از طریق پایگاه داده تحلیلی رابطه‌ای، مکعب‌های[۱۵] چندبعدی پیچیده‌ای ایجاد کنند. مدل چندبعدی، مکعب‌هایی متشکل از مقادیر[۱۶] و بعد[۱۷]هایی بر اساس داده‌های مشتمل در پایگاه داده تحلیلی رابطه‌ای را ایجاد می‌کند.

در این حالت، موتور پردازش تحلیلی آنلاین از مدل چندبعدی برای پیش تجمیع حجم زیاد داده و در نتیجه پشتیبانی از زمان پاسخ سریع استفاده می‌کند. موتور پردازش تحلیلی آنلاین، می‌تواند مقادیر تجمیع شده را با روش پردازش تحلیلی چند بعدی MOLAP[۱۸] بر روی دیسک و یا در پایگاه داده رابطه‌ای با روش ROLAP[۱۹] ذخیره کند.

اگرچه این مدل جامع بوده و تحلیل‌های پیچیده از مزایای مهم مدل چندبعدی است، اما آن‌ها بیشتر چرخه توسعه طولانی‌تری داشته و توانایی تطبیق سریع با شرایط متغیر کسب و کار را ندارند. به علاوه، مدل چندبعدی نیاز به مهارت‌های مدل‌سازی پیشرفته و یادگیری زبان MDX[۲۰] دارد.

مدل برگه‌ای: مدل برگه‌ای توسط PowerPivot مایکروسافت اکسل ۲۰۱۰ معرفی شده است، و قابلیت‌های مدل‌سازی داده به روش خودکار را برای کسب و کار و

Archive of SID

www.SID.ir

تحلیل‌گران داده فراهم می‌آورد. مدل برگه‌ای قابلیت دسترسی بیشتری را برای کاربرانی که با ابزارهای تولید دسکتاپ مانند اکسل و مایکروسافت اکسس کار کرده‌اند، فراهم کرده است. این مدل، داده را در جداول مرتبط سازمان‌دهی می‌کند. در حالت برگه‌ای، می‌توان از موتور xVelocity برای بارگذاری داده در حافظه، که به پاسخ‌گویی سریع منجر می‌شود، و یا از پرسشی مستقیم برای ارسال پرسش‌ها به پایگاه داده منبع استفاده کرد.

شناخته شده بودن و انعطاف پذیری از مزایای مهم مدل برگه‌ای هستند، اما در عین حال این مزایا، معایبی را نیز به همراه می‌آورد. برای مثال، مدل برگه‌ای برای راه کارهایی که مجموعه داده‌های بسیار پیچیده‌ای داشته یا نیاز به منطق کسب و کار پیچیده‌ای دارند مناسب نیست. کاربران زبان DAX[۲۱] گاه قادر خواهند بود تا فرمول‌های DAX برای ارایه توابع تحلیلی ایجاد کنند، در غیر این صورت این توابع در مدل برگه‌ای قابل دسترس نخواهند بود. در برخی از این موارد استفاده از توانایی‌های پیشرفته‌ای که در محیط مدل چند بعدی فراهم شده، مناسب و کارآمدتر است.

۳- تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی پیشنهادی

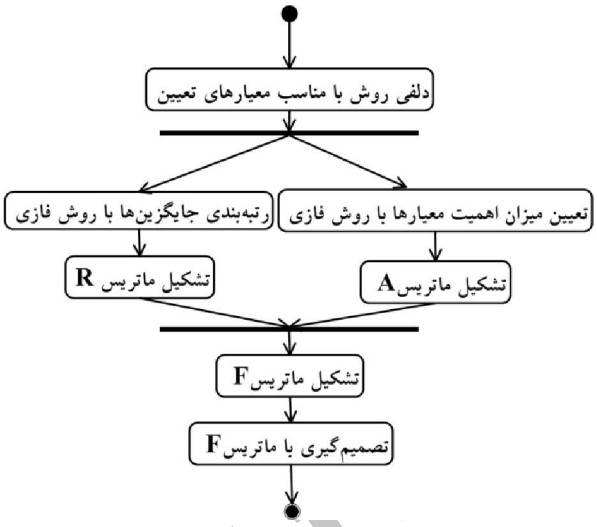
مراحل روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی این مقاله در نمودار فعالیت شکل ۳ آورده شده است. هر یک از فعالیت‌های این نمودار در ادامه شرح داده می‌شود.

سازمان‌ها بنا به خصوصیاتشان ممکن است از پایگاه داده تحلیلی رابطه‌ای استفاده کرده یا تصمیم به ایجاد پایگاه داده تحلیلی چندبعدی یا برگه‌ای بگیرند. بنابراین، لازم است تا با توجه به اهداف حرفه و نیازهای سازمان، معیارهای مناسبی برای مقایسه مدل‌ها تعیین شوند.

از آنجا که تصمیم مربوط به انتخاب مدل داده‌ای پایگاه داده تحلیلی است، بهتر است تا تصمیم‌گیری انتخاب معیارها به شکل کمیته‌ای باشد. در روش دلفی که نوعی پژوهش کمیته‌ای است، هدف، دسترسی به مطمئن‌ترین توافق گروهی خبرگان در مورد موضوعی خاص است که با استفاده از پرسشنامه و نظرخواهی از خبرگان، به‌دفعات و با توجه به بازخورد حاصل از آن‌ها انجام می‌شود. روش دلفی که در زمینه‌های متعدد تصمیم‌گیری استفاده می‌شود [۲۲] در دهه ۱۹۸۰ میلادی توسط کافمن و گوپتا ابداع شد [۲۳].

کاربرد این روش به منظور تصمیم‌گیری و توافق نظر جمعی بر مسائلی که اهداف و شاخص‌ها به صراحت مشخص نیستند، می‌باشد و به نتایج بسیار ارزنده‌ای منجر می‌شود.

با توجه به اهمیت داشتن بیشتر تجربه، نسبت به تعداد متخصصان در روش دلفی، در این مقاله به منظور تعیین متخصصان کمیته، ابتدا فهرستی از نام تمامی کارشناسان در دسترس سازمان تهیه شد. این افراد با توجه به تخصص‌های مربوطه گروه‌بندی و طبق میزان شایستگی رتبه‌بندی شدند. در نهایت، از ۶ نفر از متخصصان (با میانگین ۹/۵ سال سابقه در حوزه فناوری اطلاعات و کسب و کار) با توجه به توانایی تیم پژوهش در اداره مطالعه، اعتبار داخلی و خارجی، زمان جمع آوری داده‌ها و منابع در دسترس برای شرکت در کمیته دعوت شد.



شکل(۳): مراحل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی مقاله

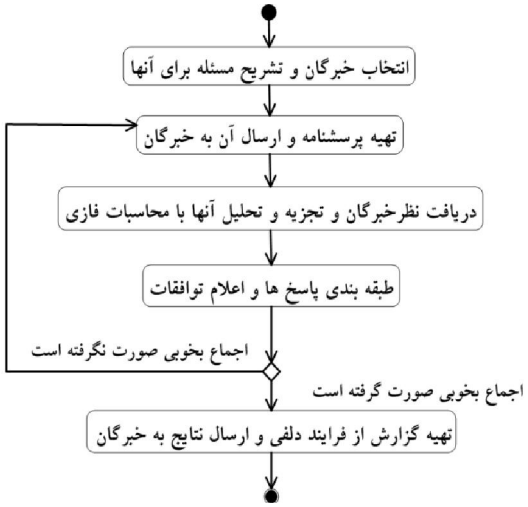
سپس، فهرست اولیه از اهداف، شامل: اهداف اصلی و فرعی سازمان تهیه شد. برای ایجاد فهرست اهداف نیاز است تا مواردی که سازمان تمایل دارد تا به آن‌ها دست یابد بیان شوند. سپس، این اهداف در کنار یکدیگر بررسی می‌شوند تا اهداف اصلی و فرعی با ساختار سلسله مراتبی بیان شوند [۲۴].

معیارهای متفاوت به ارزیابی‌های متفاوت و در نتیجه، به تصمیم‌گیری ناموفق منجر می‌شود. در سازمان مورد مطالعه، از میان ۳۰ هدفی که طی مراحل متعدد ارسال پرسشنامه در کمیته بیان شد، تصمیم‌گیران باید برخی از این اهداف را برای تصمیم‌گیری انتخاب کنند. در نهایت، ۱۵ معیار انتخاب شد. معیارهای انتخاب شده با چهار مشاور

Archive of SID

www.SID.ir

خبره پایگاه داده تحلیلی در دو سازمان معتبر خارج از سازمان، مشورت شده و تأیید شدند. فرآیند دلفی فازی مورد استفاده برای تصمیم‌گیری در مورد معیارها در شکل (۴) آورده شده است. نتایج حاصل از شمارش پاسخ‌های پرسشنامه اول خبرگان برای جمع‌بندی نظرات در انتخاب معیارها در جدول (۳) آورده شده است. در جدول (۴)، معیارهای نهایی در یک ساختار سلسله مراتبی ارایه شده‌اند.



شکل (۴): مراحل اجرای روش دلفی فازی

جدول (۳): نتایج حاصل از شمارش پاسخ‌های پرسشنامه اول

ردیف	مولفه‌ها	انتخاب مدل داده‌ای پایگاه داده تحلیلی		
		کم	متوسط	زیاد
۱	مدت زمان پیاده‌سازی مدل‌های پایگاه داده تحلیلی	۰	۲	۴
۲	کارایی ETL	۳	۲	۱
۳	ویژگی‌های افزونه	۰	۳	۳
۴	محاسبات ساده	۰	۲	۴
۵	محاسبات پیچیده	۱	۰	۵
۶	توابع تجمیعی	۰	۴	۲
۷	مدیریت فراداده	۴	۲	۰
۸	حجم قابل توسعه	۰	۱	۵
۹	کارایی	۰	۰	۶
۱۰	هزینه‌های مستقیم	۴	۰	۲
۱۱	هزینه‌های غیر مستقیم	۳	۲	۱
۱۲	ابزارهای کاربری	۰	۱	۵
۱۳	برنامه‌نویسی	۱	۲	۳
۱۴	امنیت	۰	۱	۵
۱۵	پشتیبانی و مدیریت مدل داده پایگاه داده تحلیلی	۴	۱	۱
۱۶	واسط کاربری	۲	۰	۴
۱۷	قابلیت تجمیع	۵	۰	۱
۱۸	ذخیره‌سازی داده	۱	۰	۵
۱۹	نحوه دسترسی به اطلاعات	۲	۱	۳
پیشنهادات				
۱	شاخص‌های عملکردی	–	–	–
۲	تبدیلات نرخ ارز	–	–	–

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۴): معیارهای نهایی برای تصمیم‌گیری برای انتخاب مدل پایگاه داده تحلیلی

خصوصیات	معیارهای تصمیم‌گیری	توصیف
زمان	زمان پیاده‌سازی (C_1)	مدت زمان پیاده سازی مدل‌های پایگاه داده تحلیلی به زمان تحلیل، طراحی و پیاده‌سازی مدل بستگی دارد. عوامل متعددی مانند میزان آشنایی با مدل، سرعت زمان یادگیری مدل و ... نیز بر این مراحل تأثیرگذارند.
مدل داده	سلسله مراتب (C_2)	به منظور انجام تحلیل‌های drill-down، سلسله مراتب‌ها داده‌ها را در ساختارهای درختی دسته‌بندی می‌کنند.
	ویژگی‌های افزونه (C_3)	- Actions - Perspective - Drill through - Stored Procedured...
منطق کسب و کار	محاسبات ساده (C_4)	– یادگیری زبان
	محاسبات پیچیده (C_5)	– توانایی انجام محاسبات لازمه
	توابع تجمیعی (C_6)	- variouse Time Intelligence Functions - Count, Distinct Count - Min,Max - Average Of Children...
	شاخص‌های عملکردی (C_7)	شاخص‌های عملکردی مقادیر خاصی هستند که برای مقایسه با مقادیر هدف و در نتیجه ارزیابی عملکرد استفاده می‌شوند.
	تبدیلات نرخ ارز (C_8)	تبدیلات نرخ ارز به منظور تبدیل از یک یا چند نرخ منبع به یک یا چند نرخ مورد گزارش‌گیری استفاده می‌شوند.
دستیابی و ذخیره سازی داده	حجم قابل توسعه (C_9)	در سیستم‌های تحلیلی حجم قابل توسعه معیار مهمی است که باید به آن توجه شود.
	کارایی (C_{10})	کارایی پرسش‌ها تأثیر مستقیمی بر تجربیات کاربران دارد و یکی از نکات مهمی است که برای ارزیابی میزان موفقیت یک سیستم تحلیلی استفاده می‌شود. کارایی پردازش‌ها نیز به سرعت دسترسی کاربران به داده‌های به‌روزرسانی شده بستگی دارد.
	منابع داده (C_{11})	– منابع داده رابطه‌ای - Excel - Odata Feeds...
	ذخیره‌سازی داده (C_{12})	- MOLAP - ROLAP - In-Memory...
	ابزارهای کاربری (C_{13})	- Excel - Reporting Services - Mirosoft Performance Point...
	برنامه‌نویسی (C_{14})	برای توسعه و مدیریت اشیا، سرویس‌های تحلیلی استفاده می‌شوند.
امنیت	امنیت (C_{15})	امنیت، دسترسی افراد مجاز به داده‌های مجاز را بیان می‌کند.

۳-۱- رتبه‌بندی جایگزین‌ها و تشکیل ماتریس R

در فعالیت‌های رتبه‌بندی جایگزین‌ها با روش فازی و تشکیل ماتریس R نمودار فعالیت شکل (۳)، مدل‌ها رتبه‌بندی می‌شوند. این رتبه‌بندی می‌تواند به موازات فعالیت‌های تعیین اهمیت معیارها با روش فازی و تشکیل ماتریس A انجام گیرد.

رتبه‌بندی مدل‌ها به این شکل است که متخصصان کمیته، توانایی‌های استاندارد بیان شده توسط تأمین کننده محصول [۱۶، ۱۷ و ۲۵] را جمع‌آوری کرده و پس از مطالعه و بررسی آن‌ها و انجام مشاوره‌های تخصصی از طریق رایانامه با تأمین‌کننده برای شناخت محصول، توانایی مدل‌ها را بر اساس معیارهای جدول (۴) مقداردهی می‌کنند. (برای تشکیل ماتریس R آورده شده در (۶)).

تعیین رتبه گزینه‌ها با توجه به معیار C_1 (زمان پیاده سازی): با توجه به جدول (۴)، مدت زمان پیاده‌سازی پایگاه داده تحلیلی به زمان تحلیل، طراحی و پیاده‌سازی مدل بستگی دارد. به طور کلی، طراحی و پیاده‌سازی

Archive of SID

www.SID.ir

پایگاه‌های داده تحلیلی به شکل یک معماری چند لایه است. در این معماری لایه زیرین منابع اولیه داده را تشکیل می‌دهند، که تحلیل آن‌ها برای طراحی جداول پایگاه داده تحلیلی رابطه‌ای، با توجه به اهداف و موضوعات پایگاه داده تحلیلی رابطه‌ای انجام می‌شود. پس از طراحی مدل رابطه‌ای، طی فرآیند استخراج، تبدیل و بارگذاری، داده‌های پردازش شده در پایگاه داده تحلیلی رابطه‌ای بارگذاری می‌شوند.

پایگاه داده تحلیلی با مدل چندبعدی، چرخه توسعه طولانی‌تری داشته و نیاز به ساخت جداول بعد و حقیقت، ایجاد سلسله مراتب‌ها، توابع تجمیعی و روابط میان جداول و ساخت مکعب چند بعدی در محیط BI [۲۲] دارد. مدل برگه‌ای در نتیجه بارگذاری مدل رابطه‌ای در محیط اکسل حاصل می‌شود. داده‌های مدل چندبعدی و برگه‌ای طی پردازشی از طریق مدل رابطه‌ای تأمین می‌شوند.

به دلیل نیاز داشتن به زمان و دانش بیشتر طراحی و پیاده‌سازی مدل چندبعدی نسبت به مدل رابطه‌ای و برگه‌ای، این سه مدل بنا به میانگین نظرات ۶ متخصص تصمیم‌گیرنده، در مقایسه با هم برای معیار C_1، مقدار کمی (۱، ۰/۳ و ۰/۱) برای مدل چندبعدی که چرخه توسعه طولانی‌تری نسبت به دو مدل دیگر دارد، مقدار کمی (۰/۹۵، ۰/۸۱ و ۰/۶۱) برای مدل رابطه‌ای و (۰/۹، ۰/۷۳ و ۰/۵۳) را برای مدل برگه‌ای به خود اختصاص داده‌اند.

تعیین رتبه گزینه‌ها با توجه به معیار C_2 (سلسله مراتب): در مدل چندبعدی ساخت سلسله مراتب‌های استاندارد، والد- فرزند و ناهموار [۲۳] با امکانات تعبیه شده در نرم‌افزار به‌سادگی امکان‌پذیر است [۱۶،۱۷،۲۵] ، در صورتی که ساخت این سلسله مراتب‌ها در مدل رابطه‌ای احتیاج به کدنویسی‌های دشواری، به ویژه در سلسله مراتبی از نوع ناهموار دارد که کار را دشوار می‌کند. در مدل برگه‌ای نیز، سلسله مراتب استاندارد به راحتی پشتیبانی شده و سلسله مراتب والد- فرزند نیاز به کدنویسی‌های دشواری به زبان DAX دارد. با توجه به توانایی مدل‌ها در این معیار، میانگین نظرات ۶ متخصص تصمیم‌گیرنده مقادیر فازی (۰/۷، ۰/۵۱ و ۰/۳۱) برای مدل رابطه‌ای، (۰/۹۳،۱ و ۰/۷۳) برای مدل چندبعدی و (۰/۷،۰/۹ و ۰/۵) برای مدل برگه‌ای به دست آمد.

تعیین رتبه گزینه‌ها با توجه به معیار C_3 (ویژگی‌های افزونه مدل): در جدول (۵) توانایی ویژگی‌های افزونه برای هر یک از مدل‌ها آورده شده است [۱۶،۱۷،۲۵]. مدل رابطه‌ای برخی از این ویژگی‌های افزونه را در محیط خود پشتیبانی می‌کند، برای مثال توانایی Translations ندارد و یا ساخت Drill through و Write-back در آن احتیاج به کدنویسی دشواری دارد. در صورتی که توانایی ساخت آن‌ها در محیط چندبعدی تعبیه شده و به سادگی قابل تنظیم است. میانگین نظرات کمیته تصمیم‌گیرنده برای معیار C_3، به ترتیب (۰/۸، ۰/۶ و ۰/۴)، (۱، ۰/۹ و ۰/۷) و (۰/۷۵، ۰/۵۵ و ۰/۳۵) برای مدل‌های رابطه‌ای، چندبعدی و برگه‌ای به دست آمد.

جدول (۵): مقایسه ویژگی‌های افزونه

ویژگی‌های افزونه	مدل‌های پایگاه داده تحلیلی		
	برگه‌ای	رابطه‌ای	چندبعدی
Actions	×	✓	✓
Perspective	✓	✓	✓
Drill through	✓	راه‌حل‌های پیچیده‌ای موجود است	✓
Stored Procedured	×	✓	✓
Write-back	×	راه‌حل‌های پیچیده‌ای موجود است	✓
tranlations	×	×	✓

تعیین رتبه گزینه‌ها با توجه به معیار C_4 (محاسبات ساده): زبان MDX مدل چندبعدی، به علت دشوارتر بودن یادگیری آن نسبت به زبان‌های مدل رابطه‌ای و DAX مدل برگه‌ای، برای محاسبات ساده توصیه نمی‌شود. میانگین نظرات با توجه به سهولت یادگیری و رایج بودن زبان محاسباتی مدل رابطه‌ای و توانایی آن در پردازش محاسبات ساده به مقدار (۰/۹، ۰/۷۳ و ۰/۵۳) و مقادیر (۰/۸، ۰/۶ و ۰/۴) و (۱، ۰/۸۳ و ۰/۶۳) برای مدل‌های رابطه‌ای و برگه‌ای تخصیص داده شده است.

تعیین رتبه گزینه‌ها با توجه به معیار C_5 (محاسبات پیچیده): زبان محاسباتی MDX پردازش محاسبات پیچیده

Archive of SID

www.SID.ir

را به شکل کارآمدتری نسبت به زبان‌های مدل رابطه‌ای و DAX مدل برگه‌ای پشتیبانی می‌کند. در مدل رابطه‌ای و برگه‌ای امکان پردازش برخی محاسبات پیچیده یا وجود ندارد و یا بسیار دشوار است. با توجه به توانایی زبان MDX ، نظرات کمیته (۱، ۰/۹ و ۰/۷) برای مدل چندبعدی و مقادیر فازی (۰/۳۵، ۰/۱۸ و ۰/۰۵) و (۰/۹، ۰/۷ و ۰/۵) برای مدل‌های رابطه‌ای و برگه‌ای به دست آمد.

تعیین رتبه گزینه‌ها با توجه به معیار C_6 (توابع تجمیعی): توابع تجمیعی پشتیبانی شده در هر یک از مدل‌های داده در جدول ۶ آورده شده است. مدل چندبعدی علاوه بر پشتیبانی توابعی از جمله Sum، Count و Max که در مدل رابطه‌ای و برگه‌ای نیز پشتیبانی می‌شوند، توابع تجمیعی بیشتری را پشتیبانی می‌کند. به علت توانایی ذخیره توابع تجمیعی از پیش محاسبه شده در سلول‌های مکعب چندبعدی، کارایی بازیابی پرسش‌ها نیز بیشتر است. میانگین کمی نظرات کمیته برای این معیار (۰/۵، ۰/۳ و ۰/۱) برای مدل رابطه‌ای و (۱، ۰/۹۳ و ۰/۶) و (۰/۸۵، ۰/۶۵ ئ ۰/۴۵) برای مدل‌های چندبعدی و برگه‌ای است.

جدول (۶): توابع تجمیعی مدل‌ها

	مدل‌های پایگاه داده تحلیلی		
	برگه‌ای	رابطه‌ای	چندبعدی
توابع تجمیعی	Sum	Sum	Sum
	Count	Count	Count
	Min, Max	Min, Max	Min, Max
	Average	STDEV	None
	FirstDate	VAR	ByAccount
	LastDate	-	AverageOf Children
	OpeningBalanceMonth	-	FirstChild
	ClosingBalanceMonth	-	LastChild
	-	-	FirstNonEmpty
	-	-	LastNonEmpty

رتبه گزینه‌ها با توجه به معیار C_7 (شاخص‌های عملکردی): شاخص‌های عملکردی مدل رابطه‌ای از جمله Actual، goal، status که در جدول (۷) آورده شده‌اند توسط مؤلفه‌هایی مانند SQL Reporting Services و یا PerformancePoint Services فراهم آورده می‌شود و امکاناتی برای ارایه این شاخص‌ها در محیط مدل رابطه‌ای وجود ندارد. این شاخص‌ها در محیط مدل‌های چند بعدی و برگه‌ای تعبیه شده و به راحتی قابل دستیابی هستند. با توجه به توانایی بیشتر مدل چندبعدی و برگه‌ای در فراهم آوردن این معیار و کارکرد دشوارتر این معیار در مدل رابطه‌ای، نظرات کمیته در رابطه با این معیارها به ترتیب (۰/۱۸، ۰/۱۸ و ۰/۰۵)، (۱، ۰/۹ و ۰/۷) و (۰/۹۵، ۰/۷۸ و ۰/۵۸) برای مدل‌های رابطه‌ای، چندبعدی و برگه‌ای به دست آمد.

جدول (۷): شاخص‌های عملکردی

شاخص‌های عملکردی	مدل‌های پایگاه داده تحلیلی		
	برگه‌ای	رابطه‌ای	چندبعدی
شاخص‌های عملکردی	Actual	راه‌حل‌های پیچیده	Actual
	goal	راه‌حل‌های پیچیده	goal
	status	راه‌حل‌های پیچیده	status
	graphical indicators	راه‌حل‌های پیچیده	trend
	-	راه‌حل‌های پیچیده	graphical indicators

Archive of SID

www.SID.ir

تعیین رتبه گزینه‌ها با توجه به معیار C_8 (تبدیلات نرخ ارز): در مدل چندبعدی تبدیلات نرخ ارز با استفاده از BI Wizard اما در مدل رابطه‌ای و برگه‌ای این تبدیلات به کمک برنامه‌نویسی انجام می‌گیرد. نظر ۶ متخصص کمیته با توجه به توانایی بیشتر مدل چند بعدی در این معیار، مقدار (۱، ۰/۹۳ و۰/۶) برای این مدل و مقادیر (۰/۴۱، ۰/۲۱ و ۰/۰۵) و (۰/۳۳، ۰/۱۳ و صفر) برای مدل‌های رابطه‌ای و برگه‌ای محاسبه شد.

تعیین رتبه گزینه‌ها با توجه معیار C_9 (حجم قابل توسعه): مدل برگه‌ای، با موتور xVelocity برای بارگذاری داده برگه‌ای و فشرده‌سازی ۱۰ برابری آن در حافظه، قابلیت توسعه تا حجم بیلیون‌ها رکورد و مدل چندبعدی با ذخیره توابع از پیش محاسبه شده در سلول‌های مکعب چند بعدی در فضای هارد، قابلیت توسعه تا حجم چندین ترابایت را بدون تأثیرگذاری بر کارایی پرسش‌ها دارند.

مدل رابطه‌ای با یک پرادازشگر، بدون شاخص‌گذاری مناسب، پارتیشن‌بندی و نرمال کردن جداول قابلیت پردازش حجم بیلیون‌ها رکورد یا چندین ترابایت را ندارد. با توجه به توانایی مدل چندبعدی در پردازش کارآمدتر، حجم بیشتر داده میانگین نظرات تصمیم‌گیران برای این معیار مقادیر فازی (۰/۴۱، ۰/۳۵ و ۰/۱۵)، (۱، ۰/۹۳ و ۰/۶) و (۰/۸۵، ۰/۶۵ و ۰/۴۵) برای مدل‌های رابطه‌ای، چندبعدی و برگه‌ای محاسبه شد.

تعیین رتبه گزینه‌ها با توجه معیار C_{10} (کارایی): در مدل چندبعدی امکان شاخص‌گذاری در پرسش‌ها و استفاده از توابع تجمیعی از پیش ذخیره شده بر روی دیسک وجود دارد. داده جداول بعد و نتایج پرسش‌ها در حافظه ذخیره می‌شود. همچنین، در این مدل امکان فشرده‌سازی داده تا سه برابر ممکن است.

در نتیجه این میزان فشرده‌سازی، و نیز ذخیره توابع تجمیعی از پیش محاسبه شده در سلول‌های مکعب چند بعدی میزان I/O نیز کاهش و کارایی پرسش‌ها افزایش پیدا می‌کند. طراحی کارآمد جداول بعد، ایجاد توابع تجمیعی مؤثر، پارتیشن‌بندی و استفاده از یک استراتژی مناسب برای پردازش نیز از مواردی هستند که بر بهبود کارایی پردازشی مدل چندبعدی تأثیر بهینه دارند.

مدل برگه‌ای با توجه به نحوه ذخیره‌سازی In-Memory و امکان فشرده‌سازی داده تا ۱۰ برابر، کارایی بسیار بالایی را ارایه می‌کند. با افزایش حافظه در این مدل کارایی پرسش‌ها به شکل در خور توجهی افزایش می‌یابد. مدل برگه‌ای داده‌ها را به شکل مستقیم در حافظه بارگذاری کرده و نیازی به نوشتن آن‌ها بر روی دیسک ندارد. این مدل به علت عدم دسته‌بندی داده‌ها در جداول بعد، کارایی پردازشی بیشتری ارایه می‌کند.

در مدل رابطه‌ای امکان بهبود کارایی با استفاده از تنظیمات شاخص‌گذاری بر روی پرسش‌ها، کش شدن نتایج پرسش‌ها در حافظه و ذخیره توابع تجمیعی از پیش ذخیره شده بر روی دیسک ممکن است. اما این تنظیمات برای بهبود کارایی بر روی هر نوع پرسشی قابل تنظیم نیستند و نیز امکان فشرده‌سازی داده در این مدل وجود ندارد. میانگین نظرات کمیته برای این معیار مقادیر فازی (۰/۵، ۰/۳ و ۰/۱)، (۱، ۰/۹ و ۰/۷) و (۱، ۱ و ۰/۸) برای مدل‌های رابطه‌ای، چندبعدی و برگه‌ای است.

تعیین رتبه گزینه‌ها با توجه به معیار C_{11} (منابع داده): منابع داده‌ای که توسط هر مدل پشتیبانی می‌شوند در جدول (۸) آورده شده است. برای مثال مدل رابطه‌ای توانایی دریافت ورودی از محیط‌های ODBC، Microsoft SQL Server و غیره را دارد. با مقایسه بین سه مدل داده میانگین نظرات تصمیم‌گیران با توجه به توانایی مدل رابطه‌ای در پشتیبانی از منابع داده‌ای بیشتر، برای مدل رابطه‌ای مقدار (۰/۷۳، ۰/۷۱ و ۰/۳۸)، برای مدل برگه‌ای (۰/۹، ۰/۷۶ و ۰/۵۶) و برای مدل چندبعدی (۰/۴۱، ۰/۲۱ و ۰/۰۵) محاسبه شد.

تعیین رتبه گزینه‌ها با توجه به معیار C_{12} (ذخیره‌سازی داده): ذخیره‌سازی داده در مدل چندبعدی به دو شکل MOLAP و ROLAP است. در روش MOLAP میزان کارایی پایگاه داده تحلیلی افزایش می‌یابد، زیرا توابع از پیش محاسبه شده در سلول‌های مکعب چند بعدی ذخیره می‌شوند. اما در این روش، به علت ذخیره مقادیر در مکعب چند بعدی محدودیت حجمی وجود دارد. روش ROLAP

Archive of SID

www.SID.ir

عملیات OLAP بر روی داده‌های چند بعدی را به عملیات رابطه‌ای استاندارد نگاشت می‌کند، ولی در این روش محدودیتی از نظر حجمی وجود ندارد. کارایی این مدل به علت اجرای دستورات محیط عملکردی برای پاسخگویی به پرس و جوها پایین است.

در مدل رابطه‌ای، ذخیره و بازیابی اطلاعات توسط اجرای دستورات محیط عملکردی و از طریق حافظه انجام می‌شود.

جدول (۸): منابع داده قابل پشتیبانی در هر مدل داده

پشتیبانی منابع داده	مدل‌های پایگاه داده تحلیلی		
	برگه‌ای	چندبعدی	رابطه‌ای
منابع داده	– Access databases – SQL Server relational databases – SQL Server Parallel Data Warehouse (PDW) – Oracle relational databases – Teradata relational databases – Informix relational databases – IBM DB2 relational databases – Sybase relational databases – Other relational databases – Text files – Microsoft Excel files – PowerPivot workbook – Analysis Services cube – Data feeds – Office Database Connection files	– SQL Server relational databases – Teradata relational databases – Informix relational databases – IBM DB2 relational databases – Sybase relational databases – Other relational databases(OLE DB provider or ODBC driver)	– Microsoft SQL Server – Microsoft SQL Server Analysis Services for MDX, DMX, Microsoft PowerPivot, and tabular models – Microsoft Windows Azure SQL Database – SQL Server Parallel Data Warehouse – Oracle – SAP NetWeaver BI – Hyperion Essbase – Microsoft SharePoint List – Teradata – OLE DB – ODBC – XML

در مدل برگه‌ای از موتور تحلیلی xVelocity برای کش کردن اطلاعات در حافظه استفاده می‌شود. همچنین، بنا به امکان DirectQuery در مدل برگه‌ای می‌توان از داده‌های موجود در مدل رابطه‌ای نیز استفاده کرد. میانگین نظرات متخصصان کمیته با توجه به توانایی بیان شده برای مدل‌ها در ذخیره و بازیابی اطلاعات (۰/۶، ۰/۳۵ و ۰/۱۵)، (۱، ۰/۹ و ۰/۷) و (۱، ۰/۹۶ و ۰/۷۶) برای مدل‌های رابطه‌ای، چندبعدی و برگه‌ای است.

تعیین رتبه گزینه‌ها با توجه به معیار C_{13} (ابزارهای کاربری): مدل چندبعدی ابزارهای کاربری Excel، Reporting Services، MicrosoftPerformancePoint را پشتیبانی می‌کند و مدل رابطه‌ای و برگه‌ای نیز توسط این ابزارهای کاربری پشتیبانی می‌شوند. ۶ متخصص تصمیم‌گیرنده با مقایسه مدل‌ها به مدل چندبعدی مقدار کمی (۱، ۰/۸۸ و ۰/۶۶)، به مدل برگه‌ای مقدار (۱، ۰/۸۸ و ۰/۶۶) و به مدل رابطه‌ای مقدار کمی (۰/۹۵، ۰/۸۱ و ۰/۶۱) را نسبت داده‌اند.

تعیین رتبه گزینه‌ها با توجه به معیار C_{14} (برنامه‌نویسی): در جدول (۹) قابلیت برنامه‌نویسی برای مدیریت و پیاده‌سازی اشیا (مکعب‌ها، جداول بعد، زبان MDX و...) مدل‌ها بیان شده است. برای مثال با استفاده از زبان XMLA قابلیت پیاده‌سازی و مدیریت اشیا در هر سه مدل وجود دارد. با توجه به جدول (۹) توانایی مدل چندبعدی در این معیار، بیشتر از توانایی این معیار در مدل‌های رابطه‌ای و برگه‌ای است. ۶ متخصص تصمیم‌گیرنده با مقایسه مدل‌ها به مدل چندبعدی مقدار کمی (۱، ۰/۹ و ۰/۷)، به مدل برگه‌ای مقدار (۰/۸، ۰/۶۵ و ۰/۴۵) و به مدل رابطه‌ای مقدار کمی (۰/۸، ۰/۶ و ۰/۴) را

Archive of SID

www.SID.ir

نسبت داده‌اند.

تعیین رتبه گزینه‌ها با توجه به معیار C_{15} (امنیت): در مدل چندبعدی امنیت داده‌ها در جزیی‌ترین حالت در سطح سلول‌های مکعب چندبعدی است. در صورتی که در مدل رابطه‌ای و برگه‌ای، این امنیت در پایین‌ترین سطح در سطح رکوردهای جداول برقرار است. مقادیر کمی اختصاص داده شده به مدل‌ها برای این معیار (۰/۶، ۰/۴ و ۰/۲)، (۱، ۰/۹ و ۰/۷) و (۰/۶، ۰/۴ و ۰/۲) برای مدل‌های رابطه‌ای، چندبعدی و برگه‌ای می‌باشد.

جدول (۹): قابلیت برنامه‌نویسی

	مدل‌های پایگاه داده تحلیلی		
	برگه‌ای (استفاده آن‌ها در مدل‌های برگه‌ای رایج نیست)	رابطه‌ای	چندبعدی (توسعه مختص مدل‌های چندبعدی)
زبان‌های برنامه‌نویسی	- XMLA - ASSL - ADOMD.NET - MSOLAP - AMO - Windows PowerShell for AMO	- XML - ADO.NET	- XMLA - ASSL - ADOMD.NET - MSOLAP - AMO - Windows PowerShell for AMO

۳-۲- اهمیت معیارها و تشکیل ماتریس A

در این بخش به عنوان مطالعه موردی، ۶ متخصص خبره، با توجه به سابقه و شناخت گسترده‌ای که از سازمان دارند، اهمیت هر معیار را با توجه به فعالیت‌های تعیین اهمیت معیارها و تشکیل ماتریس A فعالیت شکل (۳) و طبق نیازهای سازمان معین می‌کنند. نیازهای سازمان به منظور ایجاد پایگاه داده تحلیلی در جدول (۱۰) آورده شده است.

تعیین میزان اهمیت معیارها توسط سازمان به شکل سلسله مراتبی انجام شده است. برای مثال برای تعیین میزان اهمیت معیار C_2، این سازمان نیاز به تعریف سلسله مراتب استاندارد، والد- فرزند زیاد و سرعت در بازیابی آن‌ها بنا به ماهیت تحلیل‌های سازمان دارد.

بنابراین، با توجه به سلسله مراتب‌های استاندارد، والد- فرزند و ناهموار موجود و نیاز سازمان به سلسله مراتب‌های استاندارد و والد- فرزند، این دو معیار با توجه به جدول (۱) و طبق نظر یکی از متخصصان کمیته (متخصص اول)، مقدار کمی (۱، ۱ و ۰/۷) یعنی بسیار بالا و معیار سلسله مراتب ناهموار نیز بنا به عدم نیاز سازمان به این معیار، مقدار کمی (۰/۳، ۰ و ۰) و یا به بیان کیفی اهمیت بسیار کم را می‌گیرد که میانگین این سه ریز معیار مقدار کمی (۰/۶۶، ۰/۶۶ و ۰/۴۶) می‌باشد.

۳-۳- تشکیل ماتریس F وتصمیم‌گیری

میانگین نظرات ۶ خبره تصمیم‌گیرنده که طبق مقادیر فازی جدول (۲) در ۳-۱ محاسبه شد (برای تشکیل ماترس R در (۶)) در جدول (۱۱) آورده شده است.

همان طور که در جدول (۱۲) آمده است، میزان اهمیت معیارها با توجه به نیازهای سازمان و واژه‌های بیان شده در جدول (۱) و نیز سلسله مراتب معیارها محاسبه شده است.

در انتها برای تصمیم‌گیری جهت ایجاد پایگاه داده تحلیلی بر اساس نیاز سازمان، مقادیر ماتریس F (بیان شده در جدول (۸)) در جدول (۹) وارد می‌شوند.

Archive of SID

www.SID.ir

۴- ارزیابی و مقایسه نتایج

۴-۱- نتایج روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی

همان طور که در نمودار فعالیت شکل(۳) آورده شد، در نهایت خروجی این ساختار ماتریس F است که برای تحلیل نتایج و تصمیم‌گیری نهایی استفاده خواهد شد. $U_T(F_i)$ هر مدل بر اساس F_iهای محاسبه شده در جدول (۹) برای رتبه‌بندی مدل‌ها محاسبه شده و در شکل (۵) آورده شده است. بر اساس مقادیر به دست آمده و با هدف ماکسیمم بودن تابع هدف، مدل برگه‌ای (F_3) بیش‌ترین مقدار $U_T(F_i)$ را کسب کرده و مناسب‌ترین مدل داده برای انتخاب با توجه به نیاز سازمان است.

۴-۲- نتایج روش تحلیل سلسله مراتبی فازی

در میان روش‌هایی که در مجموعه روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره قرار می‌گیرند، روش Fuzzy AHP به دلیل قابلیت سازگاری و فراهم کردن امکان مقایسات زوجی نتایج دقیق‌تری تولید می‌کند.

به علت اینکه در فرآیند Fuzzy AHP، وزن‌دهی به گزینه‌ها با مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به هدف انجام می‌شود و همچنین گزینه‌ها نسبت به تک تک معیارها مورد مقایسه زوجی، ارزیابی و امتیازدهی قرار می‌گیرند، این روش از کارایی مناسبی برخوردار بوده و نتایج نهایی از دقت و اطمینان بالایی برخوردار است.

Fuzzy AHP رویکردی است که در آن مسأله به یک ساختار سلسله مراتبی متشکل از معیارهای تصمیم‌گیری تجزیه می‌شود که در آن وابستگی معناداری بین زیرمعیارها وجود ندارد.

جدول (۱۰): نیازهای سازمان

نیازهای سازمان برای ایجاد پایگاه داده تحلیلی	معیار	نیازهای سازمان
نیازهای سازمان	C_1	اهمیت سرعت زمان چرخه توسعه مدل
	C_2	لزوم تعریف زیاد سلسله مراتب‌های استاندارد و والد- فرزند در نتیجه نوع تحلیل‌های سازمان و سرعت در بازیابی آن‌ها
	C_3	Stored Procedured , Actions, Perspective
	C_4	نیاز به انجام حدود ۶۰ درصد از پرس و جوهای منبع داده که ساده هستند.
	C_5	نیاز به انجام حدود ۴۰ درصد از پرس و جوهای منبع داده که پیچیده هستند.
	C_6	استفاده از توابع تجمیعی معمول (Sum، Min، Max، Count) در پردازش‌ها
	C_7	عدم نیاز به نظارت و در نتیجه عدم نیاز به استفاده از شاخص‌های عملکردی
	C_8	عدم نیاز به تبدیلات نرخ ارز
	C_9	قابلیت ذخیره رکوردها در میزان گیگابایت در سیستم
	C_{10}	کارائی و سرعت معمول در بازیابی پرسش‌ها
	C_{11}	ایجاد از روی منابع داده رابطه‌ای Microsoft Sql Server
	C_{12}	ذخیره‌سازی در حافظه
	C_{13}	گزارش‌گیری توسط ابزار کاربری Excel
	C_{14}	عدم نیاز به مدیریت اشیاء بواسطه سایر محیطها
	C_{15}	نیاز به حداقل امنیت منبع داده به میزان امنیت سطرها

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۱۱): میانگین نظرات متخصصان کمیته برای رتبه‌بندی مدل‌ها

معیار	میانگین نظرات متخصصان کمیته برای مدل برگه‌ای	میانگین نظرات متخصصان کمیته برای مدل چندبعدی	میانگین نظرات متخصصان کمیته برای مدل رابطه‌ای
C_1	(۰/۵۳ ،۰/۷۳ ،۰/۹)	(۰/۱ ،۰/۳ ،۱)	(۰/۶۱ ،۰/۸۱ ،۰/۹۵)
C_2	(۰/۵ ،۰/۷ ،۰/۹)	(۰/۷۳ ،۰/۹۳ ،۱)	(۰/۳۱ ،۰/۵۱ ،۰/۷)
C_3	(۰/۳۵ ،۰/۵۵ ،۰/۷۵)	(۰/۷ ،۰/۹ ،۱)	(۰/۴ ،۰/۶ ،۰/۸)
C_4	(۰/۶۳ ،۰/۸۳ ،۱)	(۰/۴ ،۰/۶ ،۰/۸)	(۰/۵۳ ،۰/۷۳ ،۰/۹)
C_5	(۰/۵ ،۰/۷ ،۰/۹)	(۰/۷ ،۰/۹ ،۱)	(۰/۰۵ ،۰/۱۸ ،۰/۳۵)
C_6	(۰/۴۵ ،۰/۶۵ ،۰/۸۵)	(۰/۶ ،۰/۹۳ ،۱)	(۰/۱ ،۰/۳ ،۰/۵)
C_7	(۰/۵۸ ،۰/۷۸ ،۰/۹۵)	(۰/۷ ،۰/۹ ،۱)	(۰/۰۵ ،۰/۱۸ ،۰/۱۸)
C_8	(۰ ،۰/۱۳ ،۰/۳۳)	(۰/۶ ،۰/۹۳ ،۱)	(۰/۰۵ ،۰/۲۱ ،۰/۴۱)
C_9	(۰/۴۵ ،۰/۶۵ ،۰/۸۵)	(۰/۶ ،۰/۹۳ ،۱)	(۰/۱۵ ،۰/۳۵ ،۰/۴۱)
C_{10}	(۰/۸ ،۱ ،۱)	(۰/۷ ،۰/۹ ،۱)	(۰/۱ ،۰/۳ ،۰/۵)
C_{11}	(۰/۵۶ ،۰/۷۶ ،۰/۹)	(۰/۰۵ ،۰/۲۱ ،۰/۴۱)	(۰/۳۸ ،۰/۷۱ ،۰/۷۳)
C_{12}	(۰/۷۶ ،۰/۹۶ ،۱)	(۰/۷ ،۰/۹ ،۱)	(۰/۱۵ ،۰/۳۵ ،۰/۶)
C_{13}	(۰/۶۶ ،۰/۸۶ ،۱)	(۰/۶۶ ،۰/۸۸ ،۱)	(۰/۶۱ ،۰/۸۱ ،۰/۹۵)
C_{14}	(۰/۴۵ ،۰/۶۵ ،۰/۸۵)	(۰/۷ ،۰/۹ ،۱)	(۰/۴ ،۰/۶ ،۰/۸)
C_{15}	(۰/۲ ،۰/۴ ،۰/۶)	(۰/۷ ،۰/۹ ،۱)	(۰/۲ ،۰/۴ ،۰/۶)

جدول (۱۲): تعیین میزان اهمیت معیارها بر اساس نیاز سازمان

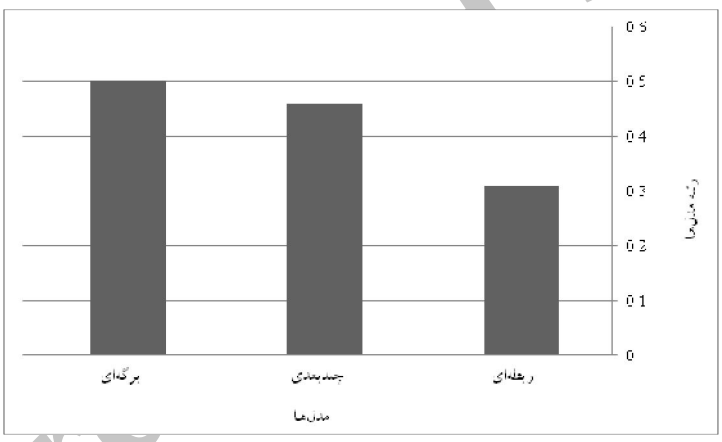
معیارها	خبره اول	خبره دوم	خبره سوم	خبره چهارم	خبره پنجم	خبره ششم	میانگین نظرات
C_1	(۰/۷ ،۱ ،۱)	(۰/۶۳ ،۰/۹ ،۰/۷)	(۰/۳۶ ،۰/۶۶ ،۰/۸۶)	(۰/۴۶ ،۰/۷۳ ،۰/۹۳)	(۰/۵۳ ،۰/۸۳ ،۰/۹۳)	(۰/۶۳ ،۰/۹ ،۱)	(۰/۵۵ ،۰/۸۳ ،۰/۹۰)
C_2	(۰/۴۶ ،۰/۶۶ ،۰/۶۶)	(۰/۴۶ ،۰/۳۸ ،۰/۸۳)	(۰/۳۳ ،۰/۵۶ ،۰/۸۳)	(۰/۴۶ ،۰/۶۶ ،۰/۷۶)	(۰/۵۳ ،۰/۸۳ ،۰/۹۳)	(۰/۴ ،۰/۵۶ ،۰/۷۶)	(۰/۴۴ ،۰/۶۰ ،۰/۷۹)
C_3	(۰/۳۵ ،۰/۶ ،۰/۷۱)	(۰/۴۳ ،۰/۶۶ ،۰/۸)	(۰/۲۸ ،۰/۴۳ ،۰/۶۸)	(۰/۳۵ ،۰/۵۵ ،۰/۶۸)	(۰/۳۵ ،۰/۶ ،۰/۷۱)	(۰/۲۸ ،۰/۴ ،۰/۶۵)	(۰/۳۴ ،۰/۶۳ ،۰/۵۴)
C_4	(۰ ،۰/۲۵،۰/۵۵)	(۰/۳۵ ،۰/۶ ،۰/۹)	(۰/۳۵ ،۰/۶ ،۰/۹)	(۰/۳۵ ،۰/۶ ،۰/۹)	(۰/۵ ،۰/۷ ،۱)	(۰/۶ ،۰/۸۵ ،۱)	(۰/۳۵ ،۰/۶ ،۰/۸۷)
C_5	(۰/۶ ،۰/۸۵ ،۱)	(۰/۶ ،۰/۸۵ ،۱)	(۰/۳۵ ،۰/۶ ،۰/۹)	(۰/۶ ،۰/۸۵ ،۱)	(۰/۶ ،۰/۸۵ ،۱)	(۰/۷ ،۱ ،۱)	(۰/۵۷ ،۰/۸۳ ،۰/۹۸)
C_6	(۰/۲۱ ،۰/۳۶ ،۰/۵۵)	(۰/۲۳ ،۰/۵۳ ،۰/۶۸)	(۰/۲۱ ،۰/۳۹ ،۰/۵۴)	(۰/۳ ،۰/۴۵ ،۰/۶۶)	(۰/۳ ،۰/۴۵ ،۰/۶۶)	(۰/۲۳ ،۰/۵۳ ،۰/۶۸)	(۰/۲۴ ،۰/۴۵ ،۰/۶۲)
C_7	(۰ ،۰/۰۳/۵)	(۰ ،۰/۳ ،۰)	(۰ ،۰/۳ ،۰/۵)	(۰/۲ ،۰/۵ ،۰/۸)	(۰/۲ ،۰/۵ ،۰/۸)	(۰ ،۰/۱۵ ،۰/۴)	(۰/۰۶ ،۰/۲۹ ،۰/۵۵)
C_8	(۰ ،۰ ،۰/۳)	(۰ ،۰ ،۰/۳)	(۰/۱ ،۰/۴ ،۰/۶۵)	(۰/۱ ،۰/۲۵ ،۰/۵۵)	(۰/۱ ،۰/۲۵ ،۰/۵۵)	(۰ ،۰ ،۰/۳)	(۰/۰۵ ،۰/۱۵ ،۰/۴۴)
C_9	(۰/۲ ،۰/۵ ،۰/۸)	(۰/۲ ،۰/۵ ،۰/۸)	(۰/۲ ،۰/۵ ،۰/۸)	(۰/۲ ،۰/۵ ،۰/۸)	(۰/۵ ،۰/۷ ،۱)	(۰/۲ ،۰/۵ ،۰/۸)	(۰/۲۵ ،۰/۴۵ ،۰/۸۳)
C_{10}	(۰/۷ ،۱ ،۱)	(۰/۴۶ ،۰/۷۳ ،۰/۹۳)	(۰/۴۶ ،۰/۷۳ ،۰/۹۳)	(۰/۴۶ ،۰/۷۳ ،۰/۹۳)	(۰/۷ ،۱ ،۱)	(۰/۳ ،۰/۴ ،۰/۷)	(۰/۵۱ ،۰/۷۶ ،۰/۹۱)
C_{11}	(۰/۱۱ ،۰/۴۱ ،۰/۵۸)	(۰/۵ ،۰/۷ ،۱)	(۰/۱۱ ،۰/۴۱ ،۰/۵۸)	(۰/۲ ،۰/۵ ،۰/۸)	(۰/۵ ،۰/۷ ،۱)	(۰/۵ ،۰/۷ ،۱)	(۰/۳۲ ،۰/۵۷ ،۰/۸۲)
C_{12}	(۰/۴۷ ،۰/۷۲ ،۰/۹۵)	(۰/۴ ،۰/۶۷ ،۰/۹)	(۰/۲ ،۰/۵ ،۰/۸)	(۰/۵ ،۰/۷ ،۱)	(۰/۵ ،۰/۷ ،۱)	(۰/۵ ،۰/۷ ،۱)	(۰/۴۲ ،۰/۶۶ ،۰/۹۴)
C_{13}	(۰/۲۷ ،۰/۵ ،۰/۷۲)	(۰/۱ ،۰/۴ ،۰/۷۵)	(۰/۲ ،۰/۵ ،۰/۸)	(۰/۲۷ ،۰/۵ ،۰/۷۲)	(۰/۱ ،۰/۴ ،۰/۷۵)	(۰/۲ ،۰/۵ ،۰/۸)	(۰/۱۹ ،۰/۴۶ ،۰/۷۵)
C_{14}	(۰ ،۰ ،۰/۳)	(۰ ،۰ ،۰/۳)	(۰/۲ ،۰/۵ ،۰/۸)	(۰/۲ ،۰/۵ ،۰/۸)	(۰ ،۰/۳ ،۰/۵)	(۰ ،۰ ،۰/۳)	(۰/۰۶ ،۰/۲۱ ،۰/۵)
C_{15}	(۰/۱ ،۰/۴ ،۰/۶۵)	(۰/۳۵ ،۰/۶ ،۰/۹)	(۰ ،۰ ،۰/۳)	(۰/۱ ،۰/۲۵ ،۰/۵۵)	(۰/۱ ،۰/۴ ،۰/۶۵)	(۰/۱ ،۰/۲۵ ،۰/۵۵)	(۰/۱۲ ،۰/۳۱ ،۰/۶)

Archive of SID

www.SID.ir

$$F = \left(\frac{۱}{۱۵}\right).(R \otimes A_1) = \left(\frac{۱}{۱۵}\right).\left(\begin{bmatrix} (۰/۶۱,۰/۸۱,۰/۹۵) & (۰/۳۱,۰/۵۱,۰/۷) & \cdots & (۰/۴,۰/۶,۰/۸) & (۰/۲,۰/۴,۰/۶) \\ \vdots & & \ddots & \vdots & \\ (۰/۱,۰/۳,۱) & (۰/۸۳,۰/۹۳,۱) & \cdots & (۰/۷,۰/۹,۱) & (۰/۷,۰/۹,۱) \\ (۰/۵۳,۰/۷۳,۰/۹) & (۰/۵,۰/۷,۰/۹) & \ldots & (۰/۴۵,۰/۶۵,۰/۸۵) & (۰/۲,۰/۴,۰/۶) \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} (۰/۵۵,۰/۸۳,۰/۹) \\ (۰/۴۴,۰/۶۰,۰/۷۹) \\ (۰/۳۴,۰/۶۳,۰/۵۴) \\ (۰/۳۵,۰/۶۰,۰/۸۷) \\ (۰/۵۷,۰/۸۳,۰/۹۸) \\ (۰/۲۴,۰/۴۵,۰/۶۲) \\ (۰/۰۶,۰/۲۹,۰/۵۵) \\ (۰/۰۵,۰/۱۵,۰/۴۴) \\ (۰/۲۵,۰/۴۵,۰/۸۳) \\ (۰/۵۱,۰/۷۶,۰/۹۱) \\ (۰/۳۲,۰/۵۷,۰/۸۲) \\ (۰/۴۲,۰/۶۶,۰/۹۴) \\ (۰/۱۹,۰/۴۶,۰/۷۵) \\ (۰/۰۶,۰/۲۱,۰/۵) \\ (۰/۱۲,۰/۳۱,۰/۶) \end{bmatrix}\right)$$

$$= \left((۰/۰۷,۰/۲۴,۰/۴۶)\ ,\ (۰/۱۵,۰/۳۸,۰/۷۲)\ ,\ (۰/۱۶,۰/۳۸,۰/۶۴)\right) \qquad (۹)$$



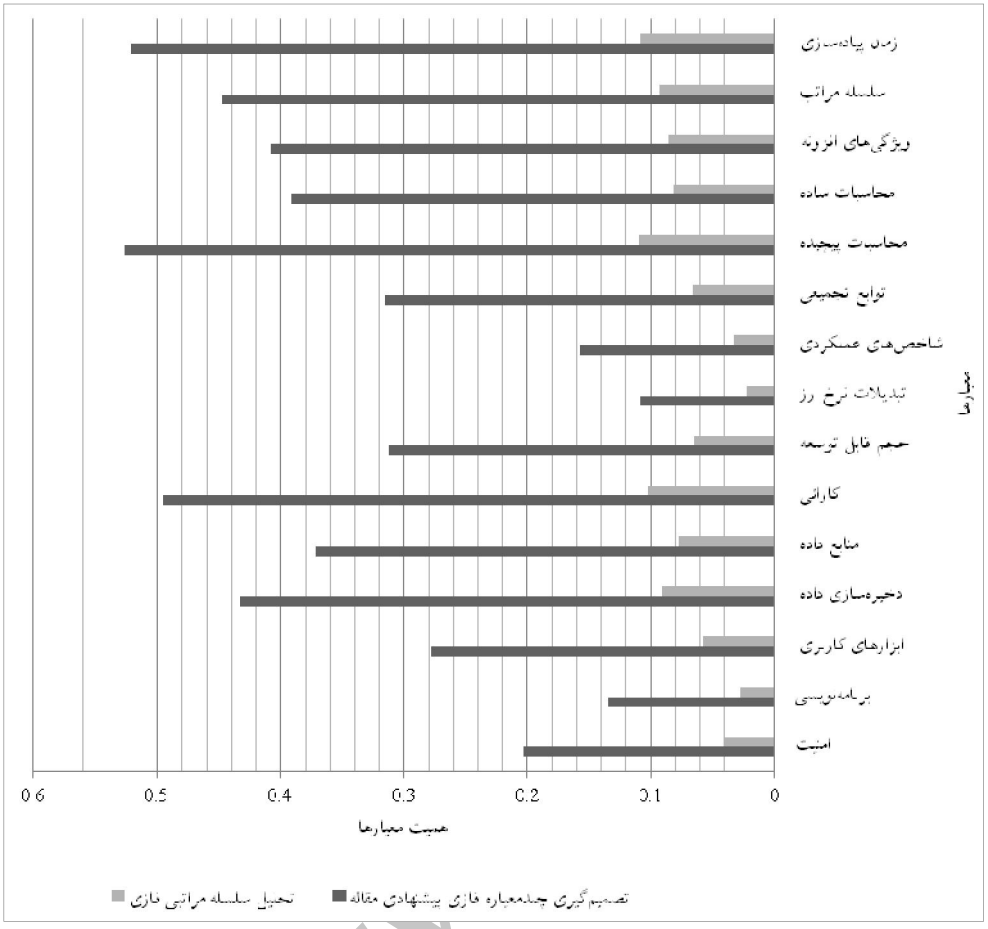
شکل (۵): محاسبه $U_T(F_i)$ برای رتبه‌بندی مدل‌ها با روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی پیشنهادی مقاله

روش Fuzzy AHP با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice اجرا شده و برای اطمینان از نتایج روش تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی به کار گرفته شده است.

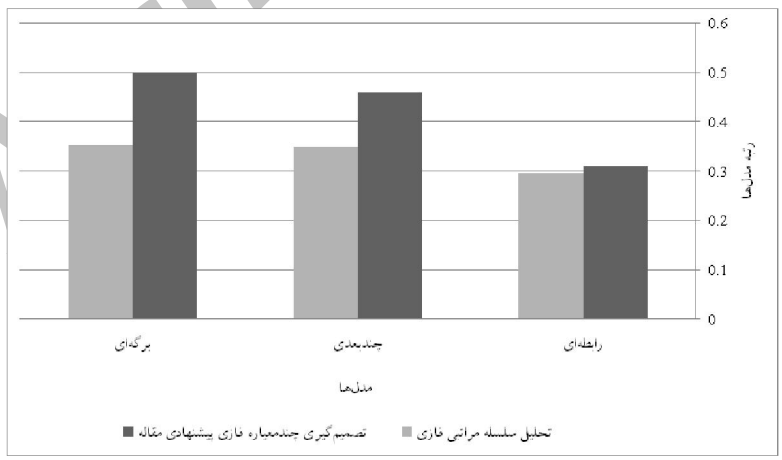
همان طور که در روش تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی دیده شد، بیش‌ترین وزن‌ها به معیارهای محاسبات پیچیده، زمان پیاده‌سازی، و کارایی تعلق داشتند. این موضوع با لحاظ کردن مندرجات روش فازی به عنوان ورودی نرم‌افزار Expert Choice نیز به قرار شکل (۶) و (۷) تأیید شده و با نتایج روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی مقایسه شده است. بدین ترتیب خروجی حاصل از هر دو روش بیانگر رتبه‌بندی یکسانی برای معیارها و مدل‌های رابطه‌ای، چندبعدی و برگه‌ای است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۶): اهمیت معیارها در انتخاب مدل داده‌ای پایگاه داده تحلیلی با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی پیشنهادی و Fuzzy AHP



شکل (۷): رتبه‌بندی مدل‌های داده‌ای پایگاه داده تحلیلی با روش تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی پیشنهادی و Fuzzy AHP

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله، از روشی ساده و نظام‌مند بر اساس تئوری فازی به منظور کمک در تصمیم‌گیری برای انتخاب از میان چندین جایگزین و بر اساس چندین معیار استفاده شد. کارکرد این روش از طریق مطالعه موردی شرح داده شد و عملکرد آن با روش Fuzzy AHP برای انتخاب

www.SID.ir

مدل مناسب پایگاه داده تحلیلی مقایسه شد.

هر یک از مدل‌های پایگاه داده تحلیلی با توجه به خصوصیات متمایزشان کاربر را قادر خواهند ساخت تا از مزایای متفاوت آن‌ها بهره ببرد. بنابراین هر یک از مدل‌ها، همانطور که در جدول (۱۱) و شکل (۶) این مقاله ارایه شد، توانایی متفاوتی در رابطه با معیارهای مختلف دارند.

یکی از علت‌های عدم موفقیت سازمان‌ها در ایجاد پایگاه داده تحلیلی و یا صرف هزینه زیاد و اتلاف زمان در ایجاد آن، عدم تصمیم‌گیری مناسب توسط سازمان، در نیاز به مدل مناسب سازمان است. در این مقاله با بررسی و تعیین معیارهای مربوط به مدل داده پایگاه داده تحلیلی، از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی برای انتخاب مدل پایگاه داده تحلیلی از نقطه‌نظرهای پیاده‌سازی، مدل داده، منطق کسب‌وکار، دستیابی و ذخیره‌سازی داده و سطح اطمینان مدل بر اساس نیاز سازمان استفاده شد.

با استفاده از پژوهش کمیته‌ای و روش دلفی، ۱۵ معیار توسط خبرگان کمیته برای این تصمیم‌گیری انتخاب شد. در نهایت، بر اساس نتایج حاصل شده و مقایسه آن‌ها با روش Fuzzy AHP در شکل ۷، این روش سبب انتخاب مدل داده مناسب بر حسب نیاز سازمان و در نتیجه کاهش هزینه و عدم اتلاف وقت در ایجاد پایگاه داده تحلیلی شد.

در این مقاله، از روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی و روش Fuzzy AHP برای انتخاب مدل داده پایگاه داده تحلیلی استفاده شد. می‌توان از این روش‌ها برای انتخاب محصولات در سایر صنایع نیز استفاده کرد.

استفاده از تئوری مجموعه فازی با توجه به عدم قطعیت نظرات دنیای واقعی منجر به بهبود تصمیم‌ها شد. همچنین، این نتیجه به دست آمد که اعداد فازی مثلثی مجموعه‌سازی، محاسبه و تفسیر نتایج را برای تصمیم‌گیران تسهیل می‌کنند.

مراجع

[1] Figueira J., Greco S., and Ehrgott M., Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys Series, Springer New York, 2005.

[2] Daneshpour N., Abdollahzadeh barforoush A., " AUT-QPM: The New Framework to Query Evaluation for Data Warehouse Creation", Iranian Journal of Electrical and Computer Engineering (persian), Vol. 6, No. 1, pp. 35-45, 2008.

[3] Lan H. E., Congbo L. I., "Method for selecting ERP system based on fuzzy set theory and analytical hierarchy process", IEEE Computer Society, Vol. 1, pp. 329-332, 2009.

[4] Chang D. Y., "Extent analysis and synthetic decision, Optimization Techniques and Applications", World Scientific, Vol. 1, pp. 352-355, 1992.

[5] Hwang C. L., Yoon K., Multiple Attribute Decision Making: Methods and Application, Springer-Verlag, 1981.

[6] Zimmermann H. J., Fuzzy Set Theory-And Its Applications, Kluwer Academic Press, 1991.

[7] Vijayalakshmi S., Zayaraz G., Vijayalakshmi V., "Multicriteria decision analysis method for evaluation of software architectures", International Journal of Computer Applications, Vol. 1, No. 25, pp. 22–27, 2010.

[8] Cochran J. K., Chen H., "Fuzzy multi-criteria selection of object-oriented simulation software for production system analysis", Computers & Operations Research, Vol. 32, No. 1, pp. 153–168, 2005.

[9] Eldrandaly K., Naguib S., "A knowledge-based system for GIS software selection", International Arab Journal of Information Technology, Vol. 10, No.2, pp. 152-159, 2013.

[10] LeBlanc P., Louis A., and Jelassi T., "DSS software selection: a multiple criteria decision methodology", Information & Management, Vol. 17, No. 1, pp. 49–65, 1989.

[11] Mamaghani F., "Evaluation and selection of antivirus and content filtering software", Information Management and Computer Security, Vol. 10, No. 1, pp. 28–32, 2002.

[12] Phillips-Wren G. E., Hahn E. D., Forgionne G.A., "A multiple-criteria framework for evaluation of decision support systems", Omega International Journal of Management Science, Vol. 32, No. 4, pp. 323–332, 2004.

[13] Huang H., Cheng H., Wang Q.I., and Shao Y., "A research of the implementation readiness model for ERP", 6th International Conference on E-Business, Wuhan, pp. 341-347, 2007.

[14] Lien, C. T., Chan H. L., "A Selection Model for ERP System by Applying Fuzzy AHP Approach", International Journal of The

Archive of SID

www.SID.ir

Computer, the Internet and Management, Vol. 15, No. 3, pp. 58-72, 2007.

[15] Lin H. Y., Hsu P. Y., Sheen G. J., "A fuzzy-based decision-making procedure for data warehouse system selection", Expert Systems with Applications, Vol. 32, No. 3, pp. 939–953, 2007.

[16] LeBlance P., Microsoft SQL Server 2012 Step by Step, Microsoft Press, 2013.

[17] Kimball R., Ross M., The Data Warehouse Toolkit: the Complete Guide to Dimensional Modeling, Wiley Publishing, 2002.

[18] Chen S. H., "Ranking fuzzy numbers with maximizing set and minimizing set", Fuzzy Sets and Systems, Vol. 17, No. 2, pp. 113–129, 1985.

[19] Zadeh L. A., "Fuzzy sets", Information and Control, Vol. 8, No. 3, pp. 338–353, 1965.

[20] Liang G. S., Wang M. J. J., "A fuzzy multi-criteria decision making approach for robot selection", Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Vol. 10, No. 4, pp. 267–274, 1993.

[21] Pressman R., Software Engineering: A Practitioner's Approach, McGraw-Hill Publishing, 2009.

[22] Azar A., and Faraji H., Elme modiriyyate Fuzzy, Iran Management & Productivity Study Center, Ejma Publishing, 1390.

[23] Chang P. T., "The fuzzy delphi method via fuzzy statistics and membership function fitting and application to the human resources", Fuzzy Sets and Systems, Vol. 112, No. 3, pp. 511-520 , 2000.

[24] Clemen T. R., Reilly T., Making hard decisions with decision tools, Pacific Groce, CA: Duxbury Press, 2001.

[25] Russo M., Ferrari A., and Webb C., Microsoft SQL Server 2012 Analysis Services: The BISM Tabular Model, Microsoft Press, 2012.

[26] Xidonas P., Mavrotas G., Psarras J., "A multicriteria decision making approach for the evaluation of equity portfolios", International Journal of Mathematics in Operational Research, Vol. 2, No.1, pp. 40 – 72, 2010.

[27] Mahapatra S. S., "Supplier selection in supply chain management: a fuzzy multi-criteria decision-making approach", International Journal of Services and Operations Management, Vol. 8, No. 1, pp. 108 – 126, 2011.

[28] Morankar D. V., "Performance evaluation of irrigation network using fuzzy multicriterion group decision making technique", International Journal of Hydrology Science and Technology, Vol. 3, No. 1, pp. 13 – 29, 2013.

[29] Das M. C., Sarkar B., Ray S., "Comparative evaluation of indian technical institutions using fuzzy AHP and MOORA", International Journal of Multicriteria Decision Making, Vol. 2, No. 1, pp. 74 – 93, 2012.

[1] Data Warehouse (DW)
[2] Data model
[3] Fuzzy Multi-criteria Decision Making (FMDM)
[4] Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP)
[5] Decision Support System (DSS)
[6] Enterprise Resource Planning (ERP)
[7] Relational
[8] Multidimensional
[9] Tabular
[10] Triangular fuzzy numbers
[11] Membership function
[12] Operational Database (DB)
[13] Extraction, Transformation and Loading (ETL)
[14] Subject
[15] Cube
[16] Measures
[17] Dimension
[18] Multidimensional Online Analytical Processing (MOLAP)
[19] Relational Online Analytical Processing (ROLAP)
[20] Multidimensional Expressions (MDX)
[21] Data Analysis Expressions (DAX)

Archive of SID

www.SID.ir

[22] Bussiness Intelligence (BI)
[23] Ragged

Archive of SID

www.SID.ir