

طراحی سیستم خبره فازی برای انتخاب پیمانکار مناسب در برونسپاری فناوری اطلاعات

شعبان الهی *

نادیا کلاتری⁺ **

علیرضا حسن زاده^{***}

علی شایان^{****}

* دانشیار، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه تربیت مدرس

** دانشجوی دکتری سیاستگذاری علم و فناوری، دانشگاه تربیت مدرس

*** استادیار، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه تربیت مدرس

**** دانشجوی دکتری سیاستگذاری علم و فناوری، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۲/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۷/۱۰

چکیده

افزایش پیچیدگی و هزینه سیستم‌های فناوری اطلاعات مشکلات زیادی برای شرکت‌ها در زمینه زیرساخت و نیروی انسانی ایجاد نموده که با استفاده از برونسپاری این موارد کاهش یافته است. همه سازمان‌ها سعی دارند از راه‌های مختلف احتمال موفقیت پروژه‌های برونسپاری خود را افزایش دهند. یکی از دلایل شکست این پروژه‌ها خصوصاً در زمینه فناوری اطلاعات به دلیل نقش مهم آن در کسب مزیت رقابتی انتخاب پیمانکار نامناسب می‌باشد که این انتخاب به دلیل وجود معیارهای متعدد و متناقض پیچیده است. هدف این پژوهش یافتن معیارهای مهم جهت انتخاب پیمانکار و ارائه چارچوب آن و مشخص نمودن اهمیت معیارها و در نهایت طراحی سیستم خبره فازی انتخاب پیمانکار مناسب در برونسپاری درون مرزی فناوری اطلاعات می‌باشد. روش اخذ دانش از خبرگان که شامل متخصصان و مدیران فناوری اطلاعات می‌باشند پرسشنامه است و جهت اعتبارسنجی سیستم به استفاده از آن در یک شرکت فناوری اطلاعات پرداخته شده است و نتایج حاصل حاکی از عملکرد مطلوب سیستم می‌باشد.

واژگان کلیدی: برونسپاری درون مرزی، پیمانکار، معیار، سیستم خبره فازی، فناوری اطلاعات.

۱- مقدمه

در دنیای امروز سازمانها به اهمیت فناوری اطلاعات^۱ برای پیشرفت کسب و کار پی برده اند. بر اساس پژوهشی که درباره فناوریهای اطلاعات در آمریکا صورت گرفت، مشخص شد که ۵۹٪ از شرکت های مورد بررسی بسیاری از فعالیتهای فناوری اطلاعات را برونسپاری می کنند و یا اینکه برای انجام آن در حال برنامه ریزی می باشند [۱]. برونسپاری به معنی بهره برداری راهبردی از منابع شرکت دیگر (که می تواند یک شرکت داخلی و یا خارجی باشد) برای انجام فرآیندهای کسب و کار مورد نیاز خود به صورت مستمر می باشد. سه نوع برونسپاری که سازمانها بر اساس اهداف و راهبردهای خود می توانند از آنها استفاده نمایند شامل برونسپاری درون مرزی-شرکتی^۲، برونسپاری برون مرزی-شرکتی^۳ و برونسپاری برون مرزی- درون شرکتی^۴ می باشد [۲] که در این پژوهش به برونسپاری درون مرزی-شرکتی پرداخته می شود. باید توجه داشت که همه سازمان ها از برونسپاری نمودن فعالیتهایشان سود نمی برند و معایب برونسپاری می تواند مشکلات و خطرات جدی برای سازمان پدید آورد. [بارتلمی] در تحقیقات خود، ۹۱ قرارداد برونسپاری را که توسط شرکت های اروپایی و آمریکای شمالی منعقد شده بود، مورد بررسی قرار داد. او دلایل شکست این پروژه ها را به دلیل ۷ اشتباه

1. Information Technology

2. Outsourcing

3. Offshore outsourcing

4. Captive offshoring

۲- پیشینه پژوهش

در این بخش به بررسی مفهوم برونسپاری فناوری اطلاعات، دلایل برونسپاری فناوری اطلاعات و معیارهای انتخاب پیمانکار مناسب در برونسپاری فناوری اطلاعات پرداخته می‌شود. سپس مطالبی در مورد روشهای انتخاب پیمانکار و سیستم های خبره فازی ارائه می‌گردد.

۲-۱. برونسپاری فناوری اطلاعات

برونسپاری بصورت زیر تعریف شده است: زمانی که یک شرکت انجام بخشی از فعالیتهای داخلی خود را بوسیله انعقاد قرارداد به شرکت دیگری واگذار نماید، برونسپاری صورت گرفته است [۵]. در مطالعه ای که در شرکتهای چند ملیتی انجام گرفته، طبق نظرات ۵۰۰ مدیر ارشد از این شرکتهای، یک سوم پاسخ دهندگان گزارش داده اند که آنها برونسپاری درون مرزی-برون مرزی و برون مرزی- برون مرزی را نیروی مهمی برای شکل دادن به آینده اقتصاد جهانی می‌دانند [۶]. در طول چند سال گذشته، برونسپاری به یک موضوع مهم برای حفظ مزایای رقابتی در بین مدیران فناوری اطلاعات تبدیل شده است [۷]. مطابق تعریف [لیستی] و [هیرچهم] (۲۰۰۰)، برونسپاری فناوری اطلاعات عبارتست از مدیریت داراییهای سیستم های اطلاعات، افراد و فعالیتهایی که برای دستیابی به سطوح عملکرد از قبل مشخص شده مورد نیاز می‌باشد و شامل عملیات مراکز داده، شبکه و مدیریت ارتباطات، توسعه و نگهداری سیستم ها و آموزش می‌باشد. این محققان برونسپاری فناوری اطلاعات را به سه دسته تقسیم نموده اند. اولین دسته مربوط به تقاضاهای کوتاه مدت مانند استفاده از برنامه نویسان قراردادی می‌باشد. دسته دوم، مدیریت پروژه می‌باشد که برای پروژه های خاص و یا بخشی از کار سیستم های اطلاعاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد، مانند استفاده از تامین کنندگان خارجی برای توسعه یک سیستم جدید، پشتیبانی از برنامه های کاربردی موجود، مدیریت ارتباطات و شبکه یا آموزش می‌باشد. دسته سوم که برونسپاری کامل نامیده می‌شود که عبارت از تصمیم مدیریت برای محول نمودن کامل پشتیبانی سخت‌افزار و نرم‌افزار سازمان یا شرکت به یک فروشنده خارجی می‌باشد که در این صورت فروشنده مزبور مسئولیت عملیات مراکز داده و دیگر مسئولیتهای را دارا می‌باشد [۸]. بعضی از انواع برونسپاری که در حیطه فناوری اطلاعات وجود دارند

مهمی که در این قراردادها رخ داده بود تقسیم بندی نمود که شامل برونسپاری کردن فعالیتهایی که نباید برونسپاری شوند، انتخاب پیمانکار نامناسب، نوشتن قراردادهای ضعیف، نادیده گرفتن مشکلات پرسنل، از دست دادن کنترل روی فعالیتهای برونسپاری شده، نادیده گرفتن هزینه های پنهان برونسپاری، عدم برنامه ریزی مناسب جهت استراتژی خروج می‌باشد [۳]. همانطور که ملاحظه می‌شود، یکی از مهمترین دلایل شکست پروژه‌های برونسپاری، انتخاب پیمانکار نامناسب می‌باشد. یک پیمانکار مناسب باید توانایی برطرف نمودن نیازهای فعلی و نیز نیازهای آینده سازمان را داشته باشد. اعتبار، شایستگی فنی، ثبات مالی و توانایی ساخت و تولید پیمانکار، فرآیند برونسپاری را تحت تاثیر قرار می‌دهد [۴].

از آنجایی که تصمیمات اشتباه در مورد انتخاب پیمانکار عواقب جبران ناپذیری برای سازمان خواهد داشت، بنابراین ارزیابی، مدیریت و انتخاب بهترین پیمانکار از میان پیمانکاران بالقوه ضروری به نظر می‌رسد. از طرفی فرآیند انتخاب بهترین پیمانکار به دلیل وجود معیارهایی ممکن است متناقض باشند پیچیده بوده و نیازمند بررسی دقیق می‌باشد. امروزه روشهای بسیاری جهت انتخاب پیمانکار و اتخاذ تصمیمات در روابط برونسپاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سالهای اخیر استفاده از سیستم های خبره رواج بسیاری پیدا کرده و در بسیاری از حوزه ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسیاری از محققان به طراحی سیستم خبره جهت انتخاب تامین کننده مناسب در زنجیره تامین پرداخته اند. اما طراحی سیستم خبره برای انتخاب پیمانکار مناسب می‌تواند یاریگر مدیران فناوری اطلاعات، در تصمیم گیری برای انتخاب پیمانکار توانا و لایق باشد. لذا اهداف این پژوهش شامل شناسایی معیارهای مهم برای انتخاب پیمانکار مناسب در برونسپاری فناوری اطلاعات و ارائه چارچوب آن، تعیین درجه اهمیت (وزن) هر یک از معیارها و طراحی سیستم خبره جهت تعیین پیمانکار مناسب در برونسپاری درون مرزی فناوری اطلاعات بر اساس معیارهای مشخص شده می‌باشد. در ادامه به بررسی پیشینه پژوهش پرداخته می‌شود که این بخش شامل مطالبی راجع به برونسپاری فناوری اطلاعات، معیارهای انتخاب پیمانکار، روشهای انتخاب پیمانکار و سیستم های خبره فازی می‌باشد. سپس روش پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد. پس از آن مراحل طراحی سیستم خبره به ترتیب ذکر شده و در نهایت بخش نتیجه گیری و قدردانی ارائه می‌شوند.

عبارتند از: برونسپاری سیستم‌های کاربردی، برونسپاری فرآیندهای کسب‌وکار و برونسپاری زیرساخت.

۲-۲. دلایل برونسپاری فناوری اطلاعات

شناسایی انگیزه های صاحبان کسب و کار در برونسپاری فعالیتهای فناوری اطلاعات نقش مهمی در شناسایی راهکارهای توسعه این نوع از برونسپاری دارد زیرا نشانگر حوزه هایی است که با صرف کمترین منابع، بیشترین توسعه تحقق می یابد. مطالعات زیادی درباره دلایل برونسپاری انجام گرفته است. اکثر شرکتهای خصوصی و دولتی به دلیل مزایای زیاد برونسپاری، این فعالیت را آغاز نموده اند [۹]. با بررسی پیشینه پژوهش دلایلی که توسط محققان مختلف برای برونسپاری فناوری اطلاعات ارائه شده است استخراج شده است که این دلایل عبارتند از: کاهش و یا کنترل هزینه های عملیاتی [۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴]، تمرکز بر کسب وکار اصلی و کسب مزیت رقابتی [۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳]، ارتقاء سطح خدمات [۷، ۱۴]، کمبود نیروی متخصص [۱۵، ۱۲]، سود حاصل از تفاوت دستمزدهای کارکنان داخلی با قیمت تمام شده برونسپاری [۱۷، ۱۶]، بر طرف نمودن نیاز های نقدینگی و آزاد شدن سرمایه [۷، ۱۴، ۱۰، ۱۲]، فقدان منابع داخلی [۷، ۱۲]، افزایش انعطاف پذیری بخش سیستم های اطلاعاتی [۱۴، ۱۸]، ریسک های مربوط به تولید محصولات داخلی شرکت، وظایف نامعلوم و پیچیدگی فعالیتهای و بهبود جایگاه منطقه ای یا بین المللی شرکت [۱۲، ۷]، بهبود قابلیت و کیفیت سیستم های اطلاعاتی [۱۴، ۱۰]، غلبه بر عوامل محیطی مانع کسب و کار [۱۰، ۱۸]، تسریع فرآیند مهندسی مجدد، انعطاف ساختار سازمان و فراهم آمدن امکان اعمال تغییرات مورد نیاز [۷، ۱۲، ۱۱]، امکان انتقال تکنولوژی های نوین و پیشرفته [۱۴، ۱۱]، تمرکز روی راهبردهای سیستم های اطلاعاتی [۱۴، ۱۸] و اختصاص منابع به فعالیتهای درآمد زا و هسته ای [۷، ۱۲].

۳-۲. معیارهای انتخاب پیمانکار مناسب

زمانیکه سازمانی بخشی از فعالیتهای خود را برونسپاری می نماید به میزان نسبتاً زیادی به پیمانکار خود وابسته می شود و می توان گفت که در اینصورت عملکرد سازمان وابسته به پیمانکاران خود خواهد بود. از آنجاییکه تصمیمات اشتباه در این انتخاب عواقب جبران ناپذیری برای سازمان خواهد داشت،

بنابراین ارزیابی، مدیریت و انتخاب بهترین پیمانکار از میان پیمانکاران بالقوه ضروری به نظر می رسد. برخی از شرکتها و سازمانها برای انتخاب پیمانکار در مناقصات از معیار کمترین هزینه استفاده می کنند در صورتی که این معیار به تنهایی نمی تواند کیفیت و موفقیت پروژه را تضمین نماید [۱۹]. معیارها در واقع عواملی هستند که ارزیابان می توانند با استفاده از آنها، پیمانکاران و عملکرد آنها را در پروژه های مختلف مورد بررسی قرار دهند. با بررسی پیشینه پژوهش معیارهای انتخاب پیمانکار مناسب در برونسپاری فناوری اطلاعات استخراج شده است که این معیارها به همراه منابع مربوط به هر یک در جدول ۱ قابل مشاهده می باشند.

جدول ۱: معیارهای انتخاب پیمانکار مناسب در برونسپاری فناوری

اطلاعات مستخرج از پیشینه پژوهش

معیار	منبع	معیار	منبع
اوضاع اقتصادی	[۷، ۲۰، ۲۲، ۲۱]	استفاده از فناوریهای جدید	[۲۲]
مهارت مدیریتی	[۲۳، ۲۲، ۷]، [۲۵، ۲۴، ۲۱]، [۲۸، ۲۷، ۲۶]	ایجاد امکانات کمک آموزشی	[۲۵، ۲۲]
کیفیت	[۸، ۲۰، ۷]، [۲۱، ۲۹، ۲۲]، [۳۱، ۲۴، ۳۰]، [۳۳، ۳۲، ۲۵]، [۲۶، ۳۴]	عملکرد مطلوب بخش سیستم های اطلاعات	[۳۴، ۳۰، ۲۲]
میزان تجربه	[۲۹، ۲۳، ۲۰]، [۲۷، ۳۴، ۳]، [۲۵]، [۲۸]	سطوح خدمت بالا	[۳۵، ۲۲]
مهارت فنی و تکنولوژیکی	[۲۹، ۲۳، ۲۰]، [۳۴، ۳۳، ۲۵]، [۳۶]	ثبات مالی	[۲۴، ۲۹، ۲۲]، [۲۸، ۲۷، ۳۴، ۲۵]
سرمایه های فیزیکی	[۱۲، ۷، ۳۷]، [۲۸، ۲۷، ۲۱]	هزینه	[۲۴، ۳۰، ۲۲]، [۳، ۳۳، ۳۸، ۳۲]، [۳۶، ۲۶، ۳۴]، [۳۹]
سرمایه های فکری	[۸، ۷، ۳۷]، [۲۷، ۲۶، ۲۱]، [۲۸]	مهارت مدیریت منابع انسانی بخش سیستم های اطلاعات	[۲۴، ۲۱، ۲۳]، [۲۵]
انطباق فرهنگی	[۳۴، ۳، ۳۷]، [۳۹]	توانایی مدیریت روابط برونسپاری	[۲۴، ۲۱، ۲۳]، [۲۶، ۲۵]

تحلیل خوشه ای، تحلیل تمیز کننده^۸، تحلیل فراگیری داده^۹ [۴۵] و شبیه سازی [۴۰]، به ارزیابی پیمانکار پرداخته اند. [وات] و همکارانش (۲۰۱۰) در پژوهش خود از روش آزمایش انتخاب مجزا^{۱۱}، برای انتخاب پیمانکار استفاده نموده اند. [یاسامیس] و همکارانش (۲۰۰۲) ، یک مدل ارزیابی کیفی عملکرد پیمانکار ارائه داده اند که می تواند در فرآیند انتخاب پیمانکار و بررسی صلاحیت های او بکار رود. مدل آنها بر اساس لیستی از شاخص های عملکرد کیفی پیمانکار می باشد که از پروژه های انجام شده قبلی توسط پیمانکار و عملکرد گذشته آنها استخراج شده است [۴۶]. منتظر و همکارانش (۲۰۰۹) نیز یک سیستم تصمیم گیری مرکب خبره با استفاده از [فازی الکترون سه^{۱۱}] برای انتخاب پیمانکار طراحی نموده اند که شش معیار قیمت، کیفیت، انعطاف پذیری، عوامل سیاسی، زمان تحویل و خدمات پس از فروش را در این سیستم مد نظر قرار داده اند. بسیاری از سیستم های هوشمندی که طراحی شده اند برای انتخاب تامین کننده در زنجیره تامین طراحی شده اند که از جمله آنها می توان به سیستم خبره ای که توسط [وکورکا] و همکارانش (۱۹۹۶)، برای ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان طراحی شده اشاره نمود. سیستم طراحی شده آنها، با استفاده از پوسته [ویپی اکسپرت^{۱۲}] طراحی شده است [۴۷]. در پژوهش دیگری ابزار هوشمندی برای مدیریت پیمانکاران برای محک زنی آنها در برونسپاری طراحی شده است. ابزار طراحی شده، با استفاده از روشهای استنتاج مبتنی بر مورد و نیز شبکه های عصبی برای انتخاب و محک زنی پیمانکاران بکار می رود. ابزار هوشمند طراحی شده با استفاده از زبان ویژوال [سی پلاس^{۱۳}] ایجاد شده است [۴۸]. سیستم هوشمند مبتنی بر دانش پیمانکاران نیز توسط [جوی] و همکارانش طراحی شده است. این سیستم که با استفاده از زبان ویژوال بیسیک طراحی شده، برای ارزیابی و انتخاب پیمانکاران بکار می رود. سیستم پشتیبانی از تصمیم آنها، بر اساس استنتاج مبتنی بر مورد می باشد که در عملیات برونسپاری مورد استفاده قرار می گیرد [۴۹]. در پژوهش دیگری، یک سیستم پشتیبانی از تصمیم هوشمند برای مدیریت

میزان اعتبار/ قابلیت اعتماد	[۲۸، ۲۵]	قدرت مالی	[۲۷، ۳]
قیمت	[۳۵، ۳۳، ۲۵]	تحویل به موقع	[۳۱، ۲۹، ۲۵]
انعطاف پذیری قرارداد	[۳۱، ۳۹]	سهم بازار	[۲۹]
داشتن روابط نزدیک	[۲۵، ۲۲، ۱۸]	خدمات پس از فروش	[۲۵، ۳۱، ۳۰]
انطباق مکانی	[۳۹، ۲۵، ۱۸]	امنیت	[۲۸، ۱۸]
انعطاف پذیری	[۳۱، ۲۹، ۲۲]	عوامل سیاسی	[۴۲، ۳۱]
دارا بودن پرسنل متخصص	[۳۷، ۲۱]	استفاده از زیرساختهای ارتباطی مناسب	[۳۸، ۲۵]
پاسخگویی به موقع	[۳۲، ۲۵، ۲۲]	میزان بهره برداری از ظرفیت	[۴۳، ۲۵]
نوآوری	[۴۱]		

۴-۲. روشهای انتخاب پیمانکار مناسب

در سالهای اخیر روشهای بسیاری جهت اتخاذ تصمیمات مربوط به انتخاب پیمانکار مناسب در روابط برونسپاری مورد استفاده قرار گرفته است. بیشتر تصمیمات برونسپاری مبتنی بر روشهای چند معیاره و تصمیم گیری گروهی می باشند. یکی از روشهایی که برای انتخاب پیمانکار مورد استفاده قرار گرفته شده است روشی است که در آن [آراز] و همکارانش (۲۰۰۷) از روش [پروموته^۵] که یکی از روشهای تصمیم گیری چند معیاره می باشد و نیز از روش برنامه ریزی هدف فازی برای انتخاب پیمانکار لایق و توانا استفاده نموده اند [۲۴]. روش تصمیم گیری چند شاخصه ترکیبی نیز از دیگر روشهایی است که توسط [وانگ] و [یانگ] برای برونسپاری سیستم های اطلاعاتی ارائه شده است [۲۱]. از روشهای هوشمند بکار برده شده می توان به چارچوب پشتیبانی از تصمیم هوشمند که بر اساس استدلال مبتنی بر مورد می باشد و برای ارزیابی و انتخاب پیمانکار فناوری اطلاعات در یک محیط فازی توسعه داده شده اشاره نمود [۳۴]. علاوه بر روشهای ذکر شده، بسیاری از محققان نیز با استفاده از روشهای آماری مانند تحلیل اجزاء اصلی^۶ و تحلیل عاملی^۷ [۴۴]، تکنیکهای تحلیل داده مانند

7. Factor analysis

8. Discriminant analysis

9. Data envelopment analysis

10. Discrete Choice Experiment

11. fuzzy ELECTRE III

12. VP-Expert

13. C++

5. PROMETHEE

6. Principle component analysis

موثر برونسپاری فناوری اطلاعات طراحی شده است. این سیستم از استنتاج مبتنی بر مورد استفاده نموده و استنتاج مبتنی بر قواعد و تکنیکهای برنامه نویسی را در یک محیط فازی یکپارچه می نماید و با استفاده از زبان برنامه نویسی پرولوگ^{۱۴} توسعه داده شده است [۳۴].

۲-۵. سیستم خبره فازی

سیستم خبره به عنوان یکی از شاخه های مهم هوش مصنوعی می باشد [۵۰] که راه حل بسیاری مفیدی برای حل مسائل هوش مصنوعی ارائه می دهد. در واقع سیستم خبره یک برنامه هوشمند کامپیوتری است که از دانش و رویه های استنتاج برای حل مسائلی که به اندازه کافی مشکل بوده و نیاز به تخصص خاص انسانی دارند استفاده می نماید [۵۱]. امروزه می توان کاربردهای بسیار سیستم های خبره را در کسب و کارها، پزشکی، علوم، و مهندسی و نیز در کتب، مجلات، کنفرانس ها و بسیاری از محصولات مشاهده نمود. این سیستم ها با استفاده از دانش فرد خبره به حل مشکلات و تصمیم گیری می پردازند. کاربر ابتدا واقعیت ها^{۱۵} یا دیگر اطلاعات را برای سیستم خبره فراهم می نماید، و در پاسخ یک توصیه یا تخصص دریافت می نماید. خود سیستم خبره شامل دو عنصر مهم می باشد [۵۲] موتور استنتاج: برنامه ای است که با تجزیه و تحلیل قواعد و دانش ذخیره شده در مخزن دانش نتایج منطقی را ارائه می نماید [۵۳]. دو روش استنتاج در سیستم های خبره وجود دارد: زنجیره روبه جلو^{۱۶} و زنجیره رو به عقب^{۱۷}. زنجیره رو به عقب استنتاجی است که از واقعیت ها به سمت نتایج پیش می رود در حالیکه استنتاجی که از سمت فرضیه ها به عقب، یعنی واقعیت ها حرکت می کند زنجیره رو به عقب نامیده می شود [۵۲، ۲] پایگاه دانش: از تخصص و دانش افراد خبره جهت ساخت پایگاه دانش استفاده می شود. دانش می تواند بصورت قواعد^{۱۸} و یا مورد^{۱۹}ها در پایگاه دانش ذخیره شود [۵۴]. مزایای سیستم خبره شامل افزایش قابلیت دسترسی، کاهش هزینه، کاهش خطر، پایداری، تخصص چندگانه، افزایش

اعتماد، تبیین، پاسخ سریع، ثابت و غیر احساسی در همه زمان ها و غیره می باشد [۵۲].

برای گنجاندن عدم قطعیت و ماهیت طبیعی تجرید در روش تصمیم گیری انسان در سیستم های هوشمند، سیستم های خبره فازی روش کارا و دقیقتری را پیشنهاد می کنند. زیرا این روش سعی دارد که تقریب، عدم قطعیت و شرایط مرزی کیفی را از طریق مجموعه های فازی با توابع عضویت مربوطه به نمایش گذارد. سیستمی با چنین قابلیت انعطاف پذیری، توابعی که به اصطلاحات انسان یعنی قوانین زبانشناختی اگر-آنگاه نزدیک باشند را پیاده سازی و ارزیابی می کند. این عمل با استفاده از منطق فازی که از پشتوانه محکم و محرز ریاضی برخوردار است صورت می گیرد. این موضوع ثابت شده است که سیستم های خبره فازی سیستم هایی قابل اعتماد می باشند و پیاده سازی آنها به راحتی انجام پذیر است [۵۵].

۳- روش پژوهش

این پژوهش از لحاظ هدف یا جهت گیری، کاربردی و از لحاظ اجرا یا استراتژی، توصیفی از نوع پیمایشی می باشد. در این پژوهش پس از استخراج ۳۳ معیار از پیشینه پژوهش، سعی شد تا به دسته بندی معیارها در قالب مولفه های مربوطه از طریق مشورت با چند خبره، پرداخته شود و معیارهایی که مشابه بوده و یا با هم همپوشانی دارند در قالب یک معیار، در نظر گرفته شوند و در نهایت، از ۳۳ معیار، ۲۶ معیار در نظر گرفته شد تا برای نظر سنجی از خبرگان، مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین در پرسشنامه پژوهش، به بررسی توانایی شاخص ها در سنجش مولفه ها و نیز تعیین میزان اهمیت هر یک از آنها توسط خبرگان پرداخته شده است. جامعه آماری مورد نظر شامل خبرگان فناوری اطلاعات و خبرگانی که در زمینه برونسپاری صاحب نظر می باشند و نسبت به موضوع پژوهش آگاهی کافی دارند و نیز مدیران ارشد و مدیران فناوری اطلاعات شرکت هایی که به برونسپاری فعالیتهای فناوری اطلاعات خود می پردازند و با چالش مهم انتخاب پیمانکار مناسب روبرو هستند، می باشد. در این پژوهش ۲۶ معیار مشخص شده در قالب ۹ مولفه تقسیم بندی شده اند. جهت تعیین میزان اهمیت هر یک از معیارها در هر یک از مولفه های ۹ گانه، از نرم افزار [اکسپرت چویس^{۲۰}] که مبتنی بر روش تحلیل سلسله مراتبی می باشد، استفاده شده و

¹⁴ . Prolog

¹⁵ . Facts

¹⁶ . Forward chaining

¹⁷ . Backward chaining

¹⁸ . Rules

¹⁹ . Cases

²⁰ . Expert choice

مدرک کارشناسی ارشد دارند. از لحاظ وضعیت شغلی، ۲۷ نفر (۸۴٫۴٪) به فعالیتهای دانشگاهی، ۲ نفر (۶٫۳٪) در کسب و کار و ۲ نفر (۶٫۳٪) نیز در هر دو زمینه مشغول هستند. از نظر میزان تجربه، میانگین تجربه آنها ۷٫۱۶ سال می‌باشد.

۳-۲. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده ها

برای آزمون مرتبط بودن هر یک از معیارها با مولفه های ۹ گانه مربوطه با توجه به ماهیت دوگانه پاسخ ها، از آزمون دو جمله ای^{۲۲} استفاده شده است که از آزمونهای ناپارامتریک می‌باشد. در این قسمت طبقه ۱ به معنای پاسخ بلی و طبقه ۲ به معنای پاسخ خیر در نظر گرفته شدند. مقدار احتمال پایه ای پیش فرض ۵۰٪ و نقطه برش^{۲۳} ۱ در نظر گرفته شده است. نتایج حاصل از آزمون دو جمله ای برای همه مولفه ها در سطح اطمینان ۹۵٪، مقدار ۰٫۰۰۰ بدست آمده است که نشان دهنده این است که همه تقسیم بندی های صورت گرفته از معیارها در قالب مولفه های مربوطه مناسب بوده و همه آنها توسط خبرگان تایید گشته اند.

در مرحله بعدی تجزیه و تحلیل داده‌ها تاثیر هر یک از معیارها بر موفقیت برونسپاری درون مرزی فناوری اطلاعات آزمون شده است. برای آزمون این قسمت میانگین میزان تاثیر اقدامات این سطوح را محاسبه نموده و سپس در سطح معناداری ۰٫۰۵ بوسیله آزمون [تی] و در سطح اطمینان ۹۵٪ مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج در جدول ۲ قابل مشاهده می‌باشد. همانطور که در جدول ۲ نیز مشخص شده است از ۲۶ معیار مشخص شده ۲۱ معیار تایید و ۵ معیار انطباق مکانی، انطباق فرهنگی، روابط نزدیک با پیمانکار، اوضاع مطلوب اقتصادی کشور پیمانکار و ثبات سیاسی کشور پیمانکار توسط خبرگان تایید نشده اند. رد شدن ۴ معیار انطباق فرهنگی و مکانی و ثبات سیاسی و اوضاع اقتصادی به دلیل این است که این معیارها بیشتر در برونسپاری برون مرزی اهمیت دارند. زیرا در برونسپاری درون مرزی هر دو شرکت برونسپاری کننده و پیمانکار در یک کشور قرار دارند لذا تایید نشدن آنها در برونسپاری درون مرزی طبیعی به نظر می‌رسد اما در مورد معیار روابط نزدیک با پیمانکار بسیاری از خبرگان معتقدند تنها داشتن روابط نزدیک شرکت برونسپاری کننده و پیمانکار نمی‌تواند نشان دهنده کفایت و صلاحیت پیمانکار باشد.

به منظور طراحی سیستم خبره نرم افزار [متلب^{۲۱}] به کار برده شده است. در نهایت پس از طراحی سیستم خبره مورد نظر، جهت اطمینان از عملکرد مناسب این سیستم در انتخاب پیمانکار مناسب، به استفاده از این سیستم در یک شرکت فناوری اطلاعات که به برونسپاری نمودن فعالیتهای فناوری اطلاعات خود می‌پردازد مبادرت شده است و نتایج حاصل از استفاده از این سیستم با روش مورد استفاده در شرکت مذکور مقایسه شده و عملکرد این سیستم سنجیده شده است.

سنجش روایی پرسشنامه نخست از طریق ارزیابی دقیق و گسترده پیشینه پژوهش و سپس مشورت با چند خبره فناوری اطلاعات انجام شد. سپس از خبرگان فناوری اطلاعات به روش گلوله برفی نظر خواهی شد که از میان آنها ۳۲ خبره به پرسشنامه پژوهش پاسخ دادند. جهت بررسی پایایی پرسشنامه از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده است که برای قسمت اول پرسشنامه یعنی تعیین مرتبط بودن معیارها با مولفه ها، مقدار این ضریب ۰٫۸۳۲ ، و برای قسمت دوم پرسشنامه یعنی میزان اهمیت معیارها در برونسپاری درون مرزی مقدار ۰٫۸۴۳، بدست آمد که از لحاظ آماری نشان دهنده پایایی پرسشنامه می‌باشد.

۳-۱. اطلاعات جمعیت شناختی

جامعه آماری این پژوهش اساتیدی که در زمینه فناوری اطلاعات و برونسپاری آن صاحب نظر بوده، و مدیران و متخصصان برجسته کسب و کار در داخل و خارج از کشور هستند که دارای تحصیلات لازم در حوزه این پژوهش می‌باشند که به شیوه حضوری و الکترونیکی از آنها خواسته شد تا به پرسشنامه پاسخ دهند. طبق نتایج، میانگین سن خبرگان ۳۷٫۱۹ سال است. پاسخ دهندگان به پرسشنامه از لحاظ جنسیت، ۲۷ نفر (۸۴٫۴٪) مرد و ۵ نفر (۱۵٫۶٪) زن می‌باشند. از نظر رشته تحصیلی ۱۲ نفر (۳۷٫۵٪) در گرایشهای مختلف مدیریت از جمله مدیریت فناوری اطلاعات، مدیریت صنعتی، مدیریت سیستم، مدیریت بازرگانی، مدیریت اطلاعات و علم مدیریت و مهندسی، ۸ نفر (۲۵٪) در مهندسی صنایع، ۶ نفر (۱۸٫۸٪) در مهندسی فناوری اطلاعات، ۳ نفر (۹٫۴٪) در سیاستگذاری علم و فناوری، ۳ نفر (۹٫۴٪) در مهندسی کامپیوتر تحصیل کرده اند. از نظر سطح تحصیلات، ۲۴ نفر (۷۵٪) مدرک دکتری، ۷ نفر (۲۱٫۹٪) دانشجوی دکتری و ۱ نفر (۳٫۱٪) نیز

²² .Binomial Test

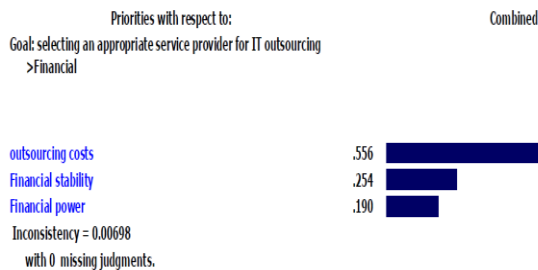
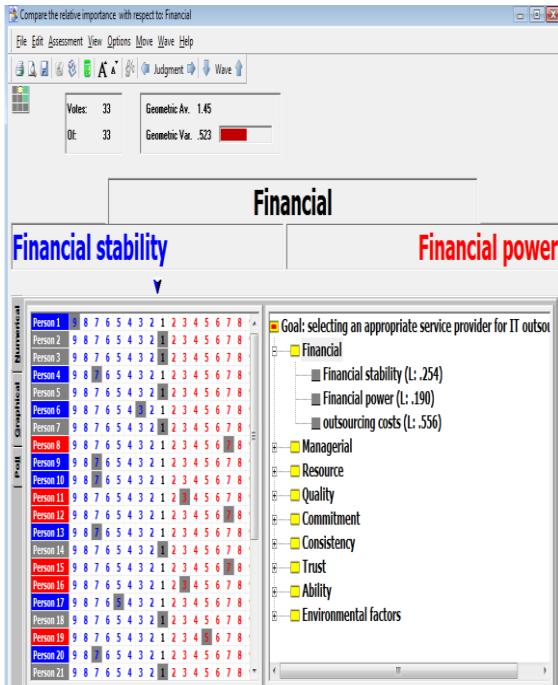
²³ . Cut point

²¹ . MATLAB

جدول ۲: نتایج حاصل از آزمون تی و وزن هر یک از معیارها

مؤلفه	معیار	N	میانگین	انحراف معیار	df	T	سطح معناداری	وزن
مالی	ثبات مالی	۳۲	۴,۰۹	۰,۷۷۷	۳۱	۷,۹۶	۰,۰۰۰	۰,۲۵۴
	قدرت مالی	۳۲	۴,۰۶	۰,۶۱۹	۳۱	۹,۷۱	۰,۰۰۰	۰,۱۹۰
	هزینه های برونسپاری	۳۲	۴,۵۶	۰,۷۵۹	۳۱	۱۱,۶۴	۰,۰۰۰	۰,۵۵۶
مدیریتی	انعقاد قرارداد منعطف	۳۲	۳,۶۳	۰,۹۰۷	۳۱	۳,۹۰	۰,۰۰۰	۰,۳۹۵
	مهارت مدیریت منابع انسانی بخش IT	۳۲	۴,۰۶	۰,۷۱۶	۳۱	۸,۴۰	۰,۰۰۰	۰,۲۳۸
	توانایی مدیریت روابط برونسپاری	۳۲	۳,۴۱	۰,۹۴۶	۳۱	۲,۴۳	۰,۰۲۱	۰,۳۶۷
منابع	مهارت فنی و تکنولوژیکی	۳۲	۴,۴۷	۰,۶۲۱	۳۱	۱۳,۳۷	۰,۰۰۰	۰,۵۲۵
	سرمایه های فیزیکی	۳۲	۴,۱۳	۰,۷۵۱	۳۱	۸,۴۷	۰,۰۰۰	۰,۱۶۷
	سرمایه های فکری	۳۲	۳,۹۷	۰,۷۸۲	۳۱	۷,۰۱	۰,۰۲۱	۰,۳۰۸
کیفیت	کیفیت محصول	۳۲	۴,۷۸	۰,۶۲۰	۳۱	۲۳,۹۹	۰,۰۰۰	۰,۵۸۹
	سطوح بالای خدمت	۳۲	۴,۴۴	۰,۶۶۹	۳۱	۱۲,۱۵	۰,۰۰۰	۰,۴۱۱
تعهد	پاسخگویی به موقع به نیاز مشتریان	۳۲	۴,۲۸	۰,۶۳۴	۳۱	۱۱,۴۳	۰,۰۰۰	۰,۳۳۱
	تحويل به موقع محصول یا خدمت	۳۲	۴,۳۱	۰,۶۴۴	۳۱	۱۱,۵۲	۰,۰۰۰	۰,۳۳۲
	خدمات پس از فروش	۳۲	۴,۰۰	۰,۷۱۸	۳۱	۷,۸۷	۰,۰۰۰	۰,۳۳۷
میزان انطباق	انطباق مکانی	۳۲	۲,۹۷	۱,۰۹	۳۱	-۰,۱۶	۰,۸۷۲	-
	انطباق فرهنگی	۳۲	۲,۸۴	۰,۸۵	۳۱	-۱,۰۴	۰,۳۰۵	-
	روابط نزدیک با پیمانکار	۳۲	۳,۱۶	۱,۰۸	۳۱	۰,۸۲	۰,۴۲۰	-
	انعطاف پذیری پیمانکار	۳۲	۴,۳۸	۰,۶۶	۳۱	۱۱,۷۹	۰,۰۰۰	-
اطمینان	میزان اعتبار/ اعتماد	۳۲	۴,۴۱	۰,۹۵	۳۱	۸,۴۱	۰,۰۰۰	۰,۴۱۴
	امنیت بالای پیمانکار	۳۲	۴,۴۷	۰,۵۷	۳۱	۱۴,۶۵	۰,۰۰۰	۰,۵۸۶
	میزان تجربه	۳۲	۳,۸۸	۰,۸۳	۳۱	۵,۹۴	۰,۰۰۰	۰,۳۱۲
توانایی	عملکرد مطلوب بخش IT پیمانکار	۳۲	۴,۰۰	۰,۸۴	۳۱	۶,۷۱	۰,۰۰۰	۰,۳۳۱
	استفاده از فناوریهای جدید	۳۲	۴,۶۹	۰,۵۹	۳۱	۱۶,۱۲	۰,۰۰۰	۰,۱۸۸
	نوآوری پیمانکار	۳۲	۳,۴۴	۰,۹۸	۳۱	۲,۵۲	۰,۰۱۷	۰,۱۶۹
عوامل محیطی	اوضاع مطلوب اقتصادی کشور پیمانکار	۳۲	۳,۰۰	۱,۱۱	۳۱	۰,۰۰۰	۱,۰۰۰	-
	ثبات سیاسی کشور پیمانکار	۳۲	۳,۲۲	۱,۰۹	۳۱	۱,۱۳	۰,۲۶۹	-

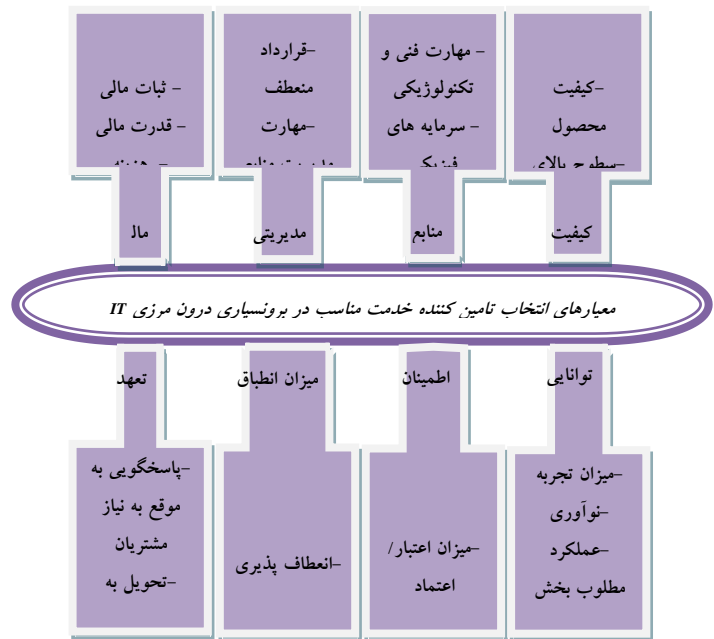
میزان ناسازگاری محاسبه شده توسط نرم افزار برای همه معیارها کمتر از ۰,۱ می باشد. مطابق استاندارد میزان ناسازگاری باید کمتر یا مساوی ۰,۱ باشد.



شکل ۲: نمونه ای از عملکرد نرم افزار اکسپرت چویس برای مولفه مالی

۴- طراحی سیستم خبره فازی انتخاب پیمانکار در برونسپاری فناوری اطلاعات

جهت طراحی این سیستم خبره، از نرم افزار [متلب] استفاده شده است و از امکانات واسط گرافیکی کاربر و جعبه ابزار منطق فازی^۲ آن استفاده شده است و با برقراری ارتباط میان این دو بخش، سعی شده است تا سیستمی طراحی شود که با داشتن واسط گرافیکی کاربر مناسب، کاربر پسند بوده و با استفاده از جعبه ابزار منطق فازی، انعطاف پذیری و عملکرد سیستم بهبود یابد. در این سیستم خبره بطور کلی چهار پنجره



شکل ۱: چارچوب نهایی پژوهش برای برونسپاری درون مرزی IT

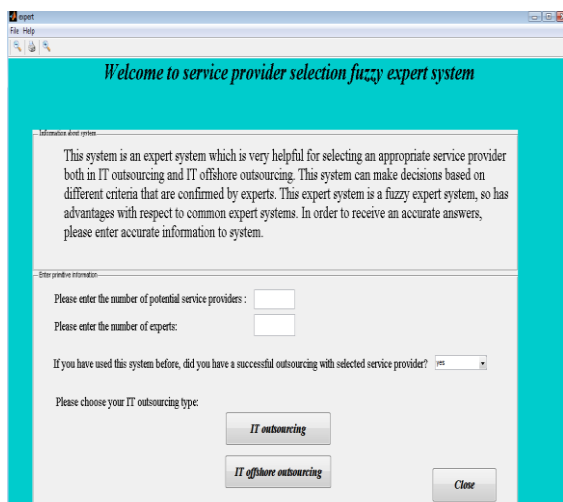
در مرحله بعدی میزان اهمیت هر یک از معیارهای تایید شده در مولفه های ۸ گانه با استفاده از نرم افزار [اکسپرت چویس ۱۱] سنجیده شده است. این نرم افزار با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی^۱ قادر به مقایسه زوجی گزینه های مختلف و تعیین وزن معیارها می باشد. در این بخش، از داده های حاصل از جدول دوم پرسشنامه که از خبرگان خواسته شده بود تا اهمیت هر کدام از معیارها را دو به دو در یک طیف ۹ تایی مشخص نمایند، استفاده شده است. سپس با وارد نمودن تعداد ۳۲ خبره و ارزیابی های صورت گرفته توسط آنها برای مقایسه زوجی هر کدام از معیارها در هر مولفه، هر کدام از معیارها دو به دو با یکدیگر مقایسه شده و وزن هر کدام از آنها در هر مولفه توسط نرم افزار تعیین شده اند (شکل ۲ نمونه ای از عملکرد این نرم افزار برای مولفه مالی و وزن محاسبه شده توسط آن را نشان می دهد). تعیین اهمیت هر کدام از معیارها برای طراحی سیستم خبره مورد نظر مورد نیاز می باشد زیرا با مشخص شدن اهمیت هر کدام، وزن بیشتری به معیار مربوطه تعلق خواهد یافت. در نظر گرفتن وزن هر یک از معیارها در سیستم خبره مورد نظر سبب افزایش قابلیت و کارایی سیستم خواهد شد. وزن هر یک از معیارها در ستون آخر جدول ۲ قابل مشاهده می باشد. برای معیارهایی که در مرحله قبل تایید نشده اند و نیز برای مولفه هایی که شامل تنها یک معیار می باشند وزنی محاسبه نشده است.

^۲ . Fuzzy Logic

^۱ . AHP

و وزن هایی که محاسبه می شود به عنوان ورودی تابع فازی به ماژول فازی فرستاده می شود تا بر اساس توابع عضویت مشخص شده در این جعبه ابزار، خروجی فازی، محاسبه شده و به کاربر نمایش داده شود (ماژول سیستم استنتاج فازی در بخش ۴-۱ به تفصیل بیان می شود). در این پنجره ۶ بخش مجزا مربوط به ۶ مولفه وجود دارد که کاربر باید در هر بخش عملیات ذکر شده را انجام داده تا بتواند مقدار خروجی محاسبه شده را مشاهده نماید. پس از اینکه همه اطلاعات در این پنجره وارد شد و مقدار مولفه ها محاسبه گردید، کاربر می تواند با فشردن دکمه Next وارد مرحله بعدی شده و یا اینکه با فشردن دکمه Cancel سبب توقف عملیات گردد (شکل ۴).

پس از اینکه کاربر همه اطلاعات را وارد نمود و امتیاز شش مولفه مذکور محاسبه شد با فشردن دکمه Next پنجره بعدی ظاهر می شود. در پنجره سوم، اطلاعات مورد نیاز برای دو مولفه توانایی و سطح انطباق نیز باید توسط کاربر وارد شود. پس از اینکه امتیاز همه مولفه ها توسط سیستم محاسبه گردید، کاربر می تواند امتیازات محاسبه شده برای پیمانکار مورد نظر خود در این پنجره مشاهده نماید.



شکل ۳: نخستین پنجره سیستم خبره انتخاب پیمانکار

با فشردن دکمه "Calculate total grade of this service provider" امتیاز حاصل از همه مولفه ها برای پیمانکار جاری و بر اساس ارزیابی های متخصص جاری محاسبه می گردد. امتیازهای حاصل از نظرات متخصصان مختلف معمولاً متفاوت می باشد زیرا اهمیت بعضی از معیارها از نظر متخصصان، متفاوت می باشد و هدف این سیستم، تصمیم گیری نهایی از طریق ارزیابی امتیازهای حاصل از متخصصان مختلف می باشد.

برای کاربر و به ترتیب ظاهر می شود که در سه پنجره اول، کاربر اطلاعات لازم را به سیستم وارد می نماید و در نهایت در پنجره چهارم، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل سیستم در اختیار کاربر قرار می گیرد.

با اجرا نمودن سیستم خبره، در اولین پنجره ظاهر شده نخست سیستم بصورت مختصر برای کاربر معرفی می شود، سپس اطلاعات لازم و اولیه از کاربر گرفته می شود. کاربر باید اطلاعات مورد نیاز درباره تعداد پیمانکارانی که جهت انتخاب، نیاز به بررسی و ارزیابی آنها را دارد وارد نماید. همچنین تعداد متخصصان سازمان مورد نظر نیز باید توسط کاربر وارد شود. منظور از متخصصان سازمان، افرادی است که در فرآیند انتخاب پیمانکار مناسب از میان پیمانکاران بالقوه برای سازمان مشارکت دارند. حداکثر تعداد متخصصانی که کاربر می تواند انتخاب نماید ۱۰ نفر می باشد. سوالی که در ادامه از کاربر پرسیده می شود این است که آیا قبلاً کاربر از سیستم مورد نظر استفاده نموده است یا خیر. با پاسخ به این سوال نحوه کار سیستم بر اساس پاسخ متفاوت خواهد بود که این قسمت مربوط به قابلیت انعطاف پذیری سیستم می باشد که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد. پس از وارد نمودن همه اطلاعات لازم، کاربر با انتخاب نوع برونسپاری فناوری اطلاعات (برونسپاری درون مرزی یا برون مرزی) وارد مرحله بعدی می شود. نخستین پنجره مربوط به سیستم در شکل ۳ نشان داده شده است. این بخش طوری طراحی شده است که در صورت وارد کردن اطلاعاتی معتبر و صحیح وارد مرحله بعدی می شود، در غیر اینصورت از کاربر خواسته می شود تا اطلاعات صحیح را وارد نماید تا سیستم بتواند به کار خود ادامه دهد.

در پنجره بعد، کاربر باید اطلاعات مربوط به معیارهای موجود در چارچوب پژوهش یعنی وضعیت مالی، مدیریتی، منابع، کیفیت، اطمینان و تعهد پیمانکار اول را وارد نماید. در این قسمت کاربر با استفاده از متغیرهای زبانی که در منوی کشویی مشخص شده اند، وضعیت پیمانکار در هر معیار را وارد می نماید. پس از آن، در صورتی که کاربر تجربه استفاده از سیستم را داشته باشد می تواند مقدار وزن های پیش فرض را تغییر دهد (این بخش مربوط به قابلیت انعطاف پذیری سیستم می باشد که در بخش ۴-۲ مورد بررسی قرار می گیرد). سپس، با فشردن دکمه "Set Weights" وزنه های هر معیار محاسبه می شود. این وزن ها، وزنه های هستند که توسط نرم افزار اکسپرت چویس محاسبه شده اند. پاسخ هایی که کاربر انتخاب می کند

طراحی سیستم خبره فازی برای انتخاب پیمانکار مناسب در برونسپاری فناوری اطلاعات

شکل ۵: پنجره سوم سیستم خبره

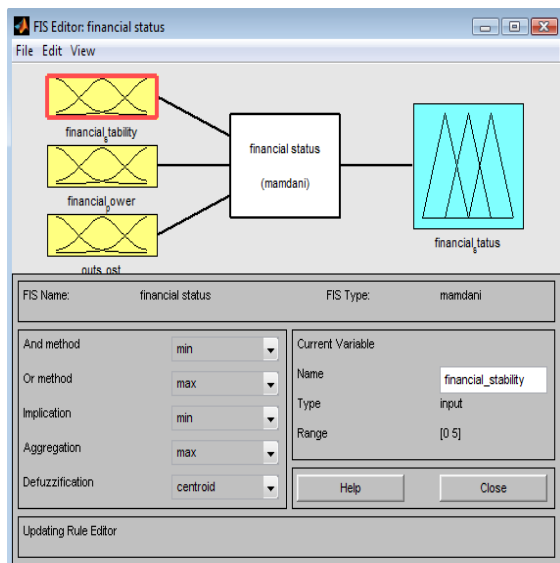
شکل ۶: نمونه ای از پنجره دوم سیستم خبره

در پنجره بعدی، کاربر می تواند تعداد پیمانکارانی را که در پنجره اول وارد نموده بود مشاهده نماید. همچنین امتیاز پیمانکار جاری که بر اساس میانگین امتیازهای محاسبه شده بر اساس ارزیابی های متخصصان بدست آمده نیز در این پنجره قابل مشاهده می باشد. در صورتیکه تعداد پیمانکارانی که کاربر در پنجره اول وارد نموده و تمایل به مقایسه امتیاز آنها دارد بیشتر از یک باشد، با فشردن دکمه "Calculate the grade of next service provider" کاربر می تواند همه مراحل قبل را برای پیمانکار بعدی انجام داده و امتیاز محاسبه شده برای آن را مشاهده نماید.

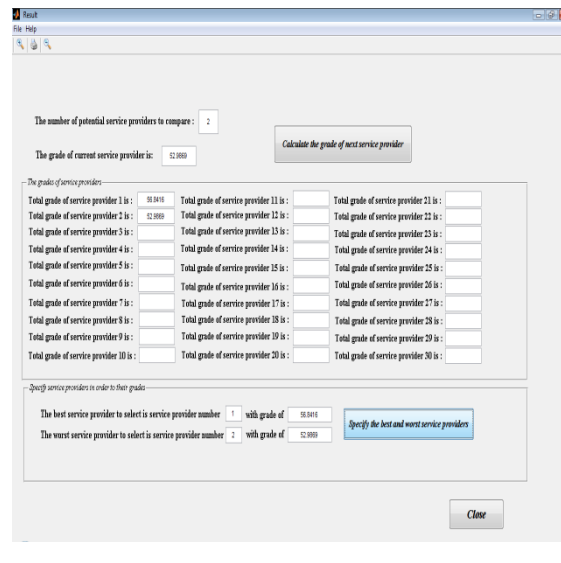
پس از اینکه امتیاز مربوط به همه پیمانکاران بر اساس نظر متخصصان سازمان یا شرکت محاسبه گردید، در این پنجره کاربر می تواند امتیاز هر یک از پیمانکاران را مشاهده نماید. در قسمت انتهایی این پنجره، سیستم این امکان را به کاربر می دهد تا با فشردن دکمه "Specify the best and worst service providers"، امتیازهای مربوط به پیمانکارانی که دارای بالاترین و پایین ترین امتیازها بوده اند را مشاهده نماید. بنابراین کاملاً مشخص است که این سیستم با دارا بودن قابلیت محاسبه امتیاز مربوط به پیمانکاران و بر اساس ارزیابی های متخصصان، این امکان را به سازمان یا شرکت برونسپاری کننده می دهد تا با مقایسه امتیازها بتواند مناسب ترین پیمانکار را بر اساس نیاز خود انتخاب نماید و امکان موفقیت پروژه های برونسپاری خود را افزایش دهد. شکل ۶ مربوط به آخرین پنجره سیستم خبره می باشد.

در صورت اینکه تعداد متخصصانی که در این فرآیند درگیر هستند و تعداد آنها توسط کاربر در پنجره اول مشخص شده بیشتر از یک متخصص باشد، با فشردن دکمه "Next expert" سیستم مجدداً به پنجره دوم (یعنی پنجره ای که اطلاعات مربوط به پیمانکار در ارتباط با معیارها و مولفه های مشخص شده توسط کاربر باید وارد شود) برمی گردد تا اطلاعات مربوط به پیمانکار جاری توسط متخصص بعدی وارد شود و امتیاز پیمانکار بر اساس نظر متخصص بعدی توسط سیستم محاسبه گردد. این مراحل به تعداد متخصصان موجود در فرآیند برونسپاری تکرار می شود. شکل ۵ پنجره مربوط به این مرحله را نشان می دهد.

همانطور که در شکل نیز مشخص است، امتیازهای محاسبه شده بر اساس نظرات سه متخصصی که در فرآیند برونسپاری حضور داشته اند، محاسبه شده و توسط کاربر قابل مشاهده می باشد. پس از اینکه همه متخصصان ارزیابی های خود را از پیمانکار مورد نظر بر اساس معیارها و مولفه های مذکور انجام دادند، کاربر می تواند با فشردن دکمه "Result" وارد پنجره بعدی شود.



شکل ۷: سیستم استنتاج فازی مربوط به مولفه مالی



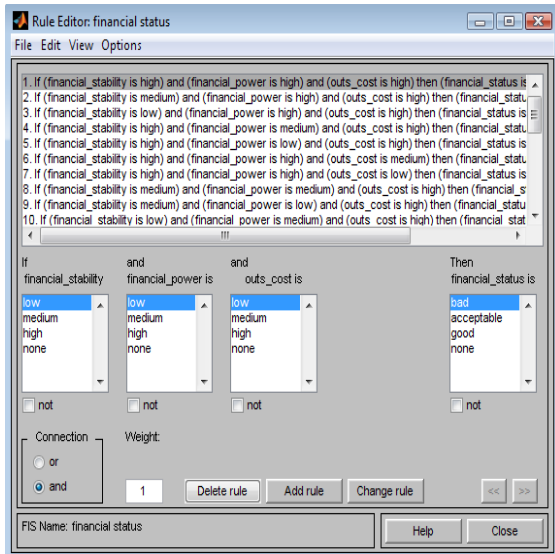
شکل ۶: پنجره مربوط به نتایج نهایی ارائه شده توسط سیستم خبره انتخاب پیمانکار

در این سیستم بر اساس بررسی پیشینه پژوهش و توابع عضویت بکار برده شده توسط سیستم های مشابه طراحی شده و نیز با استفاده از نظرات خبرگان، از تابع عضویت مثلثی (trimf) استفاده شده است. این تابع هم برای متغیرهای ورودی و هم برای متغیرهای خروجی همه مولفه ها بکار برده شده است. تابع عضویت مثلثی تابعی از بردار X می باشد که مبتنی بر سه پارامتر a ، b و c به صورت زیر می باشد:

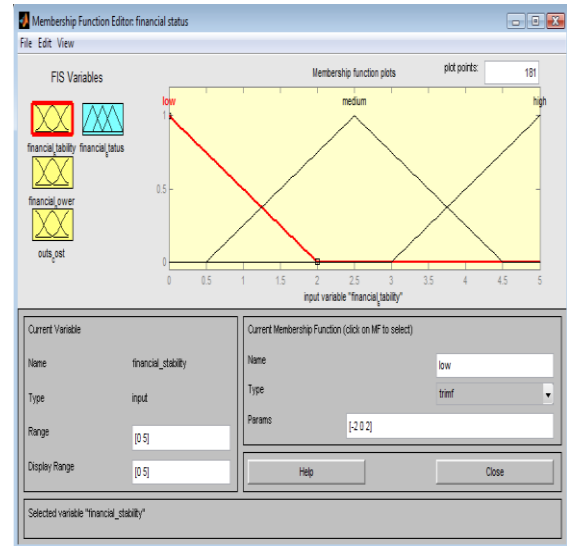
$$f(x; a, b, c) = \max\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right)$$

که پارامترهای a و c در راسهای پایینی و پارامتر b در راس بالایی مثلث واقع شده اند. برای مثال برای متغیر ثبات مالی، از سه تابع عضویت مثلثی (Low، medium، high) استفاده شده است (شکل ۸). محدوده متغیرهای ورودی ۰ تا ۵ و محدوده متغیرهای خروجی ۰ تا ۱۵ در نظر گرفته شده است. تابع عضویت Low شامل سه پارامتر (۲، ۰، -۲) می باشد. تابع عضویت medium دارای سه پارامتر (۰، ۵، ۲، ۵) می باشد و تابع عضویت high نیز دارای سه پارامتر (۳، ۵، ۷) می باشد. برای متغیر خروجی financial status نیز از سه تابع عضویت مثلثی (good و acceptable، bad) استفاده شده است.

۴-۱. بررسی ماژول فازی سیستم خبره
سیستم خبره طراحی شده یک سیستم خبره فازی می باشد که با استفاده از اطلاعات وارد شده توسط کاربر و بر اساس متغیرهای زبانی به عنوان ورودی، خروجی فازی را تولید و پس از فازی زدایی در اختیار کاربر قرار می دهد. بدین منظور، جهت طراحی چنین سیستمی از جعبه ابزار منطق فازی [متلب] استفاده شده است. در این مرحله برای هر یک از مولفه های برونسپاری درون مرزی، متغیرهای ورودی و خروجی مشخص شده اند. در برونسپاری درون مرزی ۸ مولفه وجود دارند که برای هر یک از مولفه ها سیستم استنتاج فازی جداگانه با استفاده از نرم افزار [متلب] و جعبه ابزار منطق فازی آن طراحی شده است. یعنی ماژول برونسپاری درون مرزی فناوری اطلاعات، خود شامل ۸ سیستم استنتاج فازی می باشد. برای مثال، برای مولفه مالی یک سیستم استنتاج فازی به نام وضعیت مالی طراحی شده است که شامل سه متغیر ورودی و یک متغیر خروجی می باشد. متغیرهای ورودی همان معیارهای مولفه مالی یعنی ثبات مالی، قدرت مالی، و هزینه های برونسپاری می باشند که مقدار آنها توسط کاربر مشخص می شود و خروجی سیستم استنتاج فازی، متغیری به نام وضعیت مالی می باشد. سیستم استنتاج فازی مربوط به مولفه مالی در شکل ۷ نشان داده شده است. برای هر کدام از مولفه های بیان شده، سیستم هایی مشابه سیستم استنتاج فازی مولفه مالی طراحی شده است. سپس برای هر یک از متغیرهای ورودی و خروجی تعیین شده، مجموعه های فازی و توابع عضویت مشخص شده اند.



شکل ۹: قوانین مولفه مالی در برونسپاری درون مرزی IT



شکل ۸: تابع عضویت متغیر ورودی ثابت مالی

۴-۲. قابلیت‌های سیستم خبره انتخاب پیمانکار

سیستم طراحی شده دارای قابلیت‌های متعددی است که یکی از آنها قابلیت انعطاف پذیری می‌باشد. از آنجایی که وزن و اهمیت هر یک از معیارها برای سازمان‌های مختلف، متفاوت می‌باشد، بنابراین سیستم قادر است بر اساس تجربه قبلی هر سازمان از کاربرد سیستم، وزن هر معیار را متناسب با آن تنظیم نماید. به این ترتیب که با اجرای سیستم، در اولین پنجره ظاهر شده سوالی از کاربر پرسیده می‌شود مبنی بر اینکه آیا کاربر قبلاً از سیستم استفاده نموده است یا خیر و اگر استفاده نموده آیا تجربه موفق داشته است یا خیر. جهت پاسخ به این سوال، سه گزینه برای انتخاب کاربر وجود دارد. اگر کاربر تجربه موفق در اثر استفاده از سیستم در گذشته داشته باشد، پاسخ "بلی" را انتخاب می‌کند و در غیر اینصورت پاسخ "خیر" را انتخاب می‌نماید. در صورتیکه کاربر هیچ تجربه قبلی از استفاده از سیستم نداشته باشد، گزینه "کاربر جدید" را انتخاب می‌نماید. بر اساس پاسخ کاربر به این سوال، نوع عملیات سیستم متفاوت خواهد بود. در صورتیکه پاسخ "بلی" انتخاب شده باشد، به معنای این است که وزن‌های پیش فرض در نظر گرفته شده در سیستم، برای سازمان مربوطه نسبتاً مناسب می‌باشد و امکان بهبود این وزن‌ها نیز برای کاربر(سازمان مربوطه) فراهم می‌باشد. حال در مرحله تنظیم وزن‌ها، سیستم این امکان را به کاربر می‌دهد تا با مشخص نمودن مقداری که مطلوب اوست، بتواند مقدار وزن‌ها را تغییر دهد(البته این محدودیت برای کاربر وجود دارد که هر مقداری را نمی‌تواند وارد سیستم نماید و مقدار وارد شده نباید سبب اختلال در

ایجاد پایگاه قانون فازی در این سیستم با استفاده از ویرایشگر قواعد^۱ و بصورت اگر-آنگاه^۲ صورت گرفته است. این به معنای این است که برای هر یک از مولفه‌های برونسپاری درون مرزی پایگاه قانونی ایجاد شده است که شامل قوانین فازی مربوطه می‌باشند که بر روی مجموعه‌های فازی عمل می‌نمایند. برای مثال، پایگاه قوانین مولفه مالی شامل ۲۷ قانون می‌باشد(شکل ۹). در کل، برای برونسپاری درون مرزی فناوری اطلاعات تعداد ۲۱۱ قانون در سیستم ایجاد شده است. همچنین روش استنتاج فازی روش ممدانی و الگوریتم استنتاج مورد استفاده، زنجیره پیشرو^۳ می‌باشد. در این سیستم، روش And بکار برده شده روش min، و روش Or بکار گرفته شده روش max می‌باشد. روشهای Implication و Aggregation نیز به ترتیب روشهای min و max می‌باشند. جهت فازی زدایی خروجی بدست آمده از میان روشهای مختلف فازی زدایی برای روش استنتاج ممدانی، از روش مرکزبایی^۴ استفاده شده است.

۱ . Rule Editor

۲ . if-then

۳ . Forward chaining

۴ . centroid

نرمال بودن وزن ها شود). بدین ترتیب، وزن معیارهای با اهمیت برای سازمان بیشتر و وزن معیارهای کم اهمیت برای سازمان کمتر خواهد شد و نتایج محاسبه شده توسط سیستم دقیق تر می شود. در صورتی که پاسخ "خیر" انتخاب شده باشد، به معنای این است که وزن های پیش فرض در نظر گرفته شده در سیستم، برای سازمان مربوطه نامناسب می باشد و می توان مقدار وزن ها را برای کاربر (سازمان مربوطه) بهبود داد. در این صورت وزن معیارهای پر اهمیت برای سازمان بیشتر و وزن معیارهای کم اهمیت برای سازمان کمتر خواهد شد و نتایج محاسبه شده توسط سیستم دقیق تر می شود. در صورتی که کاربر یک کاربر جدید باشد، با انتخاب پاسخ "کاربر جدید" عملیات سیستم متفاوت خواهد بود. در این صورت وزن هر یک از معیارها بر اساس مقادیرهای پیش فرض مشخص شده، تنظیم خواهد شد.

از دیگر قابلیت های سیستم، می توان به منوهای طراحی شده جهت کمک به کاربر در استفاده از سیستم اشاره نمود. هر پنجره ای که برای کاربر ظاهر می شود، حاوی منوی کمکی (Help) می باشد که جهت یاری رساندن به کاربر برای نحوه انجام عملیات توسط سیستم، طراحی شده اند. منوی کمکی موجود در هر پنجره، با پنجره های دیگر متفاوت می باشد، و اطلاعات لازم را در ارتباط با کار با پنجره جاری در اختیار کاربر قرار می دهد. همچنین در منوی سیستم، قابلیت چاپ نتایج حاصل شده از سیستم برای کاربر نیز در نظر گرفته شده است. از دیگر قابلیت های سیستم می توان به مقایسه پیمانکاران مختلف فناوری اطلاعات، اتخاذ نظرات متخصصان مختلف سازمان و دربرداشتن ماژول برونسپاری برون مرزی اشاره نموده که البته در این مقاله تنها به معرفی ماژول برونسپاری درون مرزی پرداخته شد. بنابراین مجموعه این قابلیت ها می تواند کاربر پسند بودن سیستم طراحی شده را که از اهداف اولیه هر سیستم می باشد، افزایش دهد.

۴-۲. اعتبارسنجی سیستم

آخرین مرحله ای که در این پژوهش وجود دارد، مربوط به اعتبارسنجی سیستم خبره طراحی شده در یک سازمان واقعی و با داده های واقعی می باشد. جهت اعتبار سنجی این سیستم، شرکت خدمات سیستم های کاربردی کاسپین انتخاب شده است که به عنوان یکی از شرکت های عضو گروه پاریسیان فعالیت می کند. فعالیت اصلی این شرکت ارائه خدمات در زمینه

طراحی و تولید نرم افزارهای کاربردی، بومی سازی نرم افزارهای خارجی و طراحی تامین و پیاده سازی زیرساخت های سخت افزاری و نرم افزاری است. این شرکت برخی از فعالیتهای مورد نظر خود را با توجه به اهداف و استراتژیهای خود برونسپاری می نماید. فرآیند انتخاب پیمانکار در این شرکت، در چند گام متوالی صورت می گیرد. در مرحله اول، شرکت به بررسی فعالیت مورد نظر می پردازد به طوری که اگر فعالیت مورد نظر قبلاً توسط پیمانکاری انجام شده باشد، و پروژه مورد نظر با موفقیت انجام شده باشد، با احتمال بیشتری پیمانکار سابق انتخاب خواهد شد. در غیر اینصورت، اگر در مورد فعالیت جدیدی تصمیم به برونسپاری گرفته شود، این فعالیت با فعالیتهای مشابه تطبیق داده می شود و پیمانکارانی برای ارزیابی انتخاب خواهند شد که توانسته باشند فعالیتهای مشابه قبلی را با موفقیت به اتمام برسانند. در مرحله بعدی، به ارزیابی حجم فعالیت و هزینه های مالی آن پرداخته می شود و بر اساس حجم فعالیت و هزینه های مالی آن شاخص های مختلفی برای ارزیابی پیمانکار در نظر گرفته شده و افراد مختلفی در فرآیند ارزیابی درگیر می شوند. بر اساس آئین نامه اجرایی معاملات شرکت مزبور، برونسپاری جزو خریدهای شرکت محسوب می شود و این خرید ها بر اساس هزینه هایشان به ۵ دسته خرید های جزئی، خرید های خرد، خرید های متوسط، خرید های عمده و خریدهای کلان تقسیم بندی می شوند. در صورتیکه برونسپاری جزئی و خرد باشد، از شاخص های گروه الف و در غیر اینصورت از شاخص های گروه ب برای انتخاب پیمانکار در این شرکت استفاده می شود. شاخص های گروه الف، شامل معیارهای تجربه پیمانکار، داشتن روابط قبلی با آن، اعتبار آن و هزینه های برونسپاری می باشد. اما شاخص های گروه ب به دلیل اینکه حجم مالی آن بسیار و افراد بیشتری در فرآیند درگیر می باشند متعدد می باشد که فرآیند آن بدین صورت می باشد: بررسی جایگاه تخصصی پیمانکاران بالقوه در بازار، که شرکت این کار را از طریق آنالیز بازار شرکت پیمانکار و نیز بررسی رتبه آن بر اساس رتبه بندی شورای عالی انفورماتیک انجام می دهد. همچنین توانایی های پیمانکاران نیز در این مرحله در نظر گرفته می شود و در نهایت یک لیست کوتاهی از پیمانکارانی که دارای جایگاه تخصصی مناسب، رتبه خوب و توانایی بالا باشند تهیه می شود. سپس، گردش مالی پیمانکاران انتخاب شده در مرحله اول مورد بررسی قرار می گیرد و بر این اساس نیز یک سری از

استانداردها			
انعطاف پذیری	کم	زیاد	متوسط
کیفیت خدمات و بررسی سطوح خدمت	خوب	خیلی خوب	خوب
امکانات فنی و تکنولوژیکی در نقاط مختلف	نسبتاً خوب	خوب	نسبتاً خوب
قیمت تمام شده	زیاد	زیاد	زیاد

همانطور که از اطلاعات موجود در جدول نیز پیداست، بر اساس نظر شرکت مذکور، پیمانکار دوم، مناسبترین انتخاب برای برونسپاری سیستم مدیریت پروژه می‌باشد. جهت بررسی نتایج حاصل از سیستم خبره طراحی شده، از متخصصان شرکت که در فرآیند انتخاب پیمانکار مشارکت داشتند (سه متخصص) خواسته شد تا اطلاعات مربوط به هر پیمانکار را در سیستم وارد کنند. مسلم است که معیارهایی که در سیستم در نظر گرفته شده نسبت به معیارهای مورد نظر شرکت، جامع تر بوده و بنابراین امکان تصمیم گیری صحیح تری را فراهم می آورد. در نهایت امتیاز هر یک از پیمانکاران توسط سیستم محاسبه گردید که این امتیازها به شرح زیر می‌باشد:

$$\text{پیمانکار ۱} = ۶,۵۵۳۴, \quad \text{پیمانکار ۲} = ۶۱,۴۲۷۲, \quad \text{پیمانکار ۳} = ۵۰,۵۵۳$$

همانطور که ملاحظه می شود با مقایسه امتیازات داده شده توسط سیستم به هر یک از پیمانکاران، پیمانکار دوم با اختلاف نسبتاً زیادی امتیاز بیشتری نسبت به بقیه کسب نموده است. بنابراین سیستم با مشخص نمودن بیشترین و کمترین امتیاز، انتخاب پیمانکار ۲ را منطقی می داند. مقایسه نتیجه حاصل از سیستم و نتیجه حاصل از فرآیند انتخاب پیمانکار شرکت کاسپین، نشان دهنده تشابه نتایج حاصل شده و در نتیجه عملکرد مطلوب سیستم از طریق محاسبه امتیازهای هر یک از پیمانکاران می‌باشد. مشاهده می شود که سیستم طراحی شده به دلیل در نظر گرفتن معیارهای بیشتر و نیز وزن آنها، می تواند امتیاز دقیق مربوط به هر یک از پیمانکاران را محاسبه نموده و امکان مقایسه راحتتری برای کاربر فراهم آورد.

۵- نتیجه گیری

برونسپاری یکی از استراتژیهای است که بسیاری از سازمان ها جهت کسب مزایای رقابتی از آن استفاده می کنند. فشارهایی که نیروهای رقابتی بر سازمان وارد می کنند سبب شده تا

پیمانکاران غربال می شوند. در مرحله بعد، تجارب شرکت های موجود در لیست، مورد ارزیابی قرار می گیرند و به آنها، پرداخته می شود. سپس، نحوه مدیریت پیمانکاران ارزیابی می شود و میزان آشنایی هر یک از آنها با best practice ها و استانداردها سنجیده می شود. در این مرحله ساختار سازمانی و نحوه ارائه خدمات توسط هر یک از آنها نیز بررسی می گردد. در ادامه، انعطاف پذیری هر یک از پیمانکاران بررسی می شود. منظور از انعطاف پذیری این است که تا چه حد هر یک از آنها درخواست های مطرح شده توسط شرکت کاسپین را پذیرفته و اجرا می نمایند. سپس، کیفیت خدمات پیمانکاران مورد ارزیابی قرار می گیرد و سطوح خدمت آنان در توافقات سطوح خدمت بررسی می شود. در مرحله بعد، به بررسی امکانات فنی و تکنولوژیکی پیمانکاران در شهرستان ها و نقاط مختلف بر اساس گستره جغرافیایی خدمات پرداخته می شود. در نهایت قیمت تمام شده خدمات برای هر یک از پیمانکاران محاسبه می شود و قیمت های مذکور با یکدیگر مقایسه می شوند. پس از اتمام همه این مراحل، بر اساس معیارهای ذکر شده، مناسبترین پیمانکار توسط تصمیم گیرندگان انتخاب خواهد شد.

این شرکت در نظر دارد تا در زمینه سیستم مدیریت پروژهها از تحلیل و طراحی تا پیاده سازی و تست سیستم به برونسپاری بپردازد. جهت برونسپاری این فعالیت، سه پیمانکار بالقوه وجود دارند که شرکت درصدد است تا از میان آنها، مناسبترین پیمانکار را انتخاب نماید. برای تصمیم گیری در این مورد، جلسه ای تشکیل و تصمیم گیرندگان، بر اساس شاخص های گروه ب وضعیت هر یک از پیمانکاران را ارزیابی و مشخص نموده اند که نتایج در جدول ۳ نشان داده شده است. بنا به درخواست شرکت مذکور از ذکر نام پیمانکاران و میزان هزینه های پروژه خودداری شده است.

جدول ۳: ارزیابی های صورت گرفته از پیمانکاران توسط تصمیم گیرندگان بر اساس شاخص های گروه ب در شرکت کاسپین

شاخص های مورد نظر شرکت	پیمانکار ۱	پیمانکار ۲	پیمانکار ۳
جایگاه تخصصی و رتبه شرکت	بسیار مناسب	نسبتاً مناسب	نامناسب
گردش مالی	کم	زیاد	نسبتاً زیاد
تجربه	۴ سال	۷ سال	۳ سال
توانایی مدیریت و ارائه خدمات بر اساس	نسبتاً مطلوب	بسیار مطلوب	نسبتاً مطلوب

چنین سیستم‌هایی جایگزین روشهای سنتی بکار گرفته شده در سازمانها گردند.

قدردانی

در پایان از موسسه تحقیقات ارتباطات و فناوری اطلاعات که این پژوهش با حمایت مالی آن سازمان به انجام رسیده است سپاسگذاری می‌شود.

منابع

1. Webster, S. (2004). Offshore. *CFO*, 45-76.
2. Metters, R. (2007). A typology of offshore and outsourcing in electronically transmitted services. *Operations & Management*, 26, 198-211.
3. Barthelemy, J. (2003). The seven deadly sins of outsourcing. *Academy of Management Executive* 17(2), 87-100.
4. Wadhawa, V., & Ravindran, A. (2007). Vendor selection outsourcing. *Computers & Operations Research*, 43, 3725-3737.
5. McCarthy, I., & Anagroustou, A. (2004). The impact of outsourcing on the transaction costs and boundaries of manufacturing. *Internal Journal of Production Economics*, 88(1), 61-71.
6. Atesci, K., Bhagwatwar, A., Deo, T., Desouza, K., & Baloh, P. (2010). Business process outsourcing: A case study of Satyam Computers. *International Journal of Information Management*, 30, 277-282.
7. Kahraman, C., Engin, O., Kabak, O., & Kaya, I. (2008). Information systems outsourcing decisions using a group decision-making approach. *Engineering Application of Artificial Intelligence* 22, 832-841.
8. Khalfan, A., & Gough, T. (2000). *IS/IT Outsourcing Practices in the Public Sector: A Case Study of a Developing Country*. Mexico: Business Information Technology Management: Leveraging International Opportunities.
9. Schniederjans, M. (2007). Preface focused issue on operations research and outsourcing. *Computer & Operations Research*, 34.
10. Smith, A., Mitra, S., & Narasimhan, S. (1998). Information systems outsourcing: A study of pre event firm characteristics. *Journal of Management Information Systems*, 15(2), 33-61.
11. Clott, C. (2004). Perspectives on global outsourcing and the changing nature of work. *Business and Society Review*, 109(2), 153-170.
12. Klepper, R., & Wendell, J. (1999). *Outsourcing information technology systems and services*.

بسیاری از سازمان‌ها و شرکت‌ها به برونسپاری فناوری اطلاعات که یکی از انواع برونسپاری می‌باشد روی آورند. یکی از مسائل مهم مطرح در برونسپاری، انتخاب پیمانکار مناسب می‌باشد تا احتمال پیروزی این پروژه‌ها افزایش یابد. این پژوهش علاوه بر اینکه با هدف شناسایی معیارهای مهم جهت انتخاب پیمانکار مناسب در برونسپاری درون مرزی فناوری اطلاعات انجام گرفته است، تعیین میزان اهمیت هر یک از معیارها و در نهایت طراحی سیستم خبره فازی انتخاب پیمانکار نیز از دیگر اهداف این پژوهش محسوب می‌شود. جهت انجام این پژوهش ۲۶ معیار انتخاب پیمانکار در برونسپاری فناوری اطلاعات از پیشینه پژوهش استخراج گردید و سپس در قالب ۹ مولفه مالی، مدیریتی، منابع، کیفیت، اطمینان، توانایی، میزان انطباق، تعهد و عوامل محیطی طبقه بندی شد و در نهایت از طریق پرسشنامه از خبرگان این حوزه خواسته شد تا نظر خود را راجع به طبقه بندی انجام گرفته و نیز معیارهای مهم مشخص شده و اهمیت هر یک از آنها در برونسپاری درون مرزی فناوری اطلاعات ارائه دهند. پس از اتخاذ نظر ۳۲ خبره، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از دو آزمون آماری دو جمله‌ای و آزمون [تی] بهره گرفته شده است. به منظور محاسبه وزن هر یک از معیارها در مولفه‌های مربوطه از نرم افزار [اکسپرت چویس] که مبتنی بر تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد استفاده شد. در نهایت پس از طراحی سیستم خبره مورد نظر بر اساس هر یک از مولفه‌ها و معیارهای مربوطه و اوزان محاسبه شده، نتایج حاصل از آن با نتایج واقعی در شرکت کاسپین مقایسه گردید و عملکرد سیستم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از اعتبار سنجی سیستم مورد نظر حاکی از عملکرد مطلوب سیستم و اعتبار نتایج حاصل از آن دارد.

برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود تا با افزودن ماژول برونسپاری برون مرزی-درون شرکتی کاربرد سیستم گسترش یابد همچنین استفاده از شبکه‌های عصبی نیز می‌تواند موجبات بهبود قابلیت یادگیری سیستم را فراهم آورد. از پیشنهادات دیگری که می‌توان مطرح نمود این است که می‌توان با طراحی سیستم‌هایی مشابه برای انتخاب پیمانکار در فرآیند برونسپاری، و استفاده از آنها در بسیاری از سازمانها و شرکتها، از میزان هزینه‌هایی که در اثر بکارگیری افراد مختلف و نیز فعالیتهای انجام گرفته در این فرآیند برای سازمان یا شرکت پدید می‌آیند کاست و با اعتبار سنجی این سیستم‌ها، به تدریج

- outsourcing providers. *Expert systems with applications*, 37 , 3755-3761.
27. Jaskowski, P., Biruk, S., & Bucon, R. (2010). Assessing contractor selection criteria weights with fuzzy AHP method application in group decision environment. *Automation in Construction*, 19 , 120-126.
 28. Hassanzadeh Amin, S., & Razmi, J. (2009). An integrated fuzzy model for supplier management: A case study of ISP selection and evaluation. *Expert System with Application*, 36 , 8639-8648.
 29. Chen, L., & Wang, T.C (2009). Optimizing partners' choice in IS/IT outsourcing projects: *Production Economics* 120 , 233-424.
 30. Isiklar, G., Alptekin, E., & Buyuyozkan, G. (2007). Application of a hybrid intelligent decision support model in logistic outsourcing. *Computers & Operation Research* 34 , 3701-3714.
 31. Montazer, G., Qahri Saremi, H., & Ramezani, M. (2009). Design a new mixed expert decision aiding system using fuzzy ELECTRE III method for vendor selection. *Expert System with Applications* 36 , 10837-10847.
 32. Faeza, F., Ghodsypour, S., & O'Brien, C. (2007). Vendor selection and order allocation using an integrated fuzzy. *Int. J. Production Economics*.
 33. Shyur, H., & Shih, H. (2006). A hybrid MCDM model for strategic vendor selection. *Mathematical and Computer Modelling* 44 , 749-761.
 34. Büyüközkan, G., & Feyzioğlu, O. (2006). An intelligent decision support system for IT outsourcing. *FSKD, LNAI 4223* , 1303-1312.
 35. Parry, B. (1997). *IS Outsourcing*. Kuwait: Unpublished notes on IS outsourcing, BP Consultancy Company.
 36. Watt, D., Kayis, B., & Willey, K. (2010). The relative importance of tender evaluation and contractor selection criteria. *International Journal of Project Management*, 28 , 51-60.
 37. Hafeez, K., Malak, N., & Zhang, Y. (2007). Outsourcing non-core assets and competences of a firm using analytic hierarchy process. *Computers and Operations Research* 34 , 3592-3608.
 38. Ghodsipour, S., & O'Brien. (1998). A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. *Int. J. Production Economics* 56-57 , 199-212.
 39. Gustin, C., Daugherty, P., & Ellinger, A. (1997). Supplier selection decisions in systems/software purchases. *International Journal of Purchasing Material Management* , 1-46.
 40. Paisittanand, S., & Olson, D. (2006). A simulation study of IT outsourcing in the credit card business. *European Journal of Operational*
Retrieved from Business forum: WWW.businessforum.com
 13. Bryson, K., & Ngwenyama, O. (2006). Managing risks in information systems outsourcing: An approach to analyzing outsourcing risks and structuring incentive contracts. *Operational Research*, 174 , 245-264.
 14. Claver, E., Reyes, G., Jose, G., & Juan, L. (2002). Information systems outsourcing: Reasons, reservations and success factors. *Logistica Information Management*, 15(4) , 294-308.
 15. Lacity, M., & Hirshheim, R. (2000). The myth and realities of information technology insourcing. *Communications of the ACM*, 43(2) , 99-107.
 16. Gonzalez, R., Gasco, J., & Liopis, J. (2006). Information systems outsourcing: A literature analysis. *Information & Management*, 43 , 821-834.
 17. Wright, S., & Boschee, K. (2004). The offshore It provider is under fire- will the US company be next? *Employee Relations Law Journal*, 30(1) , 60.
 18. Laudon, K., & Laudon, J. (2005). *Essentials of management information systems managing the digital firm* (6th ed.). NJ: Pearson Education.
 19. Banaitiene, N., & Banaitis, A. (2006). Analysis of criteria for contractor's qualification evaluation. *Technological and Economic Development of Economy*, 12(4) , 276-282.
 20. Hsu, P., & Hsu, M. (2006). Optimizing the information outsourcing practices of primary care medical organizations using entropy and TOPSIS. *Quality and Quantity, On line first*.
 21. Wang, J.-J., & Yang, D.-L. (2007). Using a hybrid multi-criteria decision aid method for information. *Computers & Operations Research* 34 , 3691-3700.
 22. Yang, C., & Huang, J.-B. (2000). A Decision Model for IS Outsourcing. *International Journal of Information Management* 20 , 225-239.
 23. Lacity, M. C., Khan, S. A., & Willcoks, L. P. (2009). A review of the IT outsourcing literature: Insights for practice. *Journal of Strategic Information Systems* 18 , 130-146.
 24. Araz, C., Ozfirat, P., & Ozkarahan, I. (2007). An integrated multi criteria decision-making methodology for outsourcing management. *Computers & Operation Research* 34 , 3738-3756.
 25. Ha, S. H., & Krishnan, R. (2008). A hybrid approach to supplier selection for the maintenance. *Expert Systems with Applications* 34 , 1303-1311.
 26. Liou, J., & Chuang, Y. (2010). Developing a hybrid multi-criteria model for selection of

47. Vokurka, R., Choobineh, J., & Vadi, L. (1996). A prototype expert system for the evaluation and selection of potential suppliers. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(12), 106-127.
48. Choy, K., Lee, W., & Lo, V. (2002). An intelligent supplier management tool for benchmarking suppliers in outsource manufacturing. *Expert Systems with Applications* 22, 213-224.
49. Choy, K., Lee, W., Henry, C., & Choy, L. (2005). A knowledge-based supplier intelligence retrieval system for outsource manufacturing. *Knowledge-Based Systems*, 18, 1-17.
50. Metaxiotis, K., Psarras, J., & Askounis, D. (2002). GENESYS: An expert system for production scheduling. *Industrial Management and Data Systems* 2, 309-317.
51. Feigenbaum, E. (1982). *Handbook of artificial intelligence*. Heuris Tech Press/ William Kaufman.
52. Giarratano, J. (1998). *expert systems principles and programming*. third edition: PWS publishing company.
53. Wang. (1994). *A course in fuzzy systems and control*. Prentice-Hall.
54. Matthews, C. (2003). A formal specification for a fuzzy expert system. *Information and Software Technology* 45, 419-429.
55. Rogers, E., & Li, Y. (1993). *Parallel processing in a control systems environment*. London: Prentice Hall.
- Research, Article in Press, Available through(www.sciencedirect.com)*.
41. Kuang, C. (2006). Using fuzzy sets and grey decision-making to construct the performance evaluation model of firm's outsourcing management: a case study of avionics manufacturer in Taiwan. *Quality and Quantity* 40, 577-593.
42. Yang, D., Kim, S., Nam, C., & Min, J. (2007). Developing a decision model for business process outsourcing. *Computers and operations research*, 34(12), 3769-3778.
43. Tam, M. C., & Tummala, R. V. (2001). An application of the AHP in vendor selection of a telecommunication system. *Omega* 29, 171-182.
44. Carr, A., & Pearson, J. (2002). The impact of purchasing and supplier involvement on strategic purchasing and its impact on firm's performance. *Operations and Production Management* 22(9), 1032-1055.
45. Lie, J., Ding, F., & Lall, V. (2000). Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement. *Supply Chain Management: an International Journal* 5(3), 143-150.
46. Yasamis, F., Arditi, D., & Mohammadi, J. (2002). Assessing contractor quality performance. *Construction Management and Economics*, 20, 211-223.