سیستم خبره فازی جهت گزینش پیمانکاران پروژه‌های BOT

احسان حقیقت[۱i]، بهروز ساعی[۲]، بابک رضایی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه یزد، ehsan.haqiqat@gmail.com
[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه خواجه نصیر، behrouz.saie@gmail.com
[۳] دکترای مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه بجنورد، b.rezaee@ub.ac.ir

چکیده

امروزه عدم اطمینان در پروژه‌ها، سازمان‌ها را با چالش‌های متعددی مواجه ساخته است. بروز خطا در تصمیم گیری، زیان‌های جبران ناپذیری را به بار می‌آورد. هم چنین، وجود ابهام در عناصر و وابستگی بالای آن‌ها به یکدیگر موجب پیچیده تر شدن فرآیند تصمیم‌گیری شده است. انتخاب پیمانکاران شایسته یکی از عوامل تضمین موفقیت پروژه است. تاکنون محققین زیادی با ارائه معیارهایی نظیر تجربه، تخصص، گذشته مالی پیمانکار و ... جهت ارزیابی میزان قابلیت پیمانکاران به اجرای موفق پروژه‌ها کمک کرده‌اند. این مقاله جهت ارزیابی قابلیت پیمانکاران پروژه‌های Build–Operate–Transfer (BOT) یک سیستم خبره فازی ارائه می‌کند. این سیستم به کمک تکنیک‌های آزمون فرض فازی و استنتاج‌های مربوطه و با تاکید بر پیاده سازی مدیریت ریسک طراحی گردیده است، تا شرایط اخذ تصمیم و تحلیل نتایج مربوطه، در حالت عدم قطعیت، جهت گزینش پیمانکاران در پروژه های BOT فراهم شود. شاخص‌های مورد بررسی در این مقاله برای ارزیابی میزان قابلیت پیمانکاران پروژه‌های BOT عبارتند از: توانایی پیاده سازی مدیریت ریسک بر اساس استاندارد PMBOK، شاخص‌های مالی، شاخص‌های کیفی و شاخص‌های کمی پیمانکار. همچنین سیستم پیشنهادی برای ارزیابی چندین پیمانکار پیاده سازی و نتایج آن مورد بررسی قرار گرفته اند که این نتایج دلالت بر دقت و قابلیت اجرای این سیستم در محیط های واقعی دارد.

واژه‌های کلیدی

گزینش پیمانکار، معیارهای ارزیابی پیمانکاران، مدیریت ریسک، پروژه‌های BOT، آزمون فرض فازی، سیستم خبره فازی

Fuzzy expert system for the selection of contractors of BOT projects

Ehsan Haqiqat[*], Behrouz Saie, Babak Rezaee

ABSTRACT

Recently, most of organizations have faced numerous challenges because of uncertainty in projects. Error in decision making leads to irreparable damages. Choosing a qualified contractor is one of the factors to ensure the success of the project. This paper, provide a fuzzy expert system for evaluation of the ability of BOT project contractors. This system is designed with the fuzzy statistical hypothesis testing and an emphasis on risk management implementation to provide decision-making in the environment of uncertainty. Parameters that are studied in this paper to assess the ability of BOT project contractors include: the ability to implement risk management according to PMBOK, financial, qualitative and quantitative indicators of the contractor. The proposed system has been implemented in a real environment to evaluate the ability of several contractors. The results have been analyzed and these results indicate the accuracy and reliability of this proposed system.

KEYWORDS

Contractor selection, contractor evaluation criteria, risk management, BOT project, hypothesis testing, fuzzy expert system

[i] نام نویسنده مسئول: احسان حقیقت،آدرس ایمیل: ehsan.haqiqat@gmail.com، دانشگاه یزد، گروه مهندسی صنایع، تلفن:۰۹۳۰۸۲۴۸۸۴۰-۹۸+

۱- مقدمه

وجود عناصر فراوان به شدت به هم وابسته یکی از خصوصیات پیچیدگی در امر تصمیم‌گیری است (۲ ;۱). مبحث مدیریت پروژه از جمله زمینه‌هایی است که فرایند تصمیم‌گیری در آن اهمیت ویژه‌ای دارد. اصولاً مدیران پروژه، همواره در مواجهه با اخذ تصمیماتی هستند که در صورت بروز هر گونه اشتباه در فرایند تصمیم‌گیری، وقوع خسارات جبران ناپذیر، دور از ذهن نخواهد بود. همانطور که در (۳) اشاره شده است به دلیل وجود پیچیدگی‌های سازمانی و تکنیکی، مدیران پروژه می‌بایست فاکتورهای داخلی و خارجی زیادی را مدنظر قرار دهند. مدیریت ریسک نیز یکی از فازهای مدیریت پروژه بوده و با توجه به ماهیت نامطمئن پروژه‌ها و لزوم صرف بهینه منابع، دارای اهمیت انکار ناپذیری است. صنعت ساخت و ساز نیز یک امر پر ریسک، غیر مطمئن و در شرایطی کاملاً پویا است ;۴) (۵؛ لذا شکست پیمانکاران در پروژه، حتی پیمانکاران شایسته همیشه امری ممکن است (۶).

در دهه‌های اخیر مطالعات زیادی جهت ارزیابی میزان قابلیت پیمانکاران در پروژه‌های ساخت انجام شده است (۷) .در (۸) با استفاده از تکنیک آنالیز همبستگی سه معیار ثبات مالی، تجربه و عملکرد گذشته را برای ارزیابی قابلیت پیمانکاران ارائه کرد.در (۹) با استفاده تکنیک دلفی و مصاحبه با خبرگان عوامل وضعیت مالی، ثبات مالی، رتبه اعتباری، تجربه، توانایی، شخصیت مدیریتی و دانش مدیریتی را برای ارزیابی پیمانکاران ارائه کردند.همچنین در (۱۰) با استفاده از تحلیل فرایند سلسله مراتبی به شناسایی اهمیت معیارهای توانایی فنی، سلامتی و ایمنی کاری، شهرت، شایستگی مدیریتی و مقدار هزینه اعلام شده از سوی پیمانکار برای انتخاب پیمانکاران پروژه‌های ساخت پرداختند. در (۱۱) با بررسی ۱۲۸ پرسشنامه تجربه پیمانکار در پروژه‌های مشابه را به عنوان یکی از عوامل بسیار مهم برای موفقیت پروژه اعلام کردند. (۱۲) با استفاده از آنالیز رگرسیون چندگانه معیارهای تخصص فنی، گذشته موفق، زمان در کار، روش‌های کاری و به خصوص سرمایه در گردش را شاخص‌های ارزیابی پیمانکاران اعلام کرد. (۱۳) با استفاده از روش مدل-سازی معادله ساختاری بر روی ۲۹ پیمانکار، برنامه‌ریزی فنی و کنترل تخصص پیمانکار را عامل اساسی موفقیت پروژه ذکر نمود. (۱۴) برای بررسی ارزیابی پیمانکاران پروژه‌های BOT تنها به بررسی شاخص مالی پرداختند، در صورتی که طی دهه اخیر تلاش‌های زیادی جهت شناسایی و ارزیابی ریسک‌های موجود در پروژه‌های BOT انجام شده است (۱۶ ;۱۵). مدیریت ریسک را مرکز ثقل ساختار هر پروژه BOT دانسته‌اند (۱۷) . بنابراین ایجاد سیستمی خبره برای ارزیابی و اولویت‌بندی نهایی پیمانکاران پروژه‌های BOT در مورد فرایند تصمیم‌گیری مدیران پروژه، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. مدل ارائه شده در این مقاله علاوه بر بررسی شاخص‌های مالی، کمی و کیفی، شاخص میزان موفقیت پیمانکار پروژه BOT در خصوص پیاده سازی عناصر مدیریت ریسک بر مبنای استاندارد مدیریت پروژه)PMBOK(در پروژه‌های پیشین این پیمانکار را به عنوان معیار دیگری جهت ارزیابی قابلیت پیمانکاران BOT معرفی می‌نماید. سیستم ارائه شده جهت ارزیابی، مبتنی بر قوانینی است که از جمع‌بندی نظرات کارشناسان و دانش خبرگان بدست می‌آید و این دانش به صورت قواعد «اگر - آنگاه » مورد استفاده قرار می‌گیرند. جهت طراحی این سیستم از نرم‌افزار Fuzzy Tech که از سیستم‌های خبره کاربردی است، استفاده شده است. در ادامه این مقاله، در قسمت دوم فرایند مدیریت ریسک در پروژه‌های BOT به همراه خلاصه‌ای از تکنیک‌های ارزیابی ریسک پروژه‌ها بیان می‌شود. در قسمت سوم تصمیم گیری در محیط فازی به همراه آزمون فرض فازی معرفی می‌شوند. در قسمت چهارم مدل طراحی شده با ارائه یک مثال بیان می‌شود و در قسمت پنجم نتایج ارائه می‌گردد.

۲- مدیریت ریسک در پروژه های BOT

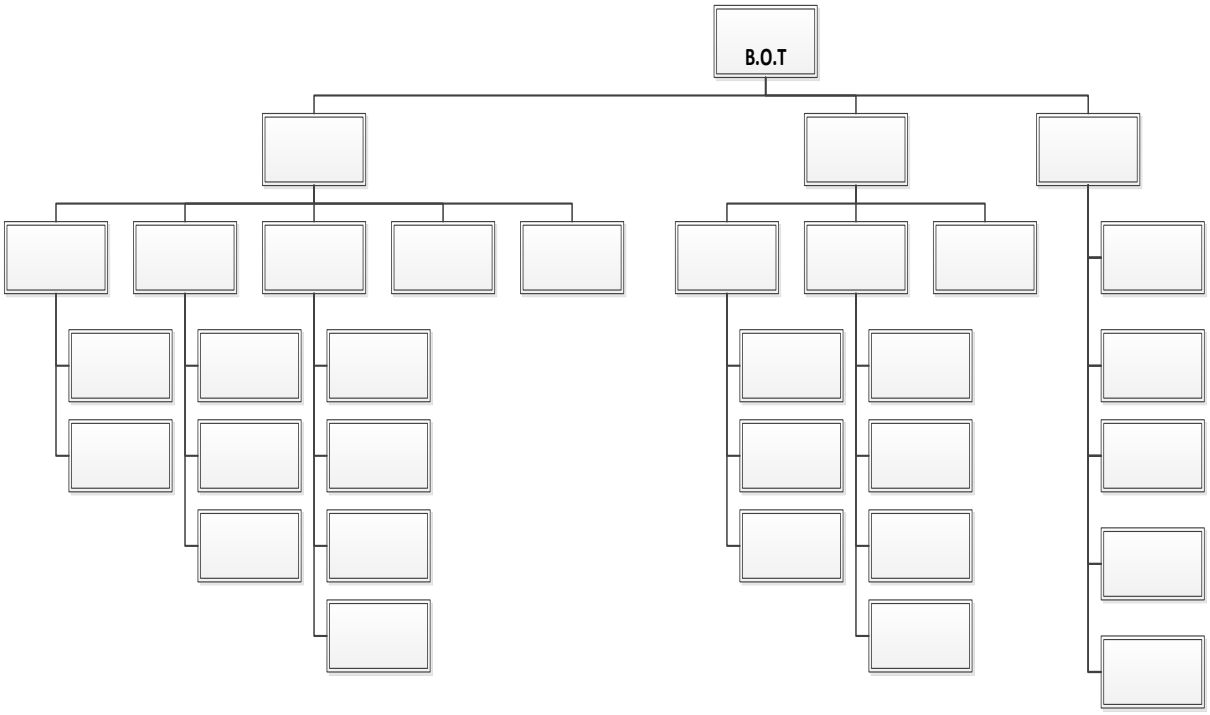
در فرآیند BOT عملاً مجموعه‌ای از شرکت‌های معمولاً خارجی در قالب یک مشارکت، قرارداد ساخت و بهره برداری با بازه زمانی محدود، با شرکت‌های دولتی یا غیردولتی بهره‌بردار کشور میزبان منعقد می‌نمایند و پس از اتمام مدت بهره‌برداری، پروژه را به کشور میزبان منتقل می‌نمایند. شناسایی تهدیدها و فرصت‌ها در این قبیل پروژه‌ها از اهمیت فراوانی برخوردار است. همه این موارد باعث می‌شود که طرفین پروژه به دنبال ایجاد ساختاری مناسب جهت کنترل ریسک‌های پروژه و افزایش شانس پروژه در رسیدن به اهداف خود باشند؛ لذا مدیریت و کنترل ریسک‌ها، لازمه موفقیت و حتی به انجام رسیدن یک پروژه BOT است. ریسک‌های پروژه‌های BOT را می‌توان به سه بخش تقسیم کرد: (۱۶) ۱- ریسک‌های سازمانی ۲- ریسک‌های فنی ۳ – ریسک‌های خارجی. ساختار شکست ریسک پیشنهادی برای پروژه های BOT توسط این محققین درشکل ۱داده شده است (۱۶). (۱۸) یک مدل با استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی را برای ارزیابی ریسک در تصمیم‌گیری مدیریت استفاده کردند. در (۱۶) با استفاده از سیستم خبره فازی به شناسایی و ارزیابی ریسک‌های موجود در پروژه‌های BOT پرداخت. استفاده از سیستم‌های خبره در پروژه‌های ساخت و ارزیابی ریسک‌های پروژه به عنوان روش‌های جدیدتر مطرح شده است (۱۶ ;۲۱ ;۲۰ ;۱۹). بررسی‌ها در سال‌های اخیر نشان می‌دهند که استفاده از منطق فازی در حوزه مدیریت ریسک‌ها به دلیل سازگاری بیشتر با ماهیت عدم قطعیت و ریسک، به طرز چشمگیری مورد توجه محققان این عرصه قرار گرفته است. هم چنین تاکنون محققان بسیاری به بررسی شاخص‌های مورد نیاز برای ارزیابی پیمانکاران با استفاده از سیستم‌های خبره فازی پرداخته‌اند (۲۴ ;۲۳ ;۲۲).

۳- آزمون فرض فازی

در شرایط واقعی، مجموعه شرایط و نتایج نادقیق را می‌توان بر اساس فرضیه فازی تدوین نمود. جامعه X، نمونه‌ی $D=\{x_1,x_2,...x_n\}$ و فرضیه‌های $H=\{H_0,H_1,...H_r\}$ در نظر بگیرید. یک فرضیه فازی را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

H. اگر (x_1 , $\tilde{A}_1$ است)، (x_2 , $\tilde{A}_2$ است) و... (x_k , $\tilde{A}_k$ است)، آنگاه (y , $\tilde{B}$ است) که در آن $x_1, x_2,...x_k$ و y متغیرهای زبانی و $\tilde{A}_1,\tilde{A}_2,...,\tilde{A}_k$ و $\tilde{B}$ مقادیر زبانی (مجموعه های فازی) با توابع عضویت $\mu_{\tilde{A}_1}(x_1),...,\mu_{\tilde{A}_k}(x_k)$ و $\mu_{\tilde{B}}(y)$ می‌باشند که بر مجموعه های مرجع $u_1,u_2,...u_k$ و y تعریف شده‌اند. رابطه $H.$ را می‌توان با استفاده از قانون ترکیبی استنتاج (CRI) به صورت یک رابطه K+۱ بعدی بر $u_1\times...\times u_k\times y$ تعریف کرد. برای تعیین رابطه $R(u,y)$ بر اساس $\mu_{\tilde{A}_1}(u)$ و $\mu_{\tilde{B}}(y)$ راه‌هایی پیشنهاد شده است که رایج‌ترین آن‌ها استفاده از حاصل‌ضرب دکارتی A,B است، یعنی $R=A_1\times A_2,...\times A_k\times B$. باید توجه داشت که در عمل بیشتر از رابطه استلزام لارسن و ممدانی که به ترتیب بر اساس عملگرهای حاصل‌ضرب و min تعریف شده‌اند، استفاده می‌گردد. در این مقاله نیز برای تعیین درجه درستی فرضیه‌ها از رابطه لارسن استفاده خواهد شد. بر اساس رابطه استلزام لارسن داریم:

$$R(u_1\times...\times u_k\times y)=\mu_{\tilde{A}_1}(x_1)\times\mu_{\tilde{A}_2}(x_2)\times...\times\mu_{\tilde{A}_k}(x_k)\times\mu_{\tilde{B}}(y)$$



شکل۱ : ساختار شکست ریسک برای پروژه‌های BOT

۴- مدل پیشنهادی برای اولویت بندی پیمانکاران پروژه‌های BOT

از آنجا که شناخت و طبقه‌بندی ریسک‌ها نقش کلیدی را در ساختاربندی و تأمین مالی پروژه‌های BOT ایفا می‌کند؛ لذا شناسایی میزان توانمندی پیمانکاران این پروژه‌ها در زمینه پیاده سازی مدیریت ریسک امری ضروری است و می‌بایست میزان موفقیت این پیمانکاران در کلیه فرایند های مرتبط با شناسایی، تحلیل و پاسخگویی به هرگونه عدم اطمینان که شامل حداکثر سازی نتایج رخدادهای مطلوب و به حداقل رساندن نتایج نامطلوب می‌باشد، مورد ارزیابی قرار گیرد. همچنین اطلاعات در دست از پیمانکاران موجود نیز به عنوان مبنای تصمیم سازی، در مدل لحاظ می‌گردد. شکل۲ معیارهای مورد بررسی در این مقاله را جهت ارزیابی قابلیت پیمانکاران BOT نشان می‌دهد، لازم به ذکر است این معیارهای میان معیارهای متعدد و به کمک خبرگان انتخاب شده اند. معیارهای مهم و تأثیر گذار در مدل عبارتند از متغیرهای "مالی"، " کمیت"، "کیفیت" و "توان پیاده سازی مدیریت ریسک در پروژه‌های BOT بر اساس استاندارد PMBOK" که بر متغیر " نمره قابلیت پیمانکار" موثر خواهند بود. زیر معیارهای هر یک از این معیارها در شکل۲ نشان داده شده است. اصولاً یکی از فاکتور های تأثیر گذار بر موفقیت پروژه‌ها، انتخاب صحیح و هوشمندانه پیمانکاران پروژه می‌باشد و با توجه به تعدد فاکتورهای تأثیرگذار بر انتخاب پیمانکاران و همچنین ارتباطات پیچیده مابین فاکتورهای تصمیم (۲۵)، فرایند گزینش از الگوهای دشوار تصمیم‌گیری تبعیت می‌کند. در مقاله حاضر به دلیل عدم قطعیت در مؤلفه‌های تأثیر گذار در فرایند گزینش پیمانکاران پروژه، از تکنیک آزمون فرض فازی (۲۶) استفاده شده است. درادامه با ارائه یک مثال از طرح مدل آزمون فرض

فازی، به ایجادیک سیستم خبره می‌پردازیم که به کمک آن مدیران پروژه‌ها امکان ارزیابی پیمانکاران پروژه‌های BOT را در کوتاه‌ترین زمان و با بالاترین دقت در شرایط عدم قطعیت در فاکتورهای تصمیم بیابند.

برای شروع تحلیل مدل، ارزش‌گذاری متغیرهای زبانی "مالی"، " کمیت"، "کیفیت" ، "توان پیاده سازی مدیریت ریسک در پروژه‌های BOT بر اساس استاندارد PMBOK" و "نمره قابلیت پیمانکار" برای یک نمونه ۱۰ تایی به وسیله خبرگان انجام می-گیرد. در نمونه‌های کاربردی، می‌توان با انتخاب نمونه‌های بزرگتر و تعدیل درجه‌های درستی فرضیه‌ها با استفاده از نظرات خبرگان به نتایج عملی مناسبتری دست یافت. اطلاعات جمع آوری شده برای متغیرهای تحت بررسی در جدول۱ آمده است. جمع فاکتورهای در نظرگرفته شده برای هر متغیر زبانی حداکثر برابر حاصلضرب زیرمعیارهای هر متغیر زبانی در تعداد نمونه مورد بررسی مربوط به هر متغیر زبانی است. مطابق شکل ۲با در نظر گرفتن یک نمونه ۱۰ تایی جمع فاکتورهای در نظرگرفته شده برای متغیرهای زبانی "مالی"، "کمیت"، " کیفیت" ، "توان پیاده سازی مدیریت ریسک در پروژه‌های BOT بر اساس استاندارد PMBOK" و "نمره قابلیت پیمانکار" بر اساس زیرمعیار های هر متغیر زبانی به ترتیب، حداکثر برابر ۳۰، ۵۰، ۸۰ ، ۶۰ و ۲۰ می‌باشد. با توجه افرازهای فازی متغیرهای زبانی و مجموعه‌های فازی مربوط به هر متغیر، تعداد فرضیه‌های مورد بررسی برابر $۳ \times ۳ \times ۳ \times ۳ \times ۳ \times ۳ =$ ۲۴۳ فرضیه می‌باشد. در مرحله فازی سازی مطابق جدول۱ متغیرهای قطعی به متغیرهای زبانی تبدیل می‌گردد. به عنوان مثال برای پیمانکار شماره یک، امتیاز ۳۹ به کیفیت این پیمانکار داده شده است که با توجه به افرازبندی متغیرهای زبانی، درجه عضویت کیفیت این پیمانکار برای متغیرهای زبانی ضعیف ۰/۹۴ تعیین شده است. این فرضیه‌ها و تاثیر داده‌های جدول۱ در حمایت از آن‌ها در جدول ۲ آمده است. همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، برای مثال داده‌های مرتبط با پیمانکار اول، به اندازه ۰.۳۰۰۸ حامی فرضیه ۹۵، به اندازه ۰.۶۳۹۲ حامی فرضیه ۱۲۲، به اندازه ۰.۰۱۹۲ حامی فرضیه ۱۷۶ و به اندازه ۰.۰۴۰۸ حامی فرضیه ۲۰۳ می‌باشد.

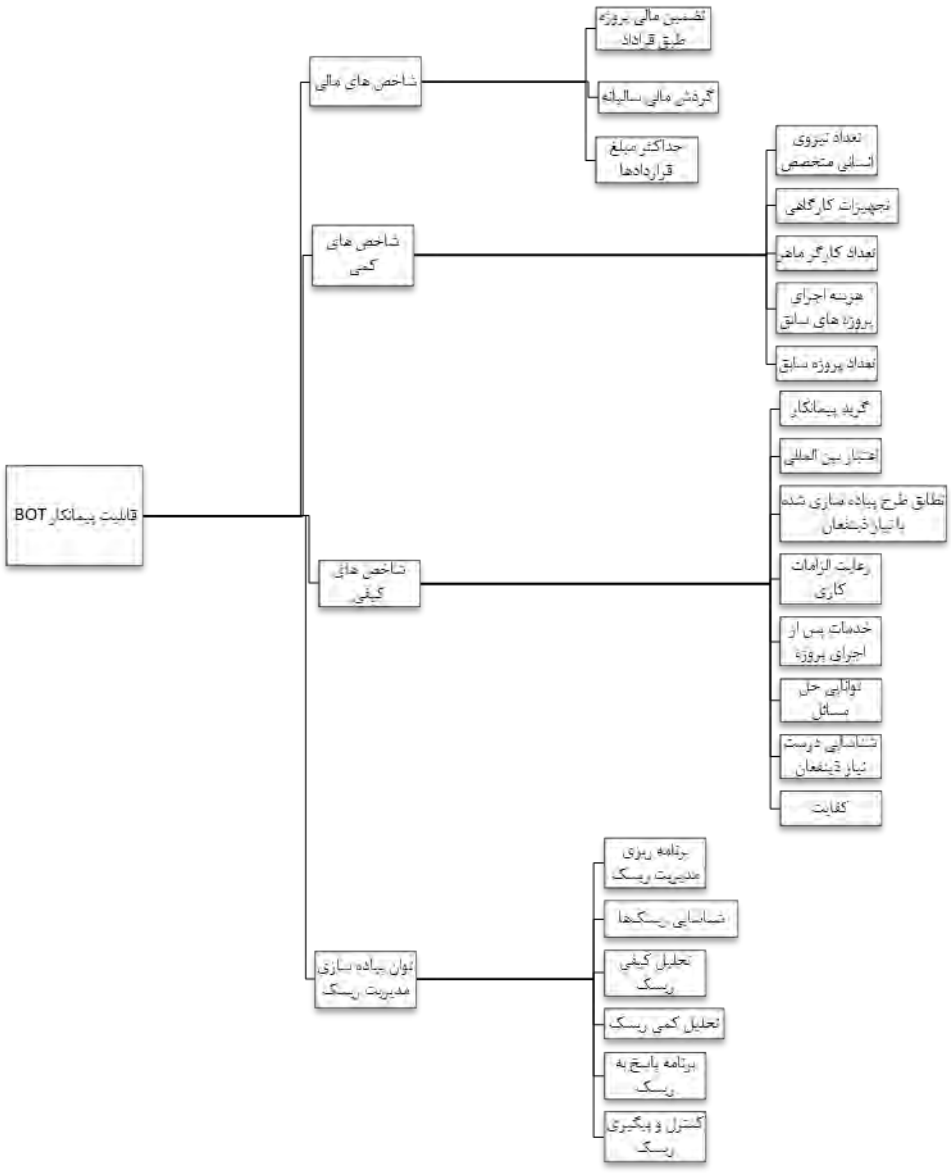
به عنوان مثال، در جدول۱ متغیر زبانی کیفیت پیمانکار اول به اندازه شش صدم ضعیف و نود و چهارصدم متوسط است، متغیر زبانی کمیت شصت و هشت صدم متوسط و سی و دو صدم خوب است، متغیر زبانی مدیریت ریسک ، متغیر زبانی مالی و متغیر زبانی قابلیت این پیمانکار کاملا متوسط می‌باشد. بر این اساس، حاصلضرب متغیرهای زبانی "مالی"، "کمیت"، "کیفیت "، "توان پیاده سازی مدیریت ریسک در پروژه‌های BOT بر اساس استاندارد PMBOK" ، "نمره قابلیت پیمانکار" برای فرضیات ۹۵ و ... بصورت زیر محاسبه می شود:

$۰.۹۴ \times ۰.۳۲ \times ۱ \times ۱ \times ۱ = ۰.۳۰۰۸$،

$۰.۹۴ \times ۰.۶۸ \times ۱ \times ۱ \times ۱ = ۰.۶۳۹۲$ ،

$۰.۰۶ \times ۰.۳۲ \times ۱ \times ۱ \times ۱ = ۰.۰۱۹۲$ و

$۰.۰۶ \times ۰.۶۸ \times ۱ \times ۱ = ۰.۴۰۰۸$

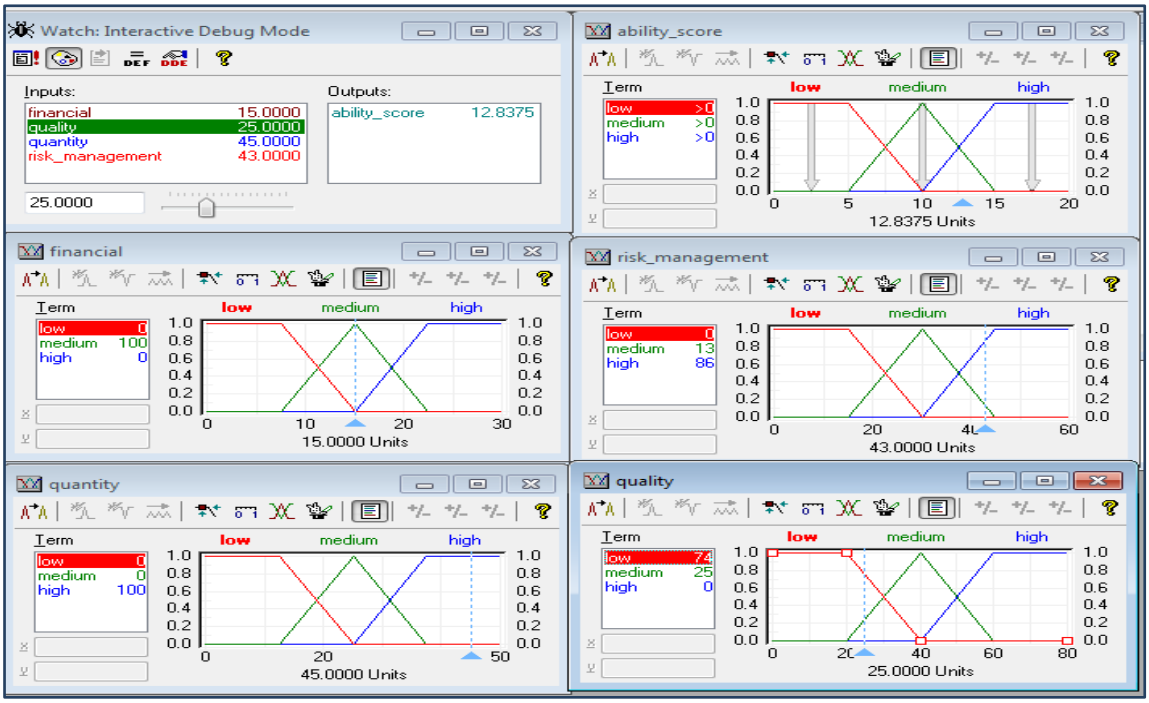


شکل۲ : معیارهای منتخب برای ارزیابی قابلیت پیمانکاران BOT

یعنی برای پیمانکار اول، فرضیه ۹۵ به میزان ۰.۳۰۰۸، فرضیه ۱۲۲ به اندازه ۰.۶۳۹۲، فرضیه ۱۷۶ به اندازه ۰.۰۱۹۲ و فرضیه ۲۰۳ به اندازه ۰.۰۴۰۸ مورد تائید قرار می‌گیرد. سایر اعداد جدول ۲ نیز به طرز مشابه به دست آمده است. ستون درجه تائید فرضیه جدول ۲ از میانگین حسابی هر سطر بدست آمده است. این عدد بیانگر میزان درستی فرضیه مربوط به هر سطر می‌باشد. برای مثال در ارتباط با فرضیه‌ی شماره ده، دو عدد ۰.۰۷۴۴۶ و ۰.۶ وجود دارد که از جمع آن‌ها و تقسیم بر تعداد عناصر نمونه (n=۱۰)، عدد ۰.۰۶۷۴۴۶ بدست می‌آید. این عدد بیانگر میزان درستی فرضیه دهم می‌باشد. در واقع، درجه‌ی درستی فرضیه‌ها، به عنوان وزن هر یک از فرضیه‌ها در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است که در سیستم

جدول۱ : اطلاعات متغیرهای زبانی کیفیت،کمیت، مالی، مدیریت ریسک و قابلیت

پیمانکار	متغیر زبانی کیفیت				متغیر زبانی کمیت				متغیر زبانی مالی				متغیر زبانی مدیریت ریسک				متغیر زبانی قابلیت			
	نمره کیفیت	ضعیف	متوسط	خوب	نمره کمیت	ضعیف	متوسط	خوب	نمره مالی	ضعیف	متوسط	خوب	نمره مدیریت ریسک	ضعیف	متوسط	خوب	نمره قابلیت	ضعیف	متوسط	خوب
۱	۳۹	۰.۰۶	۰.۹۴	۰	۲۹	۰	۰.۶۸	۰.۳۲	۱۵	۰	۱	۰	۳۰	۰	۱	۰	۱۰	۰	۱	۰
۲	۳۰	۰.۵	۰.۵	۰	۲۷	۰	۰.۸۴	۰.۱۶	۲۳	۰	۰	۱	۲۵	۰.۳۳	۰.۶۷	۰	۹.۵	۰.۱۱	۰.۸۹	۰
۳	۳۳	۰.۳۵	۰.۶۵	۰	۲۲	۰.۲۶	۰.۷۴	۰	۱۷	۰	۰.۷۴	۰.۲۶	۲۶	۰.۲۶	۰.۷۴	۰	۹	۰.۲	۰.۸	۰
۴	۱۹	۱	۰	۰	۳۱	۰	۰.۵۲	۰.۴۸	۱۹	۰	۰.۴۶	۰.۵۴	۲۲	۰.۵۴	۰.۴۶	۰	۷	۰.۶	۰.۴	۰
۵	۵۰	۰	۰.۵	۰.۵	۴۳	۰	۰	۱	۱۳	۰.۲۷	۰.۷۳	۰	۳۵	۰	۰.۶۶	۰.۳۴	۱۳	۰	۰.۴	۰.۶
۶	۲۶	۰.۷	۰.۳	۰	۲۴	۰	۰.۹۲	۰.۰۸	۲۴	۰	۰	۱	۳۳	۰	۰.۸	۰.۲	۱۰	۰	۱	۰
۷	۴۲	۰	۰.۹	۰.۱	۳۳	۰	۰.۳۶	۰.۶۴	۲۸	۰	۰	۱	۳۶	۰	۰.۶	۰.۴	۱۲.۵	۰	۰.۵	۰.۵
۸	۳۸	۰.۱۱	۰.۸۹	۰	۳۱	۰	۰.۵۲	۰.۴۸	۱۴	۰.۱۴	۰.۸۶		۳۱	۰	۰.۹۴	۰.۰۶	۱۰.۵	۰	۰.۹۱	۰.۹
۹	۳۰	۰.۵	۰.۵	۰	۳۲	۰	۰.۴۵	۰.۵۵	۲۲	۰	۰.۰۷	۰.۹۳	۳۸	۰	۰.۴۶	۰.۵۴	۱۴	۰	۰.۲	۰.۸
۱۰	۵۵	۰	۰.۲۵	۰.۷۵	۴۰	۰	۰	۱	۱۵	۰	۱	۰	۴۲	۰	۰.۲	۰.۸	۱۷	۰	۰	۱



شکل ۳: نمونه ای از برآورد قابلیت پیمانکاران جدید در انجام پروژه‌های واگذار شده

جدول ۲: محاسبه درجه تایید هر فرضیه

شماره فرضیه	فرضیه	ک پیمانکار										درجه تایید فرضیه
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	
۱۰	پیمانکار با کیفیت خوب کمیت خوب شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک خوب قابلیت خوب	۰	۰	۰	۰	۰,۰۷۴۴۶	۰	۰	۰	۰	۰,۶	۰,۰۶۷۴۴۶
۱۳	پیمانکار با کیفیت خوب کمیت خوب شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک متوسط قابلیت خوب	۰	۰	۰	۰	۰,۱۴۴۵۴	۰	۰	۰	۰	۰,۱۵	۰,۰۲۹۴۵۴
۱۴	پیمانکار با کیفیت خوب کمیت خوب شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک متوسط قابلیت متوسط	۰	۰	۰	۰	۰,۰۹۶۴۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۰۹۶۴۶
۲۲	پیمانکار با کیفیت خوب کمیت خوب شاخص مالی ضعیف مدیریت ریسک متوسط قابلیت خوب	۰	۰	۰	۰	۰,۰۵۳۴۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۰۵۳۴۶
۸۲	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت خوب شاخص مالی خوب مدیریت ریسک خوب قابلیت خوب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۱۱۵۲	۰	۰,۱۱۰۴۸۴	۰	۰,۰۲۲۵۶۸۴
۸۳	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت خوب شاخص مالی خوب مدیریت ریسک خوب قابلیت متوسط	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۰۴۸	۰,۱۱۵۲	۰	۰,۰۲۷۶۲۱	۰	۰,۰۱۴۷۶۲۱
۸۵	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت خوب شاخص مالی خوب مدیریت ریسک متوسط قابلیت خوب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۱۷۲۸	۰	۰,۰۹۴۱۱۶	۰	۰,۰۲۶۶۹۱۶
۸۶	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت خوب شاخص مالی خوب مدیریت ریسک متوسط قابلیت متوسط	۰	۰,۰۴۷۷۰۴	۰	۰	۰	۰,۰۱۹۲	۰,۱۷۲۸	۰	۰,۰۲۳۵۲۹	۰	۰,۰۲۶۲۳۳
۹۱	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت خوب شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک خوب قابلیت خوب	۰	۰	۰	۰	۰,۰۷۴۴۶	۰	۰	۰,۰۰۱۹۸۳۹	۰,۰۰۰۸۳۱۶	۰,۲	۰,۰۲۸۴۷۵۹۲
۹۲	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت خوب شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک خوب قابلیت متوسط	۰	۰	۰	۰	۰,۰۴۹۴۴	۰	۰	۰,۰۲۰۰۵۹۶	۰,۰۰۲۰۷۹	۰	۰,۰۰۷۱۷۷۸۶
۹۴	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت خوب شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک متوسط قابلیت خوب	۰	۰	۰	۰	۰,۱۴۴۵۴	۰	۰	۰,۰۳۱۰۸۱۴	۰,۰۰۷۰۸۴	۰,۰۵	۰,۰۲۳۲۷۰۵۳۶
۹۵	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت خوب شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک متوسط قابلیت متوسط	۰,۲۰۰۸	۰	۰	۰	۰,۰۹۶۳۶	۰	۰	۰,۰۳۴۲۴۷۱	۰,۰۰۱۷۷۱	۰	۰,۰۷۱۳۱۹۸۱۲
۱۰۳	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت خوب شاخص مالی ضعیف مدیریت ریسک متوسط قابلیت خوب	۰	۰	۰	۰	۰,۰۵۳۴۶	۰	۰	۰,۰۰۵۰۵۹۸	۰	۰	۰,۰۰۵۸۵۱۹۷۶
۱۰۴	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت خوب شاخص مالی ضعیف مدیریت ریسک متوسط قابلیت متوسط	۰	۰	۰	۰	۰,۰۳۵۴۴	۰	۰	۰,۰۵۱۱۵۹۸	۰	۰	۰,۰۰۸۶۷۹۹۷۶
۱۰۹	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت متوسط شاخص مالی خوب مدیریت ریسک خوب قابلیت خوب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۶۴۸	۰	۰,۰۹۰۳۹۶	۰	۰,۰۱۵۵۱۹۶
۱۱۰	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت متوسط شاخص مالی خوب مدیریت ریسک خوب قابلیت متوسط	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۵۵۲	۰,۰۶۴۸	۰	۰,۰۲۲۵۹۹	۰	۰,۰۱۴۲۵۹۹
۱۱۲	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت متوسط شاخص مالی خوب مدیریت ریسک متوسط قابلیت خوب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۹۷۲	۰	۰,۰۷۷۰۰۴	۰	۰,۰۱۷۴۲۰۴
۱۱۳	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت متوسط شاخص مالی خوب مدیریت ریسک متوسط قابلیت متوسط	۰	۰,۲۵۰۴۴۶	۰,۰۷۴۰۳۵۵	۰	۰	۰,۲۲۰۸	۰,۰۹۷۲	۰	۰,۰۱۹۲۵۱	۰	۰,۰۶۶۱۷۳۲۵۲
۱۱۶	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت متوسط شاخص مالی خوب مدیریت ریسک متوسط قابلیت متوسط	۰	۰,۱۲۳۳۵۴	۰,۰۲۶۰۱۲۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۱۴۹۳۶۴۹۸
۱۲۲	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت متوسط شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک متوسط قابلیت متوسط	۰,۶۳۹۲	۰	۰,۲۱۰۷۱۶۵	۰	۰	۰	۰	۰,۳۴۰۴۵۶	۰,۰۰۱۴۴۹	۰	۰,۰۱۱۹۱۸۲۱۵۲
۱۲۳	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت متوسط شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک متوسط قابلیت ضعیف	۰	۰	۰,۰۵۲۶۷۹۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۰۵۲۶۷۹۱۲
۱۲۵	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت متوسط شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک ضعیف قابلیت متوسط	۰	۰	۰,۰۷۴۰۳۵۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۰۷۴۰۳۵۵۲
۱۳۱	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت متوسط شاخص مالی ضعیف مدیریت ریسک متوسط قابلیت متوسط	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۵۵۴۲۳۱	۰	۰	۰,۰۰۵۵۴۲۳۰۸
۱۴۹	پیمانکار با کیفیت متوسط کمیت ضعیف شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک متوسط قابلیت متوسط	۰	۰	۰,۰۷۴۰۳۵۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۰۷۴۰۳۵۵۲
۱۶۳	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت خوب شاخص مالی خوب مدیریت ریسک خوب قابلیت خوب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۱۱۰۴۸۴	۰	۰,۰۱۱۰۴۸۴
۱۶۶	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت خوب شاخص مالی خوب مدیریت ریسک متوسط قابلیت خوب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۹۴۱۱۶	۰	۰,۰۰۹۴۱۱۶
۱۶۷	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت خوب شاخص مالی خوب مدیریت ریسک متوسط قابلیت متوسط	۰	۰,۰۴۷۷۰۴	۰	۰,۰۴۷۶۹۲۸	۰	۰,۰۴۴۸	۰	۰	۰,۰۲۳۵۲۹	۰	۰,۰۱۶۳۷۲۵۸
۱۶۸	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت خوب شاخص مالی خوب مدیریت ریسک متوسط قابلیت ضعیف	۰	۰,۰۰۵۸۹۶	۰	۰,۰۷۱۵۳۹۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۰۷۷۴۳۵۲
۱۷۰	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت خوب شاخص مالی خوب مدیریت ریسک ضعیف قابلیت متوسط	۰	۰,۰۲۳۴۹۶	۰	۰,۰۵۵۹۸۷۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۰۷۹۴۸۳۲
۱۷۱	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت خوب شاخص مالی خوب مدیریت ریسک ضعیف قابلیت ضعیف	۰	۰,۰۰۲۹۰۴	۰	۰,۰۸۳۹۸۰۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۰۸۴۸۸۴۸
۱۷۶	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت خوب شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک متوسط قابلیت متوسط	۰,۰۱۹۲	۰	۰	۰,۰۴۰۶۲۷۲	۰	۰	۰	۰,۰۳۸۸۴۲	۰,۰۰۱۷۷۱	۰	۰,۰۱۰۰۶۴۰۲
۱۷۷	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت خوب شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک متوسط قابلیت ضعیف	۰	۰	۰	۰,۰۶۰۹۴۰۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۰۶۰۹۴۰۸
۱۸۰	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت خوب شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک ضعیف قابلیت ضعیف	۰	۰	۰	۰,۰۷۱۵۳۹۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۰۷۱۵۳۹۲
۱۹۰	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت متوسط شاخص مالی خوب مدیریت ریسک خوب قابلیت خوب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۹۰۳۹۶	۰	۰,۰۰۹۰۳۹۶
۱۹۱	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت متوسط شاخص مالی خوب مدیریت ریسک خوب قابلیت متوسط	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۱۲۸۸	۰	۰	۰,۰۲۲۵۹۹	۰	۰,۰۱۵۱۳۹۹
۱۹۳	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت متوسط شاخص مالی خوب مدیریت ریسک متوسط قابلیت خوب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۷۷۰۰۴	۰	۰,۰۰۷۷۰۰۴
۱۹۴	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت متوسط شاخص مالی خوب مدیریت ریسک متوسط قابلیت متوسط	۰	۰,۲۵۰۴۴۶	۰,۰۳۹۸۶۵۳	۰,۰۵۱۶۶۷۲	۰	۰,۰۵۱۵۲	۰	۰	۰,۰۱۹۲۵۱	۰	۰,۰۸۷۶۴۲۹۴۸
۱۹۵	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت متوسط شاخص مالی خوب مدیریت ریسک متوسط قابلیت ضعیف	۰	۰,۰۳۰۹۵۴	۰,۰۰۹۹۶۶۳	۰,۰۷۷۵۰۰۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۱۱۸۴۲۱۱۲
۱۹۷	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت متوسط شاخص مالی خوب مدیریت ریسک ضعیف قابلیت متوسط	۰	۰,۱۲۳۳۵۴	۰,۰۱۴۰۰۶۷	۰,۰۶۰۶۵۲۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۱۹۸۰۱۳۵۲
۱۹۸	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت متوسط شاخص مالی خوب مدیریت ریسک ضعیف قابلیت ضعیف	۰	۰,۰۱۵۲۴۶	۰,۰۰۳۵۰۱۷	۰,۰۹۰۹۷۹۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۱۰۹۷۲۶۸۸
۲۰۳	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت متوسط شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک متوسط قابلیت متوسط	۰,۰۴۰۸	۰	۰,۱۱۳۴۶۲۷	۰,۰۴۴۰۱۲۸	۰	۰	۰,۰۴۲۰۷۸۸	۰	۰,۰۰۱۴۴۹	۰	۰,۰۲۲۱۸۰۳۳۶
۲۰۴	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت متوسط شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک متوسط قابلیت ضعیف	۰	۰	۰,۰۲۸۳۶۵۷	۰,۰۶۶۰۱۹۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۰۹۴۳۸۴۸۸
۲۰۶	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت متوسط شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک ضعیف قابلیت متوسط	۰	۰	۰,۰۳۹۸۶۵۳	۰,۰۵۱۶۶۷۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۰۹۱۵۳۲۴۸
۲۰۷	پیمانکار با کیفیت ضعیف کمیت متوسط شاخص مالی متوسط مدیریت ریسک ضعیف قابلیت ضعیف	۰	۰	۰,۰۰۹۹۶۶۳	۰,۰۷۷۵۰۰۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۰۰۸۷۴۶۷۱۲

ارائه شده فرضیه‌هایی که درجه درستی آنها کمتر از یک صدم بوده اند، در نظر گرفته نشده اند. به منظور تبیین مدل از یک نرم افزار مخصوص در حوزه تصمیم گیری فازی به نام (Fuzzy Tech) استفاده شده است. ساخت مدل مورد نظر در قالب تعریف متغیرهای ورودی شامل متغیرهای مالی، کمیت، کیفیت و پیاده سازی مدیریت ریسک و متغیر خروجی شامل متغیر نمره قابلیت پیمانکار و بلوک قواعد انجام می‌گردد. در بلوک‌های قواعد، رفتار سیستم با استفاده از قاعده‌های «اگر- آنگاه» تعریف می-گردد. همچنین برای هر یک از قواعد می‌توان درجه حمایت (Degree of Support) معینی در نظر گرفت که بیانگر وزن قاعده مورد نظر در رفتار سیستم می‌باشد. در مرحله استنتاج فازی درجه حمایت هر یک از قواعد براساس درجات درستی فرضیه‌ها در جدول ۲ وارد می-شود. در قسمت تعریف عملگرهای بلوک قاعده در این نرم افزار از عملگر min برای ترکیب درجه عضویت متغیرهای ورودی (نتایج ترکیب مقدم‌ها) و از عملگر max برای ترکیب درجه درستی هر قاعده استفاده می‌شود. درجه درستی هر قاعده از حاصل‌ضرب نتایج ترکیب مقدم‌ها در درجه درستی فرضیه مربوط بدست می‌آید. در مرحله قطعی سازی در این نرم‌افزار از روش مرکز بازه ماکزیمم استفاده گردید. اکنون سیستم خبره فازی طراحی شده آماده ارزیابی پیمانکاران جدید می باشد. با وارد کردن نمره قطعی متغیرهای زبانی ورودی پیمانکاران جدید شامل متغیرهای زبانی "مالی"، "کمیت"، "کیفیت" ، "توان پیاده سازی مدیریت ریسک در پروژه‌های BOT بر اساس استاندارد PMBOK" می‌توان به نمره قطعی قابلیت پیمانکار دست یافت، به عنوان مثال مطابق شکل ۳ در صورتی که هدف، تصمیم گیری در مورد گزینش پیمانکاری با امتیاز ۱۵ برای متغیر مالی، امتیاز ۴۵ برای متغیر کیفیت و امتیاز ۲۵ برای متغیر کمیت و امتیاز ۴۳ برای مدیریت ریسک باشد، به کمک مدل ES امتیاز ۱۲.۸۳۷۵ به عنوان نمره قطعی قابلیت پیمانکار در اخذ پروژه قابل احتساب خواهد بود. شکل ۳ مراحل مربوط به فرایند تصمیم گیری در سیستم خبره فازی طراحی شده را نشان می‌دهد.

۵- نتیجه گیری

گزینش و واگذاری مسئولیت به پیمانکاران پروژه، از حساس‌ترین تصمیمات اخذ شده در طول اجرای یک پروژه می‌باشد، که در شرایط واقعی، فاکتورهای تصمیم همراه با عدم قطعیت می باشند. در این گزارش با استفاده از آزمون فرض فازی، سیستم خبره فازی جهت ارزیابی قابلیت پیمانکاران پروژه‌های BOT طراحی شده است. با توجه به اهمیت مدیریت ریسک در پروژه‌های BOT، این گزارش به منظور ارزیابی مناسب تری از پیمانکاران، متغییرهای مدیریت ریسک را با سایر معیارهای ارزیابی پیمانکاران (شامل متغیرهای کمیت، کیفیت و مالی) ترکیب نموده و به کمک آزمون فرض فازی روابط میان آنها را استخراج کرده و در جهت ارائه راهکاری برای ارزیابی پیمانکاران پروژه‌های BOT از آنها استفاده می-نماید.

۶- فهرست منابع

۱. *Theories of complexity — common denominators of complex systems ۸.* **Chu, D., Strand, R. and Fjelland, R.** ۲۰۰۳, Complexity.

۲. *Tackling Industrial Complexity.* **Corbett, J. Brockelsby, L.M. and Campbell-Hunt, C.** Cambridge : s.n., ۲۰۰۲, Institute for Manufacturing.

۳. *The risk ranking of projects: a methodology, International Journal of Project Management ۱۹.* **Baccarini, D. and Archer, R.** ۲۰۰۱, pp. ۱۳۹–۱٤٥.

۱۵. *Risk measurement and risk identification for BOT projects:A multi-attribute utility approach.* **Kang, C. C. and Feng, C. M.** ۲۰۰۹, Mathematical and Computer Modelling ٤۹, pp. ۱۸۰۲-۱۸۱۵.

۱٦. *Risk identification and assessment for build–operate–transfer projects:A fuzzy multi attribute decision making model.* **Ebrahimnejad, S., Mousavi, S. and Seyrafianpour, H.** ۲۰۱۱, risk analysis.

۱۷. **Hamilton, G.,UN/ECE BOT expert Advisory group.** Guidelines for Private Public Partnership for infrastructure development. *UN/ECE forum on Public-Private Partnerships for infrastructure.* s.l. : United nations Economic commission for Europe, ۲۰۰۰.

۱۸. *Assessing the Risk of Management Fraud Using Red Flags: A Fuzzy Number Based Spreadsheet Approach.* **Deshmukh, A. and Romine, J.** ۱۹۹۸, Journal of Accounting and Computers, pp. ۵-۱۵.

۱۹. *Modelling risk allocation decision in construction contracts.* **Lam, K.C., et al., et al.** ۲۰۰۷, International Journal of Project Management, pp. ٤۸۵–٤۹۳.

۲۰. *Integrating system dynamics and fuzzy logic modeling to determine concession period in BOT projects.* **Khanzadi, M., Nasirzadeh, F and Alipour, M.** ۲۰۱۲, Automation in Construction, pp. ۳٦۸–۳۷٦.

۲۱. *An expert system for strategic control of accidents and insurers'risks in building construction projects.* **Imriyas, K.** ۲۰۰۹, Expert Systems with Applications ۳٦, pp. ٤۰۲۱–٤۰۳٤.

۲۲. *Evaluating Decision Support and Expert Systems.* **Adelman, L.** New York : John Wiley & Sons, ۱۹۹۲.

۲۳. *Qualifer-۲: knowledge-based system for contractor.* **Russell, J.S., Skibniewski, M.J. and Cozier, D.R.** ۱۹۹۰, Journal of Construction Engineering and Management, pp. ۱۵۷-۱۷۱.

۲٤. **Ng, S.T.** Case-based reasoning decision support for contractor prequalification. [PhD Thesis]. Manchester, England : University of Manchesterof Institute of Science and Technology, ۱۹۹٦.

۲۵. **Jones, B.S. and Anderson, P.** *Diversity as a determinant of system complexity.* s.l. : GIST technical report, ۲۰۰۵. G ۲۰۰۵–۱.

۲٦. **Filzomer, P. and Virtl, R.** Testing hypotheses With fuzzy data. ۲۰۰٤.

٤. *A fuzzy expert system decision-making model to assist surety underwriters in the construction industry.* **Marsh, K.** University of Alberta, Edmonton, Alberta. : s.n., ۲۰۰۸, M.Sc. Thesis, Dept. of Civil and Environmental Engineering.

۵. *Fuzzy logic for evaluating alternative construction technology.* **Chao, L. and Skibniewski, M.J.** ۱۹۹۸, Journal of Construction Engineering and Management ۱۲٤, pp. ۲۹۷–۳۰٤.

٦. **(SIO), Surety Information Office.** *The importance of surety bonds in construction.* [Online] ۲۰۱۱. http://www.sio.org/pdf/importanceof.pdf.

۷. *The impact of contractors' attributes on construction project success: A post construction evaluation.* **Alzahrani, J. I. and Emsley, M. W.** ۲۰۱۲, International Journal of Project Management.

۸. *Contractor prequalification data for construction owners.* **Russell, J.S.; Hancher, D.E.; Skibiewski, M.J.** ۱۹۹۲, Construction Management and Economics ۱۰, pp. ۱۱۷-۱۳۵.

۹. *Evaluating contractor prequalification data:selection criteria and project success factors.* **Hatush, Z. and Skitmore, M.** ۱۹۹۷, Construction Management and Economics ۱۵, pp. ۱۲۹-۱٤۷.

۱۰. *Multi-criteria evaluation model for the selection of architectural consultants.* **Cheung, F. K. T., Kuen, J. L. F. and Skitmore, M.** ۲۰۰۲, Construct Manage Econom ۲۰ , pp. ۵٦۹-۵۸۰.

۱۱. *Contractor selection criteria: investigation of opinions of Singapore construction practitioners.* **Sing, D. and Tiong, R. L. K.** ۲۰۰٦, Journal of Construction Engineering and Management ۱۳۲, pp. ۹۹۸–۱۰۰۸.

۱۲. *Analysis of pre-qualification criteria in contractor selection and their impacts on project success.* **Doloi, H.** ۲۰۰۹, Construction Management and Economics ۲۷, pp. ۱۲٤۵–۱۲٦۳.

۱۳. *Structural equation model for assessing impacts of contractor's performance on project success.* **Doloi, H.; Iyer, K.C.; Sawhney, A.** ۲۰۱۰, International Journal of Project Management ۲۷, pp. ٦۸۷–٦۹۵.

. ۱٤ *Evaluation of proposals for BOT projects* . **Tiong, R. L. K** و . **Alum, J** , ۱۹۹٦ . International Journal of Project Management . ۷۲–٦۷ . ص ,