



## روش پیشنهادی نحوه‌ی واگذاری طرح به مناسب‌ترین پیمانکار با استفاده از تحلیل ریسک

هادی شکیبا زاهد

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

h.shakiba@yahoo.com

محمد مهدی مرتضی

استادیار، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف

mmmortaheb@yahoo.com

واژه‌های کلیدی

ارزیابی و انتخاب پیمانکاران، تحلیل ریسک، روش تصمیم‌گیری بر اساس ریسک، درخت تصمیم‌گیری، ریسک تاخیر

### چکیده

هدف این تحقیق، پیشنهاد روشی چند مرحله‌ای برای انتخاب مناسب‌ترین پیمانکار بر پایه‌ی تحلیل و ارزیابی ریسک‌های تاخیر در طرح مورد نظر بر اساس سوابق کارکرد هر یک از پیمانکاران در طرح‌های پیشین آنها است. بر اساس تحلیل فوق‌الذکر از انتخاب پیمانکار، ریسک‌های پروژه از نظر مالی و زمانی بررسی و با در نظر گرفتن اهمیت هزینه و زمان اجرای پروژه، کارفرما می‌تواند پیمانکار را با توجه به قیمت پیشنهادی تراز شده متأثر از ریسک تاخیر، انتخاب نماید. یافته‌های پژوهش ثابت می‌کند که روش معرفی شده علاوه بر توانایی در انتخاب مناسب‌ترین پیمانکار با معیارهای اختصاصی، افزایش هزینه و زمان محتمل پروژه و منتج آن، زمان و هزینه انجام پروژه را پیش‌بینی می‌کند. نتایج مطالعه موردی نشان می‌دهد، پیمانکار منتخب با روش فعلی، پروژه را با حدود ۳۵ درصد افزایش در هزینه و زمان مواجه خواهد کرد در صورتی که پیمانکار منتخب با روش معرفی شده، ۱۵ درصد افزایش هزینه و زمان خواهد داشت.



مسئله ارزیابی و انتخاب پیمانکار با سایر مسائل چند معیاره متفاوت است زیرا تصمیم‌گیری با ورودی‌های نامطمئن، کمبود اطلاعات، فشار زمان و ... همراه است [1]. مسئله ارزیابی پیمانکاران ماهیتاً یک مسئله تصمیم‌گیری غیر قطعی است [2]. با توجه به طبیعت ارزیابی مقدماتی که وابسته به قضاوت کارشناسانه‌ی افراد خبره در مورد پروژه‌های عمرانی است، ارزیابی پیمانکاران بیشتر یک هنر است تا علم.

تحقیقات قبلی در زمینه معیارهای ارزیابی نشان داد که معیارهای اصلی ارزیابی عبارتند از: ظرفیت کاری، مهارت‌های فنی، داشتن کارکنان کلیدی و آشنایی با قوانین، عملکرد در پروژه‌های گذشته و تجربه سازمانی، وضعیت مالی، مهارت در مدیریت پروژه، روش‌ها و راه‌حل‌های فنی و ابتکاری، حسن شهرت شرکت، کنترل کیفیت و HSE

در شرایط حاضر معمولاً واگذاری طرح به پیمانکار، براساس انتخاب حداقل قیمت پیشنهادی از بین پیمانکاران واجد شرایط می‌باشد. دلیل این انتخاب این است که پیمانکارانی که در مرحله اول واجد شرایط اعلام می‌شوند، در مرحله دوم این ارزیابی معمولاً از نظر کارفرما همگی یکسان فرض شده و تنها با یک معیار باقی مانده (قیمت پیشنهادی) با هم مقایسه می‌شوند. البته به تازگی در بعضی از موارد، معدودی از کارفرمایان با استفاده از نمره صلاحیت‌های فنی و مالی قیمت پیشنهادی را تراز می‌نمایند. ولی در واقع این روش، تضمینی برای این که پیمانکار واجد شرایط با کمترین قیمت پیشنهادی برای انجام پروژه مناسبترین گزینه است، وجود ندارد، زیرا عدم تعیین و استفاده صحیح از روش‌ها و معیارهای انتخاب و توجه لازم به سوابق کارکرد پیمانکاران در پروژه‌های خاتمه یافته ایشان، ممکن است با توجه به شرایط خاص هر پروژه سبب حذف پیمانکار مناسب‌تر گردد. این امر ممکن است باعث بروز موارد متعددی از قبیل تن دادن به تعدیلات قراردادی، ادعا، مشکلات مالی و ... در مدت زمان اجرای پروژه شود و پیمانکار قادر به انجام به موقع تعهدات، با مبلغ مصوب و بعضاً با کیفیت مطلوب نباشد.

مهمترین معیارها برای انجام موفق پروژه‌های ساخت؛ رسیدن به هدف‌های کیفی پروژه، رعایت زمان و هزینه تعیین شده در قرارداد می‌باشد. بنابراین روش مقایسه پیمانکاران بایستی طوری طراحی شود که معیارهای اصلی موفقیت پروژه را با اطمینان پوشش دهد.

عدم موفقیت پیمانکاران در دستیابی به اهداف اصلی پروژه در زمان مشخص، با هزینه معین و کیفیت مطلوب، کارفرمایان را با ریسک بیشتری در نيل به آرمان‌های پروژه مواجه می‌کند. بنابر این کارفرما باید با چند مرحله‌ای کردن روند انتخاب پیمانکار و گذراندن پیمانکاران از فیلترهای مناسب حتی در مرحله آخر نیز ریسک‌های مرتبط با معیارهای اصلی پروژه یعنی زمان، هزینه و کیفیت را کمی کند و در پیشنهاد قیمت پیمانکاران تاثیر دهد تا از این طریق قیمت پیشنهادی نیز متناسب با شرایط و ویژگی‌های خاص هر پروژه تراز گردد و از ظاهری بودن خارج شود. برای تراز شدن قیمت پیشنهادی محقق قصد دارد با استفاده از روش تصمیم‌گیری بر اساس ریسک، این مهم را انجام دهد.

مصاحبه با کارشناسان خبره نشان می‌دهد که روش واگذاری طرح به کمترین قیمت پیشنهادی پیمانکاران واجد شرایط برای پروژه‌های زیر بنایی و مهم کشور اغلب مناسب و موفق نبوده و طرح‌های واگذار شده با این روش معمولاً با هزینه و مدت اجرای بیش از مبلغ و مدت اولیه پیمان انجام شده است و گاه از نظر کیفیت نیز مطلوب نبوده و مشکلاتی در بهره برداری داشته‌اند. بنابر این پیشنهاد و معرفی روشی جدید بر مبنای ویژگی‌های خاص پروژه‌های ملی و زیر بنایی کشور و پروژه‌هایی که در آنها نسبت فایده به هزینه بالا است و تاخیر نقش بسیار منفی در توجیه اقتصادی آنها دارد، بسیار حائز اهمیت خواهد بود.

همانگونه که ذکر شد در ایران پروژه به پیمانکاری داده می‌شود که کمترین قیمت را بین پیمانکاران واجد شرایط پیشنهاد می‌دهد و این روش ارزیابی یکی از دلایل اصلی مشکلات تحویل پروژه در مدت و مبلغ قرارداد است، زیرا پیمانکاران در هنگام مناقصه با پیشنهاد قیمت کمتر پروژه را گرفته و سپس از طریق ادعا و در مواردی کاهش کیفیت اجرا سعی می‌کنند درآمد بیشتری کسب نمایند.

برای جلوگیری از مشکلات فوق، فرایند انتخاب پیمانکار می‌تواند در چند مرحله صورت گیرد، به عنوان مثال ارزیابی سریع، ارزیابی مقدماتی و تهیه لیست کوتاه، دعوت به مناقصه، برگزاری مناقصه و ارزیابی نهایی پیمانکاران.

به طور کلی پروژه‌های عمرانی به لحاظ ماهیت و پیچیدگی خاص خود همواره با مخاطرات بسیار زیادی همراه می‌باشند و خطر مواجهه با تغییرات بالقوه نسبت به پیش‌بینی‌ها و برنامه‌ریزی‌های اولیه با توجه به خصوصیات پروژه‌ها همیشه وجود دارد لذا در



طی اجرای طرح‌های عمرانی که با اختصاص سرمایه‌های هنگفت مالی و انسانی به خود جزء سرمایه‌های ملی محسوب می‌شوند احتمال وقوع ریسک‌های متنوعی وجود دارد که هر یک می‌تواند عواقب بسیار بزرگی به شکل خسارت یا زیان داشته باشد.

در یک تقسیم‌بندی که توسط انجمن مهندسين سيويل امريكا<sup>1</sup> (ASCE)

در یک تقسیم‌بندی که توسط انجمن مهندسين سيويل امريكا<sup>1</sup> (ASCE) انجام گردیده است <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786306001670> - bbib15

ریسک‌های مربوط به پروژه‌های عمرانی به صورت زیر دسته‌بندی شده‌اند:

- ریسک‌های فیزیکی
- ریسک‌های اقتصادی
- ریسک‌های سیاسی اجتماعی
- ریسک‌های اجرایی
- ریسک‌های حقوقی و قراردادی

در پروژه‌های بزرگ عمرانی موارد متعددی از عدم قطعیت‌ها و ریسک‌های مختلف وجود دارند مواردی از قبیل: هزینه‌های غیر قابل پیش‌بینی، تغییرات در مدت زمان اجرای پروژه، نرخ تورم در مدت زمان اجرای پروژه و مواردی از این قبیل که هر یک می‌تواند اثر بخشی پروژه را به چالش بکشد. از طرفی با توجه به حجم و ابعاد پروژه‌های عمرانی معمولاً ریسک‌ها سبب تحمیل هزینه‌های بسیار قابل‌توجهی به پروژه‌ها می‌گردد. لذا مدیریت ریسک امری غیر قابل اغماض است.

در کشور ما متأسفانه تاکنون توجه چندانی به موضوع مدیریت ریسک نشده است و ضرورت این پژوهش در کمبود عمیقی است که در زمینه تحقیقات مدیریت ریسک در ایران احساس می‌شود.

در میان تمام ریسک‌های مثبت (فرصت‌ها) و ریسک‌های منفی (تهدیدها) ریسک تاخیر در پروژه‌های عمرانی بخصوص پروژه‌هایی که نسبت سود به هزینه‌ی بالایی دارند، اهمیت زیادی دارد. شاید بتوان گفت مهمترین رسالتی که بر عهده محققان است، مانع از به تاخیر افتادن این پروژه‌ها است زیرا تاخیر در اتمام پروژه توأم با هزینه است. هزینه‌هایی از قبیل موارد زیر:

۱. هزینه دیر رسیدن به بهره‌برداری یا سود از دست رفته
۲. هزینه ناشی از گران شدن منابع مصرفی
۳. افزایش هزینه منابع کاری
۴. هزینه تمدید مجوزها و پیمان‌نامه‌ها
۵. هزینه بهره سرمایه صرف شده
۶. ضرر از دست دادن بازار رقابت
۷. ضرر ناشی از عدم اشتغال‌زایی در کشور
۸. ضرر ناشی از کاهش درآمد دولت و رفاه اجتماعی مردم

در این پژوهش روشی معرفی می‌شود که با بررسی ریسک تاخیر و هزینه‌های آن، قیمت پیشنهادی پیمانکاران با روش‌های تصمیم‌گیری بر اساس ریسک RBDM<sup>۲</sup> همچون درخت تصمیم‌گیری<sup>۳</sup> تراز می‌کند و افزایش هزینه و زمان را برای هر پیمانکار پیش‌بینی می‌کند. این پیش‌بینی‌ها کمک می‌کند علاوه بر انتخاب مناسبترین پیمانکار با کمترین احتمال افزایش در زمان و هزینه، صاحبان پروژه با برگزاری کارگاه‌های ریسک و ارزش علل تاخیر را یافته و برای مقابله با آن برنامه مواجهه با ریسک تاخیر تهیه نمایند.

<sup>1</sup> American Society of Civil Engineering

<sup>2</sup> Risk-Based Decision Making

<sup>3</sup> Decision Tree



## ۲- مروری بر مطالعات گذشته

صمیم‌گیری بر اساس ریسک یکی از حساس‌ترین دلایل موفقیت پروژه‌های ساخت است به طور کلی ریسک‌ها را می‌توان به دو دسته ریسک‌هایی که واقعی و عینی‌اند<sup>۴</sup> و دیگری، ریسک‌های ذهنی و درونی<sup>۵</sup> تقسیم کرد. ریسک‌های دسته اول، ریسک‌هایی هستند که بر اساس مشاهدات و محاسبات دقیق و بررسی نتیجه و اثر آنها شناخته می‌شوند و ذاتاً کمی هستند و واقعی، اما دسته دوم آنهایی هستند که ریسک‌های کیفی به شمار می‌آیند و بررسی آنها اغلب بر اساس دانش و تجربه است [3].

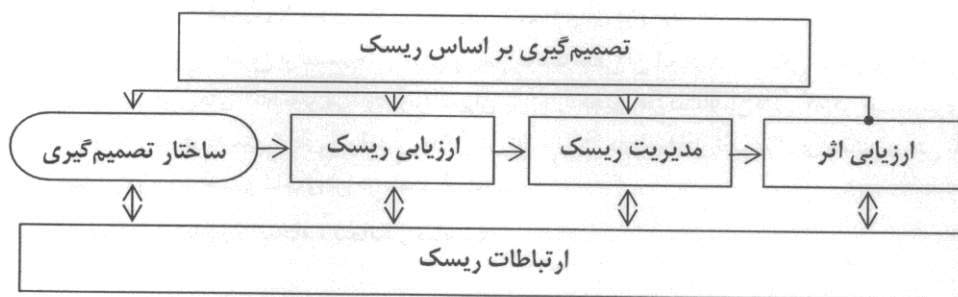
### ۲-۱- تصمیم‌گیری بر اساس ریسک

تصمیم‌گیری بر اساس ریسک [4] روشی است که به تصمیم‌گیرنده‌ها کمک می‌کند با داده‌ها و اطلاعاتی که با عدم قطعیت همراه هستند و یا اطلاعات درباره آنها برای تصمیم‌گیری کفایت نمی‌کند، مناسب‌ترین گزینه را انتخاب نماید. این متدولوژی سئوالات زیر را می‌پرسد و از پاسخ آنها در فرآیند تصمیم‌گیری استفاده می‌کند.

- چه مواردی می‌تواند اشتباه رخ دهد؟
- با چه احتمالی مسائل می‌تواند رخ دهد؟
- آیا ریسک مسئله قابلیت پذیرش دارد؟
- چه کارهایی برای درک ریسک باید انجام داد؟

در واقع باید گفت که RBDM به فرآیند تصمیم‌گیری، ملاحظات سیستماتیکی برای درک ریسک‌های مختلفی که برای ذینفعان می‌تواند مهم باشد، اضافه می‌کند.

RBDM از پنج قسمت اصلی تشکیل شده است که در شکل ۱-۱ می‌توان ملاحظه نمود:



شکل ۱- فرآیند RBDM

در دهه‌ی اخیر مطالعات زیادی درباره روش‌های تصمیم‌گیری بر اساس ریسک منتشر شده و گسترش یافته است مهم‌ترین این عبارتند از:

۱- تصمیم‌گیری بر اساس سود و زیان<sup>۶</sup> مورد انتظار که برای رسیدن به بیشترین سود مورد انتظار و کمترین زیان به عنوان بهترین شناخته می‌شود [5].

۲- نمودار / درخت تصمیم‌گیری<sup>۷</sup> که فرآیند تصمیم‌گیری را روی نمودار به صورت ساده و قابل فهم نشان می‌دهد و از این طریق کار تصمیم‌گیری بسیار ساده‌تر صورت می‌پذیرد. از لحاظ معیار تصمیم‌گیری بسیار شبیه شماره ۱ است [6].

<sup>4</sup> Objective

<sup>5</sup> Subjective

<sup>6</sup> Expected profit and loss value decision method



- ۳- روش تصمیم گیری ماتریسی<sup>۸</sup> که تعمیمی از روش شماره ۱ است ولی برای حل مسائل پیچیده تر بسیار کاربرد دارد [7].
- ۴- روش تصمیم گیری حاشیه ای<sup>۹</sup> که در آن طرح با بیشترین حاشیه سود و کمترین حاشیه زیان به عنوان بهترین شناخته می شود [8].
- ۵- روش تصمیم گیری بایسین<sup>۱۰</sup> که در این روش بعضی از اطلاعات با استفاده از تجربیات، بررسی ها و آنالیزهای اماری سرعتر جمع اوری می شوند و سپس اطلاعات بعدی بر اساس قوانین بایسین محاسبه می شوند و به تصمیم گیرندگان کمک می کنند [9].
- ۶- روش تصمیم گیری مارکو<sup>۱۱</sup> که در این روش با پیش بینی مقدار احتمال بر اساس حالات واقعی به تصمیم گیرنده کمک می کند. در این روش ابزار اصلی پیش بینی، ماتریس احتمالات است [10].
- همانگونه که از ویژگی های مدلها می توان دریافت ساده ترین و قابل درک ترین روش، روش درخت تصمیم گیری است. همچنین با توجه به رویه انتخابی برای مبنا قرار دادن ریسک تاخیر به نظر می رسد که روش درخت تصمیم گیری بهترین روش برای کار این پژوهش است لذا در ادامه به تشریح روش درخت تصمیم گیری می پردازیم.

### ۲-۲- روش درخت تصمیم گیری [11]

- درخت تصمیم گیری روشی است برای تصمیم گیری با هدف انتخاب گزینه ای مناسب است و بخصوص برای تصمیم هایی که با هزینه ها و ریسک های بالایی درگیرند، مناسب است. درخت تصمیم گیری از روشی گرافیکی برای مقایسه و رقابت گزینه های نهایی و همچنین تخصیص مقدار کمی به گزینه ها با در نظر گرفتن عدم قطعیت ها، هزینه ها، و پرداخت نهایی استفاده می کند. مزایای بکارگیری روش درخت تصمیم گیری بر سایر روش های تحلیل گزینه های نهایی عبارت است از:
- قابلیت نمایش گرافیکی: باعث سادگی فهم عملیات تصمیم گیری و وابستگی خروجی ها می شود.
  - کارایی بالا: به راحتی می توان گزینه های پیچیده را بیان کرد و به راحتی می توان درخت را با اطلاعات جدید به روز کرد.
  - واضح بودن: به راحتی می توان رقابت بین گزینه ها را حتی بدون داشتن اطلاعات کامل در هنگام کارهای همراه با ریسک و مقدارهای محتمل مقایسه کرد.
  - توانایی مکمل بودن: این روش را می توان به عنوان مکمل سایر روش های مدیریتی بکار برد.
- درخت تصمیم گیری را می توان با شروع از تصمیم های اصلی و رسم عواقب اصلی آن ایجاد کرد. سادگی نمودارهای تحلیلی گاهی اوقات منجر به تصمیم گیری های آگاهانه تر می شود، زیرا مدیران پروژه را مجبور می کند، المان هایی که در تصمیم گیری دخیل اند را لحاظ کنند. از آنجا که هر تصمیم گره ای و واقعه ای حداقل دو گزینه نهایی دارد، ساختار تصمیم گیری همانند درختی به نظر می رسد که ریشه هایش در سمت چپ و شاخه ی آن در سمت راست است.

### ۳- روش پیشنهادی ارزیابی و انتخاب پیمانکار مناسب

همانگونه که ذکر شد بنا است روشی چند مرحله ای به شرح زیر برای ارزیابی و انتخاب پیمانکار معرفی گردد:

روش پیشنهادی شامل سه مرحله است:

- در مرحله اول ابتدا پیمانکاران ممکن با ارزیابی سریع مشخص می شوند. معیارهای ارزیابی سریع معیارهایی هستند که توانایی و یا عدم توانایی انجام پروژه را تعیین می کنند، همچنین معیارهایی مثل ظرفیت کار در دست انجام که نشان دهنده اجازه واگذاری کار طبق قوانین است از این دست هستند.

<sup>7</sup> Decision diagram/tree method

<sup>8</sup> Matrix decision method

<sup>9</sup> Marginal decision method

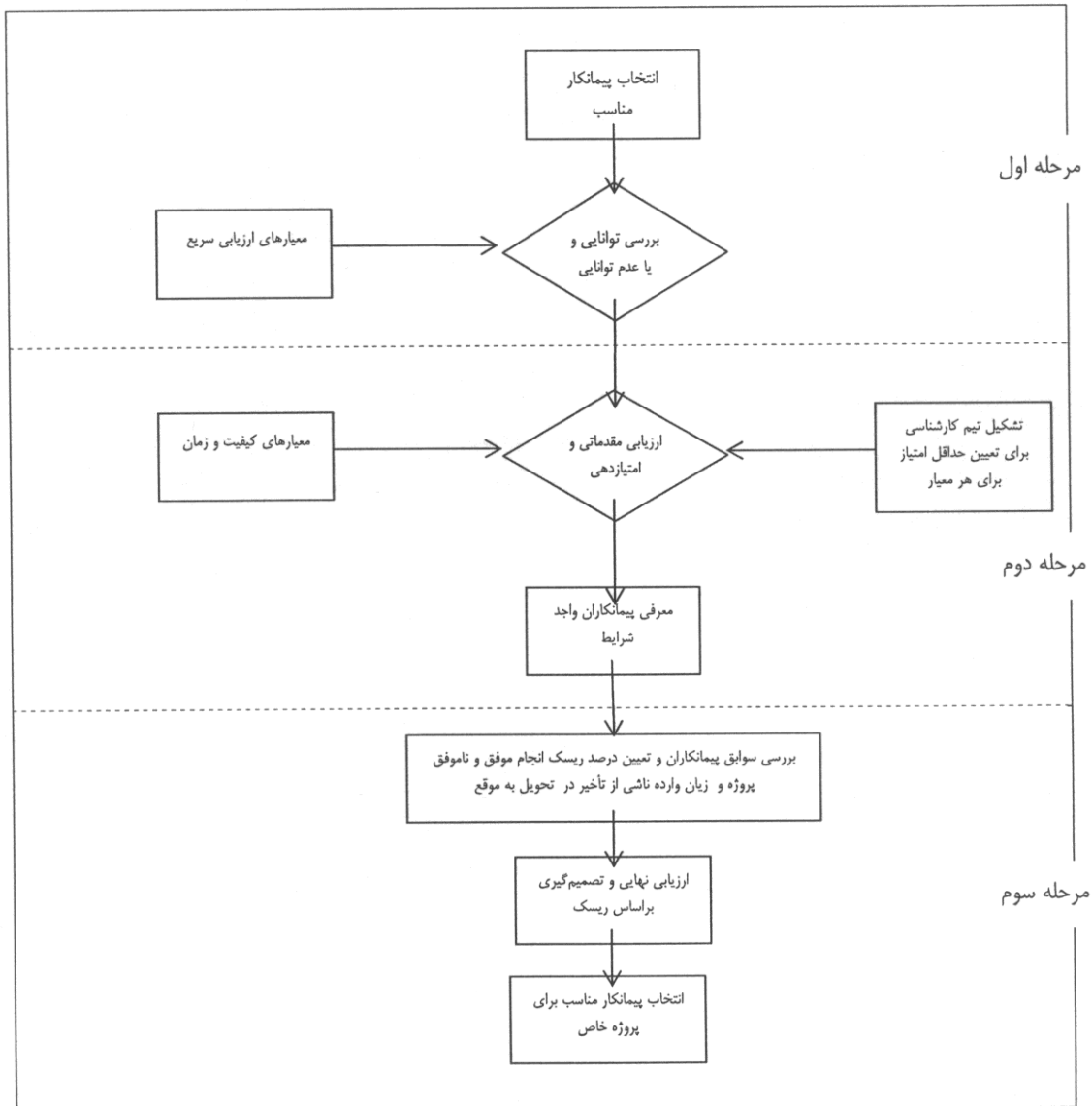
<sup>10</sup> Bayesian decision method

<sup>11</sup> Markov decision method



مرحله دوم به صورت زیر انجام خواهد شد.

- ۱- از نتایج تحقیق مرتب و همکاران معیارهای ارزیابی تعیین می‌گردد.
  - ۲- تیمی متخصص از کارشناسان خبره و آشنا به موضوع پروژه‌ای که قصد واگذاری آن را دادیم، تشکیل می‌شود.
  - ۳- معیارهای پیشنهادی ارزیابی، بازبینی شده و معیارهای خاص منطبق با نوع پروژه تعیین می‌گردد.
  - ۴- برای معیارهای ارزیابی حداکثر امتیاز در نظر گرفته می‌شود به گونه‌ای که مجموع امتیازهای معیارهای ارزیابی ۱۰۰ شود.  
(در این بخش می‌توان از امتیاز پیشنهادی پژوهش مرتب و همکاران بهره برد.)
  - ۵- حداقل امتیاز لازم برای هر معیار و نهایتاً حداقل امتیاز لازم برای مجموع معیارها تعیین می‌شود.
  - ۶- اسناد مناقصه تهیه شده و برای پیمانکارانی که از مرحله اول عبور کرده‌اند، فرستاده می‌شود تا مدارک لازم را برای ارزیابی و امتیازدهی ارسال نمایند. (پیشنهاد می‌شود برای ارزیابی هر معیار، زیر معیار و شاخص از فرم‌های استاندارد تهیه شده توسط مرتب و همکاران استفاده شود.)
  - ۷- تیم کارشناسی با بررسی مدارک، امتیاز پیمانکاران را تعیین می‌کند و از پیمانکارانی که امتیازشان از حداقل تعیین شده در گام ۵ بیشتر است (پیمانکاران واجد شرایط) خواسته می‌شود تا پیشنهاد قیمت دهند.
- مرحله سوم قیمت پیشنهادی با استفاده از سوابق پیمانکاران، ریسک تاخیر و احتمال افزایش هزینه با روشی مبتنی بر ریسک تراز شده، احتمال تاخیر و افزایش هزینه یعنی زمان و هزینه‌ی واقعی انجام پروژه برآورد می‌شود و نهایتاً مناسب‌ترین پیمانکار انتخاب می‌گردد.



شکل ۲- روش پیشنهادی انتخاب مناسب‌ترین پیمانکار

### ۳-۱- روش ارزیابی مقدماتی

به دلیل هماهنگی پژوهش حاضر با تحقیق مرتب و همکاران، برای ارزیابی مقدماتی از روش پیشنهادی آنها و فرم‌های استاندارد تهیه شده، استفاده می‌شود.

### ۳-۲- روش ارزیابی نهایی

برای این مرحله سه مورد زیر تهیه می‌گردد.

- تعیین درصد ریسک تاخیر پیمانکاران واجد شرایط با شناسایی ریسک‌های پروژه با استفاده از سوابق پیمانکاران
- بکارگیری روش درخت تصمیم‌گیری



• تراز کردن قیمت‌ها با روش مبتنی بر ریسک و تعیین برنده مناقصه

با بررسی سوابق پیمانکاران در پروژه‌های قبلی و تعمیم آنها احتمال تاخیر در پروژه تعیین می‌گردد، همچنین با استفاده از هزینه‌های ناشی از تاخیر همچون هزینه دیر رسیدن به بهره‌برداری یا سود از دست رفته، هزینه ناشی از گران شدن منابع مصرفی، افزایش هزینه منابع کاری، هزینه تمدید مجوزها و پیمان‌نامه‌ها، هزینه بهره سرمایه صرف شده و ... هزینه‌ی اضافی تحمیل شده به پروژه بابت هر ماه تاخیر در پروژه تعیین می‌گردد به گونه‌ای که بتوان برای هر پیمانکار واجد شرایط هزینه‌ی و زمان تراز شده محتمل را تعیین نمود.

۴- پیاده سازی روش معرفی شده و مطالعه موردی

برای اعتبار سنجی روش معرفی شده در این پژوهش روش پیشنهادی روی مناقصه‌ای که برای واگذاری پروژه سد مخزنی برگزار شده است، پیاده و نتایج بررسی و مقایسه می‌گردد. در انتخاب طرح برای مطالعه موردی تلاش شد که طرح انتخابی با هدف این پژوهش متناسب باشد به همین دلیل طرح احداث سد انتخاب گردید که نقش انکارناپذیری در اقتصاد ملی ایفا می‌کند و به لحاظ پیچیدگی‌های فنی، ساختمانی و آثار زیست محیطی از اهمیت ویژه برخوردار و احداث آن مستلزم سرمایه‌گذاری هنگفتی است. با توجه به اینکه روش پیشنهادی محقق روشی چند مرحله‌ای است و قیمت‌ها نیز تراز می‌شوند، پروژه انتخاب شده از نظر نوع برگزاری مناقصه، دو مرحله‌ای است و قیمت‌های پیشنهادی با فرمول ارائه شده در قانون برگزاری مناقصات تراز شده‌اند.

۴-۱- مشخصات طرح

۴-۱-۱- موضوع مناقصه: احداث سد مخزنی

۴-۱-۲- شرح مختصری از مشخصات و مقادیر کار: احداث سد مخزنی با هسته رسی

۴-۱-۳- مبلغ برآورد کار: حدود ۸۰۰ میلیارد ریال

۴-۱-۴- مدت اجرای کار: مدت انجام عملیات اجرایی بدنه و تاسیسات جانبی سد، تجهیزات هیدرومکانیک، ابزار دقیق و راه

جایگزین مدت ۷۲ ماه

۴-۱-۵- مشخصات مناقصه: شرایط برگزاری مناقصه بر اساس قانون برگزاری مناقصات، آیین‌نامه‌ها و مقررات مربوطه بوده و

از نظر مراحل بررسی از نوع دو مرحله‌ای می‌باشد.

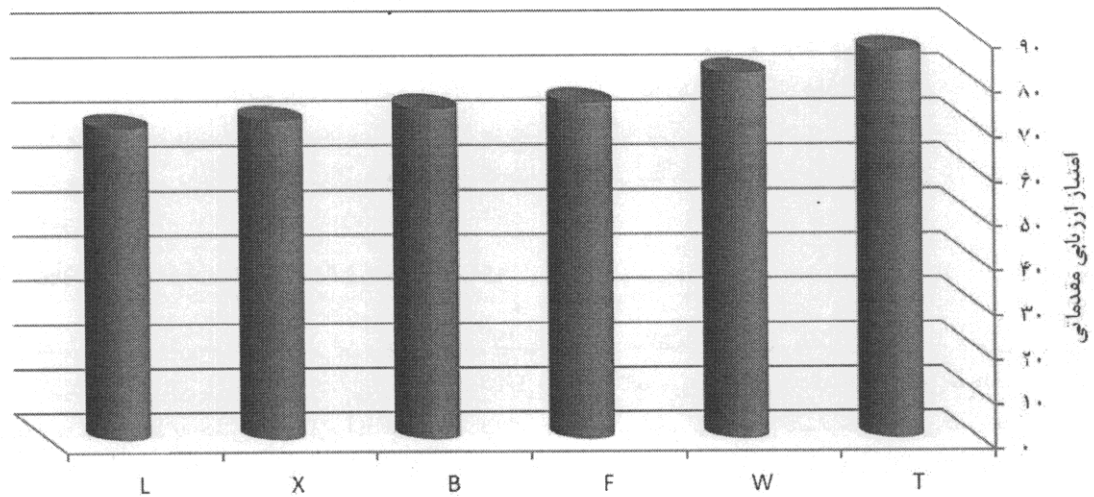
۴-۲- نتیجه‌ی ارزیابی مقدماتی و نهایی پیمانکاران با روند فعلی

پيرو انتشار آگهی فراخوان عمومی، ۳۳ پیمانکار در موعد مقرر اسناد ارزیابی را از گروه مهندس مشاور مسئول برگزاری مناقصه دریافت نموده و ۲۴ مناقصه‌گر اسناد و مدارک تکمیل شده را تحویل داده‌اند و وارد ارزیابی کیفی شده‌اند، در این بخش به دلیل رعایت اخلاق حرفه‌ای پیمانکاران با حروف A, B, C, ... نام‌گذاری می‌شوند. تیم برگزاری مناقصه پس از بررسی اسناد و مدارک پیمانکاران در معیارها مربوطه، ۷ پیمانکار B, F, L, S, T, W, X دعوت به مناقصه کرده است. پیمانکار S انصراف داده و در نهایت امتیاز ارزیابی مقدماتی به شرح جدول - ۱ بوده است:

جدول ۱- امتیاز ارزیابی مقدماتی پیمانکاران واجد شرایط شرکت‌کننده در مناقصه پروژه احداث سد مخزنی

ردیف	پیمانکار	امتیاز ارزیابی	قبول / غیرقابل قبول
۱	T	۸۶.۹	قبول
۲	W	۸۲.۱	قبول
۳	F	۷۵.۶	قبول
۴	B	۷۴.۳	قبول
۵	X	۷۱.۸	قبول
۶	L	۷۰.۱	قبول





شکل ۲- امتیاز ارزیابی مقدماتی پیمانکاران واجد شرایط شرکت کننده در مناقصه پروژه احداث سد مخزنی پس از بازگشایی پاکت ج پیشنهاد کلیه مناقصه‌گران واجد شرایط از لحاظ شکلی تایید گردیده و نتیجه تراز کردن قیمت‌های پیشنهادی به شرح جدول ۲- و با استفاده از فرمول آیین نامه مناقصات به شرح زیر می‌باشد.

قیمت پیشنهادی مناقصه‌گران براساس رابطه زیر تراز شده و ملاک عمل قرار خواهد گرفته است. روش ارزیابی مالی به شرح ذیل می‌باشد:

L = قیمت تراز شده

C = قیمت پیشنهادی (درج شده در پاکت قیمت)

i = ضریب تاثیر (در این مناقصه ۰/۳)

t = امتیاز فنی - بازرگانی

$$L = C \times 100 / \{100 - [i \times (100 - t)]\}$$

ضریب تاثیر امتیاز فنی، در معادله فوق عدد ثابتی است که بر اساس پیچیدگی فنی کار توسط مناقصه گزار تعیین و در مورد همه مناقصه‌گران به طور یکسان اعمال می‌گردد.

جدول ۲- نتایج بازگشایی پاکت قیمت و تعیین برنده مناقصه (اعداد به ریال)

پیمانکار	مبلغ پیشنهادی	امتیاز فنی بازرگانی	ضریب پیشنهادی	قیمت تراز شده
T	۹۱۳۷۲۸۹۳۳۰۰۰	۸۶.۹	۱.۱۴۲۸	۹۵۱۱۰۷۴۵۶۰۲۲
W	۹۱۱۲۷۳۹۳۶۸۰۶	۸۲.۱	۱.۱۳۹۷	۹۶۳۹۸۶۳۰۱۱۷۹
F	۸۷۷۵۹۱۹۵۷۸۰۵	۷۵.۶	۱.۰۹۷۶	۹۴۶۹۰۵۴۳۵۶۹۸
B	۹۱۹۴۹۸۷۵۰۴۲۵	۷۴.۳	۱.۱۵	۹۹۶۳۱۴۸۱۰۲۷۰
X	۹۳۴۹۱۱۵۷۷۳۲۱	۷۱.۸	۱.۱۶۹۳	۱۰۲۱۴۱۴۸۱۰۲۷۰
L	۹۹۴۷۴۸۹۶۶۰۶۱	۷۰.۱	۱.۰۹۸۵۳	۱۰۹۳۷۷۰۵۱۰۸۸۸

۳-۴- برنده مناقصه

بر اساس قانون برگزاری مناقصات قیمت تراز شده کمتر یعنی پیمانکار F برنده مناقصه است.

۴-۴- آسیب‌شناسی فرمول ترازسازی قیمت آیین نامه مناقصات



در این بخش ناکارآمد بودن فرمول آیین نامه مناقصات به وضوح مشخص است. زیرا اگر فرض کنیم قیمت‌ها تراز نشده باشند، پیمانکار F به دلیل پیشنهاد قیمت کمتر برنده مناقصه می‌باشد و پس از تراز کردن قیمت‌ها، باز هم قیمت پیشنهادی تراز شده‌ی پیمانکار F کمترین قیمت می‌باشد. به نظر محقق وابستگی شدید فرمول آیین نامه مناقصات به امتیاز فنی بازرگانی و محدوده کم تغییرات در این عامل باعث شده است که فرمول پیشنهادی آیین نامه کارکردگرا و موثر نباشد. از آنجا که اگر فرمول آیین نامه را  $L = C \times \alpha$  در نظر بگیریم و با در نظر گرفتن ۷۰ امتیاز به عنوان حداقل امتیاز، تغییرات  $\alpha$  بین ۱/۰۴ تا ۱/۱ است، این به این معناست که در پروژه ۱۰۰۰ میلیون تومانی فقط ۶۰ میلیون تومان تاثیر در قیمت خواهد گذاشت.

#### ۴-۵- پیاده سازی روش معرفی شده روی مناقصه احداث سد مخزنی

با توجه به وجود مشکلات در دسترسی به اطلاعات پیمانکاران فرض بر این گرفته می‌شود که نتایج ارزیابی سریع باعث شده است و از ۲۴ پیمانکار اولیه درگام اول، شش پیمانکار واجد شرایط فوق عبور نموده‌اند لذا درگام ۲ یعنی تعیین امتیاز ارزیابی مقدماتی، فقط امتیاز این پیمانکاران محاسبه خواهد شد.

گام‌های زیر باید به ترتیب انجام شد.

- ۱- تعیین معیارهای ارزیابی، اولویت و امتیاز آنها
- ۲- تعیین امتیاز پیمانکاران و معرفی پیمانکاران واجد شرایط
- ۳- تعیین درصد ریسک تاخیر پیمانکاران واجد شرایط با شناسایی ریسک‌های پروژه
- ۴- بکارگیری روش درخت تصمیم‌گیری
- ۵- تراز کردن قیمت‌ها با روش معرفی شده و تعیین برنده مناقصه

#### ۴-۵-۱- تعیین معیارهای ارزیابی، اولویت و امتیاز آنها

معیارهای ارزیابی با تکیه بر نتایج مقاله مرتهب و همکاران به صورت زیر بکار گرفته شد. سپس با کمک تیم برگزاری مناقصه سد مخزنی تغییراتی در تعدادی از معیارها و امتیاز آنها ایجاد شد که بیشتر ناشی از عدم دستیابی به اطلاعات مورد تایید بود و اینکه اصولاً در سوابق قبلی اصلاً معیار ۶ مورد ارزیابی قرار نگرفته بودند. و همچنین در بعضی از زیر معیارها که قابل تعمیم دادن بودند، از درون یابی استفاده شد.



جدول ۳- معیارها و زیر معیارهای ارزیابی به همراه اولویت، اهمیت و امتیاز

امتیاز پیشنهادی از ۱۰۰	شاخص‌های زیر معیار ارزیابی به ترتیب اهمیت و اولویت	امتیاز پیشنهادی از ۱۰۰	زیر معیار ارزیابی به ترتیب اهمیت و اولویت	امتیاز پیشنهادی از ۱۰۰	امتیاز اصلی ارزشیابی به ترتیب اهمیت و اولویت
۳۵	۱-۱- ظرفیت ماشین آلات قابل تخصیص به پروژه	-	-	۱۵	۱- ظرفیت کاری
۳۴	۲-۱- ظرفیت نیروی انسانی قابل تخصیص به پروژه				
۳۱	۳-۱- ظرفیت آزاد برای در دست گرفتن پروژه‌های جدید				
۲۷	۱-۲- داشتن مدیران مجرب با بیش از ۱۰ سال سابقه کار مرتبط (ارائه گواهی بیمه و دارایی)	۳۶	۱-۲- مهارت‌های فنی	۱۵	۲- مهارت‌های فنی، داشتن کارکنان کلیدی و آشنایی با قوانین
۲۶	۲-۱-۲- داشتن کارشناسان فنی با بیش از ۵ سال سابقه کار مرتبط (ارائه گواهی بیمه و دارایی)				
۲۵	۳-۱-۲- متوسط سابقه کار پرسنل دفتر فنی پیمانکار				
۲۲	۴-۱-۲- داشتن تکنسین فنی با بیش از ۵ سال سابقه کار مرتبط				
۳۵	۱-۲-۲- سابقه کار کارکنان کلیدی	۳۲	۲-۲- کارکنان کلیدی		
۳۳	۲-۲-۲- صلاحیت و تجربه کارکنان کلیدی				
۳۲	۳-۲-۲- ارتباط تخصص کارکنان با نوع پروژه (گواهی تحصیلی کارکنان)				
۴۵	۱-۳-۲- آشنایی با قوانین و بخشنامه‌های سازمان نظارت و برنامه‌ریزی راهبردی	۳۲	۳-۲- آشنایی با قوانین		
۵۵	۲-۳-۲- آشنایی با قوانین داخلی و خارجی مالی				
۲۶	تعداد و مبلغ کل پروژه‌های انجام شده در ۵ سال گذشته	۵۰	۱-۳- عملکرد در پروژه‌های گذشته	۱۵	۳- عملکرد در پروژه‌های گذشته و تجربه سازمانی
۲۵	۲-۱-۳- متوسط درصد تأخیر کل (میزان تأخیر به زمان پروژه) در پروژه‌های ۵ سال گذشته				
۲۵	۳-۱-۳- ارائه گواهی حسن انجام کار و تشویق				
۲۴	۴-۱-۳- متوسط افزایش مبلغ (نسبت کل مبالغ افزایش هزینه به کل مبالغ پروژه) در پروژه‌های ۵ سال گذشته				
۲۵	۱-۲-۳- عدم سوء پیشینه	۵۰	۲-۳- تجربه سازمانی		
۲۵	۲-۲-۳- ارائه گواهی تجربه کاری مرتبط				
۲۵	۳-۲-۳- ارائه گواهی تعداد پروژه‌های انجام شده مرتبط				
۲۵	۴-۲-۳- مبلغ کل پروژه‌های مشابه				
۳۴	۱-۴- گردش مالی	-	-	۱۵	۴- وضعیت مالی
۳۳	۲-۴- دارایی‌های جاری				
۳۳	۳-۴- میزان اعتبارات				



۳۵	۱-۱-۵- ساختار مدیریت پروژه، مهارت و شایستگی‌های مدیریت پروژه	۱-۵- مهارت مدیریت پروژه	۱۴	۵- مهارت مدیریت پروژه و روش‌ها و راه حل‌های فنی و ابتکاری	
۳۳	۲-۱-۵- بکارگیری تحلیل و مدیریت ریسک در سازمان و روش اجرا	۲-۵- روش‌ها و راه حل‌های فنی و ابتکاری			
۳۲	۳-۱-۵- تعداد مدیران حرفه‌ای PMP				
۲۷	۱-۲-۵- استفاده از مدیریت ارزش و یا سایر تکنیک‌ها در اجرا، برای کاهش زمان و هزینه‌ها				
۲۶	۲-۲-۵- مبلغ صرفه جویی شده از پیشنهادهای مصوب	-	۱۴	۶- حسن شهرت شرکت و ارتباطات	
۲۵	۳-۲-۵- طرح‌ها و راه‌حل‌های پیشنهادی (نشریه ۲۹۰)				
۲۲	۴-۲-۵- متوسط کارگاه‌های آموزشی برگزار شده برای توجیه کارکنان پروژه‌های ۵ سال گذشته				
۱۴	۱-۶- گواهی رضایت مشاور از انجام پروژه‌های ۵ سال گذشته				
۱۴	۲-۶- گواهی رضایت کارفرما از انجام پروژه‌های ۵ سال گذشته	-	۱۴	۶- حسن شهرت شرکت و ارتباطات	
۱۳	۳-۶- مدیریت ذینفعان و مشتری مداری در روابط				
۱۳	۴-۶- مبلغ ادعاهای مطرح شده در پروژه‌های ۵ سال گذشته				
۱۲	۵-۶- ارائه گواهی مشارکت و کارگروهی در پروژه‌های گذشته				
۱۲	۶-۶- گواهی رضایت تامین کنندگان از پیمانکار				
۱۱	۷-۶- گواهی رضایت پیمانکاران دسته دوم از پیمانکار				
۱۱	۸-۶- گواهی رضایت کارکنان از پیمانکار	۱-۷- بهداشت، ایمنی و محیط زیست	۱۲	۷- بهداشت، ایمنی و محیط زیست و کنترل کیفیت	
۲۶	۱-۱-۷- نرخ حوادث و عملکرد ایمنی در پروژه‌های ۵ سال گذشته				
۲۵	۲-۱-۷- گواهی رعایت معیارهای ایمنی				
۲۵	۳-۱-۷- خط مشی محیط زیست، طرح ایمنی، الزامات ایمنی (گواهی و مصوبات مربوطه)				
۲۴	۴-۱-۷- گواهی رعایت معیارهای زیست محیطی				
۲۸	۱-۲-۷- مستندسازی مدارک تضمین کیفیت (مانند نتایج گزارش آزمایشگاه‌ها)				۲-۷- کنترل کیفیت
۲۷	۲-۲-۷- گواهی داشتن خط مشی کنترل کیفیت و مصوبه‌ی مربوطه				
۲۵	۳-۲-۷- ارائه مدارک و گواهی پیاده سازی سیستم کیفیت				
۲۰	۴-۲-۷- گواهی داشتن مشاور حقوقی				

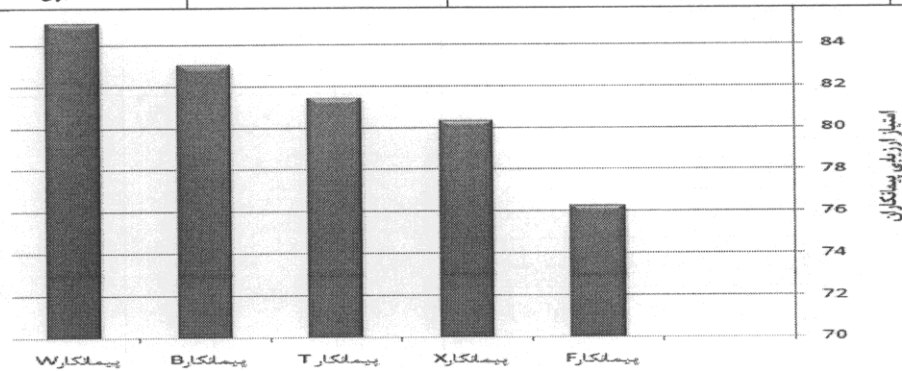
#### ۴-۵-۲- تعیین امتیاز پیمانکاران و معرفی پیمانکاران واجد شرایط

برای امتیازدهی به پیمانکاران درباره معیارهای معرفی شده، با توجه به اینکه از زمان برگزاری مناقصه‌ی مربوطه مدت زیادی نمی‌گذرد، به تیم برگزاری مناقصه مراجعه، از ایشان برای امتیازدهی با توجه به مدارکی که از پیمانکاران دارند، کمک گرفته شد. پس از اینکه نظرات جمع‌آوری گردید با فرمول معرفی شده امتیاز هر پیمانکار محاسبه شد. محاسبات در نرم افزار EXCEL انجام شد و در جدول -۴ نتایج امتیاز پیمانکاران آورده شده است.



#### جدول ۴- امتیاز ارزیابی مقدماتی پیمانکاران واجد شرایط شرکت کننده در مناقصه پروژه احداث سد با روش پیشنهادی

ردیف	پیمانکار	امتیاز ارزیابی	قبول / غیر قابل قبول
۱	F پیمانکار	۷۶.۲۳	قبول
۲	X پیمانکار	۸۰.۳۰	قبول
۳	T پیمانکار	۸۱.۴۱	قبول
۴	B پیمانکار	۸۲.۹۹	قبول
۵	W پیمانکار	۸۵.۰۱	قبول



شکل ۳- امتیاز ارزیابی مقدماتی پیمانکاران واجد شرایط شرکت کننده در مناقصه پروژه احداث سد با روش پیشنهادی

#### ۴-۵-۳- تعیین درصد ریسک تاخیر پیمانکاران واجد شرایط با شناسایی ریسک‌های پروژه

با بررسی سوابق پیمانکاران واجد شرایط و مصاحبه با خبرگان صنعت آب کشور که شناخت خوبی نسبت به پیمانکاران دارند، احتمال تاخیر برای هر یک از پیمانکاران استخراج شد و پی‌آمد هر ماه تاخیر در تحویل پروژه پیش‌بینی شد. به این ترتیب که با توجه به اینکه که هدف از این تحقیق ارزیابی پیمانکاران اجرای پروژه‌های زیر بنایی است و در این نوع پروژه‌ها عموماً نسبت فایده به هزینه زیاد است و تاخیر در بهره برداری به ازای هر ماه مبلغ هنگفتی خسارت به دنبال دارد، نسبت فایده به هزینه‌ای را که در مرحله مطالعات توجیهی بدست آمده است مبنای کار قرار می‌گیرد.

با اطلاعاتی درباره‌ی تاخیر پیمانکاران بر اساس سوابق ایشان بدست آمد، احتمال تاخیر برای هر پیمانکار محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۵- می‌توان دید. همچنین با توجه به هزینه برآورد شده‌ی طرح توسط مشاور محترم (۸۰۰ میلیارد ریال) و B/C طرح که معادل ۱.۰۱ تعیین شده است، و با پیشنهاد خبرگان آشنا به پروژه سایر هزینه‌های احتمالی ناشی از تاخیر را ضریب ۰.۰۵ در نظر گرفته می‌شود و در نتیجه‌ی استفاده از ضریب ۱.۱۵ هزینه هر ماه تاخیر با توجه به فرمول گفته شده در پروژه مبلغ  $12/15 \times 800 = 1200$  میلیارد ریال تعیین شد.

بنابر این با توجه به در اختیار داشتن سه اطلاع قیمت پیشنهادی، زمان و احتمال تاخیر هر پیمانکار و افزایش هزینه ناشی از تاخیر برای طرح، می‌توان عملیات تراز نمودن قیمت پیشنهادی را بر اساس ریسک تاخیر انجام داد.

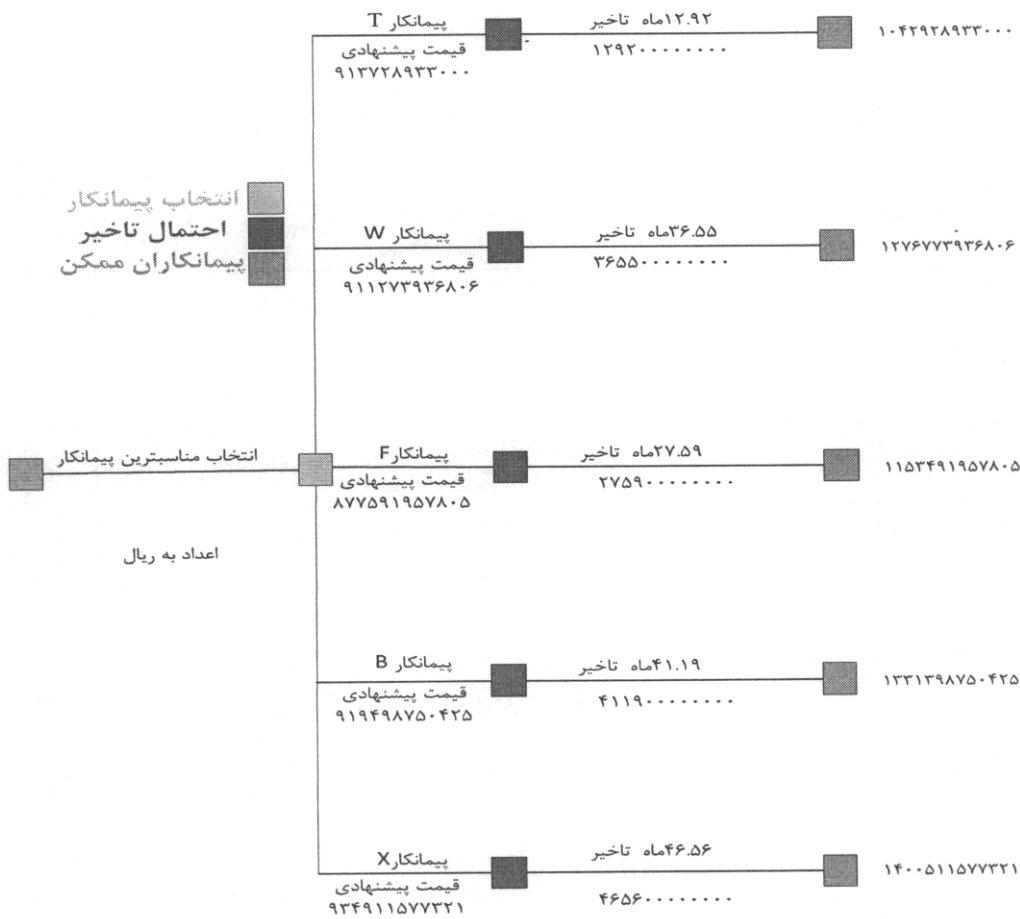


جدول ۵- احتمال تاخیر پیمانکاران واجد شرایط بر اساس سوابق آنها

ردیف	پیمانکار	مبلغ پیشنهادی	احتمال تاخیر
۱	T	۹۱۳۷۲۸۹۳۳۰۰۰	به طور متوسط ۱.۱۷۹ برابر زمان اولیه پروژه- مدت متوسط زمان تاخیر برای پروژه مورد نظر ۱۲.۹۲ ماه
۲	W	۹۱۱۲۷۳۹۳۶۸۰۶	به طور متوسط ۱.۵۰۷ برابر زمان اولیه پروژه- مدت متوسط زمان تاخیر برای پروژه مورد نظر ۳۶.۵۵ ماه
۳	F	۸۷۷۵۹۱۹۵۷۸۰۵	به طور متوسط ۱.۳۸ برابر زمان اولیه پروژه- مدت متوسط زمان تاخیر برای پروژه مورد نظر ۲۷.۵۹ ماه
۴	B	۹۱۹۴۹۸۱۷۵۰۴۲۵	به طور متوسط ۱.۵۷۲ برابر زمان اولیه پروژه- مدت متوسط زمان تاخیر برای پروژه مورد نظر ۴۱.۱۹ ماه
۵	X	۹۳۴۹۱۱۵۷۷۳۲۱	به طور متوسط ۱.۶۴۷ برابر زمان اولیه پروژه- مدت متوسط زمان تاخیر برای پروژه مورد نظر ۴۶.۵۶ ماه

۴-۵-۴- بکارگیری روش درخت تصمیم‌گیری برای تراز کردن قیمت‌ها

مطابق آنچه که ارائه شد، قیمت پیشنهادی پیمانکاران تراز شد. برای سادگی کار محاسبات در نرم افزار اکسل انجام و نتایج به صورت خلاصه شده در جدول - ۶ ارائه می‌گردد.



شکل ۴- درخت تصمیم گیری برای پیمانکاران ممکن

جدول ۶- قیمت تراز شده پیمانکاران واجد شرایط با استفاده از روش درخت تصمیم گیری و ریسک تاخیر

ردیف	پیمانکار	مبلغ پیشنهادی	قیمت تراز شده	افزایش هزینه احتمالی	تأخیر احتمالی
۱	T	۹۱۳۷۲۸۹۳۳۰۰۰	۱۰۴۲۹۲۸۹۳۳۰۰۰	۱۲۹۲۰۰۰۰۰۰۰	۱۳ ماه
۲	W	۹۱۱۲۷۳۹۳۶۸۰۶	۱۲۷۶۷۳۹۳۶۸۰۶	۳۶۵۵۰۰۰۰۰۰۰	۳۷ ماه
۳	F	۸۷۷۵۹۱۹۵۷۸۰۵	۱۱۵۳۴۹۱۹۵۷۸۰۵	۲۷۵۹۰۰۰۰۰۰۰۰	۲۷ ماه
۴	B	۹۱۹۴۹۸۷۵۰۴۲۵	۱۳۳۱۳۹۸۷۵۰۴۲۵	۴۱۱۹۰۰۰۰۰۰۰۰	۴۱ ماه
۵	X	۹۳۴۹۱۱۵۷۷۳۲۱	۱۴۰۰۵۱۱۵۷۷۳۲۱	۴۶۵۶۰۰۰۰۰۰۰۰	۴۷ ماه

بنابر این پیمانکار T برنده مناقصه اعلام می شود.

#### ۴-۵-۵- راستی آزمایی نتیجه پیاده سازی روش معرفی شده

برای تعیین میزان اعتبار نتیجه مدل معرفی شده از ابزار مصاحبه با کارشناسان خبره آشنا با پیمانکاران واجد شرایط استفاده شد. بیش از ۸۰ درصد کارشناسان پیمانکار T را برای انجام موضوع پیمان، مناسبترین انتخاب دانستند.



## ۵- نتیجه‌گیری

همانطور که مشاهده می‌شود پیمانکار انتخابی با روش پیشنهادی با پیمانکار انتخابی با روش آیین‌نامه مناقصات متفاوت بوده و با اینکه در روش آیین‌نامه مناقصات قیمت‌ها تراز شده‌اند اما باز هم کمترین قیمت پیشنهادی برنده مناقصه است ولی با در نظر گرفتن سوابق پیمانکاران واجد شرایط روش پیشنهادی، پیش‌بینی می‌کند پروژه در بهترین حالت با ۱۳ ماه تأخیر روبرو است و با مبلغ ۱۰۴۲۹۲۸۹۳۳۰۰۰ ریال تمام خواهد شد و این نشان‌دهنده اهمیت سوابق پیمانکاران است.

همانگونه که ذکر شد این روش قابلیت پیش‌بینی هزینه نهایی و زمان تأخیر را دارد.

نتایج مطالعه موردی علاوه بر تایید مدل پیشنهادی نشان می‌دهد، پیمانکار منتخب با روش فعلی، پروژه را با حدود ۳۵ درصد افزایش در هزینه و زمان مواجه خواهد کرد در صورتی که پیمانکار منتخب با روش معرفی شده، ۱۵ درصد افزایش هزینه و زمان خواهد داشت. این پیش‌بینی‌ها کمک می‌کند علاوه بر انتخاب مناسبترین پیمانکار با کمترین احتمال افزایش در زمان و هزینه، صاحبان پروژه با برگزاری کارگاه‌های ریسک و ارزش علل تأخیر را یافته و برای مقابله با آن برنامه مواجهه با ریسک تأخیر تهیه نمایند.

## ۶- مراجع

- [1] M. Sonmez, J.B. Yang, G.D. Holt "Addressing the contractor selection problem using an evidential reasoning approach" Eng Construct Architect Manage, 8 (3) (2001), pp. 198-210
- [2] K.C. Lam, S.T. Ng, T. Hu, R.M. Skitmore, S.O. Cheung "Decision support system for contractor pre-qualification-artificial neural network model" Eng Construct Architect Manage, 7 (3) (2000), pp. 251-266
- [3] Shen et al., 2001 L.Y. Shen, G.W.C. Wu, C.S.K. Ng "Risk assessment for construction joint ventures in China" Journal of Construction Engineering and Management, 127 (1) (2001), pp. 76-81
- [4] Risk Based Decision Making (RBDM) guidelines (2th Edition) <http://www.uscg.mal/hq/g-m/risk>
- [5] Jiayuan Wang, Hong ping Yuan "Factors affecting contractors' risk attitudes in construction projects: Case study from China" International Journal of Project Management Volume 29, Issue 2, February 2011, Pages 209-219
- [6] David T. Hullett, Decision Trees offer a realistic approach to risk analysis, PM Network, May 2006, Pages 34-39
- [7] Ze-shui XU, "Approaches to Multiple Attribute Decision Making with Intuitionistic Fuzzy Preference Information", Systems Engineering - Theory & Practice, Volume 27, Issue 11, November 2007, Pages 62-71
- [8] M.D. Cai, "Managerial Decision Analysis" South China University of Technology Press, Guangzhou (1992)
- [9] Xiaomo Jiang, Sankaran Mahadevan, "Bayesian risk-based decision method for model validation under uncertainty" Reliability Engineering & System Safety Volume 92, Issue 6, June 2007, Pages 707-718
- [10] Chelsea C. White III, Douglas J. White "Markov decision processes", European Journal of Operational Research Volume 39, Issue 1, 6 March 1989, Pages 1-16
- [11] David T. Hullett, Decision Trees offer a realistic approach to risk analysis, PM Network, May 2006, Pages 34-39