

بهبودسازی اجرای پروژه‌های راهسازی به طریق B.O.T و با بکارگیری مدیریت ریسک (مطالعه موردی آزاد راه سمنان - شاهرود)

نویسنده اول: علی کریمی، کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مدیریت ساخت

نویسنده دوم: توحید پور رستم، دکتری مهندسی عمران - مدیریت ساخت

چکیده

مدیریت ریسک در پروژه‌های BOT از اهمیت خاصی برخوردار بوده و غفلت از آن سرنوشت پروژه را به شدت به مخاطره خواهد انداخت. اصولاً مدیریت این پروژه‌ها بدون مدیریت ریسک پروژه امری کاملاً غیرمعقول است. به منظور مدیریت ریسک روال بر این است که این ریسک‌ها با توجه به توانمندی‌های طرفین بین آنها تقسیم می‌شود. به گونه‌ای که ریسک‌های سیاسی و قانونی بر عهده دولت و ریسک‌های تجاری و مالی و اقتصادی بر عهده شرکت پروژه قرار داده می‌شود. جامعه آماری این تحقیق به ۵ طبقه با ویژگی‌های متفاوت تقسیم می‌شود که عبارت اند از: کارفرمایان، مجموعه‌های مهندسی مشاور، شرکت‌های پیمانکاری، سرمایه‌گذاران و مجریان پروژه‌های آزادراهی. در پژوهش حاضر ضمن معرفی روش BOT و فرایند مدیریت ریسک، به پیاده‌سازی و به کارگیری این فرایند در شرایط عدم قطعیت و در آزادراه سمنان شاهرود پرداخته شد. به این ترتیب که با توجه به گام‌های اصلی فرایند مدیریت ریسک و با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و تلفیق آن با پیمایش میدانی، ریسک‌های پروژه‌های راه‌سازی شناسایی شده‌اند. سپس ریسک‌های شناسایی شده به صورت کیفی و با استفاده از جمع‌آوری آرای خبرگان (۱۱ نفر) تحلیل و ارزیابی شده و اولویت بندی شده‌اند. نتایج نشان داد که ریسک‌های تاخیر در آماده‌سازی پروژه (برنامه ریزی و هماهنگی)، هزینه‌های تامین مالی و نوسان نرخ ارز به ترتیب بیشترین اهمیت را دارند. همچنین ریسک محدودیت‌ها و آسیب‌های زیست محیطی، حمایت سیاسی (تغییر در اولویت‌ها و سیاست‌های دولت)، قطع پرداخت‌ها توسط دولت کمترین اهمیت را در بین ریسک‌های پروژه آزادراه سمنان شاهرود دارند.

کلمات کلیدی: اعداد فازی، پروژه BOT، عدم قطعیت، مدیریت ریسک

۱. مقدمه

پروژه های راهسازی به خصوص آن هایی که به روش BOT^۱ اجرا می شوند با حجم بسیار بالایی از منابع اعم از انسانی، مالی و ماشین آلات مواجه هستند و به دلیل دوره بلندمدت حیات پروژه در این نوع پروژه ها (حداقل ۳۰ سال زمان ساخت و بهره برداری از پروژه توسط سرمایه گذاران و بخش خصوصی) نیازمند ملاحظات بسیار زیاد و برنامه ریزی و مدیریت دقیق، صحیح و اصولی هستند. تداوم رشد اقتصادی ایران، مانند دیگر کشورهای در حال توسعه، نیازمند ایجاد توسعه تاسیسات زیربنایی کشور است. به همین دلیل در چهار برنامه توسعه اقتصادی کشور، سرمایه گذاری زیادی بر روی زیربناها انجام گرفته است. ولی در این راه گلوگاه هایی مانع ساخت و گسترش این تسهیلات می شود. هزینه های بسیار زیاد و مدت زمان اجرای پروژه های راهسازی به عنوان یکی از زیربناها از یک سو و میزان منابع سرمایه گذاری دولتی از سوی دیگر بیانگر این واقعیت است که دستیابی به اهداف مورد نظر با اتکا به این منابع امکان پذیر نخواهد بود. دولت ها از جمله ایران برای رفع این مشکلات به بخش خصوصی روی آورده اند و آنها را برای حضور در پروژه های زیربنایی که قبلاً در انحصار دولت بوده است، دعوت کرده اند. از همین رو در سال های اخیر ضمن درک این واقعیت که منابع دولتی جوابگوی نیازهای کشور نیستند، جهت دستیابی به توسعه پایدار اقتصادی از بخش خصوصی در توسعه طرح های زیربنایی استفاده شده است و سیاست خصوصی سازی و کاهش حجم دولت به عنوان یکی از سیاست های اصلی اقتصادی مورد توجه قرار گرفته است، به طوری که با ابلاغ سیاست های اصل ۴۴ قانون اساسی و تعیین حدود فعالیت های اقتصادی توسط دولت ضرورت خصوصی سازی آشکار شده و فرآیند آن در کشور جدی شده است.

یکی از متداول ترین و موفقیت آمیزترین روش های مشارکت بخش دولتی و خصوصی در پروژه های زیربنایی، روش BOT است [8]. با اجرای پروژه به روش BOT، دولت بخش عظیمی از ریسک های مربوط به پروژه را به بخش خصوصی منتقل کرده، خود را از بار سنگین مدیریت و هماهنگی های لازم رها می کند و می تواند توسعه تاسیسات زیربنایی خود را بدون اتکا به بودجه عمومی و یا تحمیل فشار و وام های خارجی دنبال کند. با این روش سرمایه های بخش خصوصی جذب شده که در صورت موفقیت، می تواند موجب تشویق سرمایه گذاران خارجی برای حضور در بازار محلی گردد. در حین اجرای پروژه به بهترین نحو انتقال تکنولوژی صورت می گیرد، مهمتر آنکه مدیریت بخش خصوصی بر پروژه های عمومی، موجب رشد کیفیت مدیریت و بهره وری پروژه می گردد [8].

شناسایی ریسک های پروژه های BOT موضوع مطالعات زیادی بوده است. به علت اهمیت مدیریت ریسک در پروژه های BOT، محققان مختلفی به مطالعه این ریسک ها پرداخته و مدل هایی برای تشخیص ریسک های این سیستم و نحوه طبقه بندی آن ها ارائه کرده اند.

منیرعباسی، نصیرزاده و امام جمعه زاده (۱۳۸۴) در پژوهش خود ابتدا ریسک های اصلی را که سرمایه گذاران و وام دهندگان در پروژه های BOT با آن روبرو هستند خصوصاً در کشورهای در حال توسعه، مانند ایران را تعیین کرده اند و سپس بعضی روش هایی را که سرمایه گذاران و وام دهندگان به وسیله آن سعی در کاهش این ریسک ها دارند شرح می دهند. بر این اساس بخش خصوصی معمولاً تمایل دارد ریسک هایی را که فکر می کند بیشترین کنترل را روی آن دارد بپذیرد و در مقابل برای ریسک هایی که به نظر می رسد کنترل کمتری بر روی آن دارد به دنبال حمایت های دولت می باشد [4]. حسینعلی پور و زمانیان (۱۳۸۷) معتقدند که در پروژه های نیروگاهی که در آن ها از قرارداد های BOT

¹ Build Operation Transfer

استفاده می شود، مدیریت ریسک در مرحله بهره برداری از دیدگاه شرکت پروژه، وام دهندگان، سهامداران و دیگر سرمایه گذاران از اهمیت خاصی برخوردار است زیرا این مرحله دارای مدت طولانی از چرخه حیات پروژه می باشد که طبعاً با ریسک های متعددی نیز مواجه خواهد شد، لذا برای کاهش اثرات این ریسک ها اجرای فرآیند مدیریت ریسک در مرحله بهره برداری ضروری می باشد. آن ها در این پژوهش با مروری بر فرآیند و تکنیک های مدیریت ریسک در مورد به کارگیری آن در پروژه های BOT نیروگاهی به منظور شناسایی، تجزیه و تحلیل و اولویت بندی ریسک های موجود در مرحله بهره برداری از این گونه پروژه ها بحث می کنند. در این پژوهش برای این منظور و به عنوان نمونه موردی ریسک های مرحله بهره برداری یکی از پروژه های BOT نیروگاهی (نیروگاه ۱۰۰۰ مگاواتی جنوب اصفهان) شناسایی و تجزیه و تحلیل شده است [3].

جبل عاملی، حداد و حاجی آقا بزرگی (۱۳۸۸) در پژوهش خود به ارائه مدلی کاربردی به نام چرخه مدیریت ریسک جامع به منظور ارزیابی ریسک مالی پروژه ها با رویکرد BOT پرداختند. آن ها معتقدند که مدیریت ریسک به منظور پیشینه نمودن نتایج مثبت و کمینه نمودن احتمال وقوع پیامدها و اثرات ناگوار در پروژه به کار می رود. پروژه ها با توجه به شرایط کنونی بازار و تجارت و وجود شرایط عدم قطعیت، در هر لحظه از زمان در معرض بحران قرار دارند. پس می توان گفت مدیریت ریسک شرط لازم برای رسیدن به اهداف پروژه هاست [2].

امیری (۱۳۹۲) در پژوهش خود برای رتبه بندی ریسک فعالیت های پروژه با استفاده از شبکه CPM و روش TOPSIS در حالت فازی استفاده کرده است. در این مقاله برای رتبه بندی فعالیت ها از دو معیار هزینه و زمان استفاده شده است. از آنجا که مدت زمان و هزینه انجام فعالیت ها به صورت قطعی نیست، این دو معیار به صورت فازی در نظر گرفته شده اند. معیار زمان به صورت درجه بحرانی بودن به دست آمده از شبکه CPM فازی در روش لحاظ شده است. از آنجا که در هر پروژه با توجه به اهداف و شرایط آن پروژه میزان اهمیت هزینه و زمان متفاوت است، به این دو معیار وزن اختصاص داده شده و سپس با استفاده از روش TOPSIS فازی فعالیت ها بر اساس ریسک انجام آنها رتبه بندی شدند [1].

توماس (۲۰۰۲)، معتقد است که پروژه های حمل و نقل که به روش BOT انجام می شوند در محیط هند با ۸ ریسک عمده مواجهند. این ریسک ها به ترتیب اولویت و اهمیت عبارت اند از:

۱. ریسک درآمد ترافیک
۲. ریسک تاخیر در مالکیت اراضی و آزادسازی مسیر
۳. ریسک تقاضا و بازار
۴. ریسک تاخیر در خاتمه مذاکرات مالی
۵. ریسک تکمیل پروژه
۶. ریسک افزایش هزینه
۷. ریسک بنگاه های وام دهنده
۸. ریسک سیاسی

وی در مورد ریسک ها بدین گونه توضیح داده است که ریسک زمین در صورتی قابل کاهش است که پس از به دست آوردن همه نیازها و مالکیت ارضی توسط دولت، پروژه شروع شود. گرچه این روش ریسک را از نظر مالی کاهش می دهد اما شروع پروژه با تاخیر قابل ملاحظه ای همراه خواهد بود

ریسک تقاضا از دیگر ریسک های بحرانی در این زمینه است. این ریسک ها معمولا از خوش بینانه نگاه کردن ذینفعان پروژه و برآورد زیاد تقاضای بازار ناشی می شود. بعضی مواقع ریسک تقاضا ناشی از سیاست های دولت است. ریسک های تکمیل، افزایش هزینه و تامین مالی از لحاظ بحرانی بودن در مرحله بعدی قرار دارند. این ریسک ها مستلزم مدیریت بهتر در مرحله پروژه هستند که به طور عمده به تجربه وابسته است. جریمه های مربوط به تکمیل دیرتر از موعد به کاهش این تاخیرات کمک می کند [12].

عسکر و گب اله ریسک های BOT را در چهار گروه اصلی تقسیم کرده اند: ریسک های سیاسی، ریسک های ساخت، ریسک های بهره برداری، ریسک های بازار و درآمد [5]. کمیته EIC ریسک ها را به دو دسته اصلی تقسیم کرده است: ریسک های دوره ساخت و ریسک های دوره بهره برداری [6]. کانک و فنگ (۲۰۰۹) در پژوهش خود به اندازه گیری و شناسایی ریسک در پروژه های BOT پرداختند. برای این منظور از تئوری مطلوبیت چندشاخصه استفاده شده است که به ارزیابی ریسک های شناسایی شده در شرایط عدم قطعیت می پردازد. این مدل نشان می دهد که عدم قطعیت به عنوان یک فاکتور ریسک معرفی می شود که بر خروجی های پروژه تاثیر دارد. در ادامه یک مثال عددی برای تشریح کاربرد مدل پیشنهادی استفاده شده است. نتایج نشان می دهد که دوره بهره برداری و تحویل یک پروژه BOT بستگی به فاکتورهای مختلف ریسکی دارد که عدم قطعیت یکی از آن هاست [9].

فهدال-ازمی (۲۰۱۴) نیز در پژوهش خود به بررسی مدیریت ریسک در پروژه های BOT در کویت پرداختند. در این پژوهش چارچوبی بر مبنای روش تحلیل سلسله مراتبی طراحی شده است که به بررسی و رتبه بندی فاکتورهای موثر بر ریسک پروژه های BOT می پردازد. این چارچوب به دسته بندی ریسک ها نیز پرداخته است [7]. سال بعد سوسنو و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهش خود به بررسی و تحلیل ریسک پروژه های BOT پرداخته اند. در این پژوهش مراحل شناسایی ریسک، سطوح و استراتژی های ریسک در پاسخگویی به ریسک انجام شده اند. و در پایان ریسک های پروژه های BOT رتبه بندی شده اند [11].

با توجه به مطالب فوق الذکر مطالعه وضعیت اجرایی پروژه های راهسازی در کشور حاکی از ظرفیت بالا برای بکارگیری سرمایه گذاری بخش خصوصی و یا اجرای آن ها به روش BOT است. حجم بالای سرمایه گذاری در این پروژه ها و اختصاص بخش قابل توجهی از بودجه در صنعتی حمل و نقل می تواند فاکتورهای اقتصادی نظیر تورم، نرخ برابری با پول خارجی و را تحت تاثیر قرار دهد. در این روش سرمایه پروژه توسط بخش خصوصی تامین می شود و فشاری را به اعتبارات عمومی کشور وارد نخواهد کرد. وام های گرفته شده در این روش چون از طرف دولت تضمین نمی شود، وارد بدهی های کشور نشده و توان اعتباری کشور را کاهش نمی دهد. مدیریت بخش خصوصی در این گونه پروژه ها به علت انگیزه منفعت جویانه آن موجب بهره وری و کارآمدی پروژه می گردد و در تجربیات دیگر کشورها دیده شده است که با الگوگیری مدیریت دولتی از پروژه های BOT، موجب رشد مدیریت در بخش های عمومی نیز شده است. در پایان کنترل استراتژیک دولت بر تاسیسات زیربنایی از بین نمی رود و در پایان دوره امتیاز، تاسیسات به دولت باز می گردد.

حجم بالای سرمایه درگیر در طرح های زیربنایی، زمان نسبتا طولانی اجرای پروژه های راهسازی، مشکلات متعدد مدیریت این پروژه ها از جمله اتمام پروژه ها با هزینه بالاتر از هزینه مصوب و در زمانی طولانی تر، توجه بیشتر مسئولین اجرایی و انجام پژوهش های بنیادین و کاربردی در حوزه مفاهیم مدیریت پروژه و به خصوص مدیریت ریسک پروژه را آشکار می سازد. پیچیدگی خاص و منحصر به فرد پروژه های راهسازی به روش BOT، بیانگر این واقعیت است که عدم

توجه به موضوع مدیریت ریسک پروژه و اجرای پروژه های راهسازی به صورت سنتی، علت بخشی از هزینه های مضاعف و چالش های اجرای پروژه های راهسازی در ایران را به عهده دارد و رویکردهای سنتی مدیریت پروژه نمی تواند پاسخگوی مسائل و مشکلات مدیریتی این گونه پروژه ها باشد.

مدیریت ریسک یک فرایند سیستماتیک از شناسایی، تحلیل و پاسخ به ریسک های پروژه است و در آن احتمال و اثرات وقایع مثبت به حداکثر و اثرات و وقایع منفی به حداقل می رسد [10]. پروژه های راهسازی خصوصا آن هایی که به روش BOT اجرا می شوند، عموما با شرایط ریسک و خطرپذیری در کلیه مراحل مطالعات، طراحی، ساخت و بهره برداری مواجهند که باعث به وجود آمدن مشکلات بسیاری نظیر بالا رفتن هزینه ها، تاخیر در انجام پروژه و اتلاف منابع انسانی، مصالح و تجهیزات و می شود. لذا استفاده از مدیریت ریسک لازم و ضروری است.

اهداف اختصاصی پژوهش حاضر عبارت است از: شناسایی ریسک های پروژه راهسازی آزادراه سمنان شاهرود به روش BOT، بررسی شیوه های تجزیه و تحلیل ریسک های این پروژه و پاسخگویی به آن ها، اولویت بندی ریسک های مهم و ارائه راهکار مناسب به متولیان این کار می باشد. لذا باید به سؤالی زیر مورد بررسی قرار گیرند:

آیا می توان با استفاده از مدیریت ریسک اجرای پروژه های راهسازی به روش BOT را بهسازی نمود؟

مبانی اجرای پروژه ها به روش BOT و محدوده آن به چه صورت است؟

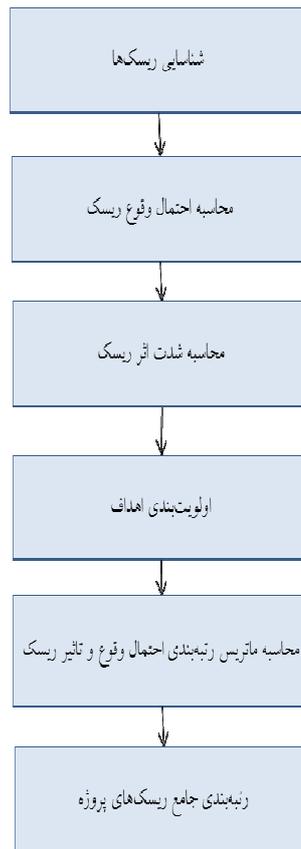
ریسک های پروژه های BOT که در بخش راهسازی اجرا می شود چیست؟

جایگاه و دسته بندی ریسک ها در پروژه های راهسازی BOT چگونه است؟

۲- روش تحقیق

در این پژوهش با توجه به گام های اصلی فرایند مدیریت ریسک که عبارتند از شناسایی ریسک، تجزیه و تحلیل ریسک و پاسخ به ریسک، با استفاده از مطالعات کتابخانه ای و تلفیق آن با پیمایش میدانی ریسک های این نوع پروژه ها شناسایی شده اند. سپس ریسک های شناسایی شده به صورت کیفی و با استفاده از جمع آوری آرای خبرگان (۱۱ نفر) تحلیل و ارزیابی شده و اولویت بندی شده اند. ابزار گردآوری اطلاعات پرسشنامه محقق ساخته میباشد که روایی و پایایی آن مورد بررسی قرار گرفت و تایید شده است. در انتها نیز بر اساس ماهیت و درجه اهمیت ریسک ها پاسخ مناسب برای هر ریسک ارائه شده است.

فرایند انجام پژوهش به طور شماتیک در شکل ۱ نشان داده شده است



شکل ۱- فرایند انجام پژوهش

۳- تحلیل یافته‌ها

مرحله شناسایی ریسک مهمترین مرحله در فرایند مدیریت ریسک است چرا که بدون شناسایی کامل ریسک‌های پروژه و فهم مشخصات ویژه و تعیین منابع ریسک‌های تعریف شده به منظور توصیف بهتر ریسک‌ها، پرداختن به سایر مراحل فرایند مدیریت ریسک امکان پذیر نبوده و نتایج به دست آمده غیرقابل استفاده است. از همه مهمتر هدف اصلی مدیریت ریسک که مواجهه اصولی و برنامه ریزی شده با مخاطرات یک پروژه است امکان پذیر نمی باشد. از آنجا که یکی از ابزارهای مورد قبول اکثر محققین علاوه بر اطلاعات پروژه‌های مشابه، استفاده از چک لیست برای تعریف و شناسایی ریسک‌ها می باشد (رافائل و همکاران، ۲۰۰۵)، برای این که ریسک‌ها متناسب با شرایط محیط ایران بوده و از سازگاری لازم برخوردار باشد و همچنین ریسک‌های عمده دیگری در صورت وجود در شرایط محیطی ایران نادیده گرفته نشده باشد از ابزار چک لیست برای بومی سازی و تکمیل ریسک‌ها استفاده شده است. که نتایج آن در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- شناسایی و کدگذاری ریسک‌های پروژه آزادراه سمنان شاهرود

کد	ریسک	دسته
R1	ریسک حمایت سیاسی (تغییر در اولویت ها و سیاست های دولت)	ریسک های سیاسی
R2	ریسک قطع پرداخت ها توسط دولت	
R3	ریسک تامین تسهیلات زیربنایی (آب، برق، راه های دسترسی و ...)	
R4	ریسک فورس ماژورهای سیاسی (جنگ، اعتصاب، تظاهرات و ...)	
R5	ریسک خرید اجباری سهام شرکت پروژه	
R6	ریسک ملی کردن	
R7	ریسک دخالت دولت در مراحل اجرا و بهره برداری پروژه	
R8	ریسک فساد نظام دولتی مثل رشوه خواری	
R9	ریسک بی ثباتی و ناپایداری دولت میزبان	
R10	ریسک عدم تبدیل ارز (محدودیت انتقال پول به خارج)	ریسک های اقتصادی
R11	ریسک نوسان نرخ ارز	
R12	ریسک افزایش مالیات	
R13	ریسک نرخ تورم	
R14	ریسک محدودیت های صادرات و واردات	
R15	ریسک تغییر عوارض و حقوق گمرکی	
R16	ریسک نرخ بهره	
R17	ریسک تاثیرات فرهنگی و اجتماعی	ریسک بلایای طبیعی (زلزله، سیل، طوفان، آتش سوزی و ...)
R18		
R19	ریسک های شرکت در مناقصه (عدم موفقیت در مناقصه)	ریسک های توسعه (آماده سازی پروژه)
R20	ریسک های تاخیر در آماده سازی پروژه (برنامه ریزی و هماهنگی)	
R21	ریسک تاخیر دولت در اجرایی کردن قرارداد	
R22	ریسک تملک اراضی و آزادسازی مسیر	
R23	ریسک های گرفتن مجوزها و تجدید آن ها	
R24	ریسک های چندملیتی (تطبیق با قوانین چند کشور یا توافقات چند کشور)	
R25	ریسک هزینه های تامین مالی	ریسک مالی
R26	ریسک بدهی و تعهدات مالی در زمان ساخت و بهره برداری	
R27	ریسک تامین مالی	
R28	ریسک تاخیر در تخصیص بودجه دولتی پروژه	

R29	ریسک مدیریت منابع مالی	
R30	ریسک عدم تطابق با استانداردهای طراحی	ریسک طراحی
R31	ریسک پیچیدگی طراحی پروژه	
R32	ریسک کافی نبودن نقشه ها، اسناد و مشخصات فنی	
R33	ریسک عدم تجربه و مهارت پرسنل متخصص	
R34	ریسک تغییر مشخصات طرح	
R35	ریسک تاخیر در تکمیل و ساخت	
R36	ریسک شرایط محیطی و محل اجرای پروژه	
R37	ریسک قصور و عدم صلاحیت پیمانکار	
R38	ریسک محدودیت ها و آسیب های زیست محیطی	
R39	ریسک عدم شفافیت ابعاد اجرایی کار	
R40	ریسک دوباره کاری ها	
R41	ریسک تامین منابع تجهیزاتی و مصالح	
R42	ریسک عدم تکمیل پروژه	
R43	ریسک پیچیدگی فنی اجرای پروژه	
R44	ریسک عدم رسیدن به استانداردهای اجرایی و کیفیت پروژه	
R45	ریسک افزایش هزینه از مقدار پیش بینی	ریسک های بهره برداری
R46	ریسک خاتمه قرارداد توسط شرکت پروژه	
R47	ریسک قصور شرکت بهره بردار	
R48	ریسک آسیب دیدن تسهیلات پروژه	
R49	ریسک انتقال تکنولوژی و واگذاری	
R50	ریسک کیفیت و بهره وری پایین بناها	
R51	ریسک قیمت یا نرخ عوارض	ریسک درآمد و بازار
R52	ریسک درآمد ناکافی از سایر بهره برداری ها	
R53	ریسک تقاضا و حجم ترافیک	
R54	ریسک نیروی انسانی (تامین نیروی انسانی و اعتصابات و ...)	ریسک های سازمانی و مدیریت پروژه
R55	ریسک تخصیص نامناسب منابع	
R56	ریسک عدم کاربرد تکنیک ها و فنون مدیریت پروژه	
R57	ریسک تعریف نادرست از اهداف و نیازهای پروژه	

محاسبه احتمال وقوع ریسک (P): در این مرحله از پژوهش ، یازده نفر از خبرگان و متخصصین درگیر در پروژه های راهسازی انتخاب شده و از آن ها خواسته شد که از طریق پرسشنامه (متغیر زبانی که

دارای هفت طیف است) در رابطه با احتمال وقوع هر یک از ریسک‌های شناسایی شده اظهار نظر نمایند. از آنجا که عملیات میانگین برای تجمیع نظرات، عمومی‌تر از سایر روش‌ها است لذا در مدل ارائه شده از این عملگر استفاده می‌شود. برای محاسبه درجه احتمال وقوع ریسک، عدد S_{ij} را به عنوان درجه احتمال وقوع ریسک i ام ($i = 1, 2, \dots, 57$) از نظر خبره j ام ($j = 1, 2, \dots, 11$) تعریف می‌کنیم. در این صورت احتمال وقوع ریسک i ام طبق فرمول زیر به دست می‌آید:

$$S_i = \sum_{j=1}^{11} S_{ij}; (i = 1, 2, \dots, 57)$$

نتایج حاصل از این مرحله در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- احتمال وقوع ریسک‌ها

شماره ریسک	احتمال وقوع	شماره ریسک	احتمال وقوع
R1	(0.31 , 0.34 , 0.39)	R30	(0.39 , 0.44 , 0.52)
R2	(0.01 , 0.06 , 0.12)	R31	(0.41 , 0.45 , 0.52)
R3	(0.45 , 0.48 , 0.51)	R32	(0.51 , 0.54 , 0.63)
R4	(0.51 , 0.56 , 0.62)	R33	(0.43 , 0.46 , 0.52)
R5	(0.49 , 0.54 , 0.58)	R34	(0.38 , 0.42 , 0.49)
R6	(0.29 , 0.35 , 0.39)	R35	(0.51 , 0.54 , 0.62)
R7	(0.31 , 0.34 , 0.39)	R36	(0.52 , 0.55 , 0.61)
R8	(0.41 , 0.48 , 0.53)	R37	(0.49 , 0.52 , 0.61)
R9	(0.39 , 0.42 , 0.52)	R38	(0.31 , 0.36 , 0.44)
R10	(0.31 , 0.34 , 0.41)	R39	(0.41 , 0.46 , 0.53)
R11	(0.91 , 0.96 , 1)	R40	(0.52 , 0.59 , 0.64)
R12	(0.49 , 0.56 , 0.61)	R41	(0.51 , 0.55 , 0.62)
R13	(0.89 , 0.94 , 0.99)	R42	(0.39 , 0.44 , 0.51)
R14	(0.58 , 0.76 , 0.91)	R43	(0.41 , 0.48 , 0.53)
R15	(0.59 , 0.74 , 0.88)	R44	(0.61 , 0.77 , 0.94)
R16	(0.61 , 0.73 , 0.89)	R45	(0.91 , 0.96 , 1)
R17	(0.59 , 0.72 , 0.91)	R46	(0.31 , 0.37 , 0.43)
R18	(0.49 , 0.54 , 0.61)	R47	(0.28 , 0.33 , 0.41)
R19	(0.41 , 0.45 , 0.49)	R48	(0.38 , 0.44 , 0.51)
R20	(0.88 , 0.91 , 0.99)	R49	(0.29 , 0.37 , 0.43)
R21	(0.41 , 0.46 , 0.52)	R50	(0.29 , 0.33 , 0.42)
R22	(0.48 , 0.55 , 0.61)	R51	(0.52 , 0.56 , 0.63)
R23	(0.51 , 0.59 , 0.65)	R52	(0.39 , 0.43 , 0.51)
R24	(0.42 , 0.43 , 0.52)	R53	(0.38 , 0.45 , 0.53)
R25	(0.88 , 0.94 , 0.99)	R54	(0.58 , 0.74 , 0.89)
R26	(0.90 , 0.95 , 1)	R55	(0.41 , 0.46 , 0.51)

(0.41 , 0.45 , 0.53)	R56	(0.91 , 0.94 , 1)	R27
(0.39 , 0.42 , 0.49)	R57	(0.61 , 0.76 , 0.92)	R28
		(0.59 , 0.74 , 0.79)	R29

محاسبه شدت اثر ریسک (I)

شدت اثر ریسک، میزان تاثیری است که یک ریسک پس از وقوع بر روی اهداف دارد. میزان و اثر این شدت را باید به گونه‌ای تعیین کرد. به این ترتیب با استفاده از پرسشنامه مربوط نظر خبرگان در مورد میزان اثر هر کدام از ریسک‌های شناسایی شده بر روی اهداف سه‌گانه پرسیده شد.

اثر ریسک را می‌توان در سه دسته طبقه‌بندی کرد:

$$I_t = \text{میزان تاثیر یا شدت اثر ریسک بر روی زمان پروژه}$$

$$I_c = \text{میزان تاثیر یا شدت اثر ریسک بر روی هزینه پروژه}$$

$$I_q = \text{میزان تاثیر یا شدت اثر ریسک بر روی کیفیت پروژه}$$

نظرات خبرگان در مورد شدت اثر ریسک‌های شناسایی شده بر روی هر کدام از اهداف برشمرده نیز جمع‌بندی شد. به این

ترتیب اگر T_{ijk} را به عنوان درجه‌بندی متغیر زبانی شدت اثر ریسک i ام ($i = 1, 2, \dots, 57$) از نظر خبره j ام

($j = 1, 2, \dots, 11$) برای هدف k ام ($k = 1, 2, 3$) تعریف می‌کنیم. در این صورت شدت اثر ریسک i ام بر روی معیارها یا

اهداف چهارگانه طبق فرمول زیر به دست می‌آید:

$$T_{ik} = \sum_{j=1}^{11} T_{ijk}; i=1,2,\dots,57; k=1,2,3$$

نتایج حاصل از این مرحله در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- شدت اثر ریسک‌ها

شماره ریسک	شدت اثر روی زمان	شدت اثر روی هزینه	شدت اثر روی کیفیت
R1	(0.32 , 0.37 , 0.44)	(0.32 , 0.37 , 0.44)	(0.41 , 0.46 , 0.53)
R2	(0.89 , 0.94 , 1)	(0.38 , 0.45 , 0.51)	(0.38 , 0.46 , 0.53)
R3	(0.38 , 0.42 , 0.48)	(0.62 , 0.75 , 0.92)	(0.32 , 0.36 , 0.42)
R4	(0.51 , 0.54 , 0.62)	(0.53 , 0.58 , 0.62)	(0.28 , 0.35 , 0.41)
R5	(0.32 , 0.36 , 0.44)	(0.39 , 0.42 , 0.49)	(0.51 , 0.56 , 0.62)
R6	(0.52 , 0.57 , 0.62)	(0.52 , 0.57 , 0.63)	(0.49 , 0.56 , 0.63)
R7	(0.41 , 0.45 , 0.51)	(0.88 , 0.94 , 0.99)	(0.42 , 0.46 , 0.55)
R8	(0.39 , 0.43 , 0.49)	(0.86 , 0.91 , 0.98)	(0.38 , 0.44 , 0.49)
R9	(0.41 , 0.47 , 0.54)	(0.39 , 0.42 , 0.52)	(0.51 , 0.54 , 0.63)
R10	(0.89 , 0.94 , 1)	(0.85 , 0.89 , 0.96)	(0.48 , 0.53 , 0.61)
R11	(0.62 , 0.75 , 0.93)	(0.86 , 0.94 , 1)	(0.41 , 0.46 , 0.52)
R12	(0.29 , 0.32 , 0.39)	(0.89 , 0.95 , 0.99)	(0.32 , 0.38 , 0.42)
R13	(0.31 , 0.34 , 0.42)	(0.91 , 0.96 , 1)	(0.31 , 0.37 , 0.45)

(0.61 , 0.79 , 0.94)	(0.87 , 0.94 , 0.99)	(0.43 , 0.47 , 0.52)	R14
(0.38 , 0.46 , 0.51)	(0.49 , 0.52, 0.62)	(0.33 , 0.39 , 0.42)	R15
(0.29 , 0.34 , 0.41)	(0.88 , 0.94 , 1)	(0.61 , 0.77 , 0.93)	R16
(0.61 , 0.78 , 0.93)	(0.28 , 0.32 , 0.42)	(0.39 , 0.43 , 0.51)	R17
(0.29 , 0.33 , 0.41)	(0.85 , 0.94 , 1)	(0.90 , 0.95 , 1)	R18
(0.41 , 0.47 , 0.53)	(0.11 , 0.24 , 0.35)	(0.41 , 0.45 , 0.51)	R19
(0.58 , 0.69 , 0.96)	(0.89 , 0.93 , 0.99)	(0.87 , 0.92 , 0.99)	R20
(0.29 , 0.38 , 0.46)	(0.91 , 0.94 , 1)	(0.90 , 0.96 , 1)	R21
(0.38 , 0.47 , 0.57)	(0.38 , 0.42 , 0.54)	(0.39 , 0.43 , 0.52)	R22
(0.27 , 0.33 , 0.38)	(0.62 , 0.78 , 0.92)	(0.86 , 0.92 , 0.99)	R23
(0.42 , 0.45 , 0.51)	(0.58 , 0.70 , 0.89)	(0.38 , 0.43 , 0.51)	R24
(0.58 , 0.74 , 0.91)	(0.86 , 0.91 , 0.98)	(0.51 , 0.57 , 0.63)	R25
(0.38 , 0.44 , 0.52)	(0.87 , 0.96 , 1)	(0.42 , 0.47 , 0.55)	R26
(0.57 , 0.76 , 0.91)	(0.91 , 0.95 , 1)	(0.39 , 0.42 , 0.49)	R27
(0.62 , 0.78 , 0.94)	(0.89 , 0.93 , 0.98)	(0.86 , 0.91 , 0.99)	R28
(0.58 , 0.74 , 0.93)	(0.85 , 0.94 , 1)	(0.89 , 0.94 , 1)	R29
(0.88 , 0.93 , 1)	(0.62 , 0.78 , 0.93)	(0.28 , 0.32 , 0.43)	R30
(0.91 , 0.95 , 1)	(0.64 , 0.79 , 0.94)	(0.58 , 0.76 , 0.92)	R31
(0.92 , 0.95 , 1)	(0.87 , 0.94 , 0.99)	(0.88 , 0.94 , 1)	R32
(0.62 , 0.72 , 0.88)	(0.58 , 0.73 , 0.89)	(0.58 , 0.71 , 0.84)	R33
(0.89 , 0.97 , 1)	(0.87 , 0.94 , 1)	(0.58 , 0.78 , 0.94)	R34
(0.27 , 0.33 , 0.43)	(0.57 , 0.70 , 0.87)	(0.88 , 0.94 , 0.98)	R35
(0.31 , 0.37 , 0.44)	(0.42 , 0.50 , 0.57)	(0.48 , 0.51 , 0.58)	R36
(0.87 , 0.92 , 0.98)	(0.88 , 0.95 , 1)	(0.87 , 0.96 , 1)	R37
(0.32 , 0.37 , 0.46)	(0.47 , 0.54 , 0.63)	(0.28 , 0.35 , 0.43)	R38
(0.58 , 0.70 , 0.91)	(0.61 , 0.78 , 0.94)	(0.62 , 0.79 , 0.92)	R39
(0.38 , 0.49 , 0.55)	(0.86 , 0.92 , 0.99)	(0.88 , 0.93 , 0.98)	R40
(0.41 , 0.45 , 0.52)	(0.48 , 0.52 , 0.63)	(0.59 , 0.78 , 0.94)	R41
(0.31 , 0.38 , 0.42)	(0.88 , 0.92 , 1)	(0.88 , 0.97 , 1)	R42
(0.91 , 0.95 , 1)	(0.91 , 0.96 , 1)	(0.47 , 0.51 , 0.58)	R43
(0.87 , 0.92 , 1)	(0.58 , 0.78 , 0.94)	(0.28 , 0.32 , 0.43)	R44
(0.27 , 0.30 , 0.37)	(0.87 , 0.94 , 1)	(0.48 , 0.53 , 0.64)	R45
(0.32 , 0.38 , 0.44)	(0.32 , 0.36 , 0.40)	(0.88 , 0.93 , 0.99)	R46
(0.88 , 0.93 , 0.99)	(0.51 , 0.57 , 0.63)	(0.51 , 0.58 , 0.62)	R47
(0.91 , 0.95 , 1)	(0.88 , 0.93 , 0.99)	(0.33 , 0.39 , 0.44)	R48
(0.58 , 0.72 , 0.91)	(0.61 , 0.77 , 0.94)	(0.61 , 0.75 , 0.92)	R49
(0.87 , 0.92 , 0.99)	(0.58 , 0.74 , 0.91)	(0.58 , 0.76 , 0.93)	R50
(0.57 , 0.61 , 0.66)	(0.87 , 0.91 , 1)	(0.51 , 0.56 , 0.63)	R51
(0.38 , 0.44 , 0.51)	(0.92 , 0.96 , 1)	(0.38 , 0.48 , 0.56)	R52
(0.38 , 0.46 , 0.54)	(0.57 , 0.72 , 0.88)	(0.61 , 0.74 , 0.95)	R53
(0.41 , 0.47 , 0.55)	(0.49 , 0.58 , 0.63)	(0.41 , 0.45 , 0.52)	R54

(0.41 , 0.44 , 0.53)	(0.64 , 0.79 , 0.95)	(0.58 , 0.77 , 0.92)	R55
(0.58 , 0.74 , 0.89)	(0.61 , 0.75 , 0.91)	(0.62 , 0.76 , 0.95)	R56
(0.59 , 0.75 , 0.92)	(0.87 , 0.93 , 0.99)	(0.57 , 0.75 , 0.87)	R57

اولویت بندی اهداف

جهت رتبه بندی کلی ریسک ها با در نظر گرفتن اهداف (زمان، هزینه و کیفیت)، باید اهمیت هر هدف در مقایسه با یکدیگر نیز تعیین شود که این کار نیز با استفاده از پرسشنامه و نظر سنجی از خبرگان انجام شد. نظرات خبرگان در مورد اهمیت هر کدام از اهداف اخذ شده به شکل زیر تجمیع شدند. اگر W_{kj} را به عنوان درجه بندی وزن و اهمیت داده شده به هدف k ام ($k = 1, 2, 3$) از نظر خبره j ام ($j = 1, 2, \dots, 11$) تعریف کنیم، در این صورت اهمیت و اولویت اهداف به صورت زیر محاسبه می شود:

$$W_k = \sum_{j=1}^{11} W_{kj}; k = 1, 2, 3$$

W_k میانگین وزن هر کدام از اهداف سه گانه مطابق نظرات خبرگان است.

نتایج حاصل از این مرحله در جدول ۴ نشان داده شده است:

جدول ۴- اهمیت و اولویت اهداف

هدف	زمان	هزینه	کیفیت
اهمیت	(0.63 , 0.70 , 0.78)	(0.68 , 0.77 , 0.85)	(0.72 , 0.80 , 0.89)

محاسبه ماتریس رتبه بندی احتمال وقوع و تاثیر ریسک و رتبه بندی جامع ریسک های پروژه برای جمع بندی بین رتبه بندی احتمال وقوع و میزان تاثیر ریسک ها، ماتریسی تهیه شده و هر ریسک از این دو جنبه ارزیابی می شود. اولویت هر ریسک بر مبنای اهداف سه گانه، از حاصل ضرب دو عامل احتمال وقوع (P) و شدت اثر (I) ریسک بر روی معیار به دست می آید.

$$P_{ik} = S_i \times T_{ik}$$

P_{ik} نشان دهنده اولویت ریسک k ام ($i = 1, 2, \dots, 57$) بر مبنای هدف k ($k = 1, 2, 3$) می باشد. سپس به منظور استخراج اولویت کلی ریسک های قراردادهای BOT در توسعه آزادراه ها، با در نظر داشتن تاثیرشان بر روی تمامی اهداف پروژه، رتبه ریسک k ام ($F_i; i = 1, 2, \dots, 57$) را با روش استاندارد زیر محاسبه می کنیم:

$$F_i = \frac{P_{i1} \times W_{i1} + P_{i2} \times W_{i2} + P_{i3} \times W_{i3}}{3}; i = 1, 2, \dots, 57$$

که پس از آن به عدد معمولی تبدیل می شود.

نتایج این مرحله در جدول ۵ نشان داده شده است:

جدول ۵- رتبه‌بندی ریسک‌ها

رتبه	عدد رتبه	عدد فازی	شماره ریسک
56	0.315	(0.22, 0.30, 0.46)	R1
57	0.090	(0.01, 0.08, 0.20)	R2
46	0.562	(0.41, 0.55, 0.78)	R3
42	0.630	(0.45, 0.62, 0.85)	R4
47	0.559	(0.38, 0.55, 0.76)	R5
53	0.453	(0.30, 0.45, 0.62)	R6
50	0.491	(0.36, 0.48, 0.67)	R7
38	0.654	(0.45, 0.65, 0.88)	R8
51	0.485	(0.35, 0.46, 0.74)	R9
43	0.623	(0.46, 0.60, 0.88)	R10
3	1.567	(1.16, 1.55, 2.04)	R11
35	0.708	(0.50, 0.71, 0.93)	R12
11	1.212	(0.92, 1.2, 1.56)	R13
9	1.295	(0.75, 1.28, 1.9)	R14
29	0.786	(0.48, 0.77, 1.15)	R15
13	1.156	(0.73, 1.12, 1.73)	R16
20	0.888	(0.52, 0.84, 1.44)	R17
16	0.908	(0.66, 0.89, 1.22)	R18
54	0.401	(0.26, 0.39, 0.57)	R19
1	1.798	(1.38, 1.74, 2.44)	R20
27	0.793	(0.47, 0.78, 1.06)	R21
45	0.569	(0.37, 0.55, 0.84)	R22
18	0.897	(0.59, 0.89, 1.23)	R23
48	0.549	(0.39, 0.52, 0.84)	R24
2	1.606	(1.16, 1.59, 2.11)	R25
7	1.359	(1.02, 1.35, 1.74)	R26
4	1.557	(1.16, 1.54, 2.04)	R27
5	1.538	(0.97, 1.5, 2.25)	R28
6	1.450	(0.92, 1.46, 1.94)	R29
34	0.715	(0.48, 0.69, 1.05)	R30
21	0.878	(0.60, 0.86, 1.25)	R31
12	1.188	(0.92, 1.16, 1.58)	R32
31	0.778	(0.52, 0.75, 1.14)	R33
22	0.876	(0.61, 0.86, 1.21)	R34
24	0.823	(0.58, 0.80, 1.17)	R35
44	0.586	(0.42, 0.57, 0.81)	R36

14	1.141	(0.87, 1.11, 1.53)	R37
55	0.361	(0.23, 0.34, 0.56)	R38
25	0.815	(0.50, 0.79, 1.23)	R39
15	1.035	(0.73, 1.03, 1.34)	R40
33	0.742	(0.51, 0.72, 1.07)	R41
32	0.756	(0.54, 0.74, 1.02)	R42
19	0.895	(0.64, 0.89, 1.16)	R43
10	1.240	(0.73, 1.2, 1.9)	R44
8	1.299	(0.99, 1.28, 1.68)	R45
52	0.464	(0.31, 0.46, 0.65)	R46
49	0.540	(0.36, 0.52, 0.78)	R47
30	0.782	(0.56, 0.77, 1.06)	R48
39	0.643	(0.35, 0.63, 1)	R49
40	0.638	(0.40, 0.61, 1)	R50
17	0.907	(0.69, 0.89, 1.22)	R51
41	0.631	(0.44, 0.61, 0.89)	R52
37	0.673	(0.40, 0.65, 1.05)	R53
23	0.859	(0.51, 0.84, 1.27)	R54
36	0.704	(0.45, 0.69, 1.02)	R55
28	0.792	(0.50, 0.77, 1.19)	R56
26	0.796	(0.54, 0.77, 1.15)	R57

۴- نتیجه گیری

با توجه به اهمیت مدیریت ریسک، مساله اصلی این تحقیق شامل شناسایی ریسک ها و رتبه بندی آن ها در پروژه راهسازی آزادراه سمنان شاهرود است که برای این منظور و با توجه به بحرانی بودن شرایط از نظریه اعداد فازی استفاده شده است.

در پژوهش حاضر ابتدا ۵۷ مورد از ریسک‌های مهم قراردادهای BOT در توسعه آزادراه سمنان شاهرود استخراج شدند که در دسته های کلی زیر قرار دارند: ریسک های سیاسی، ریسک های اقتصادی، ریسک تاثیرات فرهنگی و اجتماعی، ریسک بلایای طبیعی، ریسک های توسعه (آماده سازی پروژه)، ریسک مالی، ریسک طراحی، ریسک های ساخت و تکمیل، ریسک های بهره برداری، ریسک درآمد و بازار، ریسک های سازمانی و مدیریت پروژه. این نتایج با تحقیقات انجام شده توسط، یونیدو(۱۹۹۶)، عسگر و گب اله (۲۰۰۲)، کانک و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد.

پس از آن با توجه به عدم قطعیت موجود، احتمال وقوع ریسک و شدت اثر ریسک بر مبنای متغیرهای زبانی تعیین شد. سپس رتبه ریسک ها بر اساس ضرب این دو فاکتور محاسبه شد. به این ترتیب سه ریسکی که بیشترین اهمیت را دارند عبارت اند از: ۱- ریسک های تاخیر در آماده سازی پروژه (برنامه ریزی و هماهنگی)، ۲- ریسک هزینه های تامین

مالی، ۳- ریسک نوسان نرخ ارز. بر این اساس با استفاده از رتبه بندی ریسک های موثر بر قراردادهای BOT می توان در فرایند مدیریت ریسک، مواردی را که اهمیت بیشتری دارند در دستور کار قرار داد که به بهسازی اجرای این نوع قراردادها کمک می کند.

نتایج حاصل با پژوهش های منیرعباسی، نصیرزاده و امام جمعه زاده (۱۳۸۴)، حسینعلی پور و زمانیان (۱۳۸۷)، جبل عاملی، حداد و حاجی آقا بزرگی (۱۳۸۸) هماهنگی دارد.

به این ترتیب پیشنهاد می شود که به منظور مدیریت صحیح ریسک ها در پروژه راهسازی آزادراه سمنان شاهرود، ابتدا ریسک هایی که در اولویت قرار دارند، در نظر گرفته شده و مدیریت شوند.

اولین مورد، ریسک های تاخیر در آماده سازی پروژه است که به منظور مدیریت صحیح آن می توان از مهندسان و پیمانکاران مجرب و تکنیک های برنامه ریزی و هماهنگی پروژه استفاده نمود. فرآیند برنامه ریزی به معنای تعیین توالی و توافقی فعالیت های لازم برای اجرای یک پروژه با در نظر گرفتن زمان مورد نیاز برای اجرای هر فعالیت و کیفیت تعیین شده برای آن فعالیت است که در صورت رعایت صحیح منجر به کاهش تاخیرهای زمانی پروژه خواهد شد.

دومین مورد، ریسک هزینه های تامین مالی پروژه است. نحوه تامین مالی و تهیه بودجه اجرایی لازم برای انجام پروژه های زیربنایی و بهره برداری از محصولات و خدمات حاصل از آنها در حال حاضر به عنوان یکی از مهم ترین چالش های پیش روی کشورهای در حال توسعه مطرح می باشد. در بسیاری از پروژه ها به دلیل مسائلی مانند حجم بالای سرمایه مورد نیاز حساسیت بالای پروژه از نظر مسائل سیاسی، اقتصادی و امنیتی، عدم تمایل حضور خارجیان و سرمایه گذاری آنها مساله تامین مالی مورد توجه مسوولان حکومتی قرار می گیرد. در تعدادی از پروژه ها با حمایت ها و اعتبارات دولتی می توان وجوه مورد نیاز را تامین کرد، اما در پروژه های مهم و زیرساختی مورد نیاز کشور که امکان تامین وجوه کامل آن توسط دولت فراهم نیست، برای توسعه زیر ساخت ها نیاز اساسی برای حضور سرمایه گذاری خارجی و استفاده از تسهیلات بانک ها و موسسات خارجی وجود دارد.

سومین مورد، ریسک نوسان نرخ ارز است. نوسان نرخ ارز در بازار بر پروژه های عمرانی کشور نیز تأثیر گذاشته است به گونه ای که با افزایش قیمت تجهیزات و مواد اولیه، هزینه تمام شده پروژه ها بیش از پیش بینی ها شده و برخی پیمانکاران با مشکلاتی روبه رو شده اند به طوری که با نوسان نرخ ارز و عدم ثبات بازار، پیمانکار مجبور به تقبل هزینه های پیش بینی نشده می شود. گاه با نوسان زیاد قیمت ها در بازار و شیب چشمگیر هزینه های پیش بینی نشده، پیمانکاران قادر به ادامه فعالیت نیستند. برای حل این مساله لازم است تا مشکل قراردادهای قیمت مقطوع حل شوند چرا که بخش عمده طرح ها، طرح هایی هستند که تعدیل قیمت دارند و بر مبنای فهرست بها هستند؛ بنابراین تعدیل قیمت ها روی هزینه آن ها اعمال می شود.

به این ترتیب با رتبه بندی ریسک های پروژه های BOT در شرایط عدم قطعیت و با توجه به محدود بودن منابع سازمانی از جمله منابع مالی و بودجه ای، منابع انسانی و ... می توان منابع را در جهت مدیریت ریسک های با اولویت بالا تخصیص داد که این امر منجر به بهینه سازی اجرای پروژه های BOT خواهد شد.

منابع

- [1] امیری، مقصود (۱۳۹۲). ارائه روشی برای رتبه‌بندی ریسک فعالیت‌های پروژه با استفاده از شبکه CPM و روش TOPSIS در حالت فازی، چشم‌انداز مدیریت صنعتی، شماره ۱۰، ص ۱۸۳-۱۶۹.
- [2] جبل عاملی، م. س.، حداد، ح.، و حاجی آقا بزرگی، ع. (۱۳۸۸). ارزیابی ریسک مالی پروژه های BOT براساس چرخه ریسک پروژه، اولین کنفرانس مدیریت اجرایی، تهران
- [3] حسینعلی پور، س. م.، زمانیان، م. (۱۳۸۷). مدیریت ریسک پروژه های BOT نیروگاهی (در مرحله بهره برداری)، چهارمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه
- [4] منیر عباسی، آرمین، نصیرزاده، فرناد، امام جمعه زاده، حامد. (۱۳۸۴). شناسایی و مدیریت ریسک در پروژه‌های BOT، دومین کنگره ملی مهندسی عمران، تهران، دانشگاه علم و صنعت، عمران.
- [5] Askar, M. M., & Gab-Allah, A. A. (2002). Problems facing parties involved in build, operate, and transport projects in Egypt. *Journal of Management in Engineering*, 18(4), 173-178.
- [6] EIC. (2003). EIC White Book on BOT/PPP. European International Contractors, Jose Lius Vega, April 2003.
- [7] Fahad Al-Azemi, K., Bhamra, R., & Salman, A. F. (2014). Risk management framework for build, operate and transfer (BOT) projects in Kuwait. *Journal of Civil Engineering and Management*, 20(3), 415-433.
- [8] UNIDO, "The guidelines for infrastructure development through BOT project", United nation industrial development organization, 1996.
- [9] Kang, C. C., & Feng, C. M. (2009). Risk measurement and risk identification for BOT projects: A multi-attribute utility approach. *Mathematical and Computer Modelling*, 49(9), 1802-1815.
- [10] PMBOK GUIDE, A guide to the Project Management Body of Knowledge; project management institute, 2004.
- [11] Suseno, Y. H., Wibowo, M. A., & Setiadj, B. H. (2015). Risk Analysis of BOT Scheme on Post-construction Toll Road. *Procedia Engineering*, 125, 117-123.
- [12] Thomas, A. V. (2002). Identification, assessment and allocation of critical risks in Indian BOT road projects, A Thesis report, building technology and construction management division, Department of civil engineering, Indian Institute of Technology, Chennai.