



دسته‌بندی روشمند و تحلیل کمی جامع ریسک‌های پروژه‌های BOT

مه‌دی لطیفی

دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

latifi.m@srbiau.ac.ir

اقبال شاکری

استادیار دانشکده عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی امیر کبیر

eshakeri@aut.ac.ir

واژه‌های کلیدی

BOT، ریسک، پروژه‌های زیربنایی، صاحبان آورده، دولت میزبان

چکیده

ایجاد پروژه‌های زیربنایی از الزامات توسعه پایدار اقتصادی هر کشوری است. کمبود منابع مالی و بهره‌وری بالاتر در بخش خصوصی، دولت‌ها را به جذب منابع مالی از این بخش متمایل کرده‌است. BOT یکی از معمول‌ترین روش‌های قراردادی در این زمینه است. با توجه به حجم بالای سرمایه‌گذاری و مدت طولانی این پروژه‌ها، تحلیل ریسک‌های مختلف فنی، مالی، سیاسی و اقتصادی در موفقیت نهایی پروژه بسیار تعیین‌کننده‌است. در این مقاله، ریسک‌های مرتبط با پروژه‌های زیربنایی شناسایی و از دیدگاه طرف‌های عمده درگیر در پروژه (صاحبان آورده، دولت میزبان و وام‌دهندگان) به صورت روشمند دسته‌بندی می‌شوند. سپس با تقسیم‌بندی ریسک‌های پروژه به دو گروه معین و نامعین، یک الگوی جامع تحلیل کمی ریسک با استفاده از نظریه فازی ارائه می‌گردد.

¹ Build-Operate-Transfer

بحث شناسایی، تخصیص و مدیریت ریسک به عنوان یکی از مهم ترین عوامل موثر در موفقیت هر پروژه محسوب می شود. از اینرو قبل از شروع یک پروژه همه شرکت کنندگان در مناقصه تمایل به شناسایی ریسک های پروژه دارند. اجرای یک پروژه با روش BOT و یا دیگر روش های متداول، هیچ گونه تغییری در ریسک های اساسی پروژه بوجود نمی آورد. تنها تفاوت عمده این روش با دیگر روش ها، انتقال اغلب ریسک های پروژه از سوی دولت به بخش خصوصی است. [1] پیش فرض ورود به فرآیند تحلیل و مدیریت ریسک در پروژه های BOT آن است که اساسا انتخاب این روش برای اجرای پروژه که در مطالعات فاز صفر صورت می گیرد، صحیح بوده زیرا پروژه های با ریسک و سود بالا به دلیل خصوصیت تامین مالی پروژه محور، مناسب برای بکارگیری این روش نیستند. [3]

در این مقاله با بهره گیری از تجربیات بدست آمده از پروژه های انجام شده و مطالعات صورت گرفته در این زمینه، به شناسایی ریسک های پروژه های زیربنایی با رویکرد BOT پرداخته شده که در آن به دیدگاه های طرف های عمده درگیر در پروژه (صاحبان آورده، دولت میزبان و وام دهندگان) توجه شده است. در نهایت با پیشنهاد ساختار خاصی برای دسته بندی آنها، شیوه ای جهت تحلیل کمی ریسک های پروژه با استفاده از نظریه فازی ارائه شده است.

تعریف ریسک

ریسک بیان احتمال سود یا زیان های مالی و اقتصادی، آسیب ها و ضررهای فیزیکی یا تاخیرهایی است که پیامد عدم اطمینان حاصل از انجام یک عمل خاص است. [5] واژه ریسک زمانی به کار می رود که احتمال وقوع یک پدیده قابل ارزیابی بوده و همچنین میزان ضرر یا منفعت احتمالی مشخص باشد. [6]

رویکرد تحلیل ریسک

شناسایی و دسته بندی ریسک های یک پروژه با هدف تحلیل ریسک انجام می شود. دیدگاه های مختلفی برای تحلیل ریسک وجود دارد، از جمله :

- ۱- رتبه بندی پروژه ها برای دستیابی به گزینه های منتخب برای شرکت در مناقصه
 - ۲- تفکیک ریسک های مالی و غیر مالی برای ارائه پیشنهاد قیمت و سایر پارامترهای مناقصه
 - ۳- انجام مذاکرات قراردادی و تسهیم ریسک ها و پاداش های مربوطه به عوامل مناسب
 - ۴- ارائه سیستم مدیریت ریسک در دوره ساخت پروژه
 - ۵- ارائه سیستم مدیریت ریسک در دوره بهره برداری پروژه
 - ۶- ارائه سیستم مدیریت ریسک در مقطع پایان دوره امتیاز و دوره پس از انتقال پروژه به دولت
- دیدگاه های فوق بر اساس نیازمندی های مقاطع و دوره های مختلف چرخه حیات پروژه تفکیک شده اند. در مرحله رتبه بندی پروژه ها، ریسک های پروژه تنها بر اساس نوع ارتباط با پروژه تقسیم بندی می شوند. [4]

- ۱- ریسک های خاص پروژه که مستقیما به شرایط، صنعت و محل پروژه ارتباط دارد و موضوع این مقاله نمی باشد.
- ۲- ریسک های کلی (سرمایه گذاری).

در ادامه با هدف ایجاد زمینه برای ارائه پیشنهاد قیمت در مناقصه و سایر پارامتر های آن از سوی سرمایه گذاران خصوصی و نیز توانایی ارزیابی موثر و شفاف پیشنهادات از سوی دولت میزبان، ریسک های کلی پروژه شناسایی و بر اساس دیدگاه های مختلف از میان طرف های عمده پروژه (دولت میزبان^۲، صاحبان آورده^۳ و وام دهندگان^۴) دسته بندی شده و سپس ریسک های موثر در پیشنهاد قیمت از دیدگاه صاحبان آورده شناسایی و تشریح می گردند.

² Host Government

³ Equity Holders

⁴ Lenders

شناسایی ریسک

شناسایی ریسک در مرحله مناقصه، از دیدگاه طرف های عمده پروژه (دولت میزبان، صاحبان آورده و وام دهندگان) و در مرحله اجرا، از دیدگاه همه عوامل زیر مجموعه درگیر در پروژه، پس از انتخاب برنده مناقصه انجام می شود. چهار مشخصه زیر باید در مورد هر ریسک تعیین شود. [3]

- ۱- منشاء وقوع ریسک
- تعیین اهداف و اشتباهات احتمالی هر یک از عوامل پروژه و حوادث غیر قابل پیش بینی
- ۲- خصوصیت موقتی یا دائمی بودن ریسک
- تعیین محدوده زمانی خطر ریسک
- ۳- امکان کاهش اثر ریسک
- بررسی امکان انتقال ریسک به عامل دیگر و یا تامین پوشش بیمه ای
- ۴- پیامد های ناشی از وقوع ریسک
- مانند تاخیر در برنامه زمان بندی پروژه یا افزایش هزینه، امکان فسخ پیمان و پرداخت غرامت و جبران خسارات وارده و ...

تخصیص ریسک

- دسته بندی ریسک های شناسایی شده و تخصیص آنها به بهترین عامل مدیریت آنها، بر مبنای اصول سه گانه زیر قابل انجام است. [7]
- ۱- تخصیص ریسک
 - یک ریسک خاص باید بوسیله عاملی پذیرفته شود که با کنترل بیشتر و تاثیر کمتر در هزینه ها توان مدیریت آنرا دارد. زیرا آنچه مهم است حداقل کردن هزینه ریسک های کل پروژه است.
 - ۲- مدیریت ریسک
 - ریسک ها باید بوسیله ترکیبی از اختصاص منابع مالی و تعهدات قراردادی مدیریت شوند.
 - ۳- ساختار ریسک
 - قابلیت تعریف سناریوهای بد بینانه مختلف برای پروژه و ترکیب آنها در قالب ساختار ریسک، وجود داشته باشد.

۱- ریسک های صاحبان آورده

۱-۱ ریسک های سیاسی:

کمتر ریسکی را می توان یافت که بطور مستقیم یا غیر مستقیم تحت تاثیر ریسک های سیاسی قرار نداشته باشد. معمولاً صاحبان آورده متناسب با افزایش چنین ریسک هایی، نرخ بازگشت سرمایه بالاتری را انتظار دارند که در قیمت پیشنهاد شده در مناقصه منعکس می شود.

- ۱-۱-۱ مصادره، سلب مالکیت و ملی کردن پروژه بدون پرداخت خسارت به سرمایه گذاران خصوصی
- ۱-۱-۲ تغییر در قوانین مربوط به نرخ و روش های اخذ مالیات ها و تعرفه ها پس از امضای قرارداد
- ۱-۱-۳ فساد دولتی شامل هزینه های پرداخت رشوه و حق دلالی به مسئولین با نفوذ دولت میزبان
- ۱-۱-۴ تاخیر در تصویب نامه ها شامل هزینه های مستقیم سرمایه گذاران، هزینه های تاخیر در تکمیل پروژه و اختلال در تامین مالی پروژه از طریق وام
- ۱-۱-۵ اعتبار و توانایی شرکت های داخلی کشور میزبان
- ۱-۱-۶ حوادث سیاسی غیر منتظره مانند جنگ، شورش، اعتصابات کارگری
- ۱-۱-۷ محدودیت های صادرات و واردات
- ۱-۱-۸ عدم وجود سیستم قضایی-حقوقی مستقل در کشور میزبان
- ۱-۱-۹ عدم اجرای قوانین توسط دولت میزبان، عدم حمایت دولت از پروژه و مغایرت رفتار او با اهداف پروژه
- ۱-۱-۱۰ ناپایداری دولت میزبان

۲-۱ ریسک های تجاری (مالی)

استراتژی تامین مالی پروژه شامل انتخاب ترکیب مناسب ساختار سرمایه پروژه از وام^۵ و آورده^۶ است که با شاخص نسبت اهرمی^۷ پروژه (نسبت وام به کل سرمایه پروژه) بیان می شود و دوم مشخص کردن منابع تامین مالی مناسب است.

۱-۲-۱ قابلیت تبدیل ارز (تبدیل درآمد پروژه از پول رایج محلی کشور میزبان به ارز مورد نظر سرمایه گذاران یا وام دهندگان)

۲-۲-۱ قابلیت انتقال ارز به خارج از کشور میزبان

۳-۲-۱ نرخ تبدیل ارز در صورت کاهش ارزش پول محلی کشور میزبان

۴-۲-۱ موجود بودن ارز خارجی

۵-۲-۱ نرخ بهره وام، زیرا معمولاً از وام بلند مدت با نرخ بهره شناور استفاده می شود

۶-۲-۱ تورم، در صورت کنترل دولت میزبان بر تعرفه فروش محصول یا خدمات در دوره بهره برداری.

۳-۱ ریسک های مرحله مناقصه

۱-۳-۱ عدم برنده شدن در مناقصه، بدلیل هزینه های بالای بررسی مطالعات امکان سنجی و تهیه اسناد مناقصه

۴-۱ ریسک های ساخت و تکمیل

۱-۴-۱ عدم وجود راه دسترسی مناسب به سایت پروژه

۲-۴-۱ وجود معارض و مشکلات حقوقی سایت پروژه

۳-۴-۱ حوادث قهری خارج از کنترل طرفین اصلی پروژه (فورس ماژور)

۵-۱ ریسک های بهره برداری

۱-۵-۱ عدم تمدید مجوزها توسط دولت میزبان

۲-۵-۱ حوادث قهری خارج از کنترل طرفین اصلی پروژه (فورس ماژور)

۶-۱ ریسک های عملکرد پروژه

۱-۶-۱ عدم وجود زیرساخت های مورد نیاز جهت بهره برداری

۲-۶-۱ وجود پروژه های رقیب

۳-۶-۱ تامین مواد خام (مقدار، کیفیت و قیمت)

۷-۱ ریسک های بازار

۱-۷-۱ تقاضای محصول

۲-۷-۱ قیمت محصول

۲- ریسک های دولت میزبان

۱-۲ ریسک های مرحله مناقصه

۱-۱-۲ رد شدن کلیه پیشنهادات مناقصه و برگذاری مجدد مناقصه

۲-۱-۲ بالا بودن قیمت برنده در مناقصه

۳-۱-۲ معلوم نبودن مقادیر دقیق کارها و شرایط پروژه

⁵ Debt

⁶ Equity

⁷ Leverage

۲-۲ ریسک‌های ساخت و تکمیل

با توجه به وجود دلایل متنوع که می‌تواند موجب عدم تکمیل، تاخیر در تکمیل و افزایش هزینه پروژه شود، مسئولیت هر طرف باید بطور شفاف تعیین شود. برای مثال، مسئولیت تاخیر ناشی از تصویب‌نامه‌ها در دوره ساخت بر عهده دولت میزبان و تاخیر ناشی از پرداخت وام بر عهده وام‌دهندگان و تاخیر ناشی از عدم هماهنگی بین شرکت پروژه با پیمانکاران جزء بر عهده سرمایه‌گذاران خصوصی پروژه است. با اینحال از آنجایی که عمده مسئولیت و ریسک‌های اجرای پروژه بر عهده سرمایه‌گذاران خصوصی است، با تعیین دقیق وظایف عوامل عمده درگیر در پروژه و با فرض انجام این تعهدات توسط دولت میزبان و وام‌دهندگان، ریسک‌های فوق‌الذکر ناشی از عوامل زیر مجموعه شرکت پروژه برای دولت میزبان و وام‌دهندگان به قوت خود باقی است.

۱-۲-۲ عدم تکمیل پروژه

۲-۲-۲ تاخیر در تکمیل پروژه

۳-۲-۲ افزایش هزینه

۴-۲-۲ عدم رعایت معیارهای کیفی و کمی حین ساخت

۵-۲-۲ عدم دسترسی به سایت پروژه

۶-۲-۲ حوادث قهری خارج از کنترل طرفین اصلی پروژه (فورس ماژور)

۷-۲-۲ تجربه و توانایی پیمانکار

۳-۲ ریسک‌های بهره‌برداری

۱-۳-۲ عدم رعایت معیارهای کیفی و کمی حین بهره‌برداری

۲-۳-۲ حوادث قهری خارج از کنترل طرفین اصلی پروژه (فورس ماژور)

۳-۳-۲ بهره‌وری پایین تاسیسات

۴-۳-۲ تجربه و توانایی مجری

۵-۳-۲ هزینه نگهداری

۶-۳-۲ بالا بودن نرخ عوارض

۷-۳-۲ آسیب‌های زیست محیطی

۴-۲ ریسک‌های عملکرد پروژه

این ریسک‌ها با به خطر انداختن کارایی و تولید درآمد پروژه، در طول عمر پروژه حائز اهمیت می‌باشند.

۱-۴-۲ قابلیت و کارایی تکنولوژی بکار رفته در پروژه

۲-۴-۲ انتقال تکنولوژی به کشور میزبان

۳-۴-۲ عملکرد مدیریت بهره‌بردار پروژه

۴-۴-۲ حفظ کنترل استراتژیک تاسیسات زیربنایی

۵-۴-۲ دوام پروژه بعد از انتقال به دولت

۳- ریسک‌های وام‌دهندگان

با توجه به اینکه وام‌دهندگان تامین بخش عمده سرمایه مورد نیاز پروژه را بر عهده دارند، ولی از یک سو در ساخت یا بهره‌برداری پروژه دخالت مستقیم ندارند و از سوی دیگر بازپرداخت اقساط وام آنان از طریق فروش محصول یا ارائه خدمات در دوره بهره‌برداری انجام می‌شود، اصرار دارند که اولاً ریسک‌ها بین شرکا آنچنان توزیع شوند که هیچ‌یک از آنها در معرض ریسکی که توانایی کنترل آنرا ندارند، قرار نگیرند و ثانیاً مسئولیت‌ها بشکلی تخصیص داده شود که هر بخش درگیر در آن، انگیزه قوی برای انجام وظایفش به بهترین نحو را داشته باشد. بنابراین ریسک‌های صاحبان آورده و دولت میزبان می‌تواند در مقاطع مختلف ریسک وام‌دهندگان نیز بحساب بیاید.

- ۱-۳ عدم تکمیل پروژه
- ۲-۳ قابلیت و کارایی تکنولوژی بکار رفته در پروژه
- ۳-۳ عملکرد مدیریت بهره بردار پروژه
- ۴-۳ عدم تمدید مجوزها توسط دولت میزبان
- ۵-۳ ریسک های سیاسی و تجاری (مالی) صاحبان آورده

تحلیل کیفی ریسک

از نظر PMBOK⁸، در فرآیند مدیریت ریسک، تحلیل کیفی ریسک های پروژه پیش نیاز تحلیل کمی آنهاست. [8] پس از شناسایی و دسته بندی ریسک های پروژه، با تحلیل کیفی، ارتباط ریسک های مختلف و اثرات متقابل آنها بر یکدیگر و ترتیب وقوع ریسک ها در سناریو های مختلف بررسی می شود. گام بعد انتخاب استراتژی های پاسخ گویی به ریسک هاست. چهار استراتژی معرفی شده در PMBOK، عبارتند از:

- ۱- اجتناب از ریسک
- ۲- انتقال ریسک
- ۳- کاهش ریسک
- ۴- پذیرش ریسک

بدین ترتیب مشخص می شود که اولاً استراتژی هر یک از طرفین پروژه در مقابل ریسک های شناسایی شده چیست و ثانیاً نحوه برآورد هزینه ریسک های پذیرفته شده توسط سرمایه گذاران خصوصی و وام دهندگان چگونه است. در نهایت شیوه های مناسب کمی سازی ریسک های پروژه تعیین و نحوه تاثیر ریسکها در مدل مالی پیشنهاد قیمت مشخص می شود. بر این اساس آن دسته از ریسک هایی که با فرض شرایطی خاص، از طریق اختصاص یک حاشیه سود متناسب، کنترل و مدیریت آنها به سرمایه گذاران خصوصی منتقل می شود، تعیین و نحوه محاسبه نرخ بازگشت سرمایه متناسب مشخص می شود.

تحلیل کمی ریسک

در عمل برای تحلیل کمی ریسک های پروژه، با دو دسته ریسک مواجه می شویم:

ریسک های معین

ریسک هایی که با دقت مناسبی می توان اثر آنها را در متغیرهای مدل مالی به صورت روابط ریاضی تعریف نمود. تعدادی از متغیرهای مدل مالی که متاثر از ریسک های معین پروژه هستند، عبارتند از:

- ۱- طول دوره ساخت
- ۲- هزینه دوره ساخت
- ۳- تورم
- ۴- هزینه نگهداری و تعمیرات دوره بهره برداری
- ۵- قیمت محصول (تعرفه)
- ۶- مقدار تولید/فروش محصول
- ۷- نرخ مالیات
- ۸- عمر مفید تجهیزات ناشی از عدم رعایت معیارهای کیفی
- ۹- درآمد خالص به ارز مورد نظر ناشی از تغییر نرخ تبدیل ارز
- ۱۰- تاریخ راه اندازی پروژه ناشی از تاخیر در ساخت شبکه انتقال نیرو

⁸ Project Management Body of Knowledge

ریسک‌های نامعین

ریسک‌هایی که به دلایل مختلف از جمله عدم وجود اطلاعات تاریخی و یا روابط پیچیده و مبهم میان آنها با سایر ریسک‌ها و متغیرهای مدل مالی، روابط اثبات شده‌ای برایشان موجود نیست و مذاکرات قراردادی در مدیریت آنها بسیار تعیین‌کننده خواهد بود. این ریسک‌ها در محاسبه معیارهای تصمیم‌گیری از دیدگاه‌های طرف‌های مختلف درگیر در پروژه می‌توانند به صورت‌های زیر مورد توجه قرار گیرند:

- ۱- بازگشت مورد انتظار آنان از سرمایه‌گذاری در پروژه
- ۲- تعریف توابع معین بر اساس مطالعات آماری ویژه‌ی ریسک‌ها
- ۳- رتبه‌بندی پروژه‌ها با تعیین برآیند ریسک‌های پروژه‌ها

تعدادی از ریسک‌های نامعین پروژه عبارتند از:

- ۱- سلب مالکیت (ملی کردن پروژه)
- ۲- میزان اعتبار و توانایی‌های شرکت‌های طرف قرارداد داخلی کشور میزبان
- ۳- بروز حوادث سیاسی غیر منتظره
- ۴- عدم وجود سیستم قضایی مستقل
- ۵- عدم اجرای قانون توسط دولت میزبان
- ۶- نحوه مشارکت کارفرما در پروژه
- ۷- قابلیت تبدیل ارز
- ۸- قابلیت انتقال ارز
- ۹- مشکلات حقوقی تصرف سایت پروژه
- ۱۰- تامین مواد خام در دوره بهره‌برداری

نظریه فازی

یکی از ابزارهای رتبه‌بندی پروژه‌ها از طریق تعیین برآیند ریسک‌های آنها، استفاده از نظریه فازی و تعریف ریسک‌های نامعین به صورت توابع عضویت فازی است. مزایای استفاده از این روش عبارت است از:

- هر دو مولفه ریسک یعنی احتمال و شدت اثر ریسک را می‌توان در تابع عضویت منعکس نمود.
- استفاده از دانش آموخته‌های گذشته و تجربیات متخصصین در این قالب بسیار ساده و قابل فهم خواهد بود.
- امکان تلفیق مدل مالی و ریسک‌های معین با برآیند ریسک‌های نامعین پیش از رتبه‌بندی پروژه‌ها وجود دارد.

با استفاده از نظریه فازی در سه مرحله زیر می‌توان به یک ارزیابی کلی از پروژه دست یافت.

- ۱- تعریف هر یک از متغیرهای مدل مالی پروژه به صورت یک تابع عضویت فازی جهت اعمال ریسک‌های معین و استفاده از روش راس در محاسبه معیارهای تصمیم‌گیری مالی.
- ۲- تعریف ریسک‌های نامعین به صورت توابع عضویت فازی و میانگین‌گیری از آنها.
- ۳- تلفیق نتایج حاصل از دو مرحله فوق برای هر پروژه و رتبه‌بندی پروژه‌ها با استفاده از شاخص رتبه‌بندی فازی.

روش راس^۹

وقتی متغیرهای یک رابطه (تابع) ریاضی به شکل اعداد فازی (توابع عضویت) تعریف می‌شوند، نحوه محاسبه مقدار آن تابع متفاوت بوده و روش‌های مخصوص به خود را داراست. این روش تقریبی اما در مقایسه با روش دقیق برنامه‌ریزی غیرخطی بسیار کارا بوده و صحت جواب‌ها بسیار بهتر از روش سنتی گسسته‌سازی است. [13]

⁹ Vertex Method

فرض کنید y تابعی از n متغیر است یعنی $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ و هر متغیر $x_i, i = 1, \dots, n$ یک متغیر فاصله است که با $X_i = [a_i, b_i]$ نمایش داده می‌شود. با فرض اینکه y در ناحیه مستطیلی n بعدی با 2^n راس پیوسته و یکنواخت باشد، مقدار تابع فاصله Y از رابطه زیر بدست می‌آید. [9]

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

$$Y = [\min_j (fc_j), \max_j (fc_j)], \quad j = 1, \dots, 2^n \quad (1)$$

که در آن c_j بعد قایم (عرض) j امین راس است. الگوریتم روش راس شامل گام‌های زیر است:
۱- انتخاب یک عدد α در بازه $[0,1]$.

۲- یافتن بازه X_i های متناظر با α انتخابی. این بازه‌ها α -cuts نامیده می‌شوند.

۳- با استفاده از عملگرهای جبری روی بازه‌ها، مقدار بازه $f(x)$ متناظر با X_i ها.

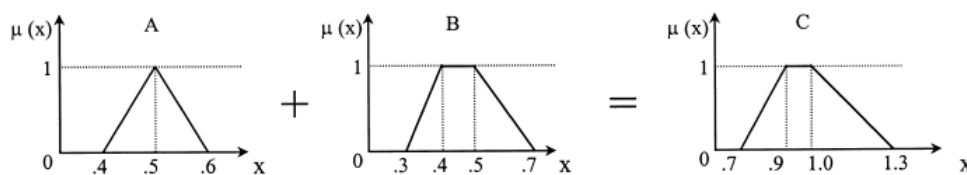
۴- تکرار گام‌های بالا برای مقادیر مختلف α برای بدست آوردن یک نمایش کلی از Y .

مثال: فرض کنید A و B به ترتیب دارای تابع عضویت مثلثی و دوزنقه‌ای $[0.4, 0.5, 0.6]$ و $[0.3, 0.4, 0.5, 0.7]$ هستند. مقدار رابطه $C = A + B$ به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\alpha = 0 \Rightarrow A_0 = [0.4, 0.6] \quad , \quad B_0 = [0.3, 0.7] \Rightarrow C_0 = [0.7, 1.3]$$

$$\alpha = 1 \Rightarrow A_1 = [0.5] \quad , \quad B_1 = [0.4, 0.5] \Rightarrow C_1 = [0.9, 1.0]$$

$$C = [0.7, 0.9, 1.0, 1.3]$$



شکل ۱- کاربرد روش راس

روش میانگین فازی

میانگین‌گیری فازی عبارت است از برآیند نظرات ارایه‌شده به صورت اعداد فازی با توجه به عدم قطعیت مربوط به معیارهای مختلف برای بدست آوردن یک تصویر یا نتیجه کلی از شرایط موجود. [9]

میانگین فازی از رابطه زیر بدست می‌آید: [10]

$$V_i = \frac{\sum_{j=1}^J w_j \times p_{ij}}{\sum_{j=1}^J w_j} \quad (2)$$

که در آن V_i اجتماع فازی ارزیابی از پروژه، w_j وزن هر یک از معیار j و p_{ij} مقدار مشخصه مربوط به هر معیار هستند. مجموع اوزان معیارها برابر واحد است.

مثال: فرض کنید معیار (ریسک) A و B به ترتیب دارای تابع عضویت دوزنقه‌ای $[0.6, 0.7, 0.8, 0.9]$ و $[0.4, 0.5, 0.55, 0.7]$ و اوزان 0.4 و 0.6 باشند. میانگین فازی آنها عبارت است از:

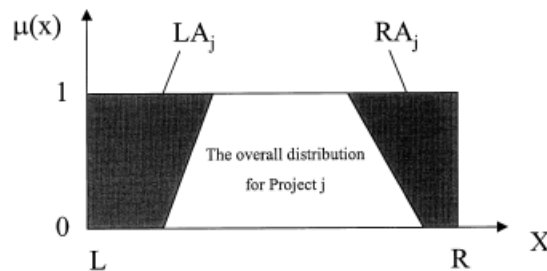
$$= 0.4(A) + 0.6(B) = [0.24, 0.28, 0.32, 0.36] + [0.24, 0.3, 0.33, 0.42] = [0.48, 0.58, 0.65, 0.78]$$

شاخص رتبه‌بندی فازی

یک شاخص برای رتبه‌بندی اعداد فازی که در تحلیل‌های اقتصادی مناسب است، برای مقایسه دو عدد فازی که حاصل برآیندگیری ریسک‌های پروژه هستند بکار می‌روند. [11] این شاخص بر اساس تفاوت میان مساحت یک مستطیل و مساحت زیر تابع عضویت برای هر عدد فازی بدست می‌آید. [12]

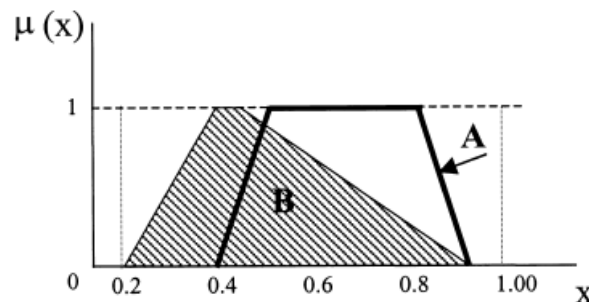
$$K_j = 0.5 \left[1 - \frac{RA_j - LA_j}{R - L} \right] \quad (3)$$

که در آن R و L به ترتیب بیشترین و کمترین محدوده توابع عضویت (مستطیل فرضی) هستند و K عددی بین صفر و یک خواهد بود.



شکل ۲- مساحت‌های مورد استفاده در شاخص رتبه‌بندی

مثال: فرض کنید توابع عضویت نهایی مربوط به دو پروژه A و B به ترتیب عبارتند از: $[0.4, 0.52, 0.81, 0.93]$ و $[0.22, 0.41, 0.48, 0.93]$.



شکل ۳- توابع عضویت نهایی دو پروژه A و B و مقادیر R و L

$$RA_A = 0.13, \quad LA_A = 0.27, \quad K_A = 0.59$$

$$RA_B = 0.13, \quad LA_B = 0.27, \quad K_B = 0.39$$

بنابر شاخص رتبه‌بندی بدست آمده برای دو پروژه، پروژه A بر پروژه B ترجیح دارد.

نتیجه‌گیری

منابع مالی عمومی ناکافی، نبود تکنولوژی پیشرفته داخلی و بهره‌وری پایین بخش دولتی، دولت‌ها را برای ایجاد تاسیسات زیربنایی عمومی خود متمایل به جذب بخش خصوصی کرده است. روش BOT به عنوان وسیله‌ای کارآمد با بکارگیری تامین مالی پروژه محور و بدون اتکا به پشتوانه مالی بخش دولتی در دهه‌های اخیر گسترش فراوانی داشته است. موفقیت یک پروژه BOT نیازمند محیط اقتصادی، سیاسی و حقوقی مناسب و بویژه درک متقابل بخش دولتی و خصوصی از ریسک‌ها و فرصت‌های موجود است. مدیریت ریسک، مهمترین ابزار ایجاد چنین درکی است. تنها ایجاد اطمینان کامل در کلیه عوامل درگیر در پروژه است که می‌تواند موفقیت پروژه را در پی داشته باشد. این بهایی است که برای جذب سرمایه‌های بخش خصوصی ملزم به پرداخت آن هستیم. اما شاید بتوان گفت منافع چنین الزامی به طور غیر مستقیم در شکل دهی نگرش بخش دولتی و خصوصی داخلی مرتبط با پروژه منعکس می‌شود. شناسایی و دسته‌بندی ریسک‌ها، اولین و مهمترین مرحله تحلیل و مدیریت ریسک است.



در این مقاله با تعریف رویکردهای مختلف تحلیل ریسک و انتخاب رویکرد ارائه پیشنهاد مناقصه از سوی سرمایه‌گذاران (خصوصی و دولتی) و متناظر آن دیدگاه بررسی کارآمدی پیشنهادات از سوی دولت میزبان، به شناسایی و دسته‌بندی ریسک‌های کلی محتمل در پروژه‌های زیربنایی BOT پرداخته و یک دسته‌بندی هدفمند از ریسک‌های پروژه به تفکیک طرف‌های عمده درگیر در پروژه (دولت میزبان، صاحبان آورده و وام‌دهندگان) صورت گرفت و در ادامه فرآیند تحلیل کیفی و کمی ریسک با توجه به دسته‌بندی مورد نظر بررسی و با استفاده از نظریه فازی شیوه‌ای یکپارچه و جامع ارائه گردید.

منابع و مراجع

1. منیر عباسی آرمین، نصیر زاده فرناد و امام‌جمعه زاده حامد، شناسایی و مدیریت ریسک در پروژه‌های BOT، دومین کنگره ملی مهندسی عمران، ۱۳۸۴.
2. خزائی گرشاسب و امام جمعه زاده محمد حامد، نقش دولت در توسعه پروژه‌های زیربنایی به روش BOT، اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، اسفند ۱۳۸۳.
3. خزائی گرشاسب و افشار عباس، شناسایی ریسک‌های خاص پروژه‌های BOT، دومین کنگره ملی مهندسی عمران، ۱۳۸۴.
4. سبط محمد حسن و شایق سهیل، BOT و کاربرد آن در قراردادهای زیربنایی ایران، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۵.
5. Chapman, C.B., "Risk, in Investment, Procurement and Performance in Construction," E.& F.N. Spon (Chapman & Hall), London, 1991.
6. Raftery, J., "Risk Analysis in Project Management," Chapman & Hall, London, 1994.
7. Tiong, Robert, "Risk & Guarantees in BOT Tenders," Journal of Construction Engineering and Management, 121 (2), 1995, pp 183-188.
8. PMBOK, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge," Project management Institute, Standard Committee, 2004.
9. Mohamed S, McCowan A. K., (2001) "Modeling Project Investment Decisions Under Uncertainty Using Possibility Theory" International Journal of Project Management, 19, PP. 231-241.
10. Bojadziev G, Bojadziev M. "Fuzzy Logic for Business, Finance and Management" London: World Scientific, 1996.
11. Smith PN. "Multicriterion Project Evaluation Involving Uncertainty and Imprecision" Transactions of Multi-Disciplinary Engineering 1995, GE19(2): 43-53.
12. Choobineh F, Behrens A. "Use of Intervals and Possibility Distribution in Economic Analysis" J Operation Res Society (1992), 43(9): 907-18.
13. Dong W, Chiang W, Wong F. "Propagation of uncertainties in Deterministic Models" Computers and Structures (1987), 26(3): 415-423.