

تعیین میزان ریسک عدم قطعیت‌های موجود در قراردادهای آزادراهی به روش BOT با استفاده از روش‌های آماری (مطالعه‌ی موردی: آزادراه ساوه - سلفچگان)

احسان‌اله اشتهاردیان* (استادیار)

گروه مدیریت پروژه و ساخت، دانشگاه تربیت مدرس

مصطفی خانزادی (استادیار)

دانشکده‌ی هندیسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران

حسین فرشاد (کارشناس ارشد)

دانشکده‌ی هندیسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوشتر

مهندسی عمران شریف، (پاییز ۱۳۹۴)
دوره‌ی ۲ - ۳۱، شماره‌ی ۲/۳، ص. ۸-۳

قراردادهای BOT را می‌توان یک روش مطمئن جذب سرمایه‌ی خصوصی دانست که علاوه بر جبران کمبود منابع دولتی، کنترل استراتژیک دولت را بر پروژه‌ها حفظ خواهد کرد. ایجاد ساختاری برای مدیریت ریسک‌های پروژه‌های آزادراهی، اساس هر پروژه‌ی BOT^۱ در این خصوص است، که می‌تواند تضمین‌کننده‌ی موفقیت پروژه باشد. هدف این مطالعه تلاش برای ایجاد ساختار مدیریت ریسک در پروژه‌های BOT بزرگراهی کشور است. لذا در این نوشتار با توجه به تجربیات گذشته در این زمینه و جمع‌آوری نظرات متخصصان کشور با مطالعات میدانی گسترده و اطلاعات آماری به‌دست‌آمده سعی شده است میزان ریسک در عدم قطعیت‌های موجود در پروژه‌های BOT آزاد راه‌های ایران با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد بررسی قرار گیرد. در این مورد به مطالعه‌ی موردی آزادراه ساوه - سلفچگان پرداخته شده است و نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند کمک بسیاری به کارفرمایان و پیمانکارانی داشته باشد که می‌خواهند پروژه‌هایی از این قبیل را اجرا کنند.

eshtehardian@modares.ac.ir
khanzadi@iust.ac.ir
civilproman@yahoo.com

واژگان کلیدی: مدیریت پروژه، مدیریت ریسک، BOT، پروژه‌های آزاد راهی.

۱. مقدمه

انتقال (BOT) و مشتقات آن به‌عنوان یکی از روش‌های پذیرفته‌شده برای مشارکت بخش خصوصی در توسعه‌ی پروژه‌های حمل و نقلی در سطح جهانی شناخته شده است و دولت‌ها نیز آن را به‌عنوان روشی مناسب برای سرمایه‌گذاری و ساخت سریع پروژه‌های حمل و نقلی و استفاده‌ی بهینه از آنها پذیرفته‌اند. کشور ما نیز در سال‌های اخیر با پیوستن به کشورهای طرفدار روش BOT، چندین پروژه را با این روش شروع کرده است.^[۱]

پژوهش‌هایی در گذشته را می‌توان نام برد که در موارد مشابه صورت گرفته‌اند، از جمله در سال ۱۹۸۳ سرچشمه‌ی ریسک‌ها مورد بررسی قرار گرفته و الگوریتمی برای ریسک‌های مختلف معین شده است.^[۲] در سال ۱۹۹۴ نیز تعدادی روش ساده برای چگونگی قراردادهای ارائه شده و همچنین نتایج آنها در تعیین درجه‌ی ریسک‌های هم‌قطار یا هم‌پیوند با موقعیت‌های عمومی به‌کار برده شده است.^[۳] همچنین در پژوهش دیگری در سال ۲۰۰۸ با بررسی عوامل تأثیرگذار در انجام هر چه بهتر پروژه‌های BOT، ۲۱ عامل با اهمیت در ۳ گروه با ساختمان مدل توانمند پروژه‌ی پیشنهاد داده شده است. از این روش‌ها در جهت افزایش توانمندی پروژه‌های

برای سالیان دراز از زمان برقراری حکومت‌ها و دولت‌ها، دولت‌ها تأمین‌کننده‌ی اصلی منابع پروژه‌های زیربنایی بوده‌اند و البته عمده‌ی این منابع از درآمدهای مالیاتی و درآمد حاصل از فروش منابع ملی کشور تأمین شده است. نیاز به اجرای پروژه‌های زیربنایی در کشورهای در حال توسعه‌ی ملی و افزایش رفاه عمومی از یک طرف و افزایش بدهی‌های خارجی کشورهای جهان سوم و فشارهای ناشی از کمبود بودجه‌های دولتی از سوی دیگر و همچنین توسعه‌ی گسترش بخش خصوصی و تأکید بر خصوصی‌سازی بخش‌هایی از دستگاه‌های دولتی در دهه‌های ۷۰ و ۸۰ میلادی، راه‌کارهای جدیدی برای تأمین مالی پروژه‌های زیربنایی به‌عنوان جایگزینی برای استفاده از بودجه‌ی دولتی و یا استقراض از منابع خارجی ارائه کرده و این امر سبب شکل‌گیری و بسط انواع شیوه‌های مشارکتی میان بخش خصوصی و دولتی در سالیان اخیر شده است.^[۱]

در دو دهه‌ی گذشته اجرای پروژه‌های حمل و نقلی به روش ساخت، بهره‌برداری

* نویسنده مستقر

تاریخ: دریافت ۱۳۹۲/۲/۷، اصلاحیه ۱۶/۱۰/۱۳۹۲، پذیرش ۱۳۹۲/۱۱/۲۸.

BOT استفاده شده است.^[۵] و نیز در سال ۲۰۰۹ با به هم پیوستن انواع ریسک‌های BOT، مدلی از مذاکرات قراردادی توضیح داده شده است. در این روش با تطابق درجات ریسک می‌توان مدلی از مذاکرات قراردادی را تعیین کرد.^[۶] پژوهشگران دیگری هم در سال ۲۰۰۹ برای بهبودی متوالی کیفیت و شاخص رضایتمندی برای پروژه‌های BOT مدلی را پیشنهاد دادند و آن را درون خطوط ریلی راه‌آهن تایوان و کره مورد مطالعه قرار دادند.^[۷] همچنین در مطالعه‌ی (۲۰۱۲) مربوط به ساختار پیچیده بین عوامل مختلف در یک پروژه‌ی BOT با استفاده از تأثیر مدل‌سازی منطق فازی و رویکرد سیستم دینامیک الگو گرفتند و برای ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی، آن را در پروژه‌های بزرگراهی به کار بردند.^[۸] و نیز در مطالعاتی در سال ۲۰۱۳ عوامل تأثیرگذار در موفقیت تأسیسات زیربنایی دولتی پروژه‌های BOT در چین مورد بررسی قرار گرفت،^[۹] همچنین مدل توسعه‌یافته‌ی دیگری در همان سال (۲۰۱۳) در دوره‌ی امتیازی ارائه شد که مجموعه‌ی از گزینه‌های تولید بود و در میان آن می‌توان یک منطقی پس از ایجاد توازن میان منافع هر دو طرف انتخاب شده ایجاد کرد.^[۱۰] در پژوهش دیگری هم (۲۰۱۳) عوامل موفقیت بحرانی و همچنین اهمیت نسبی عوامل مثبت و منفی مؤثر در جذابیت و شناسایی عوامل خطر مهم و تخصیص خطر ارجح برای پروژه‌ها در سنگاپور بررسی شد،^[۱۱] و نیز در مطالعه‌ی در همان سال به بررسی تأثیر عدم اطمینان تقاضا در طراحی قراردادهای BOT پرداخته شد.^[۱۲] در مطالعه‌ی دیگری در سال ۲۰۰۱ هم مکانیزم قراردادهای BOT مورد بررسی قرار گرفت و آن را از مکانیزم‌های مشابه تشخیص داد.^[۱۳] در پژوهش دیگری در سال ۲۰۰۵ نیز ریسک‌های عمومی رایج در قراردادهای عمرانی شناسایی و طبقه‌بندی شد.^[۱۴] همچنین در پژوهش دیگری در همان سال ریسک‌های موجود در روش BOT شناسایی و با استفاده از ماتریس ریسک به دست آمده، پرسش‌نامه‌هایی جهت تخمین اهمیت ریسک‌های شناسایی شده از دیدگاه صاحب‌نظران و دست‌اندرکاران پروژه‌های مختلف تهیه و نهایتاً با بررسی و آنالیز نتایج پرسش‌نامه‌ها جهت کاربندی کردن آن رهنمودهایی ارائه شد.^[۱۵] پژوهشگر دیگری هم در سال ۲۰۰۶ چارچوب کلی و جامع با دیدگاه فرآیندی و سیستماتیک برای مدیریت ریسک در پروژه‌های بزرگ ساخت ارائه کرد.^[۱۵] در مطالعه‌ی دیگری نیز در همان سال موانع و مشکلات موجود در اجرای پروژه‌های شهری با استفاده از سیستم BOT شناسایی و با انجام مطالعات میدانی راهکارهایی جهت مرتفع‌ساختن آن پیشنهاد شد.^[۱۶]

از سوی دیگر آزاد راه‌ها به دلیل برقراری راه ارتباطی سریع و ایمن، یکی از ملاک‌های توسعه و پیشرفت به حساب می‌آیند. همچنین ایران با توجه به وسعت وسیعی که دارد نیازمند وجود راه‌های ارتباطی امن و ایمن است و آمار بالای تلفات جاده‌یی بیانگر این نیاز اساسی کشور است. لذا با توجه به این نیاز ضروری کشور به آزاد راه‌ها و کمبود بودجه‌ی دولت، گرایش به سمت استفاده از روش‌های تأمین مالی پروژه‌های آزادراهی امری بسیار معقول و ضروری است. حال با توجه به پیچیدگی‌های موجود در قراردادهای BOT و لزوم آشنایی و به‌کارگیری آن‌ها در توسعه‌ی پروژه‌های حمل و نقلی کشور مانند آزادراه‌ها، در این مطالعه ضمن بررسی تجربیات گذشته در این زمینه و جمع‌آوری نظرات متخصصان کشور از طریق مطالعات میدانی گسترده و اطلاعات آماری به دست آمده سعی شده است میزان ریسک در عدم قطعیت‌های موجود در پروژه‌های BOT آزاد راه‌های ایران با استفاده از نرم‌افزار SPSS مورد بررسی قرار گیرد. از ترکیبات عدم قطعیت‌ها، تضمین اتخاذ تصمیمات درست و ارائه‌ی میزان ریسک برای هر یک از عدم قطعیت‌های پروژه به مدیر پروژه، برآوردی صورت گرفته و نهایتاً با بررسی این روش، نکات و راهکارهایی ارائه شده است.

۲. روش BOT در ساخت آزادراه‌ها

به دلیل هزینه‌های بسیاری که پروژه‌های BOT به همراه دارند، تاکنون بیشتر بزرگراه‌های کشورهای در حال توسعه با روش مشارکت بخش خصوصی داخلی یا به عبارتی، با روش‌های مشارکت مدنی به اجرا درآمده‌اند. در این روش دو یا چند شرکت خصوصی داخلی با مشارکت بانک‌های داخلی اقدام به تشکیل شرکتی می‌کنند که برای تأمین مالی، ساخت و بهره‌برداری از پروژه برای مدت مشخص با بخش دولتی، که وزارت راه است، اقدام به عقد قرارداد می‌کند.^[۳]

این روش به طوری که آن را نوعی BOT داخلی نام نهاده‌اند، سال‌هاست که به‌کار می‌رود. به گفته‌ی مسئولان توسعه‌ی آزادراه‌های کشور، اجرای این نوع آزادراه‌ها در کشور مشابه قراردادهای BOT است، که چندین سال است در کشور به‌کار می‌رود. به اعتقاد این مسئولان به دلایل مختلف هنوز سرمایه‌گذاران خارجی تمایل زیادی برای سرمایه‌گذاری در ساخت آزادراه‌ها در کشورمان نشان نمی‌دهند و این امر را بیشتر ناشی از عدم اطمینان آنان در زمینه‌ی امکان بازپرداخت اصل سرمایه و سود موردنظر در مدت بهره‌برداری می‌دانند. یکی از مشکلاتی که در این زمینه به آن اشاره شده است، کم‌بودن نرخ عوارض در ایران در مقایسه با کشورهای دیگر است، که اگر سرمایه‌گذاران بخواهند با توجه به استانداردهای موجود، نرخ عوارض را تعیین کنند، هزینه‌ی زیادی بر استفاده‌کنندگان تحمیل می‌شود و اگر دولت نیز بخواهد برای جلوگیری از این امر به آن یارانه اختصاص دهد و پرداخت مابه‌التفاوت آن را خود تقبل کند، این نیز به نفع دولت نخواهد بود، به همین دلیل است که هنوز پیشرفت عمده‌یی در جلب سرمایه‌های خارجی در احداث شبکه‌های جاده‌یی و بزرگراهی کشور حادث نشده است. اما براساس آخرین ارزیابی‌ها کشور به ۱۱۵۰۰ کیلومتر راه و آزادراه نیاز دارد که با توجه به این نیاز، سرمایه‌های داخلی مطمئناً جوابگوی نیازهای هزینه‌یی این پروژه‌ها نخواهد بود و لازم است این بخش نیز به سمت جلب سرمایه‌های خارجی و به‌ویژه روش BOT، که موفقیت بسیاری در ساخت شبکه‌های حمل و نقل جاده‌یی به‌ویژه آزادراه‌ها در کشورهای مختلف داشته‌اند، روی آورد.

۳. روش پژوهش

در این نوشتار سعی شده است ابتدا با مطالعات میدانی گسترده و بررسی و تحلیل پاسخ‌های داده‌شده به فرم‌های مصاحبه با جامعه‌ی آماری ۵۰ نفره، که به نظر نویسندگان این نوشتار می‌تواند تعداد نسبی متناسبی برای ارائه و تحلیل بسط آن باشد، شامل ۵ نفر از کارشناسان مجرب وزارت راه، ۵ نفر از کارشناسان پیمانکار پروژه‌ی موردنظر، ۵ نفر از کارشناسان مشاور پروژه‌ی موردنظر، ۵ نفر از مدیران ارشد وزارت راه، ۵ نفر از مدیران پروژه‌ی موردنظر، ۵ نفر از مردم عادی پروژه‌های مشابه، ۱۰ نفر از کارگران پروژه‌ی موردنظر، ۱۰ نفر از مردم عادی که از مسیر موردنظر تردد می‌کنند، که طبیعتاً این افراد با توجه به ارتباطشان با پروژه‌ی مزبور می‌توانند بهترین پاسخ‌ها را در راستای هدفمان اعلام کنند و همچنین بررسی پروژه‌های آزادراهی انجام‌شده به روش BOT و ریسک‌های محتمل و عدم قطعیت‌های موجود، که بیشترین تأثیرگذاری را داشتند، تعیین شود.

در این بخش با توجه به معضل محدودیت دستیابی به اطلاعات و محرمانه بودن آن‌ها بالاخص در موارد مالی به دلیل وجود شرکت‌های رقیب برای ارائه‌ی طرح پیشنهادی واقعی‌تر در مناقصه‌های پروژه‌های مشابه، نویسندگان این نوشتار تصمیم

۲.۵. فرایند

هدف از آزمون x^2 ، مشخص کردن وابستگی دو متغیر مورد مطالعه است. برای این منظور فراوانی‌های مشاهده شده در نمونه با فراوانی‌های مورد انتظار (نظری یا فرضی) مقایسه و سپس با استفاده از اختلاف آنها، نسبت به وابستگی صفات مورد مطالعه نتیجه‌گیری شده است. بنابراین هدف ما تشخیص این مسئله است که آیا تفاوت موجود بین فراوانی‌های مشاهده شده و فراوانی‌های نظری (مورد انتظار) تفاوتی منظم و معنی‌دار است، یا آنکه تفاوت آنها ناچیز و اتفاقی است. یعنی برآورد این احتمال که توزیع فراوانی‌های مشاهده شده ناشی از شانس است یا خیر. با استفاده از این آزمون می‌توان احتمال شانس بودن اختلاف بین فراوانی‌های مشاهده شده و فراوانی‌های مورد انتظار را برآورد کرد. به سخن دیگر، این آزمون فقط برای برآورد این احتمال که آیا عاملی غیر از عامل تصادف (خطای نمونه‌گیری) رابطه‌ی ظاهری را ایجاد کرده است یا نه، به کار می‌رود. در واقع در آزمون x^2 میزان و درجه‌ی انطباق فراوانی‌های نظری مورد انتظار آزمایش شده و نهایتاً وابستگی صفات نسبت به هم نتیجه‌گیری می‌شود. لازم به یادآوری است، به منظور بررسی داده‌های ناپارامتری، که در ابتدای این بخش به آن‌ها اشاره شده است، از آزمون‌های ناپارامتری که آزمون x^2 نیز جزء آن‌هاست، استفاده شده است. بنابراین آزمون x^2 وقتی به کار برده می‌شود که صفت یا صفات مورد مطالعه به صورت کیفی و داده‌های مورد مطالعه به صورت داده‌های منفصل یا ناپیوسته باشند، یعنی داده‌های شمرده شده باشند و نه مقادیر اندازه‌گیری شده.

هدف از اجرای آزمون x^2 این است که آیا بین فراوانی‌های مشاهده شده (n_i) و فراوانی‌های مورد انتظار (n_{ith})، تفاوت منظم و معنی‌داری وجود دارد، یا آنکه این تفاوت ناچیز است و به صورت اتفاقی روی داده است. منظور از مقایسه کردن فراوانی‌ها، تشخیص وابستگی یا عدم وابستگی دو متغیر مورد مطالعه است. به عبارت دیگر، این آزمون فقط برای برآورد احتمال اینکه آیا عاملی غیر از عامل تصادف خطای نمونه‌گیری رابطه‌ی ظاهری را ایجاد کرده است یا نه، به کار می‌رود.

از آنجا که فراوانی‌ها در آزمون x^2 مورد استفاده قرار می‌گیرند، بنابراین آزمون مذکور برای صفات کیفی به کار برده می‌شود که داده‌ها به صورت شمرده شده هستند نه مقادیر اندازه‌گیری شده. به عبارت دیگر، مقیاس اندازه‌گیری داده‌ها اسمی یا ترتیبی است. ملاک آزمون x^2 به صورت رابطه‌ی ۱ است:

$$x^2 = \sum \frac{(n_i - n_{ith})^2}{n_{ith}} \quad (1)$$

که در آن، n_i فراوانی‌های مشاهده شده و n_{ith} فراوانی‌های مورد انتظار یا تئوریک هستند.

در آزمون x^2 ، درجه‌ی آزادی به حجم نمونه بستگی ندارد و به تعداد مقوله‌ها مربوط است. اگر جدول داده‌ها یک بُعدی باشد، درجه‌ی آزادی برابر است با تعداد سطرها منهای ۱ (رابطه‌ی ۲):

$$D.F = K - 1 \quad (2)$$

و اگر جدول دو بُعدی باشد، به صورت رابطه‌ی ۳ خواهد بود:

$$D.F. = (K - 1) \times (L - 1) \quad (3)$$

که در آن، K تعداد صفات سطرها و L تعداد صفات ستون‌هاست.

۳.۵. تحلیل

در خصوص ورودی‌های نرم‌افزار ابتدا با همکاری وزارت راه و شهرسازی و شرکت آزادراه ساوه - سلفچگان اطلاعات آماری مورد نیاز در هر بخش به دست آمده است.

گرفتند فقط ۴ عدم قطعیت عمده‌ی موجود را، که در پاسخ مصاحبه‌شوندگان بیشترین تأثیرگذاری را در پروژه داشته‌است، بررسی کنند. در این قسمت از کار نیز ۴ عدم قطعیت عمده را برای تمایز و بررسی هر چه بهتر به ۲ بخش مرحله‌ی ساخت و مرحله‌ی بهره‌برداری پروژه‌های آزادراهی تفکیک کردند. با توجه به مطالعات و مصاحبه‌های صورت گرفته، ۴ عدم قطعیت اصلی و عمده‌ی در نظر گرفته شده در این پروژه‌ها به صورت کلی و به تفکیک هر مرحله عبارت‌اند از:

در مرحله‌ی ساخت:

- هزینه‌ی ساخت؛
- زمان ساخت.

در مرحله‌ی بهره‌برداری:

- عوارض دریافتی از هر اتومبیل؛

- تعداد اتومبیل‌های استفاده‌کننده از آزادراه در یک سال.

مطلوبیت در این پروژه، ارزش خالص فعلی در نظر گرفته شده است. می‌دانیم عدم قطعیت‌های «عوارض دریافتی از هر اتومبیل» با «تعداد اتومبیل‌های استفاده‌کننده از آزادراه در یک سال» رابطه‌ی مستقیم دارند و در مورد هزینه و زمان نیز می‌دانیم که معمولاً رابطه‌ی معکوس است. به همین ترتیب میزان تأثیرگذاری عدم قطعیت‌ها دو به دو نسبت به هم و شدت اثر عدم قطعیت‌ها هر کدام به صورت مجزا نسبت به ریسک پروژه تعیین و اولویت بندی شده است. سپس با استفاده از نرم‌افزار SPSS و تحلیل آن بر روی داده‌های آماری که با همکاری وزارت راه و شرکت آزادراه ساوه - سلفچگان براساس هزینه و زمان و تردد و عوارض دریافتی در پروژه‌ی مزبور گردآوری شده سعی شده است تا میزان ریسک هر کدام تعیین شود.

۴. مورد مطالعاتی

در این مطالعه، آزادراه ساوه - سلفچگان به عنوان مورد مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفته است. این آزادراه با توجه به طرح ایجاد خط مستقیم ارتباطی آزادراهی مابین تهران و بندر امام خمینی در جنوب کشور و نیز وجود آزادراه‌های متعدد مرتبط میان تهران و استان‌های دیگر حائز اهمیت است. آزادراه ساوه - سلفچگان در مرکز کشور حد فاصل قم و ساوه، شاهراهی است به طول ۶۸ کیلومتر که آزادراه‌های متعدد را به هم متصل می‌کند. این پروژه از سال ۱۳۸۰ شروع و در سال ۱۳۸۳ به بهره‌برداری رسیده است. مسیر رفت به طور کامل توسط وزارت راه و ۸۰٪ مسیر برگشتی توسط شرکت طرف قرارداد به نام «شالوده» هزینه شده است. [۱۷، ۱۸]

۵. روش‌های تجزیه و تحلیل آماری

۱.۵. مقدمه

روش‌های آماری این مطالعه به دو صورت توصیفی و استنباطی بوده است، که در آمار توصیفی به جداول پرداخته و در آمار استنباطی از آماره‌ی کای اسکوئر (x^2) برای پی بردن به وجود ارتباط میان متغیرهای پژوهش (مستقل) با متغیر وابسته، که در صفحه‌ی مربوط به فرضیات آمده است، پرداخته شده است. کلیه‌ی مراحل آماری و تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده با نرم‌افزار آماری SPSS.Win نسخه ۱۵/۵ انجام شده است.

جدول ۱. ورودی نرم‌افزار در ۱۰ روز ابتدایی از ۱۸۳ روز مرحله‌ی ساخت.

زمان ساخت به روز	هزینه‌ی ساخت به ریال	زمان ساخت به روز	هزینه‌ی ساخت به ریال
۱	۲۳۰, ۲۶۸, ۷۴۶, ۲۳۰	۶	۱۹۹, ۲۶۸, ۷۴۶, ۲۳۰
۲	۲۰۰, ۳۱۳, ۱۷۷, ۳۳۰	۷	۱۹۹, ۴۴۲, ۸۱۸, ۰۸۰
۳	۲۰۰, ۴۸۷, ۲۴۹, ۱۸۰	۸	۱۹۹, ۶۱۶, ۸۸۹, ۹۳۰
۴	۲۰۰, ۶۶۱, ۳۲۱, ۰۳۰	۹	۱۹۹, ۷۹۰, ۹۶۱, ۷۸۰
۵	۲۰۰, ۸۳۵, ۳۹۲, ۸۸۰	۱۰	۱۹۹, ۹۶۵, ۰۳۳, ۶۳۰

جدول ۳. رگرسیون عدم قطعیت‌ها و تعیین میزان ریسک آنها.

سطح معنی داری	ضریب تعیین میزان ریسک	رگرسیون چند متغیره
۰/۰۰۰	--	ثابت
۰/۰۰۰	۰/۲۷۴	زمان
۰/۰۰۰	۰/۲۳۴	هزینه
۰/۰۰۰	۰/۱۹۱	عوارض
۰/۰۰۰	۰/۱۱۷	تردد

جدول ۲. داده‌ی ورودی نرم‌افزار برای ۵ روز اول مرحله‌ی بهره‌برداری.

تاریخ	تردد وسایل نقلیه در هر روز	عوارض دریافتی به ریال
۱۳۸۸/۱۱/۱	۸۹۷۱	۱۱۴, ۷۰۱, ۰۰۰
۱۳۸۸/۱۱/۲	۸۹۳۳	۱۱۱, ۰۵۵, ۰۰۰
۱۳۸۸/۱۱/۳	۱۰۳۴۹	۱۴۶, ۵۳۱, ۰۰۰
۱۳۸۸/۱۱/۴	۱۰۶۵۲	۱۵۱, ۰۸۳, ۰۰۰
۱۳۸۸/۱۱/۵	۱۰۳۴۴	۱۴۹, ۰۱۹, ۰۰۰

آزادی (D.F.) برای عدم قطعیت‌های زمان و هزینه به دلیل ۶ ماه (۱۸۳ روز) زودتر انجام شدن پروژه‌ی موردنظر $183 - 1 = 182$ ، $K - 1 = 182$ در نظر گرفته شده و درجه آزادی (D.F.) برای عدم قطعیت‌های عوارض و تردد برای یک ماه (۳۰ روز) به صورت $30 - 1 = 29$ ، $K - 1 = 29$ در نظر گرفته شده است و در نهایت سطح معنی داری (۰/۰۰۰) نشان می‌دهد که با احتمال خطای ۱٪ و قابلیت اطمینان ۹۹٪، فرض ۱ پژوهش مبنی بر رابطه‌ی معنی دار و تعیین‌کنندگی عدم قطعیت‌ها تعیین شده است. این نوشتار در پروژه‌هایی از این دست تأیید و فرض صفر رد می‌شود.

این تذکر لازم است که در تحلیل آماری فوق، فرض H۰ یعنی عدم قطعیت‌های پروژه متغیرهای مستقل و تأثیرگذار نیستند، رد می‌شود و به عبارتی رابطه‌ی معنی داری وجود ندارد و فرض H۱ مورد تأیید واقع می‌شود یعنی عدم قطعیت‌های پروژه متغیرهای مستقل و تأثیرگذار هستند (یعنی فرض به جاست و کاربرد عدم قطعیت‌ها مثبت است) و متغیر پژوهش بر موضوع پژوهش (متغیر وابسته) تأثیر دارد. در جدول ۳، میزان ریسک و تأثیرگذاری هر عدم قطعیت مشاهده می‌شود.

در آزمون رگرسیون چند متغیره هر یک از عناصر (عدم قطعیت‌های موردنظر در این پژوهش) به آزمون کشیده شده است که ضریب هر عدم قطعیت در بخش میزان آماره آمده است، یعنی بدین ترتیب میزان ریسک متغیر پژوهش بر موضوع پژوهش (متغیر وابسته) و تأثیرگذاری آن تعیین شده است. در مدل رگرسیون چند متغیره‌ی آزمون‌های آماری از مدل مرکزی استفاده شده است. در این روش سهم و پیش‌بینی و تعیین‌کنندگی هر متغیر مطابق با جدول مشخص شده است. همان‌طور که در جدول رگرسیون آماری (جدول ۳) مشاهده می‌شود، هر واحد تغییر در متغیر مستقل پژوهش (میزان ارتباط با ریسک پروژه) مثلاً ۲۷/۴٪ تغییر در متغیر ثابت و وابسته (زمان) رخ خواهد داد. بنابراین عدم قطعیت زمان به میزان ۲۷/۴٪، هزینه به میزان ۲۳/۴٪، عوارض به میزان ۱۹/۱٪ و تردد نیز ۱۱/۷٪ هر کدام به صورت مجزا از یکدیگر در ریسک پروژه یا همان موضوع تحقیق تأثیرگذار هستند.

۴.۵. جمع‌بندی

از ابتدای شروع هر پروژه‌ی تعیین و بررسی عدم قطعیت‌های پروژه از زوایای مختلف برای پیمانکاران حائز اهمیت است:

۱. در تهیه‌ی طرح پیشنهادی (پروپوزال) خود، با دیدی عمیق‌تر به عدم قطعیت‌ها می‌نگرند و ابهامات پروژه برای آن‌ها مرتفع می‌شود.
۲. می‌توانند برنامه‌ریزی‌های خود را برای اجرای پروژه به صورت دقیق‌تری انجام دهند.
۳. می‌توانند پروژه‌ی موردنظر را مطابق آنچه که در ابتدای پروژه تحلیل کرده‌اند، به پیش ببرند و به مزایایی از قبیل حسن انجام کار دست یابند، به عبارت دیگر، با

هزینه‌ی ساخت در موقع عقد قرارداد، مبلغ قرارداد یعنی ۳۸۰, ۶۷۴, ۰۹۴, ۱۹۹ ریال بوده است، اما در پایان مبلغ ۹۳۰, ۸۲۲, ۹۴۹, ۲۳۰ ریال پرداخت شده است. همچنین مدت زمان ساخت پروژه در ابتدا ۴۲ ماه در نظر گرفته شده بود، اما پروژه به خوبی در ۳۶ ماه به پایان رسید. در این قسمت ۶ ماه کاهش مدت زمان ساخت را به‌عنوان متغیر زمان در نظر گرفته و تفاوت قیمت قرارداد و پرداختی را به ۱۸۳ روز یا همان ۶ ماه تقسیم کرده و به یک قیمت متوسط هزینه‌ی روزانه به میزان ۱۷۴, ۰۷۱, ۸۵۰ ریال در هر روز دست یافته‌ایم (جدول ۱).

حال در ورودی نرم‌افزار SPSS به میزان هر روز از ۱۸۳ روز موجود، یک قیمت مشخص و متغیر تعیین شده است، که در انتها به خروجی موردنظر که نشان‌دهنده‌ی ارتباط میزان ریسک با هر یک از عدم قطعیت‌های موجود است، رسیده‌ایم. در مرحله‌ی بهره‌برداری نیز به میزان یک ماه یا ۳۰ روز از یک سال به‌صورت تصادفی (بهمن ماه ۱۳۹۰) میزان تردد و عوارض دریافتی را با همکاری شرکت آزادراه ساوه - سلفچگان به‌دست آورده و به‌عنوان متغیرهای مورد نیاز در این بخش در نرم‌افزار تعریف کرده‌ایم (جدول ۲).

در نهایت به خروجی موردنظر این بخش رسیده‌ایم. در پایان نیز با انجام رگرسیون توسط نرم‌افزار توانسته‌ایم میزان درصد ارتباط ریسک پروژه با هر کدام از متغیرها را در خروجی نهایی پروژه‌ی آزادراهی تعیین کنیم.

فرض پژوهش مبنی بر توجه به متغیرهای زمان، هزینه، عوارض و تردد در این پروژه نشان داده است که این موارد از ابعاد و عدم قطعیت‌های اساسی در تعیین ضریب و میزان ریسک هستند. بر این اساس از آزمون χ^2 جهت نشان‌دادن آزمون این فرض که متغیرهای مستقل و تأثیرگذار نیز هستند، استفاده شده است. در جداول آماری به داده‌های نرمالیزه‌شده‌ی آماری پرداخته و پس از تحلیل عاملی و تعیین شاخص‌های کاربردی و محوری به محاسبه‌ی χ^2 داده‌ها توجه کرده‌ایم، بدین ترتیب داده‌ها را از حالت خامی خارج کرده و برای استفاده‌ی آماره‌های کاربردی و تحلیلی آماده ساخته‌ایم. سپس داده‌های مرتبط را با یکدیگر جمع کرده‌ایم، که از گزینه‌ی محاسبه در نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شده است. لذا با عنایت به جدول آماری میزان آزمون یا آماره (۱/۰۰۰)، و با توجه به یک بعدی بودن داده‌های آماری درجه

۶. نتیجه‌گیری

در این نوشتار با مطالعات میدانی گسترده و مصاحبه با کارشناسان مجرب و بررسی پروژه‌های آزادراهی انجام شده به روش BOT، ریسک‌های محتمل و عدم قطعیت‌های موجود شناخته شده است. در ادامه، با استفاده از خروجی نرم‌افزار SPSS، میزان هر یک از عدم قطعیت‌های پروژه و تأثیر ریسک آن در کل پروژه مورد بررسی قرار گرفته است. متغیرهای زمان، هزینه، عوارض و میزان تردد به ترتیب بیشترین تأثیرگذاری را در پروژه داشته‌اند.

روشی که در این نوشتار شرح داده شده است، از دو جنبه حائز اهمیت است:

۱. به کارفرمایان برای واگذاری پروژه‌های موردنظر به پیمانکاران لایق و تصمیم‌گیری صحیح و منطقی در خصوص طرح‌های پیشنهادی، که از سوی پیمانکاران فرستاده می‌شود، کمک شایانی خواهد کرد.

۲. مزایای این روش برای پیمانکاران، بسیار بیشتر از کارفرمایان است، که از آن جمله می‌توان به این موارد اشاره کرد:

— پیمانکاران در تهیه طرح پیشنهادی برای شرکت در مناقصه، با دید عمیق‌تری به عدم قطعیت‌ها می‌نگرند و در نتیجه بسیاری از ابهامات پروژه برای آن‌ها مرتفع خواهد شد.

— فعالیت‌ها، نیروی انسانی، ماشین‌آلات و... را بهتر برنامه‌ریزی می‌کنند.

— با وقایع دور از انتظار و نوسانات ناگهانی، کمتر روبرو خواهند شد.

— پیامدهای بعدی این روش، خوش‌نامی و کسب اعتماد بازار به علت توانایی انجام پروژه مطابق تعهدات است.

وقایع دور از انتظار و نوسانات ناگهانی کمتر روبرو خواهند شد و در اثر رخداد وقایع ناگهانی، تدابیر لازم از قبل اندیشیده شده است.

لازم به ذکر است، تعیین و بررسی عدم قطعیت‌ها برای کارفرمایان نیز اهمیت زیادی دارد، زیرا با در اختیار داشتن آن‌ها، به واقعی و در عین حال عادلانه بودن قیمت‌ها و هزینه‌های ارائه شده در طرح‌های پیشنهادی دریافتی از پیمانکاران مختلف دست خواهند یافت و در انتخاب پیمانکار موردنظر به یک تصمیم‌گیری درست و منطقی دست خواهند یافت.

امروزه به علت تعداد رقبای قوی، پیمانکاران برای اخذ پروژه‌های مناقصه‌یی، در یک رقابت تنگاتنگی قرار می‌گیرند که بدون در نظر گرفتن تمامی جوانب پروژه‌ی مذکور، عواقب خطرناکی را برای آن‌ها به دنبال خواهد داشت. از طرفی کارفرمایان برای واگذاری پروژه‌های موردنظر به پیمانکاران لایق و تصمیم‌گیری صحیح و منطقی در خصوص طرح‌های پیشنهادی، با مشکلات زیادی مواجه هستند.

از نظر پیمانکاران تهیه طرح پیشنهادی بدون در نظر گرفتن و تحلیل عدم قطعیت‌ها می‌تواند به این موارد منجر شود:

- از دست دادن پروژه‌ی موردنظر؛

- عدم برنامه‌ریزی دقیق فعالیت‌های پروژه؛

- عدم برآوردسازی انتظارات کارفرما مطابق با طرح پیشنهادی تهیه شده، به دلیل رخداد عدم قطعیت‌های در نظر گرفته نشده؛

- از دست دادن اعتماد بازار کسب و کار و واگذاری عرصه به دیگر پیمانکاران.

لذا امروزه نیاز به در نظر گرفتن عدم قطعیت‌ها در پروژه‌ها بیش از پیش احساس می‌شود.

پانویس‌ها

1. build operate transfer
2. Compute

منابع (References)

1. Najafi, S.A. "BOT methods and approaches in implementing development projects", Master's thesis, Shahid Beheshti University, Project Management and Construction (2005).
2. Khzanaei, G. and Ahmadi, I. "Risk Management approach on large projects in BOT", Second International Conference on Project Management (March 2005).
3. Barnes, M. "How to allocate in construction contracts", *International risks Journal of Project Management*, **1**(1), pp. 24-28 (1983).
4. Bubshait, A.A. and Almohawis, S.A. "Valuing the general conditions of a construction contract", *International Journal of Project Management*, **12**(3), pp. 133-136 (August 1994).
5. Salman, A.F.M. "BOT viability model for large-scale infrastructure projects", *J. Costr. Engrg. And Mgmt., ASCE*, **133**(1), pp. 50-63 (2008).
6. Lion, F.-M. and Huang, C.-P. "Automated approach to negotiations of BOT contracts with the consideration of project risk", *J. Costr. Engrg. And Mgmt., ASCE*, **134**(1), pp. 18-24 (2009).
7. Chou, J.-S. and Kim, C. "Satisfaction index for a BOT project: Continuous quality improvement in the operations stage", In ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering, Austin, Texas, pp. 290-298 (2009).
8. Khanzadi, M., Nasirzadeh, F. and Alipour, M. "Integrating system dynamics and fuzzy logic modeling to determine concession period in BOT projects", *J. Automation in Construction*, **22**, pp. 368-376 (March 2012).
9. Zhao, Z.-Y., Zuo, J. and Zillante, G. "Factors influencing the success of BOT power plant projects in China: A review", *J. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **22**, pp. 446-453 (June 2013).
10. Yu, C.Y. and Lam, K.C. "A decision support system for the determination of concession period length in trans-

- portation project under BOT contract” , *J. Automation in Construction*, **31**, pp. 114-127 (May 2013).
11. Hwang, B.-G., Zhao, X. and Gay, M.J.S. “Public private partnership projects in Singapore: Factors, critical risks and preferred risk allocation from the perspective of contractors”, *J. International Journal of Project Management*, **31**(3), pp. 424-433 (April 2013).
 12. Niu, B. and Zhang, J. “Price, capacity and concession period decisions of Pareto-efficient BOT contracts with demand uncertainty”, *J. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, **53**, pp. 1-14 (July 2013).
 13. Shirvan, A. “Project construction, operation and transfer (BOT)”, MS Thesis, Tehran University, Faculty of Law (2001).
 14. Kiani, S. “Risk management of BOT contracts”, MS Thesis, Amirkabir University of Civil Engineering (2005).
 15. Garei, A. “Analysis of large construction projects based on risk management”, MS Thesis, Tehran University, Industrial Engineering (2006).
 16. Ahmadi, L. “The pattern of the day for the metropolitan BOT”, M.Sc. Thesis University, Project Management and Construction (2006).
 17. Conversation, Mr. Blessings of Allah, Office of the Ministry of Investment (2011).
 18. Conversation, Mr. Rezai, Technical Office Saveh Freeway – Salafchegan (2011).