

# ارزیابی کمی و انتخاب سیستم بهینه اجرا جهت پروژه‌های آزادراهی با رویکرد AHP در وزارت راه و شهرسازی

امیرعباس نجفی، استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران  
عصمت الله نورزایی\*، دانشجوی دکترای مدیریت پروژه و ساخت، دانشکده معماری، دانشگاه تهران، تهران، ایران  
فاطمه موحدی، دانش آموخته کارشناسی ارشد، مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی، وزارت راه و شهرسازی، تهران، ایران  
بابک فرهنگ مقدم، استادیار، موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه ریزی، تهران، ایران  
پست الکترونیکی نویسنده مسئول: esmatullah.noorzai2013@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۲۰ - پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۵

## چکیده

یکی از عوامل بسیار مؤثر در عدم موفقیت پروژه ها، فرآیند انتخاب سیستم اجرا در پروژه ها می باشد. فرآیند انتخاب سیستم اجرا و در نتیجه عدم انتخاب مناسب طرفین قرارداد یک علت اشتباه استراتژیک می باشد که در صورت بروز آن عواقب بسیار بدی در پروژه بوجود خواهد آمد. شناسایی چالش های موجود در سیستم های اجرا (قراردادی) در کشور از اهمیت بالایی برخوردار است که در صورت توجه کافی و به بکارگیری آن در پیشرفت مناسب در اجرای پروژه های عمرانی که به نوعی زیربنای توسعه کشور را تشکیل می دهند، عواید قابل توجهی را برای اقتصاد کشور به دنبال خواهد داشت. در این مقاله مهمترین عوامل تاثیرگذار سیستم های اجرای حال حاضر در ایران در سه سیستم ساخت و ساز اصلی شامل طرح و ساخت، طراحی- مناقصه- ساخت و مدیریت اجرا در پروژه های آزادراهی استخراج گردیده و سپس تحلیل پرسش نامه با استفاده از نرم افزار آماری SPSS انجام می شود. در مرحله بعد با بکارگیری روش تصمیم گیری چند شاخصه فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، سیستم مناسب اجرا جهت پروژه های آزادراهی شناسایی و رتبه بندی می گردد.

واژه‌های کلیدی: سیستم اجرا، چالش، قرارداد، پروژه های آزادراهی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

## ۱- مقدمه

مطالعات زیادی در مورد علل افزایش زمان و هزینه پروژه‌ها انجام شده است. بر اساس این مطالعات یکی از عوامل بسیار مؤثر در عدم موفقیت پروژه‌های زیرساختی بخش حمل و نقل، فرآیند انتخاب سیستم اجرا و در نتیجه انتخاب عوامل درگیر در پروژه‌ها می باشد. همچنین این موضوع در نتایج مطالعاتی که توسط اتحادیه پروژه‌های بزرگ روی ۴۰۰۰ پروژه بزرگ در نقاط مختلف دنیا انجام شده است نیز منعکس شده است. در مطالعه فوق فرآیند انتخاب سیستم اجرا و در نتیجه عدم انتخاب مناسب طرفین قرارداد یک اشتباه استراتژیک معرفی شده که در صورت بروز آن

عواقب بسیار بدی در پروژه به دنبال خواهد داشت. به این مفهوم که اگر مشاور یا پیمانکار خوبی انتخاب نشود حتی اگر اینکه تلاش زیادی در حین اجرای پروژه توسط دستگاه کارفرما برای مدیریت پروژه معطوف گردد، پروژه نمی‌تواند به اهداف خود برسد [Morris and Hough, 1987]. یکی از علل اصلی عدم انتخاب مناسب مشاور یا پیمانکار، انتخاب نامناسب سیستم قراردادی، جهت ساخت پروژه‌های آزادراهی، عدم بررسی و ارزیابی کمی و انتخاب سیستم بهینه اجرا جهت این پروژه‌ها می باشد. کاستی‌ها و ضعف‌های موجود در این موضوع نه تنها

حوزه‌های کاری: عبارت از خدمات موردنیاز پروژه بوده که به وسیله سازمان کارفرما به نهادهای دیگر (عمدتاً مشاور یا پیمانکار) برون سپاری شده و یا به وسیله سازمان درونی کارفرما انجام می‌پذیرد.

به طور معمول عامل «ترکیب حوزه‌های کاری با محوریت حوزه کاری ساخت» به عنوان شاخص طبقه‌بندی روش‌های مختلف استفاده می‌شود و نام روش‌های مختلف نیز از این عامل نشأت می‌گیرد.

انواع ترکیب‌ها و میزان یکپارچگی انجام حوزه‌های کاری (به جز مطالعات مراحل پیدایش و توجیهی)، منجر به ایجاد انواع مختلفی از روش‌های انجام پروژه می‌گردد (سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، ۱۳۸۵). سیستم‌های اجرا (قراردادهای عمرانی) به سه گروه اصلی ذیل تقسیم بندی می‌گردد که هر گروه دارای زیر مجموعه‌های متعددی هستند. این گروه‌ها عبارتند از: گروه قراردادهای متعارف (سه عاملی)، گروه قراردادهای مدیریت اجرا (چهار عاملی)، گروه قراردادهای طرح و ساخت (دو عاملی)، (پژوهشکده حمل و نقل، ۱۳۹۰) و (تقی زاده و همکاران، ۱۳۹۰) و (Tran and Molenaar, 2012) و (Dorsey, 1997)

### ۳- پیشنهاد تحقیق

در بحث انتخاب سیستم بهینه برای اجرای پروژه، روش گوردون که در سال ۱۹۹۴ تعریف شده است همواره به عنوان یک مرجع در نظر گرفته شده است، اما معایبی را نیز در این روش می‌توان مشاهده نمود از قبیل نادیده گرفتن مشخصات متمایز مربوط به هر پروژه از قبیل اندازه پروژه، توافق‌نامه‌های عامل سوم و قوانین. در سال ۲۰۰۱ چونگ و همکاران، از روش AHP برای انتخاب سیستم اجرایی بهره جستند. آن‌ها با تعریف شش سیستم اجرایی برای سیستم‌های ممکن اجرای پروژه، هشت معیار را برای وزن‌دهی انتخاب و تشریح کردند. هر سیستم که امتیاز بیشتری در روش AHP و با استفاده از وزن دهی توسط پرسش نامه به دست بیاورد به عنوان روش بهینه انتخاب می‌شود. در سال ۲۰۰۲، الخلیل مدلی را بر پایه تحلیل سلسله مراتبی برای انتخاب سیستم بهینه اجرا پیشنهاد می‌کند که با در نظر گرفتن سه معیار اصلی و جزئی تر کردن این معیارها، از بین سه گزینه ممکن طرح و ساخت، روش

منجر به انتخاب نامناسب طرف قرارداد شده بلکه باعث سردرگمی دستگاه‌های اجرایی در فهم و استفاده درست از سیستم قراردادی انتخاب شده و گاهی تفسیرها و برداشت‌های غلطی از آن می‌گردد (نورزایی و همکاران، ۱۳۹۰). لذا بررسی و انتخاب بهینه سیستم اجرا بدلیل چالش‌های موجود در سیستم‌های اجرا (قراردادی) در کشور و اهمیت انتخاب صحیح سیستم اجرا در موفقیت پروژه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است که در صورت توجه کافی و بکارگیری آن پیشرفت مناسب در اجرای پروژه‌های ساخت آزاد راه که به نوعی یکی از زیربنای توسعه کشور را تشکیل می‌دهند حاصل می‌گردد و عواید قابل توجهی را برای اقتصاد کشور به دنبال خواهد داشت.

### ۲- طبقه‌بندی سیستم‌های اجرا

سیستم انجام پروژه یک فرایند جامع است برای نیل به طراحی و ساخت موفقیت‌آمیز یک پروژه که شامل تبیین رویه‌ها و اقدامات و توالی وقایع ارتباطات قراردادی و محدوده مسئولیت‌ها و تعهدات عوامل اصلی در پروژه می‌باشد. روش انجام پروژه، نقش اساسی در توزیع ریسک‌های انجام و تحویل پروژه بین نهادهای مختلف حاضر در پروژه دارد. بدین ترتیب تعیین روش انجام پروژه مشتمل بر چهار تصمیم‌گیری کلیدی زیر است:

۱. تعیین بسته کاری؛ شامل: بسته کاری واحد برای کل پروژه، بسته‌های کاری متعدد.
  ۲. انتخاب آرایش حوزه‌های کاری؛ شامل: متعارف<sup>۱</sup>، مدیریت ساخت<sup>۲</sup>، طرح و ساخت<sup>۳</sup>، تک عاملی (امانی).
  ۳. نحوه نرخ گذاری و پرداخت به عوامل انجام پروژه؛ شامل: روش اضافه بر هزینه یا هزینه + سود<sup>۴</sup>، روش تضمین قیمت حداکثر<sup>۵</sup>، یک قلم قیمت مقطوع<sup>۶</sup>، روش قیمت واحد<sup>۷</sup>.
  ۴. نحوه انتخاب عوامل اصلی انجام پروژه؛ شامل: مذاکره‌ای و مناقصه‌ای که مناقصه‌ای خود شامل: محدود، عمومی یا بدون تشخیص صلاحیت بر مبنای پایین‌ترین قیمت یا قیمت - کیفیت می‌شود.
- باتوجه به این چهار عامل و زیر مجموعه‌های هریک از آنها، ترکیب‌های متعددی از آنها امکان پذیر بوده و در نتیجه گزینه‌های متعددی برای انجام پروژه‌ها به وجود می‌آید [Gordon, 1994].

#### ۴- روش انجام تحقیق

#### ۴-۱- تعیین مهمترین عوامل تأثیر گذار بر انتخاب سیستم اجرا و انتخاب سیستم بهینه اجرا جهت پروژه‌های حمل و نقل، از طریق مصاحبه با خبرگان

در این پژوهش با توجه به معیارهای تعیین شده بهترین سیستم اجرا در پروژه‌های آزادراهی تعیین گردید. بدین منظور مهمترین معیارهای تأثیر گذار بر انتخاب سیستم اجرا جهت پروژه‌های آزادراه، از طریق مصاحبه با خبرگان تعیین و میزان اثر هر معیار بر هر گزینه تعیین شد. سپس سیستم بهینه اجرا جهت هر دسته از پروژه‌ها با استفاده از روش تصمیم گیری چند شاخصه فرآیند تحلیل سلسله مراتبی<sup>۱</sup> انتخاب گردید.

در این پژوهش دو پرسش‌نامه اصلی مورد استفاده قرار گرفت. در پرسشنامه اول ۸۵ عامل موثر بر انتخاب سیستم اجرا در پروژه‌های آزادراه، تعیین شد و با مراجعه به آرای خبرگان ۱۶ عامل استخراج گردید و در پرسشنامه دوم اثر هریک از ۱۶ عامل تعیین شده بر سیستم اجرا تعیین شده و مقایسه زوجی بین معیارها صورت گرفت. سپس نتایج حاصل با استفاده از فرآیند AHP تحلیل گردید.

تقسیم‌بندی در زمینه چالش‌های موثر بر سیستم‌های اجرا در هر دسته از پروژه‌ها در محدوده تحقیق تعیین و میزان اهمیت آن به صورت کمی طبق مقیاس عددی جدول ۱ مشخص گردید:

جدول ۱. ترجیحات (قضایات شفاهی)

۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر و کاملاً مطلوب‌تر
۷	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهم‌تر یا کمی مطلوب‌تر
۱	ترجیح یا اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۲ و ۴ و ۶ و ۸	ترجیحات بین فواصل فوق

متعارف و روش مدیریت ساخت انتخاب نهایی را انجام می‌دهد. وی روش AHP را به عنوان روشی کارا برای تصمیم‌گیری در رابطه با سیستم اجرای پروژه می‌داند و دلیل آن را نیز، در نظر گرفتن فاکتورهای مشخص، نامشخص و امکان تشکیل ساختار شکست در تحلیل‌های سلسله مراتبی روش AHP می‌داند. مفاخری و همکاران در سال ۲۰۰۷ روش تحلیل سلسله مراتبی را بهترین روش برای تصمیم‌گیری در خصوص روش اجرای پروژه می‌دانند و برای کارفرما لیستی از فاکتورهای موثر را پیشنهاد می‌کنند که با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی، بهترین سیستم اجرایی برای پروژه را انتخاب کند. در سال ۲۰۰۹، وانگ و همکاران برای انتخاب تامین‌کننده، از ترکیب روش فازی تاپسیس سلسله مراتبی استفاده کردند و نتیجه گرفتند که هنوز موفق به مدلسازی عدم قطعیت‌ها در پروژه نشده‌اند. کامران قوامی فر در سال ۲۰۰۹، روش تحلیل سلسله مراتبی را روشی موثر برای کمک به تصمیم‌گیرنده در خصوص تجزیه مسایل پیچیده به عوامل ساده‌تر می‌داند. وی در مدل پیشنهادی خود در خصوص انتخاب سیستم بهینه اجرایی برای پروژه، کارفرما را در برابر دو سوال اساسی قرار می‌دهد. نخست این که آیا می‌توان از روش PPP استفاده کرد و در صورت منفی بودن جواب، سوال دوم انتخاب گزینه بهتر از بین سه گزینه ممکن است، یعنی باید با استفاده از روش AHP و نظرات خبرگان، سیستم اجرایی را از بین گزینه‌های طرح و ساخت، متعارف و مدیریت ساخت گزینه برتر، با توجه به امتیاز کسب شده بیشتر انتخاب کرد. موسسه پژوهشی حمل و نقل در سال ۲۰۰۹ با انتشار راهنمای ارزیابی سیستم‌های مختلف اجرای پروژه، در فصل پنجم، روش تحلیل سلسله مراتبی را از روش‌های انتخاب بهترین سیستم اجرایی برای پروژه معرفی می‌کند. در سال ۲۰۱۱، زاوادسکاس و همکاران با استفاده از روش تحلیل SWOT و روش تحلیل سلسله مراتبی، روشی را برای مدیریت شرکت پروژه پیشنهاد کردند که با توجه به روش فعلی و روش‌های ممکن برای آینده انتخاب را انجام می‌دهد. پس از وزن دادن به معیارها، عمل رده‌بندی معیارها با بهره‌گیری از روش جایگشت انجام شده و گزینه‌ها به ترتیب اولویت رده‌بندی می‌شوند.

#### ۴-۱-۱- حجم نمونه و چگونگی برآورد آن

در این پژوهش به منظور انتخاب تعداد مصاحبه شوندگان و یا به عبارت دقیق‌تر برای محاسبه تعداد جامعه آماری از فرمولی که توسط لوی و لمشو<sup>۹</sup> ارائه شده، استفاده شده است. البته شایان ذکر می‌باشد که جامعه آماری که با فرمولهای دیگر نیز محاسبه می‌شوند، تفاوت چندانی با نتیجه این فرمول ندارند. از جامعه آماری پژوهش که حجم آن برابر با ۱۶۶ نفر بود، نمونه‌ای به حجم ۳۰ نفر با بکارگیری فرمول نمونه‌گیری لوی و لمشو (۲۰۰۸) انتخاب شد که در زیر به چگونگی برآورد نمونه پرداخته شده است.

فرمول نمونه‌گیری لوی و لمشو:

$$n \geq \frac{Z^2 N V_x^2}{(N-1)\epsilon^2 + Z^2 V_x^2} \quad (1)$$

در این فرمول:

$$V_x = \frac{S_x}{\bar{X}} \quad (2)$$

$V_x$  = ضریب تغییرات،  $S_x$  = انحراف استاندارد،  $\bar{X}$  = میانگین،

$n$  = حجم نمونه،  $Z$  = عدد مربوط به سطح اطمینان،  $N$  = حجم جامعه،  $\epsilon$  = ضریب خطا (در این پژوهش برابر ۰/۰۸ می‌باشد)

$$S_x = 0.66, \bar{X} = 2.77, V_x = 0.24, Z = 1.96, N = 166$$

از این رو حجم نمونه بدین صورت تعیین شده است:

$$n \geq 28.69$$

که تعداد ۴۲ نفر با در نظر گرفتن ضریب اطمینان برای جمع

آوری پرسش‌نامه طبق ترکیب زیر به عنوان نمونه در نظر گرفته شد.

#### ۴-۱-۲- پایایی ابزار پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS

در پژوهش حاضر پایایی کل پرسشنامه اول از طریق آلفای

کرونباخ به وسیله نرم افزار SPSS محاسبه شد، که ضریبی برابر ۰/۹۲ بدست آمد که خود تایید کننده پایایی این پرسشنامه

می‌باشد (مومنی و قیومی، ۱۳۸۹) و (نگهبان و استجابی، ۱۳۸۴) و (تقی زاده و نورزایی، ۱۳۸۹). پس از تحلیل پرسشنامه اول ۱۶

معیار مهم در ساخت پروژه‌های آزادراهی تعیین گردید:

- کاهش هزینه انجام پروژه
- کاهش زمان اجرای پروژه
- افزایش کیفیت پروژه

#### ▪ کاهش ریسک‌های کارفرما

- وجود مسئولیت واحد طراحی و ساخت
- مکانیزم‌های کارآمد و تعریف شده دریافت و تحلیل دقیق اطلاعات مربوط به پروژه
- حداقل نمودن دعاوی و مجادلات قراردادی
- اندازه پروژه
- تورم
- قطعی بودن تأمین اعتبار پروژه
- ملاحظات و محدودیت‌های زیست محیطی
- بازدهی پروژه
- در نظر نگرفتن توانایی و صلاحیت پیمانکار در اجرای قرارداد
- ریسک مطالعات ژئوتکنیک (کارهای تحت الارضی)
- بروکراسی اداری
- ملاحظات و محدودیت‌های قانونی و مقررات ذیربط

#### ۴-۲- گزینه‌های سیستم‌های اجرا

گزینه‌هایی که در این تحقیق جهت انتخاب سیستم بهینه اجرا

در پروژه‌های آزادراهی در نظر گرفته شده‌اند عبارتند از:

- سیستم متعارف
- سیستم مدیریت اجرا
- سیستم طرح و ساخت

#### ۴-۳- انتخاب سیستم بهینه اجرا جهت پروژه‌های آزادراهی

##### با رویکرد AHP

در این مرحله پس از جمع آوری پرسشنامه شماره دو، امتیاز

هر یک از سیستم‌های اجرا تعیین گردید و بر اساس بالاترین امتیاز کسب شده دسته بندی و مرتب گردید.

#### ۴-۳-۱- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

روش AHP یکی از معروفترین فنون تصمیم‌گیری چند

منظوره است که در سال ۱۹۷۰ توسط توماس ال ساعتی ابداع

گردید. این روش هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه

رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبروست می‌تواند مورد استفاده قرار

گیرد. فرآیند AHP ترکیب معیارهای کیفی همراه با معیارهای کمی

نهاده شده است (صبوری قزوینی، ۱۳۸۴).

#### ۴-۳-۲- بررسی داده‌ها

پس از تعیین ۱۶ معیار موثر در پرسشنامه اول، پرسشنامه دوم توزیع گردید. این پرسشنامه شامل دو بخش الف و ب بود. در قسمت الف از خبرگان خواسته شد تا میزان اهمیت هر یک از ۱۶ عامل تعیین شده را در هر یک از سیستم‌های اجرا با انتخاب عدد مناسب تعیین کنند. در قسمت ب نیز از خبرگان خواسته شده تا عوامل تعیین شده را به صورت دو به دو مقایسه نمایند. بعد از ارسال ۴۲ پرسشنامه، ۴۰ عدد از آن‌ها پر شده و بررسی شد. نمونه‌ای از یک پرسش‌نامه ب تکمیل شده در جدول ۲ قابل مشاهده است که مربوط به مقایسه ۱۶ معیار برای انتخاب سیستم بهینه اجرا در پروژه‌های آزادراهی است. نحوه پر کردن جدول به این صورت است که مثلاً معیار افزایش کیفیت نسبت به معیار کاهش هزینه کمی مهم‌تر است و از این رو عدد ۱/۳ در ماتریس وارد شده است.

در نهایت ضریب ناسازگاری برای پرسش‌نامه ۰/۰۶ است که کمتر از ۰/۱ می‌باشد و در نتیجه اطلاعات پرسش‌نامه قابل اطمینان است.

را به طور همزمان امکان پذیر می‌سازد. اساس روش AHP بر مقایسه‌های زوجی یا دو به دوی گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری است. برای چنین مقایسه‌ای نیاز به جمع‌آوری اطلاعات از تصمیم‌گیرندگان است. این امر به تصمیم‌گیرنده این امکان را می‌دهد که فارغ از هرگونه نفوذ و مزاحمت خارجی تنها روی مقایسه دو معیار یا گزینه تمرکز کند. علاوه بر این مقایسه دویه دویی، به دلیل اینکه پاسخ دهنده فقط دو عامل را نسبت به هم می‌سنجد و به عوامل دیگر توجه ندارد، اطلاعات ارزشمندی را برای مسئله مورد بررسی فراهم می‌آورد و فرآیند تصمیم‌گیری را منطقی می‌سازد (Saaty and Vargas, 2000). پس از بررسی اطلاعات پرسشنامه‌ها باید از صحت اطلاعات اطمینان جست که این مهم با محاسبه ضریب ناسازگاری به دست می‌آید که باید از ۰/۱ کمتر باشد (Mahdi and Alreshaid, 2005). می‌توان گفت تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه می‌باشد و امکان فرمول کردن مسائل با در نظر گرفتن معیارهای کمی و کیفی دارد که مبنای آن مقایسه زوجی بوده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را فراهم می‌آورد. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد که از مزایای مهم این تکنیک در تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد و براساس اصول بدیهی بنا

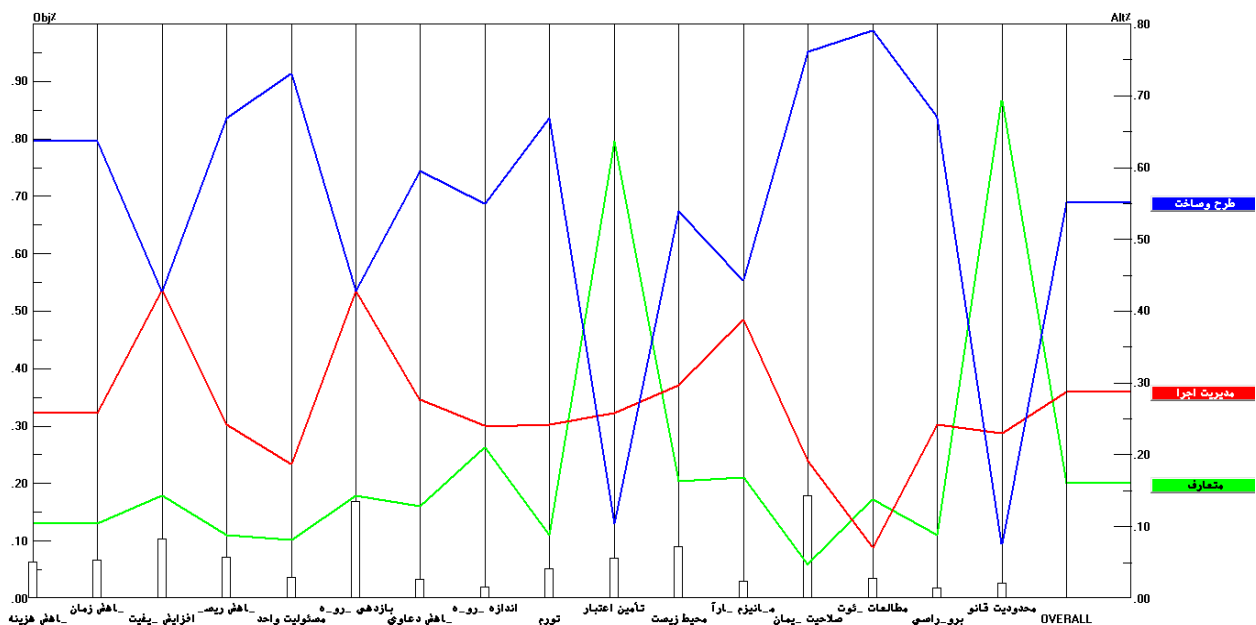
جدول ۲. نمونه‌ای از یک پرسش‌نامه دوم تکمیل شده

کاهش هزینه انجام پروژه	کاهش زمان اجرای پروژه	افزایش کیفیت پروژه	کاهش ریسک‌های کارفرما	وجود مسئولیت واحد طراحی و ساخت	بازدهی پروژه	حداقل نمودن دعاوی و مجادلات قراردادی	اندازه پروژه	تورم	قطعی بودن تأمین اعتبار پروژه	ملاحظات و محدودیت‌های زیست محیطی	مکانیزم‌های کارآمد و تعریف شده دریافت و تحلیل دقیق اطلاعات مربوط به پروژه	در نظر نگرفتن توانایی و صلاحیت پیمانکار در اجرای قرارداد	ریسک مطالعات ژئوتکنیک (کارهای تحت الارضی)	بروکراسی اداری	ملاحظات و محدودیت‌های قانونی و مقررات ذیربط
کاهش هزینه انجام پروژه	۱	۱	۱/۳	۱	۳	۱/۵	۳	۵	۱	۱	۱	۱/۳	۲	۲	۳
کاهش زمان اجرای پروژه		۱	۱/۲	۱	۵	۱/۵	۳	۵	۲	۱/۲	۱	۱/۵	۵	۵	۳
افزایش کیفیت پروژه			۱	۲	۷	۱/۳	۳	۵	۴	۲	۲	۱/۳	۵	۵	۳
کاهش ریسک‌های کارفرما				۱	۱	۱/۲	۳	۵	۳	۱	۳	۱/۵	۳	۳	۵
وجود مسئولیت واحد طراحی و ساخت					۱	۱/۵	۱	۳	۱	۱/۳	۱/۵	۱/۷	۲	۲	۳
بازدهی پروژه					۱	۵	۷	۵	۳	۱	۵	۱	۷	۷	۱
حداقل نمودن دعاوی و مجادلات قراردادی						۱	۳	۱	۱/۳	۱/۵	۱	۱/۵	۳	۳	۱
اندازه پروژه							۱	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۷	۲	۲	۱
تورم								۱	۱/۳	۱	۳	۱/۵	۵	۵	۲
قطعی بودن تأمین اعتبار پروژه									۱	۱	۳	۱/۵	۳	۳	۲
ملاحظات و محدودیت‌های زیست محیطی										۱	۳	۱	۵	۲	۲
مکانیزم‌های کارآمد و تعریف شده دریافت و تحلیل دقیق اطلاعات مربوط به پروژه											۱	۱/۵	۲	۲	۱
در نظر نگرفتن توانایی و صلاحیت پیمانکار در اجرای قرارداد												۱	۷	۲	۳
ریسک مطالعات ژئوتکنیک (کارهای تحت الارضی)													۴	۳	۲
بروکراسی اداری													۱	۱/۳	۱
ملاحظات و محدودیت‌های قانونی و مقررات ذیربط															۱

### ۳-۳-۴- تحلیل حساسیت مربوط به معیارها

بر هر گزینه (سیستم اجرا) را نشان می دهد. با استفاده از این نمودار می توان با تغییر هرعامل از ۰٪ تا ۱۰۰٪ تغییر در گزینه انتخاب شده را مشاهده نمود.

با ترسیم نمودارهای تحلیل حساسیت یک بعدی مانند شکل ۱، می توانیم قابلیت فهم نتیجه کار را ممکن تر و نتیجه گیری را آسان تر کنیم (نیک مردان، ۱۳۸۶). این نمودار میزان تاثیر هر عامل



شکل ۱. نمودارهای تحلیل حساسیت یک بعدی



شکل ۲. نتایج به دست آمده از ستنز توزیعی جهت آزاد راه

می بایست بهترین روش برای اجرای هر پروژه بر اساس شرایط همان پروژه تعیین گردد. به عبارتی کارفرما می بایست با استخراج نیازمندی‌ها و شرایط خاص پروژه، اقدام به انتخاب روشی نماید که بهترین خروجی نهایی را عاید وی سازد.

مشخص است که هر یک از روش‌های مختلف اجرای پروژه دارای مزایا و معایب مختص به خود هستند. بنابراین کارفرما می بایست در زمان انتخاب روش اجرای پروژه، به دنبال شیوه‌ای باشد که بیشترین ارزش را برای هزینه ای که صرف می شود، به بار آورد. تحقق این امر مستلزم این است که کارفرما ابتدا شیوه‌های مختلف اجرای پروژه‌ها و مشخصات هر یک از آنها را به دقت شناسایی نموده و سپس شرایط خاص پروژه و توانمندی‌های موجود را تعیین نماید.

پس از اعمال ستنز توزیعی برای گزینه‌ها به خروجی شکل ۲، می رسیم. در این حالت وزن معیارها نسبت به وزن گزینه‌ها تقسیم می شوند و به این ترتیب مجموع وزن نسبی گزینه‌ها تحت هر معیار برابر با وزن معیار مربوطه می شود که نشان دهنده‌ی وزن سه سیستم (سه گزینه) متعارف، مدیریت اجرا، طرح و ساخت با توجه به معیارهای به دست آمده در پروژه‌های آزادراه می باشد. در این شکل اعداد روی نمودار رتبه هر گزینه (سیستم اجرا) را نشان می دهند.

### ۵- نتیجه گیری

از آنجا که هیچ روش اجرای پروژه‌ای را نمی توان به عنوان بهترین روش اجرا به صورت مطلق معرفی و پیشنهاد کرد،

و از نظر خبرگان داخلی و افراد درگیر مسائل سیستم‌های اجرایی پرداخته شده، از طرفی امکان دارد این چالش‌ها در هر زمان و با توجه به شرایط کشور دچار تغییر شود. در این مقاله مهمترین چالش‌های قراردادی سیستم‌های اجرای حال حاضر در ایران در پروژه‌های و آزادراهی با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی آراء خبرگان و کارشناسان کلیدی چند سازمان و وزارتخانه از طریق انجام مصاحبه و استفاده از پرسشنامه و سپس تحلیل پرسش نامه با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گردید. سپس با استفاده از فرآیند AHP و نرم افزار Expert Choice سیستم مناسب اجرا جهت پروژه‌های آزاد راهی شناسایی و رتبه‌بندی گردید که در صورت بکارگیری می‌تواند عواید قابل توجه و نتایج مثبتی برای افراد ذیربط داشته باشد.

مهمترین برتری‌های این تحقیق عبارتند از:

- شناسایی مهمترین چالش‌ها از بعد اجرایی و از نظر خبرگان داخلی و افراد درگیر مسائل سیستم‌های اجرا در ایران.
- کاربردی بودن چالش‌های شناسایی شده بدلیل استفاده از آراء خبرگان داخلی و افراد درگیر مسائل سیستم‌های اجراد ایران.
- تعیین سیستم اجرای بهینه جهت پروژه‌های آزادراهی سازی با توجه به شرایط فعلی کشور ایران از نظر خبرگان داخلی و افراد درگیر مسائل سیستم‌های اجرایی ایران.
- استفاده از روش AHP و نرم افزار Expert Choice در انتخاب سیستم بهینه اجرا در پروژه‌های آزادراهی سازی که یکی از بهترین روش‌های فعلی انتخاب سیستم بهینه اجرا در سطح دنیاست.
- توجه به نکات کلیدی سیستم‌های اجرایی در طول انجام تحقیق و به روز بودن عوامل شناسایی شده.
- سنجش روایی و پایایی تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS.

## ۷- پی‌نوشت‌ها

1. DBB = Design - Bid - Build
2. CM = Construction management
3. DB = Design - Build
4. Cost plus Fee
5. GMP = Guaranteed Maximum Price
6. Lump sum

بر این اساس در این مقاله مهمترین معیارهای موثر برای تصمیم‌گیری جهت انتخاب سیستم بهینه اجرای پروژه‌های در ساخت پروژه‌های آزاد راهی از طریق پرسشنامه شناسایی شد. سپس با استفاده از نرم افزار SPSS و روش آلفای کرونباخ پایایی پرسشنامه محاسبه شد، که ضریبی برابر ۰/۹۲ به دست آمد. در ادامه متدولوژی AHP و نرم افزار Expert Choice برای انتخاب بهترین روش اجرای پروژه جهت ساخت پروژه‌های آزاد راهی ایران مورد استفاده قرار گرفت. در این بررسی در شرایط اعمال تمامی معیارها شناسایی شده، مناسبترین روش برای اجرای پروژه‌های آزادراهی در ایران به صورت زیر مشخص گردید.

روش طراحی / ساخت (D & B) با امتیاز ۵۵۲ بهترین گزینه جهت پروژه‌های آزادراهی می‌باشد و سیستم مدیریت اجرا (CM) و متعارف (D.B.B) به ترتیب اولویت‌های بعدی را تشکیل می‌دهند. سیستم اجرای غالب در پروژه‌های آزاد راهی ایران در حال حاضر روش سه عاملی است اما نتایج این پژوهش نشان می‌دهد بهتر است این روش به روش طرح و ساخت (D & B) تغییر کند.

همچنین به کمک تحلیل حساسیت، اهمیت هر یک از عوامل در فرایند تصمیم‌گیری و تغییر در روش‌های انتخاب شده بر اساس تغییر در اهمیت هر یک از عوامل تصمیم‌گیری طی نمودار تحلیل حساسیت نشان داده شد. اهمیت هر یک از عوامل می‌توانست در بازه ۰٪ تا ۱۰۰٪ (از عوامل بدون تأثیر تا تنها عامل موثر) تغییر نماید. یک نمونه از نمودار تحلیل حساسیت جهت پروژه‌های آزادراه در شکل ۱ آورده شده است.

## ۶- جمع‌بندی

در اکثر منابع، انتخاب سیستم اجرا مورد بررسی قرار گرفته، به صورت یک فرآیند منحصر بفرد بیان شده، لیکن بررسی مراحل مختلف فرآیند انتخاب سیستم اجرا در پروژه‌های آزاد راهی به صورت علمی و مرحله به مرحله و توجه به نکات کلیدی و بررسی آن از اهمیت زیادی برخوردار است. همچنین در غالب موارد که فرآیند انتخاب سیستم اجرا در پروژه‌های آزادراهی و عوامل موثر بر آن مورد بررسی قرار گرفته، اکثراً به صورت کلی و نظری بوده و کمتر به بررسی این چالش‌ها در ایران از بعد اجرایی



جهاد دانشگاهی دانشگاه امیر کبیر، چاپ اول.

- Al-Khalil, M. I. (2002), "Selecting the Appropriate Project Delivery Method Using AHP." International Journal of Project Management, 20(6), pp. 469-474.
- Cheung, Sai-On, Lam, Tsun-Ip, Wan, Yue-Wang, and Lam, Ka-Chi (2001). "Improving Objectivity In Procurement Selection." Journal of Management in Engineering, 17(3), pp. 132-139.
- Dorsey, Robert W. (1997), "Project Delivery System for Building Construction." Associated General Contractors of America, Arlington, pp. 87-92.
- Ghavamifar, Kamran (2009), "A decision support system for project delivery method selection in the transit industry." Doctoral Dissertation in Civil Engineering, Northeastern University, Boston, Massachusetts. Paper 7. <http://hdl.handle.net/2047/d20000046>
- Gordon, C. M. (1994), "Choosing Appropriate Construction Contracting Method." Journal of Construction Engineering and Management, 120(1), pp.196-210.
- Levy, Paul S., and Lemeshow, Stanley (2008). "Sampling of Populations: Methods and Applications." Fourth Edition, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, USA.
- Mafakheri, F., Dai, L., Slezak, D., and Nasiri, F. (2007), "Project Delivery System Selection under Uncertainty: Multicriteria Multilevel Decision Aid Model." Journal of Construction Engineering and Management, 23(4), pp. 200-206.
- Mahdi, Ibrahim M., and Alreshaid, Khaled (2005), "Decision support system for selecting the project delivery method using analytical hierarchy process (AHP)." International Journal of Project Management, 23(7), pp. 564-572.
- Morris, Peter W. G., and Hough, George H. (1987), "The anatomy of major projects, A study of the reality of project management." John Wiley & sons, Chichester, England.
- Saaty, T. L., and Vargas, L. G. (2000), "Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process." Kluwer Academic

- 7. Fixed Price
- 8. AHP = Analytic Hierarchy Process
- 9. Levy & Lemeshow

## ۸- منابع

- پژوهشکده حمل و نقل، معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری، وزارت راه و شهرسازی (۱۳۹۰)، "روش انتخاب نوع قراردادها در پروژه‌های ساخت راه، راه آهن و آزادراه شرکت ساخت و توسعه زیربنای حمل و نقل کشور" مجری: شرکت وادید طرح.
- تقی‌زاده، ک.، نورزایی، ع. الف. (۱۳۸۹)، "شناسایی مهمترین چالش‌های سیستم‌های اجرایی حال حاضر در ایران" ششمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه.
- تقی‌زاده، ک.، نورزایی، ع. الف.؛ قارونی جعفری، ک. (۱۳۹۰)، "بررسی فرآیند عقد قراردادهای زیرساخت و شناسایی چالشها، نکات و جنبه‌های عقد آن از دیدگاه حقوقی" اولین کنفرانس بین‌المللی سد و برق آبی.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور (۱۳۸۵)، "مطالعه و بررسی روش‌های مختلف انجام پروژه"، فصل سوم.
- صبوری قزوینی، ع. ر. (۱۳۸۴)، "بررسی سیستم اجرای پروژه‌های فرودگاهی کشور و پیشنهاد سیستم‌های اجرای بهینه"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت پروژه و ساخت، استاد راهنما: دکتر محمد حامد امام جمعه‌زاده، دانشکده هنر، دانشگاه تربیت مدرس.
- مومنی، م.، قیومی، ع. (۱۳۸۹)، "تحلیل آماری با SPSS" انتشارات کتاب نور.
- نگهبان، ع. ر.، استجابی، ف. (۱۳۸۴)، "راهنمای روش تحقیق به کمک پرسشنامه" انتشارات جهاد دانشگاهی.
- نورزایی، ع.؛ قارونی جعفری، ک.؛ واحدی، ب.؛ نجفی، الف. ع. (۱۳۹۰)، "طبقه‌بندی روش‌های قیمت‌گذاری پروژه‌های زیرساخت از منظر سیستم‌های اجرا"، اولین کنفرانس بین‌المللی سد و برق آبی.
- نیک مردان، ع. (۱۳۸۶)، "معرفی نرم افزار Expert choice"

- Cheng (2009). "Fuzzy hierarchical TOPSIS for supplier selection." *Journal of Applied Soft Computing*, 9(1), 377–386
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., and Tamosaitiene, J. (2011), "Selection of construction enterprises management strategy based on the SWOT and multi-criteria analysis." *Journal of Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 11(4), pp. 1063–1082.
  - Tran, Dai, and Molenaar, Keith (2012), "Critical risk factors in project delivery method selection for highway projects." *Construction Research Congress 2012* © ASCE 2012, pp.331-340.
  - Transit Cooperative Research Program (TCRP) (2009), "A Guidebook for the Evaluation of Project Delivery Methods." Report 131, Transportation Research Board of the National Academics, Washington, D.C., united states.
  - Wang, Jia-Wen, Cheng, Ching-Hsue, Huang, Kun-Publishers, Boston.

Archive of SID