



## رتبه بندی عوامل تاخیر پروژه در احداث زیرساخت های عمرانی. مطالعه ی موردی: پل بزرگراهی تهران

بهزاد حاصلی\*<sup>۱</sup>، احسان حسن عبدالی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>\* دکتری مهندسی عمران- زلزله، پژوهشگر بنیاد ملی نخبگان، تهران، ایران (b.haseli@yahoo.com)

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران- مهندسی و مدیریت ساخت، دانشگاه عمران و توسعه همدان، همدان، ایران

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۱۲، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۲۵)

### چکیده

هدف اصلی در پژوهش حاضر، شناسایی و رتبه بندی عوامل تاخیر زمانی در پروژه های عمرانی می باشد. اجرای پروژه های عمرانی نظیر پل ها، به دلیل اهمیت و نقش حساس این سازه در سیستم حمل و نقل و کنترل ترافیک، در تحقق اهداف برنامه های توسعه و تاثیر آن در رشد و تکامل فعالیت های انسانی، توزیع خدمات و کاهش حجم ترافیک، در مقایسه با سایر پروژه های عمرانی از جایگاه خاصی برخوردار بوده و زمانی می توان ارزش و ضرورت انجام آن را در آغاز کار توجیه نمود که پیشرفت پروژه مطابق با برنامه زمانبندی از پیش تعیین شده باشد. با شناسایی و رتبه بندی عوامل موثر در حصول تاخیر زمانی احداث سازه می توان، از تکرار این عوامل در فرآیند ساخت و اجرای سایر پروژه های مشابه عمرانی در حال احداث جلوگیری نمود و به این ترتیب موجب صرفه جویی قابل توجه در ابعاد مالی و زمانی شد. تحقیق حاضر از نوع تحقیقات پژوهش محور می باشد. در پژوهش حاضر پس از معرفی یک نمونه پل بزرگراهی در شهر تهران، به عنوان نمونه ی موردی مورد مطالعه، شاخص های اصلی تاخیر پروژه که هر یک متشکل از چند زیر شاخه فرعی می باشد، در غالب پرسشنامه تهیه شده و با نظر سنجی از تعدادی متخصص، شاخص های و زیر شاخص های تاخیر پروژه، وزن دهی می شود. به این ترتیب مهم ترین پارامترها که بیشترین سهم در ایجاد تاخیر در روند اجرایی پروژه را دارد، معرفی می گردد. در ادامه با استفاده از با دسته بندی و جمع آوری نظرات و نتایج حاصل از پرسشنامه، مهم ترین عوامل ایجاد تاخیر در انجام پروژه مدنظر شناسایی و معرفی خواهد شد. لازم به ذکر است پاسخ های به دست آمده از پرسشنامه در پژوهش حاضر به روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بررسی و تحلیل خواهد شد. بر اساس یافته های پژوهش حاضر، می توان مهم ترین عوامل موثر بر تاخیر زمانی در خصوص پل مد نظر را به سه شاخص اصلی مربوط به عوامل مالی، عوامل نظارتی و عوامل مدیریت اجرایی طبقه بندی نمود. در میان تمام زیر شاخص ها، نبود فهرست بها، به عنوان موثر ترین عامل تاخیر در انجام پروژه مد نظر، معرفی شده است. همچنین زیر شاخص عدم نظارت کافی و مناسب در زمان انجام مطالعات ژئوتکنیک، از کمترین میزان اهمیت در این رتبه بندی برخوردار است.

### کلمات کلیدی

رتبه بندی عوامل تاخیر زمانی، پروژه های عمرانی، پل بزرگراهی، AHP.



# Ranking of Project Delay Factors in the Construction of Civil Infrastructure, Case study: Tehran Highway Bridge

*Behzad Haseli<sup>1\*</sup>, Ehsan Hasan Ebdali<sup>2</sup>*

*<sup>1\*</sup> Ph.D. of Earthquake Engineering, Researcher of Bonyad Melli Nokhbegan, Tehran, Iran*

*(b.haseli@yahoo.com)*

*<sup>2</sup> M.Sc. Student of Engineering and Construction Management, University of Civil Engineering and Development, Hamedan, Iran*

*(Date of received: 04/10/2021, Date of accepted: 15/01/2022)*

## ABSTRACT

*Purpose of this study is Assessment and review of time - lag factors in a Bridge. The execution of development projects such as bridges, due to the importance and critical role of the structure in the system of transport and traffic control, aims at achieving the goals of development plans and its impact on the development and evolution of human activities, distribution of services and reducing traffic volume, as compared to other development projects. It is essential to study the factors of time delay in the construction process, and thus making significant savings in the construction and implementation of other similar development projects, thus making significant savings on the financial and temporal dimensions. In this study, after accurate identification and introduction of case study, three main indices of project delay, each consisting of several sub - branches, are prepared in the majority of questionnaires and are weighted by a number of experts, indicators and sub - indices of project delay. In this way, the most important parameters which have the maximum contribution to the delay in the project implementation process are introduced. In the following, using the classification and gathering points and the results of the questionnaire, the most important factors for delay in the project will be identified and introduced. It should be noted that the responses obtained from the questionnaire in this study will be AHP method. According to the results of the present study, one of the most important factors affecting the time delay regarding the bridge has been classified into three main indicators related to financial factors, regulatory factors and executive management factors. Therefore, the most important sub - indicator of the delay was due to the three indicators of financial, monitoring and implementation, respectively, lack of price list nonuse of new engineering contracts such as BOO, BOT, EPC and lack of Article 53 of the General Terms of treaty.*

## Keywords:

*Ranking of project delay factor, Construction Projects, Bridge, AHP.*



## ۱- مقدمه

اجرای اکثر پروژه های عمرانی در سطح کشور به صورت ملی بوده و اعتبار و سایر عوامل جانبی آن به صورت متمرکز در اختیار وزارت راه و شهرسازی قرار دارد، در حالی که بر اساس گزارش های موجود تقریباً تعداد زیادی از این پروژه ها در زمان پیش بینی شده به اتمام نمی رسند. هر اندازه تهیه بودجه و اختصاص اعتبارات مصوب به پروژه های عمرانی که سهم چشمگیری در سرمایه گذاری ها و مخارج دولت دارند، به صورت غیر واقعی و از درجه کارشناسی کمتری برخوردار باشد، احتمال طولانی شدن مدت زمان اجرای پروژه ها بیشتر خواهد شد. یکی از متداول ترین پروژه های عمرانی که غالباً اجرای آن مطابق با برنامه زمانبندی از پیش تعریف شده نبوده و همراه با تاخیر زمانی قابل توجه می باشد، سازه پل می باشد. طراحی و اجرای پروژه های عمرانی از جنبه های مختلف، همواره یکی از موضوعات حائز اهمیت برای مسئولین و مردم هر کشور محسوب می شود. بر اساس بررسی های انجام شده متوسط تعداد پروژه های عمرانی سالیانه در کشور بالغ بر نود طرح بوده که به صورت متوسط ده هزار میلیارد ریال اعتبار اولیه برای آن ها در قوانین بودجه برآورد شده است. اجرای پروژه های عمرانی نظیر پل ها، به دلیل اهمیت و نقش حساس این سازه در سیستم حمل و نقل و کنترل ترافیک، در تحقق اهداف برنامه های توسعه و تاثیر آن در رشد و تکامل فعالیت های انسانی، توزیع خدمات و کاهش حجم ترافیک، در مقایسه با سایر پروژه های عمرانی از جایگاه خاصی برخوردار بوده و زمانی می توان ارزش و ضرورت انجام آن را در آغاز کار توجیه نمود که پیشرفت پروژه مطابق با برنامه زمانبندی از پیش تعیین شده باشد. در پژوهش حاضر، یک نمونه پل بزرگراهی واقع در شهر تهران به عنوان نمونه ی موردی، ارزیابی شده است. لذا با شناسایی عوامل موثر در حصول تاخیر زمانی احداث این سازه می توان، از تکرار این عوامل در فرآیند ساخت و اجرای سایر پروژه های مشابه عمرانی در حال احداث جلوگیری نمود و به این ترتیب موجب صرفه جویی قابل توجه در ابعاد مالی و زمانی شد. لذا موضوع پژوهش حاضر از این جهت حائز اهمیت و ضرورت است که در اجرای پروژه های عمرانی عامل زمان به عنوان یک عامل محدود کننده مطرح است و از دست دادن آن می تواند هزینه های بسیار زیادی را به پروژه تحمیل نماید.

## ۲- سوابق مطالعاتی

قاسم علی خدابخشی و همکاران [۱] در مطالعه ای به شناسایی عوامل موثر در تاخیر پروژه های عمرانی تصفیه خانه های فاضلاب استان چهارمحال و بختیاری پرداختند. محققان در این پژوهش فرض کردند که، اولاً عدم انجام صحیح فعالیت ها توسط ارکان پروژه باعث تاخیر در خاتمه آن ها می گردد. ثانیاً ساختار سازمانی نامناسب شرکت آب و فاضلاب استان چهارمحال و بختیاری باعث بروز تاخیر در پروژه ها می گردد. متغیرهای بررسی شده در این مطالعه نشان می دهد که با بهبود مدیریت و برنامه ریزی در سه دوره ی تهیه مطالعات و اجرا می توان از تاخیر در طرح ها تا حد زیادی جلوگیری نمود. یافته های این مطالعه عوامل موثر در تاخیر پروژه های عمرانی را در سه فرایند مجزا طبقه بندی کرده است. مرحله برنامه ریزی و تخصیص منابع، مرحله مطالعات، طراحی، ارزیابی و انتخاب طرح و مرحله ساخت و اجرا. حسین فهیمی آزاد و همکاران [۲] در پژوهشی به بررسی علل تاخیر و پیامدهای ناشی از عدم تحویل به موقع سدها در استان خراسان پرداختند. بر اساس نتایج به دست آمده هر سه عامل کارفرما، مشاور و پیمانکار اثر معنی داری بر تاخیر پروژه ها داشتند، اما عوامل عمومی اثر معنی داری بر آن ندارد. از دیدگاه کارفرما سهم تاثیر عوامل مشاور و پیمانکار در تاخیر پروژه ها بیشترین و پس از آن با کمی اختلاف عامل کارفرما و در انتها عوامل عمومی قرار می گیرد. بر اساس دیدگاه مشاوران، عوامل پیمانکار ۳۵/۷٪ و کارفرما ۳۰/۸٪ بیشترین سهم را در تاخیر پروژه ها داشته اند و بعد از آن عوامل عمومی ۲۰٪ و در انتها عامل مشاور ۱۳/۵٪ قرار می گیرد. بر اساس دیدگاه پیمانکاران، همه عوامل چهارگانه کارفرما، مشاور، پیمانکار و عمومی در تاخیر پروژه ها نقش داشتند، به نحوی که عامل مشاور بیشترین سهم با ۳۱/۵٪ و پس از آن عامل کارفرما با ۲۴/۹٪، عمومی با ۲۳٪ و پیمانکاران با ۲۰/۶٪ تاثیر قرار می گیرند. بر اساس دیدگاه کارشناسان، عوامل مشاور و کارفرما به ترتیب با ۲۹/۴٪ و ۲۴/۹٪ تاثیر، بیشترین سهم و بعد از آن عامل پیمانکار با ۲۷/۶٪ اثرگذاری و در انتها عامل عمومی با ۱۸/۳٪ تاثیر در تاخیر پروژه ها سهم داشته



اند. بر اساس نتایج نهایی مطالعات انجام شده در مرجع شماره ۲، از دیدگاه کلی سهم مشاور در تاخیر پروژه ها ۲۶/۹٪، سهم پیمانکار ۲۶/۸٪، سهم کارفرما ۲۵/۳٪ و در انتها سهم عوامل عمومی ۲۱٪ می باشد. یوسفیان و همکاران [۳] عوامل موثر در تاخیر پروژه های خطوط انتقال شرکت برق منطقه ای غرب کشور را مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. در این مطالعه، فرض شد عدم هماهنگی بین عوامل درگیر پروژه و عدم تخصیص منابع کافی عامل اصلی تاخیر پروژه های برق غرب کشور ضعف پیمانکار می باشد. از مجموع علل تاخیر و افزایش هزینه در پروژه های خطوط انتقال و فوق توزیع دسته ای در کوتاه مدت قابل رفع هستند (مانند استفاده و به کارگیری مشاوران و پیمانکاران قوی) ولی تعدادی از علل در میان مدت قابل حل نبوده بلکه برای حل آن ها باید در دراز مدت برنامه ریزی شود و رفع آن ها تابع شرایط اقتصادی، سیاسی و اجتماعی کشور است. وطن خواه و همکاران [۴] به بررسی علل تاخیر پروژه های عمرانی با مطالعه ی موردی پروژه های سازمان نوسازی مدارس کشور پرداختند. در این مطالعه فرض شد، عوامل اجرایی، نارسایی اعتبارات و وجود قوانین نامناسب از مهم ترین عوامل ایجاد تاخیر در پروژه یاد شده می باشد. نتایج این مطالعه به طور کلی نشان می دهد که فراهم نبودن زیر ساخت های لازم از قبیل فقدان نیروی مجرب کارشناسی و سیستم اطلاعاتی منسجم و کارآمد و همچنین ضعف سیستم اجرایی و برنامه ریزی کشور، از هم گسیختگی عوامل برنامه ریزی و بودجه بندی یا به تعبیری عدم ارتباط برنامه های کلان، بخشی و منطقه ای و ارزیابی طرح ها و همچنین عدم تعهد و التزام عملی لازم و کافی در تهیه و اجرای برنامه های مناسب توسعه از موانع اساسی تاخیر در پروژه ها می باشد. بهمن معین پور در مطالعه ای [۵] به معرفی و بررسی عوامل موثر در تاخیرات پروژه پرداخت. بر اساس نتایج این مطالعه مستندات مورد نیاز در پرونده تاخیرات پروژه عبارتند از: خلاصه اطلاعات قراردادی پروژه، خلاصه آخرین وضعیت پیشرفت پروژه، برنامه زمانبندی اولیه پروژه، مکاتبات صورت گرفته بین طرفین، گزارشات و مستندات مربوط به زمان و میزان مصالح به کار رفته. قریشیان و فطرت [۶] در مقاله ای به بررسی نقش عوامل در تاخیر پروژه های شهری پرداختند. در این مطالعه، نقش سه عامل کارفرما، مشاور و پیمانکار در افزایش مدت زمان اجرای پروژه ها مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده از این مطالعه، عواملی مانند ضعف در قوانین و مقررات مربوط به ارجاع کار به پیمانکاران، تغییرات اساسی در نقشه های اجرایی یا مشخصات فنی، عدم قیمت دهی مناسب پیمانکاران جهت پیروزی در مناقصه، عدم رفع معارضین در زمان مناسب، تعجیل در افتتاح پروژه ها به دلیل مسائل سیاسی و اجتماعی و نتایج معکوس آن، ضعف در منابع مالی پیمانکار، عدم تامین بودجه کافی برای طرح در زمان مناسب و ضعف فنی را می توان به عنوان دلایلی نام برد که دارای بیشترین تاثیر بر افزایش مدت اجرای پروژه های شهری می باشد. میرزا رسول زاده و بضاعتی در یک مقاله ی علمی [۷] به بررسی پیش بینی کاهش تاخیر پروژه های عمرانی بر اساس اجرای مهندسی مجدد شرکت نفت استان اردبیل پرداختند. به منظور نیل به اهداف پروژه یاد شده، بر اساس نظر متخصصان چهار مرحله ی شناسایی نقاط ضعف در پروژه های اجرایی، بررسی مسایل اجرایی در پروژه، تعیین راه حل های ممکن و شناسایی فرصت های بهبود در فرایندهای اجرایی جهت دستیابی به نتایج مطلوب تر تعریف شد. نتایج مطالعه نشان داد، اجرای مهندسی مجدد و ابعاد آن کاهش تاخیر پروژه های عمرانی شرکت نفت در استان اردبیل را پیش بینی می نماید. الهیومدی و تان در سال ۲۰۱۰ میلادی در پژوهشی [۸] با عنوان برخورد پیچیده منطقی به الگوی تاخیر پروژه های پیمانکاری با استفاده از الگوهای چرخشی درختی پرداختند. نتایج این مطالعه نشان می دهد، تاخیر دلایل متفاوتی دارد. لذا نیاز به شناخت و دسته بندی دلایل تاخیر پروژه کاملاً ضروری است. آنالیز FTA در این مطالعه، به منظور تخمین پروژه پیشنهاد شده است. دو الگوی منطقی پیچیده در روش پیچیده FTA با کاربرد نرم افزار ویژوال بیسیک شامل الگوی چرخشی بالدوین و آنگولار می باشد. به طور متوسط، اعتبار انجام شده توسط مهندسان پیمانکار مستقل و کارشناسان الگوی منطقی پیچیده، نتایج رضایت بخشی را نشان می دهد. نرم افزار پیشنهادی در این پژوهش به منظور دستیابی به احتمال تاخیر پروژه که موجب کاهش زمان تاخیر پروژه پیمانکاری می شود، ارائه شده است. یانگ، چو و هوانگ [۹] در پژوهشی با عنوان مطالعه ی تجربی دلایل تاخیر برنامه بر پایه موردهای قضایی تایوان، نتیجه گرفتند که دلایل نامعلوم زیادی موجب تاخیر در پروژه های ساختمانی می شود. با استفاده از مطالعه ی موردی و روش



شناسی واکاوی یا آنالیز محتوا، این مطالعه ۷۹ مورد قضایی و قانونی در تایوان را برای شناسایی دلایل اصلی تاخیر در پروژه های پیمانکاری ارائه کرده است. از جمله مهم ترین این دلایل عبارتند از: تغییر دید در کار، تغییر در تحویل سایت پروژه و تغییر هوا. گوندوز و همکاران در پژوهشی [۱۰] با موضوع معرفی شاخص های تغییر مورد استفاده در روش فهرست مربوط برای پروژه های پیمانکاری، به شناسایی شاخص های تاخیر پروژه های پیمانکاری با استفاده از واکاوی و آنالیز این شاخص ها پرداختند. به همین منظور، ۸۳ شاخص متفاوت در ۹ گروه بزرگ دسته بندی شده و به وسیله ی نمودار استخوان ماهی ایشیکاوا در ریزه کاری های پیشینه ی پژوهش و مصاحبه با کارشناسان در صنعت ساختمان پردازش شده است. مطالعات انجام شده در این پژوهش منتج به ارائه ی راهکارهایی به منظور کاهش و نظارت عوامل تاخیر در پروژه های ساختمانی شده است.

### ۳- روش تحقیق

در پژوهش حاضر پس از انتخاب یک پل بزرگراهی در شهر تهران، سه شاخص اصلی تاخیر پروژه که هر یک متشکل از چند زیر شاخه فرعی می باشد، در غالب پرسشنامه تهیه شده و با نظر سنجی از تعدادی متخصص، شاخص های و زیر شاخص های تاخیر پروژه، وزن دهی می شود. به این ترتیب مهم ترین پارامترها که بیشترین سهم در ایجاد تاخیر در روند اجرایی پروژه را دارد، معرفی می گردد. در ادامه با دسته بندی و جمع آوری نظرات و نتایج حاصل از پرسشنامه، مهم ترین عوامل ایجاد تاخیر در انجام پروژه پل مورد مطالعه شناسایی و رتبه بندی خواهد شد.

جدول ۱: معرفی شاخص ها و زیر شاخص های مورد مطالعه در پژوهش حاضر.

شاخص	زیر شاخص
عوامل مالی	عدم ابلاغ به موقع بخش نامه های مالی
	نبود فهرست بها
	نامشخص بودن ماده ۵۳ شرایط عمومی پیمان
	ضعف موجود در قراردادهای سه عاملی
	عدم استفاده از قراردادهای نوین مهندسی مانند BOO <sup>1</sup> ، EPC <sup>2</sup> ، BOT <sup>3</sup>
نظارت	دقت پایین در نظارت بر برآورد احجام
	عدم نظارت کافی و مناسب در زمان انجام مطالعات ژئوتکنیک
	تاخیر در تصمیم گیری به هنگام در مقاطع حساس
	ضعف سرناظر در هماهنگی بین دستگاه نظارت مقیم و نظارت عالی
	نداشتن دید اجرایی و کارگاهی
مدیریت اجرایی	کمبود نیروی انسانی مجرب
	ضعف ضمانت اجرایی قوانین در خصوص جریمه تاخیر
	عدم تطابق موارد اجرا شده با نقشه های اجرایی
	عدم برگزاری جلسات هماهنگی بین مهندسان اجرا
	عدم مدیریت ماشین آلات

<sup>1</sup> Build-Own-Operate

<sup>2</sup> Build-Own-Transfer

<sup>3</sup> Engineering Procurement Construction



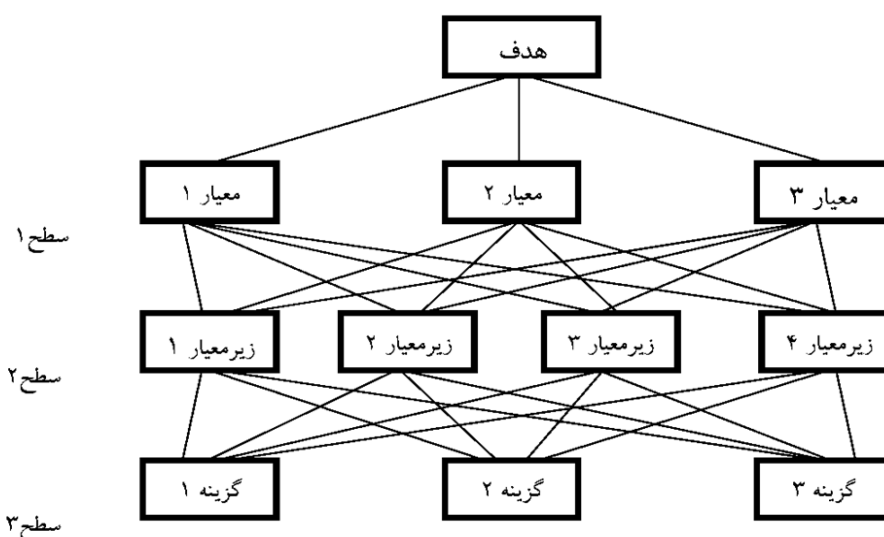
جامعه آماری عبارت است از کلیه اعضا و عناصری که در یک مقیاس جغرافیایی مشخص (جهانی یا منطقه ای) دارای یک یا چند صفت مشترک باشند. معمولا جامعه آماری با  $N$  نمایش داده می شود. جامعه آماری تحقیق موردنظر با توجه به جدول مورگان ۹۲ نفر انتخاب شده است. این شامل ۹۲ نفر از مهندسان اجرایی، ناظران و مسولان مالی و اعضای امور قراردادها در پروژه پل بزرگراهی مد نظر انتخاب شده است. در مرحله ابتدایی جامعه آماری برابر با ۱۰ درصد از تمام جامعه آماری مورد ارزیابی قرار گرفت. در ادامه با توجه به ضریب الفای کرونباخ برای جامعه آماری منتخب و همچنین با توجه به تعداد کم جامعه آماری در دسترس، تمام جامعه آماری به عنوان حجم نمونه برگزیده می شود. با مراجعه به فرمول کوکران نمونه گیری صورت پذیرفته است و بر اساس نمونه گیری با فرمول کوکران، میزان حجم نمونه، با توجه به فرمول کوکران مطابق رابطه ۱، برابر با عدد ۷۵ حاصل شده است. لذا از بین ۹۲ پرسشنامه، چنان چه، به ۷۵ عدد از پرسشنامه ها پاسخ داده شود، نتایج آماری به دست آمده قابل اعتنا خواهند بود. در این شرایط با نمایش حجم نمونه با شکاف جمعیتی ۰/۵ (یعنی نیمی از جمعیت حایز صفتی معین باشند)، مقادیر عددی دو پارامتر  $p$  و  $q$  را ۰,۵ در نظر گرفته می شود. مقدار پارامتر  $Z$  معمولا ۱,۹۶ بوده و پارامتر  $d$  نیز می تواند ۰,۰۱ یا ۰,۰۵ باشد.

$$n = \frac{\frac{z^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N} \left( \frac{z^2 pq}{d^2} - 1 \right)} = 74.4 \cong 75 \quad (1)$$

در پژوهش حاضر پس از فاز شناسایی و نهایی سازی معیارها و شاخص های اصلی علل ایجاد تاخیر زمانی در انجام پروژه عمرانی، با دریافت نظر فعالان عمرانی به وسیله پرسشنامه با طیف لیکرت پنج نقطه ای لیکرت جهت انجام آزمون های لازمه در این فاز و انجام تحلیل ها از نرم افزار SPSS بهره گرفته شد. همچنین در فاز دستیابی به مدل وزنی شاخص های اصلی در میان عوامل تاخیر پروژه، از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است.

### ۳-۱- روش سلسله مراتبی AHP

جهت اولویت بندی معیارها از تکنیک فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. اساس فرایند تحلیل سلسله مراتبی بر مقایسه های زوجی براساس دیدگاه خبرگان استوار است [۱۱]. روش انجام فرایند تحلیل سلسله مراتبی براساس الگوی کلی شکل (۱) قابل تشریح است.



شکل ۱: ساختار سلسله مراتبی AHP.



## ۳-۲- پایایی پرسشنامه

برای بررسی قابلیت اعتماد یا پایایی پرسشنامه SPSS ضریب کرونباخ آلفا برای سنجش میزان هماهنگی درونی نگرش‌ها، قضاوتها و معیارها در یک پرسشنامه به کار می‌رود. این روش یکی از روشهای محاسبه پایایی پرسشنامه می‌باشد. نتیجه این آزمون شرط اساسی برای تایید پرسشنامه می‌باشد. این آزمون که حاصل آن یک ضریب به نام آلفای کرونباخ می‌باشد، برای آزمون قابلیت اعتماد یا پایایی پرسشنامه ای که به صورت طیف لیکرت طراحی شده و جوابهای آن چند گزینه ای می‌باشند، به کار می‌رود. توجه شود که هر دسته سؤال که دارای گزینه های همسان و مساوی داشته باشند، باید به طور جداگانه آزمون شوند. مثلا سوالات ۵ جوابه با هم و سه جوابه با هم. ترتیب گویه ها (از نظر امتیاز سوالات) برای ضریب کرونباخ مهم نیست، چون این ضریب بر اساس واریانس محاسبات را انجام می‌دهد. مقدار ضریب آلفای کرونباخ از رابطه ی ۲ قابل محاسبه است که در آن  $k$  تعداد گویه ها،  $S^2$  واریانس جمع نمرات هر پاسخگو و  $S_i^2$  واریانس مربوط به نمرات  $i$  ام است.

$$\alpha = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S^2} \right) \quad (2)$$

## ۳-۳- معرفی پل بزرگراهی مورد مطالعه در شهر تهران

نزدیکترین فاصله ی پل مورد مطالعه به مجموعه ی گسل های اصلی شمال و شرق تهران در منطقه ی مجیدیه و سید خندان را می توان به ترتیب حدود ۴/۲ و ۳/۷ کیلومتر تخمین زد. گسل فرعی عباس آباد نیز در حدود ۱/۷ کیلومتر از پل مورد مطالعه فاصله دارد. پل بزرگراهی مورد مطالعه در این پژوهش، دارای یک مسیر رفت و یک مسیر برگشت کاملا متقارن و مشابه است و بین این دو مسیر هیچ گونه اتصال و قیدی وجود ندارد. طول کل پل با احتساب رمپ ها ۴۸۵/۶ متر است که ۲۲۹ متر از طول آن برای سازه ی پل و ۲۵۶/۶ متر دیگر آن برای رمپ ها می باشد. این پل دارای ۸ دهانه که طول دو دهانه ی ابتدایی و انتهایی آن ۲۴/۵ متر و تمام دهانه های میانی آن دارای طول برابر ۳۰ متر هستند. طول رمپ جنوبی این پل ۱۲۰/۱ متر و طول رمپ شمالی آن برابر ۱۳۶/۵ متر است. این پل روگذر دارای ۷ پایه ی تکیه گاهی بتن مسلح برای عرشه که هر پایه دارای ۲ ستون در هر مسیر رفت و برگشت می باشد. فاصله ی ستون های هر پایه ۶ متر بوده و ستون های میانی دایروی شکل هستند. قطر ستون ها ۱/۲ متر و ضخامت پوشش آرماتور ۷،۵ سانتی متر است. رو سازه پل بزرگراهی مد نظر، برای یک مسیر، از ۶ شاه تیر و در مجموع از ۱۲ شاه تیر فولادی سرتاسری به فاصله ی مرکز تا مرکز ۲/۱۵ متر از یکدیگر و یک دال بتنی به ضخامت ۲۰ سانتی متر تشکیل شده است. بر روی این دال بتنی ۱ سانتی متر قیر و ۷ سانتی متر آسفالت اجرا شده است.

## ۴- جمع بندی و نتیجه گیری

## ۴-۱- نتایج تحلیل پایایی پرسشنامه

جامعه آماری منتخب در پژوهش حاضر (۹۲ نفر) بر اساس دو معیار انتخاب شده است. در معیار اول با توجه به دسترسی به تعداد مهندسان و طراحان این پروژه واقع در قرارگاه سازندگی خاتم الانبیا، پرسشنامه بین ۹۲ نفر انتخاب شد. در معیار دوم بر اساس جدول مورگان این حجم مورد پژوهش قرار گرفته است. از طرفی با توجه به فرمول کوکران (رابطه ۱)، تعداد پرسشنامه های مورد نیاز جهت انجام پژوهش ۷۵ عدد حاصل شده است. در واقع وجود ۷۵ عدد پرسشنامه نیز برای انجام پژوهش حاضر کفایت می کرد. همچنین توجه به این نکته ضروری است که ضریب آلفای کرونباخ در ابتدا برای جامعه ی آماری منتخب به صورت Random شامل ۰،۷۵۴٪ کل حجم جامعه آماری محاسبه شد. در این شرایط ضریب آلفای کرونباخ برای ۰،۱۵٪ کل حجم جامعه آماری برابر با ۰،۷۵۴٪ حاصل شده است. لذا در ادامه، با توجه به پایایی جامعه آماری منتخب، پرسشنامه در بین تمام ۹۲ نفر توزیع و حجم نمونه آماری برابر با ۹۲ در نظر گرفته شده است. در این مثال مقدار عددی ضریب آلفای کرونباخ برای سوالات مربوط به شاخص های اصلی به



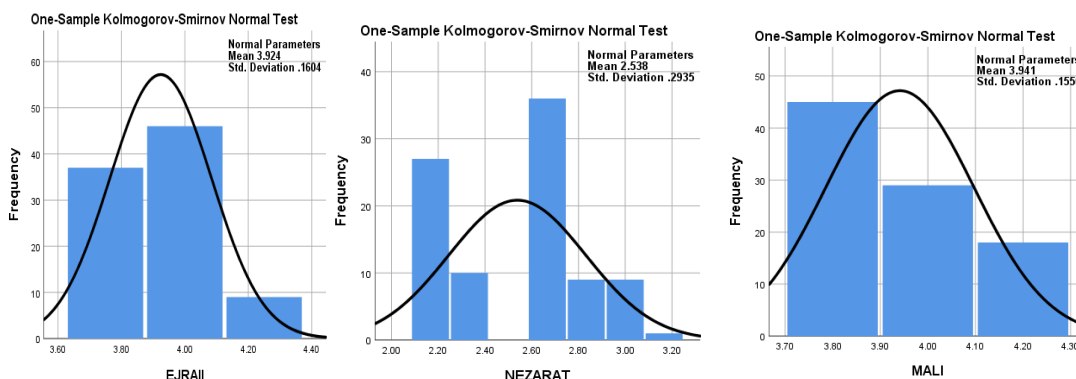
تفکیک و برای کل پرسش ها مطابق با جدول (۲) محاسبه شده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد پایایی پرسشنامه خوب است.

جدول ۲: ضریب آلفای کرونباخ و کوکران در پژوهش حاضر.

تعداد جامعه آماری	اندازه عددی آلفای کرونباخ	
۱۴	۰/۷۵۴	جامعه آماری ۱۵٪ از داده ها
۹۲	۰/۷۱۳	۱۰۰٪ داده ها(۹۲نفر)-پرسش های مربوط به معیار مالی(۵ سوال)
۹۲	۰/۷۵۵	۱۰۰٪ داده ها(۹۲نفر)-پرسش های مربوط به معیار نظارت(۶سوال)
۹۲	۰/۷۵۹	۱۰۰٪ داده ها(۹۲نفر)-پرسش های مربوط به معیار اجرایی(۴سوال)
۹۲	۰/۷۰۳	۱۰۰٪ داده ها(۹۲نفر)-تمام پرسش ها(۱۵سوال)

#### ۲-۴- آزمون نرمالیه بودن داده ها

چنان چه چولگی (Skewness) و کشیدگی (Kortosis) داده ها در بازه ۲- تا ۲ باشد، می توان داده ها را نرمال فرض کرد. لازم به ذکر است در پژوهش حاضر معیار کولموگروف-اسمیرنوف نیز مورد توجه قرار گرفته است و نتایج این آزمون برای بررسی نرمال بودن شاخص های اصلی (شاخص های مالی شامل ۵ زیر شاخص، نظارت شامل ۶ زیر شاخص و مدیریت اجرایی شامل ۴ زیرشاخص) در شکل (۲) ارائه شده است. در این روش چنان چه سطح معناداری داده ها از ۵٪ بیشتر باشد، می توان داده ها را نرمال فرض کرد. نتایج حاکی از غیرنرمال بودن داده ها در پژوهش حاضر می باشد. لذا تحلیل نتایج با استفاده از روش های آنالیز ناپارامتریک انجام خواهد شد.



شکل ۲: نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف به منظور بررسی نرمال بودن داده ها.

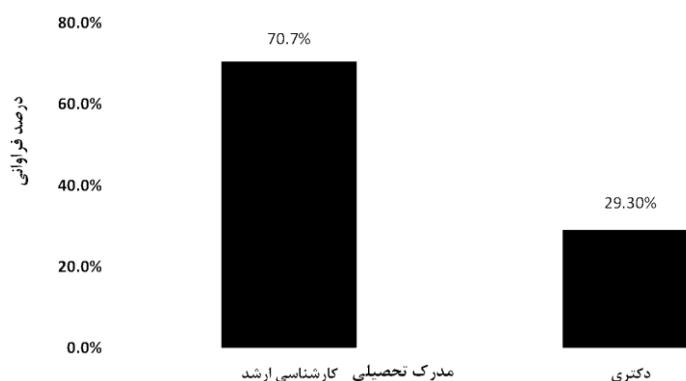
#### ۳-۴- ویژگی های جمعیت شناسی پاسخ دهندگان

ویژگی های موردتوجه از پاسخ دهندگان به سواات پرسشنامه عبارتند از: سنوات خدمت و سطح تحصیلات. افراد پاسخ دهنده از نظر سنوات خدمت به ۳ گروه (۵ تا ۱۰ سال، ۱۰ تا ۲۰ سال و ۲۰ تا ۳۰ سال) تقسیم شده‌اند. با توجه به آمارهای به دست آمده، ۶۶٪ از پاسخ دهندگان دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد هستند.





شکل ۳: نمودار درصد فراوانی پاسخ دهندگان بر اساس مدت خدمت.



شکل ۴: نمودار درصد فراوانی پاسخ دهندگان بر اساس مدرک تحصیلی.

#### ۴-۴- وزن دهی و رتبه بندی شاخص های تاخیر در پل بزرگراهی مورد مطالعه

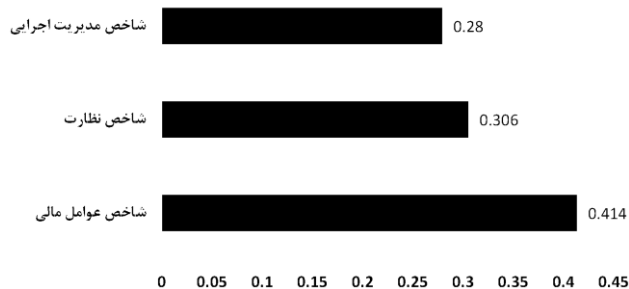
در گام نخست شاخص های اصلی بصورت زوجی مقایسه شده اند. مقایسه زوجی بسیار ساده است و تمامی عناصر هر خوشه باید به صورت دو به دو مقایسه شوند. بنابراین اگر در یک خوشه  $n$  عنصر وجود داشته باشد  $(n(n-1))/2$  مقایسه صورت خواهد گرفت. چون سه شاخص اصلی وجود دارد، بنابراین ۳ مقایسه زوجی از دیدگاه گروهی از پاسخ دهندگان انجام شده است و با استفاده از تکنیک میانگین هندسی دیدگاه پاسخ دهندگان تجمیع گردیده است.

جدول ۳: مقایسه ی زوجی شاخص های اصلی

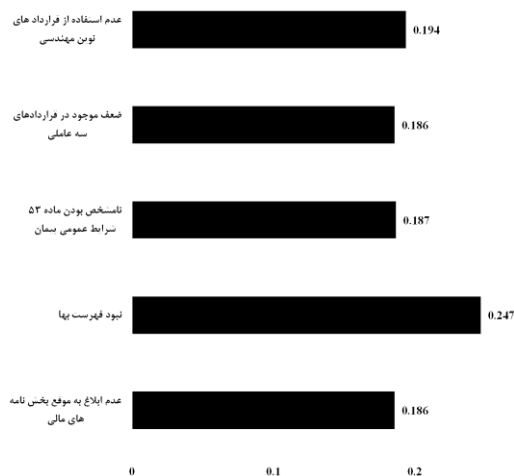
	$W_1$	$W_2$	$W_3$	میانگین هندسی	بردار ویژه
$W_1$	۱	۰/۶۷۶	۰/۵۲۲	۰/۷۰۷	۰/۴۱۴
$W_2$	۰/۶۷۶	۱	۰/۲۱	۰/۵۲۲	۰/۳۰۶
$W_3$	۰/۵۲۲	۰/۲۱	۱	۰/۴۷۹	۰/۲۸۰



بر اساس بردار ویژه به دست آمده از جدول (۳) مشاهده می شود، شاخص عوامل مالی با وزن نرمال ۰/۴۱۴ ، در میان شاخص های مورد بررسی در پروژه حاضر، از بیشترین اولویت برخوردار است. شاخص نظارت با وزن نرمال ۰/۳۰۶ در اولویت دوم قرار دارد. در انتها، شاخص عامل مدیریت اجرایی با وزن نرمال ۰/۲۸۰ در اولویت سوم قرار دارد. در شکل های (۵) تا (۸)، وزن نرمال شاخص های اصلی و زیرشاخص های فرعی ارائه شده است.



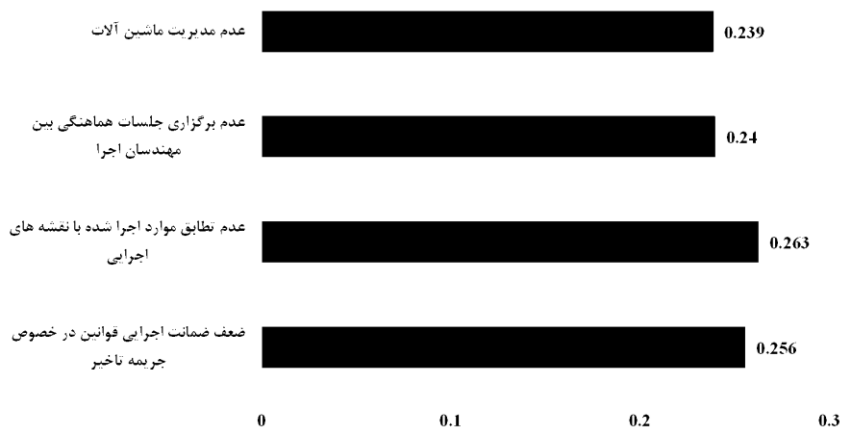
شکل ۵: وزن نرمال شاخص های اصلی مورد مطالعه.



شکل ۶: وزن نرمال زیر شاخص های عوامل مالی.

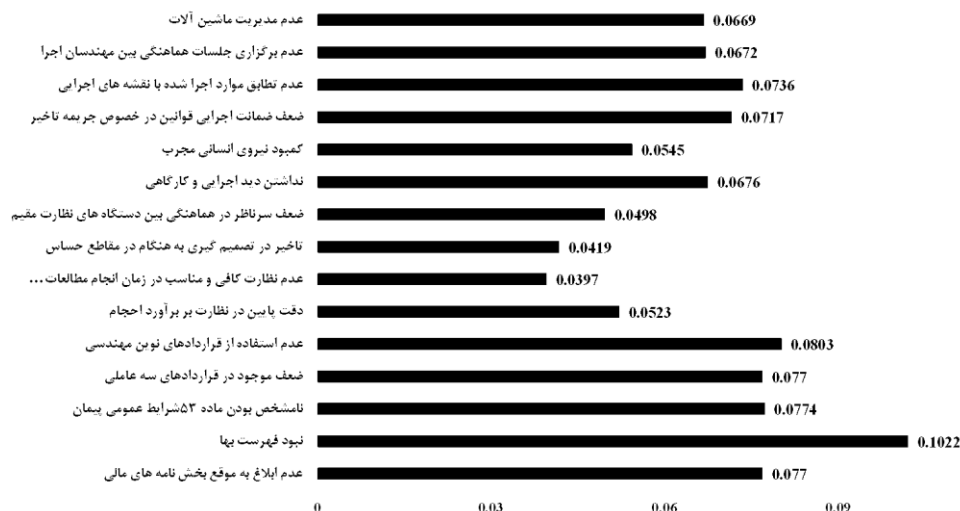


شکل ۷: وزن نرمال زیر شاخص های عامل نظارت.

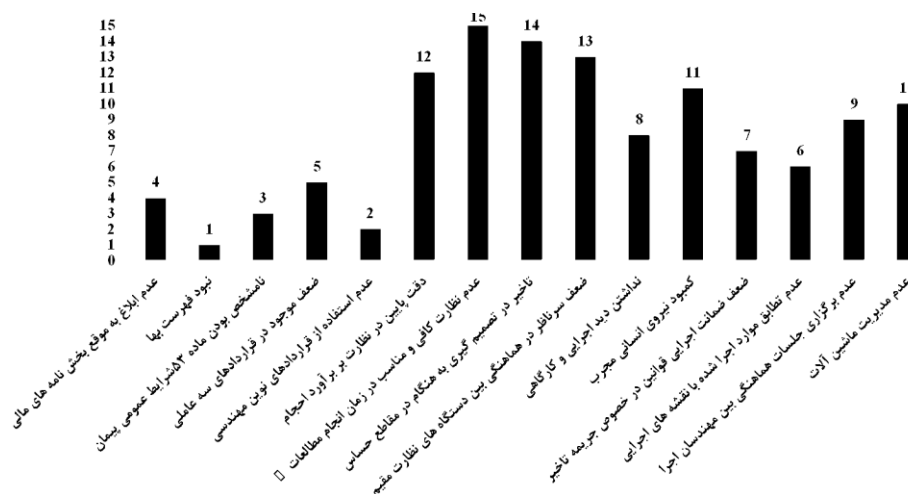


شکل ۸: وزن نرمال زیر شاخص های عوامل مدیریت اجرایی.

با توجه به شکل (۹) رتبه بندی همه ی شاخص های مورد مطالعه در پژوهش حاضر مشخص شده است. لذا مشاهده می شود زیر شاخص نبود فهرست بها (W12)، به عنوان موثر ترین عامل ایجاد تاخیر در انجام پروژه پل بزرگراهی مورد مطالعه، معرفی شده است و همچنین زیر شاخص عدم استفاده از قراردادهای نوین مهندسی (W15) در رتبه ی دوم این دسته بندی قرار دارد. زیر شاخص نامشخص بودن ماده ۵۳ شرایط عمومی پیمان (W13) در جایگاه سوم و زیر شاخص عدم نظارت کافی و مناسب در زمان انجام مطالعات ژئوتکنیک (W22)، از کمترین میزان اهمیت برخوردار می باشد. در شکل (۱۰) رتبه بندی شاخص های مورد مطالعه نمایش داده شده است.



شکل ۹: نمودار اولویت بندی شاخص های مورد مطالعه در پژوهش حاضر.



شکل ۱۰: نمودار رتبه بندی زیرشاخص های مربوط به شاخص عوامل مالی.

## ۵- جمع بندی و نتیجه گیری

در این پژوهش، تمامی شاخص ها و عوامل اصلی و فرعی که سبب ایجاد تاخیر در پروژه پل بزرگراهی واقع در شهر تهران می گردد، مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفته شده است. لذا نتایج کلی به شرح زیر قابل بیان می باشد

الف- در میان سه شاخص اصلی (عوامل مالی، نظارت و عامل مدیریت اجرایی) ایجاد تاخیر در روند اجرایی پروژه مد نظر، شاخص عوامل مالی با وزن نرمال ۰/۴۱۴ از بیشترین اولویت برخوردار است. شاخص مدیریت اجرایی با وزن نرمال ۰/۳۰۶ در اولویت دوم قرار دارد و شاخص نظارت با وزن نرمال ۰/۲۸۰ در اولویت سوم قرار دارد.

ب- در میان تمام زیر شاخص ها، زیر شاخص نبود فهرست بها (W12)، به عنوان موثرترین عامل که سبب ایجاد تاخیر در انجام پروژه پل مورد مطالعه می شود، معرفی شده است و همچنین در رتبه دوم زیر شاخص عدم استفاده از قراردادهای نوین مهندسی (W15) قرار دارد. زیر شاخص نامشخص بودن ماده ۵۳ شرایط عمومی پیمان (W13) در جایگاه سوم و زیر شاخص عدم نظارت کافی و مناسب در زمان انجام مطالعات ژئوتکنیک (W22)، از کمترین میزان اهمیت برخوردار می باشد.



- ج- در مجموعه زیر شاخص های مربوط به عوامل مالی، مهم ترین علت ایجاد تاخیر در انجام پروژه، نبود فهرست بها با وزن ۰/۱۰۲۲ بوده است.
- د- در مورد زیر شاخص های مربوط به عامل نظارت، نداشتن دید اجرایی و کارگاهی با وزن ۰/۰۶۷۶، مهم ترین علت ایجاد تاخیر در روند اجرایی پروژه پل بزرگراهی مورد مطالعه بوده است.
- و- در ارتباط با عامل مدیریت اجرایی نیز، بیشترین سهم در ایجاد تاخیر در روند اجرایی پروژه مربوط به زیر شاخص عدم تطابق موارد اجرا شده با نقشه های اجرایی با وزن ۰/۰۷۳۶ بوده است.

#### ۶- مراجع

- [1]-Khodabakhshi, G.A., Hosseinalipour, S.M., and Shafia, M.A., 2005, **Identifying the effective factors in delaying the construction projects of chaharmahal and bakhtiari treatment plants**, Master Thesis, Shahid Beheshti University, (In Persian).
- [2]-Fahimiazad, H., Abrishami, J., and Kazemi, M., 2001, **Identifying the causes of delays and consequences due to non-timely delivery of dams in Khorasan province**, Master Thesis, Institute of Management Research and Training, (In Persian).
- [3]-Yousefian, B., Hosseinalipour, S.M., and Naghshi, A., 2002, **Identifying the effective factors in delaying the transmission line and distribution line projects of the electricity company**, Master Thesis, Institute of Management Research and Training, (In Persian).
- [4]-Vatankhah, R., Bemanian, M., and Parvizian, K., 2002, **Investigating the causes of delays in construction projects A case study of the projects of the School Renovation Organization of the country**, Master Thesis, Tarbiat Modares University, (In Persian).
- [5]-Moinpour, B., 2017, **Factors affecting project delays**, The first specialized conference on project claims management, Tehran University, (In Persian).
- [6]-Ghoreyshian, S.M., and Khoshfetrat, A., 2016, **Investigating the role of factors in delaying urban projects**, 3<sup>rd</sup> International Conference on Applied Research in Civil Engineering, Architecture and Management, Tehran, (In Persian).
- [7]-Mirzarasolzadeh, T., and Bezaati, R., 2018, **Predicting the reduction of construction project delays due to re-engineering in Ardabil Oil Company**, Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Planning of the Islamic World, Tabriz, (In Persian).
- [8]- Al Humaidi, a., and Tan, H., 2010, **A fuzzy logic approach to model delays in construction projects using rotational fuzzy fault tree models**, International Journal of Project Management 32.
- [9]-Bib, J., Mei-Yi, Y., and Kuei, C., 2013, **An empirical study of schedule delay causes based on Taiwans Litigation case**, Journal Construction Industry.
- [10]-Nielsen, G., and Ozdemir, H., 2013, **Quantification of delay factors using the relative importance index method for construction projects in Turkey**, Master Thesis, Olabia University.
- [11]- Saaty, T.L., 1980, **The Analytic Hierarchy Process**, McGraw Hill, New York, 1980.