



## بررسی تاخیرات در پروژه های EPC به روش TOPSIS و ارائه راهکار (مطالعه موردی : شرکت آب و فاضلاب مشهد و آب منطقه ای خراسان رضوی)

علیرضا کشافی<sup>۱</sup>، هاشم شریعتمدار<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران- مهندسی و مدیریت ساخت- دانشگاه فردوسی مشهد،  
shariatmadar@um.ac.ir  
۲- استاد گروه مهندسی عمران - دانشگاه فردوسی مشهد،

### چکیده

یکی از شاخص های اصلی در ارزیابی موفقیت پروژه ها، انجام آنها در زمان مقرر و یا اجرای آنها بدون تأخیر می باشد. عدم انجام پروژه ها در زمان برنامه ریزی شده باعث افزایش هزینه و کاهش کیفیت پروژه ها نیز می شود لذا شناسایی مسائل و مشکلاتی که باعث تأخیر در اجرای پروژه ها می شود، از اهمیت فراوانی برخوردار می باشد. در این پژوهش علل تأخیر پروژه های EPC شرکت آب و فاضلاب مشهد و آب منطقه ای خراسان رضوی به روش TOPSIS مورد شناسایی قرار گرفته و راهکارهایی جهت کاهش تأخیر در پروژه های فوق ارائه شده است. این تحقیق از نظر نوع روش تحقیق به صورت توصیفی-تحلیلی و از نظر جمع آوری اطلاعات جزء تحقیقات پیمایشی بوده و اطلاعات مورد نیاز از طریق پرسشنامه جمع آوری و با روش TOPSIS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در نهایت رتبه بندی عوامل بحرانی منشاهای تأخیر در سه بخش مهندسی، تجهیز و ساخت ارائه گردید. توجه نکردن به عوامل مجهول پروژه (ریسک های پروژه)، تأخیر در پرداخت صورت وضعیت ها توسط کارفرما، کمبود نیروی انسانی با تجربه و متخصص از مهم ترین دلایل تأخیر در بخش مهندسی می باشند. در بخش تجهیز نوسانات نرخ ارز، تحریم اقتصادی و عدم جوابگویی به استعلام پیمانکاران و تحمیل قیمت بالا، تأخیر در ترخیص و حمل تجهیزات به عنوان بحرانی ترین منشاهای تأخیر در بخش تجهیز مشاهده گردید. در بخش ساخت نیز تحریم، تأخیر در تایید صورت وضعیت ها و صورت جلسات، عدم تمایل مشاوران و پرسنل نظارتی به اتمام پروژه به دلایل مالی از مهم ترین عامل های تأخیر شناسایی شده اند. در انتها راهکارهایی جهت پیشگیری و یا کاهش منشاهای تأخیر ارائه شده است.

واژه های کلیدی: زمان، علل تأخیر، مدیریت پروژه، EPC، TOPSIS

### ۱- مقدمه

یکی از مشکلات مهم پروژه های عمرانی کشورمان، تأخیر زیاد و قابل توجه در انجام به هنگام برنامه زمان بندی اجرایی است. تأخیر پیشامدی است که باعث می شود برنامه زمان بندی یک پروژه افزایش یابد، به عبارتی دیگر تفاضل زمانی یک فعالیت انجام شده با مقدار زمانی که قبلاً برنامه ریزی شده، را تأخیر می نامند. تأخیر در پروژه می تواند اثرات منفی زیادی از جمله افزایش هزینه پروژه و کاهش بهره وری داشته باشد که منجر به دعوی زیادی بین کارفرمایان و پیمانکاران شده و در مواردی باعث فسخ قرارداد می شود [۱].



در بیشتر مواقع، تبدیل یک برنامه زمان بندی منطقی و اجرائی به یک برنامه زمان بندی فشرده، باعث کاهش کیفیت پروژه نیز می شود، زیرا پیمانکار پروژه برای تکمیل و تحویل پروژه در موعد مقرر و جلوگیری از جریمه های ناشی از تأخیرات غیرمجاز ناچار به تسریع روند پروژه شده که در اکثر موارد برای رسیدن به این هدف کیفیت اجرای پروژه تا حد زیادی کاهش می یابد [۲].

در طی سالهای گذشته مطالعات زیادی بر روی تأخیرات در پروژه های مختلف صورت گرفته است اما با توجه به تأثیری که اتمام پروژه در زمان مقرر بر روی موفقیت پروژه دارد، این نوع مطالعات همچنان در پژوهش های مدیریت پروژه محبوبیت زیادی دارد. علاوه بر این اکثر پژوهش ها کلی بوده و پروژه های خاص را مورد بررسی قرار نداده اند.

لذا ضروریست که مدیران پروژه از عواملی که می تواند باعث تأخیر و اثرگذار بر اهداف اصلی پروژه یعنی زمان، هزینه و کیفیت، آگاهی داشته و با شناسایی مهمترین ریسک های موجود در پروژه، اقدامات پیش بینی شده را جهت اجرا در صورت وقوع هر یک از ریسک ها انجام دهند [۳]. تأخیر در اجرای پروژه های عمرانی می تواند ناشی از عوامل متعددی باشد که بسیاری از آنها را می توان با اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه و مدیریت مناسب کنترل کرد.

با توجه به ضرورت اجرای سیاست های کلی اقتصاد مقاومتی در خصوص رعایت الگوی مصرف آب در حوزه صنعت، شرب و کشاورزی و ارتقاء بهره وری مصرف بهینه آب در تمام بخش ها به ویژه بخش کشاورزی، ضرورت انجام مهندسی ارزش و مهندسی مجدد پروژه های آبی، کاهش مدت اجرای طرح ها، کاهش قیمت تمام شده و بالابردن نرخ بازده سرمایه و درآمد در بخش آب را دو چندان می سازد. هرساله بخش اعظمی از بودجه کشور و اعتبارات عمرانی صرف اجرای طرح های عمرانی و زیربنایی از جمله احداث سدها، اصلاح و توسعه شبکه های آب وفاضلاب و ساخت تصفیه خانه های آب و فاضلاب می گردد که اجرای به موقع آنها موجب رشد اقتصادی و توسعه فرهنگی سیاسی و اجتماعی و اشتغال می شود و در صورت تأخیر در بهره برداری از آنها علاوه بر اتلاف و معطل ماندن سرمایه های ملی؛ توجیه فنی و اقتصادی پروژه ها زیر سوال می رود [۴].

با توجه به اینکه پروژه ها از لحاظ ماهوی دارای محیطی پیچیده، غیر قطعی و دینامیک هستند، لذا پیشگیری کامل از وقوع تأخیرات در انجام پروژه ها امری مشکل می باشد اما می توان با در نظر گرفتن تمهیداتی میزان تأخیرات را به حداقل رساند.

لذا با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش به بررسی دلایل تأخیر در اجرای پروژه های EPC<sup>۱</sup> آب و فاضلاب مشهد و آب منطقه ای خراسان رضوی پرداخته و عوامل موثر بر تأخیر بررسی گردید.

یکی از روشهای اجرا و مدیریت پروژه ها، عقد قرارداد طراحی، تجهیز و ساخت است که به قراردادهای EPC معروف هستند. با توجه به این امر که کارفرمایان وظایف فراوان دیگری به جز اجرای پروژه ها دارند، لذا بر اساس اصول مدیریت نوین توصیه می شود که سازمان های دولتی طراحی و اجرای طرح های بزرگ را به پیمانکاران سپرده و خود به سیاست گذاری فعالیت های سازمان خود بپردازند. بر اساس این تفکر نوع جدیدی از قراردادهای رایج شده است که "طراحی، تهیه، تامین و اجرا" پروژه را به یک پیمانکار واحد واگذار می نماید. در این قرارداد لزوماً به پیمانکارانی نیاز است که دارای توان مالی خوب و تجربه و تخصص در طراحی، تجهیز و اجرا باشند. در این روش کارفرما مسئولیت طراحی تفصیلی، تهیه، تجهیز و اجرا را به پیمانکار واگذار می کند و فقط طراحی پایه را در اختیار پیمانکار می گذارد. یکی از مزایای این نوع قرارداد نیز امکان انجام کارهای موازی می باشد. در این روش به جهت تجمع کارهای طراحی و مهندسی و تهیه و تامین و اجرا در قالب یک قرارداد این امکان فراهم است که پیمانکار با برنامه ریزی مناسب و ایجاد هماهنگی های داخلی بتواند بعضی از مراحل پروژه را که در روش های سه عاملی به صورت متوالی انجام می شود، به صورت موازی پیش ببرد که طبیعتاً باعث کاهش زمان پروژه و در برخی موارد افزایش کیفیت آن می شود.

در این پژوهش ابتدا به کمک روش کتابخانه ای مراجع مرتبط، سوابق موضوعی، پروژه های عمرانی متنوع، مقالات و پایان نامه های مشابه، استانداردها و مفاهیم اساسی را مورد بررسی قرار داده و سپس با دست اندرکاران و کارشناسان مرتبط برای

<sup>۱</sup> Engineering, Procurement and Construction



شناسایی مهم ترین عوامل مؤثر در بروز تأخیرات گفتگو شده و در ادامه نیز با استفاده از پرسشنامه به دسته بندی و در نهایت به تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل شده به روش Topsis<sup>۲</sup> پرداخته شده است.

## ۲- مروری بر تحقیقات گذشته

محمد خوشگفتار [۵] در سال ۲۰۱۰ به بررسی عوامل تأخیر در پروژه های ساخت و ساز ایران پرداختند. آنها " مشکلات مالی"، " برنامه ریزی نامناسب"، " ضعف در مدیریت کارگاه"، " مشکلات قراردادی" و " عدم ارتباط بین طرفین" را از مهم ترین دلایل تأخیر در پروژه های عمرانی در ایران می دانند. مشکلات مالی کارفرما و عدم پرداخت صورت وضعیت در زمان مقرر"، " در نظر گرفتن تجربه پیمانکاران در تعیین برنده مناقصه"، " در نظر گرفتن مکانیزمی جهت حل اختلاف میان طرفین" و " داشتن تجهیزات مناسب و کارکنان با تجربه و ماهر توسط پیمانکار" می تواند منجر به کاهش تأخیر در پروژه های عمرانی در ایران بشود.

فلاح نژاد [۶] برای یافتن دلایل تأخیر در پروژه های خط لوله گاز ایران، به مطالعه ۲۴ پروژه که از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۱ اجرا شده بودند، پرداخت. ناتوانی پیمانکار در فراهم کردن قطعات وارداتی"، " غیر واقعی بودن مدت زمان قرارداد که توسط کارفرما تحمیل شده"، " کندی تحویل قطعات (( خرید کارفرمایی))"، " تأخیر در تحویل محل پروژه به پیمانکار" و " تغییرات طراحی" از مهم ترین علل تأخیر در این پروژه ها می باشند.

نوری و فرجی [۷] در سال ۱۳۸۸ دلایل تأخیر در پروژه های عمرانی را بررسی نموده و الگویی جهت کاهش زمان تأخیر ارائه دادند. طبق تحقیقات آنها " مشکلات مالی"، " مشکل عدم تملک اراضی" و " مشکلات طراحی" از مهم ترین دلایل تأخیر در پروژه های عمرانی می باشد. آنها پیشنهاد دادند که با اصلاح ساختار و قوانین پروژه ها و استفاده از قراردادهای تامین مالی BOT<sup>۳</sup> و EPCF<sup>۴</sup> می توان بر حل مشکل مالی، افزایش مقادیر پروژه را که ناشی از روش های سنتی اجرا و عدم یکپارچگی مراحل طرح و ساخت است به حداقل رسانده و مشکلات استملاک اراضی را نیز تاحدی کاهش داد.

حامد سمرقندی و همکاران [۸] در سال ۲۰۱۶ علل و عوامل تأخیر در پروژه های ساخت و ساز ایران که توسط بخش خصوصی و دولتی اجرا شده را مورد بررسی قرار داده و طی چندین مصاحبه با عوامل مختلف پروژه از جمله کارفرما، پیمانکاران، مشاوران و کارشناسان این صنعت دلایل تأخیر را بر اساس ۴ گروه: علل مربوط به کارفرما، علل مربوط به پیمانکار، علل مربوط به مشاور و سایر دلایل طبقه بندی نموده اند. مهم ترین علل تأخیر در گروه دلایل مربوط به کارفرما عبارتند از: در نظر نگرفتن میزان تورم در بودجه پروژه و عدم توجه به بودجه ریزی پروژه. در گروه دلایل مربوط به پیمانکاران نیز برنامه ریزی منابع و بودجه ناصحیح، جریان نقدی ضعیف و قیمت دهی اشتباه در مناقصه از مهمترین دلایل تأخیر بوده اند. خطا در مبانی اولیه طراحی و عدم دقت در اسناد فنی از مهمترین دلایل تأخیر در گروه دلایل مربوط به مشاور بوده است. از طرف دیگر بودجه ضعیف دولتی و ضعف اسناد پیمان از جمله مهمترین دلایل تأخیر در گروه سایر عوامل بوده است.

مبارک و همکاران [۹] در پژوهشی که در سال ۲۰۰۸ در مصر انجام دادند دریافتند که "تأخیر در تامین مالی پرسنل پروژه توسط پیمانکار"، " تأخیر در پرداخت صورت وضعیت پیمانکار توسط کارفرما" و "تغییرات طراحی حین اجرا" سه عامل مهم تأخیر در کشور مصر می باشند. در ده دلیل مهم تأخیر در مصر، سه دلیل تحت مسئولیت پیمانکار، سه دلیل تحت مسئولیت کارفرما، سه دلیل مشترک بودند، و تنها یک علت تحت مسئولیت مشاور بود. آنها نتیجه گرفتند که هر تلاشی برای جلوگیری یا کاهش تأخیر باید تلاشی مشترک و مبتنی بر کار تیمی باشد.

Alaghbari و همکاران [۱۰] مطالعه ای بر روی تأخیرات در پروژه های ساخت و ساز عمرانی در سال ۲۰۰۷ در مالزی انجام دادند. آنها دریافتند که " عدم پرداخت صورت وضعیت ها توسط کارفرما"، " عدم پرداخت به موقع حقوق پرسنل پروژه

<sup>۲</sup> Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution

<sup>۳</sup> Build-Operate-Transfer

<sup>۴</sup> Engineering, Procurement, Construction and Finance



توسط پیمانکار، "ضعف نظارت"، "کمبود متریا ل" و "ضعف سرپرستی کارگاه" از عوامل مهم تأخیر در پروژه های ساخت و ساز مالزی هستند. در پایان نویسندگان این مقاله توصیه می کنند تا حمایت مالی و فنی بیشتری از پروژه انجام شود تا تأخیرها کاهش یابند.

آقای فریدی و ال سابق [۱۱] در پژوهشی که در سال ۲۰۰۷ در زمینه بررسی علل تأخیر در پروژه های ساخت و ساز امارات انجام دادند، فاکتورهای "آماده سازی و تایید نقشه های فنی"، "برنامه ریزی و کنترل پروژه غیر موثر"، "کندی تصمیم گیری کارفرما"، "کمبود نیروی انسانی"، "ضعف نظارت و ضعف سرپرستی کارگاه" و "بهره وری پایین نیروی انسانی" را از عوامل کلیدی تأخیر در امارات می دانند. آنها در ادامه "ارائه جدول زمان بندی مورد توافق طرفین از فاز طراحی تا پایان اجرا"، "استفاده از شرکت های مدیریت ساخت جهت برنامه ریزی بهتر و بهبود بهره وری جهت کاهش تأخیر" و "آموزش کارکنان جهت افزایش بهره وری کارکنان" را جهت کاهش تأخیر در پروژه های ساخت و ساز امارات توصیه می کنند.

آقای گوندوز و همکارانش [۱۲] با بررسی پروژه های ساخت و ساز در ترکیه فهمیدند که "عدم تجربه کافی پیمانکار"، "برنامه ریزی و کنترل پروژه غیر موثر"، "ضعف نظارت و سرپرستی پیمانکار"، "تغییرات طراحی حین اجرا"، "تأخیر در تحویل متریا ل"، "پیمانکاران فرعی غیر قابل اعتماد" و "تأخیر در انجام تست و بازرسی" از عوامل مهم تأخیر در ترکیه هستند. "عدم استفاده از پیمانکاران کم تجربه"، "استفاده از برنامه ریزی و کنترل پروژه موثرتر"، "اجتناب کارفرما از تغییرات حین طراحی" و "استفاده از کارگران آموزش دیده و کارکنان با تجربه و متخصص" از توصیه های نویسندگان این مقاله جهت کاهش تأخیرات در پروژه های عمرانی ترکیه می باشد.

فریم پونگ و همکاران [۱۳] در پژوهشی برای یافتن علل تأخیر در پروژه های عمرانی کشور غنا "مشکلات طراحی"، "مشکلات مالی"، "ساختار و قوانین"، "نیروی انسانی ناکافی"، "پیدا نشدن مصالح و تجهیزات" را از علت های اصلی تأخیر در این کشور می دانند.

جان الیو و همکارانش [۱۴] پس از مصاحبه و جمع آوری نظرات کارشناسان مرتبط با پروژه های عمرانی "مدیریت ضعیف کارگاه"، "کمبود نیروی متخصص"، "برنامه زمانبندی غیر اجرایی"، "تغییرات طراحی به علت اشتباهات اجرایی" و "ایمنی ضعیف کارگاه" را از مهم ترین عوامل تأخیر در پروژه های عمرانی هنگ کنگ معرفی کردند.

### ۳- روش تحقیق

این تحقیق از لحاظ هدف، از نوع کاربردی و از نظر روش گردآوری اطلاعات، از نوع پیمایشی می باشد. برای تحقیق پیمایشی از تکنیک دلفی برای گردآوری اطلاعات استفاده شده است. تکنیک دلفی یک روش برای پاسخ به سوالات تحقیق از طریق شناسایی دیدگاه اجماعی بین متخصصان آن موضوع می باشد. دلفی بر این اصل استوار است که پیش بینی های گروهی از افراد سازمان یافته دقیق تر از گروه های بدون ساختار است. در روش دلفی تخصص افراد پاسخ دهنده بیشتر از تعداد آنها مورد تاکید است [۱۵]. در این تحقیق، برای انتخاب و تعیین حجم نمونه از روش نمونه گیری گلوله برفی استفاده شده است. در تحقیقات آماری، نمونه گیری به روش گلوله برفی یک تکنیک نمونه گیری غیر احتمالی است که در آن نمونه ابتدا کوچک است و به مرور و با جمع آوری نمونه های بیشتر گلوله بزرگتر شده تا به حد اشباع رسیده و ثابت شود و با ادامه این روند تغییری در آن ایجاد نمی شود. این روش نمونه گیری اغلب در جمعیت های پنهان و مواردی که اطلاعات زیادی از افراد مورد نظر در دسترس نیستند یا دسترسی به آنها دشوار است، مورد استفاده قرار می گیرد [۱۶].

در این روش ابتدا باید ویژگی و مشخصات جامعه آماری مورد نظر مشخص شده و بر اساس آن تعداد محدودی از کارشناسان که دارای مشخصات تعیین شده هستند، انتخاب شده و جهت شرکت در پاسخگویی به پرسشنامه دعوت شوند. سپس پرسش شوندگان باید افراد جدیدی را که دارای ویژگی های مشخص شده هستند را به پژوهشگر معرفی کنند تا با این روند نمونه آماری گسترده شود و پاسخ ها به یک روند ثابت رسیده، به نحوی که با افزودن پرسشنامه جدید نتایج نهایی تغییر چشمگیری نداشته باشند [۱۷].



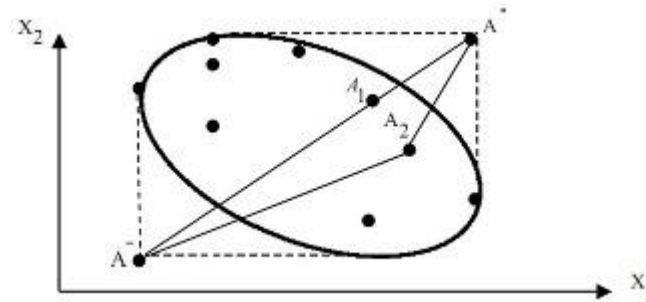
#### ۴- شناسایی دلایل تأخیر

برای تهیه لیست ابتدایی دلایل تأخیر، پس از بررسی پژوهش‌های انجام شده قبلی در این حوزه و با استفاده از نتایج آنها لیست اولیه تهیه و جمع‌آوری شد و بعد از آن لیست مذکور بین ۵ نفر از کارشناسانی در جریان اجرای پروژه‌های EPC مرتبط بودند، توزیع گردید تا پس از مطالعه این لیست نظرات خود را در مورد جامعیت، مرتبط بودن موارد ارائه شده و بیان کنند و موارد نامربوط حذف و موارد مهمی که آورده نشده را اضافه کنند. در نهایت لیست دلایل تأخیر در سه بخش طراحی، تجهیز و تدارکات و اجرا تهیه گردید و بین کارشناسان مرتبط توزیع گردید.

#### ۵- تجزیه و تحلیل به روش TOPSIS

تکنیک ترجیح تشابه به راه حل ایده آل که به صورت خلاصه تاپسیس نامیده می‌شود یک روش آنالیز تصمیم‌گیری چند معیاره است که در ابتدا توسط چینگ-لای هوانگ در سال ۱۹۸۱ ایجاد شد. این روش بر اساس این مفهوم که گزینه بهینه باید دارای کوتاهترین فاصله هندسی از راه حل ایده مثبت و طولانی‌ترین فاصله هندسی از راه حل ایده آل منفی باشد.

طبق شکل ۱ اگر  $A_1$  و  $A_2$  به ترتیب، راه حل ایده آل مثبت و راه حل ایده آل منفی باشد. گزینه  $A_1$  به نسبت گزینه  $A_2$  فاصله کمتری تا راه حل ایده آل و فاصله بیشتری را تا راه حل ایده آل منفی دارد.



شکل ۱: فاصله از ایده آل مثبت و منفی

این روش بدلیل عملکرد مناسب‌تر در مسائل با تعداد زیاد معیارها و گزینه‌ها، نسبت به تحلیل سلسله‌مراتبی دارای اولویت است، چرا که در این گونه مسائل، بدلیل تعداد زیاد گزینه‌ها و نیاز به مقایسه دودویی در روش AHP، عملاً قابلیت اعتماد داده‌ها بدلیل زمان‌بر و خسته‌کننده بودن پرسشنامه، از بین می‌رود [۱۸].

مراحل تجزیه و تحلیل به روش تاپسیس به شرح زیر می‌باشد:

**الف - تشکیل ماتریس تصمیم میانگین:** در ابتدای کار ماتریسی از معیارها و گزینه‌های موجود تشکیل می‌دهیم. با توجه به جدول پرسش و پاسخی که به عنوان داده‌های اولیه در اختیار ما قرار دارد عمل می‌کنیم. لازم به ذکر است که جدول اولیه از طریق پرسش و پاسخ از کارشناسان مربوطه تهیه شده، به صورت کیفی بوده و ما باید آن را کمی کنیم. با توجه به جدول به گزینه‌های خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد به ترتیب اعداد ۱ و ۳ و ۵ و ۷ و ۹ را اختصاص می‌دهیم.

**ب - تشکیل ماتریس تصمیم میانگین نرمال:** نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس‌سازی دومین گام در حل تمامی تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر ماتریس تصمیم است. نرمال‌سازی طبق فرمول زیر صورت می‌گیرد:

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

**ج - تشکیل ماتریس تصمیم نرمال موزون:** در گام سوم از روش تاپسیس باید ماتریس تصمیم نرمال ایجاد شده، موزون شود. برای این منظور وزن هر معیار در تمامی درایه‌های زیر همان معیار ضرب می‌شود.





د- محاسبه ایده آل مثبت و منفی: در این گام برای هر شاخص یک ایده آل مثبت (A+) و یک ایده آل منفی (A-) محاسبه می شود.

- برای معیارهایی که بار مثبت دارند ایده آل مثبت بزرگترین مقدار آن معیار است.
- برای معیارهایی که بار مثبت دارند ایده آل منفی کوچکترین مقدار آن معیار است.
- برای معیارهایی که بار منفی دارند ایده آل مثبت کوچکترین مقدار آن معیار است.
- برای معیارهایی که بار منفی دارند ایده آل منفی بزرگترین مقدار آن معیار است.

ه- فاصله از ایده آل های مثبت و منفی و محاسبه راه حل ایده آل: در این گام میزان نزدیکی نسبی هر گزینه به راه حل ایده آل حساب می شود. فاصله اقلیدسی هر گزینه از ایده آل مثبت و منفی با فرمول زیر محاسبه خواهد شد.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2} \quad (۲)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (۳)$$

و- محاسبه شاخص شباهت: برای هر سطر یا گزینه با استفاده از فرمول زیر شاخص شباهت محاسبه می شود. بدین صورت که مقدار شاخص شباهت بین صفر و یک تغییر می کند. هرچه گزینه به ایده آل مشابه تر باشد شاخص شباهت به یک نزدیک تر خواهد بود.

$$CL_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad (۴)$$

#### ۴- نتایج و یافته ها

پس از جمع آوری داده های مورد نیاز و تجزیه و تحلیل آنها مهمترین دلایل تأخیر در پروژه های EPC شرکت آب و فاضلاب مشهد و آب منطقه ای خراسان رضوی در سه قسمت طراحی، تجهیز و ساخت به شرح زیر می باشد:

##### ۴-۱- اولویت بندی عوامل تأخیر در بخش طراحی

##### ۴-۱-۱- توجه نکردن به عوامل مجهول پروژه (ریسک های پروژه)-رتبه ۱

ریسکها را عموماً به دو دسته اصلی ریسکهای خارج پروژه و ریسکهای داخل پروژه تقسیم بندی نمود که در ادامه شرح آن آمده است.

##### ریسک های خارج پروژه

ریسک های خارج پروژه به ریسک هایی اطلاق می شود که بخش خصوصی کنترل چندانی بر روی آن ندارد. ریسک های خارج پروژه به دسته های سیاسی، اقتصادی، قانونی، اجتماعی و حوادث طبیعی تقسیم بندی می شوند.

##### ریسکهای داخل پروژه

ریسک های داخلی تحت کنترل پیمانکار بوده و معمولاً می توان با برنامه ریزی و تدارک تمهیدات ویژه تحت مدیریت نمود.



با توجه به عدم توانایی تیم مدیریتی پروژه در پیش بینی دقیق آینده، داشتن یک برنامه مدیریت ریسک برای بررسی احتمال وقوع تمام موارد مثبت و منفی بر روی پروژه و نحوه پاسخ به آنها کاملاً ضروری می باشد و همچنین طبق دسته بندی ارائه شده پیشنهاد می شود از آنجایی پیمانکاران کنترلی بر روی ریسک های خارجی ندارند، بهتر است که دولت مسئولیت ریسک های فوق را بعهده گرفته و تمام تلاش خود را در جهت کاهش اثرات آنها بر روی پروژه بکار ببندد. ریسک حوادث طبیعی که خارج از کنترل پیمانکار بوده را می توان با انتقال ریسک به شرکت های بیمه مدیریت کرد. در خصوص ریسک های مالی، لازم است پیمانکار، ضمن در نظر گرفتن مسائل و مشکلات تخصیص بودجه های دولتی، وابسته به پرداخت ماهانه صورت وضعیت خود نباشد و ریسک تأخیر در تخصیص بودجه را در قیمت پیشنهادی خود در نظر بگیرد. همچنین ریسک های طراحی نیز با بستن قرارداد با شرکت مهندسی مشاوره که دارای تجربه و تخصص لازم در مورد پروژه می باشند (پیمانکار فرعی)، به آنها انتقال می یابد.

#### ۲-۱-۴- عدم پرداخت صورت وضعیت ها توسط کارفرما در زمان مقرر-رتبه ۲

متأسفانه امروزه تأخیر در پرداخت صورت وضعیت های پیمانکار از مهم ترین دلایل تأخیر و حتی فسخ پروژه ها به شمار می رود. تأخیر در پرداخت صورت وضعیت های پیمانکاران باعث ایجاد مشکل در گردش مالی آنان و در نهایت سبب توقف در فعالیت های پروژه می شود.

لذا اجرایی نمودن پروژه ها پس از جذب اعتبارات لازم و بودجه ی مصوب و همچنین تسریع در روند ارزیابی صورت وضعیت ها با تخصیص کارشناسان متخصص می تواند تا حدودی تأخیر در پرداخت صورت وضعیت ها را کنترل کند.

#### ۳-۱-۴- کمبود نیروی انسانی با تجربه و متخصص-رتبه ۳

به دلیل اهمیت بخش مهندسی طرح در ابتدای پروژه به عنوان فاز آغازین لزوم استفاده از نفرات با دانش فنی، تحصیلات مرتبط، تجربیات و تخصص بالا در پروژه های پیچیده و بزرگ اهمیت دو چندانی پیدا می کند.

عدم جذب به موقع افراد متخصص در پروژه های فوق، عدم همکاری به دلیل مسائل مالی و عدم برنامه ریزی صحیح جهت استخدام در آغاز به کار شرکت از دلایلی بوده اند که موجب تأخیر شده اند.

کمبود نیروی انسانی را می توان با شناسایی منابع انسانی باتجربه و متخصص در تخصص های مورد نیاز با استفاده از تجربه پروژه های مشابه قبلی و ارائه و تخصیص مشوق های مالی و رفاهی و همچنین تربیت جانشین های کارآمد حل نمود.

#### ۴-۱-۴- عدم استفاده از تجربه پروژه های مشابه-رتبه ۴

مدیریت یک پروژه تنها از طریق مطالعه کتاب های مختلف بدست نمی آید، زمانی که فردی در مقام مجری پروژه قرار دارد، به مشکلات و موانعی برخورد می کند و نهایتاً از آنها عبور می کند. این موارد در کتابی یافت نمی شود و اگر شخص یا شرکتی فاقد تجربه لازم باشد و از تجربیات افرادی که در پروژه های مشابه حضور داشته اند، استفاده نکند، قطعاً به مشکل خواهد خورد و موفق نخواهد بود. بسیاری از پیمانکاران از تجربیاتی که در پروژه های قبل به آن برخورد کرده و هزینه های فراوانی صرف آن شده، درس نگرفته و به دلیل عدم مستند سازی و ثبت این تجربیات گران بها، دوباره آن را در پروژه های بعدی تجربه می کنند. در این خصوص نقل قول معروفی از جرج برنارد شاو وجود دارد: " موفقیت این نیست که هرگز اشتباه نکنید، بلکه این است که بار دوم مرتکب همان اشتباه نشوید."

#### ۲-۴- اولویت بندی عوامل تأخیر در بخش تجهیز

##### ۱-۲-۴- نوسانات نرخ ارز -رتبه ۱

با توجه به اینکه اکثر تجهیزات پروژه های EPC بررسی شده از تامین کنندگان خارج از کشور بوده است افزایش نرخ ارز هزینه های خرید تجهیزات را افزایش داده و از طرف دیگر به علت عدم پیش بینی هزینه های فوق، تامین تجهیزات فوق به مشکل خورده و باعث تأخیر در قسمت خرید پروژه شده است.



لذا برای کاهش تاثیر افزایش قیمت ارز بر روی هزینه پروژه و افزایش زمان پروژه ها می توان برنامه ریزی ها و سیستم اجرایی را به گونه ای تغییر داد که امکان تامین تجهیزات مورد نیاز پروژه از تولید کنندگان داخلی فراهم باشد.

#### ۲-۲-۴- تحریم اقتصادی و عدم جوابگویی به استعلام پیمانکاران-رتبه ۲

تحریم های اقتصادی هزینه های زیادی را به پیمانکاران وارد می کند زیرا آنها از یک طرف باید هزینه های زیادی را برای دور زدن تحریم صرف کنند و از سمت دیگر با مساله عدم جوابگویی و سوءاستفاده تامین کنندگان خارجی که عموماً برای بالا بردن قیمت ها می باشد، دست و پنجه نرم کنند.

تحریم اقتصادی از موارد مهمی می باشد که برنامه ریزی خاصی را نمی توان جهت رفع آن انجام داد لذا باید با در نظر گرفتن هزینه های انجام طرح و تحمیل شدن بار مالی اضافی جهت دور زدن تحریم از ابتدا نسبت به این مهم برنامه ریزی منعطف را انجام داد.

#### ۳-۲-۴- تاخیر در ترخیص و حمل تجهیزات-رتبه ۳

از آنجایی که خرید و نصب تجهیزات پیش نیاز عمده فعالیت های اجرایی پروژه های صنعت آب و فاضلاب می باشد، لذا هر گونه تأخیر در خرید و نصب آنها باعث تأخیر در کلیت پروژه می شود. مواردی که منجر به تأخیر در ترخیص کالا از گمرک شده است عبارتند از: بی تجربگی و عدم آشنایی پیمانکار به قوانین گمرکی و بروکراسی زیاد گمرک برای ترخیص کالا تأخیر در ترخیص و حمل تجهیزات را می توان با در نظر گرفتن موارد زیر تا حدودی کنترل نمود:

- بررسی مسائل مرتبط با ترخیص کالا قبل از رسیدن به گمرک
- آگاه نمودن پرسنل گمرک نسبت به ارزش کالا و اهمیت ترخیص آن
- هماهنگ کردن با نظام گمرکی کشور

#### ۴-۲-۴- عدم گشایش به موقع LC-رتبه ۴

یکی دیگر از مشکلات پروژه های مورد بررسی عدم گشایش به موقع LC بوده که عمدتاً به دلیل بروکراسی مربوطه زمان زیادی صرف گشایش آنها می شده است. لذا در نظر گرفتن زمان کافی برای مراحل گشایش LC و برنامه ریزی جهت انجام فرآیند بازگشایی آن می تواند این مشکل را تا حدودی برطرف نماید.

#### ۳-۴- اولویت بندی عوامل تأخیر در بخش ساخت

##### ۱-۳-۴- تحریم-رتبه ۱

کشور ما در سالهای اخیر با بحرانهای اقتصادی زیادی از جمله تحریم های مختلف روبرو بوده که موجب خسارات و زیان های زیادی به طور مستقیم و غیرمستقیم به کشور شده است. تحریم به طور خاص باعث افزایش افسار گسیخته قیمت ارز و محدودیت شدید در واردات تجهیزات خارجی شده است که باعث تأخیر در پروژه ها شده است. این مشکل را می توان از طریق تامین متریکال یا تکنولوژی خاص مورد نیاز از طریق تامین کنندگان داخلی و یا تغییر در بخشی از پروژه به دلیل عدم دسترسی به تجهیزات مورد نیاز و یا انتخاب عامل سوم(واسطه) جهت تامین متریکال مورد نیاز و تقبل هزینه آن رفع نمود.

#### ۲-۳-۴- تحریم اقتصادی و عدم جوابگویی به استعلام پیمانکاران-رتبه ۲

متأسفانه امروزه تأخیر در پرداخت صورت وضعیت های پیمانکاران از مهم ترین دلایل تأخیر و حتی فسخ پروژه ها به شمار می رود. تأخیر در پرداخت صورت وضعیت های پیمانکاران باعث ایجاد مشکل در گردش مالی آنان و در نهایت سبب توقف در فعالیت های پروژه می شود.

#### ۳-۳-۴- عدم تمایل مشاوران و پرسنل نظارتی به اتمام پروژه به دلایل مالی-رتبه ۳





با توجه به خدمات مهندسی مشاور و نقشی که بر اهداف پروژه دارند، اجرای طرح های بزرگ عمرانی بدون استفاده از آنان غیرممکن می باشد. شرکت های مشاور در این پروژه ها حکم بازوی فنی کارفرما را دارند و با توجه به این امر معمولاً از آنها توقع نمی رود که از دلایل و منشا های تأخیر در پروژه باشند، اما با توجه به این امر که حق الزحمه آنها درصدی از هزینه اجرا بوده و با افزایش زمان نیز کارکرد بیشتری به دلیل نظارت کارگاهی منتفع می شوند، سبب می شود که نسبت به کاهش هزینه ها و زمان اجرا پروژه بی انگیزه شوند.

لذا پیشنهاد می شود انعقاد قرارداد با شرکت مشاور به صورت مقطوع باشد و بر اساس پیشرفت فیزیکی پروژه به مشاور پرداخت شود.

#### ۴-۳-۴- عدم نقدینگی و تأخیر در پرداخت صورت وضعیتها به پیمانکار-رتبه ۴

تأخیر در پرداخت صورت وضعیت ها و تبدیل شدن این موضوع به یک امر شایع ، منجر به ایجاد مشکل در نقدینگی پیمانکاران شده و باعث می شود تا آنان انگیزه کافی برای اتمام پروژه تحت اهداف تعیین شده در فاز صفر را نداشته باشند. در این شرایط پیمانکاران اهتمام کافی را برای رعایت اصول کیفی نداشته و در صورت تداوم تأخیر در پرداخت ها ، برای جبران وضعیت به وجود آمده ناگزیر به تعدیل نیروی انسانی و بالانس تجهیزات و وسایل می کنند.

تامین منابع مالی مورد نیاز پروژه از الزامات اساسی و مهم طرح های عمرانی بوده و عدم توجه به این قضیه باعث بروز مشکلات زیاد در اجرای پروژه ها و حتی در مواردی باعث توقف در اجرای پروژه شده اند.

بنابراین اجرایی نمودن پروژه ها پس از جذب اعتبارات لازم و بودجه ی مصوب و همچنین تسریع در روند ارزیابی صورت وضعیت ها با تخصیص کارشناسان می تواند تا حدودی تأخیر در پرداخت صورت وضعیت ها را کنترل کند.

#### ۵- قردادانی

در اینجا لازم است از زحمات و کمک های دست اندرکاران شرکت آب و فاضلاب مشهد و آب منطقه ای خراسان رضوی که انجام این مطالعه بدون همکاری و حمایت ایشان ممکن نبود، سپاس و قردادانی ویژه به عمل آید.

#### مراجع

- [۱] Owolabi J, Amusan LM, Oloke CO, Olusanya O, Tunji-Olayeni P, Dele O, et al. Causes and effect of delay on project construction delivery time. International journal of education and research. ۲۰۱۴;۲(۴):۱۹۷-۲۰۸.
- [۲] Larsen JK, Shen GQ, Lindhard SM, Brunoe TD. Factors affecting schedule delay, cost overrun, and quality level in public construction projects. Journal of management in engineering. ۲۰۱۶;۳۲(۱):۰۴۰۱۵۰۳۲.
- [۳] اشتهازدیان، ا.، نصرآزادانی، س. بررسی علل تاخیر زمان اجرای پروژه های عمرانی شهری با توجه به عوامل پروژه. ششمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه. ۱۳۸۹.
- [۴] مومنه، و.، نمایان، ف. شناسایی عوامل تاثیرگذار در تاخیر در اتمام و بهره برداری از طرح های آبی در غرب کشور با رویکرد اقتصاد مقاومتی سومین کنفرانس بین المللی حسابداری، مدیریت و نوآوری در کسب و کار. ۱۳۹۷.
- [۵] Khoshgoftar M. Causes of delays in Iranian construction projects. International Journal of Construction Management. ۲۰۱۰:۵۳-۶۹.
- [۶] Fallahnejad MH. Delay causes in Iran gas pipeline projects. International Journal of Project Management. ۲۰۱۳:۱۳۶-۴۶.
- [۷] نوری، س.، فرجی، ح. بررسی عوامل تاخیر پروژه های عمرانی و ارائه الگویی جهت کاهش زمان تاخیر. پنجمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، تهران. ۱۳۸۸.
- [۸] Samarghandi H, Mousavi S, Taabayan P, Mir Hashemi A, Willoughby K. Studying the Reasons for Delay and Cost Overrun in Construction Projects: The Case of Iran. ۲۰۱۶.



**۲<sup>nd</sup>.International Conference on Architecture, Civil Engineering,  
Urban Development, Environment and Horizons of Islamic Art  
in the Second Step Statement of the Revolution**

**Tabriz Islamic Art University / ۲۷ May. ۲۰۲۲**



- [۹] El-Razek A. Causes of delay in building construction projects in Egypt. Journal of construction engineering and management. ۲۰۰۸:۸۳۱-۴۱.
- [۱۰] Alaghbari WE. The significant factors causing delay of building construction projects in Malaysia. Engineering, Construction and Architectural Management. ۲۰۰۷:۱۹۲-۲۰۶.
- [۱۱] Faridi AS. Significant factors causing delay in the UAE construction industry. Construction Management and Economics. ۲۰۰۶:۱۱۶۷-۷۶.
- [۱۲] Gündüz M. Quantification of delay factors using the relative importance index method for construction projects in Turkey. Journal of Management in Engineering. ۲۰۱۲:۱۳۳-۹.
- [۱۳] Frimpong Y, Oluwoye J, Crawford L. Causes of delay and cost overruns in construction of groundwater projects in a developing countries; Ghana as a case study. International Journal of project management. ۲۰۰۳;۲۱(۵):۳۲۱-۶.
- [۱۴] Mbala M, Aigbavboa C, Aliu J, editors. Causes of delay in various construction projects: a literature review. International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics; ۲۰۱۸: Springer.
- [۱۵] Rowe G, Wright G. Expert opinions in forecasting: the role of the Delphi technique. Principles of forecasting: Springer; ۲۰۰۱. p. ۱۲۵-۴۴.
- [۱۶] Goodman LA. Snowball sampling. The annals of mathematical statistics. ۱۹۶۱:۱۴۸-۷۰.
- [۱۷] Salganik MJ, Heckathorn DD. Sampling and estimation in hidden populations using respondent-driven sampling. Sociological methodology. ۲۰۰۴;۳۴(۱):۱۹۳-۲۴۰.
- [۱۸] Bhutia PW, Phipon R. Application of AHP and TOPSIS method for supplier selection problem. IOSR Journal of Engineering. ۲۰۱۲;۲(۱۰):۴۳-۵۰.