

بررسی علل تاخیرات بخش مهندسی در پروژه‌های آب و فاضلاب با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره فازی

امیر نجفی
رضا رشیدی

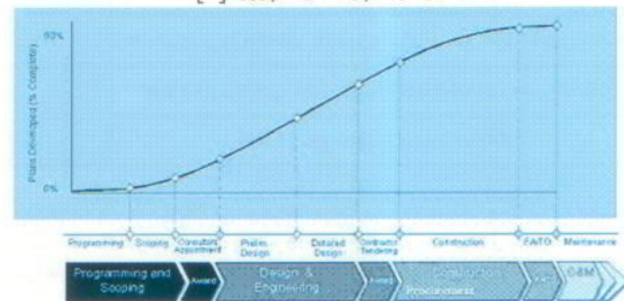
از مهمترین مشکلات در اجرای پروژه‌ها تاخیرات پروژه میباشد که بعضا باعث ایجاد مشکلاتی برای کارفرما و پیمانکار میگردد. بررسی عوامل بوجود آورنده تاخیرات و تعیین تاثیر هر یک از آنها می تواند کمک بزرگی به مدیریت برای انجام هر چه بهتر پروژه های آبی باشد. در این تحقیق اهمیت بخش مهندسی و دلایل تاخیرات در این بخش در شرکت مهندسی مشاور پارس عمران آسیا (مشاور در صنعت آب و فاضلاب) مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. در ادامه و با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره فازی وضعیت آئرناتیوها و معیارها برای بررسی علل تاخیرات با متغیرهای زبانی مورد ارزیابی قرار گرفته و با لحاظ کردن اعداد فازی متناسب این متغیرها عوامل تاخیرات، رتبه‌بندی خواهد شد.

مقدمه

همانطور که می دانیم یکی از روشهای انجام پروژه‌ها روش انجام پروژه به صورت EPC میباشد. EPC کلید در دست حد اعلای سپردن مسوولیت طراحی و اجرا را به پیمانکار تداعی می نماید. [۱] وزن مالی بخش مهندسی به نسبت سایر دیسپلین‌ها قابل توجه نیست، اما به لحاظ اهمیت، دانش فنی به نوعی قلب پروژه محسوب شده و اساسا رشد، اعتبار و مزیت رقابتی شرکت‌ها و پیمانکاران به میزان تسلط و در اختیار داشتن دانش فنی و مهندسی پروژه است [۲].

نمودار ۱ نشان دهنده چرخه حیات پروژه های EPC است. همانطور که از این نمودار مشهود است اولین مراحل آغاز هر پروژه ای مشخص شدن مشخصات فنی، اسناد، مدارک و... مربوط به آن پروژه میباشد. تا زمانی که اطلاعات فنی مورد نیاز در دست نباشد هیچ اقدامی نمی توان انجام داد.

نمودار ۱- چرخه حیات پروژه [۲]



بررسی اهمیت تاخیرات و دلایل آن

تأخیر عمل یا رویدادی است که زمان مورد اشاره در قرارداد برای انجام فعالیت خاصی را از طریق طولانی تر کردن زمان فعالیت و یا عقب انداختن تاریخ شروع آن به تعویق می اندازد. اما علت تاخیرات از چندین جنبه برای ما اهمیت دارد. از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد:

کارفرمایان به دنبال علت یابی تاخیرات هستند تا بتوانند تسویه خسارت های پیمانکار را محاسبه و دریافت کنند و تخمین های مناسبی از حجم هزینه های اضافی تحمیل شده به پیمانکار در دست داشته باشند. [۳]

پیمانکاران نیز بر عکس باید بتوانند دلایل کافی برای انجام ادعای خسارت تاخیر را جمع آوری کنند و همچنین خسارت دیر کرد خود را نیز طبق قرارداد محاسبه نمایند. [۳]

با بررسی گزارش های پیشرفت ماهیانه علل تاخیرات پروژه ها در دو گروه عوامل داخلی و خارجی تقسیم بندی گردید. در ذیل ضمن برشمردن عوامل تاخیر به توضیح آنها می پردازیم.

الف: عوامل تاخیر داخلی

- اشتباه در برآورد مدت زمان انجام فعالیت ها: که شامل اشتباه در برآورد میزان نفر ساعت پیش بینی شده اولیه و عدم تعریف توالی مناسب فعالیت ها میباشد.
- عدم برنامه ریزی نیروی انسانی متخصص: که شامل کمبود نیروی انسانی متخصص، عدم سیستم پرداخت حقوق و دستمزد، عدم توانایی شرکت در جذب و حفظ نیروی متخصص و تخصیص بهینه نیروی متخصص به فعالیت ها میباشد.
- خطا و اشتباهات نیروی انسانی: شامل عدم دقت در طراحی، عدم توجه به موارد مطرح شده در محدوده کاری تعیین شده قرارداد، عدم دقت در انتخاب آخرین نسخه موجود از مدارک و نقشه ها و مسائلی از این قبیل میباشد.
- عوامل مرتبط با تصمیمات مدیریتی: شامل خط مشی مناسب به بخش های طراحی و کنترل پروژه، تصمیمات مدیریتی مانند شرکت در مناقصات در زمان های انجام پروژه ها و ... میباشد.
- ضعف مدیریت پروژه: شامل عدم دانش فنی و مدیریتی لازم، عدم مطالعه قرارداد و تسلط بر آن، عدم روشن نمودن راهکارها و خط دهی های مناسب برای پروژه و عدم تعیین خط مشی مناسب پروژه میباشد.
- تاخیرات ناشی از ضعف عدم سیستم پیگیری: که ناشی از ضعف سیستم پیگیری مربوط به امور پروژه از سوی مدیریت و مهندسین پروژه میباشد.

ب: عوامل تاخیر خارجی

- تاخیرات ناشی از کارفرمایان: شامل بررسی عواملی مانند تغییر نیازهای کارفرما به جهت تغییر در حجم کار، سرعت انتقال اطلاعات به مشاور طرح، سرعت ارائه پیشنهادها در راستای تأیید مدارک و مشخصات فنی و نحوه عملکرد کارفرما در پرداخت صورت وضعیتها میباشد.
- تاخیرات ناشی از عدم انجام تعهدات پیمانکاران مهندسی فرعی: شامل

با توجه به اینکه معمولاً زمان انجام طراحی بین ۳۰٪ تا ۳۵٪ کل زمان انجام پروژه هاست لذا تاخیر در فعالیت های بخش مهندسی می تواند صدمات جبران ناپذیری در فرایند های وابسته به پروژه داشته باشد.

این تحقیق بر اساس اطلاعات در یافتی از وضعیت پیشرفت پروژه های شرکت مهندسی مشاور پارس عمران آسیا، رتبه ۳ مهندسین مشاور در صنعت آب و فاضلاب، تهیه گردیده و هدف آن بررسی علل تاخیرات در دپارتمان طراحی شرکت فوق میباشد.

در ادامه این تحقیق به صورت زیر ارائه میشود. در قسمت دوم روش تحقیق بیان شده است. در ادامه و در قسمت سوم دلایل تاخیرات در بخش مهندسی مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش چهارم با مروری بر مجموعه های فازی در تصمیم گیری، رتبه بندی دلایل تاخیرات انجام گرفته و در انتها نتیجه گیری آورده شده است.

روش تحقیق

روش تحقیق به کار گرفته در این مقاله، مطالعه موردی و میدانی است. برای جمع آوری اطلاعات از اسناد و مدارک شامل گزارش های پیشرفت ماهیانه، دستورالعمل های بخش کنترل پروژه دپارتمان مهندسی و همچنین دریافت نظرات مدیران بخش های مهندسی و کنترل پروژه استفاده گردید.

بررسی نحوه گزینش پیمانکاران فرعی مهندسی، کنترل و هدایت آنها و میزان تعهد پیمانکاران نسبت به کیفیت کار ارائه شده میباشد.

جهت ارزیابی میزان موفقیت پروژه باید میزان موفقیت را در هر یک از اهداف سه گانه کیفیت، هزینه و زمان ارزیابی کرد. از این رو برای تعیین اولویت تاخیرات، تاثیر هر یک از عوامل مطرح شده بر روی معیارهای فوق مورد بررسی قرار می گیرد. در ادامه و در قسمت بعد با استفاده از مفهوم تئوری فازی در تصمیم گیری به رتبه بندی موارد فوق می پردازیم.

$$W_j = \frac{1}{k} [W_j^1 + W_j^2 + \dots + W_j^k] \quad (1)$$

که در آن W_j درجه اهمیت هر معیار از نظر تصمیم گیرنده k ام است. تصمیم گیرنده ها متغیرهای زبانی وزن دهی را برای تخصیص اهمیت به معیارها مورد استفاده قرار می دهند. جدول ۲ با استفاده از نظرات یکی از ذینفعان و مدیریت کنترل پروژه شرکت تکمیل شده است. وزن فازی محاسبه شده طبق فرمول برای هر معیار در جدول ۳ داده شده است.

جدول ۲: متغیرهای زبانی وزن دهی معیارها

معیار	تصمیم گیر	تصمیم گیر ۱	تصمیم گیر ۲
هزینه	خیلی مهم	خیلی مهم	خیلی مهم
زمان	خیلی مهم	مهم	مهم
عملکرد	مهم	مهم	خیلی مهم

جدول ۳: وزن فازی محاسبه شده برای هر معیار

وزن	هزینه	زمان	کیفیت
	(6,8,9)	(4,6,8)	(4,6,8)

میزان تاثیر هر یک از عوامل روی معیارها با استفاده از متغیرهای زبانی جمع آوری و در جدول ۴ آورده شده است. برای تکمیل این جدول از نظرات کارشناسان با سابقه استفاده شده است.

رتبه بندی بر مبنای تصمیم گیری فازی

از آنجایی که وضعیت هر معیار در هر یک از دلایل تاخیر به صورت دقیق قابل بیان نمی باشد و دارای ابهام و عدم اطمینان خواهد بود، وضعیت معیارها و آلترناتیو ها به صورت متغیرهای زبانی در نظر گرفته میشود که با تبدیل آنها به اعداد فازی و استفاده از تصمیم گیری چند معیاره فازی روشی برای رتبه بندی علل تاخیرات ارائه میشود.

متغیرهای زبانی و اعداد فازی مثلثی متناظر با آنها در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: متغیرهای زبانی و اعداد فازی متناظر با آنها

متغیرهای زبانی	اعداد فازی متناظر
خیلی خیلی مهم	(7,9,9)
خیلی مهم	(5,7,9)
مهم	(3,5,7)
کمی مهم	(1,3,5)
اهمیت یکسان	(1,1,3)

جدول ۴: وزن فازی محاسبه شده برای هر معیار

معیار	آلترناتیو	تصمیم گیر ۱	تصمیم گیر ۲
اتلاف هزینه	اشتباه در برآورد مدت زمان انجام فعالیت ها	خیلی خیلی مهم	خیلی مهم
	عدم برنامه ریزی نیروی انسانی متخصص	خیلی مهم	خیلی خیلی مهم
	خطا و اشتباهات نیروی انسانی	خیلی خیلی مهم	خیلی خیلی مهم
	عوامل مرتبط با تصمیمات مدیریتی	مهم	خیلی مهم
	تاخیرات ناشی از کارفرمایان	کمی مهم	خیلی خیلی مهم
	ضعف های مدیریت پروژه	خیلی مهم	مهم
	عدم انجام تعهدات پیمانکاران مهندسی	خیلی مهم	مهم
	تاخیرات ناشی از ضعف سیستم پیگیری	مهم	کمی مهم
اتلاف زمان	اشتباه در برآورد مدت زمان انجام فعالیت ها	خیلی مهم	خیلی مهم
	عدم برنامه ریزی نیروی انسانی متخصص	خیلی خیلی مهم	مهم
	خطا و اشتباهات نیروی انسانی	خیلی مهم	مهم
	عوامل مرتبط با تصمیمات مدیریتی	مهم	مهم
	تاخیرات ناشی از کارفرمایان	مهم	مهم
	ضعف های مدیریت پروژه	مهم	کمی مهم
	عدم انجام تعهدات پیمانکاران مهندسی	خیلی مهم	مهم
	تاخیرات ناشی از ضعف سیستم پیگیری	خیلی مهم	کمی مهم
کیفیت	اشتباه در برآورد مدت زمان انجام فعالیت ها	مهم	اهمیت یکسان
	عدم برنامه ریزی نیروی انسانی متخصص	خیلی خیلی مهم	خیلی مهم
	خطا و اشتباهات نیروی انسانی	خیلی خیلی مهم	خیلی خیلی مهم
	عوامل مرتبط با تصمیمات مدیریتی	خیلی مهم	خیلی مهم
	تاخیرات ناشی از کارفرمایان	مهم	کمی مهم
	ضعف های مدیریت پروژه	خیلی مهم	کمی مهم
	عدم انجام تعهدات پیمانکاران مهندسی	خیلی مهم	کمی مهم
	تاخیرات ناشی از ضعف سیستم پیگیری	اهمیت یکسان	خیلی مهم

در ادامه رتبه هر آلترناتیو با توجه به هر معیار به صورت زیر محاسبه میشود [4]:

$$X_{ij} = \frac{1}{K} [X_{ij}^1 + X_{ij}^2 + \dots + X_{ij}^K] \quad (2)$$

که در آن X_i رتبه آلترناتیو i ام با توجه به معیار k ام از نظر تصمیم گیرنده k ام است سپس با استفاده از رابطه ۲ ماتریس تصمیم فازی محاسبه میشود. (جدول ۵)

جدول ۵: ماتریس تصمیم فازی

آلترناتیو	اتلاف هزینه	اتلاف زمان	کیفیت
A1	(6,8,9)	(4,6,8)	(3,3,5)
A2	(6,8,9)	(5,7,8)	(5,7,8)
A3	(7,9,9)	(4,6,8)	(7,9,9)
A4	(3,5,7)	(3,5,7)	(4,6,8)
A5	(5,6,7,5)	(3,5,7)	(2,4,6)
A6	(4,6,8)	(2,4,6)	(3,5,7)
A7	(4,6,8)	(4,6,8)	(3,5,7)
A8	(2,4,6)	(3,5,7)	(2,3,5)

برای ایجاد سازگاری بین معیارهای کیفی و متغیرهای زبانی، مقیاس های متفاوت را با استفاده از تغییر مقیاس خطی به یک مقیاس تبدیل می کنیم. بنابراین ماتریس تصمیم فازی نرمال شده که آن را با G نشان می دهیم را به صورت زیر بدست می آوریم [5]:

$$G = [r_{ij}]_{m \times n}$$

$$[r_{ij}] = \left(\frac{a_{ij}}{c_j}, \frac{b_{ij}}{c_j}, \frac{c_{ij}}{c_j} \right) \quad j \in B$$

$$[r_{ij}] = \left(\frac{a_j}{c_{ij}}, \frac{a_j}{b_{ij}}, \frac{a_j}{a_{ij}} \right) \quad j \in C$$

که در آن B مجموعه معیارهای سود و C نیز مجموعه معیارهای هزینه است. نرمال سازی خطی به منظور بی مقیاس کردن اعداد مورد استفاده قرار گرفته است. با استفاده از روابط فوق ماتریس تصمیم فازی نرمال شده را محاسبه می کنیم. (جدول ۶)

جدول ۶: ماتریس تصمیم فازی نرمال شده

آلترناتیو	اتلاف هزینه	اتلاف زمان	کیفیت
A1	(.22,.25,.33)	(.25,.33,.5)	(.22,.33,.56)
A2	(.22,.25,.33)	(.25,.29,.4)	(.56,.78,.89)
A3	(.22,.22,.29)	(.25,.33,.5)	(.78,1,1)
A4	(.29,.4,.67)	(.29,.4,.67)	(.44,.67,.89)
A5	(.27,.33,.4)	(.29,.4,.67)	(.22,.44,.67)
A6	(.25,.33,.5)	(.33,.5,1)	(.33,.56,.78)
A7	(.25,.33,.5)	(.25,.33,.5)	(.33,.56,.78)
A8	(.33,.5,1)	(.29,.4,.67)	(.22,.33,.56)



ارزش نهایی فازی هر آلترناتیو را به صورت زیر محاسبه می کنیم:

$$P_i = \sum_{j=1}^n X_{ij} W_j \quad i = 1, \dots, p \quad (3)$$

با استفاده از رابطه ۳ ارزش نهایی هر آلترناتیو به دست می آید (جدول ۷)

جدول ۷: ارزش نهایی هر آلترناتیو

آلترناتیو	ارزش نهایی
A1	(3.22,6,11.44)
A2	(4.56,8.38,13.31)
A3	(5.44,9.78,14.57)
A4	(4.63,9.6,18.44)
A5	(3.63,7.73,14.27)
A6	(4.17,9,18.72)
A7	(3.83,8,14.72)
A8	(4.03,8.4,18.78)

برای تعیین ارجحیت بین دو عدد فازی A_1 و A_2 مقدار A_1 و A_2 را محاسبه نموده و بر طبق نتیجه حاصل آلترناتیوها رتبه بندی میشوند. [۵,۶]

نتیجه گیری

بر اساس نتایج به دست آمده مهمترین عوامل تاخیر در بخش طراحی و مهندسی پروژه به ترتیب اهمیت عبارتند از:

عوامل مرتبط با تصمیمات مدیریتی (A۴)، ضعف های مدیریت پروژه (A۶)، تاخیرات ناشی از ضعف سیستم پیگیری (A۸)، خطا و اشتباهات نیروی انسانی (A۳)، عدم برنامه ریزی نیروی انسانی متخصص (A۲)، عدم انجام تعهدات پیمانکاران مهندسی (A۷)، اشتباه در برآورد مدت زمان انجام فعالیت ها (A۱) و تاخیرات ناشی از کارفرمایان (A۵). در این مقاله اهمیت بخش مهندسی و دلایل تاخیرات در این بخش در شرکت مهندسی مشاور پارس عمران آسیا (مشاور در صنعت آب و فاضلاب) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و در ادامه با استفاده از تصمیم گیری چند معیاره فازی عوامل

تاخیرات رتبه بندی گردید.

از جمله مزایای آنالیز تاخیرات در پروژه ها می توان به شناسایی عوامل تاخیرات، اولویت بندی آنها و گروه بندی آنها از نقطه نظر قابل اجتناب یا غیر قابل اجتناب بودن آنها اشاره کرد. با توجه به اینکه بخش مهندسی علی رغم وزن مالی کم به لحاظ فنی قلب پروژه محسوب میشود لذا شناسایی علل تاخیرات و ارائه راهکارها به منظور حداقل نمودن تاخیرات از جمله موارد مهم در هر سازمانی میباشد.

منابع و مراجع:

- ۱- مجید فراهانی-سیامک نوری-مسعود تدین-ضرورت استاندارد سازی رویه ها و دانش فنی پروژه های بزرگ به روش EPC-ارائه یک مدل پیشنهادی-اولین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه-۱۳۸۳
 - ۲- فراهانی، مجید-نوری، سیامک - استاندارد سازی فرایندها و دانش فنی بخش مهندسی مدیریت پروژه های بزرگ به روش EPC-دومین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه-۱۳۸۴
 - ۳- امامی زاده، بهرام- تیروید، سید امین - میر هادی فرد، مریم -مطالعه ای بر روش های آنالیز تاخیرات و رویکرد های پیشنهادی در آن- اولین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه-۱۳۸۳
 - ۴- جورج بوجادزیف و ماریا بوجادزیف-منطق فازی و کاربردهای آن در مدیریت سید محمد حسینی - اول-ایران-انشارات ایشیق-۱۳۸۱
 - ۵- حجازی، سید رضا- نعمتی، رمضان - گلی، محمدرضا-یک رویکرد فازی برای انتخاب مکان کارخانه-پنجمین کنفرانس سیستم های فازی ایران-۱۳۸۳
- ۱-H.J.Zimmerman-Fuzzy set theory & its applications-2nd edition- Berlin -1991, spring.

امیر نجفی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع- صنایع دانشگاه آزاد واحد نجف آباد، کارشناس کنترل پروژه شرکت مهندسی مشاور پارس عمران آسیا
Email:Amir.najafi@gmail.com
رضا رشیدی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع- صنایع دانشگاه آزاد واحد قزوین

پانویس:

1-Engineering Procurement Construction