

شناسایی و مدیریت ریسک پروژه های عمرانی استان لرستان و اولویت بندی ارکان بوجود آورنده با استفاده از تکنیک تصمیم  
FUZZY TOPSIS گیری چند معیاره

هیرش سلطان پناه<sup>۱\*</sup>، دانیال ساکی<sup>۲</sup>

۱ و \* - استادیار، دکتری صنایع، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد واحد سنندج، [soltanpanah.net](http://soltanpanah.net)

۲ - دانشجوی دکتری عمران-مهندسی و مدیریت ساخت، دانشگاه آزاد واحد سنندج، [saki\\_danial@yahoo.com](mailto:saki_danial@yahoo.com)

### چکیده :

مدیریت ریسک از جایگاه ویژه ای در مباحث مدیریت پروژه برخوردار است و برای رسیدن به اهداف هر پروژه در چهارچوب سه محدودیت زمان، هزینه و کیفیت، شناسایی ریسک های مهم برای پیش بینی اثرات منفی همچون بروز تاخیرات در پروژه ها، بسیار حائز اهمیت می باشد. هدف از این تحقیق شناسایی ریسک های بوجود آورنده تاخیرات و اولویت بندی تاخیرات شناسایی شده توسط هر یک از ارکان پروژه نظیر کارفرما، پیمانکار، مشاور و عوامل خارجی در پروژه های عمرانی استان لرستان است که به اولویت بندی ریسک ها به صورت جداگانه توسط هر یک از ارکان ذکر شده با استفاده از روش (FMEA) پرداخته شده است تا با مدیریت ریسک ها و در نظر گرفتن تمهیدات لازم از به وجود آمدن تاخیر در پروژه های مشابه جلوگیری به عمل آید. در نهایت با استفاده از روش تصمیم گیری چندمعیاره (FUZZY TOPSIS) تاثیر هر یک از ارکان پروژه را مشخص کرده و در انتها راهکارهایی در جهت بهبود تاخیرات ارائه شده است. در این پژوهش، استاندارد مدیریت ریسک، با عنوان راهنمای گسترده دانش مدیریت پروژه (PMBOK)، به عنوان روش مبنا در تحلیل مدیریت ریسک به کار گرفته شده است.

**واژگان کلیدی :** مدیریت ریسک، شناسایی ریسک، تصمیم گیری چند معیاره، FUZZY TOPSIS

### مقدمه:

پروژه های ساخت همواره در معرض ریسک های مختلفی هستند که این ریسک ها در صورت عدم مدیریت صحیح می توانند باعث کاهش عملکرد و حتی شکست پروژه شوند. بنابراین، به منظور حصول عملکرد مطلوب در پروژه های ساخت، بکارگیری دانش مدیریت ریسک ضروری است. ریسک جزء لاینفک هر پروژه ای می باشد لذا شناسایی ریسک های مهم، برای پیش بینی اثرات منفی که ممکن است بر پروژه بگذارد بسیار حائز اهمیت می باشد. با توجه به اهمیت بررسی ریسک ها در پروژه های عمرانی در این تحقیق به بررسی ریسک های بوجود آمده توسط عوامل مختلف در پروژه های مهم استان لرستان پرداخته شده و پس از آن، اولویت بندی عوامل با توزیع پرسشنامه هایی بین متخصصین امر ساخت و ساز در پروژه های عمرانی به شناسایی

عوامل به وجود آورنده تاخیرات توسط هر یک از ارکان پروژه نظیر کارفرما، پیمانکار، مشاور و عوامل خارجی به صورت جداگانه پرداخته شده است. پس از مشخص شدن هر یک از ریسک های به وجود آورنده تاخیرات در پروژه های عمرانی به اولویت بندی ریسک ها به صورت جداگانه توسط هر یک از ارکان ذکر شده با استفاده از روش FMEA پرداخته شده است تا پس از مشخص شدن عوامل تاثیرگذار در به وجود آمدن تاخیرات در پروژه های عمرانی با در نظر گرفتن تمهیدات لازم از به وجود آمدن تاخیر در پروژه های مشابه جلوگیری به عمل آید. همچنین در این پژوهش عوامل تاثیرگذار در حالت عمومی را مشخص کرده که می توانند مهمترین عوامل تاثیرگذار در به وجود آمدن تاخیرات باشند و پس از اولویت بندی عوامل تاثیرگذار بر تاخیرات و مشخص شدن عوامل بحرانی با استفاده از روش های تصمیم گیری چندمعیاره تاثیر هر یک از ارکان پروژه را مشخص کرده و در انتها راهکارهایی در جهت بهبود تاخیرات ارائه شده است.

### حالت شکست و تحلیل اثر FMEA<sup>۲</sup>:

حالت شکست و تحلیل اثر، یک روش سیستماتیک برای شناسایی و پیش گیری از ریسک های فرآیند پروژه است که برای شناسایی عوامل بالقوه خرابی به کار می رود. حالت شکست و تحلیل اثر، بر پیش گیری از عیوب و افزایش ایمنی متمرکز شده است، در واقع این روش در مراحل طراحی پروژه یا توسعه فرآیند مورد بررسی قرار می گیرد.

خاصیت FMEA به گونه ای است که اجرای آن باید از طریق گروه های چند تخصصی<sup>۴</sup> متشکل از بهترین مهندسين و کارشناسان خبره در اموری مانند طراحی، ساخت و تولید، مونتاژ، خدمات پشتیبانی، نگهداری و تعمیر، کنترل کیفیت و قابلیت اطمینان که دارای تخصص و تجربه لازم می باشند انجام می پذیرد.

FMEA در دو مرحله می تواند مورد استفاده قرار گیرد. مرحله اول در ارتباط با شناسایی حالت بالقوه شکست در داخل سیستم می باشد. حالت شکست می تواند داخل یا خارج از سیستم باشد. تجزیه و تحلیل ریشه ای دلایل به منظور درک روابط بین دلایل مختلف و تأثیر آنها می تواند بسیار مفید باشد. مرحله دوم در ارتباط با بازخورد کارشناسان، موضوع در مورد وقوع (O)، شدت (S) و سطح تشخیص (D) برای هر حالت شکست شناسایی شده، می باشد. برآورد وقوع، شدت و تشخیص برای محاسبه نمره اولویت ریسک (RPN) استفاده می شود.

### نمره اولویت ریسک (RPN)

در داخل چارچوب روش سنتی FMEA، به وسیله محاسبه نمره اولویت ریسک، درجه حساسیت تعیین می گردد. این عدد حاصل ضرب شدت<sup>۶</sup> (S)، وقوع<sup>۷</sup> (O) و تشخیص<sup>۸</sup> (D) است. RPN اولویت بندی خرابی ها را نشان می دهد و به تنهایی معنا و ارزشی ندارد، بلکه فقط برای رتبه بندی نقص های بالقوه سیستم به کار می رود.

این عدد مبنای اولویت بندی حالات خرابی می باشد. با توجه به این شدت، وقوع و تشخیص اعدادی بین ۱ تا ۱۰ می توانند اختیار کنند. RPN رقمی بین ۱ تا ۱۰۰۰ می تواند داشته باشد. تیم می بایست برای RPNهایی که رقم بالایی دارند اقدامات اصلاحی مقتضی جهت کاهش آنها اتخاذ نماید. شدت (S) عبارت است از رتبه ای که حاد بودن اثر حالت بالقوه خرابی را نشان می دهد. شدت، همیشه در مورد آثار حالت خرابی بکار می رود. در واقع، رابطه ای مستقیم بین اثر و شدت وجود دارد. وقوع (O) عبارت است از مقادیر رتبه بندی که براساس احتمال وقوع خرابی ناشی از علت مورد نظر که در طول عمر پیش بینی شده در طراحی سیستم به وجود می آید، در نظر گرفته می شود. شدت و وقوع به عنوان احتمال و تأثیر در هر ماتریس ریسک شناخته شده است، پارامتری که روش FMEA به آن اضافه کرده است، تشخیص می باشد. تشخیص (D) عبارت است از احتمال اینکه کنترل های جاری یک سیستم بتواند یک خرابی یا علت خرابی را قبل از اینکه طراحی اجزای سیستم آغاز شود، تشخیص دهند. برای تعیین رتبه تشخیص باید توانایی کنترل های جاری را در شناسایی خرابی، قبل از اینکه مشخصات سیستم به تأیید نهایی برسد تخمین زد. رویدادهای ریسک با احتمال وقوع کم، نمی توانند دارای رتبه تشخیص بالایی باشند مگر اینکه یک اقدام مؤثری جهت کنترل این رویدادهای ریسک ایجاد گردد جدول زیر نمونه ای از طبقه بندی شدت، وقوع و تشخیص را نشان می دهد. با توجه به مقادیری که در جدول ارائه شده برای هر یک از اصطلاحات، بیان شده است، مقدار RPN محاسبه می گردد.

<sup>۲</sup> -Failure Mode and Effect Analysis

<sup>۴</sup> Cross Functional Team

<sup>۵</sup> Risk Priority Number

<sup>۶</sup> Severity

<sup>۷</sup> occurrence

<sup>۸</sup> Detection

جدول ۱- معیار ارزیابی طبقه بندی شدت

توضیحات	امتیاز	شدت
بدون تاثیر	۱	بعید
کمی قابل توجه است	۲-۳	پایین
تأثیر قابل توجه در زیر سیستم‌ها	۴-۶	متوسط
تأثیر بر روی سیستم اصلی، اما نه بر روی ایمنی و یا مواد صلاحدید نظارتی	۷-۸	بالا
تأثیر بر روی ایمنی و یا مواد صلاحدید نظارتی	۹-۱۰	بسیار بالا

جدول ۲- معیار ارزیابی طبقه بندی وقوع

توضیحات	امتیاز	وقوع
شکست بعید به نظر می‌رسد	۱	بعید
تعداد خطاها بسیار کم است	۲-۳	پایین
تعداد شکست در حد متوسط رخ خواهد داد	۴-۶	متوسط
تعداد زیادی خطا به وقوع می‌پیوندد	۷-۸	بالا
وقوع خطا حتمی است، سابقه نشان داده است که خطا وجود داشته است	۹-۱۰	بسیار بالا

جدول ۳- معیار ارزیابی طبقه بندی تشخیص

توضیحات	امتیاز	تشخیص
کنترل، نقص‌ها را شناسایی نمی‌کنند	۱۰	عدم تشخیص قطعی
کنترل‌ها، احتمالاً نقص را تشخیص نخواهند داد	۹	خیلی پایین
کنترل‌ها، شانس کمی برای تشخیص نقص دارند	۷-۸	متوسط
کنترل‌ها، ممکن است نقص را تشخیص دهند	۴-۶	پایین
کنترل‌ها، شانس خوبی برای تشخیص نقص دارند	۳-۴	بالا
کنترل‌ها، قطعاً نقص را تشخیص خواهند داد	۱-۲	بسیار بالا

#### شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌ها به صورت تفکیکی:

در این قسمت ابتدا با استفاده از نظرات متخصصان و جستجو در مقالات علمی مختلف به شناسایی عوامل به وجود آورنده تاخیرات توسط تیم کارفرما، پیمانکار، مشاور و عوامل بیرونی به صورت جز به جز در نظر گرفته و تاثیر هر کدام از عوامل به صورت جداگانه بررسی می‌گردد که در نهایت با استفاده از روش FMEA اولویت‌بندی عوامل به وجود آورنده تاخیرات در پروژه‌های عمرانی توسط عوامل مختلف پروژه اولویت‌بندی می‌گردند

#### ریسک‌های به وجود آمده تاخیرات توسط تیم پیمانکاری:

برای این منظور ریسک‌های به وجود آورنده تاخیرات که امکان به وجود آمدن آن توسط تیم پیمانکاری وجود دارد که نتایج آن به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- پیچیدگی در روش‌های اجرای پروژه
- ۲- عدم تناسب نوع و میزان مهارت کارگر با فعالیت مورد نظر
- ۳- ضعف در نحوه تصمیم‌گیری مدیریت فنی و اجرایی
- ۴- برآورد غلط از منابع مورد نیاز برای انجام کار
- ۵- عدم برآورد صحیح هزینه‌های پروژه توسط پیمانکار



- ۶- تاخیر در تهیه و تدارکات پروژه و تهیه نقشه‌های پروژه
- ۷- مدیریت ضعیف در کارگاه
- ۸- برنامه ریزی و زمان بندی ضعیف ارائه شده توسط پیمانکار
- ۹- مشکلات مالی که پیمانکار با آن مواجه است
- ۱۰- اختلاف میان پیمانکاران جز بر سر برنامه زمان بندی اجرای پروژه
- ۱۱- دوباره کاری جهت جبران خطاهای بوجود آمده

ریسک	احتمال وقوع	شدت خرابی	میزان کنترل و مهيار	عدد RPN
پیچیدگی در روش‌های اجرای پروژه	۴	۶	۴	۹۶
عدم تناسب نوع و میزان مهارت کارگر با فعالیت مورد نظر	۶	۷	۴	۱۶۸

- ۱۲- اختلاف بوجود آمده میان پیمانکاران و سایر عوامل پروژه
- ۱۳- ارتباط و هماهنگی ضعیف میان پیمانکار و سایر عوامل پروژه
- ۱۴- به کار گرفتن روش ساخت نامناسب
- ۱۵- تاخیر در کار پیمانکاران جز
- ۱۶- تغییر متناوب پیمانکاران جز به علت بی کفایتی
- ۱۷- کمبود ماشین آلات مورد نیاز
- ۱۸- فقدان تجهیزات مکانیکی پیشرفته در شرکت پیمانکار

پس از شناسایی عوامل توسط متخصصین امر، به اولویت‌بندی ریسک‌های به وجود آورنده تاخیرات توسط تیم پیمانکاری با استفاده از روش FMEA پرداخته خواهد شد که نتایج حاصل از پخش پرسش‌نامه میان ۱۵ نفر از متخصصان و گرفتن میانگین از نتایج بدست آمده و رند کردن نتایج، در جدول شماره ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴ ریسک‌های بوجود آمده توسط پیمانکار



۱۲۶	۳	۷	۶	ضعف در نحوه تصمیم‌گیری مدیریت فنی و اجرایی
۱۶۸	۴	۷	۶	برآورد غلط از منابع مورد نیاز برای انجام کار
۱۹۲	۳	۸	۸	عدم برآورد صحیح هزینه‌های پروژه توسط پیمانکار
۱۴۷	۳	۷	۷	تاخیر در تهیه و تدارکات پروژه و تهیه نقشه‌های پروژه
۱۵۶	۳	۷	۶	مدیریت ضعیف در کارگاه
۲۱۰	۵	۷	۶	برنامه ریزی و زمان بندی ضعیف ارائه شده توسط پیمانکار
۴۴۸	۸	۸	۷	مشکلات مالی که پیمانکار با آن مواجه است
۱۲۰	۵	۶	۴	اختلاف میان پیمانکاران جز بر سر برنامه زمان بندی اجرای پروژه
۱۴۰	۴	۷	۵	دوباره کاری جهت جبران خطاهای بوجود آمده
۱۵۰	۵	۶	۵	اختلاف بوجود آمده میان پیمانکاران و سایر عوامل پروژه
۱۲۰	۴	۶	۵	ارتباط و هماهنگی ضعیف میان پیمانکار و سایر عوامل پروژه
۱۶۸	۴	۷	۶	به کار گرفتن روش ساخت نامناسب
۲۲۴	۴	۸	۷	تاخیر در کار پیمانکاران جز
۱۶۸	۴	۷	۶	تغییر متناوب پیمانکاران جز به علت بی کفایتی
۱۲۵	۵	۵	۵	کمبود ماشین آلات مورد نیاز
۱۲۶	۳	۶	۷	فقدان تجهیزات مکانیکی پیشرفته در شرکت پیمانکار

#### ریسک‌های به وجود آمده تاخیرات توسط تیم کارفرما:

پس از مشخص شدن نتایج ریسک‌های به وجود آورنده تاخیرات توسط تیم پیمانکاری به بررسی ریسک تاخیرات به وجود آمده توسط تیم کارفرما پرداخته خواهد شد برای این منظور ابتدا به شناسایی عوامل به وجود آورنده تاخیرات توسط کارفرما پرداخته می‌شود که نتایج حاصل از آن به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- تغییر برنامه ها و یا فعالیت‌های اجرایی در حین کار
  - ۲- تاخیر در تحویل مواد، مصالح ساختمانی یا تدارکات کالایی
  - ۳- تاخیر در تایید یا پرداخت به موقع صورت وضعیت و عدم انجام کامل یا بخشی از تعهدات
  - ۴- تاخیر در رسیدگی به مطالبات و ادعاها و هزینه‌های ناشی از تاخیرات اولیه کارفرما
  - ۵- مشکلات هماهنگی و ارتباطات بین ارکان پروژه
  - ۶- تاخیر در تجهیز و تحویل کارگاه
  - ۷- دیرکرد در تصمیم‌گیری های کارفرما
  - ۸- اعمال تغییرات در طول ساخت توسط کارفرما
  - ۹- تغییرات در سفارشات در طول مدت ساخت پروژه
  - ۱۰- تاخیر در اصلاح و تصویب اسناد طراحی
  - ۱۱- تاخیر در تصویب نقشه های کارگاهی و نمونه مصالح
  - ۱۲- ارتباطات و هماهنگی ضعیف بین کارفرما و سایر عوامل پروژه
  - ۱۳- کندی در فرآیند تصمیم‌گیری کارفرما
  - ۱۴- اختلافات میان مالکان مشترک پروژه
  - ۱۵- عدم تشویق پیمانکار در صورت اتمام هر چه سریعتر پروژه
  - ۱۶- به تعلیق در آوردن روند انجام پروژه توسط کارفرما
- پس شناسایی عوامل به اولویت‌بندی عوامل با استفاده از روش FMEA پرداخته خواهد شد که نتایج حاصل از آن در جدول زیر نشان داده شده است.



جدول ۵- ریسک های به وجود آمده توسط کارفرما

ریسک	احتمال وقوع	شدت خرابی	میزان کنترل ومهار	عدد RPN
تغییر برنامه ها و یا فعالیت‌های اجرایی در حین کار	۶	۵	۴	۱۲۰
تاخیر در تحویل مواد، مصالح ساختمانی یا تدارکات کالایی	۶	۶	۵	۱۸۰
تاخیر در تایید یا پرداخت به موقع صورت وضعیت و عدم انجام کامل یا بخشی از تعهدات	۹	۷	۹	۵۶۷
تاخیر در رسیدگی به مطالبات و ادعاها و هزینه‌های ناشی از تاخیرات اولیه کارفرما	۵	۵	۴	۱۰۰
مشکلات هماهنگی و ارتباطات بین ارکان پروژه	۴	۵	۵	۱۰۰
تاخیر در تجهیز و تحویل کارگاه	۴	۴	۳	۴۸
دیرکرد در تصمیم‌گیری های کارفرما	۶	۷	۳	۱۴۱
اعمال تغییرات در طول ساخت توسط کارفرما	۷	۸	۴	۲۲۴
تغییرات در سفارشات در طول مدت ساخت پروژه	۶	۶	۳	۱۰۸
تاخیر در اصلاح و تصویب اسناد طراحی	۶	۶	۴	۱۴۴
تاخیر در تصویب نقشه های کارگاهی و نمونه مصالح	۵	۶	۴	۱۲۰
ارتباطات و هماهنگی ضعیف بین کارفرما و سایر عوامل پروژه	۶	۴	۴	۹۶
کندی در فرآیند تصمیم‌گیری کارفرما	۶	۶	۴	۱۴۴
اختلافات میان مالکان مشترک پروژه	۷	۷	۵	۲۴۵
عدم تشویق پیمانکار در صورت اتمام هر چه سریعتر پروژه	۶	۵	۴	۱۲۰
به تعلیق در آوردن روند انجام پروژه توسط کارفرما	۵	۷	۴	۱۴۰

همانطور که از جدول شماره ۵ مشخص است، تاخیر در تایید یا پرداخت به موقع صورت وضعیت و عدم انجام کامل یا بخشی از تعهدات مهم‌ترین ریسک به وجود آورنده تاخیرات توسط تیم کارفرما می‌باشد.

#### ریسک‌های به وجود آمده تاخیرات توسط تیم مشاور:

پس از مشخص شدن نتایج ریسک‌های به وجود آورنده تاخیرات توسط تیم کارفرما به بررسی ریسک تاخیرات به وجود آمده توسط تیم مشاور پرداخته خواهد شد برای این منظور ابتدا به شناسایی عوامل به وجود آورنده تاخیرات توسط مشاور پرداخته می‌شود که نتایج حاصل از آن به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- تاخیر در تهیه و تحویل نقشه به پیمانکار
- ۲- غیر کافی بودن مدارک و اسناد و مشخصات فنی برای شروع کار
- ۳- مطالعات نادرست امکان‌سنجی پروژه
- ۴- تغییر در طراحی یا خطا در طراحی
- ۵- نظارت ضعیف در کارگاه
- ۶- تاخیر در بازرسی و تست‌های لازم توسط مشاور
- ۷- تاخیر در تصویب تغییرات عمده صورت گرفته در کار توسط مشاور
- ۸- انعطاف ناپذیر بودن مشاور
- ۹- ارتباط و هماهنگی ضعیف میان مشاور و سایر عوامل پروژه
- ۱۰- تاخیر در اصلاح و تصویب اسناد طراحی





- ۱۱- بی تجربه بودن مشاور و تیم طراحی
- ۱۲- اختلاف و اشتباه در اسناد طراحی
- ۱۳- دیتیل های ناکافی و نامناسب
- ۱۴- پیچیدگی طراحی پروژه
- ۱۵- عدم بررسی داده ها پیش از طراحی
- ۱۶- فهم اشتباه نیازهای کارفرما توسط مهندس طراح
- ۱۷- عدم استفاده از نرم افزارهای طراحی پیشرفته

پس شناسایی عوامل به مانند حالت‌های قبل، اولویت‌بندی عوامل با استفاده از روش FMEA پرداخته خواهد شد که نتایج حاصل از آن در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۶- ریسک‌های به وجود آمده توسط مشاور و طراح

ریسک	احتمال وقوع	شدت خرابی	میزان کنترل ومهار	عدد RPN
تاخیر در تهیه و تحویل نقشه به پیمانکار	۶	۶	۵	۱۸۰
غیر کافی بودن مدارک و اسناد و مشخصات فنی برای شروع کار	۶	۵	۴	۱۲۰
مطالعات نادرست امکان سنجی پروژه	۶	۸	۵	۲۴۰
تغییر در طراحی یا خطا در طراحی	۶	۷	۴	۱۶۸
نظارت ضعیف در کارگاه	۵	۶	۵	۱۵۰
تاخیر در بازرسی و تست‌های لازم توسط مشاور	۴	۵	۴	۸۰
تاخیر در تصویب تغییرات عمده صورت گرفته در کار توسط مشاور	۶	۷	۴	۱۶۸
انعطاف ناپذیر بودن مشاور	۵	۶	۳	۹۰
ارتباط و هماهنگی ضعیف میان مشاور وسایر عوامل پروژه	۶	۶	۴	۹۶
تاخیر در اصلاح و تصویب اسناد طراحی	۵	۵	۵	۱۲۵
بی تجربه بودن مشاور و تیم طراحی	۷	۸	۳	۱۶۸
اختلاف و اشتباه در اسناد طراحی	۵	۶	۵	۱۵۰
دیتیل های ناکافی و نامناسب	۷	۶	۳	۱۲۶
پیچیدگی طراحی پروژه	۵	۶	۴	۱۲۰
عدم بررسی داده ها پیش از طراحی	۷	۶	۴	۱۶۸
فهم اشتباه نیازهای کارفرما توسط مهندس طراح	۵	۵	۳	۷۵
عدم استفاده از نرم افزارهای طراحی پیشرفته	۴	۴	۳	۴۸

همانطور که از جدول ۶ شماره مشخص است، مطالعات نادرست امکان سنجی پروژه مهم‌ترین ریسک به وجود آورنده تاخیرات توسط تیم مشاور می‌باشد.

#### ریسک‌های به وجود آمده تاخیرات تحت عوامل بیرونی:

پس از مشخص شدن نتایج ریسک‌های به وجود آورنده تاخیرات توسط ارکان مختلف پروژه، به بررسی ریسک تاخیرات به وجود آمده توسط عوامل بیرونی پرداخته خواهد شد برای این منظور ابتدا به شناسایی عوامل به وجود آورنده تاخیرات توسط عوامل بیرونی پرداخته می‌شود که نتایج حاصل از آن مطابق جدول زیر می‌باشد:

جدول ۷- ریسک‌های بوجود آمده توسط عوامل بیرونی



ریسک	احتمال وقوع	شدت خرابی	میزان کنترل و مهار	عدد RPN
آب و هوا	۵	۵	۵	۱۲۵
کمبود مصالح مورد نیاز برای ساخت پروژه	۵	۵	۴	۱۰۰
تغییر در نوع و مشخصات مصالح پروژه در طول ساخت	۷	۷	۳	۱۴۷
تاخیر در تولید مصالح پروژه در طول ساخت	۶	۶	۴	۱۴۴
تاخیر در تولید مصالح خاص مورد نیاز	۶	۶	۳	۸۰
خرابی ماشین آلات	۶	۳	۵	۹۰
تاخیر در ارائه مجوز توسط شهرداری	۷	۶	۵	۲۱۰
در دسترس نبودن امکانات مورد نیاز (آب، برق، تلفن و...)	۶	۷	۶	۲۵۰
محدودیت و کنترل ترافیک در محدوده کارگاه	۵	۷	۵	۱۷۵
تغییرات در قوانین و مقررات دولتی	۵	۵	۵	۱۲۵

همانطور که از جدول شماره ۷ مشخص است، در دسترس نبودن امکانات مورد نیاز (آب، برق، تلفن و...) مهم‌ترین ریسک به وجود آورنده تاخیرات توسط تیم مشاور می‌باشد.

#### بررسی تاخیرات در حالت کلی و تاثیر هر یک از ارکان پروژه در به وجود آمدن تاخیرات

در قسمت بعدی پس از بررسی‌های گسترده بر روی تحقیقات مختلف و مصاحبه با بسیاری از متخصصان پروژه‌های ساخت ۱۱ عامل به عنوان مهمترین عوامل تاخیر در پروژه‌های ساخت در حالت کلی شناخته شده و پس از مشخص شدن برخی از عوامل بحرانی در به وجود آمدن تاخیرات مشخص شده و به بررسی تاثیر هر یک از ارکان پروژه در به وجود آمدن تاخیرات پرداخته می‌شود که در جدول زیر نشان داده شده است.

#### جدول ۸- اولویت‌بندی عوامل به وجود آورنده تاخیرات در پروژه‌های عمرانی

ردیف	معیار	احتمال وقوع	شدت خرابی	میزان کنترل	عدد RPN
۱	عدم انجام تعهدات مالی ارکان پروژه	۸	۹	۱۰	۷۲۰
۲	مطالعات ناقص اولیه یا اشتباه و کمبود و اشکالات نقشه‌ها	۶	۸	۵	۲۸۰
۳	ضعف مدیریت و عدم هماهنگی بین ارکان پروژه	۶	۸	۵	۲۴۰
۴	اصول کنترل پروژه نامناسب و مدت غیر مناسب قرارداد	۶	۹	۴	۲۱۶
۵	دستور کارهای جدید و سایر عوامل پیش بینی نشده	۶	۸	۴	۱۹۲
۶	عدم تجربه و کارایی موثر پیمانکار و پیمانکاران جزء	۶	۶	۴	۱۴۴
۷	نظارت ضعیف	۵	۴	۵	۱۰۰
۸	وضعیت جوی نامناسب	۵	۴	۵	۱۰۰
۹	کمبود و خرابی نقشه‌ها	۴	۴	۵	۸۰
۱۰	کمبود مصالح و تجهیزات	۷	۵	۲	۷۰
۱۱	کمبود پرسنل پیمانکار	۵	۸	۱	۴۰

در نهایت برای مشخص شدن اینکه کدامیک از عوامل پروژه بیشترین نقش را در تاخیر پروژه‌های ساخت ایفا می‌کنند با توجه به نظر کارشناسان که مقدار عدد RPN بحرانی را از اعداد ۱۷۵ به بالا در نظر گرفته شده است که با توجه به آن ۵ معیار از مهمترین معیارها را به عنوان معیارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره کارفرما، پیمانکار و مشاور به عنوان گزینه‌های ساختار تصمیم‌گیری چندمعیاره انتخاب خواهد شد.

#### حل مدل به روش TOPSIS-FUZZY

برای بدست آوردن وزن معیارها، معیارهای فوق با یکدیگر توسط افراد خبره مقایسه زوجی شده اند و وزن هر یک از معیارها با توجه به ماتریس مقایسات زوجی تشکیل شده تعیین میشود. نتایج حاصل از وزن حد بالا، وسط و پایین که به ترتیب با  $(l, c_1, c_2, u)$  در جدول زیر نشان داده شده است:

جدول ۹- مقایسه گزینه‌های مختلف با روش TOPSIS-FUZZY با استفاده از معیار عدم انجام تعهدات مالی ارکان پروژه





عدم انجام تعهدات مالی ارکان پروژه	۱				۲				۳			
	$L$	$c_1$	$c_2$	$U$	$L$	$c_1$	$c_2$	$u$	$L$	$c_1$	$c_2$	$U$
کارفرما-۱	۰/۴۰	۰/۷۰	۱/۱۰	۱/۴۰	۸/۴۰	۸/۷۰	۹/۱۰	۹/۴۰	۶/۴۰	۶/۷۰	۷/۱۰	۷/۴۰
مشاور-۲	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۶۰	۰/۹۰	۱/۳۰	۱/۶۰	۰/۳۹	۰/۴۱	۰/۴۶	۰/۵۰
پیمانکار-۳	۰/۲۳	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۲۵	۲/۶۰	۲/۹۰	۳/۳۰	۳/۶۰	۰/۶۰	۰/۹۰	۱/۳۰	۱/۶۰

جدول ۱۰- محاسبه وزن میانگین حد بالا، وسط و پایین

	$AVE_L$	$AVE_{c_1}$	$AVE_{c_2}$	$AVE_u$
کارفرما-۱	۵.۲۶۶۶۶	۵.۵۶۶۶۶	۵.۹۶۶۶۶	۶.۲۶۶۶۶
مشاور-۲	۰.۳۹۶۹۹	۰.۵۰۷۰۶	۰.۶۵۶۹۲	۰.۷۷۲۵۴
پیمانکار-۳	۱.۱۴۴۴۴	۱.۳۴۶۲۹	۱.۶۱۵۶۸	۱.۸۱۷۹۴

در روش Topsis-Fuzzy لازم است مقادیر حداقل و حداکثر هر یک از معیارها تعیین گردد که در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۱۱- مقادیر حداقل و حداکثر هر یک از مقادیر معیارها در روش Topsis-Fuzzy

اصول کنترل پروژه نامناسب و مدت نامناسب قرارداد	مطالعات ناقص و اشکالات و کمبود نقشه‌ها	ضعف مدیریت ارکان پروژه	عدم انجام تعهدات مالی ارکان پروژه	دستور کارهای جدید و سایر عوامل پیش بینی نشده	
۰.۳۸۱	۰.۹۱۷	۲.۵۹	۱.۸۲۲	۵.۰۳	حداکثر
۰.۰۱۷	۰.۰۳۳	۰.۱۱۴	۰.۱۲۲	۰.۲۴۸	حداقل

برای هر یک از گزینه‌ها مقادیر ایده‌آل مثبت و منفی به ترتیب در جداول زیر نشان داده شده است.

جدول ۱۲- مقادیر ایده‌آل مثبت هر یک از گزینه‌ها در روش Topsis-Fuzzy

	$di+(۰.۲۵)$	$di+(۰.۵)$	$di+(۰.۷۵)$	$di+(۱)$
کارفرما-۱	۸.۹۰۹۸۸۳	۸.۹۱۱۲۷	۸.۹۱۲۶۵۷	۸.۹۱۴۰۴۵
مشاور-۲	۱۵.۵۰۳۶۷	۱۵.۵۰۴۲۶	۱۵.۵۰۴۸۵	۱۵.۵۰۵۴۴
پیمانکار-۳	۱۳.۰۰۵۱۶	۱۳.۰۰۵۶۲	۱۳.۰۰۶۰۷	۱۳.۰۰۶۵۳

جدول ۱۳- مقادیر ایده‌آل منفی هر یک از گزینه‌ها در روش Topsis-Fuzzy

	$di-(۰.۲۵)$	$di-(۰.۵)$	$di-(۰.۷۵)$	$di-(۱)$
کارفرما-۱	۱۱.۵۰۲۱۲	۱۱.۵۰۰۷۳	۱۱.۴۹۹۳۴	۱۱.۴۹۷۹۶
مشاور-۲	۴.۹۰۸۳۲۶	۴.۹۰۷۷۳۸	۴.۹۰۷۱۴۹	۴.۹۰۶۵۶۱
پیمانکار-۳	۷.۴۰۶۸۳۹	۷.۴۰۶۳۸۲	۷.۴۰۵۹۲۶	۷.۴۰۵۴۷

جدول زیر نشان می‌دهد که در روش Topsis-Fuzzy اولویت بندی با ۴ مقدار مختلف برای پارامتر  $a$  انجام گرفت که به ترتیب کارفرما، پیمانکار و مشاور در به وجود آمدن تاخیرات نقش دارند.



جدول ۱۴- اولویت‌بندی گزینه‌ها با مقدار  $\alpha$  مختلف

$Cci$	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۷۵	۱
کارفرما-۱	۰/۶۶۳	۰/۶۶۳	۰/۶۶۳	۰/۶۶۳
مشاور-۲	۰/۳۴۰	۰/۳۴۰	۰/۳۴۰	۰/۳۴۰
پیمانکار-۳	۰/۴۶۲	۰/۴۶۲	۰/۴۶۲	۰/۴۶۲

ارائه راهکار در جهت بهبود تاخیرات:

ریسک‌های بوجود آورنده تاخیرات از پدیده‌های رایج در پروژه‌ها است. اهمیت این موضوع نزد دست‌اندرکاران پروژه‌ها، آرایه یک متدولوژی جهت شناسایی تاخیرات را ضروری می‌نماید. به همین منظور در این مقاله سعی شده تا با اولویت‌بندی میزان تاثیر هر یک از ارکان پروژه‌ها در بوجود آوردن تاخیرات، آرایه راهکارهایی در جهت کاهش تاخیرات در پروژه‌های عمرانی انجام شود. پس از بررسی‌های گسترده در این زمینه و بررسی مقالات مختلف و بررسی نظرات افراد متخصص راهکارهایی در جهت بهبود علل تاخیرات در پروژه‌های عمرانی مطرح شد و با آرایه پرسش‌نامه‌هایی به اولویت‌بندی راهکارهای بوجود آمدن تاخیرات پرداخته شد تا با در نظر گرفتن عوامل مهم در پروژه‌های عمرانی از تاخیرات در پروژه‌های ساخت کاست. در این بررسی مهمترین عوامل در بهبود تاخیرات پیش‌بینی و تخصیص اعتبار، انتخاب پیمانکار مناسب، تملک زمین پروژه قبل از اجرا است که در صورت تامین شدن این عوامل پروژه‌ها را در جهت کاهش ریسک‌های بوجود آورنده تاخیرات یاری می‌رساند. از دیگر عوامل نیز می‌توان از جمع‌آوری اطلاعات مناسب در مورد پروژه، مدیریت صحیح، انتخاب مشاور مناسب، استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، کاربرد تکنولوژی‌ها و ماشین‌آلات نوین در اجرا، استفاده از مهندسی ارزش، شناسایی ریسک‌ها و مدیریت ریسک‌ها و ... نام برد. امید می‌رود که نتایج این تحقیق در شناسایی و مدیریت ریسک در پروژه‌های عمرانی و کاهش ریسک‌های بوجود آورنده تاخیرات در پروژه‌های ساخت، مهندسان این امر را یاری رساند.



#### منابع :

- ۱- راهنمای گستره دانش مدیریت پروژه (PMBOK)، ویرایش پنجم، ترجمه محسن ذکایی آشتیانی، موسسه مدیریت پروژه (PMI)
- ۲- نشریه شماره ۶۵۹، مدیریت ریسک در پروژه‌ها، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی، ۱۳۸۷
- ۳- اصغرپور، محمدجواد. (۱۳۸۸)، "تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره"، انتشارات دانشگاه تهران
- ۴- معاونت امور فنی، دفتر نظارت و ارزیابی طرحها، گزارش نظارتی پروژه‌های عمرانی ملی سال ۱۳۸۵: عملکرد مالی پروژه‌های عمرانی تا اول مرداد ماه سال ۱۳۸۶، تهران: ریاست جمهوری، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی، مرکز مدارک علمی، موزه‌ها و انتشارات، ۱۳۸۶
- ۵- حقیقی، م. و هریس‌چیان، م. و حسینعلی پور، م. (۱۳۸۹). معرفی فرآیند کنترل هزینه پروژه از دیدگاه مدیریت ساخت. پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت استراتژیک
- ۶- محفوظی موسوی، ح. و رشیدی نژاد، م. و دلاوری، س. و محمدی، م. (۱۳۸۸). بررسی کمی تاخیرات در پروژه‌های عمرانی ملی. پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه
- ۷- طاهری، امیر، (۱۳۹۱)، "ارزیابی کمی ریسک پروژه‌های تونل‌سازی با استفاده از تصمیم‌گیری ترکیبی"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد موسسه آموزش عالی طبری بابل
- ۸- فاضل زرنندی، محمد حسین، "تئوری مجموعه‌های فازی"، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۳۸۱
- ۹- Pan, N.F. (۲۰۰۸), "Fuzzy AHP Approach for Selecting the Suitable Bridge Construction Method", *Automation in construction* ۱۷, pp. ۹۵۸-۹۶۵.
- ۱۰- Daji Ergu, Gang Kou, Yong Shi, Yu Shi, (۲۰۱۱), "Analytic network process in risk assessment and decision analysis"-*Science Direct-Automation in -construction*.
- ۱۱- Kao, C. K. and Yang, J. B. (۲۰۰۹), "Comparison of windows-based delay analysis method", *International Journal of Project Management* ۲۷, pp. ۱۴۵-۱۵۵
- ۱۲- (Zou Patrick X. W, Zhang Guomin. Wang Jiayuan, ۲۰۰۷, *understanding the key risks in construction projects in china, Elsevier LTD and IPMA. International Journal of project management* ۲۵ (۲۰۰۷) ۶۰۱- ۶۱۴)
- ۱۳- Jaskowski, P. Biruk, S. Bucon, R. (۲۰۱۰) "Assessing contractor selection criteria weights with fuzzy AHP method application in group decision environment", *Automation in Construction*, No. ۱۹, pp. ۱۲۰-۱۲۶.