























فرض کنید که یک سیستم تصمیم دارای  $c_k$  جز تصمیم باشد و  $k=1, \dots, n$  و هر جز  $k$  دارای  $m_k$  عنصر می باشد که با  $e_{k1}, e_{k2}, \dots, e_{km}$  نشان داده می شوند. بردارهای اولویت محلی به دست آمده در مرحله دوم گروه بندی شده بر اساس جهت تأثیر از یک قسمت دیگر، یا در خود یک قسمت طبق پیکان دوار در مکان مناسب خود در سوپر ماتریس طبق شکل ۴ قرار داده می شوند.

$$W_h = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ w_{21} & 0 & 0 \\ 0 & w_{32} & I \end{bmatrix}$$

شکل ۳: سوپر ماتریس ماتریس

به طوری که  $w_{21}$  بردار تأثیر بر هدف بر معیار،  $w_{32}$  ماتریس تأثیر معیار بر هر یک از گزینه ها و  $I$  نشان دهنده ماتریس واحد بوده و صفرها بیانگر عدم تأثیر پذیری عناصر مستقل از هم می باشند. اگر میان معیار ارتباط درونی برقرار باشد، شبکه جایگزین سلسله مراتب می شود. در این حالت، سوپر ماتریس،  $W_n$  به صورت شکل ۴ بوده که در آن  $w_{22}$  نشان دهنده این وابستگی داخلی است:

$$W_n = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ w_{21} & w_{22} & 0 \\ 0 & w_{32} & I \end{bmatrix}$$

شکل ۴: سوپر ماتریس با وجود رابطه درونی

توجه داشته باشید، در صورتی که روابط متقابل میان عناصر در یک قسمت و یا بین دو قسمت وجود داشته باشد، می توان صفرها را نیز جایگزین کرد. از آنجا که معمولا در یک شبکه میان خوشه ها وابستگی متقابل وجود دارد، ستون های یک سوپر ماتریس بیش از یک ستون خواهد بود. در نهایت، برای رسیدن به همگرایی میان اعداد در سوپر ماتریس باید آن را به توان  $2k+1$  رساند که  $k$  یک عدد دلخواه بزرگ می باشد. ماتریس حاصل را ماتریس محدود<sup>۱</sup> می نامیم (ساعتی، ۱۹۸۰).

### ۳. تحلیل نتایج و ارائه راهکارها

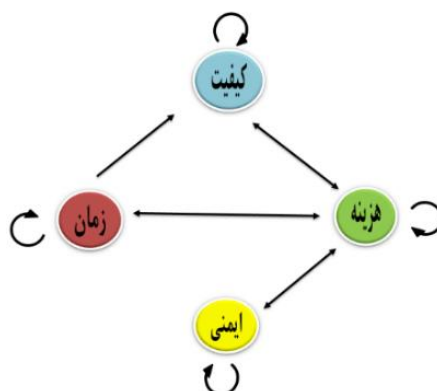
#### الف) تعیین روابط معیارها

در این پژوهش، معیارها به ۴ معیار هزینه، زمان، کیفیت و ایمنی تقسیم بندی شده اند و برای پیدا کردن روابط بین معیارها با استفاده از پرسش نامه اطلاعات و داده های خامی به دست آمد که پس از

بررسی به روش دیمتل انجام گرفت، نتایجی به دست آمد که به شرح آنها می‌پردازیم: هرگاه درایه‌ای با درایه دیگر عدد یک را داشته باشد آن دو معیار با یکدیگر رابطه خواهند داشت و بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند و هرگاه رابطه‌ای نداشته باشند، درایه آن دو معیار صفر است.

جدول ۱: تعیین روابط بین معیارها

	زمان	هزینه	کیفیت	ایمنی
زمان	۱	۱	۱	۰
هزینه	۱	۱	۱	۱
کیفیت	۰	۱	۱	۰
ایمنی	۰	۱	۰	۱



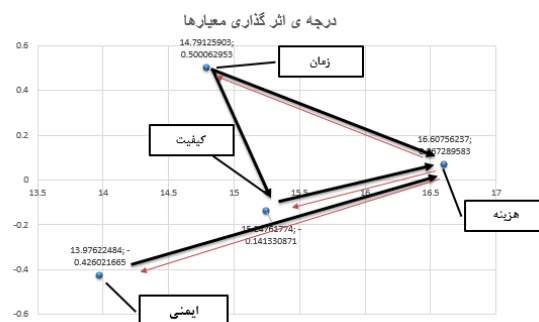
شکل ۵: روابط بین معیارها

از این رو، با توجه به محاسبات ذکر شده نمودار روابط بین معیارها در شکل ۵ را بازگو می‌کند: در ماتریسی که بر روی آن به بررسی می‌پردازیم می‌توانیم بگوییم با جمع کردن هر سطر (D) میزان تأثیرگذاری آن معیار بر دیگر معیارها را به دست آورد، با جمع کردن درایه‌های هر ستون (R) طبق جدول ۲ میزان تأثیرپذیری آن معیار از معیارهای دیگر مشخص می‌شود و از این رو، ما با رسم یک بردار مختصاتی دکارتی مانند شکل ۸ که بردار افقی آن برابر جمع  $D+R$  باشد میزان تأثیر معیارهای مورد نظر را در پژوهش مورد نظر مشخص می‌کند؛ یعنی هر چه مقدار  $D+R$  بیشتر باشد، می‌توان گفت آن معیار تعامل بیشتری با سایر معیارها خواهد داشت و اگر ما بردار عمودی آن را به

D-R نظر بگیریم، قدرت تأثیرگذاری آن معیار را نشان می‌دهد؛ یعنی اگر D-R بالاتر از صفر باشد ( مثبت ) معیار ما علت محسوب شده و اگر D-R کمتر از صفر باشد ( منفی ) معیار ما معلول است.

جدول ۲: تعیین درجه اثرگذاری معیارها

معیارها	D	R	D+R	D-R
زمان	۷/۶۵	۷/۱۴	۱۴/۷۹	۰/۵
هزینه	۸/۳۴	۸/۲۷	۱۶/۶	۶/۰۶
کیفیت	۷/۵۵	۷/۶۹	۱۵/۲۴	-۰/۱۴
ایمنی	۶/۷۸	۷/۲	۱۳/۹۷	-۰/۴۲



شکل ۶: روابط بین معیارها

#### ب) تعیین درجه اهمیت معیارها و زیر معیارها

پس از پیدا کردن روابط میان معیارها در گام گذشته، در مرحله بعدی با استفاده از این روابط که به کمک روش دیمتل به دست آمد، به بررسی اهمیت معیارها و زیر معیارها با استفاده از روش ANP پرداختیم. از این رو، به تهیه و توزیع پرسشنامه‌ای بین خبرگان و اهل فن پرداختیم و از آنان تقاضا کردیم که با نهایت دقت و صرف زمان کافی به حل آن مشغول شوند. بعد از جمع آوری این پرسشنامه‌ها، با استفاده از نرم افزار اکسل به جمع آوری اطلاعات اولیه ای که خبرگان در اختیار ما قرار دادند پرداختیم، و سپس با استفاده از نرم افزار Super decision به شبیه‌سازی آنها مشغول شدیم.

جدول ۳: زیر معیارهای مورد بررسی در پروژه

کد	زیر معیارها	معیارها
T1	تغییر مکرر پیمانکاران فرعی	زمان
T2	دوباره کاری به دلیل خطا و اجرا	
T3	طولانی شدن بروکراسی اداری	
T4	عدم ابلاغ به موقع نقشه‌های مربوطه و جزئیات اجرایی	
T5	تغییرات مدیریتی کارفرما	
T6	ضعف در برنامه‌ریزی و زمان‌بندی منابع اولیه پروژه	
S1	عدم وجود فرهنگ ایمنی در کارگاه	ایمنی
S2	خطاهای ایمنی حین انجام کار	
S3	عدم تجهیز اولیه مناسب برای کارگاه	
S4	انگیزه و روحیه پایین نیروی کار	
S5	اپراتورهای غیر ماهر تجهیزات	
Q1	عدم مطالعه دقیق اولیه	کیفیت
Q2	تجربه ناکافی پیمانکار	
Q3	روش نامناسب ساخت و ساز	
Q4	کیفیت نامناسب طراحی	
Q5	عدم تناسب بین توانایی فنی و اجرایی پیمانکار انتخاب شده با پروژه	
C1	پیشنهاد قیمت پایین تر از حد معقول پیمانکاران در مناقصه	هزینه
C2	مشکلات مالی پیمانکار	
C3	افزایش در قیمت مواد	
C4	مشکلات در تأمین مالی از داخل یا خارج	
C5	عدم تأمین منابع اعتبار مالی مطمئن	

بعد از وارد کردن اطلاعات در نرم افزار و پیاده‌سازی و حل مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP) اولویت‌بندی عوامل مشخص می‌شود؛ به صورتی که در جداول ۴ و ۵ وزن‌ها مشخص شده‌اند:

جدول ۴: وزن معیار پروژه

Limiting	Normalized By Cluster	Name
0/265445	0/53089	هزینه
0/082326	0/16465	کیفیت
0/081861	0/16372	ایمنی
0/070368	0/14074	زمان

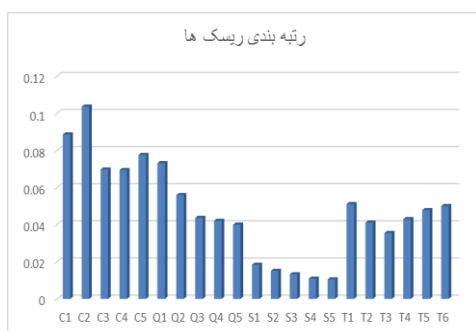
طبق جدول ۴ معیار هزینه از سه گزینه دیگر مهم تر است و بعد از آن نیز موارد کیفیت و ایمنی دارای اهمیت بیشتری هستند و در گزینه آخر زمان است که از خروجی نرم افزار به دست آمده است. Inconsistency را می توان نرخ ناسازگاری این مرحله نامید و همان طور که مطالعه انجام شد، باید کمتر از ۰,۱ باشد و می بینیم که نرخ سازگاری این مرحله ۰,۰۲ است.

در گام بعدی به سراغ خروجی های زیر معیارها یا ریسک ها می رویم، این نرم افزار بعد از بررسی های سوپر ماتریس جواب هایی به ما داده است که طبق گفته های بالا دارای یک وزن نرمال و یک وزن ایده آل است و دارای نرخ سازگاری ۰,۰۳ می باشد که برای این مرحله بسیار عالی و مناسب است. در جدول ۵ به ارائه ی اولویت بندی ریسک های روسازی بتنی ۳۵ متری افتخاری می پردازیم که بر اساس مطالعات نهایی صورت پذیرفته شده ریسک مشکلات مالی پیمانکار با وزن نرمال ۰,۱۰۳۶۲ بیشترین اهمیت را دارا ست و بعد از آن ریسک های پیشنهاد قیمت پایین تر از حد در جدول ۵ به ارائه اولویت بندی ریسک های روسازی بتنی ۳۵ متری افتخاری می پردازیم که بر اساس مطالعات نهایی صورت پذیرفته شده ریسک مشکلات مالی پیمانکار با وزن نرمال ۰,۱۰۳۶۲ بیشترین اهمیت را داراست و بعد از آن ریسک های پیشنهاد قیمت پایین تر از حد معقول پیمانکار، خدم تأمین منابع مالی مطمئن و عدم مطالعه ی دقیق اولیه دارای بیشترین اهمیت را در پروژه روسازی بتنی خیابان افتخاری داراست. که نمودار میله ای نتایج به دست آمده در شکل های ۷ و ۸ به نمایش گذاشته شده است.

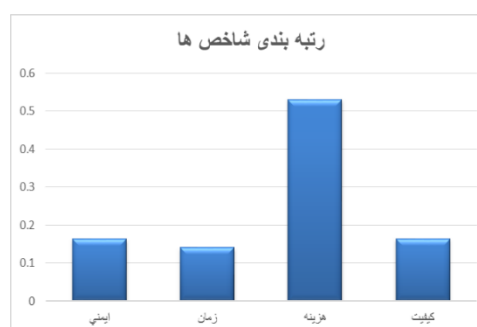
جدول ۵: وزن ریسک های پروژه

رتبه بندی	Name	ریسک ها	Normalized By Cluster	Limiting
۱	C2	مشکلات مالی پیمانکار	0/10362	0/051812
۲	C1	پیشنهاد قیمت پایین تر از حد معقول پیمانکاران در مناقصه	0/08859	0/044297
۳	C5	عدم تأمین منابع اعتبار مالی مطمئن	0/07751	0/038757
۴	Q1	عدم مطالعه دقیق اولیه	0/0731	0/036549
۵	C3	افزایش در قیمت مواد	0/06971	0/034857
۶	C4	مشکلات در تأمین مالی از داخل یا خارج	0/0694	0/034701
۷	Q2	تجربه ناکافی پیمانکار	0/05588	0/027942
۸	T1	تغییر مکرر پیمانکاران فرعی	0/05106	0/025532
۹	T6	ضعف در برنامه ریزی و زمان بندی منابع اولیه پروژه	0/05	0/024998
۱۰	T5	تغییرات مدیریتی کارفرما	0/0478	0/023901
۱۱	Q3	روش نامناسب ساخت و ساز	0/04363	0/021817
۱۲	T4	عدم ابلاغ به موقع نقشه های مربوطه و جزئیات اجرایی	0/04297	0/021484

رتبه بندی	رتبه	Name	ریسک ها	Normalized By Cluster	Limiting
۱۳	Q4	کیفیت نامناسب طراحی	0/04207	0/021035	
۱۴	T2	دوباره کاری به دلیل خطا و اجرا	0/04112	0/020558	
۱۵	Q5	عدم تناسب بین توانایی فنی و اجرایی پیمانکار انتخاب شده با پروژه	0/04001	0/020003	
۱۶	T3	طولانی شدن بروکراسی اداری	0/03546	0/017732	
۱۷	S1	عدم وجود فرهنگ ایمنی در کارگاه	0/01838	0/00919	
۱۸	S2	خطاهای ایمنی حین انجام کار	0/01505	0/007523	
۱۹	S3	عدم تجهیز اولیه مناسب برای کارگاه	0/01323	0/006616	
۲۰	S4	انگیزه و روحیه پایین نیروی کار	0/01088	0/00544	
۲۱	S5	اپراتورهای غیر ماهر تجهیزات	0/01051	0/005257	



شکل ۸: نمایش گرافیکی رتبه بندی‌های شاخص‌های مؤثر



شکل ۷: نمایش گرافیکی رتبه بندی‌های پروژه ریسک‌های پروژه

### نتیجه‌گیری

در فرایند تحلیل شبکه هر معیار، زیر معیار و پاسخ را می‌توان به عنوان یک خوشه در نظر گرفت که تمامی این معیارها و زیرمعیارها می‌توانند درون این خوشه‌ها با یکدیگر در ارتباط باشند. این قابلیت تحلیل شبکه‌ای کمک شایانی به پاسخگویی به مسائل تصمیم‌گیری و ریسک در زیرشاخه عمران قرار داده است؛ به طوری که ارتباط معیارها و زیرمعیارها با یکدیگر را کاملا ساده و قابل اجرا کرده است. دلیل اصلی این مطالعه که با هدف شناسایی فرایند مدیریت ریسک پروژه، پیاده‌سازی و ریشه‌یابی علل وقوع هر ریسک، تحلیل آن تا حد امکان، برنامه‌ریزی و اجرای روش‌های



واکنش و تخصیص ریسک به عوامل ذیصلاح در پروژه روسازی بتن مسلح احداث ۳۵ متری افتخاری به انجام خواهد رسید، به منظور کنترل مؤثر ریسک‌های ارجح پروژه مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت و پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که تاکنون تحقیقی با این مضمون که در آن از مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP) استفاده شده باشد، صورت نگرفته است.

## منابع

- Baghlani.M&Gholai.M(2015). "Analyze solutions related to the risks of road construction projects using fuzzy" *first International Journal of civil Engineering*.
- Nazari.A&Jaberi.M(2015). "Risk Identification in Project – Based Organizations Using RBS Approach" *International Journal of Industrial Engineering*.
- Iranian.M & rezaian.J (2018) " Risk Assessment in road construction Project Based on the PMBOK "11<sup>th</sup> international Project management Conference.
- Project management institute (PMI), (2004). *Project management Body of KnowledgePMBOK*.
- Kerzner.H. (2003). *Project management, a systems approach to planning, scheduling, and controlling*
- Thompson,P.A. & Perry, J.G. (1992), "Engineering construction Risk", SERC of Manchester University,London,Thomas Telford,
- Makoie, Ahmad. & ebrahimi samani, Babak. (2009), " Assessing the Challenges of Iranian Companies in Oil and Gas Projects by DEMATEL", Second International Project Management Conference.
- Bagheri, Naser. & Zarei, Azim. (2004), " Explaining the Pattern of Manufacturing Technology Selection", Semnan university, Iran.
- Lee, 2009 "A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks", *Expert Systems with Applications*, Vol., 36, Pp. 2879–2893.
- Saaty, T.L ;(1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T.L ;(1996). *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*. RWS.