

## شناسایی و اولویت‌بندی عوامل حیاتی موفقیت در مدیریت پروژه ساخت مترو

### مقاله علمی - پژوهشی

سید حسین سیدی، استادیار، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

پیام فرهادی\*، استادیار، موسسه آموزش عالی زند، شیراز، ایران

فرهاد رنجیر، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مدیریت پروژه و ساخت، موسسه آموزش عالی آپادانا، شیراز، ایران

محسن لطفی، استادیار، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: payamfarhadi88@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۷ - پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۰

صفحه ۴۰۰-۳۸۵

### چکیده

مدیریت پروژه‌های ساخت مترو به دلیل هزینه بالا و مدت زمان طولانی و تاثیر اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. برای نظارت صحیح و نظام مند بر این پروژه‌ها باید عوامل حیاتی موفقیت را شناسایی، اولویت بندی و بر آنها نظارت نمود. برای این منظور در این پژوهش عوامل حیاتی موفقیت در پروژه‌های ساخت از طریق مرور ادبیات شناسایی و دسته بندی شده سپس با روش دلفی فازی برای پروژه‌های ساخت مترو پالایش می‌شوند. در مرحله بعد برای شناخت برهم کنش عوامل، تاثیر گذاری و تاثیر پذیری و بدست آوردن اوزان آنها از روش DANP فازی استفاده می‌شود. در مرحله شناسایی عوامل، ۲۱ عامل شناسایی و در چهار بعد مالی، کیفیت، پایداری و سازماندهی دسته بندی شده و با اجرای دو دور دلفی فازی، ۱۲ عامل باقی ماندند و مابقی عوامل حذف شدند. نتایج نشان می‌دهد که بعد کیفیت بر سه بعد دیگر تاثیر گذار است که نشان‌دهنده نیاز به سرمایه گذاری بر کیفیت برای بهبود عملکرد پروژه در همه ابعاد است. در نهایت اوزان عوامل بدست آمد که نتایج نشان‌دهنده اهمیت عوامل ارزش اکولوژیکال و انطباق با شرایط آب و هوایی است. این دو عامل در بعد پایداری قرار دارند و اهمیت توجه به مسائل محیط زیستی در موفقیت و پایداری پروژه در بلند مدت را نشان می‌دهند. نتایج این پژوهش می‌تواند راهنمای مدیران برای نظارت موثر بر پروژه‌های ساخت مترو برای دستیابی به موفقیت در این پروژه‌ها از ابعاد گوناگون باشد.

واژه‌های کلیدی: عوامل کلیدی موفقیت، مترو، دلفی فازی، DANP فازی

### ۱- مقدمه

تأخیر مواجه می‌شود، علاوه بر دور شدن از زمان تحویل پروژه، هزینه‌ها به طور چشم‌گیری افزایش خواهد یافت. (Hasseb et al, 2014) بدین منظور پروژه‌ها باید از ابعاد و جهات گوناگون زیست‌محیطی و اجتماعی مورد توجه قرار گیرند (Ngacho and Das, 2013) و مدیران ارشد باید به سمتی حرکت کنند که تصمیمات آن‌ها سبب موفقیت در ابعاد گوناگون سازمان گردد. (Fleming and Koppelman, 2010) بدون شک می‌توان گفت که مدیران پروژه نمی‌توانند تمام روش‌های مدیریت را هر چند هم که مطلوب باشند و بر آنان نیز تسلط

پروژه‌های عمرانی خصوصاً در کشورهای در حال توسعه یکی از تأثیرگذارترین حوزه‌ها در رشد اقتصادی آنهاست (Ngacho and Das, 2013) بارزترین تفاوت شهرهای توسعه یافته با دیگر شهرهای جهان در اجرای پروژه‌های عظیم شهری است. طراحی و اجرای پروژه‌های مذکور با کیفیت مناسب و در زمانی معقول به بسیاری از نیازهای شهر پاسخ می‌دهد. زمانی می‌توان از موفقیت این‌گونه پروژه‌ها صحبت کرد که علاوه بر رسیدن به اهداف مقرر شده، بتوان پروژه را در زمان معین و با هزینه پیش‌بینی شده به اتمام رساند. در پروژه‌هایی که اجرای آن‌ها با

سرانه مالکیت خودرو و تقاضای روز افزون سفر با خودروهای شخصی موجب تراکم ترافیک، آلودگی هوا و صدا و سایر مشکلات مربوط به سلامت شده است. (علالدینی و فیاضی، ۱۳۹۰). توسعه زیرساخت‌های کارا و پرهزینه‌ای همچون مترو از سیاست‌های کلان و اجتناب‌ناپذیر به منظور سوق دادن تقاضای شیوه‌های سفر به شیوه حمل نقل پایدار عمومی است. (مردمی، کریم ۱۳۸۹). بنابراین احداث خطوط جدید مترو همواره زیر ذربین، تعجیل و فشار از سوی نهادهای سیاسی، مردمی، شهری، حمل نقلی، محیط زیستی و سلامت است چراکه به عنوان یکی از بهترین گزینه‌ها به منظور برون رفت از مشکلات ترافیکی و آلودگی به خصوص در کشورها و شهرهای در حال توسعه به شمار می‌رود (Brage-Ardao, 2015). از این رو در این پژوهش عوامل حیاتی موفقیت در مدیریت پروژه ساخت مترو جهت ایجاد مبنایی برای تصمیم‌گیری صحیح و موفقیت در اجرای کلان پروژه مترو مورد بررسی قرار خواهد گرفت. برای این منظور از دلفی فازی برای شناسایی عوامل حیاتی موفقیت و برای بررسی نوع تأثیرگذاری و وزن معیارها از DANP فازی استفاده می‌شود.

## ۲- پیشینه تحقیق

همان‌اتا و همکاران (۲۰۱۲) به شناسایی عوامل حیاتی تأثیرپذیر در تأخیر پروژه‌های عمرانی در هند پرداختند و نتایج حاکی از آن است که نبود تعهد کافی، مدیریت ناکارآمد، هماهنگی ضعیف، برنامه‌ریزی نامناسب، ارتباطات ضعیف، قرارداد غیراستاندارد، تصمیم‌گیری کند، بهره‌وری پایین کارکنان و دوباره‌کاری از عوامل مهم در تأخیر پروژه‌های عمرانی است. بری، براون و دروچی (۲۰۱۰) به ارزیابی مدل تصمیم‌گیری برای تصویب پروژه‌های عمرانی پرداختند. به این منظور از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده کردند. معیارهایی چون هزینه‌های پروژه، ارتباط استراتژیک، ارتباط با حامیان پروژه، طرح توسعه‌ای پروژه و مزایای پروژه به‌عنوان معیارهای مؤثر در تصویب یک پروژه عمرانی معرفی شدند. پیووم، راجیرایانرانگ و سوکساترا (۲۰۰۹) با استفاده از شبکه‌های عصبی، مدلی را به‌منظور پیش‌بینی بودجه و طول مدت انجام پروژه‌های عمرانی مربوط به ساخت بزرگراه‌ها در طول مراحل ساخت ارائه دادند. در این تحقیق، عوامل تأثیرگذار بر بودجه و طول مدت پروژه

کافی داشته باشند در پروژه‌های خود پیاده‌سازی کنند. (Lynn and Huemann, 2017). لذا مطالعه در سیاستگذاری و مدیریت پروژه‌های شهری و تدوین الگوهای اجرایی مناسب و کارآمد از مهمترین ضروریات مدیریت شهری در کشور می‌باشد. (McLeod et al., 2012) موفقیت در پروژه موضوعی است که در طول سال‌ها به طور گسترده در ادبیات مدیریت پروژه مورد بررسی قرار گرفته است. در این باره می‌توان گفت که اجماع فزاینده‌ای در مورد پیچیدگی و ابهام پیرامون موفقیت پروژه وجود دارد و بیشتر ادبیات تلاش برای شناسایی عوامل مؤثر بر موفقیت پروژه انجام شده است (Nethathe, Van Waveren, Chan, 2011) تعداد زیادی فاکتور وجود دارد که در موفقیت و شکست پروژه‌ها تأثیرگذار است که ادبیات فاقد طبقه‌بندی فراگیر از آن‌ها به ویژه در ساخت و ساز است. (Ali Akbari, Heravi, 2019) برای این منظور شناخت عوامل حیاتی موفقیت در حصول اطمینان از موفقیت یک پروژه، پالایش و طبقه‌بندی آنها نقش مهمی دارد (Burkhart, 1995) طی سال‌های اخیر همسو با سیاست‌های کلان کشور و افزایش حجم سرمایه‌گذاری در پروژه‌های عمرانی سازمان‌های پروژه محور در کشور رشد قابل توجهی داشته‌اند و مسئولیت بسیاری از پروژه‌های بزرگ داخلی و بعضاً بین‌المللی را عهده‌دار شده‌اند، در عین حال به نظر می‌رسد، همچنان این سازمان‌ها در برخی از بخش‌ها توانایی رقابت در کلاس جهانی را ندارند. لذا شناخت بهتر عوامل کلیدی موفقیت در بازار و کاستی‌های سازمان‌های ایرانی و برنامه‌ریزی برای ارتقای ظرفیت این سازمان‌ها ضروری است. (کاتب، ۱۳۹۹). پروژه‌های حمل و نقل شهری، نظیر توسعه بزرگراه‌ها، تقاطع‌های غیرهمسطح، احداث مترو، قطار شهری، پروژه‌هایی پرهزینه و پرمخاطره هستند که عمدتاً به دلیل جذابیت آن‌ها برای مدیران و سیاستمداران شهری و به رغم پیش‌بینی برخی تبعات و هزینه‌ها، ساخته می‌شوند. طبق آمار که سازمان مترو ارائه کرده است، روزانه سه میلیون نفر از مترو تهران استفاده می‌کنند و بیشتر این افراد روزانه مسافر مترو هستند. (عمران زاده و همکاران، ۱۳۹۱). مترو اکنون یک راهرو زیرزمینی است که کلانشهرها را از شمال به جنوب و شرق به غرب به هم متصل می‌کند. (فیاضی، ۱۳۹۰). امروزه ضرورت احداث سریع خطوط مترو در کلان شهرها که درگیر معضل ترافیکی شدید می‌باشند بر کسی پوشیده نیست از این رو در بسیاری از شهرهای توسعه‌یافته و در حال توسعه دنیا، افزایش

بر مشارکت کارکنان در سازمان های پروژه محور موثرند را از طریق یک تحلیل کیفی مورد بررسی قرار می دهند. شاکری و خلیل زاده (۲۰۲۰) فاکتورهای موثر بر ارتباطات پروژه را با رویکرد ترکیبی دیمتل فازی و مدل ساختاری تفسیری مورد بررسی قرار می دهند. احمدآبادی و هروی (۲۰۱۹) تاثیر عوامل بحرانی موفقیت پروژه را بر موفقیت پروژه های مشارکتی بین بخش خصوصی و دولتی را در پروژه های بزرگراهی ایران را از طریق مدلسازی معادلات ساختاری مورد بررسی قرار می دهند. آدافین و رتیمی و ویلکینسون (۲۰۲۱) تاثیر عوامل ریسک را بر بودجه بندی پروژه در نیوزلند مورد بررسی قرار می دهند، در این مقاله از مرور ادبیات برای شناسایی عوامل و از پرسشنامه برای سنجش تاثیر عوامل استفاده شده است.

### ۳- روش تحقیق

در گام اول این پژوهش معیارهای ارزیابی عملکرد پروژه های عمرانی از مرور ادبیات استخراج می شوند، در گام دوم این معیارها از طریق دلفی فازی دسته بندی و پالایش می شوند، و در گام سوم رابطه بین عوامل و وزن آنها از طریق دیمتل فازی بدست می آید.

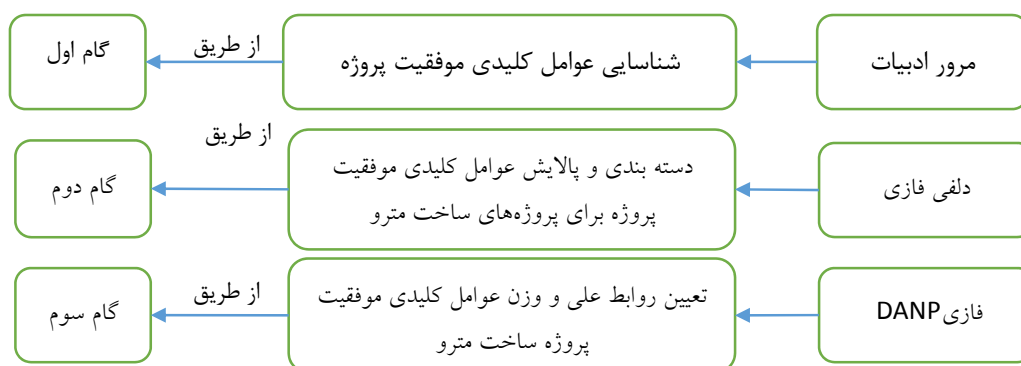
### دلفی فازی

مراحل اجرای روش دلفی فازی به شرح زیر می باشد.

**گام اول:** گردآوری نظرات خبرگان؛ در مرحله اول دلفی، پرسش نامه ای دارای ساختار بر اساس نتایج مرحله اول پژوهش طراحی و از خبرگان درخواست شد تا با استفاده از متغیرهای کلامی خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد میزان اهمیت هر یک از مراحل شناسایی شده را مشخص نمایند.

**گام دوم:** تبدیل متغیرهای کلامی به اعداد فازی مثلثی؛ در این مرحله متغیرهای کلامی به شکل جدول زیر تغییر می کند. (جدول ۱)

استخراج شده است. احمد و همکاران (۲۰۰۸) با پیاده سازی مدیریت دانش در پروژه های ساخت و ساز، یک مدل از مدیریت دانش برای خلق دانش، جمع آوری و به روزرسانی آن (KCCU) پرداخته اند به طوری که مدیریت دانش نقش مهمی در حل مشکلات ساخت و ساز و دستیابی به کیفیت بالا دارد. چان و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی با عنوان ارزیابی عملکرد دولت با استفاده از کارت امتیازی متوازن و معیار فازی به این نتیجه رسیدند که اندازه گیری عملکرد با استفاده از کارت امتیازی متوازن و روش فازی را می توان در بخش های دولتی و عمومی بکار برد. ایزابلا و همکاران (۲۰۱۹)، فاکتورهای سازمانی تاثیرگذار بر موفقیت پروژه ها در صنعت خودرو را مورد بررسی قرار می دهند، و ارتباط بین فاکتورها را به صورت یکپارچه مورد بررسی قرار می دهند، کار تیمی، توانمندسازی و آموزش نیروی انسانی از مهمترین فاکتورهای تاثیرگذار بوده اند. اقبال و همکاران (۲۰۱۹) تاثیر فاکتورهای رهبری تحول آفرین را بر موفقیت پروژه مورد بررسی قرار می دهند، اطلاعات از ۱۲۵ مدیر پروژه جمع آوری شد و نتایج تاثیرگذاری بسیار زیاد رهبری تحول آفرین را نشان می دهد. ساتیش کومار و همکاران (۲۰۱۹) تاثیر اقدامات کاهش ریسک را بر فاکتورهای موفقیت پروژه مورد بررسی قرار داده اند. در این مقاله با روش مدلسازی ساختاری تاثیر سه اقدام برنامه ریزی قبل از پروژه، مشارکت محلی و انتخاب قرارداد مورد بررسی قرار گرفته است. ویتال و پرویز (۲۰۱۸) تاثیر بلوغ مدیریت پروژه سازمانی را بر فاکتورهای موفقیت پروژه مورد بررسی قرار داده اند که تاثیر معناداری بر دستیابی به اهداف و کیفیت پروژه دارد. جیتپایون، اسمیت و گو (۲۰۱۹) عوامل موثر بر موفقیت پروژه، ابزارها و پشتیبان های مدیریتی را مورد بررسی قرار می دهند. جیان ژو و همکاران (۲۰۱۶) از طریق مدل معادلات ساختاری مهارت های نرم مدیران و فاکتورهای موفقیت پروژه را مورد بررسی قرار می دهند. کاظم و خویری و حمزه (۲۰۲۰) تاثیر عوامل ریسک خارجی را بر موفقیت پروژه های نفت و گاز مورد بررسی قرار می دهند و از طریق معادلات ساختاری میزان تاثیرگذاری این عوامل را مورد سنجش قرار می دهند. ماتپوس و استنلی و داویدسون (۲۰۱۸) عوامل انسانی و چالش های پروژه که



شکل ۱. روش تحقیق

جدول ۱. معادل عدد فازی متغیرهای کلامی

| متغیرهای کلامی | عدد فازی مثلثی (l,m,u) |
|----------------|------------------------|
| خیلی زیاد      | (۰/۷۵, ۱, ۱)           |
| زیاد           | (۰/۷۵, ۰/۷۵, ۱)        |
| متوسط          | (۰/۲۵, ۰/۵, ۰/۷۵)      |
| کم             | (۰, ۰/۲۵, ۰/۵)         |
| خیلی کم        | (۰, ۰, ۰/۲۵)           |

گام سوم: در این مرحله میانگین مجموعه‌ها ( $A_m$ ) از تمامی مجموعه‌ها ( $A_i$ ) از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$A_m = (a_{m1}, a_{m2}, a_{m3}) = \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_1^i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_2^i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_3^i \right) \quad (1)$$

گام چهارم: بعد از اینکه بازخورد اولیه به خبرگان داده شد و مرحله دوم دلفی انجام گرفت، نظرات اصلاح شده خبرگان در قالب اعداد فازی مثلثی به صورت رابطه زیر درآمد.

$$B^{(i)} = (b_1^{(i)}, b_2^{(i)}, b_3^{(i)}) \quad (2)$$

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

گام پنجم: فازی زدایی کردن.

روش‌های مختلفی برای فازی‌زدایی مقادیر نهایی هر یک از شاخص‌ها وجود دارد. در این مطالعه از روش ساده مرکز ثقل بر اساس رابطه زیر برای فازی‌زدایی مقادیر هر یک از مراحل دلفی استفاده شده است.

$$S_j = \frac{u_j + m_j + l_j}{3} \quad (3)$$

گام ششم: محاسبه میزان اختلاف نظر خبرگان در دو مرحله؛ میزان اختلاف نظر خبرگان در دو مرحله دلفی از طریق رابطه زیر محاسبه شد. (Cheng & Lin, 2002)

$$S(B_m, A_m) = \left| \frac{1}{3} [(b_{m1}, b_{m2}, b_{m3}) - (a_{m1}, a_{m2}, a_{m3})] \right| \quad (4)$$

### DANP فازی

ترکیب روش‌های دیمتل و ANP است. در حالت سنتی ما برای ترکیب روش دیمتل (DEMATEL) با روش ANP ابتدا

روش دنپ فازی (FUZZY DANP) یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است اساس کار این روش

می‌شود، لذا تکنیک DANP این مشکل را حل کرده است. این تکنیک تا گام تشکیل ماتریس ارتباطات کل دیمتل فازی پیش می‌رود و سپس با پیاده سازی مراحل DANP فازی به اوزان نهایی شاخص‌ها دست می‌آید.

ماتریس ارتباطات کل دیمتل فازی را بدست آورده سپس با استفاده از مقدار آستانه و حذف تعدادی از روابط جزئی به شبکه مدل دست می‌یابیم. سپس این شبکه وارد ANP فازی می‌شود تا اوزان معیارها و زیرمعیارها حاصل گردد. در بسیاری از مواقع این رویکرد باعث صفر شدن اوزان در سوپرماتریس ANP

گام اول: یک مجموعه فازی در این مجموعه مقادیر در محدوده  $[0,1]$

$$\mu_{F: X \rightarrow [0,1]} \quad (5)$$

گام دوم: تعریف مجموعه فازی به شرح زیر است.

$$A = \{(X_i, \mu(X_i), V(X_i)) | X_i \in X\} \quad (6)$$

گام سوم: ایجاد زیرمجموعه جدید با اعمال  $[0,1]$  و ایجاد مجموعه که با نام H تعریف می‌شود.

$$H = \{(X_i, h(X_i)) | X_i \in X\} \quad (7)$$

گام چهارم: مقدار  $h(x)$  سپس میانگین  $h(x)$  با استفاده از فرمول زیر تعریف می‌شود.

$$h(x) = \frac{1}{l} \sum_{k=1}^l \gamma_k \quad (8)$$

گام پنجم: مقدار عملکرد از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$S(h) = \frac{1}{l_h} \sum_{\gamma \in h} \gamma \quad (9)$$

گام ششم: محاسبه مقدار واریانس که از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$v_1(h) = \frac{1}{l_h} \sqrt{\sum_{\gamma_i, \gamma_j \in h} (\gamma_i - \gamma_j)^2} \quad (10)$$

گام هفتم: ایجاد ماتریس مستقیم به وسیله نظر خبره.

$$G = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{1i} & g_{n1} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ g_{ij} & g_{ij} & g_{nj} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ g_{1n} & g_{in} & g_{nn} \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \quad (11)$$

گام هشتم: ماتریس تأثیر کل و ماتریس تأثیر مستقیم به صورت زیر به دست می‌آید.

$$(I - D) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & d_{1j} & d_{1n} \\ d_{i1} & d_{ij} & d_{in} \\ d_{n1} & d_{nj} & d_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (12)$$

بنابراین:

$$D(I - D)^{-1} = D.I = \quad (13)$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & d_{1j} & d_{1n} \\ d_{i1} & \vdots & \vdots \\ \vdots & d_{ij} & d_{in} \\ d_{n1} & d_{nj} & d_{nn} \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [0]_{n \times n}$$

گام نهم: برای محاسبه ماتریس از ضریب زیر استفاده می‌شود.

$$\varphi = \begin{bmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{1i} & \varphi_{n1} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \varphi_{ij} & \varphi_{ij} & \varphi_{nj} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \varphi_{1n} & \varphi_{in} & \varphi_{nn} \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix} \quad (14)$$

گام دهم: سپس ماتریس ضریب مستقیم را با استفاده از موارد زیر نرمال می‌شود.

$$H = \frac{\varphi}{S} \quad (15)$$

$$Smax = \left( MAX_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n \varphi_{ij} MAX_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n \varphi_{ij} \right) \quad (16)$$

گام یازدهم: با استفاده از ماتریس رابطه زیر، تأثیر کلی محاسبه می‌شود.

$$C = \left[ \sum_{i=1}^n t_{ij} \right] n \times 1 \quad (17)$$

گام دوازدهم: سوپر ماتریس و فوق ماتریس وزنی را با ترکیب روش‌های DEMATEL و ANP محاسبه می‌شود.

$$T_C^\alpha = \begin{bmatrix} D_1 \begin{bmatrix} T_C^{\alpha 11} & T_C^{\alpha 1j} & T_C^{\alpha 1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ T_C^{\alpha n1} & T_C^{\alpha nj} & T_C^{\alpha nn} \end{bmatrix} \\ D_I \begin{bmatrix} T_C^{\alpha n1} & T_C^{\alpha nj} & T_C^{\alpha nn} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ T_C^{\alpha 11} & T_C^{\alpha 1j} & T_C^{\alpha 1n} \end{bmatrix} \\ D_N \begin{bmatrix} T_C^{\alpha 11} & T_C^{\alpha 1j} & T_C^{\alpha 1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ T_C^{\alpha n1} & T_C^{\alpha nj} & T_C^{\alpha nn} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \quad (18)$$

گام سیزدهم: تشکیل ماتریس بدون وزن  $W_C$ .

$$W_C = (T_C^\alpha) = \begin{bmatrix} D_1 \begin{bmatrix} W_{11} & W_{1i} & W_{n1} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ W_{1j} & W_{ij} & W_{nj} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ W_{1n} & W_{in} & W_{nn} \end{bmatrix} \\ D_I \begin{bmatrix} W_{11} & W_{1i} & W_{n1} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ W_{1j} & W_{ij} & W_{nj} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ W_{1n} & W_{in} & W_{nn} \end{bmatrix} \\ D_N \begin{bmatrix} W_{11} & W_{1i} & W_{n1} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ W_{1j} & W_{ij} & W_{nj} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ W_{1n} & W_{in} & W_{nn} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \quad (19)$$

گام چهاردهم تشکیل سوپر ماتریس موزون

برای این منظور ماتریس ارتباط کامل نرمال در سوپر ماتریس ناموزون ضرب می‌شود.

$$w = (T_D^\alpha)W = \begin{bmatrix} D_1 \begin{bmatrix} t_D^{\alpha 11} \times W_{11} & t_D^{\alpha 1i} \times W_{1i} & t_D^{\alpha n1} \times W_{n1} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ t_D^{\alpha 1j} \times W_{1j} & t_D^{\alpha ij} \times W_{ij} & t_D^{\alpha nj} \times W_{nj} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ t_D^{\alpha 1n} \times W_{1n} & t_D^{\alpha in} \times W_{in} & t_D^{\alpha nn} \times W_{nn} \end{bmatrix} \\ D_I \begin{bmatrix} t_D^{\alpha 11} \times W_{11} & t_D^{\alpha 1i} \times W_{1i} & t_D^{\alpha n1} \times W_{n1} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ t_D^{\alpha 1j} \times W_{1j} & t_D^{\alpha ij} \times W_{ij} & t_D^{\alpha nj} \times W_{nj} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ t_D^{\alpha 1n} \times W_{1n} & t_D^{\alpha in} \times W_{in} & t_D^{\alpha nn} \times W_{nn} \end{bmatrix} \\ D_N \begin{bmatrix} t_D^{\alpha 11} \times W_{11} & t_D^{\alpha 1i} \times W_{1i} & t_D^{\alpha n1} \times W_{n1} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ t_D^{\alpha 1j} \times W_{1j} & t_D^{\alpha ij} \times W_{ij} & t_D^{\alpha nj} \times W_{nj} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ t_D^{\alpha 1n} \times W_{1n} & t_D^{\alpha in} \times W_{in} & t_D^{\alpha nn} \times W_{nn} \end{bmatrix} \end{bmatrix} \quad (20)$$

و در گام آخر محدود کرد سوپرماتریس موزون، تعیین وزن و اولویت‌بندی

سوپرماتریس موزون را به توان  $k$  رسانده تا اینکه همه عناصر سوپر ماتریس همانند هم شوند نهایتاً مطلوبیت نهایی گزینه‌ها با استفاده از رابطه زیر به دست می‌آید (Abolhabib, Sharifi, Rahimzadeh, 2020).

$$D_I = \sum_{j=1}^J W_j E_{ij} \quad (21)$$

#### بحث

جامعه آماری پژوهش حاضر خبرگان شهرداری و سازمان مترو شیراز هستند. در تحقیق حاضر نظر ۱۵ نفر از خبرگان مورد سنجش قرار گرفته است.

معیارهای انتخاب این خبرگان به شرح زیر است.

-مدرک تحصیلی خبرگان، حداقل کارشناسی باشد.

-رشته تحصیلی خبرگان باید معماری، عمران، شهرسازی، مدیریت پروژه و ساخت باشد.

-سابقه کاری بالای ۱۰ سال را دارا باشند.

#### شناسایی و دسته بندی شاخص‌ها

تلفیق شدند و با توجه به نظر خبرگان در ابعاد مالی، کیفیت، پایداری و سازماندهی دسته‌بندی شدند. پس از انجام مرور ادبیات در حوزه عملکرد و موفقیت پروژه‌های عمرانی فهرستی شامل ۲۱ معیار (جدول ۲) به دست آمده است.

در مرحله ابتدایی شاخص‌های ارزیابی عملکرد پروژه‌های عمرانی در مرور ادبیات شناسایی شده و و این معیارها در پیش راند دلفی توسط ۴ نفر از خبرگان مورد بررسی قرار گرفت، در این مرحله معیارهای شناسایی شده تا جای ممکن با یکدیگر

جدول ۲. عوامل کلیدی موفقیت شناسایی و دسته بندی شده از مرور ادبیات

| معیار   | زیر معیار فارسی  | منبع  |
|---------|--|---|
| مالی    | ارزیابی سطح تقاضا و هزینه سرویس                                    | Gimenez, Sierra, Rodon (2012). Bodea, Constanta & Dascalu. (2012). Banihashemi, Hosseini, Golizadeh, Sankaran (2017) Zarina Alias. Zawawi. Khalid Yusof. (2014)                               |
|         | ارزش افزوده اقتصادی  | Thomson, El-Haram, Emmanuel, (2011). Gimenez, Sierra, Rodon (2012). Gomes, Jorge. Romão, Mário. (2016)  |
|         | صرفه جویی اقتصادی  | Gimenez, Sierra, Rodon (2012). Ihuah, Iyenemi, David (2014)   |
|         | توانمندی مالی  | Bodea, Constanta & Dascalu(2012). Akbari, Heravi(2019). Gomes, Jorge. Romão, Mário. (2016). Zarina Alias. Zawawi. Khalid Yusof. (2014)  |
| کیفیت   | آشنایی و تسلط اعضای تیم به فرآیند کنترل پروژه (کنترل هزینه -زمان). | Martens. Carvalho. (2017). Matilda, Lilyana (2013). Zawawi, Kamaruzzaman, Zulkarnain, Ithnin, (2011)  |
|         | ارتقاء و بهبود عملکرد سازمانی.                                     | Thomson, El-Haram, Emmanuel, (2011). Akbari, Heravi(2019) Zarina Alias. Zawawi. Khalid Yusof. (2014)  |
|         | خلاقیت در ارائه سرویس.   | Bodea, Constanta & Dascalu. (2012). Alawamleh, Bani, Nahleh, Qudah (2020). Zawawi, Kamaruzzaman, Zulkarnain, Ithnin, (2011)   |
|         | انگیزه تیم پروژه.  | Fernandez-Sanchez and Rodriguez-Lopez, F (2010). Matilda, Lilyana (2013). Zarina Alias. Zawawi. Khalid Yusof. (2014)  |
| پایداری | روحیه کار تیمی و شناخت اخلاق کار تیمی.                             | Martens. Carvalho. (2017). Akbari, Heravi(2019). Gomes, Jorge. Romão, Mário. (2016)   |
|         | وفاداری کامل تیم به مدیریت پروژه و شرکت‌هایی که در آن کار می‌کنند. | Fernandez-Sanchez and Rodriguez-Lopez, F (2010). Osorio, Quelhas, Zotes (2014). Gomes, Jorge. Romão, Mário. (2016). Zawawi, Kamaruzzaman, Zulkarnain, Ithnin, (2011)                          |
| پایداری | انطباق با شرایط و تغییرات آب و هوایی                               | Fernández-Sánchez, Rodríguez-López, (2010). Thomson, El-Haram, Emmanuel, (2011). Martens. Carvalho. (2017). Yuanyuan, Huanbin, Peidong, Po-Han, Xingmin, (2019). Ihuah, Iyenemi, David (2014) |

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| Mulder, and Brent(2006). Martens. Carvalho. (2017). Xing, Horner, El-Haram, Bebbington. (2009). Yuanyuan, Huanbin, Peidong, Po-Han, Xingmin, (2019). Kiani Mavi, Reza. Standing, Craig. (2018)  | تأثیر روی محیط زیست                        |           |
| Fernández-Sánchez, Rodríguez-López, (2010). Thomson, El-Haram, Emmanuel, (2011). Martens. Carvalho. (2017). Fernandez-Sanchez and Rodriguez-Lopez, F (2010). Osorio, Quelhas, Zotes (2014). Ihuah, Iyenemi, David (2014). Kiani Mavi, Reza. Standing, Craig. (2018) | بهره‌وری انرژی                             |           |
| Mulder, and Brent(2006). Martens. Carvalho. (2017). Yuanyuan, Huanbin, Peidong, Po-Han, Xingmin, (2019)   | ارزش اکولوژیکال (زیست محیطی)               |           |
| Mulder, and Brent(2006). Yuanyuan, Huanbin, Peidong, Po-Han, Xingmin, (2019)  | حفاظت از گیاهان و جانوران                  |           |
| Mulder, and Brent(2006). Thomson, El-Haram, Emmanuel, (2011) Banihashemi, Hosseini, Golizadeh, Sankaran (2017). Kiani Mavi, Reza. Standing, Craig. (2018)   | آگاهی از محیط زیست و پایداری               |           |
| Fernandez-Sanchez and Rodriguez-Lopez, F (2010). Akbari, Heravi(2019). Ika. (2009).   | تنوع سلسله مراتبی تیم پروژه                | سازماندهی |
| Fernandez-Sanchez and Rodriguez-Lopez, F (2010). Akbari, Heravi(2019). Zawawi, Kamaruzzaman, Zulkarnain, Ithnin, (2011)   | قدرت رسمی مدیر پروژه                       |           |
| Bodea, Constanta & Dascalu. (2012). Alawamleh, Bani, Nahleh, Qudah (2020).  | تنوع مدیریت مدیر پروژه                     |           |
| Martens. Carvalho. (2017). Fernandez-Sanchez and Rodriguez-Lopez, F (2010). Alawamleh, Bani, Nahleh, Qudah (2020).  | اهمیت تشکیل تیم در سازماندهی پروژه         |           |
| Martens. Carvalho. (2017). Xing, Horner, El-Haram, Bebbington. (2009)   | شناسایی اثر گذاری ذینفعان و محیط کسب و کار |           |

نظرات است از این رو دلفی متوقف شده و میانگین امتیازات دور نهایی ملاک عمل قرار گرفت؛ بنابراین معیارهایی که میانگین امتیاز آن‌ها از میانگین گروه خود بیشتر باشد باقی می‌ماند و بقیه معیارها حذف می‌شوند. در جدول ۳ نتایج به دست آمده از دو راند دلفی پس از فازی زدایی امتیازها ارائه شده است.

برای معتبرسازی معیارها با توجه به پروژه‌های ساخت مترو، پرسش‌نامه‌ای تهیه و بین خبرگان توزیع و ارزیابی در دو راند دلفی صورت پذیرفت. در دور دوم، ضریب هم‌انگهی بین نظرات از طریق محاسبه ضریب کندال انجام شد که مقدار آن ۰٫۷۸ بدست آمد، این مقدار نشان دهنده هم‌انگهی مناسب بین

جدول ۳. امتیازات معیارها در دو دور دلفی پس از دیفازی نمودن امتیازها

| وجه     | کد عوامل پذیرفته شده         | زیر معیار  | دور اول  | دور دوم  | وضعیت |
|---------|------------------------------|--|----------|----------|-------|
| مالی    |                              | ارزیابی سطح تقاضا و هزینه سرویس                                      | 0.096198 | 0.099298 | حذف   |
|         | ۱                            | ارزش افزوده اقتصادی  | 0.789903 | 0.789903 | پذیرش |
|         | ۲                            | صرفه جویی اقتصادی  | 0.597225 | 0.597225 | پذیرش |
|         | ۳                            | توانمندی مالی  | 0.723177 | 0.723177 | پذیرش |
|         |                              | آشنایی و تسلط اعضای تیم بها فرآیند کنترل پروژه (کنترل هزینه - زمان). | 0.077239 | 0.079639 | حذف   |
| کیفیت   |                              | ارتقاء و بهبود عملکرد سازمانی.                                       | 0.371456 | 0.383456 | حذف   |
|         | ۴                            | خلاقیت در ارائه سرویس.   | 0.852777 | 0.852777 | پذیرش |
|         | ۵                            | انگیزه تیم پروژه.  | 0.825844 | 0.825844 | پذیرش |
|         | ۶                            | روحیه کار تیمی و شناخت اخلاق کار تیمی.                               | 0.852777 | 0.852777 | پذیرش |
| پایداری |                              | وفاداری کامل تیم به مدیریت پروژه و شرکت‌هایی که در آن کار می‌کنند.   | 0.331306 | 0.366306 | حذف   |
|         | ۷                            | انطباق با شرایط و تغییرات آب و هوایی                                 | 0.885972 | 0.885972 | پذیرش |
|         |                              | تأثیر روی محیط زیست  | 0.765345 | 0.798345 | حذف   |
|         |                              | بهره‌وری انرژی   | 0.723177 | 0.756177 | حذف   |
|         | ۸                            | ارزش اکولوژیکال (زیست محیطی)   | 0.863631 | 0.863631 | پذیرش |
|         |                              | حفاظت از گیاهان و جانوران  | 0.780007 | 0.786907 | حذف   |
|         | آگاهی از محیط زیست و پایداری | 0.709949   | 0.752949 | حذف      |       |

|       |          |          |  |    |           |
|-------|----------|----------|--|----|-----------|
| پذیرش | 0.770298 | 0.770298 | تنوع سلسله مراتبی تیم پروژه                | ۹  | سازماندهی |
| پذیرش | 0.825844 | 0.825844 | قدرت رسمی مدیر پروژه                       | ۱۰ |           |
| پذیرش | 0.765345 | 0.765345 | تنوع مدیریت مدیر پروژه                     | ۱۱ |           |
| پذیرش | 0.765345 | 0.765345 | اهمیت تشکیل تیم در سازماندهی پروژه         | ۱۲ |           |
| حذف   | 0.586198 | 0.096198 | شناسایی اثر گذاری ذینفعان و محیط کسب و کار |    |           |

#### تعیین وزن و تاثیر گذاری شاخص‌ها

در این بخش پرسش‌نامه‌ای جهت تعیین اوزان و روابط علی بین معیارها توسط خبرگان با متغیرهای کلامی تکمیل شد و این متغیرها به اعداد فازی تبدیل شد. نتایج به دست آمده در روش DANP فازی در قالب جداول و نمودارهای علی به شرح زیر است. در گام اول از پاسخ‌دهندگان خواسته شد تا میزان تأثیرگذاری معیار  $I$  بر معیار  $J$  را نشان دهند. از این رو یک ماتریس  $12 \times 12$  با اعداد فازی تشکیل می‌شود که برای نمونه بخشی از ماتریس در جدول ۴، ارائه شده است.

در بعد مالی معیارهای ارزش افزوده اقتصادی، صرفه جویی اقتصادی و توانمندی مالی، در بعد کیفیت معیارهای خلاقیت در ارائه سرویس، انگیزه تیم پروژه و روحیه کار تیمی و شناخت اخلاق کار تیمی، در بعد پایداری معیارهای انطباق با شرایط و تغییرات آب و هوایی و ارزش اکولوژیکال (زیست محیطی) و در نهایت در بعد سازماندهی معیارهای تنوع سلسله مراتبی تیم پروژه، قدرت رسمی مدیر پروژه، تنوع مدیریت مدیر پروژه، اهمیت تشکیل تیم در سازماندهی پروژه امتیاز لازم را به دست آوردند و بقیه معیارها حذف شدند. به عبارتی از ۲۱ معیار شناسایی شده ۱۲ معیار به عنوان عوامل حیاتی موفقیت مدیریت پروژه ساخت مترو باقی ماندند.

جدول ۴: بخشی از ماتریس ارتباطات مستقیم

| کد | ۱     |       |       | ۲     |       |       | ۳     |       |       | ۴     |       |       | ۵     |       |     |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| ۱  | ۰,۴۸۳ | ۰,۶۱۶ | ۰,۸۳۳ | ۰,۴۳۳ | ۰,۶   | ۰,۸۳۳ | ۰,۴۸۳ | ۰,۵۶۶ | ۰,۸۱۶ | ۰,۴۶۶ | ۰,۶۳۳ | ۰,۸۵  | ۰,۴۸۳ | ۰,۶۵  | ... |
| ۲  | ۰,۵۵  | ۰,۷   | ۰,۸۱۳ | ۰,۵۶۶ | ۰,۷   | ۰,۹   | ۰,۶   | ۰,۷۶۶ | ۰,۹۱۶ | ۰,۵   | ۰,۶۵  | ۰,۸۵  | ۰,۵   | ۰,۶۳۳ | ... |
| ۳  | ۰,۳۵  | ۰,۵۸۳ | ۰,۷۶۶ | ۰,۳۵  | ۰,۶   | ۰,۷۶۶ | ۰,۳۳۳ | ۰,۵۳۳ | ۰,۷۵  | ۰,۳۱۶ | ۰,۵۳۳ | ۰,۷۱۶ | ۰,۴   | ۰,۶۳۳ | ... |
| ۴  | ۰,۴۶۶ | ۰,۵۸۳ | ۰,۸۱۶ | ۰,۵۱۶ | ۰,۶۵  | ۰,۸۶۶ | ۰,۴۸۳ | ۰,۶۳۳ | ۰,۸۳۳ | ۰,۵۶۶ | ۰,۶۸۳ | ۰,۸۸۳ | ۰,۴۶۶ | ۰,۶۱۶ | ... |
| ۵  | ۰,۴۶۶ | ۰,۶۶۶ | ۰,۸۳۳ | ۰,۴۶۶ | ۰,۶۸۳ | ۰,۸۳۳ | ۰,۳۵  | ۰,۵۶۶ | ۰,۷۵  | ۰,۴۸۳ | ۰,۶۵  | ۰,۸۳۳ | ۰,۵۱۶ | ۰,۶۳۳ | ... |
| ۶  | ۰,۴۳۳ | ۰,۶۵  | ۰,۸۳۳ | ۰,۶۵  | ۰,۷۶۶ | ۰,۹۵  | ۰,۵۱۶ | ۰,۷   | ۰,۸۶۶ | ۰,۶   | ۰,۷   | ۰,۹   | ۰,۵۱۶ | ۰,۶۸۳ | ... |
| ۷  | ۰,۴۱۶ | ۰,۵۶۶ | ۰,۸   | ۰,۴۵  | ۰,۶۱۶ | ۰,۸۳۳ | ۰,۴۳۳ | ۰,۶۱۶ | ۰,۸۱۶ | ۰,۴۶۶ | ۰,۶۶۶ | ۰,۸۵  | ۰,۴۳۳ | ۰,۵۵  | ... |
| ۸  | ۰,۳۸۳ | ۰,۵۸۳ | ۰,۷۸۳ | ۰,۵۸۳ | ۰,۷۳۳ | ۰,۸۶۶ | ۰,۵۸۳ | ۰,۷۶۶ | ۰,۹۱۶ | ۰,۴۸۳ | ۰,۶۶۶ | ۰,۸۵  | ۰,۴۱۶ | ۰,۵۸۳ | ... |
| ۹  | ۰,۵۸۳ | ۰,۷۳۳ | ۰,۹   | ۰,۵   | ۰,۶۳۳ | ۰,۸۳۳ | ۰,۴۱۶ | ۰,۵۶۶ | ۰,۷۸۳ | ۰,۵   | ۰,۶۸۳ | ۰,۸۶۶ | ۰,۵۸۳ | ۰,۷   | ... |
| ۱۰ | ۰,۴۵  | ۰,۶۶۶ | ۰,۸۳۳ | ۰,۶   | ۰,۷۶۶ | ۰,۹   | ۰,۴۱۶ | ۰,۵۶۶ | ۰,۷۵  | ۰,۵۵  | ۰,۷۱۶ | ۰,۸۸۳ | ۰,۳۵  | ۰,۵۱۶ | ... |
|    | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ... |

در بعد مالی، معیار صرفه جویی اقتصادی بیشترین تأثیرگذاری را دارد و معیار توانمندی مالی بیشترین تأثیر پذیری را دارد. (نمودار ۱) همچنین در بعد کیفیت معیار روحیه کار تیمی و شناخت اخلاق کار تیمی بیشترین تأثیرگذاری را دارد به طوری که بر دو معیار خلاقیت در ارائه سرویس و انگیزه تیم پروژه تأثیر گذار است و معیار انگیزه تیم پروژه بیشترین تأثیر پذیری را دارد. (نمودار ۲)

در مرحله دوم، ماتریس اولیه نرمال سازی شد، در مرحله سوم ماتریس ارتباط کامل معیارها (TC) محاسبه شد، در مرحله چهارم، ماتریس ارتباط کامل ابعاد محاسبه و در نهایت شدت و جهت تأثیر معیارها بر یکدیگر بدست آمد که نتایج نهایی به صورت زیر بدست آمده است.

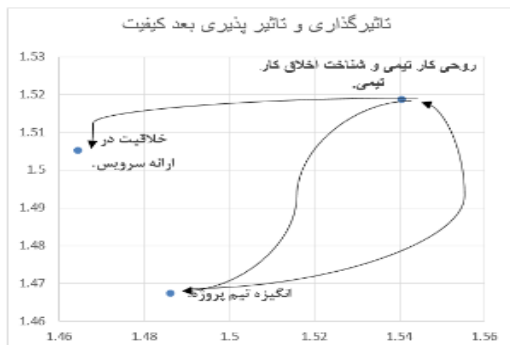
#### ماتریس اثر کل برای معیارها

در بعد پایداری معیار ارزش اکولوژیکال (زیست محیطی) بر بعد انطباق با شرایط و تغییرات آب و هوایی تأثیر گذار است (نمودار ۳) و در بعد سازماندهی معیار اهمیت تشکیل تیم در سازماندهی پروژه بیشترین تأثیرگذاری را دارد و معیار تنوع سلسله مراتبی تیم پروژه بیشترین تأثیر پذیری را دارد. (نمودار ۴)

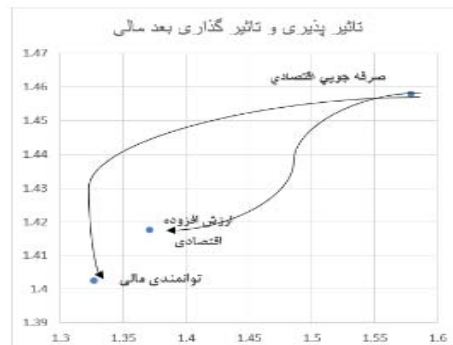
با جدا کردن مقادیر بدست آمده برای هر بعد از معیارها در یک ماتریس مجزا، ماتریس اثر معیارها در هر بعد بدست می‌آید که در جدول ۵ برای نمونه ماتریس اثر معیارها در بعد مالی ارائه شده است. بر اساس این مقادیر نمودارهای چگونگی ارتباط بین معیارها رسم می‌شود که به صورت بصری میزان تأثیر پذیری و تأثیر گذاری معیارها را نمایش می‌دهد.

جدول ۵. ماتریس اثر کل در معیارهای بعد مالی

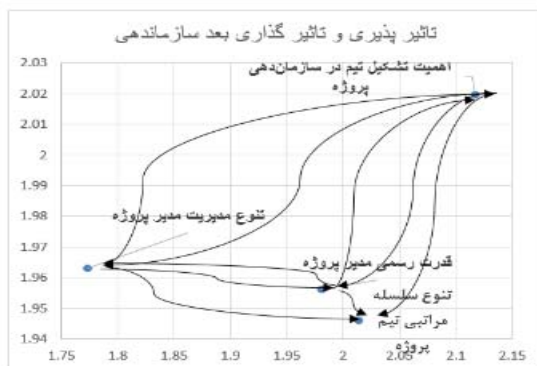
|               |                   |                     |                     |
|---------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| توانمندی مالی | صرفه جویی اقتصادی | ارزش افزوده اقتصادی | مالی و هزینه‌ای     |
| 0.448996879   | 0.466640919       | 0.455772321         | ارزش افزوده اقتصادی |
| 0.520360668   | 0.537449105       | 0.521003347         | صرفه جویی اقتصادی   |
| 0.433062656   | 0.453559419       | 0.44064998          | توانمندی مالی       |



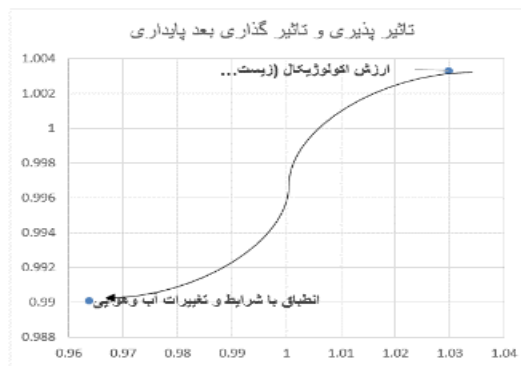
نمودار ۲. چگونگی ارتباط بین معیارهای بعد کیفیت



نمودار ۱. چگونگی ارتباط بین معیارهای بعد مالی



نمودار ۴. چگونگی ارتباط بین معیارهای بعد سازماندهی



نمودار ۳. چگونگی ارتباط بین معیارهای بعد پایداری

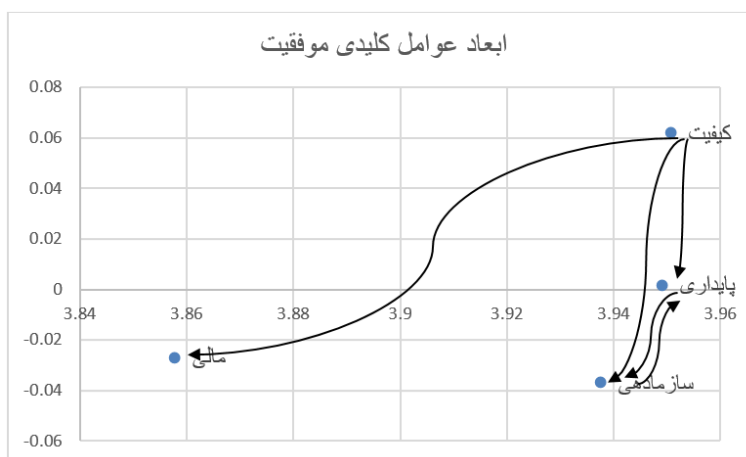
### ماتریس اثر کل برای ابعاد عوامل حیاتی موفقیت

است (نمودار ۵). همان‌طور که از نمودار استناد می‌شود، بعد کیفیت بر سه بعد دیگر تاثیرگذار است، و بعد پایداری هم بر بعد سازماندهی تاثیرگذار و هم از آن تاثیر پذیر است.

پس از محاسبه ماتریس اثر معیارها، ماتریس اثر برای ابعاد عوامل حیاتی موفقیت محاسبه شد (جدول ۶) که میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری آنها به صورت نمودار نمایش داده شده

جدول ۶. محاسبات ماتریس اثر کل برای ابعاد عوامل حیاتی موفقیت

|           |          |          |          |           |
|-----------|----------|----------|----------|-----------|
|           | مالی     | کیفیت    | پایداری  | سازماندهی |
| مالی      | ۰,۴۷۵۲۷۷ | ۰,۴۷۴۹۷  | ۰,۴۷۹۸۶۹ | ۰,۴۸۵۴۴۱  |
| کیفیت     | ۰,۴۹۵۷۰۶ | ۰,۴۹۹    | ۰,۵۰۴۵۴۳ | ۰,۵۰۶۹۹۶  |
| پایداری   | ۰,۴۸۸۷۹۸ | ۰,۴۸۶۳   | ۰,۴۹۸۳۵۲ | ۰,۵۰۲۰۴۳  |
| سازماندهی | ۰,۴۸۲۴۶۶ | ۰,۴۸۴۱۵  | ۰,۴۹۰۸۰۳ | ۰,۴۹۲۸۳۱  |
| D         | ۱,۹۱۵۵۵۶ | ۲,۰۰۶۲۴۴ | ۱,۹۷۵۴۹۷ | ۱,۹۵۰۲۴۶  |
| R         | ۱,۹۴۲۲۴۸ | ۱,۹۴۴۴۱۵ | ۱,۹۷۳۵۶۸ | ۱,۹۸۷۳۲۶  |



نمودار ۵. چگونگی ارتباط بین وجوه کارت امتیازی متوازن

### تعیین وزن معیارها

محاسبه می‌شود تا از طریق آن اوزان نهایی معیارها محاسبه شود که به شرح جدول ۸ اوزان نهایی بدست آمده است.

در ادامه با نرمال سازی ماتریس ارتباط کامل معیارها  $T_C^\alpha$  سوپرماتریس ناموزون تشکیل شده و سپس سوپر ماتریس موزون و در نهایت سوپر ماتریس موزون محدود (جدول ۷)

جدول ۷. سوپر ماتریس موزون محدود

|    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ۱  | ۰,۰۸۲ | ۰,۰۸۲ | ۰,۰۸۲ | ۰,۰۸۲ | ۰,۰۸۲ | ۰,۰۸۲ | ۰,۰۸۲ | ۰,۰۸۲ | ۰,۰۸۲ | ۰,۰۸۲ | ۰,۰۸۲ | ۰,۰۸۲ |
| ۲  | ۰,۰۸۵ | ۰,۰۸۵ | ۰,۰۸۵ | ۰,۰۸۵ | ۰,۰۸۵ | ۰,۰۸۵ | ۰,۰۸۵ | ۰,۰۸۵ | ۰,۰۸۵ | ۰,۰۸۵ | ۰,۰۸۵ | ۰,۰۸۵ |
| ۳  | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ |
| ۴  | ۰,۰۸۳ | ۰,۰۸۳ | ۰,۰۸۳ | ۰,۰۸۳ | ۰,۰۸۳ | ۰,۰۸۳ | ۰,۰۸۳ | ۰,۰۸۳ | ۰,۰۸۳ | ۰,۰۸۳ | ۰,۰۸۳ | ۰,۰۸۳ |
| ۵  | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ | ۰,۰۸۱ |
| ۶  | ۰,۰۸۴ | ۰,۰۸۴ | ۰,۰۸۴ | ۰,۰۸۴ | ۰,۰۸۴ | ۰,۰۸۴ | ۰,۰۸۴ | ۰,۰۸۴ | ۰,۰۸۴ | ۰,۰۸۴ | ۰,۰۸۴ | ۰,۰۸۴ |
| ۷  | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ |
| ۸  | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ | ۰,۱۲۶ |
| ۹  | ۰,۰۶۲ | ۰,۰۶۲ | ۰,۰۶۲ | ۰,۰۶۲ | ۰,۰۶۲ | ۰,۰۶۲ | ۰,۰۶۲ | ۰,۰۶۲ | ۰,۰۶۲ | ۰,۰۶۲ | ۰,۰۶۲ | ۰,۰۶۲ |
| ۱۰ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ |
| ۱۱ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ | ۰,۰۶۳ |
| ۱۲ | ۰,۰۶۵ | ۰,۰۶۵ | ۰,۰۶۵ | ۰,۰۶۵ | ۰,۰۶۵ | ۰,۰۶۵ | ۰,۰۶۵ | ۰,۰۶۵ | ۰,۰۶۵ | ۰,۰۶۵ | ۰,۰۶۵ | ۰,۰۶۵ |

جدول ۸. وزن نهایی معیارها

| وزن   | معیار                                | بعد       | وزن   | معیار                                  | بعد   |
|-------|--------------------------------------|-----------|-------|--|-------|
| ۰,۱۲۶ | انطباق با شرایط و تغییرات آب و هوایی | پایداری   | ۰,۰۸۲ | ارزش افزوده اقتصادی                    | مالی  |
| ۰,۱۲۶ | ارزش اکولوژیکال                      |           | ۰,۰۸۵ | صرفه جویی اقتصادی                      |       |
| ۰,۰۶۲ | تنوع سلسله مراتبی تیم پروژه          | سازماندهی | ۰,۰۸۱ | توانمندی مالی                          | کیفیت |
| ۰,۰۶۳ | قدرت رسمی مدیر پروژه                 |           | ۰,۰۸۳ | خلاقیت در ارائه سرویس                  |       |
| ۰,۰۶۳ | تنوع مدیریت مدیر پروژه               |           | ۰,۰۸۱ | انگیزه تیم پروژه                       |       |
| ۰,۰۶۵ | اهمیت تشکیل تیم در سازماندهی پروژه   |           | ۰,۰۸۴ | روحیه کار تیمی و شناخت اخلاق کار تیمی. |       |

## بحث

سازماندهی است که باعث بهبود قدرت رسمی، تنوع مدیریت و تنوع سلسله مراتبی در پروژه خواهد شد. قدرت رسمی و تنوع مدیریت رابطه دو سویه با تشکیل تیم در سازماندهی و با یکدیگر رابطه دوسویه دارند که می‌توان نتیجه گرفت با بهبود یک عامل انتظار بهبود در عامل دیگر را داشته باشیم. در نهایت تنوع سلسله مراتبی عاملی است که از دیگر عامل‌ها تأثیر می‌پذیرد از این رو در بهبود آن حتماً باید نقش دیگر عامل در نظر گرفته شود. در نهایت اوزان نهایی عوامل حیاتی موفقیت بدست آمده است که نشان دهنده میزان اهمیت هر عامل به صورت مجزا و بدون توجه به رابطه‌های اثرگذاری و اثرپذیری آنهاست. این اوزان برای مدیر پروژه راهنمایی است که هم با توجه به محدودیت‌های مدیریت مهم‌ترین عوامل را در نظر بگیرد و با توجه به روابط علی و معلولی اولویت نظارت و بهبود را مشخص نماید. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان پیشنهادات کاربردی زیر را برای مدیریت پروژه ارائه داشت.

-در سازماندهی پروژه باید به ایجاد تیم‌های کاری با تخصص‌های مختلف توجه داشت که این امر باعث ایجاد قدرت رسمی و تنوع در مدیریت خواهد شد که سازماندهی را برای موفقیت در پروژه ساخت مترو مناسب می‌کند.

-قبل از تشکیل تیم در سازمان، فرهنگ کاری نیروی انسانی باید به گونه‌ای باشد که روحیه کار تیمی داشته باشد از این رو نیاز به آموزش و تمرین در این حوزه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. در صورت توسعه روحیه کار تیمی در سازمان انگیزه و خلاقیت نیز رشد خواهد داشت.

-مهم‌ترین نکته مدیریت مالی در یک پروژه ساخت مترو صرفه جویی اقتصادی و کنترل هزینه‌ها است، از آن جهت که هزینه پروژه‌های ساخت مترو به نسبت دیگر پروژه‌های عمرانی در سطح بالایی قرار دارد این امر بر توانمندی مالی و ایجاد ارزش افزوده موثر خواهد بود.

-توجه به پایداری پروژه و رعایت مسائل محیط زیستی و اجرای پروژه منطبق با محیط زیست و شرایط آب و هوایی در موفقیت پروژه ساخت مترو سهم بسزایی دارد به طوری که تجربیات مختلفی در شکست این پروژه‌ها به خاطر عدم توجه به این مسائل وجود دارد.

پروژه‌های ساخت مترو یکی از پرهزینه‌ترین و زمان برترین پروژه‌های شهری هستند که در کشورها به اجرا می‌رسند، که شکست در این پروژه‌ها هزینه‌های مالی، اجتماعی، مدیریتی بسیار زیادی بر کشور تحمیل می‌کند. از این رو موفقیت در این پروژه‌ها به معنای به انجام رسیدن پروژه در زمان و هزینه و کیفیت مقرر از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. یکی از مهم‌ترین راه‌ها برای مراقبت از موفقیت پروژه، تمرکز بر عوامل حیاتی موفقیت پروژه است. از آن جهت که پروژه ساخت مترو یک پروژه خاص شهری است از این رو انتظار می‌رود که عوامل حیاتی موفقیت آن نیز ویژه باشند. در این پژوهش با بررسی مرور ادبیات عوامل حیاتی موفقیت پروژه‌های عمرانی شناسایی شدند که ۲۱ عامل شناسایی شد. این عوامل در ۴ بعد مالی، کیفیت، پایداری و سازماندهی دسته بندی شدند و با دلفی فازی برای پروژه ساخت مترو پالایش شدند که ۱۲ عامل در ۴ بعد باقی ماندند. سپس با استفاده از DANP فازی تأثیر گذاری و تأثیرپذیری عوامل مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت اوزان آنها بدست آمد. در بررسی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری ابعاد عوامل حیاتی موفقیت در پروژه ساخت مترو بعد کیفیت تأثیرگذارترین بعد شناسایی شد، به این معنی که سرمایه‌گذاری در بعد کیفیت باعث بهبود دیگر ابعاد در بلند مدت خواهد شد. به عبارت دیگر در صورت بهبود در بعد کیفیت عملکرد پروژه در ابعاد مالی، پایداری و سازماندهی بهبود خواهد یافت، بین ابعاد پایداری و سازماندهی نیز یک رابطه دوسویه وجود دارد. یعنی با بهبود یک حوزه دیگری بهبود خواهد یافت و عملکرد ضعیف در یک حوزه باعث عملکرد ضعیف حوزه دیگر در پروژه خواهد شد. در بعد مالی صرفه جویی اقتصادی بر دو عامل دیگر یعنی ارزش افزوده اقتصادی و توانمندی مالی موثر است و بهبود عملکرد در آن باعث بهبود دو عامل دیگر خواهد شد. در بعد کیفیت عامل روحیه کار تیمی و شناخت اخلاق کار تیمی رابطه دوسویه با انگیزه تیم پروژه داشته و بر خلاقیت در ارائه سرویس موثر است. از این رو پیش بینی می‌شود با بهبود روحیه کار تیمی انگیزه و خلاقیت توسعه پیدا کند و باعث بهبود کیفیت اجرای پروژه شود. در بعد پایداری ارزش اکولوژیکال بر انطباق با شرایط آب و هوایی موثر است به عبارتی بدون توجه به ارزش اکولوژیکال نمی‌توان با شرایط آب و هوایی انطباق لازم را ایجاد نمود. در نهایت در بعد سازماندهی موثرترین عامل تشکیل تیم در

## ۵- نتیجه گیری

ابعاد پایداری و سازماندهی با یکدیگر رابطه متقابل دارند. در نهایت اوزان عوامل هر بعد بدست آمد که نشان دهنده اهمیت بالای عوامل ارزش اکولوژیکال و انطباق با شرایط و آب هوایی است. نتایج این پژوهش می تواند درک مناسبی از عوامل حیاتی موفقیت در ساخت پروژه برای تصمیم گیران و مدیران پروژه ایجاد نماید تا بتوانند بر اساس عوامل شناسایی شده، شیوه تاثیرگذاری آنها بر یکدیگر و اوزان آنها نظارت و کنترل مناسبی بر پیشرفت پروژه تا موفقیت نهایی پروژه داشته باشند. برای تحقیقات آینده پیشنهادات زیر ارائه می شود. -استفاده از شبیه سازی پویایی های سیستمی برای درک بهتر و اندازه گیری میزان تاثیرگذاری عوامل بر موفقیت پروژه -استفاده از چارچوب های ارزیابی عملکرد مانند کارت امتیازی متوازن -رتبه بندی موفقیت پروژه های مترو در شهرهای ایران بر اساس عوامل کلیدی موفقیت شناسایی شده

پروژه های ساخت مترو از پرهزینه ترین و طولانی مدت ترین پروژه عمرانی است که در شهرها اجرا می شود از این رو موفقیت در این پروژه ها به معنای انجام اتمام پروژه در زمان مقرر و با هزینه و کیفیت مناسب از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. یکی از مهم ترین روش های کنترل و نظارت پروژه ها کنترل و نظارت بر عوامل حیاتی موفقیت است. از این رو در این پژوهش ابتدا عوامل حیاتی موفقیت پروژه در ادبیات مورد شناسایی قرار گرفت و در چهار دسته مالی، کیفیت، پایداری و سازماندهی دسته بندی شدند. ۲۱ عامل شناسایی شده با روش دلفی فازی برای پروژه های ساخت مترو پالایش شدند، که ۱۲ عامل به عنوان عوامل حیاتی موفقیت پروژه ساخت مترو باقی ماندند. در مرحله بعد برای شناسایی اوزان و تاثیرگذاری و تاثیرپذیری عوامل بریکدیگر از روش DANP فازی استفاده شد. نتایج نشان می دهد که بعد کیفیت بر دیگر ابعاد تاثیرگذار است به عبارتی با بهبود کیفیت انتظار داریم سه بعد دیگر بهبود یافته و

## ۷- مراجع

- علاءالدینی، پویا، فایضی، الهام (۱۳۹۰). ارتقای پایداری شهری از طریق تمهیدات بدیل حمل و نقل: سنجش دست آوردها و چالشهای طرح آزمایشی دوچرخه اشتراکی در تهران، *مطالعات شهری*، شماره ۱، ۹۰-۷۷.
- عمران زاده، بهروز، قرخلو، مسعود، پوراحمد، امین (۱۳۹۱). ارزیابی و تحلیل کارایی سیستم حمل و نقل BRT و رضایت عمومی از آن در کلانشهر تهران. *پژوهش های جغرافیای انسانی (پژوهش های جغرافیایی)*، شماره ۷۳، ۳۸-۱۹.
- فایضی، الهام (۱۳۹۰). ارتقا پایداری شهری از طریق اقدامات جایگزین حمل و نقل: ارزیابی دستاوردها و چالش های طرح آزمایشی و چرخه مشترک در تهران. *مطالعات شهری*، ۱۰۱، ۹۰-۷۷.
- کاتب، غزاله (۱۳۹۹). طراحی مدلی جهت ارزیابی پیمانکاران در برون سپاری پروژه های عمرانی شهرداری (مورد مطالعه: شهرداری منطقه ۳ تهران). *نخبگان علوم و مهندسی*، ۵(۱)، ۶۷-۵۱.
- مردمی، کریم. قمری، حسام (۱۳۹۳). الزامات تاثیر گذار در اجتماع پذیری فضای ایستگاه های مترو. *مدیریت شهری*، شماره ۲۷، ۴۰-۳۱.
- Abolhabib, Mohammad, Sharifi, Farzad, Rahimzadeh Dehaghani, Amir (2020). A hesitant fuzzy DANP for Identifying and prioritizing effects and challenges of green roof on mental health in developing countries, *Department of Industrial Engineering, Islamic Azad University of Tehran, Iran*.
- Adafin, J., Rotimi, J.O.B. and Wilkinson, S. (2021). An evaluation of risk factors impacting project budget performance in New Zealand. *Journal of Engineering, Design and Technology*, Vol. 19 No. 1, 41-61. doi.org/10.1108/JEDT-03-2019-0056
- Ahmad, Hesha, An, Min, (2008). Knowledge management implementation in construction projects: AKM model for Knowledge Creation, Collection and Updating (KCCU), *Int. J. Project Organisation and Management*, Vol. 1, No. 2. 133-166
- Akbari Ahmadabadi Ali, Heravi Gholamreza, (2019) The effect of critical success factors on project success in Public-Private Partnership projects: A case study of highway projects in Iran, *Transport Policy*, Vol. 73, 152-161.
- Alawamleh, Mohammad & Bani Ismail, Loay & Nahleh, Marwan & Qudah, Kamal. (2020). Role of open innovation in project management

- Procedia Computer Science, Vol. 100, 489-497.
- Haseeb, M., Xinhai-Lu, A., Bibi, M., & Dyian, W. R. (2014). Problems of projects and effects of delays in the construction industry of Pakistan. *Austr. Journal of Bus. Manage. Res.*, 1 (5): 41-50.
- Hemanata., D, Anil sawhney, K.C. Iyer & S. Rental. (2012). Analysing factors affecting delays in Indian construction projects. *International Journal Of Project Management.* Vol.30, 479-489.
- Ihuah Paulinus Woka, Iyenemi Ibimina Kakulu, David Eaton, (2014). A review of Critical Project Management Success Factors (CPMSF) for sustainable social housing in Nigeria, *International Journal of Sustainable Built Environment*, Vol. 3, Issue 1, 62-71.
- Ika, L. A. (2009). Project Success as a Topic in Project Management Journals. *Project Management Journal*, 40(4), 6–19. [doi.org/10.1002/pmj.20137](https://doi.org/10.1002/pmj.20137)
- Iqbal, Syed Muhammad Javed; Zaman, Umer; Siddiqui, Suleman Hafeez; Imran, Muhammad Kashif (2019). Influence of transformational leadership factors on project success, *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*, *Johar Education Society*, Pakistan (JESPK), Lahore, Vol. 13, Iss. 1, 231-256.
- Izabela Andressa Machado dos Santos; Gladys Dorotea Cacsire Barriga; Daniel Jugend; Paulo Augusto Cauchick-Miguel (2019). Organizational factors influencing project success: an assessment in the automotive industry, *Production*, Vol.29,1-13.
- Jian Zuo, Xianbo Zhao, Quan Bui Minh Nguyen, Tony Ma, Shang Gao, (2016). Soft skills of construction project management professionals and project success factors: a structural equation model. *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 25 No. 3, 425-442. [doi.org/10.1108/ECAM-01-2016-0016](https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2016-0016)
- Jitpaiboon, T., Smith, S. M., & Gu, Q. (2019). Critical Success Factors Affecting Project Performance: An Analysis of Tools, Practices, and Managerial Support. *Project Management Journal*, 50(3), 271–287.
- Kassem, M., Khoiry, M.A. and Hamzah, N. (2020). Assessment of the effect of external risk factors on the success of an oil and gas construction project. *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 27 No. 9, 2767-2793. [doi.org/10.1108/ECAM-10-2019-0573](https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2019-0573)
- CSF. *International Journal of Business Innovation and Research.* V21. N4. 466-489. 466. [doi: 10.1504/IJBIR.2020.106013](https://doi.org/10.1504/IJBIR.2020.106013)
- Banihashemi Saeed, Hosseini M. Reza, Golizadeh Hamed, Sankaran Shankar, (2017). Critical success factors (CSFs) for integration of sustainability into construction project management practices in developing countries, *International Journal of Project Management*, Vol. 35, Issue 6, 1103-1119.
- Barry, B., Braun, J. and Derocchi, M., (2010). Development and Evaluation of a Decision Model for Approval of Civil Engineering Independent Study Projects. *Annual Conference & Exposition*, American Society for Engineering Education.
- Brage-Ardao, R., Graham, D. J., & Anderson, R. J. (2015). Determinants of Train Service Costs in Metro Operations. *Transportation Research Record*, 2534(1), 31–37.
- Bodea, Constanta-Nicoleta & Dascalu, Maria. (2012). Designing an Innovative Training Tool, *A Formative E-Assessment System for Project Management*. 10.5772/29465.
- Burkhart R, (1995), Survey results to the three biggest problems, Washington, D.C., USA: *Industrial Research Institute*. 1196-1212.
- Cheng, C.H. & Lin, Y, (2002), Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation. *European Journal of Operational Research*, 142,174-186.
- Chun W.J. & Tang T.H. Hsun S.M. & Hui F.H, (2010). Government performance evaluation using abalanced scorecard with a fuzzy linguistic scale, *The Service Industries Journal*, 30(3). 449-462.
- Fernández-Sánchez, Gonzalo. Rodríguez-López, Fernando (2010). A methodology to identify sustainability indicators in construction project management—Application to infrastructure projects in Spain, *Ecological Indicators*, Vol. 10, Issue 6, 1193-1201.
- Fleming, Q. W, and Koppelman, J. M, (2010). Earned value project management. *Project Management Institute*.
- Gimenez, C. Sierra, V. Rodon, J. (2012). Sustainable operations: Their impact on the triple bottom line, *International Journal of Production Economics*, Vol. 140, Issue 1, 149-159.
- Gomes, Jorge. Romão, Mário. (2016). Improving Project Success: A Case Study Using Benefits and Project Management,

- Management: An Exploratory Study of an Energy Company in Brazil. *Global Journal of Management and Business Research*, 14(A10), 39-50.
- Pewdum W. T., Rujirayanyong, V., Sooksatra, (2009). Forecasting Final Budget and Duration of Highway Construction Projects., *Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol. 16, No. 6, 544-557.
- Satish Kumar Viswanathan, Kamalendra Kumar Tripathi & Kumar Neeraj Jha (2019). Influence of risk mitigation measures on international construction project success criteria – a survey of Indian experiences, *Construction Management and Economics*, v38, 207-222.
- Shakeri Hedieh, Khalilzadeh Mohammad,(2020) Analysis of factors affecting project communications with a hybrid DEMATEL-ISM approach (A case study in Iran), *Heliyon*, Vol. 6, Issue 8, ISSN 2405-8440.
- Thomson, C., El-Haram, M. A., & Emmanuel, R. (2011). Mapping sustainability assessment with the project life cycle. *Engineering Sustainability*, 164(2), 143-157.
- doi.org/10.1680/ensu.2011.164.2.143**
- Vittal S. Anantamula & Parviz F. Rad (2018) Role of Organizational Project Management Maturity Factors on Project Success, *Engineering Management Journal*, 30:3, 165-178.
- doi: 10.1080/10429247.2018.1458208**
- Xing Y., Horner R.M.W., El-Haram M.A., Bebbington J. (2009). A framework model for assessing sustainability impacts of urban development. In *Accounting Forum* Vol. 33, No. 3, 209-224.
- Yuanyuan Li, Huanbin Song, Peidong Sang, Po-Han Chen, Xingmin Liu, (2019). Review of Critical Success Factors (CSFs) for green building projects. *Building and Environment*, Vol. 158, 182-191.
- Zarina Alias, E.M.A. Zawawi, Khalid Yusof, N.M. Aris, (2014). Determining Critical Success Factors of Project Management Practice: A Conceptual Framework, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol.153, 61-69.
- Zawawi, E.M.A. Kamaruzzaman, S.N., Z. Zulkarnain, Ithnin, S.H., (2011). A Conceptual Framework for Describing CSF of Building Maintenance Management, *Procedia Engineering*, Vol. 20, 110-117.
- Kiani Mavi, Reza. Standing, Craig. (2018). Critical success factors of sustainable project management in construction: A fuzzy DEMATEL-ANP approach, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 194, 751-765.
- Lynn A. Keeyes, Martina Huemann, (2017). Project benefits co-creation: Shaping sustainable development benefits. *International Journal of Project Management*, Vol. 35, Issue 6, 1196-1212
- Martens, M, L. Carvalho, M. M. (2017). Key factors of sustainability in project management context: A survey exploring the project managers' perspective, *International Journal of Project Management*, Vol. 35, Issue 6, 1084-1102,
- Matilda, Alexandrova, & Lilyana, Ivanova-Stankova. (2013). Critical success factors of project management: empirical evidence from projects supported by eu programmes. *9th international aseco conference on systemic economic crisis: current issues and perspectives*.
- Matthews, J., Stanley, T. and Davidson, P. (2018). Human factors and project challenges influencing employee engagement in a project-based organisation (PBO). *International Journal of Managing Projects in Business*, Vol. 11 No. 4, 873-885.
- doi.org/10.1108/IJMPB-04-2017-0043**
- McLeod, L., Doolin, B., & Macdonell, S. G. (2012). A Perspective-Based Understanding Of Project Success. *Project Management Journal*, 43, 68-86.
- Mulder, J. & Brent, A.C. (2006) Selection of Sustainable Rural Agriculture Projects in South Africa: Case Studies in the LandCare Programme, *Journal of Sustainable Agriculture*, 28:2, 55-84.
- doi: 10.1300/J064v28n02\_06**
- Ngacho, C. and Das, D, (2013). A performance evaluation framework of development projects: An empirical study of constituency development fund (CDF) construction projects in Kenya. *International Journal of Project Management*, 32(3), 492-507.
- Nethathe, J. M., Van Waveren, C. C., & Chan, K. Y. (2011). Extended critical success factor model for management of multiple projects: An empirical view from Transnet in South Africa. *South African Journal of Industrial Engineering*, 22(2), 189-203.
- Osorio, P. C. F. Quelhas, O, L, G. Zotes L, P. (2014). Critical Success Factors in Project

# Identify and Prioritize the Critical Success Factors for Implementing Project Management in Metro Construction

*Seyed Hosein Seyedi, Department of Industrial Engineering and Management,  
Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.*

*Payam Farhadi, Department of Management, Zand Higher Education Institute, Shiraz, Iran.*

*Farhad Ranjbar, M.Sc., Student, Construction Project Management, Apadana Higher  
Education Institute, Shiraz, Iran.*

*Mohsen Lotfi, Department of Industrial Engineering and Management, Shahrood University  
of Technology, Shahrood, Iran.*

*E-mail: [payamfarhadi88@gmail.com](mailto:payamfarhadi88@gmail.com)*

Received: August 2024- Accepted: December 2024

## **ABSTRACT**

The management of subway construction projects is very important due to the high cost and long duration and the economic, social and environmental impact. In order to properly and systematically monitor these projects, the critical factors of success in these projects must be identified, Prioritized and supervised them. For this purpose, in this research, the critical success factors in the projects are identified and categorized by reviewing the literature, then these factors are refined for metro construction projects with the fuzzy Delphi method. In the next step, the fuzzy DANP method is used to understand the interaction of the factors and obtain their weights. In the stage of identification of factors, 21 factors were identified and categorized in the four dimensions of finance, quality, sustainability, and organization, and 12 factors remained by performing two rounds of fuzzy Delphi. Results show that the quality dimension affects the other three dimensions, which means the need to invest in quality to improve the performance of the project in all dimensions. Finally, the weights of the factors were obtained, which results shows the importance of the factors of ecological value and adaptation to weather conditions. These two factors are in the dimension of sustainability and it is important to pay attention to environmental issues in the success and sustainability of the project in the long term. The results of this research can be a guide for managers to effectively monitor subway construction projects to achieve success of various dimensions.

**Keywords:** Critical Success Factors, Metro, Fuzzy Delphi, Fuzzy DANP