



## بررسی کارکرد تحلیل شبکه اجتماعی در مدیریت ریسک با رویکرد ذینفعان (پروژه‌های مترو تهران)

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۳/۲۵

هانی اربابی

استادیار، هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس، گروه مدیریت پروژه و ساخت (مسئول مکاتبات)  
arbabi@modares.ac.ir

ستاره ولی‌نواز

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت پروژه و ساخت، دانشگاه تربیت مدرس setare.valinava@gmail.com

محمدحسین صبحیه

دانشیار، هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس، گروه مدیریت پروژه و ساخت sobhiyah@modares.ac.ir

### چکیده

**مقدمه و هدف پژوهش:** پروژه‌های مترو، شرایط پیچیده‌ای دارند که منجر به افزایش عدم قطعیت در آن‌ها می‌شود. شرایط غیرقابل پیش‌بینی پروژه‌های زیرزمینی، اندازه بزرگ پروژه، حجم عظیم سرمایه‌گذاری، زمان طولانی، ذینفعان متعدد و روش‌های ساخت پیچیده، وجود ریسک‌های بالقوه را در این پروژه‌ها آشکار می‌سازد. با توجه به ذینفعان مختلفی که درگیر پروژه‌های مترو هستند، الگوها و روابط اجتماعی این ذینفعان، پدیده مدیریت ریسک را در این پروژه‌ها بیش از پیش پیچیده می‌سازد. با توجه به خلا دانشی موجود در این زمینه، محققان با اتخاذ رویکرد شبکه‌های اجتماعی، به تحلیل ریسک‌های ذینفعان پروژه به‌عنوان عناصری به‌هم پیوسته که دارای روابط علت و معلولی هستند، پرداخته‌اند. هدف از پژوهش حاضر، یافتن ریسک‌های بحرانی ذینفعان به روش تحلیل شبکه اجتماعی در مدیریت ریسک ذینفعان پروژه‌های مترو تهران است.

**روش پژوهش:** پژوهش حاضر از نوع کیفی و با استراتژی مصاحبه می‌باشد. پس از جمع‌آوری داده‌ها توسط مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته، از ۳۰ ذینفع در شش دسته، با استفاده از نرم‌افزار تحلیل شبکه‌های اجتماعی، به تحلیل داده‌ها پرداخته شد و شبکه ریسک‌های ذینفعان ترسیم شد.

**یافته‌ها:** ریسک‌های انسانی-مدیریتی، برنامه‌ریزی، مالی اقتصادی، قانونی و ریسک تاخیرات ساخت به‌عنوان ریسک‌های کلیدی شناخته شدند.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌های به‌دست آمده، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که همیشه ریسک‌های مالی و اقتصادی، در اولویت ریسک‌های پروژه‌ها نیستند و باید به ریسک‌های انسانی و مدیریتی، در کنار دیگر ریسک‌ها توجه ویژه‌ای نمود.

**واژگان کلیدی:** مدیریت ریسک، ذینفعان، تحلیل شبکه اجتماعی، پروژه‌های مترو تهران

## مقدمه

در دهه‌های اخیر با رشد جمعیت شهرها، مشکلات بسیاری از جمله اختلال در سیستم حمل‌ونقل، آلودگی هوا و تصادفات به وجود آمده است. جهت کاهش این موارد می‌توان به سامانه‌های حمل‌ونقل انبوه‌بر و با انرژی پاک توجه خاصی نمود؛ مانند سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی (مترو) که می‌تواند هم کمک شایانی به کاهش ترافیک کند و هم سبب کاهش آلودگی هوا و محیط‌زیست گردد (Ka Yan Mok 2015). با گسترش ابعاد جامعه شهری تهران، نیاز به ساخت و توسعه پروژه‌های مترو در این شهر همانند بسیاری شهرهای بزرگ، امری اجتناب‌ناپذیر است.

پروژه‌های مترو، به‌عنوان پروژه‌های زیرساختی از اهمیت قابل‌توجهی برخوردارند و دارای پیچیدگی‌های فراوان، شرایط غیرقابل‌پیش‌بینی در حفاری‌های زیرزمینی، زمان طولانی و هزینه‌های زیاد می‌باشند (Sousa & Einstein, 2012:27). آمارهای بسیاری در زمینه افزایش زمان و هزینه پروژه‌های مترو وجود دارد. ذی‌نفعان داخلی و خارجی زیادی نیز در این پروژه‌ها درگیر هستند و بر روی آن‌ها تاثیر می‌گذارند و یا از آن‌ها تاثیر می‌پذیرند که ارتباطات داخلی آن‌ها در بعضی موارد بسیار پیچیده است. تعارض در علایق، تمایلات و اهداف این ذی‌نفعان، موجب بروز ریسک‌های زیادی در این صنعت شده است. علاوه بر آن، شرایط غیرقابل‌پیش‌بینی پروژه‌های زیرزمینی، اندازه بزرگ پروژه‌ها، حجم عظیم سرمایه‌گذاری، زمان طولانی، ذی‌نفعان متعدد و روش‌های ساخت پیچیده، وجود ریسک‌های بالقوه را در محیط این پروژه‌ها منجر می‌شود (Sarkar, 2012:4).

ذی‌نفعان در پروژه‌ها معمولاً به دو دسته ذی‌نفعان اولیه و ثانویه طبقه‌بندی می‌شوند. ذی‌نفعان اولیه، افراد و سازمان‌هایی هستند که پروژه برای ادامه حیات خود به آن‌ها وابسته است؛ در حالی که ذی‌نفعان ثانویه، گروه‌هایی هستند که بر پروژه اثر می‌گذارند و یا از آن متاثر می‌شوند، اما پروژه برای ادامه حیات خود به آن‌ها وابسته نیست (Park et al., 2014:23). این ذی‌نفعان می‌توانند طبق نظریه نهادی، نوعی مشروعیت برای پروژه به ارمغان بیاورند. علی‌رغم اهمیت این ذی‌نفعان، از آنجایی که شناخت این ذی‌نفعان و تحلیل انتظارات آن‌ها مشکل است، در پروژه‌های ساخت‌وساز کمتر به تحلیل این ذی‌نفعان پرداخته می‌شود (Chinyio & Olomolaiye, 2010).

با توجه به ذی‌نفعان مختلفی که درگیر پروژه‌های مترو هستند، الگوها و روابط اجتماعی این ذی‌نفعان، پدیده مدیریت ریسک را در این پروژه‌ها بیش از پیش پیچیده می‌سازد. از سوی دیگر، شناخت ریسک‌های ذی-نفعان ثانویه نیز بر سختی تحلیل ریسک‌ها و تعامل آن‌ها در این پروژه‌ها می‌افزاید.

در مطالعات گذشته، عموماً تحلیل ریسک‌ها توسط روش‌هایی انجام شده است که تعامل ریسک‌ها و به‌خصوص تعاملات ریسک‌های ذی‌نفعان ثانویه را کمتر مورد توجه قرار داده‌اند. اما بنابر پیچیدگی‌های ذکر شده، روش‌های سنتی نمی‌تواند پاسخگوی مدیریت ریسک جامع و موردنیاز پروژه‌های پیچیده مانند پروژه‌های احداث خطوط مترو باشد (Choi et al., 2004:130). برای این منظور در دهه‌های اخیر، روش‌های جدیدتری پیشنهاد می‌شود که یکی از آن‌ها تحلیل شبکه اجتماعی<sup>1</sup> ذی‌نفعان است. تحلیل شبکه اجتماعی فرض می‌کند که اعضا شبکه می‌توانند با هم‌دیگر تعامل کنند و رفتار آن‌ها به طرز قابل‌توجهی به واسطه الگوی ارتباطی تعریف شده در ساختار شبکه، تحت تاثیر قرار می‌گیرد. این تئوری بر ساختار و الگوهای ارتباطی تاکید دارد و به دنبال شناسایی روابط علت و معلولی است. در یک شبکه اجتماعی، ریسک‌ها با استفاده از ارتباطات داخلی و مشارکت ذی‌نفعان و الگوهای اعمال شده تحلیل می‌شوند (T. Yu et al., 2017)؛ بنابراین استفاده از رویکرد تحلیل شبکه اجتماعی می‌تواند روش مناسبی برای بررسی تاثیرات متقابل ریسک‌ها با رویکرد ذی‌نفعان باشد.

در پژوهش حاضر، به بررسی ریسک‌های پروژه‌های مترو با رویکرد ذی‌نفعان و با دیدی شبکه‌ای پرداخته شده است. هدف این پژوهش، شناسایی مهم‌ترین ریسک‌ها با رویکرد ذی‌نفعان می‌باشد؛ در نتیجه سوالات تحقیق عبارت‌اند از:

- سوال یک: ریسک‌های پروژه‌های مترو تهران کدامند؟
- سوال دو: ذی‌نفعان اولیه و ثانویه پروژه‌های مترو و ریسک‌های مرتبط با آن‌ها کدام است؟
- سوال سه: مهم‌ترین ریسک‌های ذی‌نفعان در پروژه‌های مترو با توجه به شاخص‌های مرتبط با تحلیل شبکه‌های اجتماعی کدامند؟
- سوال چهار: میزان کارکرد و اثربخشی روش تحلیل شبکه اجتماعی در مدیریت ریسک با رویکرد ذی‌نفعان در پروژه‌های مترو چگونه است؟

در این پژوهش، حوزه‌های دانشی مدیریت ریسک و مدیریت ذینفعان هم‌زمان درگیر می‌شوند و در انتها بحرانی‌ترین ریسک‌ها و اصلی‌ترین ذینفعان در شبکه مشخص می‌شوند، تعاملات و ارتباطات پیچیده بین آن‌ها، با استفاده از تحلیل شبکه اجتماعی بررسی و طی فرآیند مدیریت ریسک برای تقلیل اثرات آن‌ها راهکارهایی ارائه می‌شود.

### مرور ادبیات موضوع

#### ۱- مدیریت ریسک در پروژه‌های مترو

ریسک در پروژه‌های مترو به دلایل مختلفی از جمله شرایط پیچیده زمین‌شناسی و وجود آب‌های زیرزمینی، پیچیدگی بالای تکنیک‌ها و روش‌های ساخت و استفاده از تجهیزات پیشرفته، شرایط محیطی (آسیب به بافت مجاور، اختلالات ترافیکی، مصرف انرژی و...) ( Ghosh & Jintanapanant, 2004:22) و پیچیدگی در مدیریت (Reilly, 2000:15) بروز پیدا می‌کند.

پژوهش‌های بسیاری در ابعاد مختلف در زمینه ریسک‌های مترو انجام شده است. بخش عمده‌ای از این ریسک‌ها مربوط به بحث ایمنی در پروژه‌های مترو بوده است (Sarkar, 2015:6; Q. Yu et al., 2014:68)؛ اما موضوعات دیگر همانند تاثیر سیستم‌های مدیریت و روش‌های اجرای پروژه بر ریسک مترو ( Reilly, 2000:15) و ریسک افزایش هزینه ( Cantarelli et al., 2013) نیز از موضوعات مورد بررسی بوده‌اند. حجم بزرگی از پژوهش‌ها نیز در خصوص ریسک‌های پروژه‌ها مترو در کشور چین انجام گرفته است ( Li et al., 2018:110).

در سال ۲۰۰۴، انجمن بین‌المللی تونل‌سازی<sup>۱</sup>، راهنمایی برای مدیریت ریسک‌های تونل‌سازی منتشر کرد که دستورالعمل‌ها و روش‌های استاندارد در مدیریت ریسک تونل و مترو ارائه می‌دهد ( Eskesen et al., 2004:19). در این راهنما، ریسک‌های پروژه مترو به دو گروه کلی تقسیم می‌شوند. ریسک‌های عمومی و ریسک‌های تخصصی. ریسک‌های عمومی شامل اختلافات قراردادی، بدهی سازمانی، دخالت حاکمیت و شخص ثالث و اختلاف کارگران می‌باشد و ریسک‌های تخصصی نیز شامل رخدادهای تصادفی، موقعیت‌های مغایر پیش‌بینی نشده، موارد طراحی نشده، عدم فراهم آمدن تجهیزات و... است.

دینگ و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۲) سیستم شناسایی خودکار ریسک‌های ایمنی مترو را براساس طراحی پروژه

و پایگاه دانش مدیریت ریسک ارائه دادند ( Ding et al., 2012:27). زو و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۸) با استفاده از جنگل اعداد تصادفی، سیستم هوشمند پیش‌بینی ریسک‌های ایمنی مترو را طراحی کردند ( Y. Zhou et al., 2018:33). این سیستم هوشمند به تصمیم‌گیران جهت شناسایی علل ریسک‌های ایمنی و پیاده‌سازی اقدامات مدیریت ریسک یاری می‌رساند. زو و همکاران در پژوهشی دیگر با به‌کارگیری روش فازی، روشی برای ارزیابی ریسک‌های مترو ارائه کردند. آن‌ها جهت پیش-بینی احتمال وقوع ریسک از شبکه بیضین استفاده کردند (H.-b. Zhou & Zhang, 2011:137).

هنا و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۳) در پژوهشی درخصوص تخصیص ریسک در پروژه‌های ساخت‌وساز، نتیجه‌گیری کردند ارکان شرکت‌کننده در پروژه، تمایل به تخصیص ریسک به طرف مقابل دارند که تخصیص ریسک را در این پروژه‌ها فرآیندی پیچیده ساخته است ( Hanna et al., 2013:139).

چپمن<sup>۶</sup> (۲۰۰۱) نیز اذعان داشت تعیین وابستگی-های ریسک‌ها و اینکه آیا این وابستگی‌ها به‌صورت موازی و یا در راستای هم هستند مهم است ( Chapman, 2001:19). با توجه به اینکه در پروژه‌های ساخت‌وساز طرفین زیادی درگیر هستند که با یکدیگر تعاملات زیادی دارند، کاربری روشی که در تحلیل این پروژه‌ها، تعامل بین طرفین را دربرگیرد، از اهمیت خاصی برخوردار است.

در داخل کشور نیز پژوهش‌هایی در خصوص ریسک‌های مترو انجام شده‌است از آن جمله طاهر خانی و همکاران<sup>۷</sup> (۱۳۹۶:۴) ریسک‌های ایمنی مترو تهران را با روش فازی بررسی کردند. در پژوهش آن‌ها عمده‌ترین ریسک فاکتورهای این عملیات به ترتیب اولویت شامل ریزش آوار در هنگام حفاری، تصادم ماشین آلات با نیروی انسانی خطرات مرتبط با عملیات شاتکریت و نشت آب های سطحی و زیر زمینی می باشد ( Taherkhani et al., 2017:4). در پژوهشی دیگر نیز پیرهادی ریسک-های طراحی و اجرای بزرگترین پروژه متروی کشور یعنی خط سه متروی تهران را بررسی کرد. وی ریسک‌ها را در دو دسته کلان و خرد طبقه بندی کرد. ریسک‌های کلان مشتمل بر خارجی و ریسک‌های مالی-قراردادی و ریسک‌های خرد مشتمل بر چهار گروه ریسک های منابع پروژه، ریسک های مدیریتی، ریسک های مهندسی و ریسک های اجرا تقسیم شدند ( Pirhadi-Tavandashti, 2013:Master).

## ۲- روش تحلیل شبکه اجتماعی

تحلیل شبکه اجتماعی، یک پروژه را به عنوان یک محیط سیستمی مشاهده می کند که اجزاء آن به وسیله ارتباطات مختلف به هم متصل شده اند. هدف از تحلیل شبکه اجتماعی، بررسی چگونگی تاثیرگذاری ساختار شبکه بر رفتار اعضا آن است.

از زمان معرفی تحلیل شبکه اجتماعی تاکنون، در حدود صد سال می گذرد. از آن زمان، این روش به ابزاری موثر برای محققان و متخصصان به منظور مدل سازی ساختار سازمانی و تجزیه و تحلیل تعامل بین افراد یا گروه های مختلف تبدیل شد. بنیاد نظری تحلیل شبکه اجتماعی، بر اساس تئوری نمودار نظریه های جامعه شناسی و انسان شناسی است. تحلیل شبکه اجتماعی فرض می کند که اعضا شبکه می توانند با هم ارتباط برقرار کنند و رفتارهای آنها تا حد زیادی تحت تاثیر الگوی تجسم یافته در ساختار شبکه است (Carrington et al., 2005:28).

تحلیل شبکه اجتماعی به عنوان روشی موثر برای حل و فصل موضوعات مربوط به ذی نفعان در زمینه مدیریت پروژه های ساخت و ساز و همچنین سایر زمینه های پژوهشی مورد استفاده قرار گرفته است (Mok et al., 2015:33). تحلیل شبکه اجتماعی را می توان برای توصیف محیط ذی نفعان با استفاده از ترسیم مشخصات ساختاری یک شبکه ذی نفع و روابط متقابل بین ذی نفعان مختلف استفاده کرد. در مقایسه با سایر روش ها، تحلیل شبکه اجتماعی می تواند روابط متقابل پیچیده و انتزاعی را بین ذی نفعان تجسم کند (Chinowsky et al., 2008:134). علاوه بر این، تاثیر رفتارهای ذی نفعان را می توان بر اساس شبکه و رویکرد سیستمی آن اندازه گیری کرد (Mok et al., 2015:33). در نتیجه، تحلیل شبکه اجتماعی می تواند به پژوهشگران در شناسایی ذی نفعان مهم و مشکلات عملی مربوط به آنها یاری رساند.

تحلیل شبکه اجتماعی با استفاده از معیارها و محاسبات ساختاری خود، به تحلیل روابط بین اعضا می پردازد. واحد پردازش در این روش، رابطه می باشد. در ادامه معیارهای موجود در شبکه آورده شده است:

اندازه شبکه<sup>۱</sup>: تعداد کل پیوندهای موجود در شبکه را نشان می دهد.

تراکم شبکه<sup>۲</sup>: این شاخص به صورت نسبت تعداد کل پیوندهای موجود در شبکه به کل پیوندهای ممکن تعریف می شود و معرف میزان همبستگی شبکه است. در

یک شبکه به هم پیوسته با تراکم بالا، روابط مستقیم زیادی بین اعضا وجود دارد.

درجه<sup>۳</sup>: در گراف های جهت دار، دو درجه ورودی و خروجی برای یک گره محاسبه می شود که اولی نشان دهنده پیوندهای خروجی است و دومی پیوندهای ورودی گره را نشان می دهد.

مرکزیت و قدرت<sup>۴</sup>: قدرت، خصوصیت اساسی ساختارهای اجتماعی است. تحلیل قدرت با مفهوم مرکزیت ارتباط زیادی دارد. مهم ترین فرض در رویکرد شبکه، رابطه ای بودن قدرت است. یک فرد به تنهایی نمی تواند قدرت داشته باشد، چرا که نمی تواند بر دیگران مسلط باشد. بنابراین، قدرت می تواند بسیار متغیر باشد. اگر سیستمی خیلی کم تراکم باشد، قدرت زیادی نمی تواند در آن اعمال شود. بازیگران در شبکه اگر بتوانند وابستگی خود را به دیگران کاهش دهند و وابستگی دیگران به خود را افزایش دهند، قدرت را به دست می آورند.

وسط بودگی<sup>۵</sup>: ممکن است تراکنش بین دو کنشگر در شبکه به کنشگران دیگری وابسته باشد که بین این دو کنشگر قرار گرفته اند. این کنشگران می توانند روی تراکنش های بین این دو کنشگر کنترل داشته باشند. برای یک کنشگر، این شاخص به صورت «تعداد کوتاه ترین مسیرهای بین همه اعضا که شامل کنشگر شود» تعریف می شود (Carrington et al., 2005:28).

## ۳- مدیریت ریسک با رویکرد ذی نفعان

بخش عمده ای از پژوهش های گذشته در خصوص ریسک پروژه، محدود به استفاده از تحلیل خطی تاثیر ریسک ها و یا ذی نفعان و بدون توجه به رابطه متقابل ریسک ها و ذی نفعان با هم و ارتباطات داخلی آنها انجام شده است. واقعیت این است که بعضی از ریسک ها با ذی نفعان متفاوتی در ارتباط اند و از ارتباط و تقابل بین آنها شکل می گیرند. تحلیل منشا ریسک ها جزء جدایی ناپذیر در مدیریت ریسک به حساب می آید. برای کاهش اثرات ریسک ها ضروری است که منشا آنها را شناسیم (PMI, 2017: sixth Edition).

پرام و دل پرسینو<sup>۱۲</sup> (۲۰۰۹) اشاره می کنند که منابع ریسک ها باید ارزیابی شوند و هر ذی نفعی باید به مجزای ریسک هایش شناسایی شود و برای کاهش و مدیریت تاثیرات احتمالی آن تدبیری اندیشید. تحلیل ریسک با رویکرد ذی نفعان، نه تنها برای تهیه لیستی کارآمد از ریسک ها و شناسایی علت آنها مفید است، بلکه ما را در

همچنین ارتباط متقابل هر یک از این دو دسته باهم تمرکز داشته‌اند. در مرور ادبیات موضوع، به چهار روش برای تحلیل برمی‌خوریم:

الف) مقالاتی با روش خطی<sup>۲۱</sup>: این مقالات تنها به شناسایی ریسک و ذینفعان پرداخته‌اند. این پژوهش‌ها اغلب به‌وسیله پیمایش و یا مطالعه موردی انجام شده‌اند. از معایب این پروژه‌ها این است که در بیشتر موارد مشخص نمی‌شود که ریسک مربوط به کدام ذینفع است؛ در نتیجه در تعیین پاسخ ریسک‌ها مشکل به‌وجود می‌آید. دیگر این‌که تاثیر هر ریسک به‌طور مستقل و به‌وسیله یک عدد مشخص می‌شود. نادیده گرفتن توالی ریسک‌ها و رابطه علت و معلولی آن‌ها، تحلیل درستی را در اختیار قرار نمی‌دهد. این نوع از تحلیل‌ها، ریسک و ذینفعان را به‌صورت جداگانه می‌بینند. آن‌ها ارتباط بین ریسک‌های پروژه و ریسک‌های ثانویه و ذینفعان پروژه را نادیده می‌گیرند.

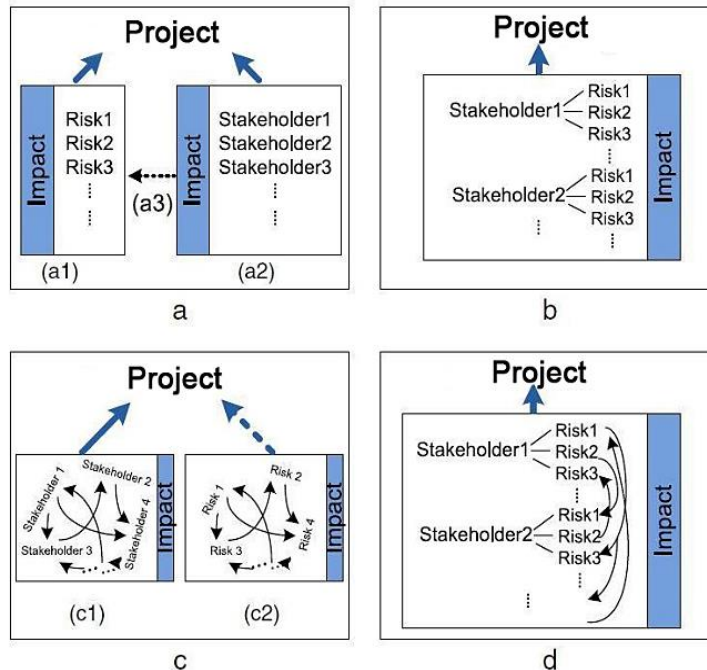
ب) مقالاتی با روش نیمه خطی<sup>۲۲</sup>: این نوع از تحلیل‌ها متوجه ارتباط ریسک‌ها و ذینفعان شده‌اند. به شناسایی ذینفعان و در ادامه به شناسایی ریسک هرکدام از ذینفعان به‌طور جداگانه می‌پردازند. این دسته از پژوهش‌ها به «چه کسی چه ریسکی» هم معروف هستند. در این‌گونه پژوهش‌ها نیز مانند دسته اول، ارتباط داخلی ریسک‌ها با هم در نظر گرفته نمی‌شود و توالی و رابطه علت و معلولی آن‌ها دیده نمی‌شوند.

ج) مقالاتی با تحلیل تاثیر شبکه‌ای<sup>۲۳</sup>: این روش از تحلیل، بر پایه پیچیدگی محیط پروژه و وابستگی‌های متقابل است. در این روش، تمرکز بر ویژگی‌های ذینفعان و یا ریسک‌ها می‌باشد و به شناسایی ارتباط هرکدام از ریسک‌ها و یا ذینفعان با هم می‌پردازند. این پژوهش‌ها به دو گروه ریسک و ذینفعان تقسیم می‌شوند.

د) مقالاتی با تحلیل شبکه اجتماعی<sup>۲۴</sup>: روشی با ترکیب روش کلاسیک مدیریت ریسک و شبکه‌های اجتماعی است. در این روش، تحلیل‌گر بجای تمرکز بر ویژگی‌های ذینفعان و یا ریسک‌ها بر شخصیت و وابستگی متقابل ریسک‌ها زمانی‌که از ساختار اجتماعی محیط برمی‌خیزد، متمرکز است (Rebecca J. Yang et al., 18 September 2015). این روش‌ها در شکل ۱ به تصویر کشیده شده‌اند.

تصمیم‌گیری کارآمد و ارتباطات موثرتر در مدیریت پروژه یاری می‌دهد (Prum & Del Percio, 2009:37). رویچاود و آنانتاتمولا<sup>۱۳</sup> (۲۰۱۰) نیز بر اهمیت ذینفعان تاکید می‌کنند. آن‌ها بیان می‌کنند که مهم‌ترین چالش در رابطه با ارائه موفق پروژه‌های ساخت سبز، ارتباطات و هماهنگی بین تیم‌های چند عملکردی، هم‌ساز کردن، نظم بخشیدن و ارتباط بین نیازها، کاربران و در نهایت کاهش ریسک‌های آن‌هاست (Robichaud & Anantatmula, 2010:27). یانگ و همکاران<sup>۱۴</sup> (J. Pryke et al., 2011:29) و پریاکه و همکاران<sup>۱۵</sup> (Yang et al., 2017:35) بر این باورند که پروژه‌های ساخت در محیط‌های غیرخطی، پیچیده، تکرارشونده و فعال قرار دارند که باعث می‌شود تاثیرات ذینفعان به‌راحتی قابل شناسایی نباشد. آن‌ها اشاره می‌کنند که تحلیل تاثیرات فعالیت‌های ذینفعان از طریق شبکه ارتباطات آن‌ها بسیار مهم است و می‌توان مهم‌ترین و کلیدی‌ترین ذینفعان را مشخص کرد. کین و همکاران<sup>۱۶</sup> (۲۰۱۶) بیان می‌کنند که ارزیابی تاثیر ذینفعان و ریسک‌های مربوط به آن‌ها به‌عنوان قدمی مهم و ضروری در برنامه‌ریزی، اجرا و تکمیل هر پروژه‌ای باید موردتوجه قرار گیرد. به‌علاوه ذینفعان و ریسک‌ها در خلا وجود ندارند (Qin et al., 2016:126). وانگ و همکاران<sup>۱۷</sup> (۲۰۱۷)، هدف تحقیق خود را مطالعه ریسک‌های ایمنی انسان در ساخت‌وساز مترو در چین و تعامل آن‌ها از منظر وسیع ذینفعان قرار داده‌اند و نشان دادند که ذینفعان متعددی با تعاملات بینشان، منجر به وقوع ریسک‌های ایمنی زیادی می‌شوند که بسیاری از ریسک‌ها با پیمانکاران عمومی در ارتباط بودند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که ذینفعان باید از کاهش ریسک جداگانه به پاسخ‌های ریسک مشارکتی و مبتنی بر تعاملات ذینفعان، روی بیاورند (Wang et al., 2017:33).

رن<sup>۱۸</sup> اشاره می‌کند که ریسک‌های پروژه ساخت، باعث افزایش و یا کاهش تاثیر بر یکدیگر و ایجاد تاثیری دو جانبه بر روی پروژه می‌شوند (Ren, 1994:12). محققان بسیاری نیز از جمله آلان و یین<sup>۱۹</sup> (Allan & Yin, 2010:27)، گلیکمن و خاموشی<sup>۲۰</sup> (Glickman & Khamooshi, 2005:56) تاکید می‌کنند که در ارزیابی ریسک‌ها، زمانی‌که به تعامل و روابط متقابلشان توجه می‌کنیم، شبیه‌سازی بهتری خواهیم داشت. پژوهش‌های گذشته بر روی شناسایی ریسک‌ها و ارزیابی آن‌ها بدون توجه کافی به ذینفعان و ارتباطشان با ریسک‌ها و



شکل ۱: چهار روش تحلیل در مرور ادبیات ریسک و ذی‌نفعان در پروژه  
(Rebecca J. Yang et al., 18 September 2015)

۱۳۹۸ فعال بودند، مدنظر قرار گرفتند. همه ذی‌نفعانی که در گروه‌های S2، S4 و S5 برای مصاحبه انتخاب شدند، حداقل پنج سال سابقه کار در پروژه‌های مترو داشتند و اکثر آن‌ها سمت‌های مدیریتی عهده‌دار بودند. ذی‌نفعانی که در گروه‌های S0 و S1 مورد مصاحبه قرار گرفتند، سابقه مواجهه با پروژه‌های متروی تهران را بنا به مناصب خویش در پرونده داشتند. ذی‌نفعان گروه S3 نیز مشتمل بر ساکنین همجوار پروژه‌های مترو و مردم سایر نقاط شهر بودند که به‌طور تصادفی انتخاب شدند. پس از شناسایی ذی‌نفعان بالقوه در هر گروه با نمونه‌گیری هدفمند، امکان مشارکت تعداد بیشتری از افراد میسر شد.

تماس اولیه عموماً به‌صورت تلفنی، حضوری و یا ایمیل صورت می‌گرفت. افرادی که از نظر پژوهش‌گران دانش کافی درخصوص پروژه‌های مترو نداشتند، حذف می‌شدند. تماس اولیه، پس از اخذ رضایت مصاحبه‌شونده، به مصاحبه رودررو منجر می‌شد. در ابتدا ۶۸ ذی‌نفع بالقوه شناسایی شد که ۲۳ نفر از آن‌ها تمایل به مشارکت نداشتند و ۱۵ نفر اذعان داشتند که دانش کافی در این خصوص ندارند؛ در نتیجه ۳۰ ذی‌نفع برای مصاحبه انتخاب شدند (به‌طور متوسط پنج نفر در هر گروه با اختلاف یک نفر بیشتر یا کمتر در هر گروه). مراحل انجام پژوهش حاضر به‌شرح ذیل می‌باشد:

#### روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع توصیفی می‌باشد. پژوهش‌های توصیفی به توصیف شرایط و پدیده‌های مورد بررسی می‌پردازند و به دنبال جمع‌آوری اطلاعات واقعی و مفصل از پدیده موردنظر هستند. اما در پژوهش‌های شبکه‌ای روش‌های ریاضی برای برجسته‌سازی ویژگی‌های ساختاری شبکه‌ها مانند مرکزیت، سطح فعالیت و تراکم استفاده می‌کنند. بنابراین، این مطالعه در بخش شبکه‌های اجتماعی از نوع تحلیلی است. این پژوهش کیفی با استراتژی مصاحبه، انجام شده است. از آن جهت که این پژوهش به دنبال کشف روابط بین ریسک‌ها و ذی‌نفعان و وزن این رابطه است، تعامل رودرروی پژوهشگر و ذی‌نفعان، اطلاعات فراوانی به‌دست می‌دهد.

افراد مطلع در این پژوهش با نمونه‌گیری هدفمند و روش گلوله‌برفی انتخاب شدند. با مرور ادبیات، شش گروه ذی‌نفع مشتمل بر سازمان‌های فرادست (S0)، شهرداری (S1)، شرکت‌های مشاور (S2)، مردم (S3)، شرکت مترو (S4) و شرکت‌های پیمانکار (S5) شناسایی شدند. مصاحبه‌ها با تمام گروه‌های ذی‌نفع صورت پذیرفت تا اعتبار داده‌ها بیشتر شده و از خطای قضاوت به نفع یک گروه کاسته شود. برای اطمینان از جامع بودن مصاحبه‌ها، تمام پروژه‌های سه‌عاملی و چهارعاملی متروی شهر تهران که در بازه سال‌های ۱۳۹۶-

۲۵ به دست آمد که در تحلیل شبکه از آن به عنوان وزن روابط استفاده شد.

(ب) شبکه تحلیل اجتماعی با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده، در نرم‌افزار NodeXI ترسیم شد.

(ج) داده‌های شبکه با نرم‌افزار UCINET6 تحلیل شدند و مهم‌ترین و بحرانی‌ترین ریسک‌های هر ذی‌نفع شناسایی شد. با استفاده از تحلیل‌های ریاضی این نرم‌افزار، به برجسته‌سازی ویژگی‌های ساختاری شبکه‌ها مانند مرکزیت، سطح فعالیت، تراکم و... به تحلیل ویژگی و روابط ذی‌نفعان و ریسک‌ها پرداخته شد.

نتایج به دست آمده در جلسه‌ای با حضور نمایندگان ذی‌نفعان بررسی شد (به صورت گروه کانونی) و به بررسی کارایی و کاستی این روش نسبت به روش سنتی تحلیل ریسک پرداخته شد. مراحل انجام پژوهش در شکل ۲ نمایش داده شده است. قابل ذکر است که ابزاری مثل فرمت مصاحبه یا پرسش‌نامه زمانی روایی محتوایی دارد که واجد پرسش‌ها، گویه‌ها و یا اطلاعات لازم برای سنجش همه ابعاد و ویژگی‌های متغیرهای موردنظر باشد. با هدف حصول اطمینان از روایی محتوایی، نسخه اولیه فرمت مصاحبه‌ها در هر مرحله از طریق ایمیل و یا حضوری برای استاد راهنما و استاد مشاور و یکی دیگر از اساتید دانشگاهی و همچنین سه تن از دانشجویان فارغ‌التحصیل رشته مدیریت پروژه ارسال شد. پس از دریافت بازخورد از این افراد، اصلاحات پیشنهادی انجام شد و فرمت نهایی برای شروع مرحله بعد، آماده شد. در نتیجه مواردی که روی آن‌ها اجماع‌نظر وجود نداشت و یا برداشت اشتباهی از جانب محقق در مورد آن‌ها صورت گرفته بود، حذف شدند و مواردی نیز که مبهم بودند، مورد بازنگری قرار گرفته و اصلاح شدند.

#### تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از شناسایی ریسک‌ها و ذی‌نفعان پروژه‌های مترو بر طبق مبانی نظری، چند دسته ذی‌نفع کلیدی شناسایی و در روند انجام مصاحبه‌ها این لیست تکمیل و اصلاح گردید و تعداد گروه‌های ذی‌نفع به شش دسته رسید که عبارت‌اند از سازمان‌های فرادست (S0)، شهرداری (S1)، شرکت مشاور (S2)، مردم (S3)، شرکت مترو (S4) و شرکت پیمانکار (S5) است (مرحله ۱ و ب).

#### ۱- مرور ادبیات و گام اول مصاحبه:

(الف) با توجه به ادبیات موضوع، فهرستی از ریسک‌های صنعت مترو تهیه شد.

(ب) ذی‌نفعان اصلی از طریق مرور ادبیات و به روش گلوله‌برفی شناسایی شدند.

(ج) فهرست ریسک‌ها با استفاده از ابزار مصاحبه نیمه‌ساختاریافته، توسط ذی‌نفعان با توجه به شرایط پروژه‌های مترو تهران تکمیل و اصلاح شد.

(د) پس از تکمیل فهرست ریسک‌ها، از ذی‌نفعان خواسته شد تا ریسک‌های مربوط به خود را مشخص کنند. به منظور کدگذاری و نمایش ریسک‌های شبکه، از الگوی SaRb استفاده شد که Sa معرف ذینفع و Rb معرف ریسک آن است. در این مرحله ممکن بود یک ریسک متعلق به دو گروه از ذی‌نفعان باشد، پس در ساختار شبکه موردنظر، دو گره با یک ریسک یکسان و ذی‌نفع متفاوت خواهیم داشت. در صورت وجود تضاد در تعلق یک ریسک به یک گروه ذی‌نفع در مصاحبه‌های متفاوت، پژوهش‌گران در مرحله بعدی مصاحبه‌ها به بحث در مورد این ریسک و ذی‌نفع پرداختند تا دیدگاه هر کدام از مصاحبه‌شوندگان را در انتخاب ریسک مورد بحث به ورطه قضاوت کشانند و پس از آن با ایراد نظر با یک خبره دانشگاهی و یک خبره از صنعت در مورد حضور ریسک در لیست یک ذی‌نفع به مشورت صورت می‌گرفت.

(ه) در مرحله بعد، رابطه علت و معلولی هر یک از ریسک‌ها مشخص شد. به‌دین صورت که با ارائه ماتریسی، از مصاحبه‌شوندگان خواسته شد تا ارتباطات بین ریسک‌های خود را با قرار دادن ارقام ۰ و ۱ در خانه‌های ماتریس مربوطه مشخص کنند.

#### ۲- دور دوم مصاحبه و تحلیل شبکه:

(الف) با استفاده از طیف لیکرت و از طریق ابزار پرسش‌نامه، میزان روابط و تاثیر ریسک‌ها بر هم به دست آمد. لیستی از روابط تعیین شده در مصاحبه دور اول، مجدد به مصاحبه‌شوندگان ارائه شد تا از طریق پرسش‌نامه، احتمال و شدت اثر هر یک از ارتباطات علت و معلولی را با استفاده از طیف لیکرت (۱ کمترین میزان و ۵ بیشترین میزان) بسنجند و پس از آن با ضرب احتمال در شدت عددی بین ۱ تا

گامها	شرح گام	روش	فرآیند مدیریت ریسک
ا، ب، ج،	شناسایی ریسکها (Ra) و ذی نفعان پروژه (Sb)	مرور ادبیات و مصاحبه دور اول	شناسایی ریسک
د	ارتباط بین ریسکها و ذی نفعان (SbRa)	مصاحبه دور اول	
ه	تعیین رابطه علی بین ریسکها	مصاحبه دور اول	
و	شناسایی میزان تاثیر ریسکها و ذی نفعان برهم - تاثیر SbRa بر ScRd	مصاحبه دور دوم	تحلیل ریسک
ز	ترسیم شبکه ریسکها و ذی نفعان	تحلیل شبکه	
ح	شناسایی بحرانی ترین ریسکهای هر ذی نفع از طریق SNA	تحلیل شبکه	
ط	بررسی کارآمدی تحلیل شبکه اجتماعی در مدیریت ریسک با رویکرد ذی نفعان	گروه کانونی	بررسی کارآمدی

شکل ۲: گامهای انجام پژوهش

سپس فهرست ریسکهای شناسایی شده در (C3)، ریسک برنامه ریزی (C4)، ریسکهای طراحی ادبیات پس از مصاحبه با افراد مطلع به ۵۴ ریسک در ۱۱ دسته طبقه بندی شد. ریسکهای استخراج شده از مرور ادبیات با اعمال نظر ذی نفعان مصاحبه شونده در ۱۱ دسته، شامل ریسکهای مالی و اقتصادی (C1)، ریسکهای قراردادی و قانونی (C2)، ریسک اطلاعات نتایج این گام در جدول ۱ ارائه شده است (مرحله ج). پاسخ سوال اول تحقیق، مبنی بر شناسایی ریسکهای پروژههای مترو در این جدول ارائه شده است.

جدول ۱: فهرست ریسکهای صنعت مترو تهران

دسته بندی ریسک	ریسکها	ماخذ				
		۵	۴	۳	۲	۱
ریسکهای مالی و R1	بحران اقتصادی و تورم	✓	✓	✓	✓	✓
اقتصادی R2	هزینهها و سختیهای تامین مالی	✓	✓	✓	✓	✓
(C1) R3	نوسانات نرخ تبدیل ارز		✓	✓	✓	
R4	افزایش هزینهها نسبت به بودجه در نظر گرفته شده	✓				
ریسکهای R5	تحریم و ارتباطات بین المللی	✓				
قراردادی و قانونی R54	جریانها و تصمیمات سیاسی		✓			
(C2) R6	تاخیر در حل مشکلات قراردادی و اختلافات		✓	✓	✓	



دسته‌بندی ریسک	ریسک‌ها	ماخذ				
		۵	۴	۳	۲	۱
ریسک اطلاعات (C3)	R7		✓	✓		
	R8			✓	✓	✓
	R9		✓	✓	✓	
	R10				✓	
	R18			✓	✓	✓
	R11				✓	✓
	R12		✓			
	R13				✓	
	R14				✓	
	R15		✓			
	R17		✓		✓	
ریسک برنامه‌ریزی (C4)	R53		✓			
	R19		✓			
	R20		✓	✓	✓	✓
	R16			✓	✓	
ریسک‌های طراحی (C5)	R21			✓		
	R22			✓		
	R23			✓		
	R24		✓	✓		
	R26		✓	✓	✓	
	R27			✓	✓	
	R28			✓	✓	
	R29			✓		
	R30			✓		
	R31		✓	✓	✓	
	R25			✓		
ریسک‌های سلامت و محیط (C6)	R32			✓		
	R33		✓	✓	✓	✓
	R34			✓		
	R35		✓			
	R36		✓	✓	✓	
	R37		✓	✓		
	R38			✓		
	R39			✓		
	R40		✓			
	R41			✓		
	R52		✓	✓	✓	
ریسک‌های مربوط به فصل‌های مشترک (C9)	R42		✓	✓	✓	
	R43		✓			
	R44			✓		
	R45			✓		
	R46			✓		
	R47		✓			
	R48			✓		
	R49			✓		
	R50		✓			
	R51		✓			
	ریسک‌های مربوط به پیمانکاران (C10)	R43		✓		
R44				✓		
R45				✓		
ریسک تجهیزات (C11)	R46			✓		
	R47		✓			
	R48			✓		
R49			✓			
R50		✓				
R51		✓				

منبع ۱: (Ghosh & Jintanapanant, 2004)، منبع ۲: (X.W.Zou & LI, 2010:28)،  
منبع ۳: (Nouroozi et al., 2017)، منبع ۴: (Pirouz, 2016:Master)، منبع ۵: مصاحبه

جدول ۲ نمایش داده شده است. سوال دوم تحقیق، مبنی بر شناسایی ذی‌نفعان اولیه و ثانویه پروژه‌های مترو و ریسک‌های مرتبط با آن‌ها در این جدول نمایش داده شده است. لازم به ذکر است که شهرداری، شرکت مترو، شرکت‌های پیمانکار و مشاور، ذی‌نفعان اولیه و مردم و سایر سازمان‌های فرادست، ذی‌نفعان ثانویه هستند. در این میان پیمانکار با ۳۰ ریسک و پس از آن مشاور با ۲۶ ریسک، بالاترین میزان را به خود اختصاص داده‌اند.

در گام بعدی برای پیوند ریسک‌ها و ذی‌نفعان با استفاده از کدگذاری (SbRa) که در آن (Sb) ذی‌نفع و (Ra) ریسک را نشان می‌دهد، ۱۱۰ گره یا ریسک ذی‌نفع به‌دست آمد که سازمان‌های فرادست ۱۱ ریسک، شهرداری ۲۰ ریسک، شرکت مشاور ۲۶ ریسک، مردم ۵ ریسک، شرکت مترو ۱۸ ریسک و شرکت پیمانکار ۳۰ ریسک را به خود اختصاص دادند. نتایج این بخش در

جدول ۲: ریسک‌های ذی‌نفعان متروی تهران

نام ریسک	دسته ریسک	نشانگر دسته ریسک	سازمان‌های فرادست	شهرداری	شرکت‌های مشاور مردم	شرکت مترو	شرکت‌های پیمانکار
بحران اقتصادی و تورم	ریسک‌های هزینه‌ها و سختی‌های تامین مالی	C1	R1 S0				
نوسانات نرخ تبدیل ارز	اقتصادی		R2 S1			S4	
افزایش هزینه‌ها نسبت به بودجه در نظر گرفته شده	اقتصادی		R3 S0				
تحریم و ارتباطات بین‌المللی			R4 S0 S2			S4 S5	
جریان‌ها و تصمیمات سیاسی			R5 S0				
تاخیر در حل مشکلات قراردادی و اختلافات	ریسک‌های نوع قرارداد		R54 S0				
ریسک‌های نوع قرارداد			R6 S1 S2			S5	
قراردادی و تاخیر در پرداخت			R7 S2			S4 S5	
تغییرات در قوانین	قانونی	C2	R8 S1			S4	
مالکیت زمین و مشکلات پرداخت غرامت			R9 S0 S1				
عدم تعریف دقیق محدوده کار			R10 S1				
بحث درباره دستورات تغییر			R18 S1			S4	
مطالعات امکان‌سنجی ناکارآمد			R11 S2			S5	
کمبود اطلاعات زمین‌شناسی و تاسیسات زیرزمینی	ریسک اطلاعات	C3	R12 S1 S2				
اطلاعات برداشت شده نادرست از وضعیت موجود			R13 S2				
عدم ارائه اطلاعات کافی از علایق و تمایلات ذی‌نفعان			R14 S2				
دشواری در ارتباطات و همکاری با نهادهای وابسته	ریسک برنامه‌ریزی	C4	R15 S4			S4	
برنامه‌ریزی غیرمنطقی			R17 S1 S2			S5	
افزایش زمان			R19 S2			S4 S5	
مشخصات طراحی و اسناد و دستورالعمل‌های ناکافی			R20 S2				
عدم هماهنگی با نقشه‌های مادر شهری و سیاست‌ها			R16 S2				
ریسک‌های زمان ناکافی برای طراحی	طراحی	C5	R21 S2				
تجربه ناکافی مشاوران و طراحان			R22 S2			S4	
ناسازگاری در نقاط اتصال طراحی‌ها (نقشه‌های دیارتمان‌های مختلف) - تضاد در اسناد			R23 S2			S4	
تاخیر در تایید نقشه‌های طراحی			R24 S2				

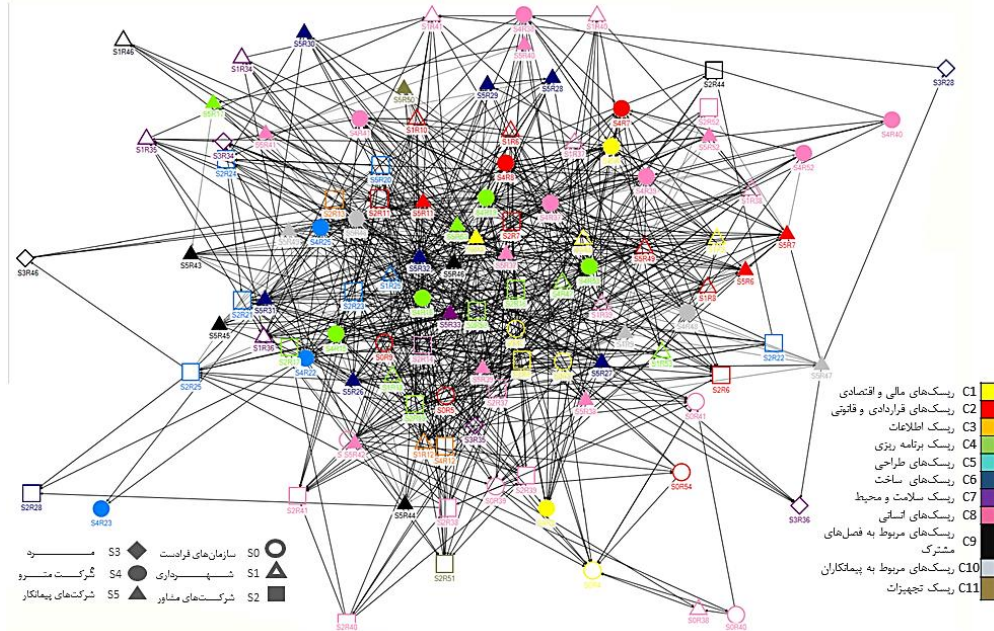
تجهیزات و ماشین‌آلات و مصالح نامناسب	R26				S5
روش ساخت نامناسب و ضعیف	R27				S5
کیفیت نامناسب و نظارت ناکافی بر کیفیت	R28		S2	S3	S5
ریسک‌های کوتاه بودن زمان ساخت	R29				S5
تاخیر در تامین مصالح	R30				S5
تاخیر در تهیه نقشه‌های ساخت	R31				S5
ضعف دستگاه‌های نظارتی	R25		S1	S2	S4
تاخیرات ساخت	R32				S5
ریسک ایمنی	R33				S5
مزامنت برای ساکنان کنار سایت	R34		S1		S3
ترافیک و انسداد مسیرها و اشغال فضا	R35		S1		S3
آلودگی محیط زیست	R36		S1		S3
ناتوانایی مدیریتی	R37	S0	S1	S2	S4 S5
ناتوانی در ارتباط بخش‌های مختلف	R38	S0	S1	S2	S4 S5
تغییر در کارکنان کلیدی	R39	S0	S1	S2	S4 S5
تناقضات فرهنگی	R40	S0	S1	S2	S4 S5
مخالفت عمومی	R41	S0	S1	S2	S4 S5
تضاد منافع	R52		S1	S2	S4 S5
اعتصاب کارگران	R42				S5
ریسک‌های عدم هماهنگی عملیات‌های مختلف	R43				S5
مربوط به تداخل برنامه‌ها در فصل‌های مشترک	R44			S2	S5
فصل‌های تداخل با تاسیسات شهری و عوارض زیرزمینی	R45		S1		S5
مشترک آسیب به بناهای مجاور	R46			S3	S5
ریسک‌های عدم وجود مهارت کافی پیمانکاران حرفه‌ای	R47				S4 S5
مربوط به ورشکستگی پیمانکاران	R48				S4 S5
پیمانکاران عدم هماهنگی بین پیمانکاران	R49				S5
تامین و ساخت تجهیزات	R50				S5
دریافت آزمایشات و استاندارد تجهیزات	R51			S2	

ریسکی دیگر در ارتباط است، این ارتباط به‌دین معنی است که حتی وجود کوچک‌ترین ریسک نیز بر روی شبکه‌ای از ریسک‌ها تاثیر می‌گذارد و نشان‌دهنده وجود پیچیدگی در روند مدیریت ریسک و ذینفعان است. ریسک‌های مرکزی نقش پررنگتر در شبکه ایفا می‌کنند. حضور مثلث‌های توپر در مرکز پرتراکم شبکه نشان دهنده آن است که پیمانکاران مترو نقش پررنگتری در ایجاد و مدیریت ریسک در دوره طراحی و ساخت دارند. این اطلاعات به‌همراه اطلاعات دیگری که در ادامه به آن‌ها پرداخته شده است، تماما از طریق تحلیل شبکه اجتماعی میسر شد که در پاسخ به سوال چهارم تحقیق، حاکی از اثربخشی مطلوب چنین روشی در مدیریت ریسک ذینفعان چنین پروژه‌هایی است و می‌توان تصمیم‌گیری در خصوص مدیریت ریسک‌ها را با توجه به

نتایج تحلیل شبکه در شکل ۳ تصور شده است. این شبکه دارای ۱۱۰ گره (ریسک ذینفعان) و ۸۲۷ رابطه یا لینک می‌باشد. رنگ و شکل گره‌ها به‌ترتیب نشان‌دهنده دسته‌بندی ریسک‌ها و ذینفع مربوط به آن است. ارتباطات از نوع جهت‌دار هستند. فلش جهت‌دار  $S_a R_b$  به  $S_c R_d$  نشان دهنده تاثیرگذاری  $S_a R_b$  بر  $S_c R_d$  است. ضخامت فلش‌ها نشان‌دهنده وزن ارتباطات است. مرکز شبکه به‌وسیله ریسک‌های با ارتباطات بیشتر و حاشیه شبکه به‌وسیله ریسک‌های با ارتباطات کمتر اشغال شده است. اطلاعات زیادی از طریق شبکه قابل استخراج است که بیننده، اطلاعات زیادی را تنها در یک قاب مشاهده نمی‌کند و فرآیند تصمیم‌گیری و مدیریت چنین پروژه‌هایی را آسان‌تر و موثرتر می‌کند. از جمله اینکه با دقت در شبکه متوجه خواهیم شد که هیچ ریسک منفردی وجود ندارد و هرکدام از ریسک‌ها با

این مقدار بیشتر از تراکم شبکه است و نشان‌دهنده پیچیدگی نسبتاً متوسطی در شبکه می‌باشد. برای شروع تحلیل شبکه از ۴ معیار سائز شبکه<sup>۲۵</sup>، درجه خروجی<sup>۲۶</sup>، تفاوت درجه خروجی و ورودی<sup>۲۷</sup> و مرکزیت بینیت<sup>۲۸</sup> استفاده شده است. گره‌ای که بالاترین مقدار در سائز شبکه را داشته باشد با تعداد زیادی

ابعاد مختلفی که از خروجی‌های تحلیل شبکه اجتماعی به‌دست آمده است، انجام داد. تراکم این شبکه برابر با ۰،۱۴ و متوسط فاصله یال‌ها نیز برابر با ۳،۷ است که نشان می‌دهد گره‌ها نسبتاً بهم نزدیک هستند و غلظت شبکه نیز برابر با ۰،۳۱ است.



شکل ۳: شبکه ریسک‌های ذی‌نفعان در پروژه‌های مترو تهران

S5R32	ریسک تاخیرات پیمانکار	۴۵
S5R53	برنامه‌ریزی غیرمنطقی شرکت پیمانکار	۳۷
S5R4	افزایش هزینه‌های شرکت پیمانکار نسبت به بودجه در نظر گرفته شده	۳۴
S4R37	ناتوانی مدیریتی در شرکت مترو	۲۸
S0R1	بحران اقتصادی و تورم از جانب سازمان‌های فرادست	۲۸

تحلیل با معیار درجه خروجی: در قدم بعد، با بررسی درجه خروجی هر کدام از ریسک‌های ذی‌نفعان متوجه خواهیم شد که با توجه به مجموع وزن‌های ارتباطات خروجی از یک گره، کدام ریسک‌ها بیشترین تاثیرگذاری در شبکه را دارند. این گره‌ها نیاز به توجه بیشتر در روند مدیریت ریسک دارند (جدول ۴).

جدول ۴: ریسک ذی‌نفعان با ارزش بالا در معیار درجه خروجی

کد	ریسک ذی‌نفع	درجه خروجی
S4R37	ناتوانایی مدیریتی شرکت مترو	۴۸۶
S5R37	ناتوانایی مدیریتی پیمانکار	۴۱۵
S2R37	ناتوانایی مدیریتی مشاور	۴۰۲
S0R5	تحریم و ارتباطات بین‌المللی	۳۷۶
S0R3	نوسانات نرخ تبدیل ارز	۳۴۴

ریسک در شبکه، همسایگی نزدیک دارد، درجه خروجی بالا نشان‌دهنده این است که گره (ریسک ذی‌نفع) موردنظر بیشترین تاثیر مستقیم را بر روی سایر گره‌های (ریسک‌های ذی‌نفعان) شبکه دارد. معیار دیگر تفاوت درجه خروجی و ورودی است، مقدار بالای این معیار (قدر مطلق مقادیر) معرف تاثیرگذاری و با تاثیرپذیری بیشتر گره از همسایگان خود در شبکه است. تحلیل با معیار سائز شبکه: سائز شبکه، تعداد ریسک‌هایی که به‌طور مستقیم به یک ریسک، هم ریسک‌های تاثیرگذار و هم ریسک‌های تاثیرپذیر، متصل هستند را نشان می‌دهد، سائز شبکه بزرگتر نشان‌دهنده وسعت بالای ریسک در شبکه ریسک‌ها می‌باشد (Rebeca Jing Yang, 11 November 2013). پنج ریسک مهم با استفاده از معیار سائز شبکه در جدول ۳ مشخص شده است. پاسخ به سوال سوم تحقیق، در جداول ۳ الی ۶ منعکس شده است.

جدول ۳: ریسک ذی‌نفعان با ارزش بالا در معیار سائز شبکه

کد	ریسک ذی‌نفع	سائز شبکه
----	-------------	-----------

گرفته است. گره/ارتباط با مقدار بیشتر نشان‌دهنده کنترل بیشتر بر ارتباطات شبکه است و نقش دروازه‌بان را در شبکه ایفا می‌کند. در واقع اگر ما این گره را حذف کنیم، رابطه اطرافیان آن به‌طور کلی با هم قطع می‌شود. این محاسبه براساس کوتاه‌ترین مسیر (فاصله ژئودزیک) است ( Rebecca J. Yang & Zou, 25 December 2013). ما می‌توانیم با حذف گره/ارتباط با مرکزیت بینیت بالا، از پیچیدگی شبکه بکاهیم و شدت تاثیرپذیری دیگر ریسک‌ها را به‌صورت چشمگیری کاهش دهیم. در جدول ۶ به‌ترتیب گره‌ها و ارتباطات با مرکزیت بینیت بالا آورده شده است.

**تحلیل با معیار اختلاف درجه:** معیار بعدی، اختلاف درجه می‌باشد. نتایج بررسی این معیار در جدول ۵ آورده شده است. این معیار اختلاف درجه خروجی و ورودی یک ریسک ذی‌نفع را محاسبه می‌کند. ریسک‌های با مقادیر مثبت به‌دلیل تاثیرگذاری بالا بر ریسک‌های شبکه و در عین حال، وابستگی اندک به دیگر ریسک‌های شبکه، قابلیت کنترلی بیشتری دارند و می‌توان با مدیریت آن‌ها کاهش به‌سزایی در میزان تاثیر ریسک‌ها بر اهداف پروژه ایجاد کرد. ریسک‌های با مقادیر منفی نشان می‌دهد که گره مورد بحث از تعداد بسیار زیادی ریسک در شبکه تاثیر می‌پذیرد و بر تعداد کمی ریسک تاثیر می‌گذارد.

جدول ۶: ریسک ذی‌نفعان با ارزش بالا

کد	ریسک ذی‌نفع	مرکزیت بینیت	در معیار مرکزیت بینیت
S4R53	برنامه‌ریزی غیرمنطقی شرکت مترو	۲۴۸۰	
S5R32	تاخیرات ساخت پیمانکار	۲۲۴۰	
S5R53	برنامه‌ریزی غیرمنطقی شرکت پیمانکار	۱۴۲۲	
S1R39	تغییر کارکنان کلیدی شهرداری	۹۷۹	
S4R19	افزایش زمان شرکت مترو	۸۶۵	

در نهایت با استفاده از ابزار تحلیل کمی شبکه اجتماعی، پنج ریسک اصلی در پروژه‌های مترو تهران مشخص شد که در جدول آورده شده است.

جدول ۵: ریسک ذی‌نفعان با ارزش بالا در معیار اختلاف درجه

اختلاف درجه	ریسک ذی‌نفع	کد
۴۵۰	ناتوانایی مدیریتی شرکت مترو	S4R37
۳۶۳	ناتوانایی مدیریتی پیمانکار	S5R37
۳۵۰	ناتوانایی مدیریتی مشاور	S2R37
۳۲۶	تحریم و ارتباطات بین‌المللی	S0R5
۲۹۳	عدم وجود مهارت کافی پیمانکاران حرفه‌ای	S4R47

**تحلیل با معیار مرکزیت بینیت:** معیار بعدی مرکزیت بینیت<sup>۲۹</sup> است که هم برای گره‌ها و هم برای ارتباطات بین آن‌ها محاسبه می‌شود. این معیار نشان می‌دهد که کدام گره/ارتباط بین دو گره/ در مسیر ارتباط دیگر قرار

جدول ۷: ریسک‌های اصلی شبکه مترو تهران و دی‌نفعان منتسب به آن

ریسک‌های اصلی	ریسک معلول	ریسک علت
• ریسک‌های برنامه‌ریزی	S4R53	S5R32 >
آنچه در این پژوهش به‌دست آمد، نشان می‌دهد منشأ این دسته از ریسک‌ها به‌صورت عمده در دسته ریسک‌های انسانی (C8) و ریسک‌های قراردادی و قانونی (C2) قرار دارد.	S4R53	S4R19 >
ریسک برنامه‌ریزی برای تمامی ذی‌نفعان شرکت پیمانکار، شرکت مشاور، شرکت مترو، شهرداری و سازمان‌های فرادست ریسک مهمی به‌شمار می‌رود. ارتباطات مهمی که با حذف آن‌ها می‌توان از پیچیدگی شبکه کاست، ریسک تاخیرات پیمانکار (S5R32) باعث بروز ریسک برنامه‌ریزی غیرمنطقی و غیرعملی مجدد شرکت مترو است. ریسک افزایش زمان شرکت مترو (S4R19) است و ریسک‌های معلول مانند کاهش قدرت نظارت شرکت مترو (S4R25) و ایجاد ناتوانی مدیریتی در شرکت مشاور (S2R37) است.	S4R25	S4R53 >
• ریسک تاخیرات ساخت	S5R32	S2R19 >
ریسک تاخیرات ساخت پروژه، بزرگ‌ترین سبب شبکه و بالاترین درجه ورودی (۴۰) را در میان ریسک‌ها در شبکه دارد، که نشان‌دهنده آن است که عوامل بسیاری در شکل‌گیری و ایجاد ریسک تاثیر گذارند. در نتیجه کنترل چنین ریسکی می‌تواند بسیار دشوار باشد. ریسک تاخیرات مربوط به پیمانکار است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که در تمامی دسته‌بندی‌ها، عواملی به‌عنوان منشأ ایجاد ریسک تاخیرات وجود دارد. اما عوامل ایجاد کننده در دسته ریسک‌های انسانی (C8) تعداد بیشتری را به خود اختصاص داده است.	S5R53	S5R32 >
از تاثیرگذارترین ارتباطات شبکه، که ریسک تاخیرات در آن به‌عنوان ریسک علت قرار دارد، می‌توان به ریسک برنامه‌ریزی غیرعملی و غیرمنطقی مجدد پیمانکار (S5R53) برای جبران افزایش زمان پروژه اشاره کرد. ریسک بعدی، شکل‌گیری مخالفت‌های عمومی (S1R41) به‌دلیل طولانی شدن مراحل ساخت و اجرای پروژه است. از عوامل به‌وجود آورنده ریسک تاخیرات نیز می‌توان به افزایش زمان مشاور و دیرکرد آن در ارائه دستورالعمل‌ها، نقشه‌ها و مدارک موردنیاز پیمانکار اشاره کرد.	S1R41	S5R32 >
• ریسک‌های تغییرات قانونی و تحریم‌ها	S1R9	S4R41 >

ریسک علت	ریسک معلول	ریسک‌های اصلی
S4R52	> S1R9	این ریسک‌ها در دسته ریسک‌های قانونی (C2) قرار می‌گیرند. ریسک تغییرات ناگهانی قوانین توسط سازمان کارفرما (شهرداری)، سختی ارتباطات و تحریم‌های بین‌المللی از جمله ریسک‌های تاثیرگذار در شبکه می‌باشند. منشا بروز چنین ریسک‌هایی در دسته ریسک‌های انسانی، ریسک‌های قراردادی و ریسک‌های اقتصادی قرار دارد.
SOR5		ریسک مخالفت عمومی (S4R41) برای شرکت مترو باعث می‌شود تا شهرداری برای رفع و جلب رضایت عموم در قوانین خود تغییر ایجاد کند. تضاد منافع شرکت مترو (S4R52) با سازمان‌های تحت قرارداد خود باعث می‌شود تا سازمان فرادست او، شهرداری، که منفعی هم جهت با او دارد، به فکر تغییر قوانین بیافتد.
SOR41	> SOR4	• ریسک‌های مالی - اقتصادی
S4R4	> S4R19	ریسک افزایش هزینه پیمانکار، مشاور، شرکت مترو، نوسانات نرخ تبدیل ارز، بحران اقتصادی و تورم، همگی در دسته ریسک‌های مالی و اقتصادی قرار می‌گیرد. تمامی دسته‌های ریسک‌ها می‌تواند منشا ایجاد ریسک‌های مالی و اقتصادی باشد. دسته‌های قراردادی، قانونی و ریسک دسته‌های انسانی بیشترین تعداد و وزن را در تاثیرگذاری دارند. از جمله ارتباطات تاثیرگذار که می‌توان با حذف آن‌ها از پیچیدگی شبکه کاست، می‌توان موارد زیر را نام برد: سازمان افزایش هزینه‌های شرکت مشاور (S4R4) باعث می‌شود تا سازمان به فکر تغییر کارکنان کلیدی خود بیافتد.
SOR1		افزایش هزینه‌های شرکت مترو باعث می‌شود تا زمان پروژه (S4R19) افزایش یابد.
SOR3		ریسک مخالفت عمومی (SOR41) باعث افزایش هزینه‌های سازمان‌های فرادست می‌شود.
S4R53	> S2R37	• ریسک‌های مدیریتی - انسانی
S1R41	> S1R39	ریسک ناتوانی مدیریتی و تغییر در کارکنان کلیدی در دسته ریسک‌های انسانی (C8) قرار می‌گیرند. در تمامی سازمان‌های درگیر، این ریسک‌ها جزء ریسک‌های اصلی قرار می‌گیرد. همان‌طور که در ارتباطات شبکه و نتایج آن دیده شده، ریسک‌های انسانی منشا بسیاری از ریسک‌ها در شبکه هستند. درجه خروجی این ریسک‌ها بالاست و اختلاف درجه بالای آن نشان‌دهنده تاثیرگذاری بالا در مقابل تاثیرپذیری اندک آن‌ها از ریسک‌های موجود است. ریسک‌های مدیریتی در تمامی معیارها جزء ۱۵ ریسک اول قرار گرفته‌اند، ریسک‌های تاثیرگذار بر ناتوانی مدیریتی، تغییر کارکنان کلیدی و برنامه‌ریزی غیرمنطقی است که در رابط‌های متقابل با آن قرار گرفته است.
S2R4	> S2R39	همان‌طور که در نتایج نیز بدست آمده است، مصاحبه‌شوندگان اذعان داشتند که یکی از مهم‌ترین ریسک‌های آن‌ها تغییر در کارکنان کلیدی سازمان کارفرماست که ممکن است نفر جایگزین شده، نگرش متفاوتی به مقوله مترو داشته باشد و یا حتی نیاز چندانی به توجه و سرمایه‌گذاری در این زمینه را احساس نکند.
S4R37		برنامه‌ریزی غیرمنطقی شرکت مترو باعث می‌شود تا شرکت مشاور به‌عنوان طرف قرارداد آن، با مسائلی روبرو شود که امر مدیریت را برای آن دشوار سازد و دچار ناتوانی مدیریتی در سازمان خود شود.
S5R37		افزایش هزینه‌های شرکت مشاور (S2R4) باعث می‌شود تا سازمان به فکر تغییر کارکنان کلیدی خود بیافتد. ریسک مخالفت‌های عمومی (S1R41) برای شهرداری ممکن است باعث تغییر در چارت سازمانی و یا تغییر کارکنان کلیدی این سازمان شود.

### بحث و نتیجه‌گیری

ذی‌نفعان) و ۸۲۷ رابطه را در این شبکه نشان می‌داد که تراکم بالای شبکه، بیان‌کننده ارتباطات بسیار زیاد و پیچیده بین ریسک‌های پروژه‌های متروست که خود، مدیریت ریسک چنین پروژه‌هایی را با تعدد ذی‌نفعان متعدد دشوار می‌کند و این‌ها مواردی است که در مدیریت پروژه‌ها بسیار اثرگذارند. ارزیابی تاثیر ذی‌نفعان و ریسک‌های مربوط به آن‌ها به‌عنوان قدمی مهم و ضروری در برنامه‌ریزی، اجرا و تکمیل هر پروژه‌ای باید موردتوجه قرار گیرد. با توجه به اینکه در پروژه‌های ساخت‌وساز طرفین زیادی درگیر هستند، تعاملات زیادی را نیز منجر می‌شوند.

این شبکه به‌خوبی توانست با دیدی بصری، چنین ارتباطات پیچیده بین ریسک‌های ذی‌نفعان درگیر در پروژه را در یک قالب، به تصویر بکشد؛ به‌گونه‌ای که بیننده با همان دید اول، متوجه می‌شود کدام ریسک‌ها مرکزیت بیشتر، ارتباطات بیشتر، در نتیجه مهم‌تر و در

در تحقیق حاضر، در ابتدا از طریق مرور ادبیات، مجموعه‌ای از ریسک‌های پروژه‌های ساخت مترو (تعداد ۵۴ ریسک در ۱۱ طبقه) شناسایی شدند که تعداد قابل‌ملاحظه‌ای را به خود اختصاص می‌دهند. ریسک در پروژه‌های مترو به دلایل مختلفی بروز پیدا می‌کند. از طریق مصاحبه با ذی‌نفعان کلیدی و استمرار در فرآیند شناسایی ذی‌نفعان از طریق تکنیک گلوله‌برفی نیز، شش دسته ذی‌نفع اصلی که عبارت بودند از سازمان‌های فرادست (S0)، شهرداری (S1)، شرکت مشاور (S2)، مردم (S3)، شرکت مترو (S4) و شرکت پیمانکار (S5)، شناسایی شدند. از طریق مصاحبه‌هایی چند مرحله‌ای با این شش دسته ذی‌نفع اصلی، مهم‌ترین ریسک‌های مربوط به هر ذی‌نفع و ارتباطات بین این ریسک‌ها شناسایی شد و از طریق ابزار تحلیل شبکه اجتماعی مصور شد که در نتیجه ۱۱۰ گره (نشان‌دهنده ریسک

مربوط به ذینفعان در زمینه مدیریت پروژه‌های ساخت‌وساز مطرح است. به تصویر کشیدن ارتباطات متقابل پیچیده بین ذینفعان معرفی کردند.

در ادامه، نتایج پژوهش نشان داد اصلی‌ترین ریسک‌ها در پروژه‌های مترو تهران، ریسک‌های برنامه‌ریزی، تاخیرات ساخت، ریسک‌های تغییرات قانونی و تحریم‌ها، ریسک‌های مالی و اقتصادی و ریسک‌های انسانی بوده‌اند. طی گروه کانونی، خبرگان اذعان داشتند که نتایج به‌دست آمده با توجه به تجربیات خود در پروژه‌های مترو منطقی به‌نظر می‌رسد و بخش عمده‌ای از این نتایج، منطبق با تحلیل‌های ریسکی است که در گذشته به روش‌های دیگر در پروژه‌های مترو انجام شده است.

مصاحبه‌شوندگان عقیده داشتند که تحلیل‌های ریسک گذشته بیشتر تمرکزشان بر ریسک‌های مالی و اقتصادی و قانونی و فنی بوده است و این در حالی است که ریسک‌های انسانی و مدیریتی و برنامه‌ریزی نقشی بسیار حیاتی را ایفا می‌کنند.

در رابطه با ریسک‌های انسانی- مدیریتی بیان شد که در اغلب اوقات در پروژه‌های مترو چنین ریسک‌هایی نادیده گرفته می‌شود و به اهمیت توانمندی مدیران درخصوص آن‌ها توجه نمی‌شود. با درنظر گرفتن تبعات شایع و گسترده این ریسک‌ها، نیاز به ارائه راهکار در این زمینه هرچه بیشتر احساس می‌شود. در بحث بعدی در رابطه با ریسک‌های برنامه‌ریزی، بیان شد که به‌طور کلی در جامعه کنونی مدیریتی و اجرایی، آن‌طور که شایسته و بایسته است به این دوره از عمر پروژه توجه نمی‌شود و بسیار دیده شده است که برای جبران عدم تحقق اهداف کوتاه‌مدت و بلندمدت پروژه به برنامه‌ریزی‌های شتاب‌زده و غیرمنطقی دست زده شده است که تبعاتی به مراتب مخرب‌تر دارد. همان‌گونه که انجمن بین‌المللی تونل‌سازی در راهنمای خود برای مدیریت ریسک‌های تونل‌سازی، ریسک‌های عمومی شامل اختلافات قراردادی، بدهی سازمانی، دخالت حاکمیت و شخص ثالث و اختلاف کارگران می‌باشد و ریسک‌های تخصصی نیز شامل رخدادهای تصادفی، موقعیت‌های مغایر پیش‌بینی نشده، موارد طراحی نشده، عدم فراهم آمدن تجهیزات و... را برمی‌شمرد که اکثراً در زمینه ریسک‌های انسانی و مدیریتی است.

در پایان، از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به نمونه آماری محدود اشاره کرد و در پژوهش‌های آتی می‌توان این بررسی را در نمونه‌های بزرگ‌تر مورد تفحص قرار داد. برای شناسایی ریسک‌های ذینفعان روش‌های

اولویت توجه جهت مدیریت موثرتری قرار می‌گیرند. حضور مثلث‌های توپر در مرکز پرتراکم شبکه نشان‌دهنده آن بود که پیمانکاران مترو نقش پررنگ‌تری در ایجاد و مدیریت ریسک در دوره طراحی و ساخت دارند.

با استفاده از منطق شبکه و ارتباطات پیچیده بین ریسک‌ها متوجه شدیم که تاثیر یک ریسک بسیار فراتر از تصویری منفرد از آن است. هر ریسک باعث به‌وجود آمدن ریسکی دیگر، و ریسکی دیگر باعث بروز ریسکی دیگر و... می‌شود و این روند زنجیروار در حال تکرار است. هنگام بروز یک ریسک، تاثیر آن همانند گلوله‌ای برفی است که از بالای قله کوه به پایین می‌غلتد و در مسیر خود بزرگ و بزرگ‌تر می‌شود. ریسک‌های پروژه ساخت، باعث افزایش و یا کاهش تاثیر بر یکدیگر و ایجاد تاثیری دو جانبه بر روی پروژه می‌شوند. به طور کلی ذینفعان باید از کاهش ریسک جداگانه به پاسخ‌های ریسک مشارکتی و مبتنی بر تعاملات ذینفعان، روی بیاورند. اگر بتوان تاثیرگذارترین ریسک‌های شبکه را مدیریت کرد و یا حتی بعد از اتفاق افتادنشان مانع از شکل‌گیری لینک یا ارتباط با ریسک‌های معلول بشویم، تا حد زیادی موفق به مدیریت ریسک پروژه خود شده‌ایم.

مصاحبه‌شوندگان بیان کردند اگر در آغاز پروژه‌ها مدیران و برنامه‌ریزان، سلسله‌مراتبی این‌چنینی از ریسک‌ها با تکیه بر تجربیات خود در پروژه ارائه کنند، می‌توان دیدی جامع نسبت به عملکرد خود و میزان تاثیرگذاری آن بر اهداف پروژه و روند کاری دیگر طرفین و خود داشت. نتایج فوق با نتایج تحقیقاتی هم‌خوانی دارد. از جمله تحقیقات پیشین نشان داده شده بود که منابع ریسک‌ها باید ارزیابی شوند و هر ذینفعی باید به‌مجازی ریسک‌هایش شناسایی شود. محققان بسیاری نیز تاکید می‌کنند که در ارزیابی ریسک‌ها، زمانی که به تعامل و روابط متقابلشان توجه می‌کنیم، شبیه‌سازی بهتری خواهیم داشت.

دیدگاه شبکه با ارائه نگاه سیستمی بر پروژه، نگاهی به‌هم‌پیوسته به تمامی ارکان پروژه می‌دهد و نشان می‌دهد که اگر در پروژه، فعلی از یک ذینفع سر بزند، نتیجه آن بسی بزرگ‌تر از تاثیر منفرد آن بر پروژه است و این تاثیرات را به‌خوبی نمایش می‌دهد و می‌توان از طریق این شبکه، نمایش کنش‌ها بر همدیگر و در نتیجه مهم‌ترین کنش‌ها را شناسایی کرد. تحلیل شبکه اجتماعی به‌عنوان روشی موثر برای حل‌وفصل موضوعات

- system for metro construction on the basis of construction drawings. *Automation in construction*, 27, 120-137.
- Eskesen, S. D., Tengborg, P., Kampmann, J., & Veichert, T. H. (2004). Guidelines for tunnelling risk management: international tunnelling association, working group No. 2. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 19(3), 217-237.
- Ghosh, S., & Jintanapanakont, J. (2004). Identifying and assessing the critical risk factors in an underground rail project in Thailand: a factor analysis approach. *International journal of project management*, 22(8), 633-643.
- Ghosh, S., & Jintanapanakont, J. (2004). Identifying and assessing the critical risk factors in an underground rail project in Thailand: a factor analysis approach. *International journal of project management*(22), 633-643.
- Glickman, T. S., & Khamooshi, H. (2005). Using hazard networks to determine risk reduction strategies. *Journal of the Operational Research Society*, 56(11), 1265-1272.
- Hanna, A. S., Thomas, G., & Swanson, J. R. (2013). Construction risk identification and allocation: Cooperative approach. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(9), 1098-1107.
- Ka Yan Mok, G. Q. S., Jing Yang. (2015). Stakeholder management studies in mega construction projects: A review and future directions. *International journal of project management*.
- Li, M., Yu, H., Jin, H., & Liu, P. (2018). Methodologies of safety risk control for China's metro construction based on BIM. *Safety science*, 110, 418-426.
- Mok, K. Y., Shen, G. Q., & Yang, J. (2015). Stakeholder management studies in mega construction projects: A review and future directions. *International journal of project management*, 33(2), 446-457.
- Nouroozi, a.-H., Tohidi, M., & Sardorrod, J. (2017). *Project risk management in civil projects usig risk breakdown structure in Metro stations*. Paper presented at the 2nd national conference in applied researches in structural engineering and construction management.
- Park, B. I., Chidlow, A., & Choi, J. (2014). Corporate social responsibility: Stakeholders influence on MNEs' activities. *International Business Review*, 23(5), 966-980.
- Pirhadi-Tavandashti, M. (2013). *Identification and analysis of Tehran Metro Risk Projects*.
- متعددی وجود دارد و می‌توان در آینده با بررسی روش‌های دیگر و مقایسه با این روش، مزایا و معایب این روش‌ها را نسبت به هم بررسی کرد. بررسی پویایی شبکه ریسک‌ها با مدل‌سازی پویایی سیستم نیز در درک بهتر ما از تغییرات و پویایی این سیستم اثرگذار خواهد بود. بخش عمده‌ای از پژوهش‌های گذشته درخصوص ریسک پروژه، محدود به استفاده از تحلیل خطی تاثیر ریسک‌ها و یا ذی‌نفعان و بدون توجه به رابطه متقابل ریسک‌ها و ذی‌نفعان با هم و ارتباطات داخلی آن‌ها انجام شده است. همان‌گونه که موسسه مدیریت پروژه<sup>۳۰</sup> در نسخه ششم راهنمای خود بر این واقعیت تاکید می‌کند که بعضی از ریسک‌ها با ذی‌نفعان متفاوتی در ارتباطاند و از ارتباط و تقابل بین آن‌ها شکل می‌گیرند. تحلیل منشا ریسک‌ها جزء جدایی‌ناپذیر در مدیریت ریسک به حساب می‌آید. برای کاهش اثرات ریسک‌ها ضروری است که منشا آن‌ها را بشناسیم.

#### منابع و مآخذ

- Allan, N., & Yin, Y. (2010). Development of a methodology for understanding the potency of risk connectivity. *Journal of Management in Engineering*, 27(2), 75-79.
- Cantarelli, C. C., Flybjerg, B., Molin, E. J., & Van Wee, B. (2013). Cost overruns in large-scale transportation infrastructure projects: Explanations and their theoretical embeddedness. *arXiv preprint arXiv:1307.2176*.
- Carrington, P. J., Scott, J., & Wasserman, S. (2005). *Models and methods in social network analysis* (Vol. 28): Cambridge university press.
- Chapman, R. J. (2001). The controlling influences on effective risk identification and assessment for construction design management. *International journal of project management*, 19(3), 147-160.
- Chinowsky, P., Diekmann, J., & Galotti, V. (2008). Social network model of construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(10), 804-812.
- Chinyio, E., & Olomolaiye, P. (2010). *Construction stakeholder management*. Chennai, India: Wiley-Blackwell
- Choi, H.-H., Cho, H.-N., & Seo, J.-W. (2004). Risk assessment methodology for underground construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(2), 258-272.
- Ding, L., Yu, H., Li, H., Zhou, C., Wu, X., & Yu, M. (2012). Safety risk identification



- Engineering*, 4(3), 49-62. doi:10.21859/johe.4.3.49
- Wang, X., Xia, N., Zhang, Z., Wu, C., & Liu, B. (2017). Human safety risks and their interactions in china's subways: stakeholder perspectives. *Journal of Management in Engineering*, 33(5), 05017004.
- X.W.Zou, P., & LI, J. (2010). Risk Identification and assessment in subway project: case study of Nanjing Subway Line 2. *Construction Management and Economics*, 28, 1219-1238.
- Yang, J., Shen, G. Q., Ho, M., Drew, D. S., & Xue, X. (2011). Stakeholder management in construction: An empirical study to address research gaps in previous studies. *International journal of project management*, 29(7), 900-910.
- Yang, R. J. (11 NOVember 2013). An Investigation analysis in urban development project: Emprical or rationalistic perspectives. *International journal of project management*.
- Yang, R. J., & Zou, P. X. W. (25 December 2013). Stakeholder-Associated Risks and their Interactions in Complex Green Building Projects: A Social Network Model. *Building and Environment*.
- Yang, R. J., Zou, P. X. W., & Wang, J. (18 September 2015). Modelling stakeholder-associated risk networks in green building projects. *International journal of project management*.
- Yu, Q., Ding, L., Zhou, C., & Luo, H. (2014). Analysis of factors influencing safety management for metro construction in China. *Accident Analysis & Prevention*, 68, 131-138.
- Yu, T., Shen, G. Q., Shi, Q., Lai, X., Li, C. Z., & Xu, K. (2017). Managing social risks at the housing demolition stage of urban redevelopment projects: A stakeholder-oriented study using social network analysis. *International journal of project management*.
- Zhou, H.-b., & Zhang, H. (2011). Risk assessment methodology for a deep foundation pit construction project in Shanghai, China. *Journal of Construction Engineering and Management*, 137(12), 1185-1194.
- Zhou, Y., Li, S., Zhou, C., & Luo, H. (2018). Intelligent Approach Based on Random Forest for Safety Risk Prediction of Deep Foundation Pit in Subway Stations. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 33(1), 05018004.
- (Master), Shahid Beheshti University, Tehran.
- Pirouz, H. (2016). *Project risk evaluation using automated excavation system with probablity-impact matrix*. (Master), Islamic Azad University, Ahwaz.
- PMI. (2017). *A guide to the project managment body of knowledge(PMBOK guide)* (Vol. sixth Edition). Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Prum, D. A., & Del Percio, S. (2009). Green building claims: what theories will a plaintiff pursue, who has exposure, and a proposal for risk mitigation. *Real Estate Law Journal*, 37(4).
- Pryke, S., Badi, S., & Bygballe, L. (2017). Editorial for the special issue on social networks in construction. *Construction Management and Economics*, 35(8-9), 445-454.
- Qin, X., Mo, Y., & Jing, L. (2016). Risk perceptions of the life-cycle of green buildings in China. *Journal of cleaner production*, 126, 148-158.
- Reilly, J. (2000). The management process for complex underground and tunneling projects. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 15(1), 31-44.
- Ren, H. (1994). Risk lifecycle and risk relationships on construction projects. *International journal of project management*, 12(2), 68-74.
- Robichaud, L. B., & Anantatmula, V. S. (2010). Greening project management practices for sustainable construction. *Journal of Management in Engineering*, 27(1), 48-57.
- Sarkar, D. (2012). Decision tree analysis for project risk mitigation options for underground metro rail project. *International Journal of Decision Sciences, Risk and Management*, 4(1-2), 25-37.
- Sarkar, D. (2015). Application of fuzzy failure mode effect analysis and expected value method for project risk analysis of elevated corridor metro rail projects. *International Journal of Decision Sciences, Risk and Management*, 6(1), 34-62.
- Sousa, R. L., & Einstein, H. H. (2012). Risk analysis during tunnel construction using Bayesian Networks: Porto Metro case study. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 27(1), 86-100.
- Taherkhani, F., Mirzaebrahim tehrani, M., & Malmasi, S. (2017). safety risk management based on fuzzy logic at underground projects. *Journal of Occupational Hygiene*

## یادداشت‌ها

- <sup>1</sup> Social Network Analysis
- <sup>2</sup> International Tunneling Association
- <sup>3</sup> L.Y. Ding, H.L. Yu, Heng Li, C. Zhou, X.G. Wu & M.H. Yu
- <sup>4</sup> Ying Zhou, Shiqi Li, Cheng Zhou & Hanbin Luo
- <sup>5</sup> Awad S. Hanna, F.ASCE, Greg Thomas & Justin R. Swanson
- <sup>6</sup> Robert J. Chapman
- <sup>7</sup> Size
- <sup>8</sup> Density
- <sup>9</sup> Degree
- <sup>10</sup> Centrality
- <sup>11</sup> Between-ness centrality
- <sup>12</sup> Darren A. Prum and Stephen Der Percio
- <sup>13</sup> Lauren Bradley Robichaud and Vittal S. Anantamula
- <sup>14</sup> Rebecca J. Yang, Patrick X.W. Zou & Jiayuan Wang
- <sup>15</sup> Stephen Pryke, Sulafa Badi & Lena Bygballe
- <sup>16</sup> Xuan Qin, Yiyi Mo & Lei Jing
- <sup>17</sup> Xueqing Wang; Nini Xia; Zhitao Zhang; Chunlin Wu
- <sup>18</sup> H Ren
- <sup>19</sup> Neil Allan and Yun Yin
- <sup>20</sup> T S Glickman and H Khamooshi
- <sup>21</sup> linear impact analysis
- <sup>22</sup> semi-linear impact
- <sup>23</sup> network impact analysis
- <sup>24</sup> Social Network Analysis
- <sup>25</sup> Ego Size
- <sup>26</sup> Out-Degree
- <sup>27</sup> Degree difference
- <sup>28</sup> Betweenness Centrality
- <sup>29</sup> Betweenness Centrality
- <sup>30</sup> Project Management Institute