شناسایی و تحلیل ریسک‌های پروژه و ارائه راهکارهای بهبود مدیریت ریسک در ایران

مقاله علمی – پژوهشی

میلاد عقیلی لطف، دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران، تهران، ایران
محمد مهدی حیدری*، استادیار، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران
ندا سلطانی حلوایی، استادیار، دانشکده فناوری و اطلاعات و مهندسی کامپیوتر، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران
امیرمحمد رمضانیان پور، دانشیار، دانشکده مهندسی عمران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
امید بامشاد، گروه مهندسی عمران، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: m.heydari@bhrc.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۱۸– پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۰۲
صفحه ۲۸۰-۲۶۳

چکیده

هدف از شناسایی مهم‌ترین ریسک‌های صنعت ساختمان در ایران تهیه مبنای علمی برای سیاست گذاران حوزه مسکن در کشور است تا ایشان بتوانند با تکیه بر نتایج مأخوذه در این پژوهش برنامه واکنش و اقدام مناسب نسبت به ریسک‌ها و چالش‌های صنعت مسکن در کشور تهیه نمایند. در این پژوهش مجموعاً ۳۰ ریسک شناسایی و با استفاده از تکنیک دلفی رتبه‌بندی شدند. ده ریسک اول شامل ریسک تحریم‌های سیاسی و اقتصادی، دوباره‌کاری، تورم/ نداشتن مقیاس برای هزینه‌ها و آنالیز قیمت تمام‌شده اجرای پروژه‌ها، کمبود بودجه به دلیل افزایش هزینه‌های ساخت و اجرا، تاخیرات مالی در پرداخت‌ها یا تخصیص منابع مالی، برنامه‌ریزی نامطلوب، کمبود بودجه به دلیل اشتباه در برآورد هزینه‌ها، تأخیر در تاییدات بخش‌های توسط ناظر و کارفرما، تغییر در طراحی به دلیل نظرات کارفرما، مدیریت و نظارت ضعیف در سایت عمرانی و هماهنگی ضعیف با ذینفعان پروژه می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که ریسک‌های مالی در پروژه‌های ساختمان مسکونی بیشترین دغدغه فعالان صنعت ساختمان است. ریسک‌های تورم/ ندا شتن مقیاس برای هزینه‌ها و آنالیز قیمت تمام شده اجرای پروژه‌ها، کمبود بودجه به دلیل افزایش هزینه‌های ساخت و اجرا، تاخیرات مالی در پرداخت‌ها یا تخصیص منابع مالی و کمبود بودجه به دلیل اشتباه در برآورد هزینه‌ها در گروه ریسک‌های خیلی زیاد قرار گرفته‌اند.

واژه‌های کلیدی: مسکن، مدیریت ریسک، صنعت ساختمان، تکنیک دلفی، مدیریت پروژه

۱-مقدمه

پروژه‌های ساختمانی در محیط‌هایی پویا و پیچیده که شرایطی پرخطرتر و نامطمئن را به وجود آورده‌اند، آغاز می‌شود (عقیلی لطف و همکاران، ۱۴۰۴). صنعت ساختمان، در طی چند سال گذشته تغییرات زیادی را متحمل شده است. در این صنعت که اساساً با سرمایه‌گذاران خصوصی اداره می‌شود، حضور املاک و مستغلات اوراق بهادار به طرز قابل‌توجهی افزایش یافته است. این صنعت در برابر طیف وسیعی از خطرات فنی و کسب و کاری، آسیب‌پذیر است. بررسی آمار موجود نشان می‌دهد که بخش مهمی از فعالیت‌های عمرانی و سرمایه‌گذاری‌های انجام‌شده در صنایع تولیدی کشور در دو دهه اخیر، مربوط به

ساختمان‌سازی است. این صنعت با توجه به گستردگی زمینه‌های مختلف مرتبط با آن از دیدگاه‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و زیست‌محیطی حائز اهمیت است. تغییرات مستمر محیط کار، استفاده از منابع و ابزارهای مختلف، شرایط کاری نامناسب، اشتغال ناپایدار و همچنین محیط‌های نامناسب کاری ازجمله خصوصیات صنعت ساختمان است که موجب وقوع حوادث می‌گردد (عقیلی لطف و همکاران، ۱٤۰۳؛ بدری و همکاران، ۱۳۹۰).

از آنجایی‌که این صنعت، با ضعف در برنامه‌ریزی و نظارت مسئولان، زمینه‌ساز ورود نیروی انسانی ناآشنا و غیر فنی به صنعت ساختمان شده است، پی‌آمدهای ناگواری ازنظر فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی مانند اشکالات اساسی در طرح معماری ساختمان‌ها ازنظر تأمین شرایط آسایش و نیازهای واقعی ساکنین و کاربرد مصالح، فرآورده‌ها و سیستم‌های فاقد استاندارد در ساخت‌وسازها، در جامعه ایجاد کرده است (عقیلی لطف و همکاران، ۱٤۰٤، ۱٤۰۳).

موضوعات فوق سبب شده است تا غالب مسکن‌های احداث‌شده در دهه‌های اخیر از دوام و پایداری مناسبی برخوردار نباشند و در شرایط بحرانی مانند وقوع زلزله و یا حریق، عملکرد نامطلوبی را نشان دهند. این در حالی است که نرخ رشد احداث مسکن در دو دهه اخیر رشد تصاعدی داشته است. به‌طوری‌که آمارهای رسمی منتشرشده توسط مرکز آمار ایران نشان می‌دهد که تعداد ساختمان‌های احداث‌شده در بیست سال گذشته بیش از دو برابر نسبت به ساختمان‌های موجود گذشته رشد داشته است (مرکز آمار ایران). لذا با توجه به توضیحات فوق، شرکت‌های ساختمانی باید ریسک را به‌عنوان بخشی ضروری از مدیریت پروژه‌های خود، مدنظر قرار دهند و ضرورتاً با ریسک‌های این صنعت پرخطر و همچنین راه‌های مقابله با آن به‌خوبی آشنا شوند. در این راستا تصمیم‌گیری‌هایی نظیر ارزیابی ریسک در پروژه‌های ساختمان بسیار حائز اهمیت است و شناسایی و ارزیابی ریسک‌های پروژه، روند مهمی برای موفقیت پروژه به شمار می‌آید (عقیلی لطف و همکاران، ۱٤۰۳). در این مقاله که در قالب یک پروژه تحقیقاتی در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی تعریف شده بود، ریسک‌های پروژه‌های ساختمان مسکونی در ایران که عموماً توسط اشخاص حقیقی سرمایه‌گذاری و احداث می‌گردند شناسایی، رتبه‌بندی و تحلیل شد. هدف از شناسایی مهم‌ترین ریسک‌های صنعت ساختمان در ایران تهیه دانش و مبنای علمی برای سیاست گذاران حوزه مسکن و ساختمان در کشور است تا ایشان بتوانند با تکیه بر نتایج مأخوذه در این پژوهش برنامه واکنش و اقدام مناسب نسبت به ریسک‌ها و چالش‌های صنعت مسکن در کشور تهیه نمایند. جهت تحقیق اهداف مشروحه در این پژوهش، در بخش دوم این مقاله پیشینه تحقیقات و تعاریف پایه ارائه می‌گردد. در بخش سوم نیز روش تحقیق و در بخش چهارم نتایج و یافته‌های تحقیق تجزیه و تحلیل می‌گردد. در بخش پنجم نیز بحث و بررسی ارائه شده است. یافته‌های این پژوهش برای کلیه دست اندرکاران و سیاست گذاران بخش مسکن خصوصی و عمومی در کشور قابل استفاده است.

۲- پیشینه تحقیق

طبق تعریف PMBOK، ریسک رویدادی نامعین یا موقعیتی است که اگر اتفاق بیفتد بر هدف پروژه تأثیر مثبت یا منفی خواهد گذاشت. ریسک دلیلی دارد و در صورت اتفاق نیز تجربه‌ای از آن حاصل می‌شود (راهنمای مدیریت پروژه، ۱۳۹۵). ریسک یک مفهوم چندوجهی است. در زمینه ساخت و ساز، می‌تواند احتمال وقوع یک رویداد، عامل قطعی یا ترکیبی از حوادث، عواملی که در تمام طول روند ساخت‌وساز رخ می‌دهد و به ضرر پروژه است، باشد (زارعی، ۱۳۹۵). عابدینی و همکاران در پژوهش خود مدل ارزیابی عملی جامع، هدفمند و قابل‌اعتماد جهت ارزیابی سطح ریسک پروژه‌های مسکن مهر با استفاده از روش طوفان فکری و پرسشنامه و تحلیل عاملی و بررسی یک رویکرد ارزیابی مصنوعی فازی تعمیم دادند (عابدینی و همکاران، ۱۳۹۳). در این پژوهش محققین با بررسی پروژه‌های مسکن مهر در شهر قم، ۳٤ عامل ریسک را استخراج کردند که در این بین با استفاده از مدل‌یابی معادلات ساختاری توسط نرم‌افزار لیزرل، ۲۳ شاخص ریسک بحرانی از میان ریسک‌های مطرح‌شده توسط صاحب نظران در جلسات طوفان فکری در پروژه‌های مسکن مهر استان قم شناسایی شد. کلیه ریسک‌های شناسایی‌شده در ۵ گروه اصلی سیاسی، اجتماعی، سطح پروژه، صنعت ساخت وساز و ریسک‌های مربوط به وضعیت مالی و اقتصادی تقسیم‌بندی شدند. مطابق با نتایج مأخوذه پرمخاطره‌ترین ریسک‌ها با شاخص ریسک برابر با ٤/۱٤ در صنعت ساخت و ساز شناسایی شدند. عوامل ریسک در سطح پروژه باارزش شاخص ریسک برابر با ٤/۱۲، عوامل ریسک

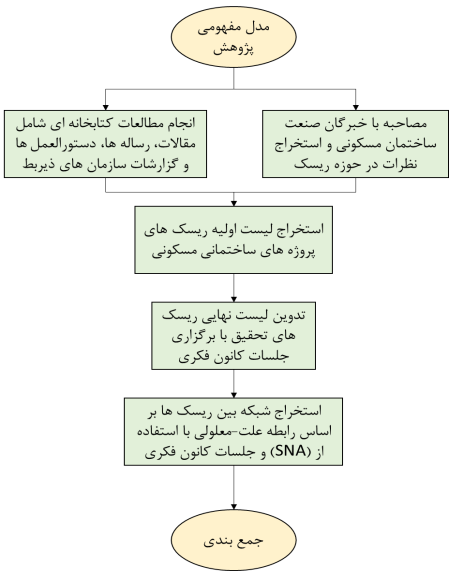
مربوط به وضعیت مالی و اقتصادی باارزش شاخص ریسک برابر با ۳/۸٦، عوامل ریسک مربوط به وضعیت اجتماعی باارزش شاخص ریسک برابر با ۳/٦۰ و عوامل ریسک مربوط به وضعیت سیاسی باارزش شاخص خطر ۳/۱۳ در جایگاه‌های بعدی محاسبه گردیدند. طباطبایی میرحسینی و روحی (طباطبایی و روحی، ۱۳۹۳) ریسک ساختمان‌های بلندمرتبه را با استفاده از روش‌های AHP و TOPSIS ارزیابی کردند. در این مقاله تعداد ۲٤ پروژه بلندمرتبه‌سازی که برخی از آن‌ها به بهره‌برداری رسیده‌اند و برخی در مرحله اجرا می‌باشند انتخاب و در ۱ گروه ریسک طبقه‌بندی گردیدند و با استفاده از روش‌های AHP و TOPSIS ریسک‌های تورم اقتصادی، طولانی بودن فرآیندهای اجرایی، حوادث کاری به علت ارتفاع بلند ساختمان، عدم تجربه و مهارت کافی پیمانکار، انتخاب نامناسب روش اجرا، خرابی ماشین‌آلات و تکنولوژی نامناسب و مهارت و تخصیص پایین نیروی انسانی، اولویت اول پروژه‌های خود گردیدند که از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (طباطبایی و روحی، ۱۳۹۳). در پژوهشی دیگر محمدی و توسلی (محمدی و توسلی، ۱۳۹٤) ارتباط معناداری بین ریسک‌های ساختمانی مانند ریسک‌های فنی، ریسک‌های هزینه و بودجه‌ای، ریسک‌های قوانین، مقررات و قراردادها، ریسک‌های سیاسی و ریسک‌های جغرافیایی با موفقیت پروژه یافتند. مجموعه پژوهش‌های ایشان در شرکت پیمانکاری طراحان والفجر مازندران (۷۱ پرسشنامه) و با استفاده از آزمون فرض تحقق یافت. مولایی و خادمی (مولایی و خادمی، ۱۳۹۵) در پژوهش خود بر روی شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه بازار بزرگ ایران (ایران مال) متمرکز شدند و با کمک خبرگان و استفاده از روش‌های آماری مجموعاً ۳۰ ریسک را شناسایی و به ۱۰ المان مطرح بازار بزرگ ایران (قرارداد، باغ ایرانی، مراکز تجاری، نما، پیست یخ، سینماها، رستوران‌ها، هایپر مارکت ها، پارکینگ‌ها و هتل‌ها) تخصیص دادند. نتایج پژوهش نشان داد که به ترتیب تحریم‌های اقتصادی، استفاده از تکنولوژی نامناسب و طراحی فنی نادرست سه ریسک پراهمیت در این پروژه هستند. در پژوهشی که محمدی و پناهی (محمدی و پناهی، ۱۳۹٤) بر روی شناسایی معیارهای مؤثر در ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه‌های عمرانی انجام دادند، دریافتند که ٦ معیار فنی، تجربی، سازمان و مدیریت، حسن سابقه و اعتبار، صلاحیت مالی و قیمت‌های پیشنهادی مؤثرترین معیارهای شناسایی ریسک‌های پروژه‌های عمرانی هستند. در این پژوهش محققین با استفاده از روش Fuzzy-AHP معیارها و زیرمعیارهای مهم در شناسایی ریسک‌های پروژه‌های عمرانی را استخراج کردند. پورمحبی (پورمحبی، ۱۳۹٤) در پژوهش خود کلیه ریسک‌های یک پروژه ساختمان مسکونی با سازه فولادی (در پنج طبقه) با استفاده از تکنیک FMEA شناسایی و سپس رتبه‌بندی نمود. در این تحقیق مجموعاً ۲۹ ریسک در سه فاز اصلی چرخه عمر یعنی طراحی، اجرا و بهره‌برداری شناسایی شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که ریسک‌های نصب اشیا سنگین بر روی دیوارها، خطر آتش‌سوزی سقف تیرچه بلوک و آسیب‌پذیری عایق رطوبتی در پروژه‌های اضافه طبقه، با اهمیت‌ترین ریسک‌های موجود در اجرای پروژه ساختمان مسکونی هستند. نقاش طوسی و سبط (نقاش طوسی و سبط، ۱۳۸۷) در پژوهشی دیگر کلیه ریسک‌های یک پروژه مسکونی ۱۰۰۰ واحدی را در شهرک اندیشه شهر کرج با استفاده از چک‌لیست‌های شناسایی ریسک، شناسایی کردند. مجموعاً ۱۹ ریسک شناسایی شد که در این بین ریسک‌های تحویل به‌موقع مصالح توسط واحد بازرگانی شرکت، تأمین به‌موقع سیمان مورد نیاز پروژه و عدم انجام تعهدات به‌موقع پیمانکاران از اهمیت بالاتری برخوردار بودند. خاکسار و همکاران (خاکسار و همکاران، ۱۳۸۷) در پژوهشی مشابه با استفاده از اطلاعات ۱۰۹ شرکت پیمانکاری در شهر سنندج ۳٦ ریسک را در ٦ گروه شناسایی کردند. این فرآیند با استفاده از پرسشنامه و تحلیل داده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS صورت پذیرفته است. تحقیقات ایشان نشان داد که ریسک‌های مالی و اقتصادی بیشترین و ریسک‌های موقعیت کار کمترین احتمال وقوع در پروژه ساختمانی دارند.

۳- روش تحقیق

۳-۱- فرآیند پژوهش

در این پژوهش برای جمع‌آوری اطلاعات از اطلاعات مربوط به پروژه‌های مشابه، اطلاعات سازمانی، نظرات کارشناسی، طوفان فکری، تجزیه‌ی پروژه‌های مسکونی به بخش‌های مختلف، مطالعات کتابخانه‌ای، اسناد، مدارک، مقالات داخلی و خارجی، اطلاعات لازم جمع‌آوری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و از طریق مطالعات میدانی، نظرات مدیران پروژه، پیمانکاران، مشاوران و خبرگان مورد قضاوت واقع شده است. برای رسیدن هدف پژوهش که بررسی، ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های

ساختمان‌های مسکونی است، فرآیندهای مدیریت ریسک بر اساس استاندارد PMBOK اساس کار قرارگرفته است (راهنمای مدیریت پروژه، ۱۳۹۵). در این پژوهش تنها ریسک‌های منفی یا به عبارتی دیگر تهدیدها مورد بررسی و کاوش قرارگرفته‌اند. بر اساس پیکره‌ی دانش مدیریت پروژه فرآیند مدیریت ریسک شامل: برنامه‌ریزی مدیریت ریسک، شناسایی ریسک‌ها، تحلیل کیفی و سپس کمی ریسک‌ها، برنامه‌ریزی پاسخ به ریسک‌ها و درنهایت کنترل ریسک‌ها است. آنچه مشخص است این است که همه پروژه‌ها در هر شرایطی به یک‌میزان نیاز به مدیریت ریسک ندارند، بلکه عوامل متعددی در تعیین میزان ضرورت ریسک برای یک پروژه نقش دارند. این تحقیق ازنظر هدف تحقیق کاربردی است زیرا پژوهش کاربردی پژوهشی است که نه در جهت ارضای کنجکاوی‌های ژرف، بلکه در جهت حل مسئله‌ای فردی، گروهی و اجتماعی انجام می‌پذیرد. لذا پژوهش حاضر در اولویت اول قابل کاربرد در تمامی پروژه‌های ساختمانی است. همچنین به نظر می‌رسد نتایج حاصل و روش‌های به‌کار رفته در این تحقیق، می‌تواند توسط سایر دستگاه‌های اجرایی و دانشجویان دوره کارشناسی ارشد و دکتری نیز مورد استفاده قرار گیرد. این پژوهش از نظر نوع، همبستگی محسوب می‌شود. توصیفی از آن جهت که یافته‌ها به همان صورت که جمع‌آوری شده‌اند، بدون هیچ‌گونه دستکاری توصیف می‌گردند. همچنین جهت جمع‌آوری اطلاعات از پرسشنامه استفاده می‌گردد، بدین جهت از نوع پیمایشی نیز است. فرآیند پژوهش در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. فرآیند پژوهش

در این پژوهش بعد از انجام مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی اسناد علمی، فهرستی از ریسک‌های ساختمان‌های مسکونی شناسایی شد. در ادامه جهت اطمینان از در نظر گرفتن کلیه ریسک‌ها، لیست ریسک در اختیار ۸ تن از خبرگان صنعت ساختمان با بیش از ۱۰ سال سابقه قرار گرفت و ایشان بر اساس تشخیص‌های خود مواردی را به لیست ریسک اضافه نمودند. برای این منظور ۳ کارشناس مهندسی عمران شاغل در حوزه مسکن شرکت کیسون، ۲ کارشناس در مجموعه مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و ۳ کارشناس عمرانی که در پروژه‌های ساختمان‌سازی خصوصی به‌عنوان پیمانکار فعالیت داشتند، مشارکت مؤثر در تکمیل لیست ریسک‌های پروژه‌های ساختمان‌های مسکونی در ایران داشتند.

در این مرحله مجموعاً ۵۳ ریسک شناسایی شد که در این مرحله ریسک‌های شناسایی‌شده در ٦ گروه ریسک‌های طراحی، ساخت، خارجی، سازمانی، مدیریت پروژه و شغلی طبقه‌بندی شده بودند. در ادامه با تشکیل جلسات کانون فکری شامل ۷ خبره در مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی، لیست ریسک‌های شناسایی‌شده مورد بازبینی قرار گرفت و در جهت تدقیق لیست ریسک با عنوان تحقیق، نهایتاً ۳۰ ریسک به‌عنوان مبنای پژوهش انتخاب شد. در جدول ۱ مشخصات اعضای کانون فکری در این مرحله آورده شده است.

در جدول ٤ نیز لیست ریسک‌های نهایی پژوهش آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بعد از بازبینی ریسک‌های شناسایی‌شده توسط خبرگان کانون فکری، گروه‌بندی ریسک‌ها به‌طور کامل تغییر یافت. درنهایت ریسک‌های شناسایی‌شده در ۱۱ گروه طبقه‌بندی شدند.

در شکل ۲ گروه‌بندی ریسک‌های این پژوهش نشان داده شده است. در تحقیق پیش رو بیشترین ریسک‌های شناسایی‌شده به ترتیب در گروه ریسک‌های مالی-اقتصادی، طراحی، مدیریتی، HSE، اجتماعی/سیاسی، ساخت، قراردادی، سازمانی، تأمین و تدارکات، خارجی و متفرقه قرار گرفتند.

جدول ۱. مشخصات خبرگان مشارکت‌کننده در جلسات کانون فکری در مرحله تدوین لیست نهایی ریسک‌ها

جنسیت	سابقه (سال)	پروانه نظام مهندسی ساختمان	تحصیلات
مرد	۱۱	پایه ۲ نظارت و اجرا	کارشناسی مهندسی عمران
مرد	۹	پایه ۲ نظارت	کارشناسی مهندسی عمران
مرد	۱۰	پایه ۳ نظارت و اجرا	کارشناسی مهندسی عمران
مرد	٦	پایه ۳ نظارت	کارشناسی ارشد مهندسی عمران- سازه
مرد	۱۵	پایه ۱ طراحی (معماری)	کارشناسی ارشد معماری
مرد	۱۲	پایه ۲ نظارت و اجرا	کارشناسی مهندسی عمران
مرد	۸	-	کارشناسی مهندسی برق

شکل ۲. گروه‌های ریسک

۳-۲- فرآیند رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی شده

باهدف رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده در این پژوهش ضروری است اهداف پروژه‌های ساختمانی در اولین گام تعیین گردد. به‌صورت کلی در پروژه‌های ساختمان مسکونی می‌توان ٤ هدف شامل هزینه، زمان، کیفیت و ایمنی را در نظر گرفت. در پژوهش حاضر با توجه به مطالعات پیشین و همچنین محدودیت‌های پژوهش، تیم پژوهشی بر اساس قضاوت مهندسی تنها سه هدف هزینه، زمان و کیفیت در نظر گرفت. به این ترتیب پرسشنامه‌ای به جهت تعیین احتمال و اثر هریک از ریسک‌های شناسایی‌شده نسبت به سه هدف هزینه، زمان و کیفیت طراحی و تدوین شد. این پرسشنامه در مجموع شامل ۱۲۰ سؤال است که در آن برای هر ریسک، احتمال و اثر نسبت به اهداف از خبرگان نظرسنجی شده است. برای اخذ آراء خبرگان نیز از طیف لیکرت در بازه (۱، ۱۰) استفاده شد که به ترتیب ۱ بیانگر "خیلی کم" و ۱۰ بیانگر "خیلی زیاد" است.

همچنین جهت بررسی قابلیت اطمینان و پایایی پرسشنامه از روش باز آزمایی استفاده شد. این روش عبارت است از ارائه یک آزمون بیش از یک‌بار در بخشی از یک جامعه آماری مورد آزمون تحت شرایط و الزامات یکسان (اردشیر و همکاران، ۱۳۹٤). در این روش برای محاسبه ضریب پایایی، پرسشنامه طراحی‌شده در دو مرحله در فاصله زمانی ۱٤ روز، به یک گروه شامل ٤ خبره با رعایت شرایط یکسان جهت پاسخگویی ارسال شد. سپس نتایج حاصل از دو آزمون با یکدیگر مقایسه شده و میانگین تفاوت نتایج ٤ خبره به‌عنوان ضریب پایایی محاسبه شد. ضریب پایایی عددی بین صفر (عدم ارتباط) و یک (ارتباط کامل) تعریف می‌شود و هرچه ضریب محاسبه‌شده به عدد یک نزدیک‌تر باشد، نشان از قابلیت اطمینان بالاتر پرسشنامه است. برای مقایسه نتایج دو آزمون، از معادله ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد (رابطه ۱). در این رابطه x و y متغیرهای تصادفی، cov به معنای کوواریانس، r_{xy} ضریب همبستگی پیرسون و δ نماد انحراف معیار است.

$$r_{xy} = \frac{cov\,(x,y)}{\delta_x \delta_y} = \frac{\sum(x-\bar{x})\sum(y-\bar{y})}{\sqrt{(x-\bar{x})^2(y-\bar{y})^2}} \qquad (۱)$$

با جمع‌آوری و تحلیل پرسشنامه‌های توزیع‌شده بین خبرگان در هر دو مرحله، ضریب همبستگی برای پرسشنامه ۰/٦۳ محاسبه شد که این مقدار با توجه به حجم پرسشنامه، دامنه بزرگ طیف لیکرت و اعمال ۱٤ روز فاصله زمانی بین دو مرحله پاسخ‌دهی، قابل‌قبول است. باهدف رتبه‌بندی نهایی ریسک‌های تحقیق، ضروری است وزن هریک از اهداف تعیین گردد. برای این منظور با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و برگزاری جلسات کانون فکری با حضور اعضای تیم پروژه و همچنین ٤ خبره شاغل در مجموعه مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی اوزان هریک از اهداف به شرح زیر تعیین گردید.

جدول ۲. اوزان هریک از اهداف تحقیق

هدف	وزن
هزینه	۰/٤۵
زمان	۰/۳۷
کیفیت	۰/۱۸

بعد از تعیین اوزان و طراحی پرسشنامه، تکنیک دلفی به‌عنوان روش انجام پژوهش در این فاز مورد استفاده قرار گرفت. به دلیل اینکه تعداد آیتم‌های پرسشنامه بیش از تعداد آیتم‌های متعارف در پرسشنامه‌های آماری بود، تیم پژوهشی تکنیک دلفی را به جهت اجرای پژوهش انتخاب کرد. تکنیک دلفی یکی از ابزارهای دستیابی به‌اتفاق نظر است. این تکنیک برای نخستین بار توسط راند در دهه ۵۰ میلادی تدوین شد. این تکنیک مشتمل بر تعدادی پرسشنامه به همراه بازخوردهایی کنترل‌شده است که در چند نوبت (راند) اجرا می‌شود و در نهایت موجب اتفاق نظر میان خبرگان شرکت‌کننده در پژوهش می‌شود. در این تکنیک خبرگان نسبت به یکدیگر شناخت و آگاهی ندارند و نتیجتاً افراد بر روی یکدیگر نمی‌توانند تأثیر بگذارند. همچنین به فراخور پیچیدگی‌های مسئله تحقیق این تکنیک معمولاً بین ۲ تا ٦ راند اجرا می‌گردد. در هر مرحله میانگین جواب‌ها به همراه انحراف استاندارد (و در بعضی موارد مقادیر میانه و مد) در اختیار خبرگان شرکت‌کننده در پانل دلفی قرار می‌گیرد. این خبرگان اظهار نظرهای خود را با میانگین و انحراف استاندارد هر آیتم بررسی کرده و مجدداً نظر خود را مکتوب می‌کنند. یکی از مسائلی که در تکنیک دلفی باید در نظر گرفت، توضیح کامل فرآیند روش تحقیق برای اعضای شرکت‌کننده در پانل دلفی است. در پژوهش حاضر دو معیار کنترلی برای شرکت کنندگان در پانل دلفی تعیین شد. معیار اول به مسئله سابقه کاری در پروژه‌های ساختمان مسکونی مرتبط بود که معیار حداقل ۱۰ سال در نظر گرفته شد. معیار دوم مسئله عضویت خبرگان در سازمان نظام مهندسی ساختمان بود که حداقل داشتن پروانه اشتغال پایه ۳ تعیین شد. به این ترتیب بعد از شناسایی هسته اول خبرگان، با استفاده از روش گلوله برفی، درمجموع ۳۳ خبره شناسایی شد. بعد از ارسال دعوت‌نامه و انجام هماهنگی‌هایی که توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی صورت گرفت، ۲۳ خبره اعلام آمادگی کردند. به دلیل شیوع پاندمی کرونا در حین اجرای پژوهش، پرسشنامه تکنیک دلفی بر بستر وب طراحی شد و با ایجاد لینک دسترسی برای خبرگان، از ایشان خواسته شد تا پرسشنامه یادشده را تکمیل کنند. بعد از تکمیل راند اول و تجزیه و تحلیل پاسخ‌ها، مقادیر میانگین و انحراف استاندارد برای هریک از گویه‌ها (آیتم‌ها) محاسبه شد و در پرسشنامه راند دوم قرار داده شد. در راند اول میانگین انحراف استاندارد گویه‌ها (۱۲۰ مورد) برابر با ۲/۳۸ محاسبه شد. در راند دوم علی‌رغم پیگیری‌های به عمل آمده، تنها ۱۸ خبره در پانل دلفی مشارکت کردند. مشخصات خبرگان مشارکت‌کننده در پانل دلفی در جدول ۳ آورده شده است. در این راند انحراف استاندارد پاسخ‌ها تا مقدار قابل‌ملاحظه‌ای کاهش پیدا کرد و میانگین انحراف استاندارد برای ۱۲۰ گویه مقدار ۱/۱۰ محاسبه شد که با توجه به دامنه طیف لیکرت (۱، ۱۰) و همچنین تعداد قابل‌ملاحظه گویه‌ها (۱۲۰ مورد) عدد منطقی و قابل‌قبولی برای توقف تکنیک است. درنهایت بعد از دو راند دلفی، مقادیر هر گویه محاسبه شد و با در نظر گرفتن اوزان هریک از اهداف (هزینه، زمان و کیفیت) رتبه‌بندی نهایی ریسک‌ها به دست آمد.

جدول ۳. مشخصات خبرگان شرکت‌کننده در پانل دلفی

جنسیت	سابقه (سال)	پروانه نظام مهندسی	سطح تحصیلات
مرد	١٤	پایه ۱	کارشناسی مهندسی عمران
مرد	۱۸	پایه ۱	کارشناسی مهندسی عمران
مرد	١٦	پایه ۱	کارشناسی مهندسی برق
مرد	١٤	پایه ۱	کارشناسی ارشد برق
مرد	۱۱	پایه ۲	کارشناسی ارشد عمران
مرد	۱۱	پایه ۲	کارشناسی ارشد معماری
مرد	۲۵	پایه ۱	کارشناسی مهندسی عمران
مرد	۱۲	پایه ۲	کارشناسی ارشد عمران
مرد	۲۱	پایه ۱	کارشناسی مهندسی معماری
مرد	۱۳	پایه ۲	کارشناسی ارشد مدیریت پروژه
مرد	۱۸	پایه ۱	کارشناسی مهندسی عمران
مرد	۱۱	پایه ۲	کارشناسی مهندسی مکانیک
مرد	۱۲	پایه ۲	کارشناسی عمران
مرد	١٦	پایه ۱	کارشناسی مهندسی عمران
مرد	۱۰	پایه ۲	کارشناسی ارشد عمران
مرد	۱۲	پایه ۱	کارشناسی عمران
مرد	١٤	پایه ۱	کارشناسی مهندسی عمران
مرد	۱۱	پایه ۲	کارشناسی ارشد عمران

٤- تجزیه و تحلیل داده‌ها

٤-۱- مقادیر احتمال و اثر ریسک‌های شناسایی شده

به‌طورکلی پرسشنامه‌هایی که دارای سؤال‌هایی بیش از تعداد معمول هستند (که با توجه به حجم پرسشنامه می‌توان تعداد ۲۰- ٤٥ سؤال را در نظر گرفت) مسئله اعتبار پاسخ‌های مشارکت کنندگان بسیار چالش برانگیز است. در عموم این

پرسشنامه‌ها مشارکت‌کننده زمانی که با انبوهی از سؤالات مواجه می‌شود و بسته به سطح علاقه‌مندی و کنجکاوی، دقت خود را در ارائه پاسخ‌های مناسب تعیین می‌کند و گاه با پیشروی در پاسخ به سؤالات، سطح دقت وی کاهش می‌یابد. بر اساس تجربیات پیشین تیم پژوهشی در خصوص پرسشنامه با تعداد گویه زیاد، این تجربه حاصل شده بود که برقراری ارتباط با خبرگان و انجام گفتگو با ایشان (حتی الامکان به‌صورت حضوری) می‌تواند سطح اهمیت پرسشنامه را بهتر منتقل کرده و در تعهد خبره در ارائه پاسخ‌های دقیق‌تر تأثیر مثبت گذارد. بااین‌حال به دلیل اینکه استفاده از روش پرسشنامه نیاز به جامعه آماری بزرگی دارد و حکم‌فرمایی شرایط پاندومی کرونا امکان ملاقات حضوری با خبرگان را میسر نمی‌ساخت، تیم پژوهشی تکنیک دلفی را برای انجام این پژوهش انتخاب کرد. در این تکنیک سعی بر آن شد تا با استفاده از قدرت نفوذ مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی، مکاتبات کتبی و مکالمات تلفنی قابل‌قبولی با خبرگان صورت گیرد تا به نحوی اهمیت این اقدام پژوهشی را در نزد خبرگان افزایش دهد. معمولاً این اقدام در کشورهای توسعه‌یافته معمول نیست و عموماً به مکاتبات رسمی بسنده می‌نمایند. اما در کشور ایران به دلیل اهمیت قابل‌ملاحظه مدیریت ارتباطات و فرهنگ مبتنی بر گفتگو، مکالمات تلفنی با خبرگان نیز انجام شد. ازجمله دستاوردهای برقراری ارتباط همدلانه با خبرگان، دریافت کامنت‌ها و نقطه نظرات ایشان در خصوص پرسشنامه بود. ازجمله مهم‌ترین این کامنت‌ها سطح پایین کاربر پسندی بودن سامانه آنلاین پرسشنامه بود که در سریع‌ترین زمان ممکن اصلاحات لازم صورت گرفت. عموماً تکنیک دلفی بین ۲-٦ راند تکرار می‌گردد تا جایی که مجموعه جواب‌ها همگرا شوند. همگرایی جواب‌ها در هر مسئله‌ای متفاوت است و متناسب با شرایط مسئله در خصوص آن تصمیم‌گیری می‌شود. در پژوهش حاضر با توجه به حجم زیاد گویه‌های مسئله (درمجموع ۱۲۰ گویه) و همچنین در نظر گرفتن دامنه پاسخ بین (۱ و ۱۰) تیم پژوهشی میانگین انحراف استاندارد (SD) را مبنای توقف در دستور کار قرار داد. پیش‌تر عنوان شد که این پژوهش با مشارکت ۱۸ خبره و در دو راند اجرا شد. همچنین در خصوص مدت‌زمان اجرای دو راند پژوهش باید عنوان نمود که به دلیل هم‌زمانی پژوهش با شیوع پاندومی کرونا، نزدیک به ۸ ماه به طول انجامید. این در حالی است که مدت‌زمان مشابه برای دو راند معمولاً بین ۱-۳ ماه است. لذا تیم پژوهشی برای جلوگیری از فراموشی پاسخ‌ها، در راند دوم مجموعه پاسخ‌های راند اول هر خبره را در اختیار ایشان قرار داد. در خصوص تغییرات میانگین انحراف استاندارد پاسخ‌های خبرگان باید عنوان نمود که در راند اول میانگین انحراف استاندارد از مقدار ۲/۳۸ به مقدار ۱/۱۰ در راند دوم کاهش یافت. با توجه به مطلوب بودن مقدار میانگین انحراف استاندارد، تکنیک دلفی در پایان راند دوم متوقف شد. نتایج راند دوم تکنیک دلفی در جدول ٤ آورده شده است. در این جدول برای هر مؤلفه، مقدار میانگین پاسخ‌های ۱۸ خبره و انحراف استاندارد (SD) محاسبه شده است.

جدول ٤. محاسبات احتمال و اثر بر اساس داده‌های راند دوم دلفی

ش	گروه ریسک	ریسک	احتمال (Probability)		اثر (Impact)					
					هزینه		زمان		کیفیت	
			SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean
۱	مالی-اقتصادی	کمبود بودجه به دلیل اشتباه در برآورد هزینه‌ها	۱/۱۲	۸/٤٦	۰/۹۳	۸/۷٦	۱/۰۲	٦/۱۸	۱/۲٤	۳/۷٤
۲	مالی-اقتصادی	کشش یا تقاضای خرید کم در کارهای عمرانی	۱/۰۸	۷/٥٦	۱/۱۱	٤/۲٥	۰/۹٥	٤/٤۲	۱/۰۸	۱/۲٤
۳	مالی-اقتصادی	کمبود بودجه به دلیل افزایش هزینه‌های ساخت و اجرا	۱/۰۳	۸/۷٤	۱/۳٤	۷/۷۳	۱/۲٥	۸/۲۱	۱/۱۳	٤/٥٥
٤	مالی-اقتصادی	تاخیرات مالی در پرداخت‌ها یا تخصیص منابع مالی	۱/۳۳	۹/۱۰	۱/۰۱	٦/۲۱	۱/۱۲	۸/٦۳	۱/۰٤	۲/۳٦

۵	مالی–اقتصادی	تورم/ نداشتن مقیاس برای هزینه‌ها و آنالیز قیمت تمام‌شده اجرای پروژه‌ها	۱/۲۹	۹/۱۳	۱/۰۵	۸/۷۶	۱/۰۵	۷/۷۹	۱/۰۲	۳/۴۱
۶	مالی–اقتصادی	ورشکستگی	۰/۹۸	۵/۱	۱/۰۷	۴/۳۳	۱/۱۵	۷/۷۲	۰/۷۴	۱/۶۶
۷	مالی–اقتصادی	عدم همکاری مؤسسات مالی در پرداخت تسهیلات	۱/۰۸	۷/۲۴	۰/۹۶	۵/۶۵	۰/۷۲	۷/۸۸	۱/۱۶	۲/۲۵
۸	قراردادی	ابهامات و عدم فهم مشترک از بندهای قرارداد	۱/۴۲	۵/۶۲	۱/۲۲	۵/۱۰	۱/۲۱	۶/۴۶	۱/۱۸	۲/۷۴
۹	طراحی	تغییر در طراحی به دلیل اعمال قوانین و مقررات	۰/۹۹	۴/۶۲	۱/۴۱	۵/۳۴	۰/۹۴	۵/۴۵	۱/۰۶	۱/۳۵
۱۰	طراحی	تغییر در طراحی به دلیل نظرات کارفرما	۱/۱۶	۷/۹۶	۱/۱۴	۷/۳۱	۱/۰۷	۷/۰۲	۰/۸۸	۳/۱۴
۱۱	طراحی	کمبود طراح قابل‌قبول	۱/۲۴	۴/۱۲	۰/۹۰	۴/۴۱	۱/۰۲	۵/۸۹	۱/۱۸	۳/۴۱
۱۲	طراحی	پیچیدگی در طراحی	۰/۹۲	۵/۱۴	۱/۲۳	۶/۹۵	۰/۹۱	۷/۸۷	۱/۱۳	۲/۸۵
۱۳	طراحی	تضاد و تعارض با مشاور	۱/۰۲	۷/۶۱	۱/۰۸	۵/۴۱	۰/۸۷	۷/۴۱	۱/۱۴	۲/۱۲
۱۴	طراحی	تأخیر در طراحی	۱/۱۷	۵/۱۶	۰/۹۶	۵/۹۷	۰/۸۶	۶/۲۶	۱/۲۵	۱/۵۳
۱۵	HSE	بروز حوادث منجر به فوت	۱/۶۶	۳/۴۶	۰/۸۹	۹/۰۲	۱/۰۱	۸/۷۹	۱/۰۵	۲/۴۱
۱۶	HSE	شیوع بیماری‌های عفونی در بین کارگران	۱/۰۷	۷/۴۱	۱/۵۲	۶/۲۱	۰/۷۹	۷/۴۵	۱/۶۵	۴/۲۲
۱۷	HSE	کیفیت عملکردی پایین واحد HSE	۱/۱۶	۶/۰۲	۰/۹۸	۸/۱۲	۱/۲۲	۵/۷۴	۱/۳۳	۸/۰۲
۱۸	مدیریتی	برنامه‌ریزی نامطلوب	۰/۹۷	۸/۳۴	۱/۱۳	۸/۰۸	۱/۷۴	۷/۶۲	۰/۸۳	۴/۴۱
۱۹	مدیریتی	مدیریت و نظارت ضعیف در سایت عمرانی و هماهنگی ضعیف با ذینفعان پروژه	۱/۰۲	۷/۹۳	۱/۱۲	۶/۵۲	۰/۹۴	۷/۴۲	۱/۰۷	۴/۲۲
۲۰	مدیریتی	ناپایداری در تیم‌های پروژه مانند تغییر ناظر یا مدیر پروژه و غیره	۰/۷۴	۵/۴۱	۰/۹۹	۵/۲۶	۱/۰۴	۷/۲۲	۱/۱۴	۵/۴۲
۲۱	مدیریتی	عدم تناسب حجم پروژه با تیم مجری یا کنترل پروژه	۱/۲۵	۵/۲۳	۱/۰۷	۶/۴۲	۰/۹۰	۷/۹۸	۱/۰۳	۴/۸۸
۲۲	ساخت	دوباره کاری	۱/۰۹	۸/۹۹	۰/۸۷	۸/۷۴	۰/۹۳	۸/۳۴	۱/۱۳	۴/۲۳
۲۳	ساخت	پیچیدگی‌های فرآیند ساخت	۱/۳۲	۴/۷۴	۱/۱۴	۶/۲۲	۱/۱۲	۶/۱۴	۱/۶۳	۳/۱۲
۲۴	اجتماعی/ سیاسی	بروز فورس ماژور	۰/۸۶	۵/۲۳	۰/۶۷	۵/۷۱	۰/۷۵	۵/۳۲	۱/۱۴	۵/۱۰
۲۵	اجتماعی/ سیاسی	تحریم‌های سیاسی و اقتصادی	۱/۰۵	۸/۹۸	۰/۸۲	۸/۸۶	۰/۵۶	۹/۲۱	۱/۰۷	۷/۱۲
۲۶	اجتماعی/ سیاسی	عدم دسترسی به نیروی انسانی زبده، منابع و ...	۱/۷۴	۶/۲۱	۱/۱۳	۶/۲۲	۱/۱۸	۷/۹۹	۱/۰۳	۵/۸۷
۲۷	متفرقه	محدودیت در دسترسی به سایت	۱/۵۲	۳/۱۲	۰/۹۶	۵/۴۵	۱/۴۲	۵/۲۰	۱/۲۷	۱/۹۸
۲۸	خارجی	تأخیر در تاییدات بخش‌های انجام شده (طراحی و ساخت) توسط ناظر و کارفرما	۱/۰۱	۸/۴۱	۱/۵۲	۷/۸۹	۰/۹۵	۸/۰۴	۰/۸۹	۰/۲۰

۲۹	تأمین و تدارکات	کیفیت پایین محصولات مصرفی در سازه	۱/۱۷	۷/۰٦	۱/۱٦	٦/٤٥	۱/۳۱	٥/٦۰	۱/۱۱	۸/۸۲
۳۰	سازمانی	وجود اختلاف نظر بر روی اهداف پروژه	۱/٤۷	۳/۲۰	۱/۰٦	٥/۱۲	۱/۱۰	۷/۸۷	۱/۷٤	۳/۰٤

سپس با استفاده از اوزان محاسبه‌شده برای هریک از اهداف مسئله که در جدول ۲ آورده شده است (وزن هزینه=۰/٤٥، وزن زمان=۰/۳۷ و وزن کیفیت= ۰/۱۸) فاکتور اثر کل هر ریسک مطابق با رابطه ۲ محاسبه شد. این نتایج در جدول ٤ تحت عنوان (اثر کل) آورده شده است.

$$Total\ Impact\ (I) = 0.45I_{cost} + 0.37I_{time} + 0.18I_{quality} \quad (۲)$$

٤-۲- انتخاب رابطه مناســـب برای محاســـبه فاکتور ریسک

در خصوص انتخاب رابطه ریاضی مطلوب برای محاسبه فاکتور ریسک (Risk Factor) تاکنون روابط زیادی پیشنهاد شده است. دریکی از جامع‌ترین پژوهش‌های انجام شده، ملکی تبار و همکاران (ملکی تبار و همکاران، ۱۳۹٦) این روابط را مورد بررسی قرار داده‌اند. در بین روابط پیشنهادی، چهار رابطه P*I، P+I-P*I، P^0/5*I و (((P^2+I^2)/2))^0/5 در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند. رابطه P*I عملاً ریسک‌های با احتمال زیاد و شدت کم و یا احتمال کم و شدت زیاد را در طبقه‌بندی ریسک‌های کم قرار می‌دهد. رابطه P+I-P*I اگرچه مشکل رابطه P*I را ندارد اما در تخمین تعداد زیادی از ریسک‌های پروژه نتایج اغراق‌آمیزی ارائه می‌کند. رابطه P^0/5*I نیز اگرچه مقادیر احتمال را تا حدودی بزرگ‌تر می‌کند اما همچنان همانند رابطه P*I عمل می‌کند. اما رابطه (((P^2+I^2)/2))^0/5 حالت بینابین روابط P+I-P*I و P*I است که نه‌تنها ریسک‌های با احتمال زیاد و شدت کم (و برعکس) را در نظر می‌گیرد، بلکه رنج منطقی و قابل‌قبول‌تری از فاکتور ریسک ارائه می‌دهد. لذا با توجه به بررسی‌های صورت گرفته توسط تیم پژوهشی، رابطه (((P^2+I^2)/2))^0/5 برای محاسبه فاکتور ریسک در این پروژه مورد استفاده قرار گرفت.

٤-۳- اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه

با توجه به ضرایب محاسبه‌شده برای احتمال و اثر هریک از ریسک‌های شناسایی‌شده و انتخاب رابطه فاکتور ریسک، ریسک‌های پروژه اولویت‌بندی می‌شوند. به‌منظور گروه‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده مطابق زیر عمل می‌شود:

-رنگ قرمز: ریسک خیلی زیاد (Very High) -بیش از ۷۰٪

-رنگ زرد: ریسک زیاد (High)-بین ٦۰-۷۰٪

-رنگ سبز: ریسک متوسط (Medium)-بین ٥۰-٦۰٪

-رنگ آبی: ریسک کم (Low)-کمتر از ٥۰٪

همچنین در این پروژه مجموعاً ٤ طبقه‌بندی در ماتریس احتمال-اثر در نظر گرفته شد. در این ماتریس ریسک‌های کم با رنگ آبی، ریسک‌های متوسط با رنگ سبز، ریسک‌های زیاد با رنگ زرد و ریسک‌های خیلی زیاد با رنگ قرمز مشخص شده‌اند. این ماتریس در جدول ٦ آورده شده است.

در جدول ۷ اولویت‌بندی ریسک‌های این پژوهش آورده شده است. در این جدول همچنین محاسبات رابطه سنتی P*I نیز برای کلیه ریسک‌های شناسایی‌شده آورده شده است. با مقایسه رنگ‌بندی ریسک‌های شناسایی‌شده در دو رابطه ارائه‌شده، می‌توان به این نکته اشاره کرد که رابطه P*I تنها دو ریسک را در طبقه‌بندی ریسک‌های خیلی زیاد قرار می‌دهد درحالی‌که برای رابطه (((P^2+I^2)/2))^0/5 ریسک در طبقه‌بندی ریسک‌های خیلی زیاد قرار گرفته است. همچنین در رابطه P*I 20 ریسک و در رابطه (((P^2+I^2)/2))^0/5 تنها ٤ ریسک در طبقه‌بندی ریسک‌های کم قرار گرفته‌اند. کاملاً مشهود است که رابطه P*I فاکتور ریسک‌هایی که تنها یکی از مقادیر احتمال یا اثر آن‌ها بسیار کوچک است را به‌شدت کاهش می‌دهد. اما در رابطه (((P^2+I^2)/2))^0/5 این مشکل تا حد قابل‌قبولی برطرف شده است. اگرچه باید عنوان نمود که قضاوت مهندسی در اولویت‌بندی نهایی ریسک‌های پروژه نقش ویژه‌ای دارد و بعضاً بر اساس قضاوت مهندسی خبرگان و عوامل یک پروژه، رتبه‌بندی ریسک دستخوش تغییرات می‌شود. بااین‌حال در پژوهش حاضر تیم پژوهشی بدون اعمال قضاوت مهندسی در رتبه‌بندی نهایی، تجزیه و تحلیل نتایج مأخوذه را انجام دادند.

۵- بحث و بررسی نتایج

با بررسی نتایج مأخوذه در جدول ۸ می‌توان دریافت که ۱۰ ریسک با ریسک فاکتور بالای ۰/۷۰ در طبقه‌بندی ریسک‌های خیلی زیاد (قرمز) قرار گرفته‌اند. این تعداد برابر با یک‌سوم کلیه ریسک‌های شناسایی‌شده در این پژوهش است. بررسی این ۱۰ ریسک (تحریم‌های سیاسی و اقتصادی، دوباره کاری، تورم/ نداشتن مقیاس برای هزینه‌ها و آنالیز قیمت تمام‌شده اجرای پروژه‌ها، کمبود بودجه به دلیل افزایش هزینه‌های ساخت و اجرا، تاخیرات مالی در پرداخت‌ها یا تخصیص منابع مالی، برنامه‌ریزی نامطلوب، کمبود بودجه به دلیل اشتباه در برآورد هزینه‌ها، تأخیر در تاییدات بخش‌های انجام شده (طراحی و ساخت) توسط ناظر و کارفرما، تغییر در طراحی به دلیل نظرات کارفرما، مدیریت و نظارت ضعیف در سایت عمرانی و هماهنگی ضعیف با ذینفعان پروژه) نشان می‌دهد که ریسک‌های مالی در پروژه‌های ساختمان مسکونی بیشترین نگرانی و دغدغه فعالان صنعت ساختمان است. ریسک‌های تورم/ نداشتن مقیاس برای هزینه‌ها و آنالیز قیمت تمام‌شده اجرای پروژه‌ها، کمبود بودجه به دلیل افزایش هزینه‌های ساخت و اجرا، تاخیرات مالی در پرداخت‌ها یا تخصیص منابع مالی و کمبود بودجه به دلیل اشتباه در برآورد هزینه‌ها در گروه ریسک‌های خیلی زیاد (در ماتریس احتمال-اثر به رنگ قرمز نشان داده شده‌اند) قرار گرفته‌اند. اگرچه باید عنوان نمود که رخداد بسیاری از ریسک‌ها همراه با بار مالی و هزینه است. در ادامه ۱۰ ریسک شناسایی‌شده در طبقه‌بندی خیلی زیاد، تحقیق و بررسی شده‌اند.

۵-۱- ریسک تحریم‌های سیاسی و اقتصادی

ریسک تحریم‌های سیاسی و اقتصادی با ریسک فاکتور ۰/۸۸ (احتمال ۰/۸۹ و اثر ۰/۸۷) به‌عنوان اولین ریسک در لیست ریسک‌های شناسایی‌شده قرار گرفت. بر اساس میانگین نظر خبرگان این ریسک به‌احتمال ۸۹٪ در پروژه‌های ساختمان مسکونی در ایران رخ می‌دهد و اثر شدیدی (۰/۸۷) بر اهداف زمان، هزینه و کیفیت پروژه خواهد داشت. این ریسک علی‌رغم اینکه در گروه ریسک‌های اجتماعی/سیاسی قرار دارد، اما رخداد آن تأثیر بسزایی در اقتصاد کشور خواهد داشت. در هنگام انتخاب ریسک‌های نهایی جهت اجرای این پژوهش، بحث‌های متعددی در خصوص تعریف ریسک تحریم‌های سیاسی و اقتصادی وجود داشت. گروهی از خبرگان معتقد بودند که این ریسک به‌صورت مستقیم در یک پروژه ساختمانی رخ نمی‌دهد و بنابراین نیازی نیست این گویه به‌عنوان یک ریسک در نظر گرفته شود. از دیگر سو این مسئله محرز است که رخداد تحریم‌های سیاسی و اقتصادی آثار تورمی به همراه دارد که خود این مسئله یعنی تورم نیز به‌صورت مجزا به‌عنوان یک ریسک در نظر گرفته‌شده است. بااین‌حال اصحاب صنعت ساختمان در ایران همواره به تحریم‌های سیاسی و اقتصادی به‌صورت ویژه‌ای نگریسته‌اند و آن را به‌عنوان یک ریسک مهم در کار خود در نظر می‌گیرند. در نظر گرفتن تحریم‌های محتمل سیاسی و اقتصادی در کشور باعث شده است تا مدل مالی کارفرمایان و پیمانکاران پروژه‌های ساختمان مسکونی دستخوش تغییرات زیادی شود. برای مثال مسئله پیش‌فروش کردن واحدهای مسکونی در حال احداث به‌صورت قیمت ثابت (Lump sum) در حال حاضر منتفی است. همین مسئله باعث شده است تا پیمانکاران و سازندگان ساختمان‌های مسکونی در برنامه‌های مالی خود درصد کمتری به سرمایه‌گذاری خریداران در فاز اجرا اختصاص دهند.

درنهایت باید عنوان نمود که اگرچه تحریم‌های سیاسی و اقتصادی در بسیاری از پروژه‌های ساختمان مسکونی به‌صورت مستقیم بر روند اجرای پروژه تأثیرگذار نیست. اما،

به‌صورت غیر مستقیم علت تعریف بسیاری از ریسک‌های پروژه‌های ساختمان مسکونی در ابعاد مالی-اقتصادی، تأمین و تدارکات و ... است.

در خصوص برنامه پاسخ به این ریسک هم باید عنوان کرد که عملاً به دلیل اینکه دست اندرکاران صنعت ساختمان در شکل‌گیری یا عدم شکل‌گیری این ریسک نقشی ایفا نمی‌کنند، این ریسک پذیرفته می‌شود. اما می‌توان با تقویت برنامه مدیریت استراتژیک در حوزه تأمین مالی پروژه‌های ساختمانی مانند تشکیل پورتفولیو مالی شامل سپرده بانکی، صندوق‌های سرمایه‌گذاری در طلا و فلزات گران‌بها، خرید ملک و یا پیش‌خرید کردن مصالح و منابع موردنیاز پروژه و یا تخصیص سهام و اوراق بهادار به پیمانکاران جزء و تأمین‌کنندگان، می‌توان تا حد مطلوبی برنامه مواجه با این ریسک را پیاده‌سازی کرد.

جدول ٦. ماتریس احتمال–اثر

		Impact				
		Trivial	Minor	Moderate	Major	Extreme
Probability	Rare	Low	Low	Low	Medium	Medium
	Unlikely	Low	Low	Medium	Medium	Medium
	Moderate	Low	Medium	Medium	Medium	High
	Likely	Medium	Medium	Medium	High	Very High
	Very Likely	Medium	Medium	High	Very High	Very High

جدول ۷. اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه

شماره	گروه ریسک	ریسک	احتمال	اثر کل	$\sqrt{\frac{P^2+I^2}{2}}$	I*P
۱	اجتماعی / سیاسی	تحریم‌های سیاسی و اقتصادی	۰/۸۹	۰/۸۷	۰/۸۸	۰/۷۸
۲	ساخت	دوباره کاری	۰/۹۰	۰/۷۸	۰/۸٤	۰/۷۰
۳	مالی–اقتصادی	تورم/ نداشتن مقیاس برای هزینه‌ها و آنالیز قیمت تمام‌شده اجرای پروژه‌ها	۰/۹۱	۰/۷٤	۰/۸۳	۰/٦۸
٤	مالی–اقتصادی	کمبود بودجه به دلیل افزایش هزینه‌های ساخت و اجرا	۰/۸۷	۰/۷۳	۰/۸۱	۰/٦٤
٥	مالی–اقتصادی	تاخیرات مالی در پرداخت‌ها یا تخصیص منابع مالی	۰/۹۱	۰/٦٤	۰/۷۹	۰/٥۸
٦	مدیریتی	برنامه‌ریزی نامطلوب	۰/۸۳	۰/۷۳	۰/۷۸	۰/٦۰
۷	مالی–اقتصادی	کمبود بودجه به دلیل اشتباه در برآورد هزینه‌ها	۰/۸٥	۰/٦۹	۰/۷۷	۰/٥۸
۸	خارجی	تأخیر در تاییدات بخش‌های انجام شده (طراحی و ساخت) توسط ناظر و کارفرما	۰/۸٤	۰/٦۹	۰/۷۷	۰/٥۸
۹	طراحی	تغییر در طراحی به دلیل نظرات کارفرما	۰/۸۰	۰/٦٥	۰/۷۲	۰/٥۱
۱۰	مدیریتی	مدیریت و نظارت ضعیف در سایت عمرانی و هماهنگی ضعیف با ذینفعان پروژه	۰/۷۹	۰/٦٤	۰/۷۲	۰/٥۱
۱۱	HSE	شیوع بیماری‌های عفونی در بین کارگران	۰/۷٤	۰/٦۳	۰/٦۹	۰/٤۷
۱۲	تأمین و تدارکات	کیفیت پایین محصولات مصرفی در سازه	۰/۷۱	۰/٦٦	۰/٦۸	۰/٤٦
۱۳	طراحی	تضاد و تعارض با مشاور	۰/۷٦	۰/٥٦	۰/٦۷	۰/٤۲
۱٤	HSE	کیفیت عملکردی پایین واحد HSE	۰/٦۰	۰/۷۲	۰/٦٦	۰/٤۳
۱٥	مالی–اقتصادی	عدم همکاری مؤسسات مالی در پرداخت تسهیلات	۰/۷۲	۰/٥۹	۰/٦٦	۰/٤۲
۱٦	اجتماعی / سیاسی	عدم دسترسی به نیروی انسانی زبده، منابع و ...	۰/٦۲	۰/٦۸	۰/٦٥	۰/٤۲
۱۷	مدیریتی	عدم تناسب حجم پروژه با تیم مجری یا کنترل پروژه	۰/٥۲	۰/٦۷	۰/٦۰	۰/۳٥
۱۸	HSE	بروز حوادث منجر به فوت	۰/۳٥	۰/۷۸	۰/٦۰	۰/۲۷
۱۹	مالی–اقتصادی	کشش یا تقاضای خرید کم در کارهای عمرانی	۰/۷٦	۰/۳۸	۰/٦۰	۰/۲۹
۲۰	طراحی	پیچیدگی در طراحی	۰/٥۱	۰/٦٦	۰/٥۹	۰/۳٤

۲۱	مدیریتی	ناپایداری در تیم‌های پروژه مانند تغییر ناظر و غیره	۰/٥٤	۰/٦۰	۰/٥۷	۰/۳۳
۲۲	قراردادی	ابهامات و عدم فهم مشترک از بندهای قرارداد	۰/٥٦	۰/٥۲	۰/٥٤	۰/۲۹
۲۳	اجتماعی/ سیاسی	بروز فورس ماژور	۰/٥۲	۰/٥٥	۰/٥۳	۰/۲۹
۲٤	طراحی	تأخیر در طراحی	۰/٥۲	۰/٥۳	۰/٥۲	۰/۲۷
۲٥	ساخت	پیچیدگی‌های فرآیند ساخت	۰/٤۷	۰/٥٦	۰/٥۲	۰/۲۷
۲٦	مالی-اقتصادی	ورشکستگی	۰/٥۱	۰/٥۱	۰/٥۱	۰/۲٦
۲۷	سازمانی	وجود اختلاف نظر بر روی اهداف پروژه	۰/۳۲	۰/٥۸	۰/٤۷	۰/۱۸
۲۸	طراحی	تغییر در طراحی به دلیل اعمال قوانین و مقررات	۰/٤٦	۰/٤۷	۰/٤٦	۰/۲۲
۲۹	طراحی	کمبود طراح قابل‌قبول	۰/٤۱	۰/٤۸	۰/٤٥	۰/۲۰
۳۰	متفرقه	محدودیت در دسترسی به سایت	۰/۳۱	۰/٤۷	۰/٤۰	۰/۱٥

۵-۲- ریسک دوباره کاری

ریسک دوباره کاری در بررسی نظر خبرگان شرکت‌کننده در این پژوهش با ریسک فاکتور ۰/۸٤ (احتمال ۰/۹۰ و اثر ۰/۷۸) در جایگاه دومین ریسک خیلی زیاد در رتبه‌بندی قرار گرفت. احتمال رخداد این ریسک در پروژه‌های ساختمان مسکونی بنا بر نظر خبرگان ۹۰٪ تعیین شد. این مسئله به بیان دیگری نشان می‌دهد که از هر ۱۰ پروژه ساختمان مسکونی، در ۹ پروژه دوباره کاری رخ خواهد داد. همچنین اثر این ریسک به‌صورت مستقیم بر اهداف هزینه و زمان پروژه تأثیر می‌گذارد. همچنین در خصوص اهداف کیفیت باید عنوان نمود که دوباره کاری در پروژه باهدف جبران کیفیت غیرقابل‌قبول رخ می‌دهد. ریسک دوباره کاری به‌عنوان یکی از چالش‌های رایج در صنعت ساختمان، بار مالی و زمانی قابل‌ملاحظه‌ای دارد. تاکنون تحقیقات متعددی در خصوص علل دوباره کاری در پروژه‌های عمرانی صورت گرفته است و در حال حاضر این مسئله از جذابیت‌های پژوهشی ویژه‌ای برخوردار است. یه و همکاران (یه و همکاران، ۱۳۹۳) در یک پژوهش جامع با بررسی پژوهش‌های انجام شده در چندین کشور دنیا ازجمله چین، سوئد، کانادا، انگلستان، هلند، هنگ کنگ و استرالیا، درمجموع عوامل مؤثر در دوباره کاری در پروژه‌های عمرانی و ساختمانی را در ۱۱ گروه طبقه‌بندی کردند. این عوامل به ترتیب شامل مدیریت سایت پروژه، محیط خارجی پروژه، مدیریت قراردادها، مدیریت پیمانکاران جزء، مدیریت طراحی، ارتباطات پروژه، تغییرات برنامه پروژه، دوباره کاری‌های ارتقای کیفیت [دوباره کاری‌هایی که به جهت بهبود کیفیت و به‌صورت آگاهانه توسط پیمانکار انجام می‌شوند]، قابلیت‌های کارفرما، مدیریت محدوده و مدیریت فرآیندها می‌شوند. اما باید توجه نمود که در پروژه‌های ساختمان مسکونی در ایران عملاً دوباره کاری‌ها در وهله اول مرتبط با فرآیند طراحی سازه است و در گام دوم مربوط به اجرای ناصحیح پیمانکاران. این دو بخش عملاً بیشترین سهم در ایجاد دوباره کاری‌ها در پروژه‌های ساختمان مسکونی را دارند. در حال حاضر یکی از برنامه‌های جذاب پاسخ به این ریسک، استفاده از دانش نوظهور مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) است. با سه‌بعدی کردن مدل از پیش طراحی‌شده سازه، می‌توان نقاط تلاقی نامطلوب (clash) در طراحی سازه را شناسایی و پیش از اجرای پروژه، برطرف کرد. اگرچه باید این مسئله را در نظر گرفت که به‌واسطه محیط پویای پروژه‌های ساختمان مسکونی، در هر صورت نمی‌توان نرخ دوباره کاری را به صفر رسانید. اما می‌توان با اتخاذ تدابیری در حوزه نظارت و بازرسی از سایت پروژه و همچنین آموزش کارکنان پروژه و استفاده از فناوری‌های نوظهور مانند BIM، نرخ دوباره کاری را در پروژه‌های ساختمان مسکونی تا حد قابل‌قبولی کاهش داد.

۵-۳- ریسک تورم/ نداشتن مقیاس برای هزینه‌ها و آنالیز قیمت تمام‌شده اجرای پروژه‌ها

ریسک تورم و یا نداشتن مقیاسی مشخص برای هزینه‌ها و آنالیز قیمت تمام‌شده در اجرای پروژه‌ها، در پژوهش حاضر با ریسک فاکتور ۰/۸۳ و احتمال ۰/۹۱ و اثر ۰/۷٤ در جایگاه سومین ریسک خیلی زیاد قرار گرفت. احتمال ۹۱٪ نشان می‌دهد که این

ریسک به‌طور معمول در اکثر پروژه‌های ساختمان مسکونی رخ خواهد داد. همچنین باید عنوان نمود که علیرغم اینکه این ریسک تأثیر بسیار شدیدی بر اهداف هزینه دارد اما به دلیل وابستگی داخلی بین برنامه مالی و برنامه زمان‌بندی و همچنین کیفیت، نتیجتاً رخداد این ریسک بر اهداف زمان و کیفیت نیز تأثیرگذار خواهد بود. مسئله وجود تورم در کشور به‌خصوص در سال‌های اخیر غیرقابل انکار است. موارد و مسائل متعددی در شکل‌گیری تورم در ایران مؤثر هستند. از تحریم‌های سیاسی و اقتصادی گرفته تا سیاست‌های انقباضی و انبساطی بانک مرکزی در ایران و همچنین رشد پایه پولی تأثیرات بسیار شدیدی بر نرخ تورم دارند. متاستفانه از سال‌های دور و حتی قبل از انقلاب اسلامی ما همواره شاهد تورم‌های سرسام‌آوری در کشور بوده‌ایم. همین مسئله باعث شده است تا مقوله تعدیلات در فهارس بهای پایه به‌صورت سه‌ماهه توسط سازمان برنامه و بودجه و باهدف پوشش نوسانات قیمت اجناس، کالاها و دستمزدهای نیروی کار در نظر گرفته شود. از دیگر سو به‌صورت تجربی می‌توان عنوان کرد که هرچقدر نرخ تورم بالاتر رود ریسک اجرای پروژه‌های ساختمان مسکونی نیز افزایش می‌یابد. زیرا این مسئله به‌صورت مستقیم بر بنیاد مالی پیمانکار یا سازنده تأثیر می‌گذارد و عملاً قدرت خرید خدمات یا محصولات را کاهش می‌دهد. از طرف دیگر رکودهای اقتصادی ماحصل تورم‌های بزرگ در کشور نیز به‌عنوان پی آمد ناگوار اقتصادی، چرخ‌دنده‌های اقتصاد صنعت ساختمان را از حرکت نگه می‌دارد. لذا در خصوص مدیریت ریسک تورم، به دلیل عدم دخالت عوامل صنعت ساختمان در پدید آمدن تورم، به‌ناچار باید این ریسک را به‌عنوان بخشی از ذات اقتصاد در ایران پذیرفت و همانند ریسک تحریم‌های سیاسی و اقتصادی، برنامه مدیریت استراتژیک مالی را برای مقابله با اثرات منفی ریسک تورم در پروژه‌های ساختمان مسکونی طراحی و اجرا کرد.

۵-۴- ریسک کمبود بودجه به دلیل افزایش هزینه‌های ساخت و اجرا

ریسک کمبود بودجه به دلیل افزایش هزینه‌های ساخت و اجرا نیز با ریسک فاکتور ۰/۸۱ (احتمال ۰/۸۷ و اثر ۰/۷۳) در جایگاه چهارمین ریسک خیلی زیاد قرار گرفت. این ریسک نیز با احتمال ۸۷٪ در اکثر پروژه‌های ساختمان مسکونی رخ می‌دهد و تأثیر مستقیمی در اهداف هزینه خواهد داشت. ریسک کمبود بودجه به دلیل افزایش هزینه‌های ساخت و اجرا نیز به ریسک‌های دیگر مانند ریسک تورم و یا ریسک دوباره کاری ارتباط مستقیمی دارد. برای مثال در صورت رخداد دوباره کاری منطقاً هزینه ساخت و اجرا افزایش می‌یابد. از دیگر سو با افزایش تورم نیز هزینه‌های ساخت و اجرا متعاقباً افزایش می‌یابد. اگرچه تجربه و دانش عوامل اجرایی پروژه در میزان افزایش هزینه‌های ساخت و اجرا بسیار تعیین‌کننده است. در خصوص برنامه پاسخ به این ریسک می‌توان با در نظر گرفتن برنامه مالی رزرو احتمال اشتباه در برآورد هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم اجرای پروژه را تا حد قابل‌قبولی مدیریت کرد.

۵-۵- ریسک تاخیرات مالی در پرداخت‌ها یا تخصیص منابع مالی

ریسک تاخیرات مالی در پرداخت‌ها یا تخصیص منابع مالی نیز با ریسک فاکتور ۰/۷۹ در گروه ریسک‌های مالی-اقتصادی قرار می‌گیرد. مسئله تاخیرات مالی در پرداخت‌ها به‌عنوان یک ریسک متداول در پروژه‌های ساختمان مسکونی در ایران شناخته می‌شود و همواره بخشی از دعاوی مابین کارفرما (مالک) و پیمانکاران (یا حتی مشاوران و دستگاه نظارت) به این مسئله مرتبط می‌شود. دلیل اصلی رخداد این ریسک در پروژه، نداشتن یک برنامه مالی منسجم و مبتنی بر تجربه و دانش است. اگرچه باید عنوان نمود که تورم و مسائل اقتصادی و همچنین همکاری ضعیف بنگاه‌های اقتصادی با کارفرما یا پیمانکاران نیز نقش مؤثری در رخداد این ریسک در پروژه‌های ساختمان مسکونی ایفا می‌کنند.

در نظر گرفتن برنامه مالی پشتیبان یا رزرو و همچنین تنظیم شرایط پیمان به نحوی که خسارت‌های تأخیر در پرداخت‌ها را متوجه سمت مسئول کند، می‌تواند تا حد قابل‌قبولی اثر رخداد این ریسک را تقلیل دهد.

۵-۶- ریسک برنامه‌ریزی نامطلوب

برنامه‌ریزی نامطلوب یکی از مهم‌ترین چالش‌های مدیران پروژه‌های عمرانی (پروژه ساختمان مسکونی) است. به دلیل پیچیدگی اجرا در صنعت ساخت، سیال بودن راندمان نیروی انسانی در اجرا، مسائل و محدودیت‌های خارج از پروژه و حضور ذینفعان متعدد، در پروژه‌های ساختمان مسکونی عموماً شاهد انحرافات متعددی از برنامه زمان‌بندی پروژه هستیم. این

ریسک از نقطه نظر خبرگان مشارکت‌کننده در این پژوهش با ریسک فاکتور ۰/۷۸ و در گروه ریسک‌های مدیریتی قرار گرفت. یکی از راهکارهای مدیریت این ریسک در نظر گرفتن برنامه زمانی رزرو به جهت جبران انحرافات احتمالی از برنامه زمان‌بندی پروژه است.

۵-۷- ریسک کمبود بودجه به دلیل اشتباه در برآورد هزینه‌ها

پیش‌تر عنوان شد که تورم، دوباره کاری و کمبود بودجه به دلیل افزایش هزینه‌های ساخت و اجرا به‌صورت مستقیم بر اهداف هزینه اثر می‌گذارند. یکی دیگر از ریسک‌هایی که باید در نظر گرفت، بحث عدم دقت کافی در تخمین هزینه فعالیت‌های پروژه و مدیریت هزینه است که عملاً انحرافات واضحی از خط مبنای هزینه در پروژه پیش می‌آورد. این مقوله در کنار نیاز به دانش تخصصی در برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، به تجربه کار کافی نیز نیاز دارد. به‌بیان‌دیگر هر چه برنامه مالی اولیه با واقعیت‌های موجود در تضاد بزرگ‌تری باشد احتمال شکست پروژه بیشتر خواهد شد. داشتن برنامه استراتژیک مالی و همچنین استفاده از نیروی کار متخصص در امر برنامه‌ریزی و کنترل پروژه می‌تواند اثر رخداد ریسک مذکور را تا حد قابل‌قبولی مدیریت کند.

۵-۸- ریسک تأخیر در تاییدات بخش‌های انجام شده (طراحی و ساخت) توسط ناظر و کارفرما

این ریسک که در زمره ریسک‌های خارجی طبقه‌بندی شده است، عملاً به سطح چابکی پایین برخی از سیستم‌های اجرای پروژه (مانند روش اجرای سه عاملی و ...) اشاره می‌کند که در آن کار فروخته‌شده پیمانکار باید به تائید دستگاه نظارت یا مجری برسد و سپس تخصیص اعتبار یابد. در پروژه‌های ساختمان مسکونی عموماً کارفرمایان در بخش خصوصی فعال هستند و در بسیاری از موارد ایشان فرد حقیقی هستند. اما بااین‌حال ساختار نظام مهندسی که سهم بیشتری در کارهای ساختمان مسکونی در کشور دارد (نسبت به نظام فنی و اجرایی کشور) با تخصیص طراح، ناظر و مجری به پروژه‌های ساختمان مسکونی عملاً در جهت ارتقاء کیفیت ساخت و نظام‌مند کردن رویه‌های ساخت در کشور می‌کوشد. پس در یک محور خود ساختار نظام مهندسی می‌تواند به تاخیرات در تاییدات بخش‌های انجام شده بیانجامد و در محور دیگر، رویکردهای مدنظر کارفرما (مالک) می‌تواند زمان اجرای پروژه را افزایش دهد. این ریسک به‌صورت مشخص بر اهداف زمانی پروژه تأثیر می‌گذارد و همچنین به‌صورت غیر مستقیم بر اهداف هزینه مؤثر است. ایجاد یک ساختار ارتباطات مبتنی بر اصول اخلاقی، بینش‌های انسانی و همچنین همدلی، می‌تواند ریسک مذکور را در بسیاری از موارد مدیریت کند.

۵-۹- ریسک تغییر در طراحی به دلیل نظرات کارفرما

عموماً در پروژه‌های ساختمان مسکونی قدرت تغییر کارفرما (مالک) در طراحی معماری و طراحی سازه [البته تا قبل از تائید نهایی توسط سازمان نظام مهندسی ساختمان] زیاد است. همین مسئله در کنار به همراه آوردن بار مالی برای کارفرما، زمان اجرای پروژه را نیز به تأخیر می‌اندازد. اگرچه در حین اجرا نیز کارفرما ممکن است بخش‌هایی از طراحی معماری و سازه پروژه را تغییر دهد. البته باید دقت نمود که منظور از تغییر، بخش‌های غیر سازه‌ای اصلی است.

۵-۱۰- ریسک مدیریت و نظارت ضعیف در سایت عمرانی و هماهنگی ضعیف با ذینفعان پروژه

این ریسک که در زیرمجموعه ریسک‌های مدیریتی قرار می‌گیرد، به‌عنوان یکی از چالش‌های مطرح در اجرای پروژه‌های ساختمان مسکونی به شمار می‌رود. افزایش سطح دانش و تجربه عوامل پروژه می‌تواند این ریسک را بهتر مدیریت کند. اگرچه در پی حوادث و رخدادهایی که ناشی از مدیریت و نظارت ضعیف در سایت عمرانی رخ می‌دهند، صنعت بیمه به‌خوبی نقش و مسئولیت‌هایی طراحی کرده است.

۶- نتیجه‌گیری

در این پژوهش مطالعات و تحقیق جامعی پیرامون شناسایی و تحلیل کیفی ریسک‌های پروژه‌های ساختمان مسکونی انجام شد. در این پژوهش تمرکز اصلی بر ارائه یک رتبه‌بندی برای ریسک‌های شناسایی‌شده در پژوهش استوار بود. در این پژوهش ده ریسک اول شناسایی‌شده مورد بحث و بررسی قرار گرفتند. باید توجه نمود که معیار طبقه‌بندی ریسک‌ها در چهار گروه خیلی زیاد، زیاد، متوسط و کم بر اساس قضاوت مهندسی و تجربه تیم پژوهشی تعیین شدند. همچنین باید در نظر گرفت که حتی رابطه نهایی انتخاب‌شده برای محاسبه ریسک فاکتور نیز بر اساس قضاوت مهندسی بوده است. همه این صحبت‌ها نشان

می‌دهد که در یک پروژه ساختمان مسکونی با تغییر مقادیر احتمال و اثر کل و همچنین انتخاب یک رابطه دیگر برای محاسبه ریسک فاکتور، و یا حتی حذف و یا در نظر گرفتن ریسک‌های دیگر (برای نمونه ریسک فرونشست در مناطق مختلف کشور که در حال حاضر بسیار اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است،) رتبه‌بندی ریسک‌ها به‌طور کامل تغییر می‌کند. اما در هر صورت در پژوهش حاضر و بر اساس مفروضات بیان‌شده، ۱۰ ریسک با ریسک فاکتور بالای ۰/۷۰ در گروه ریسک‌های خیلی زیاد، ۹ ریسک با ریسک فاکتور بین ۰/۷۰ و ۰/٦۰ در طبقه‌بندی ریسک‌های زیاد (رنگ زرد در ماتریس احتمال–اثر)، ۷ ریسک در زمره ریسک‌های متوسط با ریسک فاکتور بین ۰/٦۰ و ۰/۵۰ (رنگ سبز در ماتریس احتمال–اثر) و نهایتاً ٤ ریسک در زمره ریسک‌های کم طبقه‌بندی شدند. این در حالی است که با استفاده از رابطه I*P 20 ریسک (دوسوم ریسک‌های شناسایی‌شده در پژوهش) در طبقه‌بندی ریسک‌های کم قرار می‌گیرند. پس در یک پروژه ساختمان مسکونی ضروری است اطلاعات و داده‌های مأخوذه این پژوهش متناسب‌سازی گردد و شرایط و متغیرهای محلی اثرگذار بر احتمال و اثر ریسک‌های پروژه تأثیر داده شود تا نتایج به دست آمده تطابق بیشتری با واقعیت‌های موجود داشته باشد.

ده ریسک اول لیست رتبه‌بندی شامل ریسک تحریم‌های سیاسی و اقتصادی، دوباره کاری، تورم/ نداشتن مقیاس برای هزینه‌ها و آنالیز قیمت تمام‌شده اجرای پروژه‌ها، کمبود بودجه به دلیل افزایش هزینه‌های ساخت و اجرا، تاخیرات مالی در پرداخت‌ها یا تخصیص منابع مالی، برنامه‌ریزی نامطلوب، کمبود بودجه به دلیل اشتباه در برآورد هزینه‌ها، تأخیر در تاییدات بخش‌های انجام شده (طراحی و ساخت) توسط ناظر و کارفرما، تغییر در طراحی به دلیل نظرات کارفرما، مدیریت و نظارت ضعیف در سایت عمرانی و هماهنگی ضعیف با ذینفعان پروژه می‌شوند. بررسی این ریسک‌ها نشان می‌دهد که ریسک‌های مالی در پروژه‌های ساختمان مسکونی بیشترین نگرانی و دغدغه فعالان صنعت ساختمان است. ریسک‌های تورم/ نداشتن مقیاس برای هزینه‌ها و آنالیز قیمت تمام‌شده اجرای پروژه‌ها، کمبود بودجه به دلیل افزایش هزینه‌های ساخت و اجرا، تاخیرات مالی در پرداخت‌ها یا تخصیص منابع مالی و کمبود بودجه به دلیل اشتباه در برآورد هزینه‌ها در گروه ریسک‌های خیلی زیاد (در ماتریس احتمال–اثر به رنگ قرمز نشان داده شده‌اند) قرار گرفته‌اند. اگرچه باید عنوان نمود که رخداد بسیاری از ریسک‌ها همراه با بار مالی و هزینه است.

۷- سپاسگزاری

بدین وسیله نویسندگان مراتب سپاسگزاری خویش را از مجموعه مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی بابت حمایت‌های مادی و معنوی در راستای تحقق اهداف این پژوهش به عمل می‌آورند.

۸- مراجع

-Abedini, Saeedeh; Mohammad Hossein Ghotbi and Mohammad Hossein Dadpour (2015). Risk Identification and Evaluation in Construction Projects: A Case Study of Mehr Housing in Qom Province, *International Conference on New Research in Management, Economics and Accounting, Istanbul, Ilia Capital Institute of Managers.* [Persian]

-Aghili Lotf, M., Arbabi, H., Ramezanianpour, A. M., Bamshad, O., & Heydari, M. M. (2024). Review of different approaches in determining the criteria for measuring the success in construction projects. *Road*, *32*(121), 235-254.

-Aghililotf, M., Heidari, M. M., Soltani Halvaei, N., Ramezanianpour, A. M., & Bamshad, O. (2025). Identification of technical and executive barriers to the application of building quality assurance in Iran. *Road*, *33*(124), 385-404.

-Aghililotf, M., Heydari, M. M., Soltani Halvaei, N., Ramezanianpour, A. M., & Bamshad, O. (2025). Mapping and analyzing the cause-and-effect network between the risks of residential building projects in Iran: An approach based on the social network analysis (SNA). *Road*, *33*(123), 343-358.

-Aghili Lotfi, M., Jafari, T., Ramezanianpour, A. M., Bamshad, O., & Heidari, M. M. H. (2024). An Introduction to leadership Studies in Construction Project Management. *Road*, *32*(120), 301-316.

-Aghili Lotf, M., Ramezanianpour, A. M., Bamshad, O., & Heydari, M. M. (2025). A Critique of the Importance and Status of the Construction Industry in Iran (Features and Challenges). *Road*, *33*(122), 381-392.

-Ardeshir, A., Khalilianpoor, H., Bagheri, Q., & Ali-

-Molaei Barough, Armin and Muzaffar Khademi Shiraz. (2017). Risk management in construction projects; Case Study, 2nd International Congress of Contemporary Civil Engineering, *Architecture and Urban Planning, Dubai, University of Naples*, Italy. EMU University of Cyprus - Zio Studies Center. [Persian]

-Naghash Tusi, Hussein and Mohammad Hassan Sebt. (2009). Presenting an executive method of implementing the risk management process and its application in the management of construction projects - Case study: 1000-unit residential complex, *The First National Conference on Engineering and Construction Management,* Tehran, Amirkabir University of Technology. [Persian]

-Pourmohebi, Abolghasem. (2016). Implementation of risk management model on residential building project, *National Conference on Civil Engineering and Architecture in 21st Century Urban Management,* Karaj, Conference Permanent Secretariat. [Persian]

-Tabatabai Mir Hosseini, Ramin and Moin Rouhi. (2015). Risk assessment of high-rise buildings using AHP and TOPSIS methods, 11th International Conference on Project Management, Tehran, *Ariana Industrial Research Group.* [Persian]

-Ye, G., Jin, Z., Xia, B., & Skitmore, M. (2015). Analyzing causes for reworks in construction projects in China. *Journal of Management in Engineering*, 31(6), 04014097.

-Zarei Bosari, Aida. (2017) Risk assessment methods in construction projects, the second national conference on engineering management, Ashrafieh threshold, *Mehrastan Institute of Higher Education,* Guilan. [Persian]

pouri, Y (2016). Identify the most important parameters affecting the safety performance of mega projects in Iran's construction industry (Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process). *Iran Occupational Health,* 13(2), 17-28. [Persian]

-Badri, A., Nadeau, S., & Gbodossou, A. (2012). Proposal of a risk-factor-based analytical approach for integrating occupational health and safety into project risk evaluation. *Accident Analysis & Prevention,* 48, 223-234.

-Guide, A. (2017). Project management body of knowledge (pmbok® guide). *In Project Management Institute.*

-Khaksar, Mansour, Shafei, Reza and Baharehullah Veisi. (1387). Identifying the sources of risk in construction projects and how to manage them (case study), *Journal beyond Management,* No. 7. [Persian]

-Malekitabar, Hassan, Abdollah Ardeshir, Mohammad Hassan Sebt, Rudi Stouffs, and Evelyn Ai Lin Teo. (2018). On the calculus of risk in construction projects: Contradictory theories and a rationalized approach. *Safety Science,* 101, 72-85.

-Mohammadi Talvar, Zanyar and Javad Panahi. (2016). Identification of effective criteria in risk assessment and ranking of construction projects, Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Planning in the Islamic world, Tabriz, University of Tabriz - Shahid Madani University of Azerbaijan, *University of Applied Sciences,* Tabriz Municipalit. [Persian]

-Mohammadi, Mostafa and Nima Tavassoli (2016). Investigating the Impact of Risk Management in Construction Projects and Its Relationship with Project Success, *International Comprehensive Conference on Iranian-Islamic Civil Engineering, Architecture and Urban Planning*, Tehran, Koosha Gostar Conference Center. [Persian]

Identifying, Ranking and Analyzing the Risks of Residential Building Projects in Iran

Milad Aghililotf, Ph.D., Candidate, School of Civil Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.
Mohammad Mahdi Heydari, Assistant Professor, Road, Housing and Development Research Center, Department of construction project management, Tehran, Iran.
Neda Soltani Halvaei, Assistant Professor, Department of Information Technology and Computer Engineering, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.
Amir Mohammad Ramezanianpour, Associate Professor, School of Civil Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.
Omid Bamshad, Department of Civil Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.
E-mail: m.heydari@bhrc.ac.ir

Received: April 2025- Accepted: November 2025

ABSTRACT
The purpose of identifying the most important risks of the construction industry in Iran, is to provide knowledge for housing and construction policy makers so that they can prepare a response plan to the risks. In this study, a total of 30 risks were identified and ranked using the Del-phi technique. The first 10 risks include the political and economic sanctions, rework, inflation/ lack of scale for costs and cost analysis of project implementation, lack of funding due to increased construction and implementation costs, financial delays in payments or allocation of funds, poor planning, lack of budget due to incorrect cost estimation, delays in approval of parts performed (design and construction) by the supervisor and client, change in design due to client comments, poor management and supervision of the construction site and poor coordi-nation with project stakeholders. The evaluation of these risks shows that financial risks in residential building projects are the most critical concern of the construction industry in Iran. Inflation, lack of budget due to increased construction and implementation costs, financial de-lays in payments or allocation of funds and lack of budget due to incorrect cost estimation are in the group of very high risks.

Keywords: Housing, Risk Management, Construction Industry, Delphi Technique, Project Management