



## طبقه‌بندی ریسک‌های کلیدی پروژه‌های ساختمانی ایران با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری

کژال زارعی (نویسنده مسؤل)

مربی گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، سنندج، کردستان، ایران

Email: kajalzarei@gmail.com

بهاره محبان

دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران

علیرضا اسماعیل زاده

کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

احمد جمالیان

کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، مازندران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۹/۲ \* تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۴

### چکیده

مدیریت ریسک پروژه یک جزء حیاتی از مدیریت پروژه به‌عنوان یک ریسک محسوب می‌شود که اگر به خوبی مدیریت نشود ممکن است به شکست پروژه منجر شود. در این راستا، هدف این پژوهش طبقه‌بندی ریسک‌های کلیدی پروژه‌های ساختمانی ایرانی توسط مدل‌سازی معادلات ساختاری بوده است. برای این کار پس از بررسی ادبیات نظری پژوهش ۲۸ شاخص برای ارزیابی ریسک پروژه‌های ساختمانی شناسایی شدند. سپس پرسشنامه‌ای بین خبرگان موجود در صنعت ساخت و ساز توزیع گردید و بر اساس ۲۳۹ پرسشنامه به‌دست‌آمده مدل مفهومی ریسک پروژه‌های ساختمانی با روش تحلیل عاملی تأییدی برآورد شد و شاخص‌های ریسک پروژه در پنج گروه محیط، کیفیت، هزینه، زمان و ایمنی عامل بندی شدند. نتایج نشان دادند که اولویت ابعاد «ریسک پروژه‌های ساختمانی» به ترتیب «ریسک‌های مرتبط با زمان»؛ «ریسک‌های مرتبط با هزینه»؛ «ریسک‌های مرتبط با کیفیت»؛ «ریسک‌های مرتبط با محیط»؛ و «ریسک‌های مرتبط با ایمنی» است. نتایج پژوهش مدلی جامع برای ریسک پروژه‌های ساختمانی ارائه کرده است که می‌تواند مورد استفاده مدیران پروژه و پژوهشگران قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** پروژه‌های ساختمانی، تحلیل عاملی، مدل‌سازی معادلات ساختاری، مدیریت ریسک پروژه.

## ۱- مقدمه

پروژه‌های ساخت‌وساز به دلیل ماهیت منحصربه‌فرد خود، یکی از خطرناک‌ترین صنایع در سراسر جهان در نظر گرفته می‌شود (Zeng, Tam & Tam, 2015). همچنین، یکی از عوامل مؤثر در رشد و شکوفایی اقتصادی و اجتماعی کشورها پروژه‌ها می‌باشند. پروژه‌ها اگر به‌طور علمی و ساختاریافته مدیریت شده و در چارچوب تعهدات مقرر پروژه به انجام رسند، می‌توانند تأثیر شگرفی در پیشرفت کشورها داشته باشند. از سوی دیگر عدم تحقق به‌موقع تعهدات می‌تواند پیامدهای جبران‌ناپذیری را به دنبال داشته باشد (Khoshghalb, 2011). جهان پیرامون ما پیوسته در حال تغییر می‌باشد و بقا در چنین محیطی مستلزم دارا بودن قابلیت وفق‌پذیری با این تغییرات می‌باشد. تمامی پروژه‌ها به‌نوعی با ریسک در ارتباط می‌باشند. پروژه‌های ساخت<sup>۱</sup> را می‌توان فعالیت‌های یکتایی برشمرد که علاوه بر خصیصه‌های عمومی هر پروژه، ویژگی‌هایی دیگر مانند چرخه عمر طولانی، فرآیندهای پیچیده، محیط پرتنش و غیره را نیز دارا می‌باشند و همین پیچیدگی‌های تکنولوژیکی و سازمانی باعث به وجود آمدن ریسک‌ها و عدم قطعیت‌های بسیاری در طول پروژه خواهند شد. همچنین دامنه وسیع و گاه متضاد منافع ذینفعان پروژه، باعث تشدید این عدم قطعیت می‌گردد (Zou, Zhang & Wang, 2007). ریسک‌ها نتیجه عدم اطمینان‌ها و تغییرات هستند. در پروژه تغییر در نحوه رویداد، وقایع می‌توانند سبب ایجاد ریسک شوند که نتیجه آن اثرگذاری بر اهداف، تغییر از نتیجه مطلوب و برنامه‌ریزی شده و حتی از دست دادن هدف خواهد بود (Asgharizadeh & Saeidi, 2012). متأسفانه در کشورمان بسیاری از مدیران هنوز اهمیت نیاز به ارزیابی و مدیریت ریسک پروژه را به‌عنوان یک فعالیتی کلیدی و تأثیرگذار در موفقیت پروژه را درک نکرده‌اند. از آن‌رو که ریسک با مفهوم پروژه درآمیخته می‌باشد می‌توان با قطعیت گفت که هیچ‌گاه نمی‌توان ریسک را به‌صورت کامل حذف نمود. با این حال شناسایی و ارزیابی ریسک‌های پروژه در مراحل ابتدایی و مدیریت یکپارچه آن‌ها در سیکل طول عمر پروژه<sup>۲</sup> در موفقیت پروژه‌ها تأثیر بسزایی دارد (Smith, Merna & Jobling, 2009). مدیریت ریسک به دنبال دو هدف مهم می‌باشد:

- ✓ دوری از ریسک‌هایی که بر روی اهداف پروژه اثرات منفی دارند؛
- ✓ استفاده و بهره‌برداری به‌موقع و مناسب از فرصت‌ها یا به‌عبارت‌دیگر ریسک‌هایی که اثرات مثبتی روی اهداف پروژه دارند.

تجربه نشان داده است که جنبه منفی آثار ریسک در فلسفه ریسک، بیش‌ازحد مورد توجه قرار گرفته و فرصت‌های نهفته در دل پروژه مورد غفلت قرار گرفته است. تفاوت بین موفقیت و شکست پروژه مطمئناً پیچیده‌تر از پیاده‌سازی مدیریت ریسک در مدیریت پروژه می‌باشد اما این‌گونه به نظر می‌رسد که تعداد پروژه‌های موفق در سازمان‌هایی که مدیریت ریسک را به‌عنوان جزء جدایی‌ناپذیر از مدیریت پروژه خود به‌حساب می‌آورند به‌طور چشمگیری بیشتر می‌باشند (Smith, Merna & Jobling, 2009). در نتیجه، شرکت‌های ساختمانی، نیاز دارند که ریسک پروژه‌ها را در پروژه‌هایشان مدیریت نمایند. در واقع، با توجه به اینکه در سال‌های اخیر در کشورمان تلاش‌های زیادی در جهت بررسی ریسک پروژه‌های ساخت‌وساز صورت گرفته است، اما در عمل شاهد کاهش ریسک‌های پروژه‌های ساختمانی نیستیم. به‌عنوان مثال بر اساس آمار وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، ۴۶ درصد حوادث منجر به فوت کشور ما در کارگاه‌های ساختمان‌سازی اتفاق می‌افتد. به همین دلیل برای مطالعه موردی صنعت ساخت‌وساز انتخاب شده است.

از این رو، مسئله پژوهش حاضر شناسایی و طبقه‌بندی «ریسک‌های پروژه‌های ساختمانی» بر اساس اهداف عملکردی پروژه در پروژه‌های ساخت‌وساز ایران بوده است؛ بنابراین سؤال پژوهش به‌صورت زیر تعریف می‌گردد:

سؤال اصلی: ابعاد اصلی «ریسک پروژه‌های ساخت‌وساز» در صنعت ساخت‌وساز کدام‌اند و اولویت‌بندی آن‌ها به چه صورت است؟

سؤال فرعی:

۱. زیر معیارهای هر یک از ابعاد «ریسک پروژه‌های ساخت‌وساز» در صنعت ساخت‌وساز کدام‌اند؟

<sup>1</sup> Construction Project

<sup>2</sup> Project Life Cycle

۲. اولویت‌بندی زیر معیارهای هر یک از ابعاد «ریسک پروژه‌های ساخت‌وساز» در صنعت ساخت‌وساز به چه صورت است؟

## ۲- روش‌شناسی پژوهش

(الف) پیشینه نظری

پژوهش در حوزه مدیریت ریسک پروژه در ادبیات مدیریت بحث شده است. تحولات عمده در محیط کسب‌وکار، مثل جهانی شدن کسب‌وکار و سرعت بالای تغییرات در فناوری، باعث افزایش رقابت و دشواری مدیریت در سازمان‌ها گردیده است (Ojra, 2014). در محیط کسب‌وکار امروز، مدیریت و کارکنان می‌بایست توانایی برخورد با روابط درونی و وابستگی‌های مبهم و بفرنج میان فناوری، داده‌ها، وظایف، فعالیت‌ها، فرآیندها و افراد را دارا باشند. در چنین محیط‌های پیچیده‌ای، سازمان‌ها نیازمند مدیرانی هستند که این پیچیدگی‌های ذاتی را در زمان تصمیم‌گیری‌های مهمشان لحاظ و تفکیک کنند. مدیریت ریسک مؤثر که بر مبنای اصول مفهومی معتبر قرار دارد بخش مهمی از این فرآیند تصمیم‌گیری را تشکیل می‌دهد. همچنین عدم اطمینان محیطی و شدت رقابت سازمان‌ها و مدیران، آن‌ها را با چالش‌های متعدد مواجه ساخته است. شناسایی و مدیریت ریسک یکی از رویکردهای جدید است که برای تقویت و ارتقای اثربخشی سازمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Memar & Reshadatjoo, 2014). از مرحله برنامه‌ریزی تا مرحله ساخت و اتمام پروژه و به‌ویژه در مرحله ساخت، یک پروژه عمرانی با ریسک‌های متعددی مواجه می‌شود که می‌توان به مواردی مثل؛ سختی و مشکل خرید زمین و طراحی تغییرات ضروری توسط عوامل خارجی اشاره کرد از آنجایی که این عوامل و ریسک‌ها می‌توانند خسارات جبران‌ناپذیری بر روی زمان و هزینه‌ها بگذارند، شناسایی آن‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. برای اجرای بهتر پروژه‌های راه‌سازی، شناسایی درست ریسک‌ها و مدیریت و کنترل آن‌ها لازم و ضروری است. علاوه بر این، اندازه‌گیری احتمال وقوع هر ریسک، مقدار خسارتی که هر ریسک به پروژه وارد می‌کند و جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز برای تحلیل دقیق ریسک نیز باید در نظر گرفته شود. به نظر می‌رسد این مسئله در کشورهای درحال توسعه اهمیت بیشتری دارد تا آنجایی که در انگلستان موسسه مهندسان عمران<sup>3</sup> به جمع‌آوری داده‌ها برای تحلیل ریسک در طی یک دوره سی‌ساله پرداخته و نیز فرمول‌هایی را برای برآورد ریسک‌ها و تحلیل ریسک‌ها ارائه کرده است (Fatholahzadeh & Mehdizadeh, 2013). عملکرد ضعیف در حوزه‌های مربوط به اهداف پروژه مانند زمان، هزینه، کیفیت و غیره از دغدغه‌های اساسی ذینفعان پروژه‌های ساخت می‌باشد (Shaban, 2008). برخی از محققین بر این باورند که شهرت پروژه‌های ساخت به دلیل سرریز شدن از زمان و هزینه‌های تعیین‌شده برای پروژه، خدشه‌دار شده است (Raftery, 2003). مدیریت ریسک پروژه، بیانگر این واقعیت است که وقایع یا شرایط خاص، چه آن‌هایی که مورد انتظار بودند و چه آن‌هایی که در فرآیند برنامه‌ریزی در نظر گرفته نشده‌اند، ممکن است بر اهداف پروژه تأثیرگذار باشند. مدیریت ریسک در حال حاضر به یک فاکتور حیاتی برای موفقیت مدیریت پروژه تبدیل شده است. چون که پروژه‌های امروزی به‌مراتب پیچیده‌تر و با محیط متغیرتری مواجه بوده و همچنین میزان رقابت بین سازمان‌ها به‌شدت افزایش یافته است. از آنجاکه ریسک‌ها توسط اثر بالقوه‌شان بر اهداف پروژه مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند، می‌توان این‌گونه برداشت کرد که ارتباط مستقیمی میان مدیریت ریسک کارا و موفقیت پروژه وجود دارد. اثرات این ریسک‌ها می‌توانند مثبت یا منفی باشند و موجب انحراف پروژه از اهداف از پیش تعیین‌شده شواهد نشان می‌دهد که در عمل فاصله بزرگی بین روش‌های مدیریت ریسک فعلی و کاربرد واقعی آن‌ها توسط ذینفعان پروژه‌های ساخت وجود دارد. دلایل بسیار زیادی برای این مشکل می‌توان ذکر کرد اما به نظر می‌رسد که شناسایی و آنالیز ریسک بحث‌برانگیزترین مسائل باشند. در نتیجه نیازی شدید به جستجو در مورد مدل مناسب برای پیاده‌سازی مدیریت ریسک و به‌کارگیری فرآیندی مناسب برای شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه‌ها به‌طور عام وجود دارد (Khoshghalb, 2011).

(ب) پیشینه تجربی

پژوهش در حوزه مدیریت ریسک پروژه در ادبیات مدیریت بحث شده است. از این‌رو در ادامه به تعدادی از پژوهش‌های صورت گرفته در حوزه مدیریت ریسک پروژه اشاره می‌گردد.

<sup>3</sup>: Institution of Civil Engineers of the UK

برخی از پژوهشگران با استفاده از پرسشنامه به شناسایی مهم‌ترین ریسک‌های موجود در صنعت ساخت کشور چین پرداختند و سپس مقایسه‌ای بین یافته‌های خود با تحقیقی مشابه که در کشور استرالیا انجام شده بود، ارائه کردند (Zou, Zhang & Wang, 2007). در پژوهشی دیگر الگوریتمی تطبیق‌پذیر برای مدیریت ریسک دینامیک برای سرمایه‌گذاری در صنعت پتروشیمی معرفی شد و این محققین پس از معرفی روش خدمات مجازی خصوصی مسیریابی، از آن برای ارزیابی ریسک‌های شناسایی شده استفاده کردند و سپس برای انتخاب پروژه‌هایی که کمترین ریسک را دارا می‌باشند از یک مدل تصمیم‌گیری چندهدفه بهره بردند (Xie, et al., 2010). مطالعه دیگر با بررسی ریسک‌های موجود در پروژه‌های مشارکت دولتی-خصوصی و با استفاده از مدل ارزیابی ترکیبی فازی برای ارزیابی این ریسک‌ها، آن‌ها را به گروه‌های ریسک حیاتی مختلف تخصیص داد (Xu, et al., 2010). در پژوهش بعدی با ترکیب فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و نقشه ریسک یک چارچوب مفهومی برای مدیریت ریسک ارائه شد؛ و سپس برای ارزیابی اعتبار روش، این مدل در پروژه ساخت خط لوله نفت در کشور هند، پیاده‌سازی گردید (Dey, 2010). محققینی برای تجزیه و تحلیل و ارزیابی فاکتورهای ریسک در پروژه‌های ساخت بزرگراه از یک تکنیک پارامتری استفاده کردند و در یک مطالعه موردی نتایج به دست آمده از پیاده‌سازی تکنیک‌های رایج و نتایج حاصل از استفاده از تکنیک ارائه شده در این تحقیق را مقایسه نمودند (Mousavi, et al., 2011). مدیریت ریسک پروژه‌های ساخت و ساز در سنگاپور نیز از نظر ریسک‌های مربوط به منابع، اثربخشی، اثرگذاری بر پروژه تحلیل شد (Zhao, Hwang & Phng, 2014). در نهایت نیز در پژوهشی ریسک‌های مرتبط با پروژه‌های ساخت و ساز بزرگراه را در امارات متحده عربی مورد بررسی قرار دادند. در مرحله اول آن‌ها ۳۳ ریسک را از بررسی ادبیات پژوهش استخراج نمودند. سپس این ریسک‌ها با استفاده از نظر خبرگان پروژه‌های ساخت و ساز مورد ارزیابی اولیه قرار گرفته و ریسک‌ها را با در نظر گرفتن درجه اهمیتشان اولویت‌بندی نمودند (El-Sayegh & Mansour, 2015). بر اساس مرور پیشینه صورت گرفته نیز، هیچ‌یک از تحقیقات داخلی به ارائه مدل مفهومی برای مدیریت ریسک پروژه نپرداختند و تنها تعدادی شاخص را لیست کردند و با مدل‌سازی معادلات ساختاری شاخص‌هایشان آزمون نشده است که همه این شکاف‌ها در این پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### ج) مدل مفهومی

پس از نگارش طرح تحقیق، مرور ادبیات برای شناسایی ریسک‌های مرتبط با محیط، ریسک‌های مرتبط با کیفیت، ریسک‌های مرتبط با هزینه، ریسک‌های مرتبط با زمان و ریسک‌های مرتبط با ایمنی برای ریسک پروژه‌های ساختمانی در صنعت ساخت و ساز صورت گرفت. در این میان ۸ شاخص مرتبط با بعد «ریسک‌های مرتبط با محیط»، ۸ شاخص مرتبط با بعد «ریسک‌های مرتبط با کیفیت»، ۴ شاخص مرتبط با بعد «ریسک‌های مرتبط با هزینه»، ۴ شاخص مرتبط با بعد «ریسک‌های مرتبط با زمان» و ۴ شاخص مرتبط با بعد «ریسک‌های مرتبط با ایمنی» شناسایی شد.

این ۲۸ شاخص ابعاد عملیاتی مدل «ریسک پروژه‌های ساختمانی» را تشکیل می‌دهند. در این پژوهش با استفاده از یافته‌های مطالعات متعددی شاخص‌های زیر شناسایی شدند (Ahmed, et al., 1999; Baker & Reid, 2004; Esmailzadeh, 2011; Fang, et al., 2004; Khoshghalb, 2011; Shen, Wu & Ng, 2001; Tam, Zeng & Deng, 2004; Wang, Dulaimi & Aguria, 2004; Ward & Chapman, 2003; Zou, Zhang & Wang, 2007).  
گویه‌های اصلی پرسشنامه برای متغیرهای مکنون مرتبه پایین مدل، در جدول شماره (۱) خلاصه شده است.

جدول شماره (۱): گویه‌های پرسشنامه برای مدل ریسک پروژه‌های ساختمانی		
ابعاد	کد	شاخص‌ها (تعاریف عملیاتی) آن‌ها
	BG	بوروکراسی اداری
	WP	آلودگی آب سفره‌های زیرزمینی در اثر فعالیت‌های عمرانی
ریسک‌های مرتبط با محیط	VC	تغییرات پیش‌بینی نشده مورد نیاز مشتریان
(ER)	PUDW	پیگردهای قانونی به علت تخلیه غیرقانونی پسماندهای ساختمانی
	SAP	آلودگی محیطی (هوایی) شدید به علت فعالیت‌های عمرانی
	SNP	آلودگی صوتی در اثر فعالیت‌های عمرانی

UEC	تغییرات اقتصادی پیش‌بینی نشده (مانند تغییر نرخ ارز، تغییر نرخ مالیات)	
SWC	وقوع شرایط بد جوی	
DV	تغییرات در طراحی	
LMCS	شایستگی کم مدیریتی در پیمانکاران فرعی	
PCL	کمبود شایستگی نیروی کار	ریسک‌های مرتبط با کیفیت (QR)
UPM	عدم امکان دسترسی به مدیران و متخصصین موردنیاز	
USL	عدم امکان دسترسی به نیروی کار ماهر	
CPMA	ضعف توانایی مدیریتی پیمانکاران	
ISI	اطلاعات ناکافی از محل احداث (تست خاک و گزارش‌های نقشه‌برداری)	
MLQ	کیفیت پایین کالا، مواد و مصالح	
CDR	دشواری بازپرداخت وجه به پیمانکاران	
ICE	برآورد غیردقیق هزینه (تخمین اشتباه هزینه)	ریسک‌های مرتبط با هزینه (CR)
PICM	تورم قیمت مصالح ساختمانی	
PFP	مشکلات اعتباری پروژه	
IPS	برنامه زمان‌بندی ناکافی (تخمین اشتباه زمان)	
SIDM	عدم شایستگی تأمین‌کنندگان در تحویل به‌موقع مصالح	ریسک‌های مرتبط با زمان (TR)
TPS	برنامه زمان‌بندی فشرده و غیرقابل انعطاف	
EPGA	رویه‌های بیش‌ازحد برای کسب مجوزهای دولتی	
ISM	اقدامات ایمنی ناکافی یا عملیات غیر ایمن	
LAU	کمبود تجهیزات و ابزارآلات آماده‌به‌کار و در دسترس در محل احداث	ریسک‌های مرتبط با ایمنی (SR)
WSIE	بیمه نکردن نیروی کار	
WIME	بیمه نکردن تجهیزات سنگین و اصلی موردنیاز	

در بخش سؤالات عملیاتی پرسشنامه از خبرگان خواسته شد تا بر اساس طیف پنج‌تایی لیکرت (از خیلی کم تا خیلی زیاد) به سؤالات پاسخ دهند. روش تحقیق در این مقاله نیز توصیفی-همبستگی و از نوع تحلیل ماتریس واریانس-کوواریانس است (Sarmad, Bazargan & Hejazi, 2014). این تحقیق به‌صورت کتابخانه‌ای و میدانی انجام شده است. بدین‌صورت که ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای ادبیات «ریسک پروژه‌های ساختمانی»، پیشینه تحقیق و نظریاتی که راجع به موضوع وجود دارد، صورت گرفت و پس از شناسایی شاخص‌ها، پرسشنامه‌ای بین خبرگان صنعت ساخت‌وساز توزیع و ۲۳۹ پرسشنامه تکمیل‌شده برگشت داده شد. درنهایت با استفاده از روش تحلیل عاملی و مدل‌سازی معادلات ساختاری، مدل مفهومی پیشنهادی تحقیق مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

برای ارزیابی پایایی ابزار سنجش از روش آلفای کرونباخ استفاده گردید. بدین منظور یک نمونه شامل ۴۲ پرسشنامه پیش‌آزمون گردید و ضریب آلفای کرونباخ برای نمونه پیش‌آزمون معادل ۰/۹۲۸ به دست آمد. از آنجایی که این عدد بالای ۰/۷۰ درصد می‌باشد، پرسشنامه مورد استفاده از قابلیت اعتماد یا پایایی لازم برخوردار است. همچنین از روش قابلیت اعتماد ترکیبی ارائه‌شده در ادبیات مدل‌سازی معادلات ساختاری، نیز برای بررسی پایایی پرسشنامه بهره گرفته شد.

در پژوهش صورت گرفته برای بررسی روایی پرسشنامه، از دو روش استفاده شده است. روش‌های مورد استفاده «روایی محتوا» و «روایی سازه» بوده است. جهت بررسی روایی محتوا، پس از تدوین چهارچوب اولیه، جهت بررسی روایی محتوای شاخص‌های تحقیق از دیدگاه تعدادی از اساتید و خبرگان صنعت ساخت‌وساز نظرسنجی گردید. این ارزیابی در اصل بر روایی محتوایی شاخص‌های ارائه‌شده برای سنجش ابعاد موردنظر در طرح تحقیق تمرکز داشت. بنابراین در مرحله اولیه از روش روایی محتوا برای سنجش میزان اعتبار پرسشنامه و اصلاح آن در صورت ضرورت استفاده شده است.

دیگر روش مورد استفاده در این پژوهش برای اطمینان از اعتبار سازه، تحلیل عاملی بوده است. با استفاده از تحلیل عاملی می توان مشخص نمود آیا پرسشنامه شاخص های مورد نظر را اندازه گیری می کند یا خیر. در تحلیل عاملی باید سؤالاتی که برای ارزیابی یک شاخص یا صفت طرح شده اند دارای بار عاملی مشترک باشند (Momeni & Ghayoumi, 2012). همچنین از آنجایی که تحلیل عاملی تأییدی در قالب یک مدل اندازه گیری مورد تحلیل قرار می گیرد و در نتایج آن برازش و اعتبار مدل مورد بحث و بررسی قرار می گیرد، لذا در ادامه نتایج برازش مدل اندازه گیری ارائه می گردد.

(د) جامعه و نمونه آماری پژوهش

برای ساخت مدل مفهومی پژوهش با استفاده از تحلیل عاملی، خبرگان صنعت ساخت و ساز در سراسر کشور به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شدند. جامعه آماری دربرگیرنده خبرگان صنعت ساخت و ساز با حداقل ۳ سال سابقه و حداقل مدرک کارشناسی بوده است. از آنجا که حجم جامعه نامحدود می باشد برای به دست آوردن حجم نمونه از رابطه کوکران زیر استفاده می کنیم (Habibi, 2013).

$$n = \frac{\delta^2 \cdot (Z_{\alpha/2})^2}{\varepsilon^2} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن؛  $n$ : حجم نمونه؛  $\delta$ : انحراف معیار نسبت صفت متغیر،  $\varepsilon$ : مقدار اشتباه مجاز = ۰/۰۵  
 $Z$ : متغیر نرمال واحد متناظر با سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $Z_{\alpha/2} = 1.96$ ) می باشد؛ برای نمونه پیش از آن ۴۲ تایی، مقدار انحراف معیار ۰/۳۸۸۹۹ برآورد شده است؛ بنابراین مقدار حجم نمونه به روش کوکران به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$n = \frac{(0.38899)^2 \times (1.96)^2}{(0.05)^2} = 232.5 \approx 233 \quad \text{رابطه (۲)}$$

اندازه نمونه آماری بر اساس فرمول نمونه گیری از جامعه نامحدود، ۲۳۳ نفر برآورد شده است. برای اطمینان بیشتر ۳۰۰ پرسشنامه به طور تصادفی (به صورت دستی و ایمیلی) بین خبرگان توزیع شد، اما پس از پیگیری های فراوان (حضور، تلفنی و ایمیلی) تنها ۲۴۵ پرسشنامه جمع آوری شده که تنها ۲۳۹ مورد تکمیل شده و مورد استفاده قرار گرفت که بیشتر از حجم نمونه به دست آمده از روش کوکران است.

### ۳- نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از فنون آمار استنباطی به خصوص تحلیل عاملی اکتشافی و تحلیل عاملی تأییدی انجام می شود. در این قسمت ابتدا با روش تحلیل عاملی مجموعه ۲۸ متغیر مرتبط با «ریسک پروژه های ساخت و ساز» عامل بندی می شوند. در حقیقت با استفاده از تحلیل عاملی اکتشافی رابطه بین متغیرها شناسایی شده و عامل بندی لازم انجام خواهد شد. خروجی این قسمت قابل استفاده در مدل سازی معادلات ساختاری خواهد بود. در حقیقت طی تحلیل عاملی اکتشافی، متغیرها به شیوه مناسب عامل بندی می شوند. سپس این عامل بندی طی تحلیل عاملی تأییدی در تکنیک مدل سازی معادلات ساختاری مورد تأیید یا رد قرار می گیرد. تحلیل قسمت اول با نرم افزار SPSS 20.0 و قسمت دوم با استفاده از نرم افزار Lisrel 8.80 انجام شده است. بنابراین در ادامه خروجی های تحلیل عاملی اکتشافی و سپس خروجی های مدل سازی معادلات ساختاری ارائه خواهد شد.

الف) تحلیل داده ها با استفاده از تحلیل عاملی

برای اجرای یک تحلیل عاملی چهار گام اصلی به ترتیب زیر ضرورت دارد: الف) تهیه ماتریس همبستگی از تمام متغیرهای مورد استفاده در تحلیل و برآورد اشتراک، ب) استخراج عامل ها از ماتریس همبستگی، ج) انتخاب و چرخش عامل ها و د) تفسیر (Momeni & Ghayoumi, 2012). پس از تحلیل عاملی ۲۸ متغیر پرسشنامه، بر اساس داده های استخراج شده از ۲۳۹

پرسشنامه، شاخص آزمون KMO برابر ۰/۹۱۱ شده است (بزرگ‌تر از ۰/۶ می‌باشد) که نشانگر کفایت مقدار نمونه‌گیری می‌باشد. همچنین با توجه اینکه مقدار مقدار Sig آزمون بارتلت کوچک‌تر از ۵ درصد می‌باشد. به‌علاوه جمعاً ۵ عامل با واریانس کل تبیین شده بیش از ۷۸/۹ درصد، قادر به سنجش «ریسک پروژه‌های ساختمانی» بوده است. این امر نشان‌دهنده‌ی روایی سازه مناسب سوالات این حوزه می‌باشد. نتایج ماتریس چرخش یافته‌ی جدول (۲) آمده است:

جدول شماره (۲): ماتریس چرخش یافته اجزا

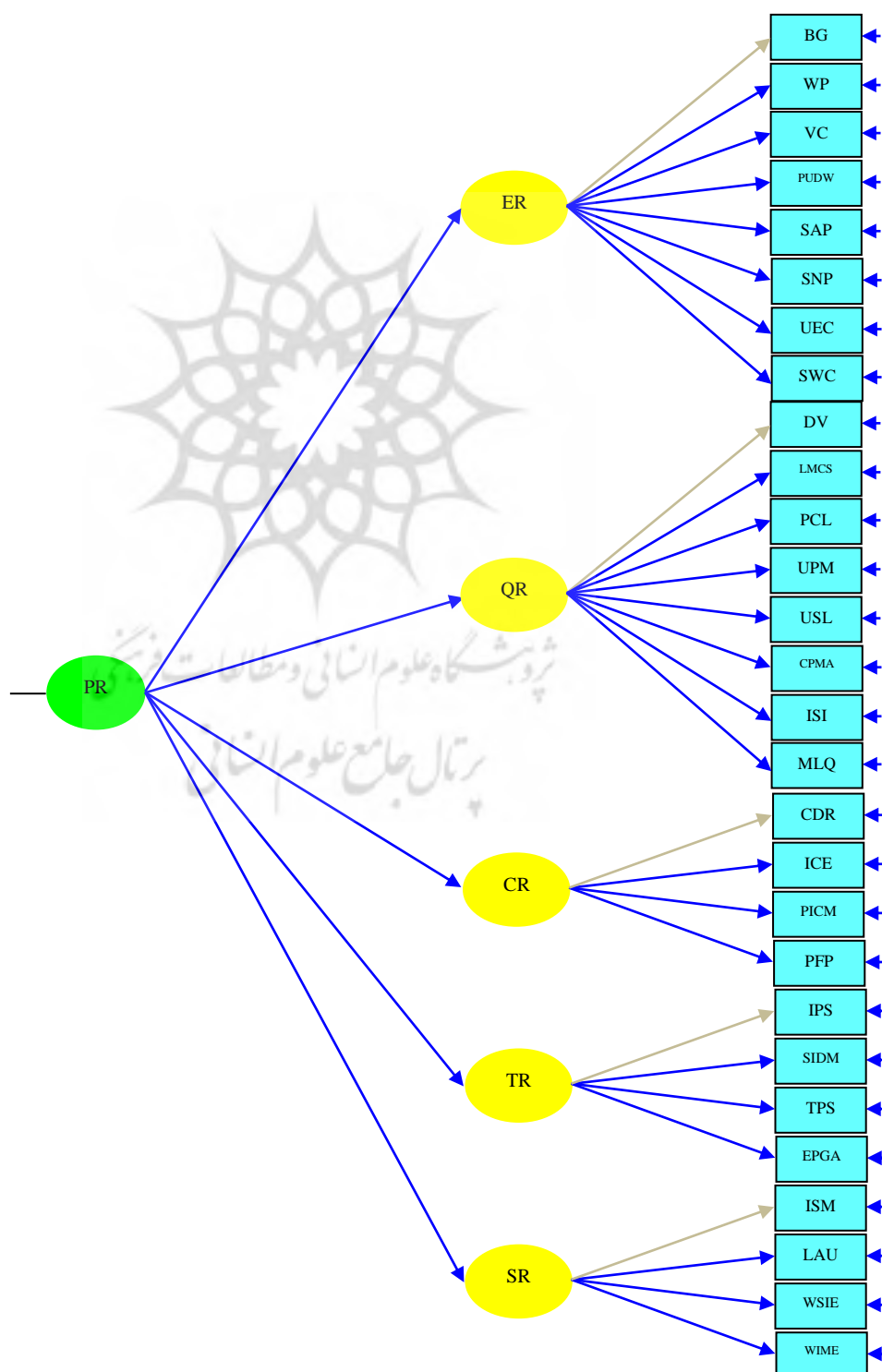
ابعاد مدل عاملی ریسک پروژه‌های ساختمانی	اجزا				
	ریسک‌های مرتبط با زمان	ریسک‌های مرتبط با ایمنی	ریسک‌های مرتبط با هزینه	ریسک‌های مرتبط با محیط	ریسک‌های مرتبط با کیفیت
BG	۰/۲۱۳	۰/۰۸۶	۰/۲۱۱	۰/۷۱۹	-۰/۰۸۶
WP	۰/۱۱۸	۰/۲۷۳	۰/۱۹۸	۰/۶۶۶	-۰/۱۶۲
VC	۰/۱۸۸	۰/۱۲۲	۰/۱۰۶	۰/۶۸۴	-۰/۰۱۲
PUDW	۰/۰۴۷	۰/۱۳۷	۰/۱۳۲	۰/۷۷۵	-۰/۱۷۰
SAP	۰/۰۵۱	۰/۰۱۹	۰/۰۷۳	۰/۸۸۰	-۰/۱۴۹
SNP	۰/۰۸۲	۰/۰۶۴	۰/۰۴۰	۰/۸۵۸	-۰/۱۶۰
UEC	۰/۰۹۸	۰/۰۴۹	۰/۰۲۸	۰/۸۶۹	-۰/۰۹۵
SWC	۰/۱۳۴	۰/۰۴۰	۰/۰۳۸	۰/۸۱۹	-۰/۰۸۲
DV	۰/۱۲۹	۰/۰۷۳	۰/۱۷۲	۰/۱۸۴	-۰/۸۱۶
LMCS	۰/۰۹۵	۰/۰۹۲	۰/۱۳۱	۰/۰۸۰	-۰/۸۴۸
PCL	۰/۱۳۷	۰/۱۳۰	۰/۱۷۷	۰/۲۱۴	-۰/۸۱۹
UPM	۰/۰۸۵	۰/۱۸۹	۰/۱۰۴	۰/۱۷۰	-۰/۸۴۹
USL	۰/۱۳۵	۰/۱۱۲	۰/۱۰۳	۰/۰۷۱	-۰/۸۳۲
CPMA	۰/۰۵۴	۰/۰۶۵	۰/۱۴۰	۰/۰۸۵	-۰/۸۳۲
ISI	۰/۱۰۶	۰/۰۴۰	۰/۰۸۵	۰/۱۱۷	-۰/۸۱۹
MLQ	۰/۰۶۵	-۰/۰۳۹	۰/۱۷۴	۰/۰۳۴	-۰/۸۳۰
CDR	۰/۱۹۴	۰/۰۵۱	۰/۸۹۶	۰/۱۶۴	-۰/۲۴۲
ICE	۰/۱۷۱	۰/۰۴۴	۰/۹۱۱	۰/۱۷۲	-۰/۲۳۴
PICM	۰/۱۷۹	۰/۱۰۹	۰/۹۰۵	۰/۱۳۲	-۰/۲۲۴
PFP	۰/۱۸۲	۰/۰۹۴	۰/۸۸۹	۰/۱۷۵	-۰/۲۲۹
IPS	۰/۸۵۶	۰/۱۵۳	۰/۱۸۶	۰/۲۱۲	-۰/۱۶۳
SIDM	۰/۸۹۳	۰/۰۶۷	۰/۱۷۱	۰/۱۶۵	-۰/۱۵۸
TPS	۰/۸۶۰	۰/۱۵۸	۰/۱۸۶	۰/۱۸۷	-۰/۱۶۶
EPGA	۰/۸۸۹	۰/۰۹۲	۰/۱۵۵	۰/۱۹۵	-۰/۱۴۸
ISM	۰/۰۹۶	۰/۹۰۰	۰/۰۸۰	۰/۱۵۹	-۰/۰۷۸
LAU	۰/۱۵۱	۰/۹۲۴	۰/۰۴۴	۰/۱۶۰	-۰/۱۰۴
WSIE	۰/۱۲۰	۰/۸۹۶	۰/۰۴۲	۰/۱۰۱	-۰/۱۴۱
WIME	۰/۰۵۱	۰/۸۶۳	۰/۰۸۸	۰/۱۰۸	-۰/۱۲۰

با توجه به نتایج جدول (۲)، به این نتیجه رسید که هر گویه دقیقاً در کدام عامل قرار گرفته‌اند. از این رو، بر اساس تحلیل عاملی اکتشافی صورت گرفته، فرضیه پژوهش (برای بررسی با کمک تحلیل عاملی تأییدی) به شرح زیر به دست می‌آید:

فرضیه تحقیق: در صنعت ساخت و ساز، عوامل «ریسک‌های مرتبط با محیط (ER)»، «ریسک‌های مرتبط با کیفیت (QR)»، «ریسک‌های مرتبط با هزینه (CR)»، «ریسک‌های مرتبط با زمان (TR)» و «ریسک‌های مرتبط با ایمنی (SR)»، متغیر مکنون مرتبه بالاتر «ریسک پروژه‌های ساختمانی» را تبیین می‌کنند.

مدل‌سازی معادلات ساختاری یکی از فنون مدل‌سازی آماری می‌باشد که در سال‌های اخیر از حوزه رفتاری وارد حوزه مدیریت، سازمان و اقتصاد شده است. در این روش مانند رگرسیون، کمی‌سازی روابط میان متغیرهای مستقل و وابسته صورت می‌گیرد (Mehregan, Asgharizadeh & Safari, 2008). مدل مفهومی «ریسک پروژه‌های ساختمانی» شامل فرضیه تحقیق در

شکل (۱) نشان داده شده است:





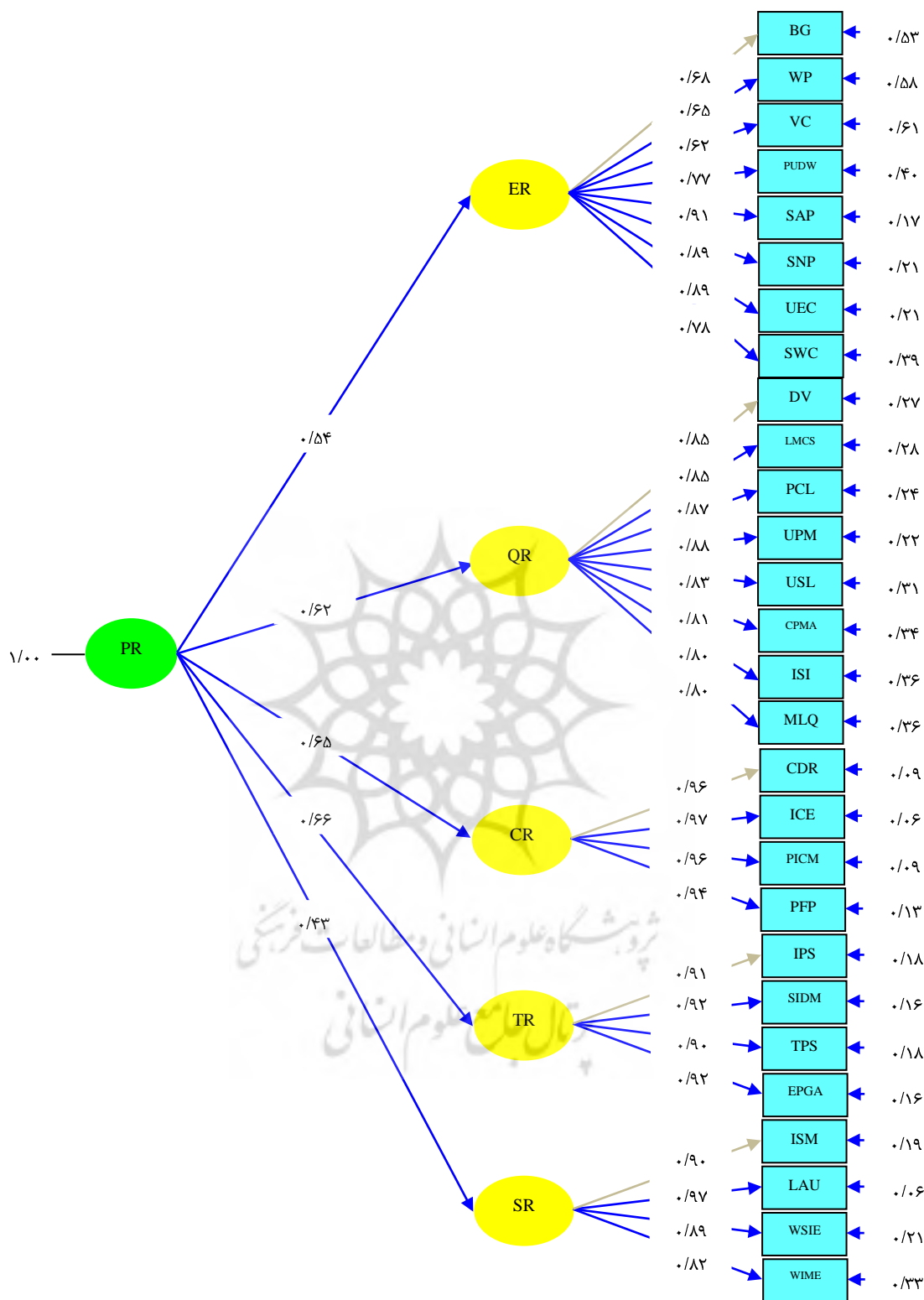
شکل شماره (۱): مدل مفهومی ریسک پروژه‌های ساختمانی

بر اساس نتایج تحلیل عاملی تأییدی با استفاده از نرم افزار لیزرل ۸/۸۰، اعداد معناداری در قالب جدول (۳) به شرح زیر به دست آمد:

جدول شماره (۳): نتایج مدل اعداد معناداری ریسک پروژه‌های ساختمانی

اعداد اصلی	عدد معناداری	گویه‌ها	عدد معناداری
		BG	۱۰/۳۸
		WP	۱۰/۴۷
		VC	۱۰/۵۳
		PUDW	۱۰/۰۱
ریسک‌های مرتبط با محیط	۶/۵۵	SAP	۷/۸۵
		SNP	۸/۵۳
		UEC	۸/۵۶
		SWC	۹/۹۴
		DV	۹/۴۵
		LMCS	۹/۵۲
		PCL	۹/۱۳
		UPM	۸/۹۵
ریسک‌های مرتبط با کیفیت	۸/۱۰	USL	۹/۶۸
		CPMA	۹/۸۳
		ISI	۹/۹۳
		MLQ	۹/۹۵
		CDR	۸/۱۸
		ICE	۶/۶۹
ریسک‌های مرتبط با هزینه	۹/۰۳	PICM	۸/۲۸
		PFP	۹/۰۸
		IPS	۸/۳۳
		SIDM	۷/۹۵
ریسک‌های مرتبط با زمان	۸/۸۹	TPS	۸/۳۳
		EPGA	۷/۸۸
		ISM	۸/۶۳
		LAU	۳/۸۹
ریسک‌های مرتبط با ایمنی	۵/۶۴	WSIE	۹/۰۰
		WIME	۹/۹۹

همان‌طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود کلیه اعداد معناداری مربوط به ابعاد اصلی مدل معنادار شده‌اند؛ زیرا عدد معناداری آن‌ها بزرگ‌تر از ۱/۹۶ است. در نتیجه فرضیه بالا تأیید می‌شود. شاخص‌های تناسب مدل حاکی از آن است که مدل از نظر شاخص‌های تناسب و برازش در وضعیت خوبی است؛ چون که نسبت کای دو بر درجه آزادی آن برابر ۱/۹۶۹۰ است که کمتر از مقدار مجاز ۳ می‌باشد و مقدار میانگین مجذور خطاها نیز برابر با ۰/۰۶۴ است که کمتر از مقدار مجاز ۰/۱ است. لذا نیاز به اصلاحات چندانی ندارد. مقدار P-value نیز کمتر از ۰/۰۵ است. مقدار مطلوب شاخص خوبی تناسب برازش و تعدیل یافته آن بایستی بیشتر از ۹۰ درصد باشد که در مقدار شاخص خوبی تناسب برازش در این مدل ۰/۹۳ (بالای ۰/۹) و مقدار تعدیل یافته آن برابر با ۰/۸۳ (بالای ۰/۸) هستند. مدل تخمین استاندارد «ریسک پروژه‌های ساختمانی» به شرح شکل (۲) است:



Chi-Square = ۶۷۹/۳۰, df = ۳۴۵, P-value = ۰/۰۰۰۰۰, RMSEA = ۰/۰۶۴

شکل شماره (۲): مدل تخمین استاندارد ریسک پروژه‌های ساختمانی

طبق شکل شماره (۲) اولویت ابعاد «ریسک پروژه‌های ساختمانی» به ترتیب «ریسک‌های مرتبط با زمان (TR)» با بار عاملی ۰/۶۶؛ «ریسک‌های مرتبط با هزینه (CR)» با بار عاملی ۰/۶۵؛ «ریسک‌های مرتبط با کیفیت (QR)» با بار عاملی ۰/۶۲؛

«ریسک‌های مرتبط با محیط (ER)» با بار عاملی ۰/۵۴؛ و «ریسک‌های مرتبط با ایمنی (SR)» با بار عاملی ۰/۴۳ به دست آمده است. همچنین بر اساس شکل (۲)، نتایج زیر برای هر یک از ابعاد مدل به دست آمد:

۱. مهم‌ترین گویه‌ها در بعد «ریسک‌های مرتبط با زمان»، «رویه‌های بیش‌ازحد برای کسب مجوزهای دولتی» (با کد EPGA) و «عدم شایستگی تأمین‌کنندگان در تحویل به‌موقع مصالح» (با کد SIDM) (هر دو با بار عاملی ۰/۹۲)، «برنامه زمان‌بندی ناکافی (تخمین اشتباه زمان)» (با کد IPS و بار عاملی ۰/۹۱) و «برنامه زمان‌بندی فشرده و غیرقابل انعطاف» (با کد TPS و بار عاملی ۰/۹۰) بوده‌اند.

۲. مهم‌ترین گویه‌ها در بعد «ریسک‌های مرتبط با هزینه»، «برآورد غیردقیق هزینه (تخمین اشتباه هزینه)» (با کد ICE و بار عاملی ۰/۹۷)، «تورم قیمت مصالح ساختمانی» (با کد PICM) و «دشواری بازپرداخت وجه به پیمانکاران» (با کد CDR) (با بار عاملی ۰/۹۶) و «مشکلات اعتباری پروژه» (با کد PFP و بار عاملی ۰/۹۴) بوده‌اند.

۳. مهم‌ترین گویه‌ها در بعد «ریسک‌های مرتبط با کیفیت»، «عدم امکان دسترسی به مدیران و متخصصین موردنیاز» (با کد UPM) (با بار عاملی ۰/۸۸)، «کمبود شایستگی نیروی کار» (با کد PCL و بار عاملی ۰/۸۷) و «تغییرات در طراحی» (با کد DV) و «شایستگی کم مدیریتی در پیمانکاران فرعی» (با کد IMCS) (با بار عاملی ۰/۸۵) بوده‌اند.

۴. مهم‌ترین گویه‌ها در بعد «ریسک‌های مرتبط با محیط»، «آلودگی محیطی (هوایی) شدید به علت فعالیت‌های عمرانی» (با کد SAP) (با بار عاملی ۰/۹۱)، «آلودگی صوتی در اثر فعالیت‌های عمرانی» (با کد SNP) و «تغییرات اقتصادی پیش‌بینی نشده» (با کد UEC) (با بار عاملی ۰/۸۹) و «وقوع شرایط بد جوی» (با کد SWC و بار عاملی ۰/۷۸) بوده‌اند.

۵. و مهم‌ترین گویه‌ها در بعد «ریسک‌های مرتبط با ایمنی»، «کمبود تجهیزات و ابزارآلات آماده‌به‌کار و در دسترس در محل احداث» (با کد LAU) (با بار عاملی ۰/۹۷)، «اقدامات ایمنی ناکافی یا عملیات غیر ایمن» (با کد ISM و بار عاملی ۰/۹۰) و «بیمه نکردن نیروی کار» (با کد WSIE) (با بار عاملی ۰/۸۹) بوده‌اند.

ب) نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف این تحقیق ارائه مدلی جهت سنجش «ریسک پروژه‌های ساختمانی» پیرامون صنعت ساخت‌وساز بوده است. در ابتدا پس از بررسی مرور ادبیات و شناسایی متغیرهای آن پنج عامل بیشترین نقش را، در زمینه «ریسک پروژه‌های ساختمانی» داشته‌اند. طبق تجزیه و تحلیل‌هایی که با نرم‌افزار SPSS 20 و LISREL 8.80 انجام شده است، مشخص شد؛ اولویت متغیرها به ترتیب «ریسک‌های مرتبط با زمان»، «ریسک‌های مرتبط با هزینه»، «ریسک‌های مرتبط با کیفیت»، «ریسک‌های مرتبط با محیط» و «ریسک‌های مرتبط با ایمنی» می‌باشد. نتایج این تحقیق در بسیاری از ابعاد با نتایج سایر تحقیقات صورت گرفته هماهنگی دارد. به‌طور مثال بر مبنای نتایج تحقیق، مهم‌ترین عامل مؤثر بر «ریسک پروژه‌های ساختمانی»، «ریسک‌های مرتبط با زمان» می‌باشد. در این خصوص برخی از محققان نیز بر این موضوع تأکید کردند که ریسک‌های مرتبط با زمان در بین دیگر انواع ریسک از تأثیرگذاری بیشتری برخوردار است (Alexander, 2005). همچنین نتایج این تحقیق در برخی از موارد با نتایج سایر تحقیقات صورت گرفته تناقض دارد. به‌طور مثال بر اساس نتایج تحقیق مهم‌ترین عامل مؤثر بر «ریسک پروژه‌های ساختمانی»، «ریسک‌های مرتبط با زمان» می‌باشد، ولی در تحقیقی دیگر، عامل «ریسک‌های مرتبط با کیفیت» مهم‌ترین عامل مؤثر بر «ریسک پروژه‌های ساختمانی» تشخیص داده شد (Danielsson, Jorgensen & Vries, 2002). به‌طور کلی نتایج این تحقیق آگاهی ما را نسبت به عوامل تعیین‌کننده «ریسک‌های کلیدی پروژه‌های ساختمانی» افزایش داد و به طبقه‌بندی هر یک از این عوامل پرداخت. بر اساس نتایج مدل تخمین استاندارد «ریسک پروژه‌های ساختمانی»، پیشنهادات زیر قابل اجراء است:

برای بهبود وضعیت بعد «ریسک‌های مرتبط با زمان»، لازم است اقداماتی جهت کاهش «رویه‌های بیش‌ازحد برای کسب مجوزهای دولتی» صورت پذیرد تا از اتلاف زمان برای دریافت مجوزهای ساخت جلوگیری گردد. یکی از این اقدامات می‌تواند تشکیل یک تیم حقوقی آشنا به مسائل کسب مجوزهای موردنیاز باشد تا در زمان اجرای پروژه مشکلی از جانب کسب مجوزها رخ ندهد؛ همچنین در انتخاب تأمین‌کنندگان مصالح ساختمانی باید دقت بیشتری وجود داشته باشد تا «عدم شایستگی تأمین‌کنندگان در تحویل به‌موقع مصالح» باعث افزایش ریسک‌های مرتبط با زمان نگردد. در بین «ریسک‌های مرتبط با هزینه»،

«برآورد غیردقیق هزینه» بسیار مهم تشخیص داده شده است. امروزه تخمین میزان هزینه‌های پروژه به دانشی بسیار دشوار و پیچیده تشکیل شده است. از این رو به مدیران پروژه‌ها توصیه می‌گردد برای تخمین هزینه‌های پروژه، از مشاوران اقتصادی، صنعتی، فنی و ... استفاده نمایند تا تمامی جوانب را در نظر گرفته و یک برآورد مناسب از هزینه‌های پروژه‌ها داشته باشند. برای بهبود وضعیت بعد «ریسک‌های مرتبط با کیفیت»، صاحبان پروژه باید مدیران و متخصصان مورد استفاده در پروژه را با وسواس فراوان از نظر تخصص مورد پالایش قرار دهند و از کیفیت آن‌ها اطمینان حاصل نمایند. از این رو به صاحبان پروژه توصیه می‌گردد از طریق یک مکانیزم مناسب اقدام به جذب مدیران و متخصصان ماهر نمایند. همچنین می‌توانند نیروی کار جذب شده را با آموزش‌های حین کار به سطح مهارت مطلوبی برسانند. همچنین، شرکت‌های فنی مهندسی برای کاهش «ریسک‌های مرتبط با محیط»، باید بیشترین توجه خود را معطوف به آلودگی محیطی (هوایی) شدید متأثر از فعالیت‌های عمرانی نمایند. برای دستیابی به این مهم می‌توان از ایجاد گردوغبارهای ناشی از تخلیه مصالح ساخت‌وساز در محل پروژه حتی الامکان خودداری نمود. همچنین می‌تواند پروژه را در زمان‌هایی به انجام برسانند که کمترین تردد و رفت‌وآمد به محل پروژه از سوی افراد عادی صورت می‌گیرد. استفاده از وسایل و تجهیزات به‌روز برای کاهش این آلودگی ناشی از پروژه می‌تواند کارا باشد. در نهایت برای بهبود وضعیت «ریسک‌های مرتبط با ایمنی»، «کمبود تجهیزات و ابزارآلات آماده‌به‌کار و در دسترس در محل احداث» از بالاترین درجه اهمیت تشخیص داده شد. برای رفع این مشکل، صاحبان پروژه باید قبل از هر اقدامی نسبت به تخمین دقیق و تأمین تجهیزات و ابزارآلات مورد نیاز پروژه اقدام نمایند.

از مهم‌ترین محدودیت‌های این پژوهش، قابلیت تعمیم می‌باشد. این موضوع که ریسک‌های پروژه در دیگر صنایع فعال کشور ممکن است متفاوت با صنعت ساخت‌وساز باشد. از این رو برای انجام تحقیقات آتی به پژوهشگران پیشنهاد می‌گردد که مدل «ریسک‌های پروژه» را در دیگر صنایع فعال کشور مورد بررسی قرار دهند.

#### ۴- منابع

1. Ahmed, S. M., Ahmad, R., Saram, D. E., & Darshi, D. (1999). Risk Management Trends in the Hong Kong Construction Industry: A Comparison of Contractors and Owners Perceptions. *Engineering Construction and Architectural Management*, 6(3), 225-234.
2. Alexander, C. (2005). The Present and Future of Financial Risk Management. *Journal of Financial Econometrics*, 3(1), 3-25.
3. Asgharizadeh, A., & Saeidi, A. (2012). Cost Risk Assessment of Power Plant Projects Based on Three-Dimensional Model. *Industrial Management*, 4(8), 1-14.
4. Baker, W., & Reid, H. (2004). *Identifying and Managing Risk*. Pearson Education. Frenchs Forest. Australia.
5. Danielsson, J., Jorgensen, B. N., & de Vries, C. G. (2002). Incentives for Effective Risk Management. *Journal of Banking & Finance*, 26(7), 1407-1425.
6. Dey, P. K. (2010). Managing Project Risk Using Combined Analytic Hierarchy Process and Risk Map. *Applied Soft Computing*, 10(4), 990-1000.
7. El-Sayegh, S. M., & Mansour, M. H. (2015). Risk Assessment and Allocation in Highway Construction Projects in the UAE. *Journal of Management in Engineering*, 04015004.
8. Esmaeilzadeh, A. (2011). *Risk Classification of Construction Projects and Analysis them using Structural Equation Modeling and Grey Approach*. M.Sc Thesis. Allameh Tabataba'i University, Tehran.
9. Fang, D., Li, M., Fong, P. S. W., & Shen, L. (2004). Risks in Chinese Construction Market-Contractors' Perspective. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(6), 853-861.
10. Fatholahzadeh, S., & Mehdizadeh, R. (2013). *Investigating the Risks of Road Construction Projects in Iran as A developing Country*, International Conference on Civil Engineering Architecture & Urban Sustainable Development, 18 & 19 December 2013, Tabriz, Iran.

11. Habibi, A. (2013). *Practical Teaching of SPSS* (3th ed.). Pars Modir. Tehran. Iran.
12. Khoshghalb, A. (2011). Identification and Ranking of Construction projects Risk Based on PMBOK Standard by Grey Topsis Method. M.Sc Thesis. University of Tehran, Tehran.
13. Mehregan, M. R., Asgharizadeh, E. A., & Safari, H. (2008). The Design a Model to Assess Competitiveness at the Firm Level by Using Structural Equation Modeling. *Iranian Journal of Trade Studies*, 12(46), 1-36.
14. Memar, A., & Reshadatjoo, H. (2014). Identifying Risk Management Determinants and Assessing its Effects on Strategic Management in Tondgooyan Petrochemical Company. *Journal of Industrial Strategic Management*, 11(34), 73-82.
15. Momeni, M., & Ghayoumi, A. F. (2012). *Statistical Data Analysis Using SPSS* (7th ed.). Tehran: Simaye Danesh.
16. Mousavi, S. M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Azaron, A., Mojtahedi, S. M. H., & Hashemi, H. (2011). Risk Assessment for Highway Projects Using Jackknife Technique. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5514-5524.
17. Ojra, J. (2014). Strategic management accounting practices in Palestinian companies: application of contingency theory perspective (Doctoral dissertation, University of East Anglia).
18. Raftery, J. (2003). *Risk Analysis in Project Management*. Routledge. NY. USA.
19. Sarmad, Z., Bazargan, A., & Hejazi, E. (2014). *Research Methods in the Behavioral Sciences* (26<sup>th</sup> ed.). Agah. Tehran.
20. Shaban, S. S. A. (2008). *Factors Affecting the Performance of Construction Projects in the Gaza Strip* (Doctoral dissertation, The Islamic University of Gaza–Palestine).
21. Shen, L. Y., Wu, G. W., & Ng, C. S. (2001). Risk assessment for construction joint Ventures in China. *Journal of Construction Engineering and Management*, 127(1), 76-81.
22. Smith, N. J., Merna, T., & Jobling, P. (2009). *Managing Risk: in Construction Projects*. John Wiley & Sons. USA.
23. Tam, C. M., Zeng, S. X., & Deng, Z. M. (2004). Identifying Elements of Poor Construction Safety Management in China. *Safety Science*, 42(7), 569-586.
24. Wang, S. Q., Dulaimi, M. F., & Aguria, M. Y. (2004). Risk Management Framework for Construction Projects in Developing Countries. *Construction Management and Economics*, 22(3), 237-252.
25. Ward, S., & Chapman, C. (2003). Transforming Project Risk Management into Project Uncertainty Management. *International Journal of Project Management*, 21(2), 97-105.
26. Xie, G., Yue, W., Wang, S., & Lai, K. K. (2010). Dynamic Risk Management in Petroleum Project Investment Based on A Variable Precision Rough Set Model. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(6), 891-901.
27. Xu, Y., Yeung, J. F., Chan, A. P., Chan, D. W., Wang, S. Q., & Ke, Y. (2010). Developing A Risk Assessment Model for PPP Projects in China—A Fuzzy Synthetic Evaluation Approach. *Automation in Construction*, 19(7), 929-943.
28. Zeng, S. X., Tam, C. M., & Tam, V. W. (2015). Integrating Safety, Environmental and Quality Risks for Project Management Using A fmea Method. *Engineering Economics*, 66(1).
29. Zhao, X., Hwang, B. G., & Phng, W. (2014). Construction Project Risk Management in Singapore: Resources, Effectiveness, Impact, and Understanding. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 18(1), 27-36.
30. Zou, P. X., Zhang, G., & Wang, J. (2007). Understanding the Key Risks in Construction Projects in China. *International Journal of Project Management*, 25(6), 601-614.

## Classify the Iranian's Construction Projects Key Risks by Structural Equation Modeling

**Kajal Zarei** (Corresponding author)

Faculty Member of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran

Email: kajalzarei@gmail.com

**Bahareh Mohebban**

PhD student at Department of Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

**Alireza Esmaeilzadeh**

MSc. in Industrial Management, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

**Ahmad Jamalian**

MSc. in industrial Management, Faculty of Economic & Administrative Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

### Abstract

Project Risk Management is a critical component of project management as risks that are not well-managed may lead to project failures. This study aims to classify Iranian's Construction Projects key risks by using Structural Equation Modeling (SEM) technique. At first, based on a comprehensive literature review 28 indicators were identified to recognize the construction projects risk. Thereafter, a questionnaire was distributed amongst the experts of construction industry, and finally 239 questionnaires were collected. In the next step, the model of construction projects risks was estimated by using of Confirmatory Factor Analysis (CFA) which the indicators explained five latent variables (Environmental, Quality, Cost, Time and Safety related factors). The results presented that priorities of the indicator of "Construction Projects Risks" are "Time Risk", "Cost Risk", "Quality Risk", "Environment Risk" and "Safety Risk", respectively. Furthermore, the results of the research provided a comprehensive model for the construction projects risks, which it can be used by scholars and project managers.

**Key words:** Construction Projects, Factor Analysis, Project Risk Management, Structural Equation Modeling (SEM)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی