



توسعه ی یک مدل ارزیابی ریسک برای پروژه های PPP در چین - یک روش ارزیابی ترکیبی فازی

محمد مهدی خاکپور ۰۹۱۸۶۳۳۵۸۱۱

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت-دانشگاه پیام نور مرکز کرج Mehdikhakpour20@gmail.com

چکیده:

این مقاله دومین مرحله ی مطالعات تحقیقاتی را گزارش می کند که یک مدل ارزیابی ترکیبی فازی را برای ارزیابی سطح ریسک یک گروه ریسک بحرانی (CRG) و سطح ریسک کلی مرتبط به پروژه های PPP در چین را توسعه می دهد. در اولین مرحله ی پژوهش، سی و چهار عامل ریسک از طریق یک بررسی جامع مشخص می شوند و سه عامل ریسک جدید در طی دو پرسشنامه ی دلفی مشخص می شود. هفده عامل ریسک بحرانی از طریق محاسبه ی مقادیر نرمال انتخاب شدند. ارتباط بین این ۱۷ عامل ریسک (CRF) از طریق یک تحلیل عاملی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و ۶ CRF فرموله شده به شرح زیر هستند: (۱) ریسک اقتصاد کلان؛ (۲) ریسک ساخت و عملیاتی؛ (۳) ریسک رشد دولت؛ (۴) ریسک محیط بازار؛ (۵) ریسک حیات اقتصاد؛ (۶) مداخله ی دولت. بر اساس پژوهشهایی که در مرحله ی اول تحقیقات انجام شد، ارزش گذاری برای ۱۷ عامل بحرانی ریسک (CRF) و ۶ CRF از طریق دو دور پرسشنامه ی دلفی تعیین شد. مجموعه ای از قوانین استنتاج فازی مبتنی بر دانش سپس برای تنظیم یک تابع عضویت برای ۱۷ CRF و ۶ CRG به کار گرفته شد

کلمات کلیدی: مشارکت عمومی-خصوصی (PPP)، ارزیابی ریسک، مدیریت ریسک، ارزیابی ترکیبی فازی، زیرساختها، چین

معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



۱. مقدمه

با رشد سریع توسعه اقتصادی چین، PPP به خوبی دریافت شده و به طور گسترده ای توسط دولت پذیرفته شده که زیرساختهای عمومی را از طریق مالیات، حمل و نقل و قدرت الکتریکی آب، ارتباطات از راه دور و پروژه های اماکن ورزشی فراهم می کند. پروژه هایی مانند "آشیانه ی پرند" (استادیوم ملی پکن) و خط متروی پکن ۴ (BJL4) دو مثال از پروژه های مشهور PPP در چین هستند. با این وجود، هنگامی که با کشورهای توسعه یافته مقایسه می کنیم، رشد PPP در چین هنوز در مراحل ابتدایی قرار دارد. برخی از پروژه هایی که به طور خصوصی تأمین مالی شده اند به عنوان پروژه های ناموفق گزارش شده اند. مطالعات تحقیقاتی قبلی روی PPP نشان میدهد که یک مدل ارزیابی ریسک هدفمند، قابل اعتماد و عملی برای پروژه های PPP برای موفقیت پروژه های PPP مورد نیاز است. Salman و همکاران یک مدل ارزیابی را تجزیه کردند که برای بررسی مهم ترین عوامل تصمیم گیری است و به شدت روی امکان سنجی پروژه های BOT تأثیر می گذارد. یک روش فازی آنترپوی و یک روش فازی TOPSIS معرفی شده اند که برای محاسبه ی ارزش تصمیمی نهایی در چهار گروه ذینفع است و همچنین از این طریق می توان سطوح اهداف اجرایی مناسب را برای پروژه های PPP انتخاب کرد. یک یافته ی مهم این است که سهامداران بخش خصوصی از مهمترین تصمیم گیرندگان پروژه هستند زیرا مسئولیت منحصر به فردی در PPP دارند که پروژه های با کیفیت و محصولات نتیجه را ایجاد کنند.

۲. روش تحقیق

روش به کار گرفته شده در این تحقیق با پژوهشهای Chan و همکاران تطبیق دارد. این روش مبتنی بر یک بررسی جامع، پرسشنامه ی دلفی، تحلیل عاملی و روش رتبه بندی متوسط و ارزیابی ترکیبی فازی می باشد. باید توجه داشت که سه روش اول در مرحله ی

دومین همایش ملی
همدان دانشکده شهید مفتاح ۱۲ مهر ۱۳۹۳
معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار

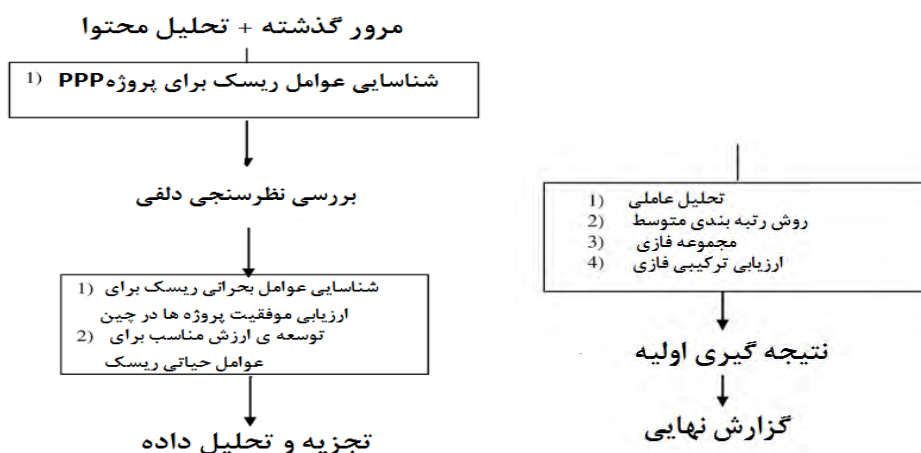


اول تحقیقات انجام می شوند و دو روش باقی مانده در مرحله دوم تحقیقات صورت می گیرند. شکل ۱ روند تحقیقاتی کلی را نشان میدهد.

۲-۱ بررسی پرسشنامه ی دلفی

Manoliadis و همکاران بیان داشتند که مسائل کلیدی در آماده سازی یک پرسشنامه ی دلفی شامل موارد زیر است: (۱) شناسایی کارشناسان و انتخاب آنها؛ (۲) تعداد دورهای به تصویب رسیده؛ و (۳) ساختار پرسشنامه در هر دور مطالعه.

شکل ۱: چارچوب تحقیقاتی برای این مطالعه



۲.۲.۱ انتخاب اعضای متخصص

دومین همایش ملی
همدان دانشکده شهید مفتاح ۱۲ مهر ۱۳۹۳
معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



دو معیار زیر برای شناسایی شرکت کنندگان واجدالشرایط این مطالعه ی دلفی به کار می رود:

۱. شرکت کنندگانی که تجربه ی کاری گسترده در صنعت ساخت در چین دارند؛

۲. کارشناسانی که درگیر مدیریت پروژه های PPP در چین هستند که دانش عمیقی در مورد مدل PPP دارند. در مجموع، ۵۸۰ کارشناس شناسایی شدند و برای شرکت در دور اول نظرسنجی دلفی دعوت شدند و مجموع ۱۰۵ کارشناس به دعوت پاسخ دادند. ۱۰۵ کارشناس دلفی برای شرکت در دور دوم نظرسنجی دلفی دعوت شدند و دوم دوم پرسشنامه ی دلفی را تکمیل کردند و میزان موفقیت ۸۸.۶٪ را به دست آوردند. دیگر مطالعات دلفی در PPP و صنعت ساخت به طور عمده یک نرخ پاسخگویی از ۲۳٪ تا ۸۰٪ داشته است؛ (۱) ۸۰٪ در نظرسنجی Chan و همکاران؛ (۲) ۷۹.۵٪ در نظرسنجی Yeung و همکاران؛ و ۲۳٪ در نظرسنجی Ke و همکاران. از آنجاییکه نرخ پاسخ بالاتر از همه ی مطالعات دلفی ذکر شده و بیشتر از ۹۰ کارشناس هر دو دور پرسشنامه ی دلفی را تکمیل کرده اند، و برای هدف تحقیقاتی بسیار رضایت بخش می باشد. لیست اطلاعات کلی در مورد کارشناسان دلفی در جدول ۱ نشان داده شده است. این کارشناسان، طیف گسترده ای از حرفه ی ساخت را نشان میدهند و یک دیدگاه تعادلی برای پژوهش دلفی ارائه کرده اند. ۳۷.۶٪ از پاسخ دهندگان از بخش خصوصی در نظر گرفته شده اند، ۱۴.۰٪ از بخش عمومی در نظر گرفته شده اند و باقی پاسخ دهندگان عمدتاً از محققان و دانشگاهیان تشکیل شده اند. علاوه براین، نزدیک به ۸۰٪ از پاسخ دهندگان دارای حداقل ۵ سال تجربه در صنعت هستند. موقعیت همه ی پاسخ دهندگان در سطح بالا یا متوسط است. بسیاری از پاسخ دهندگان در بیش از یک پروژه ی PPP حضور دارند. این تجربه ی عملی کاری و سازمانهای مرتبط برای انتخاب افراد متخصص، باعث اعتبار بخشی به این پژوهش دلفی شد.

۲.۳.۲ دور بررسی پرسشنامه ی دلفی

به طور کلی، تعداد دورهای مورد نیاز برای مطالعه ی دلفی از دو تا هفت فرق می کند. دورهای زیاد نظرسنجی می تواند وقت اعضا را هدر دهد و روند تحقیق را به زودی متوقف می کند و نتایج بی معنا ایجاد می کند. در این پژوهش، دو دور پرسشنامه ی دلفی طراحی شده بود.

۲.۳.۳ نوع بررسی پرسشنامه ی دلفی

در اولین دور پرسشنامه ی دلفی، از پاسخ دهندگان خواسته شده بود تا: (۱) یک احتمال وقوع تخمینی را حدس بزنند که بر اساس مقیاس ۵ نقطه ای باشد (که در آن ۱=احتمال بسیار کم وقوع رخداد است و ۵=احتمال بسیار زیاد وقوع رخداد است)؛ (۲) شدت ریسک

معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



توصیف شده در مقیاس ۱ تا ۵ را بیان کند (که ۱= نفوذ بسیار کم در پروژه و ۵= نفوذ بسیار بالا در پروژه می باشد)؛ و هر عامل ریسک را اضافه می کند که در دور اول بررسی پرسشنامه ی دلفی وجود نداشت. در دور دوم پرسشنامه ی دلفی، به پاسخ دهندگان نتایجی از دور اول ارائه شد و از آنها خواسته شد که بیان کنند آیا این نتایج روی تصمیم آنها تأثیری می گذارد. با دو دور پرسشنامه ی دلفی، نه تنها درک نسبی از عوامل ریسک به دست آمد بلکه سه عامل ریسک جدید به رجیستر ریسک اولیه اضافه شد که شامل موارد زیر بود: (۱) تغییرات مهم؛ (۲) روش ارزیابی پروژه ی هدف؛ و (۳) نظارت ناکافی بر بخش مالی پروژه.

۲.۴ تحلیل عاملی

فرض پایه ای روش تحلیل عاملی (FA) این است که ابعاد یا عواملی را مشخص کند که برای توضیح پدیده های پیچیده به کار می روند. به طور کلی، مدل برای i امین متغیر استاندارد در معادله ی (۱) نوشته شده است.

$$X_i = A_{i1}F_1 + A_{i2}F_2 + \dots + A_{ik}F_k + U_i \quad (1)$$

که در این معادله داریم

F : عامل مشترک است.

U : عامل منحصر به فرد است؛ و

A : ضریب مورد استفاده برای ترکیب K عامل است.

علاوه بر این، عبارت کلی برای تخمین i امین عامل در معادله ی (۲) نشان داده شده است:

$$F_j = \sum_{i=1}^p W_{ji} X_i = W_{j1}X_1 + W_{j2}X_2 + \dots + W_{jp}X_p \quad (2)$$

که W = ضریب امتیاز عامل؛ p = تعداد متغیرها می باشند. در این مطالعه از روش FA برای شناسایی مجموعه ریسکهای PPP در ژاپن استفاده می شود. تعداد عوامل برای نشان دادن مجموعه داده ها از طریق بررسی درصد کل واریانس بیان شده برای هر عامل مشخص شد. در این روش بررسی، تحلیل مولفه های اصلی انتخاب شده زیرا مشخصه ی سادگی و متمایز بودن ظرفیت داده ها برای استخراج عوامل انتخاب شده اس [۷]. برای به دست آوردن عوامل اصلی برای یک تصویر واضح تر، روش استخراج عوامل با دوران واریماکس و نرمال سازی $Kaiser$ همچنین از طریق برنامه ی $SPSS FACTOR$ انجام شده است. تناسب مدل قبل از استفاده از FA در این

دومین همایش ملی
همدان دانشکده شهید مفتاح ۱۲ مهر ۱۳۹۳
معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



پژوهش مورد بررسی قرار گرفت. دقت نمونه برداری با استفاده از آزمونهای *Bartlett* و *Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)* از سلسله رویدادها می تواند برای آزمون تناسب به کار رود [30]. مقدار آماره ی *KMO* بین ۰ و ۱ است.

جدول ۱: اطلاعات زمینه ای پاسخ دهندگان

نقش پاسخ دهندگان به نظرسنجی 1)							
کل	بخش دانشگاهی		بخش خصوصی		بخش عمومی		
100	48.4		37.6		14.0		
درصد							
نوع پروژه که پاسخ دهندگان به نظرسنجی در آن حضور داشتند. 2)							
سایر	مدرسه	ایمنی	مسکن	برق	آب	حمل و نقل	بیمارستانی
4	5	2	6	7	10	25	2
تعداد							
تجربه ی صنعتی پاسخ دهندگان به نظرسنجی 3)							
بالای ۱۶ سال	۱۱-۱۵ سال		۶-۱۰ سال		پنج سال یا کمتر		
41.9	22.6		15.1		20.4		
درصد در فراوانی							
تجربه ی پاسخ دهندگان به پروژه 4)							
بالای ۶ سال	۳-۵ سال		۱-۲ سال		هیچ		
19.4	37.6		20.4		22.6		
درصد							

یک مقدار نزدیک ۱ نشان میدهد که الگوی همبستگی نسبتاً کم حجم است و *FA*، عاملهای متمایز و قابل اعتماد را تولید خواهد کرد [29]. مقدار *KMO* باید بالاتر از آستانه ی قابل قبول ۰.۵ باشد که مقدار رضایت بخشی برای *FA* است [برای تقویت تناسب تحلیل عاملی، آزمون *Bartlett* برای سلسله رخدادها انجام می شود تا وجود ارتباط بین متغیرها را روشن کند. آن برای آزمایش فرضیه مورد استفاده قرار می گیرد که ماتریس همبستگی یک ماتریس واحد است که نشان میدهد که هیچ ارتباطی بین آیتم ها وجود ندارد.

۲.۵ روش رتبه بندی میانه

Chan , *Kumaraswamy* یک روش "میانگین نمره" را برای ایجاد اهمیت نسبی بین علل تأخیر در پروژه های ساخت در هنگ کنگ را توسعه داده اند که از طریق مشتریان، مشاوران و پیمانکاران مشاهده شده اند. اطلاعات جمع آوری شده از نظرسنجی با استفاده از همان روش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقیاس پنج نقطه ای لیکرت (۱=کم اهمیت و ۵=بیشترین اهمیت) برای محاسبه ی میانگین نمره هر عامل ریسک مورد استفاده قرار می گیرد و برای تعیین رتبه بندی نسبی با اهمیت نزولی مورد استفاده قرار می گیرد. این رتبه بندی ها باعث می شود اهمیت نسبی عوامل ریسک به صورت مثلی در بیاید. میانگین نمره (*MS*) برای هر عامل ریسک از طریق معادله ی (۳) محاسبه می شود [32]:

$$MS = \frac{\sum(f \times s)}{N}, (1 \leq MS \leq 5) \quad (3)$$

که داریم *S*: نمره ای که توسط پاسخ دهندگان به هر عامل ریسک داده می شود و از ۱ تا ۵ متغیر است (۱=کم اهمیت ترین و ۵=پراهمیت ترین)؛

معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



F : فراوانی هر رتبه (۱-۵) برای هر عامل ریسک؛ و

N : تعداد کل پاسخها که مربوط به یک عامل ریسک خاص است.

۲.۶. ارزیابی ترکیبی فازی

ارزیابی ترکیبی فازی یک روشی است که معیارهای چندگانه ی تصمیم گیری را ارزیابی می کند [20]. در این مقاله، این روش برای محاسبه ی شاخص ریسک یک CRG خاص و شاخص کلی ریسک (ORI) یک پروژه ی PPP مورد استفاده قرار می گیرد. یک مدل ارزیابی ترکیبی فازی به سه عنصر اساسی نیاز دارد:

۱. مجموعه ای از عوامل/معیارهای پاینده $\pi = \{f_1, f_2, \dots, f_m\}$ ؛ به عنوان مثال

نوسان تغییرات خارجی $f_1 = f_2$ ؛ نوسان میزان علاقه؛ $f_3 =$ تورم؛ $f_4 =$ تغییرات عملیاتی/پروژه ای؛ $f_5 =$

ریسک تکمیل کردن؛ $f_6 =$ قرارداد ناکامل؛ $f_7 =$ تغییرات قیمت؛ $f_8 =$ سرریز هزینه ی عملیاتی؛ $f_9 =$ فساد دولتی؛ $f_{10} =$ قانون و سیستم

نظارتی نامناسب؛ $f_{11} =$ روند تصمیم گیری عمومی ضعیف؛ $f_{12} =$ ریسک مالیاتی؛ $f_{13} =$ تغییرات در تقاضای بازار؛ $f_{14} =$ اعتبار عمومی؛

$f_{15} =$ روش ارزیابی هدفمند پروژه؛ $f_{16} =$ نظارت نامناسب مالیاتی پروژه؛ $f_{17} =$ مداخله ی دولتی.

۲. مجموعه ای از توالی درجه ها $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ ؛ به عنوان مثال خیلی کم؛ کم؛ متوسط؛ بالا و

$e_5 =$ بسیار بالا (برای احتمال ریسک و شدت ریسک) (باید توجه داشت که برای ارزیابی ریسک، میزان اثر ریسک یک عامل ریسک خاص

از طریق ضرب رتبه ی احتمال وقوع ریسک و رتبه ی شدت ریسک اختصاص یافته محاسبه می شود [33,34].

$$u \notin U$$

۳. برای هر مولفه ی u که زیرمجموعه ی فازی U به مجموعه ی فازی U تعلق ندارد، یک ماتریس

ارزیابی وجود دارد $R = (r_{ij})_{m \times n}$ ، در محیط فازی، r_{ij} درجه ای است که معیار e_j را ارضا می کند. از طریق یک تابع

عضویت فازی با درجه تناوب e_j این درجه ارائه شده است که مربوط به معیار f_j می باشد. با سه عنصر ذکر شده و برای $u \notin U$

داده شده، نتیجه ی ارزیابی به دست خواهد آمد (شکل ۲).

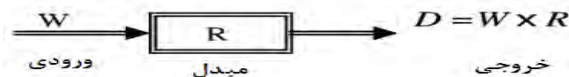
دومین همایش ملی
همدان دانشکده شهید مفتاح ۱۲ مهر ۱۳۹۳

معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



ارزیابی ریسک PPP معمولاً دربردارنده ی تعداد زیادی CRF و CRG است. در طول فرآیند ارزیابی، همه ی CRF ها و CRG ها باید از موثر بودن روش بررسی اطمینان کسب کنند. از این رو، شاید مطلوب تر باشد که یک روش ارزیابی ترکیبی برای حل این مسئله ی چندمشخصه ای و چندسطحی به کار ببریم. به عنوان یک نظریه ی مجموعه ی فازی، روش ارزیابی فازی ترکیبی در بسیاری از زمینه ها به کار می رود با توجه به پژوهشهای قدیمی می توان دید که روش ارزیابی فازی ترکیبی (FSE) این شایستگی را دارد که برای ارزیابی چندسطحی و چندمشخصه ای به کار رود. در واقع، استفاده از روش فازی ترکیبی (به عنوان نوعی از روش منطقی فازی/مجموعه) می تواند به ارزیابی ریسکها کمک کند از جمله ریسک اقتصاد کلان، ریسک مالیاتی و ریسک عملیاتی و پروژه ای مانند استفاده از اعداد فازی در ارزیابی مصنوعی فازی. از آنجاییکه ارزیابی ریسک در PPP اغلب چندلایه ای و فازی است و به داوریهایی ذهنی نیاز دارد، مناسب است که روش ارزیابی ترکیبی فازی برای توسعه ی مدل ارزیابی در این تحقیق به کار رود.

شکل ۲: روند ارزیابی فازی ترکیبی



که W اطلاعات ورودی است (آن پارامترهای اندازه گیری شده در دور دوم نظرسنجی دلفی را در کار تحقیقاتی ارائه می دهد) (میانۀ ی

پارامترها با تناوبهای مختلف e_j که معیار f_j را نیز در نظر می گیرد)؛

R مبدل است که ورودی را به خروجی تبدیل می کند (به عنوان مثال، ماتریس ارزیابی است و ماتریس ارزیابی یک مدل است که در

متن اصلی صفحه ی ۱۹ به آن اشاره شده است D : اطلاعات خروجی است (که تابع عضویت (هردوی احتمال ریسک و شدت ریسک) را

برای هر CRF/CRG را ارائه می دهد که از دور دوم نظرسنجی در کار تحقیق به دست آمده است).

جدول ۲: عوامل ریسک تخصیص یافته به پروژه ی PPP

معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



منابع	Gallimore et al. [46]	Salzmann and Mohamed [47]	Kumaraswamy and Zhang [48]	Grimsey and Lewis [49]	Li et al. [5]	Warburton and Baker [50]	Shen et al. [51]	Maslyukivska and Sohail [52]	Ng and Loosemore [53]	Estache et al. [54]	Medda [55]	Zou et al. [56]	Total number of hits of a certain risk factor
سال	1997	1999	2001	2002	2005	2005	2006	2007	2007	2007	2007	2008	
عوامل ریسک													
1. فساد دولت			*			*		*				*	4
2. مداخله ی دولت			*			*	*		*		*		5
3. نرمال سازی/سلب مالکیت			*		*				*	*	*		5
4. اعتبار عمومی					*				*			*	3
5. تأخیر/انقض بخش سوم					*								1
6. تضاد سیاسی/عمومی		*		*	*					*		*	5
7. سیستم نظارتی و قانونی نامناسب							*	*					2
8. تغییرات قانونی	*		*	*	*		*	*	*	*			8
9. نوسانات میزان علاقه			*		*				*	*	*	*	6
10. نوسانات تغییرات خارجی		*	*	*					*	*	*	*	7
11. روند تصمیم گیری عمومی		*	*	*	*		*		*	*		*	6
12. مالکیت سرزمین					*		*		*	*			3
13. تأخیر در مجوز پروژه					*		*		*				4
14. قرارداد ناکامل					*		*						2
15. ریسک مالیاتی		*			*		*						4
16. تغییرات پروژه/عملیاتی				*			*						2
17. ریسک تکمیل					*		*		*	*			3
18. در دسترس نبودن کارگر/مواد			*		*		*		*	*			5
19. روشهای اثبات نشده ی مهندسی					*		*		*	*			3
20. شرایط ژئوتکنیک/هوای پیش بینی نشده					*		*		*				2
21. سرریز هزینه ی عملیاتی		*		*	*		*		*	*			7
22. رقابت بازار							*				*	*	2
23. تغییرات در میزان تقاضای بازار			*	*	*		*		*	*	*	*	6
24. تغییرات هزینه			*	*			*		*				3
25. ریسک پرداختی							*		*				2
26. فقدان زیرساختهای حمایتی							*		*				2
27. ریسک باقی مانده					*		*		*				3
28. رقابت نامناسب مناقصه							*		*				1
29. نامناسب بودن پرسشنامه							*		*	*			2
30. نیروی خارجی		*	*	*	*		*		*	*			6
31. ریسک سازمانی/هماهنگی			*		*		*		*	*	*	*	3
32. تغییرات در تنظیمات مالیات		*		*	*		*		*	*			6
33. ریسک محیطی		*		*	*		*		*				5
34.	9	7	12	9	21	2	14	6	20	15	6	8	129

۳. یافته های پژوهش و بحثها

۳.۱. شناسایی عوامل ریسک که به پروژه های PPP در کشور چین مرتبط است (گزارش شده در Ke و همکاران).

دومین همایش ملی
همدان دانشکده شهید مفتاح ۱۲ مهر ۱۳۹۳
معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



پس از بررسی منابع جامع و بازبینی تحلیل محتوا، در مجموع ۳۴ عامل ریسک برای پروژه های PPP شناسایی شد. برای تجزیه و تحلیل محتوا، مرحله ی اول شناسایی زمینه ای است که باید مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد و باید فرمی که برای تحلیل محتوا مورد استفاده قرار می گیرد تعیین شود که شامل متغیرهای کمی یا کیفی است. این انتخاب به ماهیت پروژه ی تحقیقاتی بستگی دارد. در تجزیه و تحلیل کیفی محتوایی، روی معنی داده ها تأکید می شود (به عنوان مثال گروه بندی داده ها به دسته ها). تجزیه و تحلیل محتوایی کمی این رویکرد را از جنبه ی کیفی توسعه میدهد و مقادیر عددی از داده های طبقه بندی شده، تولید می کند (فرکانس، میزان، رتبه بندی و غیره) که ممکن است به موضوع تجزیه و تحلیل آماری مرتبط شود. مقایسه هایی می تواند انجام شود و سلسله مراتب ها را می توان مورد بررسی قرار داد. در این مرحله از تحقیق، روند انجام تحلیل محتوا تنها نکات کلیدی بوده و ایده ی اصلی هر موضوع ابتدا مشخص شده اند. سپس نکات اصلی مشابه و ایده های دیگر جمع آوری شده و این موارد در نهایت طبق روش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند. پس از انجام تجزیه و تحلیل محتوا، در مجموع ۳۴ عامل ریسک برای پروژه های PPP دسته بندی شد. جدول ۲، ۳۴ عامل ریسک را نشان میدهد که اینگونه به دست آمده اند.

۳.۲ انتخاب عوامل بحرانی ریسک (CRF) که مختص پروژه های PPP در چین می باشد.

با انجام دو دور پرسشنامه ی دلفی، نه تنها اهمیت نسبی هریک از ۳۴ عامل ریسک درک شد بلکه سه عامل ریسک جدید به رجیستر ریسک اولیه اضافه شد که عبارتند از: (۱) تغییر حق صاحب امتیاز؛ (۲) روش ارزیابی ذهنی پروژه؛ و (۳) نظارت نامناسب بر بخش مالی پروژه. در مجموع ۳۷ عامل ریسک در دور دوم پرسشنامه ی دلفی مورد ارزیابی قرار گرفت. تنها ریسکهایی با ارزش تلفی می شدند که دارای مقدار ۰.۵ یا بالاتر بودند و برای تجزیه و تحلیل عامل بعدی انتخاب می شدند. لازم به ذکر است که برای ارزیابی ریسک، امتیاز تأثیر ریسک با حاصلضرب احتمال ریسک مرتبط و رتبه ی شدت ریسک آن مشخص شده است. پس از انجام محاسبات، نتایج نشان داد که ۱۷ عامل ریسک با ارزش نرمال مساوی یا بزرگتر از ۰.۵ وجود دارد که اینها برای تحلیل عاملی انتخاب شدند (جدول ۳). چنین انتخابهایی با پیش شرط روش تحلیل عاملی مطابقت دارد که به نرخ ۱:۵ برای سائز نمونه ی متغیرها نیاز دارد.

جدول ۳: رتبه بندی عوامل ریسک برای پروژه های در حال اجرای PPP در Mainland چین

معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



شماره	عامل ریسک	شدت × احتمال = تأثیر			
1	مداخله ی دولت	3.90	3.92	3.91	1
2	روند تصمیم گیری ضعیف عمومی	3.59	3.70	3.64	2
3	فساد دولتی	3.57	3.68	3.62	3
4	ریسک مالیاتی	3.51	3.74	3.62	3
5	سیستم قانون گذاری و نظارتی نامناسب	3.59	3.53	3.56	5
6	اعتبار عمومی	3.24	3.76	3.49	6
7	روش ارزیابی پروژه ای	3.35	3.57	3.46	7
8	نوسانات میزان علاقه	3.47	3.39	3.43	8
9	قرارداد ناکامل و ناکافی	3.37	3.48	3.42	9
10	تغییر در تقاضای بازار	3.25	3.60	3.42	9
11	نظارت ناکافی بر بودجه ی پروژه	3.16	3.69	3.41	11
12	سرریز هزینه ی عملیاتی	3.27	3.54	3.40	12
13	نوسانات تبادل خارجی	3.40	3.39	3.39	13
14	تورم	3.41	3.38	3.39	13
15	تغییرات عملیاتی/پروژه ای	3.45	3.30	3.37	15
16	ریسک عمل تکمیل سازی	3.20	3.49	3.34	16
17	تغییرات هزینه	3.11	3.49	3.29	17
18	تاخیر در مجوزدهی به پروژه	3.25	3.30	3.27	18
19	رقابت نامناسب	3.20	3.35	3.27	18
20	نامناسب بودن پرسشنامه	2.86	3.69	3.25	20
21	فقدان زیرساختهای پشتیبانی	3.03	3.41	3.21	21
22	تغییرات در نظرسنجی	3.03	3.40	3.21	21
23	تقصی/تاخیر در بخش سوم	3.17	3.24	3.20	23
24	تغییرات در قانون	2.82	3.55	3.16	24
25	ریسک در پرداخت هزینه	2.94	3.40	3.16	24
26	ریسک هماهنگی و سازمانی	3.15	3.17	3.16	24
27	مالکیت زمین	2.77	3.43	3.08	27
28	ریسک محیطی	2.96	3.20	3.08	27
29	رقابت بازار	2.81	3.34	3.06	29
30	نیروی خارجی	2.45	3.57	2.96	30
31	تغییر در تنظیمات مالیات	2.76	3.11	2.93	31
32	در دسترس نبودن مواد اولیه/کارگر	2.74	3.11	2.92	32
33	تضاد عمومی/سیاسی	2.55	3.11	2.82	33
34	شرایط پیش بینی نشده ی ژئوتکنیک/هوا	2.54	3.05	2.78	34
35	نرمال سازی/اسلب مالکیت	2.23	3.47	2.78	34
36	روشهای مهندسی اثبات نشده	2.53	3.03	2.77	36
37	ریسک باقی مانده	2.62	2.70	2.66	37

در این بخش روشهایی در راستای مطالعات قبلی پیشنهاد شده که با روش مشابه مطابقت دارد و الزامات پایه ای برای تحلیل عاملی را تأمین می کند.

۳.۳ شناسایی گروه بحرانی ریسک (CRG) برای پروژه های PPP در چین

قبل از اتخاذ روش تحلیل عاملی برای اثر محاسبه شده که از طریق حاصلضرب احتمال وقوع و شدت ۱۷ عامل بحرانی ریسک پروژه های PPP به دست می آید، چندین آزمایش برای تعیین مناسب بودن روش انجام شده است. جزئیات به شرح زیر می باشد:

(۱) تجزیه و تحلیل قابلیت اطمینان- مقدار ضریب کرونباخ از احتمال وقوع و شدت به مقادیر ۰.۸۰۸ و ۰.۸۵۶ محاسبه شده اند که نشان می دهد سطح بالایی از یکنواختی وجود دارد.

(۲) آزمون Bartlett حالت کروی- مقدار آزمون Bartlett حالت کروی به مقدار ۴۴۲.۲۹۱ محاسبه شد و سطح اهمیت برابر ۰.۰۰۰ بوده است؛ این نشان میدهد که ماتریس همبستگی جمعیت یک ماتریس واحد نمی باشد [29].

(۳) Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) مقدار آماره ی KMO به مقدار ۰.۶۲۱ محاسبه شده و یک مقدار بالای ۰.۵ نشان می دهد که داده های جمع آوری شده برای تحلیل عاملی مناسب خواهد بود استخراج عوامل اصلی با چرخش واریماکس از طریق بسته ی نرم افزاری SPSS برای ۱۷ CRF به دست آمده از ۹۳ پاسخ از دور نظرسنجی دلفی به دست آمده است. شش عامل پس از ۵ تکرار

معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



استخراج شدند که دارای پاسخ واریانس ۶۶.۲۶٪ بودند. واریانس سه عامل اول به ترتیب ۱۴.۹٪، ۱۴.۵٪ و ۱۲.۳٪ بود. عوامل باقی مانده همگی دارای واریانس ۲۴.۵٪ بودند (جدول ۴). تقریباً بارگذاری بیشتر عوامل بالای ۰.۵ بوده، و ۱۲ تای آنها بالای ۰.۶ بودند. به طور کلی، بارگذاری و تفسیر عوامل استخراجی همگی با تعریف های منطقی سازگار بودند. گروه بندی عوامل که از تحلیل عاملی به دست آمده است (همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است) به شرح زیر می باشد: (۱) ریسک اقتصاد کلان؛ (۲) ریسک عملیاتی و ساخت و ساز؛ (۳) ریسک رشد دولتی؛ (۴) ریسک محیط بازار؛ (۵) ریسک حیات اقتصادی و (۶) دخالت دولت. اعتقاد بر این است که شش عامل گروه بندی شده بیشترین تأثیر را روی موفقیت پروژه های PPP تحت شرایط سیاسی، اقتصادی، فرهنگی و حقوقی می گذارند.

۳.۴ توسعه ی وزن مناسب برای عوامل بحرانی ریسک (CRF) و گروه های بحرانی ریسک (CRG) برای پروژه های

بزرگراه PPP

پروژه های بزرگراه که توسط روش PPP ایجاد شده اند یک تصویر مناسب برای توسعه ی مدل ارزیابی ریسک پروژه پیشنهاد کرده اند. همانطور که قبلاً هم ذکر شد، ۹۳ کارشناس دلفی، دور دوم نظرسنجی دلفی را تکمیل کردند. ۲۷ تا از ۹۳ پاسخ بر اساس پروژه های بزرگراه بود. مجموعه ای از CRF های وزن دار بر اساس میزان رتبه بندی ۲۷ پروژه ی PPP بزرگراه توسعه داده شدند. وزن دهی به هر ۱۷ CRF و ۶ CRF از طریق معادله ی (۴) محاسبه شده است.

$$W_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^5 M_i}$$

که داریم:

وزن W_i CRF/CRG خاص را نشان میدهد؛ M_i نرخ متوسط CRF/CRG خاص را نشان میدهد؛ $\sum_{i=1}^5 M_i$ مجموع میزان متوسط همه ی CRF/CRG ها را نشان میدهد.

توجه: رتبه بندی متوسط یک CRF/CRG خاص از طریق مجموع رتبه بندی های (که توسط کارشناسان دلفی ارائه شده است) یک CRF/CRG خاص محاسبه شده اند که بین تعداد کارشناسان دلفی تقسیم شده است. جدول ۵، ۱۷ پروژه ی CRF و ۶ CRF را نشان میدهد که وزن مربوط به پروژه های بزرگراه PPP نیز برای آنها نمایش داده شده است.

۳.۵ تعیین تابع عضویت برای هر CRF/CRG

همانطور که قبلاً هم ذکر شد، مجموع ۱۷ CRF برای ارزیابی سطح ریسک کلی پروژه های بزرگراه PPP شناسایی شدند. فرض کنید

که مجموعه معیارهای پایه در مدل ارزیابی ریسک فازی به این صورت باشد $\pi = \{f_1, f_2, \dots, f_{17}\}$ ؛ و درجه ی انتخاب به این

معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



صورت تعریف می شود $E=\{1,2,3,4,5\}$ که ۱=خیلی کم؛ ۲=کم؛ ۳=متوسط؛ ۴=بالا؛ و ۵=بسیار بالا (برای احتمال ریسک و شدت ریسک). برای هر CRF خاص، تابع عضویت باید از طریق ارزیابی کارشناسان دلفی شکل بگیرد. برای مثال، نتایج نظرسنجی نوسانات تبادلات خارجی نشان داد که ۴٪ از پاسخ دهندگان اظهار داشتند که احتمال وقوع بسیار کم است، ۱۱٪ میزان کم؛ ۴۴٪ بیان کردند حد متوسط است؛ ۴۱٪ بالا و ۰٪ خیلی بالا را گزارش کرده اند، بنابراین تابع عضویت نوسانات تبادل خارجی (احتمال ریسک) با معادله ی (۵) داده شده است:

$$C_1 = \frac{0.04}{\text{خیلی کم}} + \frac{0.11}{\text{کم}} + \frac{0.44}{\text{متوسط}} + \frac{0.41}{\text{بالا}} + \frac{0.00}{\text{خیلی بالا}} = \frac{0.04}{1} + \frac{0.11}{2} + \frac{0.44}{3} + \frac{0.41}{4} + \frac{0.00}{5}$$

همچنین می تواند به صورت زیر نوشته می شود $(0.04, 0.11, 0.44, 0.41, 0.00)$. به طور مشابه، نتایج نظرسنجی نوسان تبادلات خارجی نشان می دهد که ۰٪ از پاسخ دهندگان اظهار داشتند این میزان خیلی کم است، ۴٪ میزان کم را گزارش کرده اند و ۵۲٪ میزان متوسط، و ۳۷٪ میزان بالا و ۷٪ میزان خیلی بالا را گزارش کرده اند، بنابراین تابع عضویت نوسانات مبادله ی خارجی با معادله ی (۶) داده شده است:

$$C_1 = \frac{0.00}{\text{خیلی کم}} + \frac{0.04}{\text{کم}} + \frac{0.52}{\text{متوسط}} + \frac{0.37}{\text{بالا}} + \frac{0.07}{\text{بسیار بالا}} = \frac{0.00}{1} + \frac{0.04}{2} + \frac{0.52}{3} + \frac{0.37}{4} + \frac{0.07}{5}$$

این نتیجه را می توان به این صورت هم نوشت $(0.00, 0.04, 0.52, 0.37, 0.07)$. به طور مشابه، تابع عضویت همه ی CRF ها برای پروژه ی بزرگراه PPP می تواند از همین طریق به دست آید (جدول ۷ و ۶). لازم به ذکر است که تابع عضویت همه ی CRG ها برای پروژه ی بزرگراه PPP از مدل ۳ مشتق شده اند.

جدول ۴: بارگذاری عامل برای عوامل ریسک مشخص شده

معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



شماره	عامل ریسک بحرانی CRF	بارگذاری عامل	درصد واریانس توضیح داده شده	درصد اجتماع واریانس توضیح داده شده
۱	عامل ۱: ریسک اقتصاد کلان			
2	نوسان تبادلات خارجی	0.858	14.881	14.881
3	نوسانات نرخ علاقه تورم	0.751		
4	عامل ۲: ریسک عملیاتی و ساخت و ساز			
5	تغییرات عملیاتی/پروژه ای	0.776	14.490	29.371
6	ریسک روند تکمیل	0.773		
7	قرارداد ناقص و ناکامل	0.654		
8	تغییرات هزینه	0.521		
9	سربار هزینه عملیاتی	0.469		
10	عامل ۳: ریسک بلوغ دولت			
11	فساد دولتی	0.719	12.339	41.710
12	سیستم نظارتی و قانونی نامناسب	0.692		
13	روند تصمیم گیری عمومی ضعیف	0.585		
14	عامل ۴: ریسک محیط بازار			
15	ریسک مالیات	0.762	8.827	50.537
16	تغییرات در تقاضای بازار	0.586		
17	اعتبار عمومی	0.520		
18	عامل ۵: ریسک حیات اقتصادی			
19	روش ارزیابی پروژه ی هدفمند	0.730	8.309	58.846
20	نظارت نامناسب بر بخش مالیاتی پروژه	0.654		
21	عامل ۶: مداخله ی دولت			
22	مداخله ی دولتی	0.862	7.416	66.262

روش استخراج: تجزیه و تحلیل مولفه ای منظم
روش دوران: شمال سازی کیسر و واریانس
دوران در ۵ تکرار انجام می شود.

جدول ۵: وزن دهی برای ۱۷ عامل ریسک بحرانی (CRF) و ۶ گروه ریسک بحرانی (CRG) برای پروژه ی بزرگراه PPP در چین.

CRF	احتمال ریسک		شدت ریسک		وزن دهی	
	مقدار میانگین برای احتمال ریسک	وزن دهی برای هر CRF	مقدار میانگین برای شدت ریسک CRG	وزن دهی برای هر CRF	مقدار میانگین برای هر CRG	وزن دهی برای هر CRG
نوسانات تبادل خارجی	3.22	0.32	3.48	0.34		
نوسانات میزان علاقه تورم	3.48	0.35	3.37	0.33		
ریسک اقتصاد کلان	3.26	0.33	3.30	0.33	10.15	0.17
تغییرات عملیاتی/پروژه	3.37	0.20	3.48	0.19		
ریسک روند تکمیل	3.41	0.21	3.63	0.20		
قرارداد ناقص و ناکامل	3.52	0.21	3.41	0.19		
تغییرات قیمتی	3.00	0.18	3.70	0.21		
سربار هزینه ی عملیاتی	3.33	0.20	3.81	0.21	18.03	0.29
ریسک عملیاتی و ساخت و ساز						
فساد دولتی	3.59	0.34	3.93	0.35		
سیستم نظارتی و قانونگذاری نامناسب	3.52	0.33	3.44	0.31		
روند کلی تصمیم گیری ضعیف	3.56	0.33	3.74	0.34		
بلوغ دولت					11.11	0.18
ریسک مالیاتی	3.56	0.36	3.81	0.34		
تغییر در تقاضای بازار	3.22	0.32	3.70	0.32		
اعتبار عمومی	3.22	0.32	3.85	0.34	11.36	0.18
ریسک محیط بازار						
روشهای ارزیابی پروژه ی هدفمند	3.41	0.50	3.52	0.47		
نظارت مالیاتی ناکافی پروژه	3.44	0.50	4.04	0.53		
ریسک حیات اقتصادی					7.56	0.12
مداخله ی دولت	3.85	1.00	3.73	1.00	3.73	0.06
مداخله ی کلی دولت					61.94	

جدول ۶: تابع عضویت همه ی CRFها برای پروژه ی بزرگراه PPP در چین (احتمال ریسک).

دومین همایش ملی
همدان دانشکده شهید مفتاح ۱۲ مهر ۱۳۹۳

معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



شماره	گروه ریسک بحرانی	وزن دهی	تابع عضویت سطح ۲	تابع عضویت سطح ۱
C1	نوسانات تبادل خارجی	0.32	(0.04, 0.11, 0.44, 0.41, 0.00)	(0.04, 0.22, 0.49, 0.24, 0.01)
C2	نوسانات میزان علاقه	0.35	(0.07, 0.41, 0.48, 0.04, 0.00)	
C3	تورم	0.33	(0.00, 0.11, 0.56, 0.30, 0.03)	
C4	تغییرات پروژه ای عملیاتی	0.20	(0.04, 0.04, 0.44, 0.48, 0.00)	(0.03, 0.10, 0.40, 0.45, 0.02)
C5	ریسک تکمیل	0.21	(0.00, 0.11, 0.41, 0.44, 0.04)	
C6	قرار داد ناکامل و ناقص	0.21	(0.07, 0.04, 0.26, 0.56, 0.07)	
C7	تغییرات هزینه	0.18	(0.04, 0.18, 0.52, 0.26, 0.00)	
C8	سر بار هزینه ی عملیاتی	0.20	(0.00, 0.15, 0.37, 0.48, 0.00)	
C9	فساد دولتی	0.34	(0.04, 0.04, 0.30, 0.55, 0.07)	(0.03, 0.05, 0.33, 0.53, 0.06)
C10	سیستم نظارتی و قانونداری نامناسب	0.33	(0.04, 0.00, 0.44, 0.44, 0.08)	
C11	روند تصمیم گیری عمومی ضعیف	0.33	(0.00, 0.11, 0.26, 0.59, 0.04)	
C12	ریسک عملیاتی	0.36	(0.00, 0.00, 0.48, 0.48, 0.04)	(0.01, 0.04, 0.58, 0.32, 0.05)
C13	تغییرات در تقاضای بازار	0.32	(0.00, 0.07, 0.63, 0.30, 0.00)	
C14	اعتبار عمومی	0.32	(0.04, 0.07, 0.63, 0.15, 0.11)	
C15	روش ارزیابی پروژه ی هدفمند	0.50	(0.00, 0.04, 0.55, 0.37, 0.04)	(0.00, 0.06, 0.50, 0.41, 0.04)
C16	نظارت ناکافی بر مالیات پروژه	0.50	(0.00, 0.08, 0.44, 0.44, 0.04)	
C17	مداخله ی دولت	1.00	(0.00, 0.00, 0.22, 0.70, 0.08)	(0.00, 0.00, 0.22, 0.70, 0.08)

مدل ۳: $M(., \oplus)$ که در زیر آمده است (برای جزئیات بیشتر لطفاً به

صفحه ی ۱۰ بازگردید). به عنوان مثال به ریسک اقتصاد کلان (از جمله نوسانات ارز، نوسانات نرخ بهره و تورم) نگاهی بیندازید؛ تابع

عضویت آن (احتمال ریسک) به صورت زیر می باشد: تابع عضویت ریسک اقتصاد کلان (احتمال ریسک) به صورت زیر است:

$$(0.32 \times 0.04 + 0.35 \times 0.07 + 0.33 \times 0.00, 0.32 \times 0.11 + 0.35 \times 0.41 + 0.33 \times 0.11, 0.32 \times 0.44 + 0.35 \times 0.48 + 0.33 \times 0.56, 0.32 \times 0.41 + 0.35 \times 0.04 + 0.33 \times 0.30, 0.32 \times 0.00 + 0.35 \times 0.00 + 0.33 \times 0.03) = (0.04, 0.22, 0.49, 0.24, 0.01)$$

به طور مشابه، تابع عضویت ریسک اقتصاد کلان (شدت ریسک) به این صورت است:

$$(0.34 \times 0.00 + 0.33 \times 0.00 + 0.33 \times 0.00, 0.34 \times 0.04 + 0.33 \times 0.11 + 0.33 \times 0.07, 0.34 \times 0.52 + 0.33 \times 0.41 + 0.33 \times 0.56, 0.34 \times 0.37 + 0.33 \times 0.48 + 0.33 \times 0.37, 0.34 \times 0.07 + 0.33 \times 0.00 + 0.33 \times 0.00) = (0.00, 0.07, 0.50, 0.41, 0.02)$$

۳.۶ توسعه ی یک مدل ارزیابی ترکیبی فازی برای پروژه های بزرگراه PPP

پس از توسعه ی وزن دهی مناسب برای ۱۷ CRF و ۶ CRF برای پروژه های بزرگراه PPP، تابع عضویت فازی زیر برای هر CRF و

هر CRG توسعه داده می شود (هر دوی احتمال ریسک و شدت ریسک)، در مجموع ۴ مدل برای تعیین نتایج ارزیابی در نظر گرفته

شده است [42].

$$M(n, u), b_j = V_{i=1}^m (w_i \cap rij) \quad \forall b_j \in B$$

مدل ۱:

جدول ۷: تابع عضویت همه ی CRF ها برای پروژه های بزرگراه PPP در چین (شدت ریسک)

دومین همایش ملی
همدان دانشکده شهید مفتاح ۱۲ مهر ۱۳۹۳
معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



شماره	عامل ریسک بحرانی	وزن دهی	تابع عضویت سطح ۲	تابع عضویت سطح ۲
C1	نوسانات تبادل خارجی	0.34	(0.00, 0.04, 0.52, 0.37, 0.07)	(0.00, 0.07, 0.50, 0.41, 0.02)
C2	نوسانات نرخ بهره	0.33	(0.00, 0.11, 0.41, 0.48, 0.00)	
C3	تورم	0.33	(0.00, 0.07, 0.56, 0.37, 0.00)	
C4	تغییرات عملیاتی / پروژه ای	0.19	(0.04, 0.00, 0.44, 0.48, 0.04)	(0.02, 0.02, 0.37, 0.55, 0.06)
C5	ریسک روند تکمیل	0.20	(0.00, 0.00, 0.41, 0.55, 0.04)	
C6	قرار داد ناکامل و ناقص	0.19	(0.04, 0.04, 0.40, 0.52, 0.00)	
C7	تغییرات هزینه	0.21	(0.00, 0.04, 0.37, 0.44, 0.15)	
C8	سرریز هزینه ی عملیاتی	0.21	(0.00, 0.00, 0.22, 0.74, 0.04)	
C9	فساد دولتی	0.35	(0.00, 0.04, 0.15, 0.66, 0.15)	(0.00, 0.06, 0.26, 0.59, 0.09)
C10	سیستم نظارتی و قانونگذاری مناسب	0.31	(0.00, 0.11, 0.37, 0.48, 0.04)	
C11	روند عمومی تصمیم گیری ضعیف	0.34	(0.00, 0.04, 0.26, 0.63, 0.07)	
C12	ریسک مالیاتی	0.34	(0.00, 0.06, 0.26, 0.59, 0.09)	(0.01, 0.02, 0.23, 0.62, 0.11)
C13	تغییر در تقاضای بازار	0.32	(0.00, 0.07, 0.26, 0.56, 0.11)	
C14	اعتبار عمومی	0.34	(0.04, 0.00, 0.22, 0.56, 0.18)	
C15	روش ارزیابی پروژه ای هدفمند	0.47	(0.00, 0.11, 0.37, 0.41, 0.11)	(0.00, 0.05, 0.27, 0.51, 0.17)
C16	نظارت مالیاتی ناکافی پروژه	0.53	(0.00, 0.00, 0.19, 0.59, 0.22)	
C17	مداخله ی دولت	1.00	(0.00, 0.00, 0.39, 0.50, 0.11)	(0.00, 0.00, 0.39, 0.50, 0.11)

جدول ۸: نتایج روش ارزیابی فازی ترکیبی برای همه ی CRG ها برای پروژه ی بزرگراه PPP در چین.

شماره	گروه ریسک بحرانی	وزن دهی	تابع عضویت سطح ۲	تابع عضویت سطح ۱
B1	احتمال ریسک (از سطح ۲ به ۱)			
B1	ریسک اقتصاد کلان	0.17	(0.04, 0.22, 0.49, 0.24, 0.01)	(0.02, 0.09, 0.43, 0.42, 0.04)
B2	ریسک عملیاتی و سازه	0.29	(0.03, 0.10, 0.40, 0.45, 0.02)	
B3	ریسک بلوغ دولتی	0.18	(0.03, 0.05, 0.33, 0.53, 0.06)	
B4	ریسک محیط بازار	0.17	(0.01, 0.04, 0.58, 0.32, 0.05)	
B5	ریسک حیات اقتصادی	0.12	(0.00, 0.06, 0.50, 0.41, 0.04)	
B6	مداخله ی دولت	0.07	(0.00, 0.00, 0.22, 0.70, 0.08)	
B1	شدت ریسک (از سطح ۲ به سطح ۱)			
B1	ریسک اقتصاد کلان	0.17	(0.00, 0.07, 0.50, 0.41, 0.02)	(0.01, 0.04, 0.34, 0.54, 0.08)
B2	ریسک عملیاتی و سازه	0.29	(0.02, 0.02, 0.37, 0.55, 0.06)	
B3	ریسک بلوغ دولت	0.18	(0.00, 0.06, 0.26, 0.59, 0.09)	
B4	ریسک محیط بازار	0.18	(0.01, 0.02, 0.23, 0.62, 0.11)	
B5	ریسک حیات اقتصادی	0.12	(0.00, 0.05, 0.27, 0.51, 0.17)	
B6	مداخله ی دولتی	0.06	(0.00, 0.00, 0.39, 0.50, 0.11)	

$$b_j = V_{i=1}^m (w_i \times rij) \quad \forall b_j \in B, M(., \vee) \quad \text{مدل ۲:}$$

مدلهای ۱ و ۲ برای مسائل تک منظوره مناسب می باشد زیرا مهم ترین معیارها در نظر گرفته شده اند؛ معیارهای جزئی دیگر نادیده گرفته شده اند. از آنجاییکه محاسبه ی شاخص ریسک کلی (ORI) شامل مدلهای چندمنظوره است، مدلهای ۱ و ۲ برای این پژوهش مناسب نیستند.

$$b_j = \min(1, \sum_{i=1}^m w_i \times rij) \quad \forall b_j \in B, M(., \oplus) \quad \text{مدل ۳:}$$

$$b_j = \sum_{i=1}^m w_i \wedge rij \quad \forall b_j \in B, M(\wedge, +) \quad \text{مدل ۴:}$$

نماد $\oplus$ در مدل ۳ نشاندهنده ی مجموع ضرب تابع وزن و تابع عضویت است. مدل ۳ زمانی مناسب است که معیارهای زیادی در نظر گرفته شده اند و تفاوت بین وزنهاى هر معیار خیلی زیاد نیست. اگرچه این مدل برای مسائل تک منظوره مناسب نیست که تنها معیار

معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



اصلی می تواند در نظر گرفته شود درحالیکه بقیه ی معیارها را می توان نادیده گرفت. مدل ۴ برخی اطلاعات با وزن کوچکتر را از دست خواهد داد. بنابراین، نتایج مشابه برای مدل های ۱ و ۲ تولید می کند. بر این اساس، مدل ۳ برای محاسبه ی ORI/RI پروژه های بزرگراه PPP مناسب است. لازم به ذکر است که سه سطح تابع عضویت وجود دارد. سطح ۳ مربوط به هریک از ۱۷ CRF هاست (به عنوان مثال تابع عضویت برای هر CRF). سطح ۲ به هریک از ۶ CRF اشاره دارد (به عنوان مثال تابع عضویت برای هر CRG) و سطح ۱ به شاخص کلی ریسک اشاره دارد (به عنوان مثال تابع عضویت ORI). بیایید در نظر بگیریم که ORI شاخص کلی ریسک از پروژه های بزرگراه PPP است و W و R تابع وزن و تابع عضویت برای هر CRF را نشان میدهند (سطح ۲). نتایج حاصل از ارزیابی فازی در جدول ۸ نشان داده شده اند. یک تابع عضویت سطح کلی ریسک (از جمله ریسک اقتصاد کلان، ریسک رشد دولتی، ریسک محیط بازار، و ریسک حیات اقتصادی و مداخله ی دولت) به شرح زیر می باشد:

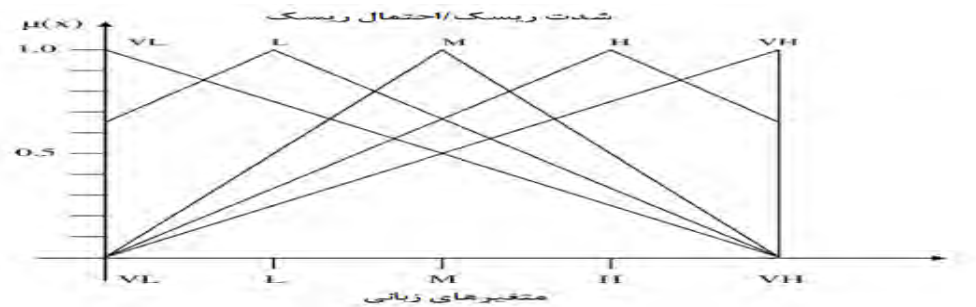
$$(0.17 \times 0.04 + 0.29 \times 0.03 + 0.18 \times 0.03 + 0.17 \times 0.01 + 0.12 \times 0.00 + 0.07 \times 0.00, 0.17 \times 0.22 + 0.29 \times 0.10 + 0.18 \times 0.05 + 0.17 \times 0.04 + 0.12 \times 0.06 + 0.07 \times 0.00, 0.17 \times 0.49 + 0.29 \times 0.40 + 0.18 \times 0.33 + 0.17 \times 0.58 + 0.12 \times 0.50 + 0.07 \times 0.22, 0.17 \times 0.24 + 0.29 \times 0.45 + 0.18 \times 0.53 + 0.17 \times 0.32 + 0.12 \times 0.41 + 0.07 \times 0.70, 0.17 \times 0.01 + 0.29 \times 0.02 + 0.18 \times 0.06 + 0.17 \times 0.05 + 0.12 \times 0.04 + 0.07 \times 0.08) = (0.02, 0.09, 0.43, 0.42, 0.04)$$

جدول ۹: شاخص ریسک یک CRG خاص و شاخص ریسک کلی (ORI) از یک پروژه ی بزرگراه در چین

شماره	CRG	احتمال ریسک	شدت ریسک	شاخص ریسک
B1	ریسک اقتصاد کلان	2.9744	3.3809	3.1711
B2	ریسک عملیاتی و پروژه ای	3.3333	3.6124	3.4700
B3	ریسک بلوغ دولتی	3.5502	3.7097	3.6291
B4	ریسک محیط بازار	3.3445	3.7916	3.5611
B5	ریسک حیات اقتصادی	3.4250	3.7903	3.6030
B6	مداخله ی دولتی	3.8600	3.7200	3.7894
A	سطح کلی	3.3627	3.6645	3.5104

شکل ۳: تابع عضویت شدت ریسک / احتمال ریسک

معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



به طور مشابه، تابع عضویت سطح ریسک کلی (از جمله ریسک اقتصاد کلان، ریسک رشد و ساخت و ساز، ریسک رشد دولت، ریسک محیط بازار، ریسک حیات اقتصادی و مداخله ی دولت) (شدت ریسک) به شرح زیر است:

$$(0.17 \times 0.00 + 0.29 \times 0.02 + 0.18 \times 0.00 + 0.18 \times 0.01 + 0.12 \times 0.00 + 0.06 \times 0.00, 0.17 \times 0.07 + 0.29 \times 0.02 + 0.18 \times 0.06 + 0.18 \times 0.02 + 0.12 \times 0.05 + 0.06 \times 0.00, 0.17 \times 0.50 + 0.29 \times 0.37 + 0.18 \times 0.59 + 0.18 \times 0.62 + 0.12 \times 0.51 + 0.06 \times 0.06 \times 0.50, 0.17 \times 0.02 + 0.29 \times 0.06 + 0.18 \times 0.09 + 0.18 \times 0.11 + 0.12 \times 0.17 + 0.06 \times 0.11) = (0.01, 0.04, 0.34, 0.54, 0.08)$$

پس از استخراج تابع عضویت از سطح ۱، شاخص کلی ریسک (ORI) می تواند با استفاده از معادله ی (۷) محاسبه شود:

$$ORI_A = \sum_{k=1}^5 (W \times R_k) \times L$$

که ORI_A شاخص ریسک کلی است؛

W وزن هر CRF است؛

R درجه ی تابع عضویت هر CRF است (برای هر دوی شدت ریسک و احتمال ریسک)؛

L متغیر زبانی که ۱=خیلی کم؛ ۲=کم؛ ۳=متوسط؛ ۴=بالا؛ ۵=بسیار بالا.

بنابراین، شاخص کلی ریسک به صورت زیر است:

$$\sqrt{(0.02 \times 1 + 0.09 \times 2 + 0.43 \times 3 + 0.42 \times 4 + 0.04 \times 5) \times (0.01 \times 1 + 0.04 \times 2 + 0.34 \times 3 + 0.54 \times 4 + 0.08 \times 5)} = 3.5104$$

برای انجام یک روش تجزیه و تحلیل عمیق، شاخص ریسک یک CRG خاص نیز می تواند با همین روش محاسبه شود. نتایج در

جدول ۹ نشان داده شده اند. یافته های تجربی پژوهش (جدول ۹) نشان میدهد که شاخص کلی ریسک (ORI) از پروژه های بزرگراه

PPP برابر ۳.۵۱ است و می توان به عنوان سطحی بین "سطح متوسط" و "سطح بالا" در نظر گرفته شود. بنابراین، سرمایه گذاری

روی پروژه های بزرگراه PPP می تواند ریسکدار تلقی شود. علاوه براین، پاسخ دهندگان به نظرسنجی دلفی درک کرده اند که

دومین همایش ملی
همدان دانشکده شهید مفتاح ۱۲ مهر ۱۳۹۳
معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



"مداخله ی دولت" دارای بیشترین CRG است و شاخص کلی ریسک آن برابر ۳.۷۹ است؛ و "ریسک رشد دولت" دومین عامل است و شاخص ریسک آن برابر ۳.۶۳ است و "ریسک حیات اقتصادی" سومین عامل بوده و مقدار شاخص ریسک آن برابر ۳.۶۰ است.

جدول ۱۰: تابع عضویت (از وضعیت خاص پروژه) از همه ی CRF ها برای پروژه ی بزرگراه PPP در چین (شدت ریسک / احتمال ریسک).

درجه ی عضویت	شدت ریسک / احتمال ریسک
$= (1, 0.75, 0.5, 0.25, 0)$	خیلی کم
$= (2/3, 1, 2/3, 1/3, 0)$	کم
$= (0, 0.5, 1, 0.5, 0)$	متوسط
$= (0, 1/3, 2/3, 1, 2/3)$	بالا
$= (0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)$	خیلی بالا

جدول ۱۱: تابع عضویت نرمال شده (برای پروژه با وضعیت خاص) از همه ی CRF ها برای پروژه های بزرگراه PPP در چین (شدت ریسک / احتمال ریسک).

درجه ی عضویت	احتمال ریسک / شدت ریسک
$= (0.4, 0.3, 0.2, 0.1, 0)$	خیلی کم
$= (0.25, 0.375, 0.25, 0.125, 0)$	کم
$= (0, 0.25, 0.5, 0.25, 0)$	متوسط
$= (0, 0.125, 0.25, 0.375, 0.25)$	بالا
$= (0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4)$	خیلی بالا

"ریسک محیط بازار" چهارمین عامل است و مقدار شاخص ریسک برابر ۳.۵۶ است؛ "ریسک عملیاتی و ساختاری" پنجمین عامل است و مقدار شاخص ریسک آن برابر ۳.۴۷ است؛ و "ریسک اقتصاد کلان" آخرین مورد است و شاخص ریسک آن برابر ۳.۱۷ است. این یافته های تحقیقاتی نشان میدهند که فساد دولت و مداخله ی دولت از مهم ترین عوامل برای موفقیت یک پروژه ی بزرگراه PPP در چین می باشند. این نقص ها ممکن است به علت سیستم نظارتی و قانون گذاری نامناسب و روند تصمیم گیری ضعیف ایجاد شده باشد. Wang و همکاران ریسکهای نیروی خارجی و ریسک سیاسی را مورد آزمایش قرار دادند که مختص پروژه های BOT در چین بوده است. یافته های پژوهشی آنها نشان داده است که مهم ترین عوامل ریسک عبارتند از: (۱) نهادهای چین؛ (۲) تغییرات در قانون؛ (۳) فورس مازور. در مطالعه ی آنها "فساد دولتی" ۶ امین عامل بود. کاملاً آشکار است که اهمیت عوامل ریسک PPP برخی تغییرات را در دهه ی آخر تجربه کرده است. این مطالعه ی تحقیقاتی، شرکت های بین المللی ساخت و ساز را قادر می سازد تا این مسئله را بهتر درک کنند که چگونه ریسکها برای پروژه های PPP مورد ارزیابی قرار می گیرند. همچنین در برنامه ریزی پاسخ ریسک و کنترل برای

معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



پروژه های آینده ی PPP کمک می کند. این پژوهش یک مدل ارزیابی جامع، هدفمند، قابل اعتماد و عملی برای ارزیابی سطح ریسک پروژه های PPP توسعه داده است که از روش نظرسنجی دلفی برای روش ارزیابی فازی ترکیبی استفاده می کند. مدل توسعه یافته یک پایه ی هدفمند برای ارزیابی سطح ریسک پروژه های PPP فراهم می کند. توسعه ی شاخص کلی ریسک نه تنها سطح درک مشتری، پیمانکار و مشاور را در پیاده سازی یک پروژه ی PPP موفق بالا می برد، بلکه یک پایه ی محکم برای عاملان صنعتی فراهم می کند تا اندازه گیری، ارزیابی و بهبود عملکرد جاری پروژه های PPP را ایجاد کند. یک سیستم خودکار برای مدل ارزیابی فازی ریسک برای پروژه های PPP باید در آینده توسعه داده شود. با انجام این کار، یک ابزار ارزیابی ریسک عملی برای پروژه های PPP برای اهداف استفاده می شود.

۴. نتیجه گیری

این پژوهش یک روش جدید برای توسعه ی مدل ارزیابی ریسک برای پروژه های PPP معرفی کرده است که مبتنی بر داده های به دست آمده از چین است. با انجام این کار، فرصتی برای عاملان صنعتی فراهم می شود تا سطح ریسک پروژه های PPP را مبتنی بر شواهد عینی تا قضاوت ذهنی ارزیابی کنند. یافته های پژوهش نشان داد که دو گروه عمده ی ریسک برای پروژه های بزرگراه PPP عبارت بودند از: (۱) ریسک مداخله ی دولت و (۲) ریسک رشد دولت. این یافته ها نشان داد که ریسک سیاسی مهم ترین ریسک است و می تواند موانع زیادی برای پروژه های بزرگراه PPP فراهم کند و مانع از موفقیت آن شود. این ممکن است به دلیل سیستم قانون گذاری نامناسب برای پروژه های PPP باشد. یافته های پژوهش نیز ارزیابی ریسک در صنعت ساخت ی چین را نشان می دهد که می تواند برای ارزیابی سطح ریسک پروژه ی PPP به کار رود و سپس محیط ریسک را تعریف کند. یک مدل ارزیابی ریسک جامع، هدفمند، قابل اعتماد و عملی برای پروژه های PPP توسعه داده شده است. در واقع، با استفاده از مدل ارزیابی ریسک فازی برای پروژه های PPP، بیشتر CRG برای انواع مختلف پروژه های PPP باید شناسایی شده و اقدامات پیشگیرانه و عملی انجام شود. هم دولت و هم کنرسیوم می توانند این مدل را برای ارزیابی سطح ریسک پروژه های PPP به کار ببرند. و نتایج می توانند برای مقایسه ی سطح ریسک با همتایان خود آنها به کار رود و اهداف معیار را تعیین کنند. چنین توسعه ای یک درک گسترده تر برای مدیریت انواع مختلف پروژه های PPP ارائه می دهد. از آنجایی که سطح ریسک ممکن است در مراحل مختلف چرخه ی حیات پروژه فرق کند، و یک مدل ارزیابی ریسک PPP برای اندازه گیری مراحل مختلف ریسک چرخه ی حیات پروژه در آینده ایجاد خواهد شد.

دومین همایش ملی
همدان دانشکده شهید مفتاح ۱۲ مهر ۱۳۹۳

معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار



منابع:

- [1] S.Q. Wang, R.L.K. Tiong, S.K. Ting, D. Ashley, Evaluation and management of political risk in China's BOT projects, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE 126 (3) (2000) 242–250.
- [2] C. Chen, H. Doloi, BOT application in China: driving and impeding factors, International Journal of Project Management 26 (4) (2008) 388–398.
- [3] T. Grant, Keys to successful public–private partnerships, Canada Business Review 23 (3) (1996) 27–28.
- [4] H.M. Treasury, Public–Private Partnerships: the Government's Approach, The Stationery Office, London, April 2000.
- [5] B. Li, A. Akintoye, P.J. Edwards, C. Hardcastle, The allocation of risk in PPP/PFI construction projects in the UK, International Journal of Project Management 23 (1) (2005) 25–35.
- [6] X. Jin, H. Doloi, Interpreting risk allocation mechanism in public–private partnership projects: an empirical study in a transaction cost economic perspective, Construction Management and Economics 26 (7) (2008) 707–721.
- [7] A.F.M. Salman, M.J. Skibniewski, I. Basha, BOT viability model for large-scale infrastructure projects, Journal of Construction Engineering and Management, ASCE 133 (1) (2007) 50–63.
- [8] J. Yuan, A.Y. Zeng, M.J. Skibniewski, Q. Li, Selection of performance objectives and key performance indicators in public–private partnership projects to achieve value for money, Construction Management and Economics 27 (3) (2009) 253–270.
- [9] J. Yuan, M.J. Skibniewski, Q. Li, L. Zheng, Performance objectives selection model in public–private partnership projects based on the perspective of stakeholders, Journal of Management Engineering 26 (2) (2010) 89–104.