فصلنامه مطالعات مدیریت شهری
سال شانزدهم/ شماره پنجاه و هفتم/ بهار ۱۴۰۳

عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های BOT احداث پل‌های عابر پیاده برون‌شهری در راستای توسعه شهری، با روش FDM-BWM

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۷/۲۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۸/۲۵

الهه شفعتی
دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران.
elaheshafati58@gmail.com
احمد جعفرزاده افشاری
استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه مهرالبرز، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) *afshari@live.com*
حسن جوانشیر
دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران.
h_Javanshir@azad.ac.ir
وحید برادران
دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاداسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران.
v_baradaran@iau-tnb.ac.ir

چکیده

مقدمه و هدف پژوهش: پروژه‌های BOT احداث پل‌های عابر پیاده برون‌شهری، به عنوان یکی از روش‌های مناسب برای توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل در شهرها، اهمیت بسیاری دارند. با توجه به تأثیر قیمت‌گذاری در عملکرد اقتصادی و مالی این پروژه‌ها، شناخت و تحلیل عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری این پروژه‌ها امری حیاتی است. هدف اصلی این مقاله، شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های BOT احداث پل‌های عابر پیاده برون‌شهری است.

روش پژوهش: رویکرد پژوهش، کمی و از لحاظ هدف، کاربردی است. جامعه‌ی آماری پژوهش شامل مدیران و متخصصین سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای و اساتید دانشگاهی متخصص در این حوزه می‌باشند. از روش دلفی فازی به منظور شناسایی عوامل استفاده شده و از روش BWM به منظور اولویت‌بندی آنها استفاده گردیده است.

یافته‌ها: با بررسی ادبیات ۴۰ عامل از مطالعات پیشین استخراج گردید و بر اساس نتایج تحلیل دلفی فازی، پس از سه دور نظرخواهی از خبرگان، ۳۱ عامل موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های عمرانی احداث پل عابر برون‌شهری شناسایی و در پنج گروه دسته‌بندی گردید، سپس با روش BWM به صورت کلی و گروهی رتبه‌بندی گردیده‌اند.

نتیجه‌گیری: رتبه‌بندی کلی نشان داد که مهم‌ترین عوامل عبارتند از: هزینه‌های ساخت پل عابر پیاده، هزینه نگهداری و بهره‌برداری، و هزینه‌های تجهیزات و پرسنل. رتبه‌بندی گروه‌ها نیز نشان داد که عوامل اصلی به ترتیب عوامل مربوط به هزینه‌ها، تنظیم قرارداد، پروژه، دولت، و بخش خصوصی رتبه‌بندی گردیده است. این نتایج می‌توانند به تصمیم‌گیران در این حوزه کمک کنند تا در روند قیمت‌گذاری پروژه‌های مشابه، بهترین تصمیمات را بگیرند.

واژگان کلیدی: قیمت‌گذاری، پروژه‌های BOT، احداث پل‌های عابر پیاده، توسعه شهری، دلفی فازی، روش BWM

مقدمه

پروژه‌های ساخت، بهره‌برداری و انتقال[1] (BOT) ساخت‌وساز در بزرگراه‌ها که به عنوان برنامه‌های رایج در قراردادهای BOT مورد توجه قرار می‌گیرند، در سرتاسر جهان پیشرفت یافته‌اند (سونگ[2] و همکاران، ۲۰۱۷). مدل BOT یک تنظیم قرارداد است که در آن بخش خصوصی بر عهده دار تأمین مالی و انجام فرآیندهای طراحی، ساخت، بهره‌برداری و تعمیرات نگهداری زیرساخت‌های عمومی است و در پایان مالکیت این زیرساخت‌ها به دولت منتقل می‌شود (الگارنی[3] و همکاران، ۲۰۰۷). بخش عمومی، در حوزه‌ی اختیارات خود، به عنوان حامی مالی و مسئول توسعه‌ی زیرساخت‌ها فعالیت می‌کند (ژانگ[4] و همکاران، ۲۰۱۶). تحقیقات نشان می‌دهد که پروژه‌های با حمایت دولت، افزایش می‌دهند. با این حال، انجام قراردادهای به آسانی صورت نمی‌گیرد در طول فرآیند آن، هم بخش خصوصی و هم بخش عمومی با عوامل غیرقطعی مواجه می‌شوند (کانگ و فنگ[5]، ۲۰۰۹). پیشرفت پروژه یک فرآیند بلند، هزینه‌بر و پیچیده و همراه با رقابت شدید، ریسک مالی بالا و هزینه‌های فرصت قابل‌توجهی است. بنابراین، قرارداد BOT باید شامل مدیریت ریسک، انعطاف‌پذیری نگرش و ارائه‌ی پیشنهاداتی برای شرایط نامشخص و عدم قطعیت باشد. در این راستا، هم دولت و هم پیمانکاران باید به این موضوع توجه داشته باشند (عسکری و شکری‌زاده[6]، ۲۰۱۴).

توسعه شهری به معنای رشد و توسعه یک شهر یا منطقه اقتصادی است و از جمله عوامل مهم در ارتقای کیفیت زندگی شهروندان می‌باشد. یکی از جوانب مهم توسعه شهری، مدیریت و بهینه‌سازی راه‌ها و سازه‌های عمرانی است. پروژه‌های BOT در ایران به شکل گسترده‌ای در حوزه توسعه شهری به کار گرفته می‌شوند. پل‌های عابر برون شهری نیز از جمله پروژه‌های BOT است که در توسعه شهری نقش مهمی داشته و می‌تواند بهبودی چشمگیر در زندگی شهروندان شهرها به ارمغان آورد.

احداث پل‌های عابر برون شهری به عنوان بخشی از توسعه شهری، دارای اهمیت بالایی است. این پل‌ها می‌توانند به طور مستقیم باعث کاهش ترافیک، بهبود ایمنی رانندگان و عابران و ارتقاء زندگی اجتماعی شهروندان شوند. این پروژه‌ها ممکن است شامل ایجاد پل‌های عابر پیاده، پل‌های عابر برقی، یا ترکیبی از این دو باشند. هدف اصلی از ساخت پل‌های عابر برون شهری، ارتقای امنیت و محافظت از عابران و رانندگان در زمان عبور و مرور از معبرها و جاده‌ها است.

از این رو، یکی از اقدامات بسیار مهم سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای کشور، ساخت پل‌های عابر پیاده در معابر برون‌شهری بوده است. ساخت چنین پل-هایی در بزرگراه‌ها، مهم‌ترین گزینه برای برآورده ساختن تقاضای در حال رشد شهروندان است. اما هزینه‌های بالای سرمایه در ساخت پل‌های عابر پیاده، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، برای مدیران ارشد سازمان مهم است. لذا استفاده از مدل BOT در قراردادهای مشارکت بین بخش خصوصی و دولتی، به عنوان یکی از راه‌حل‌های مالی استفاده می‌شود. استفاده از مکانیزم BOT در احداث پل‌های عابر برون شهری به دلایل چندگانه‌ای صورت می‌گیرد. یکی از این دلایل، منابع مالی محدود دولت است که با استفاده از مکانیزم BOT، سرمایه‌گذاری از بخش خصوصی جذب می‌شود و اجرای پروژه‌های توسعه شهری ممکن می‌شود. همچنین، استفاده از مکانیزم BOT می‌تواند به شهر منجر به ارتقای سرمایه انسانی و توانمندی اجرایی شهرداری و سایر نهادهای شهری شود. این مدل در تعیین نرخ سیستم قرارداد پل‌های عابر پیاده در سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای نقش اصلی را دارد.

بحث قیمت‌گذاری در قراردادهای BOT بسیار مهم و تاثیرگذار است و برای پروژه‌های ساخت و ساز بزرگ، موفقیت پروژه به فرآیند مناقصه پیمانکار بستگی دارد. هدف اصلی در مناقصه، به دست آوردن قیمت بهینه تحت یک اکوسیستم مناقصه رقابتی است. برای دستیابی به این هدف، برنامه‌ریزی برای قیمت‌گذاری پروژه‌ها در مناقصه ساخت و ساز به دلیل الزامات کارایی هزینه و رقابت، پیچیدگی بالایی دارد (شیو[7] و همکاران، ۲۰۲۱). برآورد هزینه و قیمت‌گذاری پروژه‌ها یک هنر است و برای تصمیم‌گیری مناسب باید به داده‌ها و کارهای مقدماتی اصلی توجه ویژه شود (خاتمی‌فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۹۲). برآورد هزینه و قیمت‌گذاری بر پایه اصول واضحی و با مشخص نمودن الگوهای هزینه و اهداف انجام می‌گردد. لذا به دلیل اعطای امتیاز پروژه در دوره‌های طولانی‌مدت و ناقص بودن قراردادهای BOT، نیاز به قیمت‌گذاری سیستماتیک پروژه‌ها وجود دارد (آیوسا و مارتیمورت[8]، ۲۰۱۶).

با توجه به اهمیت بحث قیمت‌گذاری در قراردادهای BOT داخل کشور، و به طور ویژه مسئله‌ای که در قیمت‌گذاری پروژه‌های احداث پل‌های عابر پیاده در معابر برون‌شهری برای مدیران این پروژه‌ها وجود دارد،

در تصمیم‌گیری برای برآورد هزینه و قیمت‌گذاری در این پروژه‌ها، علاوه بر آن‌که لازم است درباره مهم‌ترین داده‌ها و کارهای مقدماتی اتخاذ تصمیم کرد، در نظر گرفتن خطوط و مبانی اصلی برآورد هزینه نیز ضرورت دارد. برآورد هزینه و قیمت‌گذاری، الزامات حداقلی را دارد که باید با رعایت اصول کاملاً شفاف و تعیین الگوهای هزینه و اهداف انجام گردد (چن و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین، در این پژوهش، در مسیر پیشرفت توسعه شهری به شناسایی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های BOT احداث پل‌های عابر پیاده برون‌شهری با استفاده از روش ترکیبی دلفی فازی (FDM) و روش بهترین- بدترین (BWM)[9] پرداخته شده است.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

پروژه‌های ساخت، بهره‌برداری و انتقال (BOT)

پروژه‌های BOT تحت شرایط توافق‌نامه امتیازی است و تحت عناوین دیگر ازجمله PPP (مشارکت بخش دولتی و خصوصی[10]) و یا PP (مشارکت خصوصی[11]) هم بیان شده است (کوماراسوامی و موریس[12]، ۲۰۰۲). در این مدل، بخش عمومی عاملی است که نقش مالی و مهم در پروژه دارد و به طور معمول، وظیفه توسعه زیرساخت‌ها در حوزه اختیارات خود را بر عهده دارد (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۶). تحقیقات نشان می‌دهند که پروژه‌هایی که در چارچوب BOT و با حمایت دولت اجرا می‌شوند، توانسته‌اند انگیزه‌ای را در بخش خصوصی ایجاد کنند تا در طرح‌های زیرساخت‌های عمومی شرکت کنند. با این حال، انجام یک قرارداد BOT موفق کار سهلی نمی‌باشد. در این نوع قراردادها، بخش خصوصی و دولتی با عوامل غیرقطعی متعددی در ارتباط با پروژه‌های این نوع قراردادها روبه‌رو می‌شوند (کانگ و فنگ، ۲۰۰۹). از اینرو، مدل BOT، فرصتی برای بهره‌برداری از فناوری‌های جدید، مهارت‌های مدیریتی و بهبود بهره‌وری عملیاتی، که به صورت انحصاری توسط شرکت‌های خصوصی استفاده می‌شوند، فراهم می‌کند. در عین حال، یک روش موثر جهت استفاده از منابع مالی خصوصی، برای توسعه زیرساخت‌های دولتی در صنعت را نیز میسر می‌کند (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۶).

قیمت‌گذاری

در این بخش قصد تعمیق درک درباره‌ی قیمت‌گذاری داریم. به‌طور ساده، قیمت‌گذاری برای تعیین هزینه یک کالا یا خدمت استفاده می‌شود. هدف اصلی در قیمت‌گذاری، حداکثر کردن سود، افزایش سهم بازار، رهبری در کیفیت، ادامه حیات و یا افزایش قیمت بازار است (شیپلی[13]، ۲۰۰۱). قیمت‌گذاری، عامل مهمی در ساختار تجارت است و تصمیمات مربوط به آن تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر سودآوری شرکت دارد. اگر قیمت، هزینه‌های متغیر و برخی از هزینه‌های ثابت را جبران کند، شرکت می‌تواند فعالیت تجاری خود را ادامه دهد (توربان[14] و همکاران، ۲۰۰۸). تخمین قیمت پروژه‌های زیرساختی به دلیل طبیعت صنعت ساخت‌وساز که گسترده و رقابتی است عمل پیچیده‌ای است. عملکرد کنشگران نیازمند ارائه پیشنهادات رقابتی است که توانایی مقابله با ریسک‌ها و عدم قطعیت‌های مرتبط با مناقصه را داشته باشد. مجموعه‌های زیادی از اطلاعات همچون تقاضا، هزینه، رقابت و غیره باید پیش‌بینی شود تا بتوانیم قیمت‌ها را با توجه به سطوح سود مورد نیاز تنظیم کنیم (طائه[15] و همکاران، ۲۰۱۹).

به طور کلّی، تعیین قیمت پروژه‌های BOT یک روند پیچیده است که نیازمند بررسی دقیق عوامل مختلف می‌باشد. نهاد خصوصی و دولت باید در کنار هم همکاری نمایند تا اطمینان حاصل کنند که تعیین قیمت به‌انصاف صورت گرفته و نماینده ریسک‌ها و هزینه‌های مرتبط با پروژه است. برای تعیین قیمت صحیح و مطلوب، باید عوامل تأثیرگذار بر تعیین قیمت را شناسایی و کنترل نماییم (کاتلر[16] و همکاران، ۲۰۱۹).

پیشینه پژوهش

مطالعات مختلفی در حوزه عوامل موثر بر پروژه‌های BOT و PPP انجام شده است که در اینجا به بررسی برخی از آنها که بیشترین ارتباط را موضوع این پژوهش داشته‌اند پرداخته شده است. کوکا[17] و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر عوامل حیاتی موفقیت پروژه‌های برق PPP شناسایی و مدل‌سازی نمودند. آنها با مرور ادبیات تجربی، ۲۰ عامل حیاتی موفقیت شناسایی و پس از دو دور پرسشنامه دلفی، در شش مؤلفه گروه‌بندی نمودند. نتایج نشان داد که عوامل شناسایی شده تأثیر بالایی بر موفقیت پروژه‌ها دارند و تخصیص ریسک را به عنوان مهم‌ترین عامل حیاتی موفقیت معرفی نمودند. ورما و میشرا[18] (۲۰۲۳) به شناسایی عوامل موفقیت و شکست در پروژه توسعه زیرساخت جاده‌ها/بزرگراه‌ها شامل PPP در هند پرداختند که نتایج بیانگر ارتباط قوی‌تری بین روش‌های مختلف و سطح توافق بالاتر در میان سهامداران پروژه در مورد عوامل حیاتی موفقیت و جنبه‌های شکست جاده یا بزرگراه‌های مربوط به

پروژه‌های زیربنایی PPP بود. فتحی و شرستا[19] (۲۰۲۳) برای شناسایی عوامل انتخاب پروژه‌های بزرگراه مشارکت عمومی و خصوصی (PPP) از نظرخواهی کارشناسان ایالتی در طی دو دور مطالعه دلفی و دستیابی به اجماع بین پاسخ‌ها، استفاده نمودند که در نهایت عوامل و ویژگی های غربالگری پروژه PPP، الزامات یک پانل ارزیابی برای ارزیابی یک پروژه بالقوه، ریسک‌های رایج، ریسک های مورد نیاز برای ارائه مشوق‌های مناسب برای طرف‌های خصوصی، الزامات برای کارکنان درگیر، تخصص‌های مورد نیاز در واحدهای PPP برای تسهیل مراحل پروژه، نقش‌های بخش عمومی یا دولت فدرال یا ایالت، عوامل مرتبط با قانون گذاری، تجزیه و تحلیل اقتصادی و اندازه مناسب پروژه راش شناسیی نمودند.

بائو[20] و همکاران (۲۰۲۳) عوامل موثر بر بازگشت موفقیت‌آمیز پروژه‌های مشارکت عمومی و خصوصی به مقامات دولتی را با ارزیابی عوامل موفقیت حیاتی فاز انتقال پروژه‌های آب چین را با هدف شناسایی CSFهایی که بیشترین تأثیر را در موفقیت فاز انتقال دارند مورد مطالعه قرار دادند. در مجموع ۲۳ عامل در چهار گروه، از یک مطالعه قبلی گرفته شد و در یک پرسشنامه آنلاین از ۵۲ کارشناس پروژه‌های PPP آب چین، ۲۲ فاکتور که از نظر آماری برای موفقیت فاز انتقال حیاتی بودند که به عنوان عوامل موفقیت انتقال بحرانی (CTSFs) شناسایی شدند. پنج CTSF برتری که آنها مشخص نمودند عبارتند از سیستم قرارداد، زیرساخت، دارایی‌های منتقل شده، معیارهای پذیرش انتقال، و اطلاعات تعمیرات اساسی. مالک و بات۲۱ (۲۰۲۳) نیز با استفاده از مرور ادبیات، ۴۱ CSF موثر بر پروژه‌های جاده PPP هند را استخراج و با یک نظرسنجی پرسشنامه‌ای در میان سهامداران کلیدی، ۳۷ عامل شناسایی و در شش مرحله گروه‌بندی شدند. نتایج تحلیل‌ها نیز نشان داد که تأثیر بخش دولتی و خصوصی در ۱۹ عامل متفاوت است و در ۱۸ عامل مطابقت داشته است. ترن و نگوین[22] (۲۰۲۳) نیز به شناسایی و بررسی عوامل موثر بر موفقیت پروژه‌های حمل و نقل PPP در ویتنام پرداختند که با تحلیل ۹۲ پرسشنامه با استفاده از نرم افزار SPSS، نتایج نشان داد که چارچوب قانونی کافی و شفاف، تعهدات و مسئولیت های دولتی و خصوصی، شفافیت در مناقصه، سیاست حمایت دولتی و حکمرانی خوب پنج عامل اصلی تعیین کننده موفقیت پروژه حمل و نقل PPP در ویتنام هستند.

یوآن[23] و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی به موضوع تعدیلات پویا مبتنی بر شبیه‌سازی قیمت‌ها و یارانه‌های پروژه حمل‌ونقل PPP بر اساس رضایت ذی‌نفعان با یک مطالعه موردی در مورد PPP پل‌های عابر پیاده پرداختند و نشان دادند که مدل پیشنهادی کاربردی است و می‌تواند برای پروژه‌های PPP آینده عملکرد داشته باشد. ژو[24] و همکاران (۲۰۱۲) نیز یک مدل قیمت‌گذاری مبتنی بر پویایی سیستم برای پروژه‌های بزرگراه‌ها PPP با هدف ایجاد یک مدل معتبر، عینی و سیستماتیک برای تعیین یک قیمت امتیاز منطقی برای پروژه‌های بزرگراه PPP ارائه نمودند.

عباسی (۱۳۹۷) برای شناسایی عوامل حیاتی موفقیت در پروژه‌های راهسازی BOT از پرسشنامه‌ای برای مقایسه معیارها و گزینه‌ها توسط خبرگان استفاده نمودند و با کمک روش تاپسیس به اولویت‌بندی گزینه‌های موردنظر پرداختند و نشان مهم‌ترین عوامل حیاتی در موفقیت پروژه‌های راهسازی BOT به ترتیب: مدیریت مناسب ریسک‌ها، شناسایی دقیق پروژه و انتخاب پروژه مناسب و ارائه موافقت‌نامه امتیاز به صورت دقیق و شفاف، می‌باشند. چاوشیان و همکاران (۱۳۹۷) با مروری بر شیوه‌های متداول تعیین قیمت طرح‌های آب وفاضلاب در قالب پروژه‌های BOT، با به کارگیری مدل‌سازی پویایی سیستم، روشی برای تعیین قیمت محصول از نظر سرمایه‌گذار ارائه نمودند. محقر و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی و ارزیابی ریسک‌های پروژه بر پایه روش BWM پرداختند. هدف از این پژوهش ارائه مدلی مبتنی بر روش BWM به منظور اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه و همچنین رویکرد ساختار شکست ریسک بوده که به این منظور نخست با استفاده از رویکرد ساختار شکست ریسک و بهره‌گیری از مدل‌های شناخته‌شده این حوزه، شاخص‌های ارزیابی ریسک‌های مرتبط با پروژه در قالب یک مطالعه موردی در پروژه سیکاس پارک گروه پیشگامان کویر یزد استخراج شد. سپس با بهره‌گیری از روش BWM و نظرات خبرگان، ارزیابی و اولویت‌بندی شدند و در نهایت ریسک‌های مرتبط با هر یک از شاخص‌های اولویت‌دار استخراج شده و راهکارهایی به منظور مدیریت آن‌ها ارائه گردیده است. شهبازی (۱۳۹۶) به ارزیابی و مقایسه شاخص‌های ریسک در قراردادهای BOT و طراحی-مناقصه-ساخت (DBB) در ساخت پروژه‌های بزرگراهی و آزادراهی پرداختند. در این راستا، دو پرسشنامه متفاوت (یکی برای BOT و دیگری برای DBB) طراحی شد و مصاحبه نیز انجام شد. سپس، پرسشنامه‌ها به متخصصان و دست‌اندرکاران پروژه‌های بزرگراهی و آزادراهی که از طریق قراردادهای BOT و DBB اجرا می‌شوند، ارسال

شد. نتایج نشان داد که در قراردادهای DBB، فشار رقابتی و پیشنهاد قیمت پایین تأثیر زیادی بر کیفیت دارد و بی‌ثباتی در نرخ ارز، در هر دو قرارداد، تأثیر قابل‌توجهی بر کیفیت پروژه‌ها داشته است.

همان‌طور که از مرور پیشینه‌ی پژوهش‌های مرتبط مشاهده می‌شود، تحقیقات حوزه‌ی BOT نیاز روبه رشدی در خصوص قیمت‌گذاری و به طور هم‌زمان اولویت‌بندی عوامل حیاتی موفقیت در این نوع قراردادها را دارند تا بتوانند در تسهیل نرخ‌گذاری سیستماتیک پروژه‌ها، کاهش هزینه‌های نهایی پروژه‌ها و در نهایت رضایت طرفین و یا بازیکنان (دولت و پیمانکار) قرارداد، نقش داشته باشند. از سوی دیگر با توجه به مرور تحقیقات گذشته و به خصوص مطالعات داخلی، خلأ شناسایی عوامل موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های BOT، به ویژه در حوزه‌ی پروژه‌های زیربنایی واگذاری قراردادهای پل‌های عابر پیاده و هم‌چنین استفاده از روش BWM به عنوان یک روش جدید در اولویت‌بندی و مدیریت ریسک‌هایی که در این نوع قراردادها طرفین را درگیر نموده که هم از سود آن‌ها می‌کاهد و هم موجب فسخ قراردادها پیش از موعد مقرر خواهد شد، قابل‌مشاهده و درک است. همچنین، ترکیب روش دلفی فازی و BWM در مطالعات پیشین و در خصوص قیمت‌گذاری سیستماتیک با در نظر گرفتن CFSهای اولویت‌دار پروژه‌ها مشاهده نشده است. بنابراین، پژوهش حاضر نیز به دنبال این نیاز تحقیقاتی و خلأ موجود در مطالعات داخلی بوده و هدف اصلی آن شناسایی و رتبه‌بندی عوامل موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های احداث پل عابر پیاده، در بزرگراه‌های برون‌شهری می‌باشد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر، دارای رویکردی کمی و از لحاظ هدف، کاربردی است. جامعه‌ی آماری پژوهش شامل مدیران ارشد، میانی و متخصصین سازمان دولتی راهداری و حمل و نقل جاده‌ای شهر تهران و مدیران درگیر در پروژه‌های BOT احداث پل‌های عابرپیاده برون‌شهری و اساتید دانشگاهی که در این حوزه تجربه عملی و آکادمیک داشته‌اند می‌باشند. در این تحقیق، از روش نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند به منظور انتخاب نمونه مورد بررسی استفاده خواهد شد. بدین‌صورت که افرادی که بیشترین تجربه را در این زمینه دارند و همچنین اطلاعات آن‌ها در دسترس بوده است انتخاب می‌گردد. از روش دلفی فازی به منظور شناسایی عوامل موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های عمرانی احداث پل عابر برون شهری استفاده شده است. همچنین، از روش BWM که به عنوان یکی از تکنیک های نوین MCDM مطرح است، به منظور اولویت‌بندی عوامل موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های عمرانی احداث پل عابر برون شهری، استفاده گردیده است.

روش دلفی فازی

در روش دلفی، هدف از استفاده این روش، به دست آوردن توافق گروهی از خبرگان درباره یک موضوع خاص است. این توافق با استفاده از پرسشنامه دریافت می‌شود و بر اساس بازخوردی که از آنها دریافت می‌شود، صورت می‌پذیرد (آذر و فرجی، ۱۳۹۵). در این روش، سه ویژگی اصلی وجود دارد که شامل استفاده از پرسشنامه با پاسخ‌های بی‌طرفانه، تکرار ارسال پرسشنامه و دریافت بازخورد از خبرگان، و تجزیه و تحلیل آماری پاسخ‌های گروهی به سوالات است (بوزون[۲۵] و همکاران، ۲۰۱۶).

وجود ویژگی پاسخ ناشناس در روش دلفی می‌تواند شرکت‌کنندگان را به طور جداگانه نگه داشته و فقط با تیم تعدیل‌کننده ارتباط برقرار کنند. این ویژگی باعث اجتناب از اثرات منفی تعامل مستقیم میان شرکت‌کنندگان می‌شود. روش دلفی تکراری با استفاده از پرسشنامه‌های چندگانه در دوره‌های متوالی انجام می‌شود که به کارشناسان اجازه می‌دهد نظرات خود را بر اساس پاسخ‌های سایر متخصصان تغییر دهند. در هر دور، پاسخ‌ها تجزیه و تحلیل می‌شوند و بازخورد به کارشناسان داده می‌شود. وجود ویژگی تکراری در روش دلفی همچنین باعث افزایش اعتبار نتایج می‌شود. در نهایت، وجود ویژگی پاسخ گروه آماری امکان تجمیع نظرات متخصصان را فراهم می‌کند (ساور[۲۶] و سئورینگ، ۲۰۱۹).

مورای توماس۲۷ روش دلفی فازی (FDM) را ایجاد کرد که روش دلفی و تحلیل نظریه فازی را برای دستیابی به اجماع با پرداختن به مبهم بودن و ابهام قضاوت‌های متخصص ترکیب می‌کند (گاگ[۲۸] و همکاران، ۲۰۲۳). روش دلفی فازی کارایی و کیفیت دلفی سنتی را بهبود می بخشد (پادیلا-ریورا۲۹ و همکاران، ۲۰۲۱) و مزایایی را در مقایسه با دلفی سنتی ارائه می‌دهد (تونی[۳۰] و همکاران، ۲۰۲۳). کاربرد تئوری فازی از تحریف نظرات متخصصان فردی جلوگیری می‌کند، ساختار معنایی موارد پیش‌بینی‌شده را به تصویر می‌کشد و ابهام داده‌های جمع‌آوری شده را در نظر می‌گیرد (لی و هسیه[۳۱]، ۲۰۱۶). در نتیجه، استحکام FDM بر این واقعیت استوار است که هر نظر متخصص

برای دستیابی به یک اجماع در نظر گرفته شده و یکپارچه می‌شود، که با کوتاه کردن زمان تحقیق و کاهش هزینه‌های تصمیم گیری، مزایای بیشتری ایجاد می کند (لی[۳۲] و همکاران، ۲۰۱۸).

گامهای روش دلفی فازی و نحوه محاسبات ضمن تحلیل نتایج در بخش یافته‌های پژوهش (بخش ۴-۲) بیان شده است.

روش بهترین-بدترین (BWM)

در این پژوهش از روش BWM که به عنوان یکی از تکنیک‌های نوین تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) مطرح است، به منظور اولویت‌بندی عوامل موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های عمرانی احداث پل عابر برون شهری، استفاده خواهد شد. بر اساس روش BWM که در سال ۲۰۱۵ توسط رضایی ارائه شده است، بهترین و بدترین شاخص، به‌وسیله‌ی تصمیم‌گیرنده مشخص شده و مقایسه زوجی بین هر یک از این دو شاخص (بهترین و بدترین) و دیگر شاخص‌ها انجام می‌شود. سپس یک مسئله‌ی حداکثر حداقل برای مشخص کردن وزن شاخص‌های مختلف، فرموله و حل خواهد شد (محقر و همکاران، ۱۳۹۶).

گام‌های روش BWM به شرح زیر است (رضایی[۳۳]، ۲۰۱۵):

گام ۱: مجموعه شاخص‌های تصمیم‌گیری موردنیاز برای اتخاذ یک تصمیم به صورت $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ تعریف می‌شود.

گام ۲: در این گام، باید بهترین (مطلوب‌تر/مهم‌تر) و بدترین (کمترین مطلوبیت/کم‌اهمیت‌ترین) شاخص مشخص گردد. در این مرحله هیچگونه مقایسه‌ای انجام نمی‌شود و تصمیم‌گیرنده بهترین و بدترین شاخص را تعریف می‌کند.

گام ۳: در این مرحله ارجحیت «بهترین شاخص» نسبت به سایر شاخص‌ها از طیف ۱ تا ۹ (مطابق جدول ۱) مشخص می شود. بردار ارجحیت «بهترین شاخص» نسبت به سایر شاخص‌ها را می‌توان به صورت $A_B = \{a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn}\}$ نمایش داد که در آن، a_{Bj} ارجحیت بهترین شاخص (B) نسبت به شاخص (j) را نشان می‌دهد، بطوریکه $a_{BB} = 1$.

گام ۴: در این مرحله ارجحیت «بدترین شاخص» نسبت به سایر شاخص‌ها از طیف ۱ تا ۹ مشخص می‌شود. بردار ارجحیت سایر شاخص‌ها نسبت به «بدترین شاخص» را می‌توان به صورت $A_W = \{a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW}\}^T$ نمایش داد که در آن، a_{jW} ارجحیت شاخص (j) نسبت به بدترین شاخص (W) را نشان می‌دهد و $a_{WW} = 1$ می‌باشد.

گام ۵: در این مرحله مقادیر بهینه وزن‌ها $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ مشخص می‌گردد. بدین منظور برای هر یک از شاخص‌ها، باید این شرط برقرار باشد: $\frac{w_B}{w_j} = a_{Bj}$ و $\frac{w_j}{w_w} = a_{jw}$. به منظور برآورد نمودن این شرایط در همه j ها، باید راه‌حلی یافت تا عبارات $|w_B - a_{Bj}w_j|$ و $|w_j - a_{jw}w_w|$ را حداکثر نماید. بنابراین مدل را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\min \varepsilon$$

s.t.

$|w_B - a_{Bj}w_j| \le \varepsilon$ برای همه j ها،

$|w_j - a_{jw}w_w| \le \varepsilon$ برای همه j ها،

$\sum_j w_j = 1$

$w_j \ge 0$ برای همه j ها،

با حل مدل فوق می‌توان مقادیر بهینه $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ و ε^* را به دست آورد.

گام ۶: محاسبه نرخ ناسازگاری. زمانی می‌توان گفت مقایسه به صورت کامل سازگار است که رابطه ذیل برای همه j ها برقرار باشد: $a_{BW} = a_{Bj} \times a_{jW}$ که در آن a_{Bj}: اولویت‌های بهترین شاخص نسبت به شاخص j، a_{jW}: اولویت شاخص j نسبت به بدتری شاخص و a_{BW}: اولویت بهترین شاخص نسبت به بدترین شاخص می‌باشند. بنابراین با توجه به این‌که $a_{BW} = a_{Bj} \times a_{jW}$ و $a_{BW} \in \{1, 2, 3, \dots, 9\}$ می‌باشد، می‌توان حداکثر مقدار ε را محاسبه نمود. مقدار نرخ سازگاری را می‌توان با استفاده از شاخص سازگاری جدول (۲) و رابطه (۱) محاسبه نمود. این نرخ سازگاری در بازه‌ی [۰ ۱] قرار می‌گیرد و هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد مقایسات از سازگاری و ثبات بیشتری برخوردارند و هر چه به یک نزدیک‌تر باشد مقایسات از سازگاری و ثبات کمتری برخوردار هستند.

جدول۱: ارزش‌گذاری عوامل بر حسب اولویت

ارزش	اولویت	توضیح
۱	ترجیح کمتر	عامل i نسبت به j اهمیت برابر دارد و یا ارجحیتی نسبت به یکدیگر ندارند
۳	کمی مرجح	عامل i نسبت به j کمی مهم‌تر است
۵	خیلی مرجح	عامل i نسبت به j مهم‌تر است
۷	خیل زیاد مرجح	عامل i دارای ارجحیت خیلی بیشتری از j است
۹	کاملاً مرجح	عامل i از j مطلقاً مهم‌تر است و قابل مقایسه با j نیست

مقادیر بینابینی ۲و۴و۶و۸: بیانگر ارزش‌های بین ارزش‌های ترجیحی است. برای نمونه ۴، نشان دهنده اهمیتی بیشتر از ۳ و کمتر از ۵ برای i است.

جدول ۲: شاخص سازگاری روش BWM

a_{Bw}	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
CI	۰،۰۰	۰،۴۴	۱،۰۰	۱،۶۳	۲،۳۰	۳،۰۰	۳،۷۳	۴،۴۷	۵،۲۳

(۱)

$$\text{نرخ سازگاری} = \frac{\varepsilon^*}{\text{شاخص سازگاری}}$$

یافته‌های پژوهش

شناسایی عوامل با روش دلفی فازی

گام۱: انتخاب خبرگان و تشریح مسئله برای آنان: در این تحقیق جهت اجرای روش دلفی فازی برای مشخص نمودن عوامل موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های عمرانی احداث پل عابر برون شهری، در اولین مرحله باید خبرگان انتخاب و در خصوص موضوع، روش و مدت تحقیق توجیه شوند. به منظور شناسایی شده عوامل موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های عمرانی احداث پل عابر برون شهری، پرسشنامه استاندارد روش دلفی طراحی و در اختیار ۱۰ نفر از خبرگان این حوزه، شامل ۶ نفر از مدیران ارشد، میانی و متخصصین سازمان دولتی راهداری و حمل و نقل جاده‌ای شهر تهران با تجربه در پروژه‌های BOT احداث پل‌های عابرپیاده برون‌شهری و ۴ نفر از اساتید دانشگاهی که در این حوزه تجربه عملی و آکادمیک داشتند، قرار گرفت تا با توجه به تخصص آنها شناسایی شاخص‌های مرتبط انجام گردد. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی خبرگان در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳: ویژگی‌های جمعیت شناختی خبرگان

		فراوانی	درصد
جنسیت	مرد	۷	٪۷۰
	زن	۳	٪۳۰
شغل	متخصصان صنعت راهداری	۶	٪۶۰
	اساتید دانشگاهی	۴	٪۴۰
سابقه کاری	۳ تا ۵ سال	۱	٪۱۰
	۵ تا ۸ سال	۲	٪۲۰
	۸ تا ۱۱ سال	۳	٪۳۰
	۱۱ سال و بیشتر	۴	٪۴۰
تحصیلات	کاردانی و دیپلم	۱	٪۱۰
	کارشناسی	۳	٪۳۰
	کارشناسی ارشد	۳	٪۳۰
	دکتری	۳	٪۳۰

گام ۲: استخراج و تبیین کاربردهای پیشنهادی: جهت پاسخ‌گویی مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار عوامل موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های عمرانی احداث پل عابر برون شهری، ابتدا پرسشنامه‌ای بر اساس ادبیات تحقیق و مصاحبه با متخصصان این حوزه، با ۴۰ عامل اولیه طراحی شده و به اعضای گروه خبره ارسال شد. سپس طبق متدولوژی دلفی فازی به جمع‌آوری داده‌ها پرداخته شد. هدف این پرسشنامه انتخاب دسته‌ای از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار در قیمت‌گذاری پروژه‌های عمرانی احداث پل عابر برون شهری، می‌باشند. از آنجا که در روش دلفی توافق نظر خبرگان ملاک تصمیم‌گیری است. طی «سه مرحله» پرسشنامه توزیع و جمع‌آوری گردید تا توافق کلی نظر خبرگان نسبت به طبقه‌بندی به دست آید.

گام ۳: تعریف متغیرهای زبانی: چنانکه اشاره شد، پرسشنامه با هدف کسب نظر خبرگان راجع به مهم‌ترین عوامل موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های عمرانی احداث پل عابر برون شهری می‌باشد. لذا خبرگان باید از طریق متغیرهایی، این مقادیر «میزان» را بیان می‌کنند. استفاده از متغیرهایی با ارزش‌های قطعی، خبرگان را در اظهارنظر دچار مشکل می‌کند. به همین دلیل، واضح است که متغیرهای کیفی، آزادی عمل بیشتری را به خبرگان می‌دهد. استفاده از متغیرهای کیفی مانند «کم»، «متوسط»، «زیاد» مشکلات فوق را تا حدودی حل خواهد نمود. نظر افراد نسبت به متغیرهای کیفی مانند کم یا زیاد، یکسان نیست. از آنجا که خبرگان دارای خصوصیات متفاوت هستند بنابراین از ذهنیت‌های متفاوتی نیز برخوردارند و اگر به گزینه‌ها بر اساس ذهنیت‌های متفاوت پاسخ داده شود، تجزیه‌وتحلیل متغیرها فاقد ارزش می‌باشد. ولی با تعریف دامنه متغیرهای کیفی، خبرگان با ذهنیت یکسان به سوال‌ها پاسخ خواهند داد. لذا متغیرهای کیفی به صورت اعداد فازی مثلثی تعریف می‌شود (چانگ و همکاران[۳۴]، ۲۰۰۰)، بطوریکه اعداد فازی مثلثی متناظر با متغیرهای کلامی آنها مطابق جدول (۴) می‌باشد.

جدول ۴: اعداد فازی مثلثی متناظر با متغیرهای کلامی

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

گام ۴: تعیین عوامل تاثیرگذار بر قیمت‌گذاری پروژه‌های عمرانی احداث پل عابر برون شهری: با توجه به گزینه‌های پیشنهادی و تعریف متغیرهای زبانی، پرسشنامه مورد نظر طراحی شد.

میانگین میزان تأثیرگذار بودن هر یک از مهم‌ترین عوامل طبق روابط (۳) و (۴) محاسبه می‌گردد (چانگ و همکاران، ۲۰۰۰):

$$A^{(i)} = \left(a_1^i, a_2^i, a_3^i\right), i = 1,2,3,\ldots,n \quad (۳)$$

(۴)

$$A_m = \left(a_{m1}^i, a_{m2}^i, a_{m3}^i\right) = \left({}^1/_n \Sigma\, a_1^{(i)}, {}^1/_n \Sigma\, a_2^{(i)}, {}^1/_n \Sigma\, a_3^{(i)}\right)$$

در این مرحله از خبرگان خواسته شده است که میزان تأثیرگذار بودن هر یک از عوامل موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های عمرانی احداث پل عابر برون شهری را به صورت گزینه‌های «بسیار کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد» انتخاب نمایند.

حد آستانه برای تایید یا رد هر شاخص عدد ۳ مشخص شده است، چرا که طیف پاسخها پنج‌تایی با ارزش یک تا پنج بوده است. براساس نتایج دور اول پرسشنامه‌ها ۳۱ عامل از ۴۰ عامل مورد تایید بوده است.

جهت اطمینان و به اجماع رسیدن بیشتر نظرات خبرگان، یک مرحله دیگر روش دلفی فازی را ادامه داده‌ایم.

در جدول (۵) می‌توان اختلاف نظر هر یک از خبرگان طبق رابطه (۵) (چانگ و همکاران، ۲۰۰۰) محاسبه گردیده است. در حقیقت بر اساس این رابطه هر یک از خبرگان می‌توانند نظر خود را با میانگین نظرات بسنجند و در صورت تمایل نظرات قبلی خود را تعدیل نمایند.

$$e = \left(a_{m1} - a_1^{(i)}, a_{m2} - a_2^{(i)}, a_{m3} - a_3^{(i)}\right) = \left({}^1/_n \Sigma\, a_1^{(i)} - a_1^i, {}^1/_n \Sigma\, a_2^{(i)} - a_2^i, {}^1/_n \Sigma\, a_3^{(i)} - a_3^i\right) \quad (۵)$$

بنابراین، با استفاده از رابطه (۵) اختلاف نظرات خبرگان محاسبه و در پرسشنامه‌ای تنظیم گردید. سپس هر یک از خبرگان با توجه به ارزیابی مجدد نظر قبلی خود، نظرات جدید را اعلام نمودند.

در این مرحله با محاسبه اختلاف میانگین‌های دو مرحله ۱ و ۲ با استفاده از روابط فاصله میان اعداد فازی (رابطه ۶) میزان اجماع نظر خبرگان محاسبه می‌شود. در صورتی که اختلاف محاسبه شده از ۰/۲ کمتر باشد، فرایند دلفی فازی متوقف می‌شود (چانگ و همکاران، ۲۰۰۰).

(۶)

$$S(A_{m2}, A_{m1}) = \left|\frac{1}{3}\left[(a_{m21} + a_{m22} + a_{m23}) - (a_{m11} + a_{m12} + a_{m13})\right]\right|$$

جدول ۵: اختلاف میانگین نظرات خبرگان در پرسشنامه اول و دوم

ردیف	مولفه ها	اختلاف میانگین مرحله ۱ و ۲	وضعیت اجماع	وضعیت شاخص
۱	F1	۰،۰۰	اجماع (≤۰،۲)	تایید
۲	F2	۰،۰۳	اجماع (≤۰،۲)	رد
۳	F3	۰،۰۷	اجماع (≤۰،۲)	رد
۴	F4	۰،۳۷	عدم اجماع (≥۰،۲)	تایید
۵	F5	۰،۴۳	عدم اجماع (≥۰،۲)	تایید
۶	F6	۰،۰۳	اجماع (≤۰،۲)	رد
۷	F7	۰،۰۴	اجماع (≤۰،۲)	تایید
۸	F8	۰،۰۰	اجماع (≤۰،۲)	تایید
۹	F9	۰،۰۳	اجماع (≤۰،۲)	رد
۱۰	F10	۰،۴۳	عدم اجماع (≥۰،۲)	تایید
۱۱	F11	۰،۰۴	اجماع (≤۰،۲)	تایید
۱۲	F12	۰،۳۵	عدم اجماع (≥۰،۲)	رد
۱۳	F13	۰،۰۶	اجماع (≤۰،۲)	تایید
۱۴	F14	۰،۰۷	اجماع (≤۰،۲)	تایید
۱۵	F15	۰،۰۳	اجماع (≤۰،۲)	تایید
۱۶	F16	۰،۷۷	عدم اجماع (≥۰،۲)	تایید
۱۷	F17	۰،۰۷	اجماع (≤۰،۲)	رد
۱۸	F18	۰،۴۳	عدم اجماع (≥۰،۲)	تایید
۱۹	F19	۰،۰۸	اجماع (≤۰،۲)	تایید
۲۰	F20	۰،۰۰	اجماع (≤۰،۲)	تایید

۲۱	F21	۰،۵۰	(≥۰،۲) عدم اجماع	تایید
۲۲	F22	۰،۰۷	(≤۰،۲) اجماع	رد
۲۳	F23	۰،۰۳	(≤۰،۲) اجماع	تایید
۲۴	F24	۰،۱۳	(≤۰،۲) اجماع	تایید
۲۵	F25	۰،۰۳	(≤۰،۲) اجماع	تایید
۲۶	F26	۰،۴۷	(≥۰،۲) عدم اجماع	تایید
۲۷	F27	۰،۰۷	(≤۰،۲) اجماع	تایید
۲۸	F28	۰،۴۱	(≥۰،۲) عدم اجماع	تایید
۲۹	F29	۰،۳۵	(≥۰،۲) عدم اجماع	رد
۳۰	F30	۰،۴۹	(≥۰،۲) عدم اجماع	تایید
۳۱	F31	۰،۴۶	(≥۰،۲) عدم اجماع	تایید
۳۲	F32	۰،۰۷	(≤۰،۲) اجماع	تایید
۳۳	F33	۰،۴۳	(≥۰،۲) عدم اجماع	تایید
۳۴	F34	۰،۴۳	(≥۰،۲) عدم اجماع	تایید
۳۵	F35	۰،۰۴	(≤۰،۲) اجماع	تایید
۳۶	F36	۰،۴۴	(≥۰،۲) عدم اجماع	تایید
۳	F37	۰،۴۵	(≥۰،۲) عدم اجماع	تایید
۳۸	F38	۰،۳۹	(≥۰،۲) عدم اجماع	رد
۳۹	F39	۰،۴۳	(≥۰،۲) عدم اجماع	تایید
۴۰	F40	۰،۴۷	(≥۰،۲) عدم اجماع	تایید

براساس جدول (۵)، اختلاف میانگین‌های برخی شاخص‌ها بیش از ۰/۲ است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که هنوز اجماع قابل قبولی بین نظر خبرگان وجود ندارد. لذا پس از محاسبه اختلاف نظر هر خبره نسبت به میانگین طبق رابطه (۵)، پرسشنامه جدید طراحی و توزیع گردید. نتایج شمارش و تجزیه و تحلیل پرسشنامه سوم نشان داد اختلاف میانگین‌ها با پرسشنامه دوم بیش از ۰/۲ نمی‌باشد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اجماع خوبی بین نظر خبرگان وجود دارد.

در نهایت با توجه به نتایج روش دلفی فازی، مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر قیمت‌گذاری پروژه‌های عمرانی احداث پل عابر برون شهری شناسایی و در جدول (۶) نشان داده شده است.

جدول ۶: عوامل بسیار مهم شناسایی شده موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های عمرانی احداث پل عابر برون شهری

ردیف	کد	شاخص	امتیاز	ردیف	کد	شاخص	امتیاز
۱	F4	حق انحصار با کنترل کامل پروژه	۵،۰۰۰۰	۱۷	F10	هزینه ساخت پل عابر پیاده	۴،۱۷۱۵
۲	F1	هزینه‌های تجهیزات و پرسنل	۴،۶۲۹۹	۱۸	F5	درجه ناخالصی کالای تولیدی	۴،۱۴۷۸
۳	F7	میزان انحصاری عمل کردن دولت	۴،۶۲۹۹	۱۹	F11	قیمت هر قرارداد تبلیغاتی	۴،۱۴۷۸
۴	F16	میزان اعتبارات تخصیص‌یافته پروژه‌های پیمانی	۴،۶۲۹۹	۲۰	F27	نرخ تنزیل پیمانکار	۴،۱۴۷۸
۵	F20	میزان تقاضای ترافیک	۴،۶۲۹۹	۲۱	F13	منافع پروژه برای دولت	۴،۱۱۵۱
۶	F23	میزان سود دولت	۴،۵۹۳۹	۲۲	F32	تعداد قراردادها	۴،۱۰۵۸
۷	F28	نرخ تنزیل دولت	۴،۵۲۴۴	۲۳	F34	سود عملیاتی (OR) بخش خصوصی	۴،۱۰۵۸
۸	F8	میزان سود پیمانکار	۴،۲۱۵۴	۲۴	F39	مبلغ غرامت برای خاتمه زودهنگام پروژه	۴،۱۰۵۸
۹	F18	میزان بازپرداخت بخش خصوصی	۴،۲۱۵۴	۲۵	F40	منافع پروژه برای پیمانکار	۴،۱۰۴۲
۱۰	F26	میزان همکاری دولت با پیمانکار	۴،۲۱۵۴	۲۶	F37	ضریب تخفیف بخش دولت	۴،۰۸۳۱
۱۱	F19	میزان بازپرداخت دولت	۴،۲۰۲۸	۲۷	F35	سود مورد انتظار (ER) بخش خصوصی	۴،۰۷۴۰
۱۲	F14	میزان اعتبارات تخصیص‌یافته پروژه‌های امانی	۴،۱۸۱۲	۲۸	F36	ضریب تخفیف بخش خصوصی	۴،۰۴۳۰
۱۳	F21	میزان خسارت	۴،۱۸۱۲	۲۹	F31	هزینه‌های مدیریت	۴،۰۳۴۱
۱۴	F25	میزان منفعت دولت	۴،۱۸۱۲	۳۰	F24	میزان منفعت پیمانکار	۳،۷۵۵۶
۱۵	F30	هزینه نگهداری و بهره‌برداری	۴،۱۸۱۲	۳۱	F15	میزان اعتبارات تخصیص‌یافته پروژه‌های امانی پیمانی	۳،۳۱۸۵
۱۶	F33	تعداد قراردادها در هر دوره مذاکره	۴،۱۸۱۲				

۱-۱. رتبه‌بندی عوامل با روش BWM

در این پژوهش، با توجه به نیاز به تجربه و دانش کافی به منظور انجام اولویت‌بندی عوامل موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های عمرانی احداث پل عابر برون شهری، بـه نظر خبرگان به معنای واقعی در این حوزه نیاز بود و با توجه به محدود بودن تعداد خبرگان و ماهیت خبره محور بودن روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، استفاده از روش‌های این حوزه بدین منظور مناسب به نظر می‌رسید و از بین روش‌های این حوزه روش BWM برای این رتبه‌بندی انتخاب گردید. به منظور اولویت‌بندی ابعاد و زیرشاخص‌های شناسایی شده، پرسشنامه استاندارد روش BWM طراحی و در اختیار ۱۰ نفر از خبرگان (جدول ۳) قرار گرفت تا با توجه به تخصص آنها اولویت و وزن ابعاد و زیرشاخص های شناسایی شده مشخص گردد.

همانطور که پیش‌تر بیان شد، فرایند تحلیل روش BWM شامل ۵ گام می‌باشد که گام نخست، یعنی «شناسایی مجموعه‌ای از معیارهای تصمیم‌گیری» با روش دلفی فازی مشخص گردید. بر اساس نتایج تحلیل دلفی فازی، عوامل موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های احداث پل عابر برون شهری، شناسایی و مطابق جدول (۷) ۳۱ عامل در ۵ گروه عوامل لیست شده‌اند.

جدول ۷: عوامل موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های عمرانی احداث پل عابر برون شهری

عوامل	زیرعوامل
۱. عوامل مربوط به هزینه‌های پروژه	۱. هزینه ساخت پل عابر پیاده
	۲. هزینه‌های تجهیزات و پرسنل
	۳. هزینه‌های مدیریت
	۴. هزینه نگهداری و بهره‌برداری
۲. عوامل مربوط به دولت	۵. ضریب تخفیف بخش دولت
	۶. میزان بازپرداخت دولت
	۷. میزان منفعت دولت
	۸. میزان سود دولت
	۹. نرخ تنزیل دولت
	۱۰. میزان همکاری دولت با پیمانکار
	۱۱. میزان انحصاری عمل کردن دولت
۳. عوامل مربوط به بخش خصوصی (پیمانکار)	۱۲. سود عملیاتی (OR) بخش خصوصی
	۱۳. سود مورد انتظار (ER) بخش خصوصی
	۱۴. میزان بازپرداخت بخش خصوصی
	۱۵. ضریب تخفیف بخش خصوصی
	۱۶. میزان منفعت پیمانکار
	۱۷. میزان سود پیمانکار
	۱۸. نرخ تنزیل پیمانکار
۴. عوامل مربوط به تنظیم قرارداد	۱۹. تعداد قراردادها
	۲۰. تعداد قراردادها در هر دوره مذاکره
	۲۱. میزان خسارت
	۲۲. قیمت هر قرارداد تبلیغاتی
	۲۳. میزان تقاضای ترافیک
	۲۴. درجه ناخالصی کالای تولیدی
۵. عوامل مربوط به پروژه	۲۵. مبلغ غرامت برای خاتمه زودهنگام پروژه
	۲۶. حق انحصار با کنترل کامل پروژه
	۲۷. منافع پروژه برای پیمانکار
	۲۸. منافع پروژه برای دولت
	۲۹. میزان اعتبارات تخصیص یافته پروژه های امانی
	۳۰. میزان اعتبارات تخصیص یافته پروژه های پیمانی
	۳۱. میزان اعتبارات تخصیص یافته پروژه های امانی پیمانی

گام دوم در این مرحله خبرگان به تعیین بهترین و بدترین عوامل در پرسشنامه ارسالی می‌پردازند. بنابراین، بهترین و بدترین عوامل و ابعاد از نظر خبرگان مشخص گردید. شایان ذکر است، در اینجا منظور از بهترین، «با اهمیت‌ترین» و منظور از بدترین، «کم اهمیت‌ترین» عامل نسبت به سایر عوامل می‌باشد. قابل توجه است، تمامی محاسبات گام ۲ تا ۵ در نرم افزار اکسل پیاده‌سازی و اجرا شده است و به منظور حل مدل از افزونه solver در این نرم‌افزار استفاده گردیده است.

گام سوم، «تعیین ترجیحات بهترین معیار نسبت به سایر معیارها با به کارگیری عددی بین ۱ و ۹» (بر اساس جدول ۱)، می‌باشد که در آن بردار بهترین نسب به بقیه (BO) مشخص می‌گردد. در این گام، از خبرگان درخواست گردید (در قالب پرسشنامه) تا اهمیت بهترین عامل انتخابی را نسبت به سایر عوامل مشخص نمایند. جدول (۸) نیز یک بردار BO را برای ۵ گروه عوامل اصلی (ابعاد) نشان می‌دهد که توسط یکی از خبرگان (خبره ۱) تکمیل شده است. همانطور که مشاهده می‌گردد، «عوامل مربوط به هزینه‌های پروژه» به عنوان بهترین عامل انتخاب شده است و ارجحیت آن نسبت به سایر عوامل مشخص گردیده است.

گام چهارم شامل «تعیین اولویت همه معیارها بر بدترین معیار، با به کارگیری عددی بین ۱ و ۹»، می‌باشد که در آن بردار بقیه نسبت به بدترین (OW) مشخص می‌گردد. در این گام، مقایسه‌هایی بین سایر عوامل اصلی و بدترین عامل انجام گردیده است. بطوریکه از خبرگان درخواست گردید (در قالب پرسشنامه) تا اهمیت سایر عوامل را نسبت به بدترین عامل انتخابی مشخص نمایند. جدول (۹) نیز یک بردار OW را برای ۵ گروه عوامل اصلی (ابعاد) نشان می‌دهد که توسط یکی از خبرگان (خبره ۱) تکمیل شده است. همانطور که مشاهده می‌گردد، «عوامل مربوط به بخش خصوصی (پیمانکار)» به عنوان بدترین عامل انتخاب شده است و ارجحیت سایر عوامل نسبت به آن مشخص گردیده است.

گام پنجم شامل یافتن وزن‌های بهینه می‌باشد. در این مرحله اوزان عوامل و ابعاد با توجه به هر ۱۰ پاسخ خبرگان تک به تک محاسبه گردیده است. برای زیرعوامل هر یک از ۵ گروه نیز این اوزان محاسبه و جدول مشابه تکمیل گردیده است.

درنهایت نرخ ناسازگاری مطابق رابطه (۱) که پیش‌تر بیان شد، برای هر پرسشنامه خبرگان محاسبه گردیده است. نتایج محاسبه نرخ سازگاری برای گروه عوامل و هر یک پاسخ دهندگان نشان می‌دهد که کمترین نرخ صفر و بیشترین نرخ ۰،۰۶۸۶ بوده و میانگین آن‌ها ۰،۰۳۵۲ می باشد که عددی بسیار مناسب و نزدیک به صفر برای سازگاری پاسخ‌ها بوده است.

در پایان وزن عوامل بدست آمده در جدول (۱۰) گزارش شده است. برای بدست آوردن وزن نهایی زیرعوامل (وزن گلوبال)، وزن هر زیرعامل در وزن گروه (بُعد) خود ضرب شده است.

جدول ۸: بردار BO برای ۵ گروه عوامل اصلی (خبره ۱)

بردار BO	عوامل مربوط به هزینه‌های پروژه	عوامل مربوط به دولت	عوامل مربوط به بخش خصوصی (پیمانکار)	عوامل مربوط به تنظیم قرارداد	عوامل مربوط به پروژه
عوامل مربوط به هزینه‌های پروژه	۱	۲	۵	۲	۳

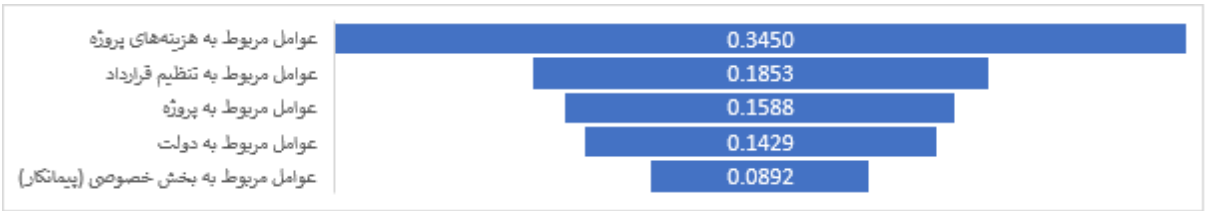
جدول ۹: بردار OW برای ۵ گروه عوامل اصلی (خبره ۱)

عوامل مربوط به بخش خصوصی (پیمانکار)	بردار OW
۵	عوامل مربوط به هزینه‌های پروژه
۳	عوامل مربوط به دولت
۱	عوامل مربوط به بخش خصوصی (پیمانکار)
۳	عوامل مربوط به تنظیم قرارداد
۳	عوامل مربوط به پروژه

جدول ۱۰: وزن نهایی عوامل و زیرعوامل با روش BWM

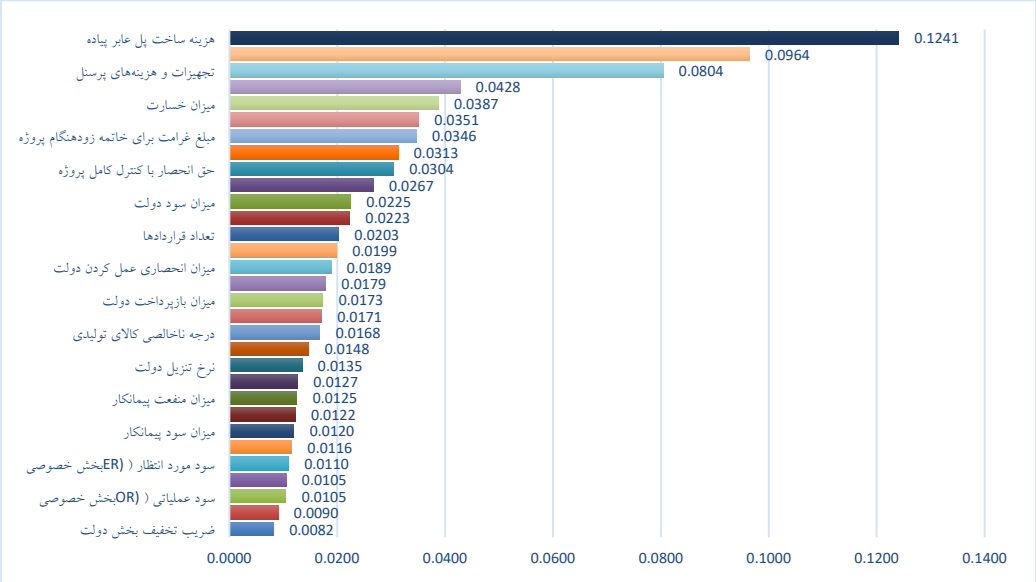
رتبه	عوامل اصلی (ابعاد)	وزن	زیرعوامل	وزن نسبی	رتبه در گروه	وزن نهایی (گلوبال)	رتبه کل
۱	عوامل مربوط به هزینه‌های پروژه	۰،۳۴۵	هزینه ساخت پل عابر پیاده	۰،۳۵۹۶	۱	۰،۱۲۴۱	۱
			هزینه‌های تجهیزات و پرسنل	۰،۲۳۳۰	۲	۰،۰۸۰۴	۳
			هزینه‌های مدیریت	۰،۰۷۷۳	۴	۰،۰۲۶۷	۱۰
			هزینه نگهداری و بهره‌برداری	۰،۲۷۹۴	۳	۰،۰۹۶۴	۲
۴	عوامل مربوط به دولت	۰،۱۴۲۹	ضریب تخفیف بخش دولت	۰،۰۵۷۳	۷	۰،۰۰۸۲	۳۱
			میزان بازپرداخت دولت	۰،۱۲۱۳	۴	۰،۰۱۷۳	۱۷
			میزان منفعت دولت	۰،۲۱۸۸	۱	۰،۰۳۱۳	۸
			میزان سود دولت	۰،۱۵۷۴	۲	۰،۰۲۲۵	۱۱
			نرخ تنزیل دولت	۰،۰۹۴۴	۶	۰،۰۱۳۵	۲۱
			میزان همکاری دولت با پیمانکار	۰،۱۱۹۶	۵	۰،۰۱۷۱	۱۸
			میزان انحصاری عمل کردن دولت	۰،۱۳۱۹	۳	۰،۰۱۸۹	۱۵
۵	عوامل مربوط به بخش خصوصی (پیمانکار)	۰،۰۸۹۲	سود عملیاتی (OR) بخش خصوصی	۰،۱۱۷۷	۶	۰،۰۱۰۵	۲۹
			سود مورد انتظار (ER) بخش خصوصی	۰،۱۲۳۰	۴	۰،۰۱۱۰	۲۷
			میزان بازپرداخت بخش خصوصی	۰،۱۳۷۳	۲	۰،۰۱۲۲	۲۴
			ضریب تخفیف بخش خصوصی	۰،۱۱۸۰	۵	۰،۰۱۰۵	۲۸
			میزان منفعت پیمانکار	۰،۱۴۰۳	۱	۰،۰۱۲۵	۲۳
			میزان سود پیمانکار	۰،۱۳۴۲	۳	۰،۰۱۲۰	۲۵
			نرخ تنزیل پیمانکار	۰،۱۰۱۳	۷	۰،۰۰۹۰	۳۰
۲	عوامل مربوط به تنظیم قرارداد	۰،۱۸۵۳	تعداد قراردادها	۰،۱۰۹۵	۴	۰،۰۲۰۳	۱۳
			تعداد قراردادها در هر دوره مذاکره	۰،۰۹۶۵	۵	۰،۰۱۷۹	۱۶
			میزان خسارت	۰،۲۰۸۸	۲	۰،۰۳۸۷	۵
			قیمت هر قرارداد تبلیغاتی	۰،۲۳۰۸	۱	۰،۰۴۲۸	۴
			میزان تقاضای ترافیک	۰،۱۸۹۳	۳	۰،۰۳۵۱	۶
			درجه ناخالصی کالای تولیدی	۰،۰۹۰۷	۶	۰،۰۱۶۸	۱۹
۳	عوامل مربوط به پروژه	۰،۱۵۸۸	مبلغ غرامت برای خاتمه زودهنگام پروژه	۰،۲۱۸۱	۱	۰،۰۳۴۶	۷
			حق انحصار با کنترل کامل پروژه	۰،۱۹۱۶	۲	۰،۰۳۰۴	۹
			منافع پروژه برای پیمانکار	۰،۰۷۹۸	۶	۰،۰۱۲۷	۲۲
			منافع پروژه برای دولت	۰،۱۴۰۵	۳	۰،۰۲۲۳	۱۲
			میزان اعتبارات تخصیص یافته پروژه های امانی	۰،۰۷۲۹	۷	۰،۰۱۱۶	۲۶
			میزان اعتبارات تخصیص یافته پروژه های پیمانی	۰،۱۲۵۲	۴	۰،۰۱۹۹	۱۴
			میزان اعتبارات تخصیص یافته پروژه های امانی پیمانی	۰،۰۹۲۹	۵	۰،۰۱۴۸	۲۰

نمودار ۱: رتبه‌بندی عوامل اصلی (ابعاد) را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.



نمودار (۱): رتبه‌بندی عوامل اصلی (ابعاد)

نمودار ۲: نیز رتبه‌بندی زیرعوامل به صورت کلی (گلوبال) را نشان می‌دهد که از رتبه ۱ تا ۳۱ مرتب شده‌اند.



نمودار ۲: رتبه‌بندی کلی زیر عوامل

بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که اشاره شد، با استفاده از مرور ادبیات و نظرات خبرگان با روش دلفی فازی، ۳۱ عامل موثر بر قیمت‌گذاری پروژه‌های احداث پل عابر پیاده، در بزرگراه‌های برون‌شهری شناسایی گردید و سپس با روش BWM رتبه‌بندی این عوامل به دو صورت کلی و گروهی انجام پذیرفت. رتبه‌بندی کلی نشان داد که مهم‌ترین عوامل عبارتند از: ۱) هزینه‌های ساخت پل عابر پیاده، ۲) هزینه نگهداری و بهره‌برداری، و ۳) هزینه‌های تجهیزات و پرسنل (نمودار ۲).

بنابراین، مطابق نتایج، اولین عامل تأثیرگذار بر قیمت‌گذاری پروژه هزینه‌های ساخت پل عابر پیاده است که وزن آن ۰،۱۲۴۱ است. این نتیجه نشان می‌دهد که هزینه ساخت یک پل عابر پیاده بسیار تأثیرگذار بر قیمت نهایی پروژه است. عامل دوم تأثیرگذار بر قیمت‌گذاری با وزن ۰،۹۶۴ هزینه نگهداری و بهره برداری است که بیانگر این است که هزینه‌های نگهداری و بهره‌برداری پس از ساخت پل عابر پیاده نیز بسیار تأثیرگذار بر قیمت نهایی پروژه است. این هزینه‌ها می‌توانند شامل تعمیر و نگهداری منظم پل، هزینه تعمیر احتمالی در طول عمر پل و هزینه‌های مربوط به بهره‌برداری از پل شامل مسائل مربوط به راهبری، نگهداری و حفظ امنیت باشد. سومین عامل با اهمیت بالا در قیمت‌گذاری پروژه هزینه‌های تجهیزات و پرسنل با وزن ۰،۸۰۴ است. این نتیجه حاکی از آن است که هزینه‌های مربوط به تجهیزات موردنیاز برای ساخت و نگهداری پل عابر پیاده و همچنین هزینه‌های مربوط به پرسنل که شامل مهندسین، کارگران و عوامل دیگر در پروژه می‌شوند، بسیار تأثیرگذار بر قیمت نهایی پروژه هستند.

علاوه‌براین، رتبه‌بندی گروهی نیز نشان داد که اولا اهمیت هر گروه عوامل به چه صورت است، ثانیاً عوامل مهم‌تر مربوط به هرگروه کدام عوامل هستند. بر اساس این نتایج، عوامل اصلی (ابعاد) به ترتیب به صورت ۱) عوامل مربوط به هزینه‌های پروژه (با وزن ۰،۳۴۵۰)، ۲) عوامل مربوط به تنظیم قرارداد (با وزن ۰،۱۸۵۳)، ۳) عوامل مربوط به پروژه (با وزن ۰،۱۵۸۸)، ۴) عوامل مربوط به دولت (با وزن ۰،۱۴۲۹)، و ۵) عوامل مربوط به بخش خصوصی/پیمانکار (با وزن ۰،۰۸۹۲) رتبه‌بندی گردیده است.

براساس نتایج این رتبه‌بندی، می‌توان نتیجه گرفت که «عوامل مربوط به هزینه‌های پروژه» از اهمیت بالایی برخوردار هستند. این عوامل تاثیر قابل توجهی در قیمت‌گذاری پروژه‌های BOT احداث پل‌های عابر پیاده برون شهری دارند. به عنوان مثال، هزینه‌های مربوط به ساخت و ساز، تجهیزات و مواد اولیه، نیروی کار و سایر هزینه‌های مرتبط با پروژه می‌توانند تاثیر مهمی در قیمت‌گذاری داشته باشند. «عوامل مربوط به تنظیم قرارداد» نیز با قرارگیری در رتبه دوم از اهمیت بالایی برخوردار هستند. این عوامل شامل شرایط قرارداد، ریسک‌ها و پاداش‌های مرتبط با پروژه و سایر عوامل مرتبط با تنظیم قرارداد می‌باشد. در این مورد، نحوه تنظیم قرارداد و روابط قراردادی با پیمانکاران و بخش خصوصی بسیار حائز اهمیت است و می‌تواند تاثیر قابل توجهی در قیمت‌گذاری داشته باشد. «عوامل مربوط به پروژه» نیز به لحاظ اهمیت در رتبه سوم قرار دارند. این

عوامل شامل مواردی مانند محل قرارگیری پروژه، اندازه و ظرفیت پروژه، تأمین منابع و سایر عوامل مرتبط با خود پروژه می‌باشد. لذا این عوامل نیز می‌توانند تاثیر مهمی در قیمت‌گذاری داشته باشند. عوامل مربوط به دولت نیز در رتبه‌بندی چهارم قرار دارند. این عوامل شامل سیاست‌ها و قوانین دولتی، تأمین منابع مالی و سایر عوامل مرتبط با نقش دولت در پروژه می‌باشد. لذا، نقش دولت در قیمت‌گذاری پروژه‌های BOT بسیار حائز اهمیت است و می‌تواند تاثیر زیادی در آن داشته باشد. عوامل مربوط به بخش خصوصی (پیمانکار) در رتبه‌بندی پنجم قرار دارند. این عوامل شامل توانایی مالی و تضمین‌های مالی، تجربه و تخصص و سایر عوامل مرتبط با بخش خصوصی (پیمانکار) است. بخش خصوصی یا پیمانکاران نقش مهمی در قیمت‌گذاری پروژه‌های BOT دارند و می‌تواند تاثیر قابل توجهی در آن داشته باشند. به طور کلی، همه این ابعاد و عوامل در قیمت‌گذاری پروژه‌های BOT اهمیت دارند و تاثیر متقابلی در آن دارند. برای موفقیت در قیمت‌گذاری پروژه، لازم است که تمامی ابعاد مذکور به طور کامل مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند اما این رتبه‌بندی این امر را روشن‌تر می‌کند که اولویت با عوامل مربوط به هزینه‌ها، پروژه و تنظیم قرارداد می‌باشد که در درجه اهمیت بالاتری در قیمت‌گذاری پروژه‌های احداث پل عابر پیاده، در بزرگراه‌های برون‌شهری قرار دارند.

علاوه‌براین، نتایج رتبه‌بندی در هر گروه (جدول ۱۰) نیز عوامل بسیار مهم‌تر را مشخص نمود که در ادامه به نتایج بدست آمده از این رتبه‌بندی برای هر گروه عوامل پرداخته شده است.

در گروه عوامل مربوط به هزینه‌های پروژه، عامل «هزینه ساخت پل عابر پیاده» به عنوان مهم‌ترین عامل شناخته شده است. به این معنی که هزینه ساخت پل عابر پیاده از تمامی عوامل مربوط به هزینه‌های پروژه، بیشترین تأثیر را در قیمت‌گذاری دارد. بنابراین، هزینه ساخت پل عابر پیاده یکی از عوامل اصلی در قیمت‌گذاری پروژه‌های BOT احداث پل‌های عابر پیاده برون‌شهری است. این هزینه شامل مواردی مانند مهندسی و طراحی پل، مواد ساخت، دستگاه‌ها و تجهیزات، نیروی کار و سایر هزینه‌های مرتبط با ساخت و نصب پل است. در قرارداد BOT، شرکت خصوصی سازنده معمولاً برای بازپرداخت هزینه‌های سرمایه‌گذاری به دنبال درآمدزایی از عملیات پل است. قیمت‌گذاری صحیح بر اساس هزینه ساخت، میزان ترافیک متوقع و درآمدزایی قابل پیش‌بینی از پروژه می‌تواند تأثیر زیادی بر میزان سودآوری این شرکت‌ها و در نتیجه درآمد حاصل از تبلیغات روی پل داشته باشد.

در گروه عوامل مربوط به دولت، عامل «میزان منفعت دولت» به عنوان مهم‌ترین عامل شناخته شده است. این نتیجه نشان می‌دهد که میزان منفعتی که دولت از پروژه به دست می‌آورد، تأثیر بسیار زیادی بر قیمت‌گذاری پروژه دارد. دولت در این نوع پروژه‌ها نقش فعالی در ساخت و نگهداری پل‌ها دارد و باید در عواید بدست آمده از این پروژه‌ها نیز سهیم شود. به عبارت دیگر، دولت از طریق قراردادهای BOT به میزان مناسبی از منافع مالی برخوردار می‌شود. بنابراین، در تعیین قیمت نهایی پروژه‌های BOT، میزان منفعت دولت بسیار حائز اهمیت است. اگر منفعت دولت در نظر گرفته نشود و فقط منافع شرکت مشغول به بهره‌برداری از پل در نظر گرفته شود، ممکن است قیمت نهایی پروژه بسیار بالا باشد و معضلات مالی برای دولت ایجاد شود. از سوی دیگر، اگر منفعت دولت بیش از حد در نظر گرفته شود، قیمت نهایی پروژه به حدی پایین می‌آید که سودآوری شرکت‌های خصوصی ناقص می‌شود و ممکن است این شرکت‌ها علاقه‌مند به انجام پروژه نشوند. بنابراین، در قیمت‌گذاری پروژه‌های BOT، لازم است بر میزان منفعت دولت توجه ویژه‌ای شود.

در گروه عوامل مربوط به بخش خصوصی (پیمانکار)، عامل «میزان منفعت پیمانکار» به عنوان مهم‌ترین عامل شناخته شده است. این نتیجه نشان می‌دهد که میزان منفعتی که پیمانکار از انجام پروژه به دست می‌آورد، نیز تأثیر قابل توجهی بر قیمت‌گذاری پروژه دارد. منفعت پیمانکار به صورت مستقیم به سودآوری و عملکرد مالی پروژه مرتبط است و می‌تواند تاثیر بسزایی بر قیمت نهایی پروژه داشته باشد. اولاً، اگر پیمانکار بتواند از پروژه‌ی BOT بهره‌برداری کند واز آن سودآوری کند، احتمالاً تمایل بیشتری برای شرکت در مناقصه و انجام پروژه خواهد داشت. دلیل این امر این است که پیمانکار با تأمین منافع مالی و درآمدی، به خوبی از سرمایه‌گذاری خود در پروژه استفاده خواهد کرد. بنابراین، منفعت پیمانکار می‌تواند پروژه را بهبود دهد و کیفیت احداث پل را نیز افزایش دهد. ثانیاً، در صورت کاهش منفعت پیمانکار، احتمالاً قیمت پیشنهادی او به دلیل کاهش سودآوری و ریسک زیاد افزایش خواهد یافت. پیمانکاران عموماً تمایل دارند با حداقل سرمایه‌گذاری و سود قابل قبول، در پروژه‌ها شرکت کنند. بنابراین، منفعت پیمانکار می‌تواند از یک سو جلوگیری از ارائه قیمت ناقص و پایین توسط پیمانکاران

باشد و از سویی دیگر، بر قیمت نهایی پروژه تأثیر بگذارد. در نتیجه، در قیمت‌گذاری پروژه‌های BOT احداث پل‌های عابر پیاده برون‌شهری، به دلیل تأثیر مستقیم منفعت پیمانکار بر عملکرد مالی و سودآوری پروژه، لازم است این عامل به طور جدی مورد توجه قرار گیرد. صحیح‌ترین قیمت باید به گونه‌ای تعیین شود که هم انگیزه شرکت‌کنندگان در مناقصه را افزایش دهد و هم بهره‌وری و کیفیت احداث پل را تضمین کند.

در گروه عوامل مربوط به تنظیم قرارداد، عامل «قیمت هر قرارداد تبلیغاتی» به عنوان مهم‌ترین عامل شناخته شده است. این نتیجه نشان می‌دهد که قیمت هر قرارداد تبلیغاتی به میزان قابل توجهی بر قیمت‌گذاری پروژه‌های BOT تأثیر می‌گذارد. قیمت هر قرارداد تبلیغاتی مرتبط با تعداد و حجم تبلیغاتی است که در طول مدت قرارداد بر روی پل، به صورت معمول در صورت جذب تبلیغاتی و ارائه خدمات تبلیغاتی بر روی پل صورت می‌گیرد. در پروژه‌های BOT احداث پل‌های عابر پیاده برون‌شهری، این عامل بسیار تأثیرگذار است، زیرا درآمدهای تبلیغاتی می‌توانند بخش عمده‌ای از درآمد کل پروژه را تشکیل دهند و تأثیر بسیاری بر روی قیمت نهایی قرارداد دارند. با توجه به اینکه تعداد و حجم تبلیغات در طول مدت قرارداد ممکن است متغیر باشد، قیمت هر قرارداد تبلیغاتی باید به گونه‌ای تنظیم شود که به دلیل تغییرات تعداد و حجم تبلیغات، پروژه به سود خود برسد و درآمدهای کافی تأمین شود. اگر قیمت هر قرارداد تبلیغاتی بسیار بالا قرار گیرد، شرکت ممکن است شانه خالی کند و عقد قرارداد را رد کند. همچنین، اگر قیمت هر قرارداد تبلیغاتی خیلی پایین تنظیم شود، شرکت ممکن است نتواند هزینه‌های ساخت و نگهداری پل را پوشش دهد و پروژه به مشکل برخورد کند. با این وجود، تنظیم دقیق قیمت هر قرارداد تبلیغاتی می‌تواند به عنوان یک فاکتور کلیدی در جذب شرکت‌ها و تضمین سودآوری پروژه‌های BOT احداث پل‌های عابر پیاده برون‌شهری مطرح شود. بنابراین، مدیران و مسئولان برنامه‌ریزی و اجرای این پروژه‌ها باید به دقت و با توجه به بازار تبلیغاتی و شرایط رقابتی، قیمت هر قرارداد تبلیغاتی را تنظیم کنند تا هم علاوه بر هدف اصلی یعنی سهولت عبور عابران پیاده به سود خود برسند و هم تضمین کنند که شرکت‌ها تمایل داشته باشند در قرارداد شرکت کنند و پروژه را به پایان برسانند.

در نهایت در گروه عوامل مربوط به پروژه، عامل «مبلغ غرامت برای خاتمه زودهنگام پروژه» به عنوان مهم‌ترین عامل شناخته شده است. به این معنی که مبلغی که به عنوان غرامت در نظر گرفته می‌شود در صورت خاتمه زودهنگام پروژه، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر قیمت‌گذاری دارد. مبلغ غرامت برای خاتمه زودهنگام پروژه به معنای هزینه‌ای است که شرکت خصوصی در صورتی که پروژه را قبل از انجام کامل با فسخ به پایان برساند، به دولت پرداخت می‌کند. پایان زودرس قراردادهای پیمانکاری ممکن است از طریق انفساخ، فسخ به دلیل تخلف یکی از طرفین، فسخ به دلیل مقتضیات اداری و سایر موارد پایان قرارداد باشد. فسخ، قطع کننده روابط طرفین بوده وهیچ حادثه‌ای بعد از آن نمی‌تواند در ارتباط با اجرای قرارداد موثر واقع شود. لذا کارفرما نمی‌تواند بعد ازفسخ، اجرای قرارداد را بخواهد و یا متوسل به تنبیه به علت تأخیر یا جهات دیگری شود و مطالبه غرامات و خسارات موخر بر فسخ نیز جایز نمی‌باشد. ولی نسبت به تخلفات و وقایع قبل از فسخ جاری کردن تضمینات صحیح خواهد بود. بنابراین، مشخص نمودن این غرامت ناشی از فسخ، پیش از فسخ در قرارداد ضروی و حیاتی خواهد بود. لذا، این مبلغ قراردادی است که با هدف افزایش میزان تلاش و تمرکز شرکت خصوصی بر روی پروژه، تعیین می‌شود. با توجه به اینکه تاخیر در تحویل پروژه مشکلات جدی‌ای را برای دولت به وجود می‌آورد، تعیین مبلغ غرامت به اندازه کافی برای شرکت خصوصی تحت قرارداد، باعث می‌شود تا برای تحقق هدف اصلی یعنی تحویل به موقع و عملکرد عالی از سیستم برنامه‌ریزی و کنترل پروژه استفاده کند و برای جلوگیری از پرداخت مبلغ غرامت، تمام تلاش خود را در کنترل زمان و کیفیت پروژه صرف می‌کند.

همچون همه‌ی پژوهش‌ها، این مطالعه نیز با محدودیت‌هایی همراه بوده است. از جمله این که این پژوهش بررسی پروژه‌های BOT احداث پل‌های عابر پیاده برون‌شهری محدود می‌شود و نتایج آن ممکن است فقط برای این نوع پروژه پایدار باشد و قابل تعمیم نباشد. برای تعمیم نتایج به سایر پروژه‌های BOT نیاز به پژوهش‌های جداگانه و گسترده‌تر است. جامعه آماری این پژوهش هم محدود به مدیران و کارشناسان سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای شهر تهران و اساتید دانشگاهی این حوزه است. بنابراین، نتایج این پژوهش ممکن است فقط به این گروه محدود شود و قابلیت تعمیم به سایر مناطق و حوزه‌ها را نداشته باشد. همچنین، استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند ممکن است باعث تحریف نتایج شود. بنابراین، استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی یا تاپولوژیکال در صورت امکان و بالا بودن تعداد خبرگان، می‌تواند برای

حصول به نتایج قابل قبول مورد استفاده قرار بگیرد. پیشنهادات برای پژوهش‌های آینده شامل گسترش دامنه موضوعی پژوهش‌ها است. پژوهش‌های آینده می‌توانند به سایر پروژه‌های BOT در حوزه‌های مختلف مانند حمل و نقل عمومی، راه‌آهن، فرودگاه، توسعه شهری، زیرساخت‌ها، تلفن همراه، اینترنت و غیره گسترش یابند تا نتایج بیشتری به دست آید. همچنین، جمع‌آوری نظرات از یک جامعه‌ی وسیع‌تر از مدیران، کارشناسان اجرایی و تحلیلگران اقتصادی در حوزه‌های مرتبط با پروژه‌های BOT می‌تواند به دست آوردن نتایج بیشتر و قابل قبول‌تر کمک کند. همچنین، استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی یا به صورت تاپولوژیکال در انتخاب نمونه جامعه آماری به منظور افزایش پایایی و اعتبار نتایج پژوهش پیشنهاد می‌شود. علاوه بر این، استفاده از روش‌های تحلیل تأثیر عوامل و مقایسه نتایج می‌تواند به اطمینان بیشتری از نتایج حاصله منجر شود.

منابع و مآخذ

آذر، عادل؛ فرجی، حجت. (۱۳۹۵). علم مدیریت فازی. چاپ پنجم، مرکز مطالعات و بهره‌وری ایران، تهران، انتشارات مهربان.

چاوشیان، سیدعلی؛ بیات، مرتضی؛ سجادی فر، سید حسین. (۱۳۹۷). تعیین و تحلیل عامل‌های مؤثر بر قیمت آب در قراردادهای BOT طرح‌های آب و فاضلاب با به کارگیری شبیه‌سازی پویایی سیستم، مجله آب و توسعه پایدار، دوره ۵، شماره ۱ (۱۰)، صفحه ۱۳-۲۰.

خاتمی‌فیروزآبادی، سید محمد علی؛ وفادار نیکجو، امین؛ شهابی، علی. (۱۳۹۲). تعیین مهم‌ترین دسته‌های ریسک پروژه با در نظر گرفتن روابط علّت و معلولی میان آنها در محیط فازی، پژوهش‌های مدیریت در ایران، دوره ۱۷، شماره ۳، صفحه ۴۹-۶۹.

شهبازی، رضا. (۱۳۹۶). ارزیابی و مقایسه شاخص‌های ریسک در قراردادهای BOT و DBB در ساخت پروژه های بزرگراهی و آزادراهی، پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف، پردیس بین‌الملل کیش.

عباسی، اسکندر. (۱۳۹۷). شناسایی و اولویت بندی عوامل حیاتی موفقیت در پروژه‌های راهسازی به روش BOT با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی TOPSIS، پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد، موسسه آموزش عالی پردیسان، رشته مهندسی عمران - مهندسی و مدیریت ساخت.

محقر، علی؛ حسینی دهشیری، سید جلال الدین؛ عرب، علیرضا. (۱۳۹۶). بررسی و ارزیابی ریسک‌های پروژه بر پایه روش بهترین- بدترین، پژوهش‌های مدیریت منابع سازمانی، جلد ۷، شماره ۲، صفحه ۱۵۷-۱۷۳.

Algarni, A. M., Arditi, D., & Polat, G. (2007). Build-operate-transfer in infrastructure projects in the United States. Journal of Construction Engineering and Management, 133(10), 728-735.

Askari, M., Shokrizadeh, H. R., & Ghane, N. (2014). A fuzzy AHP model in risk ranking. European Journal of Business and Management, 6(14), 194-202.

Bao, F., Chen, C., Martek, I., Chan, A. P., & Jiang, W. (2023). Factors Underpinning the Successful Return of Public–Private Partnership Projects to Public Authority: Assessing the Critical Success Factors of the Transfer Phase of Chinese Water Projects. Journal of Infrastructure Systems, 29(2), 04023015.

Bouzon, M., Govindan, K., Rodriguez, C. M. T., & Campos, L. M. (2016). Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP. Resources, conservation and recycling, 108, 182-197.

Chang, P. T., Huang, L. C., & Lin, H. J. (2000). The fuzzy Delphi method via fuzzy statistics and membership function fitting and an application to the human resources. Fuzzy sets and systems, 112(3), 511-520.

Chen, T. C., Lin, Y. C., & Wang, L. C. (2012). The analysis of BOT strategies based on game theory–case study on Taiwan's high speed railway project. Journal of Civil Engineering and Management, 18(5), 662-674.

Fathi, M., & Shrestha, P. P. (2023). Public–Private Partnership Highway Projects: Identifying Project Selection Factors. Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction, 15(1), 04522052.

Ghag, N., Acharya, P., & Khanapuri, V. (2023). Analyzing the sustainable international competitiveness factors of SMEs by Fuzzy Delphi and Neutrosophic DEMATEL. Business Strategy & Development.

Iossa, E., & Martimort, D. (2016). Corruption in PPPs, incentives and contract incompleteness. International journal of industrial organization, 44, 85-100.

Kang, C. C., & Feng, C. M. (2009). Risk measurement and risk identification for BOT projects: A multi-attribute utility

approach. Mathematical and Computer Modelling, 49(9-10), 1802-1815.

Kang, C. C., & Feng, C. M. (2009). Risk measurement and risk identification for BOT projects: A multi-attribute utility approach. Mathematical and Computer Modelling, 49(9-10), 1802-1815.

Kotler, P., Kartajaya, H., & Setiawan, I. (2019). Marketing 3.0: From products to customers to the human spirit (pp. 139-156). Springer Singapore.

Kukah, A. S. K., Owusu-Manu, D. G., Badu, E., Edwards, D. J., & Asamoah, E. (2023). Modelling critical success factors (CSFs) for Ghanaian public–private partnership (PPP) power projects using fuzzy synthetic evaluation (FSE). Journal of Facilities Management.

Kumaraswamy, M. M., & Morris, D. A. (2002). Build-operate-transfer-type procurement in Asian megaprojects. Journal of construction Engineering and Management, 128(2), 93-102.

Lee, C. H., Wu, K. J., & Tseng, M. L. (2018). Resource management practice through eco-innovation toward sustainable development using qualitative information and quantitative data. Journal of Cleaner Production, 202, 120-129.

Lee, T. H., & Hsieh, H. P. (2016). Indicators of sustainable tourism: A case study from a Taiwan's wetland. Ecological Indicators, 67, 779-787.

Malek, M. S., & Bhatt, V. (2023). Examine the comparison of CSFs for public and private sector's stakeholders: a SEM approach towards PPP in Indian road sector. International Journal of Construction Management, 23(13), 2239-2248.

Padilla-Rivera, A., do Carmo, B. B. T., Arcese, G., & Merveille, N. (2021). Social circular economy indicators: Selection through fuzzy delphi method. Sustainable Production and Consumption, 26, 101-110.

Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. Omega, 53, 49-57.

Sauer, P. C., & Seuring, S. (2019). Extending the reach of multi-tier sustainable supply chain management–insights from mineral supply chains. International Journal of Production Economics, 217, 31-43.

Shipley, D., & Jobber, D. (2001). Integrative pricing via the pricing wheel. Industrial marketing management, 30(3), 301-314.

Shiue, F. J., Lee, H. Y., Zheng, M. C., Khitam, A. F., & Assefa, S. (2021). An estimation model of construction project segmentation for optimum project pricing. Engineering, Construction and Architectural Management, 28(9), 2361-2380.

Song, J., Jin, L., Zhao, Y., & Hu, W. (2017). Using bargaining-game model to negotiate compensation for the early termination of BOT highway projects. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 105, 197-209.

Tayeh, B. A., Alaloul, W. S., & Al-Ghazalli, N. K. (2019). Tender pricing of infrastructure projects: Affecting factors. In International Conference on Sustainable Infrastructure (pp. 320-329). Reston, VA: American Society of Civil Engineers.

Tuni, A., Ijomah, W. L., Gutteridge, F., Mirpourian, M., Pfeifer, S., & Copani, G. (2023). Risk assessment for circular business models: A fuzzy Delphi study application for composite materials. Journal of Cleaner Production, 389, 135722.

Turban, E., King, D., Lee, J., & Viehland, D. (2008). Chapter 19: Building E-Commerce Applications and Infrastructure. Electronic Commerce A Managerial Perspective, 27.

Verma, S., & Mishra, A. (2023). Identification of Success & Failure Factors in Roads/Highways Infrastructure Development Project Involving PPP in India. Pacific Business Review International, 15(9), 1-15.

Xu, Y., Sun, C., Skibniewski, M. J., Chan, A. P., Yeung, J. F., & Cheng, H. (2012). System Dynamics (SD)-based concession pricing model for PPP highway projects. International Journal of Project Management, 30(2), 240-251.

Yuan, J., Li, W., Guo, J., Zhao, X., & Skibniewski, M. (2018). Social risk factors of transportation PPP projects in China: A sustainable development perspective. International journal of environmental research and public health, 15(7), 132.

Zhang, S., Chan, A. P., Feng, Y., Duan, H., & Ke, Y. (2016). Critical review on PPP Research–A search from the Chinese and International Journals. International Journal of Project Management, 34(4), 597-612.

یادداشت‌ها

[1] *Build–Operate–Transfer*
[2] *Song*
[3] *Algarni*
[4] *Zhang*
[5] *Kang & Feng*
[6] *Askari & Shokrizadeh*
[7] *Shiue*
[8] *Iossa and Martimort*
[9] *Best -Worst Method (BWM)*
[10] *Public-Private Partnership (PPP)*

[11] *Private Participation (PP)*
[12] *Kumaraswamy & Morris*
[13] *Shipley*
[14] *Turban*
[15] *Tayeh*
[16] *Kotler*
[17] *Kukah*
[18] *Verma & Mishra*
[19] *Fathi & Shrestha*
[20] *Bao*
[21] *Malek & Bhatt*
[22] *Tran & Nguyen*
[23] *Yuan*
[24] *Xu*
[25] *Bouzon*
[26] *Sauer*
[27] *Murray Thomas*
[28] *Ghag*
[29] *Padilla-Rivera*
[30] *Tuni*
[31] *Lee & Hsieh*
[32] *Lee*
[33] *Rezaei*
[34] *Chang et al.*

Identifying and Ranking the Factors Affecting the Pricing of BOT Projects for The Construction of Suburban Pedestrian Bridges, Using Fuzzy Delphi-BWM

Elahe Shafati
PhD student of Industrial Management, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran. elaheshafati58@gmail.com
Ahmad Jafarzadeh Afshari
Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Mehralborz University, Tehran, Iran. (Corresponding author) afshari@live.com
Hasan Javanshir
Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran. h_Javanshir@azad.ac.ir
Vahid baradaran
Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Tehran, Iran. v_baradaran@iau-tnb.ac.ir

Abstract

Introduction and purpose: BOT projects for the construction of suburban pedestrian bridges are very important as one of the appropriate methods for transportation infrastructure development in cities. Considering the economic and financial effects on these projects, it is vital to know and analyze the factors affecting the pricing of these projects. The purpose of this article is to identify and rank the factors affecting the pricing of BOT projects for the construction of suburban pedestrian bridges.

Method: The research approach is quantitative and practical. The statistical population includes the managers and experts of the Road Maintenance & Transportation Organization and university professors specializing in this field. Fuzzy Delphi method was used to identify factors and BWM was used to prioritize them.

Findings: By reviewing the literature, 40 factors were extracted from previous studies, and based on the fuzzy Delphi results, after three rounds of expert opinion polls, 31 factors affecting the pricing of BOT projects for the construction of suburban pedestrian bridges were identified and classified into five groups, then using BWM are rated in overall and their group.

Conclusion: The overall ranking showed that the most important factors are the costs of pedestrian bridge construction, maintenance and operation, and equipment and personnel. The ranking in groups also showed that the main factors were ranked as the factors related to costs, contract setting, project, government, and the private sector. These results can help decision makers in this field to make the best decisions in the pricing process of similar projects.

Keywords: Pricing, BOT projects, Construction of pedestrian bridges, Fuzzy Delphi, BWM method