نشریـه علمـی حسابداری مدیریت
سال سیزدهم/ شماره چهل‌وهفتم/ زمستان ۱۳۹۹

کاربرد روش ترکیبی AHP و GRA درمدیریت هزینه تغییرات در قراردادهای EC مطالعه موردی: پروژه‌های EC در صنعت نفت

پیمان نیایش نیا[۱]
مرتضی رعیتی دماوندی [۲]
سیروس غلامپور [۳]

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۳/۱۱

چکیده

در اغلب پروژه‌های اجرایی ، تغییرات و دوباره کاریها به یکی از اصلی‌ترین ریسک‌های این عرصه تبدیل گردیـده است، بدین سبب ارائه مدل مدیریت هزینه جهت ثبت ، ارزیابی کنترل و مدیریت تغییرات می‌توانـد نقشـی مهـم در تحقق اهداف پروژه به وجود آورد.

در این تحقیق با انجام مطالعات میدانی و تنظیم پرسشنامه و مصاحبه با کارشناسان خبره، اطلاعات و سوابق مربوطه جمع آوری گردیده که نتیجه آن یافتن ۱۶ مورد از تاثیرگذارترین تغییرات موثر بر هزینه پروژه‌هایEC حوزه صنعت نفت می‌باشد. سپس بر اساس الگو مدیریت هرینه تغییرات ارایه شده در این تحقیق ، با استفاده از روش ترکیبی تصمیم‌گیری چند معیاره تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تحلیل رابطه خاکستری (GRA) ، نسبت به ارائه ساختار مدیریت هزینه تغییرات در پروژه‌های EC حوزه صنعت نفت اقدام گردیده است. این پژوهش می‌تواند برای کاهش ریسک بودجه بندی و مدیریت هزینه تغییرات و به حداقل رساندن تأثیر آنها در پروژه‌های EC حوزه صنعت نفت مفید واقع شود.

واژه‌های کلیدی: هزینه، تغییر، مدیریت، تحلیل سلسله مراتبی، تحلیل رابطه خاکستری.

۱- دانشجو دکتری گروه مهندسی عمران، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران،p.niayeshnia@gmail.com
۲- استادیار گروه مهندسی عمران، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران، (نویسنده مسئول) m_rayati@Qaemiau.ac.ir
۳- استادیار گروه مهندسی عمران، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران، s.gholampour@Qaemiau.ac.ir

۱- مقدمه

در دنیای کنونی تامین انرژی یکی از مهم‌ترین پیش‌نیازهای توسعه هر کشور می‌باشد و بدین منظور تولید نفت و صنایع مرتبط با آن نقش اساسی و استراتژیکی را بر عهده دارند. در این راستا صنعت نفت به عنوان یکی از مهمترین صنایع تولید کننده انرژی به دلیل نقش زیربنایی و ارتباط تنگاتنگ آن با عوامل موثر بر رشد اقتصادی و بهره‌وری از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشند(صادقی و همکاران،۲۰۱۳). صنعت نفت در اغلب کشورها درصد قابل توجهی از تولید ناخالص داخلی را شامل می‌شود، بنابراین موفقیت در این حوزه می‌تواند منجر به ارتقاء و رشد و ثبات اقتصادی گردد. در سال‌های اخیر، تلاش‌های متعددی برای بهبود بهره‌وری پروژه‌های نفتی ایران و مدیریت بهینه سازی آنها انجام شده است که اغلب به‌دلیل شرایط تحریمی و مدیریتی، چندان موفقیت آمیز نبوده است.

پروژه‌های تعریف شده در حوزه انرژی و صنعت نفت شامل چندین فعالیت و عملیات چند وجهی بوده که در رابطه با رسیدن به یک هدف مشخص نظیر احداث یک پالایشگاه نفتی و یا اجرای خط انتقال نفت و یا احداث ایستگاه تقویت فشار و ... متمرکز می‌باشد(صالحی طالشی،۲۰۱۸). یکی از روش‌های اجرای این پروژه ها، روش اجرا تحت قرارداد طرح و ساخت توام می‌باشد که به اختصار به آن EC[1] می‌گوییم. بنابراین با توجه به ساختار اینگونه پروژه‌ها، انجام فعالیت‌های طراحی، مهندسی، تاسیساتی، فرآیندی، عمرانی و زیربنایی بخشی از اجزای آنها بوده و برای رسیدن به موفقیت پروژه به هماهنگی دقیق بین ارکان و دست اندرکاران پروژه احتیاج دارد.

افزایش تغییرات در پروژه‌های اجرایی با اهداف اصلی مدیریت پروژه، یعنی زمان، هزینه و کیفیت رابطه معکوس دارد، به طوری که افزایش تغییرات و دوباره کاری‌ها اثرات منفی در متغیرهای سه گانه فوق ایجاد می‌نماید. از این رو با توجه به دانش و تجربه اجرایی پیمانکاران و به منظور تسریع در انجام و بهره‌برداری از طرح‌ها، نیاز به استفاده از روش‌های نوین قراردادی و مدیریت پروژه نظیر اجرای پروژه‌ها تحت قراردادهایEC ویا EPC[2] متداول گردیده است. همچنین با توجه به ویژگی قراردادی پروژه‌های EC که سابقه چندان طولانی مدتی در ایران ندارند، امکان بوجود آمدن تضاد نگرش ها بین عوامل آن امری اجتناب ناپذیر خواهد بود. برخی از این ویژگیها عبارتند از:

۱) سرعت اجرا در این پروژه‌ها نسبت به قراردادهای سنتی بیشتر می‌باشد.
۲) کارفرما باید به مهارت و تجارب پیمانکار اعتماد داشته باشند و به غیر از مواردی که پیمانکار از وظایف خود به صورت اساسی عدول می‌کند، در کار پیمانکار دخالت ننمایند.
۳) فعالیت کارفرما و مشاورین وی بیشتر در فرآیند مناقصه و نظارت عالیه خواهد بود.
۴) کلیه فعالیتهای مهندسی و طراحی و اجرا جزو مسئولیت پیمانکار خواهد بود و ریسک آن از کارفرما به پیمانکار منتقل می‌شود.

صنعت نفت مانند هر صنعت دیگر نیاز به پیشرفت مستمر دارد. اصل این پیشرفت مداوم از چرخه PDCA[3] ناشی شده است که در ابتدا در بحث ساخت و ساز معرفی گردیده و سپس در سایر صنایع منجمله صنعت نفت و انرژی مورد استفاده قرار گرفته است(نیستانی و جوانسون[4]،۲۰۱۶). PDCA به اندازه‌گیری مداوم شاخص‌ها وابسته است، این روش یک روش مدیریت تکراری چهار مرحله‌ای است که در سازمان‌ها و شرکت‌ها برای کنترل و بهبود مستمر فرآیندها و محصولات از آن استفاده می‌شود (اوکلند و همکاران[5]،۲۰۱۷).

از آنجائیکه تغییرات در پروژه‌های اجرایی کشور بسیار متداول می‌باشند ، از این‌رو در این پژوهش پس از بررسی و تحلیل محتوای ادبیات، مدارک و مستندات مرتبط با تغییرات در پروژه های EC حوزه صنعت نفت مد نظر قرار گرفته و تغییراتی که منتج به تاثیر در بودجه و هزینه پروژه‌ها می‌گردند انتخاب می‌گردد. سپس الگو توسعه یافته مدیریت تغییرات

تعریف خواهد شد. همچنین با استفاده از روش ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی AHP[6] و تحلیل رابطه خاکستری GRA[7] به عنوان یک روش تلفیقی تصمیم گیری گروهی چند معیاره سعی گردیده تا نسبت به تحلیل، وزن دهی و رتبه بندی تغییرات موثر در هزینه اقدام گردد تا بتوان به شناخت بهتری از تغییرات و تضادهای ایجاد شده در راستای جلوگیری از ایجاد تغییرات ناخواسته مالی در پروژه‌های آینده دست یافت. با وجود به بکارگیری تئوری‌ها، تکنیک‌ها و ابزارهای مختلف، پروژه‌های صنعت نفت همچنان از نظر زمان، هزینه و کیفیت در سطح جهان از ناکارآمدی رنج می‌برد که این امر می‌تواند منجر به ایجاد تأخیر، اختلافات و خسارات شود(مسعودنژاد و همکاران،۲۰۱۹). صنعت نفت و حوزه انرژی ایران نیز از این قاعده مستثنا نبوده و دارای معضلاتی است که از عوامل مختلفی نشات می‌گیرد و در نهایت بر زمان، هزینه و دامنه پروژه تأثیر می‌گذارد. در این تحقیق سعی گردیده تا با بررسی عوامل موثر بر ایجاد تغییرات در بودجه و هزینه پروژه‌های EC ، موارد از طریق توزیع پرسشنامه و مصاحبه ساختار یافته با خبرگان این صنعت شناسایی و با استفاده از روش ترکیبی تصمیم‌گیری چند معیاره تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل رابطه خاکستری، نسبت به ارائه ساختار مدیریت هزینه تغییرات در پروژه‌های EC حوزه صنعت نفت اقدام و سپس نسبت به اولویت بندی موارد و تعیین اثر گذارترین عوامل بر تغییرات مالی در فازهای مختلف مهندسی و اجرا اقدام گردد.

۲- مرور ادبیات

بادقت درقراردادهای منعقد شده در پروژه‌های اجرایی حوزه صنعت نفت، متوجه می‌شویم که تغییرات و تعارضاتی در این پروژه‌ها رخ داده است که به طور عمده در یکی از محورهای زیر می‌باشد:

۱) تغییرات مربوط به محدوده کار: تغییراتی که در آن پیمانکار به دلیل اختلاف نظر درخصوص محدوده واقعی پروژه و اختلاف آن با زمان انعقاد قرارداد، ادعا در محدوده را مطرح می‌کند که به طور طبیعی به افزایش زمان و هزینه منتهی می‌شود (ابراهیمی و همکاران،۲۰۱۵)

۲) تغییرات زمانی: معمولاً با هدف تجدیدنظر در مدت زمان قرارداد و یا با درخواست مجاز نمودت تغییرات قبلی منتسب به پیمانکار مطرح می‌شود (ابراهیمی و همکاران،۲۰۱۵).

۳) تغییرات هزینه‌ای: تغییراتی که در آن پیمانکار به دلیل نقص در عملکرد کارفرما و یا به دلیل تغییر شرایط محیط و یا بدلیل عملکرد شخص ثالث، متضرر شده و تقاضای جبران خسارت می‌کند. (ابراهیمی و همکاران،۲۰۱۵).

۴) تغییراتی کیفی: تغییراتی که در آن پیمانکار مدعی می‌شود که منابع و تجهیزاتی که از سوی کارفرما در اختیار پیمانکار قرار گرفته است، کیفیت مورد توافق در قرارداد را ندارد (میرا و پنینگتون[8]،۲۰۱۴).

زمانی که یک تغییر یا دوباره کاری مطرح می‌شود، ارزش آن معمولاً به عنوان هزینه تغییر شناخته می‌شوند و مدعی احساس می‌کند سزاوار دریافت هزینه آنها مازاد بر مبلغ قرارداد می‌باشد. باید گفت زمینه‌های جبران این هزینه‌ها بر اساس قرارداد هر پروژه متفاوت می‌باشد که به آن خسارت نیز می‌گوییم. انواع این خسارت‌ها را می‌توان به موارد زیر تقسیم کرد:

۱) افزایش هزینه‌های مستقیم ناشی از تغییر در محدوده کاری (کبیری‌فر،۲۰۱۹).

۲) افزایش زمان پیمان که منجر به ایجاد یک تاریخ تکمیل جدید برای پروژه می‌شود و باعث تحمیل هزینه مضاعف به پروژه می‌گردد(میرا و پنینگتون،۲۰۱۴).

۳) کاهش کارایی و بهره‌وری که از اختلال، ممانعت، وقفه و یا تعلیق در روش‌های کاری پیمانکار حاصل می‌شود. اگر این اختلالات به وسیله کارفرما ایجاد شده باشد، حقوقی را برای پیمانکار به وجود می‌آورد(میرا و پنینگتون[9]،۲۰۱۴).

۴) تغییرات نرخ بهره، نوسانات نرخ ارز و تاخیر در پرداخت‌ها که منجر به ایجاد ادعا و خسارت برای پیمانکار می‌گردد(کیوانی،۲۰۰۶).

زمان، هزینه و کیفیت سه عنصر اساسی اجرای پروژه می‌باشند که بعنوان مثلث حیاتی پروژه‌ها نامیده می‌شوند. تضمین جریان مالی پایدار در بین این عناصر بسیار مهم است، به ویژه آنکه به اجرای فعالیتها و اهداف تعیین شده برای ذینفعان اصلی پروژه متصل است. این ذینفعان غالباً در صورت عدم تحقق اهداف تعیین شده پروژه در موعد مقرر، بار مالی قابل ملاحظه‌ای به پروژه تحمیل می‌نمایند(هروی،۲۰۱۳). بنابراین جهت کاهش و جلوگیری از هزینه اضافه ناشی از این تغییرات، انجام برنامه ریزی دقیق و نظارت و کنترل بر انجام آن ضروری می‌باشد.برنامه ریزی و کنترل پروژه در عمل توسط مدیران پروژه انجام می‌شود و شامل اندازه‌گیری مداوم پیشرفت پروژه و انجام اقدامات اصلاحی می‌باشد. در چند دهه گذشته چندین تکنیک برنامه ریزی و کنترل پروژه نظیر نمودار گانت، تکنیک ارزیابی برنامه و بررسی(PERT[۹])، روش مسیر بحرانی(CPM[۱۰]) و ارزیابی گرافیکی(GERT[۱۱]) مطرح گردیده است. همچنین از تکنیک‌ها و نرم افزارهایی مانند Microsoft Project Primavera و موارد دیگر استفاده شده است(دارویک و لارسن[۱۲]،۲۰۱۰).

به‌طورکلی، برنامه‌ریزی و کنترل‌پروژه یک ضرورت مورد نیاز برای تمامی پروژه‌های صنعتی و عمرانی می‌باشد. برنامه ریزی تکنیکی است که مشخص می‌کند چه وظایفی باید در چه زمانی شروع و به اتمام برسد، منابع مورد نیاز (نیروی کار، مواد، مصالح ، ابزار ، ماشیت آلات و تجهیزات) را مشخص می‌نماید و زمان مورد نیاز به آنها را تعیین می‌کند. در ضمن، تاخیر در اجرای فعالیتها یا عقب ماندگی از برنامه می‌تواند مدت کلی پروژه را به تأخیر بی‌اندازد، خصوصاً وقتی که گروهی از افراد درگیر در پروژه باید یک کار خاص را انجام دهند و یا آن فعالیت می‌بایست به پیمانکاران اجرایی جزء واگذار گردد، در صورت تطویل زمان پروژه ممکن است برخی از آنها قراردادهای خود را فسخ نمایند و یا خواهان تغییر قیمت شوند، بنابر این ممکن است اختلافات قراردادی بوجود بیاید و باعث ضرر و زیان و تطویل مجدد زمانی پروژه گردد. بر اساس مطالعات انجام‌شده مهمترین عوامل موثر در ناکارآمدی پروژه که قابل کنترل و غیرقابل کنترل می‌باشد در جدول۱ نشان داده شده است(کرنزر اچ وکرنزر آر۱۳،۲۰۱۷).

جدول(۱): مهمترین عوامل موثر بر ایجاد هزینه مضاعف پروژه‌ها

عوامل موثر	
۱. کنترل پذیر	۱,۱ ناکافی بودن بررسی اولیه ویا عدم امکان سنجی درست ۱,۲ برنامه ریزی ضعیف، طراحی اشتباه و یا ناقص ۱,۳ اجرای نادرست و کیفیت پایین اجرا ۱,۴ کنترل ناکارآمد و ضعف در توزیع بودجه ۱,۵ تغییر در تصمیم گیری‌ها و شرایط کار
۲. غیر قابل کنترل	۲,۱ شکست در روش‌های برون سپاری ۲,۲ مسائل زیست محیطی ۲,۳ محدودیت های بین المللی و تحریم ۲,۴ حوادث غیر مترقبه و فورس ماژور[۱۴]

علاوه بر موارد بیان شده قبلی، مواردی نظیر انتخاب اشتباه پیمانکاران، ناکارآمدی مدیریت سایت ، مشکلات مربوط به پیمانکاران فرعی، پرسنل کم تجربه و یا ناآگاه، بی ثباتی اقتصادی نیز میتوانند از علل ایجاد هزینه مضاعف بر بودجه پروژه باشند(تونچیا[۱۵]،۲۰۱۸).

همچنین طالعات زیادی در زمینه بررسی هزینه‌های ناشی از حوادث و تاثیر آن بر بهره‌وری صورت پذیرفته و غالبا از بهای تمام شده برای محاسبه هزینه‌های مربوط به ایمنی در محیط کار استفاده شده و معمولا بهای هر آسیب یا بهای تمام شده کل حوادث محاسبه می‌گردد(مسعودنژاد و همکاران،۲۰۱۹).

با بررسی ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش مشخص می‌شود که در زمینه مدیریت هزینه تغییرات در پروژه‌هایEC در کشور پژوهشی انجام نگرفته است که این مطلب ضرورت انجام این پژوهش را مشخص می‌نماید.همچنین در مطالعات مربوط به تغییرات انجام شده، صرفاً به یک بعد از تغییرات "سبب ها یا مبانی ایجاد تغییرات یا زمینه‌های بروز خسارت و یا به بحث کلی انواع تغییرات" پرداخته شده است. ولیکن این پژوهش با توجه به بررسی‌های صورت گرفته ، تغییرات را از نظر هزینه در پروژه‌های اجرایی صنعت نفت ایران شناسایی و اولویت بندی نموده است.

برخی مطالعات رویکردهای تصمیم گیری چند معیاری ساده را در ارزیابی و بررسی اثرات سایر عوامل بر روی تصمیمات در انتخاب، بکارگرفته‌اند که شامل روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ساده و فازی می‌باشد. علاوه بر این، برخی از روش‌های ترکیبی تحقیق نیز توسط برخی محققین اتخاذ شده که شامل روش‌های AHP ترکیبی، مدل ارزیابی نسبت فازی، مدل‌های فازی و تاپسیس و روش‌های آنتروپی می‌باشد(گمیل و رحمان۲۰۱۸،۱۶).

روش‌های تصمیم گیری چند معیاره می‌توانند برای تشخیص و شناسایی معیار ارزیابی کمّی و کیفی بکار روند و روش‌های AHP و GRA طی سال‌های اخیر به صورت گسترده‌ای در تحقیقات آکادمیک مورد استفاده قرار گرفته‌اند. پوفالی[17] و همکاران در سال ۲۰۱۱ نشان دادند که AHP و GRA ابزارهای قدرتمندی هستند که می‌توانند برای تعیین جایگزینی‌های مناسب تصمیم‌های چند هدفه مورد استفاده قرار گیرند(پوفالی،۲۰۱۱). همچنین لو و لیو[18] (۲۰۱۴) از AHP و GRA برای یافتن عوامل تعیین کننده توسعه خدمات حمل در تایوان استفاده نمودند(لو و لیو،۲۰۱۴).

۳- مواد و روش‌ها

۳-۱- شرح مواد

جامعه آماری این پژوهش سازمان‌های بزرگ فعال در حوزه صنعت نفت کشور از جمله شرکت ملی نفت ایران، شرکت ملی مناطق نفتخیزجنوب، شرکت پخش و پالایش، پیمانکاران شاغل در صنعت نفت، اداره واحدهای بهره‌برداری و مجری طرحهای نفت و گاز گچساران، واحد نفتی بی بی حکیمه، شرکت‌های مهندسی و مشاور فعال در صنعت نفت، شرکت‌های پیمانکاری فعال در بخش پروژه‌های صنعت نفت که دارای رتبه یک از سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور در این زمینه می‌باشند بوده‌اند که با توجه به آمار سازمان برنامه و بودجه ، بالغ بر ۳۰۰ شرکت رتبه یک صنعت نفت می باشند. البته با توجه به محدودیت دسترسی به خبرگان مرتبط، نمونه مناسب با استفاده از نمونه گیری غیرتصادفی به دست آمد است.

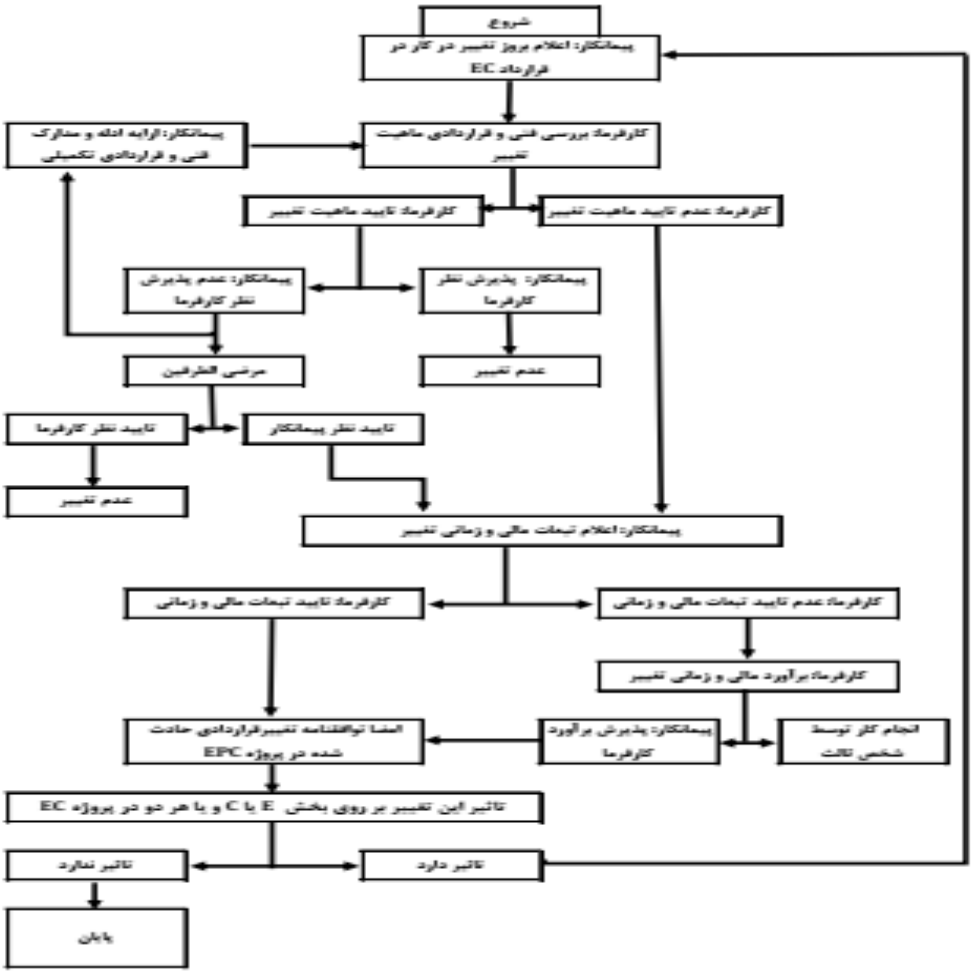
روش تحقیق با تدوین بیانیه مسئله و مشخص کردن اهداف مطالعه آغاز می‌گردد. نخستین مرحله از انجام این تحقیق بر اساس بررسی ادبیات برای شناسایی عوامل اصلی مؤثر در تغییرات مالی و هزینه ای در پروژه‌های اجرایی صنعت نفت شکل گرفته است. سپس بر اساس عوامل موجود و جهت تاثیرات آنها بر اهداف پروژه پرسشنامه‌ای مبنی بر اولویت بندی تغییرات ایجاد شده و تاثیر آنها بر هزینه پروژه تنظیم گردیده است. پس ازآن، آزمون پایلوت پرسشنامه انجام و فرم توسعه یافته پرسشنامه بدست می آید. پرسشنامه تدوین شده شامل عوامل مؤثر بر تغییرات و دوباره‌کاری‌های پروژه‌های EC صنعت نفت در ایران و تاثیر این عوامل بر هزینه و بودجه پروژه می‌باشد. این پرسشنامه بین خبرگان توزیع و پاسخ‌ها و بازخوردهای آنها دریافت گردید. این تحقیق از

منظـر روش تحقیـق بـر مبنـای آمـاری و اسـتفاده از نـرم افزارهـای آمـاری SPSS[19] و سـپس رتبـه بنـدی و تحلیـل بـر اسـاس روش‌هـای تصـمیم‌گیـری چنـد معیاره ترکیبـی مـی‌باشـد. از ایـن رو در ایـن تحقیـق نخسـت بـا اسـتفاده از مطالعـات بـر روی منـابع و مصـاحبه بـا خبرگـان و بررسـی اسـناد و مـدارک مـرتبط بـا تغییـرات اثرگـذار بـر هزینـه در چنـدین پـروژه EC در حـوزه صـنعت نفـت ، اطلاعـات مربوطـه جمـع‌آوری گردیـده کـه نتیجـه آن یـافتن ۱۶ مـورد مـرتبط بـا تغییـرات اثرگـذار بـر هزینـه در این پروژه‌هـا بـوده‌اسـت. سـپس بـا بررسـی و تحلیـل ایـن تغییـرات و براسـاس تجمیـع نظـرات خبرگـان بـا اسـتفاده از روش ترکیبـی تصـمیم گیـری چنـد معیـاره تحلیـل سلسـله مراتبـی AHP و تحلیـل رابطـه خاکسـتریGRA ارزیـابی، وزن دهـی و رتبـه بنـدی خواهـد شـد. در شـکل(۱) روش انجـام تحقیق بیان شده است.

شکل(۱): ساختار روش تحقیق

۳-۲- ساختار مدیریت تغییرات و ارایـه الگـوی تغییرات

در این تحقیق بعد از جمع آوری داده‌ها و تجزیـه و تحلیل محتوای آنها، الگـو مـدیریت تغییـرات بسـط می‌یابد که نشان دهنده الگو جامع از مدیریت تغییرات می‌باشد.لازم به ذکر است این الگو در اختیـار تعـدادی از خبرگان قرار گرفت و بعد از تأیید موارد مبنای ادامه این پژوهش قرار گرفت. با توجه بـه مـوارد فـوق و بـه منظونظام مند سازی رویکـرد بـر خـورد بـا تغییـرات حادث شده در پروژه های اجراییEC ، مـدل و الگـوی ابتکاری زیر جهت استفاده کارفرمایـان ، پیمانکـاران و مشاوران ارایه می‌گردد:



شکل(۲): الگو پیشنهادی تحقیق جهت برخورد با تغییرات در پروژه‌های EC

۳-۳- روش تحقیق

جامعه آماری این تحقیق سازمان های فعال در پروژه‌های EC حوزه نفت کشور منجمله شرکت ملی نفت ایران، شرکت ملی مناطق نفتخیزجنوب، شرکت پخش وپالایش، واحدهای بهره‌برداری، مجری طرحهای نفت و گاز، شرکت‌های پیمانکاری و مهندسی و مشاوران فعال در صنعت نفت بوده‌اند. شرایط خبرگی عبارت است از کارشناسان ومدیران شرکت‌ها و سازمان‌های کارفرما، مشاوران و پیمانکاری و سایر عواملی که در بحث مدیریت هزینه در پروژه‌های EC صاحبنظر و دارای حداقل ۱۵ سال تجربه کافی می‌باشند. . تعداد ۴۵ عدد پرسشنامه به صورت ایمیلی و از طریق اپلیکیشن‌های ارتباطی به پرسش‌شوندگان ارسال گردید. شرکت کنندگان در نظر سنجی شامل افراد با تجربه کاری با بیش از ۱۵ سال سابقه کاری و سطح تحصیلات حداقل کارشناسی تا دکتری می‌باشند. با این وجود ۳۹ عدد پرسشنامه بازگردانده شده است، که این میزان از پاسخ ۸۶ درصد است و به وسیله نرم افزار SPSS مورد تحلیل آماری قرار گرفت و پس از آن با استفاده از روش ترکیبی AHP و GRA نسبت به رتبه بندی هریک از عوامل تغییرات اقدام گردید .

در این مطالعه از روش تصمیم گیری چند معیاره مرکب که از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تحلیل رابطه‌ای خاکستری (GRA) تشکیل شده است، برای حل مسائل مدیریت هزینه تغییرات در پروه‌های EC حوزه صنعت نفت استفاده شده است. از روش AHP برای تعیین وزن معیارهای ارزیابی تغییرات

منجر به هزینه استفاده شده است. از روش GRA برای تعیین رتبه بندی تغییرات بدست آمده از روش AHP استفاده می‌شود. با توجه به اینکه روشAHP یک روش تحلیلی متداول در تحقیقات آکادمیک می‌باشد، در ادامه صرفاً به توضیح روشGRA می‌پردازیم.

تحلیل رابطه‌ای خاکستری

تحلیل رابطه‌ای خاکستری(GRA) به عنوان بسط تئوری خاکستری است که توسط یولانگ دنگ[20] برای حل مسائل تصمیم گیری با ویژگی های چندگانه مطرح گردیده است(یولانگ دنگ،۲۰۰۹).

تئوری سیستم خاکستری از مزایای الزامات حداقل ورودی بهره‌مند است و نتایج منطقی مورد انتظار را دارا می‌باشد. روش رابطه‌ای خاکستری یک روش پردازش داده‌ها است که برای تعیین درجه همبستگی میان مولفه‌های تاثیر گذار بر یک سیستم دارای اطلاعات نامعلوم (غیر مسلم) استفاده می‌گردد. برای غلبه بر محدودیت‌های اندازه کوچک نمونه، تحلیل رابطه‌ای خاکستری می‌تواند برای گروه‌بندی شاخص‌های اولیه ارزیابی و انتخاب مرتبط‌ترین آنها استفاده شود. در این مقاله، یک بررسی مختصر از فرمول رابطه‌ای‌خاکستری ارائه شده توسط دِنگ ارائه گردیده است(ژون و ژانگ[21]،۲۰۰۹):

$$\gamma\left(x_0(k),x_i(k)\right)=\frac{\Delta\min.+\varsigma\Delta\max.}{\Delta_{oi}(k)+\varsigma\Delta\max.}$$

گزینه ایده‌آل مثبت $A^+=\left\{\left(\max V_{ij}\mid j\in J\right),\left(\min V_{ij}\mid j\in J'\right)\mid i=1,2,\ldots m\right\}$

گزینه ایده آل منفی $A^-=\left\{\left(\min_i V_{ij}\mid j\in J\right),\left(\min_i V_{ij}\mid j\in J'\right)\mid i=1,2,\ldots m\right\}$

فاصله گزینه i ام از ایده‌آل مثبت $d_{i+}=\left\{\sum_{j=1}^{n}\left(V_{ij}-V_j^+\right)^2\right\}^{0/5}\quad i=1,2,\ldots,m$

فاصله گزینه i ام از ایده‌آل منفی $d_{i-}=\left\{\sum_{j=1}^{n}\left(V_{ij}-V_j^-\right)^2\right\}^{0/5}\quad i=1,2,\ldots,m$

که در آن:

$(a)\, i=1,2,3,\ldots,m\ /\ k=1,2,3,..,n.\ j\in i$

(b): X_0: توالی مرجع و X_i: توالی بررسی

(c): $\Delta_{oi}=\left|x_0(k)-x_i(k)\right|$: تفاوت میان X_0 و X_i

$(d)\ \Delta_{\min.}=\forall_{j\in i}^{\min.}\forall_{k\left|x_0(k)-x_i(k)\right|}^{\min.}$,

$\Delta_{\max.}=\forall_{j\in i}^{\max.}\forall_{k\left|x_0(k)-x_i(k)\right|}^{\max.}$

(e): ζ ضریب تشخیص می‌باشد، و $\zeta\in[0,1]$

(۱). درجه رابطه‌ای خاکستری: میانگین ضریب رابطه‌ای خاکستری:

$$\Gamma_{oi}=\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\gamma\left(x_0(k),x_i(k)\right)$$

از آنجایی که وزن های عوامل مختلف برابر نمی‌باشد، می‌توانیم معادله قبل را به صورت زیر بنویسیم:

$$\gamma\left(x_i, x_j\right)=\sum_{k=1}^{n}\beta_k\gamma\left(x_i(k), x_j(k)\right)$$

که در آن β_k وزن هر عامل و $\sum_{k=1}^{n}\beta_k=1$ می‌باشد.

(۲). ζ: ضریب تشخیص

هدف اصلی ζ تعدیل تفاوت میان Δ_{0i} و Δ_{max} می‌باشد. در حالیکه ζ می‌تواند هر مقدار مطلوبی را به خود اختصاص دهد، معمولا مقدار ۰,۵ را می‌گیرد. این امر در یک برهان ریاضی حاکی از آن است که یک تغییر در مقدار ζ رتبه مربوط به درجه رابطه خاکستری را تغییر نخواهد داد.

(۳). تخصیص رتبه رابطه‌ای خاکستری

پس از آنکه درجه رابطه‌ای خاکستری محاسبه شد، می‌توانیم توالی را با توجه به مقادیر به دست آمده رتبه بندی نماییم. عوامل ارزیابی هزینه تغییرات که در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته‌اند، از طریق فرآیند زیر تعین می‌شوند:

ابتدا، عوامل ارزیابی که بیش از این در متون و ادبیات گذشته درنظر گرفته شده‌اند انتخاب می‌شوند و سپس عوامل انتخاب شده توسط متخصصین و خبرگان فعال در شرکت‌های نفتی کارفرمایی، مشاور و پیمانکاری مورد بررسی و وموارد اصلی و موثر انتخاب و مورد تایید قرار گرفتنه‌اند. تمامی ۱۶ معیار انتخابی در دو بخش (فاز) طراحی و مهندسیE:Engineering و ساخت و اجرا C:Construction طبقه بندی می‌گردند (جدول شماره۲).

جدول (۲): اصلی‌ترین شرایط ایجاد تغییرات اثرگذار بر هزینه در پژوهای EC

بخش اثر گذار	معیار ارزیابی
مرحله طراحی و مهندسی E	کیفیت پایین نقشه های اجرایی و محاسبات مهندسی در اجرا
	عدم رعایت ضوابط طراحی بمنظور کاهش هزینه اجرا
	ضعف در محاسبات فنی و طراحی ضعیف در دوره مناقصه
	ضعف در برآورد هزینه اجرای در مناقصه و بودجه بندی
	ضعف در برنامه ریزی در توالی و زمانبندی تهیه نقشه ها
	اعمال سلیقه در طراحی توسط بخش اجرا
	مغفول ماندن بخشی از پروژه در محاسبات مهندسی و طراحی
	ضعف در دریافت اطلاعات کافی و دقیق در دوره مناقصه
مرحله ساخت و اجرا C	ضعیف در برنامه ریزی و کنترل پروژه در هنگام اجرا
	عدم بررسی مشخصات قرارداد پروژه در حین اجرا(دوباره کاری پیمانکار)
	کیفیت پایین مصالح و مواد مصرفی
	تورم و نوسانات قیمت ها
	نظارت ضعیف کارگاه و سایت توسط کارفرما
	حوادث غیر مترقبه محیطی، جوی و سیاسی
	مشکل در راه اندازی به دلیل عدم اجرای با کیفیت و ضعف پیمانکار اجرایی
	مغایرت شرایط پروژه با شرایط اعلامی در مناقصه

۴- ارزیابی و تحلیل

این پژوهش به دنبال تعیین و رتبه بندی تغییرات اثر گذار بر بودجه پروژه در بخشهای مختلف پروژه های EC صنعت نفت(فاز طراحی و فاز اجرا) می‌باشد تا بتوان مدلی مناسب جهت مدیریت هزینه تغییرات ارائه نمود. براین اساس و مطابق با روش تحقیق ارائه

شده، پرسشنامه‌های تنظیمی میان خبرگان انتخاب شده توزیع گردید و پس از بازگشت پرسشنامه های پاسخ داده شده با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ترکیبی ، تحلیل، ارزیابی و رتبه بندی گردیده است.

تجزیه و تحلیل پاسخ دهندگان

پرسشنامه‌ها از طریق ایمیل و اپلیکیشن فیمابین کارشناسان و مدیران انتخاب شده توزیع گردید که مطابق با جدول مشخص گردیده است که در میان پاسخ دهندگان، ۳۳٪ مربوط به شرکت کارفرمایی، ۳۶٪ مربوط به شرکت های پیمانکاری و ۳۱٪ نیز مربوط به شرکت های مشاور می‌باشند .موقعیت و تجربه پاسخ دهندگان نشان می‌دهد که نظرات و عقاید آنها دارای صلاحیت و شایستگی بوده و نماینده جامعه می‌باشد.(جدول شماره ۳)

جدول(۳): بررسی ویژگی های پاسخ دهندگان

دسته	آیتم	فراوانی	درصد (٪)
نوع کار	کارشناسان شرکت های کارفرمایی	۱۳	۳۳
	کارشناسان شرکت های پیمانکاری	۱۴	۳۶
	کارشناسان شرکت های مشاور	۱۲	۳۱
عنوان شغلی	مدیر کل / عامل	۱۱	۲۸
	مدیر / مدیر پروژه	۱۴	۳۶
	رئیس بخش	۱۰	۲۶
	سرپرست	۴	۱۰
سابقه	۲۶ سال یا بیشتر	۱۰	۲۶
	۲۵-۲۱ سال	۱۸	۴۶
	۲۰ تجربه کاری -۱۶ سال	۱۱	۲۸

لازم به ذکر است به منظور بررسی پایایی حاصل از داده‌های پژوهش، پس از اخذ داده‌های حاصل از پرسشنامه، از روش همسانی درونی استفاده شده است. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که ضریب آلفای کرونباخ [۲۲] بر اساس فرمول زیر در تمامی قسمت های مدیریت تغییرات از ۰/۸۰ بیشتر می‌باشد. از این رو پرسشنامه مورد استفاده از پایایی پژوهشی لازم برخوردار است. همچنین موقعیت و تجربه پاسخ دهندگان نشان می‌دهد که نظرات و عقاید آنها دارای صلاحیت و شایستگی بوده و نماینده جامعه می‌باشد. علاوه بر این، در راستای پیشنهاد رابینسون [۲۳] نیز، روایی و نماینده بودن نمونه نیز در این پژوهش قابل پذیرش می‌باشد.

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{K}\sigma_i^2}{\sigma^2}\right)$$

تجزیه و تحلیل AHP

نسبت پایایی ساختار سلسله مراتبیAHP بر اساس نرم‌افزار اکسپرت چویس [۲۴] مورد بررسی قرار گرفت که نشان می‌دهد نتایج دارای روایی و سازگاری است. همچنین، هر یک از فازهای ارزیابی("طراحی-مهندسی" و "ساخت-اجرا") و هر یک از معیار ارزیابی(۱۶ معیار تحقیق) بر اساس نظرات پاسخ دهندگان در مورد وزن تاثیر آنها محاسبه گردیده‌اند و سپس وزن کلی برای هر یک از معیار های ارزیابی با استفاده از ضرب معیار ارزیابی در وزن فاز مربوط به آن بدست می‌آید و در نهایت بر اساس وزن کلی، رتبه بندی می‌گردند. در این مطالعه از روش AHP برای محاسبه وزن فازها و همچنین رتبه بندی ۱۶ معیار ارزیابی (که بر اساس نظرات پاسخ دهندگان به اهمیت نسبی ابعاد مختلف آنها وزن دهی شده است) استفاده گردیده است. جدول ۴ حاوی اوزان کلی فازها و معیارهای ارزیابی از نقطه نظر پاسخ دهندگان می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود بر اساس روش AHP وزن فاز طراحی و مهندسی به میزان ۰/۵۹۱ و وزن فاز ساخت و اجرا به میزان ۰/۴۰۹ در معیارهای موثر بر تغییر هزینه پروژه موثر می‌باشد.

جدول(۴): وزن کلی معیار ارزیابی از دیدگاه پاسخ دهندگان

بخش (A)	معیار ارزیابی	وزن (B)	وزن کلی (C=A×B)	رتبه
فاز طراحی و مهندسی E 0.591	کیفیت پایین نقشه های اجرایی و محاسبات مهندسی در اجرا	۰,۱۱۷۶	۰,۰۷۰	۹
	عدم رعایت ضوابط طراحی بمنظور کاهش هزینه اجرا	۰,۰۷۳۵	۰,۰۴۳	۱۲
	ضعف در محاسبات فنی و طراحی در دوره مناقصه	۰,۱۳۲۴	۰,۰۷۸	۸
	ضعف در برآورد هزینه اجرای در مناقصه و بودجه بندی	۰,۱۴۷۱	۰,۰۸۷	۷
	ضعف برنامه ریزی در توالی و زمانبندی تهیه نقشه ها	۰,۲۳۵۳	۰,۱۳۹	۱
	اعمال سلیقه در طراحی توسط بخش اجرا	۰,۰۱۴۷	۰,۰۰۹	۱۶
	مغفول ماندن بخشی از پروژه در محاسبات مهندسی و طراحی	۰,۲۲۰۶	۰,۱۳۰	۲
	ضعف در دریافت اطلاعات کافی و دقیق در دوره مناقصه	۰,۱۷۶۵	۰,۱۰۴	۵
فاز ساخت و اجرا C 0.409	ضعیف در برنامه ریزی و کنترل پروژه در هنگام اجرا	۰,۱۶۱۸	۰,۰۶۶	۶
	عدم بررسی قرارداد پروژه در حین اجرا(دوباره کاری پیمانکار)	۰,۱۰۲۹	۰,۰۴۲	۱۰
	کیفیت پایین مصالح و مواد مصرفی	۰,۰۸۸۲	۰,۰۳۶	۱۱
	تورم و نوسانات قیمت ها	۰,۱۹۱۲	۰,۰۷۸	۴
	نظارت ضعیف کارگاه و سایت توسط کارفرما	۰,۰۵۸۸	۰,۰۲۴	۱۳
	حوادث غیر مترقبه محیطی، جوی و سیاسی	۰,۰۴۴۱	۰,۰۱۸	۱۴
	مشکل در راه‌اندازی بدلیل عدم کیفیت اجرای و ضعف پیمانکار	۰,۲۰۵۹	۰,۰۸۴	۳
	مغایرت شرایط پروژه با شرایط اعلامی در مناقصه	۰,۰۲۹۴	۰,۰۱۲	۱۵

تحلیل GRA

در اجـرای تحلیـل رابطـه‌ای خاکسـتری در ایـن تحقیق، ابتدا از داده‌ها برای محاسـبه مقـدار میـانگین کلی رضایت پاسـخ دهنـدگان از هـریـک از معیـارهـا استفاده گردیده است، سپس ماتریس مربوطه تشـکیل و میـزان رضـایت از هـر یـک از معیارهـای ارزیـابی را نرمال سازی نموده و از مقادیر نرمال شده برای انجـام محاسبات سری افتراقی استفاده گردیده اسـت. سـپس حدبالا و حدپایین بهترین معیار ارزیـابی انتخـاب و در نهایت ضرایب GRA به دست می‌آیـد و درجـه GRA از ضـرب ضـرایب GRA در اوزان AHP حاصـل مـی گردد. موارد به دست آمـده بـرای هریـک از تغییـرات شناسایی شده را جهت مقایسـه و رتبـه بنـدی در هـر بعد در جـدول شـماره ۵ ثبـت گردیـده اسـت. نتـایج حاکی از آن است کـه بخـش طراحـی و مهندسـی(E) بیشترین میزان تاثیر بـر هزینـه تغییـرات را بـه خـود اختصاص داده اسـت و بخـش سـاخت و اجـرا(C) در رتبه بعدی قرار دارد.

جدول (۵): مرتبه (درجه) های GRA بر حسب پاسخ های دریافتی

معیار ارزیابی	E	C	وزن کلی W.F۲۵
کیفیت پایین نقشه های اجرایی و محاسبات مهندسی در اجرا	۱,۰۰۰	۰,۶۶۵	۰,۰۷۰
عدم رعایت ضوابط طراحی بمنظور کاهش هزینه اجرا	۱,۰۰۰	۰,۵۸۰	۰,۰۴۳
ضعف در محاسبات فنی و طراحی در دوره مناقصه	۱,۰۰۰	۰,۶۸۱	۰,۰۷۸
ضعف در برآورد هزینه اجرای در مناقصه و بودجه بندی	۱,۰۰۰	۰,۷۰۷	۰,۰۸۷
ضعف برنامه ریزی در توالی و زمانبندی تهیه نقشه ها	۱,۰۰۰	۰,۹۱۸	۰,۱۳۹
اعمال سلیقه در طراحی توسط بخش اجرا	۱,۰۰۰	۰,۴۱۱	۰,۰۰۹
مغفول ماندن بخشی از پروژه در محاسبات مهندسی و طراحی	۱,۰۰۰	۰,۹۰۲	۰,۱۳۰
ضعف در دریافت اطلاعات کافی و دقیق در دوره مناقصه	۱,۰۰۰	۰,۷۷۷	۰,۱۰۴

معیار ارزیابی	E	C	وزن کلی W.F۲۵
ضعیف در برنامه ریزی و کنترل پروژه در هنگام اجرا	۰,۷۴۸	۱,۰۰۰	۰,۰۶۶
عدم بررسی قرارداد پروژه در حین اجرا(دوباره کاری پیمانکار)	۰,۶۳۰	۱,۰۰۰	۰,۰۴۲
کیفیت پایین مصالح و مواد مصرفی	۰,۵۸۲	۱,۰۰۰	۰,۰۳۶
تورم و نوسانات قیمت ها	۰,۷۹۷	۱,۰۰۰	۰,۰۷۸
نظارت ضعیف کارگاه و سایت توسط کارفرما	۰,۵۱۰	۱,۰۰۰	۰,۰۲۴
حوادث غیر مترقبه محیطی، جوی و سیاسی	۰,۵۰۰	۱,۰۰۰	۰,۰۱۸
مشکل در راه‌اندازی بدلیل عدم کیفیت اجرای و ضعف پیمانکار	۰,۸۵۵	۱,۰۰۰	۰,۰۸۴
مغایرت شرایط پروژه با شرایط اعلامی در مناقصه	۰,۴۸۵	۱,۰۰۰	۰,۰۱۲
شاخص GRA	۰,۹۱۷۸	۰,۸۷۵۵	
رتبه بندی مرتبه	۱	۲	

۵. نتیجه گیری

اگرچه تعدادی از محققان برخی از دلایل ضعف در اجرای پروژه‌های صنعتی و عمرانی در ایران را مورد بررسی قرارداده‌اند، ولیکن در شناسایی، طبقه بندی،اولویت‌بندی و ارزیابی هزینه تغییرات در پروژه‌های در پروژه‌های EC در حوزه صنعت نفت که هدف اصلی این پژوهش بوده است، تحقیق مدون و کاملی صورت نگرفته است. همچنین از آنجائیکه پروژه‌های اجرایی حوزه صنعت نفت باتوجه به ذینفعان و منابع درگیر در آن نقش اقتصادی قابل توجهی را برای هر کشور دارد، فقدان مدیریت، برنامه‌ریزی و کنترل هزینه می‌تواند باعث شکست پروژه گردد. این پژوهش برمبنای مطالعات انجام شده با هدف شناسایی و اولویت بندی تغییرات مؤثر بر هزینه و بودجه پروژه باتوجه به مراحل پروژه‌های طراحی و ساخت توام (EC) در حوزه صنعت نفت ایران انجام پذیرفته است.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که خبرگان فعال در پروژه‌های اجرایی صنعت نفت معتقد هستند که انجام دقیق فعالیتهای طراحی و مهندسی مهمترین عامل در جهت جلوگیری از ایجاد تغییرات ناخواسته مالی می‌گردد. عدم انجام دقیق فعالیتهای طراحی و مهندسی منجر به بروز بیشترین تغییرات مالی و دوباره کاری‌ها در پروژه خواهد شد. این پژوهش تأکید می‌کند که ضعف برنامه ریزی در توالی و زمانبندی تهیه نقشه ها مهمترین معیار در جهت تحمیل هزینه حاصل از تغییرات ناخواسته به پروژه‌های EC در صنعت نفت می‌باشد و به دلیل ضعف این عوامل، بسیاری از پروژه‌های صنعتی و اجرایی در حوزه نفت در ایران موفقیت آمیز نبوده‌اند.

این پژوهش تأکید می‌کند که مدیریت و برنامه ریزی و طراحی دقیق در ابتدای پروژه بسیار مهم بوده و در صورت انجام دقیق و کامل این موارد به میزان بسیار زیادی می‌توان از اجرای موفقیت آمیز پروژه اطمینان حاصل نمود و تغییرات ناخواسته مالی را به حداقل رساند. همچنین در برخی مواقع کارفرمایان و پیمانکاران به منظور شتاب و تعجیل در شروع پروژه، بدون برنامه ریزی و برآورد دقیق احجام و مقادیر کار، فعالیتهای اجرایی را آغاز می‌نمایند که در این صورت عمدتاً پروژه با شکست مواجه می‌شود.

باتوجه به معیارهای تعیین شده در این تحقیق، مشخص گردید که ضعف برنامه ریزی در توالی و زمانبندی تهیه نقشه ها، مغفول ماندن بخشی از پروژه در طراحی و محاسبات مهندسی ، مشکل در راه اندازی بدلیل اجرای بی‌کیفیت و نیز تورم و نوسانات قیمت ها به ترتیب مهمترین معیارها در ایجاد تغییرات ناخواسته در پروژه های طرح و ساخت توام بوده و باعث تحمیل هزینه مضاعف به پروژه خواهند شد.

ایـن مطالعـه جهـت ارزیـابی و مـدیریت هزینـه تغییرات پروژه های EC در حوزه صنعت نفت بـر روی ۱۶ معیاراصلی ایجاد کننده تغییرات مالی و هزینه‌ایـی در دو بخش(فاز) طراحی-مهندسی و ساخت-اجـرا بـا مدل ترکیبی AHP و GRA انجام پذیرفته است. رتبـه بنـــدی GRA نشـــان داد کـــه بخـــش طراحـــی و مهندسـی(E) بیشـترین تـاثیر را در تغییـرات مـوثربر هزینه با شاخص ۰/۹۱۷۸ به خود اختصاص داده است و پـس از آن بخـش سـاخت و اجـرا(C) بـا شـاخص ۰/۸۷۵۵ در رتبه بعدی قرار دارد.

نتایج حاصل از ایـن تحقیـق قابـل اسـتفاده بـرای کلیه ذینفعان پروژه اعم از کارفرمایان، برنامـه ریـزان، مشاوران و پیمانکاران حـوزه صـنعت نفـت و انـرژی و بویژه شرکت ملی نفت ایران، شرکت پخش و پالایش و شرکت مناطق نفتخیـز جنـوب خواهـد بـود و شـرکت های مذکور می‌توانند با استفاده از مدل ارایه شـده در این تحقیق نسبت به ارزیابی، وزن دهی، اولویت بنـدی و مدیریت هزینه تغییرات ایجـاد شـده اقـدام نماینـد. نتایج حاصل از این تحقیق قابـل اسـتفاده بـرای کلیـه ذینفعـان پـروژه خواهـد بـود و شـرکت هـای مـذکور می‌توانند با استفاده از الگو و مدل ارایـه شـده در ایـن تحقیق با تغییرات ایجاد شده در پروژه های EC حوزه صنعت نفت برخورد نماینـد و بـر اسـاس الگـوی ارایـه شده تغییرات ایجاد شده را آنالیز ، بررسی رتبه بنـدی و مدیریت نمایند.

در این مقاله مدل مدیریت هزینه تغییرات بر روی بخشهای اصلی پروژه های EC متمرکز شده است زیرا این عوامل بـه منظـور ارزیـابی موفقیـت پـروژه، بـرای ذینفعان پروژه ملموس تر هستند. با این حـال، جهـت توسعه تحقیقـات آتـی عـواملی ماننـد ایمنـی، زمـان، کفیت و رضایتمندی نیز می‌توانند بـه عنـوان اقـدامات پیشـنهادی جهـت مـدیریت تغییـرات و اثـرات آن بـر اهداف پرویه مورد بحث قرار گیرند.

فهرست منابع

* Kabirfar, K.; Mojtahedi, M. The impact of [Engineering, Procurement and Construction (EC) Phases on Buildings 2019, 9(1), 15; https://doi.org/10.3390/buildings9010015.
* Neyestani, B.; Juanzon, J.B.P. Developing an Appropriate Performance Measurement Framework for Total Quality Management in Construction, and Other Industries; University Library of Munich: Munich, Germany, 2016.
* Oakland, J.; Marosszeky, M. Total Construction Management: Lean Quality in Construction Project Delivery; Routledge: Abington, UK, 2017.
* Keyvani, B. (2006). Identifying the claims of conventional construction contracts andAnalysis of its causes. MSc. Thesis, Faculty of Engineering, University of Tehran, Iran.
* Heravi.A. (2013). Cause of claims incidence in urban project contracts, MSc. Thesis. School of Civil Engineering, Science and Technology, Tehran, Iran.
* Abrahimi, N., Farahani, M., & Sheikh, J. (2015). Pathology of claim management process in design and Build contracts: the case study of oil contracts; Sixth International Conference on Project Management, Istanboul, Turkey.
* Mira, F.A.; Pinnington, A.H. Exploring the value of project Management: Linking project Management efficiency and project success. Int. J. Proj. Manage. 2014, 32, 202–217.
* Kerzner, H.; Kerzner,R. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2017.
* Tonchia, S. Industrial Project Management; Springer: Berlin, Germany, 2018; Available online: https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-662-56328-1#authorsandaffiliationsbook (accessed on 30 December 2018).
* Gamil, Y.; Rahman, I.A. Identification of causes and effects of poor communication in construction industry: A theoretical review. Emerg. Sci. J. 2018. Pophalie, M. Causes of cost overrun in construction. IOSR J. Eng. 2011, 4, 1–7.
* Lu and Liu, R. 2018 a. acute toxicity bioassay of mercuric chloride: an alien fish

from a river. Toxicological & Environmental Chemistry. 92: 169-173.

* Darvik, L.; Larsson, J. The Impact of Material Delivery-Deviations on Costs and Performance in Construction Projects. Master's Thesis, Chalmers University of Technology, Goteborg, Sweden, 2010.
* Julong Deng, JD. (2000). Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex world, McGraw-Hill, NewYork, US.
* Zou, P.X.; Zhang, G. Managing risks in construction projects: Life cycle and stakeholder perspectives. Int. J. Construct. Manag. 2009, 9, 61–77.
* Sadeghi, H., Naseri, A., Shahriari, L. (2013). Examination of the Factors Affecting the Efficiency of Gas Power Plants. Iranian Energy Economics, 2(8), 93-107, In Persian.
* Salehi Taleshi, M., Arbabi, H., Hosseinalipour, M. (2018). Examining the Role of the Project Management Office in Creation of Knowledge Management Infrastructures in Project-Based Organizations of Iranian Oil & Gas Upstream Industry. Journal of Executive Management, 9(18), 37-61, In Persian.
* Masoudnejad, M., Rayati Damavandi, M., Gholampoor Dahaki, S. (2018). Introducing a cost-effective engineering model for increasing productivity indicators. *Management Accounting*, 11(37), 15-27.
* Masoudnejad, M., Rayatid Damavandi, M., Gholampour, S. (2019). A hybrid model for risk assessment in infrastructure projects: the case of small-scale power plants. Asas Journal, 21(54), 41-56, In Persian.

یادداشت‌ها

[1] Engineerind Construction
[2] Engineering Procurement Construction
[3] Plan Do Check Act
[4] Neyestani & Juanzon
[5] Oakland et. al.
[6] Analytic Hierarchy Process
[7] Grey Relational Analysis
[8] Mira & Pinnington
[9] Program Evaluation and Review Technique
[10] Critical Path Method
[11] Graphical Evaluation and Review Technique
12 Darvik, L.; Larsson
[13] Kerzner, H.; Kerzner,R
[14] Force Majeure
[15] Tonchia
[16] Gamil & Rahman
[17] Pophalie
[18] Lu and Liu
[19] Statistical Package for the Social Sciences
[20] Julong Deng
[21] Zou & Zhang
[22] Cronbach's Alpha
[23]Robbinson
[24] Expert Choice
[25] Weight Factor