



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

بیمان نیایش نیا^۱

مرتضی رعیتی دماوندی^۲

سیروس غلامپور^۳

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۳/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۱/۱۸

چکیده

در اغلب پروژه‌های اجرایی، تغییرات و دوباره کاریها به یکی از اصلی‌ترین ریسک‌های این عرصه تبدیل گردیده است، بدین سبب ارائه مدل مدیریت هزینه جهت ثبت، ارزیابی کنترل و مدیریت تغییرات می‌تواند نقشی مهم 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 جمع‌آوری گردیده که نتیجه آن یافتن ۱۶ مورد از تاثیرگذارترین تغییرات موثر بر هزینه پروژه‌های EC حوزه صنعت نفت می‌باشد. سپس بر اساس الگو مدیریت هزینه تغییرات ارائه 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- دانشجوی 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 به دلیل 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^۱ 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 قراردادهای EC^۲ و یا EPC^۳ متداول گردیده است. همچنین با توجه به ویژگی قراردادی پروژه‌های EC که سابقه چندان طولانی مدتی در ایران ندارند، امکان وجود آمدن تضاد نگرش‌ها 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 عالییه 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^۴ 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^۴، 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^۵، ۲۰۱۷).

از آنجائیکه تغییرات در پروژه‌های اجرایی کشور بسیار متداول می‌باشند، از این رو در این پژوهش پس از بررسی و تحلیل محتوای ادبیات، مدارک و مستندات مرتبط با تغییرات در پروژه‌های 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

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 نمودن تغییرات قبلی متناسب 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^۸، 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 (کبیری، فر، 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^۹، ۲۰۱۴).

تعریف خواهد شد. همچنین با استفاده از روش ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی AHP^۶ و تحلیل رابطه خاکستری GRA^۷ به عنوان یک روش تلفیقی تصمیم‌گیری 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 به‌کارگیری 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 نشأت 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 در قراردادهای 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 در خصوص محدوده واقعی پروژه و اختلاف آن با زمان انعقاد قرارداد، ادعا در محدوده را

Microsoft Project Primavera و موارد دیگر استفاده شده است (دارویک و لارسن^{۱۲}، ۲۰۱۰).
به طور کلی، برنامه ریزی و کنترل پروژه یک ضرورت مورد نیاز برای تمامی پروژه های صنعتی و عمرانی می باشد. برنامه ریزی تکنیکی است که مشخص می کند چه وظایفی باید در چه زمانی شروع و به اتمام برسد، منابع مورد نیاز (نیروی کار، مواد، مصالح، ابزار، ماشینت آلات و تجهیزات) را مشخص می نماید و زمان مورد نیاز به آنها را تعیین می کند. در ضمن، تاخیر در اجرای فعالیتها یا عقب ماندگی از برنامه می تواند مدت کلی پروژه را به تأخیر بی اندازد، یک کار خاص را انجام دهند و یا آن فعالیت می بایست 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 انجام شده مهمترین عوامل موثر در ناکارآمدی پروژه که قابل کنترل و غیر قابل کنترل می باشد در جدول ۱ نشان داده شده است (کرنزر اچ و کرنزر آر^{۱۳}، ۲۰۱۷).

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

زمان، هزینه و کیفیت سه عنصر اساسی اجرای پروژه می باشند که بعنوان مثلث حیاتی پروژه ها نامیده می شوند. 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 ملاحظه ای به پروژه تحمیل می نمایند (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 می باشد. برنامه ریزی و کنترل پروژه در عمل توسط مدیران پروژه انجام می شود و شامل اندازه گیری مداوم پیشرفت پروژه و انجام اقدامات اصلاحی می باشد. در چند دهه گذشته چندین تکنیک برنامه ریزی و کنترل پروژه نظیر نمودار گانت، تکنیک ارزیابی برنامه و بررسی (PERT^{۱۰})، روش مسیر بحرانی (CPM^{۱۱}) و ارزیابی گرافیکی (GERT^{۱۱}) مطرح گردیده است. همچنین از تکنیکها و نرم افزارهایی مانند

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

عوامل موثر	
۱،۱ ناکافی بودن بررسی اولیه و یا 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 گیری ها و شرایط کار	۱. کنترل پذیر
۲،۱ شکست در روش های برون سپاری ۲،۲ مسائل زیست محیطی ۲،۳ محدودیت های بین المللی و تحریم ۲،۴ حوادث غیر مترقبه و فورس ماژور ^{۱۴}	۲. غیر قابل کنترل

تجربه و یا ناآگاه، بی ثباتی اقتصادی نیز میتوانند از علل ایجاد هزینه مضاعف بر بودجه پروژه باشند (تونچیا^{۱۵}، ۲۰۱۸).

علاوه بر موارد بیان شده قبلی، مواردی نظیر انتخاب اشتباه پیمانکاران، ناکارآمدی مدیریت سایت، مشکلات مربوط به پیمانکاران فرعی، پرسنل کم

(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 نفتخیز جنوب، 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 می‌باشند. البته با توجه به محدودیت دسترسی به خبرگان مرتبط، نمونه مناسب با استفاده از نمونه گیری غیر تصادفی 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 هزینه‌ای 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 از آن، آزمون پایلوت پرسشنامه انجام و فرم توسعه یافته پرسشنامه بدست می‌آید. پرسشنامه تدوین شده شامل عوامل مؤثر بر تغییرات و دوباره کاری‌های 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

همچنین طالع‌ات زیادی در زمینه بررسی هزینه‌های ناشی از حوادث و تاثیر آن بر بهره‌وری صورت پذیرفته و غالباً از بهای تمام شده برای محاسبه هزینه‌های مربوط به ایمنی در محیط کار استفاده شده و معمولاً 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 پروژه‌های EC 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 مبنای 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، بکار گرفته‌اند 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 رحمان، ۲۰۱۸، ۱۶).

روش‌های تصمیم گیری چند معیاره می‌توانند برای تشخیص و شناسایی معیار ارزیابی کمی و کیفی بکار روند و روش‌های AHP و GRA طی سال‌های اخیر به صورت گسترده‌ای در تحقیقات آکادمیک مورد استفاده قرار گرفته‌اند. پوفالی^{۱۷} 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^{۱۸}

۱۶ مورد مرتبط با تغییرات اثرگذار بر هزینه در این پروژه‌ها بوده‌است. سپس با بررسی و تحلیل این تغییرات و براساس تجمیع نظرات خبرگان با استفاده از روش ترکیبی تصمیم‌گیری چند معیاره تحلیل سلسله مراتبی AHP و تحلیل رابطه خاکستری GRA ارزیابی، وزن دهی و رتبه بندی خواهد شد. در شکل (۱) روش انجام تحقیق بیان شده است.

منظر روش تحقیق بر مبنای آماری و استفاده از نرم افزارهای آماری^{۱۹} SPSS و سپس رتبه بندی و تحلیل بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ترکیبی می‌باشد. از این رو در این تحقیق نخست با استفاده از مطالعات بر روی منابع و مصاحبه با خبرگان و بررسی اسناد و مدارک مرتبط با تغییرات اثرگذار بر هزینه در چندین پروژه EC در حوزه صنعت نفت، اطلاعات مربوطه جمع‌آوری گردیده که نتیجه آن یافتن



شکل (۱): ساختار روش تحقیق

این پژوهش قرار گرفت. با توجه به موارد فوق و به منظونظام مند سازی رویکرد بر خورد با تغییرات حادث شده در پروژه‌های اجرایی EC، مدل و الگوی ابتکاری زیر جهت استفاده کارفرمایان، پیمانکاران و مشاوران ارائه می‌گردد:

۳-۲- ساختار مدیریت تغییرات و ارائه الگوی تغییرات

در این تحقیق بعد از جمع آوری داده‌ها و تجزیه و تحلیل محتوای آنها، الگو مدیریت تغییرات بسط می‌یابد که نشان دهنده الگو جامع از مدیریت تغییرات می‌باشد. لازم به ذکر است این الگو در اختیار تعدادی از خبرگان قرار گرفت و بعد از تأیید موارد مبنای ادامه



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

۳-۳- روش تحقیق

جامعه آماری این تحقیق سازمان‌های فعال در پروژه‌های EC حوزه نفت کشور منجمله شرکت ملی نفت ایران، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب، شرکت پخش و پالایش، واحدهای بهره‌برداری، مجری طرح‌های نفت و گاز، شرکت‌های پیمانکاری و مهندسی و مشاوران فعال در صنعت نفت بوده‌اند. شرایط خبرگی عبارت است از کارشناسان و مدیران 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 هر یک از عوامل تغییرات اقدام گردید.

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

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 رابطه‌ای خاکستری ارائه شده توسط دنگ ارائه گردیده است (ژون و ژانگ، ۲۰۰۹):

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

گزینه ایده‌آل مثبت $A^+ = \{(\max V_{ij} | j \in J), (\min V_{ij} | j \in J') | i = 1, 2, \dots, m\}$
 گزینه ایده‌آل منفی $A^- = \{(\min V_{ij} | j \in J), (\max V_{ij} | j \in J') | i = 1, 2, \dots, m\}$

فاصله گزینه i ام از ایده‌آل مثبت $d_{i+} = \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2 \right\}^{0.5} \quad i = 1, 2, \dots, m$

فاصله گزینه i ام از ایده‌آل منفی $d_{i-} = \left\{ \sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2 \right\}^{0.5} \quad i = 1, 2, \dots, m$

که در آن:

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

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

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

(d) $\Delta_{\min.} = \bigvee_{j \in i}^{\min.} \bigvee_k |x_0(k) - x_i(k)|^*$
 $\Delta_{\max.} = \bigvee_{j \in i}^{\max.} \bigvee_k |x_0(k) - x_i(k)|$

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

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

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

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

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

$$\sum_{k=1}^n \beta_k = 1$$

که در آن β_k وزن هر عامل و می‌باشد.

(۲). β_k : ضریب تشخیص
 که در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته‌اند، از طریق فرآیند زیر تعیین می‌شوند:

ابتدا، عوامل ارزیابی که بیش از این در متون و ادبیات گذشته در نظر گرفته شده‌اند انتخاب می‌شوند و سپس عوامل انتخاب شده توسط متخصصین و خبرگان فعال در شرکت‌های نفتی کارفرمایی، مشاور و پیمانکاری مورد بررسی و و موارد اصلی و موثر انتخاب و مورد تایید قرار گرفته‌اند. تمامی ۱۶ معیار انتخابی در دو بخش (فاز) طراحی و مهندسی E:Engineering و ساخت و اجرا C:Construction طبقه بندی می‌گردند (جدول شماره ۲).

هدف اصلی Δ_{0i} و Δ_{max} تعدیل تفاوت میان می‌باشد. در حالیکه Δ_{0i} می‌تواند هر مقدار مطلوبی را به خود اختصاص دهد، معمولاً مقدار ۰٫۵ را می‌گیرد. این امر در یک برهان ریاضی حاکی از آن است که یک تغییر در مقدار Δ_{0i} 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

جدول (۲): اصلی‌ترین شرایط ایجاد تغییرات اثرگذار بر هزینه در پروژه‌های 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
مرحله ساخت و اجرا C	ضعف در دریافت اطلاعات کافی و دقیق در دوره مناقصه
	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

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 مراتبی AHP 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 معیارهای 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 ساخت و اجرا به میزان ۰/۴۰۹ در معیارهای موثر بر تغییر هزینه پروژه موثر می‌باشد.

شده، پرسشنامه‌های تنظیمی میان خبرگان انتخاب شده توزیع گردید و پس از بازگشت پرسشنامه‌های 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 فیما بین 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 شرکت‌های پیمانکاری و ۳۱٪ نیز مربوط به شرکت‌های 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 ویژگی‌های پاسخ دهندگان

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

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 قسمت‌های

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

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

تحلیل GRA

نهایت ضرایب GRA به دست می آید و درجه GRA از ضرب ضرایب GRA در اوزان AHP حاصل می گردد. موارد به دست آمده برای هر یک از تغییرات شناسایی شده را جهت مقایسه و رتبه بندی در هر بعد در جدول شماره ۵ ثبت گردیده است. نتایج حاکی از آن است که بخش طراحی و مهندسی (E) بیشترین میزان تاثیر بر هزینه تغییرات را به خود اختصاص داده است و بخش ساخت و اجرا (C) در رتبه بعدی قرار دارد.

در اجرای تحلیل رابطه ای خاکستری در این تحقیق، ابتدا از داده ها برای محاسبه مقدار میانگین کلی رضایت پاسخ دهندگان از هر یک از معیارها استفاده گردیده است، سپس ماتریس مربوطه تشکیل و میزان رضایت از هر یک از معیارهای ارزیابی را نرمال سازی نموده و از مقادیر نرمال شده برای انجام محاسبات سری افتراقی استفاده گردیده است. سپس حدبالا و حدپایین بهترین معیار ارزیابی انتخاب و در

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

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

وزن کلی W.F25	C	E	معیار ارزیابی
۰,۰۶۶	۱,۰۰۰	۰,۷۴۸	ضعیف در برنامه ریزی و کنترل پروژه در هنگام اجرا
۰,۰۴۲	۱,۰۰۰	۰,۶۳۰	عدم بررسی قرارداد پروژه در حین اجرا (دوباره کاری پیمانکار)
۰,۰۳۶	۱,۰۰۰	۰,۵۸۲	کیفیت پایین مصالح و مواد مصرفی
۰,۰۷۸	۱,۰۰۰	۰,۷۹۷	تورم و نوسانات قیمت ها
۰,۰۲۴	۱,۰۰۰	۰,۵۱۰	نظارت ضعیف کارگاه و سایت توسط کارفرما
۰,۰۱۸	۱,۰۰۰	۰,۵۰۰	حوادث غیر مترقبه محیطی، جوی و سیاسی
۰,۰۸۴	۱,۰۰۰	۰,۸۵۵	مشکل در راهاندازی بدلیل عدم کیفیت اجرای و ضعف پیمانکار
۰,۰۱۲	۱,۰۰۰	۰,۴۸۵	مغایرت شرایط پروژه با شرایط اعلامی در مناقصه
	۰,۸۷۵۵	۰,۹۱۷۸	شاخص GRA
	۲	۱	رتبه بندی مرتبه

۵. نتیجه گیری

اگرچه تعدادی از محققان برخی از دلایل ضعف در اجرای پروژه‌های صنعتی و عمرانی در ایران را مورد بررسی قرار داده‌اند، ولیکن در شناسایی، طبقه بندی، اولویت بندی 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 با توجه به ذینفعان و منابع درگیر در آن نقش اقتصادی قابل توجهی را برای هر کشور دارد، فقدان مدیریت، برنامه ریزی و کنترل هزینه می‌تواند باعث شکست پروژه گردد. این پژوهش بر مبنای مطالعات انجام شده با هدف شناسایی و اولویت بندی تغییرات مؤثر بر هزینه و بودجه پروژه با توجه 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 نقشه‌ها 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 نقشه‌ها، مغفول ماندن بخشی از پروژه در طراحی و محاسبات مهندسی، مشکل در راه اندازی بدلیل اجرای بی کیفیت 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.

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 and Analysis 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.
- * Abrahami, 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, Istanbul, 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

این مطالعه جهت ارزیابی و مدیریت هزینه تغییرات پروژه های EC در حوزه صنعت نفت بر روی ۱۶ معیار اصلی ایجاد کننده تغییرات مالی و هزینه‌ایی در دو بخش (فاز) طراحی-مهندسی و ساخت-اجرا با مدل ترکیبی AHP و GRA انجام پذیرفته است. رتبه بندی GRA نشان داد که بخش طراحی و مهندسی (E) بیشترین تاثیر را در تغییرات موثر بر هزینه با شاخص ۰/۹۱۷۸ به خود اختصاص داده است و پس از آن بخش ساخت و اجرا (C) با شاخص ۰/۸۷۵۵ در رتبه بعدی قرار دارد.

نتایج حاصل از این تحقیق قابل استفاده برای کلیه ذینفعان پروژه اعم از کارفرمایان، برنامه ریزان، مشاوران و پیمانکاران حوزه صنعت نفت و انرژی و بویژه شرکت ملی نفت ایران، شرکت پخش و پالایش و شرکت مناطق نفتخیز جنوب خواهد بود و شرکت های مذکور می توانند با استفاده از مدل ارائه شده در این تحقیق نسبت به ارزیابی، وزن دهی، اولویت بندی و مدیریت هزینه تغییرات ایجاد شده اقدام نمایند. نتایج حاصل از این تحقیق قابل استفاده برای کلیه ذینفعان پروژه خواهد بود و شرکت های مذکور می توانند با استفاده از الگو و مدل ارائه شده در این تحقیق با تغییرات ایجاد شده در پروژه های EC حوزه صنعت نفت برخورد نمایند و بر اساس الگوی ارائه شده تغییرات ایجاد شده را آنالیز، بررسی رتبه بندی و مدیریت نمایند.

در این مقاله مدل مدیریت هزینه تغییرات بر روی بخشهای اصلی پروژه های EC متمرکز شده است زیرا این عوامل به منظور ارزیابی موفقیت پروژه، برای ذینفعان پروژه ملموس تر هستند. با این حال، جهت توسعه تحقیقات آتی عواملی مانند ایمنی، زمان، کیفیت و رضایتمندی نیز می توانند به عنوان اقدامات پیشنهادی جهت مدیریت تغییرات و اثرات آن بر اهداف پروژه مورد بحث قرار گیرند.

یادداشت‌ها

- ¹ Engineering 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

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., Gholampour 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.