نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید

IERPS نشریه پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید

ISSN: 2345-2269

سال ششم، شماره سیزدهم، پاییز و زمستان ۱۳۹۷، صفحه ۱۹۵-۲۱۵

www.ier.basu.ac.ir

DOI: 10.22084/ier.2019.17566.1797

تحلیل ویژگی‌های کلیدی کیفیت در پروژه‌های خطوط انتقال گاز با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری

رسول نورالسناء[۱،*]، مجید چگنی[۲]

۱. استاد گروه مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

۲. دانشجوی دکترای مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

دریافت ۱۳۹۷/۰۸/۰۵

پذیرش ۱۳۹۷/۱۱/۳۰

کلمات کلیدی:

سازه

عنصر

پروژه‌های انتقال گاز

مدل‌سازی معادلات ساختاری

خلاصه

امروزه اجرای پروژه برای تحرک و پویایی و توسعه و همچنین برای ضمانت بقای سازمان‌ها ضروری است. از آنجا که محیط همواره در حال تغییر است لذا به دلیل مطالبات مشتریان و هم‌زمان با افزایش پیچیدگی پروژه‌های صنعتی رشد مفاهیم کیفیت نیز مورد توجه قرار گرفته است. این مقاله بر تحلیل ویژگی‌های کلیدی کیفیت در پروژه‌های خطوط انتقال گاز با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری گاز متمرکز شده است و قادر می‌سازد تا یک روش در بهبود کیفیت ساخت در این نوع پروژه‌ها صورت گیرد. در این راستا ویژگی‌های (سازه‌های) کیفیت استخراج شده از تحقیق در۶ عنصر با کیفیت‌ترین پروژه؛ بی‌کیفیت‌ترین پروژه؛ پروژه با کیفیت بالا؛ پروژه با کیفیت پایین؛ پروژه با کیفیت؛ پروژه با کیفیت ایده آل و با استفاده از ابزار تحلیل آماری لیزرل بر روی داده‌های پژوهش، تحلیل عاملی تأییدی انجام گرفت و با استفاده از اس پی اس اس سازه‌های کیفیت طبقه‌بندی شد. در ادامه با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری سازگاری کل مدل مفهومی مورد برازش قرار گرفت. با توجه به تفسیر نتایج کلیه سازه‌ها تأثیر معناداری بر کیفیت پروژه‌های انتقال گاز دارند همچنین از مدل‌سازی معادلات ساختاری و بار عاملی، نمایندگان طبقات شامل ویژگی‌های تأمین الزامات، یکپارچگی، انعطاف‌پذیری، تخصص گرایی، پیوستگی، کم‌مصرفی، آینده‌نگری، کفایت اسناد و مدارک، تکنولوژی گرایی، انطباق با استاندارد، نظارت و کنترل مؤثر و زیبایی معماری تأسیسات، انتخاب گردیدند. پرواضح است که برای رسیدن به کیفیت مطلوب در اجرای پروژه‌ها توجه به این ویژگی‌ها مفید می‌باشد گرچه توجه به همه سازه‌ها می‌تواند منجر به موفقیت پروژه شود.

۱- مقدمه

بر اساس نظر باکارینی [۱] مدیریت پروژه موفق بر روی فرآیندهای پروژه مخصوصاً اجرای موفق زمان، هزینه و کیفیت تمرکز می‌کند و ازآنجا که کیفیت یکی از اهداف سه‌گانه مثلث مدیریت پروژه محسوب شده و هرگونه تغییر در محیط پروژه از ویژگی‌های کیفیت تأثیر می‌پذیرد لذا ویژگی‌های کیفیت سهم منحصربه‌فردی در موفقیت پروژه دارد از این رو، نیاز به بررسی نقش، رفتار و تأثیر هر کدام از ویژگی‌های کیفیت ضرورت دارد.

از طرفی فقدان پایه‌های تئوریک مناسب برای به‌کارگیری ویژگی‌های کیفیت برای ارزیابی اصول مدیریت کیفیت در پروژه‌های ساخت می‌تواند از دلایل مهم در شکست پروژه‌ها محسوب شود.

* نویسنده مسئول: رسول نورالسناء

تلفن: ۷۳۲۲۵۰۱۷-۰۲۱؛ پست الکترونیکی: rassoul@iust.ac.ir

همچنین ارتقاء درک و سطح آگاهی مدیران و عوامل پروژه از الزامات کیفیت، نقش مهمی در رعایت اصول کیفیت برای کاربردی نمودن این مفهوم مهم شده و موجبات ارزیابی مؤثر و قابل اعتماد را فراهم می‌سازد. به همین دلایل برای تحرک و پویایی پروژه‌های ساخت، نیاز به ایجاد، توسعه و بهسازی مفاهیم بنیادی به‌ویژه باز تعریف کیفیت می‌باشد.

در همین راستا اصول توسعه مفهوم کیفیت در پروژه‌های ساخت خطوط لوله مانند سایر پروژه‌های ساخت در همه مراحل مشخص و مستند از طراحی، انتخاب مسیر، تدارکات، ساخت‌وساز خط لوله، تست و راه‌اندازی و بهره‌برداری، تمرکز بر به حداقل رساندن خرابی، دوباره‌کاری، بهبود انطباق با مشخصات و حفظ انطباق با استانداردها برای الزامات عملکردی ایجاد شده به منظور به حداقل رساندن خطاها در پروژه می‌باشد. در یک پروژه خط لوله، در حالی که اجماع بر روی اهمیت کیفیت در پروژه وجود دارد شناسایی و طبقه‌بندی ویژگی‌های کیفیت یک چالش در به دست آوردن درک بهتر از مسائل کیفیت که مدیران پروژه‌ها با آن‌ها روبرو هستند می‌باشد.

در این مطالعه با استفاده از نرم‌افزار لیزرل سازه‌ها (ویژگی‌های کیفیت) در شش عنصر با کیفیت‌ترین پروژه، بی‌کیفیت‌ترین پروژه، پروژه با کیفیت بالا، پروژه با کیفیت پایین، پروژه با کیفیت متوسط و پروژه با کیفیت ایده آل طبقه‌بندی و اولویت‌بندی می‌شوند و با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی، روایی و سازگاری سازه‌های مورد مطالعه از طریق داده‌های جمع‌آوری شده مورد بررسی قرار گرفته و سپس در این طبقات مهم‌ترین سازه‌های تأثیرگذار در افزایش کیفیت پروژه‌های انتقال گاز که بار عاملی بالاتری در طبقه دارند شناسایی می‌شوند. هم‌چنین در ادامه با استفاده از مدل معادلات ساختاری، سازگاری کل مدل مفهومی مورد برازش قرار می‌گیرد. و نهایتاً نتایج و پیشنهادهایی جهت توسعه‌ی تحقیقات آتی ذکر می‌شود.

۲- مرور ادبیات

۲-۱- عوامل مؤثر بر کیفیت در پروژه‌های ساخت

در ابتدا جایگاه و اهمیت کیفیت در پروژه‌های ساخت را بررسی می‌کنیم. لستر [۲] در تعریف پروژه بیان می‌کند که یک پروژه دارای یک نقطه شروع و پایان قطعی است و باید اهداف مشخص شده قطعی را محقق نماید. این اهداف نیازمند هستند که از طریق سه معیار اساسی تحقق یابند.

الف) پروژه باید در زمان مشخص پایان یابد.

ب) پروژه باید در هزینه و بودجه پیش‌بینی شده کامل شود.

ج) پروژه باید با الزامات کیفیت تعیین شده مطابقت داشته باشد.

این معیارها می‌تواند به‌صورت گرافیکی توسط مثلث مدیریت پروژه نشان داده شود. در همین خصوص نیز تور و اوگانلانا [۳] اشاره می‌کنند که اندازه‌گیری‌های معمول یا به اصطلاح مثلث آهن، هزینه، کیفیت و زمان، شاخص عملکرد برتر[1] در پروژه‌های ساختمانی بوده است. در عین‌حال چان [۴] معتقد است در مقابل زمان و هزینه، کیفیت ساخت‌وساز نمی‌تواند به آسانی اندازه‌گیری و تعیین شود و ارزیابی آن نسبتاً ذهنی است. تواکلی و ماروزکی [۵] تأکید کردند که برای صنعت ساخت‌وساز تمرکز بر مدیریت کیفیت نه‌تنها باید در مرحله ساخت‌وساز باشد بلکه کیفیت جامع[2] در طول عمر پروژه وجود دارد. ماکولساواتودام و همکاران [۶] در اهمیت نظارت بر کیفیت در پروژه‌ها معتقدند این عامل حیاتی به عنوان یک عنصر ضروری مشاهده می‌شود زیرا ناظران مسئول نظارت و اجرای آن هستند، کنترل‌ها کلید مناسب برای اطمینان از این که کیفیت تولید مطابق با مشخصات مشخص شده است و بسیاری از مطالعات قبلی نتیجه گرفتند که این یک عامل حیاتی است که بر بهره‌وری در صنعت ساخت‌وساز تأثیر می‌گذارد. آتالا و همکاران [۷] کیفیت و ایمنی را دو موضوع خاص می‌دانند که باید در قرن ۲۱ در اولویت ساخت‌وساز قرار گیرند.

براوی [۸] کیفیت را در یک سناریو پروژه، به‌عنوان منطق قانونی[3] زیبایی شناسی[4] و نیازهای عملیاتی[5] معرفی می‌نماید.

در جدول ۲۰ (پیوست ۱) به تعدادی از عوامل مهم در ارتقاء کیفیت پروژه‌های ساخت از جمله قرارداد، سیستم مدیریت کیفیت، طراحی، نیروی انسانی، اخلاق، کیفیت فرآیند، توانایی پیمانکار و مواد مناسب که توسط تعدادی از محققین مورد تأکید قرار گرفته است اشاره شده است.

۲-۲- تعریف ویژگی‌های کیفیت

کیفیت از جمله واژه‌هایی است که علیرغم قدمت آن از تعریف مشخص و یکسانی نزد همگان برخوردار نیست. مروری بر ادبیات موجود حاکی از آن است که کیفیت از مناظر مختلف می‌تواند توصیف شود. در تعریف ایزو ۲۰۰۵ [۹]، کیفیت درجه‌ای از مجموعه ویژگی‌های ذاتی یک محصول است که نیاز مشتری را برآورده می‌کند. هاتوش [۱۰] نیز کیفیت را به‌عنوان مجموعه‌ای از ویژگی‌های مورد نیاز یک محصول یا خدمات برای برآوردن نیازهای خاص تعریف می‌کند.

از طرفی موسسه استاندارد انگلیس [۱۱] کیفیت محصولات و خدمات را به‌عنوان مجموعه‌ای از ویژگی‌ها و خصوصیات که توانایی برآورده کردن رضایتمندی و یا نیازهای ضمنی را دارد تعریف می‌نماید. همچنین بهترین قابلیت، بهترین کیفیت مواد، بالاترین طرح قابل اطمینان، بالاترین طراحی دوام، بهترین محصول و یا معتبر را نیز به عنوان مهم‌ترین ویژگی‌ها نام می‌برد.

در خصوص اهمیت شناختن ویژگی‌های کیفیت داویس و همکاران [۱۲] اشاره می‌کنند که کیفیت را می‌توان از نظر

1. Dominating performance indicator
2. Total quality
3. Meeting the legal
4. Aesthetic
5. Functional

ویژگی‌های تشکیل دهنده آن تعریف کرد، شکست کیفیت (تجزیه و تحلیل) به ویژگی‌ها، اجازه می‌دهد تا اجزاء قابل اندازه‌گیری از اجزاء ذهنی جدا شده و موجب تسهیل در اندازه‌گیری همه ویژگی‌ها را فراهم آورد. وی همچنین معتقد است کیفیت را می‌توان به عنوان تطابق با الزامات تعریف کرد.

کارنا و همکاران بیان می‌کنند که عوامل کیفیت و همکاری آن‌ها اثر قوی بر کل رضایت دارند بنابراین فاکتورها می‌توانند به‌عنوان مبنایی برای بهبود کلی رضایت استفاده شوند [۱۳].

بری و همکاران [۱۴] ابعاد کیفیتی قابلیت اطمینان[1]، پاسخ‌دهی[2]، اطمینان[3]، یکدلی[4] و لمس پذیری[5] را در کیفیت خدمات پیشنهاد می‌دهند. ایزو ۸۴۰۲ [۱۵] کیفیت را به عنوان درجه تعالی[6]در یک محیط رقابتی تعریف می‌کند، مانند قابلیت اطمینان، تعمیر پذیری[7]، قابلیت نگهداری[8] و یا حتی ویژگی‌های فردی[9] معرفی می‌کند. گرالدی و همکاران [۱۶] با هدف توسعه مفهوم کیفیت، پژوهشی در حوزه پروژه‌های فناوری اطلاعات انجام دادند.در این تحقیق ویژگی‌های تعهد به کیفیت[10]، توانمندسازی[11]، جامعیت و شفافیت[12]، یکپارچگی[13]، سازگاری[14]، تحقق الزامات[15]، انطباق با استانداردها[16] و ارزش‌افزوده[17] را معرفی نمودند.

در جدول ۲۱ (پیوست ۲) تعاریف بخشی از ویژگی‌های کیفیت را که در پروژه‌های ساخت‌وساز کاربرد دارد ارائه شده است.

۲-۳- ویژگی‌های کیفیت در یک پروژه ساخت

پرواضح است که کیفیت می‌تواند بر دستاوردها و نتایج پروژه‌های ساخت تأثیر گذاشته و موفقیت پروژه را در پی داشته باشد. از جمله این تأثیرات می‌توان به عملکرد، رضایت مشتری، توسعه بازار و قابلیت‌ها، افزایش بهره‌وری و سودآوری اشاره نمود. با توجه به کارکردهای کیفیت در پروژه‌های ساخت و تأکید محققین بر این که طیف وسیعی از ویژگی‌های کیفیت در دو بعد عملکرد و رضایتمندی می‌تواند توصیف شود. در ادامه این دو بعد مهم توضیح داده می‌شود.

۲-۳-۱- عملکرد

عملکرد عبارت است از مشخصات عملیاتی و کارکردی اولیه و اصلی محصول [۱۷]. تحقیق روزنفلدز [۱۸] نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در کیفیت یک استراتژی ارزشمند است و منجر به مزایای متعددی می‌شود. وی نتیجه می‌گیرد که نسبت سود مستقیم به سرمایه‌گذاری از لحاظ صرفه‌جویی در شکست‌های داخلی و خارجی که ممکن است در صورت عدم وجود کیفیت رخ دهد ۲ به ۱ یا بیشتر است. اولاولیووا [۱۹] هشت عامل کیفیت، هزینه، زمان، ایمنی،رضایت شرکت‌کنندگان، رضایت کاربر، عملکرد محیطی و ارزش تجاری/سودآوری را به عنوان شاخص‌های کلیدی عملکرد برای دستیابی به موفقیت پروژه بیان می‌کند. فریمپونگ و همکاران [۲۰] تأکید می‌کنند که در اجرای پروژه‌های صنعتی یک پروژه موفق به این معنی است که این پروژه عملکرد فنی خود را هزینه کیفیت[18] انجام داده است، برنامه خود را حفظ کرده و در هزینه بودجه[19] قرار دارد. در همین خصوص چان [۲۱] اشاره می‌کند که فریمن و بیلی تعریف عملکرد فنی را به محدوده[20] و کیفیت توسعه دادند. سانگ و لی معتقدند [۲۲] مشخصات فنی در زیرگروه کیفیت گروه بندی می‌شود و برای رسیدن به هدف کنترل کیفیت در پروژه‌های ساختمانی، عواملی مانند کیفیت، برنامه[21] و هزینه باید در نظر گرفته شود تا موفقیت پروژه به دست آید. در اهمیت عملکرد، جی ها [۲۳] بیان می‌کند که گروه عملکردی[22] برای همه ذی‌نفعان مهم است زیرا پیامد کیفیت ضعیف می‌تواند از دست دادن بهره‌وری، هزینه‌های اضافی بابت دوباره‌کاری، تعمیر و در نهایت اعتبار باشد.

۲-۳-۲- رضایتمندی[23]

بارت [۲۴] مشاهده کرد که کیفیت در ساخت‌وساز می‌تواند به‌عنوان رضایت یک طیف وسیعی از معیارهای عملکرد نگاه داشته شده توسط یک تعامل میزبان ذی‌نفعان و تعدادی از مکانیسم‌های متعهد شده باشد. همچنین وی تأکید کرد که رضایت مشتری، اندازه‌گیری نهایی ساخت‌وساز است و تنها در صورتی می‌تواند به دست آید که شرکت‌های ساخت‌وساز جهت‌گیری‌های بیرونی قوی را به منظور رسیدگی به طیف وسیعی از ابعاد کیفیت که بر مشتری تأثیر می‌گذارد به دست آورد. سانویدو [۲۵] معتقد است کیفیت پروژه‌های ساخت و نیز موفقیت پروژه می‌تواند به عنوان تحقق انتظارات یعنی رضایتمندی مشارکت کنندگان درگیر در آن پروژه در نظر گرفته شود. اندرسون [۲۶] اشاره می‌کند که هنگامی که کیفیت برای ارزیابی مبهم و یا دشوار است، انتظارات یک نقش بیشتری را در تعیین رضایت دارد. همچنین کیفیتی که کمتر از انتظارات است یک تأثیر بیشتری در رضایت و بازپرداخت قصد نسبت به کیفیتی که بیشتر از رضایت است. فورسیت [۲۷] در خصوص ارتباط رضایتمندی با کیفیت خدمات خاطرنشان می‌سازد

1. Reliability
2. Responsiveness
3. Assurance
4. Empathy
5. Tangibles
6. Degree of excellence
7. Serviceability
8.Maintainability
9. Individual characteristics
10. Commitment in quality
11. Enabling capability
12. Completeness and clarity
13. Integration
14. Adaptability
15. Meeting requirement
16. Compliance
17. Value adding
18. Quality cost
19. Budgetary cost
20. Scope
21. Schedule
22. Performance group
23. Satisfaction

که در حقیقت مدل الیورز در مورد یک پروژه ساختمانی مورد آزمایش قرار گرفته است که در آن مشخص شد که حوادث خدمات، کیفیت خدمات و رضایت مشتری در هر مرحله از ساخت‌وساز به هم متصل‌اند.

همان‌گونه که در نقطه نظرات محققین ملاحظه شد کیفیت شامل ابعاد مختلف و طیف وسیعی از ویژگی‌ها است. شناسایی و توجه به این ویژگی‌ها می‌تواند در موفقیت پروژه‌های ساخت مؤثر باشد.

در همین راستا این مطالعه در صدد است با طبقه‌بندی و اولویت‌بندی ویژگی‌های کیفیت حاصل از تحقیق [۲۸]، در برنامه ریزی برای ارتقاء کیفیت در پروژه‌های ساخت خطوط لوله انتقال گاز گامی مؤثر بردارد. شایان ذکر است با مرور ادبیات ملاحظه گردید که تاکنون تحقیقی به طور مستقیم در حوزه مورد بحث صورت نگرفته است و این مقاله به نوبه خود به‌عنوان نوآوری در موضوع مطرح می‌گردد.

۳- روش پژوهش

۳-۱- جمع آوری داده

در این مقاله از داده‌های به دست آمده در پژوهش توسعه مفهوم کیفیت در پروژه‌های انتقال گاز [۲۸] استفاده شده است (جدول ۱). در مطالعه تجربی یاد شده به منظور به دست آوردن ویژگی‌های کیفیت در پروژه‌های خطوط انتقال گاز با استفاده از نظریه شخصی جرج کلی و به‌کارگیری تکنیک شبکه مخازن از ۲۰ نفر از مدیران و مسئولین درگیر در این پروژه‌ها مصاحبه به عمل آمده است. در این تحقیق از مصاحبه شوندگان درخواست شده است نقطه نظرات خود را در خصوص کیفیت در ۶ موقعیت ۱- با کیفیت‌ترین پروژه، ۲- بی‌کیفیت‌ترین پروژه، ۳- پروژه با کیفیت بالا، ۴- پروژه با کیفیت پایین، ۵- پروژه با کیفیت متوسط و ۶- پروژه با کیفیت ایده آل توصیف نمایند. از مجموع این مصاحبه‌ها ۲۷۲ سازه استخراج گردید. در مرحله بعد با استفاده از تکنیک تحلیل محتوا نسبت به جمع‌بندی و ترکیب سازه‌های اولیه اقدام شده و سازه‌های هم‌جنس گروه‌بندی شدند و سازه‌های ثانویه را تشکیل دادند. پس از آن که تحلیل محتوای سازه‌ها و دسته‌بندی آنها در ۴۰ طبقه به اتمام رسید شبکه مخازن که ماتریس مستطیل شکلی است که در آن درجه‌بندی عناصر از ۴۰ سازه ثانویه که در دو طرف این ماتریس قطب‌های مثبت و منفی سازه‌ها قرارگرفته‌اند تشکیل شده است.

۳-۲- روش تحلیل داده‌ها

از آنجا که هدف پژوهش، آزمودن مدل خاصی از رابطه متغیرهایی است که با یکدیگر رابطه علیت دارند از روش تحلیل مدل معادلات ساختاری که یکی از انواع دسته بندی‌های موجود در روش پژوهش همبستگی است استفاده شده است [۲۹]. همچنین در این تحقیق در تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آلفای کرونباخ برای پایایی سازه‌ها، از آماره کلموگروف-اسمیرنوف جهت بررسی توزیع نرمال داده‌ها، از روش تحلیل عاملی تأییدی برای روایی سازه‌ها و نرم افزار لیزرل برای رسم مدل مفهومی استفاده شده است.

۳-۲-۱- پایایی سازه‌ها

در مرحله نخست برای اندازه‌گیری پایایی از شاخصی به نام ضریب پایایی استفاده می‌کنیم. دامنه ضریب پایایی از صفر تا ۱+ است. ضریب پایایی صفر معرف عدم پایایی و ضریب پایایی یک معرف پایایی کامل است. "پایایی کامل" واقعاً به ندرت دیده می‌شود و در صورت مشاهده قبل از هر چیز باید به نتایج حاصل شک کرد. برای محاسبه ضریب پایایی شیوه‌های مختلفی به کار برده می‌شود که معروف‌ترین آنها روش آلفای کرونباخ است [۳۰]. بر اساس فورنل و لارکر [۳۱] در صورتی که آلفای کرونباخ بالاتر از ۰/۷ باشد روایی و پایایی ابزار تحقیق مناسب و قابل قبول می‌باشد. هر چه این مقدار به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد سازه‌ها از پایایی بالاتری برخوردار است.

۳-۲-۲- نرمال بودن توزیع داده‌ها

در این پژوهش از آزمون معتبر کلموگروف- اسمیرنوف جهت بررسی نرمال بودن توزیع متغیرهای اصلی استفاده می‌شود. این آزمون در حالت تک نمونه‌ای به مقایسه تابع توزیع تجمعی مشاهده شده با تابع توزیع تجمعی مورد انتظار در یک متغیر در سطح سنجش فاصله‌ای می‌پردازد. در تفسیر نتایج آزمون، چنانچه مقدار سطح خطای مشاهده شده از ۰/۰۵ بیشتر باشد، در آن صورت توزیع مشاهده شده با توزیع نظری یکسان است و تفاوتی بین این دو وجود ندارد. یعنی توزیع به دست آمده توزیع نرمال است. اما چنانچه مقدار معنی‌داری از ۰/۰۵ کوچک‌تر باشد آنگاه توزیع مشاهده شده با توزیع مورد انتظار متفاوت است و توزیع فوق نرمال نخواهد بود. این آزمون با توجه به فرضیات زیر به بررسی نرمال بودن داده می‌پردازد.

H0: بین فراوانی‌های مشاهده شده و مورد انتظار تفاوت وجود ندارد (توزیع نرمال هست).

H1 : بین فراوانی‌های مشاهده شده و مورد انتظار تفاوت وجود دارد (توزیع نرمال نیست).

۳-۲-۳- تحلیل عاملی تأییدی

یکی از روش‌های معتبر علمی برای مطالعه ساختار داخلی یک مجموعه از شاخص‌ها و اندازه‌گیری روایی سازه، روش تحلیل عاملی تأییدی است که به برآورد بار عاملی و روابط بین مجموعه‌ای از شاخص‌ها و عوامل می‌پردازد. بار عاملی، معرف همبستگی شاخص با عامل مربوطه است و مانند هرگونه همبستگی دیگر تفسیر می‌شود. بر این اساس، هرچه بار یک شاخص در یک عامل بزرگ‌تر باشد، در تفسیر آن عامل باید وزن بیشتری به آن شاخص داده شود [۳۲]. تائید یا رد معناداری بارهای عاملی با توجه به اعداد معناداری (آماره تی) صورت می‌گیرد.در صورتی رابطه تائید می‌شود که تی بزرگ‌تر از ۱/۹۶ و یا کوچک‌تر از ۱/۹۶- باشد که به ترتیب رابطه معنادار مثبت یا منفی می‌شود و نشان می‌دهد که پارامتر مربوطه در سطح ۰/۰۵ تفاوت معناداری با صفر ندارد [۳۳].

جدول (۱): شبکه خزانه جمعی

ردیف	سازه(قطب مثبت)	درجه بندی					سازه (قطب منفی)
۱	انطباق با استانداردها	۵	۱	۴	۲	۳	۵	عدم انطباق با استانداردها
۲	صلاحیت	۴	۱	۴	۲	۳	۵	عدم صلاحیت
۳	طراحی و مهندسی مناسب	۵	۱	۵	۲	۳	۵	طراحی و مهندسی ضعیف
۴	نظارت و کنترل مؤثر	۴	۲	۴	۲	۳	۵	نظارت و کنترل ناموثر
۵	شفافیت	۵	۱	۴	۲	۲	۵	ابهام
۶	انعطاف پذیری	۴	۲	۴	۲	۳	۵	جمود
۷	تعهد	۴	۲	۴	۲	۳	۵	بی‌تفاوتی
۸	اجرای درست	۴	۲	۴	۲	۳	۵	اجرای نادرست
۹	تخصص گرایی	۴	۱	۴	۲	۳	۵	عمومی گرایی
۱۰	تکنولوژی گرایی	۴	۲	۴	۲	۳	۵	سنت گرایی
۱۱	مرغوبیت	۴	۲	۴	۲	۲	۵	نامرغوب
۱۲	همگرایی	۴	۱	۴	۲	۳	۵	واگرایی
۱۳	مسئولیت پذیری	۴	۲	۴	۲	۳	۵	مسئولیت گریزی
۱۴	پیوستگی	۴	۲	۴	۲	۳	۵	از هم گسیختگی
۱۵	عدم دوباره کاری	۴	۲	۴	۲	۳	۵	دوباره کاری
۱۶	رضایتمندی	۵	۱	۴	۲	۳	۵	نارضایتی
۱۷	کم مصرفی	۴	۲	۴	۳	۳	۵	پرمصرفی
۱۸	تأمین الزامات	۵	۱	۵	۱	۳	۵	عدم تأمین الزامات
۱۹	یکپارچگی	۵	۱	۴	۲	۳	۵	عدم یکپارچگی
۲۰	توانمندسازی	۴	۲	۴	۲	۲	۵	عدم توانمندسازی
۲۱	عینیت گرایی	۵	۱	۵	۱	۳	۵	ذهنیت گرایی
۲۲	ارتباطات مؤثر	۴	۲	۴	۲	۲	۵	انزوا
۲۳	آینده نگری	۴	۲	۳	۲	۲	۵	حال نگری
۲۴	مشارکت	۴	۱	۴	۲	۳	۵	عدم مشارکت
۲۵	ایمنی	۴	۲	۴	۲	۲	۵	خطر
۲۶	قابلیت اطمینان	۵	۱	۴	۱	۳	۵	عدم اطمینان
۲۷	کارآمدی	۵	۱	۵	۲	۳	۵	ناکارآمدی
۲۸	مدیریت زمان	۴	۲	۴	۲	۳	۵	عدم مدیریت زمان
۲۹	پایداری و دوام	۵	۱	۵	۱	۳	۵	ناپایداری
۳۰	کاهش هزینه‌ها	۴	۲	۴	۲	۲	۵	افزایش هزینه‌ها
۳۱	تیم محوری	۵	۱	۴	۱	۲	۵	فرد محوری
۳۲	مدیریت ریسک	۴	۲	۴	۲	۳	۵	عدم مدیریت ریسک
۳۳	کفایت اسناد و مدارک	۴	۲	۴	۲	۳	۵	عدم کفایت اسناد
۳۴	زیبایی معماری تأسیسات	۴	۱	۳	۱	۲	۵	زشتی معماری تأسیسات
۳۵	بازدهی	۴	۱	۴	۲	۳	۵	هدر دهی
۳۶	ارزش افزوده	۴	۲	۳	۲	۳	۵	ضرر افزوده
۳۷	خلاقیت و نوآوری	۴	۲	۴	۲	۳	۵	عدم خلاقیت و نوآوری
۳۸	پویایی	۴	۱	۴	۱	۳	۵	ایستایی
۳۹	دسترسی	۴	۲	۴	۲	۳	۵	عدم دسترسی
۴۰	توجه به محیط زیست	۴	۲	۴	۲	۲	۵	بی‌توجهی به محیط زیست

پروژه با کیفیت ایده آل
پروژه با کیفیت متوسط
پروژه با کیفیت پایین
پروژه با کیفیت بالا
بی‌کیفیت‌ترین پروژه
با کیفیت‌ترین پروژه

تحلیل عاملی به دو صورت تحلیل عاملی اکتشافی و تحلیل عاملی تأییدی قابل اجرا است. در این پژوهش، به منظور شناسایی متغیرهای مکنون و سنجش آن‌ها، از تحلیل عاملی تأییدی استفاده شده است. همچنین یکی از کاربردهای اساسی تکنیک تحلیل عاملی، سنجش میزان روایی اجزاء تشکیل دهنده متغیرها است. در انجام تحلیل عاملی، ابتدا می‌بایست نسبت به استفاده از داده‌های موجود برای تحلیل اطمینان نمود، برای اطمینان از این امر از شاخص کی.ام.او.[1] استفاده می‌شود. با استفاده از این آزمون می‌توان از کفایت نمونه‌گیری اطمینان حاصل نمود. این شاخص در دامنه صفر تا یک قرار دارد، اگر مقدار شاخص نزدیک به یک باشد، داده‌های مورد نظر برای تحلیل عاملی مناسب هستند و در غیر این صورت نتایج تحلیل عاملی برای داده‌های مورد نظر چندان مناسب نمی‌باشد.

$$KMO = \frac{\sum_i \sum_j r_{ij}^2}{\sum_i \sum_j r_{ij}^2 + \sum_i \sum_j a_{ij}^2}$$

که در آن:

r_{ij} = ضریب همبستگی ساده بین متغیّرهای i و j

a_{ij}= ضریب همبستگی جزئی بین متغیّرهای i و j

آزمون کروی بودن بارتلت[2]، این فرضیه را آزمون می‌کند که ماتریس همبستگی یک ماتریس همانی است یا خیر. اگر ماتریس همبستگی، یک ماتریس همانی باشد، در این صورت متغیّرها با هم ارتباطی ندارند و در نتیجه امکان شناسایی عوامل جدید بر اساس همبستگی بین متغیّرها وجود ندارد. امّا اگر همانی نباشد، در این صورت متغیّرها با هم ارتباط دارند و در نتیجه امکان شناسایی عوامل جدید بر اساس همبستگی بین متغیّرها وجود دارد. این آزمون به بررسی مرتبط و مناسب بودن متغیّرها برای کشف ساختار می‌پردازد. مقادیر کوچک (کمتر از ۰/۰۵) برای سطح معنی‌داری نشان می‌دهد که ماتریس همبستگی بین متغیّرها، همانی نیست و تحلیل عاملی برای داده‌های موجود مفید خواهد بود.

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

۴-۱- یافته‌های حاصل از پایایی سازه‌ها

در این تحقیق از روش آلفای کرونباخ و نرم افزار اس پی اس اس که یکی از نرم افزارهای متداول برای تعیین پایایی است استفاده گردید. با توجه به نتایج به دست آمده مقادیر الفای کرونباخ در سازه‌های عناصر بزرگ‌تر از ۰/۷ می‌باشد بنابراین از پایایی قابل قبولی برای تمامی سازه‌ها برخوردار می‌باشد. همچنین پایایی کل سازه‌ها به میزان ۰/۹۳۷ محاسبه گردید که از نظر آماری مقدار مطلوبی تلقی می‌شود. نتایج آزمون در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول (۲): نتایج آزمون الفای کرونباخ

مقادیر الفای کرونباخ	۰/۹۳۷

1. Kaiser-Mayer-Olkin (KMO)
2. Bartlett test

۴-۲- یافته‌های حاصل از بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها

برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از روش کلموگروف-اسمیرنوف استفاده شده است.

جدول (۳): آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از روش کلموگروف- اسمیرنوف

گویه‌ها	آماره	خطا	سطح معنی‌داری
کل سازه‌های کیفیت	۰/۱۱۷	۰/۰۵	۰/۲۰۰

با توجه به یافته‌های جدول شماره (۳)، مقادیر حاصل از آماره کلموگروف- اسمیرنوف برای کل سازه‌ها می‌توان استنباط نمود که توزیع مورد انتظار با توزیع مشاهده شده برای کل سازه‌ها تفاوت معنی‌داری ندارد و بنابراین از توزیع نرمال برخوردار است. به عبارت دیگر با توجه به اینکه سطح معناداری کلیه مؤلفه‌ها بالاتر از ۰/۰۵ می‌باشد، لذا می‌توان گفت که کلیه سازه‌ها نرمال می‌باشند.

۴-۳- یافته‌های حاصل از روایی عناصر و سازه‌های کیفیت

در این بخش سازه‌های مربوط به کیفیت در پروژه‌های انتقال گاز بر اساس نتایج تحلیل عاملی که در جدول (۱) نشان داده شده است مورد آزمون قرار می‌گیرد.

۴-۳-۱- تحلیل عاملی تأییدی متغیر با کیفیت‌ترین پروژه

جدول (۴)، نتایج شاخص کی. ام. او و آزمون بارتلت را در مورد با کیفیت‌ترین پروژه نشان می‌دهد.

جدول (۴): نتایج شاخص کی. ام. او و آزمون بارتلت سازه با کیفیت‌ترین پروژه

ضریب کفایت نمونه‌گیری کی. ام. او		۰/۸۰۸
آزمون کرویت بارتلت	کای. اسکور	۶۳۲/۶۰۳
	درجه آزادی	۱۲۰
	سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰

همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود، مقدار ضریب کفایت نمونه‌گیری کی. ام. او ۰/۸۰۸ شده است که این عدد نشان دهنده کفایت داده‌های مربوط به سازه با کیفیت‌ترین پروژه برای اجرای تحلیل عاملی است. سطح معنی‌داری ۰/۰۰۰ آزمون بارتلت نیز نشان می‌دهد که متغیّرهای پژوهش برای کشف ساختار عاملی مناسب هستند و انجام تحلیل عاملی برای داده‌های موجود مفید خواهد بود.

شکل (۱) مدل اندازه‌گیری سازه با کیفیت‌ترین پروژه در حالت اعداد معنی‌داری و استاندارد را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار شاخص برازش ریشه میانگین مجذورات تقریب[1] به کمتر از ۰/۰۸ یعنی ۰/۰۲۱ رسیده است که حاکی از برازش کاملاً مناسب مدل اندازه‌گیری فوق محسوب می‌گردد. همچنین بر طبق نمودار ذیل، سطح معنی‌داری (آماره تی[2]) ضرایب و پارامترهای به دست آمده از مدل اندازه‌گیری سازه مذکور نشان می‌دهد که تمامی ضرایب به دست آمده معنی‌دار شده‌اند. زیرا مقدار آزمون معنی‌داری

(آماره تی) تک تک آنها از عدد ۱/۹۶ بزرگ‌تر است. معنی‌داری این اعداد نشان دهنده معنی‌دار بودن مدل اندازه‌گیری سازه با کیفیت‌ترین پروژه است. به عبارت دیگر قرار گرفتن هر کدام از گویه‌ها در قالب سازه مذکور در سطح اطمینان ۰/۰۵ معنی‌دار است.

در این بخش سازه‌های مربوط به با کیفیت‌ترین پروژه انتقال گاز بر اساس نتایج تحلیل عاملی در جدول ۵ نشان داده شده است.

همان‌گونه که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود ویژگی‌های زیبایی معماری تأسیسات و تخصص گرایی با بار عاملی بیشتر برای با کیفیت‌ترین پروژه در اولویت قرار دارند و به‌عنوان نمایندگان طبقه معرفی می‌شوند.

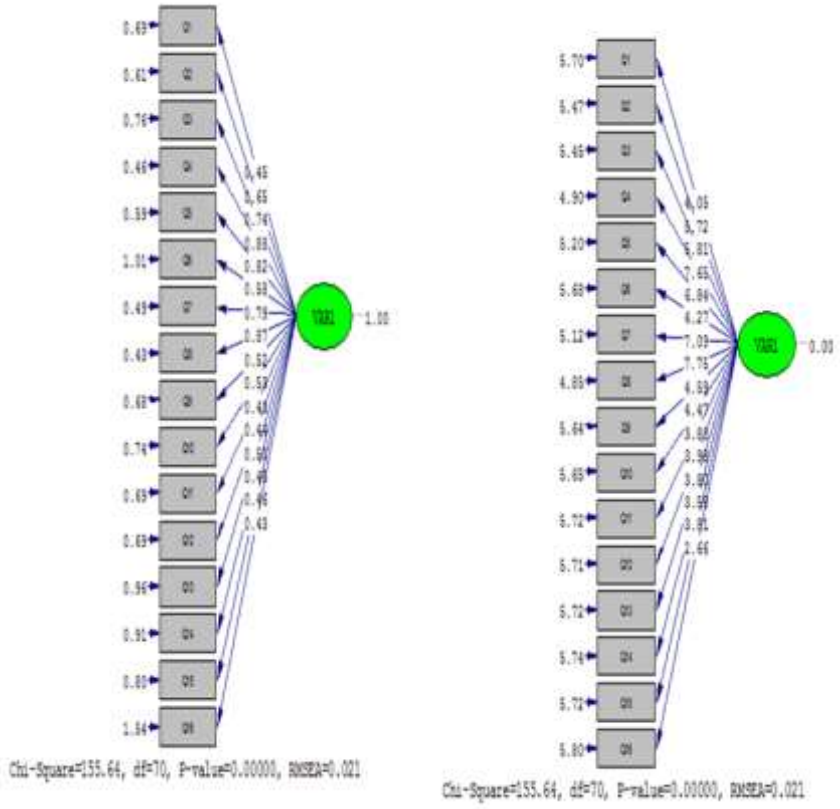
۴-۳-۲- تحلیل عاملی تأییدی متغیر بی‌کیفیت‌ترین پروژه

همان‌طور که در جدول (۶) مشاهده می‌شود، مقدار ضریب کفایت نمونه‌گیری کی. ام. او ۰/۶۴۱ شده است که این عدد نشان دهنده کفایت داده‌های مربوط به سازه بی‌کیفیت‌ترین پروژه برای اجرای تحلیل عاملی است. سطح معنی‌داری ۰/۰۰۰ آزمون بارتلت نیز نشان می‌دهد که متغیّرهای پژوهش برای کشف ساختار عاملی مناسب هستند و انجام تحلیل عاملی برای داده‌های موجود مفید خواهد بود.

شکل (۲) مدل اندازه‌گیری سازه بی‌کیفیت‌ترین پروژه در حالت اعداد معنی‌داری و استاندارد را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار شاخص برازش RMSEA به کمتر از ۰/۰۸ یعنی ۰/۰۲۱ رسیده است که حاکی از برازش کاملاً مناسب مدل اندازه‌گیری فوق محسوب می‌گردد.

جدول (۵): طبقه‌بندی سازه‌ها برای با کیفیت‌ترین پروژه

ویژگی‌های کیفیت	بار عاملی	آماره تی
تأمین الزامات	۰/۴۵	۴/۰۵
صلاحیت	۰/۶۵	۵/۷۲
ایمنی	۰/۷۴	۵/۸۱
زیبایی معماری تأسیسات	۰/۸۸	۷/۶۵
نظارت و کنترل مؤثر	۰/۸۲	۶/۸۴
مسئولیت پذیری	۰/۵۸	۴/۲۷
بازدهی	۰/۷۹	۷/۰۹
تخصص گرایی	۰/۸۷	۷/۷۵
قابلیت اطمینان	۰/۵۲	۴/۵۹
تعهد	۰/۵۳	۴/۴۷
اجرای درست	۰/۴۳	۳/۸۸
پیوستگی	۰/۴۴	۳/۹۸
یکپارچگی	۰/۵۰	۳/۸۰
تیم محوری	۰/۴۵	۳/۵۸
خلاقیت و نوآوری	۰/۴۶	۳/۸۱
عدم دوباره‌کاری	۰/۴۳	۲/۶۶



شکل (۱): مدل اندازه‌گیری همبستگی گویه‌ها با متغیر با کیفیت‌ترین پروژه در حالات استاندارد و ضرایب معناداری آماره تی

1. Root Mean Square Error of Approximation(RMSEA)
2. T-value

جدول(۶): نتایج شاخص کی. ام. او و آزمون بارتلت سازه بی‌کیفیت‌ترین پروژه

ضریب کفایت نمونه‌گیری کی. ام. او		۰/۶۴۱
آزمون کرویت بارتلت	کای. اسکور	۱۶۸/۰۳۰
	درجه آزادی	۲۱
	سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰

همچنین بر طبق نمودار ذیل، سطح معنی‌داری (آماره تی) ضرایب و پارامترهای به دست آمده از مدل اندازه‌گیری سازه مذکور نشان می‌دهد که تمامی ضرایب به دست آمده معنی‌دار شده‌اند. زیرا مقدار آزمون معنی‌داری (آماره تی) تک تک آنها از عدد ۱/۹۶ بزرگ‌تر است. معنی‌داری این اعداد نشان دهنده معنی‌دار بودن مدل اندازه‌گیری سازه بی‌کیفیت‌ترین پروژه است. به عبارت دیگر قرار گرفتن هر کدام از گویه‌ها در قالب سازه مذکور در سطح اطمینان ۰/۰۵ معنی‌دار است.

با توجه به اینکه RMSEA برابر با ۰/۰۲۱ بوده است و مقدار آماره پی[1] به عدد ۰,۰۰۰۰ رسیده که کمتر از سطح معناداری ۰/۰۵ می‌باشد. لذا می‌توان گفت مدل اندازه‌گیری سازه بی‌کیفیت‌ترین پروژه از برازش کاملاً مناسبی برخوردار است.

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود X^2/df=1.5628 و RMSEA=0.034 که هر دو در سطح مطلوبی قرار دارند؛ از طرفی، در حالت تخمین استاندارد (سمت راست) بارهای عاملی کلیه گویه‌های مربوط به عامل‌ها بزرگ‌تر از ۰/۳ و در حالت ضرایب معناداری آماره تی (سمت چپ) بارهای عاملی کلیه گویه‌های مربوط به متغیرها خارج از بازه ۱/۹۶- تا ۱/۹۶ می‌باشند که نشان از همبستگی مناسب گویه‌ها با متغیرها دارد.

در جدول ۷ سازه‌های مربوط به بی‌کیفیت‌ترین پروژه انتقال گاز بر اساس نتایج تحلیل عاملی نشان داده شده است.

جدول (۷): طبقه‌بندی سازه‌ها (قطب مثبت) برای بی‌کیفیت‌ترین پروژه

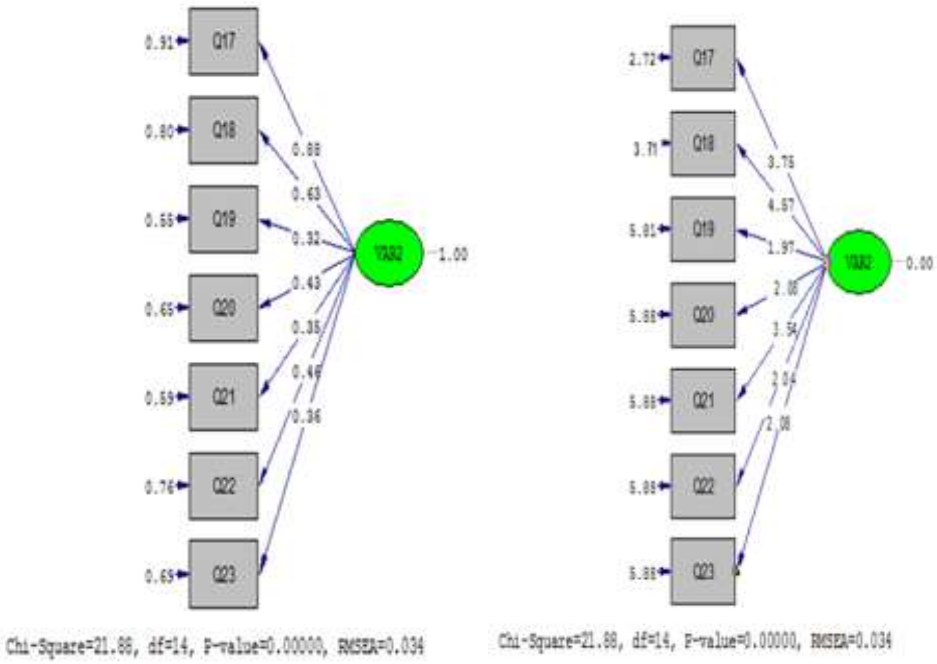
ویژگی‌های کیفیت	بار عاملی	آماره تی
از هم گسیختگی	۸/۸۸	۳/۷۵
پرمصرفی	۰/۶۳	۴/۵۷
ذهنیت گرایی	۰/۳۲	۱/۹۷
عدم مدیریت زمان	۰/۴۳	۲/۰۸
ضرر افزوده	۰/۳۶	۳/۵۴
عدم دسترسی	۰/۴۶	۲/۰۴
بی‌توجهی به محیط زیست	۰/۳۶	۲/۰۸

همان‌گونه که در جدول ۷ ملاحظه می‌شود ویژگی‌های از هم گسیختگی و پرمصرفی با بار عاملی بیشتر برای بی‌کیفیت‌ترین پروژه در اولویت قرار دارند و به‌عنوان نمایندگان طبقه معرفی می‌شوند.

۴-۳-۳- تحلیل عاملی تأییدی متغیر برای پروژه با کیفیت بالا

جدول (۸): نتایج شاخص کی. ام. او و آزمون بارتلت سازه (قطب مثبت) برای پروژه با کیفیت بالا

ضریب کفایت نمونه‌گیری کی. ام. او		۰/۸۰۱
آزمون کرویت بارتلت	کای. اسکور	۴۵۵/۲۰۱
	درجه آزادی	۳۶
	سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰



شکل (۲): مدل اندازه‌گیری همبستگی گویه‌ها با متغیر بی‌کیفیت‌ترین پروژه در حالات استاندارد و ضرایب معناداری آماره تی[1]

1. P- value

همان‌طور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، مقدار ضریب کفایت نمونه‌گیری کی. ام. او ۰/۸۰۱ شده است که این عدد نشان دهنده کفایت داده‌های مربوط به سازه پروژه با کیفیت بالا برای اجرای تحلیل عاملی است. سطح معنی‌داری ۰/۰۰۰ آزمون بارتلت نیز نشان می‌دهد که متغیّرهای پژوهش برای کشف ساختار عاملی مناسب هستند و انجام تحلیل عاملی برای داده‌های موجود مفید خواهد بود.

شکل ۳ مدل اندازه‌گیری سازه پروژه با کیفیت بالا در حالت اعداد معنی‌داری و استاندارد را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار شاخص برازش RMSEA به کمتر از ۰/۰۸ یعنی ۰/۰۶۲ رسیده است که حاکی از برازش کاملاً مناسب مدل اندازه‌گیری فوق محسوب می‌گردد. همچنین بر طبق نمودار ذیل، سطح معنی‌داری (آماره تی) ضرایب و پارامترهای به‌دست‌آمده از مدل اندازه‌گیری سازه مذکور نشان می‌دهد که تمامی ضرایب به‌دست‌آمده معنی‌دار شده‌اند. زیرا مقدار آزمون معنی‌داری (آماره تی) تک‌تک آن‌ها از عدد ۱/۹۶ بزرگ‌تر است. معنی‌داری این اعداد نشان دهنده معنی‌دار بودن مدل اندازه‌گیری سازه پروژه با کیفیت بالا است. به عبارت دیگر قرار گرفتن هر کدام از گویه‌ها در قالب سازه مذکور در سطح اطمینان ۰/۰۵ معنی‌دار است.

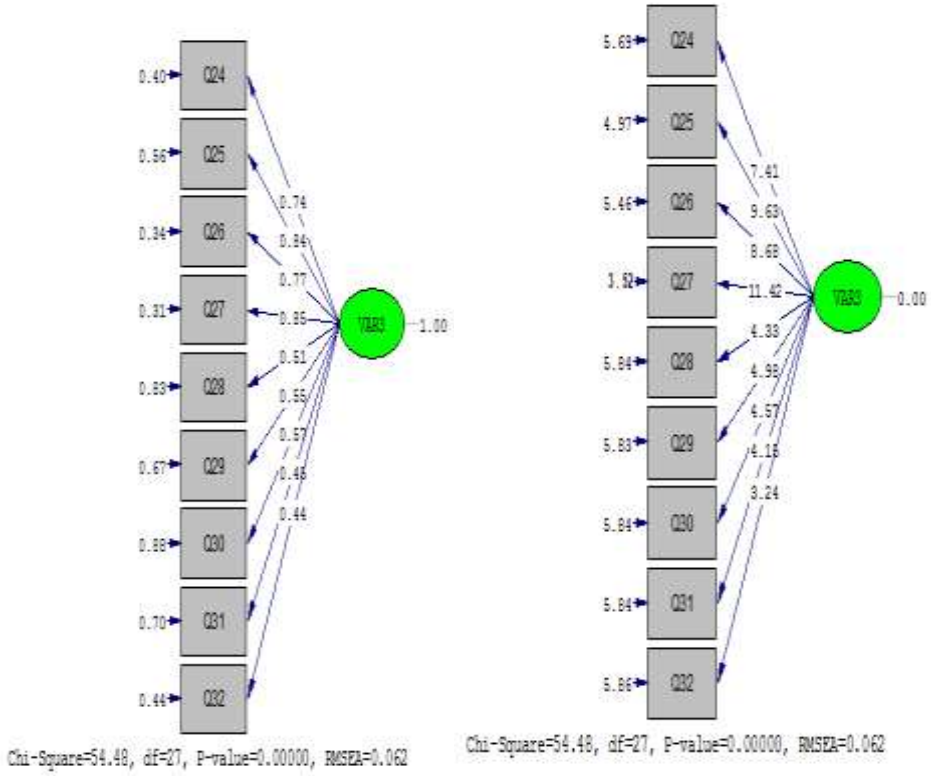
با توجه به اینکه RMSEA برابر با ۰/۰۶۲ بوده است و مقدار P-Value به عدد ۰/۰۰۰۰ رسیده که کمتر از سطح معناداری ۰،۰۵ می‌باشد. لذا می‌توان گفت مدل اندازه‌گیری سازه پروژه با کیفیت بالا از برازش کاملاً مناسبی برخوردار است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود X^2/df=۲/۰۱۷۷ و RMSEA=۰/۰۶۲ و که هر دو در سطح مطلوبی قرار دارند؛ از طرفی، در حالت تخمین استاندارد (سمت راست) بارهای عاملی کلیه گویه‌های مربوط به عامل‌ها بزرگ‌تر از ۰/۳ و در حالت ضرایب معناداری آماره تی (سمت چپ) بارهای عاملی کلیه گویه‌های مربوط به متغیرها خارج از بازه ۱/۹۶- تا ۱/۹۶ می‌باشند که نشان از همبستگی مناسب گویه‌ها با متغیرها دارد.

در این بخش سازه‌های مربوط به پروژه با کیفیت بالا انتقال گاز بر اساس نتایج تحلیل عاملی در جدول (۹) نشان داده شده است.

جدول (۹): طبقه‌بندی سازه‌ها (قطب مثبت) برای پروژه با کیفیت بالا

ویژگی‌های کیفیت	بار عاملی	آماره تی
انعطاف‌پذیری	۰/۷۴	۷/۴۱
همگرایی	۰/۸۴	۹/۶۳
عدم دوباره‌کاری	۰/۷۷	۸/۶۸
یکپارچگی	۰/۸۵	۱۱/۴۲
مشارکت	۰/۵۱	۴/۳۳
ایمنی	۰/۵۵	۴/۹۸
کارآمدی	۰/۵۷	۴/۵۷
خلاقیت و نوآوری	۰/۴۵	۴/۱۸
دسترسی	۰/۴۴	۳/۲۴



شکل (۳): مدل اندازه‌گیری همبستگی گویه‌ها با متغیر پروژه با کیفیت بالا در حالات استاندارد و ضرایب معناداری آماره تی

همان‌گونه که در جدول ۹ ملاحظه می‌شود ویژگی‌های یکپارچگی و همگرایی با بار عاملی بیشتر در پروژه‌های با کیفیت بالا در اولویت قرار دارند و به‌عنوان نماینده طبقه معرفی می‌شوند.

۴-۴-۴- تحلیل عاملی تأییدی متغیر برای پروژه با کیفیت پایین

جدول ۱۰، نتایج شاخص کی. ام. او و آزمون بارتلت را در مورد پروژه با کیفیت پایین نشان می‌دهد.

جدول (۱۰): نتایج شاخص کی. ام. او و آزمون بارتلت سازه (قطب مثبت) برای پروژه با کیفیت پایین

ضریب کفایت نمونه‌گیری کی. ام. او		۰/۶۹۹
آزمون کرویت بارتلت	کای. اسکور	۱۶۶/۵۶۴
	درجه آزادی	۱۵
	سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰

همان‌طور که در جدول ۱۰ مشاهده می‌شود، مقدار ضریب کفایت نمونه‌گیری کی. ام. او ۰/۶۹۹ شده است که این عدد نشان دهنده کفایت داده‌های مربوط به سازه پروژه با کیفیت پایین برای اجرای تحلیل عاملی است. سطح معنی‌داری ۰/۰۰۰ آزمون بارتلت نیز نشان می‌دهد که متغیّرهای پژوهش برای کشف ساختار عاملی مناسب هستند و انجام تحلیل عاملی برای داده‌های موجود مفید خواهد بود.

شکل ۴ مدل اندازه‌گیری سازه پروژه با کیفیت پایین در حالت اعداد معنی‌داری و استاندارد را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار شاخص برازش RMSEA به کمتر از ۰/۰۸ یعنی ۰/۰۶۲ رسیده است که حاکی از برازش کاملاً مناسب مدل اندازه‌گیری فوق محسوب می‌گردد. همچنین بر طبق نمودار ذیل، سطح معنی‌داری (آماره تی) ضرایب و پارامترهای به دست آمده از مدل اندازه‌گیری سازه مذکور نشان می‌دهد که تمامی ضرایب به دست آمده معنی‌دار شده‌اند. زیرا مقدار آزمون معنی‌داری (آماره تی) تک‌تک آن‌ها از عدد ۱/۹۶ بزرگ‌تر است. معنی‌داری این اعداد نشان دهنده معنی‌دار بودن مدل اندازه‌گیری سازه پروژه با کیفیت پایین است. به عبارت دیگر قرار گرفتن هر کدام از گویه‌ها در قالب سازه مذکور در سطح اطمینان ۰/۰۵ معنی‌دار است.

با توجه به اینکه RMSEA برابر با ۰/۰۲۲ بوده است و مقدار P-Value به عدد ۰/۰۰۰۰ رسیده که کمتر از سطح معناداری ۰/۰۵ می‌باشد. لذا می‌توان گفت مدل اندازه‌گیری سازه پروژه با کیفیت پایین از برازش کاملاً مناسبی برخوردار است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود X^2/df=۲/۰۱۸ و RMSEA=۰/۰۲۲ و که هر دو در سطح مطلوبی قرار دارند؛ از طرفی، در حالت تخمین استاندارد (سمت راست) بارهای عاملی کلیه گویه‌های مربوط به عامل‌ها بزرگ‌تر از ۰/۳ و در حالت ضرایب معناداری آماره تی (سمت چپ) بارهای عاملی کلیه گویه‌های مربوط به متغیرها خارج از بازه ۱/۹۶- تا ۱/۹۶ می‌باشند که نشان از همبستگی مناسب گویه‌ها با متغیرها دارد.

در جدول ۱۱ سازه‌های مربوط به پروژه با کیفیت پایین انتقال گاز بر اساس نتایج تحلیل عاملی نشان داده شده است.

جدول (۱۱): طبقه‌بندی سازه‌ها (قطب مثبت) برای پروژه با کیفیت پایین

ویژگی‌های کیفیت	بار عاملی	آماره تی
ابهام	۰/۳۲	۲/۰۷
سنت‌گرایی	۰/۳۸	۳/۲۹
پرمصرفی	۰/۵۷	۴/۶۷
حال نگری	۰/۹۳	۷/۵۹
افزایش هزینه‌ها	۰/۶۰	۸/۸۵
عدم کفایت اسناد و مدارک	۰/۹۰	۷/۰۶

همان‌گونه که در جدول ۱۱ ملاحظه می‌شود ویژگی‌های حال نگری و عدم کفایت اسناد و مدارک با بار عاملی بیشتر برای پروژه با کیفیت پایین در اولویت قرار دارند و به‌عنوان نمایندگان طبقه معرفی می‌شوند.

۴-۳-۵- تحلیل عاملی تأییدی متغیر برای پروژه با کیفیت متوسط

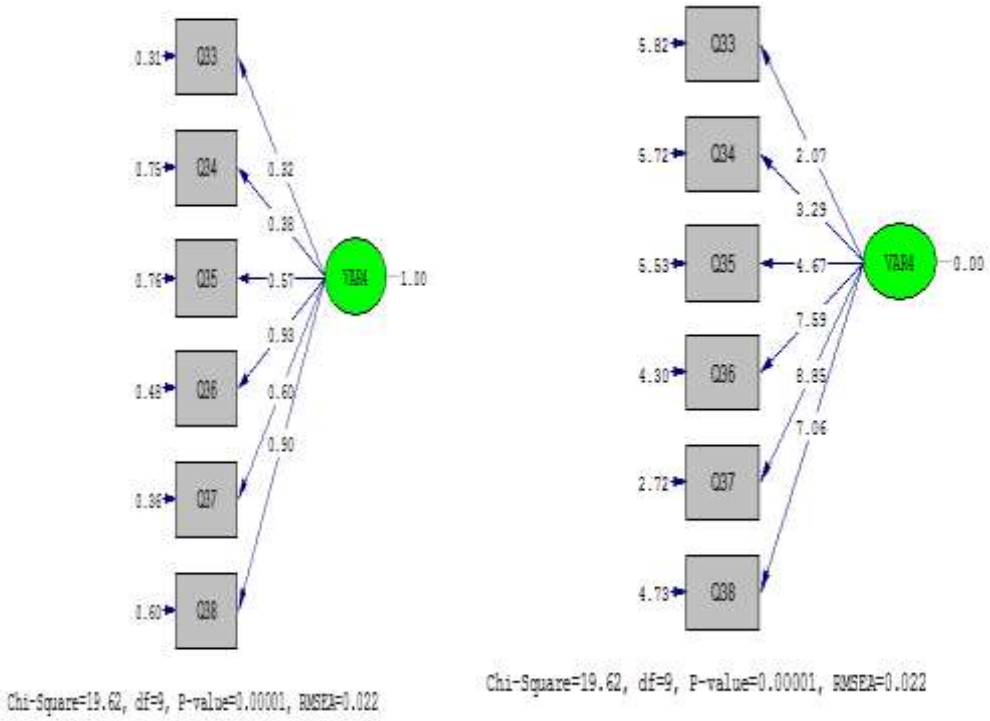
جدول ۱۲، نتایج شاخص کی. ام. او و آزمون بارتلت را در مورد پروژه با کیفیت متوسط نشان می‌دهد.

جدول (۱۲): نتایج شاخص کی. ام. او و آزمون بارتلت سازه (قطب مثبت) برای پروژه با کیفیت متوسط

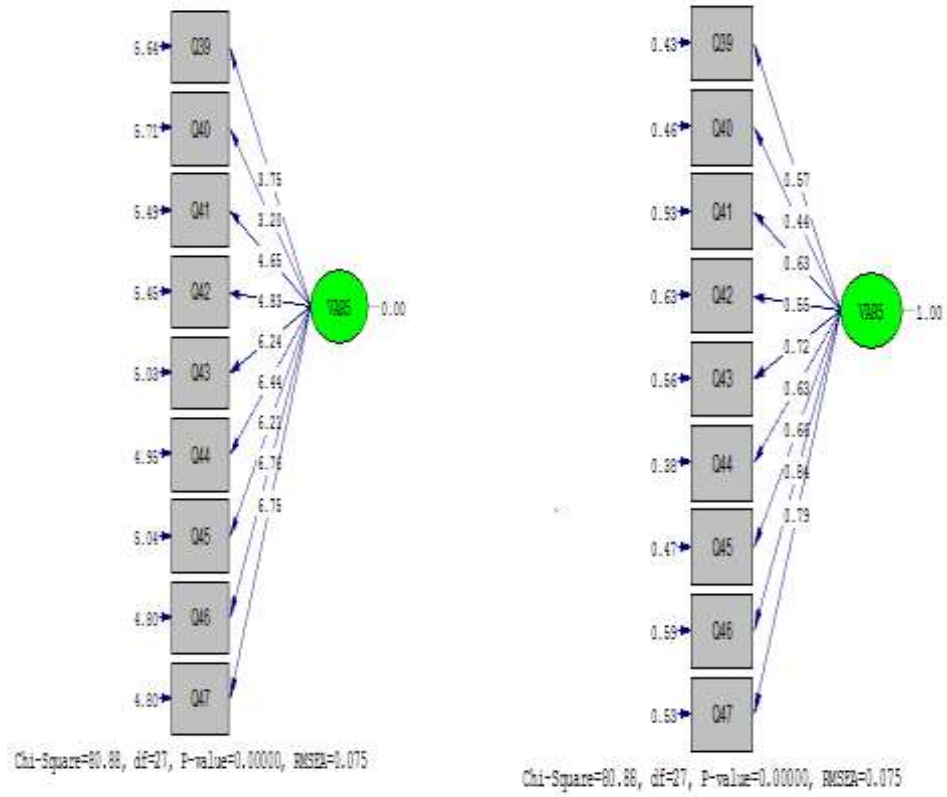
ضریب کفایت نمونه‌گیری کی. ام. او		۰/۸۰۸
آزمون کرویت بارتلت	کای. اسکور	۲۶۰/۷۰۳
	درجه آزادی	۳۶
	سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰

همان‌طور که در جدول ۱۲ مشاهده می‌شود، مقدار ضریب کفایت نمونه‌گیری کی. ام. او ۰/۸۰۸ شده است که این عدد نشان دهنده کفایت داده‌های مربوط به سازه پروژه با کیفیت متوسط برای اجرای تحلیل عاملی است. سطح معنی‌داری ۰/۰۰۰ آزمون بارتلت نیز نشان می‌دهد که متغیّرهای پژوهش برای کشف ساختار عاملی مناسب هستند و انجام تحلیل عاملی برای داده‌های موجود مفید خواهد بود.

شکل (۵) مدل اندازه‌گیری سازه پروژه با کیفیت پایین در حالت اعداد معنی‌داری و استاندارد را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار شاخص برازش RMSEA به کمتر از ۰/۰۸ یعنی ۰/۰۶۲ رسیده است که حاکی از برازش کاملاً مناسب مدل اندازه‌گیری فوق محسوب می‌گردد. همچنین بر طبق نمودار ذیل، سطح معنی‌داری (آماره تی) ضرایب و پارامترهای به دست آمده از مدل اندازه‌گیری سازه مذکور نشان می‌دهد که تمامی ضرایب به دست آمده معنی‌دار شده‌اند. زیرا مقدار آزمون معنی‌داری (آماره تی) تک‌تک آن‌ها از عدد ۱/۹۶ بزرگ‌تر است. معنی‌داری این اعداد نشان دهنده معنی‌دار بودن مدل اندازه‌گیری سازه پروژه با کیفیت متوسط است. به عبارت دیگر قرار گرفتن هر کدام از گویه‌ها در قالب سازه مذکور در سطح اطمینان ۰/۰۵ معنی‌دار است.



شکل (۴): مدل اندازه‌گیری همبستگی گویه‌ها با متغیر پروژه با کیفیت پایین در حالات استاندارد و ضرایب معناداری آماره تی



شکل (۵): مدل اندازه‌گیری همبستگی گویه‌ها با متغیر پروژه با کیفیت متوسط در حالات استاندارد و ضرایب معناداری آماره تی

با توجه به اینکه RMSEA برابر با ۰/۰۷۵ بوده است و مقدار P-Value به عدد ۰/۰۰۰۰ رسیده که کمتر از سطح معناداری ۰/۰۵ می‌باشد. لذا می‌توان گفت مدل اندازه‌گیری سازه پروژه با کیفیت متوسط از برازش کاملاً مناسبی برخوردار است.

جدول (۱۳): طبقه‌بندی سازه‌ها (قطب مثبت) برای پروژه با کیفیت متوسط

ویژگی‌های کیفیت	بار عاملی	آماره تی
انعطاف‌پذیری	۰/۵۷	۳/۷۵
رضایتمندی	۰/۴۴	۳/۲۰
توانمندسازی	۰/۶۳	۴/۶۵
ارتباطات مؤثر	۰/۵۵	۴/۸۳
کاهش هزینه‌ها	۰/۷۲	۶/۲۴
پویایی	۰/۶۳	۶/۴۴
دسترسی	۰/۶۶	۶/۲۱
تکنولوژی گرایی	۰/۸۴	۶/۷۶
تأمین الزامات	۰/۷۹	۶/۷۵

همان‌طور که مشاهده می‌شود X^2/df=۲/۹۹۵۵ و RMSEA=۰/۰۷۵ که هر دو در سطح مطلوبی قرار دارند؛ از طرفی، در حالت تخمین استاندارد (سمت راست) بارهای عاملی کلیه گویه‌های مربوط به عامل‌ها بزرگ‌تر از ۰/۳ و در حالت ضرایب معناداری آماره تی (سمت چپ) بارهای عاملی کلیه گویه‌های مربوط به متغیرها خارج از بازه ۱/۹۶- تا ۱/۹۶ می‌باشند که نشان از همبستگی مناسب گویه‌ها با متغیرها دارد.

در این بخش سازه‌های مربوط به پروژه با کیفیت متوسط انتقال گاز بر اساس نتایج تحلیل عاملی در جدول نشان داده شده است.

همان‌گونه که در جدول (۱۳) ملاحظه می‌شود ویژگی‌های تکنولوژی گرایی و تأمین الزامات با بار عاملی بیشتر برای پروژه با کیفیت متوسط در اولویت قرار دارند و به‌عنوان نمایندگان طبقه معرفی می‌شوند.

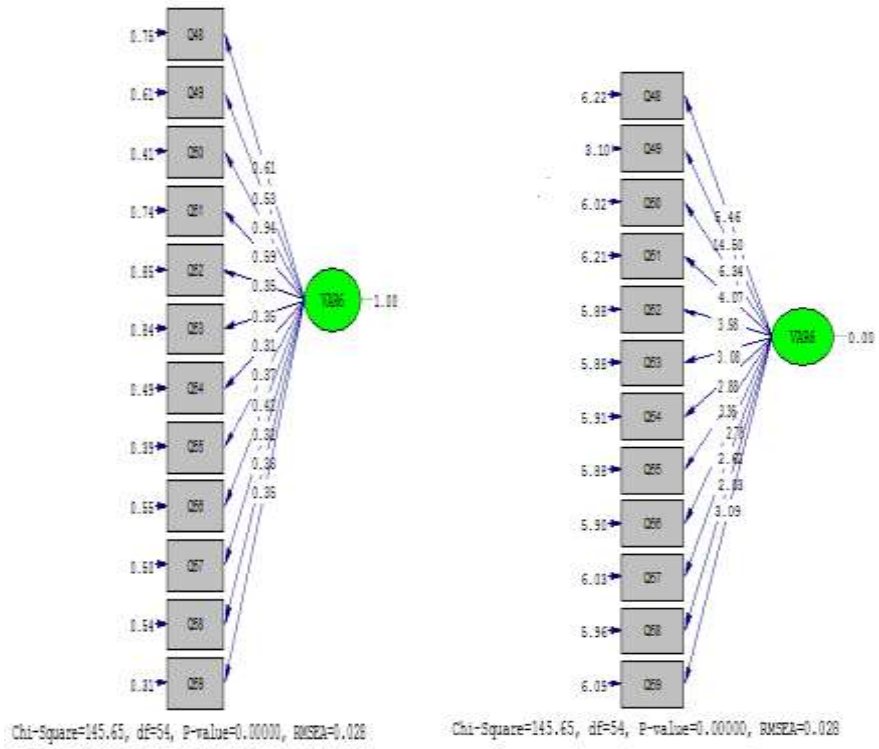
۴-۳-۶- تحلیل عاملی تأییدی متغیر برای پروژه با کیفیت ایده‌آل

جدول (۱۴)، نتایج شاخص کی. ام. او و آزمون بارتلت را در مورد پروژه با کیفیت ایده آل نشان می‌دهد.

جدول (۱۴): نتایج شاخص کی. ام. او و آزمون بارتلت سازه (قطب مثبت) برای پروژه با کیفیت ایده آل

ضریب کفایت نمونه‌گیری کی. ام. او		۰/۶۳
آزمون کرویت بارتلت	کای. اسکور	۵۱۱/۸۸۰
	درجه آزادی	۶۶
	سطح معنی‌داری	۰/۰۰۰

همان‌طور که در جدول (۱۴) مشاهده می‌شود، مقدار ضریب کفایت نمونه‌گیری کی. ام. او ۰/۶۹۳ شده است که این عدد نشان دهنده کفایت داده‌های مربوط به سازه پروژه با کیفیت ایده آل برای اجرای تحلیل عاملی است. سطح معنی‌داری ۰/۰۰۰ آزمون بارتلت نیز نشان می‌دهد که متغیّرهای پژوهش برای کشف ساختار عاملی مناسب هستند و انجام تحلیل عاملی برای داده‌های موجود مفید خواهد بود.



شکل (۶): مدل اندازه‌گیری همبستگی گویه‌ها با متغیر پروژه با کیفیت ایده آل در حالات استاندارد و ضرایب معناداری آماره تی

شکل (۶) مدل اندازه‌گیری سازه پروژه با کیفیت ایده آل در حالت اعداد معنی‌داری و استاندارد را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار شاخص برازش RMSEA به کمتر از ۰/۰۸ یعنی ۰/۰۶۲ رسیده است که حاکی از برازش کاملاً مناسب مدل اندازه‌گیری فوق محسوب می‌گردد. همچنین بر طبق نمودار ذیل، سطح معنی‌داری (آماره تی) ضرایب و پارامترهای به دست آمده از مدل اندازه‌گیری سازه مذکور نشان می‌دهد که تمامی ضرایب به دست آمده معنی‌دار شده‌اند. زیرا مقدار آزمون معنی‌داری (آماره تی) تک‌تک آن‌ها از عدد ۱/۹۶ بزرگ‌تر است. معنی‌داری این اعداد نشان دهنده معنی‌دار بودن مدل اندازه‌گیری سازه پروژه با کیفیت ایده آل است. به عبارت دیگر قرار گرفتن هر کدام از گویه‌ها در قالب سازه مذکور در سطح اطمینان ۰/۰۵ معنی‌دار است.

با توجه به اینکه RMSEA برابر با ۰/۰۲۸ بوده است و مقدار P-Value به عدد ۰/۰۰۰۰ رسیده که کمتر از سطح معناداری ۰/۰۵ می‌باشد. لذا می‌توان گفت مدل اندازه‌گیری سازه پروژه با کیفیت ایده آل از برازش کاملاً مناسبی برخوردار است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود X^2/df=۲/۶۹۷۲ و RMSEA=۰/۰۲۸ که هر دو در سطح مطلوبی قرار دارند؛ از طرفی، در حالت تخمین استاندارد (سمت راست) بارهای عاملی کلیه گویه‌های مربوط به عامل‌ها بزرگ‌تر از ۰/۳ و در حالت ضرایب معناداری آماره تی (سمت چپ) بارهای عاملی کلیه گویه‌های مربوط به متغیرها خارج از بازه ۱/۹۶- تا ۱/۹۶ می‌باشند که نشان از همبستگی مناسب گویه‌ها با متغیرها دارد.

در این بخش سازه‌های مربوط به پروژه با کیفیت ایده آل انتقال گاز بر اساس نتایج تحلیل عاملی در جدول نشان داده شده است.

جدول (۱۵): طبقه‌بندی سازه‌ها (قطب مثبت) برای پروژه با کیفیت ایده آل

ویژگی‌های کیفیت	بار عاملی	آماره تی
انطباق با استاندارد	۰/۶۱	۶/۴۶
طراحی و مهندسی درست	۰/۵۳	۱۴/۵۰
نظارت و کنترل مؤثر	۰/۹۴	۶/۳۴
اجرای درست	۰/۵۹	۴/۰۷
تخصص گرایی	۰/۳۵	۳/۹۸
یکپارچگی	۰/۳۵	۳/۰۸
مشارکت	۰/۳۱	۲/۸۸
ایمنی	۰/۳۷	۳/۳۶
قابلیت اطمینان	۰/۴۲	۲/۷۸
مدیریت ریسک	۰/۳۲	۲/۶۲
خلاقیت و نوآوری	۰/۳۳	۲/۰۳
توجه به محیط زیست	۰/۳۵	۳/۰۹

همان‌گونه که در جدول (۱۵) ملاحظه می‌شود ویژگی‌های نظارت و کنترل مؤثر و انطباق با استاندارد با بار عاملی بیشتر برای پروژه با کیفیت ایده آل در اولویت قرار دارند و به‌عنوان نمایندگان طبقه معرفی می‌شوند.

۴-۴- انتخاب نمایندگان عناصر

از آنجا که بار عاملی هر سازه بالاتر باشد میزان تأثیرگذاری آن سازه بیشتر خواهد بود لذا نمایندگان سازه‌های طبقات (هر طبقه ۲ سازه)که بیشترین بار عاملی را دارند انتخاب و در جدول (۱۶) نشان داده شده‌اند.

اولویت‌بندی سازه‌های جدول (۱۶) با توجه به مقادیر بار عاملی عبارت است از: ۱- نظارت و کنترل مناسب ۲- حال نگری ۳- عدم کفایت اسناد و مدارک ۴- ازهم‌گسیختگی ۵- زیبایی معماری تأسیسات ۶- تخصص گرایی ۷- یکپارچگی ۸- همگرایی ۹- تکنولوژی گرایی ۱۰- تأمین الزامات ۱۱- پرمصرفی ۱۲- انطباق با استانداردها.

۴-۵- اولویت‌بندی عناصر(متغیرها)

در این قسمت با استفاده از نرم افزار اس پی اس اس پروژه‌های پژوهش اولویت‌بندی شده است که نتایج آن در جدول (۱۷) گزارش شده است. با توجه به نتایج پژوهش با استفاده از آزمون فریدمن پروژه با کیفیت ایده آل دارای بالاترین اولویت و بی‌کیفیت‌ترین پروژه دارای کمترین اولویت می‌باشد در نتیجه ویژگی‌های مربوط به هریک از این پروژه‌ها در اجرا بایستی مورد توجه قرار گیرد. به‌عنوان مثال برای افزایش کیفیت و موفقیت بی‌کیفیت‌ترین پروژه‌ها، ویژگی‌های این طبقه ازجمله: ازهم‌گسیختگی، پرمصرفی، ذهنیت گرایی، عدم مدیریت زمان، ضرر افزوده، عدم دسترسی و بی‌توجهی به محیط زیست بایستی به سمت قطب مثبت یعنی پیوستگی (در فرآیندها و فعالیت‌ها)، کم‌مصرفی (به‌ویژه در انرژی)، عینیت‌گرایی (نگاه واقع‌گرایانه به رویدادهای پروژه)، مدیریت زمان (از شروع تا خاتمه)، ارزش‌افزوده (استفاده بهینه از منابع، نیروی انسانی، تجهیزات، مالی، زمان)، دسترسی (به مواد و به‌ویژه بخش‌های مختلف تأسیسات برای انجام نگهداری و تعمیرات)، توجه به محیط زیست (ازجمله آب، خاک و هوا) گرایش پیدا کند.

جدول (۱۷): اولویت‌بندی عناصر (متغیرها)

ردیف	عناصر(پروژه‌ها)	ضریب فریدمن
۱	پروژه با کیفیت ایده آل	۴/۸۳
۲	با کیفیت‌ترین پروژه	۳/۹۱
۳	پروژه با کیفیت بالا	۳/۲۷
۴	پروژه با کیفیت متوسط	۳/۲۴
۵	پروژه با کیفیت پایین	۲/۹۳
۶	بی‌کیفیت‌ترین پروژه	۲/۸۳

۴-۶- استفاده از نرم افزار لیزرل جهت تحلیل الگوسازی معادلات ساختاری

برای آزمون مدل مفهومی پژوهش از مدل معادلات ساختاری استفاده شده است. مدل‌یابی معادلات ساختاری یک رویکرد آماری

جامع برای آزمون فرضیه‌هایی درباره روابط بین متغیرهای مشاهده شده و متغیرهای مکنون می‌باشد. از طریق این رویکرد می‌توان قابل قبول بودن مدل‌های نظری را در جامعه خاص با استفاده از داده‌های همبستگی، غیرآزمایشی و آزمایشی آزمون نمود. بدین منظور، برای برآورد از روش حداکثر درست نمایی در نرم افزار لیزرل ۸/۸۰ استفاده شده است.

همان‌طور که در جدول ۱۸ و شکل (۷ پیوست)، مدل اندازه‌گیری همبستگی گویه‌ها ی مدل پژوهش در حالات استاندارد و ضرایب معناداری تی، مشاهده می‌شود مقدار کای دو به درجه آزادی ۲/۸۰۶ و همچنین مقدار جذر برآورد واریانس خطای تقریب (RMSEA) برابر ۰/۰۶۵ است که هر دو در سطح مطلوبی قرار دارند؛ از طرفی، در حالت تخمین استاندارد (سمت راست) بارهای عاملی کلیه سازه‌ها مربوط به عامل‌ها بزرگ‌تر از ۰/۳ و در حالت ضرایب معناداری آماره تی (سمت چپ) بارهای عاملی کلیه سازه‌ها مربوط به متغیرها خارج از بازی ۱/۹۶- تا ۱/۹۶ می‌باشند که نشان از همبستگی مناسب سازه‌ها با عناصر دارد.

قبل از تائید روابط ساختاری باید از مناسب بودن مدل و برازش مطلوب اطمینان حاصل نمود. همان‌گونه که در جدول ۱۹ ملاحظه می‌شود شاخص برازندگی تطبیقی (CFI)، شاخص برازندگی افزایشی (IFI)، شاخص برازندگی هنجار یافته (NFI) و شاخص برازندگی هنجار نیافته (NNFI) همگی از ۰/۹ بیشتر هستند. لذا با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان اذعان کرد تمامی شاخص‌های برازندگی مدل فوق در دامنه قابل قبول قرار گرفته و بنابراین تناسب داده‌های گردآوری شده با مدل، برازش عالی را نشان داده و مورد تائید است.

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

این تحقیق ویژگی‌های کیفیت در پروژه‌های انتقال گاز را مورد تحلیل و بررسی قرار داده است. علت اصلی انجام چنین تحقیقی، ارائه معیارهایی برای ایجاد کیفیت پایدار در حوزه پروژه‌های انتقال گاز بوده به‌طوری که بتوان با اتخاذ تمهیداتی در شرایط مختلف از آن بهره جست.از سویی پژوهش حاضر به دنبال الگوی مفهومی جدیدی بود که با استفاده از داده‌ها و اطلاعات واقعی مورد آزمون قرار گیرد.

در این تحقیق با استفاده از داده‌های به دست آمده از پژوهش که مبتنی بر نظریه سازه شخصی جرج کلی و با استفاده از ابزار شبکه خزانه در توسعه مفهوم کیفیت در پروژه‌های خطوط انتقال گاز انجام گرفته است در ابتدا پایایی اطلاعات جمع‌آوری شده با روش آلفای کرونباخ و نرمال بودن توزیع داده‌ها با آماره کلموگروف-اسمیرنوف مورد بررسی و تائید قرار گرفت. همچنین با استفاده از نرم افزار لیزرل و با انجام تحلیل عاملی تأییدی بر روی داده‌های پژوهش، همبستگی هر یک از سازه‌ها (گویه‌ها) برای هر یک از عناصر(متغیرها) پروژه‌های با کیفیت ایده آل، با کیفیت‌ترین پروژه، پروژه‌های با کیفیت بالا، پروژه‌های با کیفیت متوسط، پروژه‌های با کیفیت پایین و بی‌کیفیت‌ترین پروژه مورد سنجش قرار گرفت. همچنین با استفاده از شاخص کی. ام. او. میزان کفایت نمونه گیری برای هر یک از پروژه‌ها مورد سنجش قرار گرفته شد. در ادامه با استفاده از نرم افزار اس پی اس اس عناصر اولویت بندی شدند و در نهایت مدل ساختاری پژوهش با در نظر گرفتن کلیه سازه‌های مدل آماری مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج مدل‌یابی معادله ساختاری همچنین ضمن تائید برازش مدل نشان داد که هر ۴۰ سازه کیفیت تأثیر معناداری بر روی کیفیت پروژه‌های انتقال گاز دارند.

جدول (۱۹): نیکوئی برازش

شاخص برازندگی	RMSEA	CFI	NFI	NNFI	IFI
مقادیر قابل قبول	۰/۰۹۱≥	>۰/۹	>۰/۹	>۰/۹	۱-۰
مقادیر محاسبه شده	۰/۰۶۵	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۹۳	۰/۹۵

جدول (۱۶): انتخاب نمایندگان عناصر(طبقات)

ردیف	عناصر(متغیر)	تعداد سازه‌ها	سازه (گویه)	بار عاملی	آماره تی
۱	با کیفیت‌ترین پروژه	۱۶	زیبایی معماری تأسیسات	۰/۸۸	۷/۶۵
			تخصص گرایی	۰/۸۷	۷/۷۵
۲	بی‌کیفیت‌ترین پروژه	۷	ازهم گسیختگی	۰/۸۸	۳/۷۵
			پرمصرفی	۰/۶۳	۴/۷۵
۳	پروژه با کیفیت بالا	۹	یکپارچگی	۰/۸۵	۱۱/۴۲
			همگرایی	۰/۸۴	۹/۶۳
۴	پروژه با کیفیت پایین	۶	حال نگری	۰/۹۳	۷/۵۹
			عدم کفایت اسناد و مدارک	۰/۹	۷/۰۶
۵	پروژه با کیفیت متوسط	۹	تکنولوژی گرایی	۰/۸۴	۶/۷۶
			تأمین الزامات	۰/۷۹	۶/۷۵
۶	پروژه با کیفیت ایده آل	۱۲	نظارت و کنترل مناسب	۰/۹۴	۶/۳۴
			انطباق با استانداردها	۰/۶۱	۶/۴۶

جدول (۱۸): استفاده از نرم افزار لیزرل جهت تحلیل الگوسازی معادلات ساختاری

ردیف	ویژگی‌های کیفیت	بار عاملی	آماره تی	ردیف	ویژگی‌های کیفیت	بار عاملی	آماره تی
۱	تأمین الزامات	۰/۴۸	۲/۰۳۶	۳۱	خلاقیت و نوآوری	۰/۳۷	۲/۰۵
۲	صلاحیت	۰/۶۰	۳/۸۷	۳۲	دسترسی	۰/۳۳	۲/۰۴
۳	ایمنی	۰/۷۸	۲/۳۶	۳۳	ابهام	۰/۳۶	۲/۱۵
۴	زیبایی معماری تأسیسات	۰/۵۴	۲/۴۵	۳۴	سنت‌گرایی	۰/۳۵	۲/۱۸
۵	نظارت و کنترل مؤثر	۰/۴۷	۲/۱۴	۳۵	پرمصرفی	۰/۴۵	۲/۶۳
۶	مسئولیت‌پذیری	۰/۵۸	۳/۴۹	۳۶	حال نگری	۰/۴۱	۲/۴۵
۷	بازدهی	۰/۷۱	۳/۰۹	۳۷	افزایش هزینه‌ها	۰/۴۹	۲/۴۷
۸	تخصص گرایی	۰/۶۳	۲/۰۱	۳۸	عدم کفایت اسناد و مدارک	۰/۳۵	۲/۳۴
۹	قابلیت اطمینان	۰/۵۴	۲/۱۷	۳۹	انعطاف‌پذیری	۰/۳۲	۲/۳۶
۱۰	تعهد	۰/۷۸	۴/۷۸	۴۰	رضایتمندی	۰/۳۴	۲/۴۵
۱۱	اجرای درست	۰/۳۶	۳/۴۵	۴۱	توانمندسازی	۰/۳۴	۲/۷۸
۱۲	پیوستگی	۰/۵۴	۳/۱۲	۴۲	ارتباطات مؤثر	۰/۳۹	۲/۶۳
۱۳	یکپارچگی	۰/۷۹	۲/۹۸	۴۳	کاهش هزینه‌ها	۰/۳۷	۲/۳۴
۱۴	تیم محوری	۰/۶۳	۲/۲۹	۴۴	پویایی	۰/۵۴	۲/۳۶
۱۵	خلاقیت و نوآوری	۰/۴۵	۳/۳۴	۴۵	دسترسی	۰/۶۸	۲/۱۸
۱۶	عدم دوباره‌کاری	۰/۳۰	۱/۹۹۸	۴۶	تکنولوژی گرایی	۰/۶۷	۲/۱۸
۱۷	از هم گسیختگی	۰/۵۱	۳/۰۵۶	۴۷	تأمین الزامات	۰/۷۱	۲/۰۹
۱۸	پرمصرفی	۰/۳۹	۲/۷۸۸۱	۴۸	انطباق با استاندارد	۰/۷۲	۲/۶۳
۱۹	ذهنیت گرایی	۰/۳۲	۲/۳۶۱	۴۹	طراحی و مهندسی درست	۰/۷۶	۲/۴۵
۲۰	عدم مدیریت زمان	۰/۴۸	۲/۰۶	۵۰	نظارت و کنترل مؤثر	۰/۷۳	۲/۱۲
۲۱	ضرر افزوده	۰/۷۴	۲/۱۵	۵۱	اجرای درست	۰/۵۳	۲/۳۲
۲۲	عدم دسترسی	۰/۶۵	۲/۳۶	۵۲	تخصص گرایی	۰/۴۵	۲/۳۶
۲۳	بی‌توجهی به محیط زیست	۰/۳۸	۲/۱۴	۵۳	یکپارچگی	۰/۴۸	۲/۵۴
۲۴	انعطاف‌پذیری	۰/۴۲	۲/۱۲	۵۴	مشارکت	۰/۴۹	۲/۴۵
۲۵	همگرایی	۰/۵۴	۲/۱۸	۵۵	ایمنی	۰/۳۶	۲/۴۷
۲۶	عدم دوباره‌کاری	۰/۳۶	۲/۱۷	۵۶	قابلیت اطمینان	۰/۳۵	۱/۹۹
۲۷	یکپارچگی	۰/۵۷	۳/۳۲	۵۷	مدیریت ریسک	۰/۳۷	۲/۰۴
۲۸	مشارکت	۰/۵۴	۳/۳۹	۵۸	خلاقیت و نوآوری	۰/۳۲	۲/۰۶۵
۲۹	ایمنی	۰/۵۲	۳/۴۵	۵۹	توجه به محیط زیست	۰/۳۹	۲/۴۷
۳۰	کارآمدی	۰/۳۹	۳/۲۵	RMSEA=۰/۰۶۵, P–value=۰/۰۰۰, df=۱۳۷, x^2=۳۵۴/۵۳			

در ضمن با توجه به تفسیر نتایج از مدل‌یابی معادلات ساختاری و بار عاملی، نمایندگان طبقات، شامل ویژگی‌های تأمین الزامات، یکپارچگی، انعطاف‌پذیری، تخصص گرایی، پیوستگی، کم‌مصرفی، آینده‌نگری، کفایت اسناد و مدارک، تکنولوژی گرایی، انطباق با استاندارد، نظارت و کنترل مؤثر و زیبایی معماری تأسیسات به‌عنوان سازه‌های مهم در پروژه‌های ساخت خطوط لوله گاز انتخاب گردیدند.

همان طوری که در نتایج حاصل از تحقیق حاضر نیز مشاهده می‌شود برخی از ویژگی‌ها از جمله تحقق الزامات، یکپارچگی و انطباق با استانداردها، با تحقیقاتی که با هدف توسعه مفهوم کیفیت در پروژه‌ها انجام شده است همخوانی داشته و تائید می‌گردد.

سازمان‌های پروژه محور می‌توانند با اتخاذ سیاست‌ها و برنامه‌های دقیق، ویژگی‌های استخراج شده از تحقیق را در اجرای پروژه‌ها رعایت نمایند تا با ارتقاء سطح کیفیت، موفقیت پروژه حاصل گردد.

به محققانی که علاقه‌مند به مطالعه در این زمینه هستند توصیه می‌شود که موضوع را در پروژه‌های انتقال نفت مورد مطالعه قرار دهند و همچنین با بررسی موضوع در پروژه‌هایی که شکست خورده‌اند عوامل کیفیتی را با دقت شناسایی کنند تا در جهت رفع موانع موجود اقدامات اساسی انجام شود.

پیوست ۱

جدول (۲۰): اهمیت کیفیت در پروژه‌های ساخت

ردیف	عوامل موثر بر کیفیت	محقق	شرح عوامل
۱	قرارداد	یاسمین و همکاران	فرآیند تحول از منابع به تسهیلات ساخت مانند قرارداد ساخت است و آن‌ها نشان می‌دهند که کیفیت ساخت‌وساز شامل ترکیبی از ابعاد کیفیت تولید و خدمات است [۳۴].
۲	سیستم مدیریت کیفیت	دونگ	نیاز به داشتن یک سیستم مناسب برای اطمینان از کیفیت بسیار مهم است و وصل کردن با سطح بالای توجه به مدیریت کیفیت در صنعت ساخت و ساز است [۳].
۳	طراحی	ترک	پروژه‌های ساخت‌وساز با کیفیت بالا شامل عواملی مانند طراحی قابل فهم و قابل اجرا، انطباق طراحی با مشخصات، اقتصاد ساخت‌وساز، سهولت عملیات (بهره برداری)، سهولت تعمیر و نگهداری و بهره‌وری انرژی می‌باشد [۳۶].
۳	نیروی انسان	چنگ هو	به‌عنوان بخش اصلی فعالیت فرآیند تولید، کیفیت کلی و توانایی فردی انسان نتایج همه فعالیت‌های کیفیت را تعیین می‌کند. بنابراین انسان‌ها هستند که به‌عنوان هم اهداف کنترل شده و هم کنترل کننده انگیزه سایر فعالیت‌های کیفیت در نظر گرفته می‌شود [۳۷].
۴	اخلاق	بسترفیلد و همکاران	کیفیت وابسته به رفتار اخلاقی است که به موجب آن کیفیت و اخلاق یک شرط مراقبت مشترک دارند به این ترتیب که حقایق را درست انجام دهند و این یک روش اثبات شده برای کاهش هزینه‌ها، بهبود رقابت‌پذیری و ایجاد رضایت مشتری می‌باشد. تصور بسیار قوی وجود دارد که اکثر مشکلات مربوط به کیفیت ناشی از عوامل انسانی به‌ویژه حرفه‌ای بودن و اخلاق است [۳۸].
۵	کیفیت فرآیند ساخت	لیانگ شیلیان	کیفیت فرآیند ساخت، کیفیت یکپارچه ناشی از دلایل انسانی، مواد، ماشین‌آلات، متدولوژی فرآیند و محیط کار که همچنین به‌عنوان کیفیت فرآیند شناخته می‌شود کیفیت محصول را نشان می‌دهد. برای اطمینان از کیفیت ساخت و ساز پروژه ، کیفیت هر فرآیند باید کنترل شود که این تمرکز کنترل کیفیت در طول ساخت‌وساز است [۳۹].
		جودا	تولید یک محصول توسط یک سازمان یا ارائه خدمات با کیفیت بالا که بتواند نیازها و الزامات مشتریان را برآورده کند به‌طوری که با انتظاراتشان و به دست آوردن نفع و شادی آن‌ها برسد توسط اندازه‌گیری از پیش تعیین شده در فرآیند تولید محصول یا خدمات و پیدا کردن یک ویژگی منحصربه‌فرد است [۴۰].
۶	پیمانکار	روزنفلد	پیمانکاران نقش مهمی در شکل‌گیری کیفیت پروژه ایفا می‌کنند.استاندارد کار و انطباق با مشخصات سهم اصلی پیمانکار را در کیفیت پروژه مشخص می‌کند [۴۱].
		دولوی	تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه برای مطالعه ۴۳ ویژگی تأثیرفنی در انتخاب پیمانکار و ارتباط آن‌ها با اهداف موفقیت پروژه استفاده نمود. تحقیق نشان می‌دهد که تخصص فنی، موفقیت گذشته، زمان کسب و کار، روش‌های کاری و سرمایه کارکردی به‌طور قابل توجهی بر عملکرد پیمانکار در طول زمان، اهداف موفقیت، هزینه و کیفیت تأثیر می‌گذارد [۴۲].
۷	مواد	چنگ هو	مواد ازجمله مواد خام، محصولات نهایی، محصولات نیمه‌تمام، اجزاء، قطعات، یکی از شرایط ساخت‌وساز هستند و کیفیت مواد یکی از شرایط ضروری برای اطمینان از کیفیت ساخت‌وساز محسوب می‌شوند [۳۷].

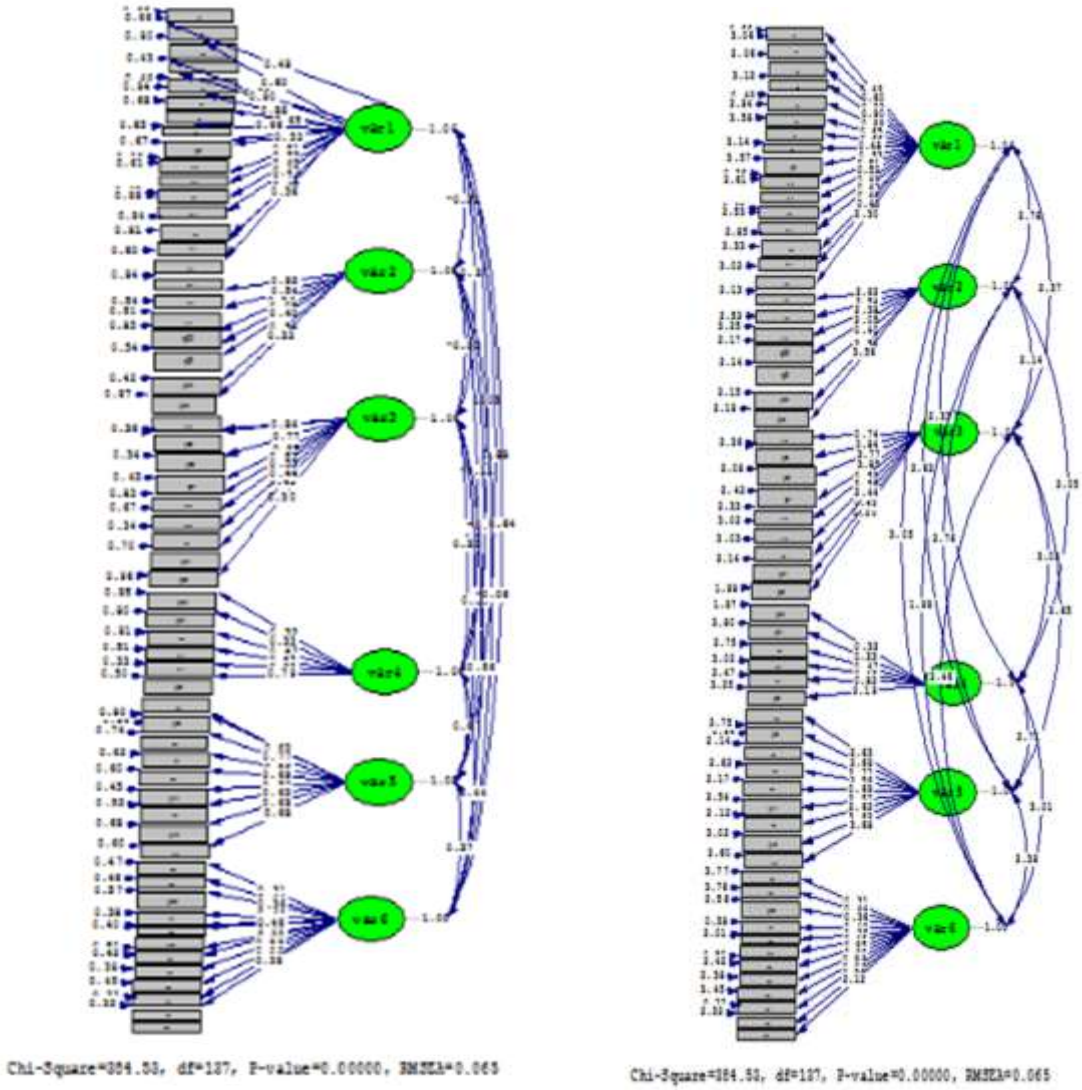
پیوست ۲

جدول (۲۱): تعریف ویژگی‌های کیفیت در پروژه‌های ساخت

ردیف	محقق	ویژگی	تعریف ویژگی
۱	Garvin,1988	عملکرد (performance)	عبارت است از مشخصات عملیاتی و کارکردی اولیه و اصلی محصول [۱۶]
۲	Garvin,1988	دوام (Durability)	میزان استفاده از یک محصول تا وقتی که کیفیت خود را کاملاً از دست داده به نحوی که دیگر قابل استفاده نباشد و اجباراً باید تعویض شود (قابل تعمیر نیست) [۱۶].
۳	Evans, J.R. and Lindsay, W.M., 2005	درستی (accuracy)	توانایی فراهم نمودن خدمات مناسب برای اولین بار با حداقل دوباره‌کاری [۴۳]

۴	Evans, J.R. and Lindsay, W.M., 2005	سازگاری (Consistency)	توانایی تکرار نمودن سطح همان خدمات به مشتریان[۴۳]
۵	Evans, J.R. and Lindsay, W.M. (2005 Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. and Berry, L.L. 1988	پاسخ‌دهی (Responsiveness)	توانایی واکنش به مشکلات غیرمنتظره و رویارویی در طول قرارداد و آمادگی و تمایل برای ارائه خدمات سریع [۴۴] [۴۳]
۶	Evans, J.R. and Lindsay, W.M. (2005 Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. and Berry, L.L. 1985	دسترسی و راحتی convenience) (Accessibility&	سهولت در انجام خدمات قراردادی [۴۳] [۴۵]
۷	Garvin,1988	تطابق (conformance)	میزان تحقق استانداردهای طراحی و مشخصات در فعالیت‌های ساختمانی [۱۶]
۸	Evans, J.R. and Lindsay, W.M.(2005)	تمامیت (Completeness)	مقدار اقلام پانچ لیست برای تکمیل پروژه [۴۳]
۹	Evans, J.R. and Lindsay, W.M, 2005	مناسب بودن (Timeliness)	تکمیل قرارداد در تاریخ برنامه ریزی شده [۴۳]
۱۰	Evans, J.R. and Lindsay, W.M. (2005 Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. and Berry, L.L. 1985	تواضع (courtesy)	درجه احترام، معنویت، دوستی و لطف سایت و سایر پرسنل [۴۳] [۴۵]
۱۱	Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. and Berry, L.L. 1985	قابل لمس (Tangibles)	امکانات و تجهیزات فیزیکی و ظاهر کارکنان[۴۵]
۱۲	Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. and Berry, L.L. (1985)	اعتبار (Credibility)	صداقت (Honesty) و امانت (trustworthiness) [۴۵]
۱۳	Garvin, D.A. (1988)	زیبایی گرایی (aesthetics)	سطح رضایت از تجربه کاربر نهایی با نگاه احساس، صدا، طعم و یا بو به تسهیلات [۱۶]
۱۴	Garvin, D.A,1988	تعمیر پذیری (۲۱۱erviceability)	عبارت است از سرعت، دقت، سهولت و قابلیت تعمیر پذیری [۱۶].
۱۵	Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. and (Berry, L.L. (1985	ارتباطات (Communication)	نگه‌داشتن مشتریان در یک زبانی که می‌توانند مطلع شوند و گوش دادن به مشتری در صورت لزوم [۴۵]
۱۶	Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. and (Berry, L.L. (1985	امنیت (Security)	جسمی، مالی و محرمانه بودن (رازداری) [۴۵]
۱۷	Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. and Berry, L.L. (1985)	فهم (Understanding)	توانایی در درک نیازها و احتیاجات مشتری [۴۵]
۱۸	Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. and Berry, L.L. (1988)	اطمینان (Assurance)	دانش و حسن نیت کارکنان و توانایی الهام بخشیدن اعتماد و اطمینان[۴۴]
۱۹	Parasuraman, A.,) Zeithaml, V.A. and Berry, L.L. (1985)	صلاحیت (Competence)	داشتن تسلط بر مهارت‌ها و دانش مورد نیاز برای همه کارکنان [۴۵]
۲۰	Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. and (Berry, L.L. (1988	یکدلی (Empathy)	درجه‌ای از مراقبت، توجه فردی که شرکت برای مشتریان خود فراهم می‌سازد [۴۴]
۲۱	Gronroos, C. (1988)	بازیافت (Recovery)	توانایی بازگرداندن شتاب و بهبود پس از آن [۴۶]
۲۲	Hansen, (2005)	کیفیت ادراک شده (quality perceived)	عبارت است از تعامل بین احساس ادراکی مصرف‌کننده و ارزیابی ذهنی او از کیفیت محصول [۴۷]
۲۳	Sebastianelli, Rose., Tamimi, Nabil , (2002)	قابلیت اطمینان (reliability)	توانایی انجام اعمال مورد انتظار از محصول تحت شرایط مشخص برای یک دوره‌های زمانی خاص [۴۸]

پیوست ۳



شکل (۷): مدل اندازه‌گیری همبستگی گویه‌ها ی مدل پژوهش در حالات استاندارد و ضرایب معناداری تی

مراجع

[1] Baccarini, D. (1999). "The Logical Framework for defining project success", Project Management Journal, 30(4): 25-32.

[2] Lester, A., (2013). "Project Management, Planning and Control: Managing Engineering, Construction and Manufacturing Projects to PMI", APM and BSI Standards, Sixth Edition, Butterworth- Heinemann Imprint, 592 Pages.

[3] Toor, S., Ogunlana, S., (2010). "Beyond the iron triangle: stakeholder perception of key performance indicators (KPIs) for large-scale public sector development projects", International Journal of Project Management 28: 228-236.

[4] Chan, A.P.C., Chan, A.P.L., (2004). "Key performance indicators for measuring construction success: Benchmarking: An International Journal 11 (2): 203-221.

[5] Toakley, A.R., Marosszeky, M., (2003). "Towards total project quality: a review of research needs. Engineering", Construction and Architectural Management, 10(3): 219-228.

[6] Makulsawatudom, A., Emsley, M., Sinthawanarong, K., (2004). "Critical factors influencing construction productivity in Thailand," The Journal of King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok, 14(3).

[7] Attalla, M., Fetaih, A., Hegazy, T., Elbeltagi, E., (2003). "Delivering projects with quality and safety. Proc.", The 31st Annual Conference- Canadian Society for Civil Engineering, 193-201.

[8] Berawi, M.A., (2006). "Distinguishing Concept Types in Function Models during the Act of Innovation. PhD Thesis", Oxford Brookes University. UK.

[9] ISO 9000:2005, (2005). Quality management systems – Fundamentals and vocabulary, Geneva: ISO.

[10] Hatush, Z., Skitmore, M., (1997). "Evaluating contractor prequalification data: selection criteria and project success factors", Construction Management and Economics, 15: 129-147.

[11]British Standards Institution, (1991). Quality concepts and related definitions, Quality Vocabulary, Part2, sec. 8.1.7.

[12]Davis, K., Ledbetter, W., Burati, J., (1989). "Measuring Design and Construction Quality Costs", Journal of Construction Engineering and Management, 115(3): 385-400.

[13]Kärnä, S., Junnonen, J.M., Kankainen, J., (2004). "Customer satisfaction in Construction", Proceedings of the 12th Annual Conference on Lean Construction, pp. 476-488.

[14]Berry, L.L., Parasuraman, A., Zeithaml, V.A., (1988). "The service-quality puzzle", Business Horizons, 31: 35-43.

[15]ISO 8402:1994, (1994). Quality management and quality assurance – Vocabulary. Geneva: ISO.

[16]Geraldi, J.G., Lee-Kelley, L., Kutsch, E.. (2009). "The titanic sunk, so what? Project manager response to unexpected events", International Journal of Project Management.

[17]Garvin, D.A., (1988). "Managing Quality", The Free Press, New York.

[18]Rosenfeld, Y., (2009). "Cost of quality versus cost of non-quality in construction: the crucial balance", Construction Management and Economics, 27(2): 107-117.

[19]Olaoluwa, P., (2013). "Factors affecting cost of construction Projects in Nigeria (A Case study of roads and building firms in Akure), A Research project submitted to the department of Project Management Technology", Federal University of Technology and Akure, Nigeria.

[20]Frimpong, Y., Oluwoye, J., Crawford, L., (2013). "Causes and delay and cost overruns in construction ground water projects in developing countries; Ghana as a case study", International journal of Project Management, 21: 321-326.

[21]Chan, A.P.C., (2001). "Framework for Measuring Success of Construction Projects", Report 2001-003-C-01: Value Alignment Process for Project Delivery. QUT, Australia.

[22]Song, S.H., Lee, H.S., (2004). "Analysis and Utilization of Quality Cost in Construction".

[23]Jha, K.N., Iyer, K.C. (2006). "Critical factors affecting quality performance in construction projects", Total Quality Management & Business Excellence, 17(9): 1156-1170.

[24]Barrett, P., (2000). "Systems and relationships for construction quality", International Journal of Quality & Reliability Management, 17 (4/5): 377-92.

[25] Sanvido, V., Grobler, F., Parfitt, K., Guvenis, M., Coyle, M., (1992), "Critical success factors for construction projects", Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 118(1): 94-111.

[26]Anderson, E.W., Sullivan, M.W., (1993). "The Antecedents and Consequences of Customer Satisfaction for Firms", Marketing Science, 129(2): 125-143.

[27]Forsythe, P., (2015). "Monitoring Customer Perceived Quality and Satisfaction during theconstruction process", C0onstruction Economics and Building, 15(1): 19-42.

[28]Chegeni, M., Noorossana, R., (2017). "Doctoral Disseration. Key Quality Attributes in Gas Pipe Line Transmission Projects", Iran University of Sience and Technolog, Fculty of Industrial Engineering.

[۲۹]هومن، حیدرعلی، (۱۳۸۴)، مدل یابی معادلات ساختاری با کاربرد نرم افزار لیزرل،انتشارات سمت، تهران، چاپ اول.

[۳۰]مؤمنی، منصور، قیومی، علی، (۱۳۸۶)، «تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS ،انتشارات کتاب نو، تهران، ص ۳۰۳.

[31]Fornell, C., Larcker, D., (1981). "Evaluating Structural Equation Modeling with Unobserved Variables and Measurement Error"; Journal of Marking Research, 18(1): 39-50.

[۳۲] کلاین، پاول، (۱۳۸۱). راهنمای آسان تحلیل عاملی، ترجمه محمد ولی علیئی و سید محمد میرسندسی، ، انتشارات دانشگاه امام حسین(ع). تهران، چاپ اول.

[۳۳]کلانتری، خلیل، (۱۳۸۸)، مدل سازی معادلات ساختاری در تحقیقات اجتماعی اقتصادی، انتشارات فرهنگ صبا، تهران، چاپ اول.

[34]Yasamis, F., Arditi, D., Mohammadi, J., (2002). "Assessing contractor quality performance", Construction Management and Economics, 20: 211-223.

[35]Dong, A., Maher, M.L., Kim, M.J., Gu N., Wang, X., (2009). "Construction defect management using a erviceabi digital workbench", Autom. Constr., 18(6): 814-824.

[36]Turk AM (2006). ISO 9000 in Construction: An Examination of Its Application in Turkey, Build. Environ., 41: 501-511.

[37]Cheng, H., (2004). "Construction Project Management, second edition", China Construction Industry Publisher, 22-32.

[38]Besterfield, D.H., Michna C.B., Besterfield G.H., Sacre MB (2003). Total Quality Management, 3rd ed, USA: Prentice Hall.

[39]Liang, S., (2004). "Engineering Project Management, second edition", China: Dongbei University of Finance and Economics. 71-79.

[40]Juda, M. (2009). International Standard ISO-9000: 2005. "The degree to which a set of inherent characteristics of a product fulfill customer requirements".

[41]Rosenfeld, Y., (2009). "Cost of quality versus cost of non-quality in construction: the crucial balance", Construction Management and Economics, 27(2): 107-117.

[42]Doloi, H., (2009). "Analysis of pre-qualification criteria in contractor selection and their impacts on project success", Construction Management and Economics, 27: 1245-1263.

[43]Evans, J.R., Lindsay, W.M. (2005). "The Management and Control of Quality", 6th Edn, South-Western, Thompson Corporation.

[44]Parasuraman, A., Zeithaml, V.A., Berry, L.L.

(1988). "SERVQUAL: A multiple item scale for measuring consumer perceptions of service quality", Journal of Retailing, 64(1): 14-40.
[45]Parasuraman, A., Zeithaml, V.A., Berry, L.L. (1985). "A conceptual model of service quality and its implications for future research", Journal of Marketing, 49: 41-50
[46]Gronroos, C. (1988). "Service quality; the six criteria of good perceived service quality", Review of Business, 9(3): 10-13
[47]Hansen, T., (2005). "Understanding consumer perception of food quality: The cases of shrimps and cheese", British food Journal, 7(7) 453-500.
[48]Sebastianelli, R., Tamimi, N., (2002). "How product quality dimensions relate to defining quality", Journal of Quality & Reliability Management, 19 (4): 443-453.

IERPS Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems

ISSN: 2345-2269

Journal of Industrial Engineering Research in Production Systems

Autumn and Winter 2019, Volume 6., No. 13., pp.195-215
www.ier.basu.ac.ir

DOI: 10.22084/ier.2019.17566.1797

Analysis of Quality's Key Attributes in Gas Transmission Pipe Line Projects Using Structural Equation Modeling

R. Noorossana [1,*], M. Chegeni [1]

[1] Department of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

***Article history*:**

Received 27 Octobr 2018
Accepted 19 February 2019

***Keywords*:**

Construct
Element
Gas transmission projects
Structural equation modeling

ABSTRACT

Today, implementation of projects is necessary for organizations' mobility, dynamism and development as well as guaranteeing their survival. Since environment is constantly changing, the growth of quality concepts has also been taken into consideration due to the demands of customers and increasing complexity of industrial projects at the same time. This paper focuses on analyzing the key attributes of quality in gas transmission pipeline projects using gas structural equation modeling enabling a method to improve construction quality of this type of projects. In this regard, attributes (constructs) of quality extracted from research were classified into 6 elements of the highest quality project, least quality project, high quality project, low quality project, medium quality project, ideal quality project using LISREL statistical analysis tool and then the adaptability of the whole conceptual model was fitted. According to the interpretation of the results from structural equation modeling and factor loading, the representatives of the 6 classes including attributes of requirement consideration, integration, flexibility, specialism, continuity, normally(consumption energy), foresight, good documentation, technology oriented, conformance to standards, effective supervision and nice were selected. It is clear that considering these attributes is essential to achieve the desired quality in project implementation. Although, regarding all constructs can lead to success of the project.

[*] Corresponding author. Rassoul Noorossana
Tel.: 021-73225017; *E-mail address:* *rassoul@iust.ac.ir*