

Identification and Prioritizing Delay Factors and Timely Delivery Solutions Based on EFQM in the Aviation Industry

Ommolbanin Yousefi*, **Abdolrasool Noroozi****,
Neda Hajheidari***

Abstract

In today's competitive world, compliance with customer requirements is a primary requisite of staying in a non-exclusive and competitive market. The late delivery of products results in the dissatisfaction of customers and imposes additional costs. Hence, one of the critical problems in the organization is the delay of the projects, which makes considering strategies for addressing them essential. This research was carried out in the industry of manufacturing airborne items and systems in 2020 to identify and prioritize the delay factors and timely delivery strategies of products. For this purpose, identifying and classifying the delay factors is done through the organization excellence model and then the dependence network relations of delay factors and solution determined by interpretive structure modeling technique and their impact on delays calculated by network analysis. Finally, by analyzing the significance-performance and the three indexes cost solution for implementing corrective amount, duration and availability for modification and feasible, acceptable solutions were identified and prioritized. The findings showed that 45 factors were root causes of delay, from among 113 detected delay factors, and after interpretive structure modeling, 14 corrective strategies and weighting and prioritizing were proposed by the experts.

Keyword: Delay; Organization Excellence Model; Interpretative Structure Modeling; Multi-Criteria Decision Making; Importance-Performance Analysis.

Received: May. 24, 2020; Accepted: Sep. 8, 2020.

* Assistant Professor, Malek-e-Ashtar University of Technology, Shahin shahr (Corresponding Author).
Email: yousefi_1302@yahoo.com

** MSc Student, Islamic Azad University, Najafabad Branch.

*** MSc Student, Malek-e-Ashtar University of Technology, Shahin shahr.

شناسایی و اولویت‌بندی عوامل تأخیر و راهکارهای تحویل به‌موقع مبتنی بر EFQM در صنعت هواپیمایی

ام‌البنین یوسفی*، عبدالرسول نوروزی**، ندا حاج حیدری

چکیده

در دنیای رقابتی امروز، رعایت الزامات مشتری‌مداری شرط اصلی پایداری در بازار غیرانحصاری و رقابتی است. عدم تحویل به‌موقع محصولات، سبب بروز نارضایتی مشتریان و تحمیل هزینه‌های اضافی خواهد شد. از این رو تأخیر پروژه‌ها و ارائه راهکارهایی برای رفع آن‌ها یکی از مشکلات مهم در سازمان‌ها تلقی می‌شود. این پژوهش با هدف شناسایی و اولویت‌بندی عوامل تأخیر و راهکارهای تحویل به‌موقع محصولات در صنعت ساخت و تولید اقلام و سامانه‌های هوایی در محدوده زمانی سال ۱۳۹۸ انجام شده است. بدین منظور عوامل تأخیر با استفاده از مدل تعالی سازمانی شناسایی و دسته‌بندی شدند؛ سپس با استفاده از تکنیک مدل‌سازی ساختاری - تفسیری، روابط شبکه‌ای وابستگی عوامل تأخیر و راهکارها مشخص و میزان تأثیر آن‌ها در تأخیرات با روش تحلیل شبکه‌ای محاسبه شد. در نهایت با تحلیل اهمیت - عملکرد و بر اساس سه شاخص میزان هزینه برای اجرای راهکار اصلاحی، مدت‌زمان لازم برای اصلاح و دسترسی و امکان‌پذیری، راهکارهای قابل‌پذیرش تعیین و اولویت‌بندی گردید. یافته‌ها نشان داد که از میان ۱۱۳ عامل تأخیر شناسایی‌شده، ۴۵ عامل دارای تأخیر ریشه‌ای بوده است. پس از انجام مدل‌سازی ساختاری تفسیری ۱۹ عامل ریشه‌ای تأثیرگذار (محرک) مشخص گردید و سپس ۱۴ راهکار اصلاحی همراه با وزن‌دهی و اولویت‌بندی آن‌ها توسط خبرگان تعیین شد.

کلیدواژه‌ها: تأخیر؛ مدل تعالی سازمانی؛ مدل‌سازی ساختار - تفسیری؛ تصمیم‌گیری
چندمعیاره؛ تحلیل اهمیت - عملکرد.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۲۰، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۸.

* استادیار، دانشگاه صنعتی مالک اشتر شاهین شهر (نویسنده مسئول).

Email: yousefi1302@yahoo.com

** کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد نجف آباد.

*** کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی مالک اشتر شاهین شهر.

۱. مقدمه

در بازارهای رقابتی کنونی رعایت الزامات مشتری‌مداری به‌منظور افزایش سطح رضایت‌مندی آن‌ها موضوع مهمی است که موجب بقای یک سازمان خواهد شد. قیمت تمام‌شده مناسب و کیفیت بالای محصول از شاخصه‌های مهم و تأثیرگذار در افزایش سطح رضایت مشتریان به‌شمار می‌رود. این در حالی است که تأخیر در زمان تحویل محصول (در سیستم‌های تولید تحویل به‌موقع) و تأخیر در اجرا و بهره‌برداری پروژه‌ها از جمله عواملی است که موجب کاهش سطح رضایت‌مندی مشتریان می‌شود. این‌گونه از تأخیرها با ازدست‌رفتن زمان، راکد ماندن سرمایه، کاهش قدرت بودجه پروژه و تحمیل هزینه‌های قابل‌توجه به سیستم همراه است و باعث افزایش قیمت تمام‌شده، تأخیر بیشتر در تحویل و در نتیجه کاهش سطح رضایت‌مندی مشتریان خواهد شد. شناسایی تمامی این عوامل مستلزم درک و شناخت درست وضعیت موجود سازمان است؛ به‌عبارت‌دیگر آگاهی به‌موقع از نشانه‌های وجود مشکل در یک سازمان به ریشه‌یابی و فهم چرایی وجود آن‌ها منجر می‌شود و مرحله اصلی و مهم برای تحول و بهبود وضعیت سازمان به‌شمار می‌رود. شناسایی وضعیت موجود در سازمان نیازمند مدلی است که به شناسایی نقاط بهبود و قوت سازمان کمک کرده و مسیر تعالی سازمان را ارزیابی و تحلیل کند. یکی از این مدل‌ها، «مدل تعالی سازمانی EFQM»^۱ است. این مدل نارضایتی مشتریان را به‌عنوان یکی از نشانه‌های وجود مشکل تأخیر در تحویل محصولات در نظر می‌گیرد و با تعریف راه‌حل‌های بهبود، سازمان را در مسیر اصلاح و کاهش عارضه تأخیرها قرار می‌دهد. مدل تعالی سازمانی برخلاف سایر مدل‌ها که عمدتاً مربوط به نقش‌آفرینان اصلی در پروژه‌ها است و با نگاه مدیریت پروژه انجام می‌شود، با نگاهی عمیق‌تر به عارضه‌یابی تأخیرهای پروژه در یک سازمان تولیدی و پروژه‌ای می‌پردازد و همه ابعاد سازمان را پوشش می‌دهد [۱۴].

همواره عوامل زیادی در بروز تأخیرها نقش دارند که صرفاً دارای شدت و ضعف و ابعاد متفاوتی هستند [۲۸]؛ از این‌رو به‌منظور اولویت‌بندی و ارزیابی این عوامل می‌توان از ابزارهای گوناگونی استفاده کرد. مهم‌ترین روش به‌کاررفته برای ارزیابی و اولویت‌بندی عوامل عبارت است از: تکنیک‌های TOPSIS،^۲ FMEA،^۳ FAHP،^۴ RII،^۵ IRII،^۶ و ORII.^۷ مطابق با پژوهش‌های صورت‌گرفته در این پژوهش، نصرتی (۱۳۹۱) با استفاده از روش رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس شباهت به گزینه (راه‌حل) ایده‌آل (TOPSIS) به اولویت‌بندی ۳۶ عامل تأخیر در پروژه‌های شرکت

۱. European Foundation for Quality Management (EFQM)

۲. Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

۳. Failure Mode Effects Analysis (FMEA)

۴. Fuzzy Analytical Hierarchy process (FAHP)

۵. Relative Importance Index (RII)

۶. Independent Relative Importance Index (IRII)

۷. Overall Relative Importance Index (ORII)

توزیع برق تهران پرداخته است [۲۷]. فرمانبر و همکاران (۱۳۹۲)، نیز عوامل جودآورنده تأخیرها در پروژه‌های عمرانی مهم استان مازندران را مطابق با نظر ارکان پروژه (نظیر کارفرما، پیمانکار، مشاور و عوامل خارجی) شناسایی و سپس آن‌ها را با استفاده از روش تجزیه و تحلیل حالات خرابی و اثرات آن (FMEA) اولویت‌بندی کردند [۱۵]. حیدریه و خیراندیش (۱۳۹۵)، علل تأخیر در پروژه‌های جمع‌آوری فاضلاب را شناسایی و الویت‌بندی کردند و پس از شناسایی علل تأخیر در پروژه بر اساس دیدگاه کارفرما، مشاور و پیمانکاران با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی (FAHP) به رتبه‌بندی عوامل تأخیر در اجرای پروژه‌ها پرداختند [۱۷]. استفاده از شاخص‌های اهمیت نسبی (RII) و شاخص اهمیت نسبی مستقل (IRII) نیز به ترتیب توسط دولوی و همکاران^۱ (۲۰۱۲) به منظور رتبه‌بندی عوامل تأخیر در پروژه‌های ساختمانی هند و مرزوک و ایلراس^۲ (۲۰۱۴) برای عوامل تأخیر در پروژه‌های ساختمانی مصر، به کار رفت و علل و تأثیرات تأخیر در پروژه‌ها توسط آن‌ها رتبه‌بندی شد [۱۱، ۲۴]. عزیز و عبدالحکم^۳ (۲۰۱۶) نیز با استفاده از شاخص اهمیت نسبی کلی (ORII) علل تأخیر در پروژه‌های ساخت‌وساز جاده‌ای مصر را بررسی و رتبه‌بندی کردند [۳]. در بیشتر موارد ابزارهای مورد استفاده فرض را بر استقلال عوامل می‌گذارند و اولویت‌بندی را نیز بدون در نظر گرفتن روابط علی و معلولی انجام می‌دهند؛ درحالی‌که در واقعیت عوامل ایجاد تأخیر بر یکدیگر تأثیرگذار هستند و میزان تأثیر آن‌ها نیز متفاوت است. به کمک شناسایی روابط وابستگی عوامل ایجاد تأخیر، می‌توان عوامل دارای تأثیرگذاری بیشتر را شناسایی و آن‌ها را با اولویت بالاتر معرفی کرد [۲۶]. در سال‌های اخیر روش ANP^۴ به عنوان روش مشروح و مبسوط در مسئله تصمیم‌گیری و اولویت‌بندی پروژه‌های عظیم مورد استفاده قرار گرفته است و در حل مسائلی که معیارها و گزینه‌های آن دارای وابستگی هستند کاربرد فراوان دارد [۲]. بویکوزکان و کرابولوت^۵ (۲۰۱۷)، در پروژه‌های ساخت‌وساز نفت و گاز برای ارزیابی عملکرد پروژه انرژی با دیدگاه پایداری از روش ANP استفاده کردند [۶]. هاشین و همکاران^۶ (۲۰۱۶) نیز از این روش جهت ارزیابی جایگزین‌های مدیریت زنجیره تأمین بهره گرفتند [۲۰]. به منظور تعیین روابط علی - معلولی بین عوامل مختلف نیز می‌توان از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM)^۷ استفاده کرد. سانگ و همکاران^۸ (۲۰۱۶) برای تجزیه و تحلیل عوامل مبتنی بر اجرایی کردن سیستم معاملات در بخش ساختمان از این روش استفاده کردند [۳۱]. کرباسیان و همکاران (۱۳۹۰) نیز از این روش به منظور

۱. Doloi, et al.

۲. Marzouk and El-Rasas

۳. Aziz & Abdel-Hakam

۴. Analysis Network Process (ANP)

۵. Büyüközkan & Karabulut

۶. Hussain, et al.

۷. Interpretive Structural Modeling (ISM)

۸. Song, et al.

سطح‌بندی و تعیین روابط بین معیارهای سنجش تأمین‌کنندگان چابک بهره‌گرفتند [۲۲]. در اغلب پژوهش‌ها برای تأخیرهای موجود در یک سازمان یک یا چند راهکار اصلاحی پیشنهاد شده و ارتباط بین راهکارها و عوامل تأخیر در نظر گرفته نمی‌شود؛ بنابراین مجموعه‌ای از راهکارها بدون اولویت‌بندی آن‌ها ارائه می‌شود. این در حالی است که مطابق با نظر نصرتی (۱۳۹۱)، عوامل تأخیر و راهکارها به یک نسبت در سیستم‌ها مؤثر نیستند و برای برخی از سازمان‌ها نیز امکان حذف یا کاهش تمام آن‌ها در یک مرحله وجود ندارد [۲۷]؛ از این‌رو توجه به شاخصی که به کمک آن بتوان راهکارها را ارزیابی و اولویت‌بندی کرده و پروژه‌های بهبود را اجرا کرد، امری ضروری است. یکی از تکنیک‌هایی که به منظور ارزیابی نقاط ضعف و قوت سیستم و کارایی در شناخت اولویت‌ها و اتخاذ استراتژی‌های بهبود به کار می‌رود، روش تجزیه و تحلیل ماتریس اهمیت - عملکرد (IPA)^۱ است. بهمینش و همکاران (۱۳۸۹)، از این روش برای اولویت‌بندی فرآیندهای قابل بهبود سرمایه انسانی در «پالایشگاه نفت اصفهان» استفاده کردند [۵]. فارس‌جانی و دهقان (۱۳۹۵)، نیز از این روش به منظور شناسایی و دسته‌بندی شاخص‌های اثرگذار در دستیابی به تولید محصول در «شرکت ایران خودرو» بهره‌گرفتند [۱۶].

پژوهش حاضر در صنعت ساخت و تولید سامانه‌های هوایی انجام شده است. با توجه به تنوع روزافزون تقاضای مشتریان و جایگاه حساس این صنعت، پاسخگویی سریع و افزایش رضایت مشتریان، مصرف‌کنندگان و سهامداران در این صنعت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ همچنین به منظور نیل به اهداف و برنامه‌های کلان سالیانه در جهت تعالی سازمانی پروژه‌هایی به منظور کاهش تأخیرها در برنامه تعالی سازمانی صنعت یادشده تعریف شده‌اند. در همین راستا و به منظور کاهش عارضه تأخیرها، عوامل تأخیر و راهکارهای تحویل به موقع محصولات شناسایی و اولویت‌بندی شده است. مطابق با پژوهش‌های صورت‌گرفته در این زمینه، از رویکرد EFQM استفاده شده تا با شناسایی وضعیت موجود، نقاط بهبود و قوت تعیین شود و به تحصیل اهداف پژوهش اعم از تحویل به موقع محصولات این صنعت، کاهش هزینه‌های تحمیلی به علت تأخیر در پروژه‌ها، ارائه اقدامات اصلاحی و برنامه‌ریزی‌های لازم جهت اجرای آن‌ها کمک شود. در این راستا وابستگی بین عوامل تأخیر و راهکارها و روابط علی و معلولی حاکم بر آن‌ها به صورت کامل در نظر گرفته شده و سپس به کمک روش تجزیه اهمیت - عملکرد راهکارهای پیشنهادشده، اولویت‌بندی شده است. در ادامه این پژوهش ابتدا مروری بر مبانی نظری پژوهش انجام می‌شود. سپس در بخش ۳، مراحل انجام پژوهش تشریح می‌شود. در بخش ۴، یافته‌های حاصل از اجرای مراحل پژوهش ارائه و نتایج حاصل از یافته‌ها، تجزیه و تحلیل می‌شوند. در بخش آخر نتیجه‌گیری همراه با بیان محدودیت‌ها و پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی ارائه خواهد شد.

۱. Importance- Performance Analysis (IPA)

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

یک سازمان دارای ابعاد مختلفی از قبیل اهداف، ساختار، نیروی انسانی، فناوری و محیط بوده و شناخت مشکلات سازمانی مستلزم بررسی هر یک از این ابعاد است. شناخت درست وضع موجود در سازمان (به‌عنوان نقطه شروع تغییر و تحولات) نیازمند مدل و رویکرد علمی مناسب است که به ریشه‌یابی و فهم چرایی وجود عارضه در سازمان کمک می‌کند. ماهیت عمومی مدل‌های تعالی کسب‌وکار و رویکردهای خودسرانه‌ای که توسط سازمان‌های مختلف دنبال می‌شود، به ایجاد تعداد زیادی رویکرد برای دستیابی به تعالی سازمانی منجر شده است [۱۲]. مدل تعالی سازمانی EFQM یکی از این رویکردها است که در سال ۱۹۹۱ با همکاری اعضای «بنیاد کیفیت اروپا»^۱ ایجاد شد. EFQM یک رویکرد مدیریتی جامع است که برای ارزیابی و بهبود عملکرد سازمان‌ها به کار می‌رود. این مدل در مدیریت کیفیت جامع (TQM)^۲ و «جایزه کیفیت ملی مالکوم بالدريج» (MBNQA)^۳ ریشه دارد، به‌عنوان یک چارچوب چندبعدی برای شناسایی نقاط بهبود (به‌صورت مستمر) در نظر گرفته می‌شود و در تمامی سازمان‌ها کاربرد دارد [۱۰]. این مدل با تعیین جایگاه سازمان در مسیر تعالی، به‌عنوان ابزار علمی برای کمک به سازمان‌ها شناخته می‌شود و به پیشرفت و بهبود پروژه‌ها و قرارگیری در مسیر مدیریتی مناسب کمک می‌کند [۲۵]. مدل تعالی سازمانی EFQM از سه پایه اصلی تشکیل شده است که عبارت‌اند از: مفاهیم بنیادین، معیارها و منطق ارزیابی. معیارها به دو دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱. توانمندسازها (آنچه سازمان انجام می‌دهد)؛ ۲. نتایج (آنچه سازمان کسب خواهد کرد). معیارهای توانمندساز که به‌منظور دستیابی به نتایج معرفی می‌شوند، عبارت‌اند از: رهبری، راهبرد، کارکنان، مشارکت‌ها و منابع، فرایندها، کالاها و خدمات. معیارهای نتایج نیز عبارت است از نتایج مشتری، کارکنان، جامعه و کلیدی. بازخورد حاصل از نتایج، معیارهای توانمندساز را اصلاح کرده و بهبود می‌بخشد [۱۴]. مطابق با رویکرد EFQM، وجود ابزاری که به کمک آن بتوان مسائل و مشکلات موجود در سازمان را شناسایی کرد، ضروری است. همواره ابزارهای زیادی برای شناسایی مشکلات وجود دارد. یکی از ابزارها نمودار استخوان ماهی^۴ است (با نام نمودار ایشیکوا^۵ یا علت - معلول نیز شناخته می‌شود). نمودار استخوان ماهی یک ابزار گرافیکی است که دلایل پیچیده و مختلف وقوع یک پدیده یا رویداد خاص را نشان می‌دهد [۷]. مطابق با این روش هنگامی که مسئله و علل آن ثبت می‌شود، نموداری شکل می‌گیرد که شبیه به اسکلت ماهی است. مسئله در داخل یک مربع و در سمت راست برگه کاغذ نوشته می‌شود. یک خط مستقیم به سمت چپ کشیده می‌شود که شبیه

۱. European Quality Foundation

۲. Total Quality Management (TQM)

۳. Malcolm Baldrige National Quality Award (MBNQA)

۴. Fishbone diagram

۵. Ishikawa

به ستون فقرات ماهی است. گام بعدی ترسیم ساقه‌ها یا به عبارتی تیغ‌های ماهی با زاویه ۴۵ درجه متصل به خط ستون فقرات است. در پایان هر یک از این ساقه‌ها علل مسئله نام برده می‌شود که می‌توان از طریق طوفان فکری^۱ به آن پرداخت. به منظور دسته‌بندی عوامل اصلی در نمودار ماهی، ۳ تکنیک وجود دارد که تکنیک‌های 4P، 5M و 4S از جمله این تکنیک‌ها هستند. در بسیاری از موارد نیز با توجه به نوع مشکل یا عارضه از ترکیبی از این سه تکنیک استفاده می‌شود [۱۸]. مطابق جدول ۱، معیارهای توانمندساز EFQM کلیه عوامل موجود در تکنیک‌های 4P، 5M و 4S را پوشش می‌دهد. معیارها و زیرمعیارهای توانمندساز، ابعاد و عوامل بیشتری از سازمان را پوشش می‌دهد که در تکنیک‌های یادشده این عوامل وجود ندارد؛ بنابراین معیارها و زیرمعیارها طیف کامل‌تری نسبت به این تکنیک دارند و همچنین برخی از فرهنگ و افکار صنایع با ادبیات تعالی آشنایی کاملی دارند؛ از این رو معیارها و زیرمعیارهای تعالی در دسته‌بندی نمودار علت و معلولی به‌عنوان استخوان‌ها یا شاخه‌های اصلی استفاده می‌شوند [۱۴].

جدول ۱. پوشش عوامل تکنیک‌های 5M، 4P و 4S با معیارهای توانمندساز [۱۴]

تکنیک	عوامل	حوزه رهبری	حوزه راهبرد	حوزه کارکنان	حوزه مشارکت‌ها	حوزه محصولات و فرآیندها
5M	انسانی			✓		
	عوامل ماشینی				✓	
	مواد اولیه				✓	
	مالی				✓	
	روش کار					✓
4P	مکانی				✓	
	سیستمی و برنامه‌ها					✓
	انسانی - کارکنان			✓		
	خط‌مشی سازمان		✓			
4S	محیط				✓	
	تأمین‌کننده				✓	
	سیستم					✓
	مهارت‌ها			✓		

شناسایی عوامل همراه با در نظر گرفتن اولویت و رابطه بین آن‌ها به انتخاب بهترین شیوه‌های جایگزین و راهکارهای اصلاحی کمک می‌کند [۱]. مدل‌سازی ساختار - تفسیری (ISM)^۲ یکی از روش‌هایی است که به کشف روابط بین عوامل و راهکارها کمک می‌کند و با تجزیه معیارها در

۱. Brain storming

۲. Interpretive Structural Modeling (ISM)

چند سطح مختلف به تحلیل ارتباط بین شاخص‌ها می‌پردازد [۲۱]. توانایی این روش در جهت‌دهی به روابط پیچیده عناصر مرتبط با یکدیگر و ساختاردهی به عناصر سبب استفاده فراگیر از این روش شده است [۳۰]. پیشینه استفاده از ISM به سال ۱۹۹۴ بازمی‌گردد که به منظور تعیین ارتباط بین معیارها در مسئله انتخاب بهترین فروشنده مورداستفاده قرار گرفت [۲۳]. به منظور استفاده از روش ISM ابتدا ماتریسی با عنوان «ماتریس تعاملی ساختاری» (SSIM)^۱ تشکیل می‌شود. این ماتریس به صورت زوجی تکمیل شده و نشان‌دهنده ارتباط بین عوامل مختلف است. به منظور تعیین ارتباطات عوامل گوناگون در ماتریس تعاملی ساختاری از نمادهای V, A, X و O استفاده می‌شود. نمادهای اشاره‌شده به ترتیب نشان‌دهنده تأثیرگذار بودن عامل سطر A بر عامل سطر Z ام، تأثیرگذار بودن عامل سطر Z ام بر عامل ستون A ام، تأثیرگذار بودن هر دو عامل بر یکدیگر و عدم تأثیرگذاری دو عامل بر یکدیگر است. به منظور سهولت در انجام محاسبات ماتریس تعاملی ساختاری، نمادهای موجود در این ماتریس را به اعداد صفر و یک تبدیل می‌کند و ماتریس حاصل را «ماتریس دستیابی اولیه» می‌نامند. نحوه تبدیل ماتریس تعاملی ساختاری به ماتریس دستیابی اولیه به صورت زیر است:

چنانچه نماد درایه (i, j) حرف V باشد، در ماتریس اولیه درایه (i, j) به ۱ و درایه (j, i) به صفر تبدیل می‌شود.

چنانچه نماد درایه (i, j) حرف A باشد، در ماتریس اولیه درایه (i, j) به ۰ صفر و درایه (j, i) به ۱ تبدیل می‌شود.

چنانچه نماد درایه (i, j) حرف X باشد، در ماتریس اولیه درایه (i, j) به ۱ و درایه (j, i) به ۱ تبدیل می‌شود.

چنانچه نماد درایه (i, j) حرف O باشد، در ماتریس اولیه درایه (i, j) به صفر و درایه (j, i) به صفر تبدیل می‌شود.

پس از تعیین ماتریس دستیابی اولیه، ماتریس دستیابی نهایی تشکیل می‌شود. به منظور تعیین این ماتریس، ماتریس دستیابی اولیه تا جایی که بتوان رسانده می‌شود که درایه‌های آن ثابت شوند. یادآوری این نکته لازم است که عملیات به‌توان‌رساندن باید مطابق با قاعده بولین انجام شود [۲۹]. در نهایت به منظور سطح‌بندی عوامل، مجموعه‌های ورودی (عواملی که در ماتریس دستیابی نهایی از عامل i تأثیر می‌پذیرند) و خروجی (عواملی که در ماتریس دستیابی نهایی بر عامل i تأثیر می‌گذارند) هر یک از عوامل مشخص شده و سپس مطابق با این دو، مجموعه مشترک تعیین می‌شود. به همین منظور اشتراک مجموعه‌های ورودی و خروجی هر یک از عوامل در نظر گرفته می‌شود و چنانچه این اشتراک معادل مجموعه ورودی‌ها باشد، این عامل در سطح یک قرار می‌گیرد

و سپس عوامل در نظر گرفته شده در سطح یک از مجموعه‌های ورودی و خروجی حذف شده و به صورت مشابه عوامل سطح دوم مشخص می‌شوند. این عملیات تا تعیین سطح همه عوامل تکرار خواهد شد. همه عوامل موجود در ماتریس دستیابی نهایی دارای تأثیرگذاری و تأثیرپذیری یکسان نیستند؛ از این رو در برخی از موارد و بنا بر شرایط موجود نمی‌توان برای همه آن‌ها راهکارهایی ارائه کرد. جمع سطرها و ستون‌های ماتریس دستیابی نهایی برای هر یک از عوامل به ترتیب، قدرت تأثیرگذاری (محرک) و تأثیرپذیری (وابستگی) هر یک از آن‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به این موضوع، می‌توان با ترسیم نمودار قدرت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری و تقسیم آن به چهار ناحیه مختلف میزان قدرت هر یک از عوامل را تحلیل کرد. این چهار ناحیه عبارت‌اند از: ناحیه مستقل (عواملی که دارای قدرت محرک و وابستگی ضعیف هستند)؛ ناحیه وابسته (عواملی که دارای قدرت محرک ضعیف و وابستگی قوی هستند)؛ ناحیه پیوندی (عواملی که دارای قدرت محرک و وابستگی قوی هستند) و ناحیه کلیدی (عواملی که دارای قدرت محرک قوی و وابستگی ضعیف هستند) [۳۱].

تمام عوامل تأخیرها و راهکارهایی ارائه شده برای رفع آن‌ها دارای اهمیت یکسان نیست و اولویت‌بندی وزنی هر یک از عوامل و راهکارها موضوع مهمی است که باید پس از تعیین دقیق مسئله در چارچوب رویکرد EFQM در نظر گرفته شود. یکی از روش‌های معروف و پرکاربرد اولویت‌بندی برای معیارها و گزینه‌ها غیرمستقل فرآیند تحلیل شبکه یا ANP است که توسط ساعتی و تاکی زاوا^۱ (۱۹۹۶)، پیشنهاد شده است. در این روش وابستگی بین عناصر در نظر گرفته می‌شود [۱۳]. این عناصر می‌تواند شامل معیارها، زیرمعیارها، راهکارها و غیره باشد که هر یک درون یک خوشه قرار می‌گیرند. عناصر یا عوامل موجود در خوشه‌ها ممکن است با یک یا تمامی عوامل خوشه‌های دیگر و حتی با عوامل موجود در خوشه خود ارتباط داشته باشند. به منظور استفاده از این روش ابتدا سوپرماتریس اولیه تشکیل شده و به عنوان چارچوبی برای تعیین اهمیت نسبی عناصر در نظر گرفته می‌شود. درایه‌های موجود در این ماتریس بر اساس مقایسات زوجی تکمیل می‌شوند. ستون‌های سوپرماتریس اولیه از چند بردار ویژه تشکیل شده است که جمع هر یک از آن‌ها برابر یک است؛ بنابراین این امکان وجود دارد که جمع هر ستون سوپرماتریس اولیه بیش از یک باشد (متناسب با بردار ویژه‌هایی که در هر ستون وجود دارند). برای اینکه جمع هر ستون برابر یک شود، ستون‌های ماتریس، استاندارد می‌شود؛ در نتیجه ماتریس جدیدی تحت عنوان سوپرماتریس وزنی به دست می‌آید. این موضوع شبیه به زنجیره مارکوف است که جمع احتمالی همه وضعیت‌ها معادل یک است [۸]. در نهایت به منظور اولویت‌بندی هر یک از عوامل سوپرماتریس وزنی تا جایی که بتوان رسانده می‌شود که عناصر ماتریس همگرا شوند و مقادیر سطری آن‌ها با هم

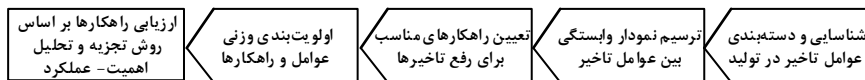
برابر شود. هدف از به‌حدرساندن سوپر ماتریس وزنی این است که تأثیر نسبی درازمدت هر یک از عناصر آن در یکدیگر حاصل شود. بر اساس ماتریس به‌دست‌آمده، بردار وزن مشخص شده و رتبه‌بندی وزنی میزان تأثیرگذاری هر یک از معیارها را نشان می‌دهد [۳۲]. در اغلب سیستم‌ها امکان حذف یا کاهش تمام تأخیرها وجود ندارد [۲۷]؛ از این رو در نظر گرفتن بهترین راهکارها با توجه به شاخص‌های مدنظر سازمان موضوع مهمی است که سازمان‌ها را در جهت حذف اتلاف‌ها یاری می‌کند. روش تجزیه و تحلیل اهمیت - عملکرد یکی از ابزارهای مؤثر در شناخت اولویت‌ها و اتخاذ مؤلفه‌های بهبود است که نخستین بار توسط جان مارتیلا و جان جیمز (۱۹۷۷)، ارائه شد [۹]. از این تکنیک به‌منظور تعیین وضعیت یک سیستم استفاده شده و هر مؤلفه بر اساس دو بُعد اهمیت و عملکرد ارزیابی می‌شود [۱۹]. به‌منظور اجرای این تکنیک، یک نمودار دوبعدی شامل چهار قسمت (ربع) ترسیم می‌شود. محور عمودی این نمودار عملکرد هر استراتژی و محور افقی آن اهمیت آن در تصمیم‌گیری را نشان می‌دهد. هر یک از استراتژی‌ها در یکی از قسمت‌های این نمودار قرار می‌گیرد و مطابق با اهمیت این قسمت‌ها و نظرهای خبرگان اولویت‌بندی انجام می‌شود [۴].

در این پژوهش تأخیرهای به‌وجودآمده در حوزه تولید صنعتی با محوریت مفاهیم تعالی سازمانی بررسی شده و برخلاف مطالعات پیشین (فرض را بر استقلال عوامل می‌گذارند) وابستگی بین عوامل تأخیر و راهکارها نیز در نظر گرفته شده است؛ سپس به کمک شاخص‌های مناسب راهکارهای اصلاحی ارزیابی و اولویت‌بندی شده است. در ادامه روش‌شناسی پژوهش به همراه مراحل طی شده به‌صورت کامل شرح داده می‌شود.

۳. روش‌شناسی پژوهش

به‌منظور انجام این پژوهش از روش مبتنی بر پژوهش میدانی - تحلیلی استفاده شده و مطابق با شکل ۱، پنج مرحله برای اجرای آن در نظر گرفته شده است. به همین منظور در نخستین مرحله به کمک مدل تعالی سازمان و معیارهای توانمندساز و پس از برگزاری جلسه‌های مدیریتی و طوفان فکری علل به‌وجودآمدن تأخیرها در پروژه موردبررسی شناسایی شده و سپس به کمک نمودار استخوان ماهی دسته‌بندی شد. در مرحله دوم به کمک روش ISM و نظرهای خبرگان روابط وابستگی بین عوامل تأخیر تعیین و نمودار روابط علی و معلولی ترسیم شد. در مرحله سوم به کمک برگزاری جلسه‌های کارشناسی خبرگان، راهکارهای اصلاحی برای عوامل تأخیر شناسایی شده پیشنهاد شد و روابط بین راهکارهای اصلاحی و علل تأخیرها شناسایی شدند. در مرحله چهارم با استفاده از روش ANP وزن عوامل تأخیر و راهکارهای اصلاحی محاسبه شد و اولویت‌بندی وزنی صورت گرفت. درنهایت در مرحله پنجم به کمک روش تجزیه و تحلیل اهمیت - عملکرد و مصاحبه با مدیران، شاخص‌های مهم برای ارزیابی راهکارهای اصلاحی تعیین شدند. گروه خبرگان در این

پژوهش شامل ۲۴ نفر است که عبارت‌اند: از ۲ نفر از مدیران ارشد؛ ۳ نفر مدیران پشتیبانی تولید؛ ۴ نفر مدیران فنی و ۱۵ نفر از کارشناسان صنعت مربوطه که همگی بین ۱۰ تا ۲۰ سال سابقه داشتند و دارای اطلاعات لازم و کافی بودند.

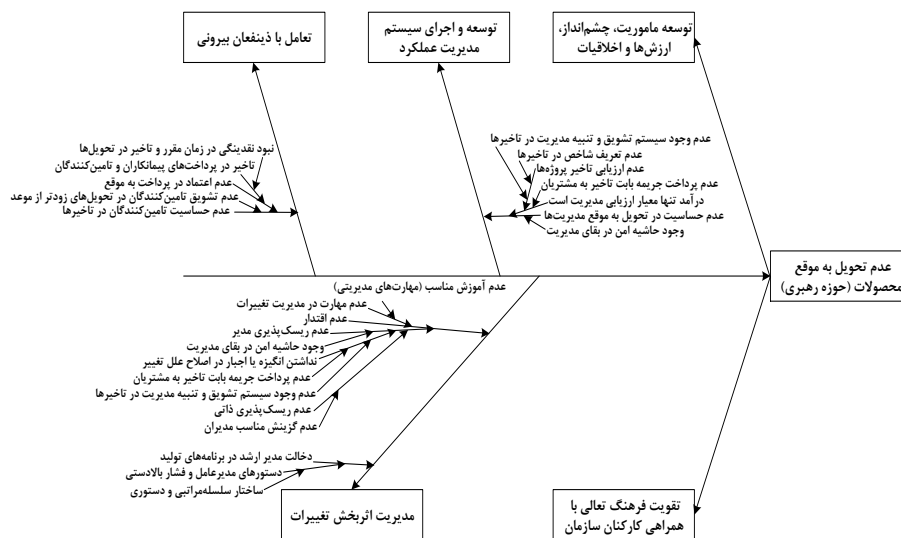


شکل ۱. مراحل انجام پژوهش

۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

پژوهش حاضر در صنعت ساخت و تولید سامانه‌های هوایی انجام شده است. این صنعت به‌عنوان یکی از قطب‌های اصلی کشور در حوزه طراحی، ساخت و آزمون قطعات، سامانه‌ها و متعلقاتی هواگردها به‌شمار می‌رود که در طول سال‌های اخیر توانسته است خدمات شایانی به کشور ارائه دهد. با توجه به پیچیدگی و حساسیت بالای قطعات و مجموعه‌های هوایی، عدم‌امکان تأمین مواد از خارج کشور (به دلیل تحریم‌ها) و نیاز مبرم ناوگان هوایی دسترسی و تولید این اقلام و مجموعه‌ها، دغدغه صنعت دوچندان شده است؛ بنابراین اهمیت استفاده بهینه از ظرفیت‌ها و منابع انسانی موجود برای خدمات‌رسانی به موقع به ناوگان هوایی موضوع مهمی است که باید در نظر گرفته شود. از این‌رو توجه به عوامل به‌وجودآورنده تأخیر در این صنعت و ارائه راهکارهای مناسب برای رفع آن‌ها کمک شایانی به این صنعت خواهد کرد. در ادامه یافته‌های حاصل از مراحل انجام این پژوهش برای محصول مورد مطالعه به‌صورت گام‌به‌گام شرح داده شده است.

یافته‌های حاصل از مرحله نخست: شناسایی و دسته‌بندی عوامل تأخیر. به‌منظور شناسایی عوامل به‌وجودآورنده تأخیر در این پژوهش، جلسه‌های گروهی متشکل از مدیران و کارشناسان قسمت‌های مختلف این صنعت تشکیل شده و به کمک روش طوفان فکری تمام مشکلات حوزه‌های مختلف (معیارهای توانمندساز) که باعث بروز تأخیر در روند تولید و تحویل محصول می‌شوند، شناسایی شد؛ سپس نمودار استخوان ماهی به تفکیک برای هر یک از حوزه‌ها ترسیم و معیارهای اصلی تعالی (با در نظر گرفتن زیرمعیارها و عوامل تأخیر) شناسایی و دسته‌بندی شد. برای مثال شکل ۲، نمودار استخوان ماهی مربوط به حوزه رهبری را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، شش معیار اصلی سبب به‌وجودآمدن تأخیر در زمان تحویل محصولات (معیار اصلی تعالی در حوزه رهبری) شده است و هر یک از آن‌ها دارای علل خاص مربوط به خود بوده‌اند.



شکل ۲. نمودار استخوان ماهی حوزه رهبری

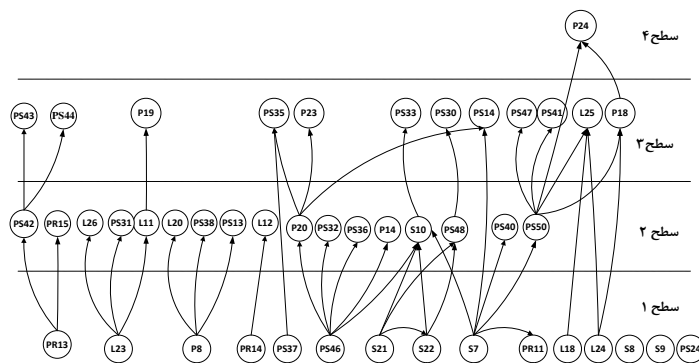
مجموعه عوامل تأخیر شناسایی شده برای ۵ حوزه مربوط به معیارهای توانمندساز (رهبری (L)، راهبردی (S)، کارکنان (P)، مشارکت و منابع (PR) و فرآیندها، محصولات (PS)) شامل ۱۸۹ مورد بود که پس از حذف موارد تکراری ۱۴۲ مورد از آن‌ها باقی ماند. از این ۱۴۲ مورد، ۵ مورد آن معیار اصلی تعالی، ۲۴ مورد آن زیرمعیار و ۱۱۳ مورد آن مربوط به علل تأخیر هستند. سپس از میان ۱۱۳ علل تأخیر شناسایی شده، تعداد ۴۵ عامل مؤثر که در پایین‌ترین شاخه نمودار استخوان ماهی قرار گرفته‌اند، به عنوان علل ریشه‌ای در نظر گرفته شدند. این علل مطابق شکل ۳، دسته‌بندی شده و به عنوان ورودی مرحله بعد در نظر گرفته شده‌اند.

کد علت ریشه‌ای	معیار اصلی	کد علت ریشه‌ای	معیار اصلی
PS13	حوزه فرآیندها و محصولات (PS)	L12	حوزه رهبری (L)
PS14		L18	
PS24		L20	
PS30		L23	
PS31		L24	
PS32		L25	
PS33		L26	
PS35		S7	حوزه راهبردی (S)
PS36		S8	
PS37		S9	
PS38		S10	
PS40		S21	
PS41		S22	
PS42		P8	حوزه کارکنان (P)
PS43		P14	
PS44		P18	
PS46		P19	
PS47		P20	
PS48		P23	
PS50		P24	حوزه مشارکت و منابع (PR)
	PR11		
	PR13		
	PR14		
	PR15		

شکل ۳. دسته‌بندی عوامل ریشه‌ای به وجودآورنده تأخیر به تفکیک حوزه‌های مختلف

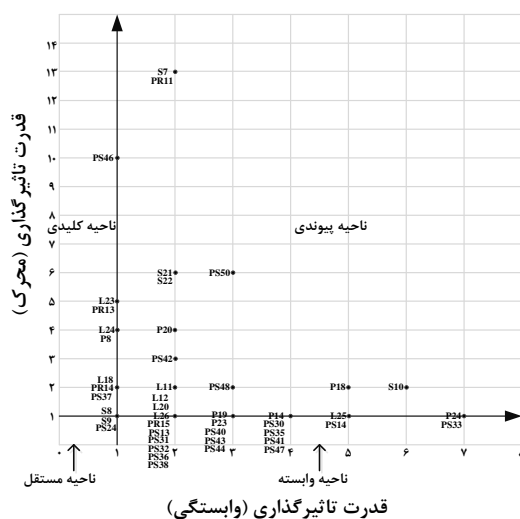
✓	S8	S8	S8
✓	S9	S9	S9
	PS33 ,S10	PS46 ,PR11 ,S22 ,S21 , S10 ,S7	S10
✓	PS48 ,PS33 ,PS30 ,S22 , S21 ,S10	S22 ,S21	S21
✓	PS48 ,PS33 ,PS30 ,S22 , S21 ,S10	S22 ,S21	S22
✓	PS38 ,PS13 ,P8 ,L20	P8	P8
	P14	PS46 ,PR11 ,P14 ,S7	P14
	P24 ,P18	PS50 ,PR11 ,P18 ,S7 ,L24	P18
	P19	P19 ,L23 ,L11	P19
	PS35 ,PS14 ,P23 ,P20	PS46 ,P20	P20
	P23	PS46 ,P23 ,P20	P23
	P24	PS50 ,PR11 ,P24 ,P18 ,S7 , L24 ,L18	P24
✓	PS50 ,PS47 ,PS41 ,PS40 , PS33 ,PS14 ,PR11 ,P24 , P18 ,P14 ,S10 ,S7 ,L25	PR11 ,S7	PR11
✓	PS44 ,PS43 ,PS42 ,PR15 , PR13	PR13	PR13
✓	PR14 ,L12	PR14	PR14
	PR15	PR15 ,PR13	PR15
	PS13	PS13 ,P8	PS13
	PS14	PS46 ,PS14 ,PR11 ,P20 ,S7	PS14
✓	PS24	PS24	PS24
	PS30	PS48 ,PS30 ,S22 ,S21	PS30
	PS31	PS31 ,L23	PS31
	PS32	PS46 ,PS32	PS32
	PS33	PS46 ,PS33 ,PR11 ,S22 , S21 ,S10 ,S7	PS33
	PS35	PS46 ,PS37 ,PS35 ,P20	PS35
	PS36	PS46 ,PS36	PS36
✓	PS37 ,PS35	PS37	PS37
	PS38	PS38 ,P8	PS38
	PS40	PS40 ,PR11 ,S7	PS40
	PS41	PS50 ,PS41 ,PR11 ,S7	PS41
	PS44 ,PS43 ,PS42	PS42 ,PR13	PS42
	PS43	PS43 ,PS42 ,PR13	PS43
	PS44	PS44 ,PS42 ,PR13	PS44
✓	PS46 ,PS36 ,PS35 ,PS33 , PS32 ,PS14 ,P23 ,P20 ,P14 , S10	PS46	PS46
	PS47	PS50 ,PS47 ,PR11 ,S7	PS47
	PS48 ,PS30	PS48 ,S22 ,S21	PS48
	PS50 ,PS47 ,PS41 ,P24 , P18 ,L25	PS50 ,PR11 ,S7	PS50

سطح‌بندی عوامل ریشه‌ای تأخیرها در شکل ۷ نشان داده شده است. مطابق این شکل ورودی‌ها و خروجی‌های هر یک از عوامل (به‌عنوان ورودی مرحله بعدی) به کمک فلش‌های جهت‌دار نمایش داده شده است.



شکل ۷ مدل پایه‌ای توسعه یافته به کمک روش ISM

بر اساس روش ISM، همه عوامل موجود در ماتریس دستیابی نهایی دارای تأثیرگذاری و تأثیرپذیری یکسان نیستند. به همین منظور با استفاده از جمع سطرها و ستون‌های ماتریس دستیابی نهایی، نمودار قدرت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل ریشه‌ای تأخیرها در شکل ۷، ترسیم شده است. مطابق این شکل و با توجه با نظر کارشناسان، عواملی که قدرت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معادل عدد یک دارند در ناحیه مستقل، عواملی که تأثیرگذاری معادل یک و تأثیرپذیری بیشتر از یک دارند در ناحیه وابسته، عواملی که تأثیرگذاری بیشتر از یک و تأثیرپذیری معادل یک دارند در ناحیه کلیدی و عواملی که دارای قدرت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری بیشتر از یک هستند در ناحیه پیوندی قرار گرفته‌اند. مطابق با تقسیم‌بندی نواحی، عواملی که در ناحیه مستقل و وابسته قرار گرفته‌اند، قدرت تأثیرگذاری (محرك) معادل ۱ دارند؛ یعنی فقط بر خود تأثیرگذار بوده‌اند؛ بنابراین قدرت تأثیرگذاری کمتری نسبت به سایر عوامل موجود در ناحیه پیوندی و کلیدی داشته‌اند. با توجه به نظر کارشناسان پژوهش تنها عواملی که در ناحیه کلیدی و پیوندی قرار گرفته‌اند، به‌عنوان عوامل ریشه‌ای تأثیرگذار انتخاب شدند. این عوامل هم بر خود و هم بر سایر عوامل تأثیرگذار هستند.



شکل ۷. نمودار قدرت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل ریشه‌ای تأخیرها

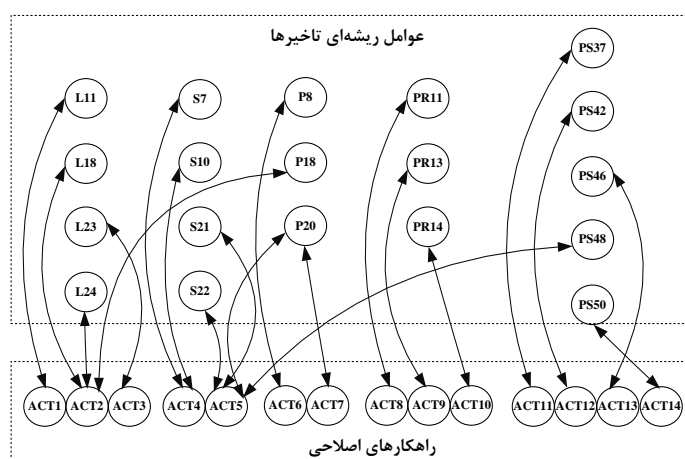
یافته‌های حاصل از مرحله سوم: تعیین راهکارهای مناسب برای رفع تأخیرها. در این مرحله به منظور رفع ۱۹ عامل ریشه‌ای تأثیرگذار شناسایی شده در مرحله قبل، مطابق با نظر گروه خبرگان و پژوهش‌های صورت گرفته، ۱۴ راهکار پیشنهاد شده است. جدول ۳، کُد راهکارهای اصلاحی را برای هر یک از ۱۹ علت ریشه‌ای نشان می‌دهد که برخی از راهکارها فقط متناسب با یک علت ریشه‌ای هستند. این در حالی است که برخی دیگر قابلیت بهبود و اصلاح دو یا چند علت ریشه‌ای را دارند.

جدول ۳. ارائه راهکارهای اصلاحی برای عوامل ریشه‌ای

علت ریشه‌ای	راهکار (کد)
ACT1	L11
	L18
ACT2	L24
	P18
ACT3	L23
ACT4	S7
	S10
ACT5	S21
	S22
-ACT5	PS48
	P20
-ACT7	
ACT6	P8

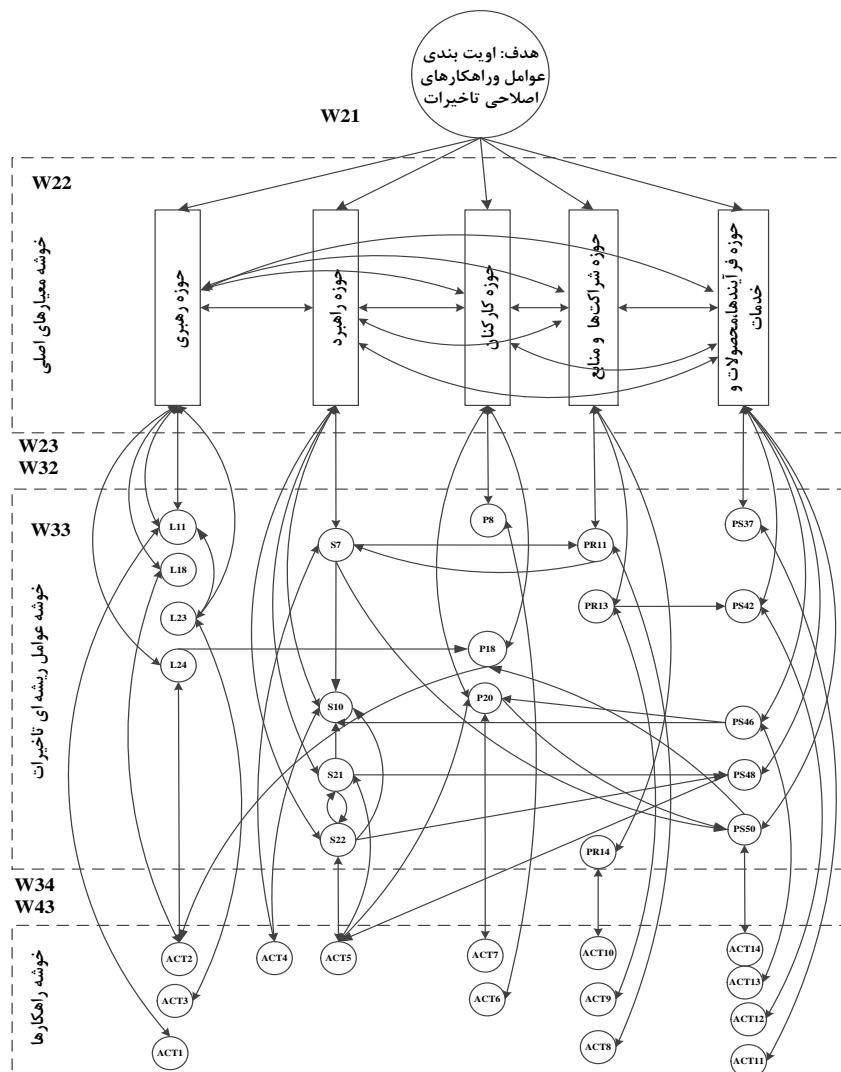
علت ریشه‌ای	راهکار (کد)
ACT8	PR11
ACT9	PR13
ACT10	PR14
ACT11	PS37
ACT12	PS42
ACT13	PS46
ACT14	PS50

شکل ۸، نمودار وابستگی بین راهکارها و علل ریشه‌ای تأخیرها را نشان می‌دهد.



شکل ۸، نمودار وابستگی بین راهکارها و عوامل ریشه‌ای تأخیرها

یافته‌های حاصل از مرحله چهارم: اولویت‌بندی وزنی عوامل و راهکارها. در این مرحله به‌منظور رتبه‌بندی وزنی عوامل و راهکارهای ارائه‌شده، شبکه ارتباطات ANP حاصل از مراحل قبل مطابق شکل ۹، ترسیم شده است. مطابق این شکل، شبکه ANP دارای سه خوشه است که ارتباطات بین آن‌ها به کمک پیکان‌های جهت‌دار نشان داده شده است. پیکان‌های ترسیم‌شده در قسمت W21، W22 و W33 به ترتیب نشان‌دهنده ارتباط هدف پژوهش با معیارهای اصلی تعالی، وابستگی درونی بین معیارهای اصلی تعالی و وابستگی درونی بین عوامل ریشه‌ای تأخیرها هستند؛ علاوه‌براین W32 و W23 نمایانگر وابستگی متقابل بین عوامل ریشه‌ای تأخیرها و معیارهای اصلی و W34 و W43 نشان‌دهنده روابط وابستگی متقابل بین راهکارها و عوامل ریشه‌ای تأخیرها هستند.



شکل ۹. نمودار شبکه ارتباطات ANP

مطابق با نظر گروه خبرگان، وزن معیارهای اصلی تعالی و میزان تأثیر آن‌ها بر هدف یکسان در نظر گرفته شده است. ماتریس مقایسات زوجی نیز برای هر یک از معیارها، عوامل ریشه‌ای و راهکارها مطابق با نظر آنان تعیین شده است؛ از این رو تعداد ۱۹ ماتریس مقایسه زوجی به دست آمد. برای مثال جدول ۴، ماتریس مقایسات زوجی معیارهای اصلی تعالی با توجه به وابستگی درونی آن‌ها بر اساس معیار رهبری را نشان می‌دهد.

جدول ۴. ماتریس مقایسات زوجی معیارهای اصلی تعالی با توجه به وابستگی درونی آن‌ها بر اساس معیار رهبری

کارکنان	مشارکت و منابع	فرآیندها و محصولات	راهبرد
۵	۳	۴	۱
۳	۱	۱	۰/۲۵
۵	۱	۱	۰/۳۳
۱	۰/۲	۰/۳۳	۰/۲

میزان ناسازگاری هر یک از ماتریس‌های مقایسات زوجی با استفاده از نرم‌افزار سوپردسیژن^۱ محاسبه شد که تمامی آن‌ها کمتر از ۰/۱ به دست آمد و منطق مقایسات زوجی مورد تأیید قرار گرفت. با جایگذاری ماتریس‌های مقایسات زوجی نرمال شده در این نرم‌افزار، سوپرماتریس اولیه تشکیل و پس از استانداردسازی، ۴۵۰ بار به توان رسانده شد (به کمک نرم‌افزار سوپردسیژن) و دارایی‌های آن پایدار شدند. مقادیر ثابت شده برای هر یک از عوامل و راهکارها در جدول‌های ۵ تا ۷، ارائه شده است که مقادیر وزنی هر یک از آن‌ها را نشان می‌دهد و اولویت‌بندی وزنی بر اساس آن‌ها انجام می‌شود.

جدول ۵. رتبه‌بندی وزنی خوشه معیارهای اصلی

رتبه	درصد تأثیر بر تأخیرات	میزان وزن تأثیر بر تأخیرات	معیارهای اصلی
۳	۱۶/۷	۰/۰۵۹۶	رهبری
۱	۳۲/۶	۰/۱۱۶۵	راهبرد
۵	۱۴/۳	۰/۰۵۱۱	کارکنان
۴	۱۶/۵	۰/۰۵۹۱	مشارکت و منابع
۲	۲۰	۰/۰۷۱۵	فرآیندها و محصولات

مطابق با جدول ۵، معیار راهبرد با ۳۲ درصد بیشترین تأثیر را در تأخیرات دارد و نمایانگر این است که رویکردها جاری در تولید، سهم قابل توجهی در تأخیرات دارند و نیازمند بازنگری استراتژی‌ها و رویکرد جاری می‌باشند.

جدول ۶: رتبه‌بندی وزنی خوشه عوامل ریشه‌ای تأخیرات

رتبه	درصد تأثیر بر تأخیرات	میزان وزن تأثیر بر تأخیرات	کد عوامل ریشه‌ای تأخیرات
۱۳	۱/۵	۰/۰۰۷	L11
۹	۴/۵	۰/۰۲۱	L18
۱۷	۰/۶	۰/۰۰۳	L23
۵	۸/۲	۰/۰۳۸	L24
۱	۱۴/۷	۰/۰۶۸	S7
۶	۸	۰/۰۳۷	S10
۸	۵/۶	۰/۰۲۶	S21
۱۰	۴/۱	۰/۰۱۹	S22
۱۴	۱/۳	۰/۰۰۶	P8
۴	۱۱/۵	۰/۰۵۳	P18
۷	۵/۶	۰/۰۲۶	P20
۳	۱۲	۰/۰۵۵	PR11
۱۵	۱/۱	۰/۰۰۵	PR13
۱۶	۰/۹	۰/۰۰۴	PR14
۱۹	۰/۶	۰/۰۰۳	PS37
۱۲	۲/۶	۰/۰۱۲	PS42
۱۱	۳/۹	۰/۰۱۸	PS46
۱۸	۰/۶	۰/۰۰۳	PS48
۲	۱۲/۶	۰/۰۵۸	PS50

با توجه به جدول ۶، عامل ریشه‌ای S7 دارای رتبه ۱ است. این عامل به عدم وجود رویکرد مشخص در برون‌سپاری یا عدم برون‌سپاری اشاره دارد. با توجه به تعداد زیاد سفارش‌ها و قراردادهای جاری، معمولاً حجم کاری بیش از ظرفیت موجود در صنعت مورد مطالعه بوده است؛ بنابراین با استفاده از خدمات برون‌سپاری می‌توان حجم کاری مازاد بر ظرفیت را در خارج از صنعت، با سرعت بیشتر و به موازات کارگاه‌های داخل انجام داد.

مطابق با جدول ۷، اقدام اصلاحی دوم (ACT2) دارای رتبه اول است. این اقدام به ارزیابی عملکرد مدیران و کارکنان و تعریف شاخص ارزیابی تأخیر اشاره دارد. با توجه به اینکه در وضعیت فعلی صنعت در محاسبه عملکرد قسمت‌ها، مدیران و کارکنان هیچ شاخصی برای تأخیرات لحاظ نشده است، این راهکار می‌تواند اهمیت این موضوع را مورد پایش و حساسیت بیشتر قرار دهد. تمامی راهکارهای ارائه شده در جدول ۷، به‌عنوان ورودی مرحله بعدی در نظر گرفته می‌شوند.

جدول ۷. رتبه‌بندی وزنی خوشه راهکارها

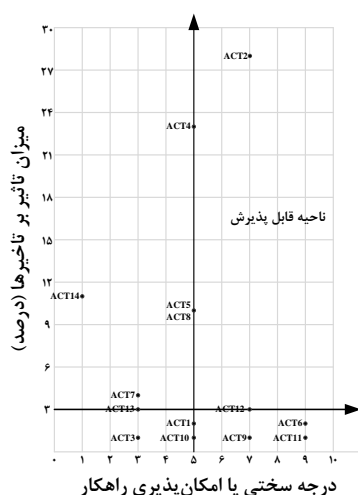
رتبه	درصد تأثیر بر تأخیرات	میزان وزن تأثیر بر تأخیرات	کد عوامل ریشه‌ای تأخیرات
۹	۱/۸	۰/۰۰۳۳	ACT1
۱	۲۷/۷	۰/۰۴۹۶	ACT2
۱۴	۰/۶	۰/۰۰۱۰	ACT3
۲	۲۳	۰/۰۴۱۱	ACT4
۵	۱۰	۰/۰۱۷۸	ACT5
۱۰	۱/۸	۰/۰۰۳۳	ACT6
۶	۴/۱	۰/۰۰۷۴	ACT7
۴	۱۰/۳	۰/۰۱۸۵	ACT8
۱۲	۱	۰/۰۰۱۸	ACT9
۱۱	۱/۲	۰/۰۰۲۲	ACT10
۱۳	۰/۸	۰/۰۰۱۴	ACT11
۷	۳/۴	۰/۰۰۶۰	ACT12
۸	۳/۴	۰/۰۰۶۰	ACT13
۳	۱۰/۹	۰/۰۱۹۴	ACT14

یافته‌های حاصل از مرحله پنجم: ارزیابی راهکارها بر اساس روش تجزیه و تحلیل اهمیت - عملکرد. در این مرحله به منظور ارزیابی راهکارهای ارائه شده در مرحله قبل از روش IPA استفاده شده است؛ به همین منظور مطابق با مطالعات انجام شده و برگزاری جلسه و اجماع نظر مدیران، سه شاخص درجه سختی یا امکان‌پذیری اجرای راهکار، مدت زمان اجرای راهکار و هزینه لازم برای اجرا در نظر گرفته شده و بر اساس نظر گروه خبرگان امتیازات هر شاخص به صورت کمی (با استفاده از طیف لیکرت) برای هر یک از راهکارها ارائه شده است. این مقادیر در جدول ۸، مشاهده می‌شود. در این جدول میزان تأثیر هر یک از راهکارها نیز با استفاده از نرمال‌سازی مقادیر وزنی به دست آمده برای هر یک از راهکارها نمایش داده شده است.

جدول ۸. امتیازات کمی شده هر شاخص برای راهکارهای اصلاحی

کد راهکار	رتبه تأثیرگذاری	میزان تأثیر بر تأخیرها (درصد)	شاخص ارزیابی راهکارها (کمی)		
			درجه سختی	مدت زمان	هزینه
ACT1	۹	۱/۷	۵	۹	۹
ACT2	۱	۲۸/۲	۷	۵	۷
ACT3	۱۴	۰/۶	۳	۱	۳
ACT4	۲	۲۳/۲	۵	۷	۵
ACT5	۵	۱۰/۲	۵	۵	۵
ACT6	۱۰	۱/۷	۹	۵	۹
ACT7	۶	۴	۳	۳	۳
ACT8	۴	۱۰/۲	۵	۵	۷
ACT9	۱۲	۱/۱	۷	۵	۳
ACT10	۱۱	۱/۱	۵	۵	۵
ACT11	۱۳	۰/۶	۹	۷	۹
ACT12	۷	۳/۴	۷	۷	۹
ACT13	۸	۳/۴	۳	۳	۵
ACT14	۳	۱۰/۷	۱	۳	۱

سپس با استفاده از جدول ۸ و نتایج حاصل از اولویت‌بندی وزنی راهکارها (جدول ۷) نمودار تحلیل اهمیت - عملکرد راهکارها بر اساس هر سه شاخص ترسیم شده است. بر اساس اجماع نظر مدیران حداقل امتیاز قابل قبول برای هر یک از شاخص‌ها عدد ۵ و حداقل وزن تأثیرگذار هر راهکار ۳ درصد در نظر گرفته شد. برای مثال شکل ۱۰، نمودار اهمیت - عملکرد شاخص درجه سختی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰. نمودار تحلیل اهمیت - عملکرد راهکارها بر اساس شاخص درجه سختی

مشابه با شکل ۱۰، نمودار تحلیل اهمیت - عملکرد شاخص‌های مدت زمان اجرای کارکرد و هزینه لازم برای اجرای آن نیز ترسیم شده و بین راهکارهای موجود در نواحی قابل‌پذیرش آن‌ها اشتراک گرفته شده است که در نتیجه آن ۵ راهکار ACT2، ACT4، ACT5، ACT8 و ACT12 به‌عنوان راهکارهای قابل‌پذیرش انتخاب شدند. این راهکارها به‌ترتیب اولویت درصد وزن تأثیرگذاری دارای رتبه‌های ۱ تا ۵ هستند.

بحث. بر اساس نتایج مرحله اول، تعداد ۱۸۹ مورد تأخیر بر اساس نمودار استخوان ماهی شناسایی شد. در این میان با حذف عوامل تکراری تعداد ۱۴۲ مورد باقی ماند که ۱۱۳ مورد آن مربوط به علل تأخیر هستند؛ سپس پایین‌ترین علت‌های مربوط به ۱۱۳ علت تأخیر به‌عنوان علل ریشه‌ای تأخیرها در نظر گرفته شدند که ۸ مورد مربوط به حوزه رهبری، ۶ مورد مربوط به حوزه راهبردی، ۷ مورد مربوط به حوزه کارکنان، ۴ مورد مربوط به حوزه مشارکت و منابع و ۲۰ مورد مربوط به حوزه فرآیندهای و محصولات است. در مرحله دوم به‌منظور تعیین وابستگی بین عوامل ریشه‌ای تأخیرها از روش ISM استفاده شد و قدرت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر یک از عوامل با استفاده از نمودار شکل ۷، تعیین شد. عواملی که در ناحیه مستقل و وابسته قرار گرفتند (قدرت تأثیرگذاری (محرک) معادل ۱ دارند؛ یعنی فقط بر خود تأثیرگذار هستند)، قدرت تأثیرگذاری کمتری نسبت به سایر عوامل موجود در ناحیه پیوندی و کلیدی خواهند داشت؛ بنابراین با توجه به تعداد زیاد عوامل ریشه‌ای و راهکارهای اصلاحی و مطابق با نظر خبرگان عملاً امکان انجام مقایسات زوجی، کنترل ناسازگاری و اولویت‌بندی همه عوامل وجود ندارد و ۱۹ عاملی که در ناحیه کلیدی و پیوندی قرار

دارند و هم بر خود و هم بر سایر عوامل تأثیرگذار هستند، به‌عنوان عوامل ریشه‌ای تأثیرگذار انتخاب شده‌اند. از میان این ۱۹ عامل، ۴ مورد مربوط به حوزه رهبری، ۴ مورد مربوط به حوزه راهبردی، ۳ مورد مربوط به حوزه کارکنان، ۳ مورد مربوط به حوزه مشارکت و منابع و ۵ مورد مربوط به حوزه فرآیندهای و محصولات است. در مرحله سوم مطابق با نظر خبرگان، ۱۴ راهکار برای رفع ۱۹ علت ریشه‌ای تأثیرگذار در نظر گرفته شده و وابستگی بین راهکارها و علل ریشه‌ای تأخیرها تأثیرگذار تعیین شد. با توجه به مبانی نظری موضوع، در بیشتر پژوهش‌های قبلی، تأخیرها از نگاه مدیریت پروژه عارضه‌یابی و دسته‌بندی شده است؛ درحالی‌که در پژوهش حاضر، دسته‌بندی از نگاهی بالاتر، در سطح سازمان و با محوریت مفاهیم تعالی سازمان صورت گرفته است. همچنین پیشنهاد مطالعات در این زمینه بیشتر در حوزه پروژه‌های عمرانی، راه‌سازی و نصب تجهیزات مورد استفاده قرار گرفته و در حوزه تولید صنعتی تحقیقی کاربرد زیادی نداشته است. این در حالی است که با توجه به تنوع روزافزون تقاضای مشتریان برخی از صنایع تولیدی، مانند صنایع هوایی کشور، عهده‌دار مأموریت‌های مهم و خطیری هستند و باید ضمن حفظ شرایط تولیدی و استانداردهای کیفی، تأخیر در تحویل کالا را به حداقل برسانند؛ همچنین در مطالعات پیشین وابستگی بین عوامل تأخیر و راهکارها در نظر گرفته نشده و فرض بر استقلال عوامل نهاده شده است. درحالی‌که در واقعیت عوامل و راهکارها بر همدیگر تأثیرگذار و از هم تأثیرپذیر بوده و مستقل نیستند؛ بنابراین در این پژوهش این وابستگی در نظر گرفته شده است. در مرحله چهارم ساختار کلی مدل ANP برای این پژوهش ترسیم شد. این شبکه شامل ۳ خوشه و یک هدف اصلی است که ارتباطات بین آن‌ها با استفاده از نتایج حاصل از سه مرحله قبل تعیین شد و سپس بر اساس روش ANP سوپرماتریس حد و مقادیر وزنی هر یک از معیارهای اصلی، عوامل ریشه‌ای تأخیرها و راهکارها تعیین شد. نتایج گویای آن است که در خوشه معیارهای اصلی، معیار راهبردی دارای رتبه اول است و نشان می‌دهد که رویکردهای جاری تولید، سهم زیادی در تأخیرها دارند؛ همچنین عامل ریشه‌ای S7 دارای رتبه اول در خوشه زیرمعیارهای ریشه‌ای است و نشان می‌دهد که با توجه به تعداد زیاد سفارش‌ها و قراردادهای جاری، معمولاً حجم کاری بیش از ظرفیت موجود صنعت است و اغلب قطعات پشت ایستگاه‌های کاری کارگاه‌های مختلف متوقف شده‌اند. پس از این عامل، عامل ریشه‌ای PS50 دارای رتبه دوم و عامل ریشه‌ای PR11 دارای رتبه سوم هستند. راهکار اصلاحی دوم (ACT2) نیز به‌عنوان رتبه اول راهکارهای در نظر گرفته شده در خوشه راهکارها است. این راهکار برای بهبود عوامل ریشه‌ای L24، L18 و P18 معرفی شده است. پس از این راهکار، راهکار چهارم (ACT4) در رتبه دوم قرار دارد که با عامل ریشه‌ای S7 و PS50 در ارتباط است و نتیجه اجرای آن کاهش زمان تولید و عدم تأخیر در ایستگاه‌های تولید خواهد بود. درنهایت در مرحله پنجم، اولویت‌بندی راهکارها بر اساس ارزیابی شاخص‌ها صورت گرفته است. این در حالی است که در سایر پژوهش‌ها تعدادی راهکار پیشنهاد شده و ارزیابی و امکان اجرای آن‌ها در نظر گرفته نشده

است. نتایج این مرحله نشان می‌دهد که با استفاده از روش تحلیل اهمیت - عملکرد تعداد ۵ راهکار بر اساس سه شاخص درجه سختی یا امکان‌پذیری، مدت زمان اجرای راهکار و هزینه لازم دارای قابلیت اجرایی هستند. در نهایت این راهکارها به ترتیب اولویت و به‌عنوان پیشنهادها کاربردی به صنعت مربوطه ارائه شد. این ۵ راهکار عبارت‌اند از: ۱. اصلاح روش‌های ارزیابی عملکرد کارکنان؛ ۲. تعریف رویکرد دستیابی به پروژه‌ها؛ ۳. استقرار نظام مالی پروژه‌محور؛ ۴. تعیین سید محصول و ۵. جداسازی فاز تحقیقات از تولید (عدم انعقاد یک قرارداد برای ساخت نمونه اولیه و تولید انبوه). هر یک از این ۵ راهکار به ترتیب به شکل‌گیری سیستم پاداش و تأخیر برای انجام و عدم انجام به‌موقع فعالیت‌های محوله به کارکنان، جبران کمبود ظرفیت‌ها و افزایش سرعت ساخت با استفاده از خدمات برون‌سپاری، ایجاد مدیریت در نقدینگی پروژه‌ها و کنترل ورود و خروج نقدینگی (به‌منظور امکان برنامه‌ریزی و تأمین نقدینگی در مواقع لازم)، ایجاد رویکرد مشخص برای فروش و جلوگیری از پذیرش سفارش‌های خرد و ایجاد فرصت برای برآورد کردن زمان ساخت با استفاده از نتایج و سوابق زمان نمونه‌سازی منجر خواهند شد و به کاهش تأخیر در تحویل کالا کمک خواهند کرد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این پژوهش با هدف کاهش تأخیرهای موجود در صنعت ساخت و تولید اقلام و سامانه‌های هوایی و در چارچوب مدل تعالی سازمانی EFQM صورت گرفت. مطابق این مدل پروژه رفع تأخیرها از نگاهی بالاتر، در سطح سازمان و با محوریت مفاهیم تعالی سازمانی انجام می‌شود و موجب افزایش رضایت مشتریان خواهد شد. این در حالی است که سایر روش‌ها تأخیرها را از نگاه مدیریت پروژه عارضه‌یابی و دسته‌بندی می‌کنند. به همین منظور عوامل به‌وجودآورنده تأخیرها با معیارهای توانمندساز مدل تعالی سازمانی EFQM پوشش داده شده و تعداد ۱۸۹ عامل به‌وجودآورنده تأخیر شناسایی شد. از میان این عوامل، ۴۵ عامل آن علت ریشه‌ای بوده‌اند که پس از تعیین روابط وابستگی بین آن‌ها به کمک روش ISM و نمودار قدرت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری، تعداد ۱۹ عامل ریشه‌ای تأثیرگذار شناسایی شد؛ سپس به‌منظور رفع این عوامل راهکارهایی ارائه شده و پس از تعیین روابط وابستگی بین علل ریشه‌ای تأثیرگذار و راهکارها اولویت‌بندی وزنی تمامی عوامل و راهکارها صورت گرفته است. در نهایت به‌منظور ارزیابی راهکارهای پیشنهادی سه شاخص درجه سختی انجام راهکار، مدت زمان اجرای راهکار و هزینه لازم برای اجرا در نظر گرفته شد و با استفاده از نمودار تحلیل اهمیت - عملکرد، ۵ راهکار که هر سه شاخص را هم‌زمان اجابت می‌کنند، به‌عنوان راهکارهای منتخب نهایی ارائه و به صنعت مذکور معرفی شدند.

استفاده از سایر روش‌ها به‌جای روش ISM مانند اصول نظریه گراف‌ها، در نظر گرفتن شاخص‌های ارزیابی بیشتر و دقیق‌تر و تحلیل حساسیت بر روی ارتباطات و شاخص‌های ارزیابی

از جمله پیشنهادهایی است که می‌توان در پژوهش‌های آتی به آن‌ها پرداخت. یادآوری این نکته لازم است که نیاز به دقت و مهارت بالا به‌منظور تعیین ارتباط و وابستگی بین عوامل تأخیر با توجه به تعداد زیاد آن‌ها، تشکیل جلسه‌های متعدد با افراد مختلف و هماهنگ‌سازی افراد شرکت‌کننده در جلسه و جمع‌آوری و دسته‌بندی تعداد زیاد عوامل تأخیر در نمودار استخوان ماهی از جمله محدودیت‌های این پژوهش به‌شمار می‌رود.

منابع

1. Alwi, S. & Hampson, K. D. (2003). Identifying the important causes of delays in building construction projects. *9th East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction*, Bali, Indonesia.
2. Amiri, M., Darsetani, A. & Mahbub Ghodsi, M. (2017). *Multi-criteria Decision Making*. Keyhan Press, Tehran. (In Persian)
3. Aziz, R. F. & Abdel-Hakam, A. A. (2016). Exploring delay causes of road construction projects in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 55(2), 1515-1539.
4. Azzopardi, E. & Nash, R. (2013). A critical evaluation of Importance-Performance Analysis. *Tourism Management*, 35, 222-233.
5. Behmanesh, R., Zaree Mehrjoie, Y. & Olia, M. S. (2010). Prioritizing human capital improvement processes in Isfahan Oil Refinery Company based on RCF with approach IPA. *Journal of Production and Operations Management*, 3(4), 39-63. (In Persian)
6. Büyükoçkan, G. & Karabulut, Y. (2017). Energy project performance evaluation with sustainability perspective. *Energy*, 119, 549-560.
7. Coccia, M. (2018). The Fishbone diagram to identify, systematize and analyze the sources of general purpose Technologies. *Journal of Social and Administrative Sciences*, 4(4), 291-303.
8. Das, S. & Chakraborty, S. (2011). Selection of non-traditional machining processes using analytic network process. *Journal of Manufacturing Systems*, 30(1), 41-53.
9. Deng, W. J. & Pei, W. (2009). Fuzzy neural based importance-performance analysis for determining critical service attributes. *Expert Systems with Applications*, 36(2), 3774-3784.
10. Dobrovič, J., Kmeco, L., Gallo, P. & Gallo jr, P. (2019). Implications of the Model EFQM as a Strategic Management Tool in Practice: A Case of Slovak Tourism Sector. *Journal of Tourism and Services*, 10(18), 47-62.
11. Doloi, H., Sawhney, A., Iyer, K. C. & Rentala, S. (2012). Analysing factors affecting delays in Indian construction projects. *International journal of project management*, 30(4), 479-489.
12. Dubey, M. & Lakhnpal, P. (2019). EFQM model for overall excellence of Indian thermal power generating sector. *The TQM Journal*, 31(3), 319-339.
13. Ertay, T., Ruan, D. & Tuzkaya, U. R. (2006). Integrating data envelopment analysis and analytic hierarchy for the facility layout design in manufacturing systems. *Information Sciences*, 176 (3), 237-262.
14. European Organization for Quality Management EFQM. (2014). *excellence model of EFQM2013*. Translated by Adresi, A & Taraski, M. Nashre Novin Press, Teharn. (In Persian)
15. Farmanbar, M., Dashti Nasrabadi, H. & Enayati, F. (2013). Analysis and selection of the best solution to improving the Haraz-based Road construction project by QFD approach. *National conference of applied Civil engineering and new achievements*. (In Persian)

16. Farsijani, H. & Dehghan, E. (2016). Performance evaluation to achieve the world-class product according to VU method. *Journal of industrial management perspective*, 6(2), 45-65. (In Persian).
17. Heydariyeh, S. & Kheirandish, A. (2016). Identifying and prioritizing the causes of delay in development projects by FAHP method. *4th International management conference*, Economics and Accounting, Tabriz University. (In Persian)
18. Higgins, J. (2014). *Problem Creative Solving Technique*. Translated by Ahmad Pourdaryani, M, Amirkabir press.
19. Hosseinzadeh, M., Mehregan, M. R. & Ghomi, M. (2019). Identifying and analyzing supply chain risks of Saipa Automobile Company using the Coso Model and Social Network Analysis (SNA). *Journal of Production and Operations Management*, 10(1), 111- 132. (In Persian)
20. Hussain, M., Awasthi, A. & Tiwari, M. K. (2016). Interpretive structural modeling-analytic network process integrated framework for evaluating sustainable supply chain management alternatives. *Applied Mathematical Modelling*, 40(5-6), 3671-3687.
21. Kannan, G., Pokharel, S. & Kumar, P. S. (2009). A hybrid approach using ISM and fuzzy TOPSIS for the selection of reverse logistics provider. *Resources, conservation and recycling*, 54(1), 28-36.
22. Karbasian, M., Khaboshani, A., Javanmardi, M. & Zanjirchi, M. (2011). The application of ISM model for rating agile suppliers selection indicators and supplier ranking using fuzzy TOPSIS-AHP method. *Journal of Production and Operations Management*, 2(2), 107-133. (In Persian)
23. Mandal, A. & Deshmukh, S. G. (1994). Vendor selection using interpretive structural modelling (ISM). *International Journal of Operations & Production Management*, 14(6), 52-59.
24. Marzouk, M. M. & El-Rasas, T. I. (2014). Analyzing delay causes in Egyptian construction projects. *Journal of advanced research*, 5(1), 49-55.
25. MirFakhredini, H., Mirghafouri, H. & Sayadi, H. (2011). Prioritizing improvement projects in EFQM model using balanced scorecard approach (case study: Yazd regional electricity company). *Journal of industrial management perspective*, 2(2), 91-106. (In Persian).
26. Moghimi, A. (2014). *Multi-criteria Decision Making*. Katibeh Gol Press, Tehran. (In Persian)
27. Nosrati, S. (2012). Identifying the causes of delay in Projects of Power Distribution Company of Tehran by Knowledge Management Approach and Prioritizing them by MCDM Method. *Sird conference*, Tehran. (In Persian)
28. Ravand, M. & Abhari, M. (2011). Investigation of causes of delay in Oil and Gas industrial projects of National Iranian South Oil Company. *Journal of industrial management of faculty of humanities*, 6(17), 43-57
29. Rohmah, W. G., Mustaniroh, S. A., Deoranto, P. & Nharawasthu, D. A. (2018). An Interpretive Structural Modelling (ISM) Approach for Institutional Analysis of Gadung Yam (*Dioscorea* *Hispida* *Dennst*) Chips Supply Chain in SMEs Tulungagung, East Java, Indonesia, *ICMEBSS 2018*, 158.
30. Shafiei, N. M., Naderi, R. & Tajik, H. (2016). Extra-Organizational Factors Influencing Knowledge Management in Supply Chain: A Combinational

- Approach of Factor Analysis and Interpretive Structural Modeling. *Journal of industrial management perspective*, 6(23), 131-157. (In Persian).
31. Song, X., Shen, L., Wu, Y., Liao, S. & Zhang, X. (2016). Interpretive Structural Modeling based factor analysis on the implementation of Emission Trading System in the Chinese building sector. *Journal of Cleaner Production*, 127, 214-227.
 32. Zebardast, E. (2010). The application of Analytic Network Process (ANP) in Urban and regional planning. *Jornah of Honarhai ziba*, 2(41), 79-90. (In Persian)