***چشم‌انداز مدیریت صنعتی***
سال یازدهم، شماره ۴۲، تابستان ۱۴۰۰
شاپای چاپی: ۹۸۷۴-۲۲۵۱، شاپای الکترونیکی: ۴۱۶۵-۲۶۴۵
ص‌ص ۲۰۵ – ۱۷۷

# 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. عدم‌تحویل 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. درنهایت 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 تاثیرگذار (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 ازجمله عواملی است که موجب کاهش سطح رضایت‌مندی مشتریان می‌شود. این‌گونه از تأخیرها با ازدست‌رفتن زمان، راکدماندن سرمایه، کاهش قدرت بودجه پروژه و تحمیل هزینه‌های قابل‌توجه به سیستم همراه است و باعث افزایش قیمت تمام‌شده، تأخیر بیشتر در تحویل و درنتیجه 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[1]» 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]؛ ازاین‌رو 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[2]، FMEA[3]، FAHP[4]، RII[5]، IRII[6] و ORII[7]. 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

1. European Foundation for Quality Management (EFQM)
2. Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
3. Failure Mode Effects Analysis (FMEA)
4. Fuzzy Analytical Hierarchy process (FAHP)
5. Relative Importance Index (RII)
6. Independent Relative Importance Index (IRII)
7. Overall Relative Importance Index (ORII)

شرکت 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 تجزیه‌وتحلیل 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 به‌ترتیب توسط دولوی و همکاران[1] (۲۰۱۲) به‌منظور رتبه‌بندی عوامل تأخیر در پروژه‌های ساختمانی هند و مرزوک و ایلراس[2] (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[3] (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 مورداستفاده فرض را بر استقلال عوامل می‌گذارند و اولویت‌بندی را نیز بدون درنظرگرفتن روابط علّی 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[4] به‌عنوان روش مشروح و مبسوط در مسئله تصمیم‌گیری و اولویت‌بندی پروژه‌های عظیم مورداستفاده قرار گرفته است و در حل مسائلی که معیارها و گزینه‌های آن دارای وابستگی هستند کاربرد فراوان دارد [۲]. بویکوزکان و کرابولوت[5] ( ۲۰۱۷)، در پروژه‌های ساخت‌وساز نفت و گاز برای ارزیابی عملکرد پروژه انرژی با دیدگاه پایداری از روش ANP استفاده کردند [۶]. هاشین و همکاران[6] ( ۲۰۱۶) نیز از این روش جهبرایت ارزیابی جایگزین‌های مدیریت زنجیره تأمین بهره گرفتند [۲۰]. به‌منظور تعیین روابط علّی ـ معلولی بین عوامل مختلف نیز می‌توان از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM)[7] استفاده کرد. سانگ و همکاران[8] (۲۰۱۶) برای تجزیه‌وتحلیل عوامل مبتنی بر اجرایی کردن سیستم معاملاتی در بخش ساختمان از این روش استفاده کردند [۳۱]. کرباسیان و همکاران (۱۳۹۰) نیز از این روش به‌منظور سطح‌بندی و تعیین

1. Doloi, et al.
2. Marzouk and El-Rasas
3. Aziz & Abdel-Hakam
4. Analysis Network Process (ANP)
5. Büyüközkan & Karabulut
6. Hussain, et al.
7. Interpretive Structural Modeling (ISM)
8 .Song, et al.

روابط بین معیارهای سنجش تأمین‌کنندگان چابک بهره گرفتند [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]؛ ازاین‌رو 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 به‌منظور ارزیابی نقاط ضعف و قوت سیستم و کارایی در شناخت اولویت‌ها و اتخاذ استراتژی‌های بهبود به‌کار می‌رود، روش تجزیه‌وتحلیل ماتریس اهمیت ـ عملکرد (IPA)[1] است. بهمنش و همکاران (۱۳۸۹)، از این روش برای اولویت‌بندی فرآیندهای قابل‌بهبود سرمایه انسانی در «پالایشگاه نفت اصفهان» استفاده کردند [۵]. فارسیجانی و دهقان (۱۳۹۵)، نیز از این روش به‌منظور شناسایی و دسته‌بندی شاخص‌های اثرگذار در دستیابی به تولید محصول در «شرکت ایران‌خودرو» بهره گرفتند [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 به‌منظور نیل به اهداف و برنامه‌های کلان سالیانه در جهت تعالی سازمانی پروژه‌هایی به‌منظور کاهش تأخیرها در برنامه تعالی سازمانی صنعت یادشده تعریف شده‌اند. در همین راستا و به‌منظور کاهش عارضه تأخیرها، عوامل تأخیر و راهکارهای تحویل به‌موقع 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 به‌موقع 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 علّی و معلولی حاکم بر آن‌ها به‌صورت کامل در نظر گرفته شده و سپس به کمک روش تجزیه اهمیت ـ 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، تجزیه‌وتحلیل می‌شوند. در بخش آخر نتیجه‌گیری همراه با بیان محدودیت‌ها و پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی ارائه خواهد شد.

1. 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»[1] ایجاد شد. EFQM یک رویکرد مدیریتی جامع است که برای ارزیابی و بهبود عملکرد سازمان‌ها به‌کار می‌رود. این مدل در مدیریت کیفیت جامع (TQM)[2] و «جایزه کیفیت ملی مالکوم بالدریج» (MBNQA)[3] 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[4] است (با نام نمودار ایشیکاوا[5] یا علت ـ 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 هنگامی‌که 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

1. European Quality Foundation
2. Total Quality Management (TQM)
3. Malcolm Baldrige National Quality Award (MBNQA)
4. Fishbone diagram
5. Ishikawa

مستقیم به سمت چپ کشیده می‌شود که شبیه به ستون فقرات ماهی است. گام بعدی ترسیم ساقه‌ها یا به‌عبارتی 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[1] به آن پرداخت. به‌منظور دسته‌بندی عوامل اصلی در نمودار ماهی، ۳ تکنیک وجود دارد که تکنیک‌های 5M، 4P 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 5M، 4P 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؛ ازاین‌رو 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 ـ کارکنان | | | ✓ | | |
| | خطمشی سازمان | | ✓ | | | |
| 4S | محیط | | | | ✓ | |
| | تأمین‌کننده | | | | ✓ | |
| | سیستم | | | | | ✓ |
| | مهارت‌ها | | | ✓ | | |

شناسایی عوامل همراه با درنظرگرفتن اولویت و رابطه بین آن‌ها به انتخاب بهترین شیوه‌های جایگزین و راهکارهای اصلاحی کمک می‌کند [۱]. مدل‌سازی ساختار ـ تفسیری (ISM)[2] یکی

1. Brain storming
2. Interpretive Structural Modeling (ISM)

از روش‌هایی است که به کشف روابط بین عوامل و راهکارها کمک می‌کند و با تجزیه معیارها در 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 به‌منظور تعیین ارتباط بین معیارها در مسئله انتخاب بهترین فروشنده مورداستفاده قرار گرفت [۲۳]. به‌منظور استفاده از روش ISM ابتدا ماتریسی با عنوان «ماتریس تعاملی ساختاری» (SSIM)[1] تشکیل می‌شود. این ماتریس به‌صورت زوجی تکمیل شده و نشان‌دهنده ارتباط بین عوامل مختلف است. به‌منظور تعیین ارتباطات عوامل گوناگون در ماتریس تعاملی ساختاری از نمادهای V، A، X و O استفاده می‌شود. نمادهای اشاره‌شده به‌ترتیب نشان‌دهنده تأثیرگذاربودن عامل سطر iام بر عامل سطر jام، تأثیرگذاربودن عامل سطر jام بر عامل ستون iام، تأثیرگذار بودن هر دو عامل بر یکدیگر و عدم‌تأثیرگذاری دو عامل بر یکدیگر است. به‌منظور 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 به‌صورت 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 ۰صفر 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. به‌منظور تعیین این ماتریس، ماتریس دستیابی اولیه تا جایی به توان رسانده می‌شود که درایه‌های آن ثابت شوند. یادآوری این نکته لازم است که عملیات به‌توان‌رساندن باید مطابق با قاعده بولین انجام شود [۲۹]. درنهایت به‌منظور 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

1. Structural Self-Interaction Matrix

عوامل در نظر گرفته می‌شود و چنانچه این اشتراک معادل مجموعه ورودی‌ها باشد، این عامل در سطح یک قرار می‌گیرد و سپس عوامل درنظرگرفته‌شده در سطح یک از مجموعه‌های ورودی و خروجی حذف شده و به‌صورت 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؛ ازاین‌رو 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 به‌ترتیب، 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 ارائه‌شده 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[1] (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. به‌منظور استفاده از این روش ابتدا سوپرماتریس اولیه تشکیل شده و به‌عنوان 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؛ درنتیجه ماتریس جدیدی تحت عنوان سوپرماتریس وزنی به‌دست می‌آید. این موضوع شبیه به زنجیره مارکوف است که جمع احتمالی همه وضعیت‌ها معادل یک است [۸]. درنهایت به‌منظور

1. Saaty and Takizawa

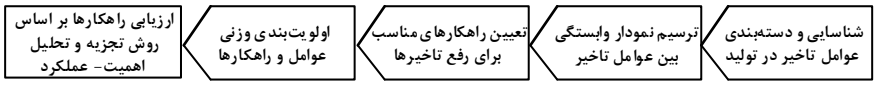
اولویت‌بندی هر یک از عوامل سوپرماتریس وزنی تا جایی به توان رسانده می‌شود که عناصر ماتریس همگرا شوند و مقادیر سطری آن‌ها با هم برابر شود. هدف از به‌حدرساندن سوپرماتریس وزنی این است که تأثیر نسبی درازمدت هر یک از عناصر آن در یکدیگر حاصل شود. بر اساس ماتریس به‌دست‌آمده، بردار وزن مشخص شده و رتبه‌بندی وزنی میزان تأثیرگذاری هر یک از معیارها را نشان می‌دهد [۳۲]. در اغلب سیستم‌ها امکان حذف یا کاهش تمام تأخیرها وجود ندارد [۲۷]؛ ازاین‌رو درنظرگرفتن بهترین راهکارها با توجه به شاخص‌های مدنظر سازمان موضوع مهمی است که سازمان‌ها را در جهت حذف اتلاف‌ها یاری می‌کند. روش تجزیه‌وتحلیل اهمیت ـ 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 طی‌شده به‌صورت کامل شرح داده می‌شود.

## ۳. روش‌شناسی پژوهش

به‌منظور انجام این پژوهش از روش مبتنی بر پژوهش میدانی ـ 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 علّی و معلولی ترسیم شد. در مرحله سوم به کمک برگزاری جلسه‌های کارشناسی خبرگان، راهکارهای اصلاحی برای عوامل تأخیر شناسایی‌شده 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 تجزیه‌وتحلیل اهمیت

ـ 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.

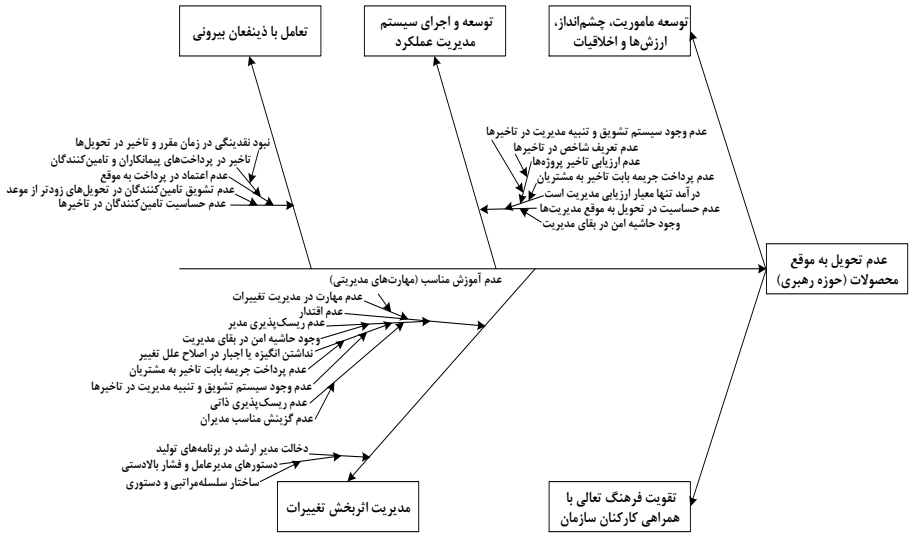



*شکل ۱. مراحل انجام پژوهش*

## ٤. 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 متعلق‌های 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 به‌موقع به ناوگان هوایی موضوع مهمی است که باید در نظر گرفته شود. ازاین‌رو 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 موردمطالعه 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 درنظرگرفتن 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.



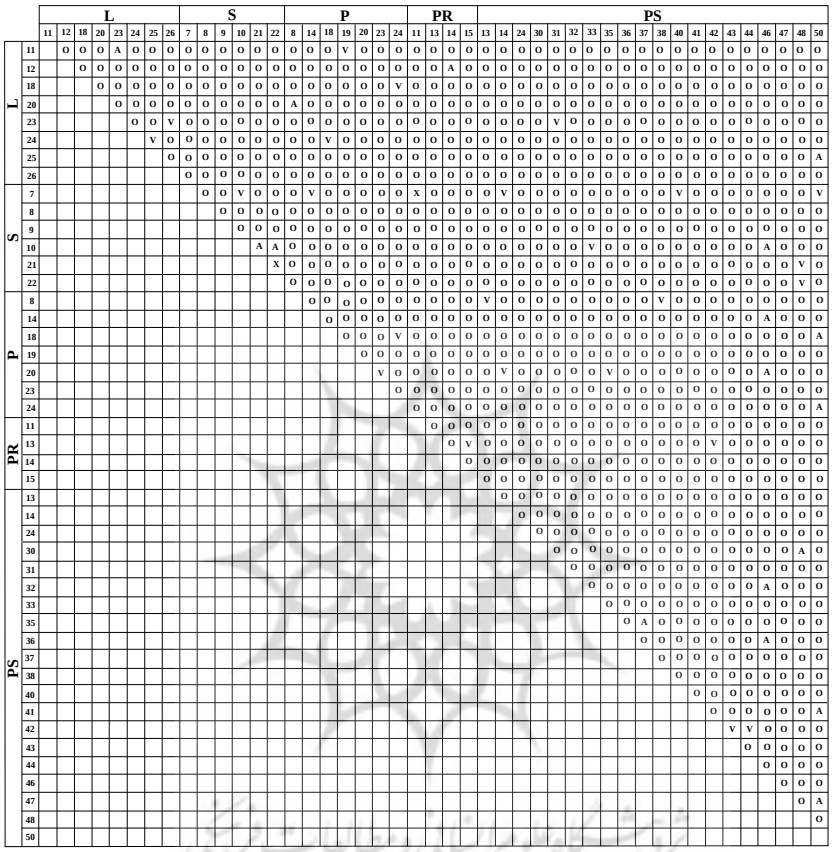

*شکل ۲. نمودار استخوان ماهی حوزه رهبری*

مجموعه عوامل تأخیر شناسایی‌شده 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 شناسایی‌شده، تعداد ۴۵ عامل مؤثر که در پایین‌ترین شاخه نمودار استخوان ماهی قرار گرفته‌اند، به‌عنوان علل ریشه‌ای در نظر گرفته شدند. این علل مطابق شکل ۳، دسته‌بندی شده و به‌عنوان 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 | |
| | | PR11 | حوزه مشارکت و منابع (PR) |
| | | PR13 | |
| | | PR14 | |
| | | PR15 | |

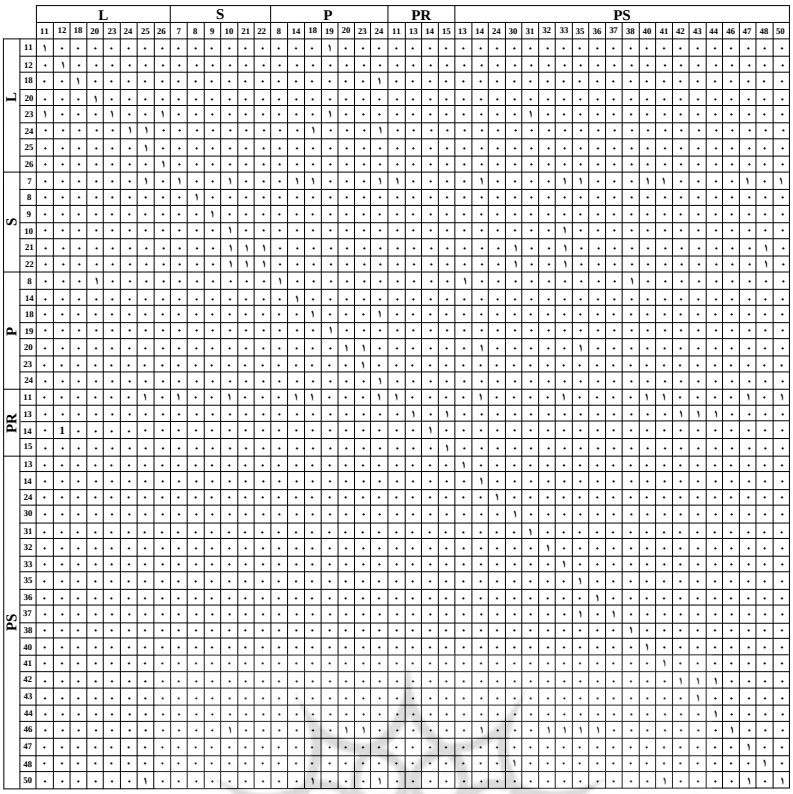
*شکل ۳. دسته‌بندی عوامل ریشه‌ای به‌وجودآورنده تأخیر به تفکیک حوزه‌های مختلف*

**یافته‌های حاصل از مرحله دوم: ترسیم نمودار وابستگی بین عوامل تأخیر**. در این مرحله به‌منظور تعیین روابط بین علل ریشه‌ای به‌وجودآورنده تأخیرها از روش ISM استفاده شده است. به همین منظور ۴۵ عامل شناسایی‌شده در شکل ۳ در نظر گرفته شده و ماتریس تعاملی ساختاری ۴۵ در ۴۵ تهیه شده است؛ سپس به کمک نظرهای مدیران و کارشناسان خبره، ارتباط بین عوامل مختلف با استفاده از نمادهای V، A، X و O تعیین شده است. این ماتریس در شکل ۴، مشاهده می‌شود.



*شکل ۴. ماتریس تعاملی ساختاری عوامل ریشه‌ای به وجودآورنده تأخیرها*

مطابق با پیشینه پژوهش به‌منظور تکمیل روش ISM، نمادهای موجود در ماتریس تعاملی ساختاری به اعداد صفر و یک تبدیل شد و ماتریس دستیابی اولیه به‌دست آمد؛ سپس به‌منظور ثابت‌شدن درایه‌های ماتریس دستیابی اولیه، این ماتریس چهار بار به توان رسانده شد که ماتریس دستیابی نهایی در شکل ۵، نشان داده شده است.



*شکل ۵. ماتریس دستیابی نهایی عوامل ریشه‌ای به‌وجودآورنده تأخیرها*

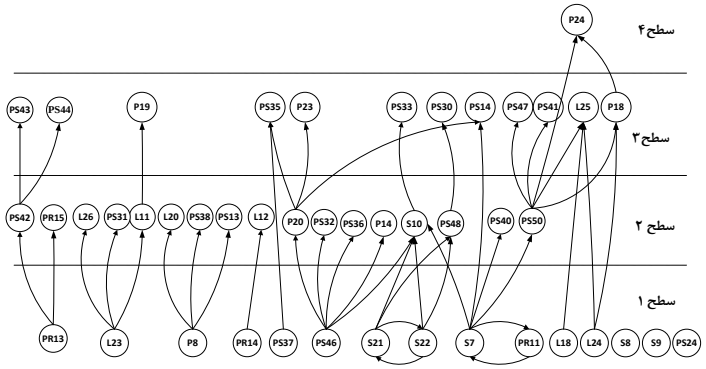
سپس با استفاده از ماتریس شکل ۵، مجموعه ورودی‌ها و خروجی‌ها در جدول ۲، برای هر عامل تعیین شد و چنانچه اشتراک مجموعه‌ها، معادل مجموعه ورودی‌ها باشد، عامل موردبررسی در سطح یک قرار داده شد. سپس این عامل از شکل ۳، حذف شده و برای تعیین سایر سطوح مشابه این شکل تکرار شده است.

*جدول ۲. تعیین عوامل ریشه‌ای اولین سطح*

| کد عامل ریشه‌ای | مجموعه ورودی‌ها | مجموعه خروجی‌ها | اشتراک= ورودی‌ها |
|---|---|---|---|
| L11 | L23 ،L11 | P19 ،L11 | |
| L12 | PR14 ،L12 | L12 | |
| L18 | L18 | P24 ،L18 | ✓ |
| L20 | P8 ،L20 | L20 | |
| L23 | L23 | PS31، P19 ،L26 ،L23، L11 | ✓ |
| L24 | L24 | P24 ،P18 ،L25 ،L24 | ✓ |
| L25 | PS50 ،PR11 ،S7 ،L25، L24 | L25 | |
| L26 | L26 ،L23 | L26 | |
| S7 | PR11 ،S7 | PS50 ،PS47 ،PS41 ،PS40 ، | ✓ |

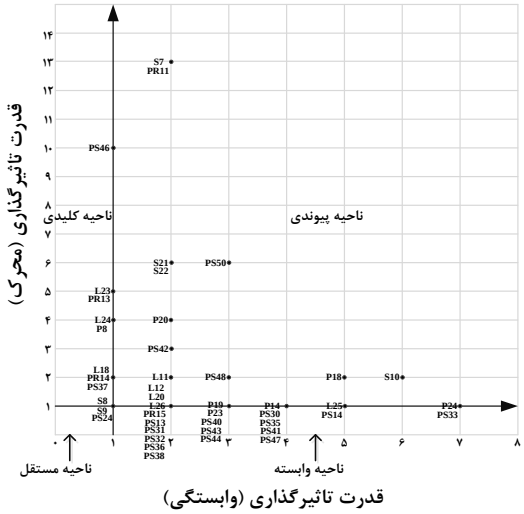
| | | | |
|---|---|---|---|
| | PS33 ،PS14،PR11،P24 ،P18 ، P14 ،S10 ،S7 ،L25 | | |
| ✓ | S8 | S8 | S8 |
| ✓ | S9 | S9 | S9 |
| | PS33 ،S10 | PS46 ،PR11 ،S22 ،S21 ،S10 ، S7 | S10 |
| ✓ | PS48 ،PS33 ،PS30 ،S22 ، S21 ،S10 | S22 ،S21 | S21 |
| ✓ | PS48 ،PS33 ،PS30 ،S22 ، S21 ،S10 | S22 ،S21 | S22 |
| ✓ | 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 ۶ 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 ۶. 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 (محرک) 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*

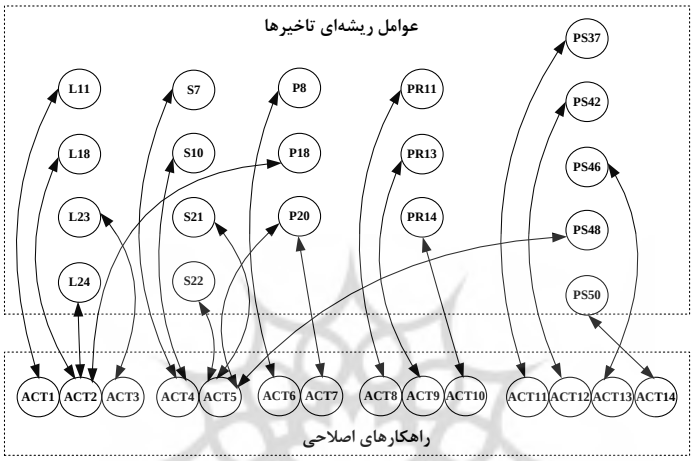
**یافته‌های حاصل از مرحله سوم: تعیین راهکارهای مناسب برای رفع تأخیرها.** در این مرحله به‌منظور رفع ۱۹ عامل ریشه‌ای تأثیرگذار شناسایی‌شده در مرحله قبل، مطابق با نظر گروه خبرگان و پژوهش‌های صورت‌گرفته، ۱۴ راهکار پیشنهاد شده است. جدول ۳، کُد راهکارهای اصلاحی را برای هر یک از ۱۹ علت ریشه‌ای نشان می‌دهد که 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*

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

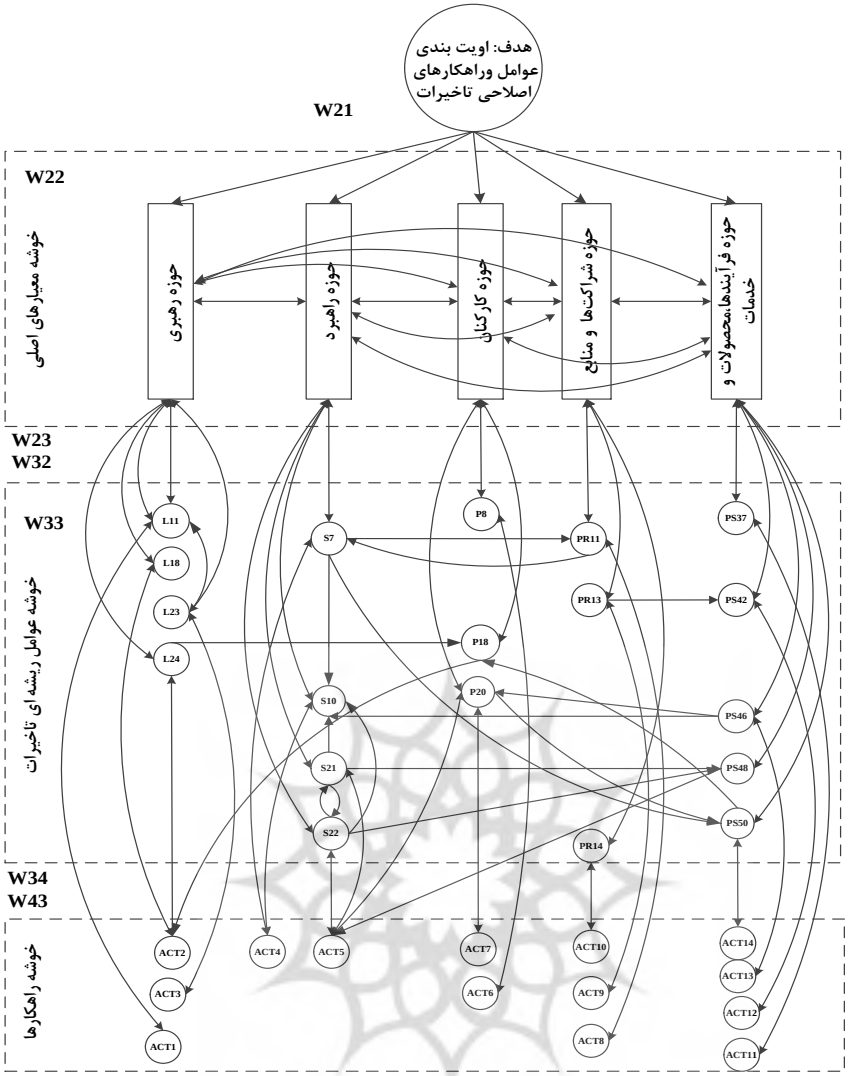
| راهکار (کد) | علت ریشه‌ای |
|---|---|
| PR11 | ACT8 |
| PR13 | ACT9 |
| PR14 | ACT10 |
| PS37 | ACT11 |
| PS42 | ACT12 |
| PS46 | ACT13 |
| PS50 | ACT14 |

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 به‌ترتیب 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؛ ازاین‌رو تعداد ۱۹ ماتریس مقایسه زوجی به‌دست 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*

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

میزان ناسازگاری هر یک از ماتریس‌های مقایسات زوجی با استفاده از نرم‌افزار سوپردسیژن[1] محاسبه شد که تمامی آن‌ها کمتر از ۰/۱ به‌دست آمد و منطق مقایسات زوجی موردتأیید قرار گرفت. با جایگذاری ماتریس‌های مقایسات زوجی نرمال‌شده در این نرم‌افزار، سوپرماتریس اولیه تشکیل و پس از استاندارسازی، ۴۵۰ بار به توان رسانده شد (به کمک نرم‌افزار سوپردسیژن) و دارایه‌های آن پایدار شدند. مقادیر ثابت‌شده برای هر یک از عوامل و راهکارها در جدول‌های ۵ تا ۷، ارائه شده است که مقادیر وزنی هر یک از آن‌ها را نشان می‌هد و اولویت‌بندی وزنی بر اساس آن‌های انجام می‌شود.

*جدول ۵. رتبه‌بندی وزنی خوشه معیارهای اصلی*

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

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 قابل‌توجهی در تأخیرات دارند و نیازمند بازنگری استراتژی‌ها و رویکرد جاری می‌باشند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Super Decision

*جدول ۶. رتبه‌بندی وزنی خوشه عوامل ریشه‌ای تأخیرات*

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

با توجه به جدول ۶، عامل ریشه‌ای S7 دارای رتبه ۱ است. این عامل به عدم‌وجود رویکرد مشخص در برون‌سپاری یا عدم‌برون‌سپاری اشاره دارد. با توجه به تعداد زیاد سفارش‌ها و قراردادهای جاری، معمولاً حجم کاری بیش از ظرفیت موجود در صنعت موردمطالعه 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 ارائه‌شده در جدول ۷، به‌عنوان ورودی مرحله بعدی در نظر گرفته می‌شوند.

*جدول ۷. رتبه‌بندی وزنی خوشه راهکارها*

| کد عوامل ریشه‌ای تأخیرات | میزان وزن تأثیر بر تأخیرات | درصد تأثیر بر تأخیرات | رتبه |
|---|---|---|---|
| ACT1 | ۰/۰۰۳۳ | ۱/۸ | ۹ |
| ACT2 | ۰/۰۴۹۶ | ۲۷/۷ | ۱ |
| ACT3 | ۰/۰۰۱۰ | ۰/۶ | ۱۴ |
| ACT4 | ۰/۰۴۱۱ | ۲۳ | ۲ |
| ACT5 | ۰/۰۱۷۸ | ۱۰ | ۵ |
| ACT6 | ۰/۰۰۳۲ | ۱/۸ | ۱۰ |
| ACT7 | ۰/۰۰۷۴ | ۴/۱ | ۶ |
| ACT8 | ۰/۰۱۸۵ | ۱۰/۳ | ۴ |
| ACT9 | ۰/۰۰۱۸ | ۱ | ۱۲ |
| ACT10 | ۰/۰۰۲۲ | ۱/۲ | ۱۱ |
| ACT11 | ۰/۰۰۱۴ | ۰/۸ | ۱۳ |
| ACT12 | ۰/۰۰۶۰ | ۳/۴ | ۷ |
| ACT13 | ۰۰/۰۰۶۰ | ۳/۴ | ۸ |
| ACT14 | ۰/۰۱۹۴ | ۱۰/۹ | ۳ |

**یافته‌های حاصل از مرحله پنجم: ارزیابی راهکارها بر اساس روش تجزیه‌وتحلیل اهمیت ـ عملکرد.** در این مرحله به‌منظور ارزیابی راهکارهای ارائه‌شده در مرحله قبل از روش IPA استفاده شده است؛ به همین منظور مطابق با مطالعات انجام‌شده 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 به‌صورت کمّی (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 به‌دست‌آمده برای هر یک از راهکارها نمایش داده شده است.

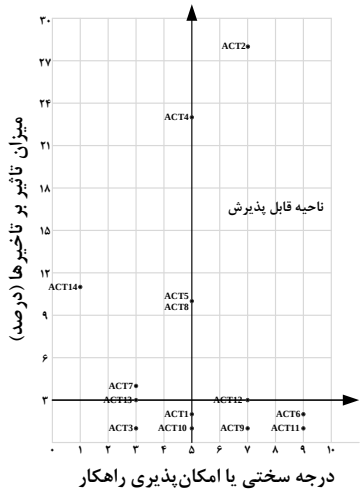
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

*جدول ۸. امتیازات کمّی‌شده هر شاخص برای راهکارهای اصلاحی*

| کُد راهکار | رتبه تأثیرگذاری | میزان تأثیر بر تأخیرها (درصد) | شاخص ارزیابی راهکارها (کمّی) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 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 ـ عملکرد راهکارها بر اساس هر سه شاخص ترسیم شده است. بر اساس اجماع نظر مدیران حداقل امتیاز قابل‌قبول 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 ـ عملکرد شاخص درجه سختی را نشان می‌دهد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی




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

مشابه با شکل ۱۰، نمودار تحلیل اهمیت ـ 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، ACT8، ACT5 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 پیشنه مطالعات در این زمینه بیشتر در حوزه پروژه‌های عمرانی، راه‌سازی و نصب تجهیزات مورداستفاده 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 راهبرد 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 عدم‌تأخیر 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 پیشنهادشده و ارزیابی و امکان اجرای آن‌ها در نظر

گرفته نشده است. نتایج این مرحله نشان می‌دهد که با استفاده از روش تحلیل اهمیت ـ عملکرد تعداد ۵ راهکار بر اساس سه شاخص درجه سختی یا امکان‌پذیری، مدت زمان اجرای راهکار و هزینه لازم دارای قابلیت اجرایی هستند. درنهایت این راهکارها به‌ترتیب اولویت و به‌عنوان پیشنهادهای 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 سبد محصول و ۵. جداسازی فاز تحقیقات از تولید (عدم‌انعقاد یک قرارداد برای ساخت نمونه اولیه و تولید انبوه). هر یک از این ۵ راهکار به‌ترتیب به شکل‌گیری سیستم پاداش و تأخیر برای انجام و عدم‌انجام 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 خُرد و ایجاد فرصت برای برآوردکردن 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 پژوژه 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. درنهایت به‌منظور ارزیابی راهکارهای پیشنهادی سه شاخص درجه سختی انجام راهکار، مدت زمان اجرای راهکار و هزینه لازم برای اجرا در نظر گرفته شدو با استفاده از نمودار تحلیل اهمیت ـ 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، درنظرگرفتن 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 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.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

## منابع


1. Alwi, S. & Hampson, K. D. (2003). Identifying the important causes of delays in bulding 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. *Jornal of Production and Operations Management,3(4)*, 39-63. (In Persian)
6. Büyüközkan, 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, Ľ., 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. & Lakhanpal, 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)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

# 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**

پرتال جامع علوم انسانی

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 Univercity, Najafabad Branch.

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