Research in Production and Operations Management
University of Isfahan E-ISSN: 2981-0329
Vol. 15, Issue 2, No. 37, Summer 2024
https://doi.org/10.22108/pom.2024.141732.1566

(Research paper)

Identifying and Ranking the Causes of Delay Based on Production Strategies in Manufacturing Projects

Mohsen Rouzbahani
Department of Management and Industries, Faculty of Management and Industrial Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran, m.roozbahani19@gmail.com
Mohammad Forozandeh *
Department of Management and Industries, Faculty of Management and Industrial Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran, mforozandeh@mut.ac.ir

Purpose: Today, due to the increase in complexities and uncertainties faced by manufacturing organizations, the production of products faces planned/unplanned events that happen during the production life cycle. Meanwhile, some factors can have a significant impact on the success or failure of the organization, and the most effective of such factors is the occurrence of delays and disruptions in the production and delivery schedule. Some of these factors are caused by the nature of the industry, which is difficult to reduce/eliminate. The effect of many other factors can be reduced and sometimes eliminated. Most of the manufacturing-related literature focuses on providing solutions to the issues that lead to delays. The neglected point in the literature is to identify the underlying factors that lead to delays in the production schedule and delivery of products and to provide a comprehensive framework for identifying delays in production environments. This study aims to reduce delays and optimize production time by identifying and ranking the possible factors causing delays in production organizations based on the review of the literature related to production and empirical research.

Design/methodology/approach: This research includes a combination of quantitative and qualitative methods to provide a more detailed analysis of the dimensions related to the problem. First, four types of production systems, i.e., engineering to order, manufacturing to order, assembly to order and production to warehouse have been described, and then these production environments have been

* Corresponding author, Orcid: 0009-0006-8844-589X 2981-0329 / © University of Isfahan
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

compared with different aspects. In the following, by reviewing previous research and benefiting from experts, factors affecting delays in production projects have been identified and localized, and the weight of each criterion has been determined using Shannon's entropy method. Finally, by applying this model in the manufacturing industries of Iran and using the TOPSIS technique, the causes of delay have been ranked.

Findings: Due to their nature, production systems are exposed to risks caused by various delay factors. The results indicated that engineering based on order, manufacturing based on order, assembly based on order, and production for warehouse are exposed to more risks, respectively. The most important causes of delay in each production system were among the other results. Based on the findings, it seems that manufacturing organizations, knowing the nature of the system, rank their system in terms of delays, and prevent unfortunate events in this field by careful planning.

Research limitations/implications: The extent of industries and manufacturing companies in identifying comprehensive criteria contributed to the study. However, from the point of view of specialization of the results, every industry must obtain relevant results by implementing the proposed approach according to the type of its production system. Therefore, more context-specific research is needed to examine the unique aspects of organizational cultures that include social, political, economic, technological, personnel, and personal considerations. Therefore, future studies should provide the analysis and findings in each case because each one will bring distinctive and unique findings in its case.

Practical implications: Accurate identification of the production system used in manufacturing industries and the main causes of delay can provide managers with a more effective view to prevent destructive consequences.

Originality/value: This study investigated the causes of delays in various production projects in Iranian manufacturing organizations. No research has been performed on investigating the reasons for delays in various types of production environments in the manufacturing organizations in Iran, as a developing country exhibiting differences in the aspects of cultures, social, political, economic, technological, personnel and personal.

Keywords: Production, Production delay, Production paradigms, Production life cycle, TOPSIS

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهش در مدیریت تولید و عملیات، دوره ۱۵، شماره ۲، پیاپی ۳۷، تابستان ۱۴۰۳
دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۱ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۴ ص ۱۳۱-۱۵۱
https://doi.org/10.22108/pom.2024.141732.1566

(مقالهٔ پژوهشی)

شناسایی و رتبه‌بندی علل تأخیر مبتنی بر راهبردهای تولید در پروژه‌های تولیدی

محسن روزبهانی[۱]، محمد فروزنده*[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، مجتمع مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه مالک اشتر، تهران ، ایران، m.roozbahani19@gmail.com
۲- استادیار مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران ایران، mforozandeh@mut.ac.ir

چکیده: امروزه به‌دلیل افزایش پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌هایی که سازمان‌های تولیدی با آن مواجه‌اند، تولید محصولات با اتفاقات برنامه‌ریزی‌شده/نشده‌ای روبه‌رو خواهد شد که در طول چرخهٔ حیات تولید اتفاق می‌افتد. در این بین، برخی عوامل تأثیر بسزایی در به موفقیت رسیدن یا شکست سازمان دارند و بیشترین اثرگذاری این عوامل، در بروز تأخیر و اختلال در برنامهٔ زمانی تولید و تحویل است. برخی از این عوامل ناشی از ذات صنعت است که کاهش/حذف اثر آنها دشوار است. اثرگذاری بسیاری از عوامل دیگر کاهش می‌یابد و در مواقعی حذف می‌شود. پژوهش‌های مربوط به تولید بیشتر، بر ارائهٔ راهکارهایی برای رفع مسائلی متمرکز است که به تأخیر منجر می‌شود. نکتهٔ مغفول در پژوهش، شناسایی عوامل زمینه‌ای است که به تأخیر در برنامهٔ تولید و تحویل محصولات منجر می‌شوند و ارائهٔ چارچوبی جامع برای شناسایی تأخیرها در محیط‌های تولیدی است. در این پژوهش، به‌منظور کاهش تأخیرها و بهینه‌سازی زمان تولید ، عوامل احتمالی ایجاد تأخیر در سازمان‌های تولیدی را ازطریق بررسی پژوهش مربوط به تولید و تحقیقات تجربی شناسایی و رتبه‌بندی می‌کند. نتایج تحقیق به شناسایی ۲۸ عامل بروز تأخیر در ۵ گروه ساختاری، فرآیندی، مالی، قوانین، شبکهٔ همکاران و منابع منجر شد. همچنین تأخیر در پرداخت‌های مالی، بی‌ثباتی اقتصادی، نگهداری و تعمیرات دیرهنگام تجهیزات، بی‌ثباتی/کاهش بودجه و وجودنداشتن ساختار مدیریت پیکربندی در کل فرآیند تولید، بیشترین تأثیر را در بروز تأخیر و اختلال در برنامهٔ زمانی تولید در سازمان تولیدی مطالعه‌شده داشتند.

واژه‌های کلیدی: تولید، تأخیر در تولید، پارادایم‌های تولید، چرخهٔ حیات تولید

* نویسنده مسئول، Orcid: 0009-0006-8844-589X

2981-0329 / © University of Isfahan
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

۱- مقدمه

با توجه به رشد سریع نوآوری‌های تکنولوژیکی، چرخهٔ عمر محصولات جدید بسیار کوتاه‌تر از قبل شده است. کاهش زمان تحویل در این بازارها، باعث کاهش هزینه‌ها و ایجاد ارزش می‌شود. در بازار بسیار رقابتی امروزی که نوآوری های تکنولوژیکی و رشد آن بسیار درخور توجه است، زمان رسیدن به بازار یا تحویل به موقع، یکی از جنبه های بسیار مهم برای موفقیت یک محصول است. معمولاً معرفی سریع‌تر محصول جدید، سرعت پروژه، سودآوری، رضایت مشتری و حجم کلی فروش را افزایش می‌دهد (اریک گراوس[۱]، ۲۰۱۴). پروژه‌های موفق برای تکمیل به‌موقع، به بودجه و عملکرد فنی/کیفیت مناسب نیازمندند. در سالیان اخیر، پروژه‌ها به زمان کمتری محدود شده‌اند و توانایی ارائهٔ سریع یک پروژه به یک عنصر مهم، در برنده‌شدن در مناقصات تبدیل شده است. این امر به‌ویژه برای سازمان‌های تولیدی اهمیت دارد که در بیشتر موارد طرف‌های دیگر (تأمین‌کنندگان، پیمانکاران) نیز درگیرند. تأخیر در معرفی محصولات به بازار، به عواقب منفی مانند سهم بازار کمتر، حاشیهٔ سود کمتر، از دست دادن سرمایه و شاید مهم‌ترین از دست دادن مشتریان منجر می‌شود (تانگ و همکاران[۲]، ۲۰۰۹؛ کریم و همکاران[۳]، ۲۰۱۰).

تأخیر در تحویل پروژه‌های تولیدی، به یکی از مشکلات عمده در صنایع تولیدی بدل شده است. زمان یکی از مهم‌ترین مسائلی است که باید در تعیین موفقیت یک پروژه در نظر گرفته شود. معمولاً تحویل‌ندادن پروژه در زمان برنامه‌ریزی‌شده، به افزایش هزینه‌های سربار و اداری برای پروژه منجر می‌شود. علاوه بر این، مسائل مربوط به زمان، حیاتی‌ترین عوامل در مدیریت پروژه‌های تولیدی‌اند؛ زیرا بیشتر شکست‌های پروژه معمولاً با عقب‌افتادن از زمان‌بندی شروع می‌شوند که این امر باعث نیاز به منابع برای بازیابی زمان از دست رفته می‌شود و به سهم خود، به معنای هزینهٔ اضافی بدون بودجه است (پینتو و مانتل[۴]، ۱۹۹۰).

تمایل به اتمام پروژه در زمان مقرر، با بودجهٔ در نظر گرفته شده، با بالاترین کیفیت و به شیوهٔ ایمن، از اهداف مشترک همهٔ طرفین قرارداد اعم از مالک، پیمانکار و مشاور است؛ زیرا تأخیر باعث ضرر و زیان برای همه می‌شود. در این راستا، بر تحویل به‌موقع محصول در محدودهٔ بودجهٔ تخصیصی تأکید می‌شود (تاکل و رم[۵]، ۱۹۹۸). با توجه به عدم قطعیت‌ها و چالش‌های متعددی که صنعت تولید با آن مواجه است، برای شرکت‌ها دشوار است که پروژه‌های خود را در چارچوب زمانی توافق‌شده به مشتریان خود تحویل دهند. تأخیرها ناشی از افراد، تجهیزات استفاده‌شده در فرآیند ساخت، انتخاب و مشخصات مواد و سیاست‌ها و رویه‌های مورد نیاز برای تأیید پروژه است (ویلیامز[۶]، ۲۰۰۰).

برای کنترل و به حداقل رساندن تأخیرهای پروژه‌های تولیدی، ابتدا باید علل تأخیر شناسایی شود. بنابراین هدف اصلی این پژوهش، شناسایی علل تأخیر در پروژه‌های تولیدی در صنعت تولید ایران است. به همین منظور، ابتدا ۴ نوع سیستم تولیدی مهندسی براساس سفارش، ساخت براساس سفارش، مونتاژ براساس سفارش و تولید برای انبار شرح داده شده است؛ سپس این محیط‌های تولید از جنبه‌های مختلفی با یکدیگر مقایسه می‌شوند. در ادامه، از پژوهش‌های پیشین و خبرگان عوامل مؤثر بر تأخیر در پروژه‌های تولیدی شناسایی و بومی‌سازی و وزن هرکدام از

معیارها به کمک روش آنتروپی شانون مشخص شد. درنهایت، با به‌کارگیری مدل در صنایع تولیدی کشور و استفاده از تکنیک تاپسیس، علل تأخیر رتبه‌بندی شدند.

۲- مبانی و مفاهیم نظری

۲-۱- مهندسی براساس سفارش (ETO[۷])

شرکت‌های ETO به‌عنوان تولید محصول با ارزش افزودهٔ بالاتر، با سطح سفارشی‌سازی بالا، اختصاص داده شده به تولید حجم کم دسته‌های کوچک یا محصولات منحصر به فرد مشخص می‌شوند و به مشتریان اجازه می‌دهند تا محصولاتی را تقاضا کنند که دقیقاً نیازهای آنها را برآورده می‌کند (استاورولاکی و دیویس[۸]، ۲۰۱۰). مشتریان مالک مستقیم محصول‌اند و مشخصات هر جنبه‌ای از محصول را تعریف می‌کنند که شامل ویژگی‌ها، اجزا، شرایط عملیاتی، پارامترهای عملکردی و غیره می‌شود (کارون و فیوره[۹]، ۱۹۹۵). هر سفارش مشتری به درجاتی از کار مهندسی برای تطبیق یک طرح موجود یا ایجاد یک طرح کاملاً جدید نیاز دارد (استاورولاکی و دیویس، ۲۰۱۰). بنابراین فعالیت اصلی آنها بر طراحی محصول جدید و ساخت و مونتاژ آن، فعالیت تولیدی با حجم بسیار کوچک یا منحصر به فرد و طیف گسترده‌ای از ترکیب محصول متمرکز است؛ از این رو، موجودی کالاهای نهایی در زنجیرهٔ تأمین ETO وجود ندارد (استاورولاکی و دیویس، ۲۰۱۰). با وجود تلاش‌ها برای ترکیب اجزای استاندارد، محصولات به‌عنوان یک پروژهٔ فردی در نظر گرفته می‌شوند (هیکس و همکاران[۱۰]، ۲۰۰۰)؛ بنابراین هر سفارش یک پروژهٔ جدید است و تعداد کمی از آنها یکسان‌اند. گاهی اوقات، سفارش‌های گذشته با چند استثنا بازفروش می‌شود، اما همیشه استثناها عمده‌اند؛ بنابراین تکرارپذیری را از بین می‌برند. فرآیندهای آنها نسبتاً پیچیده است و سطح تخصص فنی و فناوری بالایی دارد که به انعطاف‌پذیری و کارگران واجد شرایط نیاز دارد (دودا و همکاران[۱۱]، ۲۰۲۱). شرکت‌های ETO مشتری محورند، به این معنی که توسعهٔ محصول آنها همیشه با مشارکت مشتری انجام می‌شود (پاپینیمی و همکاران[۱۲]، ۲۰۱۴). با توجه به عدم قطعیت و پیچیدگی در فاز اولیهٔ ویژگی‌های محصول مشتری، خرید مواد اولیه و تولید محصول طراحی‌شده تنها پس از تأیید قیمت سفارش از سوی مشتریان آغاز می‌شود. درنتیجه، زنجیره‌های تأمین ETO نیاز به حفظ یک تولید بسیار انعطاف‌پذیر دارند تا یک محصول را به‌طور کامل مطابق میل مشتری سفارشی کنند (فورتس و همکاران[۱۳]، ۲۰۲۳).

۲-۲- ساخت براساس سفارش (MTO[۱۴])

در MTO ، هیچ خانواده محصول معمولی تعریف نشده است. MTO شامل داشتن تمام اجزای موجود همراه با طراحی مهندسی است. سفارش‌های مشتری براساس نوع محصولی تعریف می‌شود که قرار است ساخته شود. MTO یک محیط تولیدی است که با سطوح بالای تغییرات و حجم تولید کم مشخص می‌شود (مانزینی و اورگو[۱۵]، ۲۰۱۸)؛ این یعنی در این محیط، مواد و قطعات باید پس از دریافت سفارش مشتری، سفارش داده شوند و پس از آن برنامه ریزی آغاز شود (کینگزمن و همکاران[۱۶]، ۱۹۹۳). در جایی که تولیدکننده به چند تأمین کننده وابسته است که به‌صورت طولانی‌مدت کار می‌کنند، یعنی محیطی که مطالعه می‌شود، معمولاً سازندگان زمان تولید داخلی خود را

کاهش می‌دهند. در مقایسه با ETO، MTO برای هر پروژه به کار مهندسی نیازی ندارد و محصولات تا حد زیادی استاندارد شده‌اند (اولهاگر[۱۷]، ۲۰۱۰). این باعث می‌شود که خطر سفارش اولیهٔ مواد کمتر شود و احتمال خطا در مرحلهٔ طراحی کاهش یابد (مانزینی و اورگو، ۲۰۱۸).

از سوی دیگر، رقابت کلیدی یک سازندهٔ MTO در ساخت و قابلیت مونتاژ نهایی آن است. در MTO، عدم قطعیت عملیات معمولاً بر این متمرکز است که فرآیند تولید برای یک سفارش خاص، چقدر پیچیده است. تمرکز مدیریت ارشد در MTO بر ظرفیت‌های تولیدکنندگان خواهد بود؛ زیرا سفارش‌های مشتری تنها در صورتی انجام می شود که سازنده ظرفیت و توانایی داشته باشد. مدیریت میانی نگران کنترل طبقهٔ فروش خود خواهد بود؛ زیرا مطمئن‌بودن تحویل سفارش، بستگی زیادی به نحوهٔ رسیدگی طبقهٔ فروش به سفارش دارد (مانزینی و اورگو، ۲۰۱۸).

۲-۳- مونتاژ براساس سفارش (ATO[۱۸])

ATO خانواده‌های محصول را برای تولید تعریف کرده است، اما تا زمانی که سفارش‌های مشتری دریافت نشود، تقاضای محصول را نمی‌داند. محیط تولید ATO از قطعات و مجموعه‌های فرعی از قبل تولید شده یا خریداری‌شده استفاده می‌کند تا محصولات سفارشی پس از مشخصات مشتری، در داخل قطعاتی ساخته شود که سازنده قادر به عرضهٔ آن است (ومرلو[۱۹]، ۱۹۸۴). قطعات استاندارد شده‌اند، اما پیش‌بینی اینکه چه قطعاتی در چه زمانی مورد نیازند، دشوار است و مدیریت موجودی بسیار چالش‌برانگیز است (ومرلو، ۱۹۸۴). در اینجا، مانند ETO، تغییرات در طول فرآیند تولید اتفاق می‌افتند و زمان‌بندی اجرای پروژه را مختل می‌کنند (دی‌کرویکس و همکاران[۲۰]، ۲۰۰۸).

۲-۴- تولید برای انبار(MTS[۲۱])

در MTS، سازنده محصولات استانداردی را تولید می‌کند که نسبتاً پیش‌بینی‌شدنی‌اند و سفارش مشتری از موجودی کالاهای تمام‌شده پر می‌شود. بنابراین، برنامه‌ریزی ظرفیت آن نسبتاً آسان به دست می‌آید. تعامل با مشتری نسبتاً کم است. همچنین زمان سفارش مشتری بسیار کوتاه است، اگرچه زمان چرخهٔ تولید ممکن است بسیار طولانی باشد. با توجه به اینکه به مشتریان ازطریق موجودی کالاهای تمام‌شده در MTS خدمات ارائه می‌شود، زمان تولید برای مشتری چندان نگران‌کننده نخواهد بود. بنابراین در این محیط، رقابت کلیدی سازنده در لجستیک است. عدم قطعیت در عملکرد MTS نسبتاً کم است. منبع اصلی عدم قطعیت در این محیط، از چرخهٔ عمر محصول سرچشمه می‌گیرد. تا زمانی که مشتریان همچنان محصول را تقاضا کنند، تولیدکننده محصول را تولید می‌کند. از موضع مدیریت، ویژگی های هر محیط تولید نیز تمایزپذیر است. در MTS، تمرکز مدیریت ارشد بر بازاریابی و توزیع خواهد بود. از سوی دیگر، دغدغهٔ مدیریت میانی کنترل موجودی است تا تولید به‌خوبی اجرا شود (دی‌کرویکس و همکاران، ۲۰۰۸).

در جدول ۱، ویژگی‌های هر چهار سیستم تولید مقایسه می‌شود.

جدول ۱- مقایسهٔ انواع سیستم‌های تولید

Table 1- Comparison of types of production systems

ویژگی	MTS	ATO	MTO	ETO
تمرکز مدیریت ارشد	بازاریابی/توزیع	نوآوری محصول	ظرفیت‌ها	قراردادهای سفارش مشتری
عدم قطعیت عملیات	چرخهٔ عمر محصول	ترکیبی از سفارش‌ها	آماده‌سازی سفارش	مشخصات محصول
پیچیدگی عملیات	توزیع فیزیکی	مونتاژ	قطعه‌سازی	مهندسی
تمرکز مدیریت میانی	کنترل موجودی	برنامهٔ تولید اصلی، قراردادهای سفارش مشتری	پیمانکاری فرعی، کنترل کف مغازه	مدیریت پروژه
ظرفیت		برنامه‌ریزی‌شدنی		برنامه‌ریزی‌ناپذیر
تقاضای محصول		پیش‌بینی‌شدنی		پیش‌بینی‌نشدنی
سیستم‌های اطلاعاتی برای PM	پشتیبانی از پیش‌بینی و کنترل موجودی	پشتیبانی از تأمین مواد و ورود سفارش	پشتیبانی از مهندسی ساخت	پشتیبانی از مهندسی محصول
ماهیتIS	پشتیبانی تصمیم	قوانین	راه‌حل‌های مرجع	راه‌حل‌های مولد
زمان تولید	برای مشتری بی‌اهمیت است	مهم	مهم	خیلی مهم
تولید-محصول	استاندارد	خانوادهٔ محصول تعریف‌شده	هیچ خانواده محصول معمولی، سفارشی	کاملاً سفارشی
رقابت کلیدی	لجستیک	مونتاژ نهایی	ساخت، مونتاژ نهایی	کل فرآیند
عدم قطعیت عملکرد		پایین‌ترین سطح		بالاترین سطح
مهندسی طراحی		پایین‌ترین سطح		بالاترین سطح
همکاری در تأمین مواد اولیه		پایین‌ترین سطح		بالاترین سطح
موفقیت کلیدی	طرح تولید	طرح تولید	برنامه‌ریزی و کنترل تولید	مهندسی، برنامه‌ریزی و کنترل تولید
اطلاعات بسته	موجودی نهایی و امکانات مشترک طبقهٔ مغازه	مونتاژ نهایی و امکانات مشترک طبقه مغازه	استفاده از ظرفیت و دریافت سفارش مشتری	مهندسی، برنامه‌ریزی تولید، دریافت سفارش
سازگاری قطعات/اجزا	لازم نیست	ضروری	ضروری	عامل اصلی برای کارایی

ملو[۲۲] در سال ۲۰۱۵، پژوهشی با هدف تحلیل علت تأخیرها و درک نقش هماهنگی در کاهش آن، انجام داد. او با کمک یک مطالعهٔ موردی عمیق براساس داده‌های مصاحبه‌ها، جلسات گروهی، مشاهدات میدانی و مستندات، الگویی برای توضیح رابطهٔ بین هماهنگی و زمان هدایت پیشنهاد داد. نتایج نشان داد ازنظر مفهومی، برای کاهش زمان انجام پروژه، سطح بالاتری از هم‌زمانی لازم است. با این حال، هم‌زمانی بیشتر وابستگی‌های متقابل بین فعالیت‌ها را افزایش می‌دهد؛ چیزی که به تلاش هماهنگی بیشتری نیاز دارد. با توجه به اینکه مکانیسم‌های هماهنگی اعمال شده برای مقابله با تلاش های هماهنگی فزاینده مناسب نیستند، تعدادی از مشکلات ظاهر و باعث ایجاد دوباره‌کاری و تأخیر می‌شوند که زمان انجام را افزایش می‌دهند. تأخیر در تحویل نقشه‌ها، کیفیت پایین اسناد، تغییرات مشخصات محصول و ... ازجمله عوامل تأخیر شناسایی شدند.

تقریباً از هر چهار قرارداد در صنعت تولید، یک مورد با تأخیر انجام می‌شود. این تحویل دیرهنگام چند میلیارد دلار ضرر در پی دارد و هشتاد درصد قراردادهای معوق بیش از نود روز تأخیر دارند. علل تأخیر ناشی از اقدامات دولت و پیمانکار است. دولت تلاش می کند از تعدادی مشوق برای ایجاد انگیزه در پیمانکار برای تحویل به موقع محصولات مورد نیاز استفاده کند. همچنین از روش‌های مختلفی برای کنترل و کاهش تعداد قراردادهای با تأخیر استفاده می کند. برآوردهای غیرواقعی هزینه و زمان‌بندی، تأخیر در تحویل مواد، تجهیزات یا ابزارآلات دولتی و تجهیزات آسیب‌دیده، تأخیر در دریافت مواد، تأخیر در پردازش اسناد و ... ازجمله عوامل تأخیر در صنایع تولیدی وزارت دفاع آمریکا هستند (دانبر[۲۳]، ۱۹۸۰). برگ و اولهاگر[۲۴] (۲۰۲۴) در تحقیقات خود، چهار دسته عامل شامل بازار و محصول، عملیات، زنجیرهٔ تأمین و معیارهای عملکرد را عوامل تأخیر در تولید MTO معرفی کردند. مانزینی و اورگو (۲۰۱۸) با بیان اینکه سفارشی‌سازی محصول بیشتر یک گزینهٔ مورد نیاز مشتریان است و دنبال‌کردن این مسیر در هنگام دریافت سفارش محصولات پیچیده، تأثیر زیادی بر نحوهٔ مدیریت محصولات و فرآیندهای مرتبط از سوی شرکت‌ها دارد، عواملی همچون اجزای از دست رفته، قابلیت اطمینان تأمین‌کننده، محدودیت فیزیکی تسهیلات و روش تأمین قطعات را به عوامل وقوع تأخیر در تولید به روش‌های ETO و MTO شناسایی کردند (مانزینی و اورگو، ۲۰۱۸).

تأخیر در تحویل انواع پروژه‌های تولیدی، به موضوع اصلی تحقیقات تبدیل و تعداد درخور توجهی از مطالعات تجربی و مفهومی در این زمینه انجام شده است. با وجود این تلاش، تحقیقات در این زمینهٔ خاص تا به امروز، تا حدودی منفصل و بدون جهت بوده است؛ زیرا شیوه‌های تولید در نوع، اندازه و همچنین کشور متفاوت است (کریم و همکاران، ۲۰۱۰). بسیاری از مطالعات، زمینه‌ای را نادیده می‌گیرند که در آن تحقیقات دربارهٔ این موضوع انجام می‌شود. بنابراین، تحقیقات مبتنی بر زمینهٔ خاص‌تری مورد نیاز است که جنبه‌های منحصر به فرد فرهنگ‌های سازمانی را تأیید کند که شامل ملاحظات اجتماعی، سیاسی، اقتصادی، فناوری، پرسنلی و شخصی می‌شود. به همین دلیل، بر این باوریم که مطالعات باید تجزیه و تحلیل و یافته‌ها را در هر مطالعهٔ موردی، در زمینه‌های مربوطه ارائه دهند؛ زیرا هریک یافته‌های متمایز و منحصر به فرد مورد خود را به‌همراه خواهد داشت. این مطالعه علل تأخیر در انواع پروژه‌های تولیدی را در سازمان‌های تولیدی ایران بررسی کرد. تا به امروز هیچ تحقیقی، دلایل تأخیر در انواع محیط‌های تولید در سازمان‌های تولیدی را در ایران، که کشوری در حال توسعه است و فرهنگ‌های مختلف ازجمله اجتماعی، سیاسی، اقتصادی، فناوری، پرسنلی و شخصی را به نمایش می گذارد، بررسی نکرده است. بنابراین، پرسش اساسی تحقیق این است که تأخیر و اختلالات برنامهٔ زمانی در سازمان‌های تولیدی، از چه عواملی ناشی می‌شوند و مهم‌ترین این عوامل کدام‌اند؟ با بررسی این خلأ، این مطالعه به‌طور درخور توجهی به پژوهش مربوطه کمک می‌کند. این مقاله یک درک کلی از شیوه‌های فعلی را در پروژه‌های تولیدی ارائه و موانع عمده‌ای را کشف کرد که تولیدکنندگان در تکمیل به‌موقع پروژه‌ها با آن مواجه‌اند.

عوامل کشف‌شده از پژوهش، پس از بومی‌سازی از سوی خبرگان، در جدول ۲ نمایش داده شده است.

جدول ۱- عوامل کشف‌شده از پژوهش

Table 2- Factors discovered from the literature

ردیف	عوامل تأخیر	زیر-عوامل تأخیر	منبع
۱	ساختاری	طراحی‌نکردن درست ساختار حاکمیتی نظام تولید	هانس و همکاران[۲۵]، ۲۰۲۱
۲		تعادل‌نداشتن بین ظرفیت و تقاضا	دانبر، ۱۹۸۰ الشریف و کاراتاس[۲۶]، ۲۰۱۶
۳		مدیریت‌نکردن درست فرآیند کیفیت مواد و محصولات تولیدی	ملو و همکاران، ۲۰۱۵
۴		وجودنداشتن ساختار مدیریت پیکربندی در کل فرآیند تولید	هانس و همکاران، ۲۰۲۱ ریپوزو و همکاران[۲۷]، ۲۰۱۴
۵		الزامات ناپایدار اجرانشدنی یا غیرواقعی مشتری	هانس و همکاران، ۲۰۲۱ ریپوزو و همکاران، ۲۰۱۴ ملو و همکاران، ۲۰۱۵ دانبر، ۱۹۸۰ الشریف و کاراتاس، ۲۰۱۶ متوا و همکاران[۲۸]، ۲۰۰۷
۶		زمان انتظار طولانی برای تأیید نقشه‌ها و نمونهٔ مواد	ملو و همکاران، ۲۰۱۵ دانبر، ۱۹۸۰ الشریف و کاراتاس، ۲۰۱۶ آداکو و همکاران[۲۹]، ۲۰۱۸ انسا و سروشیان[۳۰]، ۲۰۱۷
۷		تنش‌زایی ناشی از تکنولوژی‌های پیچیده و نابالغ	هانس، ۲۰۲۱ ریپوزو و همکاران، ۲۰۱۴
۸	فرآیندی	اشتباهات و مغایرت در اسناد طراحی	ملو و همکاران، ۲۰۱۵ دانبر، ۱۹۸۰ الشریف و کاراتاس، ۲۰۱۶ لی و همکاران[۳۱]، ۲۰۱۷
۹		تدوین‌نکردن نقشه و الگوی دستیابی به تولید در محصولات پیچیده	آداکو و همکاران، ۲۰۱۸ الستنر و کراوز[۳۲]، ۲۰۱۴ فیلیپینی و همکاران[۳۳]، ۲۰۰۴
۱۰		ایجادنکردن و یکپارچه‌سازی جریان اطلاعات در فرآیند تولید	ملو و همکاران، ۲۰۱۵ آداکو و همکاران، ۲۰۱۸ انسا و سروشیان، ۲۰۱۷ کینگزمن و همکاران، ۱۹۹۳ ویلیامز و همکاران[۳۴]، ۱۹۹۵
۱۱		نرخ پایین بازده در عملیات تولیدی	هانس و همکاران، ۲۰۲۱ اسلام و همکاران[۳۵]، ۲۰۱۴ سوییس و همکاران[۳۶]، ۲۰۱۹
۱۲		تداخل اولویت‌های تولیدی	هانس و همکاران، ۲۰۲۱ ریپوزو و همکاران، ۲۰۱۴ آداکو و همکاران، ۲۰۱۸
۱۳	مالی	بی‌ثباتی و کاهش بودجه	هانس و همکاران، ۲۰۲۱ ریپوزو و همکاران، ۲۰۱۴ الشریف و کاراتاس، ۲۰۱۶ سوییس و همکاران، ۲۰۱۹
۱۴		برآوردنکردن صحیح هزینه‌های تولید	هانس و همکاران، ۲۰۲۱

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

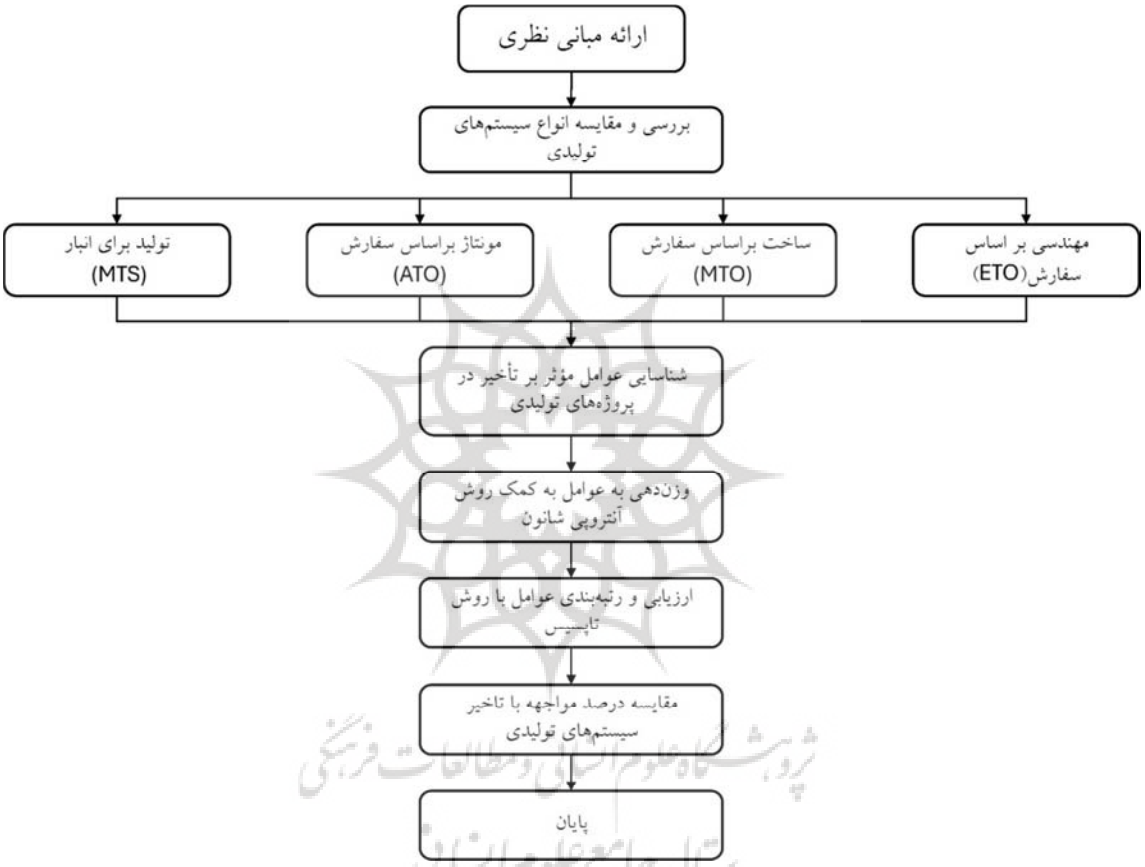
ردیف	عوامل تأخیر	زیر-عوامل تأخیر	منبع
			ریپوزو و همکاران، ۲۰۱۴ ملو و همکاران، ۲۰۱۵ دانبر، ۱۹۸۰ لی و همکاران، ۲۰۱۷ کینگزمن و همکاران، ۱۹۹۳
۱۵		تأخیر در پرداخت‌های مالی	الشریف و کاراتاس، ۲۰۱۶ سوییس و همکاران، ۲۰۱۹
۱۶		بی‌ثباتی عوامل اقتصادی (افزایش نرخ بهره، تورم، افزایش نرخ ارز و تحریم)	دانبر، ۱۹۸۰ سوییس و همکاران، ۲۰۱۹
۱۷	قوانین	مشوق‌های قانونی و قراردادی ناکافی	هانس و همکاران، ۲۰۲۱ ریپوزو و همکاران، ۲۰۱۴ الشریف و کاراتاس، ۲۰۱۶
۱۸		تدوین‌نکردن الزامات قانونی و قراردادی انواع تولید	دانبر، ۱۹۸۰
۱۹		دعاوی قراردادی، مانند تمدید زمان با ادعای هزینه	الشریف و کاراتاس، ۲۰۱۶
۲۰		به‌روزنبودن تجهیزات و فناوری شبکهٔ همکار	هانس، ۲۰۲۱ ریپوزو و همکاران، ۲۰۱۴ ملو و همکاران، ۲۰۱۵
۲۱	شبکهٔ همکاری	کیفیت پایین مواد اولیه و قطعات تقلبی دریافتی از شبکهٔ همکار	ملو و همکاران، ۲۰۱۵ الشریف و کاراتاس، ۲۰۱۶
۲۲		ناتوانی و نداشتن قابلیت تأمین‌کننده در تأمین قطعات	سوییس و همکاران، ۲۰۱۹ لی و همکاران، ۲۰۱۷ مانزینی و اورگو، ۲۰۱۸ الستنر و کراوز، ۲۰۱۴
۲۳		کمبود نیروی انسانی متخصص	هانس و همکاران، ۲۰۲۱ ریپوزو و همکاران، ۲۰۱۴ ملو و همکاران، ۲۰۱۵ اسلام و همکاران، ۲۰۱۴ سوییس و همکاران، ۲۰۱۹ لی و همکاران، ۲۰۱۷
۲۴		کمبود و دسترسی‌نداشتن به مواد اولیه و قطعات	سوییس و همکاران، ۲۰۱۹ ویلیامز و همکاران، ۱۹۹۵ ومرلو، ۱۹۸۴
۲۵	منابع	به رسمیت نشناختن ساختار نیروی انسانی تولید	آداکو و همکاران، ۲۰۱۸ انسا و سروشیان، ۲۰۱۷
۲۶		نگهداری و تعمیرات دیرهنگام تجهیزات برای جلوگیری از خرابی آنها	اسلام و همکاران، ۲۰۱۴ سوییس و همکاران، ۲۰۱۹
۲۷		تحویل دیرهنگام یا ناقص تجهیزات یا مواد	هانس، ۲۰۲۱ ریپوزو و همکاران، ۲۰۱۴ ملو و همکاران، ۲۰۱۵ اسلام و همکاران، ۲۰۱۴ سوییس و همکاران، ۲۰۱۹
۲۸		مشکلات مربوط به مواد و قطعات جدید	ابوطالب و الاداوی[۳۷]، ۲۰۱۸ فیلیپینی و همکاران، ۲۰۰۴

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۳- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش ترکیبی از روش‌های کمی و کیفی را در بر دارد تا تحلیل دقیق‌تری از ابعاد مرتبط را ارائه کند. همچنین ازنظر چارچوب فلسفی و هدف پژوهش نیز، کاربردی است؛ زیرا سازمان‌ها از نتایج این پژوهش استفاده می‌کنند. ازنظر نحوهٔ گردآوری داده‌ها، از نوع تحقیقات توصیفی-پیمایشی است.

در این پژوهش، از روش سامانمند برای استخراج عوامل مؤثر بر تأخیر پروژه‌های تولیدی استفاده شده است. برای این منظور، مقالات معتبر علمی در سایت‌های science Direct، Emerald Insight، Google Scholar و... بررسی شد.

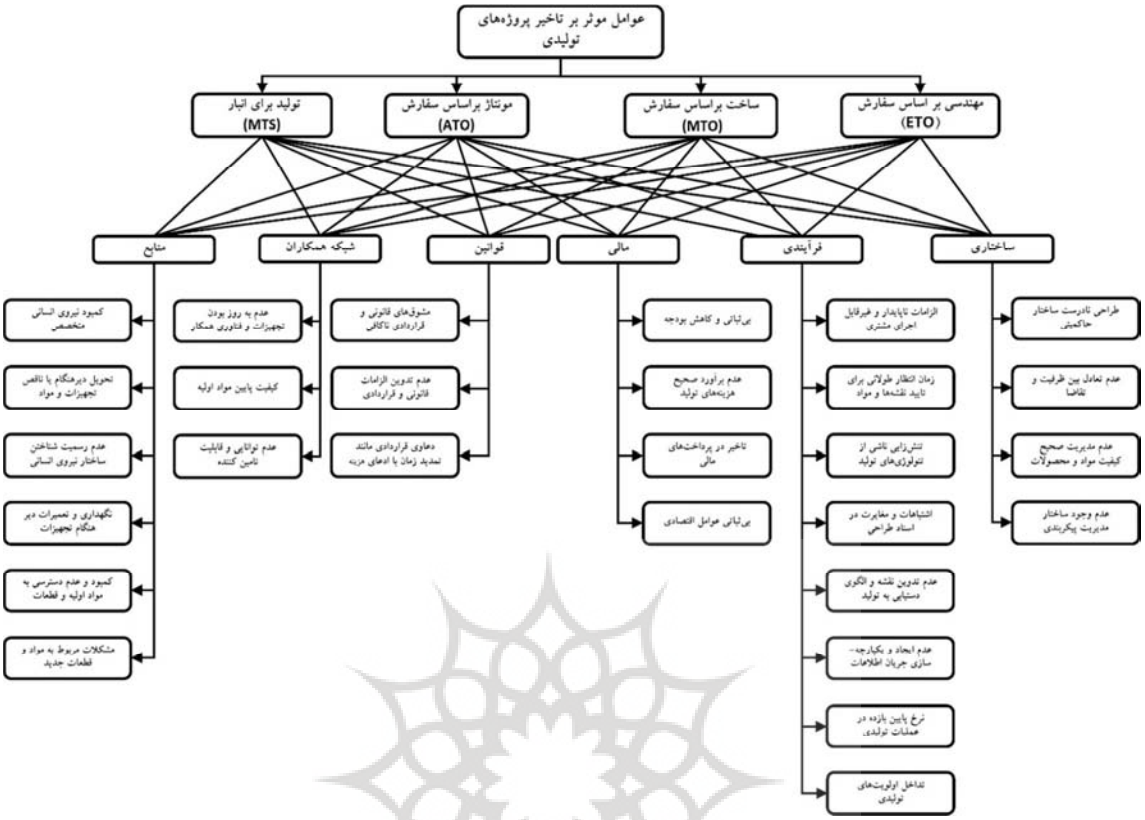


شکل ۱- گام‌های پژوهش

Fig. 1- Research steps

از بین مقالات، ۳۵ عامل تأثیرگذار در ایجاد تأخیر در پروژه‌های تولیدی استخراج شد؛ سپس این عوامل با استفاده از نظر خبرگان وزن‌دهی شد. به‌عبارتی، به کمک نظر خبرگان، عوامل شناسایی‌شده بومی‌سازی و در طیف لیکرت وزن‌دهی شد. خبرگان در میان ۳۵ عامل شناسایی‌شده، تعداد ۲۸ عامل (شکل ۲) را تأیید کردند؛ سپس به کمک روش آنتروپی شانون، وزن آن عامل‌ها تعیین و در محاسبات مدنظر قرار گرفته شد. در گام بعدی، با استفاده از پرسش‌نامه و طیف لیکرت از متخصصان صنایع تولیدی، میزان اهمیت ۲۸ عامل تأثیرگذاری پرسش شد که خبرگان آنها را وزن‌دهی کرده بودند. پرسش‌نامهٔ تهیه‌شده با استفاده از آلفای کرانباخ بررسی شد و میزان آن برابر با ۰/۸۵ بود که این نشان‌دهندهٔ پایایی پرسش‌نامه بوده است. همچنین برای تأیید روایی آن از خبرگان صنعت کمک

گرفته شد که روایی پرسش‌نامه نیز تأیید شد. در این پژوهش از تکنیک تاپسیس برای رتبه‌بندی نهایی عوامل استفاده شده است.



شکل ۲- عوامل مؤثر بر تأخیر در پروژه‌های تولیدی

Fig. 2- Factors affecting delays in production projects

۳-۱- تکنیک تاپسیس

این مدلی که هوانگ و یون[۳۸] در سال ۱۹۸۱ ارائه کردند، یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است. این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینهٔ انتخابی، باید کمترین فاصله را با ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. مراحل حل مسئله با استفاده از این روش، عبارت است از:

۱- تشکیل ماتریس تصمیم؛

۲- محاسبهٔ ماتریس بی‌مقیاس‌شده به روش نرم؛

در این گام برای حذف اختلاف مقیاس‌های بین شاخص‌ها، مقیاس‌های موجود در ماتریس تصمیم، بدون مقیاس می‌شود؛ به این ترتیب که هرکدام از مقادیر بر اندازهٔ بردار مربوط به همان شاخص تقسیم می‌شود (رابطهٔ ۱).

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}^{2}}} \qquad (۱)$$

۳- محاسبهٔ ماترین اوزان با روش آنتروپی شانون؛

۴- با ضرب وزن شاخص‌ها در ماتریس تصمیم فازی نرمالایزشده، ماتریس تصمیم فازی وزن‌دار به دست می‌آید (رابطهٔ ۲).

$$v_{ij} = r_{ij} \times w_j \qquad (۲)$$

۵- تعیین نقاط ایده‌آل مثبت و منفی:

ایده‌آل مثبت: بزرگ‌ترین مقدار برای شاخص‌های مثبت و کوچک‌ترین مقدار برای شاخص‌های منفی (رابطهٔ ۳).

$$A^+=(V_1^+, V_2^+, \dots\dots, V_n^+) \quad V_1^+ = \text{Max } V_J \qquad (۳)$$

ایده‌آل منفی: بزرگ‌ترین مقدار برای شاخص‌های منفی و کوچک‌ترین مقدار برای شاخص‌های مثبت (رابطهٔ ۴)

$$A^-=(V_1^-, V_2^-, \dots\dots, V_n^-) \quad V_1^- = \text{Min } V_J \qquad (۴)$$

۶- محاسبهٔ فاصلهٔ اقلیدسی هر گزینه تا نقاط ایده‌آل

در این مرحله، فاصلهٔ گزینه‌ها از ایده‌آل مثبت و منفی را محاسبه می‌کنیم. برای محاسبهٔ فاصله از ایده‌آل مثبت، از رابطهٔ ۵ و فاصله از ایده‌آل منفی، از رابطهٔ ۶ استفاده می‌شود:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} d(v_{ij} \,.\, v_j^+)} \qquad i= 1,2,\dots..,m \qquad (۵)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} d(v_{ij} \,.\, v_j^-)} \qquad j= 1,2,\dots..,n \qquad (۶)$$

۷- تعیین نزدیکی نسبی یک گزینه به نقاط ایده‌آل: شاخص شباهت از رابطهٔ ۸ محاسبه می‌شود:

$$CL_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \qquad (۷)$$

۸- درنهایت گزینه‌ها بر مبنای میزان CL_i، رتبه‌بندی می‌شوند. هرچه این مقدار بیشتر باشد، رتبهٔ گزینه بالاتر است.

۳-۲- جامعهٔ آماری پژوهش

جامعهٔ آماری در فاز اول، شامل تمامی پژوهش‌های منتشرشدهٔ مرتبط با عوامل مؤثر بر تأخیر در پروژه‌های تولیدی، در پایگاه‌های اطلاعاتی علمی معتبر داخلی و خارجی، تا زمان انجام این پژوهش است. در فاز دوم پژوهش، جامعهٔ آماری در بر گیرندهٔ خبرگان و کارشناسان آشنا با مفاهیم انواع سیستم‌های تولید و عوامل مؤثر بر تأخیر در پروژه‌های تولیدی است. طرح نمونه‌برداری در مراحل مختلف این پژوهش، به‌صورت هدفمند و قضاوتی انجام شده است. در فاز اول پژوهش، عوامل پرتکرار با بررسی پژوهش‌های منتشرشده انتخاب و در فاز دوم نیز، تعداد ۲۵ نفر از خبرگان متشکل از مدیران، مجریان و اعضای تیم‌های پروژهٔ چندین سازمان تولیدی آشنا به موضوع، شناسایی و برگزیده شدند.

۴- تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

تکنیک تاپسیس را «هوانگ» و «یون» در سال ۱۹۸۱ ارائه کردند. در این تکنیک، m گزینه به‌وسیلهٔ n شاخص ارزیابی می‌شوند و نتیجه، ارائهٔ یک طبقه‌بندی از m گزینه است. این تکنیک ازجمله مدل‌های جبرانی در بین

روش‌های MADM به شمار می‌رود و از یک منطق ریاضی پیروی می‌کند. این منطق در ابتدا راه‌حل ایده‌آل مثبت (بهترین گزینه) و راه‌حل ایده‌آل منفی (بدترین گزینه) را معرفی می‌کند، سپس تمامی گزینه‌ها بررسی می‌شوند، با بهترین و بدترین گزینه مقایسه و فاصلهٔ خطی هر گزینه از این دو نقطه، اندازه‌گیری می‌شود. گزینه‌ای که بیشترین فاصله را از بدترین گزینه و کمترین فاصله را از بهترین گزینه داشته باشد، گزینهٔ برتر و یا بهینه انتخاب می‌شود.

در این پژوهش سعی شد تا وضعیت هریک از علل تأخیر، با استفاده از طیف لیکرت بین ۱ تا ۹ ازنظر پاسخ‌دهندگان مشخص شود. عدد ۹ نشان‌دهندهٔ علل تأخیر بسیار مهم و عدد ۱ نشان‌دهندهٔ کم‌ترین اهمیت است. همچنین به‌منظور دستیابی به نتایج واقعی و به دور از ذهنیت‌گرایی، انواع پارادایم‌های تولید شامل تولید انبوه استاندارد، تولید انبوه سفاری، تولید محدود استاندارد و تولید محدود سفارشی، معیار برای ارزیابی عوامل تأخیر در پروژه‌های تولیدی در نظر گرفته شدند. با جمع‌آوری اطلاعات، ماتریس تصمیم شامل میانگین نظرات خبرگان به هر معیار، با توجه به انواع پارادایم‌های تولید تشکیل و به شرح جدول ۳، ارائه شد.

جدول ۲- ماتریس تصمیم اولیه

Figure 3- Initial decision matrix

معیارها / عوامل	تولید برای انبار	ساخت براساس سفارش	مونتاژ براساس سفارش	مهندسی براساس سفارش
طراحی‌نکردن درست ساختار حاکمیتی نظام تولید	۶/۸	۷	۵	۵
نبود تعادل بین ظرفیت و تقاضا	۴/۶	۵	۴	۳/۶
مدیریت‌نکردن درست فرآیند کیفیت مواد و محصولات تولیدی	۶/۸	۷	۶/۸	۷/۲
وجودنداشتن ساختار مدیریت پیکربندی در کل فرآیند تولید	۷/۲	۷/۶	۷/۴	۷/۴
الزامات ناپایدار اجرانشدنی یا غیرواقعی مشتری	۵/۸	۵/۸	۵/۶	۵/۲
زمان انتظار طولانی برای تأیید نقشه‌ها و نمونهٔ مواد	۵/۶	۵/۶	۶/۴	۶
تنش‌زایی ناشی از تکنولوژی‌های پیچیده و نابالغ	۵/۴	۵/۶	۶/۸	۷/۲
اشتباهات و مغایرت در اسناد طراحی	۵/۲	۵/۴	۶	۶
تدوین‌نشدن نقشه و الگوی دستیابی به تولید در محصولات پیچیده	۵/۶	۵/۸	۶/۴	۶/۴
عدم ایجاد و یکپارچه‌سازی جریان اطلاعات در فرآیند تولید	۷/۲	۷	۷/۶	۷/۴
نرخ پایین بازده در عملیات تولیدی	۶/۸	۶/۶	۵/۴	۵/۴
تداخل اولویت‌های تولیدی	۵/۴	۵/۸	۵/۶	۵/۸
بی‌ثباتی و کاهش بودجه	۷/۶	۷/۸	۷/۴	۷/۴
برآوردنشدن صحیح هزینه‌های تولید	۷/۲	۷/۴	۷/۶	۷
تأخیر در پرداخت‌های مالی	۷/۸	۸/۲	۷/۶	۷/۲
بی‌ثباتی عوامل اقتصادی (افزایش نرخ بهره، تورم، افزایش نرخ ارز و تحریم)	۷/۶	۷/۸	۷/۶	۷/۶
مشوق‌های قانونی و قراردادی ناکافی	۵/۴	۵/۶	۶/۴	۶/۶
تدوین‌نشدن الزامات قانونی و قراردادی انواع تولید	۵/۸	۵/۸	۶	۶/۲
دعاوی قراردادی مانند تمدید زمان با ادعای هزینه	۵/۸	۵/۸	۶/۲	۶/۴
به‌روزنبودن تجهیزات و فناوری شبکهٔ همکار	۵/۸	۶	۷	۷
کیفیت پایین مواد اولیه و قطعات تقلبی دریافتی از شبکهٔ همکار	۶/۲	۶/۴	۶	۶/۶
نبود توانایی و قابلیت تأمین‌کننده در تأمین قطعات	۷	۷	۷/۴	۷/۶
کمبود نیروی انسانی متخصص	۶	۶	۵/۸	۵/۸

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

معیارها / عوامل	تولید برای انبار	ساخت براساس سفارش	مونتاژ براساس سفارش	مهندسی براساس سفارش
کمبود و دسترسی‌نداشتن به مواد اولیه و قطعات	۶/۶	۶/۸	۷/۲	۷/۲
به رسمیت نشناختن ساختار نیروی انسانی تولید	۵/۲	۵/۲	۶/۴	۶/۴
نگهداری و تعمیرات دیرهنگام تجهیزات برای جلوگیری از خرابی آنها	۷/۸	۷/۸	۷/۴	۷/۴
تحویل دیرهنگام یا ناقص تجهیزات یا مواد	۶/۴	۶/۴	۶/۴	۶/۴
مشکلات مربوط به مواد و قطعات جدید	۷	۷/۲	۷/۶	۷/۴

در این پژوهش اوزان معیارها به کمک نظرات خبرگان و تکنیک آنتروپی شانون، مطابق با جدول ۴ به دست آمد.

جدول ۳- اوزان

Figure 4- Weights

معیار	تولید برای انبار	ساخت براساس سفارش	مونتاژ براساس سفارش	مهندسی براساس سفارش
وزن	۰/۲۴۰۶۳	۰/۲۳۹۰۵	۰/۲۵۷۹۹	۰/۲۶۲۳۳

ماتریس موزون علل تأخیر حاصل‌ضرب ماتریس بی‌مقیاس‌شده در مجموعه وزن معیارهاست که در جدول ۵ نمایش داده شده است.

جدول ۴- ماتریس موزون علل تأخیر

Table 5- Weighted matrix of delay causes

معیارها / عوامل	تولید برای انبار	ساخت براساس سفارش	مونتاژ براساس سفارش	مهندسی براساس سفارش
طراحی‌نکردن درست ساختار حاکمیتی نظام تولید	۰/۰۵۲۶۴	۰/۰۵۲۱۹	۰/۰۳۴۲۳	۰/۰۳۴۴۸
نبود تعادل بین ظرفیت و تقاضا	۰/۰۳۵۶۱	۰/۰۳۷۲۸	۰/۰۲۷۳۹	۰/۰۲۴۸۳
مدیریت‌نکردن درست فرآیند کیفیت مواد و محصولات تولیدی	۰/۰۵۲۶۴	۰/۰۵۲۱۹	۰/۰۴۶۵۶	۰/۰۴۹۶۵
وجودنداشتن ساختار مدیریت پیکربندی در کل فرآیند تولید	۰/۰۵۵۷۳	۰/۰۵۶۶۶	۰/۰۵۰۶۷	۰/۰۵۱۰۳
الزامات ناپایدار اجرانشدنی یا غیرواقعی مشتری	۰/۰۴۴۸۹	۰/۰۴۳۲۴	۰/۰۳۸۳۴	۰/۰۳۵۸۶
زمان انتظار طولانی برای تأیید نقشه‌ها و نمونهٔ مواد	۰/۰۴۳۳۵	۰/۰۴۱۷۵	۰/۰۴۳۸۲	۰/۰۴۱۳۸
تنش‌زایی ناشی از تکنولوژی‌های پیچیده و نابالغ	۰/۰۴۱۸۰	۰/۰۴۱۷۵	۰/۰۴۶۵۵	۰/۰۴۹۶۵
اشتباهات و مغایرت در اسناد طراحی	۰/۰۴۰۲۵	۰/۰۴۰۲۶	۰/۰۴۱۰۸	۰/۰۴۱۳۷
تدوین‌نکردن نقشه و الگوی دستیابی به تولید در محصولات پیچیده	۰/۰۴۳۳۵	۰/۰۴۳۲۴	۰/۰۴۳۸۲	۰/۰۴۴۱۳
عدم ایجاد و یکپارچه‌سازی جریان اطلاعات در فرآیند تولید	۰/۰۵۵۷۳	۰/۰۵۲۱۹	۰/۰۵۲۰۳	۰/۰۵۱۰۳
نرخ پایین بازده در عملیات تولیدی	۰/۰۵۲۶۳	۰/۰۴۹۲۰	۰/۰۳۶۹۷	۰/۰۳۷۲۳
تداخل اولویت‌های تولیدی	۰/۰۴۱۸۰	۰/۰۴۳۲۴	۰/۰۳۸۳۴	۰/۰۳۹۹۹
بی‌ثباتی و کاهش بودجه	۰/۰۵۸۸۳	۰/۰۵۸۱۵	۰/۰۵۰۶۶	۰/۰۵۱۰۳
برآوردنکردن صحیح هزینه‌های تولید	۰/۰۵۵۷۳	۰/۰۵۵۱۷	۰/۰۵۲۰۳	۰/۰۴۸۲۷
تأخیر در پرداخت‌های مالی	۰/۰۶۰۳۸	۰/۰۶۱۱۳	۰/۰۵۲۰۳	۰/۰۴۹۶۵
بی‌ثباتی عوامل اقتصادی (افزایش نرخ بهره، تورم، افزایش نرخ ارز و تحریم)	۰/۰۵۸۸۳	۰/۰۵۸۱۵	۰/۰۵۲۰۳	۰/۰۵۲۴۱
مشوق‌های قانونی و قراردادی ناکافی	۰/۰۴۱۸۰	۰/۰۴۱۷۵	۰/۰۴۳۸۲	۰/۰۴۵۵۱
تدوین‌نشدن الزامات قانونی و قراردادی انواع تولید	۰/۰۴۴۸۹	۰/۰۴۳۲۴	۰/۰۴۱۰۸	۰/۰۴۲۷۵
دعاوی قراردادی مانند تمدید زمان با ادعای هزینه	۰/۰۴۴۸۹	۰/۰۴۳۲۴	۰/۰۴۲۴۵	۰/۰۴۴۱۳
به‌روزنبودن تجهیزات و فناوری شبکهٔ همکار	۰/۰۴۴۸۹	۰/۰۴۴۷۳	۰/۰۴۷۹۲	۰/۰۴۸۲۷

معیارها / عوامل	تولید برای انبار	ساخت براساس سفارش	مونتاژ براساس سفارش	مهندسی براساس سفارش
کیفیت پایین مواد اولیه و قطعات تقلبی دریافتی از شبکهٔ همکار	۰/۰۴۷۹۹	۰/۰۴۷۷۱	۰/۰۴۱۰۸	۰/۰۴۵۵۱
نبود توانایی و قابلیت تأمین‌کننده در تأمین قطعات	۰/۰۵۴۱۸	۰/۰۵۲۱۹	۰/۰۵۰۶۶	۰/۰۵۲۴۱
کمبود نیروی انسانی متخصص	۰/۰۴۶۴۴	۰/۰۴۴۷۳	۰/۰۳۹۷۱	۰/۰۳۹۹۹
کمبود و دسترسی‌نداشتن به مواد اولیه و قطعات	۰/۰۵۱۰۹	۰/۰۵۰۶۹	۰/۰۴۹۲۹	۰/۰۴۹۶۵
به رسمیت نشناختن ساختار نیروی انسانی تولید	۰/۰۴۰۲۵	۰/۰۳۸۷۷	۰/۰۴۳۸۲	۰/۰۴۴۱۳
نگهداری و تعمیرات دیرهنگام تجهیزات برای جلوگیری از خرابی آنها	۰/۰۶۰۳۸	۰/۰۵۸۱۵	۰/۰۵۰۶۶	۰/۰۵۱۰۳
تحویل دیرهنگام یا ناقص تجهیزات یا مواد	۰/۰۴۹۵۴	۰/۰۴۷۷۱	۰/۰۴۳۸۲۰	۰/۰۴۴۱۳
مشکلات مربوط به مواد و قطعات جدید	۰/۰۵۴۱۸	۰/۰۵۳۶۸	۰/۰۵۲۰۳	۰/۰۵۱۰۳

طبق گام‌های ذکرشده، فاصلهٔ هر نقطه را از نقاط ایده‌آل مثبت و ضد ایده‌آل محاسبه می‌کنیم؛ سپس نتایج حاصل‌شده را در رتبه‌بندی نهایی عوامل به کار می‌گیریم. عواملی که بیشترین نزدیکی را با ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را با ضد ایده‌آل (جدول ۶) دارند، در اولویت بررسی‌اند. درنهایت شاخص شباهت برای هریک از عوامل تعیین می‌شود تا رتبهٔ نهایی آن عامل در بین دیگر عوامل مشخص شود.

جدول ۵- جدول نهایی متشکل از فاصله از نقاط ایده‌آل مثبت و منفی، شاخص شباهت و رتبه‌بندی نهایی

Table 6 - The final table consisting of the distance from the positive and negative ideal points, the similarity index and the final ranking

معیارها / عوامل	D_i^+	$D_{\bar{i}}^-$	C_I	رتبه
طراحی‌نکردن درست ساختار حاکمیتی نظام تولید	۰/۰۲۷۸۹	۰/۰۲۵۵۴	۰/۴۷۷۹۶	۲۰
نبود تعادل بین ظرفیت و تقاضا	۰/۰۵۰۵۱	۰	۰	۲۸
مدیریت‌نکردن درست فرآیند کیفیت مواد و محصولات تولیدی	۰/۰۱۳۳۲	۰/۰۳۸۶۸	۰/۷۴۳۷۶	۱۰
وجودنداشتن ساختار مدیریت پیکربندی در کل فرآیند تولید	۰/۰۰۶۷۳	۰/۰۴۴۸۲	۰/۸۶۹۳۸	۵
الزامات ناپایدار اجرانشدنی یا غیرواقعی مشتری	۰/۰۳۱۹۵	۰/۰۱۹۰۶	۰/۳۷۳۷۰	۲۷
زمان انتظار طولانی برای تأیید نقشه‌ها و نمونهٔ مواد	۰/۰۲۹۲۴	۰/۰۲۴۹۷	۰/۴۶۰۶۸	۲۲
تنش‌زایی ناشی از تکنولوژی‌های پیچیده و نابالغ	۰/۰۲۷۵۴	۰/۰۳۲۲۸	۰/۵۳۹۶۳	۱۵
اشتباهات و مغایرت در اسناد طراحی	۰/۰۳۲۹۰۴	۰/۰۲۲۱۸	۰/۴۰۲۶۵	۲۵
تدوین‌نکردن نقشه و الگوی دستیابی به تولید در محصولات پیچیده	۰/۰۲۷۳۱۷	۰/۰۲۷۱۷	۰/۴۹۸۶۸	۱۸
عدم ایجاد و یکپارچه‌سازی جریان اطلاعات در فرآیند تولید	۰/۰۱۰۱۷	۰/۰۴۳۸۳	۰/۸۱۱۶۲۴	۸
نرخ پایین بازده در عملیات تولیدی	۰/۰۲۵۶۷۷	۰/۰۲۶۰۴۴	۰/۵۰۳۵۵	۱۶
تداخل اولویت‌های تولیدی	۰/۰۳۱۷۳۲	۰/۰۲۰۵۹۴	۰/۳۹۳۵۶	۲۶
بی‌ثباتی و کاهش بودجه	۰/۰۰۳۸۸۱	۰/۰۴۶۹۴۴	۰/۹۲۳۶۲	۴
برآوردنکردن صحیح هزینه‌های تولید	۰/۰۰۸۶۱۸	۰/۰۴۳۳۸	۰/۸۳۴۲۹	۶
تأخیر در پرداخت‌های مالی	۰/۰۰۲۷۵۸	۰/۰۴۹۰۵۹	۰/۹۴۶۷۶	۱
بی‌ثباتی عوامل اقتصادی (افزایش نرخ بهره، تورم، افزایش نرخ ارز و تحریم)	۰/۰۰۳۳۶	۰/۰۴۸۴۱۱	۰/۹۳۵۰۹	۲
مشوق‌های قانونی و قراردادی ناکافی	۰/۰۲۸۹۱۳	۰/۰۲۷۵۰۳	۰/۴۸۷۴۹	۱۹
تدوین‌نکردن الزامات قانونی و قراردادی انواع تولید	۰/۰۲۷۸۰۵	۰/۰۲۵۱۱	۰/۴۷۴۶۰۷	۲۱
دعاوی قراردادی مانند تمدید زمان با ادعای هزینه	۰/۰۲۶۸۳۷	۰/۰۲۶۸۶۳	۰/۵۰۰۲۳	۱۷
به‌روزنبودن تجهیزات و فناوری شبکهٔ همکار	۰/۰۲۳۲۹۷	۰/۰۳۳۳۷	۰/۵۸۸۸۸	۱۳
کیفیت پایین مواد اولیه و قطعات تقلبی دریافتی از شبکهٔ همکار	۰/۰۲۲۳۸۵	۰/۰۲۹۶۲۹	۰/۵۶۹۶۳	۱۴
عدم توانایی و قابلیت تأمین‌کننده در تأمین قطعات	۰/۰۱۰۹۶۷	۰/۰۴۳۲۴۸	۰/۷۹۷۷۱	۹

معیارها / عوامل	D_i^+	D_i^-	C_i	رتبه
کمبود نیروی انسانی متخصص	۰/۰۲۷۷۳۴	۰/۰۲۳۵۶	۰/۴۵۹۳۲	۲۳
کمبود و دسترسی‌نداشتن به مواد اولیه و قطعات	۰/۰۱۴۵۰۳	۰/۰۳۸۹۳	۰/۷۲۸۶۱	۱۱
به رسمیت نشناختن ساختار نیروی انسانی تولید	۰/۰۳۲۲۷	۰/۰۲۵۸۲	۰/۴۴۴۴۸	۲۴
نگهداری و تعمیرات دیرهنگام تجهیزات برای جلوگیری از خرابی آنها	۰/۰۰۳۵۵۹	۰/۰۴۷۷۲۹	۰/۹۳۰۵۹	۳
تحویل دیرهنگام یا ناقص تجهیزات یا مواد	۰/۰۲۰۸۲۱	۰/۰۳۰۷۵	۰/۵۹۶۳۰۹	۱۲
مشکلات مربوط به مواد و قطعات جدید	۰/۰۰۹۷۸۹	۰/۰۴۳۶۸۶	۰/۸۱۶۹۳	۷

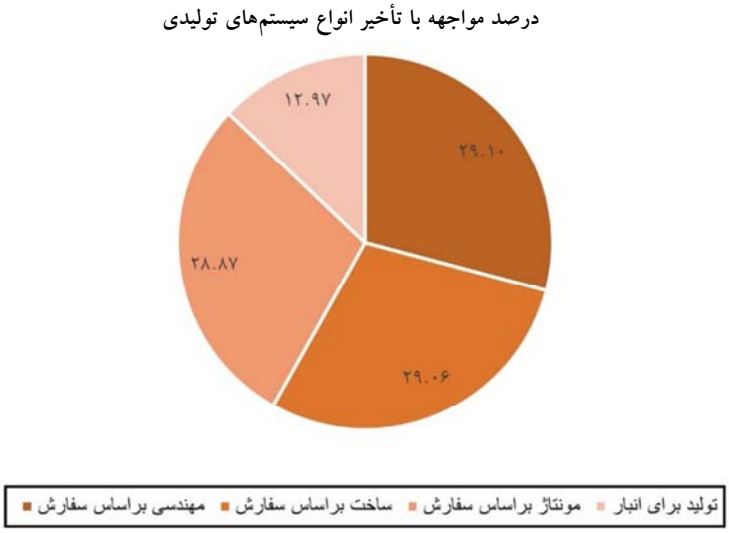
۵- بحث

سازمان‌هایی که علاوه بر تأمین سریع تقاضای مشتریان، محصولات متنوعی را نیز ارائه می‌کنند، در بازارهای امروزه رقابت می‌کنند. اگرچه سازمان‌هایی که به‌صورت تولید برای انبار فعالیت می‌کنند، تقاضای مشتریان را سریع‌تر برآورده می‌کنند، ممکن است با ریسک هزینهٔ بالای موجودی و تقاضای متغیر مشتریان روبه‌رو شوند. در سازمان‌هایی که به‌صورت مونتاژ برای سفارش فعالیت می‌کنند، ریسک موجودی تا حد پذیرفتنی به سازمان‌های سطح دوم منتقل می‌شود که سازندهٔ قطعات استانداردند و تا حدی سفارش‌های دلخواه مشتری را تولید می‌کنند، اما کماکان پیش‌بینی زمان دقیق قطعات مورد نیاز چالش‌برانگیز است و هزینه‌های زیادی را به سازمان تحمیل می‌کند. همچنین شرکت‌هایی که به‌صورت مهندسی و براساس سفارش فعالیت می‌کنند، محصولات متنوع‌تری را هزینهٔ نگهداری کمتر عرضه می‌کنند، ولی زمان تدارک به‌طور نسبی طولانی‌تر است. در مقابل، سازمان‌هایی که به‌صورت ساخت و براساس سفارش فعالیت می‌کنند، تنها زمان فاز مهندسی محصولات را برای خود ذخیره می‌کنند.

بنابراین، برآورده‌کردن تقاضای مشتری در سریع‌ترین زمان، مهم‌ترین چالش تمامی پروژه‌های تولیدی است. همین امر سبب شده است تا سازمان‌ها با وسواس بیشتری علل ایجادکنندهٔ تأخیر را شناسایی و برطرف کنند. در پژوهش حاضر مشخص شد عوامل اقتصادی تأثیرگذاری درخور توجهی در این زمینه دارند. «تأخیر در پرداخت‌های مالی»، «بی‌ثباتی عوامل اقتصادی (افزایش نرخ بهره، تورم، افزایش نرخ ارز و تحریم)» و «بی‌ثباتی و کاهش بودجه»، پیشران‌های اصلی پروژه‌های تولیدی‌اند و بیشترین تأثیرگذاری را در تأخیر و ناکامی سازمان‌ها دارند. این موضوع نشان‌دهندهٔ وجود عدم قطعیت بالای اقتصادی در صنعت تولید کشور است. بدون شک ایجاد فضای پایدار و بدون تنش، موجب ترغیب حضور سرمایه‌گذاران بیشتر در صنعت تولید کشور می‌شود. برخی عوامل ایجادکنندهٔ تأخیر، عوامل درونی نظیر «نگهداری و تعمیرات نامناسب تجهیزات» و «وجودنداشتن ساختار مدیریت پیکربندی در فرآیند تولید» و ... است که نیازمند افزایش سطح دانش مدیریتی و فنی نیروی انسانی درگیر است و برخی دیگر ناشی از عوامل بیرونی نظیر «مشکلات مربوط به مواد و قطعات جدید» و «ناتوانی تأمین‌کننده در تأمین قطعات» و ... است که کنترل آنها سخت و دشوار است، اما با اتکا به دانش‌های نظیر مدیریت، روابط با شرکا ضعف در این حوزه را تا حد پذیرفتنی پوشش داد.

همان‌طور که در بالا اشاره شد، انواع سیستم‌های تولید با توجه به ماهیتی که دارند، در معرض مخاطرات ناشی از عوامل مختلف تأخیرند. سازمان‌های تولیدی با آگاهی از ماهیت سیستمی که در پیش می‌گیرند و رتبهٔ سیستم در بین

سیستم‌ها، ازنظر مواجه‌شدن با تأخیر که در شکل ۳ نشان داده شده‌اند و با برنامه‌ریزی دقیق، از پیشامدهای ناگوار در این زمینه جلوگیری به عمل می‌آورند.



شکل ۳- درصد مواجهه با تأخیر انواع سیستم‌های تولیدی

Fig. 3- The percentage of exposure to delays of various production systems

۶- نتیجه‌گیری

در این مقاله، یک مدل به‌منظور شناسایی عوامل مؤثر در ایجاد تأخیر در پروژه‌های تولیدی ارائه شده است. این پژوهش برای پاسخ به این پرسش اساسی، در ابتدا پژوهش در این زمینه را به‌صورت عمیق بررسی کرده است. عوامل اولیه به کمک این مرور پیشینه شناسایی و بهره‌گیری از نظرات پنل خبرگی به بومی‌سازی این عوامل منجر شده است. به‌منظور دستیابی به نتایج اتکاشدنی اوزان، عوامل با روش آنتروپی شانون تعیین و با ابزار تکنیک تاپسیس، رتبه‌بندی انجام شده است. تجزیه و تحلیل نتایج فوق، دستاوردهای مناسبی را در مدیریت صحیح پروژه‌های تولیدی، با استفادهٔ صحیح از منابع در دست برای سازمان‌های تولیدی به‌همراه دارد. از تحلیل انجام‌شده در بخش‌های قبل نتیجه گرفته می‌شود:

۱. مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تأخیر در پروژه‌های تولیدی، ناشی از عوامل اقتصادی است؛

۲. عوامل ناشی از منابع، نظیر نبود نیروی انسانی متخصص، کمبود تجهیزات و قطعات، تأخیر و نقص در تحویل تجهیزات، رتبهٔ بعدی را در ایجاد تأخیر در پروژه‌های تولیدی دارد؛

۳. رتبهٔ سوم عوامل ایجاد تأخیر، ناشی از عوامل مرتبط با شبکهٔ همکاری است؛

۴. عوامل ساختاری نظیر کمبود دانش مدیریتی و فرآیندی در سازمان‌های تولیدی، در رتبهٔ چهارم ایجاد تأخیرند؛

۵. نرخ پایین بازدهی، فقدان و یا استفاده از سیستم اطلاعاتی نادرست و به‌صورت کلی، عوامل فرآیندی در رتبهٔ پنجم تأثیرگذاری در ایجاد تأخیر قرار دارند؛

۶. تنش‌های قانونی در چارچوب عواملی همچون نداشتن الزامات قانونی و قراردادی و درنتیجه ایجاد دعاوی قراردادی، در پایین‌ترین سطح ایجاد تأخیر در پروژه‌های تولیدی قرار دارند.

این تحقیق برای اولین بار در کشور، عوامل مؤثر بر تـأخیر را در انـواع پـروژه‌هـای تولیـدی کشـور شناسـایی و اولویت‌بندی کرده است؛ بنابراین نتایج این تحقیق یک ایدهٔ جدید و نو است کـه مـدیران و مسـئولان سـازمان‌هـای تولیدی کوچک و بزرگ در کشور می‌توانند از آن استفاده کنند تا ضمن شناخت این عوامل، با برنامه‌ریزی صحیح از چالش‌های ایجادشدهٔ ناشی از وقوع این عوامل جلوگیری کنند. برای انجام مطالعات آتـی، اسـتفاده در تکنیـک‌هـا و الگوریتم‌های دیگر برای حل مدل، پیشنهاد می‌شود. همچنین در نظر گـرفتن دقیـق فرآینـدهای تولیـد تأثیرگـذار بـر تأخیرات در پروژه‌های تولیدی، نظیر انواع جوشکاری، انواع ریخته‌گری و... برای تحقیقات آتی بسیار باارزش است. بررسی عملکرد استفاده از فناوری‌های جدید مانند هوش مصنوعی و IOT در جهـت مـدیریت و کنتـرل تـأخیرات، نتایج مناسبی در پی دارد.

References

Abotaleb, I. S., & El-adaway, I. H. (2018). First attempt toward a holistic understanding of the interdependent rippled impacts associated with out-of-sequence work in construction projects: System dynamics modeling approach. *Journal of Construction Engineering and Management*, *144*(9), 04018084. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001539

Adaku, E., Amoatey, C. T., Nornyibey, I., Famiyeh, S., & Asante-Darko, D. (2018). Delays in new product introduction: experiences of a food processing company in a developing economy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *29*(5), 811-828. https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2017-0190

Alsharif, S., & Karatas, A. (2016). A Framework for Identifying Causal Factors of Delay in Nuclear Power Plant Projects. *Procedia Engineering*, *145*, 1486-1492. doi:10.1016/j.proeng.2016.04.187

Ansah, R. H., & Sorooshian, S. (2017). Effect of lean tools to control external environment risks of construction projects. *Sustainable cities and society*, *32*, 348-356. https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.03.027

Berg, M., & Olhager, J. (2024). The customer order decoupling point in empirical operations and supply chain management research: a systematic literature review and framework. *International Journal of Production Research*, *62*(17), 6380–6399. https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2314164

Caron, F., and Fiore, A. (1995). Engineer to order' companies: how to integrate manufacturing and innovative processes. *International Journal of Project Management*, *13*(5), 313-319. https://doi.org/10.1016/0263-7863(95)00023-J

Tang, C. S., Zimmerman, J. D., & Nelson, J. I. (2009, January). Managing new product development and supply chain risks: The Boeing 787 case. In *Supply Chain Forum: An International Journal* (10(2), 74-86). Taylor & Francis. https://doi.org/10.1080/16258312.2009.11517219

DeCroix, G. A., Song, J. S., & Zipkin, P. H. (2008). Managing an Assemble-to-Order System with Returns. *Manufacturing & Service Operations Management*, *11*(1), 144-159. https://doi.org/10.1287/msom.1070.0209

Duda, A., Macioł, S., Jędrusik, B., Rębiasz, A., Stawowy, and Sopińska-Lenart, M. (2021). Quick response manufacturing for high mix, low volume, high complexity manufacturers. *Manag. Prod. Eng. Review, Article*, *12*(1), 72-84. https://doi.org/10.24425/mper.2021.136873

Dunbar, G. B. (1980). *Identification of causes and analysis of techniques for reducing delinquent deliveries in Department of Defense production contracts* [Doctoral dissertation, *Naval Postgraduate School*].

Elstner, S., & Krause, D. (2014). Methodical approach for consideration of ramp-up risks in the product development of complex products. *Procedia CIRP*, *20*, 20-25. https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.05.027

Eric Graves (2014). *Profit Based New Product Development Decisions: Part 1 – Introduction to Cost of Delay and Decision ROI*. https://www.playbookhq.co/blog/project-decisions-profit

Filippini, R., Salmaso, L., & Tessarolo, P. (2004). Product development time performance: Investigating the effect of interactions between drivers. *Journal of Product Innovation Management*, *21*(3), 199-214. https://doi.org/10.1111/j.0737-6782.2004.00070.x

Fortes, C. S., Tenera, A. B., & Cunha, P. F. (2023). Engineer-to-Order Challenges and Issues: A Systematic Literature Review of the manufacturing industry. *Procedia Computer Science*, *219*, 1727-1734. https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.467

Hans, A., Chaudhari, A. M., Bilionis, I., & Panchal, J. H. (2021, August). A Mixed-Method Analysis of Schedule and Cost Growth in Defense Acquisition Programs. In *International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference* (85383, V03AT03A043). American Society of Mechanical Engineers. https://doi.org/10.1115/DETC2021-71517

Hicks, C., McGovern, T., & Earl, C. F. (2000). Supply chain management: A strategic issue in engineer to order manufacturing. *International journal of production economics*, *65*(2), 179-190. https://doi.org/10.1016/S0925-5273(99)00026-2

Hwang, c., and Yoon, K. S. (1981). Multiple Attribute Decision Making. *Management science*, *186*, 58–191. https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3

Islam, A., Al Owad, A. M. M., Badraig, O. M., Ma, L., & Karim, M. A. (2014, September). Factors affecting new project delays in Saudi Arabian manufacturing organisations. In *2014 IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology* (pp. 381-386). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICMIT.2014.6942457

Papinniemi, J., Fritz, J., Hannola, L., Denger, A., & Lampela, H. (2014). Lifecycle-based requirements of product-service system in customer-centric manufacturing. In *Product Lifecycle Management for a Global Market: 11th IFIP WG 5.1 International Conference, PLM 2014, Yokohama, Japan, July 7-9, 2014, Revised Selected Papers 11* (pp. 435-444). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-45937-9_43

Kingsman, B., Worden, L., Hendry, L., Mercer, A., & Wilson, E. (1993). Integrating marketing and production planning in make-to-order companies. *International Journal of Production Economics*, *30*, 53-66.

Li, X., & Guo, S., & Liu, Y., & Du, B., & Wang, L. (2017). A Production Planning Model for Make-to-Order Foundry Flow Shop with Capacity Constraint. *Mathematical Problems in Engineering*, 2017. 1-15. 10.1155/2017/6315613. https://doi.org/10.1016/0925-5273(93)90081-U

Karim, M. A., Samaranayake, P., Smith, A. J. R., & Halgamuge, S. K. (2010). An on-time delivery improvement model for manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, *48*(8), 2373-2394. https://doi.org/10.1080/00207540802642245

Manzini, M., & Urgo, M. (2018). A risk based approach to support the supplying of components in a MTO assembly process. *Journal of manufacturing systems*, *46*, 67-78. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2017.11.006

Mello, M.H., Strandhagen, J.O. and Alfnes, E. (2015). The role of coordination in avoiding project delays in an engineer-to-order supply chain. *Journal of Manufacturing Technology Management, 26*(3), 429-454. https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2013-0021

Motawa, I. A., Anumba, C. J., Lee, S., & Peña-Mora, F. (2007). An integrated system for change management in construction. *Automation in construction, 16*(3), 368-377. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2006.07.005

Olhager, J. (2010). The role of the customer order decoupling point in production and supply chain management. *Computers in industry*, *61*(9), 863-868. https://doi.org/10.1016/j.compind.2010.07.011

Pinto, J. K., & Mantel, S. J. (1990). The causes of project failure. *IEEE transactions on engineering management*, *37*(4), 269-276. https://doi.org/10.1109/17.62322

Riposo, J., McKernan, M., & Duran, C. K. (2014). Prolonged cycle times and schedule growth in defense acquisition: A literature review (p. 0105). *Santa Monica, CA, Rand*. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:106433353

Stavrulaki, E., & Davis, M. (2010). Aligning products with supply chain processes and strategy. *The International Journal of Logistics Management*, *21*(1), 127-151. https://doi.org/10.1108/09574091011042214

Sweis, R., Moarefi, A., Hoseini-Amiri, S.-M. and Moarefi, S. (2019). Delay factors of the schedule of strategic industrial projects. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, *37*(1), 69-86. https://doi.org/10.1108/IJBPA-12-2017-0065

Tukel, O. I., & Rom, W. O. (1998). Analysis of the characteristics of projects in diverse industries. *Journal of Operations Management*, *16*(1), 43-61. https://doi.org/10.1016/S0272-6963(97)00016-8

Wemmerlöv, U. (1984). Assemble-to-order manufacturing: implications for materials management. *Journal of operations Management*, *4*(4), 347-368. https://doi.org/10.1016/0272-6963(84)90021-4

Williams, T. M. (2000). Safety regulation changes during projects: the use of system dynamics to quantify the effects of change. *International Journal of Project Management*, *18*(1), 23-31. https://doi.org/10.1016/S0263-7863(98)00063-5

Williams, T., Eden, C., Ackermann, F., & Tait, A. (1995). Vicious circles of parallelism. *International Journal of Project Management, 13*(3), 151–155. doi:10.1016/0263-7863(95)00034-n

[1] Eric Graves
[2] Tang et al.
[3] Karim et al.
[4] Pinto & Mantel
[5] Tuckel and Rom
[6] Williams
[7] Engineer to Order
[8] Stavrulaki and Davis
[9] Caron and Fiore
[10] Hicks et al.
[11] Duda et al.
[12] Papinniemi et al.
[13] Fortes et al.
[14] Make to Order
[15] Manzini and Urgo
[16] KINGSMAN et al.
[17] Olhager
[18] Assemble to Order
[19] Wemmerlöw
[20] DeCroix et al.
[21] Make to Stock
[22] Mello et al.
[23] Dunbar
[24] Berg and Olhager
[25] Hans et al.
[26] Alsharif and Karatas
[27] Riposo et al.
[28] Motawa et al.
[29] Adaku et al.
[30] Ansah and Sorooshian
[31] Li et al.
[32] Elstner and Krause
[33] Filippini et al.
[34] Williams et al.
[35] Islam et al.
[36] Sweis et al.
[37] Abotaleb and Eladaway
[38] Hwang and Yoon

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی