




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



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>

(مقاله 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 به دلیل افزایش پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌هایی که سازمان‌های تولیدی با آن مواجه‌اند، تولید محصولات با اتفاقات برنامه‌ریزی شده/نشده‌ای روبه‌رو خواهد شد که در طول چرخه 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 برنامه 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 ارائه راهکارهایی برای رفع مسائلی متمرکز است که به تأخیر منجر می‌شود. نکته مغفول در پژوهش، شناسایی عوامل زمینه‌ای است که به تأخیر در برنامه تولید و تحویل محصولات منجر می‌شوند و ارائه چارچوبی جامع برای شناسایی تأخیرها در محیط‌های تولیدی است. در این پژوهش، به منظور کاهش تأخیرها و بهینه‌سازی زمان تولید، عوامل احتمالی ایجاد تأخیر در سازمان‌های تولیدی را از طریق 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، شبکه همکاران و منابع منجر شد. همچنین تأخیر در پرداخت‌های مالی، بی‌ثباتی اقتصادی، نگهداری و تعمیرات دیر هنگام تجهیزات، بی‌ثباتی/کاهش بودجه و وجود نداشتن ساختار مدیریت پیکربندی در کل فرآیند تولید، بیشترین تأثیر را در بروز تأخیر و اختلال در برنامه زمانی تولید در سازمان تولیدی مطالعه شده داشتند.

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

۱- مقدمه

با توجه به رشد سریع نوآوری‌های تکنولوژیکی، چرخه 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 نوآوری‌های تکنولوژیکی و رشد آن بسیار درخور توجه است، زمان رسیدن به بازار یا تحویل به موقع، یکی از جنبه‌های 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 به موقع، به بودجه و عملکرد فنی/کیفیت مناسب نیازمندند. در سالیان اخیر، پروژه‌ها به زمان کمتری محدود شده‌اند و توانایی ارائه سریع یک پروژه به یک عنصر مهم، در برنده شدن 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، حاشیه 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 تحویل ندادن پروژه در زمان برنامه‌ریزی شده، 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 هزینه اضافی بدون بودجه است (پیستو و مانتل^۴، ۱۹۹۰).

تمایل به اتمام پروژه در زمان مقرر، با بودجه در نظر گرفته شده، با بالاترین کیفیت و به شیوه ایمن، از اهداف مشترک همه طرفین قرارداد اعم از مالک، پیمانکار و مشاور است؛ زیرا تأخیر باعث ضرر و زیان برای همه می‌شود. در این راستا، بر تحویل به موقع محصول در محدوده بودجه 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 افزوده 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^{۱۰}، 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 زنجیره تأمین ETO وجود ندارد (استاورولاکی و دیویس^{۱۰}، ۲۰۱۰). با وجود تلاش‌ها برای ترکیب اجزای استاندارد، محصولات به‌عنوان یک پروژه فردی در نظر گرفته می‌شوند (هیکس و همکاران^{۱۱}، ۲۰۰۰)؛ بنابراین هر سفارش یک پروژه جدید است و تعداد کمی از آنها یکسان‌اند. گاهی اوقات، سفارش‌های گذشته با چند استثنا با فروش 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 توسعه محصول آنها همیشه با مشارکت مشتری انجام می‌شود (پاپینیمی و همکاران^{۱۲}، ۲۰۱۴). با توجه به عدم قطعیت و پیچیدگی در فاز اولیه ویژگی‌های محصول مشتری، خرید مواد اولیه و تولید محصول طراحی شده تنها پس از تأیید قیمت سفارش از سوی مشتریان آغاز می‌شود. در نتیجه، 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 تأمین‌کننده وابسته است که به‌صورت طولانی مدت 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^۷، ۲۰۱۰). این باعث می‌شود که خطر سفارش اولیه مواد کمتر شود و احتمال خطا در مرحله طراحی کاهش یابد (مانزینی و اورگو، ۲۰۱۸).

از سوی دیگر، رقابت کلیدی یک سازنده 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 می‌شود که سازنده ظرفیت و توانایی داشته باشد. مدیریت میانی نگران کنترل طبقه فروش خود خواهد بود؛ زیرا مطمئن بودن تحویل سفارش، بستگی زیادی به نحوه رسیدگی طبقه فروش به سفارش دارد (مانزینی و اورگو، ۲۰۱۸).

۲-۳- مونتاژ براساس سفارش (ATO)^۸

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 خریداری شده استفاده می‌کند تا محصولات سفارشی پس از مشخصات مشتری، در داخل قطعاتی ساخته شود که سازنده قادر به عرضه آن است (ومرلو^۹، 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^{۱۰}، ۲۰۰۸).

۲-۴- تولید برای انبار (MTS)^{۱۱}

در MTS، سازنده محصولات استاندارد 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 چرخه تولید ممکن است بسیار طولانی باشد. با توجه به اینکه به مشتریان از طریق 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 چرخه عمر محصول سرچشمه می‌گیرد. تا زمانی که مشتریان همچنان محصول را تقاضا کنند، تولیدکننده محصول را تولید می‌کند. از موضع مدیریت، ویژگی‌های هر محیط تولید نیز تمایزپذیر است. در MTS، تمرکز مدیریت ارشد بر بازاریابی و توزیع خواهد بود. از سوی دیگر، دغدغه مدیریت میانی کنترل موجودی است تا تولید به خوبی اجرا شود (دی‌کرویکس و همکاران، ۲۰۰۸).

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

جدول ۱- مقایسه انواع سیستم‌های تولید

Table 1- Comparison of types of production systems

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

ملو^{۲۲} در سال ۲۰۱۵، پژوهشی با هدف تحلیل علت تأخیرها و درک نقش هماهنگی در کاهش آن، انجام داد. او با کمک یک مطالعه موردی عمیق براساس داده‌های مصاحبه‌ها، جلسات گروهی، مشاهدات میدانی و مستندات، الگویی برای توضیح رابطه بین هماهنگی و زمان هدایت پیشنهاد داد. نتایج نشان داد از نظر 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 تلاش‌های هماهنگی فزاینده مناسب نیستند، تعدادی از مشکلات ظاهر و باعث ایجاد دوباره کاری و تأخیر می‌شوند که زمان انجام را افزایش می‌دهند. تأخیر در تحویل نقشه‌ها، کیفیت پایین اسناد، تغییرات مشخصات محصول و ... از جمله عوامل تأخیر شناسایی شدند.

تقریباً از هر چهار قرارداد در صنعت تولید، یک مورد با تأخیر انجام می‌شود. این تحویل دیر هنگام 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 می‌کند 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 می‌کند. برآوردهای غیر واقعی هزینه و زمان بندی، تأخیر در تحویل مواد، تجهیزات یا ابزارآلات دولتی و تجهیزات آسیب دیده، تأخیر در دریافت مواد، تأخیر در پردازش اسناد و ... از جمله عوامل تأخیر در صنایع تولیدی وزارت دفاع آمریکا هستند (دانبر، ۳۳، ۱۹۸۰). برگ و اولهاگر^{۲۴} (۲۰۲۴) در تحقیقات خود، چهار دسته عامل شامل بازار و محصول، عملیات، زنجیره تأمین و معیارهای عملکرد را عوامل تأخیر در تولید MTO معرفی کردند. مانزینی و اورگو (۲۰۱۸) با بیان اینکه سفارشی سازی محصول بیشتر یک گزینه مورد نیاز مشتریان است و دنبال کردن این مسیر در هنگام دریافت سفارش محصولات پیچیده، تأثیر زیادی بر نحوه مدیریت محصولات و فرآیندهای مرتبط از سوی شرکت‌ها دارد، عواملی همچون اجزای از دست رفته، قابلیت اطمینان تأمین کننده، 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 زمینه 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 درباره این موضوع انجام می‌شود. بنابراین، تحقیقات مبتنی بر زمینه خاص تری 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 مطالعه موردی، در زمینه‌های مربوطه ارائه دهند؛ زیرا هریک یافته‌های متمایز و منحصر به فرد مورد خود را به همراه 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 از جمله اجتماعی، سیاسی، اقتصادی، فناوری، پرسنلی و شخصی را به نمایش می‌گذارد، بررسی نکرده است. بنابراین، پرسش اساسی تحقیق این است که تأخیر و اختلالات برنامه زمانی در سازمان‌های تولیدی، از چه عواملی ناشی می‌شوند و مهم‌ترین این عوامل کدامند؟ با بررسی این خلأ، این مطالعه به طور 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 به موقع پروژه‌ها با آن مواجه‌اند.

عوامل کشف شده از پژوهش، پس از بومی سازی از سوی خبرگان، در جدول ۲ نمایش داده شده است.

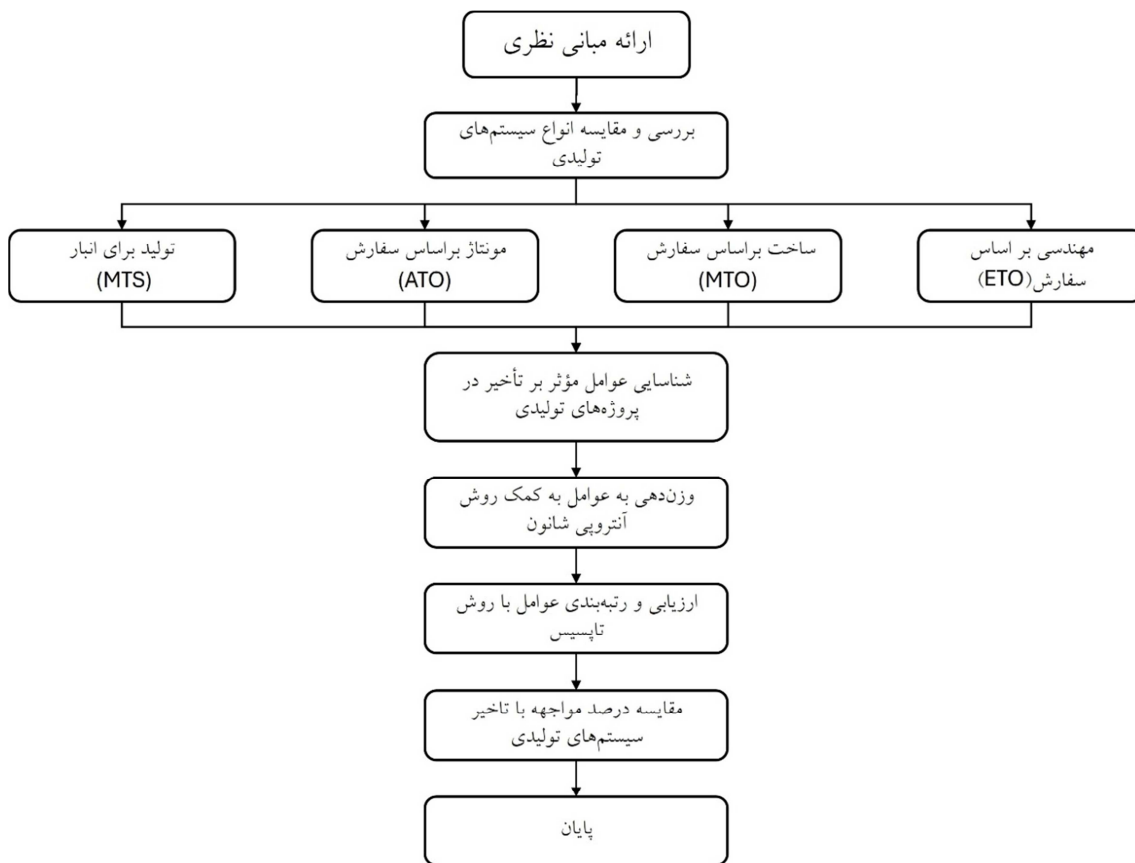
جدول ۱- عوامل کشف‌شده از پژوهش
Table 2- Factors discovered from the literature

ردیف	عوامل تأخیر	زیر-عوامل تأخیر	منبع
۱		طراحی نکردن درست ساختار حاکمیتی نظام تولید	هانس و همکاران ^{۲۵} ، ۲۰۲۱ دانبر، ۱۹۸۰
۲	ساختاری	تعادل‌نداشتن بین ظرفیت و تقاضا	الشریف و کاراتاس ^{۲۶} ، ۲۰۱۶ ملو و همکاران، ۲۰۱۵
۳		مدیریت نکردن درست فرآیند کیفیت مواد و محصولات تولیدی	هانس و همکاران، ۲۰۲۱ ریپوزو و همکاران ^{۲۷} ، ۲۰۱۴
۴		وجودنداشتن ساختار مدیریت پیکربندی در کل فرآیند تولید	هانس و همکاران، ۲۰۲۱ ریپوزو و همکاران، ۲۰۱۴ ملو و همکاران، ۲۰۱۵ دانبر، ۱۹۸۰
۵		الزامات ناپایدار اجرانشدنی یا غیرواقعی مشتری	الشریف و کاراتاس، ۲۰۱۶ متوا و همکاران ^{۲۸} ، ۲۰۰۷ ملو و همکاران، ۲۰۱۵ دانبر، ۱۹۸۰
۶		زمان انتظار طولانی برای تأیید نقشه‌ها و نمونه مواد	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 ملو و همکاران، ۲۰۱۵ دانبر، ۱۹۸۰
۸	فرآیندی	اشتباهات و مغایرت در اسناد طراحی	الشریف و کاراتاس، ۲۰۱۶ لی و همکاران ^{۳۱} ، ۲۰۱۷
۹		تدوین نکردن نقشه و الگوی دستیابی به تولید در محصولات پیچیده	آداکو و همکاران، ۲۰۱۸ السترن و کراوز ^{۳۲} ، ۲۰۱۴ فیلبینی و همکاران ^{۳۳} ، ۲۰۰۴
۱۰		ایجاد نکردن 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		برآورد نکردن صحیح هزینه‌های تولید	هانس و همکاران، ۲۰۲۱

ردیف	عوامل تأخیر	زیر-عوامل تأخیر	منبع
			ریپوزو و همکاران، ۲۰۱۴ ملو و همکاران، ۲۰۱۵ دائبر، ۱۹۸۰ لی و همکاران، ۲۰۱۷ کینگزمن و همکاران، ۱۹۹۳
۱۵		تأخیر در پرداخت‌های مالی	الشریف و کاراتاس، ۲۰۱۶ سوییس و همکاران، ۲۰۱۹ دائبر، ۱۹۸۰
۱۶		بی‌ثباتی عوامل اقتصادی (افزایش نرخ بهره، تورم، افزایش نرخ ارز و تحریم)	سوییس و همکاران، ۲۰۱۹
۱۷	قوانین	مشوق‌های قانونی و قراردادی ناکافی	هانس و همکاران، ۲۰۲۱ ریپوزو و همکاران، ۲۰۱۴ الشریف و کاراتاس، ۲۰۱۶
۱۸		تدوین نکردن الزامات قانونی و قراردادی انواع تولید	دائبر، ۱۹۸۰
۱۹		دعای قرارداد، مانند تمدید زمان با ادعای هزینه	الشریف و کاراتاس، ۲۰۱۶ هانس، ۲۰۲۱
۲۰		به‌روزر نبودن تجهیزات و فناوری شبکه همکار	ریپوزو و همکاران، ۲۰۱۴ ملو و همکاران، ۲۰۱۵
۲۱	شبکه همکاری	کیفیت پایین مواد اولیه و قطعات تقلبی دریافتی از شبکه همکار	ملو و همکاران، ۲۰۱۵ الشریف و کاراتاس، ۲۰۱۶ سوییس و همکاران، ۲۰۱۹
۲۲		ناتوانی و نداشتن قابلیت تأمین‌کننده در تأمین قطعات	لی و همکاران، ۲۰۱۷ مانزینی و اورگو، ۲۰۱۸ السنتر 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 دسترسی نداشتن 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 دیر هنگام تجهیزات برای جلوگیری از خرابی آنها	اسلام و همکاران، ۲۰۱۴ سوییس و همکاران، ۲۰۱۹ هانس، ۲۰۲۱
۲۷		تحويل دیر هنگام یا ناقص تجهیزات یا مواد	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 فیلبینی و همکاران، ۲۰۰۴

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 از نظر چارچوب فلسفی و هدف پژوهش نیز، کاربردی است؛ زیرا سازمان‌ها از نتایج این پژوهش استفاده می‌کنند. از نظر نحوه 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 Google Scholar, Emerald Insight, science Direct و... بررسی شد.

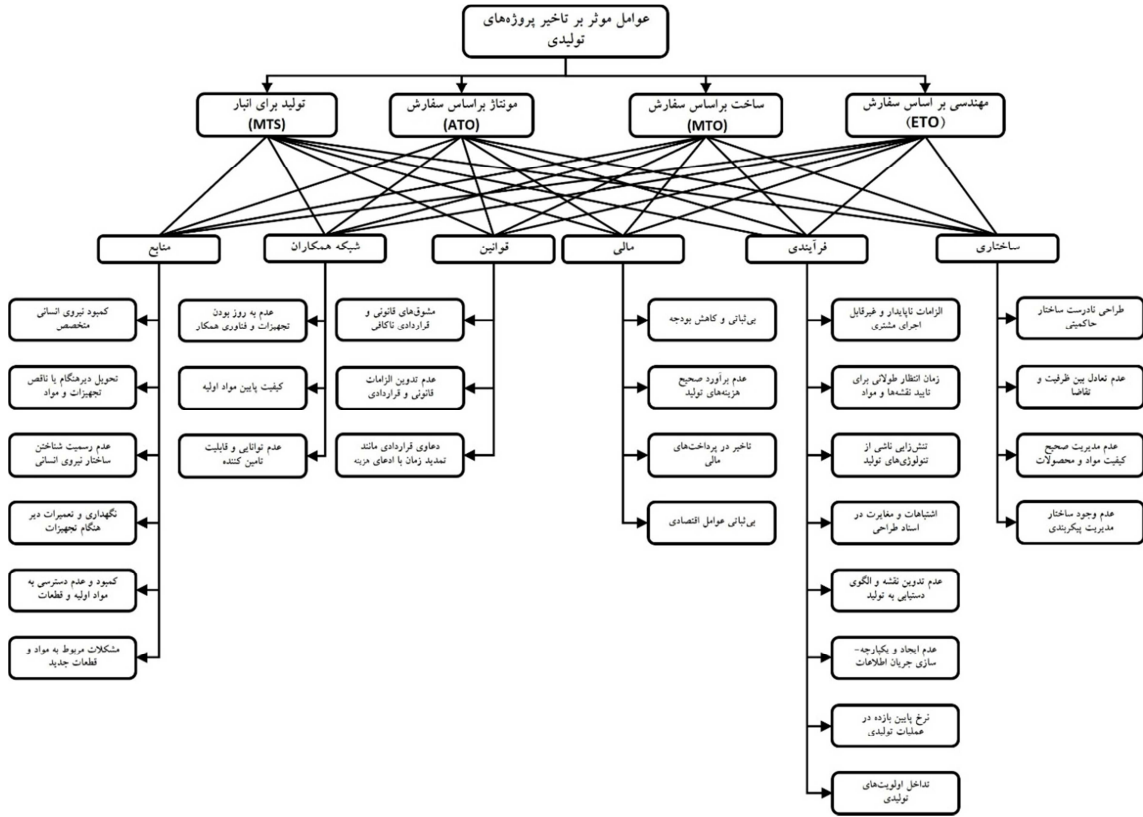


شکل ۱- گام‌های پژوهش

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. به عبارتی، به کمک نظر خبرگان، عوامل شناسایی شده بومی‌سازی و در طیف لیکرت وزن‌دهی شد. خبرگان در میان ۳۵ عامل شناسایی شده، تعداد ۲۸ عامل (شکل ۲) را تأیید کردند؛ سپس به کمک روش آنتروپی شانون، وزن آن عوامل 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. پرسش‌نامه تهیه‌شده با استفاده از آلفای کرانباخ بررسی شد و میزان آن برابر با ۰/۸۵ بود که این نشان‌دهنده پایایی پرسش‌نامه بوده است. همچنین برای تأیید روایی آن از خبرگان صنعت کمک

گرفته شد که روایی پرسش نامه نیز تأیید شد. در این پژوهش از تکنیک تاپسیس برای رتبه بندی نهایی عوامل استفاده شده است.



شکل ۲- عوامل مؤثر بر تأخیر در پروژه های 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 مدل های تصمیم گیری چند شاخصه است. این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کمترین فاصله را با ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیشترین فاصله را با ایده آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. مراحل حل مسئله با استفاده از این روش، عبارت است از:

۱- تشکیل ماتریس تصمیم؛

۲- محاسبه ماتریس بی مقیاس شده به روش نرم؛

در این گام برای حذف اختلاف مقیاس های بین شاخص ها، مقیاس های موجود در ماتریس تصمیم، بدون مقیاس می شود؛ به این ترتیب که هر کدام از مقادیر بر اندازه بردار مربوط به همان شاخص تقسیم می شود (رابطه ۱).

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

۳- محاسبه ماتریس اوزان با روش آنتروپی شانون؛

۴- با ضرب وزن شاخص‌ها در ماتریس تصمیم فازی نرمالایز شده، ماتریس تصمیم فازی وزن‌دار به دست می‌آید (رابطه ۲).

$$V_{ij} = r_{ij} \times W_j \quad (2)$$

۵- تعیین نقاط ایده‌آل مثبت و منفی:

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

$$A^+ = (V_1^+, V_2^+, \dots, V_n^+) \quad V_1^+ = \max V_j \quad (3)$$

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

$$A^- = (V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-) \quad V_1^- = \min V_j \quad (4)$$

۶- محاسبه فاصله اقلیدسی هر گزینه تا نقاط ایده‌آل

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

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^+)} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n d(v_{ij}, v_j^-)} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

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

$$CL_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (7)$$

۸- در نهایت گزینه‌ها بر مبنای میزان CL_i ، رتبه‌بندی می‌شوند. هرچه این مقدار بیشتر باشد، رتبه گزینه بالاتر است.

۳-۲- جامعه آماری پژوهش

جامعه آماری در فاز اول، شامل تمامی پژوهش‌های منتشرشده 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، جامعه آماری در بر گیرنده 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، به صورت 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 پروژه 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 به وسیله n شاخص ارزیابی می‌شوند و نتیجه، ارائه یک طبقه‌بندی از m گزینه است. این تکنیک از جمله 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 فاصله 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، گزینه 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 از نظر پاسخ‌دهندگان مشخص شود. عدد ۹ نشان‌دهنده علل تأخیر بسیار مهم و عدد ۱ نشان‌دهنده کم‌ترین اهمیت است. همچنین به منظور 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

عوامل	معیارها	تولید برای انبار	ساخت براساس سفارش	مونتاز براساس سفارش	مهندسی براساس سفارش
طراحی نکردن درست ساختار حاکمیتی نظام تولید	۶/۸	۷	۵	۵	
نبود تعادل بین ظرفیت و تقاضا	۴/۶	۵	۴	۳/۶	
مدیریت نکردن درست فرآیند کیفیت مواد و محصولات تولیدی	۶/۸	۷	۶/۸	۷/۲	
وجود نداشتن ساختار مدیریت پیکربندی در کل فرآیند تولید	۷/۲	۷/۶	۷/۴	۷/۴	
الزامات ناپایدار اجراندنی یا غیرواقعی مشتری	۵/۸	۵/۸	۵/۶	۵/۲	
زمان انتظار طولانی برای تأیید نقشه‌ها و نمونه 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	
تدوین نشدن 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	
برآورد نشدن 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	
تدوین نشدن 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	
به‌روزی نبودن تجهیزات و فناوری شبکه همکار	۵/۸	۶	۷	۷	
کیفیت پایین مواد اولیه و قطعات تقلبی دریافتی از شبکه 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	

عوامل	معیارها	تولید برای انبار	ساخت براساس سفارش	مونتاز براساس سفارش	مهندسی براساس سفارش
کمبود و دسترسی نداشتن به مواد اولیه و قطعات	۶/۶	۶/۸	۷/۲	۷/۲	۷/۲
به رسمیت نشناختن ساختار نیروی انسانی تولید	۵/۲	۵/۲	۶/۴	۶/۴	۶/۴
نگهداری و تعمیرات دیر هنگام تجهیزات برای جلوگیری از خرابی آنها	۷/۸	۷/۸	۷/۴	۷/۴	۷/۴
تحويل دیر هنگام یا ناقص تجهیزات یا مواد	۶/۴	۶/۴	۶/۴	۶/۴	۶/۴
مشکلات مربوط به مواد و قطعات جدید	۷	۷/۲	۷/۶	۷/۴	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	مونتاز براساس سفارش	مهندسی براساس سفارش
وزن	۰/۲۴۰۶۳	۰/۲۳۹۰۵	۰/۲۵۷۹۹	۰/۲۶۲۳۳

ماتریس موزون علل تأخیر حاصل ضرب ماتریس بی‌مقیاس شده 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

عوامل	معیارها	تولید برای انبار	ساخت براساس سفارش	مونتاز براساس سفارش	مهندسی براساس سفارش
طراحی نکردن درست ساختار حاکمیتی نظام تولید	۰/۵۲۶۴	۰/۵۲۶۴	۰/۵۲۱۹	۰/۳۴۲۳	۰/۳۴۴۸
نبود تعادل بین ظرفیت و تقاضا	۰/۳۵۶۱	۰/۳۷۲۸	۰/۲۷۳۹	۰/۲۴۸۳	۰/۲۴۸۳
مدیریت نکردن درست فرآیند کیفیت مواد و محصولات تولیدی	۰/۵۲۶۴	۰/۵۲۱۹	۰/۴۶۵۶	۰/۴۹۶۵	۰/۴۹۶۵
وجود نداشتن ساختار مدیریت پیکربندی در کل فرآیند تولید	۰/۵۵۷۳	۰/۵۶۶۶	۰/۵۰۶۷	۰/۵۱۰۳	۰/۵۱۰۳
الزامات ناپایدار اجرانشدنی یا غیرواقعی مشتری	۰/۴۴۸۹	۰/۴۳۲۴	۰/۳۸۳۴	۰/۳۵۸۶	۰/۳۵۸۶
زمان انتظار طولانی برای تأیید نقشه‌ها و نمونه مواد	۰/۴۳۳۵	۰/۴۱۷۵	۰/۴۳۸۲	۰/۴۱۳۸	۰/۴۱۳۸
تنش زایی ناشی از تکنولوژی‌های پیچیده و نابالغ	۰/۴۱۸۰	۰/۴۱۷۵	۰/۴۶۵۵	۰/۴۹۶۵	۰/۴۹۶۵
اشتباهات و مغایرت در اسناد طراحی	۰/۴۰۲۵	۰/۴۰۲۶	۰/۴۱۰۸	۰/۴۱۳۷	۰/۴۱۳۷
تدوین نکردن نقشه و الگوی دستیابی به تولید در محصولات پیچیده	۰/۴۳۳۵	۰/۴۳۲۴	۰/۴۳۸۲	۰/۴۴۱۳	۰/۴۴۱۳
عدم ایجاد و یکپارچه‌سازی جریان اطلاعات در فرآیند تولید	۰/۵۵۷۳	۰/۵۲۱۹	۰/۵۲۰۳	۰/۵۱۰۳	۰/۵۱۰۳
نرخ پایین بازده در عملیات تولیدی	۰/۵۲۶۳	۰/۴۹۲۰	۰/۳۶۹۷	۰/۳۷۲۳	۰/۳۷۲۳
تداخل اولویت‌های تولیدی	۰/۴۱۸۰	۰/۴۳۲۴	۰/۳۸۳۴	۰/۳۹۹۹	۰/۳۹۹۹
بی‌ثباتی و کاهش بودجه	۰/۵۸۸۳	۰/۵۸۱۵	۰/۵۰۶۶	۰/۵۱۰۳	۰/۵۱۰۳
برآورد نکردن صحیح هزینه‌های تولید	۰/۵۵۷۳	۰/۵۵۱۷	۰/۵۲۰۳	۰/۴۸۲۷	۰/۴۸۲۷
تأخیر در پرداخت‌های مالی	۰/۶۰۳۸	۰/۶۱۱۳	۰/۵۲۰۳	۰/۴۹۶۵	۰/۴۹۶۵
بی‌ثباتی عوامل اقتصادی (افزایش نرخ بهره، تورم، افزایش نرخ ارز و تحریم)	۰/۵۸۸۳	۰/۵۸۱۵	۰/۵۲۰۳	۰/۵۲۴۱	۰/۵۲۴۱
مشوق‌های قانونی و قراردادی ناکافی	۰/۴۱۸۰	۰/۴۱۷۵	۰/۴۳۸۲	۰/۴۵۵۱	۰/۴۵۵۱
تدوین نشدن الزامات قانونی و قراردادی انواع تولید	۰/۴۴۸۹	۰/۴۳۲۴	۰/۴۱۰۸	۰/۴۲۷۵	۰/۴۲۷۵
دعای قراردادی مانند تمدید زمان با ادعای هزینه	۰/۴۴۸۹	۰/۴۳۲۴	۰/۴۲۴۵	۰/۴۴۱۳	۰/۴۴۱۳
به‌روزنشدن تجهیزات و فناوری شبکه همکار	۰/۴۴۸۹	۰/۴۴۷۳	۰/۴۷۹۲	۰/۴۸۲۷	۰/۴۸۲۷

عوامل	معیارها		
	تولید برای انبار	ساخت براساس سفارش	مونتاژ براساس سفارش
کیفیت پایین مواد اولیه و قطعات تقلبی دریافتی از شبکه همکار	۰/۰۴۷۹۹	۰/۰۴۷۷۱	۰/۰۴۵۵۱
نبود توانایی و قابلیت تأمین کننده در تأمین قطعات	۰/۰۵۴۱۸	۰/۰۵۲۱۹	۰/۰۵۲۴۱
کمبود نیروی انسانی متخصص	۰/۰۴۶۴۴	۰/۰۴۴۷۳	۰/۰۳۹۹۹
کمبود و دسترسی نداشتن به مواد اولیه و قطعات	۰/۰۵۱۰۹	۰/۰۵۰۶۹	۰/۰۴۹۶۵
به رسمیت نشناختن ساختار نیروی انسانی تولید	۰/۰۴۰۲۵	۰/۰۳۸۱۷	۰/۰۴۴۱۳
نگهداری و تعمیرات دیر هنگام تجهیزات برای جلوگیری از خرابی آنها	۰/۰۶۰۳۸	۰/۰۵۸۱۵	۰/۰۵۱۰۳
تحویل دیر هنگام یا ناقص تجهیزات یا مواد	۰/۰۴۹۵۴	۰/۰۴۷۷۱	۰/۰۴۴۱۳
مشکلات مربوط به مواد و قطعات جدید	۰/۰۵۴۱۸	۰/۰۵۳۶۸	۰/۰۵۱۰۳

طبق گام های ذکر شده، فاصله هر نقطه را از نقاط ایده آل مثبت و ضد ایده آل محاسبه می کنیم؛ سپس نتایج حاصل شده را در رتبه بندی نهایی عوامل به کار می گیریم. عواملی که بیشترین نزدیکی را با ایده آل مثبت و بیشترین فاصله را با ضد ایده آل (جدول ۶) دارند، در اولویت بررسی اند. در نهایت شاخص شباهت برای هر یک از عوامل تعیین می شود تا رتبه نهایی آن عامل در بین دیگر عوامل مشخص شود.

جدول ۵- جدول نهایی متشکل از فاصله از نقاط ایده آل مثبت و منفی، شاخص شباهت و رتبه بندی نهایی

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

رتبه	C_i	D_i^-	D_i^+	معیارها	
				عوامل	
۲۰	۰/۴۷۷۹۶	۰/۰۲۵۵۴	۰/۰۲۷۸۹	طراحی نکردن درست ساختار حاکمیتی نظام تولید	
۲۸	۰	۰	۰/۰۵۰۵۱	نبود تعادل بین ظرفیت و تقاضا	
۱۰	۰/۷۴۳۷۶	۰/۰۳۸۶۸	۰/۰۱۳۳۲	مدیریت نکردن درست فرآیند کیفیت مواد و محصولات تولیدی	
۵	۰/۸۶۹۳۸	۰/۰۴۴۸۲	۰/۰۰۶۷۳	وجود نداشتن ساختار مدیریت پیکربندی در کل فرآیند تولید	
۲۷	۰/۳۷۳۷۰	۰/۰۱۹۰۶	۰/۰۳۱۹۵	الزامات ناپایدار اجرانشدنی یا غیر واقعی مشتری	
۲۲	۰/۴۶۰۶۸	۰/۰۲۴۹۷	۰/۰۲۹۲۴	زمان انتظار طولانی برای تأیید نقشه ها و نمونه مواد	
۱۵	۰/۵۳۹۶۳	۰/۰۳۲۲۸	۰/۰۲۷۵۴	تنش زایی ناشی از تکنولوژی های پیچیده و نابالغ	
۲۵	۰/۴۰۲۶۵	۰/۰۲۲۱۸	۰/۰۳۲۹۰۴	اشتباهات و مغایرت در اسناد طراحی	
۱۸	۰/۴۹۸۶۸	۰/۰۲۷۱۷	۰/۰۲۷۳۱۷	تدوین نکردن نقشه و الگوی دستیابی به تولید در محصولات پیچیده	
۸	۰/۸۱۱۶۲۴	۰/۰۴۳۸۳	۰/۰۱۰۱۷	عدم ایجاد و یکپارچه سازی جریان اطلاعات در فرآیند تولید	
۱۶	۰/۵۰۳۵۵	۰/۰۲۶۰۴۴	۰/۰۲۵۶۷۷	نرخ پایین بازده در عملیات تولیدی	
۲۶	۰/۳۹۳۵۶	۰/۰۲۰۵۹۴	۰/۰۳۱۷۳۲	تداخل اولویت های تولیدی	
۴	۰/۹۲۳۶۲	۰/۰۴۶۹۴۴	۰/۰۰۳۸۱۱	بی ثباتی و کاهش بودجه	
۶	۰/۸۳۴۲۹	۰/۰۴۳۳۸	۰/۰۰۸۶۱۸	برآورد نکردن صحیح هزینه های تولید	
۱	۰/۹۴۶۷۶	۰/۰۴۹۰۵۹	۰/۰۰۲۷۵۸	تأخیر در پرداخت های مالی	
۲	۰/۹۳۵۰۹	۰/۰۴۸۴۱۱	۰/۰۰۳۳۶	بی ثباتی عوامل اقتصادی (افزایش نرخ بهره، تورم، افزایش نرخ ارز و تحریم)	
۱۹	۰/۴۸۷۴۹	۰/۰۲۷۵۰۳	۰/۰۲۸۹۱۳	مشوق های قانونی و قراردادی ناکافی	
۲۱	۰/۴۷۴۶۰۷	۰/۰۲۵۱۱	۰/۰۲۷۸۰۵	تدوین نکردن الزامات قانونی و قراردادی انواع تولید	
۱۷	۰/۵۰۰۲۳	۰/۰۲۶۸۶۳	۰/۰۲۶۸۳۷	دعای قرارداد ماند تمدید زمان با ادعای هزینه	
۱۳	۰/۵۸۸۸۸	۰/۰۳۳۳۷	۰/۰۲۳۲۹۷	به روز نبودن تجهیزات و فناوری شبکه همکار	
۱۴	۰/۵۶۹۶۳	۰/۰۲۹۶۲۹	۰/۰۲۲۳۸۵	کیفیت پایین مواد اولیه و قطعات تقلبی دریافتی از شبکه همکار	
۹	۰/۷۹۷۷۱	۰/۰۴۳۲۴۸	۰/۰۱۰۹۶۷	عدم توانایی و قابلیت تأمین کننده در تأمین قطعات	

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

۵- بحث

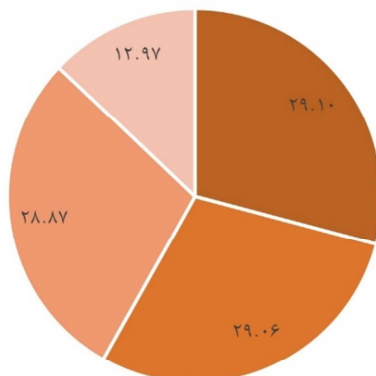
سازمان‌هایی که علاوه بر تأمین سریع تقاضای مشتریان، محصولات متنوعی را نیز ارائه می‌کنند، در بازارهای امروزه رقابت می‌کنند. اگرچه سازمان‌هایی که به صورت تولید برای انبار فعالیت می‌کنند، تقاضای مشتریان را سریع‌تر برآورده می‌کنند، ممکن است با ریسک هزینه بالای موجودی و تقاضای متغیر مشتریان روبه‌رو شوند. در سازمان‌هایی که به صورت مونتاژ برای سفارش فعالیت می‌کنند، ریسک موجودی تا حد پذیرفتنی به سازمان‌های سطح دوم منتقل می‌شود که سازنده 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 به صورت مهندسی و براساس سفارش فعالیت می‌کنند، محصولات متنوع‌تری را هزینه نگهداری کمتر عرضه می‌کنند، ولی زمان تدارک به‌طور نسبی طولانی‌تر است. در مقابل، سازمان‌هایی که به صورت ساخت و براساس سفارش فعالیت می‌کنند، تنها زمان فاز مهندسی محصولات را برای خود ذخیره می‌کنند.

بنابراین، برآورده کردن تقاضای مشتری در سریع‌ترین زمان، مهم‌ترین چالش تمامی پروژه‌های تولیدی است. همین امر سبب شده است تا سازمان‌ها با وسواس بیشتری علل ایجادکننده تأخیر را شناسایی و برطرف کنند. 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 نشان‌دهنده 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 ایجادکننده 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 رتبه سیستم در بین

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

درصد مواجهه با تأخیر انواع سیستم‌های تولیدی



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 استفاده 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، رتبه بعدی را در ایجاد تأخیر در پروژه‌های تولیدی دارد؛
۳. رتبه سوم عوامل ایجاد تأخیر، ناشی از عوامل مرتبط با شبکه همکاری است؛
۴. عوامل ساختاری نظیر کمبود دانش مدیریتی و فرآیندی در سازمان‌های تولیدی، در رتبه چهارم ایجاد تأخیرند؛
۵. نرخ پایین بازدهی، فقدان و یا استفاده از سیستم اطلاعاتی نادرست و به‌صورت کلی، عوامل فرآیندی در رتبه پنجم تأثیرگذاری در ایجاد تأخیر قرار دارند؛
۶. تنش‌های قانونی در چارچوب عواملی همچون نداشتن الزامات قانونی و قراردادی و در نتیجه ایجاد دعاوی قراردادی، در پایین‌ترین سطح ایجاد تأخیر در پروژه‌های تولیدی قرار دارند.

این تحقیق برای اولین بار در کشور، عوامل مؤثر بر تأخیر را در انواع پروژه‌های تولیدی کشور شناسایی و اولویت‌بندی کرده است؛ بنابراین نتایج این تحقیق یک ایده جدید و نو است که مدیران و مسئولان سازمان‌های تولیدی کوچک و بزرگ در کشور می‌توانند از آن استفاده کنند تا ضمن شناخت این عوامل، با برنامه‌ریزی صحیح از چالش‌های ایجادشده ناشی از وقوع این عوامل جلوگیری کنند. برای انجام مطالعات آتی، استفاده در تکنیک‌ها و الگوریتم‌های دیگر برای حل مدل، پیشنهاد می‌شود. همچنین در نظر گرفتن دقیق فرآیندهای تولید تأثیرگذار بر تأخیرات در پروژه‌های تولیدی، نظیر انواع جوشکاری، انواع ریخته‌گری و... برای تحقیقات آتی بسیار ارزشمند است. بررسی عملکرد استفاده از فناوری‌های جدید مانند هوش مصنوعی و IOT در جهت مدیریت و کنترل تأخیرات، 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](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001539)
- Adaku, E., Amoatey, C. T., Norniybey, 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](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., & Tassarolo, 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., Bilonis, 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](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](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](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](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](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](https://doi.org/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 Wemmerlöv

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