



Designing a Model for Monitoring Supplier Cooperation Strategy Using Fuzzy Profile Monitoring of Unforeseen Costs

Poorya Naseri *

PhD Student Department of Industrial Engineering,
Faculty of management and Industrial Engineering,
Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

Mortaza Abbasi 

Assistant Professor, Department of Industrial
Engineering, Faculty of management and Industrial
Engineering, Malek Ashtar University of
Technology, Tehran, Iran

Karim Atashgar 

Associate Professor, Department of Industrial
Engineering, Faculty of management and Industrial
Engineering, Malek Ashtar University of
Technology, Tehran, Iran

Abstract

This article investigates the selection of a cooperation model with suppliers and the continuous monitoring of the collaboration strategy over time by tracking the supplier's performance. A multiple fuzzy profile monitoring model is proposed and implemented in two stages to oversee the supplier's unforeseen costs. In the first stage, criteria and indicators for evaluating the delivery process and quality are identified based on literature reviews and expert opinions from industry leaders. In the second stage, a two-phase monitoring approach is adopted. First, using the T² method, the model's parameters based on successive differences are calculated and separately monitored for the multiple fuzzy profiles of delivery and quality processes. In the second phase, the likelihood ratio method is applied to track the profiles over time, enabling the control chart to signal any warning in the shortest possible time. In the final stage, the results from the fuzzy profiles of delivery and quality processes,

* Corresponding Author: mohtashami07@gmail.com

How to Cite: Naseri, P., Abbasi, M., Atashgar, K. (2024). Designing a Model for Monitoring Supplier Cooperation Strategy Using Fuzzy Profile Monitoring of Unforeseen Costs, *Industrial Management Studies*, 22(73), 185-240.

combined with artificial intelligence and the fuzzy inference system tool, are used to monitor unforeseen costs, make decisions regarding the supplier, and assess the adopted strategy. This model has been implemented in Iran's automotive industry, specifically within Iran Khodro Company and its gearbox parts supplier, Niromoharkeh Company.

1. Introduction

Most of the reviewed articles focus either on the impact of supplier selection and cooperation strategies on performance or on the monitoring and evaluation of supplier performance, without considering the integration of these two aspects. However, this article offers a novel approach by combining both the selection of the cooperation model with the supplier and the continuous monitoring of the cooperation strategy over time. By doing so, it evaluates the supplier's performance while simultaneously assessing the collaboration strategy, ensuring that performance and strategic alignment are tracked and optimized throughout the partnership. This integrated approach allows organizations to avoid the costly consequences of choosing an unsuitable cooperation strategy. Unlike previous studies, which primarily monitored and evaluated suppliers qualitatively, this research introduces a fuzzy regression model to integrate performance variables. By considering the combined effects of these variables, the model continuously monitors the supplier's performance over time. Additionally, the research leverages artificial intelligence to assist in selecting the appropriate cooperation model with the supplier. This advanced combination of fuzzy modelling and AI provides a more accurate and dynamic method for ensuring optimal supplier performance and strategy alignment over time.

2. Methodology

This article focuses on monitoring supplier performance and selecting and tracking the cooperation strategy with suppliers. The performance indicator investigated is the unforeseen costs incurred by suppliers, which are crucial for understanding supplier reliability. The unknown factors contributing to these unforeseen costs are evaluated based on past transaction data, specifically in terms of delivery time and product quality. A multi-fuzzy profile monitoring model is presented to control these unforeseen costs by focusing on the delivery and

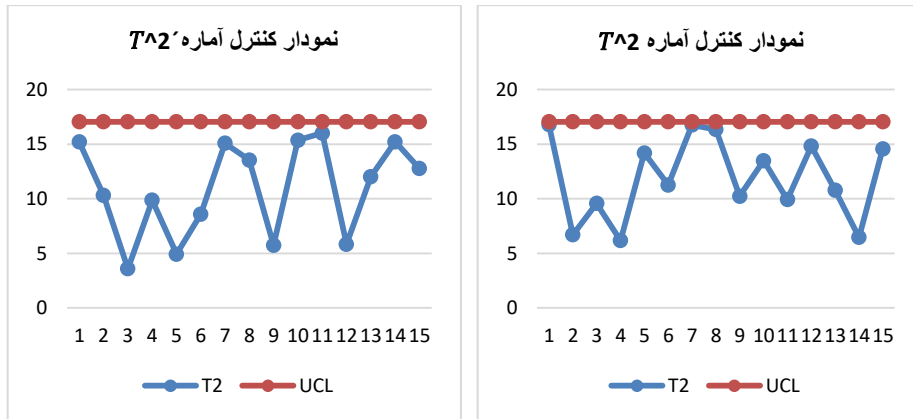
quality processes. This model can significantly enhance both the delivery and quality processes for organizations where supplier performance in these areas directly impacts production efficiency, final product pricing, and market competitiveness. By continuously monitoring the duration of delivery and quality under fuzzy conditions, the model allows organizations to detect inefficiencies or potential issues early, enabling them to make informed adjustments in their cooperation strategies. This helps companies optimize their supply chain and minimize disruptions that could affect their competitiveness in the marketplace.

3. Findings

3.1. Monitoring in phase 1

In phase one of control, to monitor a multivariate multiple profile, it is necessary to estimate the parameters of the regression model. In fact, estimating these parameters and ensuring the suitability and correctness of the designed regression model in the condition that the process is in steady state, makes the process controllers statistically confident that they can statistically control the process profile in phase two.

Fig 1. Control chart of T^2 and \hat{T}^2 statistics



3.2. Monitoring in phase 2

In phase 2, the emphasis is on the rapid discovery of trends and shifts, and this issue is usually measured by the parameters of the sequence length distribution. One of the methods used in phase 2 is the likelihood ratio method. This method is an extension of for the case of multiple multivariate linear profiles, which was carried out by Ivzian et al. (2012).

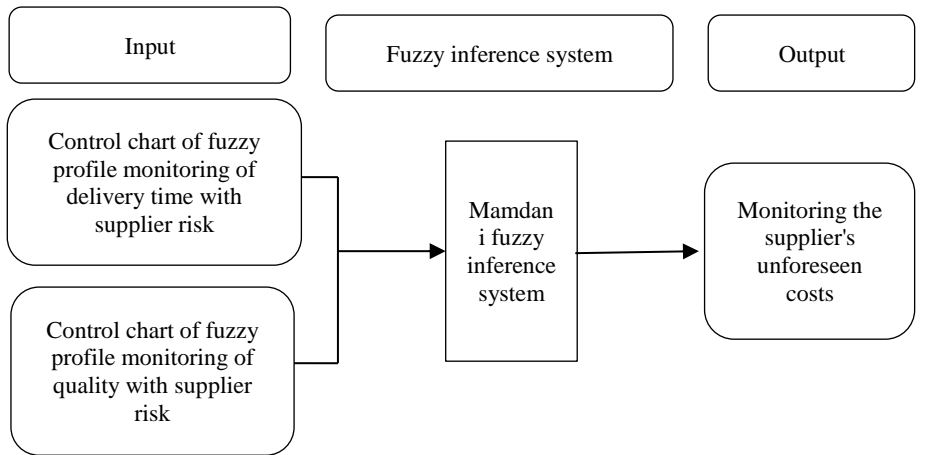
Table 1. Statistical values of $ELRT_k$ and $EL\hat{R}T_k$

K	$ELRT_k$	K	$ELRT_k$	K	$ELRT_k$	K	$ELRT_k$	$EL\hat{R}T_k$	$EL\hat{R}T_k$	$EL\hat{R}T_k$	
1	2.871075	6	2.845867	11	4.469785	1	15.23641	6	11.02083	11	11.81261
2	8.200089	7	18.55599	12	1.605389	2	3.610007	7	5.128915	12	13.87762
3	1.157885	8	11.82122	13	4.508461	3	15.63346	8	6.304939	13	3.227308
4	8.749965	9	9.011472	14	5.480349	4	3.357757	9	8.467988	14	6.50861
5	4.324868	10	6.379532	15	5.812649	5	10.93463	10	12.94285	15	0.25071

3.3. Fuzzy inference system

We use the fuzzy inference system to create a decision support system for how to interact with the supplier. Figure 1 shows the structure of the fuzzy expert system.

Fig 2. Fuzzy expert system structure



In the figure on the right, if the input of the control chart for monitoring the fuzzy profile of the supplier's delivery time is 0.72 and the input of the control chart for monitoring the quality of the fuzzy profile of the supplier is considered to be 0.35, the output value is 0.375, which, due to the unforeseen costs, allows the organization to continue cooperating with the supplier according to the contract. In the figure on the left, if the input of the fuzzy profile monitoring control chart of the supplier's delivery time is 0.757 and the input of the fuzzy profile monitoring control chart of the supplier's quality is 0.859, the output value is 0.712, which, according to the unforeseen costs, allows the organization to cooperate strategically with the supplier and maintain a long-term relationship. By changing the control charts for monitoring the fuzzy profiles of delivery time and supplier quality over time, the strategy of cooperation with the supplier can change, and the model of cooperation with the supplier is monitored over time. In case of changes in the supplier's conditions, by paying attention to the performance indicators, the cooperation strategy with the supplier can also change. Figure 4 shows the level diagram between input 1 and input 2 and their effect on the output.

Figure 3. Getting output based on different inputs

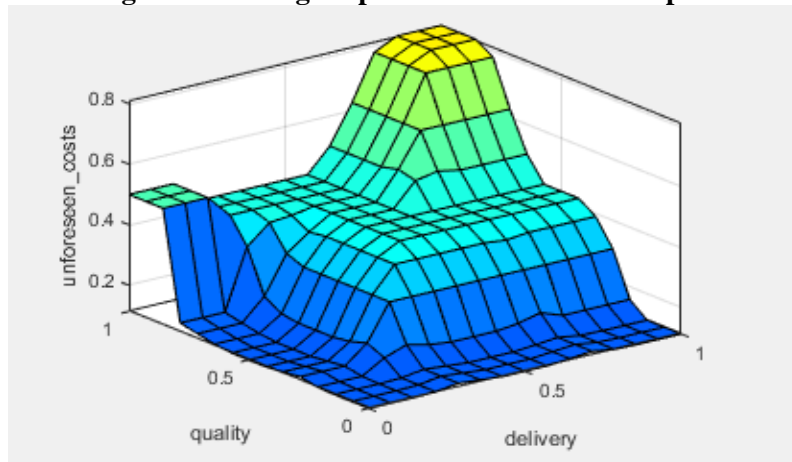
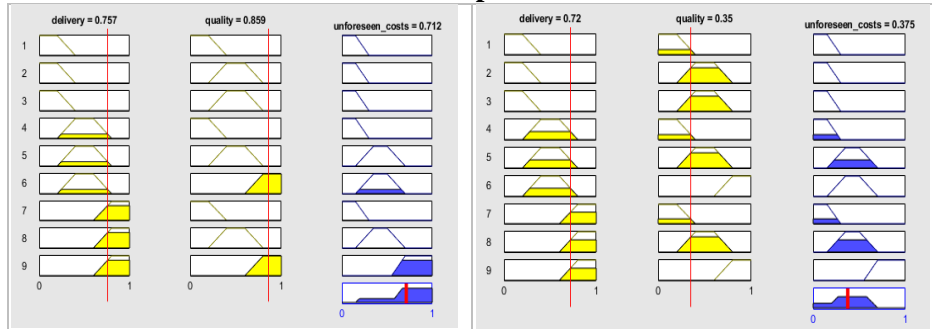


Figure 4. Level diagram between input 1 and 2 and their effect on output



4. Discussion and Conclusion

This article focuses on monitoring performance and choosing and monitoring the cooperation strategy with the supplier. Unforeseen costs were investigated as a supplier's performance indicator, and the unknown factors of unforeseen costs were measured based on the data of the suppliers' past transactions in terms of delivery time and product quality. A model for multi-fuzzy profile monitoring of delivery and quality processes to control the supplier's unanticipated costs is presented, which can improve delivery and quality processes for organizations where the delivery time and quality of supplier products play a significant role in their production, final product price, and market retention. It monitors and checks the length of time in fuzzy conditions. By reviewing the literature and using the opinions of elites and industry experts, indicators related to the delivery process and quality were extracted as independent variables, and delivery time and quality were considered as response variables in the form of two multiple-phase regressions separately.

To monitor the fuzzy profile, the T^2 method based on successive differences was used in phase 1, and the likelihood ratio method in phase 2. The historical data were graded based on the Likert scale and converted into fuzzy quantitative data by industry experts by sampling the process review. Delivery, quality, and risk were evaluated through persuasion and review. In the first phase, model parameters were obtained and monitored. In the second phase, by simulating the data in control, the effectiveness of the model was investigated in finding the warning. By examining different situations for the control charts of delivery time and quality and using the tool of the fuzzy inference

system, the organization may be alerted to investigate any dissatisfaction with unforeseen costs as quickly as possible and decide whether to continue or terminate cooperation with the supplier. In this research, other supplier evaluation indicators, in addition to the delivery process, quality, and risk indicators, can be used to monitor the supplier realistically.

Keywords: Cooperation with Supplier, Unforeseen Cost, Multiple Fuzzy Profile Monitoring, Fuzzy Inference System.



طراحی مدلی برای انتخاب و پایش استراتژی همکاری با تأمین کننده با استفاده از پایش پروفایلی فازی هزینه‌های پیش‌بینی نشده

دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

پوریا ناصری *

استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

مرتضی عباسی

دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

کریم آتشگر

چکیده

استراتژی همکاری با تأمین کننده نقش مهمی در قدرت سازمان در بازار امروز دارد. توانایی نظارت بر عملکرد تأمین کننده و پایش استراتژی همکاری بین سازمان و تأمین کننده یک قابلیت حیاتی برای حفظ رابطه قوی سازمان و تأمین کننده است. این مقاله با پایش مستمر عملکرد تأمین کننده در طول زمان به بررسی انتخاب مدل همکاری با تأمین کننده و پایش استراتژی همکاری در طول زمان می‌پردازد. برای این منظور یک مدل پایش پروفایلی فازی چندگانه در دو مرحله برای پایش هزینه‌های پیش‌بینی نشده تأمین کننده ارائه شده است. در گام نخست معیارها و شاخص‌ها برای ارزیابی فرآیند تحویل، کیفیت با توجه به منابع کتابخانه‌ای و نظر کارشناسان و نخبگان صنعت موردنظر استخراج می‌شود. در مرحله بعد، در فاز یک پایش با استفاده از روش T^2 پارامترهای مدل مبنی بر تفاوت‌های متوالی را برای پروفایل فازی چندگانه فرآیند تحویل و کیفیت به صورت جداگانه محاسبه و پایش می‌شوند و در فاز دوم از روش نسبت درستی برای نظارت بر پروفایل‌ها به صورت فازی در طول زمان استفاده می‌شود تا در صورت وجود هشدار در کمترین زمان ممکن نمودار کنترلی آن را نشان دهد. در آخرین مرحله با استفاده از نتایج

طراحی مدلی برای انتخاب و پایش استراتژی همکاری با تأمین کننده...؛ ناصری و همکاران | ۱۹۳

پروفایل‌های فازی فرآیند تحویل و کیفیت و با استفاده از هوش مصنوعی و ابزار سیستم استنتاج فازی به پایش هزینه‌های پیش‌بینی نشده و تصمیم‌گیری در مورد تأمین کننده و پایش استراتژی اتخاذ شده پرداخته می‌شود. این مدل در صنعت خودروسازی شرکت ایران خودرو و تأمین کننده قطعات گیربکس توسط شرکت نیرومحرکه اجرا شده است. با توجه پایش مستمر عملکرد شرکت تأمین کننده در هزینه‌های غیرقابل پیش‌بینی، شرکت ایران خودرو استراتژی همکاری بلندمدت را انتخاب و پایش می‌کند.

کلیدواژه‌ها: استراتژی همکاری با تأمین کننده، هزینه پیش‌بینی نشده، پایش پروفایل فازی چندانگانه، سیستم استنتاج فازی.

مقدمه

Amy H.I. Lee., (2007) معتقدند امروزه در دنیای تجارت، سازمان‌ها برای بقا به ارتقای بهره‌وری و نوآوری نیاز دارند. با تغییرات سریع بازار، سازمان‌ها در بازارهای جدید به دنبال تمرکز برای ارتقاء بهره‌وری، توسعه فناوری، رابطه با تأمین‌کننده و مشتریان خود هستند. به همین دلیل روابط خریدار و تأمین‌کننده در دستیابی به نتایج موفقیت‌آمیز تجارت نقش مهم و پررنگی دارد [۱]. در جهان امروز یکی از مسئولیت‌های مهم مدیران شرکت‌ها ارزیابی عملکرد و نظارت بر تأمین‌کنندگانی است که مواد اولیه، ترکیبات و خدمات لازم را برای تولید محصولات داخلی تأمین می‌کنند. امروزه دیگر مبنای تأمین صرفاً بر مبنای قیمت نیست و با توجه به افزایش رقابت و گسترش روابط معیارهای دیگری همچون کیفیت، تحویل، انعطاف‌پذیری و... را نیز شامل می‌شود؛ بنابراین نیاز به مدل‌های ارزیابی قوی وجود دارد که به‌طور فعال بتواند چندین معیار تأمین‌کننده را پایش کند.

Talluri, S.; Sarkis, J. (2002) بر این باورند که مشارکت طولانی‌مدت بین خریداران و تأمین‌کنندگان در عملیات زنجیره تأمین ضروری است. به‌منظور ایجاد چنین رابطه‌ای، خریداران باید به‌طور مداوم عملکرد تأمین‌کنندگان را از طریق متغیرهای مختلف کنترل کنند و برای بهبود، بازخورد ارائه دهند [۲]. Dey, P.K.; Bhattacharya, A.; Ho, W. (2015) نظارت بر تأمین‌کننده فرآیندی مستقل، اما به‌هم‌پیوسته است که فرآیند انتخاب تأمین‌کننده را دنبال می‌کند [۳]. بعلاوه، برای اینکه بتوانند اطلاعات لازم را در مورد انتظارات خریداران در مورد کارایی به تأمین‌کنندگان ارائه دهند، خریداران باید مرتباً عملکرد تأمین‌کنندگان را از نظر معیارهای ملموس و ناملموس اندازه‌گیری و نظارت کنند [۲]. فقط با نظارت بر روابط در طول زمان، می‌توان روندها و تغییراتی را که از عملکرد ضعیف بالقوه در آینده خبر می‌دهند، شناسایی کرد. قبل از تأثیر منفی در مشارکت باید علت عملکرد ضعیف را بررسی و برطرف کرد. واضح است که شرکت‌ها منابع مدیریتی زیادی را صرف نظارت و مدیریت روابط با تأمین‌کنندگان مهم خود می‌کنند. پایش تأمین‌کنندگان در طول مدت همکاری می‌تواند به‌عنوان ابزاری قوی در

طراحی مدلی برای انتخاب و پایش استراتژی همکاری با تأمین کننده...؛ ناصری و همکاران | ۱۹۵

دست سازمان‌ها و شرکت‌ها باشد تا بتوانند به کنترل فعالیت‌های تأمین کننده در قبال سازمان و شرکت پردازند و هرگاه تأمین کننده در هر لحظه از زمان همکاری شرایط لازم سازمان را جهت انجام همکاری از دست دهد به تغییر استراتژی با تأمین کننده مورد نظر پردازند.

سؤالات اصلی این پژوهش به صورت زیر بیان می‌شود:

- ۱- آیا می‌شود مشخصه‌های هزینه‌های پیش‌بینی نشده تأمین کننده که شامل زمان تحویل و کیفیت می‌باشد را به صورت یک تابع رگرسیونی با چند متغیر مستقل در نظر گرفت؟
- ۲- آیا امکان دستیابی به یک تعریف از شرایط تحت کنترل آماری در فرآیند برای تأمین کننده در طول دوره همکاری رسید؟
- ۳- آیا می‌توان عملکرد تأمین کننده در حوزه کیفیت و زمان تحویل را در طول زمان ارزیابی نمود و بجای ارزیابی پایان دوره در هر لحظه از زمان اختلال پیش آمده را در سریع ترین زمان ممکن تشخیص و برای اصلاح اقدام نمود؟
- ۴- آیا می‌توان با توجه به عملکرد تأمین کننده استراتژی همکاری با تأمین کننده را انتخاب و پایش نمود؟

پیشینه پژوهش

Chen, S.-P., and W. Y. Wu. (2017) نشان دادند که شرکت‌ها می‌توانند از طریق مشارکت‌های قوی هزینه‌های معاملات را به حداقل برسانند. هرچه شرکت‌های بیشتری فرآیندهای غیر اصلی کسب و کار خود را به خارج از کشور بسپارند، توانایی مدیریت مؤثر روابط با تأمین کنندگان از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شود [۴]. Villena, V. H., and C. W. Craighead. (2017) از داده‌های دوگانه برای بررسی تأثیر عدم تقارن بر عملکرد روابط خریدار و تأمین کننده استفاده کردند [۵]. همان‌طور که توسط Son et al. (2016) ذکر شده است، مدیران زنجیره تأمین باید به روش‌هایی مجهز باشند تا ارزیابی بهتری از جنبه‌های روابط استراتژیک خود داشته باشند که باید توجه آن‌ها را معطوف کنند [۶].

Faraz et al. (2016) به این نکته اهمیت دادند که هر دو شریک تأمین کننده خریدار استراتژیک (نوع A) باید از لحاظ روابط با یکدیگر در یک یکسانی داشته باشند. آن‌ها تصور کردند که وقتی اختلاف نظرهایی بین خریداران و تأمین کنندگان وجود داشته باشد، عملکرد زنجیره تأمین به طور قابل توجهی خراب می‌شود [۷]. از این رو، Faraz et al. (2018) یک نمودار کنترل T^2 طراحی کردند تا اختلافات را در طول زمان کنترل کنند تا بر روابط خریدار - تأمین کننده نظارت باشد [۸]. Autry et al. (2014) بیشتر ادبیات مربوط به روابط خریدار و تأمین کننده را به دو جریان تحقیق عمده تقسیم کردند. اولی به طور خاص بر روابط ناملموس اجتماعی بین خریدار و تأمین کننده متمرکز است، در حالی که جریان دوم بر روابط محسوسی است که هر دو سازمان را به هم گره می‌زند [۹]. با این حال، حتی با وجود این جریان‌های تحقیقاتی توسعه یافته و گسترده، موارد مهمی در مورد چگونگی مدیریت و نظارت موفقیت آمیز بر روابط خریدار و تأمین کننده باقی مانده است. ارائه روش‌هایی که نظارت دقیق و کمی را به روش‌هایی که تنها به ادراکات ذهنی متکی است دارای اهمیت ویژه تری است [۸]. Suraraksa, J., Shin, K.S., (2019) یک چارچوب سامانمند مدیریت تأمین کننده برای ادغام مراحل انتخاب و نظارت بر تأمین کننده را که مستقل از یکدیگر نباشند ارائه دادند. روش پیشنهادی یک رویکرد کمی و کیفی را باهم ترکیب می‌کند و با استفاده از فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP^۱) تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM^۲) را برای ارزیابی اولویت‌های این معیارها تنظیم می‌کند. ایشان تفاوت مجموعه معیارهای انتخاب تأمین کننده و نظارت بر تأمین کننده را بررسی می‌کنند [۱۰]. Liang C., & Li Q., (2006) سه چالش مهم زیر را برای بهبود عملکرد پایداری یک سازمان تعریف کردند. اول، ارزیابی پایداری، مستلزم در نظر گرفتن تأثیرات نه تنها عوامل اقتصادی، بلکه عوامل زیست محیطی و اجتماعی هم است. دوم، یافتن شاخص‌های پایداری مناسب و جمع‌آوری داده‌های لازم برای تعیین کمیت عملکرد پایداری و سوم اینکه پایداری را باید در متن کل سیستم مشاهده کرد. نویسندگان بر ارزیابی عملیات

1. Analytic Hierarchy Process

2. Multi-Criteria Decision-Making

زنجیره تأمین متمرکز شده‌اند که بازده اقتصادی را به حداکثر می‌رساند، تأثیرات زیست‌محیطی را به حداقل می‌رساند و انتظارات اجتماعی را برآورده می‌کند [۱۱]. Dey, P.K.; Cheffi, W. (2013) بسیاری از معیارهای تجربی را برای اندازه‌گیری عملکرد زنجیره تأمین سبز (GSC^۱) مشخص کردند و چارچوب‌های کمی و کیفی را پیشنهاد داده‌اند. عملکرد GSC با استفاده از AHP اندازه‌گیری و محک زده می‌شود. با ادغام فرآیندهای زنجیره تأمین با سطوح تصمیم‌گیری سازمانی، چه استراتژیک و چه عملیاتی، نویسندگان یک چارچوب ابتکاری اندازه‌گیری عملکرد GSC را ایجاد کردند [۱۲].

Yakovleva, et al (2012) روشی احتمالی برای ترکیب داده‌های آماری کمی با نظر کارشناسان ارائه دادند. نویسندگان شاخص‌های پایداری، جمع‌آوری داده‌ها، تکمیل تحول داده‌ها با استفاده از تجدید ارزیابی و تعیین درجه اهمیت با استفاده از AHP را ایجاد کردند. ذینفعان ممکن است از این شاخص‌ها برای ارزیابی و هدایت عملکرد پایداری در زنجیره تأمین مواد غذایی استفاده کنند [۱۳]. Giannakis et al. (2019) با استفاده از روش ANP^۲ برای به دست آوردن معیارهای ارزیابی مربوط به پایداری و با در نظر گرفتن روابط متقابل به انتخاب و ارزیابی پایداری تأمین‌کننده می‌پردازند [۱۴]. Pradhan, S.K., Routroy, S. (2016) از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM^۳) برای پایش شفافیت عملکرد زنجیره تأمین در حضور توسعه تأمین‌کننده (SD) رونمایی می‌کنند [۱۵].

Torres-Ruiz et al. (2017) با توسعه یک مدل تصمیم‌گیری یک چارچوب ارزیابی ریسک پایداری تأمین را پیشنهاد می‌دهند تا خطرات احتمالی پایداری زنجیره تأمین برای بخش‌های مختلف تأمین‌کننده را کمی کند. آن‌ها ریسک پایداری را برای چهار بخش اقتصادی، محیط اجتماعی داخلی و خارجی و زیست‌محیطی تأمین‌کننده ارزیابی می‌کنند و با در نظر گرفتن نظارت و کاهش خطر باعث ایجاد مشارکت‌های طولانی‌مدت می‌شود [۱۶]. Maestrini et al. (2018) به‌طور تجربی رابطه بین دو روش اصلی اندازه‌گیری عملکرد و مدیریت (به‌عنوان مثال نظارت و مشوق‌ها) و عملکرد عملیاتی

1. Green Supply Chain

2. Analytic Network Process

3. Interpretive structural modeling

تأمین کنندگان را بررسی می کنند. یک چارچوب نظری برای شناسایی اثر واسطه گری همخوانی هدف و فرصت طلبی تأمین کننده در رابطه مستقیم بین نظارت / مشوق ها و عملکرد عملیاتی تأمین کنندگان ارائه شده است [۱۷]. Wang, et al. (2020) کاربرد تحلیل مؤلفه اصلی (PCA^۱) و دینامیکی (DPCA) در تشخیص و تشخیص عیب یک سیستم زنجیره تأمین را بررسی می کنند. به منظور نظارت بر زنجیره تأمین، داده هایی مانند سطح موجودی، تقاضای بازار و مقدار محصولات در حال حمل و نقل جمع آوری می شود. PCA و DPCA را برای مدل سازی شرایط عملیاتی عادی (NOC^۲) استفاده و از دو آماره پایش T^۲ هاتلینگ و خطای پیش بینی مجذور (SPE^۳) را برای تشخیص عملکرد غیرعادی زنجیره تأمین استفاده می کنند. نتایج نشان می دهد که عملکرد غیرعادی ناشی از تأخیر حمل و نقل، کمبود عرضه و بازده تولید ضعیف قابل تشخیص است [۱۸]. Duan, et al. (2020) به بررسی رابطه نگرش مصرف کنندگان و فعالیت های نظارت بر تأمین کننده می پردازند. ایشان در نتایج این تحقیق تأکید می کنند که مصرف کنندگان برای SMA^۴ شرکت ها ارزش قائل هستند و به یک منطق اقتصادی برای شفافیت یک شرکت در رابطه با تلاش ها برای نظارت بر تأمین کننده اش اشاره می کنند [۱۹]. Shafiq, et al. (2022) با استفاده از ادبیات استراتژی در مورد اتحادها و ادبیات مدیریت روابط خریدار-تأمین کننده پیشنهاد می کنند که تلاش های یک شرکت خریدار برای توسعه فعالانه حساسیت فرهنگی و آگاهی عملیات برای درک فرهنگ عملیاتی و روال معمول تأمین کنندگان می تواند برخی از کاستی های نظارت بر تأمین کننده را بهبود بخشد [۲۰]. Hu, et al. (2022) پیامدهای عملکرد نظارت همتا در زمینه ی چند تأمین کننده را بررسی می کنند. این مطالعه بر اساس نظریه های مبادله اجتماعی و نمایندگی، بررسی می کند که چگونه، چه زمانی و چرا نظارت همتا به عنوان یک مکانیسم کنترلی حیاتی برای کاهش فرصت طلبی در میان تأمین کنندگان عمل می کند. [۲۱]. Changanlima, et al. (2023) به بررسی نقش انتخاب تأمین کننده و

-
1. Principal Component Analysis
 2. Normal Operating Conditions
 3. Squared Prediction Error
 4. Supplier Monitoring Activities

طراحی مدلی برای انتخاب و پایش استراتژی همکاری با تأمین کننده...؛ ناصری و همکاران | ۱۹۹

نظارت بر تأمین کننده در کارایی تدارکات عمومی از نظر کاهش هزینه در تانزانیا پرداختند. [۲۲]. در جدول ۱ مطالعات صورت گرفته در زمینه پایش و انتخاب همکاری با تأمین کننده و مقایسه با مقاله حاضر آورده شده است.

جدول ۱. خلاصه‌ای از مطالعات صورت گرفته در زمینه نظارت بر تأمین کننده

شماره	عنوان	سال	هدف و دستاوردها	روش و ابزارها
۱	Effects of supplier selection and supplier monitoring on public procurement efficiency in Tanzania: a cost-reduction perspective	۲۰۲۲	✓ بررسی نقش انتخاب تأمین کننده و نظارت بر تأمین کننده در کارایی تدارکات عمومی از نظر کاهش هزینه	روش‌های کیفی
۲	monitoring: implications for buyer performance	۲۰۲۲	✓ با استفاده از ادبیات استراتژی در مورد اتحادها و ادبیات مدیریت روابط خریدار-تأمین کننده برخی از کاستی‌های نظارت بر تأمین کننده را بهبود بخشیدند	روش‌های کیفی
۳	A two-stage model for monitoring the green supplier performance considering dual-role and undesirable factors	۲۰۲۰	✓ استفاده از تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) و دینامیکی (DPCA) در تشخیص عیب یک سیستم زنجیره تأمین ✓ استفاده از PCA و DPCA را برای مدل‌سازی شرایط عملیاتی عادی (NOC)	آماره پایش T2 هاتلینگ و خطای پیش‌بینی مجذور و خطای (SPE)
۴	Consumers care and firms should too: On the benefits of disclosing supplier monitoring activities	۲۰۲۰	✓ بررسی رابطه نگرش مصروف‌کنندگان و فعالیت‌های نظارت بر تأمین کننده	استفاده از آماره‌های ریاضی متناسب
۵	A two-stage model for monitoring the green supplier performance considering dual-role	۲۰۲۰	✓ پایش کارایی زیست‌محیطی تأمین کنندگان در حضور خروجی‌های	مدل تحلیل پوششی داده‌ها

شماره	عنوان	سال	هدف و دستاوردها	روش و ابزارها
	and undesirable factors		نامطلوب و عوامل دو نقشی با جنبه‌های ایستا و پویا ✓ هدف آن‌ها تبیین دلیل اصلی بهره‌وری پایین تأمین کنندگان	
۶	Comparative Analysis of Factors for Supplier Selection and Monitoring	۲۰۱۹	✓ ارائه یک چارچوب سامانمند مدیریت تأمین‌کننده برای ادغام مراحل انتخاب و نظارت بر تأمین‌کننده را که مستقل از یکدیگر نباشند. ✓ روش پیشنهادی یک رویکرد کمی و کیفی را با هم ترکیب می‌کند.	فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)
۷	Supplier sustainability performance evaluation using the analytic network process	۲۰۱۹	✓ به دست آوردن معیارهای ارزیابی مربوط به پایداری با در نظر گرفتن روابط متقابل انتخاب و ارزیابی پایداری تأمین‌کننده	روش ANP
۸	Monitoring type B buyer-supplier relationships	۲۰۱۸	طراحی یک نمودار کنترل T2 برای کنترل روابط خریدار - تأمین‌کننده در طول زمان	نمودار کنترل T2
۹	Improving supply chain performance by Supplier Development program through enhanced visibility	۲۰۱۸	✓ ارائه روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) برای پایش شفافیت عملکرد زنجیره تأمین در حضور توسعه تأمین‌کننده (SD)	مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM)
۱۰	Effects of monitoring and incentives on supplier performance: an agency theory perspective	۲۰۱۸	✓ ارائه یک چارچوب نظری برای شناسایی اثر واسطه‌گری همخوانی هدف	کیفی و مطالعات کتابخانه‌ای

شماره	عنوان	سال	هدف و دستاوردها	روش و ابزارها
			و فرصت طلبی تأمین کننده در رابطه مستقیم بین نظارت / مشوقها و عملکرد عملیاتی تأمین کنندگان	
۱۱	Multiple Criteria Framework for the Sustainability Risk Assessment of a Supplier Portfolio	۲۰۱۷	✓ ارزیابی ریسک پایداری را برای چهار بخش اقتصادی، محیط اجتماعی و داخلی و خارجی و زیست محیطی تأمین کننده و با در نظر گرفتن نظارت و کاهش خطر	روش کیفی
۱۲	On the Same Page? How Asymmetric Buyer-Supplier Relationships Affect Opportunism and Performance	۲۰۱۷	✓ استفاده از داده‌های دو گانه برای بررسی تأثیر عدم تقارن بر عملکرد روابط خریدار و تأمین کننده	مطالعات کتابخانه‌ای و داده‌های کمی
۱۳	A Dyadic Perspective on Retailer-Supplier Relationships Through the Lens of Social Capital.	۲۰۱۶	✓ استفاده از روابط استراتژیک برای ارزیابی عملکرد	روش کیفی و مطالعات کتابخانه‌ای
۱۴	Green supply chain performance measurement using the analytic hierarchy process: A comparative analysis of manufacturing organisations	۲۰۱۳	✓ اهمیت برون‌سپاری فرآیندهای غیر اصلی کسب و کار خود به خارج از کشور برای افزایش توانایی مدیریت مؤثر روابط با تأمین کنندگان	مطالعات کتابخانه‌ای
۱۵	مقاله حاضر: طراحی مدلی برای انتخاب و پایش استراتژی همکاری با تأمین کننده با استفاده از پایش پروفایلی فازی هزینه‌های پیش‌بینی نشده	۲۰۲۴	✓ تلفیق انتخاب مدل همکاری با تأمین کننده و پایش این استراتژی در طول زمان با پایش عملکرد تأمین کننده ✓ در نظر گرفتن	پایش پروفایلی، روش T^2 مبنی بر تفاوت‌های متوالی، روش حداکثر در دستمایی، سیستم استنتاج فازی

شماره	عنوان	سال	هدف و دستاوردها	روش و ابزارها
			<p>مشخصه‌های زمان تحویل و کیفیت تأمین کننده به عنوان معیارهای هزینه‌های غیرقابل پیش‌بینی تأمین کننده به صورت یک تابع رگرسیونی فازی با چند متغیر مستقل</p> <p>✓ دستیابی به یک تعریف شرایط تحت کنترل آماری در فرآیند پایش تأمین کننده</p> <p>✓ استفاده از ظرفیت هوش مصنوعی و سیستم استنتاج فازی با ترکیب نمودارهای پروفایلی فازی و انتخاب و پایش استراتژی همکاری با تأمین کننده</p>	

جنبه نوآوری پژوهش

اکثر مقالات بررسی شده تأثیر نوع انتخاب و مدل استراتژی همکاری با تأمین کننده را بر روی عملکرد آن مورد بررسی قرار می‌دهند و یا به پایش و ارزیابی عملکرد تأمین کننده بدون در نظر گرفتن مدل همکاری می‌پردازند. ولی در این مقاله با تلفیق این دو موضوع با پایش مستمر عملکرد تأمین کننده در طول زمان به بررسی انتخاب مدل همکاری با تأمین کننده و پایش استراتژی همکاری در طول زمان می‌پردازد. در واقع با این کار به طور هم‌زمان پایش عملکرد تأمین کننده و انتخاب و پایش استراتژی همکاری با آن در طول زمان مورد بررسی قرار می‌گیرد. این تلفیق به سازمان در جهت جلوگیری از ضرر هنگفت انتخاب اشتباه یک استراتژی همکاری با تأمین کننده کمک می‌کند. در این تحقیق علیرغم تحقیقات قبل از خود که بیشتر به صورتی کیفی تأمین کننده را پایش و ارزیابی می‌کردند،

طراحی مدلی برای انتخاب و پایش استراتژی همکاری با تأمین کننده...؛ ناصری و همکاران | ۲۰۳

یک مدل رگرسیون فازی برای تلفیق متغیرهای عملکردی و با در نظر گرفتن تأثیرات این متغیرها روی هم به پایش عملکرد تأمین کننده در طول زمان می‌پردازد و برای انتخاب نوع مدل همکاری با تأمین کننده از ظرفیت هوش مصنوعی استفاده می‌کند.

در واقعیت برای نظارت و پایش عملکرد تأمین کننده گاهی روابط به صورت تابعی هست و یک متغیر برای پایش شدن با یک یا چند متغیر دیگر توضیح داده می‌شوند. برای مثال برای پایش متغیر هزینه نیاز هست که با متغیرهایی مثل هزینه‌های سفارش، هزینه تولید و هزینه لجستیک تعریف شود. در اینجا متغیر هزینه به عنوان یک متغیر وابسته و هزینه‌های سفارش، هزینه‌های تولید و هزینه‌های لجستیک به عنوان متغیر مستقل تعریف می‌شود. ممکن هست برای پایش تأمین کننده نیاز به چندین متغیر وابسته باشد که به صورت روابط توابعی از چند متغیر مستقل تشکیل شده باشند و در برخی موارد واقعی، به دلیل وجود همبستگی بین متغیرهای پاسخ، به مدل‌های پیچیده‌تر مانند پروفایل چند متغیره، به جای پروفایل خطی ساده، برای مدل‌سازی عملکرد فرآیند پرداخته می‌شود. در این مورد، اگر ساختار همبستگی متغیرهای پاسخ را با فرض نمایه‌های جداگانه نادیده بگیریم، نتایج گمراه کننده‌ای انتظار می‌رود. مثلاً اگر فرآیند زمان تحویل را بدون تابع ریسک در نظر بگیریم موجب حذف تأمین کنندگان کارایی که در روند زمان تحویل قطعات و محصولات در مقطعی دچار اخلال شده‌اند از زنجیره تأمین شوند. رویکرد پیچیده، در عمل، قادر است متخصصان را به تجزیه و تحلیل مؤثر پارامترهای عملکرد فرآیند هدایت کند. در شکل ۱ گام‌های چارچوب مقاله حاضر آورده شده است.

شکل ۱. گام‌های مساله



ادبیات پژوهش

هزینه‌های پیش‌بینی نشده

یکی از مواردی که برای صنایع مهم و استراتژیک بسیار مهم هست کنترل نمودن هزینه‌های غیرقابل پیش‌بینی که از طرف تأمین کننده هست. تابع هزینه برای مدیریت زنجیره تأمین که برای نظارت بر روابط و عملکرد شرکای زنجیره تأمین با انجام اندازه‌گیری بر اساس هزینه‌ها و خطرات توسط Eilon, W.-G. and Christofides (1971) توسعه داده شده است [۲۳]. سه نوع هزینه برای مدیریت زنجیره تأمین وجود دارد. آن‌ها عبارت‌اند از: ۱) هزینه‌های متغیر) ۲. هزینه‌های ثابت و ۳) هزینه‌های پیش‌بینی نشده.

هزینه کل = هزینه‌های ثابت + هزینه‌های متغیر + هزینه‌های پیش‌بینی نشده

هزینه‌های ثابت هزینه‌هایی هستند که حتی در صورت تغییر تعداد واحدهای سفارش تغییری نمی‌کنند. مثلاً شامل حقوق ماهیانه خریدار، اجاره دفتر و ... می‌شود، از طرفی هزینه‌های متغیر هزینه‌هایی هستند که هزینه ثابت نیستند و به تعداد واحدهای سفارش داده شده از تأمین کنندگان بستگی دارد. هزینه‌های پیش‌بینی نشده شامل هزینه‌هایی است که بدون انتظار ایجاد می‌شوند و نمی‌توان بر اساس مقدار واحدهای تولید شده اندازه‌گیری کرد. نمونه‌ای از هزینه‌های پیش‌بینی نشده، تحویل دیر هنگام محصولات از سوی تأمین کنندگان هست که این را نمی‌توان بر اساس تعداد واحدهای محصولات محاسبه کرد و اندازه‌گیری آن دشوار است.

در این مقاله تمرکز بر پایش و کنترل هزینه‌های پیش‌بینی نشده تأمین کننده بر اساس پایش پروفایل با داده‌های فازی و انتخاب مدل تعامل و نوع همکاری با تأمین کننده هست. عوامل ناشناخته هزینه‌های پیش‌بینی نشده بر اساس داده‌های معاملات گذشته تأمین کنندگان از نظر زمان تحویل و کیفیت محصول اندازه‌گیری می‌شوند [۲۴]. به عبارت دیگر، داده‌های تاریخی در مورد زمان تحویل و کیفیت محصول برای ارزیابی عوامل ناشناخته سفارش از تأمین کنندگان مربوطه استفاده می‌شود. در سیستم پیشنهادی، در صورتی که سطح ایمنی»

بیش از حد مجاز باشد، یک هشدار داده می‌شود. این هشدار حاکی از افزایش یا کاهش سفارش خرید بعدی بر اساس تحویل تأمین‌کننده و کیفیت محصول است.

از آیتم‌های اصلی که در ایجاد و بهبود رضایت مشتریان یا نارضایتی‌شان از محصولات یک شرکت تولیدی یا خدماتی، مستقیماً تأثیرگذار است تحویل به‌موقع محصول یا خدمت و کیفیت آن هست. مشتری، محصول یا خدمتی را سفارش داده تا در زمانی که توافق شده است دریافت نماید. بالا بودن شاخص تحویل به‌موقع و کیفیت مطلوب از جمله عوامل اصلی در موفقیت کسب‌وکار سازمان‌ها هست. نکته دیگری که در مورد این شاخص‌ها می‌توان گفت که از جمله معیارهای اصلی در مورد شرکت و بنگاهی که سعی می‌کند عملکرد خود را در کلاس جهانی قرار دهد، بالا بودن مقدار شاخص تحویل به‌موقع و کیفیت هست. ضرورت دیگر برای پرداختن شایسته به شاخص تحویل به‌موقع به جز رضایتمندی مشتری، این نکته است که معمولاً در قراردادهای فروش، بند زمان تحویل محصول نیز درج می‌گردد که در صورت تأخیر در تحویل موضوع قرارداد، پیامدهای مالی و اقدامات جبرانی برای شرکت فروشنده (تأمین‌کننده) و خریدار در پی دارد. به‌عنوان مثال در صنعت خودرو، قطعه‌ساز در صورت تأخیر در ارسال قطعات موجب توقف در خط تولید خودروساز می‌شود که باعث تحمیل هزینه‌های هنگفت می‌شود. به‌جز موارد فوق، ضرورت وفای به عهد مطابق اصول اخلاق حرفه‌ای و کاری، شرکت‌ها را متعهد می‌نماید که در زمان‌های توافق شده به قول و قرار خود عمل نمایند. در این تحقیق دو متغیر پاسخ، یعنی زمان تحویل و کیفیت در نظر گرفته شده است. در این مسئله، اطلاعات ممکن است ناقص، نادقیق، مبهم، متناقض یا ناقص باشد و هر یک از این کمبودهای اطلاعاتی مختلف منجر به انواع مختلفی از عدم قطعیت می‌شود. برخلاف روش‌های سنتی در نظارت بر پروفایل‌ها، رویکردهای مجموعه‌فازی می‌توانند با عدم دقت و عدم قطعیت بدون از دست دادن عملکرد و اثربخشی مواجه شوند. مشخصه‌های زمان تحویل و کیفیت، توابعی از یک یا چند متغیر مستقل هستند. در این مقاله با استفاده پایش پروفایل فازی چندگانه یک‌بار متغیر زمان تحویل و بار دیگر متغیر پاسخ کیفیت پایش

طراحی مدلی برای انتخاب و پایش استراتژی همکاری با تأمین کننده...؛ ناصری و همکاران | ۲۰۷

می‌شود و بر اساس نتایج جداگانه این دو پایش و با استفاده از سیستم استنتاج فازی به پایش هزینه‌های پی‌بینی نشده و تصمیم‌گیری در مورد نوع تعامل و مدل همکاری با تأمین کننده پرداخته می‌شود.

پایش پروفایل

Montgomery, D.C., (2005) بیان می‌کند که در کاربردهای کنترل فرآیند آماری، معمولاً کیفیت یک فرآیند یا محصول به وسیله توزیع یک یا چند مشخصه کیفی توصیف و به وسیله نمودارهای کنترلی تک متغیره و یا چندمتغیره کنترل می‌شود؛ اما در بعضی از شرایط، کیفیت یک فرآیند یا محصول به وسیله رابطه‌ای بین متغیر پاسخ و یک یا چندین متغیر مستقل توصیف می‌شود که این رابطه به پروفایل معروف است و در سال‌های اخیر به عنوان موضوعی با کاربرد فراوان مطرح شده است. به عنوان مثال در بسیاری از کاربردهای کالیبراسیون، پروفایل را می‌توان به خوبی به وسیله یک مدل خطی نشان داد، اما در بسیاری از موارد نیز به مدل‌های پیچیده‌تری برای نشان دادن پروفایل نیاز است [۲۵].

پروفایل چندگانه چندمتغیره

Noorossana, et al. (2011) با تعریف پروفایل چندگانه چند متغیره بیان می‌کند در این نوع پروفایل، بیش از یک متغیر پاسخ وجود دارد. در این مورد هر پاسخ به عنوان تابعی از یک متغیر(های) مستقل تعریف می‌شود، در حالی که متغیرهای پاسخ متقابلاً بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند [۲۶].

فرض کنید برای K امین نمونه جمع‌آوری شده در طول زمان، مشاهدات $(x_{1ik}, x_{2ik}, \dots, x_{qik}, y_{1ik}, y_{2ik}, \dots, y_{pik})$ با $i = 1, 2, \dots, n_k$ و $k = 1, 2, \dots, m$ وجود دارند ۱۲ در آن به ترتیب n_k اندازه نمونه k ، m تعداد نمونه‌ها و p و q به ترتیب تعداد متغیرهای پاسخ و متغیرهای مستقل هستند. مدلی که متغیرهای پاسخ را به عنوان توابعی از متغیرهای مستقل نشان می‌دهد، رگرسیون خطی چندگانه چندمتغیره نامیده می‌شود و به صورت زیر ارائه می‌شود:

$$Y_K = X_K B_k + E_k \quad (۱)$$

روابط جبری و ماتریس اعداد فازی مثلثی

اگر A را عدد فازی مثلثی فرض کنیم، $A = (l, m, r)$ ات عضویت A به صورت رابطه ۲ می باشد:

$$\mu_{A(x)} = \begin{cases} 0 & \text{for } x \leq m - l \\ 1 - \frac{m - x}{l} & \text{for } m - l \leq x \leq m \\ 1 & \text{for } x = m \\ 1 - \frac{x - m}{r} & \text{for } m < x < m + r \\ 0 & \text{for } x \geq m + r \end{cases} \quad (۲)$$

که نقطه m دارای درجه عضویت ۱ هست و مقدار آن برابر با میانگین دو عدد l و r حال اگر $A = (m - l, m, m + r)$ و $B = (n - v, n, n + z)$ را دو عدد فازی مثلثی در نظر گرفته شود اعمال جبری روی این دو عدد به صورت زیر تعریف می شود.

$$A + B = (l + v, m + n, r + z) \quad (۳)$$

$$A - B = (l - v, m - n, r - z) \quad (۴)$$

$$\gamma A = (\gamma \times m, \gamma \times l, \gamma \times r) \quad (۵)$$

برای ضرب دو عدد فازی مثلثی به صورت زیر عمل می شود.

اگر $A > 0, B > 0$ باشد.

$$\left(\begin{matrix} m > 0 \\ A > 0 \end{matrix} \right) A.B = (m, l, r). (n, v, z) \cong (mn, mv + nl, mz + nr) \quad (۶)$$

اگر $A < 0, B > 0$ باشد.

$$A.B = (m, l, r). (n, v, z) \cong (mn, nl - mz, nr - mv) \quad (۷)$$

اگر $A < 0, B < 0$ باشد.

$$A.B = (m, l, r). (n, v, z) \cong (mn, -nr - mz, -nl - mv) \quad (۸)$$

طراحی مدلی برای انتخاب و پایش استراتژی همکاری با تأمین کننده...؛ ناصری و همکاران | ۲۰۹

ماتریس فازی مثلثی در ابعاد $m \times n$ به صورت $A = (a_{ij})_{m \times n}$ تعریف شود که $a_{ij} = l_{ij}, m_{ij}, r_{ij}$ امین عضو از ماتریس A می باشد. اگر $A = (a_{ij})_{m \times n}$ و $B = (b_{ij})_{m \times n}$ دو ماتریس فازی مثلثی باشند. آنگاه از روابط ۹ و ۱۰ پیروی می کنند.

$$A + B = (a_{ij} + b_{ij}) \quad (9)$$

$$A - B = (a_{ij} - b_{ij}) \quad (10)$$

برای $A = (a_{ij})_{m \times n}$ و $B = (b_{ij})_{n \times p}$ ضرب دو ماتریس به صورت رابطه ۱۱ تعریف می شود.

$$A.B = (c_{ij})_{m \times p} \quad c_{ij} = \sum_{k=1}^n a_{ik} \cdot b_{kj} \quad (11)$$

اگر k عدد اسکالر باشد. $k.A = k.a_{ij}$

دترمینان ماتریس A در ابعاد $m \times n$ به صورت رابطه ۱۲ تعریف می شود:

$$|A| = \sum_{\sigma \in S_n} Sgn \sigma \langle l_{1\sigma(1)}, m_{1\sigma(1)}, r_{1\sigma(1)} \rangle \dots \langle l_{n\sigma(n)}, m_{n\sigma(n)}, r_{n\sigma(n)} \rangle \quad (12)$$

$$\sigma = \begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & n \\ \sigma(1) & \sigma(2) & \dots & \sigma(n) \end{pmatrix}$$

که S_n گروه متقارن همه جایگشت های شاخص های $\{1, 2, 3, \dots, n\}$ است و $Sgn \sigma = 1$ یا -1 متناوب با جایگشت را نشان می دهد [۲۷].

رگرسیون خطی فازی

مدل های رگرسیونی الگویی فراهم می آورند که می توان بر پایه آن ها ارتباط مجموعه ای از متغیرها را بررسی کرد. این متغیرها شامل متغیرهای مستقل (پیش بینی) و وابسته (پاسخ) هستند. در این مدل ها، بر پایه مشاهدات مربوط به متغیرهای مستقل و وابسته، تابعی به منظور پیش بینی و کنترل متغیر وابسته بنا می کنیم. در رگرسیون کلاسیک:

آ. فرض می‌شود که متغیرهای مورد مطالعه متغیرهای دقیق هستند و مشاهدات مربوط به متغیرها نیز مشاهداتی دقیق می‌باشند.

ب. اختلاف بین مقدار مشاهده شده برای متغیر وابسته و مقداری که از طریق مدل حاصل می‌شود و کلاً خطای مدل، به خطای تصادفی مربوط به مشاهدات و اندازه‌گیری‌ها، عدم حضور برخی از متغیرها، ... نسبت داده می‌شود.

پ. درباره جملات خطا و توزیع احتمالی آن، مفروضاتی (مانند نرمال بودن، ناهمبسته بودن و ثبات واریانس، ...) در نظر گرفته می‌شود، به گونه‌ای که بتوان بر پایه این مفروضات تجزیه و تحلیل‌های آماری را درباره مدل انجام داد، مانند برآورد پارامترها، پیش‌بینی مقدار متغیر وابسته، آزمون‌های فرض مرتبط با مدل و غیره. در این باره به کارگیری تبدیلات مختلف روی داده‌ها، کمک می‌کند تا بتوان احتمالاً به مفروضات لازم نزدیک شد.

اما در بسیاری اوقات ممکن است یک یا چند فرض از فرض‌های بالا برقرار نباشد یا اینکه (مثلاً حجم نمونه اندک باشد) نتوان از درستی بعضی فرضاً اطمینان حاصل کرد. مسلماً در این موارد مدل‌های رایج اعتبار و کارایی لازم را ندارند. برای مثال ممکن است در یک بررسی، مشاهدات مربوط به یک یا چند متغیر نادقیق باشند. به علاوه ممکن است متغیرهای تحت مطالعه در یک بررسی، دارای ارتباطی نادقیق و مبهم (تقریبی) باشند. همچنین ممکن است مفروضاتی که در بند سوم برشمردیم، برقرار نباشند. در این موارد باید شیوه‌های جدیدی را جایگزین شیوه‌های کلاسیک نمود. یکی از این شیوه‌های جایگزین، رگرسیون فازی است. این رگرسیون را می‌توان در مواردی که متغیرهای مورد مطالعه (یا مشاهدات آن‌ها) نادقیق و مبهم باشند و همچنین در حالتی که رابطه بین متغیرها نادقیق باشد و نیز در مواردی که درستی مفروضات بند پ مورد تردید است (به‌ویژه در حالتی که حجم نمونه اندک است) به کار گرفت [۲۸].

سه حالت برای رگرسیون فازی می‌توان در نظر گرفت:

$$1) \tilde{Y} = A_0 + A_1 X_1 + \tilde{\varepsilon} \quad (۱۳)$$

$$2) \tilde{Y} = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 X_1 + \tilde{\varepsilon} \quad (14)$$

$$3) \tilde{Y} = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 \tilde{X}_1 + \tilde{\varepsilon} \quad (15)$$

حالت اول متغیر پاسخ و متغیر مستقل به صورت فازی و پارامترها قطعی هستند، حالت دوم متغیر پاسخ و پارامترها به صورت فازی و متغیر مستقل قطعی می باشد و حالت سوم زمانی است که هر دو متغیر مستقل و پاسخ و پارامترها فازی می باشند؛ که در این مسئله ما از حالت اول استفاده می کنیم.

برای تخمین پارامترها از روش حداقل مربعات به صورت زیر محاسبه می شود. متغیرهای پاسخ و وابسته به صورت عدد فازی مثلثی متقارن تعریف شده اند [۲۹].

$$\tilde{x}_i = (x_{il}, x_{im}, x_{ir})$$

$$\tilde{y}_i = (y_{il}, y_{im}, y_{ir})$$

چون A بردار به عنوان بردار ضرایب به صورت قطعی در نظر گرفته شد پس AX نیز عدد فازی مثلثی می باشد.

$$(\beta_0 + \beta_1 x_{1l} + \beta_2 x_{2l} + \dots, \beta_0 + \beta_1 x_{1m} + \beta_2 x_{2m} + \dots, \beta_0 + \beta_1 x_{1r} + \beta_2 x_{2r} + \dots)$$

بنابراین برآورد پارامترها به روش حداقل مربعات به صورت رابطه ۱۶ خواهد بود:

$$S(\beta_0, \beta_i) = \sum_{i=1}^n d^2(\tilde{y}_i, \beta_0 + \beta_i \tilde{x}_i) \quad (16)$$

$$= \sum_{i=1}^n [(y_{il} - \beta_0 + \beta_1 x_{1l} + \beta_2 x_{2l} + \dots)^2 + (y_{im} - \beta_0 + \beta_1 x_{1m} + \beta_2 x_{2m} + \dots)^2 + (y_{ir} - \beta_0 + \beta_1 x_{1r} + \beta_2 x_{2r} + \dots)^2]$$

برآوردهای β_0 و β_1 و به صورت روابط ۱۷ و ۱۸ خواهد شد:

$$\beta_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{il}y_{il} + x_{ml}y_{ml} + x_{rl}y_{rl}) - 3n\bar{x}\bar{y}}{\sum_{i=1}^n (x_{il}^2 + x_{im}^2 + x_{ir}^2) - 3n\bar{x}^2} \quad (۱۷)$$

$$\beta_2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{il}y_{il} + x_{ml}y_{ml} + x_{rl}y_{rl}) - 3n\bar{x}\bar{y}}{\sum_{i=1}^n (x_{il}^2 + x_{im}^2 + x_{ir}^2) - 3n\bar{x}^2}, \dots \dots$$

(۱۸)

$$\bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{jil}, x_{jim}, x_{jir})}{n} \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{il}, y_{im}, y_{ir})}{n} \quad \beta_0 = \bar{y} - \beta_1\bar{x}_1 + \beta_2\bar{x}_2 + \dots$$

روش T^2 مبنی بر تفاوت‌های متوالی در فاز اول

در فاز یک کنترل، برای پایش یک پروفایل چندگانه، نیاز است که پارامترهای مدل رگرسیونی تخمین زده شوند. در واقع، تخمین این پارامترها و اطمینان از شایستگی و صحت مدل رگرسیونی طراحی شده در شرایطی که فرآیند در حالت پایدار است، کنترل‌کنندگان فرآیند را از لحاظ آماری مطمئن می‌سازد که می‌توانند پروفایل فرآیند را در فاز دو، کنترل آماری کنند. به عبارت دیگر، پروفایلی که در فاز یک، با استفاده از داده‌های تاریخی تخمین زده شده است، مدلی است که بر مبنای آن فاز دو فرآیند پایش می‌شود [۳۰]. روش‌های مختلفی برای پایش پروفایل‌ها در فاز یک وجود دارد که یکی از این روش‌ها، روش‌های مبتنی بر نمودار کنترل T^2 می‌باشد. آماره T^2 بر پایه میانگین، ماتریس واریانس و کوواریانس نمونه به صورت گسترده در کنترل فرآیند آماری مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از روش‌های پایش پروفایل‌های خطی استفاده از روش T^2 مبنی بر تفاوت‌های متوالی می‌باشد که گام‌های ارائه شده در این روش به شرح زیر آورده شده است.

گام اول: با استفاده از برآوردهای کمترین مربعات پارامترهای رگرسیون فازی برای حالتی که متغیرهای پاسخ و مستقل به صورت فازی و پارامترها قطعی هستند را با استفاده از رابطه ۱۹ محاسبه می‌شوند.

پارامترهای رگرسیون برای هر تابع را به صورت جداگانه محاسبه می‌شود که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\hat{\beta}_k = (\hat{\beta}_{01k}, \hat{\beta}_{02k}, \hat{\beta}_{11k}, \hat{\beta}_{21k}, \hat{\beta}_{12k}, \hat{\beta}_{22k}, \hat{\beta}_{31k}, \hat{\beta}_{32k}) \quad (۱۹)$$

طراحی مدلی برای انتخاب و پایش استراتژی همکاری با تأمین کننده...؛ ناصری و همکاران | ۲۱۳

گام دوم: پارامترهای فرآیند در کنترل را با استفاده از میانگین برآوردها به صورت رابطه ۲۰ تخمین زده می شود که در آن m تعداد نمونه هست.

$$\bar{\hat{\beta}} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \hat{\beta}_k \quad (20)$$

گام سوم: بردار \hat{V}_k را مطابق رابطه ۲۱ تشکیل داده می شود.

$$\hat{V}_k = \hat{\beta}_{k+1} - \hat{\beta}_k \quad K = 1, 2, \dots, m - 1 \quad (21)$$

گام چهارم: ماتریس کوواریانس واریانس به صورت رابطه ۲۲ محاسبه می شود.

$$S_{\beta} = \frac{\hat{V}^T \times \hat{V}}{2 \times (m - 1)} \quad (22)$$

گام پنجم: آماره T^2 را با توجه به رابطه ۲۳ محاسبه می شود.

$$T_k^2 = (\hat{\beta}_k - \bar{\hat{\beta}})^T S_{\beta}^{-1} (\hat{\beta}_k - \bar{\hat{\beta}}) \quad (23)$$

گام ششم: حد کنترل بالای مناسب برای آماره آزمون جهت دستیابی به احتمال مشخصی برای خطای نوع اول تعیین می شود. توزیع دقیق آماره T_k^2 در معادله ۱۱، در ادبیات موضوع گزارش نشده است و فقط برخی توزیع های تخمینی برای آن گزارش شده اند. برای اطلاعات بیشتر، به ویلیامز و همکاران (۲۰۰۷) رجوع شود.

روش نسبت درستنمایی

در فاز ۲ تأکید روی کشف سریع روندها و شیفت ها می باشد و این موضوع معمولاً به وسیله پارامترهای توزیع طول دنباله اندازه گیری می شود. طول دنباله تعداد نمونه هایی است که گرفته می شود تا یک هشدار خارج از کنترل مشاهده شود. اغلب، متوسط طول دنباله برای مقایسه عملکرد نمودارهای کنترلی در فاز ۲ استفاده می شود. یکی از روش های مورد استفاده در فاز ۲ روش نسبت درستنمایی می باشد. این روش توسعه روش پیشنهاد شده توسط زهنگ و همکاران (۲۰۰۹)، برای حالت پروفایل های خطی چندگانه است که توسط

ایوزیان و همکاران (۲۰۱۲) صورت گرفته شده است. مراحل استفاده از این روش در زیر آورده شده است [۳۱].

گام اول: ماتریس کوواریانس واریانس (Σ) محاسبه می شود.

گام دوم: C_k برای هر پروفایل با توجه به رابطه ۲۴ محاسبه می شود:

باید توجه داشت که متغیرهای مستقل و وابسته به صورت فازی تعریف شده است و با استفاده از قوانین جبری فازی، ضرب ماتریس های فازی مثلثی و دترمینان فازی مثلثی که در روابط ۳-۱۲ تعریف شده است در محاسبات انجام می شود.

$$C_k = \sum_{i=1}^n (y_{ik} - x_i B) \Sigma^{-1} (y_{ik} - x_i B)^T \quad (24)$$

که $(y_{ik} - x_i B)$ ، i امین سطر از ماتریس $(Y_k - XB)$ است.

گام سوم: آماره میانگین متحرک وزنی نمایی \hat{B}_k را به صورت رابطه ۲۵ محاسبه می شود:

$$E \hat{B}_k = \lambda \hat{B}_k - (1 - \lambda) \hat{B}_{k-1} \quad (25)$$

که $\hat{B}_0 = B$ می باشد.

گام چهارم: آماره S_k مطابق با رابطه ۲۶ محاسبه می شود:

$$S_k = \frac{(Y_k - X(E \hat{B}_k))^T (Y_k - X(E \hat{B}_k))}{n} \quad (26)$$

گام پنجم: آماره میانگین متحرک وزنی نمایی برای S_k و C_k با توجه به روابط ۲۷ و ۲۸ به دست آورده می شود:

$$E S_k = \lambda S_k - (1 - \lambda) S_{k-1} \quad (27)$$

$$E C_k = \lambda C_k - (1 - \lambda) C_{k-1} \quad (28)$$

که $S_0 = \Sigma$ و $C_0 = np$ می باشد.

گام ششم: آماره نسبت درستمایی برای هر پروفایل متناسب با رابطه ۲۹ محاسبه می شود:

$$ELRT_k = n \times \log |\Sigma| - n \times \log |E S_k| + E C_k - np \quad (29)$$

حد بالای کنترل برای آماره بالا، از طریق شبیه سازی تعیین شده تا ARL تحت کنترل مشخصی به دست آید.

مطالعه موردی

زنجیره تأمین خودرو شامل تمام مواد، خدمات و قطعات ورودی و خروجی مرتبط با عملیات تجاری است. رایج‌ترین رویکرد در صنعت خودروسازی ایران، مونتاژ قطعات و سیستم‌های پیچیده برای تولید خودرو است. شرکت خودروسازی ایران خودرو برای تکمیل فرآیندهای تولید و ارائه دستگاه‌های خودرو به کاربران خود به هزاران قطعه نیاز دارند.

همچنین تولید مدل‌های ترکیبی، پیچیدگی در زنجیره تأمین را افزایش می‌دهد. به‌عنوان مثال به‌طور متوسط یک خودروی سواری از سی هزار قطعه و مجموعه‌ای از قطعات فلزی، پلاستیکی، لاستیکی، مدارات الکترونیکی و سیم‌ها، قطعات مکانیکی و موتورهای تشکیل می‌شود. از این رو زنجیره تأمین صنعت خودروسازی یکی از پیچیده‌ترین، گسترده‌ترین و جهانی‌ترین زنجیره‌های تأمین محسوب می‌شود و لجستیک در این مراحل نقش منحصربه‌فرد و به‌سزایی ایفا می‌کند.

پایش پروفایلی فرآیند تحویل و کیفیت محصولات و فرآیند آن توسط تأمین‌کننده برای پایش هزینه‌های غیرقابل‌پیش‌بینی در یک صنعت خودروسازی در ایران بررسی شد و بر رابطه بین یک خودروساز و تأمین‌کننده آن نظارت داشت. ایران خودرو اولین خودروساز بزرگ ایران است که دفتر مرکزی آن در تهران، ایران قرار دارد. شرکت نیرومحركه (NMI) یک شرکت گیربکس‌سازی در ایران است و به‌عنوان یکی از شرکت‌های کلیدی برای تأمین قطعات موردنیاز شرکت ایران خودرو مطرح می‌باشد. به‌منظور برخورداری از حمایت مدیریت در مطالعه روابط خریدار و تأمین‌کننده، گروه‌های ارتباطی در هر شرکت ایجاد شد. هر گروه حداکثر ۱۲ عضو از بخش‌های مختلف مانند بازاریابی، مدیریت کیفیت، تولید و برنامه‌ریزی، فروش، خرید، موجودی، حمل‌ونقل و زنجیره تأمین دارد. این گروه‌ها مسئول تکمیل نظرسنجی‌های متوالی و انجام اقدامات لازم برای حفظ، نظارت و بهبود روابط بین دو شرکت هستند. گروه‌ها جلسات ماهانه‌ای را برای

بحث در مورد انتظارات شرکا و مقابله با چالش‌های موجود برای دستیابی به رویکرد برد-برد برنامه‌ریزی و برگزار کردند.

برای پایش هزینه‌های غیرقابل پیش‌بینی از طرف تأمین‌کننده از دو شاخص کلیدی زمان تحویل و کیفیت استفاده شد که این توابع خود دارای غیرمعیارهایی می‌باشند که با توجه به منابع کتابخانه‌ای و متناسب با ویژگی‌های سازمان موردنظر، کارشناسان مربوطه معیارها در جدول ۲ آورده شده است.

اندازه‌گیری زمان تحویل بر اساس تعداد روزهای دیرتر یا زودتر از روز موعود تحویل اندازه‌گیری و ارزیابی می‌شود. تحویل زود هنگام غیرقابل قبول تلقی می‌شود، زیرا به فضای ذخیره‌سازی موجودی و نیروی انسانی اضافی برای رسیدگی به قرار دادن موجودی نیاز دارد. علاوه بر این، وضعیت مالی شرکت را تحت تأثیر قرار می‌دهد زیرا پرداخت زودتر از حد انتظار انجام می‌شود. از سوی دیگر، تحویل دیر هنگام آشکارا برای تجارت مضر است. کل فرآیند تولید را به تأخیر می‌اندازد. در واقع، می‌تواند شرکای پایین دستی در زنجیره تأمین را تحت تأثیر قرار دهد و چرخه تولید را طولانی کند. همچنین شاخص کیفیت برای اساس سطح کیفی محصولات و قابلیت اطمینان و نرخ نقص سفارش مورد بررسی قرار گرفته شده است.

یک نظرسنجی بر روی موارد ارائه شده در جدول ۲ طرح شده است که پرسش‌ها با استفاده از مقیاس هفت‌درجه‌ای لیکرت به برداشت‌های گروه‌ها در مورد موارد مربوطه می‌پردازد. ما یک مجموعه داده (برای طرف تأمین‌کننده) از $m = 15$ جلسه متوالی (در طول فروردین ۱۴۰۰ تا خرداد ۱۴۰۱) جمع‌آوری شد؛ که در هر ماه ۱۵ بار نمونه‌برداری و نتایج در پایان هر ماه جمع‌آوری و جمع‌بندی شده است.

جدول ۲. معیار و زیر معیار برای پایش تأمین‌کننده

معیار	زیر معیار	مرجع
تحویل	تحویل به موقع (On time Delivery)	Faraz, A., Sanders, N., Zacharia, Z., Gerschberger, M., ۲۰۱۸ [۸]
	قابلیت اطمینان تحویل (Delivery reliability)	

معیار	زیر معیار	مرجع
	پاسخگویی نسبت به تحویل به موقع و فوری (Responsiveness to urgent deliveries)	Suraraksa, Juthathip and Sup Shin, Kwang ۲۰۱۹ [۱۰]
کیفیت	سطح کیفی (Quality level)	N. Aissaoui, M. Haouari, and E. Hassini, (۲۰۰۷) [۳۲]
	نرخ نقص سفارش (Order defect rate)	Pandey, Shah, and Gajjar ۲۰۱۷; [۳۳]
	قابلیت اطمینان (Reliability)	Badri Ahmadi et al. ۲۰۱۷b; [۳۴]

پایش در فاز ۱

داده‌های تاریخی همه متغیرهای مستقل و متغیر پاسخ به صورت کیفی و ماهانه و بر اساس مقیاس لیکرد جمع آوری شده است. چون داده‌ها کیفی هستند داده‌های به صورت اعداد فازی مثلثی طبق جدول ۳ تبدیل شده است.

جدول ۳. مقیاس لیکرد و اعداد فازی متناظر

مقیاس لیکرد	عدد فازی متناظر
کاملاً ضعیف	(۲, ۱, ۱)
بسیار ضعیف	(۳, ۲, ۱)
ضعیف	(۴, ۳, ۲)
متوسط	(۵, ۴, ۳)
خوب	(۶, ۵, ۴)
خیلی خوب	(۷, ۶, ۵)
کاملاً خوب	(۷, ۷, ۶)

داده‌ها برای ۱۵ ماه و هر ماه ۱۵ بار نمونه‌گیری از زمان تحویل قطعات و محصولات تأمین کننده به سازمان با شرایط ریسک تأمین کننده جمع آوری شده و نمره دهی بر اساس نظر جمعی از کارشناسان خبره حوزه مربوطه صورت گرفته است.

در ادامه با توجه به گام‌های اشاره شده در قسمت رابطه رگرسیونی بین تحویل به عنوان متغیر پاسخ (Y_1) و تحویل به موقع (X_{11})، قابلیت اطمینان تحویل (X_{21})، میزان پاسخگویی نسبت به تحویل به موقع و فوری (X_{31})، به عنوان متغیر مستقل در پروفایل

تحویل آورده شده و رابطه رگرسیونی بین کیفیت به عنوان متغیر پاسخ (Y_p) و سطح کیفی (X_{1p})، نرخ نقص سفارش (X_{2p})، و قابلیت اطمینان (X_{3p}) به عنوان متغیر مستقل در پروفایل کیفیت آورده شده است. در این مرحله یک بار پروفایل چندگانه برای زمان تحویل تأمین کننده و یک بار پروفایل چندگانه برای کیفیت تأمین کننده پایش می شود. برای بررسی هر دو پروفایل چندگانه از روش T^2 مبنی بر تفاوت های متوالی استفاده شده است. در مرحله اول از این روش بردار $\hat{\beta}_k$ محاسبه می شود که در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴. بردار $\hat{\beta}_k$ برای پروفایل های چندگانه زمان تحویل و کیفیت

K	β_{01}	β_{02}	β_{11}	β_{12}	β_{21}	β_{22}	β_{31}	β_{32}	k	β_{01}	β_{02}	β_{11}	β_{12}	β_{21}	β_{22}	β_{31}	β_{32}
۱	-۱/۶۶	-۲/۹۵	۰/۵۴	۰/۸۱	۰/۵۹	۰/۷۱	-۰/۵۱	۰/۵۹	۹	-۰/۵۹	۰/۰۸	۰/۴۵	۰/۳۷	۰/۴۵	۰/۴۳	-۰/۴۱	۰/۲۱۳
۲	-۰/۳۵	-۱/۴۵	۰/۲	۰/۴۴	۰/۶۱	۰/۶۲	-۰/۴۷	۰/۵۳	۱۰	-۰/۷۷	-۰/۷۷	۰/۴۹	۰/۳۳	۰/۵۷	۰/۳۶	-۰/۳۶	۰/۶۲۸
۳	-۰/۳۳	۰/۰۱	۰/۶۲	۰/۱۳	۰/۰۶	۰/۵۸	-۰/۵۵	۰/۴	۱۱	۰/۴۵	-۰/۹۸	۰/۲۳	۰/۴۷	۰/۵۱	۰/۳۹	-۰/۲۷	۰/۵۵۶
۴	۲/۷۸	-۲/۲۴	۰/۹۴	۰/۶۶	۰/۶۸	۰/۵۷	-۰/۵۳	۰/۵۶	۱۲	-۱/۰۴	-۰/۱۱	۰/۶۱	۰/۰۳	۰/۴۵	۰/۵	۰/۴	۰/۴۸۷
۵	-۳/۶۹	-۱/۹۷	۰/۸۵	۰/۵۹	۰/۶۵	۰/۵۷	-۰/۶۱	۰/۴۹	۱۳	۱/۰۹	۰/۴	۰/۵۱	۰/۳	-۰/۰۸	۰/۳۸	-۰/۳۶	۰/۳۱۳
۶	-۱/۹۸	-۱/۷۲	۰/۲۳	۰/۴۳	۰/۷۲	۰/۶۲	-۰/۶۵	۰/۶	۱۴	-۱/۵۱	-۱/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۲	۰/۵۱	۰/۶۸	-۰/۵۴	۰/۴۲۱
۷	-۲/۹۷	-۱/۶۶	۰/۸	۰/۶	۰/۵۱	۰/۵۵	-۰/۸	۰/۵	۱۵	-۲/۳۱	-۲/۹۱	۰/۴۹	۰/۵۸	۰/۶۳	۰/۶۱	-۰/۶۶	۰/۸۶۸
۸	-۰/۵۱	-۰/۱۲	۰/۳۳	۰/۵	۰/۴۶	۰/۳۱	-۰/۵۳	۰/۳۵									

بردار میانگین برای پروفایل چندگانه زمان تحویل و کیفیت محاسبه می شود.

$$\bar{\beta}_k = (-1, 26, 0, 52, 0, 49, 0, 51) \quad \bar{\beta}_k = (-0, 38, -0, 27, 0, 21, 0, 28)$$

و در مرحله بعد بردار \hat{V}_k متناسب با رابطه ۲۱ برای هر ۲ پروفایل محاسبه می شود. در مرحله بعد ماتریس واریانس کوواریانس برای پروفایل زمان تحویل (S_b) و همچنین پروفایل کیفیت (S_b) به ترتیب به دست آورده می شود.

$$\begin{bmatrix} 1,2228 & -0,01951 & 0,072884 & -0,0235 & -0,036 & -0,0329 & -0,0435 & -0,0027 \\ 0,6184 & 0,12675 & -0,00143 & -0,014 & -0,0037 & -0,0033 & 0,0131 & -0,0027 \\ -0,1823 & -0,0014 & 0,02263 & -0,0093 & -0,0046 & -0,0092 & -0,0127 & 0,0074 \\ -0,0571 & -0,014 & -0,0093 & 0,00744 & 0,00429 & 0,005 & 0,0043 & 0,004 \\ -0,145 & -0,0037 & -0,0046 & 0,00429 & 0,00916 & 0,0053 & 0,0037 & 0,0007 \\ -0,06 & -0,0033 & -0,0092 & 0,00507 & 0,00536 & 0,0078 & 0,0066 & 0,0024 \\ -0,062 & 0,01311 & -0,0127 & 0,00433 & 0,00372 & 0,0066 & 0,01 & 0,0037 \\ -0,056 & -0,0027 & -0,0074 & 0,00409 & 0,00078 & 0,0024 & 0,0037 & 0,0058 \end{bmatrix}$$

$$S_b = \begin{bmatrix} 0,49326 & -0,01951 & 0,072884 & -0,0235 & -0,036 & -0,0329 & -0,0435 & -0,0027 \\ -0,0195 & 0,12675 & -0,00143 & -0,014 & -0,0037 & -0,0033 & 0,0131 & -0,0027 \\ 0,07288 & -0,0014 & 0,02263 & -0,0093 & -0,0046 & -0,0092 & -0,0127 & 0,0074 \\ -0,0235 & -0,014 & -0,0093 & 0,00744 & 0,00429 & 0,005 & 0,0043 & 0,004 \\ -0,03601 & -0,0037 & -0,0046 & 0,00429 & 0,00916 & 0,0053 & 0,0037 & 0,0007 \\ -0,03291 & -0,0033 & -0,0092 & 0,00507 & 0,00536 & 0,0078 & 0,0066 & 0,0024 \\ -0,04358 & 0,01311 & -0,0127 & 0,00433 & 0,00372 & 0,0066 & 0,01 & 0,0037 \\ -0,0027 & -0,0027 & -0,0074 & 0,00409 & 0,00078 & 0,0024 & 0,0037 & 0,0058 \end{bmatrix}$$

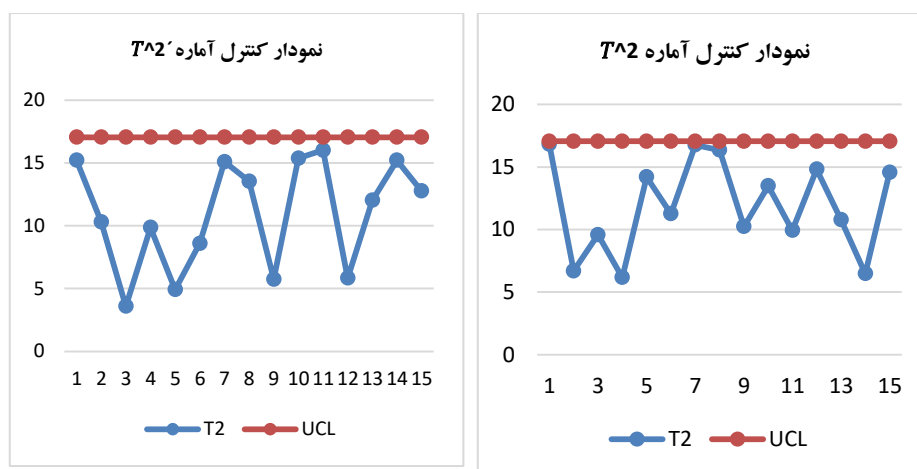
و در مرحله آخر آماره T^2 و \hat{T}^2 را با توجه به رابطه ۲۳ به ترتیب برای پروفایل فازی زمان تحویل و پروفایل فازی کیفیت و محاسبه که در جدول ۵ آورده شده است:

جدول ۵. آماره T^2 و \hat{T}^2 پروفایل فازی زمان تحویل و پروفایل فازی کیفیت

K	T^2	K	T^2	K	T^2	k	\hat{T}^2		\hat{T}^2		\hat{T}^2
۱	۱۶/۰۰۷	۶	۱۱/۲۶۱	۱۱	۹/۹۲۶	۱	۱۵/۲۳۲	۶	۸/۵۹۷	۱۱	۱۶/۰۱۸
۲	۶/۶۹۴	۷	۱۵/۱۰۴	۱۲	۱۴/۸۱۹	۲	۱۰/۳۶۸	۷	۱۵/۰۷۱	۱۲	۵/۸۱۹
۳	۹/۵۷۸	۸	۱۵/۵۳۷۵	۱۳	۱۰/۷۸۵	۳	۳/۵۶۳	۸	۱۳/۵۶۴	۱۳	۱۲/۰۳۸
۴	۶/۱۶۶	۹	۱۰/۲۴۱	۱۴	۶/۴۶۹	۴	۹/۸۲۶	۹	۵/۷۶۸	۱۴	۱۵/۱۳۳
۵	۱۴/۱۹۸	۱۰	۱۳/۴۸۶	۱۵	۱۴/۵۷۷	۵	۴/۹۱۹	۱۰	۱۵/۳۷۳	۱۵	۱۲/۷۴۶

احتمال خطای نوع اول کل ۰,۰۵ قرار داده شده است؛ که بر همین اساس حد بالای کنترل برای این مقدار احتمال خطای نوع اول، برابر با ۱۷,۰۵ قرار داده شده است. در شکل ۲ نمودار کنترل برای آماره T^2 برای دو پروفایل آورده شده است که نشان دهنده در کنترل بودن تمامی نمونه‌ها در هر دو پروفایل می‌باشد.

شکل ۲. نمودار کنترل آماره T^2 و T^2



پایش در فاز ۲

کنترل زمان تحویل و همچنین کیفیت در فاز ۲ به این معنی است که اگر شرایط پارامترها در فاز ۱، به‌عنوان شرایط طبیعی زمان تحویل و کیفیت تعریف شده است، خارج شد، بتوان آن را تشخیص داد. برای بررسی اینکه مدل پیشنهادی مقاله، چقدر خوب می‌تواند کار کند، با استفاده از شبیه‌سازی برای فرآیند زمان تحویل و کیفیت، ابتدا برای ۱۵ نمونه داده تحت کنترل تولید و این کار برای ۱۰۰۰ بار شبیه‌سازی می‌شود. همان‌طور که گفته شد برای پایش فاز دوم از روش نسبت درستی با داده‌های فازی استفاده شده است بردار $\hat{\beta}_k$ برای ۱۵ پروفایل زمان تحویل و پروفایل کیفیت آورده شده است.

طراحی مدلی برای انتخاب و پایش استراتژی همکاری با تأمین کننده...؛ ناصری و همکاران | ۲۲۱

در گام اول ماتریس کوواریانس واریانس (Σ) برای هر دو پروفایل محاسبه می‌شود. ماتریس کوواریانس واریانس برای پروفایل زمان تحویل با (Σ) و ماتریس کوواریانس واریانس برای پروفایل کیفیت با ($\hat{\Sigma}$) نشان داده می‌شود.

$$\hat{\Sigma} = \begin{bmatrix} (-0.3676, 5.4726, 11.2138) & (-3.1235, -0.8798, 1.467) \\ (-3.1235, -0.8798, 1.467) & (-0.7286, 0.7863, 2.3013) \end{bmatrix}$$

$$\Sigma = \begin{bmatrix} (-0.5445, 0.4611, 1.4668) & (-1.8049, -0.4019, 0.9998) \\ (-1.8049, -0.4019, 0.9998) & (-0.8319, 0.9941, 2.8237) \end{bmatrix}$$

گام ۲ برای پایش در فاز ۲ ابتدا C_k و \hat{C}_k را با توجه به رابطه ۲۴ به ترتیب برای پروفایل فازی زمان تحویل و پروفایل فازی کیفیت محاسبه و در جدول ۶ آورده می‌شود.

جدول ۶. مقادیر C_k و \hat{C}_k

مقادیر C_k					
C_1	(-۱۸۵,۵۷, ۱۴,۷۰۶, ۲۴۴,۵۶)	C_6	(-۲۰۲,۹۲, ۱۳,۳۸, ۲۶۰,۷۳)	C_{11}	(-۲۱۰,۷۵, ۱۵,۶, ۲۷۵,۸۲)
C_2	(-۱۰۲,۶۸, ۱۶,۷۲۵, ۱۷۴,۰۶)	C_7	(-۲۷۶,۹۴, ۲۰,۷۴, ۳۶۴,۷۸)	C_{12}	(-۱۹۷,۲۳, ۱۴,۴۳, ۲۵۷,۴۱)
C_3	(-۲۳۵,۲۳, ۱۶,۳۶, ۲۸۷,۹۹)	C_8	(-۱۴۲,۲۲, ۱۴,۴۱, ۲۲۳,۴۴)	C_{13}	(-۲۱۵,۴۴, ۱۵,۲۷, ۲۸۴,۳۱)
C_4	(-۱۰۸,۵۷, ۹,۶۷, ۱۸۶,۷۹)	C_9	(-۲۰۰,۴۳, ۱۶,۹۴, ۲۷۱,۲۳)	C_{14}	(-۲۰۹,۴۳, ۱۶,۴۲, ۲۸۲,۳۲)
C_5	(-۱۹۲,۶۵, ۱۲,۳۳, ۲۵۴,۲۴)	C_{10}	(-۲۰۹,۱۹, ۱۵,۶۴, ۲۷۵,۹۶)	C_{15}	(-۲۰۹,۲۶, ۱۸,۶۳, ۲۸۴,۱۱)
مقادیر \hat{C}_k					
\hat{C}_1	(-۳۶۹,۳, ۵۴,۱۳, ۵۴۶,۳۹)	\hat{C}_6	(-۶۳,۰۲, ۸, ۱۰۱,۸۴)	\hat{C}_{11}	(-۴۹,۲۵۵, ۶,۱۲, ۷۸,۲۵)
\hat{C}_2	(۱۰۵,۳۸, ۱۳,۳۹, ۱۳۸,۲۵)	\hat{C}_7	(-۱۴۹,۸۷, ۱۸,۹۶, ۲۲۸,۱۴)	\hat{C}_{12}	(-۱۴۷,۹۵, ۱۸,۴۷, ۲۱۵,۴۶)
\hat{C}_3	(-۱۲۰,۲۵, ۲۱,۶۷, ۲۲۴,۰۶)	\hat{C}_8	(-۸۶,۱۸۹۶, ۱۱,۳۱, ۱۴۳,۸۸)	\hat{C}_{13}	(-۷۵,۴۷, ۱۰,۸۸, ۱۱۸,۶۹)
\hat{C}_4	(-۶۵,۳۳, ۱۱,۴۶, ۱۳۶,۵)	\hat{C}_9	(-۱۳۶,۴۰۷, ۱۶,۴۹, ۲۳۲,۲۱)	\hat{C}_{14}	(-۷۶,۹۹, ۱۲,۵۶, ۱۲۴,۷۸)
\hat{C}_5	(-۸۴,۹۲, ۱۳,۶۶, ۱۵۲,۷۲)	\hat{C}_{10}	(-۹۱,۸۴, ۱۴,۳۵, ۱۵۳,۹۶)	\hat{C}_{15}	(-۹۹,۷۶, ۱۲,۷۳, ۱۳۳,۷۳)

در گام سوم آماره میانگین متحرک وزنی نمایی \hat{B}_k و \hat{B}_k را برای هر دو پروفایل با توجه به $\lambda = 0,5$ محاسبه می‌شود.

در گام بعدی آماره S_k و \hat{S}_k را مطابق رابطه ۲۶ برای هر دو پروفایل محاسبه و نتایج در جدول ۷ و ۸ آورده می‌شود.

جدول ۷. مقادیر ماتریس S_k

S_1	$(-0,51, 0,37, 1/26)$	$(-1/51, -0,35, 0,74)$	S_9	$(-0,49, 0,67, 1/75)$	$(-1/71, -0,49, 0,71)$	S_{11}	$(-0,41, 0,42, 1/24)$	$(-1/45, -0,32, 0,82)$
	$(-1/51, -0,35, 0,74)$	$(-0,58, 0,84, 2/28)$		$(-1/71, -0,49, 0,71)$	$(-0,54, 0,71, 1/96)$		$(-1/45, -0,32, 0,82)$	$(-0,78, 0,79, 2/37)$
S_2	$(-0,47, 0,37, 1/26)$	$(-1/17, -0,18, 0,76)$	S_{10}	$(-0,31, 1/09, 2/45)$	$(-2/31, -0,75, 0,79)$	S_{12}	$(-0,43, 0,33, 1/09)$	$(-1/19, -0,21, 0,77)$
	$(-1/17, -0,18, 0,76)$	$(-0,42, 0,66, 1/74)$		$(-2/31, -0,75, 0,79)$	$(-0,64, 1/08, 2/8)$		$(-1/19, -0,21, 0,77)$	$(-0,46, 0,5, 1/47)$
S_3	$(-0,43, 0,47, 1/5)$	$(-1/24, -0,23, 0,76)$	S_8	$(-0,32, 0,72, 1/74)$	$(-1/6, -0,43, 0,73)$	S_{13}	$(-0,49, 0,29, 1/07)$	$(-1/16, -0,18, 0,79)$
	$(-1/24, -0,23, 0,76)$	$(-0,42, 0,55, 1/54)$		$(-1/6, -0,43, 0,73)$	$(-0,62, 0,7, 1/99)$		$(-1/16, -0,18, 0,79)$	$(-0,54, 0,5, 1/56)$
S_4	$(-0,5, 0,47, 1/51)$	$(-1/69, -0,42, 0,74)$	S_9	$(-0,36, 0,49, 1/35)$	$(-1/53, -0,36, 0,8)$	S_{14}	$(-0,46, 0,25, 0,96)$	$(-0,89, -0,11, 0,66)$
	$(-1/69, -0,42, 0,74)$	$(-0,58, 1/01, 2/59)$		$(-1/53, -0,36, 0,8)$	$(-0,76, 0,85, 2/74)$		$(-0,89, -0,11, 0,66)$	$(-0,32, 0,43, 1/17)$
S_5	$(-0,44, 0,65, 1/59)$	$(-1/72, -0,49, 0,74)$	S_{10}	$(-0,41, 0,42, 1/24)$	$(-1/45, -0,32, 0,82)$	S_{15}	$(-0,46, 0,23, 0,92)$	$(-0,8, -0,11, 0,59)$
	$(-1/72, -0,49, 0,74)$	$(-0,61, 0,74, 2/09)$		$(-1/45, -0,32, 0,82)$	$(-0,78, 0,79, 2/37)$		$(-0,8, -0,11, 0,59)$	$(-0,3, 0,34, 1/01)$

جدول ۸. مقادیر ماتریس S_k

S_1	$(0/53, 4/24, 7/94)$	$(-2/04, -0/1, 1/71)$	S_2	$(-0/81, 1/86, 4/54)$	$(-2/92, -0/97, 0/96)$	S_{11}	$(-1/08, 0/98, 3/06)$	$(-2/15, -0/43, 1/28)$
	$(-2/04, -0/1, 1/71)$	$(-0/28, 0/65, 1/48)$		$(-2/92, -0/97, 0/96)$	$(-0/63, 0/77, 2/18)$		$(-2/15, -0/43, 1/28)$	$(-0/63, 0/76, 2/17)$
S_2	$(-0/31, 0/71, 1/72)$	$(-0/76, -0/18, 0/38)$	S_3	$(-0/29, 1/79, 3/88)$	$(-3/99, -1/42, 1/14)$	S_{12}	$(-1/97, 2/43, 6/84)$	$(-3/13, -0/53, 2/06)$
	$(-0/76, -0/18, 0/38)$	$(-0/19, 0/11, 0/4)$		$(-3/99, -1/42, 1/14)$	$(-0/94, 2/19, 5/34)$		$(-3/13, -0/53, 2/06)$	$(-0/85, 0/63, 2/12)$
S_3	$(-0/97, 1/87, 4/72)$	$(-3/19, -0/63, 1/92)$	S_4	$(-1/25, 1/49, 4/24)$	$(-2/28, -0/27, 1/73)$	S_{13}	$(-1/8, 2/32, 6/46)$	$(-2/53, -0/49, 1/53)$
	$(-3/19, -0/63, 1/92)$	$(-1/15, 1/05, 3/25)$		$(-2/28, -0/27, 1/73)$	$(-0/89, 0/5, 1/91)$		$(-2/53, -0/49, 1/53)$	$(-0/42, 0/57, 1/55)$
S_4	$(-0/98, 0/98, 2/96)$	$(-3/01, -0/61, 1/78)$	S_5	$(-0/84, 2/07, 4/98)$	$(-4/98, -1/59, 1/68)$	S_{14}	$(-2/02, 3/08, 8/19)$	$(-2/32, -0/54, 1/23)$
	$(-3/01, -0/61, 1/78)$	$(-1/54, 1/32, 4/19)$		$(-4/98, -1/59, 1/68)$	$(-1/49, 2/08, 5/65)$		$(-2/32, -0/54, 1/23)$	$(-0/21, 0/39, 1/01)$
S_5	$(-0/71, 1/66, 4/03)$	$(-2/48, -0/39, 1/69)$	S_{11}	$(-0/95, 0/93, 2/82)$	$(-1/99, -0/32, 1/34)$	S_{15}	$(-2/42, 3/24, 8/19)$	$(-2/74, -0/61, 1/51)$
	$(-2/48, -0/39, 1/69)$	$(-0/99, 0/64, 2/29)$		$(-1/99, -0/32, 1/34)$	$(-0/7, 0/76, 2/17)$		$(-2/74, -0/61, 1/51)$	$(-0/35, 0/47, 1/3)$

در گام بعدی با در نظر گرفتن نتایج جدول ۵ تا ۷ مقادیر EC_k و EC_k و همچنین مقادیر ES_k و ES_k را با توجه به $\lambda = 0,5$ محاسبه و در گام آخر با دفازی سازی که باروش مرکز ثقل انجام شد و با توجه به رابطه ۲۹ مقدار $ELRT_k$ و $ELRT_k$ را محاسبه و در جدول ۹ آورده می شود.

جدول ۹. مقادیر آماره $ELRT_k$ و $ELRT_k$

K	$ELRT_k$	K	$ELRT_k$	K	$ELRT_k$	K	$ELRT_k$	k	$ELRT_k$	k	$ELRT_k$
۱	۲/۸۷۱۰۷۵	۶	۲/۸۴۵۸۶۷	۱۱	۴/۴۶۹۷۸۵	۱	۱۵/۲۳۶۴۱	۶	۱۱/۰۲۰۸۳	۱۱	۱۱/۸۱۲۶۱
۲	۸/۲۰۰۰۸۹	۷	۱۸/۵۵۵۵۹۹	۱۲	۱/۶۰۵۳۸۹	۲	۳/۶۱۰۰۰۷	۷	۵/۱۲۸۹۱۵	۱۲	۱۳/۸۷۷۶۲

K	$ELRT_k$	K	$ELRT_k$	K	$ELRT_k$	K	$ELRT_k$	k	$ELRT_k$	k	$ELRT_k$
۳	۱/۱۵۷۸۸۵	۸	۱۱/۸۲۱۲۲	۱۳	۴/۵۰۸۴۶۱	۳	۱۵/۶۳۳۴۶	۸	۶/۳۰۴۹۳۹	۱۳	۳/۲۲۷۳۰۸
۴	۸/۷۴۹۹۶۵	۹	۹/۰۱۱۴۷۲	۱۴	۵/۴۸۰۳۴۹	۴	۳/۳۵۷۷۵۷	۹	۸/۴۶۷۹۸۸	۱۴	۶/۵۰۸۶۱
۵	۴/۳۲۴۸۶۸	۱۰	۶/۳۷۹۵۳۲	۱۵	۵/۸۱۲۶۴۹	۵	۱۰/۹۳۴۶۳	۱۰	۱۲/۹۴۲۸۵	۱۵	۰/۲۵۰۷۱

حد بالای کنترل برای هر ۲ پروفایل فازی زمان تحویل و همچنین کیفیت ۱۹,۲ در نظر گرفته شده است تا ARL تحت کنترلی تقریباً برابر با ۲۰۰ داشته باشد.

تحلیل حساسیت

با انجام محاسبات موردنیاز که در جدول ۷ برای ۱۵ نمونه انجام شده است، مشاهده می شود که با توجه به تغییرات ایجادشده در نمونه ۱۶ نمودار کنترل قادر به شناسایی این تغییرات می باشد. با توجه به اینکه رابطه بین متغیرهای مستقل و پاسخ به صورت خطی می باشد، هرگونه تغییر در این خط موجب شناسایی در نمودار کنترل می شود. برای مثال با ایجاد تغییرات در شیب ها و عرض از مبدأ این خط، تغییرات ایجادشده در مورد نمونه ۱۶ توسط نمودار شناسایی شده است. در واقع تغییرات ایجادشده در مقادیر عرض از مبدأ و شیب موجب تغییر در شاخص های فرآیند تحویل و کیفیت تأمین کننده می شود و این تغییرات باعث اختلال در روند همکاری می شود که نمودار ارائه شده این موضوع را به درستی نمایش می دهد. در جدول ۱۰ تحلیل حساسیت مدل آورده شده است.

جدول ۱۰. تحلیل حساسیت بر اساس شیب در عرض از مبداها و شیب ها برای هر ۲ پروفایل

فازی

طول دنباله تا نمایش خارج از کنترل (ARL)	مقدار شیب در $\beta_{32}(*\sigma)$	مقدار شیب در $\beta_{31}(*\sigma)$	مقدار شیب در $\beta_{22}(*\sigma)$	مقدار شیب در $\beta_{21}(*\sigma)$	مقدار شیب در $\beta_{12}(*\sigma)$	مقدار شیب در $\beta_{11}(*\sigma)$	مقدار شیب در $\beta_{02}(*\sigma)$	مقدار شیب در $\beta_{01}(*\sigma)$	
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۴	۱
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۴	۰	۲

طول دنباله تا نمایش خارج از کنترل (ARL)	مقدار شیفت در $\beta_{32}(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_{31}(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_{22}(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_{21}(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_{12}(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_{11}(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_{02}(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_{01}(*\sigma)$	
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۰	۰	۳
۱	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۰	۰	۰	۴
۱	۰	۰	۰	۰/۲	۰	۰	۰	۰	۵
۱	۰	۰	۰/۲	۰	۰	۰	۰	۰	۶
۱	۰	۰/۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷
۱	۰/۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸
۱	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۰	۰/۵	۰	۹
۱	۰	۰	۰	۰/۱	۰	۰	۰	۰/۵	۱۰
۱	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵	۰	۱۱
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۰	۰/۵	۱۲
۱	۰	۰	۰/۲	۰	۰/۲	۰	۰/۲	۰	۱۳
۱	۰	۰	۰	۰/۲	۰	۰/۲	۰	۰/۸	۱۴
۱	۰/۲	۰	۰/۲	۰	۰/۲	۰	۰/۲	۰	۱۵
۱	۰	۰/۲	۰	۰/۲	۰	۰/۲	۰	۱	۱۶
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۴	۰	۱	۱۷
۱	۰/۲	۰	۰/۲	۰	۰/۴	۰	۱	۰	۱۸
۱	۰	۰/۲	۰	۰/۴	۰	۰/۴	۰	۱	۱۹
۱	۰/۲	۰	۰/۴	۰	۰/۸	۰	۱/۵	۰	۲۰
۱	۰	۰/۴	۰	۱	۰	۱	۰	۱/۵	۲۱
۱	۱	۰	۱/۵	۰	۱/۵	۰	۱/۵	۰	۲۲

بحث در نتایج

باید توجه داشت که کنترل در سطح فعلی لزوماً به معنای خوب بودن رابطه نیست. بلکه به این معنی است که رابطه پایدار است. زنگ هشدار نشان می دهد که سطوح رابطه تغییر

کرده است و تحقیقات بیشتر برای یافتن علت(های) قابل انتساب آن تغییر ضروری است. گاهی اوقات، دلایل ممکن است بهبود زود هنگام در سطوح رابطه را نشان دهد و از این رو باید آن‌ها را تشویق کرد. در غیر این صورت، هرگونه تغییری باید حذف شود تا عملکرد زنجیره تأمین بهبود یابد و تنها با نظارت بر هزینه‌های پیش‌بینی نشده، امکان شناسایی روندها و تغییرات وجود دارد که نشان‌دهنده عملکرد ضعیف یا پتانسیل برای بهبود فرآیند در آینده است.

حال چند سناریو را می‌توان تصور نمود: در سناریوی اول در پایش زمان تحویل و کیفیت تأمین‌کننده، داده‌های نمونه ۱۶، بعد از ۱۵ بار نمونه‌گیری از زمان تحویل و بررسی کیفیت تأمین‌کننده توسط کارشناسان و خبرگان صنعت بر اساس مقیاس لیکرد از ۱ تا ۷ به صورت (۵، ۴، ۳، ۶، ۴، ۵، ۴، ۳، ۴، ۳، ۴، ۵، ۴، ۶، ۳، ۶، ۴، ۵) و (۴، ۵، ۴، ۳، ۴، ۳، ۴، ۵، ۴، ۶، ۳، ۶، ۴، ۵، ۳، ۴، ۴) برای دو متغیر پاسخ تحویل و کیفیت باشد و همچنین، در آن صورت پروفایل چندگانه به صورت زیر است:

$$y_1 = 0,2991 + 0,3922x_{11} + 0,3662x_{21} + 0,2993x_{31}$$

$$y_2 = 2,214 + 0,4166x_{11} - 0,5151x_{21} + 0,4623x_{31}$$

این پروفایل‌ها به این معنی است که شاخص‌های فرآیند تحویل تأمین‌کننده از شرایط تحت کنترل، خارج نشده است. آماره آزمون فرآیند تحویل ۱۰,۳۳۰۹ و آماره آزمون کیفیت تأمین‌کننده ۱۵,۶۵۸۹ به دست می‌آیند که داخل حدود کنترل می‌باشند، زیرا از عدد ۱۹,۲ کوچک‌تر هستند و کارشناسان نیز با مشاهده در کنترل بودن هزینه‌های غیرقابل پیش‌بینی مایل به ادامه همکاری می‌باشند. حالت بعدی زمانی است که فرآیند تحویل و کیفیت تأمین‌کننده آن ثبات گذشته را نداشته باشد، برای مثال نظر کارشناسان و خبرگان صنعت برای دو متغیر پاسخ تحویل و کیفیت به صورت (۴، ۴، ۳، ۴، ۴، ۳، ۴، ۴، ۳، ۴، ۴، ۳، ۴، ۴، ۳، ۴، ۴) و (۴، ۵، ۴، ۳، ۴، ۳، ۴، ۳، ۴، ۳، ۴، ۳، ۴، ۳، ۴، ۳) باشد. در این صورت با توجه به نمرات نسبتاً مناسب کارشناسان اینگونه به نظر می‌رسد که تأمین‌کننده دارای زمان تحویل و

طراحی مدلی برای انتخاب و پایش استراتژی همکاری با تأمین کننده ...؛ ناصری و همکاران | ۲۲۷

کیفیت در کنترلی می باشد ولی پروفایل های چندگانه زیر بدین معنی است که زمان تحویل و کیفیت تأمین کننده از شرایط تحت کنترل، خارج شده است که این توسط مدل قابل کشف است.:

$$y_1 = 1,2991 + 0,5922x_{11} + 0,6662x_{21} + 0,5993x_{31}$$

$$y_2 = 2,214 + 0,6166x_{11} - 0,8151x_{21} + 0,5623x_{31}$$

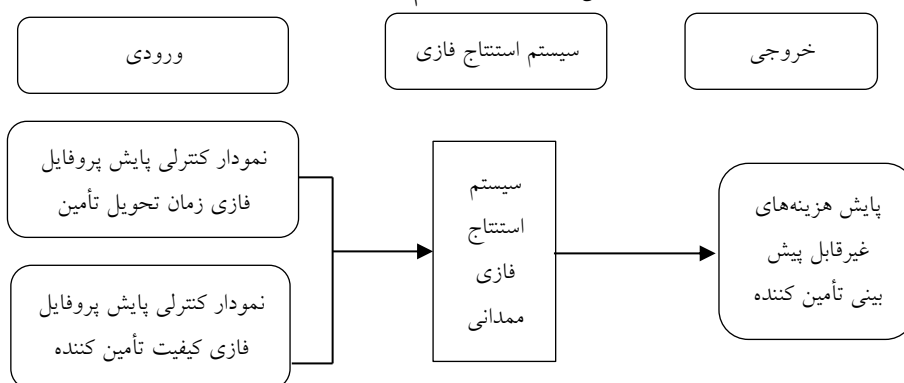
در این مورد، آماره آزمون برای پروفایل فازی زمان تحویل مقدار ۲۵,۷۷۴۶ و برای پروفایل فازی کیفیت تأمین کننده ۳۲,۴۵۹۷ به دست می آیند که چون بیشتر از ۱۹,۲ می باشد، خارج از کنترل و نیاز به بررسی بیشتر وضعیت فرآیند تحویل و کیفیت تأمین کننده می باشد و سازمان در صورت عدم اصلاح می تواند در روابط خود با تأمین کننده موردنظر تجدیدنظر نماید و از یک ضرر هنگفت در صنعت خود جلوگیری کند.

اهمیت و ارزش مدل پایش در اینجا بیشتر قابل فهم است که در حالت عادی و صرفاً با نظر کارشناسان نمی توان تشخیص خارج از کنترل بودن را داد و ممکن است این روند که اخلال در هزینه های پیش بینی نشده از طرف تأمین کننده هست و باعث از دست دادن بازار توسط سازمان می شود برای مدت طولانی ادامه داشته باشد و عملاً سهم بازار سازمان از بین خواهد رفت و ممکن است این فرصت از دست رفته دیگر قابل جبران نباشد ولی با تشکیل یک رابطه رگرسیونی چندگانه متشکل از همه متغیرهای مهم مرتبط با فرآیند تحویل و کیفیت برای سازمان و صنعت موردنظر و پایش هم زمان همه آنها می توان در کمترین زمان ممکن به هشدار خارج از کنترل بودن هزینه های پیش بینی نشده تأمین کننده رسید و مدیران را برای یک تصمیم گیری در ارتباط با تأمین کننده موردنظر و نوع همکاری با تأمین کننده به جمع بندی رساند.

سیستم استنتاج فازی

ما از سیستم استنتاج فازی برای ایجاد یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری برای چگونگی تعامل با تأمین‌کننده استفاده می‌کنیم. در شکل ۳ ساختار سیستم خبره فازی آورده شده است.

شکل ۳. ساختار سیستم خبره فازی



در مورد پایش پروفایلی تأمین‌کننده سه حالت ممکن است به وجود بیاید. حالت اول زمانی است که نمودارهای کنترلی برای مدت‌زمان طولانی حالت تحت کنترل را نشان بدهند. حالت دوم زمانی هست که نمودارهای کنترلی یک هشدار خارج از کنترل می‌دهند و مشکل تأمین‌کننده در کوتاه‌مدت حل و شرایط به حالت طبیعی و تحت کنترل می‌رسد و حالت سوم در صورتی اتفاق می‌افتد که هشدارهای خارج از کنترل در زمان‌های متفاوت و به صورت مکرر داده می‌شود و عملاً عملکرد تأمین‌کننده در طول زمان دچار اختلال می‌شود. در هر یک از سه حالت مدیران باید سازمان استراتژی مناسب را برای همکاری با تأمین‌کننده اتخاذ نمایند.

در حالت اول اگر تأمین‌کننده در طول زمان پایش دارای شرایط تحت کنترل باشد، می‌توان وارد یک همکاری بلندمدت و استراتژیک با تأمین‌کننده شد که این کار هزینه‌های سازمان را در دو زمینه عملیاتی و استراتژیک کاهش می‌دهد و با ایجاد یک رابطه پایدار نگرانی را از بابت تأمین مواد اولیه، محصولات و خدمات از بین می‌برد. با

تمرکز بر ایجاد و توسعه روابط بلندمدت، هر دو طرف فعالانه به دنبال اجتناب از هرگونه هزینه‌های غیرضروری باشند که ممکن است ناشی از مناقصه مجدد، مذاکره مجدد یا مجبور به خروج زود هنگام از قرارداد موجود باشد. روابط بهتر و افزایش تعامل منجر به حوادث کمتر یا مسائل مربوط به عملکرد ضعیف می‌شود که به نوبه خود منجر به کاهش هزینه‌ها برای مدیریت رابطه می‌شود و همچنین روابط بلندمدت این فرصت را برای سازمان فراهم می‌کند تا تأمین کننده را در فرآیند بهبود مستمر محصولات و خدمات ارائه شده و سطوح خدمات همراه درگیر کند. این را می‌توان از طریق توسعه محصول، توسعه فرآیندها و رویه‌های جدید در طول قرارداد به دست آورد. (حالت خیلی خوب)

در حالت دوم اگر در پایش پروفایلی نمودارهای کنترلی هشدار دادند سازمان باید کانال‌های ارتباطی منظم و شفاف را با تأمین کننده خود ایجاد کند تا در کمترین زمان ممکن مشکلات تأمین کننده متناسب با اختلال پیش آمده شناسایی و برطرف شود و حتی الامکان آثار ناشی از اختلال کاهش داده شود و تأمین کننده دوباره به روند تحت کنترل بودن برگردانده شود. در این حین میزان سفارش از تأمین کننده کاهش پیدا می‌کند (حالت قابل قبول).

در حالت سوم تأمین کننده به طور مستمر دچار اختلال و از نمودارهای کنترلی هشدار خارج از کنترل صادر شود. در این صورت سازمان برای جلوگیری از ضرر هنگفت و خارج شدن از فضای رقابتی بازار می‌تواند قرارداد را لغو و یا میزان سفارش‌ها را در هر مرحله به طور پیوسته کاهش دهد و به همان میزان به دیگر تأمین کننده یا تأمین کنندگان مطمئن تر واگذار نماید. (حالت ضعیف)

همان‌طور که در جدول ۱۱ آورده شده است ورودی‌ها و خروجی به صورت متغیرهای زبانی می‌باشند که به صورت اعداد فازی درآورده می‌شود. در این تحقیق از روش استنتاج فازی ممدانی استفاده شده است زیرا محبوب‌ترین روش برای مدل‌سازی و ارزیابی با داده‌های نامطمئن می‌باشد [۳۵].

جدول ۱۱. ورودی‌ها و خروجی سیستم استنتاج فازی

متغیر	متغیر زبانی	اعداد فازی ذوزنقه‌ای متناظر
ورودی	نمودار کنترلی پایش پروفایل فازی زمان تحویل تأمین کننده	ضعیف (۰/۴, ۰/۲, ۰/۰)
		قابل قبول (۰/۶, ۰/۴, ۰/۲) (۰/۸)
		خیلی خوب (۱, ۱, ۰/۸, ۰/۶)
	نمودار کنترلی پایش پروفایل فازی کیفیت	ضعیف (۰/۴, ۰/۲, ۰/۰)
		قابل قبول (۰/۶, ۰/۴, ۰/۲) (۰/۸)
		خیلی خوب (۱, ۱, ۰/۸, ۰/۶)
خروجی	عدم همکاری با تأمین کننده (۰/۳, ۰/۱۵, ۰/۰)	
	ادامه همکاری طبق قرارداد با تأمین کننده (۰/۵, ۰/۳۵, ۰/۱۵) (۰/۷)	
	همکاری استراتژیک و بلندمدت با تأمین کننده (۱, ۱, ۰/۷, ۰/۵۵)	

جدول ۱۲. قانون‌های سیستم استنتاج فازی

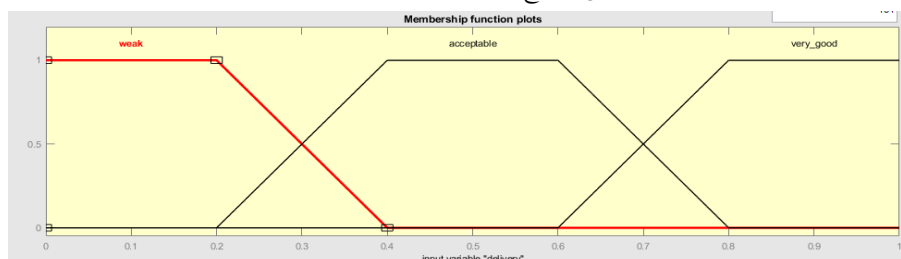
ردیف	اگر		آنگاه
	وضعیت نمودار کنترلی پایش پروفایل فازی زمان تحویل تأمین کننده	وضعیت نمودار کنترلی پایش پروفایل فازی کیفیت تأمین کننده	
۱	ضعیف	ضعیف	عدم همکاری با تأمین کننده
۲	ضعیف	قابل قبول	عدم همکاری با تأمین کننده
۳	ضعیف	خیلی خوب	عدم همکاری با تأمین کننده
۴	قابل قبول	ضعیف	عدم همکاری با تأمین کننده
۵	قابل قبول	قابل قبول	ادامه همکاری طبق قرارداد با تأمین کننده
۶	قابل قبول	خیلی خوب	ادامه همکاری طبق قرارداد با تأمین کننده
۷	خیلی خوب	ضعیف	عدم همکاری با تأمین کننده

ردیف	اگر	آنگاه
	وضعیت نمودار کنترلی پایش پروفایل فازی زمان تحویل تأمین کننده	وضعیت نمودار کنترلی پایش پروفایل فازی کیفیت تأمین کننده
۸	خیلی خوب	ادامه همکاری طبق قرارداد با تأمین کننده
۹	خیلی خوب	همکاری استراتژیک و بلندمدت با تأمین کننده

همان طور که در بالا اشاره شد برای پایش پروفایل فازی زمان تحویل تأمین کننده و همچنین پروفایل فازی کیفیت تأمین کننده سه حالت وجود دارد؛ که با توجه به انواع حالات ممکنه قانونها به صورت جدول ۱۲ آورده می شود.

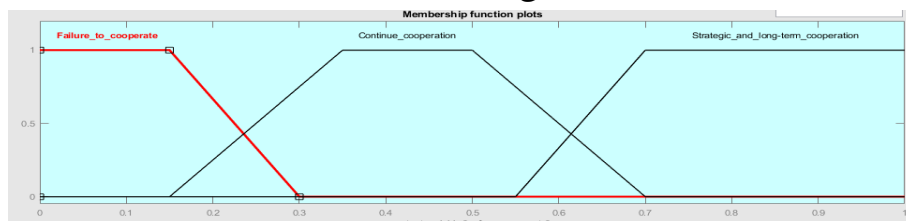
شکل ۴ تابع عضویت فازی ورودی اول و MF های آن را نشان می دهد. همان طور که مشاهده شد MF۱ دوزنقه ای با دامنه های مختلف برای آن داریم که میزان عضویت متفاوتی را در هر نقطه نشان می دهد.

شکل ۴. تابع عضویت فازی ورودی اول



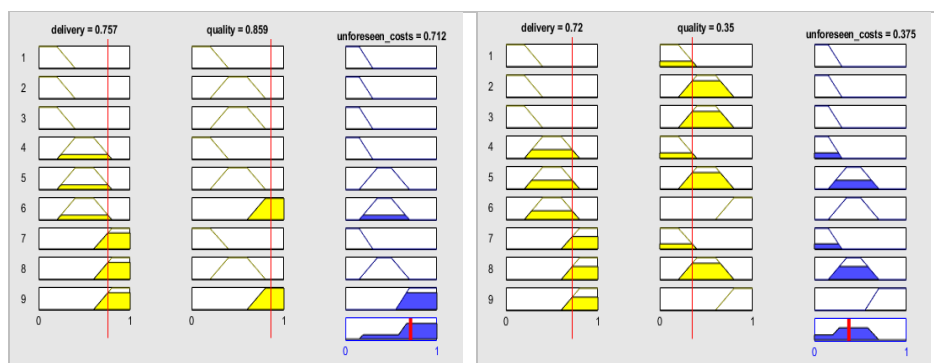
شکل ۵ تابع عضویت فازی خروجی نوع ارتباط با تأمین کننده بر اساس هزینه های پیش بینی نشده را نشان می دهد.

شکل ۵. تابع عضویت فازی خروجی



با استفاده از نرم‌افزار متلب و با توجه به ورودی‌های مختلف می‌توان خروجی‌های زیر را دریافت کرد برای نمونه در شکل ۶ زیر دو نمونه خروجی آورده شده است.

شکل ۶. گرفتن خروجی بر اساس ورودی‌های مختلف

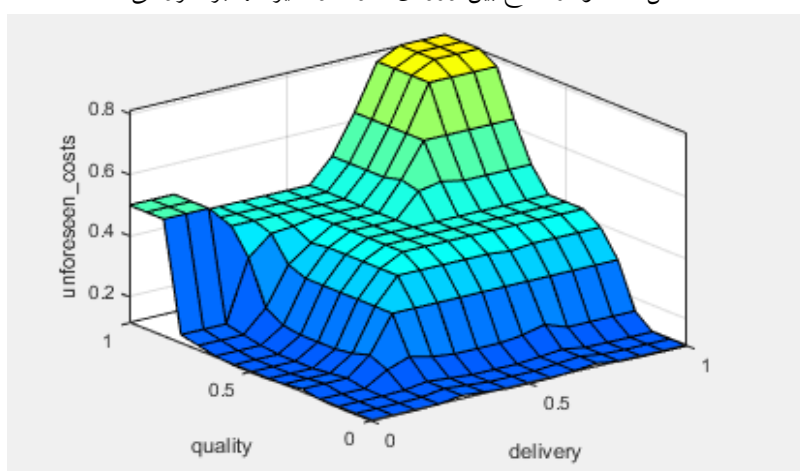


در شکل سمت راست اگر ورودی نمودار کنترلی پایش پروفایل فازی زمان تحویل تأمین کننده ۰,۷۲ و ورودی نمودار کنترلی پایش پروفایل فازی کیفیت تأمین کننده ۰,۳۵ در نظر گرفته شود. مقدار خروجی ۰,۳۷۵ هست که با توجه به هزینه‌های پیش‌بینی نشده، سازمان می‌تواند با تأمین کننده موردنظر طبق قرارداد به ادامه همکاری پردازد؛ و در شکل سمت چپ اگر ورودی نمودار کنترلی پایش پروفایل فازی زمان تحویل تأمین کننده ۰,۷۵۷ و ورودی نمودار کنترلی پایش پروفایل فازی کیفیت تأمین کننده ۰,۸۵۹ در نظر گرفته شود، مقدار خروجی ۰,۷۱۲ می‌باشد که با توجه به هزینه‌های پیش‌بینی نشده، سازمان می‌تواند با تأمین کننده موردنظر همکاری استراتژیک و بلندمدت داشته باشد.

با تغییر در نمودارهای کنترلی پایش پروفایل فازی زمان تحویل و کیفیت تأمین کننده در طول زمان، استراتژی همکاری با تأمین کننده می‌تواند تغییر کند و مدل همکاری با

تأمین کننده در طول زمان تحت پایش قرار می گیرد و در صورت تغییر در شرایط تأمین کننده با توجه به شاخص های عملکردی، استراتژی همکاری با تأمین کننده هم می تواند تغییر کند. در شکل ۷ نمودار سطح بین ورودی ۱ و ۲ و تأثیر آنها بر خروجی آورده شده است.

شکل ۷. نمودار سطح بین ورودی ۱ و ۲ و تأثیر آنها بر خروجی



نتیجه گیری

یک رابطه موفق هم به تأمین کنندگان و هم به خریداران نیاز دارد تا از تغییر روابط خود به عنوان رقبا و تغییر فضای بازار آگاه باشند و متوجه شوند که رابطه خریدار و تأمین کننده روندی دوطرفه است. فقط با نظارت بر روابط در طول زمان، می توان روندها و تغییراتی را که از عملکرد ضعیف بالقوه در آینده خبر می دهند، شناسایی کرد. قبل از تأثیر منفی در مشارکت باید علت عملکرد ضعیف را بررسی و برطرف کرد. واضح است که شرکت ها منابع مدیریتی زیادی را صرف نظارت و مدیریت روابط با تأمین کنندگان مهم خود می کنند. پایش تأمین کنندگان در طول مدت همکاری می تواند به عنوان ابزاری قوی در دست سازمان ها و شرکت ها باشد تا بتوانند به کنترل فعالیت های تأمین کننده در قبال سازمان و شرکت پردازند و هرگاه تأمین کننده در هر لحظه از زمان همکاری شرایط لازم

سازمان را جهت انجام همکاری از دست دهد به تغییر استراتژی با تأمین کننده موردنظر پردازند.

ارزشمند بودن مدل پایش به این است که در حالت عادی و صرفاً با نظر کارشناسان ممکن است نتوان تشخیص خارج از کنترل بودن را داد و ممکن است این روند که اخلال در فرآیند تحویل و کیفیت تأمین کننده هست و هزینه‌های پیش‌بینی نشده‌ای را تحمیل می‌کند باعث از دست دادن بازار توسط سازمان شود و اگر برای مدت طولانی ادامه داشته باشد عملاً سهم بازار سازمان از بین خواهد رفت و در دنیای رقابتی امروز عملاً باعث نابودی سازمان و صنعت موردنظر می‌شود و ممکن است این فرصت ازدست‌رفته دیگر قابل جبران نباشد ولی با تشکیل یک رابطه رگرسیونی چندگانه متشکل از همه متغیرهای مهم فرآیند تحویل و کیفیت برای سازمان و صنعت موردنظر و پایش جداگانه آن‌ها و با استفاده از سیستم استنتاج فازی می‌توان در کمترین زمان ممکن به هشدار خارج از کنترل بودن هزینه‌های پیش‌بینی نشده تأمین کننده رسید و این فرصت را به مدیران برای تصمیم‌گیری در ارتباط با ادامه همکاری یا تصحیح روند به وجود آمده داد و عملاً سازمان را از یک ضرر هنگفت و غیرقابل جبران نجات داد.

هزینه‌های پیش‌بینی نشده تأمین کنندگان در صنعت خودرو به‌عنوان یک سازمانی که متولی پروژه‌های حساس و بزرگ ملی هست بسیار دارای اهمیت است. تأمین کننده ممکن است در زمان انتخاب توسط سازمان دارای شرایط موردنظر باشد ولی در طول زمان همکاری به دلایل مختلف دچار ضعف در حوزه‌های مختلف شود و اگر سازمان به پایش تأمین کننده در طول زمان نپردازد و دیرتر از زمان مشخص به ضعف تأمین کننده پی ببرد ممکن است خسارت‌های جبران‌ناپذیری را متحمل شود و چالش‌های زیادی ایجاد شده و بر مشتری نهایی نیز تأثیرگذار خواهد بود. لذا پایش تأمین کننده در طول زمان همکاری و یافتن نقطه تغییر عملکرد تأمین کننده در کمترین زمان لازم می‌تواند به سازمان و شرکت در جهت اخذ استراتژی مناسب کمک کند.

در این مقاله متمرکز بر پایش عملکرد و انتخاب و پایش استراتژی همکاری با تأمین کننده می‌باشد. هزینه‌های پیش‌بینی نشده به‌عنوان شاخص عملکردی تأمین کننده مورد بررسی قرار گرفته شد و عوامل ناشناخته هزینه‌های پیش‌بینی نشده بر اساس داده‌های معاملات گذشته تأمین‌کنندگان از نظر زمان تحویل و کیفیت محصول اندازه‌گیری می‌شوند. یک مدل برای پایش پروفایلی فازی چندگانه برای فرآیند تحویل و کیفیت برای کنترل هزینه‌های پیش‌بینی نشده تأمین کننده ارائه شد که فرآیند تحویل و کیفیت را برای سازمان‌هایی که زمان تحویل و کیفیت محصولات تأمین کننده نقش بسزایی در تولید و قیمت محصول نهایی آن‌ها و حفظ بازار آن‌ها دارد را در طول زمان در شرایط فازی پایش و بررسی می‌کند. با مطالعه کتابخانه‌ای و استفاده از نظر نخبگان و کارشناسان صنعت مورد نظر شاخص‌های مربوط با فرآیند تحویل و کیفیت را به‌عنوان متغیرهای مستقل استخراج و زمان تحویل و کیفیت به‌عنوان متغیرهای پاسخ در قالب دو رگرسیون فازی چندگانه به صورت جداگانه در نظر گرفته شد.

برای پایش پروفایل فازی از روش T^2 مبنی بر تفاوت‌های متوالی در فاز ۱ و روش نسبت درستی در فاز ۲ استفاده شد و داده‌های تاریخی با استفاده از نمره دهی بر اساس مقیاس لیکرد و تبدیل به داده‌های کمی فازی توسط کارشناسان صنعت با نمونه برداری از بررسی فرآیند تحویل، کیفیت و ریسک با بحث و بررسی صورت پذیرفت. در فاز اول پارامترهای مدل به دست آورده و پایش شد. در فاز دوم با شبیه‌سازی داده‌های در کنترل به بررسی کارایی مدل در پیدا کردن هشدار پرداخته شد و با بررسی حالات مختلف برای نمودارهای کنترلی زمان تحویل و کیفیت و با استفاده از ابزار سیستم استنتاج فازی در صورت بروز هرگونه عدم رضایت در هزینه‌های پیش‌بینی نشده در سریع‌ترین زمان ممکن هشدار به سازمان داده شود تا به بررسی مشکل و تصمیم‌گیری برای ادامه یا قطع همکاری با تأمین کننده پردازد.




در این مطالعه می‌توان چند بینش مدیریتی استراتژیک مهم را در نظر گرفت. اول اینکه پایش زمان تحویل و کیفیت محصولات تأمین‌کنندگان به صورت جداگانه نشان می‌دهد که مدیریت به‌طور دقیق و مستمر عملکرد تأمین‌کنندگان را رصد می‌کند. دوم

اینکه استفاده از سیستم هوشمند استنتاج فازی برای تصمیم‌گیری در مورد مدل همکاری با تأمین‌کنندگان نشان می‌دهد که مدیریت از ابزارهای پیشرفته تحلیلی برای بهبود فرآیندها استفاده می‌کند. سوم اینکه انتخاب مدل همکاری با تأمین‌کنندگان بر اساس ارزیابی عملکرد آن‌ها نشان می‌دهد که مدیریت به دنبال ایجاد روابط بلندمدت و پایدار با تأمین‌کنندگان است و چهارم اینکه پایش و ارزیابی مداوم تأمین‌کنندگان و تطبیق مدل همکاری با آن نشان می‌دهد که مدیریت به دنبال بهبود مستمر فرآیندها و روابط با تأمین‌کنندگان است. در مجموع، این رویکرد مدیریتی نشان می‌دهد که سازمان به دنبال ایجاد یک زنجیره تأمین چابک و پاسخگو است که بر اساس ارزیابی عملکرد و استفاده از ابزارهای تحلیلی پیشرفته، روابط بلندمدت و پایدار با تأمین‌کنندگان را ایجاد می‌کند. در این تحقیق برای بررسی و پایش واقع‌بینانه تأمین‌کننده می‌توان از بقیه شاخص‌های ارزیابی تأمین‌کننده در کنار شاخص فرآیند تحویل، کیفیت و ریسک بهره برد.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

ORCID

Poorya Naseri  <https://orcid.org/0009-0005-8544-2880>
Mortaza Abbasi  <https://orcid.org/0000-0002-0926-6644>
Karim Atashgar  <https://orcid.org/0000-0003-3738-2703>

References

- 1 Amy H.I. Lee., (2007). *A fuzzy AHP evaluation model for buyer–supplier relationships with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks*. International Journal of Production Research, 47:15, 4255-4280. DOI:10.1080/00207540801908084.
- 2 Talluri, S.; Sarkis, J. (2002). *A model for performance monitoring of suppliers*. Int. J. Prod. Res, 40, 4257–4269. DOI:10.1080/00207540210152894.
- 3 Dey, P.K.; Bhattacharya, A.; Ho, W. (2015). *Strategic supplier performance evaluation: A case-based action research of a UK manufacturing organization*. Int. J. Prod. Econ, 166, 192–214. DOI:10.1016/j.ijpe.2014.09.021.
- 4 Chen, S.-P., and W. Y. Wu. (2017). *A Systematic Procedure to Evaluate an Automobile Manufacturer–Distributor Partnership*. European Journal of Operational Research 205 (3): 687–698. DOI:10.1016/j.ejor.2010.01.036.
- 5 Villena, V. H., and C. W. Craighead. (2017). *On the Same Page? How Asymmetric Buyer–Supplier Relationships Affect Opportunism and Performance*. Production and Operations Management 26: 491–508. DOI:10.5465/AMBPP.2015.11040abstract.
- 6 Son, B. G., C. Kocabasoglu-Hillmer, and S. Roden. (2016). *A Dyadic Perspective on Retailer–Supplier Relationships Through the Lens of Social Capital*. International Journal of Production Economics 178: 120–131. DOI:10.1016/j.ijpe.2016.05.005.
- 7 Faraz, A, Z. Zacharia, M. Gerschberger. (2016). *Make Sure You Understood Your Strategic Partner in Your Buyer–Supplier Relationship*. IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), December 4–7, Bali, Indonesia. DOI:10.1109/IEEM.2016.7797992.
- 8 Faraz, A., Sanders, N., Zacharia, Z., Gerschberger, M., (2018). *Monitoring type B buyer–supplier relationships*. International Journal of Production Research. DOI:10.1111/j.1745-493X.1998.tb00292.x.
- 9 Autry, C. W., B. D. Williams, and S. Golicic. (2014). *Relational and Process Multiplexity in Vertical Supply Chain Triads: An Exploration in the U.S. Restaurant Industry*. Journal of Business Logistics 35 (1): 52–70. DOI:10.1111/jbl.12034
- 10 Suraraksa, J., Shin, K.S., (2019). *Comparative Analysis of Factors for Supplier Selection and Monitoring: The Case of the Automotive Industry in Thailand*. Sustainability. <https://doi.org/10.3390/su11040981>.
- 11 Liang C., & Li Q., (2006). *Manufacturing execution systems (MES) assessment and investment decision study*. In: Proceedings of 2006

- IEEE international conference on systems, and cybernetics, Taipei, Taiwan, pp.5285–5290, DOI:10.1109/ICSMC.2006.385148.
- 12 Dey, P.K.; Cheffi, W. (2013). *Green supply chain performance measurement using the analytic hierarchy process: A comparative analysis of manufacturing organisations*. *Prod. Plan. Control*, 24, 702–720, DOI:10.1080/09537287.2012.666859
 - 13 Yakovleva, N.; Sarkis, J.; Sloan, T. (2012). *Sustainable benchmarking of supply chains: The case of the food industry*. *Int. J. Prod. Res.*, 50, 1297–1317, DOI:10.1080/00207543.2011.571926.
 - 14 Giannakis M, Dubey R, Vlachos I, Ju Y, (2019). *Supplier sustainability performance evaluation using the analytic network process*. *Journal of Cleaner Production*. DOI:10.1016/j.jclepro.2019.119439
 - 15 Pradhan, S.K., Routroy, S. (2016). *Improving supply chain performance by Supplier Development program through enhanced visibility*. 6th International Conference of Materials Processing and Characterization, DOI:10.1016/j.matpr.2017.11.613
 - 16 Torres-Ruiz, Aineth, Ravindran, A. Ravi. (2017). *Multiple Criteria Framework for the Sustainability Risk Assessment of a Supplier Portfolio*. *Journal of Cleaner Production*. DOI:10.1016/j.jclepro.2017.10.304.
 - 17 Maestrini, V., Luzzini, D., Caniato, F., Ronchi, S. (2018). *Effects of monitoring and incentives on supplier performance: an agency theory perspective*. *International Journal of Production Economic*. DOI:10.1108/IJOPM-10-2016-0589.
 - 18 Wang, J., Swartz, C.L.E., Corbett, B., Huang, K., (2020). *Supply Chain Monitoring Using Principal Component Analysis*. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 59, 12487–12503, DOI:10.1021/acs.iecr.0c01038.
 - 19 Duan, Y., Hofer, C., Aloysius, J., (2020). *Consumers care and firms should too: On the benefits of disclosing supplier monitoring activities*. *Journal of Operations Management*, 1-22. DOI:10.5465/AMBPP.2020.20405abstract.
 - 20 Shafiq, A., Johnson, P. F., Klassen, R. D., (2022). *monitoring: implications for buyer performance*. *International Journal of Operations & Production Management*, DOI:10.1108/IJOPM-03-2021-0149.
 - 21 Hu, O., Hu, J., Yang, Z., (2022). *Performance implications of peer monitoring among suppliers*, *Journal of Marketing and Logistics*, ISSN: 1355-5855. DOI:10.1108/APJML-02-2022-0158.
 - 22 Changalima, I, A., Ismail, A, J., Mchopa, A., D., (2023). *Effects of supplier selection and supplier monitoring on public procurement*

- efficiency in Tanzania: a cost-reduction perspective. Journal of Management.* DOI:10.1108/XJM-04-2022-0077.
- 23 Eilon, W.-G. and Christofides (1971). *Distribution Management: Mathematical Modelling and Practical Analysis*, Charles Griffin and Company, London. DOI:10.1109/TSMC.1974.4309370.
- 24 H.C.W. Lau, Wan Kai Pang, Christina W.Y. Wong, (2002). *Methodology for monitoring supply chain performance: a fuzzy logic approach.* Logistics Information Management, Vol. 15 Iss 4 pp. 271 – 280. DOI:10.1108/09576050210436110.
- 25 Montgomery, D.C., (2005). *Introduction to Statistical Quality Control.* Fifth Edition, John Wiley and Sons, Inc.
- 26 Noorossana, R., Saghaei, A., Amiri, A., (2011). *Statistical Analysis of Profile Monitoring.* John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. DOI:10.1002/9781118071984.
- 27 Shyamal, A.K., and Pal, A., (2007). *Triangular fuzzy matrices*”, *Iranian Journal of Fuzzy Systems.* Vol. 4, No. 1, pp. 75-87.
- 28 Taheri, M., Mashinchi, M., (2013). *An introduction to statistics and fuzzy probability.* Shahid Bahonar Publications, Kerman. (in persian)
- 29 Arabpour A. R., and Tata, M., (2008). *Estimating the parameters of a fuzzy linear regression Model,* *Iranian Journal of Fuzzy Systems,* 2, 1-19. DOI: 10.1007/s00500-020-05331-7.
- 30 Noorossana, R., Eyvazian, M., Amiri, A., and Mahmoud, M. A. (2010b). *Statistical monitoring of multivariate multiple linear regression profiles in phase I with calibration application.* *Quality and Reliability Engineering International,* 26(3), 291–303. DOI:10.1002/qre.1066.
- 31 Eyvazian, M., Noorossana, R., Saghaie, A., and Amiri, A. (2010). *Phase II Monitoring of Multivariate Multiple Linear Regression Profiles.* Published online in *Quality and Reliability Engineering International,* DOI:10.1002/qre.1119.
- 32 N. Aissaoui, M. Haouari, and E. Hassini, (2007). *Supplier selection and order lot sizing modeling: a review.* *Computers and Operations Research,* vol. 34, no. 12, pp. 3516–3540. DOI:10.5267/j.ijiec.2010.03.007.
- 33 Pandey, Shah, and Gajjar. (2017). *A fuzzy goal programming approach for selecting sustainable suppliers.* *Benchmarking An International Journal* 24(5). DOI:10.1108/BIJ-11-2015-0110
- 34 Badri Ahmadi, H., S. Kusi-Sarpong, and J. Rezaei. (2017b). *Assessing the Social Sustainability of Supply Chains Using Best Worst Method.* *Resources, Conservation and Recycling* 126: 99–106. DOI:10.1016/j.resconrec.2017.07.020.

- 35 A. Asemi, (ECDC 2014), *Intelligent MCDM method for supplier selection under fuzzy environment*, International Journal of Information Science and Management, Special Issue, 33-40.

استناد به این مقاله: ناصری، پوریا، عباسی، مرتضی، آتشگر، کریم. (۱۴۰۳). طراحی مدلی برای انتخاب و پایش استراتژی همکاری با تأمین کننده با استفاده از پایش پروفایلی فازی هزینه‌های پیش‌بینی نشده، مطالعات مدیریت صنعتی، ۲۲(۷۳)، ۱۸۵-۲۴۰. DOI: 10.22054/jims.2024.78742.2907



Industrial Management Studies is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.