Journal of Supply Chain Management
Vol. 26, No. 2, Summer 2024, Serial No. 83
ISSN: 2008-9198 , E-ISSN: 2717-1647

Designing a Model for Supplier Strategy Selection with Monitoring of Unforeseen Costs

Poorya Naseri, Mortaza Abbasi*, Karim Atashgar

*Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, School of Management and Industrial Engineering, Malik Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

(Received: 06/11/2023, Revised: 06/01/2024, Accepted: 06/02/2024, Published: 05/09/2024)
DOR: 20.1001.1.20089198.1403.26.83.2.1

ABSTRACT

Supplier cooperation strategy plays an important role in the strength of the organization in today's market. The ability to monitor supplier performance and monitor the cooperation strategy between the organization and the supplier is a critical capability to maintain a strong organization-supplier relationship. This article examines the selection of the cooperation model with the supplier and monitoring the cooperation strategy over time by continuously monitoring the performance of the supplier over time. In this paper, a multi-variable multi-profile monitoring model is presented in two stages for monitoring the supplier's unanticipated costs. In the first step, criteria and indicators to evaluate the delivery process, quality are extracted according to library resources and the opinion of experts and elites of the industry. In the next phase, in the first phase of monitoring, using the T^2 method, model parameters based on successive differences are calculated and monitored, and in the second phase, the likelihood ratio method is used to monitor the supplier's unforeseen costs over time. to show its control chart in the shortest possible time if there is a warning. In the last stage, by using the results of the profile of the delivery process and the quality and monitoring of the unforeseen costs, a decision is made regarding the selection and monitoring of the cooperation strategy with the supplier. This model has been implemented in the automotive industry of Iran Khodro Company and the supplier of gearbox parts by Niro Travezah Company.

Keywords: Supplier Cooperation Strategy, Unanticipated Cost, Quality, Delivery, Multivariate Multi-Profile Monitoring

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

Publisher: Imam Hussein University © Authors

* Corresponding Author Email: morabbasi@gmail.com

نشریه «مدیریت زنجیره تامین»
سال بیست و ششم، شماره ۸۳، تابستان ۱۴۰۳؛ ص ۳۴-۱۷
شاپای چاپی: ۲۰۰۸-۹۱۹۸| شاپای الکترونیکی: ۲۷۱۷-۱۶۴۷

علمی – پژوهشی

طراحی مدلی برای انتخاب راهبرد همکاری با تأمین‌کننده با پایش هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده

پوریا ناصری [۱]، مرتضی عباسی [۲*]، کریم آتشگر [۳]

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران۲- استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران۳- دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

DOR: 20.1001.1.20089198.1403.26.83.2.1

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۳۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۰/۱۶ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۶/۱۵

چکیده

راهبرد همکاری با تأمین‌کننده نقش مهمی در قدرت سازمان در بازار امروز دارد. توانایی نظارت بر عملکرد تأمین‌کننده و پایش راهبرد همکاری بین سازمان و تأمین‌کننده یک قابلیت حیاتی برای حفظ رابطه قوی سازمان و تأمین‌کننده است. این مقاله با پایش مستمر عملکرد تأمین‌کننده در طول زمان به بررسی انتخاب مدل همکاری با تأمین‌کننده و پایش راهبرد همکاری در طول زمان می‌پردازد. در این مقاله یک مدل پایش پروفایلی چندگانه چندمتغیره در دو مرحله برای پایش هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده تأمین‌کننده ارائه‌شده است. در گام نخست معیارها و شاخص‌ها برای ارزیابی فرآیند تحویل و کیفیت با توجه به منابع کتابخانه‌ای و نظر کارشناسان و نخبگان صنعت موردنظر استخراج می‌شود. در مرحله بعد، در فاز یک‌پایش با استفاده از روش T^2 پارامترهای مدل مبنی بر تفاوت‌های متوالی محاسبه و پایش می‌شوند و در فاز دوم از روش نسبت درست‌نمایی برای نظارت بر هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده تأمین‌کننده 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 پروفایل فرآیند تحویل و کیفیت و پایش هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده به تصمیم‌گیری در مورد انتخاب و پایش راهبرد همکاری با تأمین‌کننده پرداخته می‌شود. این مدل در صنعت خودروسازی (شرکت ایران‌خودرو) و تأمین‌کننده قطعات گیربکس توسط شرکت نیرومحرکه اجراشده است.

واژه‌های کلیدی: راهبرد همکاری با تأمین کننده، هزینه پیش بینی نشده، کیفیت، تحویل، پایش پروفایل چندگانه چندمتغیره

۱- مقدمه

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]. درجهان 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.

بسیاری از محققان به نقش مهمی که روابط خریدار و تأمین‌کننده در دستیابی به نتایج موفقیت‌آمیز تجارت دارند، اشاره‌کرده‌اند [۳،۲ و ۴]. 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[۵]. نظارت بر تأمین‌کننده فرآیندی مستقل، اما به‌هم‌پیوسته است که فرآیند انتخاب تأمین‌کننده را دنبال می‌کند[۶]. بعلاوه، برای اینکه بتوانند اطلاعات لازم را در مورد انتظارات خریداران در مورد کارایی به تأمین‌کنندگان ارائه دهند، خریداران باید مرتباً عملکرد تأمین‌کنندگان را ازنظر

*رایانامه نویسنده مسئول: morabbasi@gmail.com

* این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز Creative Commons Attribution (CC BY) توزیع شده است.
ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع) © نویسندگان

معیارهای ملموس و نامحسوس اندازه‌گیری و نظارت کنند[۵]. زکریا و همکاران(۲۰۱۱) خاطرنشان کردند که مدیریت روابط خریدار-تامین کننده برای موفقیت زنجیره تامین ضروری است، با این حال تمرکز بر نوع روابطی است که باعث ایجاد یک رابطه خوب می شود. چن و همکاران پیشنهاد کردند که شناسایی و درک روابط استراتژیک با تامین کنندگان حیاتی برای به حداکثر رساندن ارزش افزوده در زنجیره تامین ضروری است[۶]. علاوه‌بر این، همانطور که توسط ایمون و همکاران (۲۰۱۰) بیان شد، مطالعات زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد چگونه مدیریت موفق روابط استراتژیک عملکرد شرکت را در زنجیره تامین بهبود می‌بخشد[۷]. دایر و سینگ (۱۹۹۸) به این نتیجه رسیدند که همکاری بین خریداران و تامین کنندگان می‌تواند تحت تاثیر منفی روابط ناپایدار و ضعیف قرار گیرد[۸]. پاگل و شو (۲۰۰۱) نشان دادند که بسیاری از رفتار خریدار که تاثیر مستقیمی بر عملکرد آنها ندارد، می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر عملکرد تأمین کنندگان خود داشته باشد[۹].

در دهه‌های اخیر پژوهش‌هایی در مورد مدل استراتژی نظارت بر روابط تامین‌کننده و خریدار صورت گرفته است. مورگان و دهرست (۲۰۰۸) مفهوم استفاده از نمودارهای کنترلی را برای بررسی عملکرد تحویل تأمین‌کننده به مراکز توزیع خرده‌فروش و ارتباط آن با در دسترس بودن در قفسه فروشگاه‌های خرده‌فروش ارزیابی می‌کند[۱۰]. اتری و همکاران (۲۰۱۰) پیوند پویا بین قدرت رابطه و عملکرد یک رابطه خریدار- تأمین‌کننده را در یک محیط طولی، با استفاده از یک مدل مارپیچی قدرت- عملکرد بررسی می‌کنند [۱۱]. جرجوری و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی استفاده از سه نوع استراتژی راستی آزمایی - نظارت، تضمین و تأیید که برای محافظت در برابر آسیب‌پذیری اعتماد در روابط خریدار و تامین کننده به کار گرفته می شوند، می‌پردازند [۱۲]. جن[1] و مو[2] (۲۰۱۰) نشان دادند که شرکت‌ها می‌توانند از طریق مشارکت‌های قوی هزینه‌های جاری را به حداقل برسانند[۱۳]. استوری و هیلمر (۲۰۱۳) بررسی می‌کنند که چگونه در روابط بین خریدار و تأمین‌کننده دو قابلیت سامانه‌های PRM (قابلیت‌های ارتباط و تکمیل) و دو مکانیسم حاکمیت مشارکت - رسمی (کنترل گواهینامه) و غیررسمی (پشتیبانی خدمات) - یکدیگر را تقویت می‌کنند[۱۴]. پرنات و رودهوفت (۲۰۱۴) به بررسی ارتباط طراحی سامانه کنترل مدیریت مناسب (MCS) روابط تأمین‌کننده با عملکرد خوب می‌پردازد[۱۵]. مسترینی و همکاران (۲۰۱۷) یک سامانه اندازه‌گیری عملکرد خریدار-تامین کننده نوآورانه (PMS) به نام تنظیم‌کننده رابطه، با هدف تحریک همکاری در عملکرد متقابل پیشنهاد می‌دهند[۱۶]. لی و همکاران (۲۰۱۷) درک بهتری از نقش تعاملات فعال فناوری اطلاعات در همکاری تأمین‌کننده و خریدار ارائه می‌کنند. این مطالعه تمایزات مفهومی بین تعاملات رسمی و غیررسمی مبتنی بر فناوری اطلاعات و نقش‌های مختلف آن‌ها در همکاری تأمین‌کننده و خریدار را ارائه می‌دهند[۱۷] .

ویلنا[3] و کریگ هد[4] (۲۰۱۷) از داده‌های دوگانه برای بررسی تأثیر عدم تقارن بر عملکرد روابط خریدار و تأمین‌کننده استفاده کردند[۱۸]. همان‌طور که توسط سون [5](۲۰۱۶) ذکرشده است، مدیران زنجیره تأمین باید به روش‌هایی مجهز باشند تا ارزیابی بهتری از جنبه‌های روابط راهبردی خود داشته باشند که باید توجه آن‌ها را معطوف کنند[۱۹]. فراز و همکاران (۲۰۱۶) به این نکته اهمیت دادند که هر دو شریک تأمین‌کننده خریدار راهبردی (نوع A) باید ازلحاظ روابط با یکدیگر درک یکسانی داشته باشند. آن‌ها تصور کردند که وقتی اختلاف‌نظرهایی بین خریداران و تأمین‌کنندگان وجود داشته باشد، عملکرد زنجیره تأمین به‌طور قابل‌توجهی خراب می‌شود[۲۰]. ازاین‌رو، فراز و همکاران (۲۰۱۸) یک نمودار کنترل T2 طراحی کردند تا اختلافات را در طول زمان کنترل کنند تا بر روابط خریدار – تأمین‌کننده نظارت باشد[۲۱]. اتری[6] و همکاران بیشتر ادبیات مربوط به روابط خریدار و تأمین‌کننده را به دو جریان تحقیق عمده تقسیم کردند. اولی به‌طور خاص بر روابط ناملموس اجتماعی بین خریدار و تأمین‌کننده متمرکز است، درحالی‌که جریان دوم بر روابط محسوسی است که هر دو سازمان را به هم گره می‌زند[۲۲].

بااین‌حال، حتی باوجوداین جریان‌های تحقیقاتی توسعه‌یافته و گسترده، موارد مهمی در مورد چگونگی مدیریت و نظارت موفقیت‌آمیز بر روابط خریدار و تأمین‌کننده باقی‌مانده است و ارائه روش‌هایی که نظارت دقیق و کمی را به روش‌هایی که تنها به ادراکات ذهنی متکی است دارای اهمیت ویژه‌تری است. اسد شفیق و همکاران (۲۰۱۷) روش‌هایی را برای کاهش خطر پایداری تأمین ارائه می‌دهد. این تحقیق با تکیه‌بر نظریه نمایندگی، رابطه بین پایداری و خطر عملیات، شیوه‌های نظارت بر پایداری تأمین‌کننده، نوآوری ها در بهبود عرضه و عملکرد

[1] Chen
[2] Wu
[3] Villena
[4] Craighead
[5] Son
[6] Autry

شرکت را بررسی می‌کند[۲۳] . سورارکسا[1] و شین[2](۲۰۱۹) یک چارچوب سامانمند مدیریت تأمین‌کننده برای ادغام مراحل انتخاب و نظارت بر تأمین‌کننده را که مستقل از یکدیگر نباشند ارائه دادند. روش پیشنهادی آن‌ها یک رویکرد کمی و کیفی را باهم ترکیب می‌کند و تفاوت مجموعه معیارهای انتخاب تأمین‌کننده و نظارت بر تأمین‌کننده را بررسی می‌کنند[۲۴].

جیاناکیس[3] و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از روش ANP برای به دست آوردن معیارهای ارزیابی مربوط به پایداری و با در نظر گرفتن روابط متقابل به انتخاب و ارزیابی پایداری تأمین‌کننده می‌پردازند[۲۵]. پرادهان[4] و روتروی[5] (۲۰۱۸) از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) برای پایش شفافیت عملکرد زنجیره تأمین در حضور توسعه تأمین‌کننده (SD) رونمایی می‌کنند[۲۶]. تورس-رویز[6] و راویندران[7](۲۰۱۷) با توسعه یک مدل تصمیم‌گیری، یک چارچوب ارزیابی ریسک پایداری تأمین را پیشنهاد می‌دهند تا خطرات احتمالی پایداری زنجیره تأمین برای بخش‌های مختلف تأمین‌کننده راکمی کنند و با در نظر گرفتن نظارت و کاهش خطر باعث ایجاد مشارکت‌های طولانی‌مدت شوند[۲۷]. ماسترینی[8] و همکاران (۲۰۱۸) به‌طور تجربی رابطه بین دو روش اصلی اندازه‌گیری عملکرد و مدیریت (به‌عنوان مثال نظارت و مشوق‌ها) و عملکرد عملیاتی تأمین‌کنندگان را بررسی می‌کنند[۲۸].

دان[9] و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی رابطه نگرش مصرف‌کنندگان و فعالیت‌های نظارت بر تأمین‌کننده می‌پردازند[۲۹]. لی[10] و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله خود به پایش کارایی زیست‌محیطی تأمین‌کنندگان در حضور خروجی‌های نامطلوب و عوامل دو نقشی با جنبه‌های ایستا و پویا می‌پردازند و هدف آن‌ها تبیین دلیل اصلی بهره‌وری پایین تأمین‌کنندگان نیز هست[۳۰]. جاسکلیانن (۲۰۲۱) تأثیر روابط راهبردی تأمین‌کننده را بر روی شیوه‌های مدیریت عملکرد بین سازمانی توضیح می‌دهد و بیان می‌کند که در روابط با تأمین‌کنندگان راهبردی، حاکمیت رابطه‌ای تا حدی جایگزین اطلاعات عملکرد می‌شود [۳۱].

اسد شفیق[11] و همکاران (۲۰۲۲) با استفاده از ادبیات استراتژی در مورد اتحادها و ادبیات مدیریت روابط خریدار- تأمین‌کننده پیشنهاد می‌کنند که تلاش‌های یک شرکت خریدار برای توسعه فعالانه حساسیت فرهنگی و آگاهی عملیات برای درک فرهنگ عملیاتی و روال معمول تأمین‌کنندگان می‌تواند برخی از کاستی‌های نظارت بر تأمین‌کننده را بهبود بخشد. [۳۲]. هو[12] و همکاران (۲۰۲۲) پیامدهای عملکرد نظارت همتا در زمینه چند تأمین‌کننده را بررسی می‌کنند. [۳۳]. چانگالیما[13] و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی نقش انتخاب تأمین‌کننده و نظارت بر تأمین‌کننده در کارایی تدارکات عمومی ازنظر کاهش هزینه در تانزانیا پرداختند. [۳۴]. کرایوس[14] و همکاران (۲۰۰۷) و پیترسن[15] و همکاران (۲۰۰۵) نظارت را به‌عنوان پیش‌شرط ارزیابی تأمین‌کنندگان پیشنهاد می‌کنند و بعد از آن، آن‌ها را که شایسته سرمایه‌گذاری‌های به‌صورت رابطه خاص هستند انتخاب می‌کند[۳۵ و ۳۶]. هوانگ[16] و کسکار[17] (۲۰۰۷) و ایتنر[18] و همکاران (۱۹۹۹) نشان می‌دهد که نظارت در فرآیند تأمین منابع نقش اساسی دارد. مطالعات موجود که در جریان‌های قبلی جریان دارد بیشتر در طراحی سامانه نظارت متمرکز است، یعنی پیشنهاد چارچوب‌های مفهومی و انتخاب معیارهای عملکرد بنابراین از عواقب واقعی شیوه‌های نظارت غافل می‌شوند[۳۷ و ۳۸]. کار[19] و پیرسون[20] (۱۹۹۹) بیان می‌دارند نظارت بر تأمین‌کننده باکیفیت رابطه خریدار و تأمین‌کننده رابطه مثبت دارد، که در نهایت منجر به بهبود عملکرد خریدار می‌شود[۳۹]. نویسندگان دیگر مانند پراهینسکی[21] و فان[22]، هیده[23] و همکاران با توجه به محتوا و فرکانس یا بازده در مقابل نظارت رفتاری، چگونگی تأثیر ویژگی‌های نظارت بر رفتار تأمین‌کننده را بررسی کرده‌اند[۴۰ و ۴۱]. سرانجام، پراهینسکی و فان متغیرهای دیگری در ارتباط با اقدامات نظارتی مانند تعهد تأمین‌کننده، ماهام[24] و جوشی[25] مؤلفه‌های مختلف همکاری

[1] Suraraksa
[2] Shin
[3] Giannakis
[4] Pradhan
[5] Routroy
[6] Torres-Ruiz
[7] Ravindran
[8] Maestrini
[9] Duan
[10] Li

[11] Asad Shafiq
[12] Hu
[13] Changalima
[14] Krause
[15] Petersen
[16] Huang
[17] Keskar
[18] Ittner
[19] Carr
[20] Pearson
[21] Prahinski
[22] Fan
[23] Heide
[24] Mahama
[25] Joshi

خریدار و تأمین‌کننده[۴۲ و ۴۳] و کوسنس[1] و همکاران مکانیسم‌های اجتماعی[۴۴] مورد مطالعه قرارگرفته‌اند.

مقالات بررسی‌شده اهمیت نظارت و مدیریت نوع رابطه با تامین‌کننده و تأثیر نوع انتخاب و مدل راهبرد همکاری با تأمین‌کننده را بر روی عملکرد آن موردبررسی قرار می‌دهند و یا به پایش و ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده بدون در نظر گرفتن مدل همکاری می‌پردازند. ولی در این مقاله با تلفیق این دو موضوع با پایش مستمر عملکرد تأمین‌کننده در طول زمان به بررسی انتخاب مدل همکاری با تأمین‌کننده و پایش راهبرد همکاری در طول زمان می‌پردازد. درواقع با این کار به‌طور هم‌زمان پایش عملکرد تأمین‌کننده و انتخاب و پایش استراتژی همکاری با آن در طول زمان موردبررسی قرار می‌گیرد. این تلفیق به سازمان در جهت جلوگیری از ضرر هنگفت انتخاب اشتباه یک استراتژی همکاری با تأمین‌کننده کمک می‌کند. در این تحقیق علیرغم تحقیقات قبل از خود که بیشتر به صورتی کیفی تأمین‌کننده را پایش و ارزیابی می‌کردند، یک مدل رگرسیون برای تلفیق متغیرهای عملکردی و با در نظر گرفتن تأثیرات این متغیرها روی‌هم به پایش عملکرد تأمین‌کننده در طول زمان می‌پردازد.

در واقعیت برای نظارت و پایش عملکرد تأمین‌کننده گاهی روابط به‌صورت 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 به‌عنوان یک متغیر وابسته و هزینه‌های سفارش، هزینه‌های تولید و هزینه‌های لجستیک به‌عنوان متغیر مستقل تعریف می‌شود. ممکن هست برای پایش تأمین‌کننده نیاز به چندین متغیر وابسته باشد که به‌صورت روابط توابعی از چند متغیر مستقل تشکیل‌شده باشند و در برخی موارد واقعی، به دلیل وجود همبستگی بین متغیرهای پاسخ، به مدل‌های پیچیده‌تر مانند پروفایل چندمتغیره، به‌جای 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 گمراه‌کننده‌ای انتظار می‌رود. مثلاً اگر فرآیند زمان تحویل را بدون تابع ریسک در نظر بگیریم موجب حذف تأمین‌کنندگان کارایی که درروند زمان تحویل قطعات و محصولات در مقطعی دچار اخلال شده‌اند از زنجیره تأمین شوند. رویکرد پیچیده، در عمل، قادر است متخصصان را به تجزیه‌وتحلیل مؤثر پارامترهای عملکرد فرآیند هدایت کند.

۲- هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده

یکی از موارد بسیار مهم برای صنایع مهم و استراتژیک کنترل نمودن هزینه‌های غیرقابل‌پیش‌بینی از طرف تأمین‌کننده می باشد. تابع هزینه برای مدیریت زنجیره تأمین و برای نظارت بر روابط و عملکرد شرکای زنجیره تأمین با انجام اندازه‌گیری بر اساس هزینه‌ها و خطرات توسط ایلون[2] توسعه داده‌شده است. [۴۵] سه نوع هزینه برای مدیریت زنجیره تأمین وجود دارد .آن‌ها عبارت‌اند از: ۱) هزینه‌های متغیر ۲) هزینه‌های ثابت و ۳) هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده.

هزینه کل = هزینه‌های ثابت + هزینه‌های متغیر + هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده

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 داده‌شده از تأمین‌کنندگان بستگی دارد. هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده شامل هزینه‌هایی است که بدون انتظار ایجاد می‌شوند و نمی‌توان بر اساس مقدار واحدهای تولیدشده اندازه‌گیری کرد .نمونه‌ای از هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده، تحویل دیرهنگام محصولات از سوی تأمین‌کنندگان هست که این را نمی‌توان بر اساس تعداد واحدهای محصولات محاسبه کرد و اندازه‌گیری آن دشوار است.

در این مقاله تمرکز برپایش و کنترل هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده به‌عنوان یک شاخص عملکردی تأمین‌کننده بر اساس پایش پروفایل با داده‌های فازی و انتخاب مدل تعامل و نوع همکاری با تأمین‌کننده و پایش آن هست. عوامل ناشناخته هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده بر اساس داده‌های معاملات گذشته تأمین‌کنندگان ازنظر زمان تحویل و کیفیت محصول اندازه‌گیری می‌شوند [۴۶]. به‌عبارت‌دیگر، داده‌های تاریخی در مورد زمان تحویل و کیفیت محصول برای ارزیابی عوامل ناشناخته سفارش از تأمین‌کنندگان مربوطه استفاده می‌شود. در سامانه پیشنهادی، درصورتی‌که "سطح ایمنی" بیش‌ازحد مجاز باشد، یک هشدار داده می‌شود. این هشدار حاکی از افزایش یا کاهش سفارش خرید بعدی بر اساس تحویل تأمین‌کننده و کیفیت محصول است. در این تحقیق دو متغیر پاسخ همبسته هم یعنی زمان تحویل و کیفیت در نظر گرفته‌شده است.

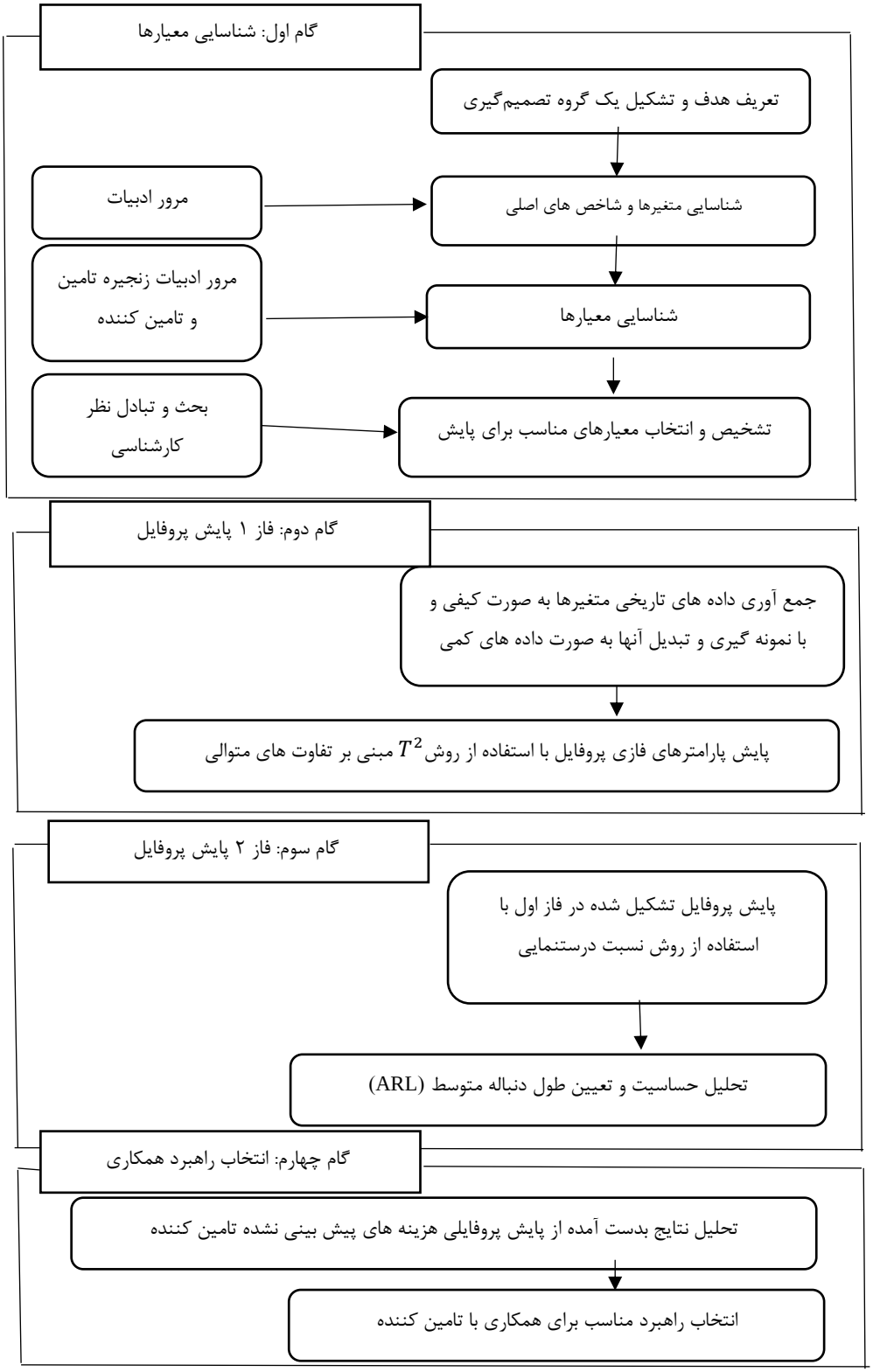
مشخصه‌های زمان تحویل و کیفیت محصولات توسط تأمین‌کننده موردنظر، توابعی از یک یا چند متغیر مستقل هستند به‌طوری‌که

[1] Cousins7

[2] Eilon

رابطه بین مشخصه‌های کیفی و متغیرهای مستقل کنترلی، مبنای دستیابی به تعریف شرایط تحت کنترل آماری در آن فرآیند است.

به‌عبارت‌دیگر در این فرآیند بین مشخصه‌های کیفی استخراج‌شده از منابع و متغیرهای مستقل تأثیرگذار، الگویی برای پایش همکاری، طراحی و تأمین‌کننده در طول دوره همکاری تحت نظارت قرار می‌گیرد. در شکل (۱) گام‌های چارچوب مقاله حاضر آورده شده است.



شکل (۱): گام‌های مساله

۳-پایش پروفایل

در کاربردهای کنترل فرآیند آماری، معمولاً کیفیت یک فرآیند یا محصول به‌وسیله توزیع یک یا چند مشخصه کیفی توصیف و به‌وسیله نمودارهای کنترلی تک متغیره و یا چندمتغیره کنترل می‌شود؛ اما در بعضی از شرایط، کیفیت یک فرآیند یا محصول به‌وسیله رابطه‌ای بین متغیر پاسخ و یک یا چندین متغیر مستقل توصیف می‌شود که این رابطه به پروفایل معروف است و در مهروموم‌های اخیر به‌عنوان موضوعی با کاربرد فراوان مطرح‌شده است. به‌عنوان‌مثال در بسیاری از کاربردهای کالیبراسیون، پروفایل را می‌توان به‌خوبی به‌وسیله یک مدل خطی نشان داد، اما در بسیاری از موارد نیز به مدل‌های پیچیده‌تری برای نشان دادن پروفایل نیاز است[۴۷].

۳-۱- انواع مختلف پروفایل‌ها

پروفایل‌ها انواع مختلفی دارند که انتخاب مدل مناسب برای آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۴۸]. هر مدلی که برای یک مثال خاص استفاده می‌شود باید در ضمن سادگی به گونه مناسبی ویژگی‌های موجود داده‌ها را بیان نماید. همچنین برای هر مدل باید روش‌های پایشی طراحی نمود که به گونه مؤثری وجود تغییرات را شناسایی نموده و ترجیحاً برای تفسیر هشدارهای خارج از کنترل نیز مناسب باشد. می‌توان انواع مختلف پروفایل‌ها را به‌صورت زیر دسته‌بندی نمود[۴۹].

۳-۱-۱-پروفایل خطی ساده

در این نوع پروفایل، یک رابطه خطی ساده بین متغیر پاسخ و یک متغیر مستقل وجود دارد و این رابطه عملکرد فرآیند و کیفیت محصول را نشان می‌دهد .معمولاً در کاربردهای مربوط به این نوع پروفایل مقادیر متغیر مستقل مقادیری ثابت هستند.

$$Y = A_0 + A_1X + \varepsilon \qquad (۱)$$

۳-۱-۲-پروفایل خطی چندگانه

در این نوع پروفایل، یک رابطه خطی چندگانه بین متغیر پاسخ و چند متغیر مستقل وجود دارد .در این پروفایل‌ها نیز همانند پروفایل‌های خطی ساده، مقادیر متغیرهای مستقل، مقادیری ثابت فرض می‌شوند. مدل این پروفایل به‌صورت رابطه ۲ هست.

$$Y = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + \cdots + A_nX_n + \varepsilon \qquad (۲)$$

۳-۱-۳- پروفایل چندگانه چندمتغیره

در این نوع پروفایل، بیش از یک متغیر پاسخ وجود دارد. در این مورد هر پاسخ به‌عنوان تابعی از یک متغیر (های) مستقل تعریف می‌شود، درحالی‌که متغیرهای پاسخ متقابلاً بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند [۵۰].

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

$$Y_K = X_K B_k + E_k \qquad (۳)$$

۴-روش T^2 مبنی بر تفاوت‌های متوالی در فاز اول

در فاز یک کنترل، برای پایش یک پروفایل چندگانه چندمتغیره، نیاز است که پارامترهای مدل رگرسیونی تخمین زده شوند. درواقع، تخمین این پارامترها و اطمینان از شایستگی و صحت مدل رگرسیونی طراحی‌شده در شرایطی که فرآیند در حالت پایدار است، کنترل‌کنندگان فرآیند را ازلحاظ آماری مطمئن می‌سازد که می‌توانند پروفایل فرآیند را در فاز دو، کنترل آماری کنند. به‌عبارت‌دیگر، پروفایلی که در فاز یک، با استفاده از داده‌های تاریخی تخمین زده‌شده است، مدلی است که بر مبنای آن فاز دو کنترل فرآیند پایش می‌شود[۵۱] روش‌های مختلفی برای پایش پروفایل‌ها در فاز یک وجود دارد که یکی از این روش‌ها، روش‌های مبتنی بر نمودار کنترل T^2 هست. آماره T^2 بر پایه میانگین، ماتریس واریانس و کوواریانس نمونه به‌صورت گسترده در کنترل فرآیند آماری مورداستفاده قرارگرفته است. یکی از روش‌های پایش پروفایل‌های خطی استفاده از روش T^2 مبنی بر تفاوت‌های متوالی هست که گام‌های ارائه‌شده در این روش به شرح زیر آورده شده است.

گام اول: با استفاده از برآوردهای کمترین مربعات پارامترهای رگرسیون را برای نمونه k ام با استفاده از رابطه ۴ محاسبه می‌شوند.

$$B_k = (X_K^T X_K)^{-1} X_K^T Y_K \quad (۴)$$

که X_K ماتریس متغیرهای مستقل و Y_k بردار پاسخ هست. با توجه به این‌که متغیرهای X در دو پروفایل باهم متفاوت هست، پارامترهای رگرسیون برای هر تابع را به‌صورت جداگانه محاسبه می‌شود که به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\hat{\beta}_k = (\hat{\beta}_{01k}, \hat{\beta}_{02k}, \hat{\beta}_{11k}, \hat{\beta}_{21k}, \hat{\beta}_{12k}, \hat{\beta}_{22k}, \hat{\beta}_{31k}, \hat{\beta}_{32k}) \quad (۵)$$

گام دوم: پارامترهای فرآیند در کنترل را با استفاده از میانگین برآوردها به‌صورت رابطه ۶ تخمین زده می‌شود که در آن m تعداد نمونه هست.

$$\bar{\hat{\beta}} = \frac{1}{m}\sum_{k=1}^{m} \hat{\beta}_k \quad (۶)$$

گام سوم: بردار $\widehat{V_k}$ را مطابق رابطه ۷ تشکیل داده می‌شود.

$$\hat{V}_k = \hat{\beta}_{k+1} - \hat{\beta}_k \; K = 1,2,\dots,m-1 \quad (۷)$$

گام چهارم: ماتریس کوواریانس واریانس به‌صورت رابطه ۸ محاسبه می‌شود.

$$S_\beta = \frac{\hat{V}^T \times \hat{V}}{2 \times (m-1)} \quad (۸)$$

گام پنجم: آماره T^2 را با توجه به رابطه ۹ محاسبه می‌شود.

$$T_k^2 = \left(\hat{\beta}_k - \bar{\hat{\beta}}\right)^T {S_\beta}^{-1} (\hat{\beta}_k - \bar{\hat{\beta}}) \quad (۹)$$

گام ششم: حد کنترل بالای مناسب برای آماره آزمون جهت دستیابی به‌احتمال مشخصی برای خطای نوع اول تعیین می‌شود. توزیع دقیق آماره T_k^2 در معادله ۹، در ادبیات موضوع گزارش نشده است و فقط برخی توزیع‌های تخمینی برای آن گزارش‌شده‌اند. برای اطلاعات بیشتر، به ویلیامز و همکاران (۲۰۰۷) رجوع شود.

۵- روش نسبت درستنمایی

در فاز ۲ تأکید روی کشف سریع روندها و نوبت‌ها هست و این موضوع معمولاً به‌وسیله پارامترهای توزیع طول دنباله اندازه‌گیری می‌شود .طول دنباله تعداد نمونه‌هایی است که گرفته می‌شود تا یک هشدار خارج از کنترل مشاهده شود .اغلب، متوسط طول دنباله برای مقایسه عملکرد نمودارهای کنترلی در فاز 2 استفاده می‌شود. یکی از روش‌های مورداستفاده در فاز دو روش نسبت درستنمایی هست. این روش توسعه روش پیشنهادشده توسط زهنگ و همکاران (۲۰۰۹)، برای حالت پروفایل‌های خطی چندگانه چندمتغیره است که توسط ایوزیان و همکاران (۲۰۱۲) صورت گرفته‌شده است. مراحل استفاده از این روش در زیر آورده شده است[۵۲].

گام اول: ماتریس کوواریانس واریانس (Σ) محاسبه می‌شود.

گام دوم: C_k برای هر پروفایل با توجه به رابطه ۱۰ محاسبه می‌شود:

$$C_k = \sum_{i=1}^{n} (y_{ik} - x_i B)\Sigma^{-1}(y_{ik} - x_i B)^T \quad (۱۰)$$

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 به‌صورت رابطه ۱۱ محاسبه می‌شود:

$$E\hat{B}_k = \lambda \hat{B}_k - (1-\lambda)\hat{B}_{k-1} \quad (۱۱)$$

که $\hat{B}_0 = B$ هست.

گام چهارم: آماره S_k مطابق با رابطه ۱۴ محاسبه می‌شود:

$$S_k = \frac{(Y_k - X(E\hat{B}_k))^T (Y_k - X(E\hat{B}_k))}{n} \quad (۱۲)$$

گام پنجم: آماره میانگین متحرک وزنی نمایی برای S_k و C_k با توجه به روابط ۱۳ و ۱۴ به دست آورده می‌شود:

$$ES_k = \lambda\, S_k - (1-\lambda)\, S_{k-1} \quad (۱۳)$$

$$EC_k = \lambda\, C_k - (1-\lambda)\, C_{k-1} \quad (۱۴)$$

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

گام ششم: آماره نسبت درستنمایی برای هر پروفایل متناسب با رابطه ۱۵ محاسبه می‌شود:

$$ELRT_k = n \times log|\Sigma| - n \times log|\ E\ S_k| + E\ C_k - np \quad (۱۵)$$

حد بالای کنترل برای آماره بالا، از طریق شبیه‌سازی تعیین‌شده تا ARL تحت کنترل مشخصی به دست آید.

۶- 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 دستگاه‌های پیچیده برای تولید خودرو است. شرکت خودروسازی ایران‌خودرو برای تکمیل فرآیندهای تولید و ارائه دستگاه‌های خودرو به کاربران خود به هزاران قطعه نیاز دارند.

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

پایش پروفایلی زمان 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. ایران‌خودرو اولین خودروساز بزرگ ایران است که دفتر مرکزی آن در تهران، ایران قرار دارد. شرکت نیرومحرکه (NMI) یک شرکت گیربکس سازی در ایران است و به‌عنوان یکی از شرکت‌های کلیدی برای تأمین قطعات موردنیاز شرکت ایران‌خودرو مطرح هست. 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 غیرقابل‌پیش‌بینی از طرف تأمین‌کننده از دو شاخص کلیدی زمان تحویل و کیفیت استفاده شد که این توابع خود دارای غیرمعیارهایی هست که با توجه به منابع کتابخانه‌ای و متناسب با ویژگی‌های سازمان موردنظر، کارشناسان مربوطه معیارها در جدول (۱) آورده شده است.

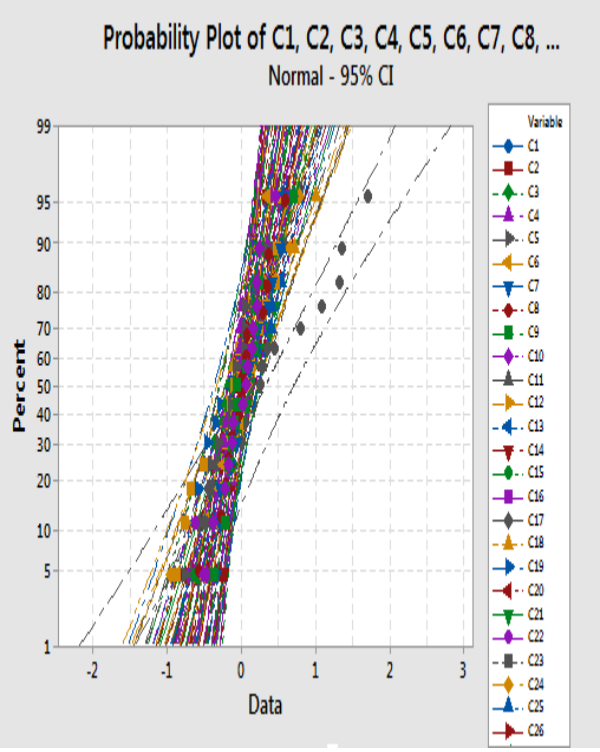
اندازه‌گیری زمان تحویل بر اساس تعداد روزهای دیرتر یا زودتر از روز موعود تحویل اندازه‌گیری و ارزیابی می‌شود. تحویل زودهنگام غیرقابل‌قبول تلقی می‌شود، زیرابه فضای ذخیره‌سازی موجودی و نیروی انسانی اضافی برای رسیدگی به‌قرار دادن موجودی نیاز دارد. علاوه بر این، وضعیت مالی شرکت را تحت تأثیر قرار می‌دهد زیرا پرداخت زودتر از حد انتظار انجام می‌شود. از سوی دیگر، تحویل دیرهنگام آشکارا برای تجارت مضر است. کل فرآیند تولید را به تأخیر می‌اندازد. درواقع، می‌تواند شرکای پایین‌دستی 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 موردبررسی قرارگرفته شده است. یک نظرسنجی بر روی موارد ارائه‌شده در جدول (۲) طرح‌شده 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 هرماه ۱۵ بار نمونه‌برداری و نتایج در پایان هرماه جمع‌آوری و جمع‌بندی شده است.

جدول (۱): معیار و زیر معیار برای پایش تامین کننده

معیار	زیرمعیار	مرجع
تحویل	تحویل به‌موقع (On time Delivery)	Faraz, A., Sanders, N., Zacharia, Z., Gerschberger, M., 2018[۲۱] Suraraksa, Juthathip and Sup Shin, Kwang 2019[۵۳] N. Aissaoui,M.Haouari, andE. Hassini, (2007)[۵۴] L. de Boer, E. Labro, and P. Morlacchi(2001)[۵۵] (Pandey, Shah, and Gajjar 2017; [۵۶] Badri Ahmadi et al. 2017b; [۵۷]
	قابلیت اطمینان تحویل (Delivery reliability)	
	پاسخگویی نسبت به تحویل به‌موقع و فوری (Responsiveness to urgent deliveries)	
کیفیت	سطح کیفی (Quality level)	
	نرخ نقص سفارش (Order defect rate)	
	قابلیت اطمینان (Reliability)	

۶-۱-پایش در فاز ۱

داده‌های تاریخی همه متغیرهای مستقل و متغیر پاسخ به‌صورت کیفی و ماهانه و بر اساس مقیاس لیکرد (کاملاً ضعیف =۱، بسیار ضعیف=۲، ضعیف=۳، متوسط=۴، خوب=۵، خیلی خوب=۶، کاملاخوب=۷) جمع‌آوری‌شده است. داده‌ها برای ۱۵ ماه و هرماه ۱۰ بار نمونه‌گیری از فرآیند تحویل و کیفیت قطعات و محصولات تأمین‌کننده به سازمان جمع‌آوری‌شده و نمره دهی بر اساس نظر جمعی از کارشناسان خبره حوزه مربوطه صورت گرفته است که در پیوست اول آورده شده است. برای تعیین استقلال بین خطاها از آزمون دوربین ـ واتسون استفاده و برای آزمودن پیروی خطاها از توزیع نرمال از نرم‌افزار minitab استفاده‌شده است و همان‌طور که در شکل (۲) ملاحظه می‌شود خطاها دارای توزیع نرمال می‌باشند.



شکل (۲): تست پیروی خطاها از توزیع نرمال در نرم افزار minitab

برای بررسی هم خطی بین متغیرهای مستقل از شاخص VIF[1] (عامل تورم واریانس) استفاده‌شده است. شاخص VIF نشان می‌دهد چه مقدار از تغییرات مربوط به ضرایب برآورد شده بابت هم خطی افزایش‌یافته است و نحوه تغییر رفتار یک متغیر مستقل به دلیل همبستگی با سایر متغیرهای مستقل را آزمایش می‌کند. شاخص تورم واریانس بالای ۱۰ نشان‌دهنده وضعیت هم خطی بحرانی و مقدار نزدیک به ۱ نشان‌دهنده وضعیت مطلوب است. حد قابل‌قبول شاخص VIF زیر عدد ۵ است. اگر آماره آزمون VIF به یک نزدیک بود نشان‌دهنده عدم وجود هم خطی است. به‌عنوان یک قاعده تجربی مقدار VIF بزرگ‌تر از ۵ باشد هم خطی چندگانه بالا است[۵۶]. با توجه به آنالیز رگرسیون در نمودار مینی تب و تحلیل داده ضریب VIF برای همه متغیرهای مستقل نزدیک به عدد ۱ شد که نشان‌دهنده هیچ‌گونه هم خطی بین متغیرهای مستقل هست.

همچنین از آزمون‌های بررسی ناهم واریانسی برای بررسی هم واریانسی باقیمانده‌ها استفاده شد. در بررسی هم واریانسی آزمون‌های آماری، فرض صفر و مقابل به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

H0: واریانس خطاها به مقادیر متغیرهای مستقل بستگی ندارد (homoscedasticity)

H1: واریانس خطاها به مقادیر متغیرهای مستقل بستگی دارد (heteroscedasticity)

به این معنا که فرض صفر بیان می‌کند داده‌ها دارای ویژگی هم واریانسی هستند و فرض مقابل به دنبال تائید فرضیه ناهم واریانسی است. در این مسئله با استفاده از نرم‌افزار spss و تحلیل آنالیز داده‌ها و با توجه به $\alpha = 0.05$ فرض H0 برای همه پروفایل‌ها تائید شد. در ادامه با توجه به گام‌های اشاره‌شده در قسمت رابطه رگرسیونی بین تحویل به‌عنوان متغیر پاسخ (Y_1) و تحویل به‌موقع (x_{11})، قابلیت اطمینان تحویل (x_{21})، میزان پاسخگویی نسبت به تحویل به‌موقع و فوری (x_{31})، به‌عنوان متغیر مستقل در پروفایل تحویل آورده شده و رابطه رگرسیونی بین کیفیت به‌عنوان متغیر پاسخ (Y_2) و نرخ نقص سفارش (x_{12})، سطح کیفی (x_{22}) و قابلیت اطمینان (x_{32}) به‌عنوان متغیر مستقل در پروفایل کیفیت آورده شده است.. برای بررسی پروفایل چندگانه چندمتغیره از روش T^2 مبنی بر تفاوت‌های متوالی استفاده‌شده است. در مرحله اول از این روش بردار $\hat{\beta}_k$ محاسبه می‌شود که در جدول (۳) آورده شده است.

[1] variance inflation factor

جدول (۳): بردار $\hat{\beta}_k$

	β_{01}	β_{02}	β_{11}	β_{12}	β_{21}	β_{22}	β_{23}	β_{33}
۱	۰,۲۹۱	-۰,۲۹۸	۰,۴۱۵۲	۰,۴۳۱۳	۰,۳۶۴۷	۰,۳۶۶۳	۰,۲۹۳۶	۰,۳۳۰۲
۲	۰,۲۴۱	۰,۳۷۶	۰,۳۱۷۱	۰,۲۵۸	۰,۴۱۶۹	۰,۳۷۱۲	۰,۳۳۳۵	۰,۳۰۹۲
۳	۰,۴۱۴	-۰,۳۱۹	۰,۳۹۴۵	۰,۳۶۲۸	۰,۲۸۸۴	۰,۴۲۳۴	۰,۳۰۸۲	۰,۴۱۱
۴	۰,۴۱۲	-۰,۲۸۳	۰,۴۰۱۱	۰,۳۵۸۱	۰,۳۱۵۷	۰,۳۹۲۴	۰,۲۶۹	۰,۳۴۳۷
۵	-۰,۱۹۷	۰,۲۲۸	۰,۳۹۳۸	۰,۲۹۴۵	۰,۳۸۳۹	۰,۳۲۴۱	۰,۲۷۹۸	۰,۴۰۵
۶	۰,۲۵۳	۰,۲۸۷	۰,۳۶۴۸	۰,۲۵۶۷	۰,۲۵۶۹	۰,۳۰۳۱	۰,۳۷۵۵	۰,۳۷۱۴
۷	-۰,۱۵۹	-۰,۰۲	۰,۴۲۲۹	۰,۴۱۴۴	۰,۳۷۱۴	۰,۲۵۳۵	۰,۳۲۵۵	۰,۳۹۴۲
۸	۰,۵۷۵	۰,۳۶۱	۰,۳۳۱۲	۰,۳۱۱	۰,۳۲۳۸	۰,۳۳۲۲	۰,۳۳۰۷	۰,۳۱۵۹
۹	-۰,۹۹۷	-۰,۲۴۶	۰,۳۹۲۵	۰,۳۵۰۱	۰,۵۳۲۹	۰,۴۴۹۲	۰,۳۷۷۴	۰,۲۶
۱۰	۰,۳۷	-۰,۰۵۴	۰,۴۳۹۸	۰,۲۹۱۲	۰,۲۷۱۲	۰,۲۹۱۶	۰,۳۴۲۸	۰,۴۴
۱۱	۰,۳۵۵	-۰,۰۴	۰,۳۹۲۹	۰,۲۹۹۵	۰,۳۰۷۸	۰,۳۷۸۶	۰,۳۰۷۱	۰,۳۵۷۳
۱۲	۰,۵۵۵	-۰,۱۲۹	۰,۳۶۲۲	۰,۳۰۸۲	۰,۳۳۹	۰,۳۱۱۵	۰,۲۶۹۷	۰,۳۷
۱۳	۰,۲۰۱	۰,۸۱۶	۰,۳۲۴۴	۰,۲۵۷۲	۰,۳۲۳۲	۰,۲۹۰۳	۰,۳۹۵۹	۰,۲۹۱۳
۱۴	۰,۸۱۲	-۰,۰۲	۰,۲۷۰۱	۰,۳۳۸۸	۰,۳۷۳۹	۰,۳۴۵۶	۰,۳۰۸۲	۰,۳۲۴۲
۱۵	-۱,۲۰۳	۰,۲۱۵	۰,۶۶۲	۰,۳۳۴۸	۰,۲۶۸۲	۰,۳۸۴۵	۰,۴۶۱۶	۰,۲۹۱۵

در گام اول بردار میانگین محاسبه می‌شود.

$$\overline{\hat{\beta}_k} = (0.1282, 0.0582, 0.32444, 0.3923,$$

$0.342527, 0.347723, 0.3319, 0.34766)$ و در مرحله بعد بردار $\hat{V}_k$ متناسب با رابطه ۷ محاسبه می‌شود. در مرحله بعد ماتریس واریانس کوواریانس به دست آورده می‌شود.

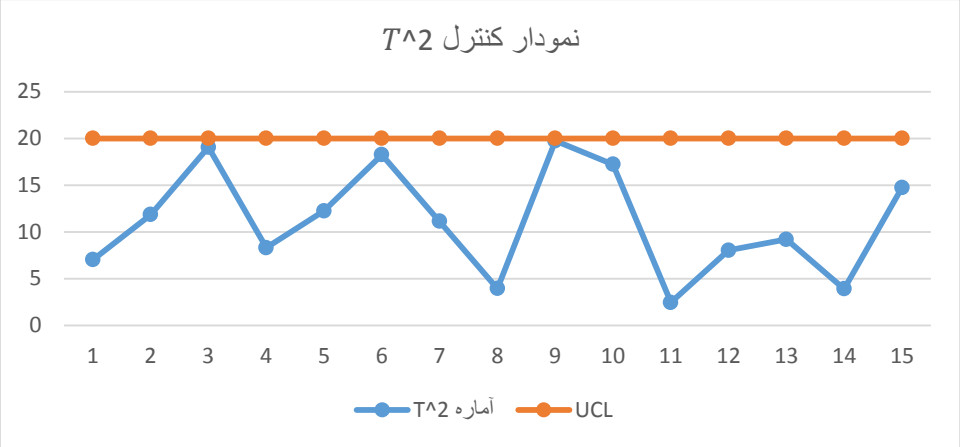
$$S_b = \begin{bmatrix} 0.49326 & -0.01951 & 0.072884 & -0.0235 & -0.0360 & -0.0329 & -0.0435 & -0.0027 \\ -0.0195 & 0.12675 & -0.00143 & -0.0140 & -0.0037 & -0.0033 & 0.0131 & -0.0027 \\ 0.07288 & -0.0014 & 0.02263 & -0.0093 & -0.0046 & -0.0092 & -0.0127 & 0.0074 \\ -0.0235 & -0.0140 & -0.0093 & 0.00744 & 0.00429 & 0.0050 & 0.0043 & 0.0040 \\ -0.03601 & -0.0037 & -0.0046 & 0.00429 & 0.00916 & 0.0053 & 0.0037 & 0.0007 \\ -0.03291 & -0.0033 & -0.0092 & 0.00507 & 0.00536 & 0.0078 & 0.0066 & 0.0024 \\ -0.04358 & 0.01311 & -0.0127 & 0.00433 & 0.00372 & 0.0066 & 0.0100 & 0.0037 \\ -0.00270 & -0.0027 & -0.0074 & 0.00409 & 0.00078 & 0.0024 & 0.0037 & 0.0058 \end{bmatrix}$$ و در مرحله آخر

آماره T^2 برآورده می‌شود که در جدول (۴) آورده شده است:

جدول (۴): آماره T^2

K	T^2	k	T^2	K	T^2
۱	۷,۰۱۷۶۰۹	۶	۱۸,۲۶۲۴	۱۱	۲,۴۵۰۰۳۱
۲	۱۱,۸۴۴۸۵	۷	۱۱,۱۳۹	۱۲	۸,۰۲۷۴۷۱
۳	۱۹,۰۶۱۵۷	۸	۳,۹۳۹۴۵۳	۱۳	۹,۱۹۹۰۵۳
۴	۸,۳۰۸۹۲۷	۹	۱۹,۷۴۹۵۷	۱۴	۳,۹۰۶۴۶۶
۵	۱۲,۲۴۸۴	۱۰	۱۷,۲۳۶۸	۱۵	۱۴,۷۴۸۴۴

خطای نوع اول کل ۰,۰۵ قرار داده‌شده است؛ که بر همین اساس حد بالای کنترل برای این مقدار احتمال خطای نوع اول، برابر با ۲۰,۰۰۵ قرار داده‌شده است. در شکل (۳) نمودار کنترل برای آماره T^2 آورده شده است که نشان‌دهنده در کنترل بودن تمامی نمونه‌ها هست.



شکل (۳): نمودار کنترل آماره T^2

۶-۲-پایش در فاز ۲

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

در گام اول ماتریس کوواریانس واریانس (Σ) محاسبه می‌شود.

$$\Sigma = \begin{bmatrix} 17.09013 & 0.152064 \\ 0.152064 & 273.365 \end{bmatrix}$$

گام دوم برای پایش در فاز دوم ابتدا C_k را با توجه به رابطه ۱۰ محاسبه و در جدول (۵) آورده می‌شود.

در گام سوم آماره میانگین متحرک وزنی نمایی $\hat{B}_k$ با توجه به $\lambda = 0.5$ محاسبه می‌شود.

جدول (۵): مقادیر C_k

C_1	۴۳,۰۸۱۰۱	C_4	۶۱,۰۸۸۳۲	C_7	۳۸,۴۴۴	C_{10}	۴۴,۱۳۵۸۷	C_{13}	۴۵,۴۹۳۵۹
C_2	۳۳,۳۰۳۲	C_5	۴۸,۹۱۶۲۶	C_8	۳۶,۷۳۷۵۱	C_{11}	۴۲,۲۵۹۴۹	C_{14}	۴۰,۰۶۹۸۶
C_3	۴۴,۰۰۷۹۷	C_6	۴۵,۰۳۰۱۸	C_9	۳۹,۵۸۲۶۴	C_{12}	۵۴,۸۷	C_{15}	۵۷,۹۸۰۰۹

در گام بعدی آماره S_k را مطابق رابطه ۱۲ محاسبه و نتایج در جدول (۶) آورده می‌شود.

جدول (۶): مقادیر ماتریس S_k

S_1	۰,۰۹۳۰	۰,۰۹۳۰	S_4	-۰,۰۱۸۵	-۰,۰۱۸۵	S_7	۱,۱۰۰۳	۱,۱۰۰۳	S_{10}	-۰,۲۶۱۴	-۰,۲۶۱۴	S_{13}	۰,۲۷۷۲	۰,۲۷۷۲
	۰,۴۴۵۵	۰,۴۴۵۵		۰,۵۹۰۱	۰,۵۹۰۱		۶,۳۹۶۲	۶,۳۹۶۲		۰,۳۰۳۳	۰,۳۰۳۳		۰,۸۵۷۰	۰,۸۵۷۰
S_2	-۰,۵۹۸	-۰,۵۹۸	S_5	-۰,۰۶۴۸	-۰,۰۶۴۸	S_8	-۰,۵۲۶۰	-۰,۵۲۶۰	S_{11}	-۰,۱۸۱۲	-۰,۱۸۱۲۳	S_{14}	-۰,۰۴۲۹	-۰,۰۴۲۹
	۰,۶۲۳۱	۰,۶۲۳۱		۰,۵۶۲۹	۰,۵۶۲۹		۱,۵۹۵۷	۱,۵۹۵۷		۰,۴۴۷۰	۰,۴۴۷۰۸		۰,۲۳۵۶	۰,۲۳۵۶
S_3	-۰,۰۸۸۲	-۰,۰۸۸۲	S_6	۰,۲۰۳۴	۰,۲۰۳۴	S_9	۰,۰۶۱۳	۰,۰۶۱۳	S_{12}	-۰,۲۰۱۸	-۰,۲۰۱۸	S_{15}	-۰,۴۲۹۹	-۰,۴۲۹۹
	۰,۴۶۱۱	۰,۴۶۱۱		۰,۷۲۸۲	۰,۷۲۸۲		۰,۷۸۸۹	۰,۷۸۸۹		۰,۳۲۲۲	۰,۳۲۲۲		۰,۶۰۳۶	۰,۶۰۳۶

در گام بعدی با در نظر گرفتن نتایج جدول (۴) و (۵) مقادیر EC_k و $E\ S_k$ با توجه به $\lambda = 0.5$ را محاسبه و در گام آخر با توجه به رابطه ۱۵ مقدار $ELRT_k$ محاسبه و در جدول (۷) آورده می شود.

جدول (۷): مقادیر آماره $ELRT_k$

آماره	مقدار	آماره	مقدار	آماره	مقدار
۱	۶,۵۵۳۸۹۶	۶	۱۰,۱۶۱۰۵	۱۱	۴,۶۲۶۱۸
۲	۶,۴۵۶۰۹۸	۷	۲,۴۴۸۳۶۱	۱۲	۹,۸۵۳۳۶
۳	۷,۷۳۸۷۸۶	۸	۵,۱۷۳۷۰۱	۱۳	۱۰,۱۹۳۳۶
۴	۱۱,۳۹۵۹۶	۹	۰,۹۴۴۵۳۸	۱۴	۸,۷۴۷۱۲۸
۵	۱۵,۷۹۶۱۴	۱۰	۲,۵۸۳۳۴۱	۱۵	۵,۸۶۲۴۸۵

حد بالای کنترل ۱۹,۲ در نظر گرفته‌شده است تا ARL تحت کنترلی تقریباً برابر با ۲۰۰ داشته باشد.

۷- تحلیل حساسیت

با انجام محاسبات موردنیاز که در جدول (۶)که برای ۱۵ نمونه انجام‌شده است، مشاهده می‌شود که با توجه به تغییرات ایجادشده در نمونه ۱۶ نمودار کنترل قادر به شناسایی این تغییرات هست. با توجه به اینکه رابطه بین متغیرهای مستقل و پاسخ به‌صورت خطی هست، هرگونه تغییر در این خط موجب شناسایی در نمودار کنترل می‌شود. برای مثال با ایجاد تغییرات درشیب‌ها و عرض از مبدأ این خط، تغییرات ایجادشده در مورد نمونه ۱۶ توسط نمودار شناسایی‌شده است. درواقع تغییرات ایجادشده در مقادیر عرض از مبدأ و شیب موجب تغییر در شاخص‌های فرآیند تحویل و کیفیت تأمین‌کننده می‌شود و این تغییرات باعث اختلال درروند همکاری می‌شود که نمودار ارائه‌شده این موضوع را به‌درستی نمایش می‌دهد. در جدول (۸) تحلیل حساسیت مدل آورده شده است.

جدول (۸): تحلیل حساسیت بر اساس شیفیت در عرض از مبداها و شیب ها

	مقدار شیفت در $\beta_{01}(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_{02}(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_{11}(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_{12}(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_{21}(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_{22}(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_{31}(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_{32}(*\sigma)$	طول دنباله تا نمایش خارج از کنترل (ARL)
۱	۰,۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۲	۰	۰,۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۴	۰	۰	۰,۲	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۵	۰	۰	۰	۰,۲	۰	۰	۰	۰	۱
۶	۰	۰	۰	۰	۰,۲	۰	۰	۰	۱
۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۲	۰	۰	۱
۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۲	۰	۱
۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۲	۱
۱۰	۰,۴	۰,۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۱۱	۰,۵	۰	۰,۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۱۲	۰,۵	۰	۰	۰	۰,۱	۰	۰	۰	۱
۱۳	۰,۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۱	۰	۱
۱۴	۰	۰,۵	۰	۰,۲	۰	۰	۰	۰	۱
۱۵	۰	۰,۵	۰	۰	۰	۰,۱	۰	۰	۱
۱۶	۰	۰,۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۱	۱
۱۷	۰,۵	۰,۲	۰,۲	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۱۸	۰,۸	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰	۰	۰	۰	۱
۱۹	۰,۸	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰	۰	۰	۱
۲۰	۰,۸	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰	۰	۱
۲۱	۱	۰,۴	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۰,۲	۱
۲۲	۱	۰,۴	۰,۴	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۲۳	۱	۰,۴	۰,۴	۰,۴	۰	۰	۰	۰	۱
۲۴	۱	۰,۴	۰,۴	۰,۴	۰,۴	۰	۰	۰	۱
۲۵	۱	۰,۴	۰,۴	۰,۴	۰,۴	۰,۴	۰	۰	۱
۲۶	۱,۵	۱	۱	۱	۱	۱	۰,۴	۰,۴	۱
۲۷	۳	۱,۵	۱,۵	۱,۵	۱,۵	۱,۵	۱	۱	۱

۸- 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 می‌دهد 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 زودهنگام در سطوح رابطه را نشان دهد و ازاین‌رو 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 پیش‌بینی‌نشده و با در نظر گرفتن ریسک در طول زمان، 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 هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده تأمین‌کننده، داده‌های نمونه ۱۶، بعد از ۱۵ بار نمونه‌گیری از زمان تحویل و بررسی فرآیند تحویل و کیفیت تأمین‌کننده توسط کارشناسان و خبرگان صنعت بر اساس مقیاس لیکرد از ۱ تا ۷ به‌صورت (5,4,6,3,6,4,5,4,3,4,3,3,4,5,4) و (4,4,5,3,5,4,6,4,4,4,2,3,5,5,4) برای دو متغیر پاسخ تحویل و کیفیت باشد و همچنین، در آن صورت پروفایل دومتغیره چندگانه به‌صورت زیر است:

$$y_1 = 0.535 + 0.2452x_{11} + 0.4494x_{21} + 0.3059x_{31}$$
$$y_2 = 0.490 - 0.3505x_{12} + 0.2838x_{22} + 0.552x_{32}$$

این پروفایل به این معنی است که شاخص‌های فرآیند تحویل تأمین‌کننده متناسب با شرایط ریسک از شرایط تحت کنترل، خارج نشده است. آماره آزمون ۱۰,۳۳۰۹ به دست می‌آید که داخل حدود کنترل هست، زیرا از عدد ۱۹,۲ کوچک‌تر است و کارشناسان نیز با مشاهده در کنترل بودن هزینه‌های غیرقابل‌پیش‌بینی مایل به ادامه همکاری می‌باشند. حالت بعدی زمانی است که فرآیند تحویل تأمین‌کننده آن ثبات گذشته را نداشته باشد، برای مثال نظر کارشناسان و خبرگان صنعت برای دو متغیر پاسخ تحویل و کیفیت به‌صورت (۴,۵,۴,۲,۳,۶,۲,۵,۴,۳,۴,۴,۳,۴,۴) و (۴,۵,۴,۳,۴,۵,۳,۵,۴,۲,3,5,3,4,3) باشد. در این صورت با توجه به نمرات مناسب کارشناسان این‌گونه به نظر می‌رسد که تأمین‌کننده دارای هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده در کنترلی هست ولی با توجه به پروفایل چندگانه چندمتغیره که به‌صورت رابطه زیر هست:

$$y_1 = 0.835 + 0.3124x_{11} + 0.3836x_{21} + 0.3218x_{31}$$
$$y_2 = -0.187 - 0.6987x_{12} + 0.4876x_{22} + 0.4232x_{32}$$

این پروفایل بدین معنی است که فرآیند هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده از شرایط تحت کنترل، خارج‌شده است که این توسط مدل قابل‌کشف است. در این مورد، آماره آزمون مقدار ۲۵,۷۷۴۶ به دست می‌آید که چون بیشتر از ۱۹,۲ هست، خارج از کنترل و نیاز به بررسی بیشتر وضعیت فرآیند تحویل و کیفیت تأمین‌کننده هست و سازمان در صورت عدم‌اصلاح می‌تواند در روابط خود با تأمین‌کننده موردنظر تجدیدنظر نماید و از یک ضرر هنگفت در صنعت خود جلوگیری کند. این روند می‌تواند ناشی از هرگونه تغییر (مثبت یا منفی) در سطوح رابطه خریدار- عرضه‌کننده باشد. بدون روش پیشنهادی، بسیار ذهنی و دشوار است که بگوییم کیفیت رابطه در حال بهتر یا بدتر شدن است.

نتایج موردمطالعه در صنعت ایران‌خودرو نشان می‌دهد که رابطه خریدار- عرضه‌کننده در سطح فعلی تحت کنترل است و ازاین‌رو نمودارهای کنترلی پیشنهادی را می‌توان برای نظارت بر بررسی‌های آتی مورداستفاده قرارداد.

اهمیت و ارزش مدل پایش در اینجا بیشتر قابل‌فهم است که در حالت عادی و صرفاً با نظر کارشناسان نمی‌توان تشخیص خارج از کنترل بودن را داد و ممکن است این روند که اخلال در هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده از طرف تأمین‌کننده هست و باعث از دست دادن بازار توسط سازمان می‌شود برای مدت طولانی ادامه داشته باشد و عملاً سهم بازار سازمان از بین خواهد رفت و ممکن است این فرصت ازدست‌رفته دیگر قابل جبران نباشد ولی با تشکیل یک رابطه رگرسیونی چندگانه چندمتغیره متشکل از همه متغیرهای مهم مرتبط با فرآیند تحویل و کیفیت برای سازمان و صنعت موردنظر و پایش هم‌زمان همه آن‌ها می‌توان در کمترین زمان ممکن به هشدار خارج از کنترل بودن هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده تأمین‌کننده رسید و مدیران را برای یک تصمیم‌گیری در ارتباط با تأمین‌کننده موردنظر و نوع همکاری با تأمین‌کننده به جمع‌بندی رساند.

در مورد پایش هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده 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 به‌صورت 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 کنترلی 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 زودهنگام از قرارداد موجود باشد. روابط بهتر و افزایش تعامل منجر به حوادث کمتر یا مسائل مربوط به عملکرد ضعیف می‌شود که به‌نوبه خود منجر به کاهش هزینه‌ها برای مدیریت رابطه می‌شود و همچنین روابط بلندمدت این فرصت را برای سازمان فراهم می‌کند تا تأمین‌کننده را در فرآیند بهبود مستمر محصولات و خدمات ارائه‌شده و سطوح خدمات همراه درگیر کند. این را می‌توان از طریق توسعه محصول، توسعه فرآیندها و رویه‌های جدید در طول قرارداد به دست آورد. (همکاری استراتژیک و بلندمدت)

در حالت دوم اگر در پایش پروفایلی نمودارهای کنترلی هشدار دادند سازمان باید کانال‌های ارتباطی منظم و شفافی را با تأمین‌کننده خود ایجاد کند تا در کمترین زمان ممکن مشکلات تأمین‌کننده متناسب با اختلال پیش‌آمده شناسایی و برطرف شود و حتی‌الامکان آثار ناشی از اختلال کاهش داده شود و تأمین‌کننده دوباره به روند تحت کنترل بودن برگردانده شود. در این حین میزان سفارش از تأمین‌کننده کاهش پیدا می‌کند. (ادامه قرارداد)

در حالت سوم تأمین‌کننده به‌طور 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 به‌طور پیوسته کاهش دهد و به همان میزان به دیگر تأمین‌کننده یا تأمین‌کنندگان مطمئن‌تر واگذار نماید. (عدم همکاری با تأمین‌کننده)

۹- نتیجه‌گیری

یک رابطه موفق هم به تأمین‌کنندگان و هم به خریداران نیاز دارد تا از تغییر روابط خود به‌عنوان رقبا و تغییر فضای بازار آگاه باشند و متوجه شوند که رابطه خریدار و تأمین‌کننده روندی دوطرفه است. 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 دست سازمان‌ها و شرکت‌ها باشد تا بتوانند به کنترل فعالیت‌های تأمین‌کننده در قبال سازمان و شرکت بپردازند و هرگاه تأمین‌کننده در هرلحظه از زمان همکاری شرایط لازم سازمان را جهت انجام همکاری از دست دهد به تغییر استراتژی با تأمین‌کننده موردنظر بپردازند.

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 تأمین‌کننده هست و هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده‌ای را تحمیل می‌کند که باعث از دست دادن بازار توسط سازمان می‌شود 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 چندمتغیره چندگانه متشکل از همه متغیرهای مهم فرآیند تحویل و کیفیت برای سازمان و صنعت موردنظر و پایش هم‌زمان همه آن‌ها می‌توان در کمترین زمان ممکن به هشدار خارج از کنترل بودن هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده تأمین‌کننده 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 غیرقابل‌جبران نجات داد.

هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده تأمین‌کنندگان در صنعت خودرو به‌عنوان یک سازمانی که متولی پروژه‌های حساس و بزرگ ملی هست بسیار دارای اهمیت است. تأمین‌کننده 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 تأمین‌کننده در طول زمان نپردازد و دیرتر از زمان مشخص به ضعف تأمین‌کننده پی ببرد ممکن است خسارت‌های جبران‌ناپذیری را متحمل شود و چالش‌های زیادی ایجادشده و بر مشتری نهایی نیز تأثیرگذار خواهد بود. لذا پایش تأمین‌کننده در طول زمان همکاری و یافتن نقطه تغییر عملکرد تأمین‌کننده در کمترین زمان لازم می‌تواند به سازمان و شرکت در جهت اخذ استراتژی مناسب کمک کند.

در این مقاله تمرکز برپایش عملکرد و انتخاب استراتژی همکاری با تأمین‌کننده هست. هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده به‌عنوان شاخص عملکردی تأمین‌کننده موردبررسی قرارگرفته شد و عوامل ناشناخته هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده بر اساس داده‌های معاملات گذشته تأمین‌کنندگان ازنظر زمان تحویل و کیفیت محصول اندازه‌گیری می‌شوند. یک مدل پایش پروفایلی چندگانه چندمتغیره برای فرآیند تحویل و کیفیت برای کنترل هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده تأمین‌کننده ارائه شد که فرآیند تحویل و کیفیت متناسب با ریسک را برای سازمان‌هایی که زمان تحویل و کیفیت محصولات تأمین‌کننده نقش بسزایی در تولید و قیمت محصول نهایی آن‌ها و حفظ بازار آن‌ها دارد را در طول زمان پایش و بررسی می‌کند. بامطالعه کتابخانه‌ای و استفاده ازنظر نخبگان و کارشناسان صنعت موردنظر شاخص‌های مربوط با فرآیند تحویل و کیفیت و همچنین ریسک‌ها را به‌عنوان متغیرهای مستقل استخراج و تحویل، کیفیت و ریسک به‌عنوان متغیرهای پاسخ در قالب یک رگرسیون چندگانه چندمتغیره در نظر گرفته شد.

برای پایش پروفایل از روش T^2 مبنی بر تفاوت‌های متوالی در فاز ۱ و روش نسبت درستنمایی در فاز ۲ استفاده شد و داده‌های تاریخی با استفاده از نمره دهی بر اساس مقیاس لیکرد توسط کارشناسان صنعت با نمونه‌برداری از بررسی فرآیند تحویل و کیفیت و 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 که در آینده در صورت بروز هرگونه عدم رضایت در هزینه‌های پیش‌بینی‌نشده در سریع‌ترین زمان ممکن هشدار به سازمان داده شود تا به بررسی مشکل و تصمیم‌گیری برای نوع مدل همکاری با تأمین‌کننده بپردازد.

در این تحقیق با توجه به نا پارامتریک بودن داده‌ها برای افزایش دقت مدل می‌توان از تئوری فازی استفاده نمود که در تحقیقات آینده این مسئله می‌تواند مدنظر قرار بگیرد. همچنین برای بررسی و پایش واقع بینانه تأمین‌کننده می‌توان از بقیه شاخص‌های ارزیابی تأمین‌کننده در کنار شاخص فرآیند تحویل و کیفیت بهره برد. از مواردی که در تحقیقات آینده می توان درنظر گرفت برخلاف تحقیق کنونی که تنها با شاخص های خریدار، تامین کننده مورد پایش مستمر قرار گرفت، بررسی و پایش رابطه دوتایی بین تامین کننده و خریدار به طور همزمان باشد.

۱۰- مراجع

[1] H. I. Lee Amy, "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, pp. 4255-4280, 2007, DOI: 10.1080/00207540801908084.

[2] I. F. Williams, "Policy for inter-firm networking and clustering: A practitioner's perspective," in Italian Ministry of Industry Bologna conference, 2000.

[3] K. Lai, "Linking Exchange Governance with Supplier Cooperation and Commitment: A Case of Container Terminal Operations," Journal of Business Logistics, vol. 30 (1), pp. 243–263, 2009, DOI: 10.1002/j.2158-1592.2009.tb00107.x.

[4] G. S. Day, "The Capabilities of Market-Driven Organizations" Journal of Marketing 58 (4): 37–52, 1994, DOI: 10.1177/002224299405800404.

[5] S.Talluri and J. Sarkis, "A model for performance monitoring of suppliers," Int. J. Prod. Res, 40, 4257–4269, 2002, DOI: 10.1080/00207540210152894.

[6] Z. G., N. W. Nix, Zacharia, and R. F. Lusch. "Capabilities that Enhance Outcomes of an Episodic Supply Chain Collaboration. "Journal of Operations Management 29 (6): 591–603, 2011, https://doi.org/10.1016/j.jom.2011.02.001.

[7] A., M. Eamonn, Donna, and L. Daniel. "Buyer Supplier Perspectives on Supply Chain Relationships." International Journal of Operations & Production Management 30 (12): 1269–1290, 2010, DOI:10.1108/01443571011094262.

[8] J. H. Dyer and H. Singh, "The Relational View: Cooperative Strategy and Sources of Interorganizational Competitive Advantage." Academy of Management Review 23 (4): 660–679, 1998, DOI:10.2307/259056.

[9] M. Pagell and C. Sheu, "Buyer Behaviours and the Performance of the Supply Chain: An International Exploration." International Journal of Production Research 39 (13): 2783–2801, 2001, DOI:10.1080/00207540110051923.

[10] C. Morgan, A. Dewhurst, "Multiple retailer supplier performance: An exploratory investigation into using SPC techniques", Int. J. Production Economics, 111 13–26, 2008, doi:10.1016/j.ijpe.2006.11.018.

[11] W. Autry, L. Golicic, "Evaluating buyer–supplier relationship–performance spirals: A longitudinal study", Journal of Operations Management, 28 87–100, 2010, doi:10.1016/j.jom.2009.07.003.

[12] T. G. Gregory and P. C. Joseph, "Trust but verify"? The performance implications of verification strategies in trusting relationships" ORIGINAL EMPIRICAL RESEARCH, 38:399–417, 2010, DOI 10.1007/s11747-009-0180-y.

[13] S.P. Chen, and W. Y. Wu, "A Systematic Procedure to Evaluate an Automobile Manufacturer–Distributor Partnership" European Journal of Operational Research 205 (3): 687–698, 2017, DOI: 10.1016/j.ejor.2010.01.036.

[14] C. Storey and C. Kocabasoglu-Hillmer, "Making partner relationship management systems work: The role of partnership governance mechanisms", Industrial Marketing Management, 42 862–871, 2013, http://dx.doi.org/10.1016/j.indmarman.2013.05.019.

[15] E. Pernot and F. Roodhooft, "The impact of inter-organizational management control systems on performance: A retrospective case study of an automotive supplier relationship", Int. J. Production Economics, 158 156-170, 2014, http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.07.029.
[16] V. Maestrini, V. Martinez, Neely, A. D. Luzzini, F. Caniato, and P. Maccarrone, "The relationship regulator: a buyer-supplier collaborative performance measurement system", nternational Journal of Operations & Production Managemen, DOI 10.1108/IJOPM-10-2016-0595.
[17] Li, M., Zheng, X., Zhuang, G., "Information technology-enabled interactions, mutual monitoring, and supplier-buyer cooperation: A network perspective", Journal of Business Research, 2017, http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.12.022.
[18] V. H. Villena, and C. W. Craighead. "On the Same Page? How Asymmetric Buyer–Supplier Relationships Affect Opportunism and Performance" Production and Operations Management 26: 491–508, 2017, DOI: 10.1111/poms.12648.
[19] B. G. Son, C. Kocabasoglu-Hillmer, and S. Roden. "A Dyadic Perspective on Retailer–Supplier Relationships Through the Lens of Social Capital." International Journal of Production Economics 178: 120–131, 2016, DOI: 10.1016/j.ijpe.2016.05.005.
[20] A Faraz, Z. Zacharia, M. Gerschberger. "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, 2016, DOI: 10.1109/IEEM.2016.7797992.
[21] A. Faraz, N. Sanders, Z. Zacharia, M. Gerschberger, "Monitoring type B buyer–supplier relationships", International Journal of Production Research, 2018, DOI: 10.1080/00207543.2018.1444285.
[22] C. W. Autry, B. D. Williams, and S. Golicic. "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, 2014, DOI: 10.1111/jbl.12034.
[23] A. Shafiq, F. Johnson, R. Klassen, A. Awaysheh, "Exploring the implications of supply risk on sustainabilityperformance", International Journal of Operations & Production Management, https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2016-0029.
[24] J. Suraraksa, K.S. Shin, **"**Comparative Analysis of Factors for Supplier Selection and Monitoring: The Case of the Automotive Industry in Thailand", Sustainability, *11*(4), 981, 2019, https://doi.org/10.3390/su11040981.
[25] M. Giannakis, R. Dubey, I. Vlachos, Y. Ju, "Supplier sustainability performance evaluation using the analytic network process", Journal of Cleaner Production, 2019, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119439.
[26] S. K. Pradhan and S. Routroy, " Improving supply chain performance by Supplier Development program through enhanced visibility", 6th International Conference of Materials Processing and Characterization, 2016.
[27] Torres-Ruiz, Aineth, Ravindran, A. Ravi. "Multiple Criteria Framework for the Sustainability Risk Assessment of a Supplier Portfolio, Journal of Cleaner Production, 2017, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.304.
[28] V. Maestrini, D. Luzzini, F. Caniato, S. Ronchi, "Effects of monitoring and incentives on supplier performance: an agency theory perspective", International Journal of Production Economics, 2018, DOI: 10.1016/j.ijpe.2018.07.008.
[29] Y. Duan, C. Hofer, and J. Aloysius, "Consumers care and firms should too: On the benefits of disclosing supplier monitoring activities", Journal of Operations Management, 1-22, 2020, https://doi.org/10.1002/joom.1129.
[30] F. Li, D. Deng, L. Li, Z. Cheng, and H. Yu, "A two-stage model for monitoring the green supplier performance considering dual-role and undesirable factors", Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics, 32. 1, 253-280, 2020, DOI: 10.1108/apjml-02-2019-0110.
[31] A. Jaaskelianen, "The relational outcomes of performance management in buyer-supplier relationships", Int. J. Production Economics, 232 107933, 2021, https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.10793.
[32] A. Shafiq, P. F. Johnson, and R. D. Klassen, "monitoring: implications for buyer performance", International Journal of Operations & Production Management, ISSN: 0144-3577, 2022.
[33] O. Hu, J. Hu, and Z. Yang, "Performance implications of peer monitoring among suppliers", Journal of Marketing and Logistics, 2022, https://doi.org/10.1108/IJOPM-03-2021-0149.
[34] I, A. Changalima, A, J. Ismail, A., D. Mchopa, "Effects of supplier selection and supplier monitoring on public procurement efficiency in Tanzania: a cost-reduction perspective", Journal of Management, 2023, https://doi.org/10.1108/XJM-04-2022-0077.
[35] D. R. Krause, R. B. Handfield, and B. B. Tyler, "The relationships between supplier development, commitment, social capital accumulation and performance improvement", Journal of operations management, vol. 25, no. 2, pp. 528-545, 2007, DOI: 10.1016/j.jom.2006.05.007.
[36] K. J. Petersen, R. B. Handfield, and G. L. Ragatz, "Supplier integration into new product development: coordinating product, process and supply chain design", Journal of operations management, 23 3, 371-388, 2005, DOI: 10.1016/j.jom.2004.07.009.
[37] S. Huang, H. Keskar, "Comprehensive and configurable metrics for supplier selection", International Journal of Production Economics, 105 2, 510-523, 2007, DOI: 10.1016/j.ijpe.2006.04.020.
[38] C. D. Ittner, et al., "Supplier selection, monitoring practices, and firm performance", Journal of Accounting Public Policy, 18 3, 253–281, 1999, DOI: 10.1016/s0278-4254(99)00003-4.
[39] A. S. Carr and A. S. Pearsonx, "Strategically managed buyer–supplier relationships and performance outcomes", Journal of Operations Management, 17, 497-519, 1999, DOI: 10.1016/s0272-6963(99)00007-8.
[40] C. Prahinski, Y. Fan, "Supplier evaluations: the role of communication quality", Journal of Supply Chain Management, 43 3, 16-28, 2007, DOI: 10.1111/j.1745-493x.2007.00032.x.
[41] J. B. Heide, K. H. Wathne, A. I. Rokkan, "Interfirm monitoring, social contracts, and relationship outcomes", Journal of Marketing Research, 44 3, 425-433, 2007, DOI: 10.1509/jmkr.44.3.425.
[42] H. Mahama, "Management control systems, cooperation and performance in strategic supply relationships: a survey in the mines", Management Accounting Research, 17 3, 315-339, 2006, DOI: 10.1016/j.mar.2006.03.002.
[43] A. W. Joshi, "Continuous supplier performance improvement: effects of collaborative communication and control", Journal of Marketing, vol. 73(1), pp. 133-150, 2009, DOI: 10.1509/jmkg.73.1.133.
[44] P. D. Cousins, B. Lawson, and B. Squire, "Performance measurement in strategic buyer–supplier relationships: the mediating role of socialization mechanisms", International Journal of Operations and Production Management, 28 3, 238-258, 2008, https://doi.org/10.1108/01443570810856170.
[45] W.-G. Eilon, and Christofides, "Distribution Management: Mathematical Modelling and Practical Analysis", Charles Griffin and Company,London, 1971, DOI: 10.1109/tsmc.1974.4309370.
[46] H.C.W. Lau, , W. Kai Pang, and C.W.Y. Wong, "Methodology for monitoring supply chain performance: a fuzzy logic approach", Logistics Information Management, 15 4, 271-280, 2002, https://doi.org/10.1108/09576050210436110.
[47] L. Kang, and S. L. Albin, "On-Line Monitoring When the Process Yields a Linear Profile", Journal of Quality Technology 32, 418-426, 2000, DOI: 10.1080/00224065.2000.11980027.
[48] W. H. Woodall, D. J. Spitzner, D. C. Montgomery, and S. Gupta, "Using Control Charts to Monitor process and Product Profiles", Journal of Quality Technology 36, 309-320, 2004, DOI: 10.1080/00224065.2004.11980276.

[49] D. C. Montgomery, "Introduction to Statistical Quality Control.", Fifth Edition, John Wiley and Sons, Inc, 2005.
[50] R. Noorossana, A. Saghaei, A. Amiri, "Statistical Analysis of Profile Monitoring", John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2011, DOI: 10.1002/9781118071984.
[51] R. Noorossana, M. Eyvazian, A. Amiri, and M. A. Mahmoud, "Statistical monitoring of multivariate multiple linear regression profiles in phase I with calibration application", Quality and Reliability Engineering International, vol. 26(3), pp. 291–303, 2010b, DOI: 10.1002/qre.1066.
[52] M. Eyvazian, R. Noorossana, A. Saghaie, and A. Amiri, "Phase II Monitoring of Mul-tivariate Multiple Linear Regression Profiles", Published online in Quality and Reliability Engineering International, 2010, DOI:10.1002/qre.1119.
[53] N. Aissaoui, M. Haouari, and E. Hassini, "Supplier selection and order lot sizing modeling: a review," Computers and Operations Research, 34 12, 3516–3540, 2007, https://doi.org/10.1016/j.cor.2006.01.016.
[54] L. de Boer, E. Labro, and P. Morlacchi, "A review of methods supporting supplier selection" European Journal of Purchasing and Supply Management, 7 2, 75–89, 2001, DOI: 10.1016/s0969-7012(00)00028-9.
[55] Pandey, Shah, and Gajjar. "A fuzzy goal programming approach for selecting sustainable suppliers". Benchmarking an International Journal, 24(5), 2017, DOI: 10.1108/BIJ-11-2015-0110.
[56] Badri Ahmadi, H., S. Kusi-Sarpong, and J. Rezaei. "Assessing the Social Sustainability of Supply Chains Using Best Worst Method" Resources, Conservation and Recycling 126: 99–106, 2017b, DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.07.020.
[57] G. James, D. Witten, T. Hastie, and R. Tibshirani, "An Introduction to Statistical Learning," (8th ed.), Springer Science+Business Media New York, 2017.

پیوست (۱)

جدول (۹): داده های جمع آوری شده از فرآیند تحویل و کیفیت در فاز ۲

	Yj۱۱	Yj۲۱	Yj۳۱	Yj٤۱	Yj٥۱	Yj٦۱	Yj۷۱	yj8۱	Yj۹۱	Yj۱۰۱	Yj۱۱۱	Yj۱۲۱	Yj۱۳۱	Yj۱٤۱	Yj۱٥۱
۱	2	3	3	6	3	6	5	4	5	5	5	6	4	6	4
۲	6	7	5	5	3	3	4	5	5	4	4	4	4	4	2
۳	5	5	4	4	2	6	5	6	4	6	5	3	5	5	3
۴	5	4	3	4	3	4	4	5	5	3	4	4	4	5	7
۵	5	6	4	5	4	4	4	5	5	6	3	4	4	5	5
۶	5	4	5	3	2	6	6	3	5	4	3	6	6	5	4
۷	3	5	6	5	2	5	5	4	4	5	6	6	6	6	4
۸	4	3	3	5	3	5	4	4	5	4	3	4	5	2	4
۹	3	5	4	4	6	6	4	5	6	3	5	3	3	5	6
۱۰	4	5	3	2	5	6	3	5	5	4	4	4	3	4	7
۱۱	5	4	6	4	4	5	3	3	6	6	6	5	4	4	5
۱۲	6	4	4	2	5	6	5	6	3	4	5	5	2	5	5
۱۳	3	6	3	3	5	4	2	3	3	4	5	5	4	4	4
۱۴	4	4	7	3	4	3	4	5	4	6	6	3	4	6	3
۱۵	6	5	3	5	6	2	5	5	4	4	4	3	4	6	3
	Yj۱۲	Yj۲۲	Yj۳۲	Yj٤۲	Yj٥۲	Yj٦۲	Yj۷۲	yj8۲	Yj۹۲	Yj۱۰۲	Yj۱۱۲	Yj۱۲۲	Yj۱۳۲	Yj۱٤۲	Yj۱٥۲
۱	7	5	5	3	5	3	3	4	3	3	3	2	4	3	4
۲	2	2	3	3	5	5	4	3	3	4	4	4	4	4	6
۳	3	3	4	4	6	2	3	2	4	2	3	5	3	3	5
۴	4	4	5	4	5	4	4	4	3	5	4	4	4	3	1
۵	4	2	4	4	4	4	4	4	3	2	5	4	4	3	3
۶	4	4	3	5	6	3	2	5	3	4	5	2	3	3	4
۷	5	3	2	3	5	3	3	4	4	3	2	3	3	2	4
۸	4	5	5	4	5	3	4	4	3	4	5	4	3	6	4
۹	5	3	4	6	2	2	5	3	2	5	3	5	5	3	2
۱۰	4	3	5	4	3	2	5	3	3	4	3	4	5	4	1
۱۱	2	5	2	6	4	4	6	5	3	4	2	3	4	4	3
۱۲	2	5	4	6	3	3	3	3	6	4	3	3	5	3	3
۱۳	5	3	5	5	3	4	6	5	5	4	3	3	4	4	4
۱۴	4	4	3	4	3	5	4	3	4	3	3	5	4	3	5
۱۵	2	3	5	3	3	6	3	3	4	4	4	5	4	2	5

پیوست دوم:

جدول (۱۰): بردار $\hat{\beta}_k$ در فاز ۲

	β_{01}	β_{02}	β_{11}	β_{12}	β_{21}	β_{22}	β_{31}	β_{32}
۱	0.367	0.911	0.365	-0.364	0.0491	0.365	0.293	0.243
۲	0.24	0.733	0.2745	-0.2905	0.10755	0.2745	0.3085	0.169
۳	0.295	-0.863	0.22625	-0.22975	0.173775	0.22625	0.21915	0.211
۴	0.322	0.395	0.221875	-0.22403	0.146288	0.221875	0.270075	0.212
۵	0.226	0.403	0.204438	-0.21831	0.242394	0.204438	0.272988	0.23525
۶	0.143	0.539	0.151719	-0.24216	0.172397	0.151719	0.177844	0.070625
۷	0.097	0.265	0.244859	-0.20693	0.112448	0.244859	0.238922	0.187813
۸	0.182	0.643	0.23258	-0.25896	0.180224	0.23258	0.249961	0.268406
۹	0.100	-0.259	0.30414	-0.16663	0.111912	0.30414	0.22078	0.218103
۱۰	0.198	-0.3	0.31157	-0.19182	0.110856	0.31157	0.26994	0.235702
۱۱	0.229	0.075	0.246785	-0.19491	0.145578	0.246785	0.24722	0.281501
۱۲	0.111	0.971	0.222892	-0.24295	0.180289	0.222892	0.42371	0.32175
۱۳	0.127	0.392	0.177546	-0.26723	0.082895	0.177546	0.355555	0.279475
۱۴	0.222	-0.464	0.213723	-0.20061	0.135097	0.213723	0.371578	0.218238
۱۵	0.240	0.897	0.203262	-0.21831	0.178949	0.203262	0.274489	0.289669