نشریه علمی «مدیریت زنجیره تامین»
سال بیست و پنجم، شماره ۸۰، پاییز ۱۴۰۲؛ ص ۱۲۰-۱۰۱

علمی ـ ترویجی

طراحی مدلی برای پایش پروفایلی کیفیت تأمین‌کننده

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، ایران ۲- استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران ۳- دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

(دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۲۴، پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۳)

چکیده

توانایی نظارت بر عملکرد تأمین‌کننده یک قابلیت حیاتی برای حفظ رابطه قوی سازمان و تأمین‌کننده است به‌خصوص برای سازمان‌هایی که کیفیت تأمین‌کننده نقش بسزایی در محصول نهایی و حفظ بازار آن‌ها دارد. در این مقاله یک مدل پایش پروفایلی در دو فاز برای پایش کیفیت محصولات و فرآیندهای تأمین‌کننده ارائه‌شده است. در گام نخست معیارها و شاخص‌ها برای ارزیابی 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 کنگ آلباین پارامترهای مدل محاسبه و پایش می‌شوند و در فاز دوم از روش T^2 هاتلینگ برای نظارت بر کیفیت تأمین‌کننده در طول زمان استفاده می‌شود تا در صورت وجود هشدار در کمترین زمان ممکن نمودار کنترلی آن را نشان دهد. این مدل در صنعت خودروسازی شرکت ایران‌خودرو و تأمین‌کننده قطعات گیربکس توسط شرکت نیرومحرکه اجرا شده است.

واژه‌های کلیدی: تأمین‌کننده، کیفیت، پایش پروفایل، روش T^2 کنگ آلباین، روش T^2 هاتلینگ

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،۲و ۴]. مشارکت طولانی‌مدت بین خریداران و تأمین کنندگان 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].

*رایانامه نویسنده مسئول: tala8617@gmail.com

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 تأمین کنندگان ارائه دهند، خریداران باید مرتباً عملکرد تأمین‌کنندگان را ازنظر معیارهای ملموس و نامحسوس اندازه‌گیری و نظارت کنند [۵].

۲- مرور ادبیات

چن و وو [۷] نشان دادند که شرکت‌ها می‌توانند از طریق مشارکت‌های قوی هزینه‌های معاملات را به حداقل برسانند. هرچه شرکت‌های بیشتری فرآیندهای غیر اصلی کسب‌وکار خود را به خارج از کشور بسپارند، توانایی مدیریت مؤثر روابط با تأمین‌کنندگان از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شود. ویلنا و کریگ هد [۸] از داده های دوگانه برای بررسی تأثیر عدم تقارن بر عملکرد روابط خریدار و تأمین‌کننده استفاده کردند. همان‌طور که توسط سون [۹] ذکرشده است، مدیران زنجیره تأمین باید به روش‌هایی مجهز باشند تا ارزیابی بهتری از جنبه‌های روابط راهبرد خود داشته باشند که باید توجه آن ها را معطوف کنند.

فراز و همکاران [۱۰] به این نکته اهمیت دادند که هر دو شریک تأمین کننده خریدار استراتژیک (نوع A) باید ازلحاظ روابط با یکدیگر درک یکسانی داشته باشند. آن ها تصور کردند که وقتی اختلاف نظرهایی بین خریداران و تأمین کنندگان وجود داشته باشد، عملکرد زنجیره تأمین به‌طور قابل‌توجهی خراب می‌شود. ازاین‌رو، فراز و همکارن [۱۱] یک نمودار کنترل T2 طراحی کردند تا اختلافات را در طول زمان کنترل کنند تا بر روابط خریدار – تأمین‌کننده نظارت باشد.

اتری و همکاران[۱۲] بیشتر ادبیات مربوط به روابط خریدار و تأمین کننده 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. بااین‌حال، حتی باوجوداین جریان های تحقیقاتی توسعه یافته و گسترده ، موارد مهمی در مورد چگونگی مدیریت و نظارت موفقیت آمیز بر روابط خریدار و تأمین کننده باقی مانده است. اهمیت ویژه شناسایی روش‌هایی را که نظارت عینی را به فرآیندی که به‌شدت به ادراکات ذهنی متکی است، ارائه دهد. با فناوری امروز، این مطمئناً امکان‌پذیر است.

سورارکسا و شین [۱۳] یک چارچوب سامانمند مدیریت تأمین‌کننده برای ادغام مراحل انتخاب و نظارت بر تأمین‌کننده را که مستقل از یکدیگر نباشند ارائه دادند. روش پیشنهادی یک رویکرد کمی و کیفی را باهم ترکیب می کند و با استفاده از فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) را برای ارزیابی اولویت‌های این معیارها تنظیم می‌کند. ایشان تفاوت مجموعه معیارهای انتخاب تأمین‌کننده و نظارت بر تأمین‌کننده را بررسی می‌کنند.

ژانگ و همکاران [۱۴] سه چالش مهم زیر را برای بهبود عملکرد پایداری یک سازمان تعریف کردند. اول، ارزیابی پایداری، مستلزم در نظر گرفتن تأثیرات نه‌تنها عوامل اقتصادی، بلکه عوامل زیست‌محیطی 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 سامانه مشاهده کرد. نویسندگان بر ارزیابی عملیات زنجیره تأمین متمرکزشده اند که بازده اقتصادی را به حداکثر می‌رساند، تأثیرات زیست‌محیطی را به حداقل می‌رساند و انتظارات اجتماعی را برآورده می‌کند.

در حوزه زنجیره تحویل با توجه به اهمیت تحویل کالا و خدمات به مشتریان در محدوده زمانی مشخص فراز و کاظم‌زاده [۱۵] بامطالعه کاربردی در شرکت TNT در ایالت دلاور آمریکا نشان دادند که چگونه می‌توان زنجیره‌های تحویل در مدیریت زنجیره تأمین را در قالب فرآیندهای چندمتغیره مدل بندی نمود و به‌منظور پایش فرآیند، به استقرار نمودار بهینه اقتصادی – آماری کنترلی چند متغیره T2 پرداخته و سپس با استفاده از روش جستجو الگوریتم ژنتیک مقادیر بهینه پارامترهای نمودار کنترل تعیین کنند.

تالوری و سارکیس [۵] استدلال کردند که تأمین‌کننده می‌تواند ازنظر فنی در چندین متغیر بررسی شود. برخی از این متغیرها به شرح زیر است: تأکید بر کیفیت در منبع ؛ صلاحیت طراحی، ظرفیت پردازش، کاهش عدم مطابقت، کاهش WIP، زمان بین شروع و اتمام فرآیند تولید، فضا، مقاومت در برابر جریان اپراتورهایی که آموزش متقابل دارند، انجام تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، اپراتورها قادر به ارائه SPC و تنظیم سریع هستند. آن ها معتقدند اپراتورها قادر به ترسیم مشکلات و پردازش مسائل هستند.

دی و چفی [۱۶] بسیاری از معیارهای تجربی را برای اندازه‌گیری عملکرد زنجیره تأمین سبز (GSC) 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 تصمیم گیری سازمانی، چه استراتژیک و چه عملیاتی، نویسندگان یک چارچوب ابتکاری اندازه‌گیری عملکرد GSC را ایجاد کردند.

یاکوولوا و همکاران [۱۷] 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. جیاناکیس و همکاران [۱۸] با استفاده از روش ANP برای به‌دست آوردن معیارهای ارزیابی مربوط به پایداری و با در نظر گرفتن روابط متقابل به انتخاب و ارزیابی پایداری تأمین‌کننده می‌پردازند.

پرادهان و روتروی [۱۹] از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) برای پایش شفافیت عملکرد زنجیره تأمین در حضور توسعه تأمین‌کننده (SD) رونمایی می‌کنند.

تورس-رویز و راویندران [۲۰] 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 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.

ماستررینی و همکاران [۲۱] به‌طور تجربی رابطه بین دو روش اصلی اندازه‌گیری عملکرد و مدیریت (به‌عنوان‌مثال نظارت و مشوق‌ها) و عملکرد عملیاتی تأمین‌کنندگان را بررسی می‌کنند. یک چارچوب نظری برای شناسایی اثر واسطه‌گری همخوانی هدف و فرصت‌طلبی تأمین‌کننده در رابطه مستقیم بین نظارت/ مشوق‌ها و عملکرد عملیاتی تأمین‌کنندگان ارائه‌شده است.

وانگ و همکاران [۲۲] کاربرد تحلیل مؤلفه اصلی (PCA[1]) و دینامیکی (DPCA) در تشخیص و تشخیص عیب یک سیستم زنجیره تأمین را بررسی می‌کنند. به‌منظور نظارت بر زنجیره تأمین، داده‌هایی مانند سطح موجودی، تقاضای بازار و مقدار محصولات در حال حمل‌ونقل جمع‌آوری می‌شود. PCA و DPCA را برای مدل‌سازی شرایط عملیاتی عادی (NOC[2]) استفاده و از دو آماره پایش T2 هاتلینگ و خطای پیش‌بینی مجذور (SPE[3]) را برای تشخیص عملکرد غیرعادی زنجیره تأمین استفاده می‌کنند.

نتایج نشان می‌دهد که عملکرد غیرعادی ناشی از تأخیر حمل‌ونقل، کمبود عرضه و بازده تولید ضعیف قابل‌تشخیص است.

دان و همکاران[۲۳] به بررسی رابطه نگرش مصرف‌کنندگان و فعالیت‌های نظارت بر تأمین‌کننده می‌پردازند. ایشان در نتایج این تحقیق تأکید می‌کنند که مصرف‌کنندگان برای SMA[4] شرکت‌ها ارزش قائل هستند و به یک منطق اقتصادی برای شفافیت یک شرکت در رابطه با تلاش‌ها برای نظارت بر تأمین‌کننده‌اش اشاره می‌کنند.

لی و همکاران[۲۴] 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. آن‌ها یک مدل داده اصلاح شده را با در نظر گرفتن خروجی نامطلوب و عوامل دوگانه پیشنهاد می کنند. این مطالعه مدل تحلیل پوششی داده‌های اصلاح‌شده را در تابع فاصله شاخص Malmquist-Luenberger ادغام می کند. علاوه بر این، این مطالعه از فناوری معیار جهانی برای فرمول بندی یک مدل دومرحله‌ای استفاده می کند. نتایج مسئله وضعیت منحصربه‌فرد عوامل دو نقشی را بر اساس بهینه جهانی مدل شناسایی و سپس تأمین‌کنندگان ناکارآمد را در یک چرخه ارزیابی فردی دسته‌بندی می‌کنند.

اسد شفیق و همکاران[۲۵] با استفاده از ادبیات استراتژی در مورد اتحادها و ادبیات مدیریت روابط خریدار- تأمین کننده 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. این تحقیق با استفاده از داده‌های نظرسنجی اولیه از نمونه‌ای از شرکت‌های تولیدی ایالات‌متحده، همراه با داده‌های ثانویه نظارت بر تأمین‌کننده و عملکرد مالی، رابطه بین نظارت تأمین‌کننده، حساسیت فرهنگی، شناخت عملیات، و عملکرد شرکت خریدار را بررسی می‌کند. هو و همکاران [۲۶] پیامدهای عملکرد نظارت

[1] principal component analysis
[2] normal operating conditions
[3] squared prediction error
[4] supplier monitoring activities

همتا درزمینه، چند تأمین‌کننده را بررسی می‌کنند. این مطالعه بر اساس نظریه های مبادله اجتماعی و نمایندگی، بررسی می کند که چگونه، چه زمانی و چرا نظارت همتا به‌عنوان یک مکانیسم کنترلی حیاتی برای کاهش فرصت‌طلبی در میان تأمین‌کنندگان عمل می‌کند. آن‌ها یک مدل مفهومی و فرضیه‌های تحقیق را با استفاده از داده‌های نظرسنجی از ۲۴۶ پاسخ‌دهنده در ۸۲ گروه تأمین‌کننده آزمایش می‌کنند. نتایج نشان می‌دهد که نظارت همتا به‌طور مثبت با بازدارندگی درک شده (به‌عنوان میانجی) و منفی با فرصت‌طلبی مرتبط است، درحالی‌که رابطه میانجی شده به‌طور منفی با عمل متقابل تعمیم‌یافته و به‌طور مثبت با تعامل متقابل متعادل و متقابل منفی تعدیل می‌شود. چانگالیما و همکاران [۲۷] به بررسی نقش انتخاب تأمین‌کننده و نظارت بر تأمین‌کننده در کارایی تدارکات عمومی ازنظر کاهش هزینه در تانزانیا پرداختند. برای این کار از یک پرسشنامه ساختاریافته برای جمع‌آوری داده‌های نظرسنجی مقطعی از ۱۷۹ نهاد تدارکات عمومی در تانزانیا استفاده و برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده از مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) استفاده شد. یافته‌های آن‌ها نشان داد که انتخاب تأمین‌کننده و نظارت بر تأمین‌کننده، پیش‌بینی کننده‌های مثبت و معنادار کارایی تدارکات عمومی ازنظر کاهش هزینه هستند. کرایوس و همکاران [۲۸] و پیترسن و همکاران [۲۹] نظارت را به‌عنوان پیش‌شرط ارزیابی تأمین‌کنندگان پیشنهاد می‌کنند و بعدازآن، آن‌ها را که شایسته سرمایه‌گذاری‌های به‌صورت رابطه خاص هستند انتخاب می‌کند. هوانگ و کسکار [۳۰] و ایتنر و همکاران [۳۱] نشان می‌دهد که نظارت در فرآیند تأمین منابع نقش اساسی دارد. مطالعات موجود که در جریان های قبلی جریان دارد بیشتر در طراحی سیستم نظارت متمرکز است، یعنی پیشنهاد چارچوب های مفهومی و انتخاب معیارهای عملکرد بنابراین از عواقب واقعی شیوه‌های نظارت غافل می‌شوند. کار و پیرسون [۳۲] بیان می‌دارند نظارت بر تأمین‌کننده باکیفیت رابطه خریدار و تأمین‌کننده رابطه مثبت دارد ، که درنهایت منجر به بهبود عملکرد خریدار می‌شود. نویسندگان دیگر مانند پراهینسکی و فان[۳۳]، هیده و همکاران [۳۴] با توجه به محتوا و فرکانس یا بازده در مقابل نظارت رفتاری، چگونگی تأثیر ویژگی های نظارت بر رفتار تأمین‌کننده را بررسی کرده‌اند. سرانجام، پراهینسکی و فان[۳۵] متغیرهای دیگری در ارتباط با اقدامات نظارتی مانند تعهد تأمین‌کننده ،ماهام و جوشی[۳۶] مؤلفه‌های مختلف همکاری خریدار و تأمین‌کننده و کوسنس و همکاران[۳۷] مکانیسم‌های اجتماعی موردمطالعه قرارگرفته‌اند.

هر سازمانی به قابلیت اطمینان و ثبات تأمین کنندگان خود بستگی دارد تا اهداف عملکرد خود را در ارائه محصولات یا خدمات به مشتریان برآورده کند و هر سازمانی می‌تواند به دلیل عملکرد ضعیف تأمین‌کننده از بین برود. سازمان‌ها در یک محیط تجاری و فناوری که به‌طور فزاینده پویا هست در حال کار می‌باشند و برنامه‌ریزی مؤثر و نظارت بر عملکرد تأمین‌کننده برای کنترل ریسک‌ها، اختلالات و هزینه‌ها بسیار مهم است.

سؤالات اصلی این پژوهش به‌صورت زیر بیان می‌شود:

۱- آیا می‌شود مشخصه‌های کیفیت تأمین‌کننده را به‌صورت 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 تأمین‌کننده در طول دوره همکاری رسید؟

۳- آیا می‌توان عملکرد تأمین‌کننده در حوزه کیفیت را در طول زمان ارزیابی نمود و بجای ارزیابی پایان دوره در هرلحظه از زمان اختلال پیش‌آمده را در سریع‌ترین زمان ممکن تشخیص و برای اصلاح اقدام نمود؟

باوجود اهمیت استراتژیک نوع ارتباط با تأمین‌کننده، مطالعات کمی در این موضوع صورت گرفته است و فرآیند و روش مطمئنی برای پایش تأمین‌کننده در طول زمان همکاری وجود ندارد و بیشتر در پایان همکاری به ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده پرداخته‌شده است و در صورت ناکارآمدی با آن تأمین‌کننده قطع همکاری می‌شود که این کار بخصوص در صنایع استراتژیک باعث فرصت‌های ازدست‌رفته و حتی موجب آسیب می‌شود. همچنین بزرگ بودن شبکه تأمین صنایع و سازمان‌های بزرگ، نظارت کیفی و کمی بر تأمین‌کنندگان را سخت و پرهزینه می‌نماید و عملاً ممکن است انحراف هر یک از اعضای شبکه تأمین، عملکرد کل شبکه را تهدید کند.

جدول (۱). خلاصه ای از مطالعات صورت گرفته در زمینه نظارت بر تامین کننده

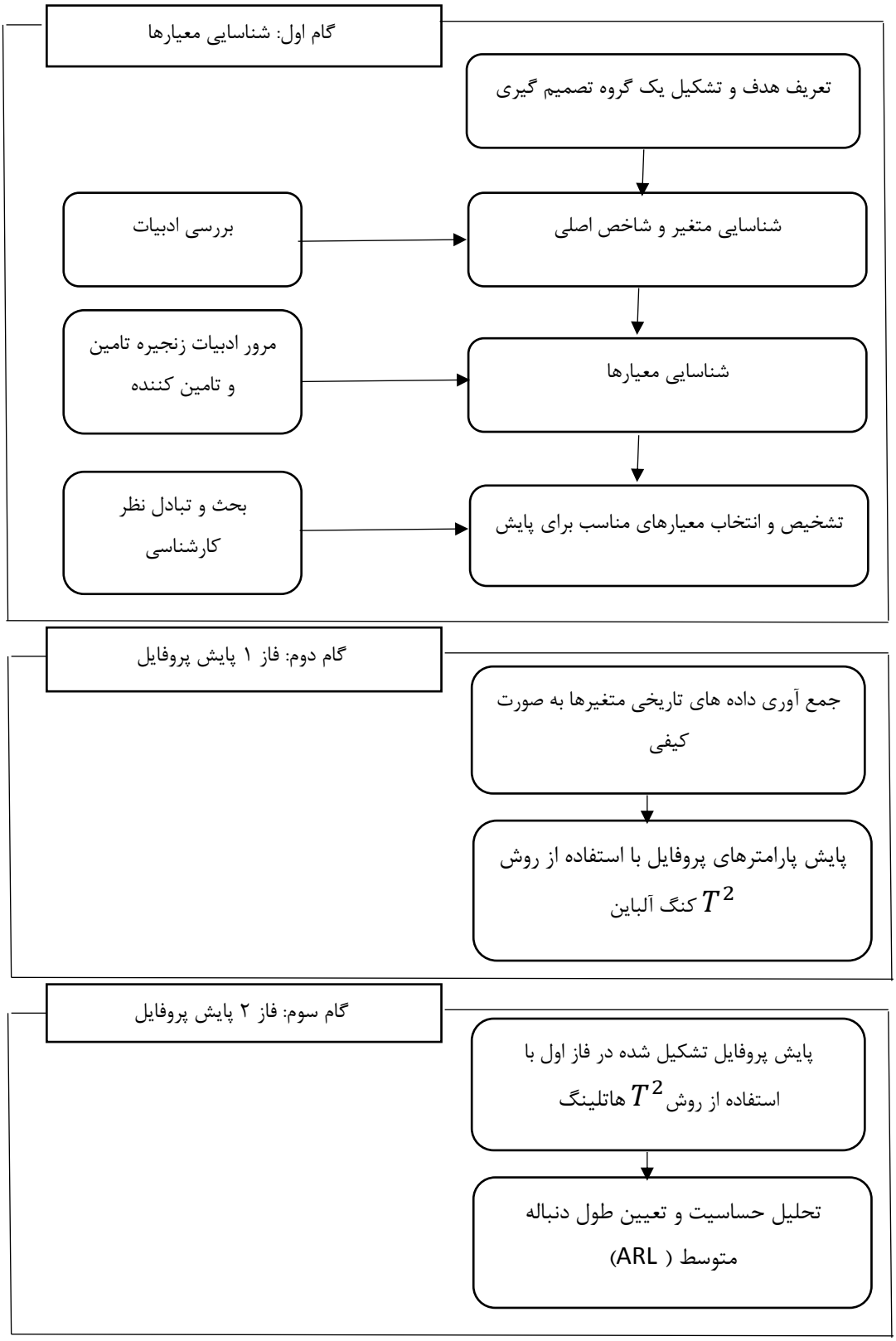
شماره	عنوان	سال	هدف و دستاوردها	روش و ابزارها
۱	A two-stage model for monitoring the green supplier performance considering dual-role and undesirable factors	۲۰۲۰	✓ استفاده از تحلیل مؤلفه اصلی (PCA[1]) و دینامیکی (DPCA) در تشخیص عیب یک سیستم زنجیره تأمین ✓ استفاده از PCA و DPCA را برای مدل‌سازی شرایط عملیاتی عادی (NOC[2])	آماره پایش T2 هاتلینگ و خطای پیش‌بینی مجذور (SPE[3])
۲	Consumers care and firms should too: On the benefits of disclosing supplier monitoring activities	۲۰۲۰	✓ بررسی رابطه نگرش مصرف‌کنندگان و فعالیت‌های نظارت بر تأمین‌کننده	استفاده از آماره‌های ریاضی متناسب
۳	A two-stage model for monitoring the green supplier performance considering dual-role and undesirable factors	۲۰۲۰	✓ پایش کارایی زیست‌محیطی تأمین‌کنندگان در حضور خروجی‌های نامطلوب و عوامل دو نقشی با جنبه‌های ایستا و پویا ✓ هدف آن‌ها تبیین دلیل اصلی بهره‌وری پایین تأمین‌کنندگان	مدل تحلیل پوششی داده‌ها
۴	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 باهم ترکیب می‌کند.	فرآیند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) تصمیم‌گیری چند معیارِه (MCDM)
۵	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
۶	Monitoring type B buyer–supplier relationships	۲۰۱۸	طراحی یک نمودار کنترل T2 برای کنترل روابط خریدار – تأمین‌کننده در طول زمان	نمودار کنترل T2
۷	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)
۸	Effects of monitoring and incentives on supplier performance: an agency theory perspective	۲۰۱۸	✓ ارائه یک چارچوب نظری برای شناسایی اثر واسطه‌گری همخوانی هدف و فرصت‌طلبی تأمین‌کننده در رابطه مستقیم بین نظارت / مشوق‌ها و عملکرد عملیاتی تأمین‌کنندگان	کیفی و مطالعات کتابخانه‌ای
۹	Multiple Criteria Framework for the Sustainability Risk Assessment of a Supplier Portfolio	۲۰۱۷	✓ ارزیابی ریسک پایداری را برای چهار بخش اقتصادی، محیط اجتماعی داخلی و خارجی و زیست‌محیطی تأمین‌کننده و با در نظر گرفتن نظارت و کاهش خطر	روش کیفی

[1] principal component analysis
[2] normal operating conditions
[3] squared prediction error

جدول (۱). خلاصه ای از مطالعات صورت گرفته در زمینه نظارت بر تامین کننده

شماره	عنوان	سال	هدف و دستاوردها	روش و ابزارها
۱۰	On the Same Page? How Asymmetric Buyer–Supplier Relationships Affect Opportunism and Performance	۲۰۱۷	✓ استفاده از داده‌های دوگانه برای بررسی تأثیر عدم تقارن بر عملکرد روابط خریدار و تأمین‌کننده	مطالعات کتابخانه‌ای و داده‌های کمی
۱۱	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
۱۲	Green supply chain performance measurement using the analytic hierarchy process: A comparative analysis of manufacturing organisations	۲۰۱۳	✓ اهمیت برون‌سپاری فرآیندهای غیر اصلی کسب‌وکار خود به خارج از کشور برای افزایش توانایی مدیریت مؤثر روابط با تأمین‌کنندگان	مطالعات کتابخانه‌ای
۱۳	مقاله حاضر: طراحی مدلی برای پایش پروفایلی کیفیت تأمین‌کننده	۲۰۲۳	✓ در نظر گرفتن مشخصه‌های کیفیت تأمین‌کننده به‌صورت یک تابع رگرسیونی با چند متغیر مستقل ✓ دستیابی به تعریف شرایط تحت کنترل آماری در فرآیند ✓ ارائه الگویی برای پایش و نظارت بر تأمین‌کننده در طول دوره همکاری	پایش پروفایلی، روش T^2 کنگ آلباین، روش T^2 هاتلینگ

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 باید با تشکیل رگرسیون متغیرها رو باهم در نظر گرفت و به مدل‌سازی عملکرد فرآیند پرداخته شود. در این مورد، اگر ساختار همبستگی متغیر پاسخ و مستقل را با فرض نمایه‌های جداگانه نادیده بگیریم، نتایج گمراه‌کننده‌ای انتظار می‌رود. مثلاً اگر فرآیند زمان تحویل را بدون عوامل مؤثر در این فرآیند در نظر بگیریم موجب حذف تأمین‌کنندگان کارایی که درروند زمان تحویل قطعات و محصولات در مقطعی دچار اخلال شده‌اند از زنجیره تأمین می‌شود. رویکرد پیچیده، در عمل، قادر است متخصصان را به تجزیه‌وتحلیل مؤثر پارامترهای عملکرد فرآیند هدایت کند. با توجه به مطالعات کمی که در حوزه پایش تأمین‌کننده در شبکه تأمین صورت گرفته است، مدلی که با در نظر گرفتن روابط بین متغیرها و ایجاد یک مدل کمی به پایش یک شاخص یا چند شاخص تأمین‌کننده پرداخته باشند، مطرح نشده است. در برخی تحقیقات مدل‌هایی به‌صورت کیفی و ابزارهای کیفی برای پایش تأمین‌کننده استفاده نموده‌اند و برای شرایطی مشخصه‌های کیفی یا مشخصه مای فنی فرآیندها را با استفاده از چندین متغیر تصادفی مستقل دارای کوواریانس (به‌صورت بردار، در فرآیندهای چندمتغیره) نمایش می‌دهند. در این تحقیق مشخصه‌های کیفیت تأمین‌کننده موردنظر، تابعی از یک یا چند متغیر مستقل هستند به‌طوری‌که 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) مراحل اجرای تحقیق آورده شده است.



شکل (۱). مراحل اجرای تحقیق

۲-پایش پروفایل

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 به‌وسیله رابطه‌ای بین متغیر پاسخ و یک یا چندین متغیر مستقل توصیف می شود که این رابطه به پروفایل معروف است و در مهروموم‌های اخیر به‌عنوان موضوعی با کاربرد فراوان مطرح‌شده است. بر اساس تعریف کنگ و آلباین(۲۰۰۰)، در هر مرحله از نمونه‌گیری مجموعه‌ای از $n>1$ پایش پروفایل‌ها ، نقطه مشاهده می‌شوند که هر یک شامل یک مقدار برای ۱ مانند چگالی به عنوان متغیر پاسخ و ضخامت (X و یک یا چند مقدار برای متغیر مستقل Y متغیر پاسخ به‌عنوان متغیر مستقل) هستند و این نقاط درمجموع نشان دهنده یک منحنی یا پروفایل می باشند. به‌عنوان‌مثال در بسیاری از کاربردهای کالیبراسیون، پروفایل را می‌توان به‌خوبی به‌وسیله یک مدل خطی نشان داد، اما در بسیاری از موارد نیز به مدل های پیچیده تری برای نشان دادن پروفایل نیاز است[۳۸].

۲-۱-انواع مختلف پروفایل‌ها

پروفایل‌ها انواع مختلفی دارند که انتخاب مدل مناسب برای آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۳۹]. 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[۴۰].

۲-۱-۱- 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.

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

۲-۱-۲-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.

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

۲-۱-۳-پروفایل چندجمله‌ای

در این نوع پروفایل، یک رابطه چندجمله‌ای بین متغیر پاسخ و یک یا چند متغیر مستقل وجود دارد. بالاترین توان متغیر مستقل در این رابطه، رتبه چندجمله‌ای را تعیین می‌کند. به‌عنوان‌مثال، رابطه ۳ یک رابطه چندجمله‌ای با رتبه ۲ و یک متغیر مستقل و رابطه ۴ یک رابطه چندجمله‌ای و با دو متغیر مستقل هست.

$$Y = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2^2 + \varepsilon \qquad (۳)$$

$$Y = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + A_{11}X_1^2 + A_{22}X_2^2 + A_{12}X_{12} + \varepsilon \qquad (۴)$$

۲-۱-۴-پروفایل غیرخطی

در این نوع پروفایل، یک رابطه غیرخطی بین یک متغیر پاسخ و یک یا چند متغیر مستقل وجود دارد. منظور از رابطه غیرخطی در رگرسیون این است که اگر نسبت به پارامترها مشتق گرفته شود بازهم پارامتر در رابطه باقی بماند. در مدل رگرسیون غیرخطی نیز، مقادیر متغیر)مای(مستقل مقادیری ثابت فرض می‌شوند. رابطه کلی مدل رگرسیون غیرخطی ساده در رابطه ۵ نشان داده‌شده است.

$$Y = f(X, A) + \varepsilon \qquad (۵)$$

۳-روش T^2 در فاز اول

در فاز یک کنترل ، برای پایش یک پروفایل چندگانه، 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 مبنای که بر مبنای آن فاز دو کنترل فرآیند پایش می‌شود. 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 کنگ آلباین هست که گام‌های ارائه‌شده در این روش به شرح زیر آورده شده است.

فرض کنید که p متغیر مستقل $x_1, x_2, \dots\dots, x_p$ و یک متغیر پاسخ y در m نمونه وجود دارند. گام‌های این روش به شکل زیر بیان می‌شود:

گام اول: با استفاده از برآوردهای کمترین مربعات پارامترهای رگرسیون را برای نمونه j ام با استفاده از رابطه ۶ محاسبه می‌شوند.

$$\hat{A}_j = \begin{bmatrix} a_{0j} \\ a_{1j} \\ \dots \\ a_{pj} \end{bmatrix} = (X\acute{X})^{-1}\acute{X}y_j \quad j = 1,2,\dots,m \qquad (۶)$$

که X' معکوس ماتریس X و y_j بردار پاسخ می باشد.

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

$$\bar{a}_k = \sum_{j=1}^{m} \frac{a_{kj}}{m} \qquad k = 0,1,3,\dots,p \qquad (۷)$$

گام سوم: بردار Z_j و $\bar{Z}$ را تشکیل می دهیم.

$$\bar{Z} = \left(\bar{a}_0, \bar{a}_1, \bar{a}_2, \dots, \bar{a}_p\right) \text{ و } Z_j = (a_{0j}, a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{pj}) \qquad (۸)$$

گام چهارم: ماتریس $S_2 = MSE(X'X)^{-1}$ محاسبه می شود.

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

$$T_j^2 = m(Z_j - \bar{Z})' S_2^{-1} \frac{(Z_j - \bar{Z})}{m-1} \qquad (۹)$$

آماره $\frac{T^2}{P+1}$ دارای توزیع F با (P+1) و m(n-p-1) درجه آزادی هست. که p تعداد متغیرهای مستقل، m تعداد پروفایل‌ها و n تعداد مشاهدات در هر پروفایل هست.

گام ششم: حد کنترل بالای مناسب برای آماره آزمون به‌صورت زیر است:

$$UCL = (p+1)F_{(p+1,m(n-p-1)),\alpha} \qquad (۱۰)$$

روش کنگ و آلباین به‌تنهایی نمی‌تواند تغییرات در انحراف استاندارد را به‌خوبی شناسایی کند، ازاین‌رو به‌منظور افزایش حساسیت این نمودارها در برابر تغییرات انحراف استاندارد، استفاده از یک نمودار کنترل یک متغیری در کنار نمودار T^2 پیشنهاد می‌شود که در آن حدود کنترل مناسب برای j امین میانگین مربعات خطا (MSE_j) به‌صورت زیر هستند:

$$LCL = \frac{mF_{((n-p-1),(m-1)(n-p-1),\frac{\alpha}{2}}MSE}{m-1+F_{((n-p-1),(m-1)(n-p-1),\frac{\alpha}{2}}} \qquad (۱۱)$$

$$UCL = \frac{mF_{((n-p-1),(m-1)(n-p-1),(1-\frac{\alpha}{2})}MSE}{m-1+F_{((n-p-1),(m-1)(n-p-1),1-\frac{\alpha}{2}}} \qquad (۱۲)$$

که حد بالا و پایین نمودار از توزیع F با (n-p-1) و (m-1) (n-p-1) پیروی می‌کند.

در روابط بالا MSE میانگین مربعات خطای کل، α احتمال خطای نوع اول، p تعداد متغیرهای مستقل، mتعداد پروفایل‌ها و n تعداد مشاهدات در هر پروفایل هست.

باید توجه کرد که اضافه کردن حدود کنترل واریانس نیاز به افزایش اندکی از حدود کنترل بالایی نمودار کنترل T^2 به‌منظور حفظ احتمالات کلی یکسان از اخطار اشتباهی (α = 0/05) دارد. بنابراین استفاده احتمال خطای نوع اول $1-(1-\alpha)^{\frac{1}{p+2}}$ برای نمودار کنترل واریانس و احتمال خطای نوع اول $1-(1-\alpha)^{\frac{p+1}{p+2}}$ برای نمودار کنترل T^2، پیشنهاد می‌شود. درنتیجه احتمال کلی از یک خطای تولیدشده توسط دو نمودار مساوی α است،

بعد از تولید نمونه‌ها و حدود کنترل نوبت به بررسی آماره‌های تولیدشده با حدود کنترل می‌رسد. با تحلیل‌های مختلف انجام‌شده نتیجه شد که هنگامی فرآیند خارج از کنترل در نظر گرفته می‌شود که شروط $T_j^2 > UCL$ (دو UCL)، $MSE_j > UCL$

$MSE_j < LCL$ (UCL و LCL تو اما در نظر گرفته شوند اگر این شروط برقرار بود آنگاه نمونه موردبررسی خارج از کنترل هست. باید توجه داشت که اگر حداقل یکی از m نمونه خارج از کنترل باشد آن فرآیند به‌عنوان فرآیندی خارج از کنترل ثبت می‌شود[۴۱].

۴- روش T^2 هاتلینگ در فاز دو

در فاز 2 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 T^2 هاتلینگ هست که ابتدا توسط کنگ و آلباین در سال ۲۰۰۰ معرفی شد. مراحل استفاده از این روش در زیر آورده شده است[۳۸].

گام اول: x را باکم کردن از مقدار میانگین کد می‌کنیم.

در این گام ابتدا متغیر x را کد می‌کنیم تا میانگین به صفر تغییر یابد، این امر سبب می‌شود تا کوواریانس برآورد کننده‌های شیب و عرض از مبدأ مستقل شوند و می‌توان آن‌ها را به‌صورت مستقل و جداگانه کنترل نمود.

گام دوم: ماتریس برآورد کننده حداقل مربعات با میانگین $\mu = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p)$ و ماتریس واریانس و کوواریانس $\sum = \sigma^2(X'X)^{-1}$ را به‌صورت زیر به دست می‌آوریم:

$$z_j = (a_{0j}, a_{1j}, \dots, a_{kj}) \quad (۱۳)$$

$$\hat{\beta} = (\acute{X}X)^{-1}\acute{X}y \quad (۱۴)$$

گام سوم: آماره T^2 به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$T^2 = (z_j - \mu)^T \Sigma^{-1}(z_j - \mu) \quad (۱۵)$$

آماره T^2 دارای توزیع χ با P+1 درجه آزادی است که P+1 تعداد پارامترهای (متغیرها) پروفایل چندگانه است.

گام چهارم: حد بالای کنترل را به‌صورت رابطه ۱۶ محاسبه می‌کنیم:

$$UCL = \chi^2_{p+1,\alpha} \quad (۱۶)$$

۵- مطالعه موردی

پایش پروفایلی کیفیت تأمین‌کننده در یک صنعت خودروسازی در ایران اعمال 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.

شاخص‌های زیادی برای پایش تأمین‌کننده در منابع کتابخانه‌ای وجود دارد اما یکی از شاخص‌های کلیدی که برای پایش تأمین‌کننده در صنعت خودرو همیشه موردنظر است، تابع کیفیت هست که خود دارای غیرمعیارهایی هست که با توجه به منابع کتابخانه‌ای و متناسب با ویژگی‌های سازمان موردنظر و با توجه به اهمیت محصول ، تلاش کارشناسان مربوطه بر این بود که معیارها مکمل هم و به‌صورت جامع در نظر گرفته شود تا موجب تحلیل اشتباه و تشخیص نادرست توسط مدل پایش نشود که بر این اساس معیارهایی که در جدول ۱ آورده شده است را برای تابع کیفیت تأمین‌کننده تعریف نموده‌اند، تا با حداقل شاخص‌ها بتوان تحلیل جامع به دست آورد و در عمل از پیچیده نمودن مسئله و گران کردن جمع‌آوری اطلاعات پرهیز شود.

ما یک نظرسنجی بر روی موارد ارائه‌شده در جدول (۱) طرح کردیم 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 ۱۳۹۹ تا خرداد ۱۴۰۰) 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

مرجع	غیرمعیار	معیار
S. مائک, J. L. Hartley, and D. Wilson(2001)[۴۲] M.-H. Shu and H.-C. Wu,(2009)[۴۳] M. Bevilacqua, F. E. Ciarapica, and G. Giacchetta,(2008)[۴۴] (Ahmadi, Kusi-Sarpong, and Rezaei 2017b;[۴۵] Pandey, Shah, and Gajjar 2017;[۴۶] Jain and Khan 2017b[۴۷] Faraz, A., Sanders, N., Zacharia, Z., Gerschberger, M., 2018[11] Suraraksa, Juthathip and Sup Shin, Kwang 2019[۴۸]	سطح کیفی (Quality level)	کیفیت (Quality)
	نرخ نقص سفارش (Order defect rate)	
	میزان پاسخگویی به کیفیت محصول (Responsibility for product quality)	
	قابلیت اطمینان (Reliability)	
	نرخ بازگشت مشتری (customer reject rate)	

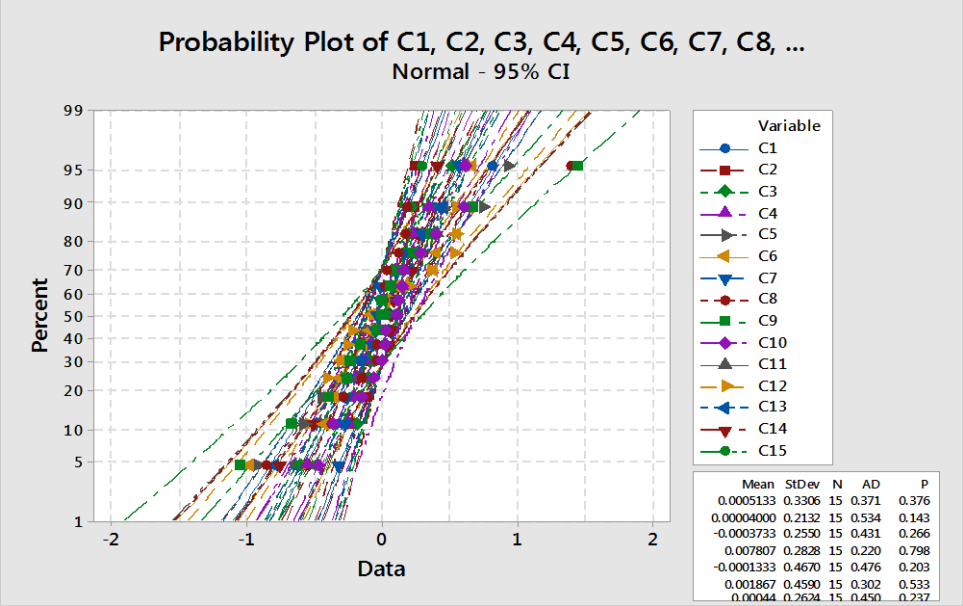
۵-۱-پایش در فاز ۱

داده‌های تاریخی همه متغیرهای مستقل و متغیر پاسخ به‌صورت کیفی و ماهانه و بر اساس مقیاس لیکرت (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 ۱۵ بار نمونه‌گیری از محصولات تحویلی تأمین‌کننده به سازمان و همچنین فرآیند کیفیتی تأمین‌کننده جمع‌آوری‌شده و نمره دهی بر اساس نظر جمعی از کارشناسان خبره حوزه مربوطه صورت گرفته است که در جدول (۲) آورده شده است.

جدول (۲). داده های جمع آوری شده در طی ۱۵ ماه

	Yj۱	Yj۲	Yj۳	Yj٤	Yj٥	Yj٦	Yj۷	yj8	Yj۹	Yj۱۰	Yj۱۱	Yj۱۲	Yj۱۳	Yj۱٤	Yj۱٥
۱	۲	۷	۵	۳	۲	۷	۶	۶	۵	۷	۵	۳	۷	۳	۴
۲	۴	۶	۵	۳	۵	۵	۴	۷	۳	۱	۳	۳	۷	۴	۵
۳	۶	۳	۲	۷	۴	۶	۳	۵	۳	۲	۲	۲	۴	۱	۲
۴	۲	۲	۴	۲	۲	۵	۷	۴	۷	۶	۲	۷	۳	۵	۴
۵	۶	۲	۵	۳	۲	۴	۴	۵	۲	۷	۱	۲	۴	۶	۳
۶	۷	۳	۴	۵	۶	۴	۵	۲	۴	۵	۴	۲	۳	۶	۱
۷	۲	۳	۲	۴	۵	۳	۱	۴	۳	۵	۷	۴	۶	۴	۳
۸	۴	۴	۱	۴	۷	۷	۴	۷	۲	۴	۴	۴	۴	۴	۷
۹	۶	۵	۵	۳	۵	۳	۵	۳	۳	۷	۳	۵	۷	۱	۵
۱۰	۷	۴	۵	۳	۴	۳	۴	۳	۵	۶	۴	۵	۷	۶	۷
۱۱	۵	۵	۴	۲	۵	۴	۴	۳	۴	۵	۴	۶	۳	۵	۲
۱۲	۳	۳	۶	۵	۴	۶	۲	۳	۲	۲	۳	۳	۴	۲	۲
۱۳	۵	۲	۴	۵	۳	۳	۲	۲	۶	۲	۴	۶	۴	۷	۵
۱۴	۴	۷	۳	۷	۳	۲	۳	۴	۴	۵	۳	۷	۴	۲	۷
۱۵	۷	۴	۶	۵	۶	۱	۲	۲	۳	۳	۵	۵	۵	۶	۴

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 VIFبه یک نزدیک بود نشان‌دهنده عدم وجود هم خطی است. به‌عنوان یک قاعده تجربی مقدار VIF بزرگ‌تر از ۵ باشد هم خطی چندگانه بالا است[۴۹]. با توجه به آنالیز رگرسیون در نمودار مینی تب و تحلیل داده ضریب VIF برای همه متغیرهای 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: The variance of the errors does not depend on the values of the independent variables (called homoscedasticity)
H1: The variance of the errors does depend on the values of the independent variables (called 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 کیفیت به‌عنوان متغیر پاسخ(y) و سطح کیفی(x_1)، نرخ نقص سفارش(x_2)، میزان پاسخگویی به کیفیت محصول(x_3)، قابلیت اطمینان(x_4) و نرخ بازگشت مشتری(x_5) به‌عنوان متغیر مستقل که در رابطه آورده شده و همچنین آماره T^2 و حدود کنترل را برای ضرایب رگرسیونی و همچنین میانگین مربعات خطاها محاسبه می‌شود که نتیجه آن در شکل‌های (۳) و (۴) آورده شده است و همان‌طور که مشاهده می‌شود در فاز ۱ مدل اصلی تحت کنترل است و می‌شود وارد فاز ۲ شد.

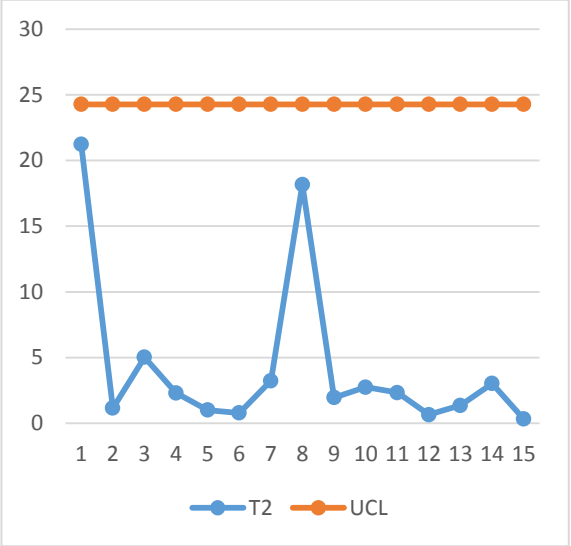
$$y = 2.41673 + 0.50054x_1 - 0.5110x_2 + 0.4862x_3 + 0.47013x_4 - 0.4652x_5$$

$$UCL_{T^2} = 24.2698$$

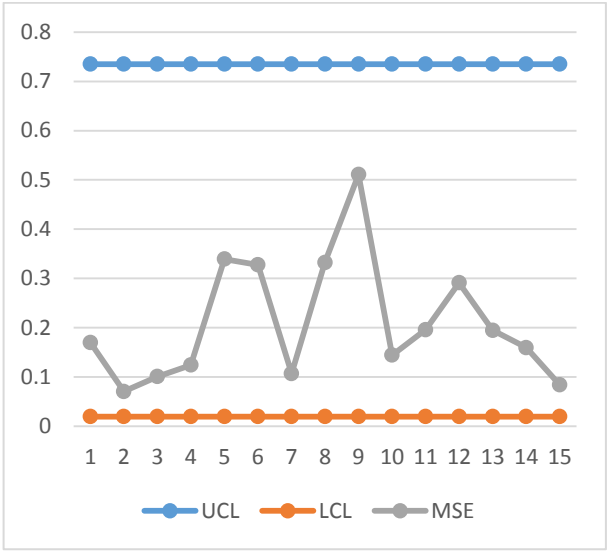
$$UCL_{MSE} = 0.735059$$

$$LCL_{MSE} = 0.0198428$$

[1] variance inflation factor



شکل (۳). نمودار کنترل برای آماره T^2



شکل (۴). نمودار کنترل برای میانگین مربعات خطا

۵-۲-پایش در فاز ۲

کنترل کیفیت تأمین‌کننده در فاز ۲ به این معنی است که اگر کیفیت از شرایط پارامترها در فاز ۱، به‌عنوان شرایط طبیعی 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 کیفیت فرآیندی و محصولات تأمین‌کننده، ابتدا برای ۵۰ بار نمونه داده تولید (به‌طوری‌که پروفایل رابطه تابعی آن‌ها از رگرسیون معادله شماره پیروی کند) و این کار برای ۱۰۰۰۰ بار شبیه‌سازی می‌شود. با توجه به مطالب ارائه‌شده در فاز ۲ پایش حدود کنترل را به‌دست می‌آوریم.

$$S_2^{-1} = \begin{bmatrix} 20/5516 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 73/1428 & 73/1428 & 73/1428 & 73/1428 & 73/1428 \\ 0 & 73/1428 & 73/1428 & 73/1428 & 73/1428 & 73/1428 \\ 0 & 73/1428 & 73/1428 & 73/1428 & 73/1428 & 73/1428 \\ 0 & 73/1428 & 73/1428 & 73/1428 & 73/1428 & 73/1428 \\ 0 & 73/1428 & 73/1428 & 73/1428 & 73/1428 & 73/1428 \end{bmatrix}$$

$$\bar{Z} = (2/54292, 0/519398, -0/51044, 0/494712, 0/48427, -0/52336)$$

$$UCL = 22/86$$

$$T^2 = (z_j - \mu)^T \Sigma^{-1} (z_j - \mu)$$

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 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 کیفیت رابطه در طول زمان، امکان شناسایی روندها و تغییراتی 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 کیفیت تأمین‌کننده، داده‌های نمونه ۵۱، بعد از ۱۵ بار نمونه‌گیری از محصولات و بررسی فرآیند کیفیتی تأمین‌کننده توسط کارشناسان و خبرگان صنعت بر اساس مقیاس لیکرد از ۱ تا ۷ به‌صورت (5,6,5,5,7,4,6,3,2,3,4,5,4,6,4) باشد، در آن صورت پروفایل کیفیت به‌صورت زیر است:

$$y = 2.009 + 0.0793x_1 - 0.4536x_2 + 0.5619x_3 + 0.6323x_4 - 0.3053x_5$$

این پروفایل به این معنی است که شاخص‌های کیفیتی برای محصول و فرآیند تأمین‌کننده از شرایط تحت کنترل، خارج نشده است. آماره آزمون ۱/۳۳۰۹ به دست می‌آید که داخل حدود کنترل هست، زیرا از عدد ۲۲/۸۶ کوچک‌تر است و کارشناسان نیز با مشاهده ثبات کیفیت مایل به ادامه همکاری می‌باشند. حالت بعدی زمانی است که کیفیت تأمین‌کننده آن ثبات گذشته را نداشته باشد، برای مثال نظر کارشناسان و خبرگان صنعت به‌صورت (۷,۴,۵,۳,۵,۷,۶,۴,۲,۷,۶,۲,۶,۴,۲) باشد. در این صورت با توجه به نمرات مناسب کارشناسان این‌گونه به نظر می‌رسد که تأمین‌کننده دارای کیفیت مناسبی در فرآیندها و

تولید محصول رادار است ولی با توجه به پروفایل کیفیت که به‌صورت رابطه زیر هست:

$$y = 4.76 + 0.837x_1 - 0.4176x_2 + 0.367x_3 + 0.4447x_4 - 0.2064x_5$$

این پروفایل بدین معنی است که کیفیت از شرایط تحت کنترل، خارج‌شده است که این توسط مدل قابل‌کشف است. در این مورد، آماره آزمون مقدار ۴۵/۷۷۴۶ به دست می‌آید که چون بیشتر از ۲۲/۸۶ هست، خارج از کنترل و نیاز به بررسی بیشتر وضعیت 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.

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 کیفیت 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 متشکل از همه متغیرهای مهم کیفیتی برای سازمان و صنعت موردنظر و پایش هم‌زمان همه آن‌ها می‌توان در کمترین زمان ممکن به هشدار خارج از کنترل بودن کیفیت تأمین‌کننده رسید و مدیران را برای یک تصمیم‌گیری در ارتباط با تأمین‌کننده موردنظر و نوع همکاری با تأمین‌کننده به جمع‌بندی رساند.

با انجام سایر محاسبات موردنیاز در جدول (۳) که برای ۵۰ نمونه دیگر انجام‌شده است، مشاهده می‌شود که با توجه به تغییرات ایجادشده در نمونه ۵۱ 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 ۵۱ توسط نمودار شناسایی‌شده است. درواقع تغییرات ایجادشده در مقادیر عرض از مبدأ و شیب موجب تغییر در شاخص‌های کیفیتی تأمین‌کننده می‌شود و این تغییرات باعث اختلال درروند همکاری می‌شود که نمودار ارائه‌شده این موضوع را به‌درستی نمایش می‌دهد. در جدول (۴) تحلیل حساسیت مدل آورده شده است.

جدول (۳). داده‌ها و آماره و حد کنترل برای ۵۰ داده در فاز ۲

نمونه	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	مقدار آماره	حد کنترل
۱	۲/۷۴۶	۰/۴۹۰۹	-۰/۴۳۶۱	۰/۴۶۶۲	۰۴۸۴۷/	-۰/۶۴	۵/۹۵	۲۲/۸۶
۲	۲/۰۶	۰/۴۶۵	-۰/۴۲۲۶	۰/۵۴۲	۰/۳۷۳	-۰/۴۵۶	۰/۸۰۴	۲۲/۸۶
۳	۱/۷۴۶	۰/۴۵	-۰/۴۲۳	۰/۳۹۷۲	۰/۵۵۱۲	-۰/۴۰۶۶	۵/۸۸	۲۲/۸۶
۴	۲/۱۳	۰/۴۴۹۶	-۰/۲۶۴۲	۰/۴۴۹	۰/۴۷۵۴	-۰/۶۲۳	۰/۳۱۶	۲۲/۸۶
۵	۱/۶۹۷	۰/۴۶۰۷	-۰/۴۱۴	۰/۴۹۳۶	۰/۴۵۵۸	-۰/۳۳۸۶	۹/۰۵	۲۲/۸۶
۶	۱/۶۲۹	۰/۵۹۹۵	-۰/۵۲۲۷	۰/۴۲۱۹	۰/۶۳۰۸	-۰/۵۷۰۸	۸/۳۳	۲۲/۸۶
۷	۱/۴۵۹	۰/۴۹۷۴	-۰/۳۹۵	۰/۵۷۵۲	۰/۲۹۴۵	-۰/۳۰۰۳	۱۵/۸۹	۲۲/۸۶
۸	۲/۱۲۲	۰/۵۱۳	-۰/۴۰۸۷	۰/۳۴۱۲	۰/۵۳۲	-۰/۴۷۲۳	۰/۴۷۸	۲۲/۸۶
۹	۲/۲۸	۰/۴۸۸	-۰/۵۰۹	۰/۴۸۸۷	۰/۴۹۹	-۰/۵۷۷۸	۰/۳۱	۲۲/۸۶
۱۰	۲/۹۲۳	۰/۲۹۸	-۰/۳۱۶	۰/۵۲۶۳	۰/۴۲۵۲	-۰/۵۵۱۵	۱۰/۱۶	۲۲/۸۶
۱۱	۲/۵۸	۰/۵۱۷	-۰/۴۳۷	۰/۳۶۹	۰/۳۹۲	-۰/۵۲۲	۳/۷۳	۲۲/۸۶
۱۲	۲/۰۲	۰/۴۵	-۰/۴۷۶	۰/۴۶۷	۰/۶۱۶	-۰/۵۴۷	۱/۱۹	۲۲/۸۶
۱۳	۲/۶۷	۰/۵۳۱۹	-۰/۵۴۳۹	۰/۴۵۶۱	۰/۴۹۰۱	-۰/۵۰۹۱	۰/۲۷۵	۲۲/۸۶
۱۴	۲/۱۵	۰/۴۴۳	-۰/۴۵۹	۰/۵۱۵	۰/۴۸	-۰/۴۵۷۲	۰/۵۲۶	۲۲/۸۶
۱۵	۲/۲۳۴	۰/۴۷۵۵	-۰/۵۵۷۷	۰/۴۲۰۲	۰/۶۱۱۴	-۰/۵۱۳۶	۰/۰۱۲	۲۲/۸۶
۱۶	۳/۰۳	۰/۵۶۸	-۰/۵۷۶	۰/۳۷۱	۰/۴۶۷	-۰/۵۷۲	۱۵/۷۷	۲۲/۸۶
۱۷	۲/۶۷	۰/۵۵۲	-۰/۴۷۷	۰/۴۳۴	۰/۵۸۶	-۰/۷۱۴	۴/۲۹	۲۲/۸۶
۱۸	۲/۸۹	۰/۳۷۶	-۰/۴۷۲۷	۰/۵۷۴۷	۰/۴۰۷	-۰/۶۰۵۷	۱۱/۰۲	۲۲/۸۶
۱۹	۲/۳۳۲	۰/۶۳۱۴	-۰/۵۹۸۲	۰/۴۱۰۵	۰/۵۲۱۵	-۰/۵۳۳۸	۰/۲۳۱	۲۲/۸۶
۲۰	۱/۴۸۶	۰/۷۵۵	-۰/۸۵۴	۰/۷۷۸	۰/۷۰۴۸	-۰/۷۹۴	۱۲/۸۶	۲۲/۸۶
۲۱	۱/۷۴۷	۰/۶۷۰۵	-۰/۶۸۰۹	۰/۴۷۳	۰/۴۹۸۵	-۰/۴۱۷۶	۵/۴۷	۲۲/۸۶
۲۲	۱/۴۳	۰/۴۵۵	-۰/۴۳۱	۰/۵۰۳	۰/۵۳۸	-۰/۴۴۲	۱۵/۴۰	۲۲/۸۶

جدول (۳). داده‌ها و آماره و حد کنترل برای ۵۰ داده در فاز ۲

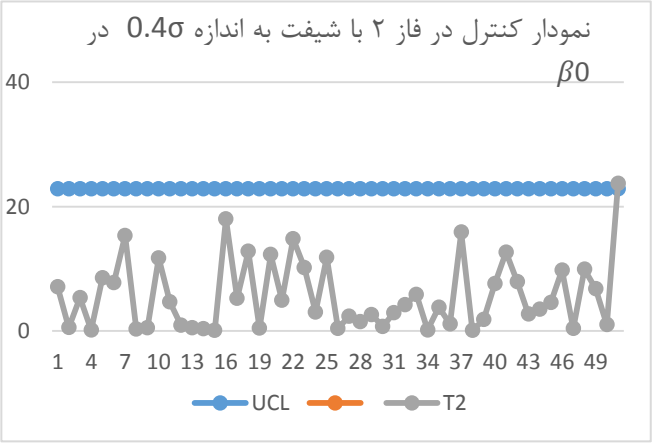
نمونه	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	مقدار آماره	حد کنترل
۲۳	۲/۸۳	۰/۶۵۵۱	-۰/۷۱۱۶	۰/۵۲۱	۰/۴۸۵	-۰/۶۳۵۲	۸/۶۹	۲۲/۸۶
۲۴	۲/۴۸۴	۰/۵۴۹۹	-۰/۵۱۵۳	۰/۴۵۸۴	۰/۴۹۳۷	-۰/۶۵۶	۲/۳۳	۲۲/۸۶
۲۵	۱/۵۳۱	۰/۵۲۳	-۰/۵۴۹۴	۰/۶۳۳۵	۰/۶۸۳۲	-۰/۶۶۲۶	۱۲/۴۱	۲۲/۸۶
۲۶	۲/۰۹۱	۰/۴۰۳۱	-۰/۵۶۲۳	۰/۴۶۵۶	۰/۵۲۴۴	-۰/۳۲۷۳	۰/۶۲۲	۲۲/۸۶
۲۷	۱/۹۱۹	۰/۲۳۳	-۰/۲۹۸	۰/۶۹۷	۰/۲۳۱	-۰/۳۱۱	۲/۷۸	۲۲/۸۶
۲۸	۱/۹۸	۰/۵۰۱	-۰/۴۷۸	۰/۴۰۸	۰/۴۶۲	-۰/۳۵۷	۱/۸۵	۲۲/۸۶
۲۹	۱/۸۹۹	۰/۷۱۳۲	-۰/۶۵۴۵	۰/۵۲۴۷	۰/۵۵۵۱	-۰/۵۸۵	۳/۰۶	۲۲/۸۶
۳۰	۲/۳۸۱	۰/۶۲۱	-۰/۵۴۰۶	۰/۵۳۸	۰/۴۷۲۵	-۰/۶۴۳۹	۰/۴۶۳	۲۲/۸۶
۳۱	۲/۴۹۸	۰/۴۰۶۳	-۰/۵۰۹۸	۰/۴۶۶۴	۰/۵۷۱۵	-۰/۵۸۸۸	۲/۲۴	۲۲/۸۶
۳۲	۱/۷۹۱	۰/۵۵۸	-۰/۳۷۴۸	۰/۳۵۱	۰/۲۹۷	-۰/۲۸۱	۴/۷۳	۲۲/۸۶
۳۳	۲/۶۳۸	۰/۴۶۱۳	-۰/۴۰۵۶	۰/۲۳۳	۰/۵۳۳	-۰/۵۱۰۵	۴/۷۸	۲۲/۸۶
۳۴	۲/۲۸۲	۰/۷۰۶۶	-۰/۸۳۱۲	۰/۷۶۲۶	۰/۴۶۷۵	-۰/۶۳۲۷	۰/۰۹۶	۲۲/۸۶
۳۵	۱/۸۵	۰/۴۷۴	-۰/۵۱۱	۰/۵۸۳	۰/۴۲	-۰/۳۸۴	۴/۲۸	۲۲/۸۶
۳۶	۲/۳۱	۰/۴۷	-۰/۴۷	۰/۴۱۲	۰/۴۹۲	-۰/۵۵	۰/۷۸۲	۲۲/۸۶
۳۷	۲/۹۳	۰/۴۲۸	-۰/۵۳۴	۰/۳۳۴	۰/۵۶۳	-۰/۵۶۸	۱۳/۷۶	۲۲/۸۶
۳۸	۲/۲۲۶	۰/۷۰۷۶	-۰/۸۱۰۹	۰/۷۵۵	۰/۴۴۸۴	-۰/۶۱۲۸	۰/۱۱	۲۲/۸۶
۳۹	۲/۴۹	۰/۴۳۶	-۰/۳۶۸	۰/۶۹۱	۰/۳۴۲	-۰/۶۴۵	۱/۳۸	۲۲/۸۶
۴۰	۲/۶	۰/۶۶۱	-۰/۵۹۳	۰/۵۱۶	۰/۲۹۷	-۰/۶۵۱	۶/۲۹۴	۲۲/۸۶
۴۱	۲/۹۱۶	۰/۶۳۸	-۰/۶۰۵۲	۰/۳۵۷۱	۰/۴۵۷	-۰/۵۳۱	۱۰/۹۳	۲۲/۸۶
۴۲	۱/۶۴	۰/۶۲۴	-۰/۴۸۶	۰/۵۱۷	۰/۴۰۸	-۰/۴۸	۸/۴۹	۲۲/۸۶
۴۳	۱/۸۵	۰/۸۲۸	-۰/۵۳۱	۰/۱۸۵	۰/۳۳۶	-۰/۳۹	۳/۰۱	۲۲/۸۶
۴۴	۲/۵۸۸	۰/۴۸۱۹	-۰/۵۴۱۷	۰/۶۳۶	۰/۴۷۴	-۰/۶۴۵	۲/۷۵	۲۲/۸۶
۴۵	۲/۶۳	۰/۵۷۷	-۰/۹۰۵۹	۰/۶۴۲	۰/۸۱	-۰/۷۵	۳/۶۸	۲۲/۸۶
۴۶	۲/۷۹۱	۰/۵۲۵۸	-۰/۵۹۳۸	۰/۴۴۳۹	۰/۳۷۰۸	-۰/۴۵۷۲	۸/۲۹	۲۲/۸۶
۴۷	۲/۲۵۱	۰/۵۵۶۴	-۰/۶۱۵	۰/۴۸۳۷	۰/۵۰۲۲	-۰/۵۳۲۹	۰/۲۲	۲۲/۸۶
۴۸	۲/۷۳	۰/۴۱۶	-۰/۱۷۶	۰/۳۷۶	۰/۱۳۲	-۰/۵۱	۸/۳۶	۲۲/۸۶
۴۹	۱/۷۱۲	۰/۳۹۸	-۰/۴۲۱	۰/۵۶	۰/۵۶۹	-۰/۵	۷/۳۴	۲۲/۸۶
۵۰	۲/۰۰۹	۰/۰۷۹۳	-۰/۴۵۳۶	۰/۵۶۱۹	۰/۶۳۲۳	-۰/۳۰۵۳	۱/۳۳	۲۲/۸۶

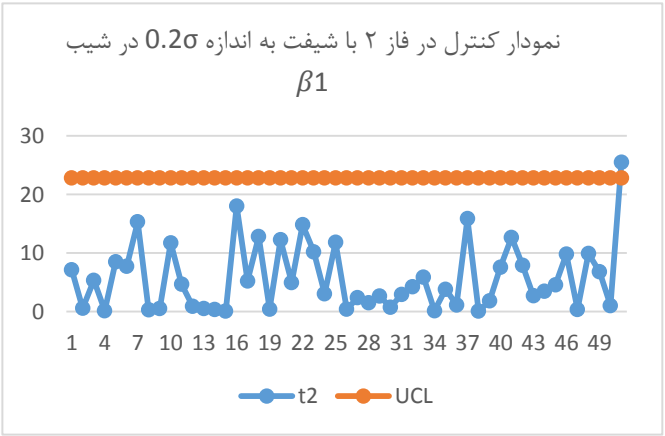
جدول (۴). تحلیل حساسیت بر اساس شیفیت در عرض از مبدا و شیب ها

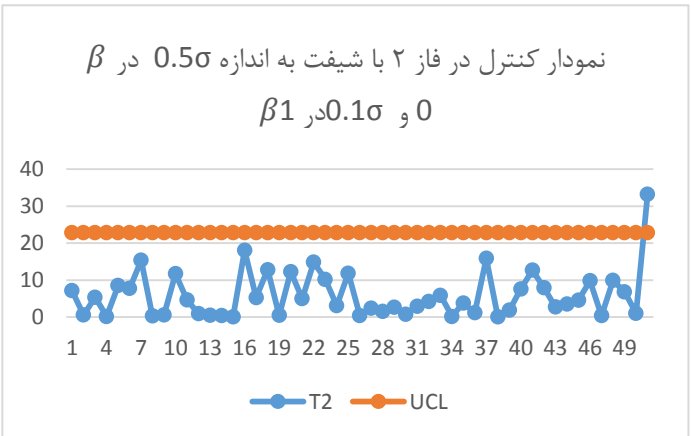
	مقدار شیفت درβ_0(*σ)	مقدار شیفت درβ_1 (*σ)	مقدار شیفت درβ_2 (*σ)	مقدار شیفت درβ_3 (*σ)	مقدار شیفت درβ_4 (*σ)	مقدار شیفت درβ_5 (*σ)	طول دنباله تا نمایش خارج از کنترل (ARL)
۱	۰/۴	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۲	۰/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۳	۰	۰/۲	۰	۰	۰	۰	۱
۴	۰	۰	۰/۲	۰	۰	۰	۱
۵	۰	۰	۰	۰/۲	۰	۰	۱
۶	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۰	۱
۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲	۱
۸	۰/۴	۰/۱	۰	۰	۰	۰	۱
۹	۰/۵	۰	۰/۱	۰	۰	۰	۱
۱۰	۰/۵	۰	۰	۰/۱	۰	۰	۱

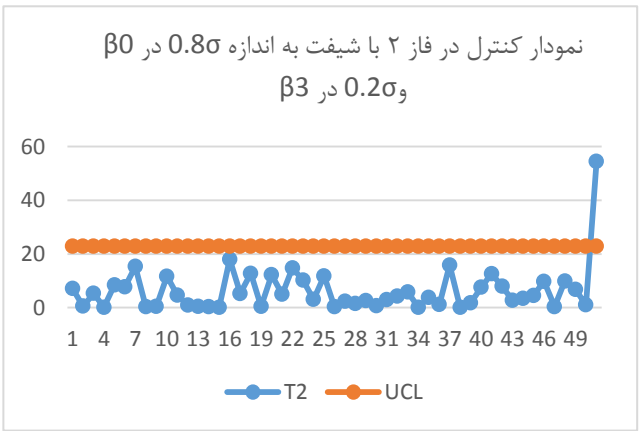
جدول (۴). تحلیل حساسیت بر اساس شیفت در عرض از مبدا و شیب ها

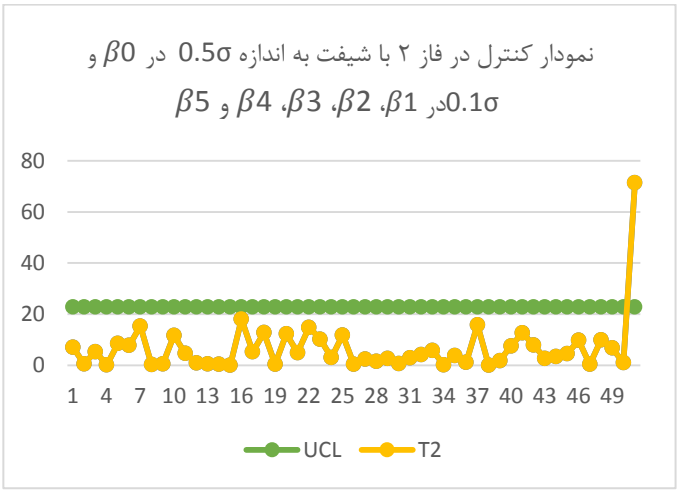
	مقدار شیفت در $\beta_0(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_1(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_2(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_3(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_4(*\sigma)$	مقدار شیفت در $\beta_5(*\sigma)$	طول دنباله تا نمایش خارج از کنترل (ARL)
۱۱	۰/۵	۰	۰	۰	۰/۱	۰	۱
۱۲	۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰/۱	۱
۱۳	۰/۵	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۱
۱۴	۰/۸	۰/۲	۰	۰	۰	۰	۱
۱۵	۰/۸	۰/۲	۰/۲	۰	۰	۰	۱
۱۶	۰/۸	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰	۰	۱
۱۷	۰/۸	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰	۱
۱۸	۰/۸	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۱
۱۹	۱	۰/۴	۰	۰	۰	۰	۱
۲۰	۱	۰/۴	۰/۴	۰	۰	۰	۱
۲۱	۱	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰	۰	۱
۲۲	۱	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰	۱
۲۳	۱	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۱
۲۴	۱/۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲۵	۳	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱

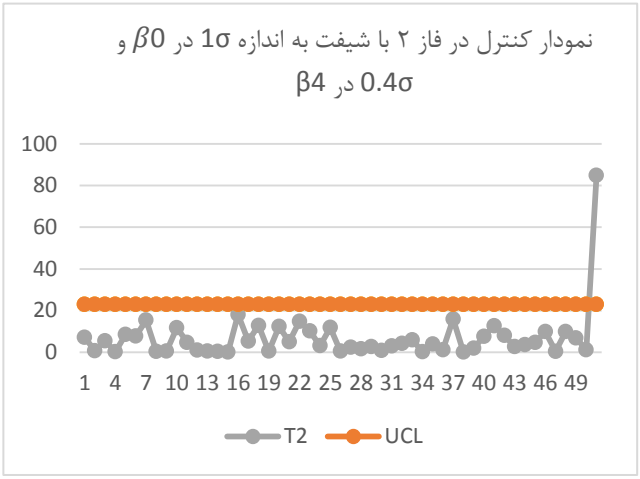












شکل (۵). نمودار های کنترل بر اساس تحلیل حساسیت

۶- بحث و 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 تأمین کننده روندی دوطرفه است. فقط با نظارت بر روابط در طول زمان، می‌توان 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 شرکت‌ها منابع مدیریتی زیادی را صرف نظارت و مدیریت روابط با تأمین‌کنندگان مهم خود می کنند. 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.

با پایش عملکرد تأمین‌کننده، سازمان‌ها می‌توانند حوزه‌هایی را که تأمین کنندگان نیاز به بهبود دارند شناسایی کرده و با آن ها برای ایجاد تغییرات همکاری کنند. علاوه بر این، نظارت بر عملکرد تأمین‌کننده می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا روندها را پیگیری کنند و اطمینان حاصل کنند که تأمین کنندگان نیازهای مشتری را برآورده می‌کنند. با حفظ رابطه نزدیک با تأمین‌کنندگان و نظارت بر عملکرد آن‌ها، سازمان‌ها می‌توانند زنجیره تأمین کلی خود را بهبود بخشند.

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 کیفیت تأمین‌کننده هست 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 متشکل از همه متغیرهای مهم کیفیتی برای سازمان و صنعت موردنظر و پایش هم‌زمان همه آن‌ها می‌توان در کمترین زمان ممکن به هشدار خارج از کنترل بودن کیفیت 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.

کیفیت فرآیند و محصولات تأمین‌کنندگان در صنعت خودرو به‌عنوان یک سازمانی که متولی پروژه‌های حساس و بزرگ ملی هست بسیار دارای اهمیت است. بزرگ بودن شبکه تأمین این صنعت نظارت کیفی و کمی بر تأمین‌کنندگان را سخت و پرهزینه می‌نماید و عملاً ممکن است انحراف هر یک از اعضای شبکه تأمین، عملکرد کل شبکه را تهدید کند. 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 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 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 هزینه های 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 رویه های 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 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. (حالت قابل‌قبول)

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. (حالت ضعیف)

در این مقاله یک مدل برای پایش پروفایلی کیفیت تأمین‌کننده ارائه شد که کیفیت محصولات و فرآیندها را برای سازمان‌هایی که کیفیت تأمین‌کننده نقش بسزایی در تولید 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 کیفیتی به‌عنوان متغیرهای مستقل استخراج و کیفیت به‌عنوان متغیر پاسخ در قالب یک رگرسیون چندگانه در نظر گرفته شد.

برای پایش پروفایل از روش T^2 کنگ آلباین در فاز ۱ و T^2 هاتلینگ در فاز ۲ استفاده شد و داده‌های تاریخی با استفاده از نمره دهی بر اساس مقیاس لیکرد توسط کارشناسان صنعت با نمونه‌برداری از محصولات و بررسی فرآیند و بحث و بررسی صورت می‌پذیرفت. در فاز اول پارامترهای مدل به دست آورده و پایش شد. در فاز دوم با شبیه‌سازی داده‌ای در کنترل به بررسی کارایی مدل در پیدا کردن هشدار پرداخته شد که در آینده در صورت بروز هرگونه عدم رضایت در کیفیت محصول یا فرآیندها در سریع‌ترین زمان ممکن هشدار به سازمان داده شود تا به بررسی مشکل و تصمیم‌گیری برای ادامه یا قطع همکاری با تأمین‌کننده بپردازد. درنهایت به تحلیل حساسیت مدل پرداخته شد.

در این تحقیق با توجه به شرایط متغیر اقتصادی و وجود تحریم‌ها می‌شد ریسک‌های تأمین‌کننده هم در نظر گرفت و وارد مدل کرد و همچنین با توجه به نا پارامتریک بودن داده‌ها برای افزایش دقت مدل می‌توان از تئوری فازی استفاده نمود که در تحقیقات آینده این دو مسئله می‌تواند مدنظر قرار بگیرد. همچنین برای بررسی و پایش واقع بینانه تأمین‌کننده می‌توان از بقیه شاخص‌های ارزیابی تأمین‌کننده در کنار شاخص کیفیت بهره برد.

۷- مراجع

[1] H. Amy, I. Lee, "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, 2007.

[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 30 (1): 243–263, 2009.

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

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

[6] P.K. Dey, A. Bhattacharya and W. Ho, "Strategic supplier performance evaluation: A case-based action research of a UK manufacturing organization". Int. J. Prod. Econ, 166, 192–214, 2015.

[7] S. P. Chen, W. Y. Wu, "A Systematic Procedure to Evaluate an Automobile Manufacturer–Distributor Partnership." European Journal of Operational Research 205 (3): 687–698, 2017.

[8] V. H. Villena, C. W. Craighead. "On the Same Page? How Asymmetric Buyer–Supplier Relationships Affect Opportunism and Performance." Production and Operations Management 26: 491–508, 2017.

[9] 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.

[10] A. Faraz, Z. Zacharia and 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.

[11] A. Faraz, N. Sanders, Z. Zacharia, and M. Gerschberger, "Monitoring type B buyer–supplier relationships", International Journal of Production Research, 2018.

[12] 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.

[13] J. Suraraksa, K.S. Shin, **"**Comparative Analysis of Factors for Supplier Selection and Monitoring: The Case of the Automotive Industry in Thailand, Sustainability", 2019.

[14] C. Liang, Q. Li, "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, 2006.

[15] A R. Faraz, R. Baradaran Kazemzadeh, "Statistical Process Control and Delivery Chains". Journal title 2010; 21 (3) :56-66. (In Persian)

[16] P.K. Dey, W. Cheffi, "Green supply chain performance measurement using the analytic hierarchy process: A comparative analysis of manufacturing organisations". Prod. Plan. Control, 24, 702–720, 2013.

[17] N. Yakovleva, J. Sarkis, and T. Sloan, "Sustainable benchmarking of supply chains: The case of the food industry", Int. J. Prod. Res., 50, 1297–1317, 2012.

[18] M. Giannakis, R. Dubey, I. Vlachos and Y. Ju," Supplier sustainability performance evaluation using the analytic network process", Journal of Cleaner Production, 2019.

[19] S.K. Pradhan, S. Routroy, "Improving supply chain performance by Supplier Development program through enhanced visibility", 6th International Conference of Materials Processing and Characterization, 2016.

[20] A. Torres-Ruiz, A.R. Ravindran, "Multiple Criteria Framework for the Sustainability Risk Assessment of a Supplier Portfolio, Journal of Cleaner Production, 2017.

[21] V. Maestrini, D. Luzzini, F. Caniato and S. Ronchi, " Effects of monitoring and incentives on supplier performance: an agency theory perspective", International Journal of Production Economics, 10.1016/j.ijpe.2018.07.008, 2018.

[22] J. Wang, C.L.E. Swartz, B. Corbett, K. Huang, "Supply Chain Monitoring Using Principal Component Analysis". Industrial & Engineering Chemistry Research, 59, 12487−12503, 2020.

[23] 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.

[24] 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, Vol. 32 No. 1, 2020 pp. 253-280, 2020.

[25] A. Shafiq, P. F. Johnson, R. D.Klassen, "monitoring: implications for buyer performance", International Journal of Operations & Production Management, ISSN: 0144-3577, 2022.

[26] O. Hu, J. Hu, Z. Yang, "Performance implications of peer monitoring among suppliers", Journal of Marketing and Logistics, ISSN: 1355-5855, 2022.

[27] 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, ISSN: 0973-1954, 2023.

[28] 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.

[29] K. J. Petersen, R. B. Handfield, G. L. Ragatz, "Supplier integration into new product development: coordinating product, process and supply chain design", Journal of operations management, Vol. 23 No. 3, pp. 371-388, 2005.

[30] S. Huang, H. Keskar, "Comprehensive and configurable metrics for supplier selection", International Journal of Production Economics, Vol. 105 No. 2, pp. 510-523, 2007.

[31] C.D. Ittner, "Supplier selection, monitoring practices, and firm performance", Journal of Accounting Public Policy, Vol. 18 No. 3, pp. 253–281, 1999.

[32] A. S. Carr, J. N. Pearson, "Strategically managed buyer–supplier relationships and performance outcomes", Journal of Operations Management, Vol. 17, pp. 497-519, 1999.

[33] C. Prahinski, Y. Fan, "Supplier evaluations : the role of communication quality", Journal of Supply Chain Management, Vol. 43 No. 3, pp. 16-28, 2007.

[34] J. B. Heide, K. H. Wathne and A. I. Rokkan, "Interfirm monitoring, social contracts, and relationship outcomes", Journal of Marketing Research, Vol. 44 No. 3, pp. 425-433, 2007.

[35] H. Mahama, "Management control systems, cooperation and performance in strategic supply relationships: a survey in the mines", Management Accounting Research, vol. 17, no. 3, pp. 315-339, 2006.

[36] A. W. Joshi, "Continuous supplier performance improvement: effects of collaborative communication and control", Journal of Marketing, vol. 73(1), pp. 133-150, 2009.

[37] 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, vol. 28, no. 3, pp. 238-258, 2008.

[38] L. Kang, S. L. Albin, "On-Line Monitoring When the Process Yields a Linear Profile," Journal of Quality Technology, vol. 32, pp. 418-426, 2000 .

[39] 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.

[40] D.C. Montgomery, "Introduction to Statistical Quality Control.", Fifth Edition, John Wiley and Sons, Inc, 2005.

[41] M. A. Mahmoud, "Phase I Analysis of Multiple Linear Regression Profiles", Communications in Statistics, Simulation and Computation, vol. 37, pp. 2106-2130, 2008.

[42] S. Park, J. L. Hartley, and D. Wilson. "Quality management practices and their relationship to buyer's supplier ratings: a study in the Korean automotive industry". Journal of Operations Management, vol. 19 (6), pp. 695-712, 2001.

[43] M. H. Shu, H. C. Wu. "Quality-based supplier selection and evaluation using fuzzy data". Computers & Industrial Engineering, vol. 57 (3), pp. 1072-1079, 2009.

[44] M. Bevilacqua, F. E. Ciarapica, and G. Giacchetta,. "Design for Environment as a Tool for the Development of a Sustainable Supply Chain". International Journal of Sustainable Engineering, vol. 1(3), pp. 188-201, 2008.

[45] B. Ahmadi, H.S. Kusi-Sarpong, and J. Rezaei. "Assessing the Social Sustainability of Supply Chains Using Best Worst Method." Resources, Conservation and Recycling, vol. 126, pp. 99–106, 2017b.

[46] Pandey, Shah, and Gajjar. "A fuzzy goal programming approach for selecting sustainable suppliers". Benchmarking An International Journal, 24(5), 2017.

[47] S. Jain, M.N. Khan. "Measuring the impact of beliefs on luxury buying behavior in an emerging market: Empirical evidence from India". Journal of Fashion Marketing and Management. ISSN: 1361-2026, 2017b.

[48] J. Suraraksa and K.S. Shin. "Comparative Analysis of Factors for Supplier Selection and Monitoring: The Case of the Automotive Industry in Thailand". Sustainability, vol. 11(4), p. 981, 2019.

[49] J.Gareth, W. Daniela, H. Trevor and T. Robert, "An Introduction to Statistical Learning (۸th ed.)", Springer Science+Business Media New York, 2017.

Iranian Journal of Supply Chain Management

Vol. 25, No. 80, Autumn, 2023

Model Design for Supplier Quality Profile Monitoring

Poorya Naseri*, Mortaza Abbasi, Karim Atashgar

*Doctoral Student of Malik Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

(Received: 15/11/2022; Accepted: 25/10/2023)

Abstract

The ability to monitor supplier performance is a critical capability to maintain a strong organization-supplier relationship, especially for organizations where supplier quality plays a significant role in their final product and market retention. In this article, a profile monitoring model in two phases is presented for monitoring the quality of products and supplier processes. In the first step, criteria and indicators for quality assessment 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, the parameters of the model are calculated and monitored using the Kong Albain T^2 method, and in the second phase, the Hotling T^2 method is used to monitor the quality of the supplier over time, so that if there is a warning in the shortest time The control chart may show it. This model has been implemented in the automotive industry of Iran Khodro Company and the supplier of gearbox parts by Niromoharkeh Company.

Keywords: Supplier, Quality, Profile Monitoring, Kang Albain T^2 Method, Hotling T^2 Method

*Corresponding Author E-mail: tala8617@gmail.com