تحلیل سیستم تأمین سفارشات مشتریان با استفاده از شبیه‌سازی گسسته مطالعه موردی

محمدرضا معمارجعفری[*1]، زهره سادات گتمیری[2] و مرتضی خاکزار بفروئی[3]

[1] کارشناس ارشد و عضو هیئت علمی پژوهشکده توسعه تکنولوژی

[2] کارشناس ارشد مهندسی صنایع، پژوهشکده توسعه تکنولوژی

[3] دکترای مهندسی صنایع، پژوهشکده توسعه تکنولوژی

(تاریخ دریافت 89/7/5 ، تاریخ دریافت روایت اصلاح شده 89/7/18 ، تاریخ تصویب 89/7/28)

چکیده

یکی از جنبه‌های مهم تأمین سفارشات مشتریان در شرکت‌های تأمین‌کننده، مدیریت فرایندهای جمع‌آوری سفارشات از انبار، بسته‌بندی و آماده‌سازی محموله‌ها برای بارگیری و ارسال آنها به مقصد مشتریان است. در این راستا، دو موضوع رسیدن محموله‌ها در زمان‌های سررسید به دست مشتریان و آماده‌سازی و ارسال محموله‌ها با کمترین هزینه ممکن، در قالب محدودیت‌های منابع اهمیت بیشتری دارد. این مقاله، از فنون شبیه‌سازی گسسته، برای مطالعه فرایندها و تحلیل عملکرد سیستم موردنظر در یک شرکت تأمین قطعات یدکی خودرو و تحقیق درباره ترکیب‌بندی و سیاست‌های آلترناتیو برای عملیات این سیستم با رویکرد تبادل بین هزینه و زمان استفاده می‌کند. داده‌های سیستم در یک دوره 118روزه از شرکت مورد مطالعه جمع‌آوری شده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که با اجرای سناریوی برگزیده می‌توان به طور چشمگیری هزینه کل ارسال محموله‌ها به مقصد مشتریان را کاهش داد. این تحقیق، همچنین برای سایر سیستم‌های مشابه تأمین سفارشات در صنایع مختلف مفید است.

واژه‌های کلیدی: شبیه‌سازی گسسته، سیستم تأمین سفارشات مشتریان، تبادل هزینه و زمان، شرکت تأمین قطعات یدکی

مقدمه

در مسئله تأمین سفارشات مشتریان، مباحثی مانند بهینه‌کردن سیستم جمع‌آوری، بسته‌بندی، گروه‌بندی و ارسال محموله‌های مشتریان با هدف حداقل‌کردن هزینه‌ها و تحویل کالا در حداقل زمان ممکن، مطرح است. یک مسئله ذاتی این سیستم‌ها، مدیریت و برنامه‌ریزی فرایندهای جمع‌آوری، آماده‌سازی و حمل و نقل محموله‌ها به مقصد مشتریان است. مطالعات زیادی در زمینه‌های متناظر انجام شده و اهمیت سیستم‌های لجستیک، برای اطمینان از توزیع مداوم و به موقع سفارشات مشتریان، مورد اشاره قرار گرفته است [1].

برنامه‌ریزی برای ارسال محموله‌ها به مقاصد مشتریان و به دنبال آن فراخوانی وسایل نقلیه حمل و نقل، بعد از انباشته‌شدن محموله‌های سفارشات جمع‌آوری شده در محل دپو، اغلب به شکل ابتکاری و با تجربه قبلی متصدیان امر انجام می‌گیرد. در این روش، انتظار بیش از حد وسایل حمل و نقل از یک سو و انباشتگی محموله‌ها برای بارگیری از سوی دیگر، همواره یک دغدغه بوده است؛ چرا که منجر به تأخیر در تأمین سفارش مشتری و اختلال در سیستم جمع‌آوری، بسته‌بندی و غیره شده و در نهایت منجر به افزایش هزینه‌ها می‌شود.

هدف این مقاله، تحلیل عملکرد فرایند تأمین سفارشات مشتریان در شرکت‌های تأمین‌کننده (بخصوص تأمین قطعات خودرو) و بررسی سناریوهای مختلف، برای عملیات این سیستم‌ها اعم از جمع‌آوری، آماده‌سازی و برنامه‌ریزی برای بارگیری و ارسال محموله‌ها به مقاصد مشتریان، با استفاده از شبیه‌سازی گسسته است.

معیارهای اصلی عملکردی در این تحقیق، متوسط زمان رسیدن محموله‌های سفارشات به دست مشتریان شامل متوسط معطلی این محموله‌ها و وسایل نقلیه در صف انتظار بارگیری (معیارهای زمانی)از یک طرف، میزان متوسط حجم سفارشات آماده‌شده برای بارگیری (اشغال

[*] نویسنده مسئول : تلفن :66032496 , Email: memarj36@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

دپو و ظرفیت بارگیری) و نیز هزینه کل ارسال شامل هزینه‌های معطلی و جریمه دیرکرد (معیارهای هزینه‌ای) از طرف دیگر است.

مرور ادبیات تحقیق

به عقیده چَن و همکارانش، سازمان‌ها از اواخر سال 2000، بیش از هر زمان دیگری در حال تجربه‌کردن رقابت داخلی و خارجی هستند. شرکت‌های برتر، باید استراتژی‌هایی را برای دستیابی به کاهش هزینه، بهبود مستمر کیفیت، افزایش سطح خدمات مشتری و بهبود تحویل، پیاده‌سازی کنند [2]. ویکر و همکارانش در سال 2009 نیز در این مورد اشاره کرده‌اند که در بازار رقابت جهانی امروز، هزینه کل منبع‌یابی[1]، تولید و تحویل محصولات، یک محرک اصلی مزیت رقابتی است؛ بنابراین مدیریت هزینه در زنجیره تأمین، یک عنصر کلیدی در ایجاد مزیت رقابتی است [3]. واریلا و همکارانش (2007)، بیان کردند که تعیین هزینه پردازشِ یک موضوع هزینه‌ای (محصول، خدمت و...)، به تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی و کنترل کمک می‌کند. این عمل تا جای ممکن در چارچوب زمانی و هزینه‌ای مشخص انجام می‌گیرد [4].

کوک(2007)، اظهار می‌کند که در لجستیک، کارآیی هزینه‌ای فرایندها، یک ضرورت است؛ بنابراین درستی برآورد هزینه، حائز اهمیت است. در بررسی‌های اخیر در زمینه لجستیک، 71درصد پاسخ‌دهندگان، کنترل/ کاهش هزینه را به عنوان مهم‌ترین دغدغه رتبه‌بندی کردند[5]. واریلا و همکارانش(2007)، همچنین بیان می‌کنند که بخش قابل توجهی از هزینه‌ها در یک فرایند لجستیک را فعالیت‌های انبارداری ایجاد می‌کنند. در یک سطح کلی، این فعالیت‌ها شامل دریافت، استقرار، انبارش، جمع‌آوری، بسته‌بندی، علامت‌گذاری، بارگیری و ارسال است[4].

گایفریدا و ناگی(2006)، ذکر کرده‌اند که از نظر ساختاری، عملکرد تحویل، در دسته معیار عملکرد زنجیره تأمین در سطح استراتژیک است و عدم توانایی در تبدیل عملکرد تحویل به معیار مالی، مانعی برای توجیه سرمایه‌گذاری در برنامه‌های بهبود مستمر فرآیند تحویل ایجاد می‌کند. آنها از تکنیک‌های مدلسازی ریاضی برای ارزیابی هزینه عملکرد تحویل تأمین‌کننده استفاده و همچنین با ارائه مدلی، اثرات تحویل نابهنگام[2] را از نظر مالی ارزیابی کردند [6].

لوکامی و مَک کورمیک(2004)، گزارش کرده‌اند که تحقیقات تجربی اخیر، عملکرد تحویل را به عنوان یک بحث کلیدی در میان پژوهشگران زنجیره تأمین مشخص کرده است [7]. گوناسکاران و همکارانش(2001) چارچوبی مفهومی برای تعریف عملکرد تحویل در مدیریت زنجیره تأمین ارائه کردند. این چارچوب، از لزوم اندازه‌گیری شرایط مالی (و غیر مالی) برای تبدیل عملکرد تحویل، به ابزار اثربخش مدیریت زنجیره‌تأمین، حمایت می‌کند [8].

استِت(1007)، چنین بیان می‌کند که آنالیز عملکردی که مبتنی بر هزینه باشد، به خودی خود پایان کار نیست. به عنوان مثال، شرکت‌ها درباره مدیریت موجودی‌ها در کانال توزیع، با دو گرایش متضاد یعنی از یک سو با کاهش هزینه‌های عملیاتی و نگهداری موجودی‌ها و از سوی دیگر، تحقق بخشیدن به سطحی از خدمات برای مشتریان، یعنی داشتن موجودی در مکان و زمانی که برای مشتری مطلوب باشد، مواجه هستند [9].

اغلب رویکردهای مبتنی بر زمان، جدا از متدلوژی‌های برآورد هزینه، برای تحلیل زنجیره تأمین به کار گرفته شده‌اند. البته شواهدی نیز دال بر وجود کوشش‌هایی برای ترکیب داده‌های زمان و هزینه وجود دارد. هاینس و همکارانش(2001)،اقدام به، به کارگیری تکنیک‌های هزینه‌یابی فرایند در ابزارهای مبتنی بر زمان جریان ارزش کردند[10]. ویکر و همکارانش(2009)، از طریق یک مطالعه موردی صنعتی، به بررسی چگونگی ترکیب تحلیل زمان و هزینه به منظور ارائه یک دید صحیح‌تر نسبت به عملکرد زنجیره تأمین که می‌تواند به تصمیم‌گیری آگاهانه بهتری منجر شود، پرداختند و برخی از روابط موجود میان هزینه و زمان را در فرایندهای زنجیره تأمین به اثبات رساندند[3].

بایکاسوغلو کاپلانوغلو(2007)، اظهار کردند که خدمات پس از فروش و به ویژه حرفه تأمین قطعات یدکی، به عنوان بخشی از زنجیره تأمین، در سال‌های اخیر نقش استراتژیکی برای شرکت‌های تولیدکننده کالاهای بادوام و سرمایه‌ای پیدا کرده‌اند، زیرا همچون یک منبع درآمد، سود و ابزاری برای دستیابی به رضایت و حفظ مشتریان هستند. بنابراین، تنوع و مشخصه‌های زیاد تقاضا برای قطعات یدکی، باعث تبدیل پیکربندی و مدیریت موجودی و سیستم‌های توزیع قطعات یدکی به یک حوزه حساس و حیاتی تصمیم برای مدیران می‌شود[11].

Archive of SID

بنا به تحقیقات گایاردلی و همکارانش(2007)، اغلب ادبیات موجود مربوط به عملیات خدمات پس از فروش، روی مدیریت موجودی و توزیع قطعات یدکی متمرکز است[12]0. این ادبیات، از نقطه نظر مقیاس‌های عملکردی، اغلب حول محور مقیاس‌های سطح خدمات داخلی[3] هستند و برخی اوقات ارزیابی سطح خدمات دریافتی توسط مشتری نهایی مورد غفلت واقع شده است. اما در سال‌های اخیر به مشتری و رضایت وی توجه خاصی شده است، از جمله این مطالعات، مسئله زمان‌بندی سفارشات برخط[4] با فهرست سفارشات، همواره در حال تغییر است و در این مسئله، سیستمی برای اولویت‌گذاری سفارشات برای جمع‌آوری بر اساس نوع مشتری به طور دائم نیاز است [13]. همچنین در مطالعه دیگری، تداوم ارتباط مشتری با تأمین‌کننده از طریق ترکیب مدل موجودی و زنجیره مارکوف مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفته است. از طریق این مدل می‌توان تضاد بین رضایت مشتری و کنترل موجودی را در زنجیره تأمین، مدیریت کرد [14]. همچنین سیستم زمان‌بندی هماهنگ سفارشات مشتری با هدف بهبود زمان برآوردن سفارشات مشتری طراحی شده است که دو تصمیم اساسی انتخاب و تخصیص سفارشات برای انجام و ارسال سفارشات به ایستگاه‌های کاری را بر عهده دارد [15]. بنابراین در این تحقیق، موضوع بررسی همزمان هزینه و زمان در فرآیند تأمین قطعات سفارش‌شده که هزینه متوجه تأمین‌کننده و زمان متوجه مشتری و در تضاد با هم هستند، مورد بررسی قرار گرفته است.

تأمین سفارشات مشتریان در مطالعه موردی

سیستم تأمین سفارشات مشتریان در مطالعه مـوردی، از سه زیر فرایند جمع‌آوری، تحویل و ارسال تشکیل شده است. فعالیت اصلی فرایند جمع‌آوری، جمع‌آوری جزییات سفارش از انبار مربوط به آن است. فعالیت اصلی فرایند تحویل، دریافـت قطعات و سفارشات از قسمت جمع‌آوری، کنترل و قـراردادن در صندوق‌ها و یا پالت‌ها است. فعالیت اصلی فراینـد ارسـال، بسته‌بندی نهـایی و کنتـرل نهـایی محمولـه‌هـا و تخصـیص محموله‌ها به وسایل نقلیه و در نهایت، ارسال محموله‌ها بـرای مشتری است.

مسئله تصمیم‌گیری، تعیین میزان مناسب محمولـه‌هـای آماده‌شده سفارشات در محل بارگیری برای دوری از کمبود یا زیادبودن آنها است؛ چرا که کمبود باعث معطلی وسایل نقلیه برای بارگیری، و تجمع زیادی باعث ازدحام در مرحله بارگیری و سپس توقف مرحله جمـع‌آوری و اخـلال در کـل سیسـتم می‌شود.

قانون فعلی جمع‌آوری سفارش مشتری در شرکت مورد مطالعه، قانون FIFO است. بعد از جمع‌آوری جزئیات سفارش از انبار، ظرف حاوی سفارش‌های جمع‌آوری‌شده به قسمت تحویل کالا ارسال و سپس در این قسمت قطعات دریافتی سفارشات، کنترل و در صندوق‌ها و پالت‌های مربوط قرار داده می‌شود. پس از آن، صندوق‌ها و پالت‌ها به قسمت بسته‌بندی ارسال می‌شود. محموله‌ها بسته‌بندی شده، سپس به قسمت ارسال فرستاده شده و برای ارسال آنها به مقصد مشتریان برنامه‌ریزی می‌شود. در این سیستم به‌گونه‌ای عمل می‌شود که فرایند متوقف نشود. سفارشات در سررسیدهای مربوط به دست مشتریان برسد و از ظرفیت سیستم، اعم از کارگران جمع‌آوری، بسته‌بندی و غیره از یک طرف و نیز ظرفیت بارگیری کامیون‌های فراخوان‌شده از طرف دیگر، حداکثر استفاده به عمل آید.

شبیه‌سازی سیستم

داده‌های سیستم تأمین سفارشات مشتریان در طی یک دوره 118روزه نمونه (حدود 60000 رکورد) از شرکت مورد مطالعه جمع‌آوری شده است. در مدل مورد بررسی، سیستم واقعی از ورود سفارش مشتری به شرکت تأمین‌کننده، تا بارگیری محموله آماده‌شده و خارج شدن کامیون آماده ارسال از شرکت، شبیه‌سازی شده است. از عوامل سیستم، تعداد کارگران جمع‌آوری و بسته‌بندی، تعداد لیفتراک‌ها، گاری‌ها و پالت‌تراک‌ها و نیز ظرفیت فضای دپو برای محموله‌های آماده بارگیری هستند.

زمان آماده‌شدن یک سفارش برای بارگیری برای ارسال محموله به مقصد مشتری، شامل مجموع زمان‌های: 1- برنامه‌ریزی برای جمع‌آوری، 2- انتظار سفارش در صف جمع‌آوری، 3- جمع‌آوری جزئیات سفارش از انبار، 4- حمل ظرف حاوی جزئیات جمع‌آوری‌شده به قسمت تحویل، 5- انتظار در صف تحویل، 6- کنترل و بازرسی سفارش جمع‌آوری‌شده و چیدن در صندوق و پالت، 7- حمل به قسمت بسته‌بندی، 8- انتظار در صف بسته‌بندی، 9- بسته‌بندی نهایی، 10- حمل محموله بسته‌بندی‌شده به قسمت ارسال، 11- انتظار در صف ارسال و 12- حمل محموله آماده‌شده به قسمت بارگیری (دپو) است.

Archive of SID

www.SID.ir

متغیرهای ورودی و خروجی شبیه‌سازی در نرم‌افزار این گونه تعریف شده است: 1- مشخصات سفارش مشتری (10متغیر)، 2- متغیرهای حالت[5] هنگام برنامه‌ریزی سفارش (12 متغیر)، 3- زمان‌های شروع و اتمام فعالیت‌های فرایند آماده‌سازی سفارشات (8 متغیر)، 4- خروجی‌های مربوط به محموله‌های سفارشات مشتریان و وسایل نقلیه برای بارگیری و ارسال (5 متغیر)، 5- مدت زمان مربوط به فعالیت‌های فرایند ورود، جمع‌آوری، بسته‌بندی و بارگیری سفارشات مشتریان در انبار (6 متغیر)، 6- مجموع کل زمان فرایند (5 متغیر) 7- گروه‌بندی سفارشات وارد شده به شرکت، روزِ، هفته و ساعتِ ورود در روز (4 متغیر).

در این مدل شبیه‌سازی فرض شده که ورودی سیستم سفارش‌های مشتریان و خروجی آن محموله‌های آماده شده ارسال است. کمبود موجودی در انبار و کمبود وسایل نقلیه برای بارگیری محموله‌های آماده‌شده مجاز نیست. وسایل نقلیه با توزیع یکنواخت بین 1 تا 2 ساعت، برای حمل بار وارد شرکت می‌شوند. تخطی از محدودیت زمان تحویل درخواست‌ها به مشتریان مجاز نیست.

برای پایدار بودن سیستم مورد مطالعه، 5000 رکورد اول از داده‌های شبیه‌سازی حذف شدند تا اریبی[6] ناشی از مقداردهی اولیه سیستم، خللی در تحلیل‌ها به وجود نیاورد. طول اجرای[7] شبیه‌سازی 2544 ساعت (درحدود، 106 روز) محاسبه شد. زمان اجرای شبیه‌سازی تصادفی، روی میکروکامپیوتر پنتیوم4 استاندارد، با نرم‌افزار تکنومتیکس، حدود 8دقیقه بود و نتایج با داده‌های واقعی مورد مقایسه قرار گرفتند.

اعتبارسنجی مدل

برای اعتبارسنجی مدل، نتایج شبیه‌سازی مورد بررسی و ارزیابی متخصصان و اپراتورهای سیستم تأمین سفارشات در شرکت مورد مطالعه قرار گرفته است. همچنین برای داده‌های ورودی به مدلِ شبیه‌سازی از توزیع‌های آماری استفاده نشده است، بلکه از داده‌های خام سوابق موجود استفاده شده است.

برای اجرای شبیه‌سازی و مقداردهی اولیه متغیرها، از یک دوره گرم‌کردن[8] حدود 11/5 روز از سوابق 118روز کاری شرکت مورد مطالعه استفاده شده است.

معیارهای عملکردی

یکی از معیارهای اصلی مورد بررسی مدیران تأمین سفارشات مشتریان در شرکت‌های تأمین‌کننده با فرایند (تقریبا) پیوسته، به حداقل رسیدن مدت زمان انتظار محموله‌ها و وسایل نقلیه برای بارگیری است. معیار مهم دیگر برای ارزیابی سیستم تأمین سفارشات مشتریان، رعایت مدت زمان رسیدن کالا به دست مشتری است که در شرکت مورد مطالعه، میانگین این مقدار در مقطع مورد بررسی حدود 4/5روز است. معیار سوم، استفاده از حداکثر ظرفیت وسایل نقلیه حمل بار به مقصد مشتریان است. چهارمین معیار مهم، در کنار هم قرار گرفتن سفارشات هم‌مقصد و نزدیک‌مقصد (استان، شهر و ...) در یک وسیله نقلیه، تا حد ممکن است. از جمله معیارهای مهم دیگر، برنامه‌ریزی مناسب سفارشات برای جمع‌آوری از انبار و بسته‌بندی است؛ به طوری که ترافیک ایجاد نشده و از حداکثر ظرفیت کارگران جمع‌آوری و بسته‌بندی و نیز وسایل داخلی حمل محموله‌ها استفاده شود.

ترکیب‌بندی‌ها و روش‌های آلترناتیو (سناریوها)

8 سناریوی متفاوت (به علاوه سناریوی اصلی مطالعه موردی) برای جمع‌آوری، آماده‌سازی و ارسال سفارشات، مورد تحلیل قرار گرفت و با مدل اصلی مقایسه شد. تفاوت این سناریوها، در زمان انتظار سفارشات مشتری برای برنامه‌ریزی جمع‌آوری است. یعنی در این سناریوها، ابتدا سفارشاتِ رسیده تا 5، 10، 15، 30، 60، 90، 120، 150، 180 دقیقه در صف برنامه‌ریزی جمع‌آوری منتظر می‌مانند و سپس برای جمع‌آوری در برگه‌های مربوط، برنامه‌ریزی می‌شوند. سناریوی فعلی، انتظار 10 دقیقه‌ای است.

در این تحقیق، معیار اصلی برگزیدن سناریوی برتر، کمترشدن هزینه کل است و از معیار میانگین مدت زمان رسیدن کالا به دست مشتری نیز برای تبادل بین هزینه و زمان استفاده شده است.

بحث و بررسی

تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از شبیه‌سازی فرایند جمع‌آوری، آماده‌سازی و ارسال محموله‌های مربوط به سفارشات مشتریان توسط شرکت تأمین‌کننده، برای سناریوهای 9گانه 5 تا 180 دقیقه‌ای، بر اساس دو شاخص هزینه کل فرایند در 118روز کاری شرکت مورد مطالعه و مدت زمان رسیدن محموله‌های سفارشات به دست مشتریان برای هر سناریو انجام گرفته است. همچنین، برای پرهیز از پیچیده‌شدن مدل، برای محاسبه هزینه کل هر سناریو، فقط از سه عنصر هزینه‌ای: 1) کل هزینه ارسال سفارشات در

Archive of SID

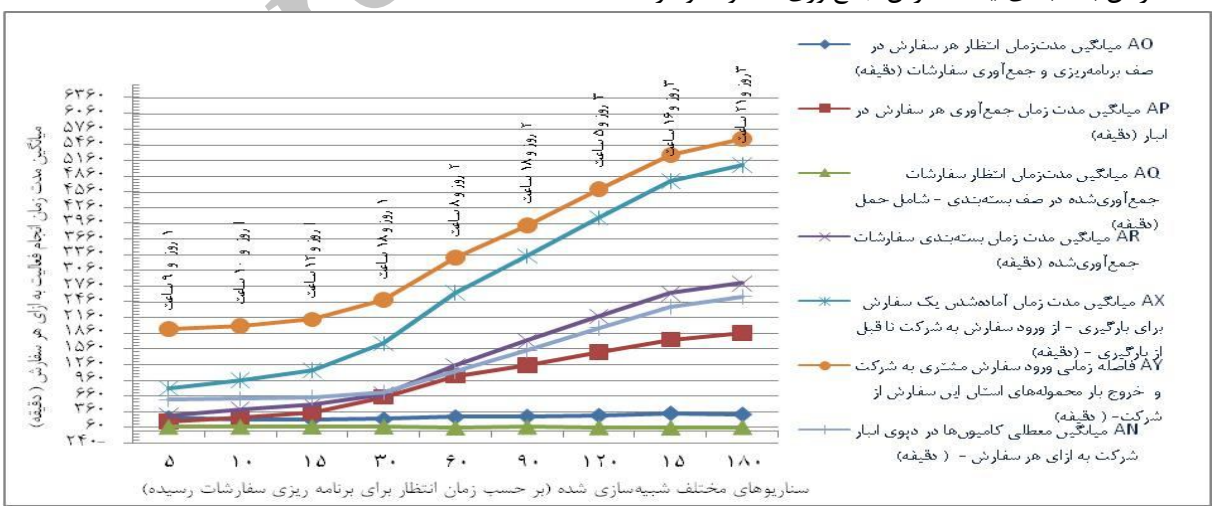
118روزکاری، 2) کل هزینه جریمه معطلی وسایل نقلیه برای حمل بار به مقصد مشتریان و 3) کل هزینه جریمه تأخیر در ارسال سفارشات استفاده شده است.

خلاصه نتایج شبیه‌سازی این سناریوها و مقایسه نتایج با سناریوی اصلی(10دقیقه‌ای) در جدول1 و نمودار مقایسه‌ای زمانی فعالیت‌های مختلف در این سناریوها در شکل1 ارائه شده است. همچنین میانگین هزینه کل برای ارسال محموله‌ها به ازای هر سفارش، به تفکیک سناریوهای 9گانه در شکل2 ترسیم شده است.

همان طور که در جدول1 مشاهده می‌شود، در مقایسه سناریوی1 (5دقیقه‌ای)، نسبت به سناریوی اصلی (10دقیقه‌ای)، در متغیرهای میانگین، مدت زمان جمع‌آوری یک سفارش در انبار (31/03درصد، معادل80دقیقه)، میانگین مدت زمان بسته‌بندی یک سفارش جمع‌آوری‌شده (27/78درصد، معادل 114دقیقه) و میانگین مدت زمان آماده‌شدن یک سفارش برای بارگیری (16/68درصد، معادل 160دقیقه)، کاهش معنی‌دار و در متغیرهای میانگین تعداد کارگران آزاد آماده به کار جمع‌آوری (37/98درصد، معادل 5نفر)، و هزینه کل اجرای سناریوی موردنظر در 106روز کاری در شرکت مورد مطالعه افزایش معنی‌دار (به ترتیب بدترشدن از نظر استفاده حداکثری از ظرفیت کاری و از نظر هزینه‌ای) اتفاق می‌افتد. همچنین از جدول1 مشاهده می‌شود که در مقایسه سناریوهای 2 (15دقیقه‌ای) تا 8 (180دقیقه‌ای) نسبت به سناریوی اصلی در متغیرهای میانگین مدت زمان جمع‌آوری یک سفارش در انبار، میانگین مدت زمان بسته‌بندی یک سفارش جمع‌آوری‌شده و ... و در نهایت میانگین مدت زمان آماده‌شدن یک سفارش برای بارگیری، افزایش تدریجی (بدترشدن از نظر زمانی) اتفاق می‌افتد؛ ولی در متغیر میانگین تعداد کارگران آزاد آماده به کار جمع‌آوری کاهش تدریجی به طور تقریبی معنی‌دار (بهبود از لحاظ استفاده از ظرفیت کاری) و در متغیر هزینه کل اجرای این سناریوها در 106روز کاری در شرکت مورد مطالعه فقط تا سناریوی 5(90دقیقه‌ای) کاهش به نسبت معنی‌دار (بهبود از لحاظ هزینه‌ای) و از سناریوی 6 (120دقیقه‌ای) تا سناریوی 8 (180دقیقه‌ای) افزایش به نسبت معنی‌داری (بدترشدن از لحاظ هزینه‌ای) اتفاق می‌افتد؛ از طرف دیگر در این سناریوها، بهره‌برداری از ظرفیت کارگران جمع‌آوری افزایش می‌یابد، ولی برای کارگران بسته‌بندی تغییری حاصل نمی‌شود.

در مجموع با تبادل بین زمان (رضایت مشتری) و هزینه (رضایت تأمین‌کننده)، سناریوی4 (60دقیقه‌ای) نشان می‌دهد که مقبولیت پذیرش را برای بهترین گزینه دارد. دلیل آن این است که متوسط مدت زمان آماده‌شدن محموله سفارش یک مشتری برای بارگیری و ارسال، به 55/10 ساعت (حدود 2.3 روز) و در همان حال هزینه کل ارسال به 15/89 میلیارد (یا میانگین هزینه کل به ازای یک سفارش به 279 هزار و 739) ریال می‌رسد.

بنابراین، از نقطه نظر معیارهای عملکردی مورد تحلیل و بخصوص رعایت متوسط 5/ روز برای مدت زمان رسیدن محموله‌های سفارشات به دست مشتریان، سناریوی4، می‌تواند اثربخش‌ترین آلترناتیو را ارائه داده و بنابراین به جای ترکیب‌بندی سناریوی اصلی، جایگزین شود.



شکل 1 : نمودار مقایسه میانگین مدت زمان فعالیت‌های مختلف تأمین سفارشات مشتریان به ازای هر سفارش برحسب سناریوهای مختلف.

Archive of SID

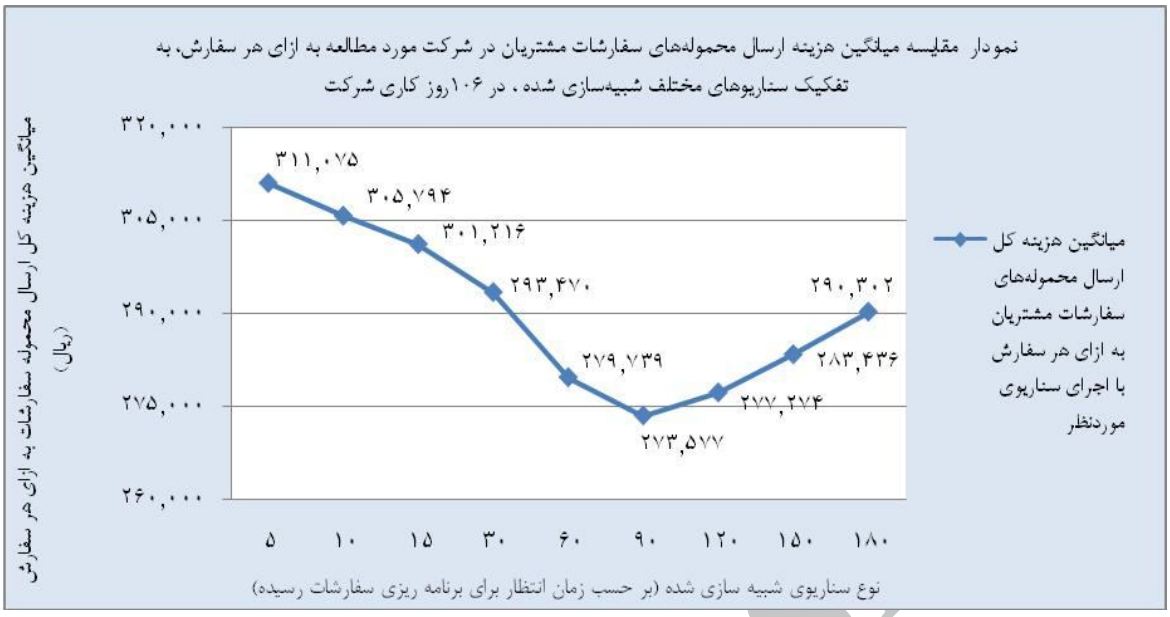
www.SID.ir

جدول 1: خلاصه اندازه‌های عملکردی در فرایند موردمطالعه برای شبیه‌سازی سناریوی اصلی و آلترناتیوهای آن.

ردیف	شرح متغیر	سناریوی اصلی	سناریوی 5	سناریوی 15	سناریوی 30	سناریوی 60	سناریوی 90	سناریوی 120	سناریوی 150	سناریوی 180
1	میانگین مدت‌زمان انتظار یک سفارش در صف برنامه‌ریزی و جمع‌آوری سفارشات (دقیقه)- AO	208.62	243.62	214.37	219.44	258.62	271.02	267.694	328.23	308.412
2	میانگین مدت‌زمان جمع‌آوری یک سفارش در انبار (دقیقه)- AP	255.55	176.27	350.64	646.22	1048.57	1249.54	1504.14	1738.38	1865.73
3	میانگین مدت‌زمان انتظار یک سفارش جمع‌آوری‌شده در صف بسته‌بندی- شامل حمل مربوطه (دقیقه)- AQ	78.97	76.33	80.71	84.45	61.23	77.32	68.87	62.13	72.25
4	میانگین مدت‌زمان بسته‌بندی سفارشات جمع‌آوری‌شده (دقیقه)- AR	408.71	294.80	499.89	699.53	1246.08	1720.46	2188.74	2621.90	2819.09
5	میانگین مدت‌زمان آماده‌شدن یک سفارش برای بارگیری- از ورود سفارش به شرکت تا قبل از بارگیری- (دقیقه)- AX	961.59	801.25	1155.07	1663.90	2635.45	3333.21	4065.29	4761.08	5074.12
6	میانگین فاصله زمانی ورود سفارش مشتری به شرکت و خروج بار محموله‌های استان این سفارش از شرکت- (ساعت)- AY	33.43	32.40	35.48	41.66	55.10	65.31	76.79	87.71	92.88
7	میانگین مدت زمان تاخیر در ارسال یک محموله مربوط به سفارش مشتری- انحراف از حداکثر 48ساعت برای ارسال سفارش- (ساعت)- AL	0.071	0.048	0.096	0.183	0.510	0.850	1.251	1.695	1.915
8	میانگین تعداد کارگران آزاد (آماده به کار) جمع‌آوری (نفر)- K	13	18	11	9	7	6	5	5	5
9	میانگین تعداد کارگران آزاد (آماده به کار) بسته‌بندی (نفر)- N	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1-10	میانگین حجم اشغال شده دپو بوسیله محموله‌هایی که جهت بارگیری در این محل جمع‌شده و هنوز با کامیون از دپو خارج نشده‌اند (سانتیمترمکعب به ازای یک سفارش مشتری)- R	111401	119392.6	109811.3	100381.9	87103.7	82446.3	85635.6	77621.1	77663.2
2-10	میانگین حجم اشغال شده دپو بوسیله محموله‌هایی که جهت بارگیری در این محل جمع‌شده و هنوز با کامیون از دپو خارج نشده‌اند (مترمکعب به ازای هر روز کاری شرکت)- R	5969.5	6397.8	5884.3	5379.1	4667.5	4418.0	4588.9	4160.1	4161.7
11	میانگین معطلی کامیون در دپوی انبار شرکت به ازای هر سفارش مشتری- (ساعت)- AN	10.17	9.92	10.63	12.21	18.86	25.69	32.82	39.38	42.73
12	هزینه کل اجرای سناریوی موردنظر در 106روز کاری در شرکت موردمطالعه- (میلیاردریال)-BD	17.37	17.67	17.11	16.67	15.89	15.54	15.75	16.10	16.49

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 2 : نمودار مقایسه میانگین هزینه کل ارسال محموله‌های سفارشات مشتریان، به تفکیک سناریوهای مختلف.

نتیجه‌گیری

برای مقایسه آلترناتیوها، از دو معیار استفاده شده است. معیار اول با مدت زمان لازم برای آماده‌سازی سفارشات مشتریان (شامل زمان‌های عملیاتی فرایند آماده‌سازی و انتظارات در صف‌های مختلف آن) و معیار دوم با مقدار معطلی وسایل نقلیه (کامیون‌ها و غیره) در صف انتظار برای بارگیری و حمل محموله‌های آماده‌شده و در نهایت هزینه کل، ارسال محموله‌های سفارشات مشتریان مرتبط است.

این معیارها برای مدیران تأمین‌کننده سفارشات در مسئله لوازم و قطعات خودرو اهمیت ویژه‌ای دارند، زیرا دیر رسیدن قطعات سفارش‌شده به فروشگاه‌ها و تعمیرگاه‌ها، می‌تواند باعث اختلال در توزیع به موقع این لوازم به دست مشتریان و سپس باعث نارضایتی زیاد صاحبان خودرو شود.

نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که با تغییر برنامه‌ریزی در جمع‌آوری سفارشات و آماده‌سازی محموله‌های مربوط، می‌توان از صرف هزینه‌های هنگفت سیستم تأمین سفارشات، تا حدود زیادی کاست. به علاوه، می‌توان با افزایش سرعت تحویل محموله‌های سفارشات به دست مشتریان، ضمن افزایش رضایت آنها سود بیشتری را نصیب این گونه شرکت‌های تأمین‌کننده کرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان، از همکاری معاونت پژوهشی و فناوری جهاد دانشگاهی و نیز پژوهشکده توسعه تکنولوژی برای کمک‌ها و حمایت‌های مالی و معنوی آنها و مسئولان شرکت مورد مطالعه در فراهم آوردن داده‌های مورد نیاز قدردانی می‌کنند.

مراجع

1- Iannoni, A. P. and Morabito, R. (2006) “A descrete simulation analysis of a logistics supply system.” *Transportation Research Part E*, 42, PP.191-210.

2- Chan, F.T.S., Tang, N.K.H., Lau, H.C.W. and Ip, R.W.L. (2002) “A simulation approach in supply chain management.” *Integrated Manufacturing Systems*, 13/2, PP. 117-122.

Archive of SID

www.SID.ir

3- Whicker, L., Bernon, M., Templer, S. and Mena, C.(2009) “Understanding the relationships between time and cost to improve supply chain performanc.” *International Journal of Production Economics*, N.121, PP. 641-650.

4- Varila, M., Seppanen, M. and Soumala, P. (2007) “Detailed cost modelling: a case study in warehouse logistics.” *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.37, No.3, PP.184-200.

5- Cooke, J. (2002) “Inventory velocity accelerates.” *Logistics Management*, Vol. 42, No. 9, PP. 33-8.

6- Guiffrida, A. L. and Nagi, R. (2006) “Cost characterizations of supply chain delivery performance.” *International Journal of Production Economics*, 102, PP. 22–36.

7- Lockamy, A. and McCormack, K. (2004) “Linking SCOR planning practices to supply chain performance.” *International Journal of Operations and Production Management*, 24 (12), PP.1192–1218.

8- Gunaskaran, A.C., Patel, C. and Tirtiroglu, E. (2001) “Performance measures and metrics in a supply chain environment.” *International Journal of Operations &Production Management*, Vol.21,No.1/2, PP.71-87.

9- STET, M. (2007) “Inventories management in distribution logistics.” *Fascicle of Management and Technological Engineering*, Volume VI (XVI).

10- Hines, P., Silvi,R., and Bartolini, M. (2001) “Integrating lean thinking with strategic cost management.” *Proceedings of the EIASM fifth International Seminar on Manufacturing Accounting Research*, University of Pisa, Italy,6–8June2001, PP. N1–N26.

11- Baykasoglu, A. and Kaplanoglu, V. (2007) “A service-costing framework for logistics companies and a case study.” *Management Research News*, Vol.30, No.9, PP. 621-633.

12- Gaiardelli, P., Saccani, N. and Songini, L. (2007) “Performance measurement systems in after-sales service: an integrated framework.” *International Journal of Business Management*, Vol.9, No. 2.

13- I.U.Rubrico, J., Higashi, T., Tamura, H. and Ota, J. (2011) “Online rescheduling of multiple picking agents for warehouse management.” *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 27, 62–71.

14- Lam, C.Y. and Ip, W.H. (2011) “A customer satisfaction inventory model for supply chain integration.” *Expert Systems with Applications*, 38, PP. 875–883.

15- Cheng-Hsiang Liu (2010) “A coordinated scheduling system for customer orders scheduling problem in job shop environments.” *Expert Systems with Applications*, 37, PP. 7831–7837.

واژه های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

1- Sourcing
2- Untimely
3 -Internal Service - Level Metrics
4 -Online
5 -State Variables
6- Bias
7- Run
8- Warm-Up

www.SID.ir