نشریه تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات

Journal of Decisions and Operational Research

دوره ۴، شماره (۱)، بهار ۱۳۹۸

ارائه یک مدل ریاضی جهت انتخاب تامین‌کننده در زنجیره‌ی‌تامین با درنظرگیری مسائل کنترل موجودی و قیمت‌گذاری

امین محمودی[۱]، فاطمه مجیبیان[۲،*]، افروز نوری ثابت[۳]

[۱]گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه غیاث الدین جمشید کاشانی، قزوین، ایران.

[۲]گروه مدیریت، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه غیاث‌الدین جمشید کاشانی، قزوین، ایران.

[۳]گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه رجا، قزوین، ایران.

چکیده

محیط به‌شدت رقابتی کسب‌وکار امروز، که با خصوصیاتی چون حاشیه‌ی سود اندک، انتظارات بالای مشتری برای دریافت محصولات با کیفیت بالا و حداقل زمان‌های انتظار شناخته می‌شود، شرکت‌ها را ملزم‌به تلاش برای تبدیل محدودیت‌ها به فرصت‌های کسب مزیت‌های رقابتی از طریق بهینه کردن فرآیندهای کسب وکارشان ساخته است. در چنین شرایطی، انتخاب تامین‌کننده‌ی مناسب می‌تواند نقش کلیدی در کارایی و اثربخشی سازمان‌ها ایفا نموده و تاثیر مستقیمی در کاهش هزینه‌ها، سودآوری و انعطاف‌پذیری یک شرکت داشته باشد. پژوهش حاضر باهدف ارائه‌ی یک مدل انتخاب تامین‌کنندگان با درنظرگرفتن هم‌زمان دو مسئله‌ی کنترل موجودی و قیمت‌گذاری در زنجیره‌ی تامین ارائه گردیده است. برای ارزیابی صحت مدل و اعتبار آن از داده‌های واقعی شرکت صنایع هفت الماس شامل مواد اولیه ورودی (هات رول) و محصولات (ورق گالوانیزه) استفاده شده است. مدل ارائه‌شده در محیط نرم‌افزار گمز کدنویسی شده و نتایج آن مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: زنجیره‌ی تامین، انتخاب تامین‌کننده، مدیریت موجودی، قیمت‌گذاری.

دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱۹ اصلاح: ۱۳۹۸/۲/۹ پذیرش: ۱۳۹۸/۳/۲۰

۱- مقدمه

امروزه شیوه های مدیریت تولید گذشته که یکپارچگی کم‌تری را در فرآیندهایشان دنبال می‌کردند کارایی خود را از دست داده‌اند و زنجیره‌ی تأمین به‌عنوان یک رویکرد یکپارچه برای مدیریت مناسب جریان مواد، کالا، اطلاعات و مالی، توانایی پاسخگویی به شرایط را دارا می‌باشد (صادقی مقدم و همکاران، ۱۳۸۸). درحال‌حاضر، هیچ شرکتی نمی‌تواند از مدیریت زنجیره‌ی تأمین چشم‌پوشی کند و انتظار بقا داشته باشد (زوکرمن، ۱۳۸۲). هم‌چنین بسیاری از محققان بر این عقیده‌اند که واحد تجزیه‌وتحلیل در رقابت از تک تک شرکت‌ها و سازمان‌ها به زنجیره‌های تأمین تغییر کرده است (فیض آبادی، ۱۳۸۸).

یکی‌از مسائلی که همیشه سازمان‌ها با آن مواجه هستند، تأمین‌کنندگان می‌باشند. شرکت‌ها خود را به‌عنوان تولیدکننده‌ی کالا یا خدمات می‌دانند، اما اکثر شرکت‌ها همه‌ی قطعات را خودشان نمی‌سازند و یا مواد اولیه، قطعات و یا خدمات را از شرکت‌های دیگر دریافت می‌کنند، درنتیجه، کیفیت محصولات یا خدمات شرکت بستگی‌به شرکت‌هایی دارد که خارج‌از کنترل شرکت می‌باشند (احمدی کهنعلی، ۱۳۷۸). هزینه‌ی موادخام و اجزای تشکیل‌دهنده‌ی محصول، درحدود ۶۰% از بهای تمام‌شده (در برخی‌از صنایع تا ۸۰%) را دربرمی‌گیرد

[*] عهده‌دار مکاتبات: Fatemeh.mojibian@jku.ac.ir

www.journal-dmor.ir

Archive of SID

www.SID.ir

(هوشمندی ماهر و امیری،۱۳۹۱). در چنین شرایطی، انتخاب تامین‌کننده‌ی مناسب می‌تواند نقش کلیدی در کارایی و اثربخشی سازمان ایفا نموده و تاثیر مستقیمی در کاهش هزینه‌ها، سودآوری و انعطاف پذیری یک شرکت داشته باشد. فرآیند انتخاب تامین‌کننده مناسب که قادر به فراهم کردن نیاز خریدار از نظر محصولات با کیفیت با قیمت مناسب و در یک زمان مناسب و در یک حجم مناسب باشد یکی از ضروری‌ترین فعالیت‌ها برای ایجاد زنجیره‌ی‌تامین مناسب است. تصمیم‌گیری در مورد انتخاب تامین‌کننده نقش قابل‌توجهی در تولید و مدیریت لجستیک شرکت‌ها دارد و بسیاری‌از شرکت‌های باتجربه بر این باورند که انتخاب تامین‌کننده مهم‌ترین فعالیت یک سازمان به‌شمار می‌آید. دست‌اندرکاران به این نتیجه رسیده‌اند، برای این‌که یک شرکت رقابتی بماند، باید با شرکای زنجیره‌ی‌تامین خود، به‌منظور بهبود عملکرد کلی زنجیره کار کند (آیسائوی و همکاران[۱]، ۲۰۰۷). برهمین‌اساس، امروزه شرکت‌ها بیش‌از آن‌که به فکر رقابت با یکدیگر باشند، خود را بخشی‌از زنجیره‌های تامینی می‌دانند که در رقابت با دیگر زنجیره‌ها هستند (مین و ژو[۲]، ۲۰۰۲). در این بین، خرید و انتخاب تامین‌کننده، باتوجه به قرار گرفتن در فرآیندهای اصلی زنجیره‌ی‌تامین و تاثیرگذاری بر تمامی حوزه‌های سازمان، اهمیتی فزاینده یافته‌اند (آیسائوی و همکاران، ۲۰۰۷).

تحقیق حاضر باهدف ارائه‌ی یک مدل انتخاب تامین‌کنندگان با محوریت مدیریت درآمد و موجودی به‌منظور افزایش سود و کاهش هزینه‌ها در ساختار زنجیره‌ی‌تامین ارائه گردیده است. در مدل پیشنهادی بهینه‌سازی هم‌زمان پارامترهای موجودی، قیمت‌گذاری و هم‌چنین خرید مواد اولیه در قالب مساله‌ی انتخاب تامینکننده مدنظر است. هم‌چنین تابع تقاضا وابسته‌به قیمت در مدل پیشنهادی درنظر گرفته شده است. بدین‌ترتیب، این پژوهش سعی دارد تا شکاف‌های موجود در تحقیقات پیشین را پوشش دهد. در ادامه‌ی مقاله، در بخش دوم، مبانی نظری و پیشینه‌ی پژوهش توضیح داده می‌شود. در بخش سوم، مدل ریاضی پیشنهادی ارائه می‌گردد و مثال عددی و تحلیل حساسیت مربوط‌به پارامترهای مدل پیشنهادی در بخش چهارم تشریح می‌شود. در پایان نیز نتیجه‌گیری حاصل‌از پژوهش به‌همراه پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی در بخش پنجم ارائه می‌گردد.

۲- مبانی نظری پژوهش

در این بخش به بررسی مفاهیم و تعاریف مدیریت زنجیره‌ی‌تامین و مدیریت موجودی در زنجیره‌ی‌تامین پرداخته شده است.

۲-۱- مدیریت زنجیره‌ی‌تامین

امروزه، کسب مزیت رقابتی پایدار، هدف بسیاری‌از شرکت‌ها و سازمان‌ها است. این آرمان بزرگ، کسب مزیت رقابتی پایدار، توجه زیاد و گسترده‌ای را در چند دهه‌ی اخیر در سازمان‌ها و برنامه‌ریزی‌های استراتژیک آن‌ها به خود جلب کرده است. بخش زیادی از این توجه معطوف‌به زنجیره‌ی تأمین بوده و مبحث زنجیره‌ی تأمین در ادبیات مدیریت استراتژیک جایگاه خاص و مهمی پیدا کرده است (رشیدزاده و همکاران، ۱۳۹۶).

مدیریت زنجیره‌ی‌تامین به‌عنوان یکی‌از رشته‌های مهم مدیریتی جهت کمک به شرکت‌ها برای بهبود عملیات زنجیره‌ی‌تامین شناخته شده است (رادریگوس و همکاران[۳]، ۲۰۱۶). در یک صنعت رقابتی، سازمان‌ها و عرضه‌کنندگان باید مزیت رقابتی و نیز حالت و جایگاه بازاری مطلوب و به دنبال آن بهبود عملکرد در عملیات زنجیره‌ی‌تامین را کسب کنند. برای مثال، برنامه‌های همکاری و تجدید تدارکات که یک سری از فرآیندهای کاری در زنجیره‌ی‌تامین هستند می‌توانند اثربخشی زنجیره‌ی‌تامین را بهبود دهند که این مسئله نیازمند تغییر در ساختار سازمان، فرهنگ همکاری و فرآیندهای عملیاتی در سازمان است. بهره‌وری و اثربخشی زنجیره‌ی‌تامین ارتباط مستقیم با سودآوری، انعطاف‌پذیری و قابلیت اطمینان و نیز حذف تلفات و ضایعات دارد. مؤلفه‌های هزینه (هزینه‌ی تولید، انتقال و توزیع و مواد اولیه) ازجمله هزینه‌های هستند که روی اثربخشی زنجیره‌ی‌تامین اثر دارند (لانگدون[۴]، ۲۰۱۶). زنجیره‌ی‌تامین به‌عنوان گروه‌های نسبتاً

---

[۱] Aissaoui et al.
[۲] Min and Zhou
[۳] Rodrigues et al.
[۴] Langdon

Archive of SID

www.SID.ir

پایداری از بنگاه‌های کسب‌وکار است که در یک توالی از فعالیت‌های تولید، توزیع و توزیع الزامی برای ارائه به مشتری نهایی، درگیر می‌باشند (استیونسون و اسپرینگ[1]، ۲۰۰۷).

۲-۲ مدیریت موجودی

مدیریت موجودی به‌عنوان روند مداوم برنامه‌ریزی، سازماندهی و کنترل موجودی تعریف شده است. هدف‌از این کار به حداقل رساندن سرمایه‌گذاری در موجودی با متعادل کردن عرضه‌وتقاضا می‌باشد. از اواسط دهه‌ی ۱۹۹۰، روند تحقیق و ارائه‌ی مقالات مدیریتی در مورد مدیریت موجودی افزایش یافت و بیش‌تر تمرکز برروی مدل‌های کنترل موجودی بود. یکی‌دیگر از علاقه‌مندی محققان در این حوزه، کاهش میزان موجودی در انبارها بود (سینگ و ورما[2]، ۲۰۱۸). سیستم مدیریت موجودی بیش‌تر به‌عنوان یک سیستم اطمینان برای موجودی کالا عمل می‌نماید. اساس بهبود این سیستم برروی پیش‌بینی درست از عرضه‌وتقاضا می‌باشد (ناگلی و همکاران[3]، ۲۰۱۸).

یک سیستم موجودی که به‌خوبی طراحی شده باشد برای موفقیت هر سازمان تجاری حیاتی است. یکی‌از مهم‌ترین چالش‌های مدیران کنترل موجودی، تعیین یک استراتژی بهینه‌سازی موجودی است که تعادل بین نگه داشتن موجودی کافی برای دستیابی به تقاضای مشتری و بهینه‌سازی هزینه‌های مربوط‌به نگهداری موجودی را تضمین کند (اونیل و سانی[4]، ۲۰۱۸). جدول ۱ نشان‌دهنده‌ی مروری‌بر پژوهش-های مرتبط در حوزه‌ی مدل‌های ترکیبی از مساله‌ی انتخاب تامین‌کننده با مساله‌ی کنترل موجودی و قیمت‌گذاری می‌باشد.

در دنیای واقعی که صنایع مختلف به‌دنبال مزیت رقابتی هستند، مساله‌ی قیمت‌گذاری مقوله بسیار مهمی در مدیریت تقاضا محسوب می‌شود. در تحقیقات مختلف گذشته که مسئله‌ی مدیریت زنجیره‌ی‌تامین و انتخاب تامین‌کننده مورد بررسی بوده، بحث مدیریت موجودی و مدیریت درآمد کم‌تر به‌طور هم‌زمان لحاظ شده است. به‌طوری‌که طبق بررسی پیشینه‌ی تحقیق، در پژوهش‌هایی که با موضوع مدیریت زنجیره‌ی‌تامین و کنترل موجودی انجام شده (مهدی زاده و همکاران، ۱۳۹۰)، چودهاری و شانکار، ۲۰۱٤ و فیروز و همکاران، ۲۰۱۷)، به موضوع مدیریت درآمد پرداخته نشده است. از طرفی، در مطالعاتی که درخصوص انتخاب تامین‌کننده و مدیریت درآمد صورت گرفته است (نوری دریانی و همکاران، ۲۰۱۹)، آدینات و ونتورا، ۲۰۱۸) مسئله‌ی مدیریت موجودی درنظر گرفته نشده است. در مطالعه صورت‌گرفته توسط آزادی و همکاران (۲۰۱۹) نیز مسئله‌ی توام موجودی و قیمت‌گذاری مطرح شده که مدل پیشنهادی آن‌ها تصادفی بوده و برای محصولات فاسدشدنی ارائه گردیده است. در پژوهش حاضر بهینه‌سازی هم‌زمان پارامترهای موجودی، قیمت‌گذاری و خرید مواداولیه در قالب مساله‌ی انتخاب تامین‌کننده در شرایط قطعی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

نشریه تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، دوره ۴، شماره (۱)، بهار ۱۳۹۸، صفحه: ۹۹-۸۸

[1] Stevenson and Spring
[2] Singh & Verma
[3] Nagle et al.
[4] O'Neill & Sanni

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱- برخی‌از تحقیقاتی که تاکنون در حوزه‌ی پژوهش حاضر انجام شده.

نام محققان	عنوان پژوهش	حوزه	نتیجه حاصل از انجام پژوهش
مهدی‌زاده و همکاران (۱۳۹۰)	مدل موجودی چندمحصولی با محدودیت‌های فضای انبار، بودجه و کم‌ترین سطح خدمت در حالت کمبود پس‌افت جزئی	انتخاب تامین‌کننده، موجودی	مدل پیشنهادی برای سیستم موجودی بازدید پیوسته چندمحصولی ارائه شده و با روش آزادسازی لاگرانژ و ترکیب آن با الگوریتم ابتکاری شناخته‌شده‌ی هدلی-ویتیت برای مسائل ابعاد کوچک و روش شبیه‌سازی تبرید برای مسائل ابعاد بزرگ حل گردیده است.
گو و لی[۱] (۲۰۱۴)	سیستم موجودی چندسطحی با انتخاب تامین‌کننده و تخصیص سفارش تحت تقاضای تصادفی	انتخاب تامین‌کننده، قیمت‌گذاری	سیستمی طراحی‌شده که در آن قیمت‌های مختلف، هزینه سفارشات و زمان تاخیر برای برآورده ساختن تقاضای تصادفی درنظر گرفته شده است. مدل پیشنهادی بااستفاده از الگوریتم تجزیه به دو مدل تجزیه شده و با استفاده از یک مثال عددی اعتبار و اثربخشی مدل پیشنهادی به‌اثبات رسیده است.
چودهاری و شانکار[۲] (۲۰۱۴)	یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای تصمیمات توام موجودی، انتخاب تامین‌کننده و انتخاب وسیله‌ی حمل‌ونقل	انتخاب تامین‌کننده، موجودی	مدل عددصحیح چندهدفه طراحی گردیده که در آن موارد، مرجوعی شبکه‌ی زنجیره تامین، هزینه‌های شبکه و موارد تحویلی با تاخیر درنظر گرفته شده‌اند. مدل پیشنهادی از طریق سه رویکرد مختلف برنامه‌ریزی آرمانی حل گردیده و نتایج مورد مقایسه قرار گرفته‌اند.
بهرام پور و همکاران (۲۰۱۶)	مدل‌سازی شبکه‌ی زنجیره‌یتامین چند محصولی چندمرحله‌ای	انتخاب تامین‌کننده، موجودی	مدل شبکه‌ی زنجیره‌ی‌تامین چند محصولی چندمرحله‌ای طراحی شده و سپس دو گروه از مسائل کوچک و بزرگ مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که روش الگوریتم ژنتیک از طریق استفاده از رمزگذاری مبتنی‌بر اولویت، یک روش مناسب برای حل مسائل طراحی شبکه‌ی زنجیره‌ی‌تامین چندمحصولی چندمرحله‌ای بوده است.
فیروز و همکاران[۳] (۲۰۱۷)	یک رویکرد ترکیبی انتخاب تامین‌کننده و مسئله‌ی موجودی با چندین منبع و حمل‌ونقل جانبی	انتخاب تامین‌کننده، موجودی	مسئله‌ی انتخاب تامین‌کننده برای یک محصول از طریق چندین انبار ارائه گردیده است که انبارها تقاضای تصادفی مواجه هستند و از طریق چندین تامین‌کننده‌ی مختلف ازنظر عوامل گوناگونی چون قیمت، ظرفیت، کیفیت و نحوه توزیع پر می‌شوند.
آدینات و ونتورا (۲۰۱۸)	تلفیق قیمت‌گذاری و انتخاب تامین‌کننده در زنجیره‌ی‌تامین دوسطحی	انتخاب تامین‌کننده، قیمت‌گذاری	مدل غیرخطی عددصحیح مختلط برای تعیین تعداد سفارش‌های تامین‌کنندگان در چرخه‌ی سفارش، مقدار موجودی بازپرشده در هر مرحله و قیمت فروش که به حداکثر کردن سود در واحد زمان پرداخته است. مدل پیشنهادی این محققان حد بالا و پایین قیمت خرده فروشی را تعیین می نمایند.
نوری دریانی و همکاران (۲۰۱۹)	تجزیه‌وتحلیل قیمت‌گذاری، زمان تحویل مقرر، انتخاب تامین‌کننده و تصمیمات سفارش‌دهی برای زنجیره‌ی‌تامین چندملیتی در شرایط عدم‌قطعیت	انتخاب تامین‌کننده، قیمت‌گذاری	تصمیمات بهینه‌ی تولیدکنندگان چندملیتی و یک خرده‌فروش مورد بحث قرار گرفته است. در این پژوهش محاسبه‌ی قیمت بهینه، میزان سفارش‌دهی، زمان تحویل مقرر و سیاست انتخاب تامین‌کننده در قالب سه رویکرد تئوری بازی ارائه گردیده است.
آزادی و همکاران (۲۰۱۹)	مدل‌های بهینه‌سازی تصادفی توام قیمت‌گذاری و بازپرسازی موجودی برای محصولات فاسدشدنی	انتخاب تامین‌کننده، موجودی، قیمت‌گذاری	یک مدل دومرحله‌ای تصادفی برای انتخاب تامین‌کننده، زمان‌بندی بازپرسازی موجودی و تعیین قیمت موردنظر برای حداکثر کردن سود خرده‌فروش ارائه شده است.

[۱] Cuo and Li
[۲] Choudhary and Shanker
[۳] Firouz et al.

Archive of SID

www.SID.ir

۳- مدل ریاضی پیشنهادی

در این زیر بخش پارامترها، متغیرها و ساختار مدل ریاضی پیشنهادی این پژوهش مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد.

مجموعه ها.

- I: تعداد محصولات (i).
- J: تعداد تامین کنندگان (j).
- T: تعداد دوره‌های زمانی (t).
- S: مجموعه‌ی تامین‌کنندگان.
- I_j : مجموعه‌ی مواد اولیه که توسط تامین‌کننده j تامین می‌گردد.

پارامترها.

- m_{it}: تقاضای بالقوه محصول i در دوره‌ی زمانی t و $m_{it} > 0$.
- β: حساسیت تقاضای محصول i برای قیمت فروش محصول i در دوره زمانی t (p_{it}) و $0 < \beta_i < I$.
- U_{ijt} : قیمت مواد اولیه i از تامین کننده j و در دوره زمانی t ($j \in s$).
- h_{it} : هزینه نگهداری هر واحد محصول i در دوره زمانی t .
- O_{jt} : هزینه‌ی ثابت سفارش دهی از تامین‌کننده‌ی t ($j \in s$).
- α_j: فاصله‌ی ثابت از تامین‌کننده‌ی j و در هر دوره‌ی زمانی t.
- V: ظرفیت وسیله‌ی حمل و نقل.
- α: هزینه‌ی حمل و نقل برحسب کیلومتر در هر دوره.
- τ: هزینه‌ی ثابت حمل و نقل در دوره‌ی زمانی t.
- C_{ijt}: ظرفیت نهایی تولید محصول i توسط تامین‌کننده j در هر دوره.
- W: ظرفیت کلی انبار در هر دوره.
- w_i : ظرفیت اشغال‌شده توسط i در وسیله‌ی حمل و نقل و یا انبار در هر دوره.

متغیرهای تصمیم.

- X_{ijt}: مقدار محصول سفارش داده‌شده i از تامین‌کننده j و در دوره‌ی زمانی t .
- Z_{jt}: متغیر ۰ و ۱ که اگر تامین‌کننده در دوره انتخاب گردد برابر با ۱ و در غیراین‌صورت صفر.
- D_{it} (P_{it}) : تقاضای واقعی محصول I در دوره‌ی زمانی t که وابسته‌به قیمت محصول i در دوره‌ی زمانی t است.
- P_{it}: قیمت فروش محصول i در دوره t.
- n_{jt}: تعداد وسیله‌ی حمل و نقل تخصیص‌یافته از تامین‌کننده‌ی j و در دوره‌ی زمانی t .
- I_{it}^{+}: سطح موجودی مثبت محصول i در دوره‌ی زمانی t (متغیر واسطه).
- I_{it}^{-}: سطح موجودی منفی محصول i در دوره‌ی زمانی t (متغیر واسطه).

Archive of SID

www.SID.ir

مدل ریاضی.

$$maxz \tag{۱}$$

$$= \sum_{i=1}^{I} \sum_{t=1}^{T} P_{it}\ D_{it-} \begin{cases} \sum_{i\in I_j} \sum_{j\in s} \sum_{t=1}^{T} U_{ijt}\ X_{ijt} \quad \cdots + & (۲) \\ \cdots + \sum_{j\in s} \sum_{t=1}^{T} O_{jt}\ Z_{jt} + \cdots & (۳) \\ \cdots + \sum_{j\in s} \sum_{t=1}^{T} n_{jt}\ (\tau_t + \alpha\alpha_j) + \cdots & (۴) \\ \cdots + \sum_{i=1}^{I} \sum_{t=1}^{T} h_{it}\ I^{+}{}_{it} \end{cases}$$

$$D_{it} = m_{it} - \beta_i\, p_{it} \tag{۵}$$

$$\left(\sum_{t=1}^{T} D_{it}\right) Z_{jt} - X_{ijt} \geq 0 \qquad \forall\ i\ and\ t\ and\ j \in s \tag{۶}$$

$$X_{ijt} \leq C_{ijt} \qquad \forall\ i\ and\ t\ and\ j \in s \tag{۷}$$

$$n_{jt} = \left\lceil \sum_{i\in I_j} w_i\, X_{ijt} \right\rceil \quad j \in s \tag{۸}$$

$$\sum w_i\ I_{it}^{+} \leq W \qquad \forall\ i\ and\ t \tag{۹}$$

$$I_{io}^{+} - I_{io}^{-} = I_{iT}^{+} - I_{iT}^{-} = 0 \tag{۱۰}$$

$$\sum_{j\in s} (Z_{jt}) \leq S \tag{۱۱}$$

$$\sum_i I_{it}^{+} - \sum_i I_{it}^{-} = \sum_i I_{it-1}^{+} + \sum_{i,j} X_{ijt} - \sum_i D_{it} - \sum_i I_{it-1}^{-} \qquad \forall\ i\ and\ t \tag{۱۲}$$

$$X_{ijt} \in z \cup \{0\} \qquad \forall\ i\ and\ t\ and\ j \in s \tag{۱۳}$$

$$z_{jt} \in \{0,1\} \qquad \forall\ i\ and\ t\ and\ j \in s \tag{۱۴}$$

$$D_{it} \in z \cup \{0\} \qquad \forall\ i\ and\ t \tag{۱۵}$$

$$P_{it} \geq 0 \qquad \forall\ i\ and\ t \tag{۱۶}$$

$$n_{jt} \in Z \cup \{0\} \qquad \forall\ i\ and\ t\ and\ j \in s \tag{۱۷}$$

$$n_{jt} \leq m \cdot Z_{jt} \qquad \forall\ j\ and\ t\ and\ j \in s \tag{۱۸}$$

تابع هدف شامل حداکثر کردن سود از طریق کسر کل هزینه‌های خرید (رابطه‌ی ۱)، کل هزینه‌های سفارش‌دهی (رابطه‌ی ۲)، کل هزینه‌های حمل‌ونقل (رابطه‌ی ۳) و کل هزینه‌ی موجودی (رابطه‌ی ۵) از درآمد کل می باشد.

محدودیت شماره‌ی ۵ نشان‌دهنده‌ی تابع تقاضاست که وابسته‌به قیمت می‌باشد، محدودیت ۶، محدودیت تضمین‌کننده تخصیص هزینه‌ی سفارش‌دهی درصورت انتخاب تامین‌کننده j می‌باشد، محدودیت ۷، محدودیت تضمین ظرفیت تامین‌کننده‌ی j برای تولید محصول i می‌باشد، محدودیت ۸، محدودیت مشخص نمودن تعداد وسیله‌ی حمل‌ونقل تخصیص یافته از تامین کننده j است، محدودیت ۹، محدودیت فضای ذخیره‌سازی و ظرفیت انبار می‌باشد، محدودیت ۱۰، محدودیت منطقی صفر بودن موجودی اول و آخر دوره است، محدودیت ۱۱، محدودیت مجموع تامین‌کنندگان و محدودیت محدودیت ۱۲، موجودی می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

۴- مثال عددی و تحلیل حساسیت

در این بخش از داده‌های واقعی شرکت صنایع هفت‌الماس جهت پیاده‌سازی مدل زنجیره‌ی‌تامین پیشنهادی استفاده شده و بخشی‌از پارامترها که توسط این تحقیقات پوشش داده نشده‌اند، به‌طور تصادفی انتخاب گردیده‌اند.

شرکت صنایع هفت‌الماس باهدف تولید انواع ورق‌های گالوانیزه، نورد سرد و گالوآلوم و سایر مقاطع فولادی در سال ۱۳۷۵ تأسیس گردیده است و باتوجه به این‌که تولیدات ورق گالوانیزه این شرکت پاسخگوی ۱۵ درصد نیاز بازار داخلی است بدیهی است که از اهداف مهم این شرکت، تعامل پایدار با شرکای کسب‌وکار به‌منظور عرضه‌ی به‌موقع مناسب‌ترین محصول منطبق‌با نیاز مشتری و ارتقاء کیفیت، رضایت و به‌دست آوردن سود متقابل می‌باشد، هم‌چنین این شرکت، استفاده‌ی بهینه از منابع مالی و انرژی و تکنولوژی‌های نوین را سرلوحه‌ی فعالیت‌های خود قرار داده است.

مقادیر مربوط‌به پارامترهای ورودی مساله جدول ۲ تا ۶ نشان داده شده است. به‌منظور حل مدل ریاضی پیشنهادی از نرم افزار GAMS WIN64 و باتوجه به غیرخطی بودن مدل، از حل‌کننده‌ی بارون[1] برای حل مدل استفاده شده است. نتایج حاصل‌از حل مدل به‌صورت مجزا در جداول ۷ تا ۱۰ آورده شده‌اند.

جدول ۲- پارامترهای ورودی.

توضیحات	مقدار	پارامترهای ورودی
تعداد محصولات	۸	I
تعداد تامین‌کنندگان	۶	J
تعداد دوره‌های زمانی	۶	T
ظرفیت وسایل نقلیه	۲۰	v
هزینه‌ی حمل‌ونقل برحسب کیلومتر در هر دوره	۵۰	α
ظرفیت کلی انبار در هر دوره	۷۰۰۰	w

جدول ۳- مجموعه مواداولیه‌ای که توسط تامین‌کننده‌ی j تامین می گردد (I_j).

تامین‌کننده/محصول	تامین‌کننده ی ۱	تامین‌کننده ی ۲	تامین‌کننده ی ۳	تامین‌کننده‌ی ۴	تامین‌کننده‌ی ۵	تامین‌کننده‌ی۶
محصول ۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰
محصول ۲	۰	۰	۱	۰	۱	۱
محصول ۳	۱	۱	۱	۰	۱	۰
محصول ۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱
محصول ۵	۰	۱	۱	۱	۱	۱
محصول ۶	۱	۱	۰	۰	۱	۱
محصول ۷	۱	۰	۰	۱	۱	۰
محصول ۸	۱	۰	۰	۱	۱	۰

[1] Baron

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- تقاضای بالقوه‌ی محصولات در هر دوره (m_{it}).

دوره/محصول	دوره‌ی ۱	دوره‌ی ۲	دوره‌ی ۳	دوره‌ی ۴	دوره‌ی ۵	دوره‌ی ۶
محصول۱	۲۵۰۰۰	۲۰۰۰۰	۲۳۰۰۰	۲۸۰۰۰	۳۰۰۰۰	۳۰۰۰۰
محصول۲	۳۷۹۰۰	۴۴۸۰۰	۴۰۰۰۰	۴۸۰۰۰	۳۲۸۰۰	۳۳۹۰۰
محصول۳	۵۰۱۰۰	۴۶۹۰۰	۵۲۱۰۰	۴۱۹۰۰	۵۳۴۰۰	۵۹۵۰۰
محصول۴	۶۱۵۰۰	۷۲۷۰۰	۶۵۰۰۰	۷۸۲۰۰	۷۱۴۰۰	۶۴۵۰۰
محصول۵	۸۰۶۰۰	۸۷۹۰۰	۸۵۳۰۰	۵۰۷۰۰	۵۲۲۰۰	۸۲۸۰۰
محصول ۶	۳۷۱۰۰	۴۱۷۰۰	۳۵۸۰۰	۴۳۲۰۰	۳۳۵۰۰	۳۹۷۰۰
محصول۷	۳۸۲۰۰	۴۴۵۰۰	۴۰۸۰۰	۳۳۱۰۰	۴۱۲۰۰	۴۱۰۰۰
محصول۸	۱۵۳۰۰	۲۱۴۰۰	۱۷۶۰۰	۱۵۱۰۰	۳۲۰۰۰	۳۵۰۰۰

جدول ٥- جدول مقادیر (β_i) ، (w_i) ، (h_i).

محصول	محصول ۱	محصول ۲	محصول ۳	محصول ۴	محصول ۵	محصول ۶	محصول ۷	محصول ۸
حساسیت تقاضا	۰/۰۶	۰/۷	۰/۱۵	۰/۴	۰/۳۵	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱
ظرفیت اشغال‌شده	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۲	۰/۱۷
هزینه‌ی نگهداری	۲۴	۳۲	۲۴	۳۲	۲۴	۲۴	۳۲	۳۲

جدول ٦- هزینه‌ی ثابت سفارش‌دهی از تامین‌کننده‌ی j در دوره‌ی t (O_{jt}).

دوره/تامین‌کننده	دوره‌ی ۱	دوره‌ی ۲	دوره‌ی ۳	دوره‌ی ۴	دوره‌ی ۵	دوره‌ی ۶
تامین‌کننده‌ی ۱	۲۵۹	۲۷۸	۲۹۷	۳۱۸	۳۴۰	۳۶۴
تامین‌کننده‌ی۲	۲۲۸	۲۷۸	۲۷۸	۲۷۸	۲۷۸	۲۷۸
تامین‌کننده‌ی ۳	۲۳۰	۲۴۶	۲۶۳	۲۸۲	۳۰۲	۳۲۳
تامین‌کننده‌ی ۴	۲۲۲	۲۳۷	۲۵۴	۲۷۲	۲۹۱	۳۱۱
تامین‌کننده‌ی ۵	۲۹۰	۳۱۰	۳۳۲	۳۵۵	۳۸۰	۴۰۷
تامین‌کننده‌ی۶	۲۲۱	۲۳۷	۲۵۳	۲۷۱	۲۹۰	۳۱۰

جدول ۷- مجموعه جواب متغیر Z_{jt}.

دوره‌ی زمانی / تامین‌کننده	دوره‌ی ۱	دوره‌ی ۲	دوره‌ی ۳	دوره‌ی ۴	دوره‌ی ۵	دوره‌ی ۶
تامین‌کننده‌ی ۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
تامین‌کننده‌ی ۲	۰	۰	۰	۱	۰	۰
تامین‌کننده‌ی ۳	۱	۰	۰	۰	۰	۰
تامین‌کننده‌ی ۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱

براساس خروجی نرم‌افزار مقادیر متغیر Z_{jt} مطابق جدول ۷ به‌دست آمده است. بدین‌صورت که از بین ٦ تامین‌کننده‌ی مسئله، ٤ تامین‌کننده‌ی ۱ و ۲ و ۳ و ٦ در دوره‌های زمانی مختلف انتخاب شده و تامین‌کنندگان ٤ و ٥ انتخاب نشده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۸- مجموعه جواب مقدار محصول سفارش داده‌شده برای تامین‌کنندگان منتخب (X_{ijt}).

تامین کننده/ محصول	دوره زمانی	۱	۲	۳	۴	۵	۶
محصول ۱	تامین‌کننده‌ی ۱	۱۰۰	۰	۷۸	۱۰۰	۵۵	۱۰۰
	تامین‌کننده‌ی ۲	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰
محصول ۲	تامین‌کننده‌ی ۶	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۸۶	۹۹
محصول ۳	تامین‌کننده‌ی ۱	۱۰۰	۸۸	۹۰	۴۹	۱۰۰	۱۰۰
محصول ۴	تامین‌کننده‌ی ۱	۰	۷۶	۱۰۰	۹۲	۱۰۰	۱۰۰
	تامین‌کننده‌ی ۶	۹۱	۷۵	۹۱	۹۹	۹۴	۹۱
محصول ۵	تامین‌کننده‌ی ۶	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۶	۱۰۰	۱۰۰
محصول ۶	تامین‌کننده‌ی ۱	۸۵	۱۰۰	۱۰۰	۹۹	۱۰۰	۸۳
	تامین‌کننده‌ی ۶	۷۳	۹۰	۷۳	۶۹	۸۲	۷۳
محصول ۷	تامین‌کننده‌ی ۱	۵۲	۰	۰	۱۰۰	۰	۵۵
	تامین‌کننده‌ی ۳	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰
محصول ۸	تامین‌کننده‌ی ۱	۰	۱۰۰	۱۰۰	۴	۰	۱۶

جدول ۸ مقادیر محصولات سفارش داده‌شده برای تامین‌کنندگان ۱ و۲ و ۳ و ٦ را در دوره‌های زمانی مختلف نشان می‌دهد. قیمت فروش محصولات را در دوره‌های زمانی مختلف نیز مطابق جدول ۹ به‌دست آمده است.

جدول ۹- مجموعه جواب قیمت محصولات در هر دوره (P_{it}).

دوره/محصول	دوره‌ی ۱	دوره‌ی ۲	دوره‌ی۳	دوره‌ی ۴	دوره‌ی ۵	دوره‌ی ۶
محصول ۱	۴۱۵۰۰۰	۳۳۱۶۶۶	۳۸۱۶۶۶	۴۶۵۰۰۰	۴۹۸۳۳۴	۴۹۸۳۳۴
محصول ۲	۵۴۰۰۰۰	۶۳۸۵۷۱	۵۷۰۰۰۰	۶۸۴۲۸۵	۴۶۷۱۴۲	۴۸۲۸۵۷
محصول ۳	۳۳۳۳۳۴	۳۱۲۰۰۰	۳۴۶۶۶۷	۲۷۸۶۶۷	۳۵۵۳۳۴	۳۹۶۰۰۰
محصول ۴	۱۵۳۵۰۰	۱۸۱۵۰۰	۱۶۲۲۵۰	۱۹۵۲۵۰	۱۷۸۲۵۰	۱۶۱۰۰۰
محصول ۵	۲۳۰۰۰۰	۲۵۰۸۵۷	۲۴۳۴۲۸	۱۴۴۵۷۱	۱۴۸۸۵۷	۲۳۶۲۸۵
محصول ۶	۲۸۴۶۱۵	۳۲۰۰۰۰	۲۷۴۶۱۵	۳۳۱۵۳۸	۲۵۶۹۲۳	۳۰۴۶۱۵
محصول ۷	۲۵۴۰۰۰	۲۹۶۰۰۰	۲۷۱۳۳۴	۲۲۰۰۰۰	۲۷۴۰۰۰	۲۷۲۶۶۷
محصول ۸	۱۵۲۰۰۰	۲۱۳۰۰۰	۱۷۵۰۰۰	۱۵۰۰۰۰	۳۱۹۰۰۰	۳۴۹۰۰۰

جدول۱۰- مجموعه جواب تعداد وسیله‌ی حمل و نقل در هر دوره (n_{jt}).

تامین‌کننده	دوره زمانی	دوره‌ی ۱	دوره‌ی ۲	دوره‌ی ۳	دوره‌ی ۴	دوره‌ی ۵	دوره‌ی۶
تامین‌کننده۱		۳	۳	۴	۴	۳	۴
تامین‌کننده۲		۰	۰	۰	۱	۰	۰
تامین‌کننده۳		۱	۰	۰	۰	۰	۰
تامین‌کننده۶		۳	۳	۳	۳	۳	۳

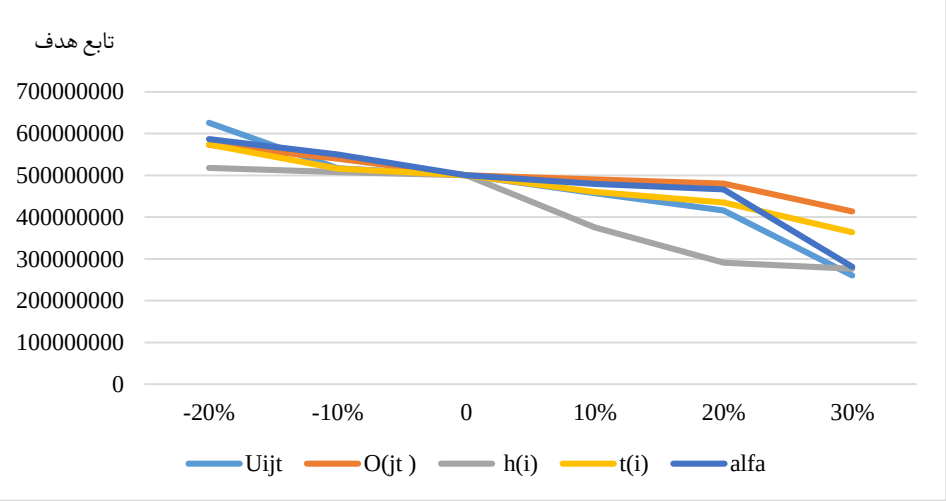
جدول ۱۰ مقادیر به‌دست‌آمده برای تعداد وسایل نقلیه‌ی حمل‌ونقل تخصیص‌یافته از تامین‌کنندگان را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می شود مقادیر n_{jt} برای ٤ تامین‌کننده‌ی منتخب به‌دست آمده است که نشان‌دهنده‌ی صحت مدل و نحوه‌ی کدنویسی آن در نرم‌افزار می‌باشد.

در مدل‌های غیرخطی، بهترین راه برای نشان‌دادن اعتبار مدل، انجام تحلیل حساسیت و سنجش جواب های به‌دست‌آمده می‌باشد. برخی‌از اثرات پارامترهای مدل در ادامه مورد بررسی‌وبحث قرار می‌گیرند.

نشریه تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، دوره ۴، شماره (۱)، بهار ۱۳۹۸، صفحه: ۹۹-۸۸

Archive of SID

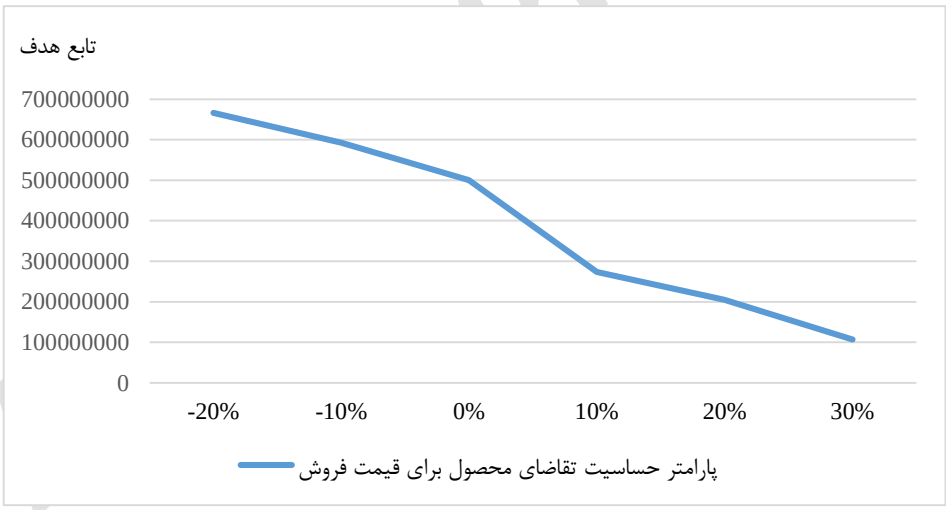
www.SID.ir



شکل ۱ - تغییر تابع هدف به‌ازای تغییر در پارامترهای هزینه.

همان طور که در شکل ۱مشاهده می‌شود، میزان اثرگذاری پارامتر هزینه‌ی نگهداری هر واحد محصول (h_i) برروی مقدار تابع هدف از سایر پارامترها بیش‌تر است و هم‌چنین میزان حساسیت تابع هدف نسبت‌به پارامتر هزینه‌ی ثابت سفارش‌دهی از تامین کننده‌ی j (o_{jt}) از سایر پارامترهای هزینه‌ای کم‌تر است.

چنان‌چه مقدار پارامتر حساسیت تقاضای محصول برای قیمت فروش تغییر یابد، تاثیر آن برروی تابع هدف به صورت نمودار زیر است.



شکل ۲- تغییر تابع هدف به‌ازای تغییر در پارامتر حساسیت تقاضای محصول برای قیمت فروش (β_i).

مطابق شکل۲، با افزایش پارامتر حساسیت تقاضای محصول برای قیمت فروش، مقدار تابع هدف به‌میزان قابل‌توجهی کاهش یافته است. همان‌طور که از نتایج حاصل‌از حل مدل، توسط نرم‌افزار گمز، در مراحل تحلیل حساسیت مشاهده شد، تغییرات جواب‌های حاصل کاملا مشخص و طبق روند خاصی صورت پذیرفته است. تضادی درون نتایج مشاهده نمی‌شود و با تغییرات اعمال‌شده‌ی مربوط به پارامترهای ورودی، جواب‌های حاصل به‌صورت منطقی تاثیر پذیرفته‌اند که این موضوع خود دلیلی‌بر اعتبار مدل و کارایی روش حل است.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در فضای رقابتی امروز، طراحی یک برنامه‌ی تولید مؤثر که موجب یکپارچه سازی برنامه‌های تأمین و توزیع در یک چارچوب متحد شود، امری مهم و ضروری به‌شمار می رود. پژوهش حاضر به‌دنبال طراحی یک مدل انتخاب تامین‌کننده در زنجیره‌ی‌تامین به‌منظور

www.SID.ir

بهینه‌سازی متغیرهایی از قبیل میزان سفارش از تامین‌کنندگان، میزان نگهداری بهینه موجودی و قیمت‌گذاری مناسب در جهت بیشینه‌سازی سود زنجیره‌ی‌تامین بود. همان‌طور که از نتایج حاصل از حل مدل، توسط نرم‌افزار گمز مشاهده گردید، تغییرات جواب‌های حاصل کاملا مشخص و طبق روند خاصی صورت پذیرفته است. تضادی درون نتایج مشاهده نمی‌شود و با تغییرات اعمال‌شده مربوط‌به پارامترهای ورودی، جواب‌های حاصل به‌صورت منطقی تاثیر پذیرفته‌اند، که این موضوع خود دلیلی بر اعتبار مدل و کارایی روش حل است. برخی‌از این نتایج به‌شرح زیر است:

- *با افزایش پارامتر حساسیت تقاضای محصول برای قیمت فروش، مقدار تابع هدف به‌میزان قابل‌توجهی کاهش خواهد یافت چراکه تابع هدف مسئله تابعی‌از درآمد می باشد.*
- *میزان اثرگذاری پارامتر هزینه‌ی نگهداری هر واحد محصول (h_i) برروی مقدار تابع هدف از سایر پارامترها بیش‌تر است و هم‌چنین میزان حساسیت تابع هدف نسبت‌به پارامتر هزینه‌ی ثابت سفارش‌دهی از تامین‌کننده‌ی j (o_{jt}) از سایر پارامترهای هزینه‌ای کم‌تر است.*
- *با افزایش مقادیر پارامتر تقاضای بالقوه‌ی محصول، قیمت فروش محصولا ت افزایش یافته است که طبق رابطه‌ی $D_{it} = m_{it} - \beta_i p_{it}$ نتیجه به‌دست‌آمده کاملا منطقی است.*

لذا این پژوهش توانسته است با درنظر گرفتن هم زمان پارامترهای موجودی، قیمت‌گذاری و خرید مواد اولیه در قالب مساله‌ی انتخاب تامین‌کننده به نتایج معتبری دست یابد. به‌منظور انجام پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود مقوله‌ی کیفیت محصول به مدل اضافه گردد یا در بحث مدیریت درآمد، مواردی چون تخفیف قیمت، ارزش زمانی پول، نرخ تورم، و نرخ بهره در مدل پیشنهادی اعمال شود.

منابع

احمدی کهنعلی، ر. (۱۳۸۷). طراحی مدل کیفیت جامع زنجیره‌ی‌تامین صنعت خودرو (مورد مطالعه: شرکت ایران خودرو) (رساله دکتری مدیریت گرایش تولید و عملیات، تهران، دانشگاه تربیت مدرس).

رشیدزاده، م. ع؛ سوخکیان، م. ع ؛ صادقی، م. ر. (۱۳۹۶). انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره‌ی‌تامین با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه (مطالعه موردی: شرکت گاز استان فارس) . مجله مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی سنندج، ۳(۶)، ۲۴-۱۰.

زوکرمن، ا. (۱۳۸۲). مدیریت زنجیره ی تأمین. تهران، انتشارات ترمه.

صادقی مقدم، م؛ مؤمنی، م؛ نالچیگر، س. (۱۳۸۸). برنامه ریزی یکپارچه تأمین، تولید، و توزیع زنجیره‌ی‌تامین با بکارگیری الگوریتم ژنتیك. نشریه مدیریت صنعتی، ۱(۲)، ۷۱-۸۸.

فیض آبادی، ج. (۱۳۸۸). طراحی و تبیین یک مدل مفهومی برای رفتار و عملکرد استراتژیک زنجیره‌ی‌تامین در صنایع با محصولات پیچیده (رساله دکتری مدیریت تولید و عملیات، دانشگاه تهران، دانشکده مدیریت).

مهدی‌زاده، ا؛ والی زاده، ش؛ پسندیده، ح. ر. (۱۳۹۰). مدل موجودی چندمحصولی با محدودیت های فضای انبار، بودجه و کمترین سطح خدمت در حالت کمبود پس افت جزئی. نشریه مهندسی صنایع و مدیریت شریف، ۱(۱)، ۱۰۱-۱۱۱.

هوشمندی ماهر، م؛ امیری، م. (۱۳۹۱). مدلی برای تخصیص سفارش در حالت چند تامین کننده، چند محصوله و چند دوره ای در شرایط وجود تخفیف افزایشی. مجله کاوش های مدیریت بازرگانی، ۷، ۱۲۲-۱۴۶.

Azadi, Z., Eksioglu, S. D., Eksioglu, B., & Palak, G. (2019). Stochastic optimization models for joint pricing and inventory replenishment of perishable products. *Computers & industrial engineering*, *127*, 625-642.

Adeinat, H., & Ventura, J. A. (2018). Integrated pricing and supplier selection in a two-stage supply chain. *International journal of production economics*, *201*, 193-202.

Aissaoui, N., Haouari, M., & Hassini, E. (2007). Supplier selection and order lot sizing modeling: A review. *Computers & operations research*, *34*(12), 3516-3540.

Bahrampour, P., Safari, M., & Taraghdari, M. B. (2016). Modeling multi-product multi-stage supply chain network design. *Procedia economics and finance*, *36*, 70-80.

Choudhary, D., & Shankar, R. (2014). A goal programming model for joint decision making of inventory lot-size, supplier selection and carrier selection. *Computers & industrial engineering*, *71*, 1-9.

Firouz, M., Keskin, B. B., & Melouk, S. H. (2017). An integrated supplier selection and inventory problem with multi-sourcing and lateral transshipments. *Omega*, *70*, 77-93.

Guo, C., & Li, X. (2014). A multi-echelon inventory system with supplier selection and order allocation under stochastic demand. *International journal of production economics*, *151*, 37-47.

Langdon, C. S. (2006). Designing information systems capabilities to create business value: a theoretical conceptualization of the role of flexibility and integration. *Journal of database management (JDM)*, *17*(3), 1-18.

Min, H., & Zhou, G. (2002). Supply chain modeling: past, present and future. *Computers & industrial engineering*, *43*(1-2), 231-249.

Nagle, A., Fisher, S., Frazier, S., & McComb, S. (2018). Streamlining a simulation center's inventory management. *Clinical simulation in nursing*, *18*, 1-5.

Noori-Daryan, M., Taleizadeh, A., & Jolai, F. (2019). Analyzing pricing, promised delivery lead time, supplier-selection, and ordering decisions of a multi-national supply chain under uncertain environment. *International journal of production economics*, *209*(C), 236-248.

Archive of SID
www.SID.ir

Singh, D., & Verma, A. (2018). Inventory management in supply chain. *Materials today: proceedings*, *5*, 3867–3872.
Stevenson, M., & Spring, M. (2007). Flexibility from a supply chain perspective: definition and review. *International journal of operations & production management*, *27*(7), 685-713.
O'Neill, B., Sanni, S. (2018). Profit optimization for deterministic inventory systems with linear cost. *Computers & industrial engineering*, *122*, 303-317.
Rodrigues, A. M., Stank, T. P., & Lynch, D. F. (2004). Linking strategy, structure, process, and performance in integrated logistics. *Journal of business logistics*, *25*(2), 65-94.

Archive of SID
www.SID.ir