

## طراحی زنجیره تأمین با رویکرد یکپارچه‌سازی مالی و عملیاتی

علی محمدی\*، مجتبی خلیفه\*\*، عباس عباسی\*\*\*، مسلم علی محمدلو\*\*\*\*،  
محمود اقتصادی فرد\*\*\*\*\*

### چکیده

هدف از انجام این پژوهش، طراحی یک شبکه زنجیره تأمین چهارسطحی با در نظر گرفتن هم‌زمان ابعاد عملیاتی و مالی و در چارچوب یک نگرش کل‌گرا و سیستمی است. بر این اساس، زنجیره تأمین با دیدگاه واقع‌بینانه و در قالب یک رویکرد یکپارچه به‌صورت ریاضی در سطوح تصمیم‌گیری راهبردی و فنی مدل‌سازی شده است؛ همچنین با توجه به اهمیت حقوق صاحبان سهام در مقابل سود حسابداری، هدف مدل‌سازی، حداکثر کردن ثروت سهامداران (برخلاف سایر مطالعات) قرار گرفته و با عنوان «رویکرد جدید»، تدوین شده و با رویکردهای سنتی (حداکثر کردن سود) مقایسه شده است. تدوین و آزمون مدل پیشنهادی با استفاده از نرم‌افزار GAMS24 و حل‌کننده CPLEX صورت پذیرفته است. نتایج مدل‌سازی و حل عددی مدل، اهمیت نقش بُعد مالی و در نظر گرفتن هم‌زمان ابعاد عملیاتی - مالی در مدل ریاضی برای کسب مزیت رقابتی پایدار را نشان می‌دهد؛ به‌علاوه توانمندی رویکرد جدید با مناسب نشان دادن معیارهایی مانند ساختار سرمایه، بهای تمام‌شده، افزایش بیشتر حقوق صاحبان سهام در مقابل سود و غیره تبیین شده است. در راستای تحلیل پایداری مدل و اعتبارسنجی نتایج، تحلیل حساسیت نیز روی پارمترهای مدل انجام شده و تغییرات آن روی تابع هدف و پیکربندی زنجیره تأمین بررسی شده است.

**کلیدواژه‌ها:** مدیریت زنجیره تأمین؛ مدل‌سازی ریاضی؛ رویکرد عملیاتی؛ رویکرد مالی.

---

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۲۰، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۵/۳۰

\* استاد، دانشگاه شیراز.

\*\* دانشجوی دکتری، دانشگاه شیراز (نویسنده مسئول).

E-mail: M\_Khalifeh@shirazu.ac.ir

\*\*\* دانشیار، دانشگاه شیراز.

\*\*\*\* دانشیار، دانشگاه شیراز.

\*\*\*\*\* استادیار، دانشگاه صنعتی شیراز.

## ۱. مقدمه

تغییرات سریع در محیط سیستم‌های کسب‌وکار، رشد روزافزون رقابت و افزایش هزینه‌ها بر روی شرکت‌ها، آن‌ها را بر آن می‌دارد تا همواره سیستم‌های لجستیک خود را ارزیابی کرده و شکل دهند و راهبردهایی را برای جلوگیری از هزینه‌ها و بهبود خدمت‌رسانی به مشتریان، اجرا کنند. بنابراین زنجیره‌ای که همکاری و هماهنگی بین اجزای آن وجود نداشته باشد و در برآوردن نیازهای مشتری ناتوان باشد، محکوم به شکست است [۳۳]. شرکت‌های متعددی، مانند «آمازون»، «اپل»، «سیسکو»، «کوکاکولا»، «دل»، «اچ و ام»، «اینتل»، «نایک»، «پروکتور و گمبل» و «استارباکس» حداقل بخشی از موفقیت‌های خود را به مدیریت زنجیره تأمین<sup>۱</sup> نسبت می‌دهند [۱۷]. ساختارهای وظیفه‌ای سازمانی بیشتر شرکت‌هایی که هم‌اکنون در حال فعالیت در بازارهای مختلف هستند، به صورت بخش‌های جداگانه مشتمل بر تولید، تأمین لجستیک، خدمت به مشتریان و غیره در نظر گرفته می‌شوند. تحت این شرایط، سیستم‌های مدیریت زنجیره تأمین به صورت مسیرهای جداگانه عمل می‌کنند و صرفاً بخشی از متغیرهای تصمیم در این مدل‌ها بهینه می‌شوند؛ بنابراین با این شیوه، روابط تلفیقی و یکپارچه اتفاق نمی‌افتد. این نوع تقسیم‌بندی در تصمیم‌گیری شرکت‌ها، در اهداف فنی<sup>۲</sup> مطالعات زنجیره تأمین نمایان می‌شود [۱۳]؛ بنابراین لزوم داشتن دیدگاه کل‌گرا<sup>۳</sup> در مدل‌های زنجیره تأمین به شدت احساس می‌شود. تقریباً بهینه‌سازی‌ها و رویکردهای مدل‌سازی در سیستم‌های زنجیره تأمین به مسائل مدیریت زنجیره تأمین به صورت فرایندهای جداگانه توجه کرده‌اند و معمولاً به متغیرهای تصمیم فرایند عملیات، شناسایی بهترین مکان برای تسهیلات تولید و مراکز توزیع، بهینه‌کردن جریان مواد و یا سطح موجودی، بسنده کرده‌اند و این موضوع‌ها را عمدتاً در قالب بهینه‌کردن معیارهایی چون هزینه یا سود سنجیده‌اند [۵]؛ از این رو تاکنون این‌گونه مدل‌های زنجیره تأمین سنتی نتوانسته‌اند دیدگاه کل‌گرا و کاملی را ارائه کنند و نقش فعالی در این حوزه داشته باشند [۱۳، ۱۸، ۲۷]. شرکت‌ها زمانی می‌توانند در فضای رقابتی بازار باقی بمانند که راهکارهای مختلف عملیاتی خود را بر مبنای افزایش ارزش شرکت ارائه و ارزیابی کنند [۱۹]. عوامل مالی از جمله موضوع‌هایی هستند که تأثیر بسیاری بر ساختار سیستم‌های زنجیره‌های تأمین می‌گذارند [۲۵]. هر سیستم زنجیره تأمین به طور موازی دارای یک سیستم زنجیره مالی نیز است. زنجیره مالی می‌تواند هر نوع زنجیره تأمین را خلق کند، رشد دهد، تکثیر کند و یا نابود سازد [۱۳]. لزوم بالابردن بررسی‌ها و تحلیل فرایندهای عملیاتی - برای ترکیب با ملاحظات مالی - در بسیاری از پژوهش‌ها تشخیص

---

1. Supply chain management (SCM)  
2. Tactical  
3. Holistic

داده شده‌اند (مانند [۲، ۱۲، ۳۶، ۳۷])؛ اما باید اشاره کرد که تاکنون تعداد نسبتاً کمی از مدل‌های تلفیقی مالی اجرایی شده‌اند [۳، ۴۰، ۳۴].

طراحی شبکه زنجیره تأمین<sup>۱</sup> از موضوع‌های اساسی در مدیریت زنجیره تأمین است که تصمیم‌های راهبردی و فنی را در نظر می‌گیرد [۳۴]. بیشتر مطالعات صورت گرفته و مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی طراحی شده در خصوص سیستم زنجیره تأمین، صرفاً به بخش‌های عملیاتی سیستم‌های زنجیره تأمین توجه کرده‌اند و عمدتاً با هدف حداقل کردن هزینه یا حداکثر کردن سود صورت گرفته‌اند؛ به عبارت دیگر بیشتر پژوهش‌ها انجام شده صرفاً بخشی از عملیات زنجیره تأمین (برای مثال، بررسی موجودی انبار، حمل‌ونقل و غیره) را مدنظر قرار داده‌اند و رویکرد کل‌گرا و یکپارچه به کل مدیریت زنجیره تأمین نداشته و فارغ از نگاه تفکر سیستمی بوده‌اند؛ از این رو پژوهش حاضر به منظور پوشش دادن چارچوب کل‌گرا و سیستمی، تلاش می‌کند تا در طراحی زنجیره تأمین، تصمیم‌هایی را در سطح راهبردی و فنی و در چهار سطح در نظر گیرد و دو رویکرد عملیاتی و مالی را در کنار هم، لحاظ کند و به صورت برنامه‌ریزی ریاضی مدل‌سازی کند؛ همچنین هدف خود را از متغیرهایی چون سود یا هزینه به سمت حداکثر کردن حقوق صاحبان سهام تغییر دهد و در این راستا مقایسه‌ای بین تفاوت در رویکرد سنتی (عملیاتی) و جدید (عملیاتی و مالی) ارائه کند.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

طی دوره‌های گذشته، توافق اندکی روی تعریف و حدود مدیریت زنجیره تأمین صورت گرفته است [۱۷]. بیشتر پژوهش‌های موجود در خصوص تلفیق وظایف و فرایندهای محوری مدیریت زنجیره تأمین با شکست روبه‌رو شده و به جای آن بیشتر مدل‌های تک‌موردی مسلط شده‌اند؛ از این رو این موضوع به رویکردهای مجزا، تک‌بعدی، تلاش‌های موازی و درک ناکافی از محدوده و تعریف مدیریت زنجیره تأمین منجر شده است [۴۱]. یکی از دلایل اصلی فقدان پژوهش‌های یکپارچه و منسجم در این حوزه، پیچیدگی پدیده مدیریت زنجیره تأمین است که آوردن همه عناصر زنجیره تأمین در یک مطالعه را مشکل می‌سازد [۹] و طراحی و عملیات آن را در زمره مسائل تصمیم‌گیری پویا در مقیاس بزرگ<sup>۲</sup> قرار می‌دهد [۲]؛ با وجود این، بیشتر پژوهش‌ها پژوهش‌ها بر یک جنبه از زنجیره تأمین توجه و تمرکز کرده‌اند [۱۱]. در واقع ترکیب مدل‌های مالی و تولید-توزیع باید در حوزه مدیریت زنجیره تأمین در نظر گرفته شود [۲، ۳۶]. بهینه‌سازی در سیستم‌های تولیدی در کنار برنامه‌ریزی‌های مالی، بهبود در تصمیم‌های مالی و عایدات سازمان‌ها را به دنبال دارد و از این طریق در بهینه‌کردن مدل‌های زمان‌بندی پیشرفت تولید،

1. Supply Chain Network Design (SCND).

2. Np/hard.

موفقیت حاصل می‌شود [۷]. عملیات مالی مکمل عملیات تولید است؛ زیرا تأمین مالی تولید، سرمایه‌گذاری روی فرایندهای تولیدی، تجهیزات جدید، محصولات نوآورانه و توسعه بازارهای جدید و همچنین عملیات توزیع را ممکن و تضمین می‌سازد. با توجه به اینکه بخشی از روش‌های تأمین مالی از دو منبع بدهی‌ها و انتشار سهام عادی صورت می‌پذیرد، شرکت‌ها برای جذب گروه‌های سرمایه‌گذاری باید وضعیت مالی رضایت‌بخشی داشته باشند [۲۴]. در صورتی که شرکت‌ها به دنبال مزیت رقابتی پایدار در محیط خود باشند باید ابزارهایی را به کار گیرند که از طریق آن‌ها بتوانند نقش‌های بین‌وظیفه‌ای بازی کنند و برنامه یکپارچه و تلفیقی مناسبی برای کل زنجیره تأمین اجرا کنند. این برنامه‌ها شامل تصمیم‌های برنامه‌ریزی بهینه در حوزه‌های عملیاتی و مالی بوده که دیدگاه آن‌ها مبتنی بر ارزش است [۱۸، ۲۰]. در محاسبه ارزش سهامداران موضوع‌های مهم و پیچیده‌ای باید مدنظر قرار گیرد. ارزش سهامداران از طریق حداکثرسازی ارزش شرکت بهبود می‌یابد. لائینز و همکاران (۲۰۰۹)، ارزش سهامداران را تابع سه عامل سود خالص، سرمایه سرمایه‌گذاری شده و بدهی‌ها می‌دانند [۱۹]؛ همچنین مدیران باید علاوه بر هدف‌گذاری حداکثرسازی ثروت سهامداران، با توجه به نظر شاپیرو (۲۰۰۴)، در زمان مدل‌سازی زنجیره تأمین پیوند بین سه دسته از تصمیم‌ها (زنجیره تأمین، تقاضا و تأمین مالی شرکت) را در نظر گیرند [۳۷]. ملاحظات و تصمیم‌های مالی همواره تحت‌تأثیر درخواست‌های مختلف سازمانی و مدیران تولید و گاه‌ها تصمیم‌های بازاریابی است؛ اما توجه به متغیرهای مالی اهمیت خاصی دارد. برای مثال، هووارد و آبتون (۱۹۵۳)، به اهمیت مدیریت وجه نقد اشاره کرده‌اند [۱۰] و همچنین گیولن و همکاران (۲۰۰۶) و لائینز و همکاران (۲۰۰۹)، معتقدند کنترل موثر وجه نقد یکی از مهم‌ترین عوامل برای مدیریت مالی موفق است؛ بنابراین توسعه مطالعات و تحلیل‌هایی که در کنار عملیات فرایندی در زنجیره تأمین، ملاحظات مالی را در نظر گیرند، به‌شدت احساس می‌شود [۱۳، ۱۹]. در اینجا تلاش می‌شود تعدادی از مطالعاتی که در این خصوص انجام شده است، به‌صورت مختصر ارائه شود.

برخی از مطالعات درخصوص مدل‌سازی بودجه‌بندی، هم‌زمان با ظهور روش‌های محاسباتی برنامه‌ریزی خطی انجام شد [۴، ۲۴، ۲۶، ۲۹، ۳۰، ۳۵، ۳۸]. لرنر (۱۹۶۸) و اورگلر (۱۹۷۰) مزایای مدل‌سازی مالی و عملیاتی را شناسایی کردند؛ اما کاربردهای عملی برای ادغام و یکپارچه‌سازی آن ارائه نکردند [۲۲، ۳۰]. سیریواسان و کیم (۱۹۸۶)، نشان دادند که پژوهش‌های دانشگاهی درخصوص مدیریت نقدینگی، بیشتر روی انواع تصمیم‌های ویژه متمرکز شده‌اند و کمتر به اهداف تلفیقی وسیع‌تر توجه کرده‌اند؛ زیرا این‌گونه اهداف به‌چگونگی استفاده و پیوند درونی تصمیم‌های ضروری و هم‌زمان تولید و مالی اشاره می‌کنند [۳۸]. لائینز و همکاران (۲۰۰۹)، به بررسی ملاحظات مالی و مهندسی مالی در زنجیره تأمین و مدیریت خط لوله توسعه محصول پرداختند. آن‌ها در مطالعه خود سه جنبه مهم از مسائل، شامل شاخص‌های واقعی اجزای مالی و

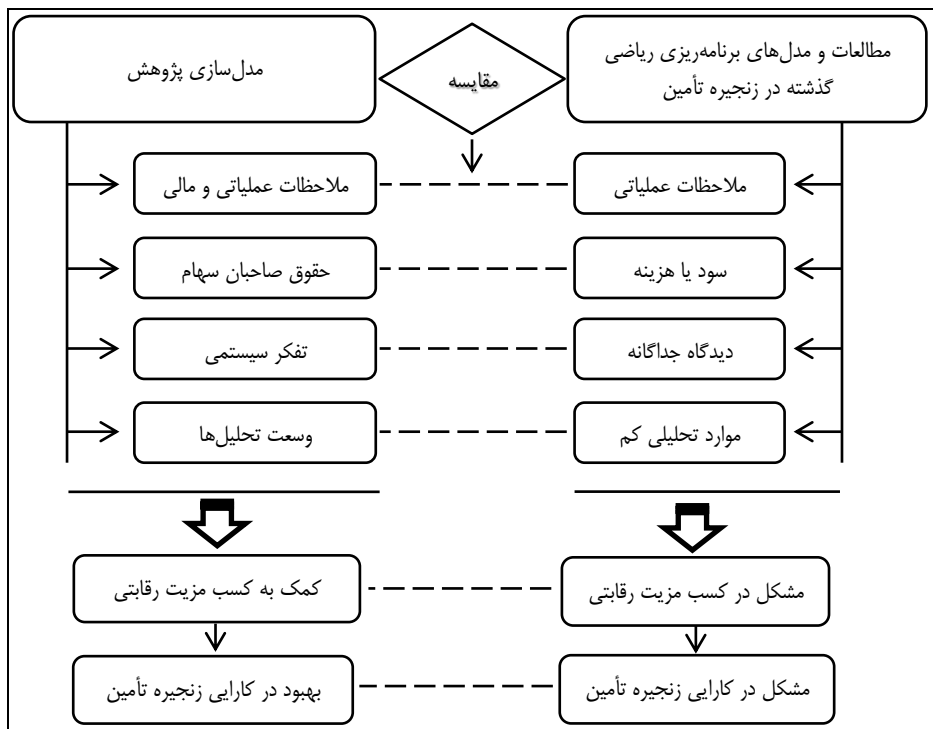
معیارهای صحیح برای این نوع مسائل، مدیریت راهبردی تأمین‌کنندگان و روابط مشتریان از طریق مدیریت موجودی کالا و قراردادهای اختیار و رویکردهای نوآورانه برای ارزش‌گذاری مناسب و یکپارچه‌سازی محدوده وسیعی از متغیرهای تصمیم‌گیری در مدیریت را بررسی کردند. آن‌ها از طریق مدل ارائه‌شده در پژوهش خود بسیاری از چالش‌های آینده را مشخص کردند [۱۹]. لائینز و همکاران (۲۰۱۰)، تلاش کردند تا ارزش سهامداران را از طریق در نظر گرفتن عملیات زنجیره تأمین در کنار فعالیت‌های بازاریابی افزایش دهند. آن‌ها یک مدل ریاضی را تدوین کردند که تصمیم‌های راهبردی زنجیره تأمین و بازاریابی را در قالب یک چارچوب یکپارچه بهینه می‌کند و در کنار آن نیز یک مدل مالی برای ارزیابی ارزش سازمان مدنظر قرار دادند. این پژوهش تحت چهار گروه فعالیت‌های بازاریابی، طراحی و عملیات‌های مدیریت زنجیره تأمین، ملاحظات مالی و ادغام تصمیم‌های مالی و عملیاتی دسته‌بندی شد [۲۰]. پروتوپاپا و سیفرت (۲۰۱۰)، جنبه‌های مالی و عملیاتی در تصمیم‌گیری برای زنجیره مالی و فیزیکی را در نظر گرفتند و یک مدل ریاضی توسعه دادند که در آن میزان سفارش خرید بهینه تحت محدودیت‌های سرمایه در گردش و تأخیرات در پرداخت، تعیین می‌شود. نتایج این پژوهش اهمیت تأخیرات در پرداخت‌ها و تأثیر سرمایه بر هزینه عملیاتی کل، بازده سرمایه‌گذاری سرمایه و هزینه مالی کل را نشان داد [۳۲]. لانگینیدیس و گیورگیادیس (۲۰۱۱)، به معرفی یک مدل ریاضی پرداختند که در آن ملاحظات مالی را با تصمیم‌های طراحی زنجیره تأمین تحت عدم اطمینان تقاضا تلفیق کرده است. این پژوهش، تجزیه و تحلیل صورت‌های مالی را از طریق نسبت‌های مالی و عدم اطمینان تقاضا را از طریق تجزیه و تحلیل سناریو بررسی می‌کند. مدل آن‌ها به گونه‌ای است که می‌تواند به‌عنوان ابزاری در دست مدیران زنجیره تأمین برای تصمیم‌گیری‌های اثربخش و مناسب به‌کار گرفته شود [۲۴]. موسوی و جابر (۲۰۱۳)، به بررسی یافتن تصمیم‌های عملیاتی و مالی از طریق تلفیق مدیریت وجه نقد و مسائل اندازه‌گیری بسته‌های موجودی کالا پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد زمانی که بازده خرده‌فروش روی وجه نقد افزایش می‌یابد، میزان سفارش بهینه کاهش پیدا می‌کند. آن‌ها مدل خود را با یک مدل دیگر که ملاحظات مالی را در نظر نگرفته بود، مقایسه کرده و مشاهده کردند که مدل آن‌ها میزان هزینه خرده‌فروشی را کمتر می‌کند [۲۸]. رضانی و همکاران (۲۰۱۴)، زنجیره تأمین حلقه‌بسته را طراحی کردند و در آن رویکردهای عملیاتی و مالی را در کنار هم در نظر گرفتند. آن‌ها به‌صراحت جنبه‌های مالی را به‌عنوان متغیرهای برون‌زا مدنظر قرار دادند. با توجه به رویکرد مالی به‌کاررفته در این مدل، تابع هدف پژوهش، بهینه‌کردن تغییرات حقوق صاحبان سهام است. آن‌ها رویکردهای سنتی را با رویکرد مالی خود مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که رویکرد سنتی به تغییرات کمتری در حقوق صاحبان سهام در ارتباط با رویکرد مالی، منجر می‌شود [۳۴]. کلانتری و همکاران (۲۰۱۵)، یک مدل برنامه‌ریزی اصلی، شامل برنامه‌ریزی یکپارچه تدارک،

تولید و توزیع برای یک زنجیره تأمین چندمحصولی، به‌منظور بیشینه‌سازی سود تولیدکننده و نیز کمینه‌سازی انحرافات شاخص‌های مالی تولیدکننده از حدود مطلوب با در نظر گرفتن توأم جریان عملیاتی و مالی، ارائه کرده‌اند؛ به‌طوری‌که این زنجیره چندین تأمین‌کننده، یک تولیدکننده و چندین مشتری را شامل می‌شد [۱۵]. کاردان و همکاران (۲۰۱۶)، نشان دادند که حلقه ارتباطی بین عملیات زنجیره تأمین و عملکرد مالی در تفسیر اهداف مالی است. هدف پژوهش آن‌ها بررسی ارتباط بین مدیریت زنجیره تأمین و عملکرد مالی بر اساس داده‌های ۱۰۸ شرکت پذیرفته‌شده در «بورس اوراق بهادار تهران» بود. آن‌ها نتیجه گرفتند که متغیرهای رشد فروش و بازده سرمایه در گردش رابطه مثبتی با عملکرد مالی دارند [۱۶].

با توجه به مبانی نظری و پیشینه پژوهش اشاره شده، نمودار ۱، خلأ مطالعاتی را نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار می‌توان ارزیابی و تحلیل کرد که ۱. پژوهش‌های اندکی بُعد عملیاتی را به همراه بُعد مالی در زنجیره تأمین در نظر گرفته‌اند؛ چراکه بیشتر مطالعات گذشته صرفاً بُعد عملیاتی را در بررسی زنجیره تأمین لحاظ کرده‌اند؛ به‌عبارت دیگر، این مطالعات عمدتاً مباحثی مانند جریان فیزیکی کالا میان بازیگران زنجیره تأمین، سطوح مطلوب موجودی کالا، سفارش‌ها، انبار، راه‌اندازی تسهیلات و یا حمل‌ونقل را مدنظر قرار داده‌اند که بیشتر در قالب مطالعات جداگانه رخ داده است؛ بنابراین همان‌طور که به اهمیت در نظر گرفتن بُعد مالی در کنار بُعد عملیاتی اشاره شده، این مطالعه، این خلأ را پر کرده است؛ ۲. باید اشاره کرد که عمده مطالعات صورت‌گرفته در زمینه زنجیره تأمین، به جنبه اقتصادی توجه کرده است. موضوع مهم در جنبه اقتصادی، سودآوری است. اما همان‌طور که اشاره شده است، در نظر گرفتن سود به‌عنوان تابع هدف، نقایص بسیاری را که در ماهیت سود - در صورت‌های مالی - وجود دارد را متوجه پژوهش می‌کند؛ از این‌رو مطالعه حاضر از جنبه اقتصادی تعدیل‌شده استفاده کرده و هدف‌گذاری سود در تابع هدف را کنار گذاشته است. این پژوهش حداکثر کردن ثروت سهامداران که هدفی بلندمدت بوده و نقایص سود را پوشش می‌دهد، به‌عنوان تابع هدف خود قرار داده است؛ ۳. از آنجاکه شبکه زنجیره تأمین یک ترکیب یکپارچه از زیرسیستم‌های تأمین، تولید و تقاضا است [۲۳]، طراحی زنجیره تأمین باید به‌عنوان یک موجودیت واحد - و نه گروه‌های وظیفه‌ای جداگانه - در نظر گرفته شود [۶، ۲۱]. در مقابل این دیدگاه، جزئیات عملکردی هر یک از بخش‌ها در سیستم‌های وظیفه‌محور<sup>۱</sup> (که به‌واسطه کریستوفر (۲۰۰۵)، توسعه پیدا کرد [۸]) مدنظر قرار می‌گیرد و از این نظر دیدگاه کلان بر روی کل زنجیره تأمین ایجاد نمی‌شود [۱]؛ بنابراین این سیستم‌ها زنجیره تأمین را در قالب مسیرهای جداگانه در نظر می‌گیرند و در هر زمان بر یک جنبه از زنجیره تأمین (انبار، موجودی کالا، حمل‌ونقل و غیره) تمرکز می‌کنند.

1. Function-Based Systems.

رویکرد کل گرا که عنصر مهمی از تفکر سیستمی است، باعث می شود که زنجیره تأمین به عنوان یک کل واحد در نظر گرفته شود و ارزیابی ها و مدل سازی ها بر اساس یک موجودیت واحد انجام گیرد [۱]؛ بنابراین چالش اساسی در مدیریت کردن زنجیره تأمین، توسعه مدل های تصمیم گیری است که بتوانند ذی نفعان متعددی را همراهی کنند و فعالیت ها را در طول شبکه زنجیره تأمین یکپارچه سازند [۳۹]؛ از این رو ضرورت به کارگیری سیستم های سلسله مراتبی محور<sup>۱</sup> زنجیره تأمین (توسط گوناسکاران و همکاران (۲۰۰۴) پیشنهاد شد [۱۴]) احساس می شود و این سیستم به منظور مدیریت صحیح زنجیره تأمین، سطوح تصمیم گیری در زنجیره تأمین را در نظر می گیرد [۱]؛ بنابراین این مطالعه با در نظر داشتن رویکرد کل گرا و تفکر سیستمی، زنجیره تأمین را به عنوان یک کل واحد در نظر گرفته است، سطوح زنجیره تأمین را از تأمین کننده تا مشتری مدنظر قرار داده و متغیرهای آن را پوشش داده است؛ همچنین با لحاظ کردن سطوح تصمیم گیری و لجستیک، سیستم سلسله مراتبی محور و سیستم دیدگاه محور [۱، ۳۱] در زنجیره تأمین را در کنار هم در نظر گرفته است؛ ۴. از میان مطالعات اندکی که بُد عملیاتی و بُد مالی را در کنار یکدیگر در نظر گرفته اند و آن ها را تلفیق کرده اند (مانند [۱۳، ۱۸، ۱۹، ۳۴]) عمدتاً در بُد مالی تا حدودی مدیریت وجه نقد را پوشش داده اند که در آن صرفاً به برخی کلیات اشاره می شود و تفکیک صحیحی از عوامل دخیل در مدیریت وجه نقد و همچنین نمایش دقیقی از روابط تعاملی گردش وجه نقد با سایر صورت های مالی ارائه نمی شود؛ به عبارت دیگر موارد تحلیلی و متغیرهایی که مدنظر قرار گرفته است، نمی تواند تصویر صحیحی از واقعیت ارائه کند؛ بنابراین مطالعه حاضر تلاش کرده است تا دارایی ها، ساختار سرمایه، بهای تمام شده کالا، سود خالص و فروش در قالب متغیرهای تصمیم، در کنار صورت گردش وجوه نقد مدنظر قرار گیرند و به منظور حداکثر کردن ثروت سهامداران تصویر واقعی تر و دقیق تری را ارائه کند. این روابط به گونه ای مدل سازی شده اند تا تعاملات سه جانبه بین صورت های مالی (ترازنامه، صورت سود و زیان و گردش وجوه نقد) به خوبی نمایش داده شود و محدودیت های بیشتری مورد ملاحظه قرار گیرند. با توجه به نقایص اشاره شده در پژوهش های پیشین می توان استدلال کرد که زنجیره تأمین های طراحی شده نمی تواند کارایی لازم را داشته باشند و واقعیت های موجود در زنجیره تأمین را نشان دهند.



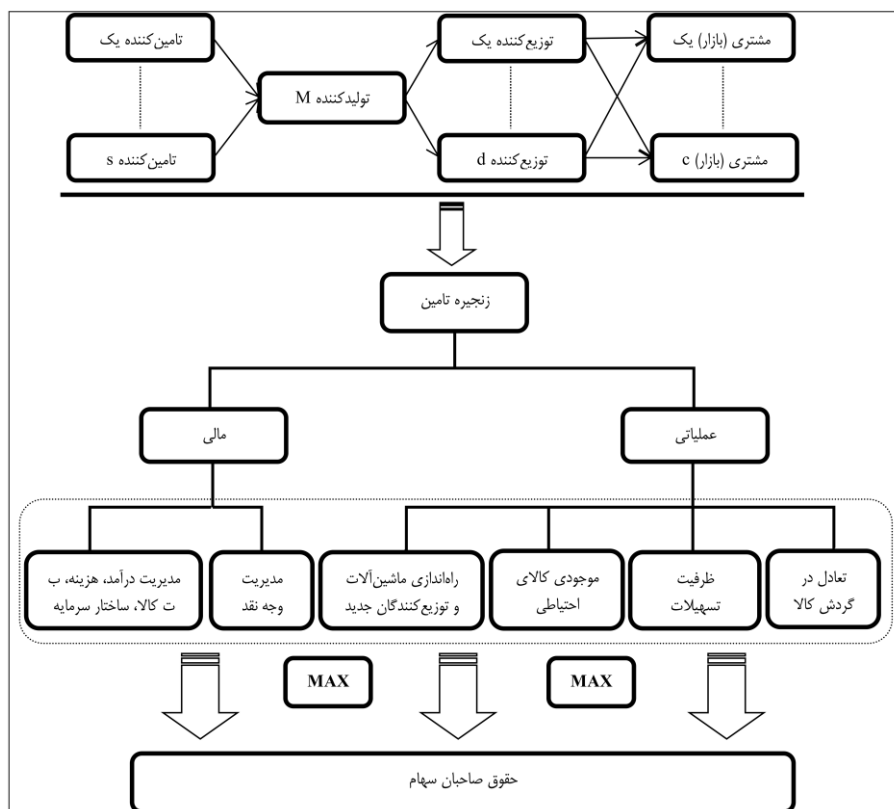
نمودار ۱. مقایسه پژوهش‌های گذشته با پژوهش انجام‌شده (پژوهشگر ساخته)

### ۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر با توجه به اهداف مطالعه، رویکرد کمی دارد و به لحاظ مبانی فلسفی، اثبات‌گرایی و از نظر جهت‌گیری‌های پژوهشی، از نوع کاربردی - توسعه‌ای است. مدل مفهومی پژوهش در قالب نمودار ۲، ارائه می‌شود.

پژوهش حاضر تلاش می‌کند تا در سطح تصمیم‌گیری راهبردی و فنی یک زنجیره تأمین چهارسطحی مشتمل بر تأمین‌کنندگان، تولیدکننده، مراکز توزیع و مشتریان را در نظر بگیرد و با استفاده از مدل‌سازی ریاضی و موارد ذکر شده، در جهت نیل به اهداف پژوهش گام بردارد. این مطالعه بر اساس تفکر سیستمی، در دو سطح راهبردی و فنی، رویکرد عملیاتی و مالی را مدل‌سازی کرده و یکپارچه می‌کند. در این پژوهش مدل‌سازی انجام‌شده، چندمحصولی و چنددوره‌ای است. محل‌های تأمین‌کنندگان و مشتریان، ثابت و محل ماشین‌آلات و تجهیزات شرکت و همچنین توزیع‌کنندگان به‌طور بالقوه انتخاب شده و مقادیر پارامترها در شرایط قطعی نیز تعیین می‌شوند.





نمودار ۲. الگوی مفهومی مدل سازی ریاضی (پژوهشگر ساخته)

**مدل سازی ریاضی.** هر یک از عوامل اشاره شده حاوی متغیرها و پارامترهای بسیاری هستند که در راستای بهینه کردن هدف خود در قالب مدل سازی ریاضی و همچنین پوشش دادن چارچوب کل گرا و سیستمی، در جدول ۱، ارائه شده اند. در همین راستا بُعدهای عملیاتی، مالی و ادغام این دو بُعد و همچنین تابع هدف معرفی می شوند.

جدول ۱. پارامترها و متغیرهای مدل‌سازی ریاضی

متغیرهای تصمیم	مجموعه
$BFAsset_t$	مجموعه تأمین‌کنندگان
افزایش خرید دارایی‌های ثابت در دوره $t$ وجه کل اوراق بهاداری که در دوره $t$	$S$
$BSe_{tk}$	مجموعه محصولات
سرمایه‌گذاری شده است و در دوره $k$ به‌دست می‌آید.	$G$
$Cash_t$	مجموعه توزیع‌کنندگان
وجه نقد در دوره $t$	$D$
$CashE_t$	مجموعه مشتریان
وجه نقد در پایان دوره $t$	$C$
$cline_t^L$	مجموعه دوره‌های زمانی
بدهی بلندمدت در دوره $t$	$T, K$
$cline_t^S$	متغیرهای دودویی
بدهی کوتاه‌مدت در دوره $t$	
$CPS_t$	اگر ظرفیت تسهیلات در دوره $t$ افزایش یابد یک و در غیر این‌صورت صفر
بهای تمام‌شده کالای فروش‌رفته در پایان دوره $t$	$W_t$
$CuAsset_t$	اگر توزیع‌کننده $d$ در دوره $t$ دایر شود یک و در غیر این‌صورت صفر
دارایی‌های جاری در پایان دوره $t$	$Y_{dt}$
$DCQ_{gdct}$	پارامترهای تنظیم مدل
میزان محصول $g$ که از توزیع‌کننده $d$ به بازار $C$ در دوره $t$ می‌روند	
$Div_t$	درصد تقسیم سود بین سهامداران
سود تقسیمی بین سهامداران در دوره $t$	$\delta_t$
$EoCash_t$	درصدی از حساب‌های دریافتی که در دوره $t$ تسویه می‌شوند و برای دوره $k$ ضمانت شده است
وجوه دریافتی از فعالیت‌های عملیاتی در دوره $t$	$\theta$
$equity_t$	درصدی از حساب‌های دریافتی که در همان دوره تسویه می‌شوند
حقوق صاحبان سهام در پایان دوره $t$	$A$
$FAsset_t$	درصدی از حساب‌های پرداختی کوتاه‌مدت که در دوره $t$ تسویه می‌شوند
دارایی‌های ثابت در پایان دوره $t$	$\mu$
$FDPR_t$	درصدی از حساب‌های پرداختی بلندمدت که در دوره $t$ تسویه می‌شوند
استهلاک انباشته دارایی‌های ثابت در دوره $t$	$\lambda$
$FeCost_t$	هزینه استقرار تسهیلات جدید در دوره $t$
$FinCash_t$	ضریب فنی برای سرمایه‌گذاری روی اوراق بهادار
خالص وجوه دریافتی حاصل از فعالیت‌های تأمین مالی و بهره‌های پرداختی در دوره $t$	$BS_{tk}$
$HaCost_t$	وجه نقد اولیه
هزینه هماهنگی در دوره $t$	$CashE_t$
$IC_t$	خط اعتباری بلندمدت اولیه
هزینه بهره در پایان دوره $t$	$cline_t^L$

$IFAsset_t$	سرمایه گذاری روی دارایی های ثابت در دوره t	$cline_t^S$	خط اعتباری کوتاه مدت اولیه
$Inv_t$	ارزش موجودی کالا در دوره t	$cline_t^{Smax}$	حداکثر خط اعتباری کوتاه مدت در دوره t
$InvE_t$	ارزش موجودی کالا در پایان دوره t	$DC_{dt}$	کل ظرفیت توزیع کننده d در دوره t
$InvCash_t$	خالص فعالیت های سرمایه گذاری انجام شده در دوره t	$demand_{gct}$	تقاضای مشتری C جهت محصول g در دوره t
$LLoan_t$	ارزش وام بلندمدت از خط اعتباری در دوره t	$DR_t$	نرخ هزینه استهلاک در دوره t
$LLY_t$	بدهی بلندمدت در پایان دوره t	$equity_t$	حقوق صاحبان سهام اولیه
$LRepay_t$	ارزش بازپرداخت اصل وام بلندمدت در دوره t	$FAsset_t$	دارایی های ثابت اولیه
$MaCost_t$	هزینه مواد در دوره t	$FCED_{dt}$	هزینه ثابت استقرار توزیع جدید d در دوره t
$MDPR_t$	هزینه استهلاک سالانه در پایان دوره t	$FCEM_t$	هزینه ثابت استقرار تسهیلات جدید در دوره t
$MDQ_{gdt}$	میزان محصول g که از شرکت M به توزیع کننده d در دوره t می رود.	$HCUC_{dt}$	هزینه واحد هماهنگی در انتقال کالا از توزیع کننده d به مشتری C در دوره t
$MEBIT_t$	سود قبل از بهره و مالیات در دوره t	$InvE_t$	ارزش موجودی کالای اولیه
$MSD_t$	ارزش کل خالص فروش به توزیع کنندگان در دوره t	$ir_t^L$	نرخ بهره بدهی های بلندمدت در دوره t
$MTI_t$	سود مشمول مالیات در دوره t	$ir_t^S$	نرخ بهره بدهی های کوتاه مدت در دوره t
$MWQ_{gt}$	میزان محصول g که از شرکت M به انبار W در دوره t می رود	$LLY_t$	بدهی بلندمدت اولیه
$Ncline_t^L$	میزان خالص ارزش مبالغ وام دریافتی و مبالغ پرداختی در بلندمدت در دوره t	$MC_t$	کل ظرفیت شرکت M در دوره t
$Ncline_t^S$	میزان خالص ارزش مبالغ وام دریافتی و مبالغ پرداختی در کوتاه مدت در دوره t	$MinCash_t$	حداقل وجه نقدی که بانک الزام می کند
$NequityI_t$	میزان افزایش سرمایه ناشی از سهام عادی در دوره t	$MinSAT$	حداقل سطح رضایت مشتری در دوره t
$NequityN_t$	حقوق صاحبان سهام جدید در دوره t	$MPCU_{gt}$	هزینه واحد تولید محصول g در شرکت M در دوره t
$Nopat_t$	سود خالص عملیاتی پس از کسر مالیات در	$MSCU_t$	هزینه واحد نگهداری کالا

دوره t		در انبار W در دوره t	
$NSeCash_t$	خالص خرید و فروش اوراق بهادار در دوره t	$Other_t$	خالص سایر وجوه نقد به‌دست آمده در دوره t
$Pleg_{tk}$	حساب‌های دریافتی که در دوره k ضمانت اند و در دوره t پرداخت شده‌اند.	$price_{gdt}$	قیمت واحد فروش محصول g شرکت M به توزیع‌کننده d در دوره t
$PrCost_t$	هزینه تولید در دوره t	$RC_t$	کل ظرفیت انبار W شرکت M در دوره t
$Rec_t$	حساب‌های دریافتی در دوره t	$RecE_t$	حساب‌های دریافتی اولیه
$RecE_t$	حساب‌های دریافتی در پایان دوره t	$RWQ_t$	موجودی کالای اولیه
$RWQ_{gt}$	میزان محصول g که در انبار W در دوره t باقی می‌ماند	$SAF_{gt}$	موجودی کالای احتیاطی محصول g در دوره t
$SFAsset_t$	افزایش فروش دارایی‌های ثابت در دوره t	$SC_{st}$	کل ظرفیت تأمین‌کننده s در دوره t
$SLoan_t$	ارزش وام کوتاه‌مدت دریافتی از خط اعتباری در دوره t	$Se_t$	اوراق بهادار اولیه که در دوره t تسویه می‌شوند
$SMQ_{sgt}$	میزان موادی که از تأمین‌کننده s برای محصول g در دوره t به شرکت می‌روند	$SMCU_{st}$	هزینه واحد مواد خریداری شده از تأمین‌کننده s در دوره t
$SRepay_t$	ارزش بازپرداخت اصل وام کوتاه‌مدت در دوره t	$SS_{tk}$	ضریب فنی برای فروش اوراق بهادار
$SSE_{tk}$	وجه کل اوراق بهاداری که در دوره t به فروش می‌رسد و در دوره k تسویه می‌شود	$STLY_t$	بدهی‌های جاری اولیه
$StCost_t$	هزینه نگهداری کالا در انبار W شرکت M در دوره t	$TTT$	طول افق برنامه‌ریزی
$STLY_t$	بدهی‌های جاری در پایان دوره t	$t_{dl}$	حداکثر مدت زمان تسویه حساب‌های دریافتی
$Tax_t$	مالیات بر درآمد در دوره t	$TCUD_{dt}$	هزینه واحد انتقال کالا از شرکت M و انبار W به توزیع‌کننده d در دوره t
$TrCost_t$	هزینه حمل‌ونقل شرکت M در دوره t	$TCUM_{dct}$	هزینه واحد انتقال کالا از توزیع‌کننده d به بازار c در دوره t
$WDQ_{gdt}$	میزان محصول g که از انبار W به توزیع‌کننده d در دوره t می‌رود.	$Trate$	نرخ مالیات

**مدل‌سازی ریاضی محدودیت‌ها.** محدودیت‌های این پژوهش در قالب بُعد عملیاتی، بُعد مالی و یکپارچه‌سازی ابعاد عملیاتی و مالی، تفکیک شده و مدل‌سازی می‌شوند.

**بُعد عملیاتی**

**الف) محدودیت‌های تعادل در جریان کالا:** این محدودیت‌ها اطمینان می‌دهند که ورودی‌های هر قسمت - از محصولات و کالاها- با خروجی‌های آن در تعادل است. رابطه‌های ۱ و ۲، میزان کالاها و موادی که از هر تأمین‌کننده در هر دوره وارد شرکت و انبار آن می‌شوند را با میزان خروجی‌های آن که از انبار یا شرکت به سمت هر یک از توزیع‌کنندگان می‌روند را در تعادل قرار می‌دهد. رابطه ۳، گردش موجودی کالا در انبار شرکت را بررسی می‌کند و حرکت کالاها از انبار به سمت هر یک از توزیع‌کنندگان در هر دوره را مدنظر قرار می‌دهد. رابطه ۴، نشان می‌دهد میزان کالاهایی که از هر توزیع‌کننده به سمت هر یک از مشتریان یا بازارها می‌رود، تا حد امکان تقاضای مشتریان و بازارهای مختلف را پوشش می‌دهد. در همین راستا رابطه ۵، تلاش می‌کند تا با برآورده کردن تقاضای بازارها، سطح رضایت مشتریان از یک میزان معین پایین‌تر نیاید و رضایت‌مندی آن‌ها تأمین شود.

$$\sum_s \sum_g \text{SMQ}_{sgt} = \sum_g \text{MWQ}_{gt} + \sum_g \sum_d \text{MDQ}_{gdt} \quad \forall t \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$\sum_g \text{MDQ}_{gdt} + \sum_g \text{WDQ}_{gdt} = \sum_g \sum_c \text{DCQ}_{gdct} \quad \forall d, t \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$\sum_g \text{MWQ}_{gt} + \sum_g \text{RWQ}_{g(t-1)} = \sum_g \sum_d \text{WDQ}_{gdt} + \sum_g \text{RWQ}_{gt} \quad \forall t \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$\sum_g \sum_d \text{DCQ}_{gdct} \leq \sum_g \text{demand}_{gct} \quad \forall c, t \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$\frac{\sum_g \sum_d \sum_c \text{DCQ}_{gdct}}{\sum_g \sum_c \text{demand}_{gct}} \geq \text{MinSAT}_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۵)}$$

**ب) محدودیت‌های ظرفیت تسهیلات:** محدودیت‌های ۶-۹، به ظرفیت هر یک از تسهیلات اشاره دارند و مجموع کالاها و موادی که وارد هر یک از تسهیلات می‌شوند را کنترل می‌کنند. این روابط به ترتیب ظرفیت هر تأمین‌کننده، تولیدکننده، انبار و هر توزیع‌کننده را در هر دوره نشان می‌دهند.

$$\sum_g \text{SMQ}_{sgt} \leq \text{SC}_{st} \quad \forall s, t \quad \text{رابطه (۶)}$$

$$\sum_g \sum_d MDQ_{gdt} + \sum_g MWQ_{gt} \leq MC_t \cdot W_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۷)}$$

$$\sum_g RWQ_{gt} \leq RC_t \cdot W_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۸)}$$

$$\sum_g \sum_c DCQ_{gdct} \leq DC_{dt} \cdot Y_{dt} \quad \forall d, t \quad \text{رابطه (۹)}$$

ج) راه‌اندازی تجهیزات، ماشین‌آلات و تسهیلات: روابط ۱۰ و ۱۱ به تجهیزات، ماشین‌آلات و تسهیلات بالقوه‌ای اشاره دارند که در طراحی زنجیره تأمین ایجاد و به کار گرفته می‌شوند.

$$W_{t-1} \leq W_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

$$Y_{d(t-1)} \leq Y_{dt} \quad \forall d, t \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

د) موجودی کالای احتیاطی: موجودی کالای احتیاطی برای شرایط غیرقابل پیش‌بینی در نظر گرفته می‌شود. هر چه موجودی کالا بیشتر نگهداری شود، بهتر می‌توان به مشتریان خدمت‌رسانی کرد؛ اما این موضوع، هزینه‌های عملیاتی را افزایش می‌دهد؛ از این رو لازم است میزانی کالای احتیاطی نگهداری شود تا عملکرد شبکه زنجیره تأمین برای مدت کوتاهی حفظ شود؛ بنابراین رابطه ۱۲، میزان کالای احتیاطی برای هر محصول و در هر دوره را کنترل می‌کند.

$$RWQ_{gt} \geq SAF_{gt} \cdot W_t \quad \forall g, t \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

### بُعد مالی

الف) محدودیت‌های مدیریت وجه نقد: رابطه ۱۳، عوامل تشکیل‌دهنده وجه نقد را نشان می‌دهد. این رابطه مشتمل بر فعالیت‌های عملیاتی، فعالیت‌های تأمین مالی، فعالیت‌های سرمایه‌گذاری، مالیات بر درآمد، سودهای تقسیمی و سایر ورودی‌ها و یا خروجی‌های شرکت است. فعالیت‌های عملیاتی، فعالیت‌های اصلی و مستمر درآمد عملیاتی واحد تجاری است. روابط ۱۴ و ۱۵، این فعالیت‌ها را از طریق فروش کالا نشان می‌دهند. در این روابط جریان‌های نقدی در قالب حساب‌های دریافتی که در دوره‌های قبل اتفاق افتاده‌اند و در دوره جاری تسویه می‌شوند، مدنظر قرار می‌گیرند؛ همچنین در صورتی که شرکت حساب‌های دریافتی خود را در دوره‌های قبل به‌عنوان وثیقه قرار داده باشد و در دوره جاری تسویه کند و یا حساب‌های دریافتی خود در دوره جاری را وثیقه قرار دهد و درصدی از حساب‌های دریافتی را هم اکنون به‌عنوان

آورده وارد شرکت کند، در محاسبات لحاظ می‌شوند. روابط ۱۶ تا ۲۲، فعالیت‌های تأمین مالی را به‌گونه‌ای در نظر می‌گیرند که تأمین مالی از محل حقوق صاحبان سهام و یا از محل بدهی‌ها صورت پذیرد. در این روابط، میزانی از فرایندهای تأمین مالی از محل خطوط اعتباری کوتاه‌مدت و بلندمدت و میزانی از آن از طریق سرمایه‌گذاری مالکان تأمین می‌شود. روابط ۲۳ تا ۲۶ فعالیت‌های سرمایه‌گذاری روی اوراق بهادار را نمایش می‌دهند. در این روابط خرید و یا فروش اوراق بهادار در محاسبه گردش وجود نقد مدنظر قرار می‌گیرند. در روابط ۲۷ و ۲۸، پرداخت‌ها بابت سودهای تقسیمی و مالیات بر درآمد لحاظ شده است.

$$\begin{aligned} \text{Cash}_t = & (\text{EoCash}_t + \text{FinCash}_t + \text{InvCash}_t - \text{Tax}_t - \text{Div}_t \\ & + \text{others}_t) \\ & - \mu \cdot (\text{STLY}_{t-1} + \text{cline}_t^S + \text{MaCost}_t \\ & + \text{PrCost}_t + \text{TrCost}_t + \text{HaCost}_t + \text{StCost}_t \\ & + \text{others}_t) - \lambda \cdot (\text{LLY}_{t-1} + \text{cline}_t^L + \text{FeCost}_t) \end{aligned} \quad \forall t \quad \text{رابطه (۱۳)}$$

$$\text{EoCash}_t = \text{Rec}_{t-t_{dl}} - \sum_{k=t-t_{dl}}^{t-1} \text{Pleg}_{tk} + \sum_{k=t-t_{dl}+1}^t \theta \cdot \text{Pleg}_{kt} \quad \forall t \quad \text{رابطه (۱۴)}$$

$$\sum_{k=t}^{t+t_{dl}-1} \text{Pleg}_{tk} \leq \text{Rec}_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۱۵)}$$

$$\text{FinCash}_t = \text{NequityI}_t + \text{Ncline}_t^S + \text{Ncline}_t^L - \text{IC}_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۱۶)}$$

$$\text{Ncline}_t^S = \text{SLoan}_t - \text{SRepay}_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۱۷)}$$

$$\text{Ncline}_t^S \leq \text{cline}_t^{\text{Smax}} \quad \forall t \quad \text{رابطه (۱۸)}$$

$$\text{SRepay}_t \geq \text{ir}_t^S \cdot \text{cline}_{t-1}^S \quad \forall t \quad \text{رابطه (۱۹)}$$

$$\text{Ncline}_t^L = \text{LLoan}_t - \text{LRepay}_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۲۰)}$$

$$\text{LRepay}_t \geq \text{ir}_t^L \cdot \text{cline}_{t-1}^L \quad \forall t \quad \text{رابطه (۲۱)}$$

$$\text{CashE}_t \geq \text{MinCash}_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۲۲)}$$

$$\text{InvCash}_t = \text{NSeCash}_t + \text{SFAset}_t - \text{BFAset}_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۲۳)}$$

$$\begin{aligned} \text{NSeCash}_t = & \text{Se}_t + \sum_{k>t} \text{SSe}_{kt} - \sum_{k<t} \text{SSe}_{tk} \cdot (1 + \text{SS}_{tk}) \\ & - \sum_{k>t} \text{BSe}_{kt} + \sum_{k<t} \text{BSe}_{tk} \cdot (1 + \text{BS}_{tk}) \end{aligned} \quad \forall t \quad \text{رابطه (۲۴)}$$

$$\sum_{k < t} SSe_{tk} \cdot (1 + SS_{tk}) \leq Se_t + \sum_{k < t} BSe_{tk} \cdot (1 + BS_{tk}) \quad \forall t \quad \text{رابطه (۲۵)}$$

$$BFAsset_t = LLoan_t + equity_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۲۶)}$$

$$Div_t = \delta_t \cdot Nopat_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۲۷)}$$

$$Tax_t = MTI_t \cdot trate \quad \forall t \quad \text{رابطه (۲۸)}$$

ب) محدودیت‌های مدیریت درآمد، هزینه، بهای تمام‌شده کالا و ساختار سرمایه: روابط ۲۹ تا ۵۱ با مدیریت گردش وجوه نقد و حسابداری بهای تمام‌شده در تحلیل‌ها، تصویر واقعی‌تر و دقیق‌تری ارائه می‌کنند و روابط میان دارایی‌ها، ساختار سرمایه و سود خالص را به‌خوبی نشان می‌دهند. این روابط به‌گونه‌ای مدل‌سازی شده‌اند که تعاملات سه‌جانبه بین صورت‌های مالی را در راستای اهداف پژوهش پوشش می‌دهند.

$$CuAsset_t = CashE_t + RecE_t + InvE_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۲۹)}$$

$$CashE_t = CashE_{t-1} + Cash_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۳۰)}$$

$$RecE_t = RecE_{t-1} + Rec_t - \alpha \cdot (RecE_{t-1} + Rec_t) \quad \forall t \quad \text{رابطه (۳۱)}$$

$$Rec_t = MSD_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۳۲)}$$

$$CuAsset_t + FAsset_t = STLY_t + LLY_t + equity_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۳۳)}$$

$$FAsset_t = (FAsset_{t-1} + BFAsset_t - SFAsset_t + FeCost_t) - ((FDPR_{t-1} + MDPR_t) - (SFAsset_t \cdot DR_t)) \quad \forall t \quad \text{رابطه (۳۴)}$$

$$InvE_t = InvE_{t-1} + Inv_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۳۵)}$$

$$Inv_t = \sum_g Mpcu_{gt} \cdot RWQ_{gt} \quad \forall t \quad \text{رابطه (۳۶)}$$

$$equity_t = equity_{t-1} + NequityN_t + NequityI_t - Div_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۳۷)}$$

$$NequityN_t = Nopat_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۳۸)}$$

$$MSD_t = \sum_g \sum_d price_{gdt} \cdot (MDQ_{gdt} + WDQ_{gdt}) \quad \forall t \quad \text{رابطه (۳۹)}$$

$$MEBIT_t = MSD_t - CPS_t - MDPR_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۴۰)}$$



$$FDPR_t = (FDPR_{t-1} + MDP_t) - (SFAsset_t * DR_t) \quad \forall t \quad \text{رابطه (۴۱)}$$

$$MDP_t = DR_t \cdot (FAsset_{t-1} + BFAsset_t - SFAsset_t + FeCost_t) \quad \forall t \quad \text{رابطه (۴۲)}$$

$$MTI_t = MEBIT_t - IC_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۴۳)}$$

$$cline_t^S = cline_{t-1}^S + ir_t^S \cdot cline_{t-1}^S + SLoan_t - SRepay_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۴۴)}$$

$$cline_t^L = cline_{t-1}^L + ir_t^L \cdot cline_{t-1}^L + LLoan_t - LRepay_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۴۵)}$$

$$IC_t = ir_t^S \cdot (cline_{t-1}^S + SLoan_t) + ir_t^L \cdot (cline_{t-1}^L + LLoan_t) \quad \forall t \quad \text{رابطه (۴۶)}$$

$$STLY_t = (STLY_{t-1} + cline_t^S + MaCost_t + PrCost_t + TrCost_t + HaCost_t + StCost_t + others_t) \cdot (1 - \mu) \quad \forall t \quad \text{رابطه (۴۷)}$$

$$LLY_t = (LLY_{t-1} + cline_t^L + FeCost_t) \cdot (1 - \lambda) \quad \forall t \quad \text{رابطه (۴۸)}$$

$$Nopat_t = MTI_t \cdot (1 - \text{trate}) \quad \forall t \quad \text{رابطه (۴۹)}$$

$$CPS_t = (MaCost_t + PrCost_t + TrCost_t + HaCost_t + StCost_t + others_t) - \Delta InvE_t \quad \forall t \quad \text{رابطه (۵۰)}$$

$$\Delta InvE_t = InvE_t - InvE_{t-1} \quad \forall t \quad \text{رابطه (۵۱)}$$

**یکپارچه‌سازی بُعد عملیاتی و مالی.** یکی از اهداف این مطالعه پوشش‌دادن تفکر سیستمی و رویکرد کل‌گرا به کل مجموعه زنجیره تأمین است. مدل‌سازی روابط ۵۲ تا ۵۷، به‌خوبی جریان‌ات فیزیکی کالا و جریان‌ات مالی را با لحاظ‌کردن بُعدهای عملیاتی و مالی یکپارچه و ادغام می‌کند. این روابط هزینه‌های مواد، تولید، حمل‌ونقل، هندلینگ، انبارداری و راه‌اندازی ماشین‌آلات و تجهیزات و همچنین توزیع‌کننده را مدنظر قرار می‌دهند.

$$MaCost_t = \sum_s \sum_g SMCU_{st} \cdot SMQ_{sgt} \quad \forall t \quad \text{رابطه (۵۲)}$$

$$PrCost_t = \sum_g \sum_d MPCU_{gt} \cdot MDQ_{gdt} + \sum_g Mpcu_{gt} \cdot MWQ_{gt} \quad \forall t \quad \text{رابطه (۵۳)}$$

$$TrCost_t = \sum_g \sum_d TCUD_{dt} \cdot (MDQ_{gdt} + WDQ_{gdt}) + \sum_g \sum_d \sum_c TCUM_{dct} \cdot DCQ_{gdct} \quad \forall t \quad \text{رابطه (۵۴)}$$

$$HaCost_t = \sum_g \sum_d \sum_c HCUC_{dt} \cdot DCQ_{gdct} \quad \forall t \quad \text{رابطه (۵۵)}$$

$$StCost_t = MSCU_t \cdot \left( \frac{\sum_g (RWQ_t + RWQ_{g(t-1)})}{2} \right) \quad \forall t \quad \text{رابطه (۵۶)}$$

$$FeCost_t = (W_t - W_{t-1}) \cdot FCEM_t + \sum_d (Y_{dt} - Y_{d(t-1)}) \cdot FCED_{dt} \quad \forall t \quad \text{رابطه (۵۷)}$$

**تابع هدف.** تابع هدف این پژوهش به دنبال حداکثر کردن تغییرات حقوق صاحبان سهام حداکثر است که به واسطه اختلاف بین تغییرات کل دارایی‌ها و تغییرات کل بدهی‌ها به دست می‌آید. روابط ۵۸ تا ۶۲ این مهم را نشان می‌دهند.

$$\Delta equity = \Delta CuAsset + \Delta FAsset - \Delta STLY - \Delta LLY \quad \text{رابطه (۵۸)}$$

$$\Delta CuAsset = CuAsset_T - CuAsset_t \quad \text{رابطه (۵۹)}$$

$$\Delta FAsset = FAsset_T - FAsset_t \quad \text{رابطه (۶۰)}$$

$$\Delta STLY = STLY_T - STLY_t \quad \text{رابطه (۶۱)}$$

$$\Delta LLY = LLY_T - LLY_t \quad \text{رابطه (۶۲)}$$

با توجه به پیشینه پژوهش، بیشتر پژوهش‌های معمول به دنبال حداکثرکردن سود یا حداقل کردن هزینه هستند؛ اما امروزه اولویت اصلی، مدنظر قراردادن افزایش در ارزش سهامداران در شرکت است که این مهم از طریق حداکثرکردن تغییرات ثروت سهامداران تأمین می‌شود [۱۵، ۳۲]؛ بنابراین در رویکرد جدید تغییرات ثروت سهامداران حداکثر قرار داده می‌شود.

$$\begin{aligned} & \text{Max } \Delta equity \\ & \text{Subject to Eqs. 1 - 57} \end{aligned} \quad \text{رویکرد جدید}$$

همچنین برای تکمیل مدل‌سازی، مقایسه‌ای بین رویکرد جدید با سنتی صورت گرفته است.

$$\begin{aligned} & \text{Max Profit} = \sum_t (\text{MSD}_t - (\text{MaCost}_t + \text{PrCost}_t + \text{TrCost}_t + \\ & \text{HaCost}_t + \text{StCost}_t + \text{FeCost}_t)) \\ & \text{Subject to Eqs. 1 - 12} \end{aligned} \quad \text{رویکرد سنتی}$$

مدل سازی این پژوهش به صورت برنامه ریزی خطی مختلط عدد صحیح انجام شد و برای مدل سازی و حل، نرم افزار GAMS 24 و حل کننده MIP از CPLEX به کار رفت.

#### ۴. تحلیل داده ها و یافته های پژوهش

در مطالعه حاضر، مقیاس داده های ارائه شده به صورت عددی و تصادفی و برخی از داده های آن نیز از مطالعه رضانی و همکاران (۲۰۱۴)، در نظر گرفته شده است [۳۴]. در این پژوهش تعداد سه تأمین کننده ( $s_1, s_2, s_3$ )، تعداد یک شرکت با قابلیت افزایش تجهیزات و ماشین آلات به همراه سه نوع کالا ( $g_1, g_2, g_3$ )، تعداد دو توزیع کننده ( $d_1, d_2$ ) با قابلیت افزایش تعداد توزیع کنندگان و تعداد سه بازار ( $c_1, c_2, c_3$ ) از مشتریان متفاوت در پنج دوره زمانی مدنظر قرار گرفته است. در این راستا تعداد موجودی کالاهای ابتدای دوره در مجموع ۲۰۰ واحد و موجودی کالای احتیاطی طی دوره های مختلف برای هر کالا میزان ۲۰ واحد مدنظر قرار گرفته است. هزینه استهلاک سالانه در ابتدای دوره به صورت درصدی از دارایی های ثابت اول دوره محاسبه شده است؛ همچنین ضریب فنی سرمایه گذاری روی اوراق بهادار میزان ۰/۰۲۸ و ضریب فنی فروش اوراق بهادار میزان ۰/۰۳۵ در هر دوره در نظر گرفته شده است.

حداکثر خط اعتباری کوتاه مدت و حداقل پوشش نقدینگی به ترتیب میزان ۱۷۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ واحد پولی در هر دوره لحاظ شده و نرخ های بهره کوتاه مدت و بلندمدت به ترتیب ۰/۲ و ۰/۱۵ در هر دوره مدنظر قرار گرفته است. نرخ مالیات، درصد تقسیم سود، نرخ استهلاک سالانه و همچنین درصد تسویه حساب های دریافتی در هر دوره به ترتیب ۰/۲۲۵، ۰/۴۵، ۰/۱ و ۰/۶ لحاظ شده است. برای برخی از هزینه ها، مانند اجاره، بیمه، دستمزد و غیره، طی دوره های سه و پنج به ترتیب میزان ۱۰۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ واحد پولی جریان نقدی خروجی لحاظ شده است. در همین راستا هزینه واحد نگهداری موجودی کالا میزان شش واحد پولی، هزینه ثابت راه اندازی ماشین آلات و سایر تجهیزات میزان ۱۰۰۰۰ واحد پولی در هر دوره مدنظر قرار گرفته و ظرفیت تولید و همچنین ظرفیت انبار در هر دوره به ترتیب تعداد ۸۰۸ و ۴۲۰ در نظر گرفته شده است. سایر اطلاعات و پارامترهای مربوطه در جدول های شماره ۲ تا ۹، ارائه شده است.

جدول ۲. ترازنامه در ابتدای دوره برنامه ریزی

حساب	ارزش	حساب	ارزش
دارایی جاری	۵۵۰۰۰	بدهی جاری	۲۵۰۰۰
حساب‌های دریافتی	۵۰۰۰	خط اعتباری کوتاه مدت	۵۰۰۰
موجودی کالا	۵۰۰۰	بدهی بلندمدت	۴۰۰۰۰
جمع دارایی جاری	۶۵۰۰۰	خط اعتباری بلندمدت	۱۰۰۰۰
جمع دارایی ثابت	۸۵۰۰۰	جمع بدهی‌ها	۶۵۰۰۰
		حقوق صاحبان سهام	۸۵۰۰۰
جمع دارایی‌ها	۱۵۰۰۰۰	جمع بدهی و حقوق صاحبان سهام	۱۵۰۰۰۰

جدول ۳. تقاضای مشتری نام از کالای نام در دوره نام

تقاضای مشتری	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$
$g_1$					
$c_1$	۴۳	۵۲	۵۵	۶۲	۷۳
$c_2$	۴۳	۵۲	۵۵	۶۲	۷۳
$c_3$	۳۹	۴۶	۴۹	۵۶	۶۵
$g_2$					
$c_1$	۴۷	۵۷	۶۰	۶۸	۸۰
$c_2$	۳۴	۴۱	۴۴	۵۰	۵۸
$c_3$	۶۴	۷۷	۸۲	۹۳	۱۰۹
$g_3$					
$c_1$	۳۹	۴۶	۴۹	۵۶	۶۵
$c_2$	۵۱	۶۲	۶۶	۷۴	۸۷
$c_3$	۶۹	۸۳	۸۸	۹۹	۱۱۶

جدول ۴. قیمت کالای نام در دوره نام

قیمت فروش	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$
$g_1$					
$d_1$	۱۰۷	۱۲۶	۱۵۸	۱۸۴	۲۰۵
$d_2$	۱۲۵	۱۳۷	۱۵۲	۱۹۴	۲۱۵
$g_2$					
$d_1$	۱۱۵	۱۲۷	۱۶۰	۱۷۵	۲۰۰
$d_2$	۱۰۷	۱۲۶	۱۵۸	۱۸۴	۲۰۵
$g_3$					
$d_1$	۱۲۵	۱۳۷	۱۵۲	۱۹۴	۲۱۵
$d_2$	۱۱۵	۱۲۷	۱۶۰	۱۷۵	۲۰۰

جدول ۵. داده‌های مربوط به تأمین کنندگان

پارامتر	تأمین کننده		
	$s_1$	$s_2$	$s_3$
هزینه‌های عملیاتی	۱۴	۱۳	۱۴
ظرفیت	۳۹۲	۳۴۳	۲۴۵

جدول ۶. داده‌های مربوط به هزینه تولید کالای نام در دوره نام

محصول	هزینه تولید				
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$
$g_1$	۲۵	۲۷	۳۰	۳۴	۳۵
$g_2$	۳۰	۳۵	۳۸	۴۰	۴۳
$g_3$	۲۷	۳۰	۳۴	۳۷	۳۹

جدول ۷. اوراق بهادار قابل معامله در هر دوره

پارامتر	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$
اوراق قابل معامله ابتدای دوره	۵۳۵۰	۴۰۰۰	۲۸۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰

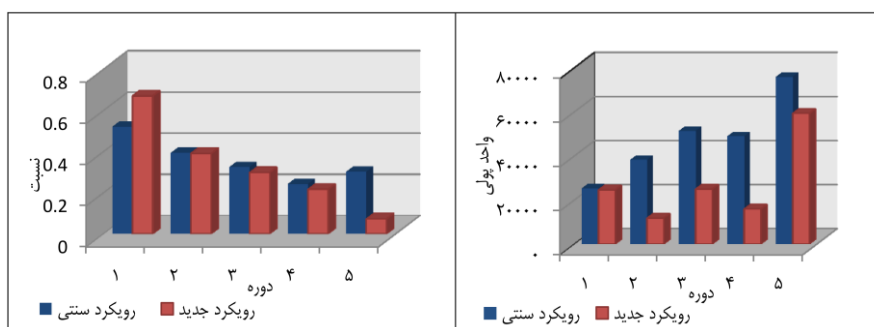
جدول ۸. هزینه حمل به بازار نام از توزیع کننده نام در دوره نام

هزینه حمل و نقل توزیع کننده به بازار	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	
	$d_1$					
$c_1$		۱۱	۱۵	۱۲	۱۴	۱۵
$c_2$		۱۵	۱۴	۱۶	۱۴	۱۷
$c_3$		۱۴	۱۵	۱۲	۱۱	۱۷
$d_2$						
$c_1$		۱۹	۱۷	۱۱	۱۵	۱۴
$c_2$		۱۶	۱۶	۱۵	۱۱	۱۴
$c_3$		۱۷	۱۸	۱۴	۱۲	۱۵

جدول ۹. داده‌های مربوط به توزیع کنندگان

پارامتر	توزیع کننده	
	$d_1$	$d_2$
هزینه حمل از شرکت	۱۶	۱۸
هزینه عملیاتی	۶	۶
ظرفیت	۶۱۰	۵۰۰
هزینه ثابت راه‌اندازی	۷۵۵۸	۸۳۶۰

بر اساس اطلاعات ارائه‌شده و حل مدل، دو رویکرد سنتی و جدید در مقابل یکدیگر قرار گرفته و مقایسه شده‌اند. برخی از متغیرهای به‌دست‌آمده مانند بهای تمام‌شده کالای فروش‌رفته و ترکیب بهینه ساختار سرمایه شرکت متعلق به زنجیره اشاره‌شده در نمودارهای شماره ۳ و ۴، نشان داده شده است. مشاهده می‌شود در رویکرد جدید بهای تمام‌شده کالای فروش‌رفته میزان پایین‌تری به‌دست می‌آید و این مهم، اثربخشی حسابداری بهای تمام‌شده را افزایش می‌دهد؛ همچنین ساختار سرمایه شرکت نشان می‌دهد که شرکت توانسته است نسبت به رویکرد قدیمی ریسک مالی خود را کاهش دهد و میزان اهرمی‌بودن شرکت را پایین آورد؛ به‌تبع این موضوع موجب پایین‌آمدن ریسک ورشکستگی شرکت و زنجیره تأمین می‌شود.



نمودار ۴. ترکیب ساختار سرمایه در رویکرد جدید و سنتی

نمودار ۳. بهای تمام‌شده کالا در رویکرد جدید و سنتی

در جدول ۱۰، مقادیر توابع هدف در دو رویکرد با یکدیگر مقایسه شده است. در همین راستا، با توجه به هدف این مطالعه و موارد اشاره‌شده، در وهله نخست باید عنوان کرد که بیشتر پژوهش‌های گذشته (فارغ از نوع مدل‌سازی ریاضی آنها) به دنبال حداکثرکردن سود بوده‌اند. هرچند سود به‌عنوان بخشی از حقوق صاحبان سهام، باعث افزایش ثروت سهامداران می‌شود، اما محاسبه سود فی‌نفسه از دیدگاه مالی و حسابداری مشکلات بسیاری، مانند مبهم‌بودن، تحت‌تأثیر رویه‌های حسابداری بودن، قابل‌دستکاری و مدیریت‌شدن، کوتاه‌مدت‌بودن، در نظر نگرفتن ریسک و ارزش زمانی پول را دارد. به این دلایل است که همواره هدف مدیریت مالی حداکثرکردن ثروت سهامداران یا حقوق صاحبان سهام قرار داده شده است؛ چراکه این هدف نقایص هدفی چون سود را پوشش می‌دهد. در وهله دوم باید اشاره کرد که در جدول ۱۰، رویکرد قدیمی با هدف حداکثرکردن سود و با محدودیت‌های بُعد عملیاتی در نظر گرفته شده است؛ اما رویکرد جدید با هدف حداکثرکردن ثروت سهامداران و با محدودیت‌های ابعاد عملیاتی و مالی مورد ملاحظه قرار گرفته است؛ بنابراین مسلم است که در رویکرد جدید مقدار سود لزوماً (به علت مشترک‌بودن محدودیت‌های بُعد عملیاتی) نسبت به رویکرد قدیمی کاهش می‌یابد؛ از این رو

ملاحظه می شود که میزان افزایش حقوق صاحبان سهام از رویکرد قدیمی به رویکرد جدید بالاتر (۴/۷ درصد) از میزان کاهش سود (۳۲/۰ درصد) است که حکایت از توانمندی رویکرد جدید دارد.

جدول ۱۰. مقایسه توابع هدف رویکرد جدید در مقابل سنتی

تابع هدف	سود (واحد پولی)	حقوق صاحبان سهام (واحد پولی)
رویکرد قدیمی	۲۳۷۵۵۳	۶۹۷۲۰
رویکرد جدید	۱۶۰۹۶۰	۳۹۹۶۴۲

برای ارزیابی عملکرد مدل سازی، تعدادی از پارامترهای مطالعه (تقاضا، قیمت محصولات و هزینه های خرید) که عموماً کنترل کمتری روی آن ها است، تحلیل حساسیت می شوند. جدول ۱۱، مقادیر تابع هدف و جریان های متغیرهای تصمیم را بدون اعمال تغییر نشان می دهد و در همین راستا جدول ۱۲، اثرات تغییرات مختلف پارامترهای اشاره شده بر تابع هدف و تغییرات جریان های محصولات میان تسهیلات مختلف شبکه زنجیره تأمین را ارائه می کند. با اعمال تغییرات یاد شده روی پارامترهای مشخص شده و مقایسه جدول های ۱۱ و ۱۲، مقدار تابع هدف تقریباً در همان محدوده تغییر، نوسان می کند و این مهم به خوبی حکایت از انسجام و پایداری مدل ارائه شده دارد. برای مثال، درخصوص تغییر پارامتر تقاضا، میزان تغییر در جریان های محصولات میان تسهیلات مختلف نسبت به مدل اولیه قابل مقایسه است. ۱۰ درصد کاهش در تقاضا باعث می شود که عمده مواد از تأمین کننده دوم تهیه شود؛ زیرا قیمت های این تأمین کننده نسبت به سایر تأمین کنندگان مناسب تر است. درواقع کاهش تقاضا درآمد شرکت را تحت تأثیر قرار می دهد و شرکت را ملزم به تأمین مواد با قیمت های با صرفه تر می کند. همچنین مشاهده می شود، کاهش ۱۰ درصدی در مقدار تقاضا، تابع هدف را به میزان ۱۲/۳ درصد کاهش و افزایش ۵ و ۱۰ درصدی در تقاضا، تابع هدف را به ترتیب به میزان ۵/۷ و ۱۱/۹ درصد افزایش می دهد.

جدول ۱۱. مقدار تابع هدف و جریان های در مدل اولیه

تابع هدف	جریان های
۳۹۹۶۴۲	SMQ(s,g,t)...(s,g,t)=(۱,۳,۴),(۲,۱,۱),(۲,۱,۲),(۲,۱,۵),(۲,۲,۳),(۲,۲,۵),(۲,۳,۴),(۳,۱,۱),(۳,۲,۵)
	MWQ(g,t)...(g,t)=(۱,۱),(۱,۲),(۱,۳),(۱,۴),(۱,۵)
	MDQ(g,d,t)...(g,d,t)=(۱,۱,۲)
	WDQ(g,d,t)...(g,d,t)=(۱,۱,۴),(۱,۲,۵),(۲,۱,۴),(۳,۱,۱),(۳,۱,۳),(۳,۱,۵),(۳,۲,۴)
	DCQ(g,d,c,t)...(g,d,c,t)=(۱,۱,۱,۳),(۱,۱,۱,۵),(۱,۱,۲,۱),(۱,۱,۲,۲),(۱,۱,۳,۱),(۱,۱,۳,۴),(۱,۱,۳,۵),(۲,۱,۳,۱),(۲,۱,۳,۳),(۳,۱,۱,۱),(۳,۱,۱,۲),(۳,۱,۱,۵),(۳,۱,۳,۴),(۳,۲,۲,۴),(۳,۲,۲,۵),(۳,۲,۳,۵)

جدول ۱۳. تحلیل حساسیت پارامترهای پژوهش

پارامتر	Δ درصد	Obj درصد	جریانات
فایده	-۱۰	-۱۲/۳۸	SMQ(s,g,t)....(s,g,t)=(۲,۱,۱),(۲,۱,۲),(۲,۱,۳),(۲,۱,۴),(۲,۲,۱),(۲,۳,۵),(۳,۱,۱)
			MWQ(g,t)....(g,t)=(۱,۱),(۱,۲),(۱,۳),(۱,۴),(۱,۵)
			MDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(۱,۱,۲)
			WDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(۱,۱,۲),(۲,۱,۴),(۳,۱,۱),(۳,۱,۲),(۳,۱,۳),(۳,۱,۵),(۳,۲,۴)
			DCQ(g,d,c,t)....(g,d,c,t)=(۱,۱,۱,۵),(۱,۱,۲,۱),(۱,۱,۳,۱),(۱,۱,۳,۲),(۱,۱,۳,۳),(۱,۱,۳,۴),(۱,۱,۳,۵),(۱,۲,۲,۴),(۱,۲,۳,۵),(۲,۱,۱,۱),(۲,۱,۱,۲),(۲,۱,۳,۴),(۲,۱,۳,۵),(۳,۱,۲,۲),(۳,۲,۲,۵)
			SMQ(s,g,t)....(s,g,t)=(۱,۱,۴),(۱,۲,۵),(۲,۱,۱),(۲,۱,۲),(۲,۱,۳),(۲,۱,۴),(۲,۲,۵),(۳,۱,۱),(۳,۱,۳)
	۵	۵/۷۱	MWQ(g,t)....(g,t)=(۱,۱),(۱,۲),(۱,۳),(۱,۴),(۱,۵)
			MDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(۱,۲,۵)
			WDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(۱,۱,۲),(۱,۱,۴),(۱,۲,۵),(۲,۱,۴),(۲,۲,۴),(۳,۱,۱),(۳,۱,۳),(۳,۱,۵)
			DCQ(g,d,c,t)....(g,d,c,t)=(۱,۱,۱,۵),(۱,۱,۲,۱),(۱,۱,۲,۲),(۱,۱,۳,۱),(۱,۱,۳,۲),(۱,۱,۳,۳),(۱,۱,۳,۴),(۱,۱,۳,۵),(۱,۲,۲,۴),(۱,۲,۲,۵),(۱,۲,۳,۵),(۲,۱,۱,۱),(۲,۱,۱,۲),(۲,۱,۱,۳),(۲,۱,۱,۴),(۲,۱,۱,۵),(۲,۲,۲,۴),(۳,۱,۱,۱),(۳,۱,۳,۴),(۳,۲,۲,۴)
			SMQ(s,g,t)....(s,g,t)=(۱,۱,۴),(۱,۲,۵),(۲,۱,۱),(۲,۱,۲),(۲,۱,۳),(۲,۱,۴),(۲,۲,۵),(۳,۱,۱),(۳,۱,۳)
			MWQ(g,t)....(g,t)=(۱,۱),(۱,۲),(۱,۳),(۱,۴),(۱,۵)
۱۰	۱۱/۹۳	MDQ(g,d,t)....(g,d,t)=...	
		WDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(۱,۱,۲),(۱,۲,۵),(۲,۱,۴),(۳,۱,۱),(۳,۱,۳),(۳,۱,۵),(۳,۲,۴)	
		DCQ(g,d,c,t)....(g,d,c,t)=(۱,۱,۱,۵),(۱,۱,۳,۱),(۱,۱,۳,۲),(۱,۱,۳,۳),(۱,۱,۳,۴),(۱,۱,۳,۵),(۱,۲,۲,۴),(۱,۲,۲,۵),(۱,۲,۳,۵),(۲,۱,۱,۱),(۲,۱,۱,۲),(۲,۱,۲,۱),(۲,۱,۳,۵),(۲,۲,۲,۴),(۳,۱,۲,۲),(۳,۱,۳,۵)	
		SMQ(s,g,t)....(s,g,t)=(۱,۲,۱),(۱,۳,۴),(۱,۳,۵),(۲,۱,۴),(۲,۲,۱),(۲,۲,۲),(۲,۲,۵),(۲,۳,۱),(۲,۳,۳),(۳,۲,۱)	
		MWQ(g,t)....(g,t)=(۱,۱),(۱,۲),(۱,۳),(۱,۴),(۱,۵)	
		MDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(۱,۱,۲),(۱,۲,۵)	
فایده	-۱۰	-۱۳/۰۳	WDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(۱,۱,۲),(۱,۱,۳),(۱,۱,۴),(۱,۲,۴),(۱,۲,۵),(۲,۱,۴),(۲,۲,۴),(۳,۱,۱),(۳,۱,۲),(۳,۱,۵)
			DCQ(g,d,c,t)....(g,d,c,t)=(۱,۱,۱,۲),(۱,۱,۱,۵),(۱,۱,۲,۱),(۱,۱,۳,۱),(۱,۱,۳,۲),(۱,۱,۳,۳),(۱,۱,۳,۴),(۱,۱,۳,۵),(۱,۲,۲,۴),(۱,۲,۲,۵),(۱,۲,۳,۵),(۲,۱,۱,۱),(۲,۱,۱,۲),(۲,۱,۱,۳),(۲,۱,۱,۴),(۲,۱,۲,۴),(۲,۱,۲,۵),(۲,۲,۲,۴),(۳,۱,۱,۱),(۳,۱,۱,۳),(۳,۱,۲,۲),(۳,۱,۳,۳),(۳,۱,۳,۴),(۳,۲,۲,۴)
			SMQ(s,g,t)....(s,g,t)=(۱,۱,۴),(۱,۲,۵),(۲,۱,۱),(۲,۱,۲),(۲,۱,۳),(۲,۱,۴),(۲,۲,۵),(۳,۱,۱)
			MWQ(g,t)....(g,t)=(۱,۱),(۱,۲),(۱,۳),(۱,۴),(۱,۵)
			MDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(۱,۱,۲),(۱,۲,۵)
			WDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(۱,۱,۳),(۱,۱,۴),(۱,۲,۳),(۱,۲,۴),(۱,۲,۵),(۲,۱,۴),(۲,۱,۱),(۳,۱,۲),(۳,۱,۵)
	۵	۶/۵۱	DCQ(g,d,c,t)....(g,d,c,t)=(۱,۱,۱,۲),(۱,۱,۱,۵),(۱,۱,۲,۱),(۱,۱,۳,۱),(۱,۱,۳,۲),(۱,۱,۳,۳),(۱,۱,۳,۴),(۱,۱,۳,۵),(۱,۲,۱,۳),(۱,۲,۲,۵),(۱,۲,۳,۵),(۲,۱,۱,۱),(۲,۱,۱,۲),(۲,۱,۱,۳),(۲,۱,۲,۲),(۲,۱,۲,۴),(۲,۱,۲,۵),(۲,۲,۲,۴),(۳,۱,۱,۱),(۳,۱,۱,۲),(۳,۱,۳,۱),(۳,۱,۳,۳),(۳,۱,۳,۴),(۳,۲,۲,۴)
			SMQ(s,g,t)....(s,g,t)=(۱,۱,۴),(۱,۲,۵),(۲,۱,۱),(۲,۱,۲),(۲,۱,۳),(۲,۱,۴),(۲,۲,۵),(۳,۱,۱)
			MWQ(g,t)....(g,t)=(۱,۱),(۱,۲),(۱,۳),(۱,۴),(۱,۵)
			MDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(۱,۱,۲),(۱,۲,۵)
			WDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(۱,۱,۳),(۱,۱,۴),(۱,۲,۳),(۱,۲,۴),(۱,۲,۵),(۲,۱,۴),(۲,۱,۱),(۳,۱,۲),(۳,۱,۵)
			DCQ(g,d,c,t)....(g,d,c,t)=(۱,۱,۱,۲),(۱,۱,۱,۵),(۱,۱,۲,۱),(۱,۱,۳,۱),(۱,۱,۳,۲),(۱,۱,۳,۳),(۱,۱,۳,۴),(۱,۱,۳,۵),(۱,۲,۱,۳),(۱,۲,۲,۵),(۱,۲,۳,۵),(۲,۱,۱,۱),(۲,۱,۱,۲),(۲,۱,۱,۳),(۲,۱,۲,۲),(۲,۱,۲,۴),(۲,۱,۲,۵),(۲,۲,۲,۴),(۳,۱,۱,۱),(۳,۱,۱,۲),(۳,۱,۳,۱),(۳,۱,۳,۳),(۳,۱,۳,۴),(۳,۲,۲,۴)
۱۰	۱۳/۰۳	SMQ(s,g,t)....(s,g,t)=(۱,۱,۴),(۱,۲,۵),(۲,۱,۱),(۲,۱,۲),(۲,۱,۳),(۲,۱,۴),(۲,۲,۵),(۳,۱,۱)	
		MWQ(g,t)....(g,t)=(۱,۱),(۱,۲),(۱,۳),(۱,۴),(۱,۵)	



			MDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(1,1,2),(1,1,3),(1,2,4),(1,2,5)
			WDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(1,1,2),(1,1,4),(1,2,5),(2,1,3),(2,1,4),(3,1,1),(3,1,5)
			DCQ(g,d,c,t)....(g,d,c,t)=(1,1,1,5),(1,1,2,1),(1,1,3,1),(1,1,3,2),(1,1,3,3),(1,1,3,4),(1,1,3,5),(1,2,2,4),(1,2,3,5),(2,1,1,1),(2,1,1,2),(2,1,1,3),(2,1,2,2),(2,1,3,1),(2,1,3,2),(2,1,3,3),(2,1,3,4),(2,1,3,5),(2,2,2,4),(3,1,1,1),(3,1,1,2),(3,1,1,3),(3,1,2,2),(3,1,3,4),(3,2,2,4),(3,2,2,5)
			SMQ(s,g,t)....(s,g,t)=(1,1,4),(1,2,5),(2,1,1),(2,1,2),(2,1,3),(2,1,4),(2,2,5),(3,3,1)
			MWQ(g,t)....(g,t)=(1,1),(1,2),(1,3),(1,4)
			MDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(1,1,2),(1,2,3),(1,2,5)
	-10	-10	WDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(1,1,1),(1,1,2),(1,2,5),(2,1,1),(2,1,4),(3,1,1),(3,1,3),(3,1,5),(3,2,4)
			DCQ(g,d,c,t)....(g,d,c,t)=(1,1,1,5),(1,1,2,1),(1,1,3,1),(1,1,3,2),(1,1,3,3),(1,1,3,4),(1,1,3,5),(1,2,2,4),(1,2,3,5),(2,1,1,1),(2,1,1,2),(2,1,1,3),(2,1,2,2),(2,1,3,1),(2,1,3,2),(2,1,3,3),(2,1,3,4),(2,1,3,5),(2,2,2,4),(3,1,1,1),(3,1,1,2),(3,1,1,3),(3,1,2,2),(3,1,3,4),(3,2,2,4),(3,2,2,5)
			SMQ(s,g,t)....(s,g,t)=(1,1,4),(1,2,5),(2,1,1),(2,1,2),(2,1,3),(2,1,4),(2,2,5),(3,1,1)
			MWQ(g,t)....(g,t)=(1,1),(1,2),(1,3),(1,4),(1,5)
			MDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(1,1,2),(1,1,4),(1,2,5)
	5	-10	WDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(1,1,2),(1,2,5),(2,1,4),(2,2,4),(3,1,1),(3,1,3),(3,1,5),(3,2,4)
			DCQ(g,d,c,t)....(g,d,c,t)=(1,1,1,5),(1,1,2,1),(1,1,2,2),(1,1,3,1),(1,1,3,2),(1,1,3,3),(1,1,3,4),(1,1,3,5),(1,2,2,4),(1,2,3,5),(2,1,1,1),(2,1,1,2),(2,1,1,3),(2,1,2,2),(2,1,3,1),(2,1,3,2),(2,1,3,3),(2,1,3,4),(2,1,3,5),(2,2,2,4),(3,1,1,1),(3,1,1,2),(3,1,1,3),(3,1,2,2),(3,2,2,4),(3,2,2,5)
			SMQ(s,g,t)....(s,g,t)=(1,1,4),(1,2,5),(2,1,1),(2,1,2),(2,1,3),(2,1,4),(2,2,5),(3,1,1)
			MWQ(g,t)....(g,t)=(1,1),(1,2),(1,3),(1,4),(1,5)
			MDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(1,1,3),(1,1,4),(1,2,3),(1,2,5)
	10	-10	WDQ(g,d,t)....(g,d,t)=(1,1,2),(1,2,5),(2,1,4),(2,2,4),(3,1,1),(3,1,3),(3,1,5)
			DCQ(g,d,c,t)....(g,d,c,t)=(1,1,1,5),(1,1,2,1),(1,1,2,2),(1,1,3,1),(1,1,3,2),(1,1,3,3),(1,1,3,4),(1,1,3,5),(1,2,2,4),(1,2,3,5),(2,1,1,1),(2,1,1,2),(2,1,1,3),(2,1,2,2),(2,1,3,1),(2,1,3,2),(2,1,3,3),(2,1,3,4),(2,1,3,5),(2,2,2,4),(3,1,1,1),(3,1,1,2),(3,1,1,3),(3,1,2,2),(3,2,2,4)

 و  
 زنجیره‌های  
 تولید

پژوهش حاضر از لحاظ رویکرد عملیاتی، موضوع‌هایی را مدنظر قرار داده است که عموماً تمام شرکت‌های تولیدی حاضر در یک زنجیره تأمین با آن مواجه هستند (برای مثال، تعادل در گردش کالا و مواد، موجودی احتیاطی، ظرفیت تسهیلات و راه‌اندازی تجهیزات و توزیع‌کننده، می‌تواند استاندارد هر زنجیره تولیدی باشد)؛ از طرف دیگر، در رویکرد مالی موضوع‌هایی در نظر گرفته شده است که عموماً در ارتباط با صورت‌های مالی هستند؛ به عبارت دیگر، تمام موجودیت‌های یک زنجیره تأمین دارای صورت‌های مالی بوده و با موضوع‌های مدیریت وجه نقد و ساختار سرمایه مواجه هستند. از آنجاکه موارد اشاره‌شده در رویکرد عملیاتی و مالی جزء لاینفک زنجیره‌های تولیدی مختلف است، می‌توان استدلال کرد که مدل‌سازی صورت‌گرفته در این مطالعه، برای بسیاری از شرکت‌های تولیدی دارای زمینه تخصصی فناوری‌محور، قابلیت کاربرد

دارد. زنجیره‌های تأمین مرتبط با این صنایع عموماً از منظر پارامترها، متغیرها، عناصر موجود در زنجیره و سطوح زنجیره شباهت‌های بسیاری به یکدیگر دارند؛ از سوی دیگر در زنجیره تأمین این صنایع عمدتاً تعداد تأمین‌کنندگان، توزیع‌کنندگان و مشتریان محدود است و از دو یا سه موجودیت فراتر نیستند. برای نمونه، صنایع پتروشیمی عموماً مواد اولیه خود را از پالایشگاه‌های نفت یا شرکت‌های گاز تأمین می‌کنند که تعداد این پالایشگاه‌ها در هر کشوری در محدوده دو یا سه پالایشگاه نوسان دارد. به همین ترتیب این موضوع برای تعداد توزیع‌کننده و مشتری نیز صادق است؛ بنابراین با توجه به محدود بودن موجودیت‌های حاضر در این قبیل زنجیره‌ها در شرایط واقعی، طراحی مدل برای حالت‌هایی با تعداد متکثر از موجودیت‌ها ضرورت نداشته و اصولاً مدل برای این حالت طراحی نشده است؛ از این رو این مورد جزو اهداف این پژوهش قرار نداشته است؛ اما می‌تواند در پژوهش‌های آینده بررسی شود؛ با این حال باید عنوان کرد که افزایش ابعاد مدل جزو محدودیت‌های این مدل و اساساً هر مدل دیگری محسوب می‌شود.

برای ارزیابی قابلیت کاربرد مدل ارائه‌شده، تحلیل حساسیت نیز روی پارامترهای مهم در مدل انجام شده است که این امر نشان می‌دهد تغییرپذیری مدل نسبت به پارامترها در حد قابل قبول بوده و اهداف مطالعه را محقق ساخته است.

#### ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مطالعه حاضر یک زنجیره تأمین چهارسطحی در دو سطح تصمیم‌گیری راهبردی و فنی، طراحی کرده و فارغ از نگاه‌های جداگانه به زنجیره تأمین و بهینه‌سازی‌های معمول، تفکر سیستمی و چارچوب کل‌گرا را بر کل مدل حاکم کرده است. این پژوهش، ابعاد عملیاتی (تعادل در جریان‌ات کالا میان تسهیلات، ظرفیت‌های تسهیلات، راه‌اندازی ماشین‌آلات و تجهیزات و توزیع‌کنندگان و همچنین موجودی کالای احتیاطی) و مالی (مدیریت وجه نقد، مدیریت درآمد، هزینه، بهای تمام‌شده کالا و ساختار سرمایه) را در نظر گرفته و یکپارچه کرده است؛ همچنین این پژوهش چندمحصولی و چنددوره‌ای بود و مقادیر پارامترها در شرایط قطعی نیز تعیین شد؛ بنابراین با توجه به لحاظ کردن موارد اشاره‌شده، دیدگاه گسترده‌تر و دقیق‌تری را نسبت به مطالعات پیشین ارائه کرده و مدل‌سازی خود را به صورت یک مدل عمومی برای شرکت‌های مختلف تولیدی اجرا کرده است. این پژوهش هدف خود را از بهینه‌سازی‌های معمول که عمدتاً سود و یا هزینه را در نظر می‌گیرند، به حداکثرسازی تغییرات حقوق صاحبان سهام تغییر داده است؛ بنابراین با توجه به نمودار ۱، مزیت این پژوهش نسبت به سایر مطالعات آن است که ۱. رویکردهای مالی و عملیاتی به صورت همزمان در نظر گرفته شده است؛ ۲. در بررسی اهداف، دیدگاه‌های کوتاه‌مدت و پرنقص (مانند صرفاً تابع سود) کنار گذاشته شده است؛ ۳. تفکر سیستمی در سطوح زنجیره تأمین لحاظ و دیدگاه کل‌گرا پوشش داده شده است و ۴. با انتخاب موارد

مختلف، وسعت دادن به تحلیل‌ها و دقیق کردن ارتباطات صورت‌های مالی (برای مثال در مقایسه با مطالعه رضانی و همکاران (۲۰۱۳))، مدل سازی دقیق تر و واقعی تر شده است. از این رو می توان استدلال کرد که در نظر گرفتن این عوامل باعث بهبود مدیریت صحیح زنجیره تأمین و کارایی زنجیره می شود. در این راستا، برای آزمون مدل و نشان دادن توانمندی مدل تدوین شده، رویکرد جدید (ابعاد عملیاتی و مالی) با رویکرد سنتی (بعد عملیاتی) مقایسه شد و اعتبارسنجی بر اساس داده‌های عددی و تصادفی، صورت پذیرفت. نتایج آزمون رویکرد جدید (معیارهای نمودارهای شماره‌های ۱ و ۲ را در خود دارد) نشان داد که میزان افزایش در تغییرات حقوق صاحبان سهام بیشتر از میزان کاهش در مقدار سود است و این موضوع نشان دهنده توانمندی رویکرد جدید در تقابل با رویکرد سنتی است؛ همچنین برخی از متغیرها در رویکرد جدید نسبت به رویکرد سنتی مقایسه شد. برای مثال، در ترکیب ساختار سرمایه شرکت در رویکرد جدید، میانگین بدهی‌ها طی دوره‌های مدنظر در مدل ریاضی، کاهش یافته است و این مهم حکایت از کاهش ریسک مالی در شرکت دارد. در همین راستا تحلیل حساسیت انجام شده حاکی از پایداری و قوت مدل سازی انجام شده است؛ زیرا میزان نوسانات پارامترهای بررسی شده تقریباً به میزان اعمال تغییر در پارامتر است. این مطالعه به مدیران شرکت‌ها و سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا در تصمیم‌گیری‌ها دیدگاه جامعی نسبت به موضوع‌های دخیل در مدیریت زنجیره تأمین پیدا کنند و برای کسب مزیت رقابتی پایدار، شرایط مساعدی را فراهم می‌آورد. در نظر گرفتن عدم قطعیت در مدل، بررسی سایر اهداف مالی به‌طور هم‌زمان، لحاظ کردن ریسک‌های مالی و تجاری در محدودیت‌ها و آزمون مدل بر اساس داده‌های واقعی می‌توانند به‌عنوان پیشنهاد برای پژوهش‌های آینده لحاظ شوند.

## منابع

1. Agami, N., Saleh, M., Rasmy, M. (2012). A Hybrid dynamic framework for supply chain performance improvement. *IEEE Systems Journal*, 6(3), 469-478.
2. Applequist, G. E., Pekny, J. F., Reklaitis, G. V. (2000). Risk and uncertainty in managing chemical manufacturing supply chains. *Computers and Chemical Engineering*, 24, 2211-2222.
3. Badell, M., Romero, J., Huertas, R., Puigjaner, L. (2004). Planning, scheduling and budgeting value-added chains. *Computers & Chemical Engineering*, 28, 45-61.
4. Baumol, W. J. (1952). The transactions demand for cash: An inventory theoretic approach. *Quantitative Journal of Economy*, 66(4), 545-556.
5. Beamon, B. M. (1998). Supply chain design and analysis: Models and methods. *International Journal of Production Economics*, 55, 281-294.
6. Blanchard, D. (2010). *Supply Chain Management Best Practices*. New Jersey: John Wiley & Sons.
7. Charnes, A., Cooper, W. W., Ijiri, Y. (1963). Breakeven budgeting and programming to goals. *Journal of Accounting Research*, 1(1), 16-43.
8. Christopher, M. (2005). *Logistics and Supply Chain Management: Creating Value-Adding Networks*. London, U.K.: FT Prentice-Hall.
9. Ellram, L. M., Cooper, M. C. (2014). Supply chain management: it's all about the journey, not the destination. *Journal of Supply Chain Management*, 50(1), 8-20.
10. Howard, B. B., Upton, M. (1953). *Introduction to business finance*. New York: McGraw-Hill.
11. Giunipero, L. C., Hooker, R. E., Matthews, S. J., Yoon, T. E., Brudvig, S. (2008). A decade of SCM literature: past, present, and future implications. *Journal of Supply Chain Management*, 44(4), 66-86.
12. Grossmann, I. E. (2004). Challenges in the new millennium: Product discovery and design, enterprise and supply chain optimization, global life cycle assessment. *Computers and Chemical Engineering*, 29, 29-39.
13. Guillen, G., Badell, M., Espuna, A., Puigjaner, L. (2006). Simultaneous optimization of process operations and financial decisions to enhance the integrated planning/scheduling of chemical supply chains. *Computers and Chemical Engineering*, 30, 421-436.
14. Gunasekaran, A., Patel, A., Mcgaughey, R. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*, 87(3), 333-347.
15. Kalantari, M., Pishvae, M., Yaghoubi, S. (2015). A multi objective model integrating financial and material flow in supply chain master planning. *Industrial Management Prespective*, 19, 9-31. (In Persian)
16. Kardan, B., Vadiei, M., Rostami, A. (2016). Application of fuzzy regression in explaining the relationship between supply chain and financial practice. *Industrial Management Prespective*, 20, 119-141. (In Persian)
17. Kozlenkova, V., Hult, T. M., Lund, D. J., Mena, J. A., Kekec, P. (2015). The role of marketing channels in supply chain management. *Journal of Retailing*, 91(4), 586-609.

18. Lainez, J. M., Gosalbez, G. G., Badell, M., Espuna, A., Puigjaner, L. (2007). Enhancing corporate value in the optimal design of chemical supply chains. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 46(23), 7739-7757.
19. Láinez, J. M., Puigjaner, L., Reklaitis, G. V. (2009). Financial and financial engineering considerations in supply chain and product development pipeline management. *Computers and Chemical Engineering*, 33, 1999-2011.
20. Láinez, J. M., Reklaitis, G. V., Puigjaner, L. (2010). Linking marketing and supply chain models for improved business strategic decision support. *Computers and Chemical Engineering*, 34, 2107-2117.
21. Laseter, T., Oliver, K. (2003). When will supply chain management grow up? [www.manageris.com/files/articles/when\\_supply\\_chain\\_grow\\_up.pdf](http://www.manageris.com/files/articles/when_supply_chain_grow_up.pdf).
22. Lerner, E. M. (1968). Simulating a cash budget. *California Management Reviews*, 11(2), 79-86.
23. Lin, C. C., Wang, T. H. (2011). Build-to-order supply chain network design under supply and demand uncertainties. *Transportation Research Part B: Methodological*, 45(8), 1162-1176.
24. Longinidis, P., Georgiadis, M. C. (2011). Integration of financial statement analysis in the optimal design of supply chain networks under demand uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 129, 262-276.
25. Melo, M. T., Nickel, S., Saldanha-da-Gama, F. (2009). Facility location and supply chain management—a review. *European Journal of Operational Research*, 196(2), 401-412.
26. Miller, M. H., Orr, R. A. (1966). Model of the demand for money by firms. *Quantitative Journal of Economy*, 80(3), 413.
27. Mohammadi, A., Abbasi, A., Alimohammadlou, M., Eghtesadifard, M., Khalifeh, M. (2017). Optimal design of a multi-echelon supply chain in a system thinking framework: An integrated financial-operational approach. *Computers & Industrial Engineering*, 114, 297-315.
28. Moussawi-Haidar, L., Jaber, M. Y. (2013). A joint model for cash and inventory management for a retailer under delay in payments. *Computers & Industrial Engineering*, 66, 758-767.
29. Orgler, Y. E. (1969). An unequal-period model for cash management decisions. *Management Science*, 20(10), 77-92.
30. Orgler, Y. E. (1970). *Cash management*. California: Wadsworth.
31. Otto, A., Kotzab, H. (2003). Does supply chain management really pay? Six perspectives to measure the performance of managing a supply chain. *European Journal of Operational Research*, 144(2), 306-320.
32. Protopappa-Sieke, M., Seifert, R. W. (2010). Interrelating operational and financial performance measurements in inventory control. *European Journal of Operational Research*, 204, 439-448.
33. Qurani, F., Amiri, M., Olfat, L., Kazazi, A. (2016). Designing a model for agility of the supply chain and considering the effects of their dimensions on supply chain function. *Industrial Management Prespective*, 20, 9-39. (In Persian)
34. Ramezani, M., Kimiagari, A. M., Karimi, B. (2014). Closed-loop supply chain network design: a financial approach. *Applied Mathematical Modeling*, 38(15/16), 4099-4119.
35. Robichek, A. A., Teichroew, D., Jones, J. M. (1965). Optimal shortterm financing decision. *Management Science*, 12(2), 1-36.

36. Shah, N. (2005). Process industry supply chains: Advances and challenges. *Computers and Chemical Engineering*, 29, 1225-1235.
37. Shapiro, J. F. (2004). Challenges of strategic supply chain planning and modeling. *Computers and Chemical Engineering*, 28(6-7), 855-861.
38. Srinivasan, V., Kim, Y. H. (1986). Deterministic cash flow management: state of the art and research directions. *Omega*, 14(2), 145-166.
39. Venugopalan, J., Sarath, V. S., Pillai, R. J., Krishnan, S. A., Anbuudayasankar, S. P. (2014). Analysis of Decision Models in Supply Chain Management. *Procedia Engineering*, 97, 2259-2268.
40. Yi, G., Reklaitis, G. V. (2004). Optimal design of batch-storage network with financial transactions and cash flows. *AIChE J*, 50, 2849-2865.
41. Zacharia, G., Sanders, N., Fugate, B. S. (2014). Evolving functional perspectives within supply chain management. *Journal of Supply Chain Management*, 50(1), 73-88.