

طراحی عملیاتی و مالی سیستم زنجیره تأمین چندسطحی در سطوح تصمیم‌گیری راهبردی و تاکتیکی

علی محمدی¹، مجتبی خلیفه^{2*}، مسلم علی محمدلو³، عباس عباسی⁴،
محمود اقتصادی‌فرد⁵

- 1- استاد، بخش مدیریت، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
- 2- دکتری مدیریت سیستم‌ها، بخش مدیریت، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
- 3- دانشیار، بخش مدیریت، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
- 4- دانشیار، بخش مدیریت، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
- 5- استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شیراز، شیراز، ایران

پذیرش: 1396/10/9

دریافت: 1395/8/10

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، طراحی یک شبکه زنجیره تأمین چهار سطحی با در نظر گرفتن تفکر سیستمی و کل‌گرا، در راستای پوشش دادن سه بخش است. بخش اول، در سطوح تصمیم‌گیری تاکتیکی و راهبردی، ملاحظات مالی را در کنار ملاحظات عملیاتی - برخلاف اندک مطالعات گذشته - در نظر گرفته و در قالب مدل‌سازی ریاضی، ابعاد مالی و عملیاتی را یکپارچه ساخته است. بخش دوم، مدل ریاضی را با رویکردی جدید و بر اساس ارزش شرکت بهینه کرده و این رویکرد را با رویکردهای سنتی که صرفاً به دنبال حداقل کردن زیان یا حداکثر کردن سود هستند، مقایسه و ارزیابی نموده است. در بخش سوم، دو هدف ارزش شرکت و تغییرات حقوق صاحبان سهام به‌طور هم‌زمان مدنظر قرار گرفته و با به‌کارگیری برنامه‌ریزی فازی - آرمانی بین دو هدف مصالحه برقرار شده است. همچنین با

توجه به اهمیت نوسانات قیمت و تقاضا در زنجیره تأمین، تحلیل حساسیت روی آن‌ها انجام و تغییراتشان بر توابع هدف و ضریب مصالحه به‌طور همزمان نشان داده شده است. این مطالعه جهت مدل‌سازی ریاضی و حل مدل از نرم‌افزار GAMS 24 و حل‌کننده CPLEX استفاده کرده است. نتایج این مطالعه حاکی از اهمیت نقش رویکرد مالی و ادغام رویکرد عملیاتی و مالی در راستای اهداف زنجیره تأمین و کسب مزیت رقابتی پایدار، ارائه تحلیل مناسب از نقایص دیدگاه‌های سنتی (که فارغ از نگاه مالی، رویکرد کل‌گرا و یکپارچه به زنجیره تأمین بوده است) و ارائه مصالحه مناسب میان اهداف چندگانه است.

واژگان کلیدی: سیستم زنجیره تأمین چند سطحی؛ مدل‌سازی ریاضی؛ رویکرد عملیاتی؛ رویکرد مالی؛ برنامه‌ریزی آرمانی فازی.

1- مقدمه

امروزه، سیستم‌های آمادی¹ و در نگاهی کلی‌تر، مدیریت زنجیره تأمین² تقریباً یک‌سوم ارزش‌افزوده کالا یا خدمات را در زنجیره‌های تأمین به خود اختصاص می‌دهند و تأثیر بسزایی در کسب مزیت رقابتی در بازار آزاد، حداقل کردن هزینه یا حداکثر کردن سود و به‌طور کلی، موفقیت سازمان‌ها دارند [1، صص 3-4؛ 2، ص 186]. در واقع، طراحی شبکه آمادی به‌عنوان بخشی از برنامه‌ریزی زنجیره تأمین نقش مؤثری در اهداف زنجیره و کارایی آن بازی می‌کند [3، ص 44]. در همین راستا، محققان دانشگاهی نیز موافق این موضوع هستند که شرکت‌هایی که زنجیره تأمین خود را به‌خوبی مدیریت نمی‌کنند، مسائل و مشکلات مالی در تمام بخش‌های آن‌ها رخ می‌کند [4، ص 586]. در واقع، در مدیریت زنجیره تأمین، جریان مالی نیز همانند جریان فیزیکی محصول وجود داشته و زنجیره مالی می‌تواند موجبات رشد، بقا یا نابودی زنجیره تأمین را فراهم سازد. در سال 2013، در گزارشی از بلانچارد در سایت اینداستری‌ویک³ طرح شده است که در بسیاری از موارد، با توجه به یکپارچگی

1. Logistic.

2. Supply Chain Management (SCM).

3. Industry Week.

زنجیره تأمین فیزیکی و مالی، ضعف در یکی از زنجیره‌ها (مواردی مانند تقاضا و ریسک) باعث می‌شود که هر دو زنجیره تهدید شوند. همچنین در سال 2011، در گزارشی از شکتل¹ در سایت اینداستری‌ویک گفته شده که در حال حاضر، مدیریت سرمایه در گردش برای بسیاری از شرکت‌ها از اولویت بالایی برخوردار است و این مهم باعث شده که آن‌ها موضوعات مالی را در زنجیره تأمین در نظر گیرند [5]. علیرغم اهمیت موضوعات اشاره‌شده، ملاحظه می‌شود تلفیق جریان‌های مالی و جریان‌های فیزیکی محصول در مدیریت زنجیره تأمین بسیار کم اتفاق افتاده و تحقیقات اندکی در این خصوص انجام شده است [6، صص 421-436؛ 7، صص 1999-2011؛ 8، صص 401-412؛ 9، صص 4099-4119].

در کنار ضعف موجود در یکپارچه‌سازی جریان‌های فیزیکی و مالی، اکثر شرکت‌هایی که هم‌اکنون در حال فعالیت در بازارهای مختلف هستند، سیستم‌های مدیریت زنجیره تأمینشان به صورت مسیره‌های جداگانه عمل کرده و صرفاً بخشی از متغیرهای تصمیم - و آن‌هم در قالب حداکثر کردن سود یا حداقل نمودن زیان - بهینه شده‌اند. بنابراین، با این شیوه، روابط تلفیقی و یکپارچه اتفاق نمی‌افتد [6، صص 423]؛ لذا دیدگاه‌های سنتی بهینه‌سازی تاکنون قادر به ارائه دیدگاه کل‌گرا و کاملی نبوده‌اند [6، صص 423؛ 10، صص 7739]. از این رو، شرکت‌ها زمانی می‌توانند در فضای رقابتی بازار باقی بمانند که راهکارهای مختلف عملیاتی خود را بر مبنای اهداف بلندمدت، مانند افزایش ارزش شرکت و حقوق صاحبان سهام، ارائه و ارزیابی کنند [7، صص 1999] و بتوانند از مشکلات و معایب سود یا هزینه‌های حسابداری دوری جویند.

با توجه به آنچه گفته شد، مسئله و سؤال اصلی این پژوهش آن است که نظر به اهمیت زنجیره تأمین در کسب موفقیت و مزیت رقابتی، لزوم ایجاد تفکر سیستمی و کل‌گرا در طول زنجیره تأمین، ضرورت در نظر گرفتن ملاحظات مالی و عملیاتی به‌طور همزمان و یکپارچه، و توانمندی اهداف ارزش و حقوق صاحبان سهام در مقابل سود و اجتناب از ضعف‌های ذاتی سود، چگونه می‌توان مدلی ریاضی تدوین کرد که موارد اشاره‌شده را لحاظ کرده و اهداف خود را بهینه کند. از این رو، بخش

1. Shecterle.

اول این مطالعه به دنبال آن است که در سطح تصمیم‌گیری راهبردی و تاکتیکی و با لحاظ چارچوبی کل‌گرا و سیستمی، دو بعد مالی (مدیریت وجه نقد، مدیریت ریسک و ساختار سرمایه) و عملیاتی (تعادل در جریان کالا، ظرفیت تسهیلات و راه‌اندازی تجهیزات، ماشین‌آلات جدید و مراکز توزیع جدید) را در یک زنجیره تأمین چهار سطحی مدل‌سازی و یکپارچه کرده و نقایص اندک مطالعات گذشته را نیز اصلاح و تکمیل کند. این پژوهش در بخش دوم خود، رویکرد سنتی (در نظر گرفتن بعد عملیاتی صرف و با هدف بهینه کردن سود) و رویکرد جدید (در نظر گرفتن همزمان ابعاد عملیاتی و مالی، یکپارچه‌سازی آن‌ها و با هدف بهینه کردن ارزش شرکت) با یکدیگر مقایسه می‌کند و کارایی رویکرد جدید با اهداف بلندمدت ارزش شرکت و حقوق صاحبان سهام را نشان می‌دهد. همچنین در بخش سوم، اهداف ارزش شرکت و حقوق صاحبان سهام به‌طور همزمان در رویکرد جدید با به‌کارگیری برنامه‌ریزی آرمانی فازی، مدیریت و بهینه شده است و تحلیل حساسیت می‌شود.

2- پیشینه پژوهش

مدیریت زنجیره تأمین به دنبال آن است که در راستای افزایش کارکرد رقابتی شرکت، وظایف داخلی شرکت را با یکدیگر یکپارچه سازد و آن‌ها را به شیوه‌ای مؤثر با عملیات بیرونی (تأمین‌کنندگان، مشتریان و...) پیوند دهد [11، ص 328]. هماهنگی در فعالیت بازیگران مختلف در سیستم زنجیره تأمین - به‌خصوص در سطح موسسه - از اهمیت خاصی برخوردار است که جهت تحقق این مهم، تلفیق و یکپارچه‌سازی جنبه‌های آمادی و ساخت با تصمیمات مالی و راهبردی کسب‌وکار به‌شدت مورد نیاز است [12، ص 2212؛ 13، ص 1229]. بنابراین، محیط پر چالش کسب‌وکار باعث شده است که مدیران شرکت‌ها ابعاد مالی را در تصمیم‌گیری‌های خود در نظر بگیرند و به‌شدت به دنبال افزایش ثروت سهامداران باشند. در محاسبه ارزش سهامداران شرکت، موضوعات مهم و پیچیده‌ای باید مدنظر قرار گیرد. ارزش سهامداران شرکت از طریق حداکثرسازی ارزش شرکت بهبود می‌یابد. بسیاری از صاحب‌نظران روی نظر بوفت [14] اتفاق نظر دارند که ارزش یک کسب‌وکار از طریق ارزش فعلی

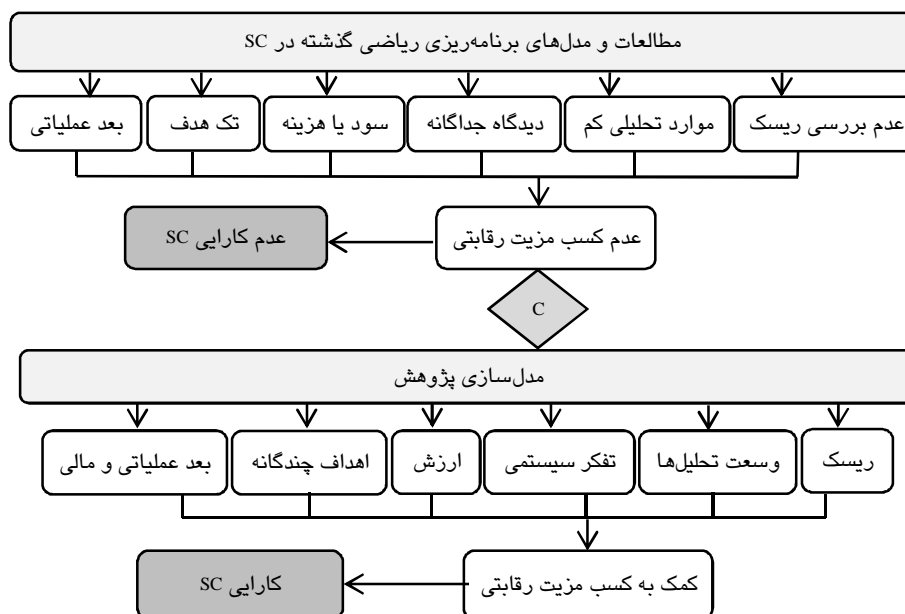
جریان‌های نقدی آزاد¹ عملیات روزمره آن تعیین می‌شود؛ بنابراین، چالش پیش روی مدیران این است که راهبردهایی را شناسایی کنند تا جریان نقدی آزاد را بهبود بخشند [7، ص 2001]. همچنین گیولن و همکاران و لائینز و همکاران بیان می‌کنند کنترل مؤثر وجه نقد یکی از مهم‌ترین عوامل برای مدیریت مالی موفق است؛ چراکه وجه نقد عاملی است که سازمان را سرپا نگه می‌دارد و گردش مناسب آن در کل سازمان مبنایی برای جلوگیری از ورشکستگی سازمان و تسویه بدهی‌ها است [6، صص 421-436؛ 7، صص 1999-2011]. در ادامه تلاش می‌شود تعدادی از مطالعاتی که در این خصوص انجام شده است، به صورت مختصر ارائه شود.

بدل و همکاران چارچوبی ارائه کردند که در آن مدیریت جریان نقدی قطعی با یک الگوریتم زمان‌بندی تلفیق و با استفاده از برنامه‌ریزی خطی صحیح ترکیبی فرمول‌بندی شد؛ در نهایت، بودجه نقدی که شامل تمام جنبه‌های مدیریت جریان نقدی شرکت است، تعیین می‌شود [15، صص 45-61]. گیولن و همکاران برنامه‌ریزی یکپارچه‌ای از زنجیره تأمین مواد شیمیایی ارائه نمودند که با شبکه‌های توزیع چندمحصولی و چندمرحله‌ای مشخص شده‌اند. مدل‌سازی انجام شده در این تحقیق و نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در سیستم‌های مدیریت سازمان که مدل‌های مالی را با حوزه‌های عملیاتی تلفیق می‌کند، یک راهبرد مفهومی جدید باید به عنوان یک الزام در نظر گرفته شود [6، صص 421-436]. لائینز و همکاران به طراحی و مقاوم‌سازی زنجیره‌های تأمین شیمیایی پرداختند و چارچوب جدیدی جهت در نظر گرفتن ملاحظات مالی در زنجیره تأمین ارائه نمودند. در این تحقیق، از تکنیک‌های مدل‌سازی برنامه‌ریزی خطی صحیح ترکیبی برای برنامه‌ریزی سرمایه‌گذاری راهبردی استفاده شده که در آن ملاحظات مالی مدنظر قرار گرفته است [10، صص 7739-7757]. همای و همکاران در بستری که کارخانه استقرار نیافته است، به ارائه مدلی ریاضی برای طراحی زنجیره‌های تأمین پرداختند. هدف آن‌ها طراحی و مدل‌سازی یک زنجیره تأمین تاکتیکی و راهبردی بود که روی تصمیمات آمادی محل فعالیت، انتخاب فناوری، انتخاب تأمین‌کننده و... تمرکز کند و از طرف دیگر، تصمیمات مالی مانند

1. Discounted Free Cash Flow (DFCF).

قیمت‌گذاری انتقال، تخصیص هزینه‌های انتقال و... مدنظر قرار گیرد [16، صص 351-365]. رمضانی و همکاران زنجیره تأمین حلقه بسته¹ را طراحی کردند و در آن رویکردهای عملیاتی و مالی را در کنار هم در نظر گرفتند. این مدل تصمیمات راهبردی را همانند تصمیمات تاکتیکی تعیین می‌کند و اصلی‌ترین کمک این تحقیق، ترکیب جنبه‌های مالی و مجموعه‌ای از محدودیت‌های بودجه‌ای است. آن‌ها رویکردهای سنتی را با رویکرد مالی خود مقایسه می‌کنند و نتیجه می‌گیرند که رویکرد سنتی منجر به تغییرات کمتری در حقوق صاحبان سهام در ارتباط با رویکرد مالی می‌شود [9، صص 4099-4119].

بنابراین با توجه به مبانی نظری و پیشینه تحقیق اشاره‌شده، نمودار شماره 1 خلأ مطالعات در حوزه زنجیره تأمین را نشان می‌دهد و این مطالعه تلاش می‌کند تا در راستای نیل به اهداف خود، نقایص مطالعات گذشته را برطرف نماید.

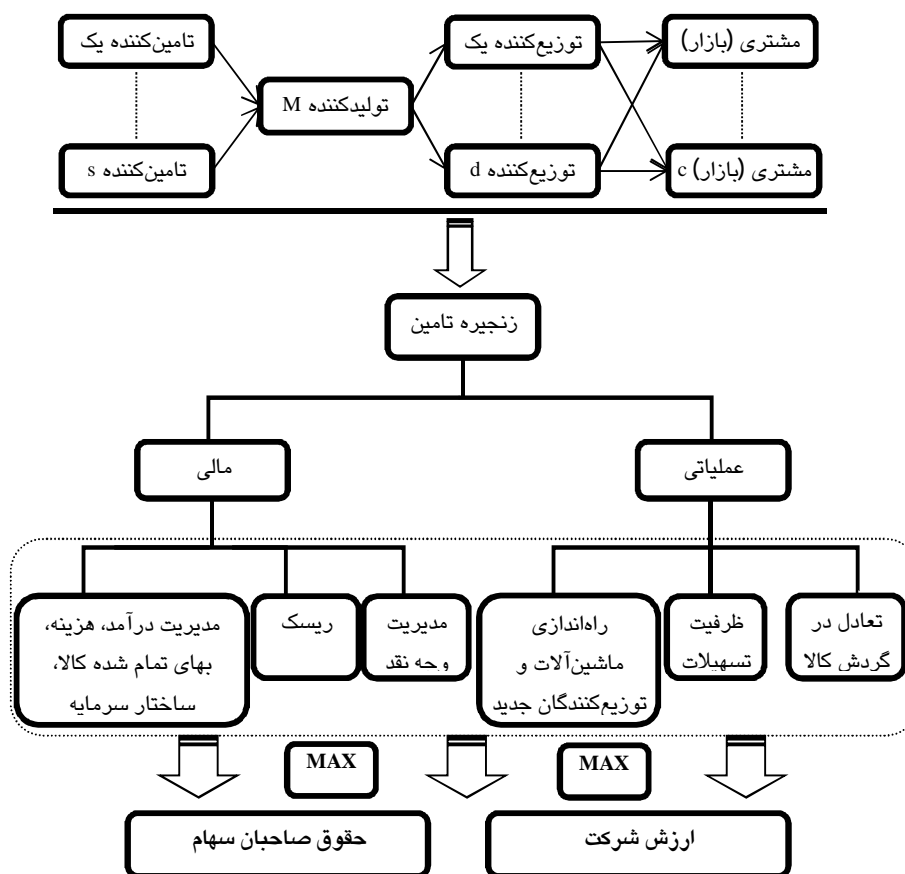


نمودار 1 مقایسه مطالعات گذشته با مطالعه انجام‌شده (محقق ساخته)

1. Closed-Loop Supply Chain.

3- روش شناسی پژوهش

مدل مفهومی پژوهش در قالب نمودار شماره 2 ارائه می‌شود. این مطالعه بر اساس تفکر سیستمی، در دو سطح راهبردی و تاکتیکی، رویکرد عملیاتی و مالی را مدل‌سازی نموده و یکپارچه می‌نماید. در این پژوهش، مدل‌سازی انجام‌شده تک‌محصولی و چنددوره‌ای و چندهدفه است. محل‌های تأمین‌کنندگان و مشتریان ثابت و محل ماشین‌آلات و تجهیزات شرکت و همچنین توزیع‌کنندگان به صورت بالقوه، انتخاب و مقادیر مؤلفه‌ها در شرایط قطعی نیز تعیین می‌شوند.



نمودار 2 الگوی مفهومی مدل‌سازی ریاضی (محقق ساخته)

بنابراین با توجه به نمودار شماره 2، سؤالات پژوهش به شرح زیر ارائه می‌شوند:

1- چگونه می‌توان با توجه به مفروضات مدل پژوهش، زنجیره تأمین طراحی کرد که در بعد عملیاتی تعادل در گردش کالا، ظرفیت تأمین‌کنندگان، تولیدکننده، تسهیلات و مراکز توزیع و همچنین راه‌اندازی مراکز توزیع جدید و ماشین‌آلات و تجهیزات جدید را در نظر گیرد؟

2- چگونه می‌توان با توجه به مفروضات مدل پژوهش، زنجیره تأمین طراحی کرد که در بعد مالی مدیریت وجه نقد، مدیریت ریسک، مدیریت ساختار سرمایه، درآمد و هزینه را در نظر گیرد؟

3- چگونه می‌توان با توجه به مفروضات مدل پژوهش، یکپارچه‌سازی را در ابعاد عملیاتی و مالی زنجیره تأمین پیاده‌سازی کرد؟

4- چگونه می‌توان مدل پژوهش را بر اساس اهداف بلندمدت مانند ارزش و حقوق صاحبان سهام تدوین کرد و آزمود؟

5- آیا رویکردهای جدید در طراحی و مدل‌سازی زنجیره تأمین در مقابل رویکردهای سنتی، توانمندی و قابلیت‌های مناسب‌تر و اثربخش‌تری را ارائه می‌کنند؟

3-1- مدل‌سازی ریاضی

طراحی زنجیره تأمین از جمله مسائل زیرساختاری است که سطوح تصمیم‌گیری راهبردی و تاکتیکی را در بر می‌گیرد [17، ص 132؛ 18، ص 297]. هر یک از عوامل اشاره شده حاوی متغیرها و مؤلفه‌های بسیاری هستند که در راستای بهینه نمودن اهداف، تحت جدول 1 آمده‌اند. در همین راستا، بعدهای عملیاتی، مالی و یکپارچه‌سازی این دو بعد و همچنین توابع هدف معرفی می‌شوند.

جدول 1 مؤلفه‌ها و متغیرهای مدل‌سازی ریاضی

متغیرهای تصمیم		مجموعه	
BFA_{t}	افزایش خرید دارایی‌های ثابت در دوره t	S	مجموعه تأمین‌کنندگان
BSE_{kt}	وجه کل اوراق بهاداری که در دوره t سرمایه‌گذاری شده است و در دوره k به دست می‌آید	G	مجموعه محصولات
$Cash_t$	وجه نقد در دوره t	D	مجموعه توزیع‌کنندگان
$CashE_t$	وجه نقد در پایان دوره t	C	مجموعه مشتریان
$cline_t$	بدهی بلندمدت در دوره t	T, K	مجموعه دوره‌های زمانی
$cline_t^S$	بدهی کوتاه‌مدت در دوره t	متغیرهای دودویی	
CPS_t	بهای تمام‌شده کالای فروش رفته در پایان دوره t	W_t	اگر ظرفیت تسهیلات در دوره t افزایش یابد، یک و در غیر این صورت، صفر
$CuAsset_t$	دارایی‌های جاری در پایان دوره t	Y_{dt}	اگر توزیع‌کننده d در دوره t دایر شود، یک و در غیر این صورت، صفر
CVM	ارزش شرکت در پایان افق برنامه‌ریزی	نمادهای یونانی	
DCO_{dct}	میزان محصولی که از توزیع‌کننده d به بازار c در دوره t می‌رود	β_β	شاخص ریسک سیستماتیک
$DFCF$	مجموع جریان نقدی آزاد تنزیل شده در پایان افق برنامه‌ریزی	∂_t	درصدی از کل سرمایه که در دوره t حقوق صاحبان سهام وجود دارد
Div_t	سود تقسیمی بین سهامداران در دوره t	δ_t	درصد تقسیم سود بین سهامداران
$EoCash_t$	وجوه دریافتی از فعالیت‌های عملیاتی در دوره t	θ	درصدی از حساب‌های دریافتی که در دوره t تسویه می‌شوند و برای دوره k ضمانت شده است
$equity_t$	حقوق صاحبان سهام در پایان دوره t	α	درصدی از حساب‌های دریافتی که در همان دوره تسویه می‌شوند
$FAsset_t$	دارایی‌های ثابت در پایان دوره t	μ	درصدی از حساب‌های پرداختی کوتاه‌مدت که در دوره t تسویه می‌شوند

متغیرهای تصمیم		مجموعه	
FCF_t	جریان‌ات نقدی آزاد در دوره t	λ	درصدی از حساب‌های پرداختی بلندمدت که در دوره t تسویه می‌شوند
$FDPR_t$	استهلاک انباشته دارایی‌های ثابت در دوره t	φ	تابع عضویت فازی
$FeCost_t$	هزینه استقرار تسهیلات جدید در دوره t	φ_D	تصمیم فازی
$FinCash_t$	خالص وجوه دریافتی حاصل از فعالیت‌های تأمین مالی و بهره‌های پرداختی در دوره t	ω	سطح رضایت اهداف
$HaCost_t$	هزینه هماهنگی در دوره t	مؤلفه‌ها	
IC_t	هزینه بهره در پایان دوره t	BS_{tk}	ضریب فنی برای سرمایه‌گذاری روی اوراق بهادار
$IFAsset_t$	سرمایه‌گذاری روی دارایی‌های ثابت در دوره t	$CashE_t$	وجه نقد اولیه
Inv_t	ارزش موجودی کالا در دوره t	$cline_t^I$	خط اعتباری بلندمدت اولیه
$InvE_t$	ارزش موجودی کالا در پایان دوره t	$cline_t^S$	خط اعتباری کوتاه‌مدت اولیه
$InvCash_t$	خالص فعالیت‌های سرمایه‌گذاری انجام‌شده در دوره t	$cline_t^{Smax}$	حداکثر خط اعتباری کوتاه‌مدت در دوره t
K_{equity}	نرخ بازده مورد انتظار سهامداران	DC_{dt}	کل ظرفیت توزیع‌کننده d در دوره t
$LLoan_t$	ارزش وام بلندمدت از خط اعتباری در دوره t	$demand_{ct}$	تقاضای مشتری c در دوره t
LLY_t	بدهی بلندمدت در پایان دوره t	DR_t	نرخ هزینه استهلاک در دوره t
$LRepay_t$	ارزش بازپرداخت اصل وام بلندمدت در دوره t	$equity_t$	حقوق صاحبان سهام اولیه
$MaCost_t$	هزینه مواد در دوره t	$FAsset_t$	دارایی‌های ثابت اولیه
MCM_t	حاشیه فروش در دوره t	$FCED_{dt}$	هزینه ثابت استقرار مرکز 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
MDO_{dt}	میزان محصولی که از شرکت M به توزیع‌کننده d در دوره t می‌رود	$HCUC_{dt}$	هزینه واحد هماهنگی در انتقال کالا از توزیع‌کننده d به مشتری c در دوره t
$MEBIT_t$	سود قبل از بهره و مالیات در دوره t	$InvE_t$	ارزش موجودی کالای اولیه
$MFFC_t$	هزینه ثابت مالی در دوره t	ir_t^I	نرخ بهره بدهی‌های بلندمدت در دوره t
MSD_t	ارزش کل خالص فروش به توزیع‌کنندگان در	ir_t^S	نرخ بهره بدهی‌های کوتاه‌مدت

متغیرهای تصمیم		مجموعه	
	دوره t		در دوره t
MTI_t	سود مشمول مالیات در دوره t	LLY_t	بدهی بلندمدت اولیه
$MTVC_t$	هزینه متغیر کل کالای در دوره t	MC_t	کل ظرفیت شرکت M در دوره t
MWQ_t	میزان محصولی که از شرکت M به انبار W در دوره t می‌رود	MFL_t	اهرم مالی در دوره t
$Ncline_t$	میزان خالص ارزش مبالغ وام دریافتی و مبالغ پرداختی در بلندمدت در دوره t	$MinCash_t$	حداقل وجه نقدی که بانک الزام می‌کند
$Ncline_s$	میزان خالص ارزش مبالغ وام دریافتی و مبالغ پرداختی در کوتاه‌مدت در دوره t	$MinSAT$	حداقل سطح رضایت مشتری در دوره t
$Nequity_t$	افزایش سرمایه ناشی از سهام عادی در دوره t	MOL_t	اهرم عملیاتی در دوره t
$NequityN_t$	حقوق صاحبان سهام جدید در دوره t	$MPCU_t$	هزینه واحد تولید در شرکت M در دوره t
$NetLia_t$	خالص کل بدهی ابتدای دوره	$MSCU_t$	هزینه واحد نگهداری کالا در انبار W در دوره t
$Nopat_t$	سود خالص عملیاتی پس از کسر مالیات در دوره t	$Other_t$	خالص سایر وجوه نقد به‌دست‌آمده در دوره t
$NSeCash_t$	خالص خرید و فروش اوراق بهادار در دوره t	MVQ_t	هزینه متغیر واحد کالای شرکت M در دوره t
$Pleg_{tk}$	حساب‌های دریافتی که در دوره k ضمانت شده‌اند و در دوره t پرداخت شده است	$price_{dt}$	قیمت واحد فروش 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	R_f	نرخ بازده بدون ریسک
RWQ_t	میزان محصولی که در انبار W در دوره t باقی می‌ماند	R_m	نرخ بازده بازار
$SFAsset_t$	افزایش فروش دارایی‌های ثابت در دوره t	RV	ارزش اسقاط تسهیلات در پایان افق برنامه‌ریزی
$SLoan_t$	ارزش وام کوتاه‌مدت دریافتی از خط اعتباری در دوره t	RWQ_t	موجودی کالای اولیه
SMQ_{st}	میزان موادی که از تأمین‌کننده s در دوره t به شرکت می‌روند	SC_{st}	کل ظرفیت تأمین‌کننده s در دوره t
$SRepay_t$	ارزش بازپرداخت اصل وام کوتاه‌مدت در دوره	Se_t	اوراق بهادار اولیه که در دوره

متغیرهای تصمیم		مجموعه	
t		t تسویه می‌شوند	
SSe_{tk}	وجه کل اوراق بهاداری که در دوره t به فروش می‌رسد و در دوره k تسویه می‌شود	$SMCU_{st}$	هزینه واحد خریداری شده از تأمین‌کننده s در دوره t
$StCost_t$	هزینه نگهداری کالا در انبار W شرکت در دوره t	SS_{tk}	ضریب فنی برای فروش اوراق بهادار
$STLY_t$	بدهی‌های جاری در پایان دوره t	$STLY_t$	بدهی‌های جاری اولیه
Tax_t	مالیات بر درآمد در دوره t	TTT	طول افق برنامه‌ریزی
$TrCost_t$	هزینه حمل‌ونقل شرکت M در دوره t	t_{dl}	حداکثر مدت‌زمان تسویه حساب‌های دریافتی
$WACC_t$	هزینه سرمایه در دوره t	$TCUD_{dt}$	هزینه واحد انتقال کالا از شرکت M و انبار W به توزیع‌کننده d در دوره t
WDO_{dt}	میزان محصولی که از انبار W به توزیع‌کننده d در دوره t می‌رود	$TCUM_{dct}$	هزینه واحد انتقال کالا از توزیع‌کننده d به بازار c در دوره t
$\Delta WoCapital_t$	تغییرات سرمایه در گردش در دوره t	trate	نرخ مالیات

3-1-1- بعد عملیاتی

الف - محدودیت‌های تعادل در جریان کالا: این بخش، محدودیت‌های تعادل در گردش کالا (روابط 1 تا 5) میان بازیگران مختلف در زنجیره تأمین (تأمین‌کنندگان، تولیدکننده، انبار، مراکز توزیع و بازارها) را نشان می‌دهد.

$$\sum_s SMO_{st} = MWQ_t + \sum_d MDQ_{dt} \quad \forall t \quad (1)$$

$$MDQ_{dt} + WDO_{dt} = \sum_c DCQ_{dct} \quad \forall d, t \quad (2)$$

$$MWQ_t + RWQ_{t-1} = \sum_d WDO_{dt} + RWQ_t \quad \forall t \quad (3)$$

طراحی عملیاتی و مالی سیستم زنجیره تأمین ... _____ علی محمدی و همکاران

$$\sum_d DCQ_{dct} \leq demand_{ct} \quad \forall c, t \quad (4)$$

$$\frac{\sum_d \sum_c DCQ_{dct}}{\sum_c demand_{ct}} \geq MinSAT \quad \forall t \quad (5)$$

ب. محدودیت‌های ظرفیت تسهیلات: محدودیت‌های شش تا نه به ظرفیت هر یک از تسهیلات و موجودیت‌ها اشاره دارد.

$$SMQ_{st} \leq SC_{st} \quad \forall s, t \quad (6)$$

$$\sum_d MDQ_{dt} + MWQ_t \leq MC_t \cdot W_t \quad \forall t \quad (7)$$

$$RWQ_t \leq RC_t \cdot W_t \quad \forall t \quad (8)$$

$$\sum_c DCQ_{dct} \leq DC_{dt} \cdot Y_{dt} \quad \forall d, t \quad (9)$$

ج- راه‌اندازی تجهیزات، ماشین‌آلات و تسهیلات: محدودیت‌های اشاره‌شده در روابط 10 و 11 اشاره به تجهیزات، ماشین‌آلات و تسهیلات بالقوه‌ای دارند که در طراحی زنجیره تأمین ایجاد و به‌کار گرفته می‌شوند.

$$W_{t-1} \leq W_t \quad \forall t \quad (10)$$

$$Y_{d(t-1)} \leq Y_{dt} \quad \forall d, t \quad (11)$$

3-1-2- بعد مالی

الف- محدودیت‌های مدیریت وجه نقد: رابطه 12 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 یا خروجی‌های شرکت است که طی روابط 13 تا 27 مشخص شده‌اند.

$$\begin{aligned} \text{Cash}_t = & (\text{EoCash}_t + \text{FinCash}_t + \text{InvCash}_t - \text{Tax}_t - \text{Div}_t \\ & + \text{others}_t) \\ & - \mu. (\text{STLY}_{t-1} + \text{cline}_t^S + \text{MaCost}_t + \text{PrCost}_t \\ & + \text{TrCost}_t + \text{HaCost}_t + \text{StCost}_t + \text{others}_t) \\ & - \lambda. (\text{LLY}_{t-1} + \text{cline}_t^L + \text{FeCost}_t) \end{aligned} \quad \forall t \quad (12)$$

$$\text{EoCash}_t = \text{Rec}_{t-t_{dl}} - \sum_{k=t-t_{dl}}^{t-1} \text{Pleg}_{tk} + \sum_{k=t-t_{dl}+1}^t \theta. \text{Pleg}_{kt} \quad \forall t \quad (13)$$

$$\sum_{k=t}^{t+t_{dl}-1} \text{Pleg}_{tk} \leq \text{Rec}_t \quad \forall t \quad (14)$$

$$\text{FinCash}_t = \text{Nequity}_t + \text{Ncline}_t^S + \text{Ncline}_t^L - \text{IC}_t \quad \forall t \quad (15)$$

$$\text{Ncline}_t^S = \text{SLoan}_t - \text{SRepay}_t \quad \forall t \quad (16)$$

$$\text{Ncline}_t^S \leq \text{cline}_t^{S\max} \quad \forall t \quad (17)$$

$$\text{SRepay}_t \geq \text{ir}_t^S \cdot \text{cline}_{t-1}^S \quad \forall t \quad (18)$$

$$\text{Ncline}_t^L = \text{LLoan}_t - \text{LRepay}_t \quad \forall t \quad (19)$$

$$\text{LRepay}_t \geq \text{ir}_t^L \cdot \text{cline}_{t-1}^L \quad \forall t \quad (20)$$

$$\text{CashE}_t \geq \text{MinCash}_t \quad \forall t \quad (21)$$

$$\text{InvCash}_t = \text{NSeCash}_t + \text{SFAsset}_t - \text{BFAsset}_t \quad \forall t \quad (22)$$

$$\begin{aligned} \text{NSeCash}_t = \text{Se}_t + \sum_{k>t} \text{SSe}_{kt} - \sum_{k<t} \text{SSe}_{tk} \cdot (1 + \text{SS}_{tk}) \\ - \sum_{k>t} \text{BSe}_{kt} + \sum_{k<t} \text{BSe}_{tk} \cdot (1 + \text{BS}_{tk}) \end{aligned} \quad \forall t \quad (23)$$

$$\sum_{k<t} \text{SSe}_{tk} \cdot (1 + \text{SS}_{tk}) \leq \text{Se}_t + \sum_{k<t} \text{BSe}_{tk} \cdot (1 + \text{BS}_{tk}) \quad \forall t \quad (24)$$

$$\text{BFAsset}_t = \text{LLoan}_t + \text{equity}_t \quad \forall t \quad (25)$$

$$\text{Div}_t = \delta_t \cdot \text{Nopat}_t \quad \forall t \quad (26)$$

$$\text{Tax}_t = \text{MTI}_t \cdot \text{trate} \quad \forall t \quad (27)$$

ب- محدودیت‌های مدیریت ریسک: روابط 28 الی 33 ریسک‌های عملیاتی و تجاری را به واسطه اهرم‌های عملیاتی و ریسک‌های مالی را به واسطه اهرم‌های مالی محاسبه نموده است.

$$\frac{\text{MCM}_t}{\text{MEBIT}_t} \leq \text{MOL}_t \quad \forall t \quad (28)$$

$$\text{MCM}_t = \text{MSD}_t - \text{MTVC}_t \quad \forall t \quad (29)$$

$$\text{MSD}_t = \sum_d \text{price}_{dt} \cdot (\text{MDQ}_{dt} + \text{WDQ}_{dt}) \quad \forall t \quad (30)$$

$$\text{MTVC}_t = \text{MVQ}_t \cdot \sum_d (\text{MDQ}_{dt} + \text{WDQ}_{dt}) \quad \forall t \quad (31)$$

$$\frac{MEBIT_t}{MEBIT_t - MFFC_t} \leq MFL_t \quad \forall t \quad (32)$$

$$MFFC_t = IC_t + \frac{ME_t}{1 - \text{trate}_t} \quad \forall t \quad (33)$$

ج- محدودیت‌های مدیریت درآمد، هزینه، بهای تمام‌شده کالا و ساختار سرمایه: در روابط 34 الی 55 تلاش شده است تا دارایی‌ها، ساختار سرمایه، بهای تمام‌شده کالا، سود خالص و فروش شرکت در قالب متغیر تصمیم، در کنار صورت گردش وجوه نقد مدنظر قرار گیرد.

$$CuAsset_t = CashE_t + RecE_t + InvE_t \quad \forall t \quad (34)$$

$$CashE_t = CashE_{t-1} + Cash_t \quad \forall t \quad (35)$$

$$RecE_t = RecE_{t-1} + Rec_t - \alpha \cdot (RecE_{t-1} + Rec_t) \quad \forall t \quad (36)$$

$$Rec_t = MSD_t \quad \forall t \quad (37)$$

$$CuAsset_t + FAsset_t = STLY_t + LLY_t + equity_t \quad \forall t \quad (38)$$

$$FAsset_t = (FAsset_{t-1} + BFAsset_t - SFAsset_t + FeCost_t) - ((FDPR_{t-1} + MDPR_t) - (SFAsset_t \cdot DR_t)) \quad \forall t \quad (39)$$

$$InvE_t = InvE_{t-1} + Inv_t \quad \forall t \quad (40)$$

$$Inv_t = Mpcu_t \cdot RWQ_t \quad \forall t \quad (41)$$

$$equity_t = equity_{t-1} + NequityN_t + NequityI_t - Div_t \quad \forall t \quad (42)$$

$$\text{Nequity}N_t = \text{Nopat}_t \quad \forall t \quad (43)$$

$$\text{MEBIT}_t = \text{MSD}_t - \text{CPS}_t - \text{MDPR}_t \quad \forall t \quad (44)$$

$$\text{FDPR}_t = (\text{FDPR}_{t-1} + \text{MDPR}_t) - (\text{SFAsset}_t * \text{DR}_t) \quad \forall t \quad (45)$$

$$\text{MDPR}_t = \text{DR}_t \cdot (\text{FAsset}_{t-1} + \text{BFAAsset}_t - \text{SFAsset}_t + \text{FeCost}_t) \quad \forall t \quad (46)$$

$$\text{MTI}_t = \text{MEBIT}_t - \text{IC}_t \quad \forall t \quad (47)$$

$$\text{cline}_t^S = \text{cline}_{t-1}^S + \text{ir}_t^S \cdot \text{cline}_{t-1}^S + \text{SLoan}_t - \text{SRepay}_t \quad \forall t \quad (48)$$

$$\text{cline}_t^L = \text{cline}_{t-1}^L + \text{ir}_t^L \cdot \text{cline}_{t-1}^L + \text{LLoan}_t - \text{LRepay}_t \quad \forall t \quad (49)$$

$$\text{IC}_t = \text{ir}_t^S \cdot (\text{cline}_{t-1}^S + \text{SLoan}_t) + \text{ir}_t^L \cdot (\text{cline}_{t-1}^L + \text{LLoan}_t) \quad \forall t \quad (50)$$

$$\text{STLY}_t = (\text{STLY}_{t-1} + \text{cline}_t^S + \text{MaCost}_t + \text{PrCost}_t + \text{TrCost}_t + \text{HaCost}_t + \text{StCost}_t + \text{others}_t) \cdot (1 - \mu) \quad \forall t \quad (51)$$

$$\text{LLY}_t = (\text{LLY}_{t-1} + \text{cline}_t^L + \text{FeCost}_t) \cdot (1 - \lambda) \quad \forall t \quad (52)$$

$$\text{Nopat}_t = \text{MTI}_t \cdot (1 - \text{trate}) \quad \forall t \quad (53)$$

$$\text{CPS}_t = (\text{MaCost}_t + \text{PrCost}_t + \text{TrCost}_t + \text{HaCost}_t + \text{StCost}_t + \text{others}_t) - \Delta \text{InvE}_t \quad \forall t \quad (54)$$

$$\Delta \text{InvE}_t = \text{InvE}_t - \text{InvE}_{t-1} \quad \forall t \quad (55)$$

3-1-3- یکپارچه سازی بعد عملیاتی و مالی

روابط 56 الی 61 به خوبی جریانات فیزیکی کالا و جریانات مالی را با لحاظ نمودن بعدهای عملیاتی و مالی یکپارچه می کند. این روابط هزینه های مواد، تولید، حمل و نقل،

جابجایی، انبارداری و راه‌اندازی ماشین‌آلات و تجهیزات و همچنین مراکز توزیع را مدنظر قرار می‌دهند.

$$\text{MaCost}_t = \sum_s \text{SMCU}_{st} \cdot \text{SMQ}_{st} \quad \forall t \quad (56)$$

$$\text{PrCost}_t = \sum_d \text{MPCU}_t \cdot \text{MDQ}_{dt} + \text{MPCU}_t \cdot \text{MWQ}_t \quad \forall t \quad (57)$$

$$\begin{aligned} \text{TrCost}_t = \sum_d \text{TCUD}_{dt} \cdot (\text{MDQ}_{dt} + \text{WDQ}_{dt}) \\ + \sum_d \sum_c \text{TCUM}_{dct} \cdot \text{DCQ}_{dct} \quad \forall t \quad (58) \end{aligned}$$

$$\text{HaCost}_t = \sum_d \sum_c \text{HCUC}_{dt} \cdot \text{DCQ}_{dct} \quad \forall t \quad (59)$$

$$\text{StCost}_t = \text{MSCU}_t \cdot \left(\frac{\text{RWQ}_t + \text{RWQ}_{t-1}}{2} \right) \quad \forall t \quad (60)$$

$$\text{FeCost}_t = (W_t - W_{t-1}) \cdot \text{FCEM}_t + \sum_d (Y_{dt} - Y_{d(t-1)}) \cdot \text{FCED}_{dt} \quad \forall t \quad (61)$$

3-1-4- توابع هدف

تابع هدف اول این مطالعه (روابط 62 الی 71) به دنبال آن است تا ارزش شرکت موجود در زنجیره را به واسطه اختلاف میان تنزیل جریان‌ات نقدی بر اساس میانگین موزون نرخ هزینه سرمایه‌های هر یک از روش‌های تأمین مالی - و خالص بدهی‌های ابتدای دوره حداکثر نماید.

$$\text{CVM} = \text{DFCF} - \text{NetLia}_t \quad (62)$$

$$\text{NetLia}_t = \text{STLY}_t + \text{LLY}_t - \text{CashE}_t \quad (63)$$

$$\text{DFCF} = \sum_{t=1}^T \left(\frac{\text{FCF}_t}{(1 + \text{WACC}_t)^t} + \frac{\text{RV}_T}{(1 + \text{WACC}_t)^T} \right) \quad (64)$$

طراحی عملیاتی و مالی سیستم زنجیره تأمین ... _____ علی محمدی و همکاران

$$WACC_t = \partial_t \cdot K_{equity} + ir_t^L \cdot (1 - \partial_t) \cdot (1 - \text{trate}) \quad \forall t \quad (65)$$

$$K_{equity} = R_f + (R_m - R_f) \cdot \beta_\beta \quad (66)$$

$$FCF_t = \text{Nopat}_t - \text{IFAsset}_t - \Delta \text{WoCapital}_t \quad \forall t \quad (67)$$

$$\text{IFAsset}_t = (\text{BFAssset}_t - \text{SFAssset}_t - (\text{FDPR}_t - \text{FDPR}_{t-1})) \quad \forall t \quad (68)$$

$$\Delta \text{WoCapital}_t = \Delta \text{CuAsset}_t - \Delta \text{STLY}_t \quad \forall t \quad (69)$$

$$\Delta \text{CuAsset}_t = \text{CuAsset}_t - \text{CuAsset}_{t-1} \quad \forall t \quad (70)$$

$$\Delta \text{STLY}_t = \text{STLY}_t - \text{STLY}_{t-1} \quad \forall t \quad (71)$$

همچنین تابع هدف دوم (روابط 72 الی 76) نیز به دنبال آن است تا تغییرات حقوق صاحبان سهام را از طریق اختلاف بین تغییرات کل دارایی‌ها و تغییرات کل بدهی‌ها حداکثر نماید.

$$\Delta \text{equity} = \Delta \text{CuAsset} + \Delta \text{FAssset} - \Delta \text{STLY} - \Delta \text{LLY} \quad (72)$$

$$\Delta \text{CuAsset} = \text{CuAsset}_T - \text{CuAsset}_t \quad (73)$$

$$\Delta \text{FAssset} = \text{FAssset}_T - \text{FAssset}_t \quad (74)$$

$$\Delta \text{STLY} = \text{STLY}_T - \text{STLY}_t \quad (75)$$

$$\Delta \text{LLY} = \text{LLY}_T - \text{LLY}_t \quad (76)$$

همان‌طور که اشاره شد، اکثر مطالعات گذشته (فارغ از نوع مدل‌سازی ریاضی آن‌ها) به دنبال حداکثر کردن سود بوده‌اند. محاسبه سود به‌خودی‌خود از دیدگاه مالی و حسابداری مشکلات بسیاری مانند مبهم بودن، تحت تأثیر رویه‌های حسابداری بودن، قابل دستکاری و مدیریت شدن، کوتاه‌مدت بودن، در نظر نگرفتن ریسک و در نظر نگرفتن ارزش زمانی پول را دارد. بنابراین در کنار اهداف بلندمدت اشاره‌شده، رویکردهای سنتی که عمدتاً به دنبال حداکثر کردن سود از طریق محدودیت‌های صرفاً عملیاتی هستند به‌صورت زیر موردبررسی قرار می‌گیرد:

$$\begin{aligned} \text{Max Profit} &= \sum_t (\text{MSD}_t - (\text{MaCost}_t + \text{PrCost}_t + \text{TrCost}_t + \\ &\text{HaCost}_t + \text{StCost}_t + \text{FeCost}_t)) && \text{رویکرد} \\ \text{Subject to} & \text{ Eqs. 1 - 11} && \text{سنتی} \end{aligned}$$

همچنین رویکرد جدید (مالی و عملیاتی) با هدف حداکثر کردن ارزش شرکت نیز بررسی شده و سپس این دو رویکرد (سنتی و جدید) با یکدیگر مقایسه و ارزیابی می‌شوند تا کارایی و اثربخشی رویکرد جدید مشخص شود.

$$\begin{aligned} \text{Max CVM} & && \text{رویکرد} \\ \text{Subject to} & \text{ Eqs. 1 - 61} && \text{جدید} \end{aligned}$$

2-3- مصالحه میان اهداف در رویکرد جدید

بخش سوم این مطالعه تلاش می‌کند تا در رویکرد جدید، علاوه بر هدف ارزش شرکت، به‌طور هم‌زمان هدف حقوق صاحبان سهام را در نظر گیرد. با توجه به اینکه حداکثر کردن تغییرات در حقوق صاحبان سهام باعث می‌شود هزینه سرمایه سهام عادی افزایش یابد، این مهم هزینه سرمایه کل شرکت را بالا می‌برد. بالا رفتن هزینه سرمایه کل، اثر نامطلوبی روی ارزش شرکت می‌گذارد؛ لذا مدیریت کردن این دو هدف و ایجاد یک مصالحه مطلوب میان آن‌ها اهمیت بسزایی دارد.

بر اساس مطالعات صورت گرفته روش آرمانی، به ویژه روش فازی آرمانی از قابلیت مناسبی برای مدیریت تناقض بین اهداف و معیارهای متفاوت - بر اساس نظر تصمیم‌گیرنده - برخوردار است [19، ص 67]. روش آرمانی فازی هر هدف را به وسیله یک تابع عضویت فازی بر اساس نظر تصمیم‌گیرنده پایه‌گذاری می‌کند. روابط 77 و 78 نشان‌دهنده توابع عضویت اهداف مورد اشاره در این تحقیق هستند.

$$\varphi_1(\text{CVM}) = \begin{cases} 1 & \text{CVM} \geq \text{CVM}^{\max} \\ \frac{\text{CVM} - \text{CVM}^{\min}}{\text{CVM}^{\max} - \text{CVM}^{\min}} & \text{CVM}^{\min} \leq \text{CVM} \leq \text{CVM}^{\max} \\ 0 & \text{CVM} \leq \text{CVM}^{\min} \end{cases} \quad (77)$$

$$\varphi_2(\Delta\text{equity}) = \begin{cases} 1 & \Delta\text{equity} \geq \Delta\text{equity}^{\max} \\ \frac{\Delta\text{equity} - \Delta\text{equity}^{\min}}{\Delta\text{equity}^{\max} - \Delta\text{equity}^{\min}} & \Delta\text{equity}^{\min} \leq \Delta\text{equity} \leq \Delta\text{equity}^{\max} \\ 0 & \Delta\text{equity} \leq \Delta\text{equity}^{\min} \end{cases} \quad (78)$$

بر اساس اصول تصمیم‌گیری فازی پیشنهاد شده توسط بلمن و زاده¹ [20]، تصمیم فازی به عنوان اشتراک توابع عضویت فازی تعریف می‌شود. بر این اساس، تصمیم فازی به صورت رابطه 79 معرفی می‌شود.

$$\varphi_D(\text{CVM}, \Delta\text{equity}) = \text{Min}(\varphi_1(\text{CVM}), \varphi_1(\Delta\text{equity})) \quad (79)$$

رابطه 80 جهت بیشینه‌سازی سطح رضایت اهداف به کار برده می‌شود که با معرفی متغیر جدیدی به عنوان کمینه سطح رضایت، رابطه 81 به دست می‌آید.

1. Bellman & Zadeh.

$$\text{Max } \omega \quad 0 \leq \omega \leq 1 \quad (80)$$

$$\text{Where } \omega = \text{MIN}(\varphi_1(\text{CVM}), \varphi_1(\Delta\text{equity})) \quad (81)$$

از رابطه 81 مشخص می‌شود $\omega \leq \varphi(\text{CVM})$ که این موضوع رابطه 82 را نتیجه می‌دهد.

$$(\text{CVM}^{\text{max}} - \text{CVM}^{\text{min}}) \cdot \omega + \text{CVM}^{\text{min}} \leq \text{CVM} \quad (82)$$

به‌طور مشابه، $\omega \leq \varphi(\Delta\text{equity})$ هست و این موضوع منجر به رابطه 83 می‌شود.

$$(\Delta\text{equity}^{\text{max}} - \Delta\text{equity}^{\text{min}}) \cdot \omega + \Delta\text{equity}^{\text{min}} \leq \Delta\text{equity} \quad (83)$$

بنابراین مدل برنامه‌ریزی فازی-آرمانی به‌صورت زیر تدوین می‌شود.

$$\begin{aligned} &\text{Max } \omega \\ &\text{Subject to Eqs. 1 - 76, 80, 82, 83} \end{aligned}$$

مدل‌سازی این پژوهش به‌صورت برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح آمیخته انجام و جهت مدل‌سازی و حل از نرم‌افزار GAMS 24 و حل‌کننده MIP از CPLEX استفاده شده است.

4- یافته‌های پژوهش

در مطالعه حاضر، به‌منظور اعتبارسنجی و آزمون مدل از داده‌های عددی استفاده شده و همچنین برخی از داده‌های آن نیز از مطالعات رضانی و همکاران [9] و محمدی و همکاران [21] آورده شده است. در این پژوهش سه تأمین‌کننده (s1، s2، s3)، یک شرکت با قابلیت افزایش تجهیزات و ماشین‌آلات، دو توزیع‌کننده (d1، d2)

با قابلیت افزایش تعداد توزیع‌کنندگان و سه بازار (c1, c2, c3) از مشتریان متفاوت در پنج دوره زمانی مدنظر قرار گرفته‌اند. در این راستا، تعداد موجودی کالاهای ابتدای دوره 200 واحد و هزینه استهلاک سالانه در ابتدای دوره، به‌صورت درصدی از دارایی‌های ثابت اول دوره محاسبه شده است. همچنین ضریب فنی سرمایه‌گذاری روی اوراق بهادار به‌میزان 0/028 و ضریب فنی فروش اوراق بهادار به‌میزان 0/035 در هر دوره در نظر گرفته شده است. شایان‌ذکر است نسبت سرمایه‌گذاری روی حقوق صاحبان سهام 0/6، حداکثر خط اعتباری کوتاه‌مدت و حداقل پوشش نقدینگی به ترتیب به‌میزان 15000 و 17000 واحد پولی در هر دوره لحاظ شده و نرخ‌های بهره کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب 0/2 و 0/15 برای هر دوره مدنظر قرار گرفته است. نرخ بازده بدون ریسک و نرخ بازده بازار در هر دوره به ترتیب 0/04 و 0/2 و شاخص ریسک سیستماتیک یک است. همچنین جهت مدیریت ریسک حداقل میزان اهرم عملیاتی و مالی به ترتیب 3 و 1/5 برای هر دوره لحاظ شده است. در همین راستا، گفتنی است نرخ مالیات، درصد تقسیم سود، نرخ استهلاک سالانه و همچنین درصد تسویه حساب‌های دریافتی در هر دوره به ترتیب 0/225، 0/45، 0/1 و 0/6 در نظر گرفته شده است. همچنین برای برخی از هزینه‌ها مانند اجاره، بیمه، دستمزد و... طی دوره‌های سه و پنج به ترتیب میزان 10000 و 15000 واحد پولی جریان نقدی خروجی لحاظ شده است. در همین راستا، هزینه تولید واحد کالا به‌میزان 25، هزینه متغیر واحد کالا به‌میزان 13، هزینه واحد نگهداری موجودی کالا به‌میزان 6، هزینه ثابت راه‌اندازی ماشین‌آلات و سایر تجهیزات به‌میزان 10000 واحد پولی در هر دوره و برای ارزش اسقاط تسهیلات در پایان افق برنامه‌ریزی، 3000 واحد پولی مدنظر قرار گرفته و ظرفیت تولید و همچنین ظرفیت انبار در هر دوره به ترتیب تعداد 808 و 420 در نظر گرفته شده است. سایر اطلاعات و مؤلفه‌های مربوطه طی جداول شماره‌های 2 الی 8 مشخص شده است.

جدول 2 ترازنامه در ابتدای دوره برنامه‌ریزی

ارزش	حساب	ارزش	حساب
25000	بدهی جاری	55000	دارایی جاری
5000	خط اعتباری کوتاه‌مدت	5000	حساب‌های دریافتی
40000	بدهی بلندمدت	5000	موجودی کالا
10000	خط اعتباری بلندمدت	65000	جمع دارایی جاری
65000	جمع بدهی‌ها	85000	جمع دارایی ثابت
85000	حقوق صاحبان سهام		
150000	جمع بدهی و حقوق صاحبان سهام	150000	جمع دارایی‌ها

جدول 3 هزینه حمل به بازار c ام از توزیع‌کننده d ام در دوره t ام

هزینه حمل و نقل توزیع‌کننده به بازار	t1	t2	t3	t4	t5
	d1				
c1	11	15	12	14	15
c2	15	14	16	14	17
c3	14	15	12	11	17
d2					
c1	19	17	11	15	14
c2	16	16	15	11	14
c3	17	18	14	12	15

جدول 4 قیمت کالا در دوره t ام

قیمت فروش	t1	t2	t3	t4	t5
d1-d2	107	126	158	184	205

جدول 5 داده‌های مربوط به تأمین‌کنندگان

مؤلفه	تأمین‌کننده		
	s1	s2	s3
هزینه‌های عملیاتی	14	13	14
ظرفیت	392	343	245

جدول 6 داده‌های مربوط به توزیع‌کنندگان

مؤلفه	توزیع‌کننده	
	d1	d2
هزینه حمل از شرکت	16	18
هزینه عملیاتی	6	6
ظرفیت	610	500
هزینه ثابت راه‌اندازی	7558	8360

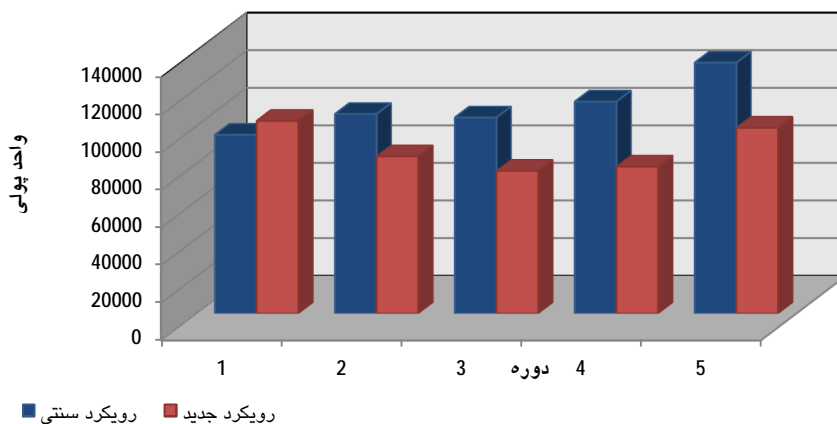
جدول 7 تقاضای مشتری c ام در دوره t ام

تقاضای مشتری	t1	t2	t3	t4	t5
c1	193	232	247	279	327
c2	129	155	165	186	218
c3	107	129	137	155	182

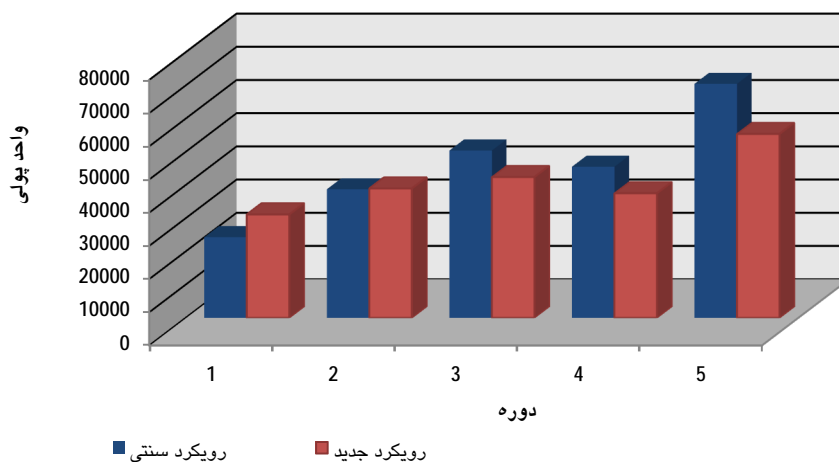
جدول 8 اوراق بهادار قابل معامله در هر دوره

مؤلفه	t1	t2	t3	t4	t5
اوراق قابل معامله ابتدای دوره	5350	4000	2800	2000	1600

برخی از متغیرهای به‌دست‌آمده، مانند وجه نقد و بهای تمام‌شده کالای فروش-رفته، طی نمودارهای شماره 3 و 4 نمایش داده شده است. مشاهده می‌شود وجه نقد در رویکرد جدید، میزان کمتری در شرکت نگهداری می‌شود و با توجه به نامولد بودن دارایی‌های جاری، این مهم نشان‌دهنده به‌کارگیری مؤثر وجه نقد در راستای اهداف شرکت است. همچنین در رویکرد جدید، بهای تمام‌شده به‌میزان پایین‌تری به دست می‌آید و این مهم اثربخشی حسابداری بهای تمام‌شده را افزایش می‌دهد.



نمودار 3 وجه نقد در رویکرد جدید و سنتی



نمودار 4 بهای تمام‌شده کالا در رویکرد جدید و سنتی

از طرف دیگر، در جدول 9 علاوه بر بهینه‌سازی ارزش شرکت در قالب رویکرد جدید، تابع هدف تغییرات حقوق صاحبان سهام به‌عنوان رویکرد جدید مدنظر قرار

طراحی عملیاتی و مالی سیستم زنجیره تأمین ... _____ علی محمدی و همکاران

گرفته و مقادیر آن با رویکرد قدیمی مقایسه شده است. ملاحظه می‌شود که در این تغییر دیدگاه از رویکرد قدیمی به رویکرد جدید، میزان افزایش در ارزش شرکت و تغییر در حقوق صاحبان سهام به ترتیب $8/9$ درصد و $10/5$ درصد است، اما میزان کاهش در سود $6/4$ درصد است که این میزان کمتر از درصد افزایش در اهداف رویکرد جدید است و این مهم قابلیت و توانمندی مناسب رویکرد جدید را نشان می‌دهد.

جدول 9 مقایسه تابع هدف رویکرد جدید در مقابل سنتی

تابع هدف	ارزش شرکت (واحد پولی)	حقوق صاحبان سهام (واحد پولی)	سود (واحد پولی)
رویکرد قدیمی	75100	96573	230450
رویکرد جدید	81784	106690	215760

همچنین نتایج حاصل از حل مدل با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی فازی و با در نظر داشتن اهداف چندگانه (ارزش شرکت و تغییرات در حقوق صاحبان سهام) در جدول 10 آمده است.

جدول 10 اهداف چندگانه در رویکرد جدید

تابع هدف	ارزش شرکت (واحد پولی)	حقوق صاحبان سهام (واحد پولی)
رویکرد جدید	39700	196960

در ادامه جهت ارزیابی عملکرد مدل‌سازی، تعدادی از مؤلفه‌های مطالعه (تقاضا و قیمت محصولات) که عموماً کنترل کمتری روی آنها وجود دارد، تحلیل حساسیت می‌شوند. جدول شماره 11 اثرات تغییرات مختلف مؤلفه‌های اشاره‌شده روی توابع

هدف رویکردهای جدید و ضریب رضایت اهداف را که بر اساس برنامه‌ریزی آرمانی فازی به دست آمده است، نشان می‌دهد.

جدول 11 تحلیل حساسیت مؤلفه‌های پژوهش

مؤلفه	درصد تغییرات	درصد تغییر هدف اول	درصد تغییر هدف دوم	درصد تغییر در ضریب رضایت اهداف
تقاضا	-10	-17/33	-15/11	-17/53
	5	3/90	3/40	3/89
	10	7/97	6/95	6/55
قیمت	-10	-25/07	-21/86	-25/25
	5	8/00	6/98	7/74
	10	16/01	13/96	15/73

همان‌طور که ملاحظه شد، در راستای اعتبارسنجی مدل ریاضی و با توجه به داده‌های مذکور، ابتدا برخی از متغیرهای تصمیم در رویکرد جدید (بهینه‌سازی ارزش) با رویکرد قدیمی (بهینه‌سازی سود) مقایسه و اثربخشی رویکرد جدید تحلیل شد. سپس، توانمندی اهداف در نظر گرفته‌شده در رویکرد جدید (ارزش شرکت و تغییر در حقوق صاحبان سهام) با هدف تعیین‌شده در رویکرد سنتی (سود) تحلیل و نشان داده شد. در پایان با توجه به رقابت موجود میان اهداف رویکرد جدید، با استفاده از برنامه‌ریزی فازی-آرمانی بین آن مصالحه برقرار و درنهایت، تحلیل حساسیت بر روی مدل انجام شد.

ملاحظه می‌شود که با توجه به مفروضات این مطالعه، طراحی زنجیره تأمین در قالب ابعاد عملیاتی و مالی -مطابق نمودار شماره 2 و بر اساس سؤالات 1 و 2- انجام شد. همچنین یکپارچه‌سازی ابعاد مذکور بر اساس سؤال 3 پژوهش نیز صورت پذیرفت و مدل‌سازی اهداف بلندمدت ارزش و حقوق صاحبان سهام مطابق سؤال 4 تدوین شد.

در همین راستا، به منظور پوشش دادن سؤال 5 پژوهش و مطابق جدول شماره 9، رویکردهای جدید بر اساس اهداف اشاره شده، در مقابل رویکرد قدیمی با هدف بهینه سازی سود قرار گرفت و مورد مقایسه و تحلیل واقع و توانمندی رویکردهای جدید مشخص شد.

5- نتیجه گیری و پیشنهاد برای پژوهش های آتی

مطالعه حاضر یک زنجیره تأمین چهار سطحی در سطوح تصمیم گیری راهبردی و تاکتیکی را طراحی و با لحاظ نمودن موارد اشاره شده، دیدگاه گسترده تر و دقیق تری را نسبت به مطالعات پیشین ارائه کرد. مدل ارائه شده یک مدل عمومی جهت شرکت های تولیدی مختلف بوده که نقش مؤثری در مدیریت ریسک، مدیریت وجه نقد و مدیریت ساختار سرمایه بازی می کند. برخلاف پژوهش های گذشته، مانند رضانی و همکاران [9] و لائینز و همکاران [10] که در آن ها بعد مالی، یعنی مدیریت وجه نقد به صورت کلی پوشش داده شده و تفکیک صحیحی از عوامل دخیل در مدیریت وجه نقد - به همراه سایر اقلام مالی - ارائه نشده است، در این مطالعه عوامل وجه نقد به خوبی تدوین و گردش وجوه نقد در کنار سایر صورت های مالی لحاظ شد. در واقع، مدیریت با استفاده از مدیریت وجه نقد می تواند نقدینگی و میزان ورود و خروج نقدینگی را کنترل و مدیریت کند. از طرف دیگر، مواردی نظیر مالیات، سیاست تقسیم سود، تفکیک بدهی ها و به خصوص مدیریت ریسک در مدل سازی مورد ملاحظه قرار گرفت که در مطالعات قبلی (مانند [6، 9، 10]) صورت نپذیرفته است. در همین راستا، با مدیریت کردن ریسک و اهرم های مالی و عملیاتی، ریسک ورشکستگی شرکت کنترل شد. به علاوه، با استفاده از مدیریت ساختار سرمایه ترکیب بهینه روش های تأمین مالی مورد ملاحظه قرار گرفت. همچنین مقایسه دو رویکرد حاکی از آن بود که درصد افزایش در تغییرات حقوق صاحبان سهام و ارزش شرکت، بالاتر از درصد تغییرات در سود است. در واقع، میزان افزایش ارزش شرکت در حرکت از رویکرد قدیمی به رویکرد جدید بالاتر از میزان کاهش سود بوده که اثر بخشی و کارایی رویکرد جدید را نمایان می کند. گفتنی است

برخلاف سایر مطالعات (مانند [6، 9، 10])، این مطالعه مصالحه میان اهداف بلندمدت را برقرار کرد و ضریب مصالحه را نیز به دست داد. همچنین تحلیل حساسیت انجام‌شده روی توابع هدف ارزش و حقوق صاحبان سهام و ضریب رضایتمندی، حاکی از پایداری و قوت مدل‌سازی انجام شده است.

این مطالعه به مدیران شرکت‌ها و سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا در تصمیم‌گیری‌ها دیدگاه جامعی نسبت به موضوعات تاثیرگذار در مدیریت زنجیره تأمین پیدا کنند و جهت کسب مزیت رقابتی پایدار شرایط مساعدی را فراهم می‌آورد. در نظر گرفتن عدم قطعیت در مدل، بررسی سایر اهداف مالی به‌طور همزمان و لحاظ نمودن برخی تعیین‌کننده‌ها و شاخص‌های مالی (مانند نسبت‌های مالی) در محدودیت‌های مدل، می‌تواند به‌عنوان پیشنهادهایی جهت پژوهش‌های آینده لحاظ شوند.

6- منابع

- [1] Fathallah, M, The importance reason of supply chain management, Logistic and Supply Chain, 1(5), 2012, 3-5. (In Persian)
- [2] Karami, E., Arab, A., Fallah Lajimi, H, Impacts of success key factors of supply chain agility on the strategic performance of the electronics companies in Iran, Management Researches in Iran, 19(4), 2016, 185-206. (In Persian)
- [3] Tavakkoli-Moghaddam, R., Omid-Rekavandi, M., Ghodrathnama, A., Mathematical modeling for the forward and reverse logistics network design, Management Researches in Iran, 17(4), 2014, 43-63. (In Persian)
- [4] Kozlenkova, V., Hult, T. M., Lund, D. J., Mena, J. A., Kekec, P, The role of marketing channels in supply chain management, Journal of Retailing, 91(4), 2015, 586-609.
- [5] <http://www.industryweek.com/blog/study-finds-supply-chain-finance-key-improving-supplier-relationships-working-capital-managemen>.
- [6] Guillen, G., Badell, M., Espuna, A., Puigjaner, L, Simultaneous optimization of process operations and financial decisions to enhance the integrated

- planning/scheduling of chemical supply chains, *Computers and Chemical Engineering*, 30(3), 2006, 421–436.
- [7] Laínez, J. M., Puigjaner, L., Reklaitis, G. V, Financial and financial engineering considerations in supply chain and product development pipeline management, *Computers and Chemical Engineering*, 33, 2009, 1999-2011.
- [8] Melo, M. T., Nickel, S., Saldanha-da-Gama, F, Facility location and supply chain management—a review, *European Journal of Operational Research*, 196(2), 2009, 401–412.
- [9] Ramezani, M., Kimiagari, A. M., Karimi, B, Closed-loop supply chain network design: a financial approach, *Applied Mathematical Modeling*, 38(15/16), 2014, 4099-4119.
- [10] Lainez, J. M., Gosalbez, G. G., Badell, M., Espuna, A., Puigjaner, L, Enhancing corporate value in the optimal design of chemical supply chains, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 46(23), 2007, 7739-7757.
- [11] Kim, S. W, An investigation on the direct and indirect effect of supply chain integration on firm performance, *International Journal of Production Economics*, 119, 2009, 328-346.
- [12] Applequist, G. E., Pekny, J. F., Reklaitis, G. V, Risk and uncertainty in managing chemical manufacturing supply chains, *Computers and Chemical Engineering*, 24, 2000, 2211-2222.
- [13] Shah, N, Process industry supply chains: Advances and challenges, *Computers and Chemical Engineering*, 29, 2005, 1225-1235.
- [14] Buffet, W, Annual report. Tech. Rep., Berkshire Hathaway Inc., 1994.
- [15] Badell, M., Romero, J., Huertas, R., Puigjaner, L, Planning, scheduling and budgeting value-added chains, *Computers & Chemical Engineering*, 28, 2004, 45–61.
- [16] Hammami R., Frein, Y., Hadj-Alouane, A. B, A strategic-tactical model for the supply chain design in the delocalization context: Mathematical formulation and a case study, *International Journal of Production Economics*, 122, 2009, 351-365.

- [17] Farrokh, M., Azar, A., Jandaghi, Gh, A novel robust fuzzy programming approach for closed loop supply chain design, *Modern Researches in Decision-Making*, 1(3), 2016, 131-160. (In Persian)
- [18] Mohammadi, A., Abbasi, A., Alimohammadlou, M., Eghtesadifard, M., Khalifeh, M, Optimal design of a multi-echelon supply chain in a system thinking framework: An integrated financial-operational approach, *Computers & Industrial Engineering*, 114, 2017, 297-315.
- [19] Sakawa, M, *Fuzzy sets and interactive multi-objective optimization*, Springer, New York, 1993.
- [20] Bellman, R. E., Zadeh. L. A, Decision making in a fuzzy environment, *Management Science*, 17, 1970, 141-164.
- [21] Mohammadi, A., Khalifeh, M., Abbasi, A., Alimohammadlou, M., Eghtesadifard, M, Designing supply chain and integrating financial and operational approach. *Industrial Management Perspective*, 26, 2017, 139-168. (In Persian)