

ارائه یک مدل تأمین مالی برای شرکت‌های کوچک و متوسط در زنجیره تأمین

حمید مرادی^{۱*}، محمدعلی خاتمی فیروزآبادی^۲، کامران فیضی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۳

چکیده

به علت محدود بودن روش‌های تأمین مالی شرکت‌های کوچک و متوسط، انتخاب روش تأمین مالی این نوع شرکت‌ها جهت تأمین نقدینگی و سودآوری از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. لذا این پژوهش به ارائه یک مدل برای تأمین مالی شرکت‌های کوچک و متوسط مبتنی بر عاملیت حساب‌های دریافتی با در نظر گرفتن جریان‌های مالی و فیزیکی شرکت با اجزای زنجیره تأمین شامل بانک و خریداران محصولاتش پرداخته است. در این پژوهش برخلاف روش‌های تأمین مالی سنتی که بدون در نظر گرفتن موقعیت شرکت در زنجیره تأمین بوده تلاش شده است که یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی به‌منظور تأمین مالی شرکت کوچک و متوسط در زنجیره تأمین با در نظر گرفتن هم‌زمان ابعاد فیزیکی و مالی و در چارچوب یک نگرش کل‌گرا و سیستمی ارائه گردد. در این تحقیق مبتنی بر رویکرد توسعه‌ای-کاربردی مدل ارائه و به‌منظور حل آن از برنامه‌ریزی آرمانی و جهت پوشش شرایط عدم قطعیت از برنامه‌ریزی بازه‌ای استفاده شده است. نتایج حاصل از تحقیق نشان داده است که روش تأمین مالی پیشنهادی از لحاظ ایجاد سود و رسیدن به نقدینگی مطلوب نسبت به روش سنتی تأمین مالی مبتنی بر وام برتری دارد.

واژگان کلیدی: برنامه‌ریزی ریاضی غیرقطعی، تأمین مالی، شرکت کوچک و متوسط، زنجیره تأمین.

امروزه با گسترش رقابت جهانی توجه به تأمین مالی در زنجیره تأمین برای شرکت‌های کوچک و متوسط که سودای جهانی شدن دارند از اهمیت بالایی برخوردار است زیرا تا زمانی که ناکارآمدی تأمین مالی در زنجیره تأمین برطرف نشود، شرکت‌ها همچنان به استفاده از یک استراتژی گران‌قیمت برای محافظت در برابر عدم قطعیت جریان مالی و اطلاعات خواهند پرداخت (Hofmann, 2011). به دلیل اهمیت تأمین مالی در زنجیره تأمین به منظور تأمین سرمایه در گردش، روش‌های تأمین مالی شرکت‌های کوچک و متوسط در زنجیره تأمین از اهمیت بالایی برخوردار بوده که در این بین روش عاملیت حساب‌های دریافتی بیشترین سهم را در بین شرکت‌های کوچک و متوسط دارد (Hofmann, 2018). تأمین مالی مبتنی بر عاملیت حساب‌های دریافتی بر اساس قراردادی است که میان شرکت و بانک منعقدشده، حساب‌های دریافتی (مطالبات) به بانک منتقل گردیده و بانک، نیز در مقابل با تنزیل اسناد دریافتی تأمین مالی شرکت را بر عهده می‌گیرد. در این روش بانک‌ها به دلیل دریافت و تنزیل اسناد دریافتی شرکت‌ها سخت‌گیری کمتری در ارتباط با تأمین وثیقه که از مشکلات شرکت‌ها از جمله شرکت‌های کوچک و متوسط است، دارند (فتح‌اله و نجفی، ۱۳۹۵). شرایط محیطی پیچیده امروز که نیروهای زیادی در آن دخالت دارند و عدم قطعیت‌ها بسیار زیاد است، سبب می‌گردد تا تصمیم‌ها بسیار مخاطره‌آمیز و نامطمئن باشند. پایین بودن سرمایه و قدرت مالی یک شرکت کوچک و متوسط باعث می‌شود تا خطر تصمیم‌گیری برای این شرکت بسیار بیشتر از سایرین باشد به گونه‌ای که یک تصمیم نادرست ممکن است به راحتی منجر به نابودی آن شود (مشهدی حاجی علی و دیگران، ۱۳۹۲). لذا در دنیای واقعی تأمین مالی یک شرکت کوچک و متوسط می‌بایست با حساسیت بیشتر نسبت به شرایط عدم قطعیت محیط پیرامون و با یک دیدگاه یکپارچه به زنجیره تأمین صورت پذیرد. در همین راستا، یکی از مسائل اصلی که برای تأمین مالی این شرکت‌ها مطرح است ارائه یک برنامه مناسب تأمین مالی به این شرکت‌ها به گونه‌ای که بتواند سرمایه در گردش و سودآوری آن‌ها در شرایط محیط متغیر به نحوه مناسب پوشش دهد. این امر بدون توجه به تعاملات شرکت با عوامل زنجیره تأمین امکان‌پذیر نبوده و برای این امر یکپارچگی تصمیمات مالی و فیزیکی در زنجیره تأمین می‌تواند بسیار راهگشا باشد. به منظور تأمین سرمایه در گردش و سودآوری شرکت در زنجیره تأمین می‌بایست مبتنی بر شرایط حاکم بر زنجیره تأمین شامل وضعیت تقاضا خریداران، ظرفیت تولید، ظرفیت انبارداری و همچنین ظرفیت تأمین مالی توسط مؤسسات مالی و اعتباری اقدام به تأمین مالی شرکت کرد. این امر نشان‌دهنده آن است که تأمین مالی یک شرکت می‌بایست با یک دیدگاه یکپارچه به تعاملات این شرکت در زنجیره تأمین در نظر گرفته

شود. زیرا تأمین مالی در شرایط عدم قطعیت محیط تعاملی بدون توجه به جریانات فیزیکی شامل جریان محصول و مواد اولیه و جریانات مالی شامل جریان وجوه نقد، اسناد پرداختی و دریافتی در زنجیره تأمین ممکن است در برخی موارد شرکت را با مازاد منابع مالی که خود می‌تواند اثر منفی بر سودآوری شرکت داشته و گاهی با کمبود منابع مالی که خود منجر به مشکل نقدینگی شود مواجه سازد. بدین منظور این تحقیق مبتنی بر یک مدل ریاضی روش تأمین مالی به روش عاملیت حساب‌های دریافتی را با در نظر گرفتن یکپارچگی جریانات فیزیکی و مالی شرکت در زنجیره تأمین بهبود بخشیده و از طریق پیشنهاد یک برنامه مناسب تأمین مالی منجر به پایداری و ثبات شرکت از لحاظ سودآوری و نقدینگی در شرایط عدم قطعیت محیط شده است.

۲- مبانی نظری پژوهش

۱-۲- تأمین مالی در زنجیره تأمین

تأمین مالی به عمل تهیه منابع مالی برای فعالیت‌های تجاری، انجام خریدها یا سرمایه‌گذاری گفته می‌شود (طالبانی و دیگران، ۱۳۹۲). تأمین مالی در زنجیره تأمین به منظور تهیه سرمایه در گردش که یکی از شاخص‌های مهم در بیان کارایی زنجیره تأمین بوده، صورت می‌گیرد و سازمان‌های موجود در زنجیره به دنبال بهینه‌سازی آن می‌باشند. سرمایه در گردش به زبان ساده شامل نقدینگی مورد نیاز کسب‌وکار برای انجام امور روزانه‌اش می‌باشد (فتح اله و نجفی، ۱۳۹۵).

تأمین مالی زنجیره تأمین مجموعه‌ای از تکنیک‌ها، رویکردها و ابزارهای مالی است که برای بهینه‌سازی تراکنش‌ها، سرمایه در گردش و هزینه‌ها در سرتاسر زنجیره تأمین، از طراحی محصول تا مدیریت خدمات پس از فروش و تمام مراحل برنامه‌ریزی، تأمین، تدارکات، تولید، مدیریت انبار و توزیع مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته برای تأمین مالی زنجیره تأمین تعاریف دیگری نیز ارائه شده است. به عنوان نمونه، برخی از منابع، تأمین مالی زنجیره تأمین را بیانگر ابزارهای مالی در دسترس جهت تأمین سرمایه برای کالاها و محصولات در سرتاسر زنجیره تأمین و از لحظه حرکت آن‌ها از مبدأ تا مقصد می‌دانند. برخی دیگر نیز تأمین مالی زنجیره تأمین را ترکیبی از تأمین مالی تجاری که توسط یک موسسه مالی یا یک فروشنده طرف سوم یا خود سازمان در یک بستر فناورانه می‌دانند که منجر به اتحاد و یکسان‌سازی مبادلات الکترونیکی طرف‌های معامله شده و تأمین مالی را بر اساس وقوع یک یا چند رویداد در زنجیره تأمین آغاز می‌نمایند. نقاط مشترکی که در تعاریف مذکور و سایر تعاریف ارائه شده برای تأمین مالی زنجیره تأمین وجود دارد حاکی از آن است

که هدف نهایی تأمین مالی زنجیره تأمین بهینه‌سازی سرمایه در گردش در کل زنجیره تأمین بوده که خود معادل بهینه‌سازی سود و نقدینگی شرکت در دوره‌های مختلف می‌باشد (Zhu et al,2019).

۲-۲- اهمیت جریان‌های فیزیکی و مالی در تأمین مالی زنجیره تأمین

سازمان‌ها در تلاشند تا با متعادل‌سازی اجزای جریان‌های مالی شامل جریان‌های دریافت، پرداخت و اسناد مالی و همچنین جریان‌های فیزیکی شامل محصول و مواد اولیه در زنجیره تأمین مقدار مناسب تأمین مالی به‌منظور بهینه نمودن سرمایه در گردش جهت جاری‌سازی کسب‌وکار خود را به دست آورند. شایان ذکر است دلیل توجه به بهینه نمودن سرمایه در گردش توجه به دو فاکتور سودآوری و ریسک عدم نقدینگی کافی در هر دوره می‌باشد. ممکن است توجه زیاد به سودآوری سازمان را با مشکل نقدینگی در دوره‌های مختلف مواجه ساخته و یا بالعکس توجه زیاد به افزایش نقدینگی غیرضروری سازمان را با کاهش سودآوری مواجه سازد (فتح‌اله و نجفی، ۱۳۹۵). متأسفانه در گذشته نه‌چندان دور در رویکردهای سنتی که برای بهبود سرمایه در گردش و چرخه نقد به‌نقد مورد استفاده قرار می‌گرفت تمرکز بر یک کسب‌وکار بوده و توجه چندانی به دیگر ارکان زنجیره وجود نداشت. به‌نحوی که استفاده از این رویکرد اگرچه منجر به بهبود موضعی جریان مالی و سرمایه در گردش برای یک بنگاه بخصوص و در بخشی از زنجیره تأمین می‌گردد، ولیکن با برهم خوردن تعادل جریان مالی به علت عدم توجه به جریان فیزیکی، در بخش‌های دیگر زنجیره مشکلاتی را باعث شده و در برخی از موارد توقف کسب‌وکار سایر عناصر زنجیره را باعث می‌شود. گسترش این تفکر منجر به شکل‌گیری توجه به مفهوم یکپارچگی جریان‌های مالی و فیزیکی در تأمین مالی زنجیره تأمین شد (Liao et al,2015).

۲-۳- روش‌های مرسوم تأمین مالی شرکت‌های کوچک و متوسط در زنجیره تأمین

گسترده‌گی متون مربوط به بنگاه‌های کوچک و متوسط موجب ارائه تعاریف گوناگون از این نوع واحدها براساس ساختار سنی، جمعیتی، فرهنگی و میزان توسعه‌یافتگی کشورها شده است. بررسی مقایسه‌ای این نوع از بنگاه‌ها در کشورهای گوناگون شباهت‌های بسیار زیاد ساختاری آن‌ها را نشان می‌دهد، اما با وجود این، نمی‌توان تعریف واحد و یکسانی از آن‌ها ارائه کرد. برخی از مهم‌ترین شاخص‌هایی که معمولاً در تعریف بنگاه‌های کوچک و متوسط بکار می‌روند عبارت‌اند از: تعداد کارکنان، سرمایه، دارایی کل، حجم فروش و ظرفیت‌های تولیدی. به‌عنوان مثال بانک مرکزی ایران کسب‌وکارهای کمتر از صد نفر نیروی کار را به‌عنوان شرکت کوچک و متوسط تلقی می‌کند (مولایی، ۱۳۸۲).

در زنجیره تأمین از همه نوع اسناد، قراردادها و سفارش‌های مبادله شده بین اعضای زنجیره تأمین می‌توان

برای شروع راه‌حل تأمین مالی شرکت‌های کوچک و متوسط استفاده کرد. این تکنیک‌ها بسته به اسناد استفاده‌شده به‌عنوان وثیقه، می‌توانند به‌صورت درخواست سفارش یا مبتنی بر فاکتور طبقه‌بندی شوند. تکنیک‌های تأمین مالی مبتنی بر فاکتور، می‌تواند بین ابزارهای تأمین مالی به رهبری تأمین‌کننده و خریدار تمایز قائل شد. تأمین مالی مبتنی بر عاملیت حساب‌های دریافتی که به آن فاکتورینگ نیز گفته می‌شود در یک معماری تحت هدایت تأمین‌کننده است که در آن برنامه تأمین مالی توسط تأمین‌کننده آغاز شده و برای تأمین منابع مالی از مطالبات دریافتی از فروشندگان و تولیدکنندگان استفاده می‌شود. برای ابزارهای تنزیل فاکتور، مجموعه مطالبات دریافتی تحت کنترل تأمین‌کننده است و معمولاً طرف متعاقد (یعنی خریدار) از فروش فاکتور (یعنی واگذاری ناشناخته) مطلع نمی‌شود. تأمین مالی مبتنی بر عاملیت حساب‌های پرداختی در یک معماری تحت هدایت خریدار است. در این روش بدهی قابل پرداخت تأیید شده به‌جای طرف خریدار توسط تأمین‌کننده مالی تأمین می‌شود که به آن فاکتورینگ معکوس نیز گفته می‌شود. تکنیک‌های تأمین مالی مبتنی بر فاکتور در زنجیره تأمین بیشترین سهم، با سهم بازار ۸۰ تا ۹۰ درصد برای شرکت‌های کوچک و متوسط تخمین زده‌شده که در این بین نیز سهم تأمین مالی به روش عاملیت حساب‌های دریافتی بیشترین است (Hofmann, 2018).

۳- پیشینه پژوهش

یکی از مباحث مهم برنامه‌ریزی مالی در زنجیره تأمین، تأمین مالی اجزای این زنجیره می‌باشد. تأمین مالی در زنجیره تأمین برای تأمین سرمایه در گردش با توجه به سودآوری شرکت‌ها از طریق ابزارهای تأمین مالی در زنجیره تأمین صورت می‌پذیرد. در این ارتباط ژو و همکاران (۲۰۱۹) به پیش‌بینی ریسک اعتباری شرکت‌های کوچک و متوسط در تأمین مالی زنجیره تأمین پرداخته‌اند. آن‌ها سعی کرده‌اند مدلی برای پیش‌بینی ریسک اعتباری بنگاه‌ها با در نظر گرفتن هر دو دسته عوامل مربوط به بنگاه و عوامل مربوط به زنجیره تأمین توسعه دهند. آن‌ها با استفاده از یک مدل یادگیری ماشین مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر ریسک اعتباری در بنگاه‌ها را در کشور چین شناسایی کردند. گلسومینو و دیگران^۱ (۲۰۱۸) به ارزیابی مزایای ملموس ناشی از بررسی استراتژی‌های مختلف تأمین مالی پرداخته‌اند. براساس فرمول تحلیلی مزایای سه استراتژی تأمین مالی زنجیره تأمین شامل فاکتورسازی معکوس، تأمین مالی موجودی و تخفیف پویا بررسی شده و با ارائه یک مدل به بررسی مزایایی که یک خریدار می‌تواند در ارتباط با تأمین‌کنندگان از مزایای این سه طرح به دست آورد، بررسی شده است. سو و ژانگ^۲ (۲۰۱۷) به تصمیم‌گیری در مورد تأمین

مالی زنجیره تأمین تحت قالب اعتبار تجاری اجزای زنجیره تأمین پرداخته‌اند. آن‌ها یک الگوی ساده تأمین مالی از طریق اعتبار، متشکل از یک بانک، یک شرکت اصلی و یک خرده فروش ارائه داده‌اند. در نهایت به منظور تصمیم‌گیری در ارتباط با سود و اعتبار اجزای زنجیره تأمین مبتنی بر تئوری بازی‌ها، پارامترهای مهم مدل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. سرانو^۳ (۲۰۱۶) تأمین مالی زنجیره تأمین برای شرکت‌های کوچک و متوسط را ارائه و با بررسی روش‌های تأمین مالی شرکت‌های کوچک و متوسط در زنجیره تأمین، روش تنزیل معکوس را به عنوان بهترین روش پیشنهاد نمود. چن و موراتا^۴ (۲۰۱۶) با هدف کاهش ریسک وام و افزایش بازده انتظاری بانک در هنگام تأمین مالی زنجیره تأمین با بررسی مدل مالی موجود یک مدل بهینه‌سازی ریاضی را در این ارتباط توسعه داده و نشان دادند که تأمین مالی موجودی می‌تواند اعتبار را به شرکت‌های پایین دست توسعه دهد و به نفع تمام اعضای زنجیره تأمین تمام شود. لیائو و همکاران (۲۰۱۵) تأمین مالی زنجیره تأمین را از منظر ارزیابی ریسک اعتباری تأمین مالی زنجیره تأمین ارزیابی کردند و سپس با این نگرش مسئله تأمین مالی شرکت‌های کوچک و متوسط را از طریق تئوری بازی‌ها بررسی و سعی نموده‌اند بهترین تصمیم را که منجر به کاهش ریسک اعتباری و افزایش تأمین مالی اعتباری شرکت شود، انتخاب نمایند. لئو و شانگ^۵ (۲۰۱۳) از لحاظ تحلیلی یک شرکت کارآفرینی که توسط خودش تأمین مالی می‌شود و به طور دوره‌ای سفارش‌هایی را برای رفع نیاز تقاضای غیرکاهش با تأخیر پرداخت زنجیره بالادستی و پایین دستی انجام می‌دهد، مورد مطالعه قرار داده‌اند. آن‌ها با استفاده از رویکرد سرمایه در گردش و مجازات پرداخت دیر هنگام به تأمین‌کنندگان بالادست، اثبات کردند تأمین مالی به منظور تهیه سرمایه در گردش مبتنی بر سیاست سهام پایه بهینه است. مور و باسو^۶ (۲۰۱۳) چالش‌های مختلف تأمین مالی زنجیره تأمین را شرح دادند. آن‌ها دریافتند که مهم‌ترین چالش‌هایی که در زمینه تأمین مالی زنجیره وجود دارد، عدم وجود دیدگاه مشترک بین شرکت‌ها، غیرقابل پیش‌بینی بودن جریان‌های نقدی حاصل از تأخیر در معاملات مالی و فقدان دانش و آموزش است. در ایران نیز بیشتر تحقیقات انجام‌شده در زمینه تأمین مالی شرکت‌های کوچک و متوسط در زنجیره تأمین به صورت مروری و یا تحقیقات به روش تطبیقی، پرسشنامه‌ای و مصاحبه بوده که هدف آن‌ها شناسایی روش‌ها، مزایا و چالش‌های تأمین مالی این بنگاه‌ها در زنجیره تأمین بوده است. در این تحقیقات از روش‌های مدل‌سازی ریاضی بهره‌گیری نشده است. از جمله این تحقیقات می‌توان به تحقیقات فتح‌اله و نجفی (۱۳۹۵)، نوری و دیگران (۱۳۹۵)، محمدی مزرعه شاهی (۱۳۹۵)، طالقانی و همکاران (۱۳۹۲)، بوذرجمهری و کریمی (۱۳۹۲)، سلطانی و دیگران (۱۳۹۰) و صدری نیا و دیگران (۱۳۸۸) اشاره کرد. با بررسی مطالعات پیشین روش‌ها، اهداف و متغیرهای مهم در

تأمین مالی شرکت‌های کوچک و متوسط در زنجیره تأمین به صورت جداول (۱)، (۲) و (۳) خلاصه شده است.

جدول (۱): روش‌های تأمین مالی شرکت‌های کوچک و متوسط

منابع پشتیبانی کننده	روش‌ها
ژو و همکاران (۲۰۱۹)، سو و ژانگ (۲۰۱۷)، چن و مورانا (۲۰۱۶)، سرانو (۲۰۱۶)، محمدی مزرعه شاهی (۱۳۹۵)، نوری و دیگران (۱۳۹۵)، طالقانی و همکاران (۱۳۹۲)، کریمی و بوذرجمهری (۱۳۹۱)، سلطانی و دیگران (۱۳۹۰)، صدری نیا و همکاران (۱۳۸۸)	- عاملیت حساب‌های دریافتی
	- کارت‌های اعتباری
	- اجاره به شرط تملیک یا اجاره (لیزینگ)
	- وام و اعتبار از مؤسسات مالی و بانکی
سلطانی و دیگران (۱۳۹۰)، صدری نیا و همکاران (۱۳۸۸)	- اعتبار تجاری از تأمین‌کنندگان و خریداران
	- منابع شخصی
	- منابع دوستان و بستگان
	- سرمایه‌گذاران
	- شرکا جدید

جدول (۲): اهداف تأمین مالی زنجیره تأمین

منابع پشتیبانی کننده	اهداف هدف تأمین
فتح اله و نجفی (۱۳۹۵)، طالقانی و همکاران (۱۳۹۲)، چن و مورانا (۲۰۱۶)، گلسومینو و دیگران (۲۰۱۸)، محمدی مزرعه شاهی (۱۳۹۵)، بوذرجمهری و کریمی (۱۳۹۲)، سلطانی و دیگران (۱۳۹۰).	سرمایه در گردش
فتح اله و نجفی (۱۳۹۵)، طالقانی و همکاران (۱۳۹۲)، سلطانی و دیگران (۱۳۹۰)، کریمی و بوذرجمهری (۱۳۹۱)، محمدی مزرعه شاهی (۱۳۹۵)	سود

جدول (۳): اهداف تأمین مالی زنجیره تأمین

منابع پشتیبانی کننده	متغیرهای تحقیق	جریانات
وفا و ترابی ^۷ (۲۰۱۷)، سرانو (۲۰۱۶)، کلاتری و همکاران (۱۳۹۴)، محمدی و همکاران (۱۳۹۶)، لو ^۸ (۲۰۱۳)، گوپتا و دوتا ^۹ (۲۰۱۱)، هان و کوهن ^{۱۰} (۲۰۱۲)، لیو و کروز ^{۱۱} (۲۰۱۲)، چن و مورانا (۲۰۱۶)، لیانو و همکاران (۲۰۱۵)	- هزینه‌های ثابت و متغیر شامل: هزینه فرآیند تولید (کارکنان، هزینه متغیر استهلاک تجهیزات، هزینه استفاده از ماشین‌آلات و ...)، هزینه حمل و توزیع، هزینه مواد اولیه، هزینه انبارداری، هزینه تأمین مالی، هزینه اداری، سربار، استهلاک اموال، بازاریابی و ... - سرمایه‌گذاری - درآمد شامل: مقدار فروش محصول، سود سرمایه‌گذاری - میزان تأمین مالی - روش‌های پرداخت شامل: اسناد دریافتی، اسناد پرداختی، پیش‌پرداخت، پیش‌دریافت	مالی
وفا و ترابی (۲۰۱۷)، کلاتری و همکاران (۱۳۹۴)، هان و کوهن (۲۰۱۲)	- مقدار خرید مواد اولیه - مقدار فروش محصول - مقدار موجودی مواد اولیه و محصول - مقدار تولید	فیزیکی

۲-۳- تحلیل شکاف

با وجود مطالعات زیادی که در حوزه زنجیره تأمین صورت گرفته است، در حوزه تأمین مالی زنجیره تأمین مطالعات اندکی صورت پذیرفته است که این مطالعات اندک نیز عموماً جنبه توصیفی داشته و به معرفی ادبیات شامل انواع روش‌های تأمین مالی در زنجیره تأمین پرداخته‌اند. با بررسی تحقیقاتی که به ارائه یک مدل ریاضی پرداخته‌اند، با بررسی ادبیات موجود همان‌طور که در جدول (۴) مشخص شده است برخی از تحقیقات گذشته فقط بر برنامه‌ریزی مالی و برخی نیز هم بر جریان‌های مالی و هم بر جریان‌های فیزیکی توجه داشته‌اند. لذا با توجه به اهمیت توجه به ابعاد جریان‌های فیزیکی و مالی یک شرکت در زنجیره تأمین به منظور انواع برنامه‌ریزی دقیق‌تر از جمله برای تأمین مالی شرکت‌ها، این تحقیق به بررسی تأمین مالی شرکت کوچک و متوسط با بررسی شرایط جریان‌های فیزیکی و مالی آن در زنجیره تأمین مبتنی بر عاملیت حساب‌های دریافتی نموده است. همچنین در این پژوهش شرکت کوچک و متوسط به علت محدود بودن روش‌های تأمین مالی و وابستگی بیشتر به زنجیره تأمین جهت تأمین مالی به منظور بررسی دقیق‌تر و هدفمندتر انتخاب شده است. در ارتباط با روش حل مدل غیرقطعی نیز این تحقیق دارای نوآوری در روش حل مدل برنامه‌ریزی آرمانی غیرقطعی به روش بازه‌ای می‌باشد.

جدول (۴): مقایسه تحقیقات گذشته در زنجیره تأمین با تحقیق جاری

مطالعه	جریان فیزیکی	جریان مالی	امکان تأمین مالی	عدم قطعیت	توجه به نوع شرکت کوچک و متوسط
پنگ و ژو ^{۱۲} (۲۰۱۹)	-	✓	-	-	-
گلسومینو و دیگران (۲۰۱۸)	-	✓	✓	-	-
وفا و ترابی (۲۰۱۷)	✓	✓	-	✓	-
سو و ژانگ (۲۰۱۷)	-	✓	✓	-	✓
محمدی و همکاران (۱۳۹۶)	✓	✓	-	-	-
سرانو (۲۰۱۶)	-	✓	✓	-	✓
چن و موراتا (۲۰۱۶)	-	✓	✓	-	✓
کلانتری و همکاران (۱۳۹۴)	✓	✓	-	-	-
لیانو و همکاران (۲۰۱۵)	-	✓	✓	-	-
رضانی و همکاران ^{۱۳} (۲۰۱۴)	✓	✓	-	-	-
موسوی و جابر ^{۱۴} (۲۰۱۳)	✓	✓	-	-	-
لنو و شانگ (۲۰۱۳)	-	✓	✓	-	✓
لو (۲۰۱۳)	✓	✓	-	✓	-
لیو و کروز (۲۰۱۲)	-	✓	-	✓	-

مطالعه	جریان فیزیکی	جریان مالی	امکان تأمین مالی	عدم قطعیت	توجه به نوع شرکت کوچک و متوسط
هان و کوهن (۲۰۱۲a)	✓	✓	-	✓	-
هان و کوهن (۲۰۱۲b)	✓	✓	-	✓	-
لانگینیدیس و گیورگیادیس ^{۱۵} (۲۰۱۱)	-	✓	-	✓	-
گوپتا و دوتا (۲۰۱۱)	-	✓	-	-	-
پروتوپایا و سیفرت ^{۱۶} (۲۰۱۰)	✓	✓	-	-	-
لائینز و همکاران ^{۱۷} (۲۰۱۰)	✓	✓	-	-	-
لائینز و همکاران (۲۰۰۹)	✓	✓	-	-	-
ملو و همکاران ^{۱۸} (۲۰۰۹)	✓	✓	-	-	-
پاپاچرجیوس ^{۱۹} (۲۰۰۹)	-	✓	-	-	-
همامی و همکاران ^{۲۰} (۲۰۰۹)	✓	✓	-	-	-
سودهی و تانگ ^{۲۱} (۲۰۰۹)	-	✓	-	-	-
برتل و همکاران ^{۲۲} (۲۰۰۸)	✓	✓	-	-	-
کاملی و همکاران ^{۲۳} (۲۰۰۸)	✓	✓	-	-	-
بدل و همکاران ^{۲۴} (۲۰۰۷)	✓	✓	-	-	-
گویلن و همکاران ^{۲۵} (۲۰۰۷)	✓	✓	-	-	-
تحقیق جاری	✓	✓	✓	✓	✓

۴- روش پژوهش

در این پژوهش ابتدا خریداران سفارش محصولات مورد نیاز خود را به شرکت کوچک و متوسط ارائه می‌دهند، در مرحله بعد شرکت پس از ارسال فاکتور از خریداران درخواست پرداخت می‌نماید، خریداران وجه محصولات درخواستی را در قالب پیش‌پرداخت، وجه نقد و اسناد پرداختی که در این تحقیق به صورت چک مدت‌دار در نظر گرفته شده است پرداخت می‌نمایند. شرکت کوچک و متوسط پس از دریافت وجه به اشکال مذکور، محصولات را برای خریداران ارسال می‌نماید. شرکت کوچک و متوسط در صورت نیاز به وجه نقد جهت تأمین سرمایه در گردش با توجه به حد اعتباری تعیین شده توسط بانک برای شرکت، می‌تواند بخش و یا تمام اسناد دریافتی خود که در قالب چک می‌باشد را به بانک ارائه نماید. بانک نیز با تنزیل اسناد مربوطه وجه نقد را در اختیار شرکت به منظور تأمین مالی قرار می‌دهد. در نهایت خریداران می‌بایست در موعد مقرر نسبت به پرداخت وجه اسناد پرداختی خود که در قالب چک بوده اقدام نمایند. در این پژوهش مدل زنجیره تأمین دوسطحی بوده که به صورت چند دوره‌ای، چند محصولی، یک شرکت کوچک و متوسط، چند خریدار و یک بانک توسعه داده شده است. مدل معرفی شده تأمین مالی مبتنی بر

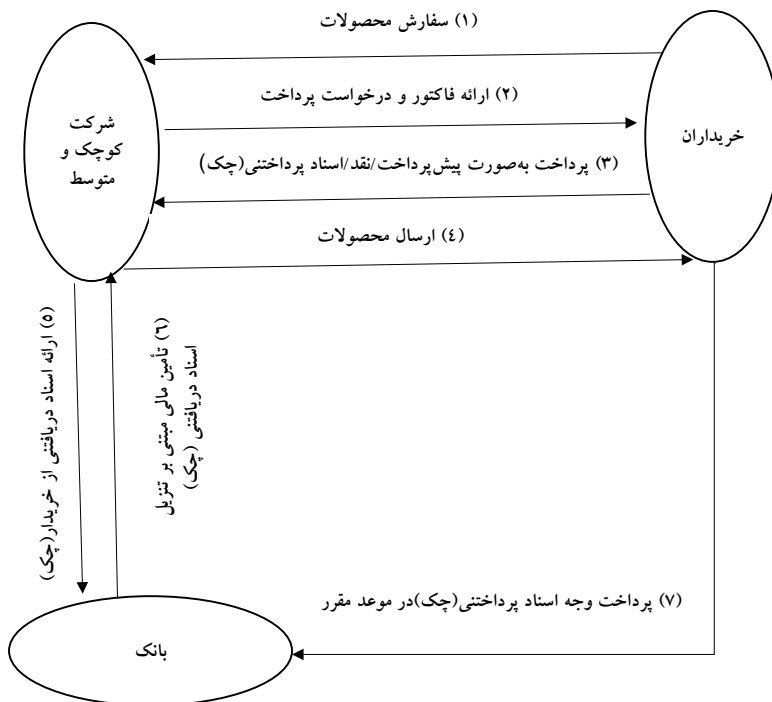
Archive of SID

عاملیت حساب‌های دریافتنی در این پژوهش به صورت شکل (۱) می‌باشد. پژوهش حاضر با توجه به نوع و اهداف مطالعه، رویکرد توسعه‌ای-کاربردی دارد و از نظر اجرایی و روش تحلیل داده رویکرد کیفی-کمی دارد. به منظور تعیین نوع شرکت از تعریف بانک مرکزی ایران که کسب و کارهای کمتر از صد نفر نیروی کار را به عنوان شرکت کوچک و متوسط در نظر می‌گیرد مبنای قرار داده شده است. روش نمونه‌گیری در این پژوهش هدفمند بوده و به منظور تعیین حجم نمونه با توجه به آنکه در مطالعات کیفی نمونه‌ای بین ۵ تا ۲۵ نفر کافی است (دانایی فرد و دیگران، ۱۳۸۳). لذا ۲۰ نفر از خبرگان حوزه مدیریت شرکت‌های کوچک و متوسط در صنایع مختلف انتخاب شدند. به منظور تعیین خبرگی افراد مشارکت‌کننده در پژوهش به منظور شناسایی روش تأمین مالی، اهداف تأمین مالی و پارامترها و متغیرهای مدل‌سازی معیارهای زیر در نظر گرفته شده است:

(الف) حداقل مدرک کارشناسی داشته باشد.

(ب) حداقل ده سال سابقه کاری در شرکت کوچک و متوسط داشته باشد.

(پ) حداقل پنج سال سابقه مدیریتی به عنوان مدیرعامل و یا معاون مدیرعامل در شرکت کوچک و متوسط داشته باشد.



شکل (۱): مدل پژوهش

۵- تجزیه و تحلیل یافته‌ها

به منظور تحلیل روایی اهداف و متغیرهای مهم در مدل‌سازی از شاخص نسبت روایی محتوایی (CVR²⁶) استفاده شده است. بدین منظور موارد معرفی شده که بر اساس مطالعات پیشین به دست آمده در قالب پرسشنامه به خبرگان ۲۰ شرکت کوچک و متوسط از صنایع مختلف ارائه شده و با توجه به بررسی روایی محتوایی مبتنی بر شاخص CVR نتایج به صورت زیر بوده است:

- مهم‌ترین روش تأمین مالی شرکت‌های کوچک و متوسط در زنجیره تأمین عاملیت حساب‌های دریافتی معرفی شده است.

- مهم‌ترین اهداف تأمین مالی، تأمین نقدینگی موردنیاز در هر دوره و ایجاد سود در پایان دوره مالی معرفی شده است.

- تمامی پارامترها و متغیرهای معرفی شده در مدل ریاضی پژوهش به‌عنوان متغیرهای مهم مدل‌سازی مورد تأیید واقع شده است.

پس از تعیین پارامترها، متغیرها و اهداف تأمین مالی مبتنی بر ادبیات تحقیق و تأیید آن‌ها توسط خبرگان مبتنی بر شاخص CVR به منظور نهایی‌سازی آن‌ها و همچنین تعیین مدل پژوهش و روابط ریاضی آن از ۱۰ نفر از خبرگان انتخابی در قالب یک گروه کانون دعوت به عمل آمده که نتایج نهایی پس از بحث و تبادل نظر به صورت مدل ریاضی ارائه شده تدوین شده است.

۱-۱- تعیین مجموعه‌ها، پارامترها و متغیرهای جریانات فیزیکی و مالی در مدل

در تعریف پارامترها و متغیرها موارد غیرقطعی با علامت \otimes در جلوی متغیر نشان داده است. در این پژوهش برای نشان دادن موارد غیرقطعی از اعداد و متغیرهای بازه‌ای استفاده شده است. به‌عنوان مثال اگر

$[z_j, \bar{z}_j]$ محدوده‌ای باشد حد پایینی و حد بالایی \bar{z}_j و اگر متغیر $[x_j, \bar{x}_j]$ باشد حد پایینی و حد بالایی متغیر می‌باشد.

اندیس‌ها:

$K =$ مجموعه محصولات نهایی

$T =$ مجموعه دوره‌های زمانی

$L =$ مجموعه خریداران

$W_{kl} =$ مجموعه دوره زمانی قابل قبول شرکت کوچک و متوسط برای تسویه اسناد دریافتی برای محصول

k توسط خریدار l پس از دریافت

V_{kl} = مجموعه دوره زمانی قابل قبول خریدار l برای ارسال محصول k توسط شرکت کوچک و متوسط پس از دریافت پیش پرداخت

q = مجموعه دوره زمانی قابل قبول بانک برای تسویه اسناد دریافتنی

پارامترها بعد مالی:

cr_{max} : حداکثر حد اعتباری تعیین شده برای شرکت کوچک و متوسط توسط بانک

δ_f : نقدینگی مطلوب در انتهای دوره t

μ : نرخ تنزیل اسناد دریافتنی در هر دوره توسط بانک

φ : نرخ میانگین سود حاصل از استفاده از مازاد نقدینگی در هر دوره

tpc_{klt} : هزینه حمل هر واحد محصول k از شرکت کوچک و متوسط به خریدار l در دوره t

pr_{klt} : قیمت فروش هر واحد محصول k به خریدار l در دوره t

hf_k : هزینه نگهداری هر واحد از محصول k در شرکت کوچک و متوسط در هر دوره

ma_k : هزینه تأمین هر واحد از محصول k

FIX_t : هزینه‌های ثابت در انتهای دوره t

$Cash_0$: وجه نقد اولیه در دسترس در ابتدای دوره مالی

ls_t : حداقل مقدار مبلغ سفارش قابل قبول برای خریدار l در هر دوره

$PAR_{klt+h,t}$: درصد مقدار اسناد دریافتنی از خریدار l بابت محصول k در دوره t که در دوره $t+h$ نقد می‌شود.

$PBcash_{klt}$: درصد نقد دریافتنی از خریدار l بابت محصول k در دوره t

$PBPay_{klt,t-h}$: درصد پیش پرداخت دریافتنی از خریدار l بابت محصول k در دوره $t-h$ با تضمین تحویل

کالا در دوره

M : مقداری بزرگ و مثبت

پارامترها بعد فیزیکی:

: تقاضای خریدار l برای محصول k در دوره t

$udem_{klt}$: ظرفیت تأمین محصول k در دوره t

$incap_{kt}$: سطح اولیه موجودی محصول k در شرکت کوچک و متوسط

lf_{k0} : ظرفیت ذخیره‌سازی (برحسب حجم) انبار محصول

wf : حداقل مقدار تأمین محصول k که دارای صرفه اقتصادی است.

$CCAP_k$ حجم موردنیاز برای ذخیره‌سازی هر واحد محصول

Vf_k ذخیره اطمینان محصول k در هر دوره

ssf_k متغیرهای تصمیم:

: وجوه نقد ورودی به صندوق در دوره t به‌غیر از تأمین مالی از بانک

$\otimes FininCash_t$ مالی توسط بانک حاصل از روش عاملیت حساب‌های دریافتی در دوره t

$\otimes FinexCash_t$ اعتبار داده‌شده به شرکت کوچک و متوسط (به‌صورت پیش‌پرداخت) توسط خریداران در

$\otimes CredfinB_t$

: سود در پایان دوره مالی

$\otimes Pro$ مقدار وجه نقد در دسترس در انتهای دوره t

$\otimes Cash_t$ تأمین محصول k در دوره t

$\otimes P_{kt}$ هزینه تأمین محصول در دوره t

$\otimes Prc_t$ مقدار محصول k فروش رفته به خریدار I در دوره t

$\otimes S_{kt}$ سطح نهایی موجودی محصول k در شرکت کوچک و متوسط در دوره t

$\otimes If_{kt}$ هزینه انبارداری در انتهای دوره t

$\otimes INC_t$ هزینه حمل و توزیع در انتهای دوره t

$\otimes TRC_t$: مقدار اسناد دریافتی از خریدار I بابت محصول k در دوره $t-h$ با قابلیت نقدشوندگی در دوره t

$\otimes AR_{k,t,t-h}$ نقد دریافتی از خریدار I بابت محصول k در دوره t

: مقدار پیش‌دریافت از خریدار I بابت محصول k در دوره t با تضمین تحویل کالا در دوره $t+h$

$\otimes Bcash_{k,t}$ اسناد دریافتی ارائه‌شده به بانک در دوره t توسط خریدار I بابت محصول k با قابلیت

تغییر در دوره $t+h$ $\otimes BPay_{k,t,t+h}$

: مقدار کل اسناد دریافتی از خریدار I بابت محصول k در دوره t

$\otimes ARBA_{k,t,t+h}$ اسناد دریافتی ارائه‌شده به بانک در دوره t

: هزینه تأمین مالی از بانک در دوره t

$\otimes SAR_{k,t}$ مجموع اسناد دریافتی موجود در شرکت در انتهای دوره t با قابلیت نقدشوندگی در دوره $t+h$

$\otimes SAR_t$ بروب انتهای دوره مالی

$\otimes FinexC_t$ نفاده از مازاد نقدینگی در دوره t

$\otimes \text{TAR}_{t+h,t}$: انحراف رو به پایین نقدینگی از نقدینگی مطلوب در دوره

: مقدار انحراف رو به بالا نقدینگی از نقدینگی مطلوب در دوره

Z_p^* : مقدار انحراف رو به پایین سود از سود مطلوب

$\otimes \text{Inv}_t$: انحراف رو به بالا سود از سود مطلوب

$\otimes d_t^-$: انحراف رو به پایین حد بالای نقدینگی از نقدینگی مطلوب در $t=1, \dots, 12$

$\otimes d_t^+$: انحراف رو به بالا حد بالای نقدینگی از نقدینگی مطلوب در $t=1, \dots, 12$

$\otimes d_p^-$: انحراف رو به پایین حد پایین نقدینگی از نقدینگی مطلوب در دوره t

$\otimes d_p^+$: انحراف رو به بالا حد پایین نقدینگی از نقدینگی مطلوب در دوره t

d_{ut}^- : مقدار انحراف رو به پایین حد بالای سود از سود مطلوب

d_{ut}^+ : مقدار انحراف رو به بالا حد بالای سود از سود مطلوب

d_{it}^- : مقدار انحراف رو به پایین حد پایین سود از سود مطلوب

d_{it}^+ : مقدار انحراف رو به بالا حد پایین سود از سود مطلوب

ساخت مدل ریاضی در شرایط عدم قطعیت

d_{up}^+

مفروضات مدل:

d_{ip}^+

مفروضات زیر توسط محقق در نظر گرفته شده است:

- خریداران روش پرداخت نقدی و اعتباری مشخص دارند.

- امکان ارائه کالا کمتر از تقاضا به خریدار وجود دارد.

- هزینه‌های ثابت و انبارداری به صورت نقد تا انتهای دوره پرداخت خواهند شد.

- زمان حمل و نقل بین اجزاء زنجیره تأمین ناچیز در نظر گرفته شده است.

- موجودی محصولات از یک دوره به دوره بعد منتقل می‌شود.

- خریداران نسبت به اسناد پرداختی نکول نمی‌کنند.

- حد اعتباری بانک برای هر دوره بوده و وصول اسناد قبلی شرکت تأثیری در آن ندارد.

- حساب‌های اسناد دریافتی و پرداختی در دوره سال مالی تسویه و به دوره بعدی مالی انتقال نمی‌یابند.

- پرداخت‌ها و دریافت‌ها با سند بوده و به صورت اعتباری نمی‌باشد.

توابع هدف:

با بررسی ادبیات پژوهش و نظر خبرگان مشخص شده است که هدف تأمین مالی شرکت‌های کوچک و متوسط در زنجیره تأمین مبتنی بر عاملیت حساب‌های دریافتی توانمند کردن آن‌ها در جهت تأمین نقدینگی موردنیاز در هر دوره و سودآوری می‌باشد. لذا توابع هدف مدل شامل حداقل‌سازی انحراف رو به پایین از نقدینگی مطلوب در هر دوره و رسیدن به ماکزیمم سود در پایان دوره مالی می‌باشد. به علت شرایط عدم قطعیت تمامی اهداف مورد اشاره به صورت غیرقطعی می‌باشند.

به منظور حل این مدل چند هدفه از برنامه‌ریزی آرمانی استفاده شده است. لذا به جای هدف ماکزیمم کردن سود از هدف حداقل‌سازی انحراف پایین از سود مطلوب استفاده می‌شود که در آن سود مطلوب با ماکزیمم کردن حد بالای سود با در نظر گرفتن محدودیت‌های مدل به دست آمده است. لذا اهداف پژوهش در حالت عدم قطعیت به صورت روابط (۱) و (۲) تعریف شده است.

$$Z_p^*$$

$$\min \otimes d_p^- \quad (1)$$

$$\min \otimes d_t^- \quad , \quad \forall t \quad (2)$$

هدف کاهش مقدار انحراف رو به پایین سود از سود مطلوب می‌تواند با اهداف کاهش مقدار انحراف رو به پایین حد بالای سود از سود مطلوب و کاهش مقدار انحراف رو به پایین حد پایین سود از سود مطلوب جایگزین شود. همچنین هدف کاهش مقدار رو به پایین نقدینگی از نقدینگی مطلوب در هر دوره می‌تواند با اهداف کاهش مقدار انحراف رو به پایین حد بالای نقدینگی از نقدینگی مطلوب در آن دوره و کاهش مقدار انحراف رو به پایین حد پایین نقدینگی از نقدینگی مطلوب در آن دوره جایگزین شود لذا توابع هدف غیرقطعی (۱) و (۲) می‌تواند با توابع هدف قطعی زیر جایگزین شود.

$$\text{Min } d_{up}^- \quad (3)$$

$$\text{Min } d_{lp}^- \quad (4)$$

$$\min \otimes d_{ut}^- \quad , \quad \forall t \quad (5)$$

$$\min \otimes d_{lt}^- \quad , \quad \forall t \quad (6)$$

در نهایت طبق برنامه‌ریزی آرمانی مدل چند هدفه قطعی شده تحقیق به مدل تک هدفه قطعی به صورت رابطه (۷) تبدیل شده است.

$$\text{Min } z = w_{up} \cdot d_{up}^- + w_{lp} \cdot d_{lp}^- + \sum_{t=1}^{12} w_{ut} d_{ut}^- + \sum_{t=1}^{12} w_{lt} d_{lt}^- \quad (۷)$$

که در آن w ها وزن اهداف می‌باشد. لازم به ذکر است که در این تحقیق به علت اهمیت برابر اهداف، وزن هر هدف برابر ۱ در نظر گرفته شده است.

محدودیت‌های مدل

الف- بعد مالی

با بررسی ادبیات پژوهش و نظر خبرگان محدودیت‌ها و روابط مالی در قالب گردش نقدینگی، سود، هزینه، تأمین مالی و نحوه پرداخت و دریافت در خرید و فروش نشان داده شده است. روابط (۸) تا (۱۱) مربوط به برنامه‌ریزی آرمانی است. رابطه (۱۲) نشان‌دهنده سود در انتهای دوره و رابطه (۱۳) نشان‌دهنده نقدینگی در هر دوره می‌باشد. در رابطه (۱۴) وجوه نقد ورودی به صندوق در دوره t به غیر از تأمین مالی از بانک و در رابطه (۱۵) تأمین مالی از بانک مبتنی بر تنزیل اسناد دریافتی در نظر گرفته شده است. رابطه (۱۶) نشان‌دهنده آن است که تأمین مالی از بانک حداکثر برابر حد اعتباری تخصیص داده شده توسط بانک است. روابط (۱۷) و (۱۸) مجموع اسناد دریافتی ارائه شده به بانک را نشان می‌دهد. رابطه (۱۹) مربوط به تأمین اعتبار از خریدار و روابط (۲۰)، (۲۱) و (۲۲) هزینه انبارداری، حمل و نقل و تأمین محصول را نشان می‌دهد. رابطه (۲۳) نشان‌دهنده رابطه مبلغی فروش با مجموع اسناد دریافتی ارائه شده به بانک و وجوه نقد ورودی به صندوق در دوره t به غیر از تأمین مالی از بانک می‌باشد. روابط (۲۴)، (۲۵)، (۲۶)، (۲۷) نشان‌دهنده روابط بین مبلغ کل فروش با نحوه پرداخت خریدار و روابط (۲۸) و (۲۹) نشان‌دهنده محدودیت‌ها و روابط بین اسناد دریافتی می‌باشد. روابط (۳۰) تا (۳۵) بیانگر آن است که میزان استفاده از نقدینگی مازاد در هر دوره از موجودی نقد آن دوره کمتر یا مساوی بوده و همچنین در صورتی که موجودی نقد در انتهای یک دوره منفی بوده، میزان استفاده از نقدینگی مازاد در آن دوره صفر است.

$$\overline{Pro} + d_{up}^- - d_{up}^+ = Z_p^* \quad (۸)$$

$$\overline{Pro} + d_{lp}^- - d_{lp}^+ = Z_p^* \quad (۹)$$

$$\overline{Cash}_t + d_{ut}^- - d_{ut}^+ = \delta_f, \quad \forall t \quad (۱۰)$$

$$\overline{Cash}_t + d_{lt}^- - d_{lt}^+ = \delta_f, \quad \forall t \quad (۱۱)$$

$$\otimes \text{Pro} = \sum_1^k \sum_1^l \sum_{t=1}^t \text{pr}_{\text{kl}t} \cdot S_{\text{kl}t} - \sum_1^t (\text{FIX}_t + \text{Pr}c_t + \text{INC}_t + \text{TRC}_t + \text{Finex}C_t) + \sum_1^t (T - t) \times \text{Inv}_t \times \varphi \quad (12)$$

$$\otimes \text{Cash}_t = \otimes \text{FininCash}_t + \otimes \text{FinexCash}_t - \otimes \text{FIX}_t - \otimes \text{Pr}c_t - \otimes \text{INC}_t - \otimes \text{TRC}_t + \otimes \text{Cash}_{t-1} - \otimes \text{Inv}_t, \forall t \quad (13)$$

$$\otimes \text{FininCash}_t = \sum_1^k \sum_1^l \otimes \text{Tar}_{\text{kl}t,t-1} + \sum_1^k \sum_1^l \otimes \text{Bcash}_{\text{kl}t} + \sum_1^k \sum_1^l \sum_1^{v_{\text{kl}t}} \otimes \text{BPay}_{\text{kl}t+v_{\text{kl}t},t}, \forall t \quad (14)$$

$$\otimes \text{FinexCash}_t = \sum_1^k \sum_1^l \sum_1^q ((\text{ARBA}_{\text{kl}t+q,t}) \times (1 - \mu)^q), \forall t \quad (15)$$

$$\otimes \text{FinexCash}_t \leq \text{Cmax}, \forall t \quad (16)$$

$$\otimes \text{SARB}_t = \sum_1^k \sum_1^l \sum_1^q \text{ARBA}_{\text{kl}t+q,t}, \forall t \quad (17)$$

$$\otimes \text{Finex}C_t + \otimes \text{FinexCash}_t = \otimes \text{SARB}_t, \forall t \quad (18)$$

$$\otimes \text{Credfin}B_t = \sum_1^k \sum_1^l \sum_1^{v_{\text{kl}t}} \otimes \text{BPay}_{\text{kl}t+v_{\text{kl}t},t}, \forall t \quad (19)$$

$$\otimes \text{INC}_t = \sum_1^k \otimes \text{If}_{\text{kt}} \otimes hf_k, \forall t \quad (20)$$

$$\otimes \text{TRC}_t = + \sum_1^k \sum_1^l \otimes \text{tpc}_{\text{kl}t} \cdot \otimes S_{\text{kl}t}, \forall t \quad (21)$$

$$\otimes \text{Pr}c_t = \sum_1^k \otimes p_{\text{kt}} \cdot \otimes ma_k, \forall t \quad (22)$$

$$\sum_1^k \sum_1^l \sum_{t=1}^t \text{pr}_{\text{kl}t} \cdot S_{\text{kl}t} = \sum_1^t (\otimes \text{FininCash}_t + \text{SARB}_t) \quad (23)$$

$$\otimes \text{Pr}_{\text{kl}t} \cdot \otimes S_{\text{kl}t} = \sum_1^{w_{\text{kl}t}} \otimes \text{AR}_{\text{kl}t+h,t} + \otimes \text{Bcash}_{\text{kl}t} + \sum_1^{v_{\text{kl}t}} \otimes \text{Bpay}_{\text{kl}t-v_{\text{kl}t},t} \quad \forall k,l,t \quad (24)$$

$$\text{AR}_{\text{kl}t+w_{\text{kl}t}} = \text{PAR}_{\text{kl}t+w_{\text{kl}t}} \cdot \otimes \text{Pr}_{\text{kl}} \cdot \otimes S_{\text{kl}t} \quad \forall k,l,t, W_{\text{kl}} \quad (25)$$

$$\otimes \text{Bcash}_{\text{kl}t} = \text{PBcash}_{\text{kl}t} \cdot \otimes \text{Pr}_{\text{kl}} \cdot \otimes S_{\text{kl}t} \quad \forall k,l,t \quad (26)$$

$$\otimes \text{Bpay}_{\text{kl}t,t-v_{\text{kl}}} = \text{PBpay}_{\text{kl}t,t-v_{\text{kl}}} \cdot \otimes \text{Pr}_{\text{kl}} \cdot \otimes S_{\text{kl}t} \quad \forall k,l,t, V_{\text{kl}} \quad (27)$$

$$\text{ARBA}_{\text{kl}t+q,t} \leq \text{TAR}_{\text{kl}t,q,t-1} + \text{AR}_{\text{kl}t,q,t}, \forall k,t,l,q \quad (28)$$

$$\text{TAR}_{\text{kl}t, W_{\text{kl}t}} = \sum_1^k \sum_1^l \otimes \text{AR}_{\text{kl}t+W_{\text{kl}t},t} + \text{TAR}_{\text{kl}t, W_{\text{kl}t-1}} - \sum_1^k \sum_1^l \otimes \text{ARBA}_{\text{kl}t+W_{\text{kl}t}}, \forall k,t,l, W_{\text{kl}} \quad (29)$$

$$\overline{\text{Inv}}_t \leq \overline{\text{Cash}}_t + M.y_{1t} \quad (30)$$

$$\overline{\text{Inv}}_t \leq M.y_{2t} - \frac{1}{M} \overline{\text{Cash}}_t \quad (31)$$

$$\underline{\text{Inv}}_t \leq \underline{\text{Cash}}_t + M.y_{3t} \quad (32)$$

$$\underline{\text{Inv}}_t \leq M.y_{4t} - \frac{1}{M} \underline{\text{Cash}}_t \quad (33)$$

$$y_{1t} + y_{2t} = 1 \quad (34)$$

$$y_{3t} + y_{4t} = 1 \quad (35)$$

ب- بعد عملیاتی

با بررسی ادبیات پژوهش و همچنین مصاحبه با خبرگان محدودیت‌ها و روابط عملیاتی در قالب تقاضا، تأمین محصول، محصولات، موجودی و ظرفیت نشان داده شده است. رابطه (۳۶) برابر رابطه میزان موجودی محصول k در دوره t با میزان موجودی در دوره قبل، میزان فروش و میزان تأمین محصول می‌باشد. رابطه (۳۷) نشان‌دهنده آن است که میزان موجودی محصول k در دوره t می‌بایست حداقل برابر ذخیره اطمینان محصول k باشد. محدودیت (۳۸) نشان‌دهنده آن است که میزان محصول فروخته شده در هر دوره نمی‌تواند از تقاضای خریدار در آن دوره بیشتر باشد. محدودیت (۳۹) نشان‌دهنده آن است که تأمین محصول باید دارای صرفه اقتصادی باشد. رابطه (۴۰) حداقل مقدار ریالی سفارش برای هر خریدار را مشخص کرده است. محدودیت (۴۱) نشان‌دهنده محدودیت‌های ظرفیت تأمین محصول و محدودیت (۴۲) نشان‌دهنده محدودیت فضای انبار برای محصول می‌باشند.

$$\otimes If_{kt-1} + \otimes p_{kt} - \sum_{klt}^l \otimes s_{klt} = \otimes If_{kt} \quad \forall k, t \quad (36)$$

$$\otimes If_{kt} \geq \otimes ssf_k \quad \forall k, t \quad (37)$$

$$\otimes s_{klt} \leq \otimes dem_k \quad \forall k, t, l \quad (38)$$

$$ecap_k \leq \otimes p_{kt} \quad \forall k, t \quad (39)$$

$$\sum_{klt}^k \otimes s_{klt} \cdot \otimes pr_{klt} \geq ls_l \quad \forall t, l \quad (40)$$

$$\otimes p_{kt} \leq mcap_{kt} \quad \forall k, t \quad (41)$$

$$\sum_{k}^k \otimes vf_k \cdot \otimes if_{kt} \leq Wf \quad \forall t \quad (42)$$

پ- قطعی نمودن محدودیت‌ها

روابط بین محدودیت‌ها به صورت ذیل قطعی شده است:

$$\otimes x_i = \otimes x_j \rightarrow \underline{x}_i = \underline{x}_j \text{ و } \bar{x}_i = \bar{x}_j$$

$$\otimes x_k \leq \otimes x_l \rightarrow \underline{x}_k \leq \underline{x}_l \text{ و } \bar{x}_k \leq \bar{x}_l$$

$$\otimes x_m \geq \otimes x_n \rightarrow \underline{x}_m \geq \underline{x}_n \text{ و } \bar{x}_m \geq \bar{x}_n$$

$$\otimes x_o < \otimes x_p \rightarrow \underline{x}_o < \underline{x}_p \text{ و } \bar{x}_o < \bar{x}_p$$

$$\otimes x_q > \otimes x_r \rightarrow \underline{x}_q > \underline{x}_r \text{ و } \bar{x}_q > \bar{x}_r$$

لازم به ذکر است که اگر طرفین هر محدودیت به صورت رابطه (۴۳) در نظر گرفته شود

$$\sum_{j=1}^n \otimes c_j \cdot \otimes x_j \quad (43)$$

که در آن $[c_j, \bar{c}_j]$ ضرایب و متغیرها $[x_j, \bar{x}_j]$ باشد به شرط آنکه آنگاه به روش \geq و \leq حاجی آقا و دیگران^{۲۷} (۲۰۱۳) رابطه موردنظر به صورت رابطه (۴۴) تعیین می شود.

$$\sum_{j=1}^n \otimes c_j \cdot \otimes x_j = [\sum_{j \in k^+} c_j \cdot x_j + \sum_{j \in k^-} c_j \cdot \bar{x}_j + \sum_{j \in k^0} c_j \cdot \bar{x}_j, \sum_{j \in k^+} \bar{c}_j \cdot \bar{x}_j + \sum_{j \in k^-} \bar{c}_j \cdot x_j + \sum_{j \in k^0} \bar{c}_j \cdot \bar{x}_j] \quad (44)$$

که در آن k^+ شامل متغیرهایی است که حد بالا و پایین ضرایب آن‌ها مثبت، k^- شامل متغیرهایی است که حد بالا و پایین ضرایب آن‌ها منفی و k^0 شامل متغیرهایی است که حد بالا ضرایب آن‌ها مثبت و حد پایین ضرایب آن‌ها منفی است.

ت-محدودیت‌های متغیرهای پژوهش

$$\frac{FininCash_t, FinexCash_t, p_{kt}, PrC_t, S_{klt}, if_{kt}, INC_t, TRC_t, AR_{klt,t-W_{kt}}, Bcash_{klt}, BPay_{klt+V_{klt,t}}, ARBA_{klt+q,t}, SAR_{klt}, SARB_t, FinexC_t, Inv_t, FininCash_t, FinexCash_t, p_{kt}, PrC_t, S_{klt}, if_{kt}, INC_t, TRC_t, SUC_t, AR_{klt,t-W_{kt}}, Bcash_{klt}, BPay_{klt+V_{klt,t}}, ARBA_{klt+q,t}, SAR_{klt}, SARB_t, FinexC_t, Inv_t \geq 0; \forall t$$

$$Pro, Cash_t, \overline{Pro}, \overline{Cash_t} : free$$

$$y_{1t}, y_{2t}, y_{3t}, y_{4t} = 0 \text{ or } 1$$

به منظور بررسی اعتبار مدل و روش حل به کار گرفته شده در آن یک مسئله نمونه حل شده است. بدین منظور یک شرکت کوچک و متوسط فعال در زمینه فروش محصولات شیمیایی که با یک بانک خصوصی به منظور تأمین مالی به روش عاملیت حساب‌های دریافتی در ارتباط است، انتخاب شده است. با مصاحبه با مدیران و استفاده از بانک اطلاعاتی شرکت مذکور و اطلاعات بانکی شرکت موردنظر، داده‌های مورد نیاز تحقیق جمع‌آوری شده است. شرکت مورد مطالعه سه محصول تأمین می‌کند که آن‌ها را به سه خریدار می‌فروشد. کل دوره برنامه‌ریزی شامل دوازده ماه (یک سال مالی) می‌باشد. مدل‌های ریاضی ارائه شده در نرم‌افزار بهینه‌سازی GAMS کدنویسی و با حل‌کننده CPLEX حل شده‌اند.

نمایش تمامی مقادیر پارامترهای شرکت مورد مطالعه به واسطه محدودیت فضا امکان‌پذیر نبوده لذا مقادیر برخی پارامترها به صورت جدول (۴) نشان داده شده است. همچنین در ارتباط با نقدینگی مطلوب برحسب

میلیون ریال، نقدینگی ۵۰۰ میلیون ریال و بالاتر در دوره اول، ۱۰۰۰ میلیون ریال و بالاتر در دوره دوم تا پنجم، ۱۵۰۰ میلیون ریال و بالاتر در دوره ششم، ۱۲۰۰ میلیون ریال و بالاتر در دوره هفتم و هشتم، ۱۳۰۰ میلیون ریال و بالاتر در دوره نهم، ۱۵۰۰ میلیون ریال و بالاتر در دوره دهم، ۱۶۰۰ میلیون ریال و بالاتر در دوره یازدهم و ۲۰۰۰ میلیون ریال و بالاتر در دوره دوازدهم مطلوب شرکت کوچک و متوسط بوده است. لازم به ذکر است که مقادیر اعلامی در جدول (۴) مربوط به دوره زمانی مورد مطالعه بوده لذا این مقدار در دوره‌های زمانی مختلف می‌تواند تغییر کند.

جدول (۴): مقادیر پارامترهای شرکت مورد مطالعه در دوره مالی تحت بررسی

مقدار	پارامتر	مقدار (برحسب میلیون ریال)	پارامتر
۲ درصد	نرخ ماهانه تنزیل اسناد دریافتی توسط بانک	۴۰۰۰	حداکثر حد اعتباری تعیین شده توسط بانک
۳ درصد	میانگین نرخ سود استفاده از مازاد نقدینگی در ماه	۱۲۵۲	مقدار نقدینگی ابتدایی در دسترس
۲۷۰ مترمکعب	فضای ذخیره‌سازی برای محصول	[۵۵۲, ۷۱۶]	هزینه ثابت
۱۵۰ عدد	حداکثر ظرفیت تأمین محصول اول	[۰.۵, ۰.۷]	هزینه ذخیره‌سازی هر واحد محصول اول
۲۰۰ عدد	حداکثر ظرفیت تأمین محصول دوم	[۰.۶, ۰.۷]	هزینه ذخیره‌سازی هر واحد محصول دوم
۲۵۰ عدد	حداکثر ظرفیت تأمین محصول سوم	[۰.۷, ۰.۸]	هزینه ذخیره‌سازی هر واحد محصول سوم
۲ عدد	مقدار موجودی اولیه محصول اول	[۶, ۹]	هزینه تأمین هر واحد محصول اول
۳۰ عدد	مقدار موجودی اولیه محصول دوم	[۷, ۱۰]	هزینه تأمین هر واحد محصول دوم
۳۵ عدد	مقدار موجودی اولیه محصول سوم	[۹, ۱۵]	هزینه تأمین هر واحد محصول سوم
۵۰ عدد	مینیمم تأمین اقتصادی محصول اول	[۱۲, ۱۵]	قیمت محصول اول
۶۰ عدد	مینیمم تأمین اقتصادی محصول دوم	[۱۴, ۱۶]	قیمت محصول دوم
۶۰ عدد	مینیمم تأمین اقتصادی محصول سوم	[۱۵, ۱۹]	قیمت محصول سوم

با در نظر گرفتن محدودیت‌های مدل و با هدف ماکزیمم کردن سود، میزان سود مطلوب ۸۸۳۲۸.۳۳۳ میلیارد ریال به دست آمده است. به علت آنکه فرموله‌سازی مسئله تعداد زیادی پارامترها و متغیرها را شامل می‌شود؛ بنابراین نمایش تمامی جواب‌های حاصل از حل مدل برای تمامی متغیرها به واسطه محدودیت فضا امکان‌پذیر نیست؛ در نتیجه بعضی از متغیرهای مهم مانند اهداف مسئله شامل سود و نقدینگی در جدول (۵)، متغیرهای مهم جریان مالی مانند میزان هزینه، استفاده از مازاد نقدینگی و تأمین مالی در هر دوره در جدول (۶) و متغیرهای مهم جریان فیزیکی مانند میزان تأمین محصول، موجودی و فروش کالا در جدول (۷) ارائه گردیده است.

جدول(۵): حدود سود پس از حل مدل (برحسب میلیون ریال)

مقدار	متغیر
[۱۷۶۷.۱۴۸, ۵۰۷۴۱.۹۶۹]	⊗Pro

جدول(۶): جریان مالی شامل نقدینگی، میزان تأمین مالی، هزینه و استفاده از مازاد نقدینگی در هر دوره (برحسب میلیون ریال)

دوره	بازه نقدینگی	میزان تأمین مالی	بازه هزینه	میزان استفاده از مازاد نقدینگی
۱	[۵۰۰, ۳۷۴۴.۳]	۱۳۴.۴	[۴۳۳۲.۳, ۶۲۲۵.۵]	۵۷۱.۶
۲	[۱۰۰۰, ۸۱۸۵.۶]	۲۲۶۶.۹	[۴۸۰۷.۴, ۷۳۴۵.۶]	۰
۳	[۱۰۰۰, ۱۲۳۷۸.۱]	۲۲۱۶.۴	[۴۷۷۶.۶, ۷۳۵۹.۹]	۰
۴	[۱۰۰۰, ۱۶۷۸۱.۸]	۲۰۹۰.۲	[۴۹۰۱.۷, ۷۵۴۴.۶]	۰
۵	[۱۰۰۰, ۲۰۷۳۰.۴]	۱۵۵۰.۸	[۴۳۴۰.۷, ۶۶۴۹.۹]	۰
۶	[۱۵۰۰, ۲۵۴۰۳.۴]	۲۵۴۳.۸	[۴۷۸۳.۷, ۷۳۴۴.۱]	۰
۷	[۱۲۰۰, ۲۸۷۵۹.۹]	۱۶۹۲.۴	[۴۱۷۶.۹, ۶۳۱۵.۳]	۲۲۵.۱
۸	[۱۲۰۰, ۳۲۹۲۸.۴]	۲۳۳۱.۳	[۴۹۰۴.۴, ۷۵۰۳.۶]	۰
۹	[۱۳۰۰, ۳۷۱۴۵.۷]	۲۶۸۹.۷	[۴۶۵۷.۴, ۷۱۷۸.۹]	۰
۱۰	[۱۵۰۰, ۴۱۷۳۴.۵]	۲۰۷۹.۴	[۴۸۴۱.۱, ۷۴۵۳.۵]	۰
۱۱	[۱۶۰۰, ۴۵۹۵۱.۳]	۱۱۴۰.۲	[۴۳۴۰.۷, ۶۶۴۹.۹]	۰
۱۲	[۲۰۰۰, ۵۰۹۷۴.۸]	۰	[۴۶۱۰, ۷۰۹۹.۶]	۰

جدول(۷): جریان فیزیکی کالا شامل میزان تأمین محصول، موجودی و فروش (برحسب تن)

دوره	میزان تأمین محصول			میزان موجودی			میزان فروش		
	محصول ۱	محصول ۲	محصول ۳	محصول ۱	محصول ۲	محصول ۳	محصول ۱	محصول ۲	محصول ۳
۱	۱۴۸	۲۰۰	۱۵۵	۲۰	۲۰	۲۰	۱۳۰	۲۱۰	۱۷۰
۲	۱۲۰	۱۹۸	۲۲۶	۲۰	۲۰	۳۷	۱۲۰	۱۹۸	۲۲۰
۳	۱۵۰	۱۳۶	۲۵۰	۳۰	۲۰	۳۷	۱۴۰	۱۳۶	۲۴۰
۴	۱۵۰	۱۵۵	۲۵۰	۲۰	۲۰	۲۰	۱۶۰	۱۵۵	۲۶۷
۵	۱۱۵	۱۵۲	۲۱۵	۲۰	۲۰	۲۰	۱۱۵	۱۵۲	۲۱۵
۶	۱۴۰	۱۵۸	۲۴۰	۲۰	۴۳	۲۰	۱۴۰	۱۳۶	۲۴۰
۷	۱۰۰	۲۰۰	۱۷۰	۲۰	۲۰	۲۰	۱۰۰	۲۲۳	۱۷۰
۸	۱۲۰	۱۹۸	۲۳۶	۲۰	۲۰	۳۷	۱۲۰	۱۹۸	۲۲۰
۹	۱۳۰	۱۳۶	۲۵۰	۲۰	۲۰	۴۷	۱۳۰	۱۳۶	۲۴۰
۱۰	۱۴۰	۱۵۵	۲۵۰	۲۰	۲۰	۲۰	۱۴۰	۱۵۵	۲۷۷
۱۱	۱۱۵	۱۵۲	۲۱۵	۲۰	۲۰	۲۰	۱۱۵	۱۵۲	۲۱۵
۱۲	۱۴۰	۱۳۶	۲۴۰	۲۰	۲۰	۲۰	۱۴۰	۱۳۶	۲۴۰

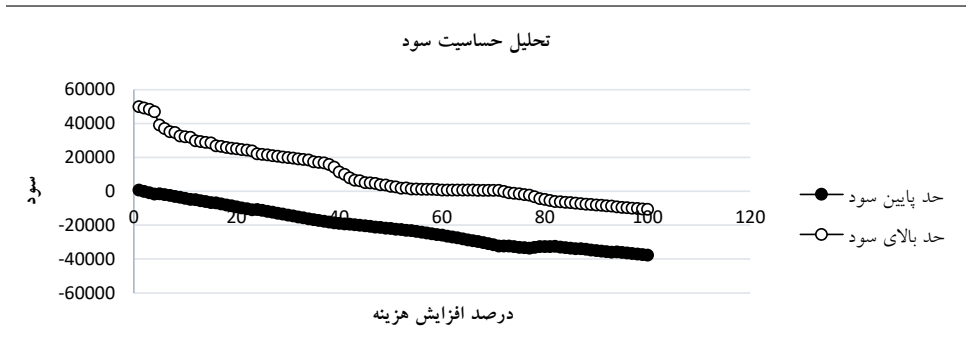
با توجه به جدول (۵) سود در بازه ۱۷۶۷.۱۴۸ تا ۵۰۷۴۱.۹۶۹ میلیون ریال نوسان داشته که علت اصلی آن عدم قطعیت در تقاضا خریدار، قیمت محصول و هزینه تأمین و نگهداری محصول بوده است. همان‌طور که از جدول (۶) مشخص است نقدینگی در تمامی دوره‌ها مطلوبیت مورد نیاز شرکت را تأمین نموده همچنین روند نقدینگی از هر دوره به دوره بعد افزایشی است که علت آن سود ده بودن شرکت مذکور در دوره موردبررسی و در نتیجه ایجاد حجم نقدینگی بیشتر با گذشت زمان است. میزان تأمین مالی از بانک در دوره‌های مختلف در نوسان بوده که علت آن برقراری توازن توسط مدل بین میزان نقدینگی مورد نیاز در هر دوره و هزینه تأمین مالی توسط بانک (تأثیرگذار در سودآوری شرکت) بوده است. در حل مدل ترجیح مدل این بوده است که به علت مصون ماندن از نوسانات میزان نیاز به نقدینگی و هزینه تأمین مالی غیرضروری، میزان تأمین مالی از بانک غیرقطعی باشد. همچنین با توجه به اینکه فرض شده است شرکت طوری برنامه‌ریزی می‌کند که در انتهای دوره مالی اسناد دریافتی نداشته باشد میزان تأمین مالی از بانک در انتهای دوره صفر است. همچنین در جدول (۷) جریان فیزیکی کالا در تعادل با جریان مالی (شامل نحوه و مقدار دریافت و پرداخت و تأمین مالی از بانک) در زنجیره تأمین در جهت رسیدن به اهداف مسئله در هر دوره برنامه‌ریزی شده است. همان‌طور که از جدول (۹) مشخص است شرکت به‌گونه‌ای تأمین کالا، ذخیره موجودی و میزان فروش در هر دوره را برنامه‌ریزی نموده که علاوه بر پاسخ‌دهی به تقاضای خریداران در جهت سودآوری به مشکل کمبود نقدینگی برخورد ننماید. به‌عنوان نمونه مشاهده می‌شود به‌منظور کاهش هزینه موجودی، میزان موجودی انبار در هر دوره زیاد نبوده و درعین حال به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی شده که جوابگوی تقاضای مازاد را نیز داشته باشد.

تحلیل حساسیت:

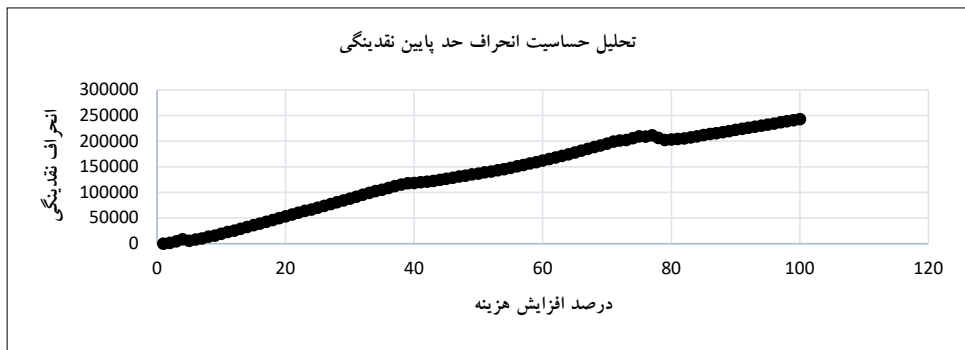
الف- تحلیل حساسیت هزینه

برای ارزیابی عملکرد مدل‌سازی، در پارامترهای بعد مالی میزان هزینه کل، تحلیل حساسیت شده است. با اعمال تغییرات یادشده روی پارامتر هزینه کل (شکل (۲)) مشخص شده است که تا افزایش هزینه کل به میزان ۱ درصد حد پایین سود مثبت بوده و پس از آن منفی شده است. حد بالای سود تا افزایش هزینه کل به میزان ۷۱ درصد مثبت مانده است. به‌منظور تحلیل حساسیت بر روی نقدینگی مجموع میزان انحراف حد پایین نقدینگی از نقدینگی مطلوب مبتنی بر افزایش هزینه کل موردبررسی قرار گرفته است. همچنان که در شکل (۳) مشخص شده است مجموع حد پایین انحراف نقدینگی از نقدینگی مطلوب به ازای افزایش تقریباً هر ۲۰ درصد در هزینه‌های کل تقریباً ۵۰۰۰ میلیون ریال افزایش می‌یابد. نتیجه تحلیل حساسیت هزینه کل

در بعد مالی نشان‌دهنده آن است که مدل به شدت بر روی افزایش هزینه کل حساس بوده لذا در صورت عدم تغییر قیمت فروش محصول، شرکت کوچک و متوسط می‌بایست به منظور جلوگیری از مشکلات سودآوری و نقدینگی نسبت به مدیریت بهینه هزینه‌های خود حساس باشد.



شکل (۲): تحلیل حساسیت سود بر اساس هزینه کل

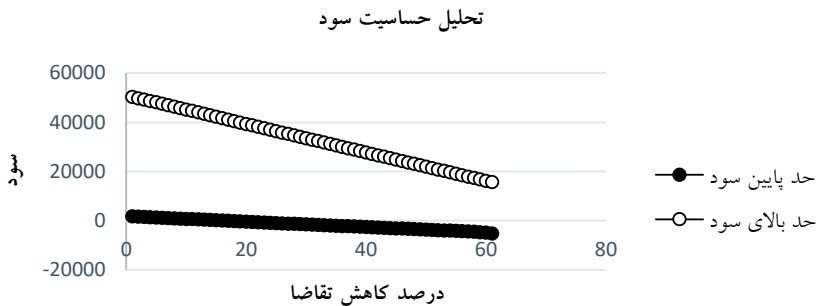


شکل (۳): تحلیل حساسیت انحراف حد پایین نقدینگی بر اساس هزینه کل

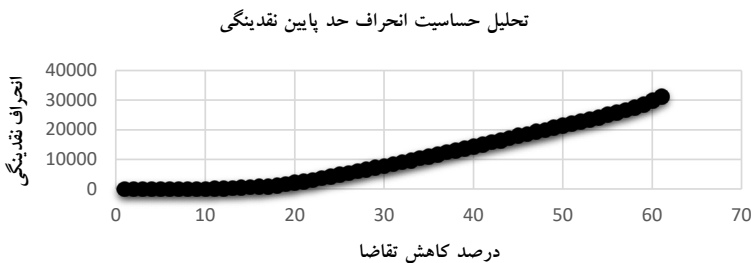
ب- تحلیل حساسیت تقاضا

برای ارزیابی عملکرد مدل‌سازی، در بعد یکپارچه مبتنی بر جریان‌های مالی و فیزیکی پارامتر تقاضا که عموماً کنترل کمتری روی آن است، تحلیل حساسیت شده است. با اعمال تغییرات یادشده روی پارامتر تقاضا (شکل (۴)) مشخص شده است که تا کاهش تقاضا به میزان ۶۱ درصد مدل قابل قبول بوده است. همچنین با اعمال تغییرات یادشده روی پارامتر تقاضا مشخص شده است که تا کاهش تقاضا به میزان ۱۵ درصد حد پایین سود مثبت بوده و پس از آن منفی شده است. حد بالای سود تا کاهش تقاضا به میزان ۶۱ درصد مثبت مانده است. نکته قابل توجه شیب کمتر کاهش حد پایین سود نسبت به کاهش حد بالای سود مبتنی بر

کاهش تقاضا است که این بیانگر تمایل مدل به حفظ سود مثبت بوده است. موارد مذکور به خوبی حکایت از انسجام و پایداری مدل ارائه شده در شرایط شوک‌های ناشی از کاهش تقاضا دارد. به‌منظور تحلیل حساسیت بر روی نقدینگی مجموع میزان انحراف حد پایین نقدینگی از نقدینگی مطلوب مبتنی بر کاهش تقاضا مورد بررسی قرار گرفته شده است. همچنان که در شکل (۵) مشخص شده است مجموع حد پایین انحراف نقدینگی از نقدینگی مطلوب تا ۲۵ درصد کاهش تقاضا زیر ۵۰۰۰ میلیون ریال می‌باشد که این مهم به خوبی حکایت از انسجام و پایداری مدل ارائه شده در شرایط شوک‌های ناشی از کاهش تقاضا دارد. این در حالی است که حد بالای نقدینگی تا این مقدار کاهش تقاضا هیچ انحرافی از نقدینگی مطلوب ندارد. پایداری خوب مدل در صورت شوک‌های ناشی از کاهش تقاضا نشان‌دهنده روش مناسب تأمین مالی با در نظر گرفتن جریان‌های فیزیکی و مالی به صورت یکپارچه می‌باشد. زیرا در صورت کاهش تقاضا، مدل میزان و هزینه تأمین مالی، انبارداری و تأمین محصول را به گونه مدیریت کرده که شرکت کوچک و متوسط تا حد امکان دچار بحران نقدینگی و سودآوری نشود.



شکل (۴): تحلیل حساسیت سود بر اساس تقاضا



شکل (۵): تحلیل حساسیت انحراف حد پایین نقدینگی بر اساس تقاضا

به منظور بررسی اعتبار مدل، نتایج حل مدل با روش تأمین مالی ارائه شده که مبتنی بر عاملیت حساب‌های دریافتی با در نظر گرفتن جریان‌ات فیزیکی و مالی زنجیره تأمین می‌باشد با حالت سنتی تأمین مالی از بانک که مبتنی بر دریافت وام بدون توجه به جریان‌ات فیزیکی و مالی زنجیره تأمین بوده، (لازم به ذکر است که برای بررسی مدل سنتی که مبتنی بر وام بوده مسئله در حالتی که بانک در یک مقطع مشخص به شرکت وام داده و هر ماه بهره و بخشی از اصل وام را دریافت می‌کند، حل شده است) در شرکت کوچک و متوسط مورد مطالعه مقایسه شده که نتایج به صورت جداول (۸) و (۹) است.

لازم به ذکر است که در مدل سنتی دریافت وام، تأمین مالی در یک مقطع زمانی اتفاق افتاده و میزان آن بر اساس اعتبار شرکت یک مقدار مشخص است. در حالیکه در مدل تحقیق حاضر تأمین مالی در طول دوره مالی و مبتنی بر ارائه اسناد دریافتی به بانک اتفاق افتاده و میزان آن در هر دوره برحسب نیاز شرکت متفاوت بوده که این به علت توجه یکپارچه به جریان‌ات فیزیکی و مالی زنجیره تأمین است.

جدول (۸): مقایسه سود در دو روش تأمین مالی از بانک

تأمین مالی از بانک به روش سنتی (دریافت وام)	تأمین مالی از بانک به روش تحقیق حاضر
[۱۶۷۹.۹۶۰, ۵۰۳۱۲.۱۱۴]	[۱۷۶۷.۱۴۸, ۵۰۷۴۱.۹۶۹]

جدول (۹): مقایسه نقدینگی در دو روش تأمین مالی از بانک

دوره	تأمین مالی از بانک به روش سنتی (دریافت وام)	تأمین مالی از بانک به روش تحقیق حاضر
۱	[۳۳۰۹۸, ۶۵۵۴.۲]	[۵۰۰, ۳۷۴۴.۳]
۲	[۲۰۷۹.۶, ۹۲۲۴.۶]	[۱۰۰۰, ۸۱۸۵.۶]
۳	[۱۳۸۷.۴, ۱۲۷۲۴.۲]	[۱۰۰۰, ۱۲۳۷۸.۱]
۴	[۱۱۶۳, ۱۶۸۹۱.۸]	[۱۰۰۰, ۱۶۷۸۶.۸]
۵	[۱۳۲۴, ۲۰۹۸۸.۴]	[۱۰۰۰, ۲۰۷۳۰.۴]
۶	[۶۵۸.۹, ۲۴۴۹۳.۶]	[۱۵۰۰, ۲۵۴۰۳.۴]
۷	[۱۰۳۴.۷, ۲۸۵۲۵.۹]	[۱۲۰۰, ۲۸۷۵۹.۹]
۸	[۶۴۱.۶, ۳۲۱۹۹.۶]	[۱۲۰۰, ۳۲۹۲۸.۴]
۹	[۳۵۰.۴, ۳۵۹۶۳]	[۱۳۰۰, ۳۷۱۴۵.۷]
۱۰	[۲۰۷.۹, ۴۰۱۴۵.۴]	[۱۵۰۰, ۴۱۷۳۴.۵]
۱۱	[۱۱۳۴.۱, ۴۵۱۵۳.۴]	[۱۶۰۰, ۴۵۹۵۱.۳]
۱۲	[۲۹۳۲.۴, ۵۱۵۶۴.۵]	[۲۰۰۰, ۵۰۹۷۴.۸]

با بررسی نتایج جداول (۸) و (۹) مشخص شده است که سود شرکت کوچک و متوسط در صورت تأمین مالی به روش تحقیق نسبت به تأمین مالی به روش سنتی بیشتر بوده است. همچنین در صورت تأمین مالی به روش تحقیق حاضر نقدینگی در تمامی دوره‌ها در وضعیت مطلوب بوده در صورتی که در روش تأمین مالی به روش سنتی حد پایین نقدینگی در شش دوره ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ نتوانسته به حد مطلوب برسد؛ لذا مدل نوآورانه تأمین مالی تحقیق نسبت به مدل تأمین مالی سنتی مورد بحث برتری دارد.

۶- جمع‌بندی

در این پژوهش دیدگاه جداگانه‌ای نسبت به تحقیقات پیشین در رابطه با تأمین مالی یک شرکت کوچک و متوسط در زنجیره تأمین در نظر گرفته شده است. در روش تأمین مالی پیشنهادی شرکت کوچک و متوسط از طریق بانک به روش عاملیت حساب‌های دریافتی با در نظر گرفتن وضعیت جریان‌های مالی و فیزیکی خود با اجزای زنجیره تأمین نیازهای مالی خود را تأمین می‌کند. در این روش شرکت با توجه به در نظر گرفتن شرایط عدم قطعیت محیط زنجیره تأمین مانند تغییر تقاضای محصول، تغییر هزینه‌های تأمین و حمل و نقل محصول و در نظر گرفتن جریان‌های مالی و فیزیکی زنجیره، مبتنی بر نیاز خود به وجه نقد اقدام به تأمین مالی از بانک به روش عاملیت حساب‌های دریافتی می‌کند. همان‌طور که در نتایج پژوهش مشخص شده است استفاده از این روش نسبت به روش‌های سنتی تأمین مالی از طریق وام از بانک بدون توجه به محیط غیرقطعی زنجیره تأمین، از لحاظ سودآوری و ایجاد نقدینگی مطلوب در هر دوره برتری دارد. از دلایل این امر آن است که در روش پیشنهادی شرکت به صورت هدفمند در تعامل با زنجیره تأمین اقدام به تأمین مالی می‌کند و در دوره‌های مختلف زمانی از تأمین مالی مازاد که منجر به تحمیل هزینه‌های بیشتر تأمین مالی شده جلوگیری کرده و اعتبار خود را در مواقعی که به نقدینگی بیشتر نیاز دارد حفظ می‌کند.

تحلیل حساسیت مدل پژوهش نشان می‌دهد در صورتی که فقط به بعد مالی مانند تغییرات هزینه کل توجه شود شرکت نسبت به عدم قطعیت محیط حساس تر بوده و امکان بحران نقدینگی و سودآوری بیشتر است در حالیکه توجه یکپارچه به بعد مالی و فیزیکی مانند تغییرات تقاضا نشان داده است که شرکت در شرایط عدم قطعیت به صورت پایدارتری نسبت سودآوری و نقدینگی عمل کرده و با ایجاد شرایط فشار محیطی ناشی از عدم قطعیت بازار مانند کاهش تقاضا نتایج مدل تحقیق ارائه شده به گونه‌ای روش تأمین مالی از بانک و جریان‌های فیزیکی و مالی شرکت در زنجیره تأمین را برنامه‌ریزی نموده که شرکت ثبات فعالیت را در بحران حفظ نماید. در شرایط حاد شدن بحران کاهش تقاضا که منجر به بحران سودآوری و نقدینگی

شده است نتایج حل مدل به‌گونه‌ای بوده است که انحراف نقدینگی را که از عوامل ورشکستگی سریع شرکت‌های کوچک و متوسط است، کاهش دهد. این امر خود توجه به ثبات شرکت در بحران‌ها را در مدل پژوهش نشان داده که علت اصلی آن توجه به تأمین مالی شرکت با دیدگاه یکپارچه ناشی از توجه و مدیریت مطلوب جریان‌های فیزیکی و مالی شرکت با اجزای دیگر زنجیره تأمین در شرایط بحران می‌باشد در حالیکه در تحقیقات گلسومینو و دیگران (۲۰۱۸)، سو و ژانگ (۲۰۱۷)، سرانو (۲۰۱۶)، چن و موراتا (۲۰۱۶)، لیائو و همکاران (۲۰۱۵) و لئو و شانگ (۲۰۱۳) که به ارائه مدل ریاضی برای تأمین مالی زنجیره تأمین پرداخته‌اند، توجهشان بیشتر بر نوع روش‌های تأمین مالی و انتخاب بهترین روش بوده و در این ارتباط به نقش جریان‌های فیزیکی زنجیره تأمین که در بحران‌ها می‌تواند بر هزینه‌ها و به تبع آن ثبات شرکت اثر بگذارد توجه نشده است. پژوهش حاضر از رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی بازه‌ای برای مدل‌سازی استفاده کرده است؛ که به‌نوبه خود در روش مدل‌سازی و حل مدل شامل نوآوری بوده است.

با توجه به نتایج پژوهش به مدیران شرکت‌های کوچک و متوسط پیشنهاد می‌گردد که روش تأمین مالی ارائه‌شده در تحقیق را که به‌صورت یک روش تأمین مالی منعطف با توجه به شرایط عدم قطعیت محیط است به بانک‌ها پیشنهاد داده تا در صورت توافق آن‌ها بستر لازم به‌منظور تأمین مالی این شرکت‌ها مبتنی بر روش پیشنهادی را ایجاد کنند.

ضمناً به نهادهای تصمیم‌گیر از جمله وزارت اقتصاد و بانک مرکزی پیشنهاد می‌گردد جهت حمایت از شرکت‌های کوچک و متوسط در جهت رونق و جهش تولید، تأمین مالی زنجیره تأمین را به‌عنوان یکی از روش‌های تأمین اعتبار در نظر گرفته و بانک‌های پیشرو در این زمینه را تشویق نماید. در نهایت با توجه به محدودیت‌های پژوهش می‌توان موارد زیر را به‌عنوان مسیرهای پیشنهادی جهت تحقیقات آینده ارائه کرد:

در این پژوهش خریداران روش پرداخت نقدی و اعتباری معین در دوره مالی دارند پیشنهاد می‌شود که در مدل‌های آتی مواردی که این روش‌ها در دوره‌های مختلف متغیر باشد در نظر گرفته شود. در این تحقیق فرض شده است که خریداران نسبت به اسناد پرداختی نکول نمی‌کنند لذا پیشنهاد می‌شود در مدل‌های آتی ریسک نکول خریدار نیز در نظر گرفته شود. با توجه به اینکه در دنیای واقعی مسائلی چون ارزش زمانی پول و نرخ تورم بر مقدار هزینه‌های اعضای زنجیره تأمین تأثیرگذار هستند؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود مدلی ارائه شود که در محاسبات هزینه‌ها به ارزش زمانی پول، نرخ تورم و نرخ جریمه دیرکرد توجه کند.

- Badell, M., Guillén, G., & Puigjaner, L. 2007. Empowering financial tradeoff with joint financial and supply chain planning models. *Mathematical and Computer Modelling*, 46(1-2), pp.12-23.
- Bertel, S., Fenies, P., & Roux, O. 2008. Optimal cash flow and operational planning in a company supply chain. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 21(4), pp.440-454.
- Chen, S., Murata, T. 2016. Decision-Making of Supply Chain Finance, based on Inventory Financing Procedure under Default Risk and Market Risk. *Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists*, 2(16-18).
- Comelli, M., Fénies, P. & Tchernev, N. 2008. A combined financial and physical flows evaluation for logistic process and tactical production planning: Application in a company supply chain. *International Journal of Production Economics*, 112(1), pp.77-95.
- Durugbo, C., Tiwari, A., & Alcock, J. 2013. Modelling information flow for organisations: A review of approaches and future challenges. *International Journal of Information Management*, 33, pp. 597- 610.
- Gelsomino, L. M., De, Boer. D., R., Steeman, M., & Perego, A. 2018. An optimisation strategy for concurrent Supply Chain Finance schemes. *Journal of Purchasing and Supply Management*, <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2018.07.004>.
- Guillén, G., Badell, M., & Puigjaner, L. 2007. A holistic framework for short-term supply chain management integrating production and corporate financial planning. *International Journal of Production Economics*, 106(1), pp.288-306.
- Gupta, S. & Dutta, K. 2011. Modeling of financial supply chain. *European Journal of Operational Research*, 211(1), pp.47-56.
- Hahn, G.J. & Kuhn, H. 2012a. Simultaneous investment, operations, and financial planning in supply chains: A value-based optimization approach. *International Journal of Production Economics*, 140(2), pp.559-569.
- Hahn, G.J. & Kuhn, H. 2012b. Value-based performance and risk management in supply chains: A robust optimization approach. *International Journal of Production Economics*, 139(1), pp.135-144.
- Hammami, R., Frein, Y., & Hadj-Alouane, A.B. 2009. 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(1), 351-365.
- Hofmann, E. & Belin, O. 2011. *Supply chain finance solutions: relevance, propositions, market value*. Springer, Berlin.
- Hofmann, E., Strew, M. U., & Bosia, N. 2018. *Supply Chain Finance and Blockchain Technology the Case of Reverse Securitisation*. Springer, Berlin.
- Lainez, 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, pp. 1999-2011.
- 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, pp.2107–2117.
- Liao, G. Z., Zhao, J. X., & Feng, Z. 2015. Analysis on supply chain finance accounts receivable financing mode game. *International Conference on Education, Management, Commerce and Society*
- Liu, Z., & Cruz, J.M. 2012. Supply chain networks with corporate financial risks and trade credits under economic uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 137(1), pp.55–67.
- 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, pp. 262–276.
- Luo, W. 2013. Managing Material and Financial Flows in Supply Chains. Dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. Department of Business Administration in the Graduate School of Duke University.
- Luo, W., & Shang, K. 2013. Managing inventory for entrepreneurial firms with trade credit and payment defaults. working paper, IESE Business School, University of Navarra, Barcelona, Spain.
- 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), pp. 401–412.
- More, D. & Basu, P. 2013. Challenges of supply chain finance: A detailed study and a hierarchical model based on the experiences of an Indian firm. *Business Process Management Journal*, 19(4), pp.624–647.
- 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, pp. 758-767.
- Papageorgiou, L.G. 2009. Supply chain optimization for the process industries: advances and opportunities. *Computers and Chemical Engineering*, 33(12), pp. 1931–1938.
- Peng, Juan., & Zhou, M., Kimiagari, A. M., & Karimi, B. 2014. Closed-loop supply chain network design: a financial approach. *Applied Mathematical Modeling*, 38(15-16), pp. 4099-4119.
- Peng, Juan., & Zhou, Zhili. 2019. Working capital optimization in a supply chain perspective. *European Journal of Operational Research*, 277, pp. 846–856. www.elsevier.com/locate/ejor.
- Protopappa-Sieke, M., & Seifert, R.W. 2010. Interrelating operational and financial performance measurements. *European Journal of Operational Research*, 204, pp. 439-48.
- Razavi Hajiagha. S.H., Amoozad, M. H., & Sadat H. S. 2013. A multi-objective programming approach to solve grey linear programming. *Kybernetes*, 42 (3), pp. 482-496.
- Serrano, A.L. 2016. Supply chain finance for small and medium sized enterprises: the case of reverse factoring. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 46(4), doi:10.1108/IJPDLM-07-2014-0165.

Sodhi, M.S., & Tang, C.S. 2009. Modeling supply-chain planning under demand uncertainty using stochastic programming: a survey motivated by asset-liability management. *International Journal of Production Economics*, 121(2), pp.728–738.

Su, Y., & Zhong, B. 2017. Supply Chain Finance Decision Analysis with a Partial Credit Guarantee Contract. *Journal of Applied Mathematics and Physics*, 5, pp. 1355-1369, <http://www.scirp.org/journal/jamp>.

Vafa A, H., & Torabi, S. A. 2017. Integrated Material-Financial Supply Chain Master Planning under Mixed Uncertainty. *Information Sciences*, doi: 10.1016/j.ins.2017.09.045.

Wuttke, D., Blome, C., & Henke, M. 2013. Focusing the financial flow of supply chains: An empirical investigation of financial supply chain management. *Production Economics*, 145, pp.773–789.

Zhu, Y., Zhou, L., Xie, C., Wang, G. J., Nguyen, T.V. 2019. Forecasting SMEs' credit risk in supply chain finance with an enhanced hybrid ensemble machine learning approach. *International Journal of Production Economics*, 211, pp.22-33, www.elsevier.com/locate/ijpe.

بوذرجمهری، شهریار و کریمی، آصف. ۱۳۹۲. تحلیل موانع تأمین مالی برای شرکت‌های کوچک و متوسط. توسعه کارآفرینی، ۱۶(۱)، ص ۱۲۵-۱۴۴.

دانایی‌فرد، حسن، الوانی، سید مهدی و آذر، عادل. ۱۳۸۳. روش‌شناسی پژوهش کیفی در مدیریت: رویکردی جامع. چاپ اول، تهران، اشراقی، صفار.

سلطانی، زهرا، خوشنود، زهرا و اکبری‌آلاشتی، زهرا. ۱۳۹۰. سازوکارهای تأمین مالی شرکت‌های کوچک و متوسط. پژوهشکده پولی و بانکی، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، گزارش پژوهشی.

صدری‌نیا، محمد، میراسد، سمانه و وروانی، محسن. ۱۳۸۸. روش‌های مختلف تأمین مالی بنگاه‌های کوچک و متوسط در مراحل مختلف دوره عمر. رشد فناوری، ۱۹.

طالقانی، محمد، صیادمنش، شادی و کاویانی، میثم. ۱۳۹۲. تأمین مالی زنجیره تأمین (SCF) به‌عنوان روشی نوین در تأمین مالی بنگاه‌های کوچک و متوسط (SMEs). نخستین کنفرانس ملی توسعه مدیریت پولی و بانکی، تهران، مرکز همایش‌های بین‌المللی صداوسیما.

فتح‌اله، مهدی و نجفی، مهدی. ۱۳۹۵. توسعه الگوی مدیریت مالی زنجیره تأمین و تأمین مالی زنجیره‌ای. پژوهش‌های مهندسی صنایع در سیستم‌های تولید، ۴(۹)، صص ۲۵۷-۲۶۹.

فیضی‌چکاپ، غلام‌نبی و درزی، علی. ۱۳۹۳. ماهیت حقوقی قراردادهای تأمین مالی فاکتورینگ (مطالعه تطبیقی حقوق آمریکا، انگلیس، فرانسه و ایران). مطالعات حقوق تطبیقی، ۲(۵)، صص ۵۰۹-۵۳۳.

کلاتری، محدثه، پیشوایی میر، سامان و یعقوبی، سعید. ۱۳۹۴. یک مدل بهینه‌سازی چندهدفه برای یکپارچه‌سازی جریان مالی و فیزیکی در برنامه‌ریزی اصلی زنجیره تأمین. چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۹، صص ۳۱-۹.

محمدی مزرعه‌شاهی، زهرا. ۱۳۹۵. مطالعات تطبیقی تأمین مالی بنگاه‌های کوچک و متوسط در جهان؛ تجربه تایلند. بررسی مسائل روز اقتصاد ایران، معاونت اقتصادی اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران، ۱.

محمدی، علی، خلیفه، مجتبی، عباسی، عباس، علی محمدلو، مسلم و اقتصادی فرد، محمود. ۱۳۹۶. طراحی زنجیره تأمین و

یکپارچه‌سازی رویکردهای مالی و عملیاتی. چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۲، صص ۱۳۹-۱۶۸.

مشهدی حاجی علی، فاطمه، رفیعی، مجتبی و علمیری، مصطفی. ۱۳۹۲. الگوی تصمیم‌گیری شرکت‌های کوچک و متوسط دانش‌بنیان در شرایط پیچیده و عدم قطعیت عمیق. مدیریت نوآوری، ۲، صص ۱۱۳-۱۴۰.

مولایی، محمد. ۱۳۸۲. ارزیابی عوامل مؤثر بر سودآوری و عملکرد صنایع کوچک و متوسط در ایران. رساله دوره دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.

نوری، روح‌الله، فتحی، سعید و یگانه، لیلا. ۱۳۹۵. شناسایی علل مشکلات تأمین سرمایه در گردش در شرکت‌های کوچک و متوسط کشور. فصلنامه علمی- پژوهشی مدیریت دارایی و تأمین مالی، ۳ (۱۴).

-
- 1 Gelsomino et al
 - 2 Su & Zhong
 - 3 Serrano
 - 4 Chen & Murata
 - 5 Luo & Shang
 - 6 More & Basu
 - 7 Vafa & Torabi
 - 8 Luo
 - 9 Gupta & Dutta
 - 10 Hahn & Kuhn
 - 11 Liu & Cruz
 - 12 Peng & Zhou
 - 13 Ramezani et al
 - 14 Moussawi & Jaber
 - 15 Longinidis & Georgiadis
 - 16 Protopappa & Seifert
 - 17 Láinez et al
 - 18 Melo et al
 - 19 Papageorgiou
 - 20 Hammami et al
 - 21 Sodhi & Tang
 - 22 Bertel et al
 - 23 Comelli et al
 - 24 Badell et al
 - 25 Guillén et al
 - 26 Content validity ratio
 - 27 Razavi Hajiagha et al