Ind. Manag. Persp. 2023, 13(4), 274-312; doi: 10.48308/JIMP.13.4.274

Industrial Management Perspective

Journal hompage: https://jimp.sbu.ac.ir/?lang=en

Original Article

Optimizing Physical and Financial Flows of Supply Chains Using Agent-Based Simulation

Reza Zavarikia*, Ahmad Makui**, Mohammad Ali Keramati***

Abstract

This paper has investigated the inventory and financial flows in supply chains. Its purpose is to provide a method to optimize these two flows for chain members, where Return on Capital (ROC) is defined as the dependent variable, and cash conversion cycle (CCC) equation components, which show financial and physical flows, are formulated as independent variables. The data of chain members from six selected industries, including auto & parts, pharmacy, food, petrochemical, metal, and mining, have been extracted. Two scenarios, 1) revision of independent variables without a change in the cash conversion cycle of the entire supply chain, and 2) reducing the days of independent variables along with reducing the cash conversion cycle, have been defined. The problem is simulated using Agent-Based Modeling and NetLego software. Results of the first scenario indicate that if Days Inventory Outstanding (DIO) is reduced in downstream and transferred to upstream of the chain, and Days Payment Outstanding (DPO) in the upstream is shortened, ROC is improved for the entire chain. Also, the results of the second scenario show that, in proportion to the reduction of the cash conversion cycle through productivity under collaboration of chain members, the performance improvement of ROC is remarkable.

Keywords: Supply Chian; Physical Flow; Financial Flow; Optimizing; Agent Based Simulation.

How to Cite: Zavarikia, Reza; Makui, Ahmad; Keramati, Mohammad Ali (2023). Optimizing Physical and Financial Flows of Supply Chains Using Agent-Based Simulation, *Ind. Manag. Persp.*, 13(4), 274-312 *(In Persian)*.

Received: Apr. 26, 2023; Revised: Aug. 05, 2023; Accepted: Sep. 03, 2023; Published Online: Sep. 06, 2023.

* Ph.D. Candidate, Department of Industrial Management, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

Corresponding author. Email: amakui@iust.ac.ir

*** Associate Professor Department of Industrial Management, Faculty of Management, Islamic Azad University, Tehran Central Branch, Tehran, Iran.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۴۰۲، دوره ۱۳، شماره ۴، صص ۲۷۴ – ۳۱۲، doi: 10.48308/JIMP.13.4.274

چشم‌انداز مدیریت صنعتی

Journal hompage: https://jimp.sbu.ac.ir/?lang=fa

نوع مقاله: پژوهشی

بهینه‌سازی جریانات فیزیکی و مالی زنجیره‌های تأمین با استفاده از شبیه‌سازی مبتنی بر عامل

رضا زواری‌کیا*، احمد ماکوئی**، محمدعلی کرامتی***

چکیده

در پژوهش حاضر، جریانات موجودی و مالی در زنجیره‌های تأمین بررسی می‌شود. هدف این پژوهش، ارائه روشی برای بهینه‌سازی این دو جریان در زنجیره‌ها است. درصد بازگشت سرمایه به‌عنوان متغیر وابسته و سه جزء تشکیل‌دهنده چرخه تبدیل نقدینگی که نمایانگر جریانات مالی و فیزیکی به‌شمار می‌روند، به‌عنوان متغیرهای مستقل هستند. داده‌های اعضای زنجیره شش صنعت شامل خودرو و قطعات، دارو، غذایی، پتروشیمی، فلزی و معدنی استخراج و با دو سناریوی «بازنگری در روزهای متغیرهای وابسته بدون تغییر در چرخه تبدیل نقدینگی در کل زنجیره» و «کاهش در روزهای متغیرهای وابسته به همراه کاهش در چرخه تبدیل نقدینگی» صورت‌مسئله پژوهش تعریف شده و با استفاده از مدل‌سازی مبتنی بر عامل و نرم‌افزار نت لگو شبیه‌سازی شده است. بر اساس نتایج سناریوی اول درصورتی‌که روزهای نگهداری موجودی در پایین‌دست زنجیره کاهش و به بالادست زنجیره انتقال یابد و در مقابل دوره پرداخت به بالادست کوتاه‌تر شود، دوره بازگشت سرمایه برای کل زنجیره بهبود می‌یابد؛ همچنین بر اساس نتایج سناریوی دوم، به نسبت میزان کاهش چرخه تبدیل نقدینگی از طریق بهره‌وری در سایه همکاری اعضای زنجیره، بهبود عملکرد شاخص بازگشت سرمایه قابل‌ملاحظه است.

کلیدواژه‌ها: زنجیر تأمین؛ جریان فیزیکی؛ جریان مالی؛ بهینه‌سازی؛ شبیه‌سازی مبتنی بر عامل.

استناددهی: زواری‌کیا، رضا؛ ماکوئی، احمد؛ کرامتی، محمدعلی (۱۴۰۲). بهینه‌سازی جریانات فیزیکی و مالی زنجیره‌های تأمین با استفاده از شبیه‌سازی مبتنی بر عامل. *چشم‌انداز مدیریت صنعتی*، ۱۳(۴)، ۲۷۴-۳۱۲.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۰۶، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۱۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۲، تاریخ اولین انتشار: ۱۴۰۲/۰۶/۱۵.

* دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

** استاد، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: Email: amakui@iust.ac.ir

*** دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

۱. مقدمه

در حوزه جریانات زنجیره تأمین، ضرورت نگاه سیستمی و یکپارچه بر تعاملات اعضای شبکه با نگاه مهندسی (تحلیل جریانات موجودی و اطلاعات) و نگاه مالی (تحلیل تعاملات مالی) الزام به پژوهش‌های بین‌رشته‌ای را اجتناب‌پذیر کرده است [۱۲]؛ به‌طوری‌که مباحث حسابداری مدیریت در زنجیره تأمین، حسابداری هزینه در زنجیره تأمین و مهندسی مالی در زنجیره تأمین موردتوجه پژوهشگران قرار گرفته است [۵]. از سوی دیگر رقابت شدید جهانی و آشفتگی بازار شرکت‌ها را به سمت یکپارچگی و هوشمندسازی زنجیره‌ها سوق داده است [۹]. تحولات سریع در فناوری‌های ارتباطی و اطلاعاتی و اثرگذاری آن‌ها در کمّیت و کیفیت جریانات موجودی و مالی، مدل‌های جدیدی از همکاری بین شبکه زنجیره کسب‌وکارها را شکل داده است. برای مثال، طراحی و به‌کارگیری فناوری‌های مالی[1] به‌طور گسترده در حال ایجاد تحول در سرمایه‌گذاری‌ها، رویه‌های پرداخت، ارائه خدمات مالی،وام‌های جمعی و برنامه‌های کاربردی تبادلات مالی هستند [۱۹].

جریانات فیزیکی، مالی و اطلاعاتی در زنجیره تأمین کاملاً درهم‌تنیده شده‌اند و این مهم در بستر فناوری‌های جدید، به‌خصوص زیرساخت‌های مفهوم انقلاب صنعتی چهارم، تأثیر زیادی در یکپارچگی افقی و عمودی خواهد داشت [۱۰]. بررسی‌های مختلف از جمله نتایج پژوهش‌های شای[2] و یو (۲۰۱۳) و بلک من[3] و همکاران (۲۰۱۴)، نشان می‌دهد عملکرد عملیاتی زنجیره‌ها که دربرگیرنده جریانات فیزیکی و اطلاعاتی است، با بهبود شاخص‌های مالی مربوط به جریان مالی (مانند کارایی سرمایه در گردش، رشد درآمد و کاهش هزینه‌ها) ارتباط قوی دارد [۲۸، ۳].

توجه جدی به موضوع تعاملات و جریانات مالی در زنجیره‌های تأمین از سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ به علت بروز بحران مالی شده و این بحث بیشتر تحت مفاهیم تأمین مالی زنجیره تأمین[4] یا مدیریت جریان مالی زنجیره[5] از زوایای مختلف مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است [۴]. SCF به بحث تأمین مالی اعضای زنجیره می‌پردازد. در این چارچوب، نهاد دیگری به نام «مؤسسات پولی و مالی» بازیگر مهمی در شبکه زنجیره تأمین است [۲۴، ۳۳، ۲۳، ۳۴، ۱۵]؛ اما FSCM بیشتر به بحث مدیریت و بهینه‌سازی جریان سرمایه در گردش (شامل جریانات مالی و موجودی) می‌پردازد. در

1. Fintech
2. Shi & Yu
3. Blackman, et al .
4. Supply chain Financing(SCF)
5. Financial Supply Chain Management (FSCM)

این چارچوب بیشتر تمرکز بر روش‌ها و تعاملات بین اعضای زنجیره برای استفاده بهینه از سرمایه در گردش است [۱۲].

در مبانی نظری زنجیره تأمین، مفهوم سرمایه درگردش درواقع معادل دو جریان فیزیکی و جریان مالی در زنجیره محسوب می‌شود و سنجه اصلی آن برای ارزیابی و بهینه‌سازی چرخه تبدیل نقدینگی[1] است که بسیاری از پژوهشگران از جمله هافمن[2] و کتذاب (۲۰۱۰)، ایرینی[3] و پانتیف (۲۰۰۹)، فاریس[4] و هاتسون (۲۰۰۳)و گروس[5] و همکاران (۲۰۱۱)، به این مهم پرداخته‌اند؛ بنابراین سرمایه درگردش محور اصلی موضوع جریانات مالی و فیزیکی است [۱۶، ۱۳، ۱۴، ۷، ۱۱]. در این مقاله نیز این دو مفهوم معادل هم دیده شده است. با مدیریت مؤثر سرمایه درگردش یک شرکت می‌تواند سرمایه را در جهت اهداف استراتژیک قرار داده و هزینه سرمایه را کاهش دهد و سودآوری را بهبود بخشد [۱۸].

ماحصل پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که یکی از دغدغه‌های مدیران صنعتی محدودیت منابع مالی (به‌خصوص سرمایه درگردش) در چرخه فعالیت اقتصادی بنگاه‌ها است [۱۵]. این مهم از منظر زنجیره تأمین در چارچوب جریانات مالی و موجودی تعریف می‌شود. در حوزه زنجیره‌های تأمین عمدتاً به بهینه‌سازی جریانات موجودی و مالی به‌طور مجزا پرداخته‌شده است و در تعدادی از مطالعات انجام‌شده در حوزه جریانات مالی و فیزیکی تمرکز بر بررسی ارتباط بین چرخه تبدیل نقدینگی با برخی از شاخص‌ها مانند کاهش هزینه و افزایش درآمدها در دامنه‌ای از محدوده زنجیره‌ها بوده است و به مقوله بهینه‌سازی این دو جریان به‌طور هم‌زمان در شبکه زنجیره تأمین کمتر پرداخته شده است؛ بنابراین در پژوهش حاضر، بهینه‌سازی درصد بازگشت سرمایه از طریق بهبود اجزای چرخه تبدیل نقدینگی در سطح شبکه زنجیره به‌عنوان شکاف پژوهشی شناخته شده است.

در ادامه این پژوهش پس از مرور مبانی نظری موضوع و تبیین مفهوم چرخه تبدیل نقدینگی، روش پژوهش، نحوه جمع‌آوری داده‌ها و متغیرهای مدل تشریح شده است؛ سپس صورت‌مسئله در چارچوب دو سناریو برای زنجیره‌های تأمین شش صنعت منتخب تشریح شده است. صورت‌مسئله تعریف‌شده به روش شبیه‌سازی مبتنی بر عامل مدل‌سازی و با استفاده از نرم‌افزار نت لگو حل شده و نتایج ارائه شده است.

1. Cash Conversion Cycle (CCC)
2. Hofmann & Kotzab
3. Iraine & Pontiff
4. Farris & Hutchison
5. Grosse, et al.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در سال‌های اخیر پژوهشگران در حوزه جریانات موجودی و مالی و یا بحث سرمایه درگردش در زنجیره‌های تأمین از زوایای مختلف مطالعه داشته‌اند. مشارکت و همکاری اعضای زنجیره در مدیریت سرمایه درگردش در مقایسه با حالتی که هریک از آن‌ها به‌صورت انفرادی به اداره سرمایه در گردش خود می‌پردازند، به نفع اعضای زنجیره است [۲۷]. اعضای زنجیره تأمین می‌توانند با ایجاد تعادل از طریق روش‌های مختلف از جمله بازبینی دوره‌های پرداخت در سرمایه درگردش زنجیره بهبود ایجاد کنند [۱۳]. مطالعه سرمایه درگردش در زنجیره‌های تأمین به‌منظور استفاده بهینه از آن از زوایای مختلف قابل‌مداقه است. فاریس و رندال (۲۰۰۹)، در قالب سناریوهای مختلف با تحلیل تغییرات سه جزء چرخه تبدیل نقدینگی (دوره وصول مطالبات تجاری[1]، دوره تسویه‌حساب‌های پرداختنی[2] و دوره نگهداری موجودی[3]) در بین اعضا، اثر آن‌ها بر بهبود میانگین وزنی هزینه سرمایه در کل زنجیره بررسی شده است که نتیجه نشان داد نگاه یکپارچه و هماهنگ به هزینه‌های سرمایه درگردش اعضای زنجیره تأمین و تحلیل مدت‌زمان نگهداری موجودی، حساب‌های پرداختنی و حساب‌های دریافتنی برای بهینه‌کردن استفاده از سرمایه و سودآوری مؤثر است [۸]. یافته‌های پژوهش ویس کاری[4] و همکاران (۲۰۱۲)، نشان داد در زنجیره خودرو، انتقال موجودی به بالادست زنجیره و کوتاه‌ترکردن پرداخت‌ها برای اعضای بالادست در کاهش هزینه‌ها مؤثر است و این مهم از طریق مدیریت هم‌زمان تمام اجزای چرخه تبدیل نقدینگی و نگاه یکپارچه به زنجیره تأمین حاصل می‌شود [۳۰]. در مطالعه دیگری بررسی سرمایه در گردش زنجیره خودروسازی (بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۸) نشان داد میانگین چرخه تبدیل نقدینگی در صنعت خودروسازی اروپا ۶۷ روز بوده و مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده در روزهای چرخه تبدیل نقدینگی مدت‌زمان نگهداری موجودی است و عامل تأثیرگذار در دوره وصول مطالبات تجاری و تسویه‌حساب‌های پرداختنی میزان چانه‌زنی بین اعضای زنجیره می‌باشد؛ ولی در بحث دوره نگهداری موجودی، سیاست‌ها و روش‌های مدیریتی هر عضو تعیین‌کننده است [۱۸].

موقعیت اعضا در ردیف‌های زنجیره نیز می‌تواند بر منافع آن‌ها در استفاده بیشتر از سرمایه درگردش نسبت به سایرین اثر بگذارد. در این خصوص پژوهش لوئیس[5] و لوزیانو (۲۰۱۶)، نشان

1. Days Sales Outstanding (DSO)
2. Days Payable Outstanding (DPO)
3. Days Inventory Outstanding (DIO)
4. Viskari, et al.
5. Luis & Lozano

داد در ردیف اول تأمین‌کنندگان زنجیره، خودروسازها به علت نزدیکی اعضای این ردیف به OEM از مزیت‌های دسترسی به اطلاعات به‌موقع و دریافت‌های به‌موقع برخوردارند؛ همچنین این ردیف از تأمین‌کنندگان بخشی از هزینه‌های خود از جمله نگهداری موجودی را به ردیف دوم تحمیل می‌کنند [۲۰].

بررسی اثر شرایط اقتصادی و فضای کسب‌وکار بر عملکرد سرمایه درگردش و قیمت تمام‌شده کالای فروخته‌شده زنجیره صنعت خودروسازی اروپا (بین سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۰) بررسی شده است. نتایج این پژوهش نشان داد با اینکه بحران اقتصادی در دوره موردمطالعه عامل اصلی اثرگذار بر روند منفی عملکرد شرکت‌های زنجیره صنعت خودروسازی نیست، اما شرکت‌های موردمطالعه مدیریت خوبی بر کارایی قیمت تمام‌شده کالای فروش‌رفته و عملکرد سرمایه درگردش نداشته‌اند [۲].

گروه دیگری از پژوهشگران به طبقه‌بندی سرمایه درگردش زنجیره‌های تأمین پرداخته‌اند. زنکویچ[1] (۲۰۱۸)، با بررسی ترکیب اجزای چرخه تبدیل نقدینگی سه سیاست سرمایه درگردش شامل محافظه‌کارانه، معتدل و تهاجمی را ارائه کرد. نتیجه این پژوهش نشان داد که تعامل هم‌افزا در سایه ائتلاف اعضای زنجیره در کاهش هزینه سرمایه اعضای زنجیره تأثیر داشته است [۳۵]. پرتیلا[2] و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از نظریه انتقال هزینه (TCE) سرمایه درگردش زنجیره خودروسازی روسیه را بررسی کردند. در این پژوهش بر اساس الگوهای سیاست محافظه‌کارانه (C)، متعادل (M) و تهاجمی (A)، ۲۷ حالت مدیریت سرمایه در گردش در زنجیره خودروسازی شناسایی شد. نتایج این پژوهش نشان داد که میانگین چرخه تبدیل نقدینگی در زنجیره خودروسازی روسیه ۴۵ روز است و به‌کارگیری یک مدل موفق سرمایه درگردش در زنجیره به اکوسیستم و فضای کسب‌وکار بستگی دارد؛ همچنین مدت‌زمان چرخه تبدیل نقدینگی در زنجیره تأمین صنعت خودرو روسیه از اروپا کمتر است و OEMها قوی هستند [۲۵].

لیند[3] (۲۰۱۹)، با بررسی صنعت ICT بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰، چهار مدل شامل ۱. مدل حداقل‌سازی موفق، ۲. مدل نگهداری موجودی، ۳. مدل با هدف حداقل‌سازی و ۴. مدل تضمین اعتبار را ارائه کرد. در این صنعت مدت چرخه تبدیل نقدینگی ۴۰ روز نشان داده شد که برخی از شرکت‌ها چرخه تبدیل نقدینگی منفی دارند؛ بنابراین هزینه نگهداری موجودی و پول را به سایر اعضا تحمیل می‌کنند [۱۶].

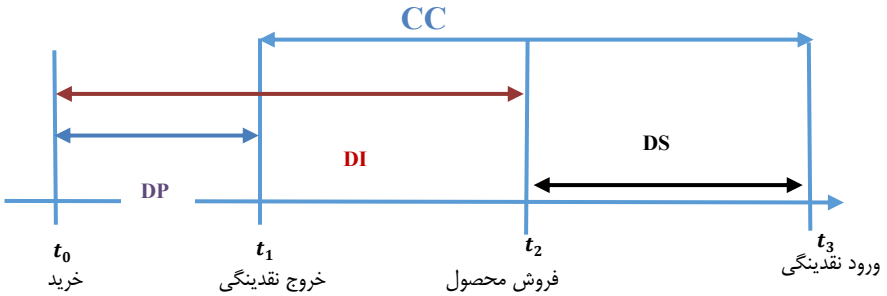
1. Zenkeich
2. Pirttila, et al.
3. Lind

مونتو[1] و همکاران (۲۰۱۳)، نیز چهار مدل فوق‌الذکر که توسط لیند (۲۰۱۹)، ارائه شده بود را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که مدل بهینه‌سازی موفق از همه مدل‌ها بهتر است [۲۲].

ویرولنین و همکاران (۲۰۱۹) بر اساس دو استراتژی سرمایه درگردش محافظه‌کارانه (کاهش بدهی‌های جاری و افزایش دارایی‌های جاری) و تهاجمی (افزایش بدهی‌های جاری و کاهش دارایی‌های جاری) به بررسی زنجیره خودرو پرداخته شد. نتیجه نشان داد که طولانی‌کردن پرداخت‌ها به تأمین‌کنندگان و کوتاه‌ترکردن دریافت‌ها از مشتریان توسط اعضای قوی زنجیره که بر اعضای ضعیف تحمیل می‌شود، یک عمل کوته‌بینانه است و بررسی سناریوهای مختلف نشان داد حالتی که مدت‌زمان تسویه‌حساب‌های پرداختنی و دوره دریافت مطالبات تجاری به هم نزدیک باشند، نتیجه بهتری نسبت به سایر سناریوها حاصل می‌شود [۳۱].

مفهوم چرخه تبدیل نقدینگی و اجزای آن. این مفهوم توسط ریچارد و لافلین[2] (۱۹۸۰)، به‌عنوان شاخص کلیدی ارزیابی سودآوری شرکت‌ها مطرح شد. دوره یا چرخه تبدیل نقدینگی منعکس‌کننده زمان خالص متناوب بین هزینه‌های نقدی واقعی به‌منظور خرید منابع تولید و حصول این نقدینگی از محل فروش محصول است. در خصوص چرخه تبدیل نقدینگی تعاریف مختلفی ارائه شده است. استوارد[3] (۱۹۹۵) چرخه تبدیل نقدینگی را یک سنجه ترکیبی تعریف کرد که بازگشت یک دلار موردنیاز سرمایه‌گذاری‌شده در مواد اولیه از طریق مشتریان را نشان می‌دهد. در تعریف شیلینگ[4] (۱۹۹۶)، چرخه تبدیل نقدینگی دوره عملیاتی (متن اوب) بین زمان هزینه نقدی انجام‌شده به‌منظور خرید مواد اولیه برای استفاده در فرایند تولید تا زمان دریافت پول حاصل از فروش محصول نهایی را نشان می‌دهد [۲۶]. چرخه تبدیل نقدینگی می‌تواند مثبت یا منفی باشد. درصورتی‌که منفی باشد، شرکت سطح پایینی از موجودی را دارد و شرکت پول‌های خود را از مشتریان قبل از پرداخت به تأمین‌کنندگان دریافت می‌کند؛ به‌عبارت‌دیگر در حالت چرخه تبدیل نقدینگی منفی، شرکت حساب‌های دریافتنی خود را قبل از موعد حساب‌های پرداختنی دریافت می‌کند. چرخه تبدیل نقدینگی متشکل از سه جزء است: تعداد روزهایی که موجودی نگهداری می‌شود؛ تعداد روزهایی که وجوه نقد ناشی از فروش دریافت نشده است و تعداد روزهایی که وجوه نقد ناشی از خرید پرداخت نشده است. در خصوص نحوه محاسبه هر یک از اجزای چرخه تبدیل نقدینگی، دیدگاه‌های مختلف ارائه شده است. برخی از پژوهشگران هر یک از سه جزء را درصدی از فروش تعریف کرده‌اند (شکل ۱).

1. Monto, et al.
2. Richards & Laughlin
3. Steward
4. Schilling



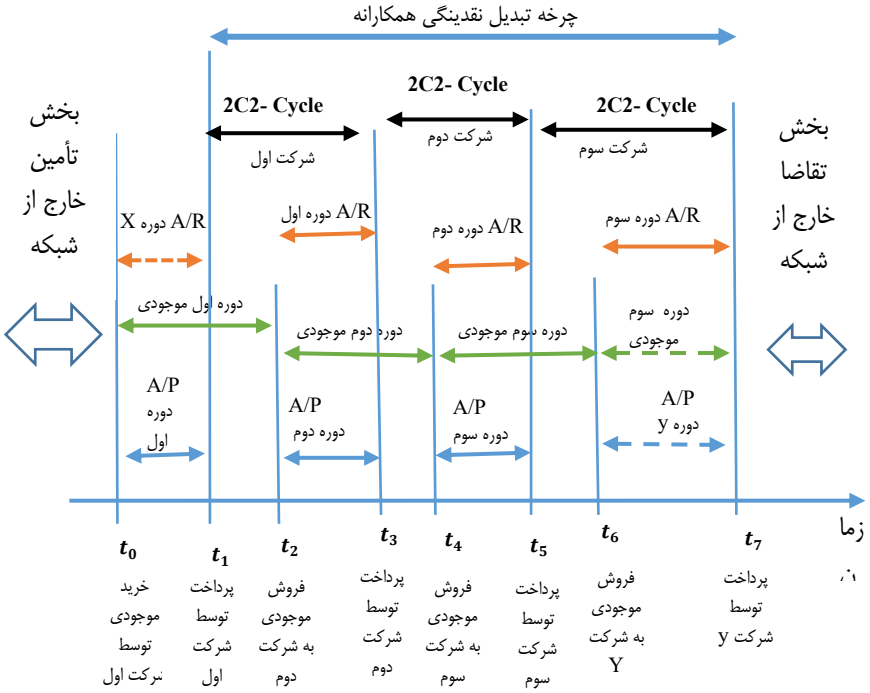
شکل ۱ . اجزا و محدوده جریان تبدیل نقدینگی-شیلینگ (۱۹۹۶)

برخی دیگر از پژوهشگران سه جزء فوق‌الذکر را درصدی از قیمت تمام‌شده کالای فروش‌رفته بیان می‌کنند. در حالتی که درصدی از فروش لحاظ شود، چرخه تبدیل نقدینگی کوتاه‌تر محاسبه می‌شود؛ زیرا عدد قیمت تمام‌شده کالای فروش‌رفته از عدد فروش کمتر است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد باید رابطه بین دوره نگهداری موجودی و دوره وصول مطالبات تجاری با سودآوری منفی و رابطه تسویه‌حساب‌های پرداختنی با سودآوری مثبت باشد.

برخی از پژوهشگران بحث چرخه تبدیل نقدینگی را در سطح زنجیره تأمین متفاوت‌تر تعریف کرده‌اند. ازآنجاکه تصمیمات دوره‌های تبدیل نقدینگی توسط یک شرکت به سایر اعضای زنجیره نیز اثرگذار است، مفهوم چرخه تبدیل نقدینگی همکارانه توسط هافمن و کوتزاب[1] (۲۰۱۰) [2] ارائه شد [۱۳]. آن‌ها این بحث را به علت تأخیر پرداخت‌ها و تغییرات در موجودی در تمام مراحل زنجیره از منظر تسری ریسک‌ها و هزینه‌ها موردبحث قرار دادند. بر اساس یافته‌های این پژوهشگران هم‌زمانی جریانات فیزیکی و مالی در بین اعضای زنجیره تأمین، کلید کاهش حجم سرمایه درگردش و افزایش ارزش بین اعضای زنجیره است. در این فرمول بخش خارج از دامنه فعالیت‌های اعضاءی زنجیره در بالادست و پایین‌دست از اصول چرخه تبدیل نقدینگی پیروی می‌کند؛ اما در داخل دامنه فعالیت‌های اعضای زنجیره تلاش می‌شود چرخه تبدیل نقدینگی هر یک از اعضا بهینه و هزینه سرمایه درگردش در هر مرحله حداقل شو. نکته مهم توازن قدرت و اعتماد بین اعضای زنجیره است. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، چرخه تبدیل نقدینگی همکارانه در دامنه یک زنجیره شامل موجودی‌ها در زنجیره به‌علاوه حساب‌های دریافتنی (A/R) شرکت سوم و کاهش میزان حساب‌های پرداختنی شرکت اول است. هافمن و کوتزاب (۲۰۱۰)، پرداخت‌های داخلی بین اعضای زنجیره را در چرخه تبدیل نقدینگی همکارانه غیرمؤثر می‌دانند و لحاظ نمی‌کنند. درصورتی‌که سه شرکت برای محاسبه چرخه تبدیل نقدینگی همکارانه در نظر گرفته شوند، معادله نهایی عبارت است از [۱۳]:

1. Haffman & Kotzab
2. Collaborative Cash Conversion Cycle(CCCC)

رابطه (۱) CCCC=DIO1+DIO2+DIO3+DSO3-DPO1



شکل ۲ . چارچوب دوره تبدیل نقدینگی همکارانه

محدودیت رویکرد چرخه تبدیل نقدینگی همکارانه شامل مشکلات تبادل اطلاعات حسابداری و عامل رقابت درصورتی‌که یک عضو با چندین تأمین‌کننده و چند مشتری در تعامل باشد، است. برای رفع این محدودیت‌ها ترجیحاً باید برآوردهای چرخه تبدیل نقدینگی همکارانه در سطح شرکت اصلی در نظر گرفته شود و به صنایعی که تأمین‌کنندگان و مشتریان فعال هستند، ادامه یابد. ویسکاری و همکاران[1] (۲۰۱۲)، سنجه جدیدی به‌نام دوره تبدیل نقدینگی پیشرفته[2] را ارائه کردند. این سنجه از فرمول پیشنهادی هافمن و کوتزاب[3] تبعیت می‌کند و پرداخت‌های بین اعضا در دامنه زنجیره را دربرنمی‌گیرد. آن‌ها این سنجه را توسعه دادند و برای

1. Viskari, et al.
2. Advanced Cash Conversion Cycle
3 Hafmann&Kotzab

هر یک از اعضا وزنی بر اساس نسبت هزینه‌های هر مرحله به کل هزینه‌های زنجیره توسعه دادند و هزینه‌های هر مرحله از زنجیره تأمین را بر اساس مدل زیرمحاسبه کردند [۳۰]:

$$FC = INV * \left[(1+c)^{d1} - 1\right) + AR * \left[(1+c)^{d2} - 1\right) - AP * \left[(1+c)^{d3} - 1\right)$$ رابطه (۲)

Where c=annual cost of capital;$d_1 = \frac{DIO}{365}; d_2 = \frac{DSO}{365}; = d_3 = \frac{DPO}{365}$

در بحران اقتصادی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۰۹، دسترسی به اعتبارات و ارائه آن از سوی شرکت‌ها دشوار شد و خیلی از شرکت‌ها برای تأمین مالی از پیش‌پرداخت‌ها استفاده می‌کردند؛ بنابراین این عامل نقش مهمی در مدیریت سرمایه درگردش اعضای زنجیره‌ها بازی می‌کرد؛ اما در محاسبات دوره تبدیل نقدینگی لحاظ نمی‌شد؛ ازاین‌رو این موضوع از سوی تلنوپ کیا و همکاران[1] (۲۰۱۴) موردتوجه قرار گرفت و فرمول چرخه تبدیل نقدینگی اصلاح‌شده[2] ارائه شد. این سنجه جدید در یک نمونه ۱۰۸ تایی از فهرست شرکت‌های بورس هلسینکی[3] موردآزمون قرار گرفت که این فرمول به شرح زیر است [۲۹]:

$$DAO = \frac{\text{Advance payment}}{\text{sales}} * 365$$ رابطه (۳)

MCCC=DIO+DSO-DPO-DAO

سؤال‌های پژوهش

ـ چگونه می‌توان با رویکرد شبیه‌سازی عامل‌بنیان روشی ارائه کرد تا بتوان جریانات مالی و فیزیکی در زنجیره تأمین را بهینه کرد؟

ـ آیا بهبود جریانات مالی و فیزیکی در عملکرد بازگشت سرمایه در اعضای زنجیره اثر قابل‌ملاحظه‌ای دارد؟

۳. روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش، جریانات مالی و فیزیکی در زنجیره‌های تأمین بررسی شده و سپس روشی برای بهینه‌سازی زنجیره‌های تأمین ارائه می‌شود. با توجه به چارچوب ارائه‌شده، روش پژوهش از نظر هدف تحلیلی، از نظر فرایند اجرای کمّی و ازآنجاکه یک دوره ۵ پنج‌ساله را موردمطالعه قرار می‌دهد، از نظر زمانی مقطعی محسوب می‌شود. ابزار گردآوری داده‌ها مشاهده است که اسناد

1. Talonpokia, et al.
2. Modified Cash Conversion Cycle (MCCC)
3. Helsinki

صورت‌های مالی و گزارش‌های پیوست آن‌ها موردبرسی قرار گرفته و با شاخص‌های موردنظر اطلاعات استخراج و وضعیت، درصد بازگشت سرمایه، دوره نگهداری موجودی، دوره وصول مطالبات تجاری و دوره تسویه‌حساب‌های پرداختنی شبکه زنجیرهای شش صنعت منتخب مشخص شده است.

نمونه و اطلاعات آماری. با توجه به اهداف، نوع و طرح پژوهش، نمونه‌های درنظرگرفته‌شده بر اساس ویژگی و محدودیت‌های تعریف‌شده زیر از میان شرکت‌های پذیرفته‌شده در «سازمان بورس و اوراق بهادار ایران» انتخاب شدند:

– به‌منظور اعتبار بیشتر نتایج پژوهش، شش صنعت مختلف شامل صنایع خودرو و قطعات، صنایع دارویی، صنایع غذایی، صنایع فلزی و صنایع معدنی در نظر گفته شده است؛

– نمونه شرکت‌های منتخب از ردیف‌های مختلف زنجیره‌های هر صنعت هستند؛

– شرکت‌های منتخب باید اطلاعات شفاف و کامل در پنج سال متوالی گذشته را در سایت بورس تهران دارا می‌بودند؛ در غیر این صورت از نمونه حذف شدند؛

– نمونه‌های منتخب از نظر جغرافیایی پراکنده باشند؛

– نمونه‌های منتخب شرکت‌های تولیدی باشند و از نظر اندازه و اعتبار در صنعت مربوطه قابل‌اعتنا و شاخص باشند؛

– تعداد نمونه‌ها در شش صنعت برابر باشد.

بر اساس شش ویژگی یادشده و با توجه به مطالعه عمیق و دقیق آزمودنی‌ها پس از بررسی کلیه نمونه و پالایش آن‌ها، در هر صنعت ۱۰ شرکت، درمجموع ۶۰ شرکت انتخاب شد که به‌منظور پایایی سنجش و قابل‌اتکاشدن نتایج ۵ دوره مالی (از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸) هر شرکت موردبررسی قرار گرفت. درواقع نمونه آماری این پژوهش ۳۰۰ مورد (دوره مالی) است.

متغیرها و روابط آن‌ها

متغیر وابسته. متغیر درصد بازگشت سرمایه به‌عنوان شاخص عملکرد جریانات مالی و فیزیکی است که این شاخص از رابطه ۳ به‌دست می‌آید [۳۰].

رابطه (۴)
$$ROC=\frac{\text{سود قبل از کسر مالیات (EBIT)}}{\left(\text{بدهی های بلندمدت+سهام صاحبان سرمایه}\right)}$$

متغیرهای مستقل. DSO، DIO و DPO، سه جزء تشکیل‌دهنده چرخه تبدیل نقدینگی (CCC) هستند که پس از تعدیل بر اساس فرمول رابطه ۴ در نظر گرفته شده‌اند [۲۹].

رابطه (۵)
$$mccc = DIO + (DSO - AFC) - (DPO - AP)$$
Or
$$mccc = DIO + DSO - AFC - DPO + AP$$

AP شامل پیش‌پرداخت‌ها و AFC شامل پیش‌دریافت‌ها از مشتریان است؛بنابراین بهینه‌سازی ROC در زنجیره‌ها در دستور کار قرار گرفته است.

مسئله تعریف‌شده. این پژوهش به دنبال ارائه روشی برای بهینه‌کردن جریانات موجودی و مالی در زنجیرهای تأمین است؛ به همین منظور با چارچوب تعریف‌شده در بخش قبلی ساختار و دامنه زنجیره منتخب برای شش صنعت انتخاب شده است که در جدول‌های ۱ تا ۶ مشاهده می‌شود.

پارامترهای مدل

- موقعیت اعضا در ردیف‌های زنجیره؛
- ارتباط بین اعضای هر ردیف با اعضای ردیف‌های بعدی و قبلی خود و اثر متقابلی که بر روی یکدیگر دارند (توضیح اینکه اثر غیرمستقیم به سایر ردیف‌ها دارند)؛
- جریان موجودی: جریان موجودی از طریق تعداد روزهای نگهداری موجودی (DIO) بین اعضا در ردیف‌ها برقرار است؛
- جریان مالی: جریان مالی از طریق تعداد روزهای نگهداری پول (DSO-DPO) بین اعضای ردیف‌ها برقرار است.

سناریوی‌های تعریف‌شده برای مدل. به‌طورکلی بر اساس دو سناریوی زیر قواعدی تعریف و بر اساس آن‌ها نتیجه اعمال تغییرات روی خروجی مدل (ROC) در هر صنعت مشاهده می‌شود. در اینجا قواعد موردنظر برای صنعت خودرو و قطعات بیان می‌شود. این دو سناریو برای ۵ صنعت دیگر با قاعده زیر تعریف و اعمال شده است.

سناریوی اول: بازنگری در روزهای DIO، DSO و DPO بین اعضای زنجیره بدون تغییر MCCC در کل زنجیره (نه در اعضای زنجیره)

در این سناریو به‌منظور بهبود در جریانات موجودی و مالی مدت‌زمان نگهداری موجودی در ردیف دوم به ردیف‌های بالادست زنجیره محول می‌شود و در مقابل مدت‌زمان پرداخت به ردیف‌های بالادست از نظر زمانی کوتاه‌تر می‌شود و نتیجه در شاخص ROC کل زنجیره و ردیف‌ها موردمطالعه قرار می‌گیرد. توضیح اینکه در این سناریو مدت‌زمان MCCC تغییری نمی‌کند.

- بر اساس این فرض مقادیر DIO در دامنه بین ۵ تا ۵- درصد قابل‌تغییر باشد؛ بدین‌صورت که برای مثال در صورت کاهش ۴ درصد در DIO یک ردیف، معادل همین میزان افزایش در DIO ردیف بعد یا ردیف قبل وجود داشته باشد و اثر آن روی ROC ردیف‌ها و ROC کل زنجیره مشاهده شود.

جدول ۱. اطلاعات جریانات موجودی و مالی و شاخص بازگشت سرمایه زنجیره صنعت خودرو و قطعات

زنجیره تأمین صنایع خودرو و قطعات					
Tier4 (n=3)		**Tier 3 (n=2)**		**Tier2 (n=4)**	
مالیپل		محور خودرو		سایپا دیزل	
DSO	۸۷/۴۵	DSO	۱۱۳/۷۴	DSO	۲۹/۲۱
DIO	۴۹/۷۷	DIO	۱۵۲/۹۱	DIO	۹۵/۳۷
DPO	۹۹/۸۵	DPO	۱۴۲/۱۹	DPO	۲۰۰/۵۵
MCCC	۳۷/۳۷	MCCC	۱۲۴/۴۷	MCCC	−۷۵/۹۷
ROC	−۰/۰۲	ROC	۰/۹۶	ROC	۰/۲۰۸
کمک فنر سایپا		کارمانیا		کرمان خودرو	
DSO	۵۹/۵۹	DSO	−۲۲۸/۸۶	DSO	۵۹/۴۶
DIO	۴۵/۰۵	DIO	۳۲۳/۵۴	DIO	۵۱/۹۹
DPO	۹۲/۲۷	DPO	۳۹۱/۱۳	DPO	۱۱۵/۷۵
MCCC	۱۲/۳۸	MCCC	−۲۹۶/۴۵	MCCC	−۴/۲۸
ROC	۰/۹۹	ROC	−۱/۴۱	ROC	−۰/۲۹
الکاریک خودرو شرق				تیران خودرو دیزل	
DSO	۱۱۵/۴۲			DSO	۹۳/۳۴
DIO	۴۴/۴۲			DIO	۲۹۸/۴۹
DPO	۶۶/۱۵۷			DPO	۱۱۱/۷۷
MCCC	۹۳/۶۹			MCCC	۲۸۰/۰۷
ROC	۰/۰۱۸			ROC	−۱/۹۱
				ایران خودرو	
				DSO	۴۶/۱۵
				DIO	۳۱/۳۲
		Average MCCC=-۸۵/۷۶		DPO	۸۲/۴۲
		Average ROC=-۰/۲۲		MCCC	−۴/۹
Average MCCC=۴۷/۸۱				ROC	۱/۱۵
Average ROC=۰/۳۲				پارس خودرو	
				DSO	−۳/۴۶۳
				DIO	۵۹/۵۶
				DPO	۹۱/۲۸۶
				MCCC	−۳۵/۱۸
				ROC	۰/۳۸
				Average MCCC=۳۲/۱۲	
				Average ROC =-۰/۰۹	
		Total MCCC=۱۶۵/۶۹			
		Total ROC=۰/۰۰۸			

جدول ۲. اطلاعات جریانات موجودی و مالی و شاخص بازگشت سرمایه زنجیره صنعت غذایی

زنجیره تأمین صنایع غذایی			
Tier2(n=5)		Tier3(n=5)	
بهشهر		شرکت شکر	
DSO	۲۳/۲۱	DSO	۲۴/۵۶
DIO	۶۴/۴۱	DIO	۶۵/۶۶
DPO	۳۲/۵۹	DPO	۳۲/۱۶
MCCC	۵۵/۰۴	MCCC	۵۸/۰۶۷
ROC	۰/۲۸	ROC	−۰/۰۶
کربن		شهد	
DSO	۷۳/۲۴	DSO	۳۸/۶۷
DIO	۹۴/۹۱	DIO	۴۶/۷۸
DPO	۹۲/۵۱	DPO	۴۰/۱۸۲
MCCC	۷۵/۵۷	MCCC	۴۵/۲۸
ROC	۰/۰۶	ROC	۰/۳۹
شکر پیرانشهر		شهید قندی	
DSO	۲۹/۷۵	DSO	۲۰۶/۷۶
DIO	۲۳/۷۰	DIO	۱۵۳/۰۱
DPO	−۶/۱۱۵	DPO	۸۸/۰۳
MCCC	۵۹/۵۷	MCCC	۲۷۱/۷۳
ROC	۰/۴۳۳	ROC	۰/۰۳۷
قند اصفهان		قند قزوین	
DSO	۴۰/۴۳	DSO	۳۶/۶۷
DIO	۷۲/۷۹	DIO	۶۲/۱۰
DPO	۳۱/۸۱	DPO	۱۸/۴۲
MCCC	۸۱/۴۱	MCCC	۸۰/۳۵
ROC	۰/۶	ROC	۰/۲۷
کوروش		قند لرستان	
DSO	۸۳/۸۶	DSO	۴۷/۶۹
DIO	۴۲/۲۹	DIO	۴۱/۳۹
DPO	۸/۳۰	DPO	۱۶
MCCC	۱۱۷/۸۵	MCCC	۷۳/۰۸
ROC	۰/۴۱	ROC	۰/۳۳
Average MCCC=-۷۷/۸ **Average ROC=-۰/۳۵**		**Average MCCC=۲۱/۱٤** **Average ROC=۰/۱۹۳**	
Total MCCC=۹۸/۹ **Total ROC=۰/۲۷**			

جدول ۳. اطلاعات جریانات موجودی و مالی و شاخص بازگشت سرمایه زنجیره صنعت پتروشیمی

زنجیره تأمین صنایع پتروشیمی					
Tier4(n=3)		Tier3(n=3)		Tier2(n=4)	
شازند		پاروشسمی تامین		پتروشیمی پارس	
DSO	۱۶/۴۶	DSO	۱۴۷/۶۶	DSO	۲۶۹/۲
DIO	۶۲/۰۴	DIO	۵۸/۰۸	DIO	۵۲/۶۶
DPO	۳۶/۴۸	DPO	۹۴/۴۹	DPO	۹۴/۵۰
MCCC	۴۲/۰۲	MCCC	۱۱۱/۲۵	MCCC	۲۲۷/۳۵
ROC	۰/۱۴	ROC	۰/۲۷	ROC	۰/۸۱
فارس		پتروشسمی سینا		پاکسان	
DSO	۸۸/۷۱	DSO	۶۵/۷۰	DSO	۱۱۵/۱۴
DIO	۳۲/۴۸	DIO	۴۲/۴۹	DIO	۸۳/۴۱
DPO	۴۵/۴۰	DPO	۱۵/۷۱	DPO	۱۹/۱۱
MCCC	۷۵/۷۹	MCCC	۹۲/۴۷	MCCC	۱۷۹/۴۴
ROC	۰/۳۲	ROC	۰/۱۶	ROC	۰/۳۰۹
نیرکلر		فجر		پتروسیمی جم	
DSO	۵۹/۰۱	DSO	۱۵۶/۰۵	DSO	۱۵۴/۶۱
DIO	۶۲/۸۳	DIO	۶۲/۳۷	DIO	۷۹/۶۰
DPO	۲۵/۲۵	DPO	۱۹/۱۹۹	DPO	۱۴۱/۵۶
MCCC	۹۶/۵۹	MCCC	۱۲۱/۲۳	MCCC	۹۲/۶۶
ROC	۰/۳۲	ROC	۰/۴۳	ROC	۰/۶۰
				پتروشیمی خراسان	
				DSO	۶۹/۵۷
				DIO	۵۸/۳۱
Average MCCC=۳۳/۱۹		**Average MCCC=۱۰۸/۳۱**		DPO	۸/۴۷
Average ROC=۰/۲۶		**Average ROC=۰/۲۸**		MCCC	۱۱۹/۴۰
				ROC	۰/۸۴
				Average MCCC=۱۵۷/۷۱	
				Average ROC=۰/۶۳	
Total MCCC=۲۲۹/۲۱					
Total ROC=۰/۴۲					

جدول۴. اطلاعات جریانات موجودی و مالی و شاخص بازگشت سرمایه زنجیره صنعت دارویی

زنجیره تأمین صنعت دارو					
Tier4(n=2)		Tier3(n=3)		Tier2(n=5)	
شیشه دارویی		فراورده تزریق		داروپخش	
DSO	۵۱/۰۵	DSO	۲۱۲/۹۸	DSO	۱۵۹/۷۳
DIO	۱۶۶/۱۰	DIO	۵۴/۰۷	DIO	۱۲۴/۵۷
DPO	۱۶/۱۸	DPO	۱۹/۳۷	DPO	۶۲/۹۶
MCCC	۲۰۰/۹۷	MCCC	۲۴۷/۶۸	MCCC	۲۲۱/۳۴
ROC	۰/۴۳	ROC	۰/۵۲	ROC	۰/۴۴
البرز بانک		داروی تأمین		ابوریحان	
DSO	۱۰۵/۰۸	DSO	۲۰۰/۲۰	DSO	۱۵۵/۴
DIO	۱۱۴/۹۹	DIO	۸۴/۲۴	DIO	۷۱/۳۸
DPO	۲۴/۹۷	DPO	۱۱۴/۱۲	DPO	۶۴/۲۵
MCCC	۱۹۵/۱۰	MCCC	۱۷۰/۳۳	MCCC	۱۶۲/۵۳
ROC	۰/۰۳۱	ROC	۰/۳۹	ROC	۰/۷۳
		برکت		سبحان	
		DSO	۱۴۳/۰۷	DSO	۹۸/۸
		DIO	۹۷/۷۲	DIO	۷۷/۹۸
		DPO	۱۰۸/۳۹	DPO	۱۴/۷۱
		MCCC	۱۳۲/۴۰	MCCC	۱۶۲/۰۷
		ROC	۰/۲۸	ROC	۰/۴۱
				داروتامین	
				DSO	۱۲۳/۰۳
				DIO	۹۷/۷۲
				DPO	۸۱/۶۹
				MCCC	۱۳۹/۰۶
				ROC	۰/۴۲
				اسوه	
				DSO	۴۲/۸
				DIO	۸۸/۰۹
				DPO	۵۶/۵۶
				MCCC	۷۴/۳۳
				ROC	۰/۴۲
Average CCC=۱۹۷/۱ **Average ROC=۰/۲۳**		**Average MCCC=۱۸۳/۴۷** **Average ROC=۰/۳۹**		**Average MCCC=۱۵۱/۸۶** **Average ROC=۰/۵۰**	
Total MCCC:۵۳۲/۴۳ **Total ROC:۰/۴۲**					

جدول ۵. اطلاعات جریانات موجودی و مالی و شاخص بازگشت سرمایه زنجیره صنعت معدنی

زنجیرتأمین صنایع معدنی			
Tier5(n=7)		**Tier4(n=3)**	
احیا سپاهان		توسعه معدن	
DSO	۱۲۲/۸۵	DSO	۱۰۵/۹۵
DIO	۵۰/۶۵	DIO	۴۷/۷۳
DPO	۱۸۴/۶	DPO	۷۵/۲۳
MCCC	−۱۱/۰۹	MCCC	۷۸/۴۵
ROC	۰/۵۴	ROC	۰/۱۵
املاح ایران		فلات ایران	
DSO	۱۹/۹۹	DSO	۱۱۰/۴
DIO	۵۶/۶۶	DIO	۴۰/۴۰
DPO	۲۲/۳۶	DPO	۱۸۴/۲
MCCC	۵۴/۳۰	MCCC	−۳۳/۳۹
ROC	۱/۴۰	ROC	−۰/۰۱
بافق		فراورده های معدنی	
DSO	۳۸/۴	DSO	۵۵/۲۸
DIO	۵۴/۰۵	DIO	۱۴۲/۰۱
DPO	۱۴/۳۳	DPO	۱۰۰/۷۱
MCCC	۷۸/۱۲	MCCC	۶۴/۵۹
ROC	۰/۲۷	ROC	۰/۳۶
مس تکتار		**Average CCC=٤٦/١٤**	
DSO	۴۶/۱۶	**Average ROC=۰/۵**	
DIO	۷۶/۷۸	**Total MCCC= ١١٤/٣**	
DPO	۲۲۴	**Total ROC=۰/٤٩**	
MCCC	−۱۰۱/۰۴		
ROC	۱/۲۱		
گروه صنعت معدن			
DSO	۱۶۸/۵۳		
DIO	۶۳/۴		
DPO	۷۹/۰۹		
MCCC	۱۵۲/۸۴		
ROC	۰/۳۹		

Tier5(n=7)	
گروه صنعتی منگنز	
DSO	۱۷۰/۷۰
DIO	۱۳۴/۹۸
DPO	۱۸۸/۵۴
MCCC	۱۱۷/۱۴
ROC	۰/۲۸
روی ایران	
DSO	۸۹/۲۳
DIO	۱۶۴/۴۷
DPO	۶۶/۸۵
MCCC	۱۸۶/۸۵
ROC	۰/۲۹
Average MCCC=٦٨/١٦	
Average ROC=۰/٦٢	

جدول ۶. اطلاعات جریانات موجودی و مالی و شاخص بازگشت سرمایه زنجیره صنعت فلزی

زنجیره تأمین صنایع فلزی					
Tier4(n=5)		Tier3(n=3)		Tier2(n=2)	
نورد فولاد		فولاد افزا		فولاد یزد	
DSO	۲۲/۰۲	DSO	۱۳۹/۷۵	DSO	۱۰۸/۸۶
DIO	۷۰/۴۶	DIO	۳۵/۹۰	DIO	۰/۳۶
DPO	۳۹/۲۹	DPO	۱۳۷/۹۲	DPO	۶۵/۴۶
MCCC	۱۰/۱۴	MCCC	۳۷/۷۳	MCCC	۴۳/۷۷
ROC	۰/۲۷	ROC	۰/۱۱	ROC	۰/۳۸
چادرملو		فولاد خراسان		مس باهنر	
DSO	۹۲/۳۲	DSO	۱/۲۳	DSO	۵۱/۹۱
DIO	۱۰۹/۳۹	DIO	۹۷/۵۴	DIO	۱۷۱/۵۸
DPO	۱۱۲/۲۲	DPO	۶۵/۱۱	DPO	۷۳/۵
MCCC	۸۹/۴۹	MCCC	۴۲/۶۶	MCCC	۱۴۹/۹۹
ROC	۰/۲۹	ROC	۰/۱۴	ROC	۰/۱۱
فولاد خوزستان		مواد معدنی ایران			
DSO	۴۶/۶۲	DSO	۱۱۹/۱۳		
DIO	۱۰۵/۴۹	DIO	۱۹۲/۴۲		
DPO	۱۳۰/۳۵	DPO	۷۵/۱۹		
MCCC	۲۱/۷۶	MCCC	۲۳۶/۳۷		
ROC	۰/۱۱	ROC	۰/۳۶		
فولاد کاشان					
DSO	۱۹/۵۷				
DIO	۹۸/۶۴			**Average MCCC= ۶۹/۸۸**	
DPO	۴۵/۶۵				
MCCC	۷۲/۵۶			**Average ROC=۰/۲٤**	
ROC	۱/۲۵	**Average MCCC= ۱۰۵/۵۸**			
فولاد مبارکه					
DSO	۹۰/۶۵	**Average ROC=۰/۲۰**			
DIO	۱۶۴/۹۰				
DPO	۴۳				
MCCC	۲۱۲/۵۵				
ROC	۰/۲۵				
Average MCCC=۸۱/۳					
Average ROC=۰/٤۳					
Total MCCC=۲۵٦/۷٦					
Total ROC=۰/۳۳					

سناریوی دوم. بررسی نتایج کاهش روزهای DIO، DSO و DPO در کل زنجیره بر اساس این فرض در نظر گرفته شده است. با مدیریت بهتر و بهره‌وری بیشتر جریان موجودی، میزان روزهای نگهداری موجودی (DIO) از ردیف‌ها (یا ردیف‌های منتخب) در دامنه بین صفر تا ۵- درصد کاهش یابد و اثر آن روی ROC اعضا و ردیف‌ها (و همچنین MCCC) کل زنجیره مشاهده شود.

بر اساس این فرض تلاش می‌شود با مدیریت بهتر و بهره‌وری بیشتر جریان مالی، میزان روزهای DSO از ردیف‌های بالادست بین صفر تا ۵- درصد کاهش یابد و میزان روزهای DPO از ردیف‌های (آخر زنجیره) بین صفر تا ۵ درصد افزایش داده شود؛ سپس اثر آن بر روی ROC ردیف‌ها و اعضا (و همچنین MCCC) کل زنجیره مشاهده شود.

قواعد صنعت خودرو قطعات

قواعد سناریوی اول: بازنگری در روزهای DIO، DSO و DPO بین اعضای زنجیره بدون تغییر MCCC در کل زنجیره (نه در اعضای زنجیره)

۱. در ردیف ۲ شرکت سایپادیزل DIO خود را بین ۵ تا ۵- درصد تغییر می‌دهد و معادل این روزها (به میزان زیاد و یا کم شده DIO) را به DIO شرکت محورخودرو در ردیف ۳ انتقال می‌دهد تا در نتیجه بهبود یا عدم‌بهبود ROC ردیف‌ها و کل زنجیره مشاهده شود. این قاعده بین شرکت سایپادیزل و شرکت کارمانیا در ردیف ۳ نیز برقرار گردد.

۲. هم‌زمان با قاعده شماره ۱ در ردیف ۲ شرکت سایپادیزل DPO خود را بین ۵ تا ۵- درصد تغییر می‌دهد و معادل این روزها (به میزان زیاد و کم شدن DPO) را به DSO شرکت محورخودرو در ردیف ۳ انتقال می‌دهد و یک حالت دیگر اینکه نصف این تغییر به DSO محورخودرو در ردیف ۳ انتقال پیدا می‌کند و نصف دیگر آن (از طریق DPO خود محورخودرو) به DSO یکی از سه عضو ردیف ۴ (شرکت مالیپل یا کمک‌فنر سایپا یا الکترونیک خودروشرق) انتقال یابد (هر کدام که بهبود بیشتری به ROC می‌دهد). این قاعده بین شرکت سایپادیزل و شرکت کارمانیا در ردیف ۳ نیز برقرار شود.

۳. در ردیف ۲ شرکت کرمان‌خودرو DIO خود را بین ۵ تا ۵- درصد تغییر می‌دهد و معادل این روزها (به میزان زیاد و یا کم شده DIO) را به DIO شرکت محورخودرو در ردیف ۳ انتقال می‌دهد تا درنتیجه بهبود یا عدم‌بهبود ROC ردیف‌ها و کل زنجیره مشاهده شود. این قاعده بین شرکت کرمان خودرو و شرکت کارمانیا در ردیف ۳ نیز برقرار گردد.

۴. هم‌زمان با قاعده ۳ در ردیف ۲ شرکت کرمان‌خودرو DPO خود را بین ۵ تا ۵- درصد تغییر می‌دهد و معادل این روزها (به میزان زیاد و کم شدن DPO) را به DSO شرکت محورخودرو در ردیف ۳ انتقال می‌دهد و یک حالت دیگر اینکه نصف این تغییر به محورخودرو در ردیف ۳ انتقال

پیدا می‌کند و نصف دیگر آن (از طریق DPO خود محورخودرو) به DSO یکی از سه عضو ردیف ۴ (شرکت مالیپل یا کمک‌فنر سایپا یا الکترونیک خودروشرق) انتقال یابد (هر کدام که بهبود بیشتری به ROC می‌دهد). این قاعده بین شرکت کرمان خودرو و شرکت کارمانیا در ردیف۳ نیز برقرار گردد.

۵. در ردیف ۲ شرکت ایران‌خودرو دیزل DIO خود را بین ۵ تا ۵- درصد تغییر می‌دهد و معادل این روزها (به میزان زیاد و یا کم شده DIO) را به DIO شرکت محورخودرو در ردیف ۳ انتقال می‌دهد تا درنتیجه بهبود یا عدم‌بهبود ROC ردیف‌ها و کل زنجیره مشاهده شود. این قاعده بین شرکت ایران‌خودرو دیزل و شرکت کارمانیا در ردیف ۳ نیز برقرار گردد.

۶. هم‌زمان با قاعده ۵ در ردیف ۲ شرکت ایران‌خودرو دیزل DPO خود را بین ۵ تا ۵- درصد تغییر می‌دهد و معادل این روزها (به میزان زیاد و کم شدن DPO) را به DSO شرکت محورخودرو در ردیف ۳ انتقال می‌دهد و یک حالت دیگر اینکه نصف این تغییر به محورخودرو در ردیف ۳ انتقال پیدا می‌کند و نصف دیگر آن (از طریق DPO خود محورخودرو) به DSO یکی از سه عضو ردیف ۴ (شرکت مالیپل یا کمک‌فنر سایپا یا الکترونیک خودرو شرق) انتقال یابد (هر کدام که بهبود بیشتری به ROC می‌دهد). این قاعده بین شرکت ایران‌خودرو دیزل و شرکت کارمانیا در ردیف ۳ نیز برقرار گردد.

۷. در ردیف ۲ شرکت ایران‌خودرو DIO خود را بین ۵ تا ۵- درصد تغییر می‌دهد و معادل این روزها (به میزان زیاد و یا کم شدن DIO) را به DIO شرکت محورخودرو در ردیف ۳ انتقال می‌دهد تا درنتیجه بهبود یا عدم‌بهبود ROC ردیف‌ها و کل زنجیره مشاهده شود. این قاعده بین شرکت ایران‌خودرو و شرکت کارمانیا در ردیف ۳ نیز برقرار گردد.

۸. هم‌زمان با قاعده ۷ در ردیف ۲ شرکت ایران‌خودرو DPO خود را بین ۵ تا ۵- درصد تغییر می‌دهد و معادل این روزها (به میزان زیاد و کم شدن DPO) را به DSO شرکت محورخودرو در ردیف ۳ انتقال می‌دهد و یک حالت دیگر اینکه نصف این تغییر به محورخودرو در ردیف ۳ انتقال پیدا می‌کند و نصف دیگر آن (از طریق DPO خود محورخودرو) به DSO یکی از سه عضو ردیف ۴ (شرکت مالیپل یا کمک‌فنر سایپا یا الکترونیک خودرو شرق) انتقال یابد (هر کدام که بهبود بیشتری به ROC می‌دهد). این قاعده بین شرکت ایران‌خودرو و شرکت کارمانیا در ردیف ۳ نیز برقرار گردد.

۹. در ردیف ۲ شرکت پارس‌خودرو DIO خود را بین ۵ تا ۵- درصد تغییر می‌دهد و معادل این روزها (به میزان زیاد و یا کم شدن DIO) را به DIO شرکت محورخودرو در ردیف ۳ انتقال می‌دهد تا درنتیجه بهبود یا عدم‌بهبود ROC ردیف‌ها و کل زنجیره مشاهده شود. این قاعده بین شرکت پارس‌خودرو و شرکت کارمانیا در ردیف ۳ نیز برقرار گردد.

۱۰. هم‌زمان با قاعده ۹ در ردیف ۲، شرکت پارس‌خودرو DPO خود را بین ۵ تا ۵- درصد تغییر می‌دهد و معادل این روزها (به میزان زیاد و کم شدن DPO) را به DSO شرکت محورخودرو در ردیف ۳ انتقال می‌دهد و حالت دیگر اینکه نصف این تغییر به محورخودرو در ردیف ۳ انتقال پیدا می‌کند و نصف دیگر آن (از طریق DPO خودمحور خودرو) به DSO یکی از سه عضو ردیف ۴ (شرکت مالیپل یا کمک‌فنر سایپا یا الکترونیک خودرو شرق) انتقال یابد (هر کدام که بهبود بیشتری به ROC می‌دهد). این قاعده بین شرکت پارس‌خودرو و شرکت کارمانیا در ردیف ۳ نیز برقرار گردد.

۱۱. در ردیف ۳ شرکت محورخودرو DIO خود را بین ۵ تا ۵- درصد تغییر می‌دهد و معادل این روزها (به میزان زیاد و یا کم شدن DIO) را به DIO شرکت مالیپل در ردیف ۴ انتقال می‌دهد تا درنتیجه بهبود یا عدم بهبود ROC ردیف‌ها و کل زنجیره مشاهده شود. این قاعده بین شرکت محورخودرو و شرکت‌های مالیپل، کمک‌فنر سایپا و الکترونیک‌خودرو شرق در ردیف ۴ نیز برقرار گردد.

۱۲. هم‌زمان با قاعده ۱۱ در ردیف ۳ شرکت محورخودرو DPO خود را بین ۵ تا ۵- درصد تغییر می‌دهد و معادل این روزها (به میزان زیاد و کم شدن DPO) را به DSO شرکت مالیپل در ردیف ۴ انتقال می‌دهد. این قاعده بین شرکت پارس‌خودرو و شرکت‌های مالیپل، کمک‌فنر سایپا و الکترونیک‌خودرو شرق در ردیف ۴ نیز برقرار گردد.

۱۳. در ردیف ۳ شرکت کارمانیا DIO خود را بین ۵ تا ۵- درصد تغییر می‌دهد و معادل این روزها (به میزان زیاد و یا کم شدن DIO) را به DIO شرکت مالیپل در ردیف ۴ انتقال می‌دهد تا درنتیجه بهبود یا عدم‌بهبود ROC ردیف‌ها و کل زنجیره مشاهده شود. این قاعده بین شرکت کارمانیا و شرکت‌های مالیپل، کمک‌فنر سایپا و الکترونیک‌خودرو شرق در ردیف ۴ نیز برقرار گردد.

۱۴. هم‌زمان با قاعده ۱۳ در ردیف ۳ شرکت کارمانیا DPO خود را بین ۵ تا ۵- درصد تغییر می‌دهد و معادل این روزها (به میزان زیاد و کم شدن DPO) را به DSO شرکت مالیپل در ردیف ۴ انتقال می‌دهد. این قاعده بین شرکت کارمانیا و شرکت‌های مالیپل، کمک‌فنر سایپا و الکترونیک‌خودرو شرق در ردیف ۴ نیز برقرار گردد.

قواعد سناریوی دوم. بررسی نتایج کاهش روزهایDIO، DSO و افزایش روزهای DPO در کل زنجیره

در این سناریو به‌منظور بهبود در جریانات موجودی و مالی، این مهم موردمطالعه قرار گرفته است که در صورت به‌کارگیری بهره‌وری در قالب کاهش تعداد روزهای نگهداری موجودی و یا کاهش در تعداد روزهای وصول مطالبات تجاری و افزایش روزهای پرداخت به تأمین‌کنندگان (در

ردیف‌های آخر زنجیره) بر روی شاخص ROC کل زنجیره، ردیف‌ها و اعضای زنجیره چه اثری خواهد داشت. توضیح اینکه در این سناریو مدت‌زمان MCCC کاهش می‌یابد.

۱. در ردیف دوم شرکت‌های سایپادیزل، کرمان‌خودرو، ایران‌خودرو دیزل، ایران‌خودرو و پارس‌خودرو به اندازه صفر تا ۵درصد کاهش در DIO خود ایجاد می‌کنند تا اثر آن را روی ROC ردیف و ROC کل زنجیره مشاهده کنند.

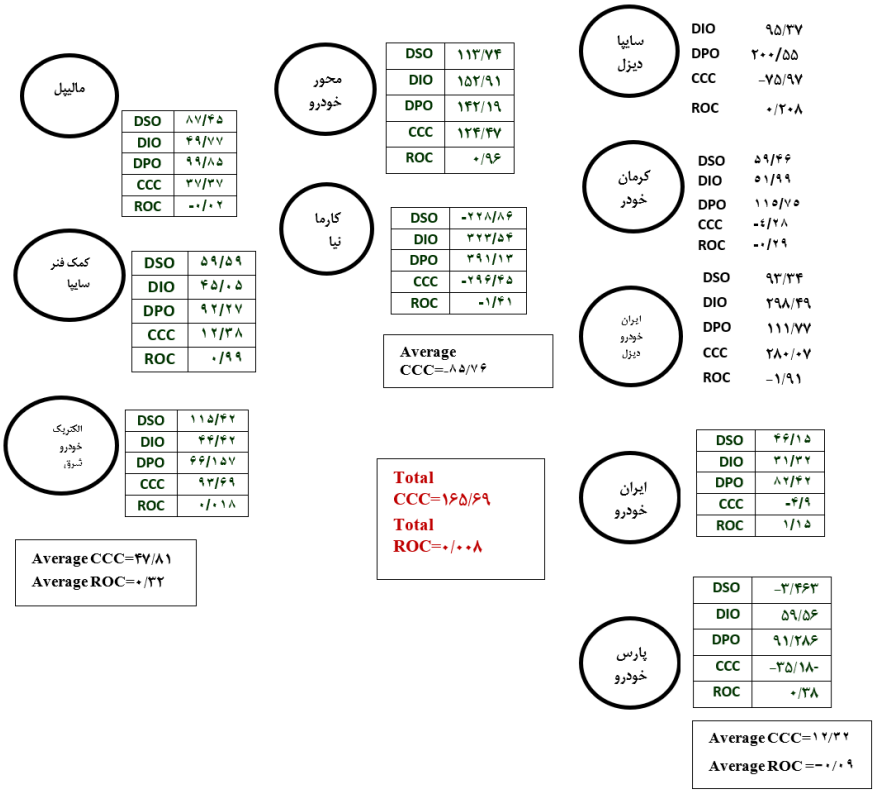
۲. در ردیف سوم شرکت‌های محورخودرو و کارمانیا به اندازه صفر تا ۵ درصد کاهش در DIO خود ایجاد می‌کنند تا اثر آن را روی ROC ردیف و ROC کل زنجیره مشاهده کنند.

۳. در ردیف چهارم شرکت‌های مالیپل، کمک‌فنر سایپا و الکترونیک خودرو شرق به اندازه صفر تا ۵درصد کاهش در DIO خود ایجاد می‌کنند تا اثر آن را روی ROC ردیف و ROC کل زنجیره مشاهده کنند.

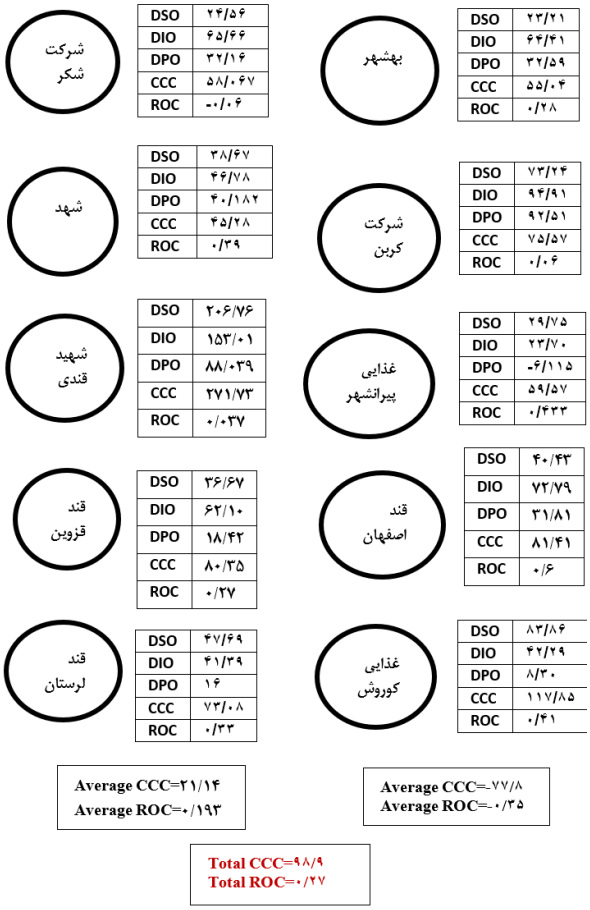
۴. در ردیف دوم شرکت‌های سایپادیزل، کرمان‌خودرو، ایران‌خودرو دیزل، ایران‌خودرو و پارس‌خودرو به اندازه صفر تا ۵- درصد کاهش در DSO خود ایجاد می‌کنند تا اثر آن را روی ROC ردیف و ROC کل زنجیره مشاهده کنند.

۵. در ردیف چهارم شرکت‌های مالیپل، کمک‌فنر سایپا و الکترونیک‌خودرو شرق به‌اندازه صفر تا ۵ درصد افزایش در DPO خود ایجاد می‌کنند تا اثر آن روی ROC ردیف و ROC کل زنجیره مشاهده کنند.

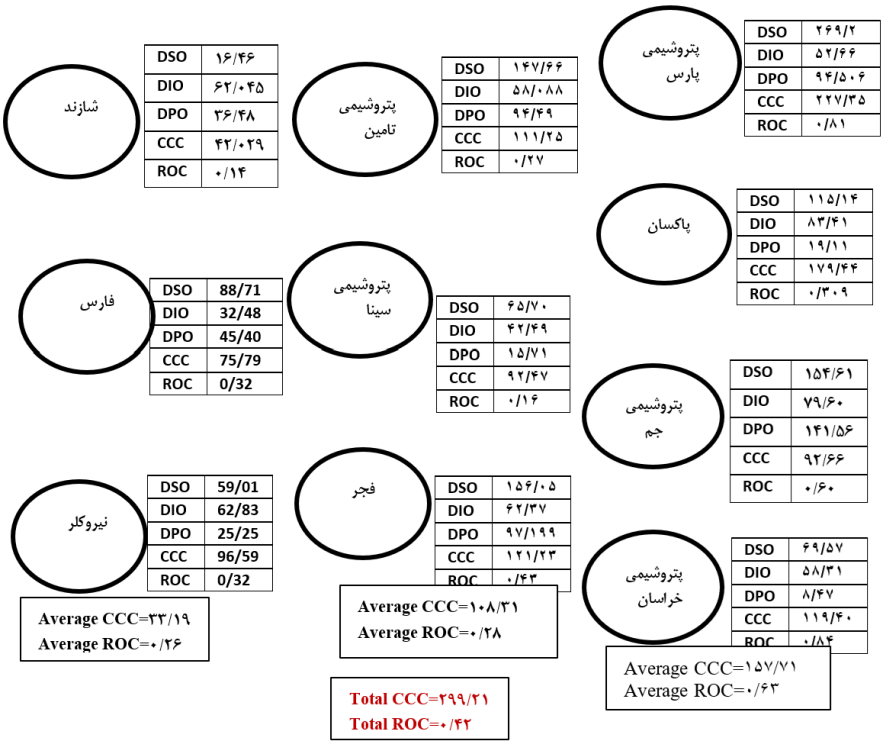
قواعد نوزده‌گانه این دو سناریو برای ۵ صنعت دیگر اعمال گردیده است (بر اساس شکل های ۳ تا ۸).



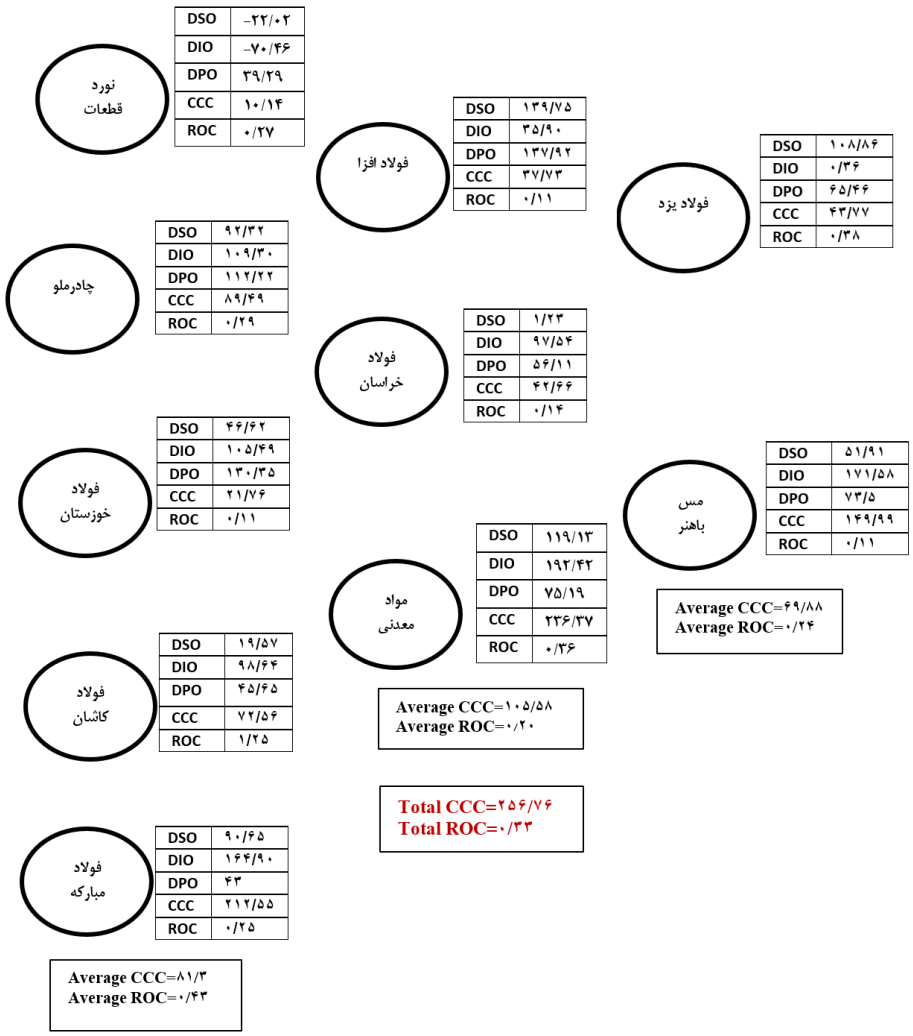
شکل ۳. موقعیت اعضای زنجیره تأمین منتخب صنایع خودرو



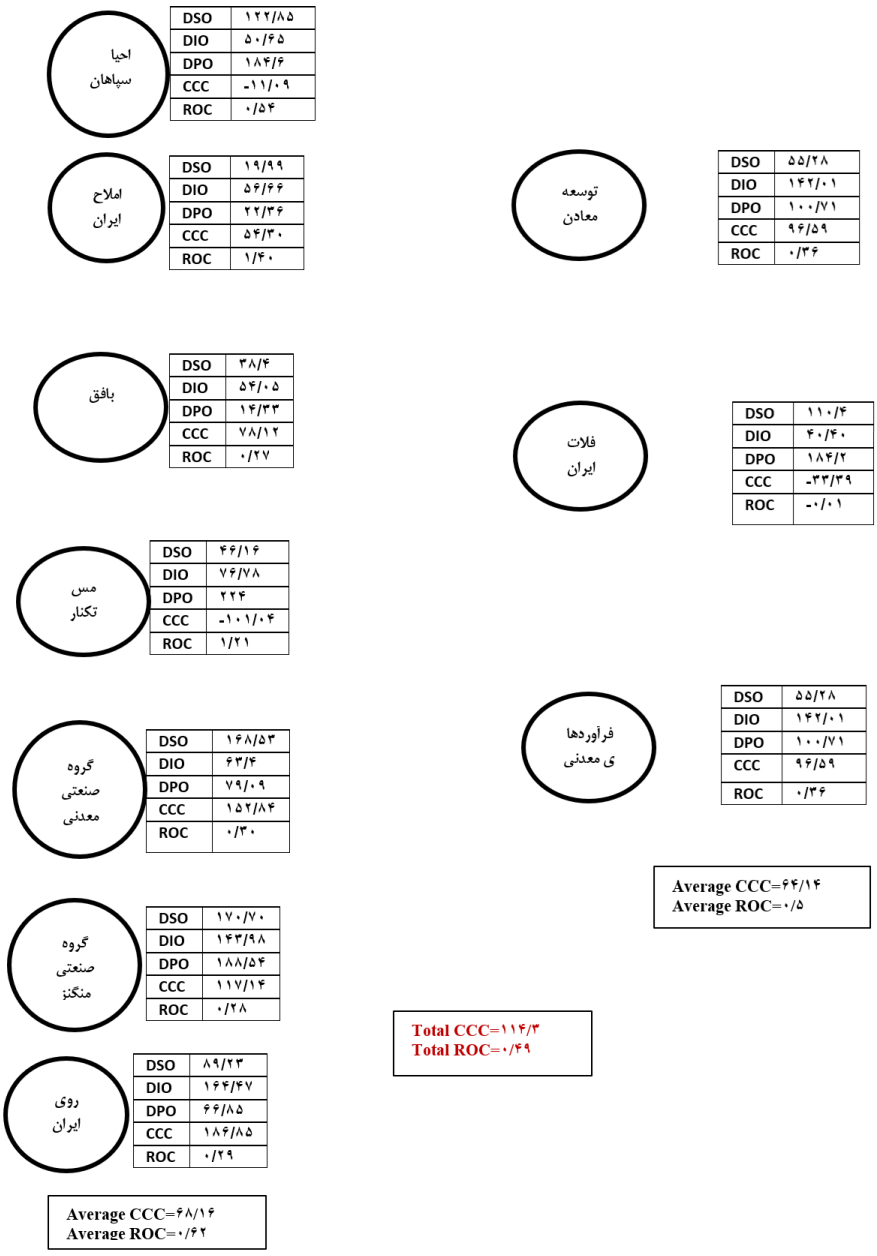
شکل ۴. موقعیت اعضای زنجیره تأمین منتخب صنایع غذایی



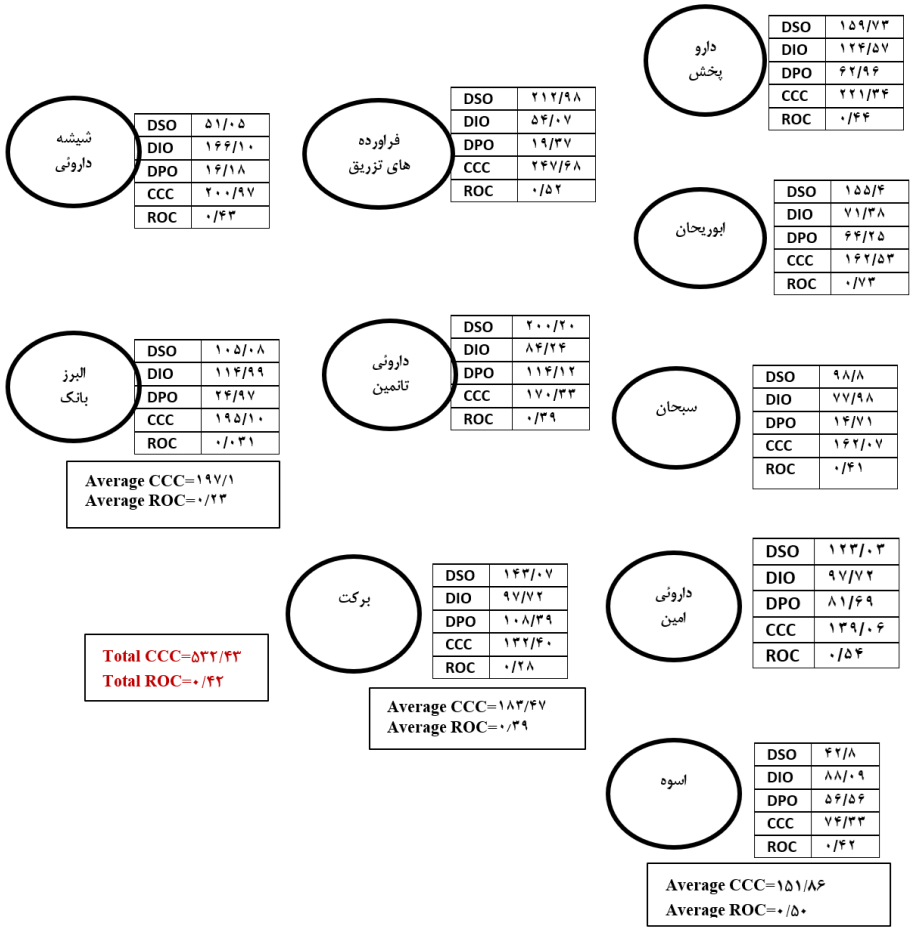
شکل ۵. موقعیت اعضای زنجیره تأمین منتخب صنایع پتروشیمی



شکل ۶. موقعیت اعضای زنجیره تأمین منتخب صنایع فلزی



شکل ۷. موقعیت اعضاء زنجیره تأمین منتخب صنایع معدنی



شکل۸. موقعیت اعضای زنجیره تأمین منتخب صنایع دارویی

مدل تحلیل داده‌ها. صورت‌مسئله اصلی پژوهش این است که مجموعه‌ای از عامل‌ها در شبکه زنجیره به‌طور هم‌زمان تبادلات مالی و موجودی با چند عضو در ردیف‌های بالادست و پایین‌دست خود را با هدف بهبود بازگشت سرمایه در کل سیستم زنجیره مورد تحلیل و بازنگری قرار می‌دهند؛ بنابراین ساختار مسئله دارای پیچیدگی است؛ به‌طوری‌که مدل‌کردن رفتار این سیستم از طریق روش‌های دیگر مانند مدل‌سازی ریاضی (اقتضای آن ساده‌سازی رفتار سیستم از طریق مفروضات است) پژوهشگران را از تحلیل رفتار واقعی بازیگران سیستم بازمی‌دارد. از طرفی قدرت پردازش در شبیه‌سازی عامل‌بنیان[1]، سرعت پردازش و حافظه بیشتری نسبت به دو روش دیگر شبیه‌سازی گسسته‌پیشامد و سیستم دینامیک دارد. در مدل مذکور یک شیوه استاندارد وجود

1. Agend-Based Modeling

ندارد. ساختار عامل‌بنیان بر پایه ویرایشگرهای گرافیکی با دستورات مرتبط است که در نرم‌افزارهای مربوطه مانند Netlego & Analogic تعریف شده است [۶]. ایده اصلی و اساس شبیه‌سازی مبتنی بر عامل این است که بسیاری از پدیده‌ها قابل‌مدل‌سازی توسط تعدادی از عامل‌ها، محیط و توصیف تعامل عامل با عامل و عامل با محیط هستند. برای شبیه‌سازی مبتنی بر عامل نرم‌افزارهای زیادی مانند: Behavior Composer، MASON، Repast، Swarm و غیره توسعه داده شده است. در این پژوهش از یکی از مهم‌ترین آن‌ها، یعنی نت‌لگو [1] نسخه 6.1.0 استفاده شده است. این نرم‌افزار برای مدل‌های پیچیده در طول زمان استفاده می‌شود. مدل‌ساز می‌تواند قواعد و دستورالعمل‌هایی را برای هزاران عامل تعریف کند و آن‌ها نیز به‌طور مستقل از هم عمل می‌کنند؛ بنابراین پژوهشگر می‌تواند رفتارها و نتیجه تعاملات بین عامل‌ها را بررسی کند.

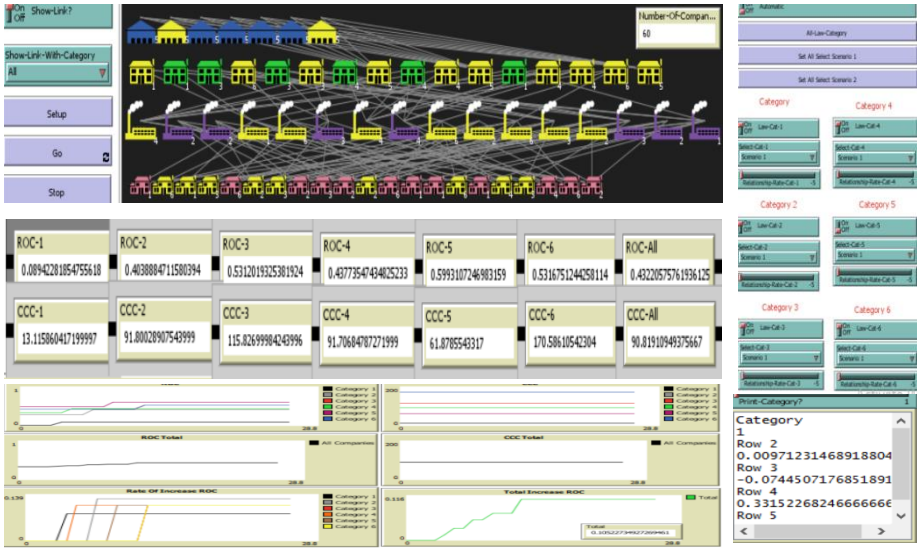
٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

نتایج اعمال دو سناریوی تعریف‌شده در جدول‌های ۷ و ۸ ارائه شده است.

نکته: در واقعیت هر یک از اعضای زنجیره سطحی از سرمایه درگردش خود را از نظر مبلغ و تعداد روزها به مشتریان خود در ردیف بعدی خود اختصاص داده (DSO) و سطحی از سرمایه درگردش خود را به نگهداری موجودی در سیستم خود (DIO) اختصاص می‌دهند و از طرفی سطحی از سرمایه در گردش تأمین‌کنندگان (DPO) را در اختیار دارند. میزان سرمایه درگردش در این سه بخش برحسب نوع کسب کار، مقیاس و حجم فعالیت کاری هر عضو زنجیره تعیین می‌شود. برای مثال ممکن است میانگین DIO برای یک عضو ۲۰۰ روز باشد؛ اما برای عضو دیگر ۱۵ روز باشد؛ بنابراین افزایش و یا کاهش ۵ روزه برای عضو اول حساسیتی ندارد؛ اما بر سرمایه درگردش عضو دوم اثرگذاری معناداری می‌گذارد. این شرایط برای DPO و DSO نیز صادق است. این پژوهش به دنبال تغییر و جابه‌جایی تعداد روزهای DSO، DIO و DPO بین اعضای زنجیره در ردیف‌های مختلف در حد امکان و توان اعضاء است تا بتواند اثر مطلوبی بر ROC اعضا و کل زنجیره بگذارد؛ بنابراین ملاک پژوهش برای تعیین روزها جهت جابه‌جایی درصدی از میانگین تعداد روزهای DSO، DIO و DPO هر عضو در ردیف‌های پایین‌دست زنجیره است؛ بنابراین تعداد روزها متناسب با شرایط اعضا معنادار خواهد بود. در این پژوهش ملاک برای تعیین تعداد روزها برای جابه‌جایی و تغییر بین ۱ تا ۵ درصد روزهای DPO، DIO و DSO هر عضو در ردیف‌های پایین‌دست است.

1. Net Lego

نتایج سناریوی اول. جدول خروجی داده‌ها در محدوده بین −۵ تا ۵+، ۱۰ حالت تعاملی بین اعضا در DIO، DSO و DPO زنجیره‌های شش صنعت منتخب شبیه‌سازی و اجرا شده است که نتایج این ده حالت در جدول ۷، مشاهده می‌شود. درصورتی‌که اعضای ردیف‌های پایین‌دست تعداد روزهای نگهداری موجودی (DIO) را بیشتر کرده و در عوض دوره پرداخت (DPO) به ردیف‌های قبلی خود را طولانی‌تر کنند، موجب کاهش در درصد بازگشت سرمایه (ROC) می‌شود. این روند از ۱ درصد روزهای نگهداری و ۱ درصد روزهای پرداخت تا ۵ درصد در مدل شبیه‌سازی و اجرا شده است. هرچقدر این درصد بالاتر برود، عملکرد ROC در ۶ صنعت بدتر می‌شود. به‌طورکلی در تمام صنایع عملکرد ROC از ۰/۳۲ در حالت ۵ درصد به ۰/۲۷ رسیده است. هرچقدر تعداد روزهای نگهداری موجودی (DIO) در ردیف‌های پایین‌دست کاهشی باشد و در عوض دوره پرداخت (DPO) نیز به ردیف‌های بالادست کاهش یابد، موجب افزایش ROC در زنجیره‌های تمام صنایع و بیشتر ردیف‌های آن‌ها می‌شود. همان‌طور که در جدول ۷، مشاهده می‌شود، در سطح کاهش ۵− درصد در روزهای نگهداری موجودی ردیف‌های دوم زنجیره‌ها و هم‌زمان کوتاه‌ترکردن روزهای پرداخت برای اعضای بالادست (بدون کاهش در کل روزهای چرخه تبدیل نقدینگی) به‌طور میانگین در شش صنعت ۱۱ درصد بهبود در ROC مشاهده خواهد شد که کمترین میزان در صنعت خودرو و قطعات با حدود ۸ درصد و بیشترین میزان در صنعت غذایی به میزان ۱۳ درصد است. توضیح اینکه اگر این سناریو به تفکیک ردیف‌ها موردبررسی قرار گیرد، در ردیف‌های چهارم صنعت خودرو و قطعات صنایع فلزی و داروی و ردیف پنجم صنایع معدنی تغییری در میزان ROCها وجود ندارد.



شکل ۳. نتیجه شبیه‌سازی سناریوی اول با حالت ۵- درصد برای شش صنعت منتخب که شرایط بهینه برای اعضای زنجیره‌ها را نشان می‌دهد.

نتایج سناریوی دوم. همان‌طور که بیان شد هدف از تعریف این سناریو و شبیه‌سازی آن، بررسی و دانستن این مهم است که اگر با به‌کارگیری تکنیک‌ها و روش‌های مناسب (به میزان ۱ تا ۵ درصد) الف) تعداد روزهای مطالبات تجاری و تعداد روزهای نگهداری موجودی توسط ردیف‌های دوم کاهش یابد، ب) تعداد روزهای نگهداری موجودی توسط ردیف‌های میانی کاهش یابد و ج) در ردیف آخر تعداد روزهای حساب‌های پرداختنی افزایش و روزهای موجودی کاهش یابد، چه میزان بر بهبود یا عدم‌بهبود ROC در سطح زنجیره‌ها و همچنین در سطح ردیف‌ها اثر خواهد داشت ؟ همان‌طور که در جدول ۸ نشان داده شده است، در سطح ۵- درصد کاهش (یعنی حدود ۵ روز کاهش در چرخه تبدیل نقدینگی در کل شش صنعت)، به‌طور میانگین بهبود ۱۹ درصدی در ROC وجود خواهد داشت که کمترین میزان بهبود در بازگشت سرمایه مربوط به زنجیره صنایع دارویی و پتروشیمی به میزان ۱۷ درصد و بیشترین میزان بهبود مربوط به زنجیره صنایع فلزی به میزان ۲۷ درصد است؛ همچنین نتایج بر اساس ردیف‌ها نشان می‌دهد در ردیف ۳ زنجیره صنعت دارو تغییری در ROC وجود ندارد و در ردیف ۴ زنجیره صنایع فلزی تغییر ناچیز ۱ درصدی مشاهده می‌شود. خروجی نرم‌افزار در سطح ۵- درصد در شکل ۴، مشاهده می‌شود و نتایج تغییرات در تمام سطوح در جدول ۸، نشان داده شده است.

شکل ۴. نتیجه شبیه‌سازی سناریوی اول باحالت ۵- درصد برای شش صنعت منتخب که شرایط بهینه برای اعضای زنجیره را نشان می‌دهد.

پاسخ سؤال‌های پژوهش: نتایج نشان داد با بازنگری در چرخه گردش موجودی و چرخه گردش مالی (مطابق با روش ارائه‌شده در سناریوی اول) بدون تغییر چرخه تبدیل نقدینگی، بهبود خوبی در عملکرد زنجیرها مشاهده می‌شود؛ همچنین (بر اساس نتایج سناریوی دوم) در صورت به‌کارگیری سیاست‌های مناسب در مدیریت جریان موجودی و مالی در سایه تعامل و مشارکت اعضای زنجیره‌ها، اندک بهبودی در چرخه تبدیل نقدینگی اثر زیادی در عملکرد درصد بازگشت سرمایه دارد.

جدول ۷. نتایج به‌دست‌آمده بر اساس سناریوی اول و قواعد تعریف‌شده آن برای شش صنعت منتخب

ROC شش صنعت منتخب	ROC-1 زنجیره تأمین صنعت خودرو و قطعات	ROC-2 زنجیره تأمین صنایع غذایی	ROC-3 زنجیره تأمین صنایع پتروشیمی	ROC-4 زنجیره تأمین صنایع فلزی	ROC-5 زنجیره تأمین صنایع معدنی	ROC-6 زنجیره تأمین صنایع داروئی	Total-ROC میانگین شش صنعت منتخب	ROC ردیف پنجم	ROC ردیف چهارم	ROC ردیف سوم	ROC ردیف دوم	ROC
سطح تغییرات بر اساس درصد روزهای DIO و DPO و DSO												
مقایسه میزان بهبود در صنایع با تغییر ۵-٪	۰/۰۸۱	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۱					
-۵	۰/۰۸۹	/۴	۰/۵۳	۰/۴۳	۰/۵۹	/۵۳	/۴۳					
-۴	۰/۰۷۳	۰/۳۷	۰/۵۱	۰/۴۱	۰/۵۷	۰/۵۱	۰/۴۱					
-۳	۰/۰۵۷	۰/۳۵	۰/۴۸	۰/۳۹	۰/۵۵	۰/۴۸	۰/۳۹					
-۲	۰/۰۴۱	۰/۳۵	۰/۴۶	۰/۳۷	۰/۵۳	۰/۴۶	۰/۳۷					
-۱	۰/۰۲۵	۰/۳۱	۰/۴۴	۰/۳۵	۰/۵۱	۰/۴۴	۰/۳۵					
زنجیره تأمین صنعت خودرو و قطعات								-	۰/۳۳	-۰/۲۲	-۰/۰۰۷	-۰/۰۱۹
زنجیره تأمین صنایع غذایی								-	-	۰/۱۹	۰/۳۹	۰/۴۶
زنجیره تأمین صنایع پتروشیمی								-	۰/۴۶	۰/۲۹	۰/۳۹	۰/۶۴
زنجیره تأمین صنایع فلزی								-	۰/۴۳	۰/۲۰	۰/۴۶	۰/۳۴
زنجیره تأمین صنایع معدنی								۰/۶۳	۰/۱۶	۰/۵۲	-	-
زنجیره تأمین صنایع داروئی								-	۰/۳۳	۰/۵	۰/۶	۰/۵۱
۰	۰/۰۰۸	۰/۲۷	۰/۴۲	۰/۳۳	۰/۴۹	۰/۴۲	۰/۳۳					
۱	-۰/۰۰۱۳	۰/۲۶	۰/۴۱	۰/۳۲	۰/۴۸	۰/۴۱	۰/۳۱					
۲	-۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۴	۰/۳۱	۰/۴۷	۰/۴	۰/۳۰					
۳	-۰/۰۱۷	۰/۲۳	۰/۳۸	۰/۳	۰/۴۶	۰/۳۸	۰/۲۹					
۴	-۰/۰۲۵	۰/۲۲	۰/۳۸	۰/۲۹	۰/۴۵	۰/۳۸	۰/۲۸					
۵	-۰/۰۳۳	۰/۲۱	۰/۳۷	۰/۲۷	۰/۴۴	۰/۳۷	۰/۲۷					

مقادیر ROC ردیف های مختلف صنایع شش‌گانه بعد از اجرای سناریو اول (با اعمال تغییرات ۵-٪)

جدول ۸. نتایج به‌دست‌آمده بر اساس سناریوی دوم و قواعد تعریف شده آن برای شش صنعت منتخب

صنایع میزان تغییرات بر اساس سناریوی دوم		زنجیره تامین صنعت خودرو و قطعات	زنجیره تامین صنایع غذایی	زنجیره تامین صنایع پتروشیمی	زنجیره تامین صنایع فلزی	زنجیره تامین صنایع معدنی	زنجیره تامین صنایع داروئی	تمام شش صنعت	ردیف۵ ROC	ردیف ٤ ROC	ردیف ۳ ROC	ردیف۲ ROC
0	ROC	۰/۰۰۸	۰/۲۷	۰/۴۲	۰/۳۳	۰/۴۹	۰/۴۲	۰/۳۲				
	CCC	۱۳/۱۱	۹۱/۸	۱۱۵/۸	۹۱/۷	۶۱/۸۷	۱۷۰/۵۸	۹۰/۸۱				
-۱	ROC	۰/۰۴۶	۰/۳۱	۰/۴۶	۰/۳۶	۰/۵۳	۰/۴۶	۰/۳۶				
	CCC	۱۱/۹۹	۹۱/۰۷	۱۱۴/۷۳	۹۰/۸	۶۱/۵	۱۶۹/۰۷	۸۹/۸				
-۲	ROC	۰/۰۸۲	۰/۳۵	۰/۴۹	۰/۴۰	۰/۵۷	۰/۴۹	۰/۴				
	CCC	۱۰/۸	۹۰/۳۵	۱۱۳/۶۳	۹۰/۰۳	۶۱/۲۳	۱۶۷/۵۵	۸۸/۹				
-۳	ROC	۰/۱۱	۰/۳۹	۰/۵۲	۰/۴۳	۰/۶۱	۰/۵۲	۰/۴۳				
	CCC	۹/۷۵	۸۹/۶۳	۱۱۲/۵۳	۸۹/۱	۶۰/۹۰	۱۶۶/۰۳	۸۸/۰۱				
-۴	ROC	۰/۱۵	۰/۴۳	۰/۵۶	۰/۴۶	۰/۶۵	۰/۵۶	۰/۴۷				
	CCC	۸/۶۴	۸۸/۹	۱۱۱/۴۴	۸۸/۲۵	۶۰/۵۸	۱۶۴/۵۲	۸۷/۰۷				
-۵	ROC	۰/۱۹	۰/۴۷	۰/۵۹	۰/۵۰	۰/۶۹	۰/۵۹	۰/۵۱				
	CCC	۷/۵۲	۸۸/۱۸	۱۱۰/۳۴	۸۷/۵۲	۶۰/۲۶	۱۶۳	۸۶/۱۴				
مقایسه میزان بهبود صنایع با تغییر ۵-٪		۰/۱۸۲	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۲۷	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۹				
زنجیره تامین صنعت خودرو وقطعات									-	۰/۳۳ ⬆	۰/۵۳	۰/۱۱ ⬆ ۰/۱۹-
زنجیره تامین صنایع غذائی									-	-	۰/۱۹ ⬆ ۰/۳۹	۰/۵۶ ⬆ ۰/۳۶
زنجیره تامین صنایع پتروشیمی	مقادیر ROC ای مختلف صنایع شش گانه بعد از اجرای سناریو دوم (با اعمال تغییرات ۵-٪)								-	۰/۴۶ ⬆	۰/۴۶ ⬆ ۰/۳۹	۰/۸۴ ⬆ ۰/۴۶
زنجیره تامین صنایع فلزی									-	۰/۴۳ ⬆	۰/۴۴ ⬆ ۰/۲۰	۰/۶۴ ⬆ ۰/۲۴
زنجیره تامین صنایع معدنی									۰/۶۳ ⬆	۰/۱۶ ⬆	۰/۳۷ -	-
زنجیره تامین صنایع داروئی									۰/۸۳ -	۰/۲۳ ⬆	۰/۴۳ ⬆ ۰/۵	۰/۷۱ ⬆ ۰/۵۱

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به نتایج، نکات زیر قابل‌توجه است:

– بر اساس نتایج سناریوی اول هرچقدر تعداد روزهای نگهداری موجودی در پایین‌دست زنجیره کمتر باشد و به بالادست زنجیره منتقل شود، موجب بهبود در بازگشت سرمایه می‌شود؛ زیرا به علت تجمیع ارزش‌افزوده موجودی در پایین‌دست، سرمایه در گردش بیشتری را درگیر خود می‌کند و به همین میزان نیز هزینه نگهداری بیشتری را در پی دارد. این نتیجه مشابه یافته‌های وییس کاری و همکاران(۲۰۱۲) در بررسی زنجیره صنعت خودرو است. بداخشان و همکاران (۲۰۲۲)، نیز با استفاده از مدل همزاد دیجیتال زنجیره تأمین[1] با استفاده از شبیه‌سازی اثر سناریوهای سیستم‌های سفارش گذاری موجودی بر CCC را بررسی کردند. نتایج نشان داد که اعضای بالادست زنجیره نقش محوری در نگهداری موجودی و کاهش اثر شلاق چرمی در زنجیره‌ها دارند[2] [۱].

– در برخی از اعضای زنجیره از آنجاکه تعداد روزهای نگهداری موجودی در وضعیت نزدیک به بهینه است، اثر چندانی بر عملکرد ROC دیده نمی‌شود (مانند ردیف ۴ صنعت خودرو و قطعات) در این حالت تمرکز بر روی بهینه‌کردن DSO و یا DPO نتیجه بهتری بر بهبود ROC دارد.

– در پژوهش‌های متعدد در حوزه زنجیره تأمین به این نکته اشاره شده است که هریک از اعضای زنجیره تأمین تلاش دارند طول مدت نگهداری موجودی را به سایر اعضا در بالادست یا پایین‌دست تحمیل کنند. در تعاملات مالی نیز اعضا می‌کوشند با فشار بر اعضای بالادست و پایین‌دست مدت نگهداری پول در سیستم خود را حداکثر کنند که این رویکردها برد ـ باختی است [۳۱]؛ اما در صورت ایجاد نگاه یکپارچه بین اعضا می‌توان مشابه سناریوهای تعریف‌شده در این پژوهش بازی برد ـ برد برای اعضا تعریف کرد؛ زیرا منافع آن برای کل اعضای زنجیره خواهد بود [۳۰]. سافورت وسایک[3] (۲۰۱۷)، نیز در نتایج پژوهش‌های خود این مهم را اثبات کردند که مدیریت هزینه سرمایه درگردش با نگاه یکپارچه بر کل زنجیره بهینه‌تر از حالت نگاه انفرادی اعضای زنجیره است [۲۷].

– در بیشتر پژوهش‌ها در این حوزه حداقل‌کردن تعداد روزهای چرخه تبدیل نقدینگی موردتوجه پژوهشگران قرار گرفته است؛ درحالی‌که بدون تغییر در مدت‌زمان چرخه تبدیل نقدینگی نیز با تمرکز بر بازنگری و تسهیم بهینه روزهای سه جزء DSO، DIO و DPO بین اعضا می‌توان بهبود مناسبی در عملکرد زنجیره‌ها به‌دست آورد.

1. SC Digital Twin
2. Badakhshan et al
3. Seifert & Sieke

مدیران صنعتی که با چالش تأمین سرمایه درگردش مواجه هستند به‌منظور تـأمین سـرمایه درگردش بیشتر به سمت تأمین مالی از بانک‌ها (آن‌هم بـه روش‌هـای سـنتی) اقـدام مـی‌کننـد؛ درحالی‌که با تمرکز بر مدیریت بهینه چرخه جریان نقدینگی و چرخـه جریـان مـالی بـه‌عنوان دو رکن سرمایه درگردش با رویکرد زنجیره تأمین استفاده بهینـه‌تری از سـرمایه درگـردش خواهنـد داشت؛ البته خیلی از موارد در برخی از صنایع تمرکز بر بهبود جریان موجودی و در برخـی دیگـر تمرکز بر بهبود جریان مالی اثر زیادی بر بهبود عملکرد زنجیره دارد و نکتـه آخـر اینکـه در ایـن پژوهش بر مدیریت سرمایه در گردش زنجیرهای تأمین تمرکز شده است. در کنـار ایـن موضـوع توجه به بحث تأمین مالی زنجیره‌ها نیز که با عضویت نهادهای مالی و بانک‌ها در شبکه زنجیـره صنایع به مقوله سرمایه در گردش می‌پردازد، حائز اهمیت است.

تعارض منافع. برای ارائه مطالب و نگارش این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از هیچ فرد، نهاد و سازمانی دریافت نشده است و نتایج و دستاوردهای این مقاله به نفع یا ضرر سازمان یا فردی خاص نخواهد بود. حضور نویسندگان در این پژوهش به عنوان شاهدی بی‌طرف ولی متخصص بوده است و نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارند.

منابع

1. Badakhshan, E., Ball P.& Badakhshan A. (2022). Using Digital Twins for Inventory and Cash management in supply chains. *IFAC PapersOnline, 55-10,* 1980-1985
2. Brandenburg, M. (2015). Supply Chain, Value Creation and the Economic Crisis-An empirical assessment of the European Automotive Industry (2002-2010). *International Journal of Production Economics, 171,* 321-335.
3. Blackman, I., Holland, C., & Wescott, T. (2014). Motorola's Global Financial Supply Chain Strategy. *Supply Chain Management: An International Journal, 18(2),* 132-147.
4. Caniato, F., Henke, M., & Zsidisin, G.A. (2019). Supply chain Fiance: Historical Foundation, Current Research, Future Development. *Purchasing and Supply Management, 19,* 1-20
5. Cullen, J. (2021). *Supply Chain Accounting, Canada*. Society of Management Accountants of Canada.
6. Farahbakhsh, M., Modiri, M., Firozabadi, S.M. &Ebrahimi, A.P. (2023). Power Industry's Life Cycle Simulation Using Agent Based Modeling. The Journal of *Industrial Management Perspective, 12(48),* 9-35 (In Persion).
7. Farris, M. T., & Hutchison, P.D. (2003). Measuring Cash-to-Cash Performance. *International Journal of Logistics Management, 14(2),* 83–92.
8. Farris, M.T., & Randall, W. (2009). Supply Chain Financing: Using Cash-to-Cash Variables to Strengthen the Supply Chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 39(8),* 669-689.
9. Rahchomai, S.M., Hydariyeh, S., & Zargar, S.M. (2022).Deigning a Model for Intelligent Service Supply Chain Based on Grounded Theory .Case Study: Omid Enterpreneurship Fund. *The Journal of Industrial Management Perspective, 12(46),* 89-111. (In Persion).
10. Rokneddini, S.A., Ardakani, D.A., & Ahmadabadi, H.Z. (2023). Modeling The Enablers of Industry 4.0in the implementation of a Sustainable Supply Chain with Fuzzy Dematel-ANP. *The Journal of Industrial Management Perspective, 13(49),* 141-172. (In Persion)
11. Rosse, T., Ruyken, S., Wagner, M. & Jokem, R. (2011). What is the right Cash Conversion Cycle for Your Supply Chain. *Int.J.Services and operations Management, 10(1),* 13-29.
12. Grimm, C., Knemeyer, M., Polyviou, M. & Ren, X. (2015). Supply Chain Research in management Journals. A review of recent Literatur (2004-2013). *International Journal of Physical Distribution &Logistics Management, 45(5),* 404-458.
13. Hofmann, E. & Kotzab, H. (2010). A Supply Chain-Oriented Approach of Working Capital Management. *Journal of Business Logistics, 31(2),* 305-329
14. Iraine, P. & Pontiff, J. (2009). Idiosyncratic Return Volatility, Cash Flows, and product Market Competitions. *The Review of Financial Studies, 22(3),* 1149-1177.
15. Jin, J., Wei, Z., & Liu, G. (2015). *Comparative Research of Financial Model in Supply Chain. Switzerland* Springer International Publishing.
16. Lind, L. (2019). *Mapping Working Capital Models in the Automotive Industry.* published by Elsevier, 1-20.

17. Lind, L. (2018). Identifying Working Capital Models In Value Chains:Toward Ageneric Framework, PhD, LUT University, Lappeenranta.
18. Lind,L.,Pirttila,M.,Viskari,S.,Schupp,F.&Karri,T. (2012).Working Capital Management in the Automotive Industry:Financial Value Chain Analysis. *Journal of Purchasing & Supply Management, 18,* 92-100.
19. Li, Jian., He, Zhou. & Wang Shouyang. (2022). A survey of chain operation and finance with Fintech: Research framework and managerial insights. *Int.J.Production Economics, 247,* 108131, 1-9.
20. Luis, S., Lozano, P., & Farzipoor, M. (2016). Watch the working Capital of tier-tow suppliers: a finanacial perspective of supply chain collaboration in the automotive industry. *Supply Chain Management: An International Journal, 21,* 1-26.
21. Monto, S., Lind, L., & Karri, T. (2013).Working Capital Models: Avenues for Financial Innovation. *ISPIIM Conference On 16-19*.
22. Monto, S. (2013). Towards Inter-organizational WCM. *(PhD), Thesis for the degree of Doctor of Science (Technology),* Lappeenranta University of Technology, Lappeenranta, Finland.
23. Moretto, A., Grassi, I., Caniato, F., Giorgino, M., & Ronchi, S. (2018). Supply Chain Finance: From Traditional to Supply Chain Credit Rating. *Journal of Purchasing and Supply Management, 24,* 1478-4092.
24. Pfohl, H. Ch., & Gomm, M. (2009). Supply Chain Finance: Optimizing Financial Flows in Supply Chain. *LOGst. Res1,* 149-161.
25. Pirttila, M., Virolainen, V. M., Lind, L., Karri, T. (2019). Working Capital Management in the Russian Automotive Industry Supply Chain. *International Journal of Production Economics,221,107474,* 1-24.
26. Richards, V.D., & Laughlin, E.J. (1980). A CCC Approach to Liquidity Analysis. *Financial Management, 9(1),* 32-38.
27. Sieke, M.P. &Seifert, R.W. (2017). Benefits of Working Capital Sharing in Supply Chain. *Journal of the Operation Research Society, 68*, 521-532.
28. Shi, M., & Yu, W. (2013). Supply Chain Management and Financial Performance: Literature Review and Future Directions. *International Journal of Operation & Production Management, 33(10),* 1283-1317.
29. Talonpoika, A., Monto, S., & Pirttilä, M. (2014). Modifying the CCC: Revealing concealed advance payments. *International Journal of Productivity and Performance Management, 63(3),* 341-353.
30. Viskari, S., Lind, L., & Karri, T. (2012). Using Working Capital Management to Improve Profitability in the Value Chain of Automotive Industry. *Int.J. Services and Operation Management, 13(1),* 42-64.
31. Virolainen, V., Pirttilia, M., Lind, L., T., & Karri, T. (2019). Scenario Development for Collaborative Financial Supply Chain Management. *In the Automotive Industry 25th International Conference on Production Research Manufacturing Innovation.*
32. Wuttke, D.,Blome,C&Henke,M.(2013). Focusing the Financial Flow of Supply Chains: An Empirical Investigation of Financial Flow of Supply Chain Management. International Journal of Production Economics,145.773-789.
33. Yan, N& Sun, B.(2013).Coordinating Loan Strategies for Supply Chain Financing With Limited Credit. *OR Spectrum, 35.1039-1058*

34. Zhang, L & Yan, G. (2009). The Complex Economic System of Supply Chain Financeing, *Jzhou (Ed).Complex,Part1,Lnicst4,763-772.*
35. Zenkevich, N. (2018). Working Capital Optimization in Supply Chain.*Journal of Coporate Finance Research,12.29-42.*