

## Modeling Performance of Financial System Using System Dynamics Approach: A Case Study on a Sand and Gravel Firm

Alinaghi Mosleh Shirazi<sup>1</sup>, Bahareh Maleki<sup>2\*</sup>, Mojtaba Khalifeh<sup>3</sup>, Amir Ramezani Moghadam<sup>4</sup>

- 1- Associate Professor, Department of Management, Faculty of Economics, Social Sciences and Management, University of Shiraz, Shiraz, Iran  
an\_mosleh@yahoo.com  
2- Ph.D. Student, Department of Management, Faculty of Economics, Social Sciences and Management, University of Shiraz, Shiraz, Iran  
itm.maleki@yahoo.com  
3- Ph.D. Student, Department of Management, Faculty of Economics, Social Sciences and Management, University of Shiraz, Shiraz, Iran  
M\_khalifeh@shirazu.ac.ir  
4- M.Sc. in Accounting, Accounting Department, Faculty of Management and Accounting, Azad University of Ghaenat, Ghaenat, Iran  
amirram97@gmail.com

### Abstract

Financial performance measurement has been known as an important tool for assessing and guiding strategies, projects, and strategic decisions of organizations. Since assessment of financial performance is multidimensional, dynamic, and time-dependent, system dynamics approach is used in this study. Considering a 15-year horizon, this study, using this approach and application Vensim DSS software models and simulates the performance of the financial system of a sand and gravel firm (private joint stock company) which is going to increase its productive capacity. The main purpose of this study is to assess and analyze the investment project for increasing productive capacity and its cost effectiveness. On the other hand, receivable and payable accounts are analyzed and assessed to improve the performance of the financial system. The results suggest that increasing the productive capacity is affordable project. Further, aggressive and moderate scenarios for management of receivable and payable accounts in current situation and conservative and moderate scenarios in increasing productive capacity situation lead to an increase in the financial system variables. Financial experts can use this model as a tool for supporting the company's development programs and for managing the performance of its financial system.

**Keywords:** System dynamics, Cash flow, Net working capital, Net present value.

### الگوسازی عملکرد سیستم مالی با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستمی (شرکت تولیدکننده شن و ماسه)

علینقی مصلح شیرازی<sup>۱</sup>، بهاره ملکی<sup>۲\*</sup>، مجتبی خلیفه<sup>۳</sup>، امیر رضانی مقدم<sup>۴</sup>

۱- دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده اقتصاد، علوم اجتماعی و مدیریت، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

an\_mosleh@yahoo.com

۲- دانشجوی دکتری مدیریت سیستم‌ها، بخش مدیریت، دانشکده اقتصاد، علوم اجتماعی و مدیریت دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

itm.maleki@yahoo.com

۳- دانشجوی دکتری مدیریت سیستم‌ها، بخش مدیریت دانشکده اقتصاد، علوم اجتماعی و مدیریت دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

M\_khalifeh@shirazu.ac.ir

۴- کارشناس ارشد حسابداری، گروه حسابداری، دانشکده مدیریت و حسابداری، قانات، ایران.

amirram97@gmail.com

### چکیده

سنجش عملکرد مالی، ابزار مهمی برای ارزیابی و هدایت راهبردها، پروژه‌ها و تصمیم‌های راهبردی سازمان‌ها شناخته شده است. از آنجا که ارزیابی عملکرد مالی، ابعادی چندگانه و ماهیتی پویا و وابسته به زمان دارد، این پژوهش با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستمی و به کارگیری نرم‌افزار Vensim DSS در یک افق ۱۵ ساله، عملکرد سیستم مالی شرکت تولیدکننده شن و ماسه‌ای (سهامی خاص) را الگوسازی و شبیه‌سازی می‌کند که قصد افزایش ظرفیت تولیدی را دارد. در واقع، هدف اصلی پژوهش، ارزیابی مقرون به صرفه بودن افزایش ظرفیت تولیدی نسبت به ظرفیت فعلی شرکت و شناخت سناریوهای مناسب برای بهبود عملکرد سیستم مالی است. نتایج پژوهش نشان داد پروژه افزایش ظرفیت تولیدی مقرون به صرفه است. سناریوهای جسورانه و میانه‌روی مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی در وضعیت فعلی و سناریوهای محافظه‌کار و میانه‌رو در وضعیت افزایش ظرفیت تولیدی، به روند افزایشی متغیرهای سیستم مالی منجر می‌شود. کارشناسان مالی می‌توانند از الگوی مدنظر به‌عنوان ابزاری برای حمایت و پشتیبانی از برنامه‌های توسعه شرکت و مدیریت عملکرد سیستم مالی استفاده کنند.

**واژه‌های کلیدی:** ارزش فعلی خالص، پویایی‌شناسی سیستمی، جریان نقدی، خالص سرمایه در گردش

## مقدمه

در محیط رقابتی امروزه، به دلیل کمیابی منابع، مدیریت و ارزیابی عملکرد، نقش حیاتی در بقا، رشد و موفقیت واحدهای اقتصادی دارد. سازمان‌ها برای فراهم آوردن بازخورد به مدیران درباره نیل به اهداف راهبردی، رقابت بهتر، حفظ و پشتیبانی از مشتریان و سهامداران، به ارزیابی و سنجش عملکرد متکی هستند [۱۴]. یکی از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین رویکردهای ارزیابی عملکرد شرکت‌ها، ارزیابی عملکرد مالی است [۱۰]. در واقع، عملکرد بهینه سیستم‌های اقتصادی و مالی هر سازمان به بخش مالی کارا و قدرتمند وابسته است [۲۲]. سنجش عملکرد مالی براساس شاخص‌های متعدد مالی، ابزار مهمی برای ارزیابی و هدایت راهبردها، پروژه‌ها و تصمیم‌های راهبردی سازمان‌ها شناخته شده است. پژوهش‌های بسیاری در زمینه شاخص‌های مالی و نحوه تأثیرگذاری آنها در عملکرد و سلامت مالی انجام شده است که بیشتر آنها از تحلیل‌های روند خطی نظیر رگرسیون، برای تعیین میزان تأثیرگذاری شاخص‌ها در عملکرد مالی استفاده کردند. جهانی شدن و شرایط رقابتی کسب و کار و تغییرات اقتصادی، جستجو برای رویکردهای جدید را برای ارزیابی عملکرد مالی شرکت ضروری کرده است. به علاوه، از آنجا که ارزیابی عملکرد مالی، ابعادی چندگانه و ماهیتی پویا و وابسته به زمان دارد، ارزیابی معمولی آن، نمی‌تواند جنبه‌های مختلف عملکرد را در طول زمان نشان دهد. یکی از روش‌های مدرن و ابتکاری که برای درک و پیش‌بینی رفتار سیستم‌های پیچیده، نظیر سیستم‌های مالی شناخته شده است، رویکرد پویایی‌شناسی سیستمی است که با در نظر گرفتن روابط علت و معلولی میان متغیرها و نحوه تأثیرگذاری آنها در هم، نقش کلیدی در مطالعه و

پیش‌بینی رفتارهای سیستم فراهم می‌کند. این رویکرد، روشی مفید و ابتکاری برای تحلیل ساختار و رفتار سیستم‌های پیچیده اقتصادی، اجتماعی و سیاسی است که در دنیای واقعی، رفتار غیرخطی دارند. پویایی‌شناسی سیستمی، براساس تفکر سیستمی، توجه به روندها، آثار بازخوردی میان متغیرها در طول زمان و بررسی تأخیرها به درک، شناسایی و تبیین رفتارهای غیرخطی سیستم‌های پیچیده و چگونگی تعامل میان پارامترها کمک می‌کند. از آنجا که ارزیابی عملکرد مالی، ابعادی چندگانه، ماهیتی پویا و وابسته به زمان دارد، ضرورت به کارگیری رویکرد سیستمی و در نظر گرفتن روابط علی و معلولی میان پارامترهای سیستم مالی احساس می‌شود. سنجش عملکرد مالی براساس شاخص‌های متعدد مالی، ابزار مهمی برای ارزیابی و هدایت راهبردها، پروژه‌ها و تصمیم‌های راهبردی سازمان‌ها شناخته شده است. این پژوهش می‌کوشد عملکرد سیستم مالی شرکت تولیدکننده شن و ماسه را تحلیل و پیش‌بینی کند که قصد افزایش ظرفیت تولیدی از ۳۶۰ به ۵۰۴ تن در سال را دارد. براساس این، با توجه به برنامه‌ریزی نرخ افزایش ظرفیت تولیدی از ۱۰ تا ۴۰ درصد، رفتار پارامترهای سیستم مالی در افق زمانی ۱۵ ساله از سال ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۴ شبیه‌سازی شده است. در واقع، هدف از انجام این پژوهش، الگوسازی و شبیه‌سازی روند حرکتی متغیرهای کلیدی سیستم مالی نظیر درآمد مالیاتی، سود خالص، حساب‌های دریافتی و پرداختی، جریان نقدی، خالص سرمایه در گردش و ارزش فعلی خالص در سیاست‌های سرمایه‌گذاری برای افزایش ظرفیت تولیدی است تا مقرون به صرفه بودن پروژه افزایش ظرفیت تولیدی مشخص شود. مدیریت حساب‌های

است که بیشتر آنها، عملکرد سیستم مالی را با تمرکز بر مدیریت نقدینگی بررسی کرده‌اند. گفتنی است برای ارزیابی عملکرد سیستم، مالی شاخص‌های متعددی وجود دارد که با توجه به ارزیابی و تحلیل پروژه‌های سرمایه‌گذاری بر ظرفیت تولیدی شرکت، پارامترهایی نظیر جریان نقدی، سود خالص، خالص سرمایه در گردش، ارزش فعلی خالص و ... بررسی می‌شود؛ از این‌رو، در اینجا به برخی از مطالعات انجام‌شده دربارهٔ ارزیابی عملکرد سیستم مالی اشاره می‌شود:

شحاته<sup>۱</sup> (۱۹۹۷) الگویی را برای ارزیابی عملکرد سیستم مالی براساس شاخص‌های نقدینگی الگوسازی و شبیه‌سازی کرده است. وی نشان داد سیاست‌های مدیریت حساب‌های جاری، نقش کلیدی در جریان‌های نقدی دارد [۲۷]. روی و ساروچ<sup>۲</sup> (۱۹۹۷) عملکرد مالی یک شرکت فولاد را براساس رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها ارزیابی کردند. برای افزایش عملکرد شرکت در سودآوری، روش‌هایی نظیر کاهش ۵ درصد سطح موجودی به‌طور سالانه، کاهش هزینه‌های تولید، اثر افزایش قیمت فروش به کمک الگوی پیشنهادی شبیه‌سازی شده است و تأثیر این شاخص‌ها در نسبت‌های نقدینگی، سودآوری و نسبت بازگشت سرمایه اندازه‌گیری شد [۲۵]. گواز و لوکو<sup>۳</sup> (۲۰۰۰)، براساس تفکر سیستمی، سیستم‌های مالی را تحلیل کردند. آنها تأکید کردند که تحلیل عملکرد مالی واحدهای اقتصادی براساس تفکر سیستمی، نقش کلیدی در بقا، رشد و موفقیت آنها دارد. در الگوی پویای طراحی‌شده، چهار متغیر کلیدی بازده حقوق صاحبان، نسبت سود بر هزینه‌های سرمایه‌ای، دارایی بر بدهی‌ها و حاشیه سود خالص بررسی شده است [۱۱].

دریافتی و پرداختی از طرفی نیز نقش کلیدی در عملکرد سیستم مالی دارد. تأثیرگذاری استراتژی‌های مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی در وضعیت‌های ظرفیت تولیدی فعلی و افزایش ظرفیت تولیدی تحلیل و بررسی می‌شود تا مشخص شود چه سیاست‌هایی به بهبود عملکرد سیستم مالی منجر می‌شود.

درواقع، هدف از این پژوهش، ارزیابی مقرون به صرفه بودن افزایش ظرفیت تولیدی نسبت به ظرفیت فعلی شرکت و شناخت سناریوهای مناسب برای بهبود عملکرد سیستم مالی است. از آنجا که برنامه‌های توسعه‌ای شرکت در زمرهٔ تصمیم‌های استراتژیک واقع شده است، درک و پیش‌بینی عملکرد سیستم مالی براساس متغیرهای متعدد، نقش کلیدی در موفقیت تصمیم‌های راهبردی سرمایه‌گذاری برای افزایش ظرفیت تولیدی شرکت دارد. به‌علاوه، مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی، نقش بارزی در پیشبرد چنین تصمیم‌هایی فراهم می‌کند. در این راستا، با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستمی و به‌کارگیری الگوی حالت و نرخ، عملکرد سیستم مالی شرکت شن و ماسه برای ارزیابی و تحلیل پروژه سرمایه‌گذاری بر ظرفیت تولیدی و بررسی مقرون به صرفه بودن آن الگوسازی و شبیه‌سازی می‌شود. برای بهبود عملکرد سیستم مالی، سناریوهای مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی تحلیل و ارزیابی می‌شود.

دربارهٔ موضوع اشاره‌شده و ارزیابی عملکرد سیستم مالی، مطالعاتی در داخل کشور به لحاظ غیرسیستمی و صرفاً غیرپویا انجام شده است. علاوه بر این در ارتباط با به‌کارگیری رویکرد پویایی‌شناسی سیستمی در حوزهٔ سیستم‌های مالی، مطالعات خارجی متعددی انجام شده

1. Shehata

2. Roy &amp; Saroj

3. Gouws &amp; Lucouw

چن<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۱) عوامل مالی نظیر حاشیه سود، سود خالص و بازگشت کل دارایی را به عنوان معیارهایی برای بهبود عملکرد و بهره‌وری شرکت‌های تولیدی در تایوان به کار گرفتند [۷].

وانگ<sup>۲</sup> (۲۰۰۲) در ارزیابی عملکرد سیستم مالی نشان داد ارتباط منفی و معناداری بین متغیر دوره تبدیل وجه نقد و سودآوری وجود دارد؛ یعنی مدیریت نقدینگی متهورانه با کاهش دوره تبدیل وجه نقد، به بهبود عملکرد مالی شرکت منجر می‌شود [۳۵]. ائلجلی<sup>۳</sup> (۲۰۰۴) در ارزیابی عملکرد سیستم مالی بر اهمیت مدیریت نقدینگی تأکید کرده است. سود عملیاتی خالص به عنوان معیار سودآوری و چرخه نقدینگی به عنوان معیار نقدینگی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد مدیریت مدت زمان حساب‌های دریافتی و پرداختی، نقش بسزایی در بهبود عملکرد سیستم مالی دارد [۸]. خایم<sup>۴</sup> (۲۰۰۷) با توسعه دیاگرام‌های علی، حالت و جریان، عملکرد سیستم مالی را براساس شاخص‌های نقدینگی الگوسازی و شبیه‌سازی کرده است. در این پژوهش تأکید می‌شود که حداقل دو نسبت نقدینگی باید در صندوق‌های بازنشستگی حفظ شود: نخست، نسبت نقدینگی که نشان‌دهنده سرمایه در گردش است که سطح مطلوب نقدینگی را برای پوشش دادن هزینه‌های جاری نشان می‌دهد و دیگری، نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام است [۶]. سریجاریا<sup>۵</sup> (۲۰۰۸)، سیستم مالی اداره امنیت سلامت ملی را براساس رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها الگوسازی و شبیه‌سازی کرد. هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی عملکرد براساس نتایج به دست آمده از

رویکردهای پویایی‌شناسی سیستمی و رگرسیون است. نتایج پژوهش وی نشان داد رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها نسبت به رگرسیون نتایج دقیق‌تری ارائه می‌دهد و ابزار مفیدی برای تحلیل سیستم‌های پیچیده به شمار می‌آید [۳۰]. سوبل<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۰۹) ارزش فعلی خالص سود را به عنوان معیاری برای ارزیابی عملکرد مالی به کار بردند [۲۹]. العظمی<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۰) ارزش فعلی خالص جریان نقدی را معیاری برای ارزیابی عملکرد مالی کسب و کارها معرفی کردند [۳۴]. نوبانی و الهاجر<sup>۸</sup> (۲۰۰۹) ارتباط مدیریت سرمایه در گردش، عملکرد شرکت و فعال‌سازی گردش نقدی را بررسی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد مدیران با کوتاه کردن دوره تبدیل وجه نقد و مدت زمان مطالبه حساب‌های دریافتی می‌توانند سودآوری شرکت را افزایش دهند. کوتاه کردن دوره تبدیل موجودی و طولانی کردن دوره سررسید حساب‌های پرداختی نیز موجب کاهش سوددهی و خالص جریان نقدی شرکت می‌شود [۲۱]. هو و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۱۱) برای الگوسازی و شبیه‌سازی عملکرد سیستم مالی پروژه‌های ساخت و ساز در چین از رویکرد پویایی‌های سیستمی استفاده کردند. نتایج تحلیل آنها نشان داد تأخیر در پرداخت بدهی توسط مشتریان و به تعویق افتادن پرداخت‌ها به تأمین کنندگان و کارگران به کاهش شاخص‌های مالی نظیر نقدینگی و سوددهی منجر می‌شود [۱۳]. پترسون و بلان<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۲) رویکرد پویایی‌های سیستم را برای ارزیابی عملکرد سیستم مالی در بانکداری ذخیره کسری به کار بردند. آنها معتقدند بسیاری از نوسان‌های موجود در سیستم

6. Sobel

7. Uzma

8. Nobanee &amp; Hajar

9. Hou, Liu &amp; Chen

10. Peterson &amp; Blanc

1. Chen

2. Wang

3. Eljelly

4. Chaim

5. Srijarinya

نظیر مدت‌زمان تعیین‌شده برای وصول، تأثیر زیادی در خالص جریان نقدی دارد [۴]. آذر<sup>۴</sup> (۲۰۱۵) عملکرد سیستم مالی شرکت‌های برق هند را ارزیابی کرد. نسبت بازگشت سرمایه به‌عنوان معیاری برای ارزیابی عملکرد مالی در نظر گرفته شده است و اثر سایر متغیرها نظیر نسبت‌های جاری، آتی و بدهی در آن بررسی شد [۵]. سیولاینن<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۶) عملکرد مالی پروژه‌های سرمایه‌گذاری را در صنعت فولاد ارزیابی کردند. در الگوی پویایی پیشنهادی، متغیرهایی نظیر جریان‌های نقدی، ارزش فعلی خالص جریان، نرخ تنزیل و نسبت بدهی منظور شده است [۲۶]. آبور<sup>۶</sup> (۲۰۱۷) شاخص‌هایی نظیر نرخ تنزیل و ارزش فعلی خالص را معیارهای اساسی برای ارزیابی عملکرد مالی پروژه‌های سرمایه‌گذاری معرفی کرد [۱]. تربونو<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۷) برای ارزیابی پروژه‌های سرمایه‌گذاری در صنعت فولاد، به اهمیت ارزیابی عملکرد مالی اشاره کردند و بدین‌منظور از شاخص‌های نسبت سوددهی، نرخ تنزیل، مدت‌زمان بازگشت سرمایه و ارزش فعلی خالص استفاده شد [۳۲]. پدراام و همکاران (۱۳۸۷) سیستم مالی بانک را الگوسازی کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد مدیریت و پیش‌بینی جریان‌های نقدینگی به تعیین شکاف جریان‌های نقدینگی منجر می‌شود. براساس این، بانک‌ها در پرداخت تعهداتشان توانمندتر می‌شوند و سریع‌تر به درخواست وام مشتریان پاسخ می‌دهند [۲۳]. البرزی و همکاران (۱۳۸۹) عملکرد مالی طرح‌های سرمایه‌گذاری را در سیستم بانکی ارزیابی کردند. ارزش فعلی خالص به‌عنوان معیاری برای ارزیابی مالی به کار گرفته شد [۳]. البرزی و همکاران (۱۳۹۳) جریان‌های نقدی سیستم مالی شرکت‌های

بانکداری با تقاضای سفته‌بازان ایجاد نمی‌شود؛ بلکه با ساختار داخلی سیستم مالی حاصل می‌شود. نتایج پژوهش نشان داد زمان تصفیه حساب وام‌ها، سپرده و تبدیل نقدینگی به وام به ایجاد نوسان در شاخص مالی خالص جریان نقدی منجر می‌شود و نرخ ذخیره پولی، نقش مهمی در حفظ ثبات سیستم مالی بانک دارد [۲۴]. نایر و ریگنز<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستمی، سیستم مالی شرکت تولیدکننده قطعات الکتریکی را براساس متغیرهای کلیدی نظیر صورت‌حساب‌های دریافتی، خالص جریان نقدی و درآمد ناخالص، ارزش فعلی خالص و ... الگوسازی و شبیه‌سازی کردند [۲۰]. مبارکی و همکاران (۲۰۱۳) ارتباط مدیریت سرمایه در گردش و عملکرد مالی شرکت‌های مواد غذایی و مواد شیمیایی را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد ارتباط معناداری بین زمان تصفیه بدهی‌ها و حساب‌های دریافتی، قدرت پرداخت بدهی و سودآوری شرکت وجود دارد [۱۹]. حلاوه<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۳) پروژه‌های ساخت و ساز در مرحله قبل از فاز سرمایه‌گذاری را ارزیابی مالی کردند. آنها تأکید کردند ارزیابی عملکرد مالی، نقش مهمی در کاهش ریسک پروژه‌های سرمایه‌گذاری دارد. آنها براساس یک برنامه پیشنهادی به زبان کامپیوتری کدگذاری‌شده، پروژه‌های ساخت و ساز، قبل از سرمایه‌گذاری را ارزیابی مالی کردند. نتایج آنها در یک صنعت ساخت و ساز کشور در حال توسعه، نشان‌دهنده اعتبار برنامه برای ارزیابی مالی طراحی شده است. ارزش فعلی خالص، معیاری برای ارزیابی عملکرد مالی معرفی شده است [۱۲]. الشاطی<sup>۳</sup> (۲۰۱۵) نشان داد سیاست‌های مدیریت حساب‌های دریافتی

4. Azhar  
5. Savolainen  
6. Abor  
7. Trebuňa

1. Nair & Rodrigues  
2. Halawa  
3. Alshatti

بازرگانی را براساس رویکرد پویایی‌شناسی سیستم ارزیابی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد مدیریت حساب‌های دریافتی، نقش اساسی در عملکرد سیستم مالی دارد. سناریوهای مدیریت حساب‌های پرداختی بررسی نشده است. نتایج پژوهش آنها نشان داد استراتژی محافظه‌کارانه مدیریت حساب‌های دریافتی، تأثیر بیشتری در افزایش خالص جریان نقدی دارد [۲]. جعفریان و محسنی (۱۳۹۳) ارزش خالص فعلی سود خالص را به‌عنوان معیار کلیدی برای ارزیابی عملکرد پروژه‌های سرمایه‌گذاری به کار بردند [۱۵]. منصوری و باقری (۱۳۹۴) عملکرد مالی و رتبه‌بندی شرکت‌های دارویی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را با استفاده از الگوی ترکیبی تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و ویکور ارزیابی کردند. بدین‌منظور، نسبت‌های نقدینگی و سودآوری به‌عنوان معیاری برای ارزیابی عملکرد مالی بررسی شدند [۱۶].

همانگونه که پیش‌تر عنوان شد، نایر و ریگنز (۲۰۱۳) پویایی‌های سیستم مالی را براساس رویکرد پویایی‌شناسی سیستمی الگوسازی و شبیه‌سازی کردند. آنها عملکرد سیستم مالی یک شرکت فرضی تولیدکننده قطعات الکتریکی، در سناریوهای افزایش ظرفیت تولیدی تحلیل کرده‌اند. رفتار متغیرهای کلیدی نظیر خالص جریان نقدی، ارزش دفتری، بدهی، حساب‌های دریافتی در هر سناریو شبیه‌سازی شده است. به‌دلیل فرضی بودن سیستم مالی شرکت، تنها روند ۵ سال آینده شبیه‌سازی ارزیابی شده است و به‌دلیل نبود اطلاعات واقعی، مبنایی برای مقایسه مقرون به صرفه بودن پروژه سرمایه‌گذاری برای افزایش ظرفیت تولیدی وجود ندارد. در واقع، صرفاً با ارائه نمودار جریان-حالت و شبیه‌سازی مقداری، رفتار متغیرها را در طول زمان نمایش داده‌اند و بدون انجام

آزمون‌های اعتبارسنجی از جمله آزمون‌های بسیار مهم تحلیل حساسیت<sup>۱</sup>، بررسی رفتار مجدد<sup>۲</sup>، آزمون مقادیر فرین<sup>۳</sup> و سایر آزمون‌های مربوط است؛ در حالی که برای بررسی آزمون رفتار مجدد علاوه بر روش ترسیمی بررسی روندها، آماره‌های متفاوتی محاسبه و ارائه شده است<sup>۴</sup>. این آماره‌ها برای بررسی رفتار متغیرهای شبیه‌سازی شده با واقعیت انجام شده است. آزمون تحلیل حساسیت نیز برای شناسایی متغیرهای با اثرگذاری زیاد و کم و شناسایی نقاط اهرمی الگو محاسبه و نمایش داده شده است که در سناریوسازی و پیشنهاد سیاست‌های بهبود بسیار حائز اهمیت است. نکته مهم دیگر این است که با توجه به در نظر گرفتن سیستم مالی شرکت شن و ماسه، متغیرهای کلیدی دیگری نظیر حساب‌های پرداختی، خالص سرمایه در گردش و نسبت بازگشت درآمد سرمایه‌ای در الگوسازی سیستم مالی لحاظ شده است. گفتنی است پژوهش‌های بسیار کمی در داخل کشور در حوزه الگوسازی و شبیه‌سازی سیستم مالی و بررسی عملکرد آن براساس رویکرد پویایی‌شناسی سیستم انجام شده است؛ به‌طور نمونه، البرزی و همکاران (۱۳۹۴) عملکرد سیستم مالی را براساس مدیریت جریان نقدی شرکت‌های بازرگانی بررسی کردند. در مطالعه حاضر، براساس سناریوهای مدیریت حساب‌های دریافتی، وضعیت جریان‌های نقدی شرکت‌های بازرگانی را به‌طور فرضی، به‌خوبی شبیه‌سازی کردند. گفتنی است سناریوهای مدیریت حساب‌های پرداختی، ارزیابی نشده است و بدون انجام آزمون‌های اعتبارسنجی است؛ بنابراین، این پژوهش با

1. Sensitivity Analysis Test.

2. Behavioral Reproduction Test.

3. Extereme Condition Test.

۴. در همین راستا، آزمون‌های محاسبه میزان خطا مانند، حداقل خطای

مجذورات، شناسایی ریشه‌های خطا، میزان خطای سیستماتیک و غیرسیستماتیک

برای نشان‌دادن اعتبارسنجی الگو و رفتار متغیرها نیز ارائه شده است.

دیگر رویکردها، برای تحلیل سیستم، علاوه بر شکست سیستم به زیرسیستم‌های آن، از ترکیب زیرسیستم‌ها و کشف ارتباطات نهان آنها نیز استفاده می‌شود [۹]. پویایی‌شناسی سیستمی با تمرکز بر فرایند بازخورد و روابط علی و معلولی<sup>۲</sup>، می‌تواند روابط بین سیستم‌های مختلف را بشناسد و تبیین کند. در الگوهای ریاضی، امکان ویرایش سنج‌های کیفی وجود ندارد؛ اما در الگوهای پویا، با نوشتن معادلات غیردقیق برای متغیرهای کیفی و شبیه‌سازی عددی آن، تأثیر این متغیرها در کل سیستم می‌تواند در نظر گرفته شود [۲۸].

### روش پژوهش

با توجه به کاربرد الگوی پویایی‌شناسی سیستمی در کاربرد مسائل مختلف، استرمن (۲۰۰۰) برای اجرای این روش ۵ مرحله را پیشنهاد می‌کند که عبارتند از: ۱. بیان مسأله و افق پژوهش، ۲. تعریف متغیرهای کلیدی و تعریف روابط علی و معلولی بین متغیرها، ۳. طراحی نمودارهای پویایی‌های سیستم و تعیین وضعیت متغیرهای نرخ و حالت، ۴. شبیه‌سازی و اعتبارسنجی نتایج الگو و ۵. ارزیابی سیاست‌ها و عملکردها (سناریوسازی) [۳۱]؛ از این‌رو، با توجه به هدف این مطالعه کوشش شده است از الگوی پیشنهادی استرمن (۲۰۰۰) استفاده شود.

### افق، متغیرهای کلیدی و روابط علی و

**معلولی پژوهش:** با توجه به موضوع پژوهش و الگوی پویایی‌شناسی سیستم، افق زمانی در نظر گرفته‌شده، یک دوره ۱۵ ساله است که از سال ۹۱ (با توجه به موجود بودن اطلاعات واقعی در سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵) شروع و تا سال ۱۴۰۴ ادامه می‌یابد که شبیه‌سازی از سال ۱۳۹۵ آغاز می‌شود. مرز مفهومی

توجه به شکاف‌های ذکرشده در مطالعات نایر و ریگن (۲۰۱۳) و البرزی و همکاران (۱۳۹۴) مقرون به صرفه بودن سرمایه‌گذاری را برای افزایش ظرفیت تولیدی نسبت به ظرفیت فعلی شرکت و شناخت سناریوهای مناسب را برای بهبود عملکرد سیستم مالی ارزیابی می‌کند. از آنجا که پروژه‌های سرمایه‌گذاری برای افزایش ظرفیت تولیدی شرکت در زمره تصمیم‌های استراتژیک واقع شده است، درک و پیش‌بینی عملکرد سیستم مالی براساس متغیرهای متعدد، نقش کلیدی در موفقیت تصمیم‌های راهبردی سرمایه‌گذاری برای افزایش ظرفیت تولیدی شرکت دارد. به‌علاوه، مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی، نقش بارزی در پیشبرد چنین دارد. علاوه بر این، گفتنی است، پویایی‌شناسی‌های سیستمی<sup>۱</sup> برای شناسایی و تبیین رفتار غیرخطی سیستم‌های پیچیده و چگونگی تعامل آنها با یکدیگر مطرح شد [۱۷، ۱۸]. خروجی شبیه‌سازی سیستم‌ها با رویکرد پویایی‌های سیستم، طراحی سیاست‌های مؤثر در عملکرد برای دستیابی به سطوح بالای کارایی است. یک نظریه بنیادی حاصل از رویکرد پویایی‌های سیستمی، این است که ساختار هر سیستم، رفتار دینامیکی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. رویکرد پویایی‌های سیستم بر مبنای تفکر سیستمی کمک می‌کند از نحوه تفکر و برخورد سنتی و ایستا با مسائل و مشکلات پرهیز شود و در این راستا، کوشش می‌شود با رویکرد و تفکر سیستمی و با در نظر گرفتن روابط مؤثر بین عوامل شناخته‌شده متعدد، از تأثیر عوامل در یکدیگر چشم‌پوشی نشود تا در نهایت، با تغییر در ارتباطات و یا تغییر یک یا چند عامل، مسأله را بتوان حل و سیستم را به سمت مدنظر هدایت کرد. درحقیقت، در رویکرد پویایی‌های سیستم، برخلاف

2. Cause and Effect Relationships.

1. System Dynamics.

سیاست گذاری های لازم انجام می پذیرد. در این راستا، متغیرهای متعددی در الگوی این مطالعه به کار رفته است که به تفکیک متغیرهای درونزا و برونزا به شرح جدول شماره یک است.

الگو، بررسی متغیرهایی نظیر خالص جریان نقدی، سود خالص و ارزش فعلی خالص و خالص سرمایه در گردش است که با توجه به آثار متغیرهایی نظیر نرخ افزایش ظرفیت تولیدی و مدیریت جریان نقدی،

جدول (۱) معرفی متغیرهای استفاده شده در الگوی سیستمی پژوهش

متغیر			شماره	متغیر			شماره
نوع	لاتین	فارسی		نوع	لاتین	فارسی	
درونزا	Deposit	پس انداز	۲۰	درونزا	Backlog	سفارش های در دست اقدام	۱
درونزا	Net Working Capital	خالص سرمایه در گردش	۲۱	برونزا	Increase Rate	نرخ افزایش ظرفیت	۲
درونزا	Net Cash Flow	خالص جریان نقدی	۲۲	برونزا	Capacity	ظرفیت	۳
برونزا	Discount Rate	نرخ تنزیل	۲۳	درونزا	Inventory	انبار	۴
برونزا	Return Rate	نرخ بازگشت سرمایه	۲۴	برونزا	Exp. Production Rate	نرخ تولید مورد انتظار	۵
درونزا	Investment Rate	درآمد سرمایه ای	۲۵	درونزا	Receivable Bills	حساب های دریافتی	۶
درونزا	NPV Net Income	ارزش فعلی خالص سود	۲۶	برونزا	Sales of non-cash Ratio	نسبت فروش غیر نقدی	۷
درونزا	NPV Cash Flow	ارزش فعلی خالص جریان نقدی	۲۷	درونزا	Sales of Cash	فروش نقدی	۸
برونزا	Desired Balance Cash	حداقل سطح مطلوب پول	۲۸	درونزا	Payable Bills	حساب های پرداختی	۹
درونزا	Inflow	جریان نقدی ورودی	۲۹	برونزا	Payments of non-cash Ratio	نسبت پرداخت غیر نقدی	۱۰
درونزا	Outflow	جریان نقدی خروجی	۳۰	درونزا	Payments of Cash	پرداخت نقدی	۱۱
درونزا	Taxable Income	درآمد مالیاتی	۳۱	درونزا	Production Cost	هزینه تولید محصول	۱۲
درونزا	Net Income	سود خالص	۳۲	درونزا	Marketing Cost	هزینه بازاریابی	۱۳
درونزا	Tax	مالیات	۳۳	درونزا	Advertising Cost	هزینه تبلیغات	۱۴
درونزا	Divided	سود شرکا	۳۴	برونزا	Receipt Delay	مدت زمان مطالبه حساب های دریافتی	۱۵
درونزا	Capital Expenditure	مخارج سرمایه ای	۳۵	برونزا	Payment Time	مدت زمان پرداخت حساب های پرداختی	۱۶
برونزا	Time Cover Cost	مدت زمان پوشش هزینه ها	۳۶	درونزا	Losses Rate	نرخ سوخت شدن حساب های دریافتی	۱۷
درونزا	Tax Depreciation	استهلاک مالیاتی	۳۷	درونزا	Debt	بدهی	۱۸
درونزا	Interest Payments	بهره پرداختی	۳۸	درونزا	Book Value	ارزش دفتری	۱۹

بر اساس این، هر رابطه علی می تواند به صورت مثبت (حلقه های تقویت کننده<sup>۱</sup>) یا منفی (حلقه های متعادل کننده<sup>۲</sup>) در سیستم اثرگذار باشد؛ بنابراین برای

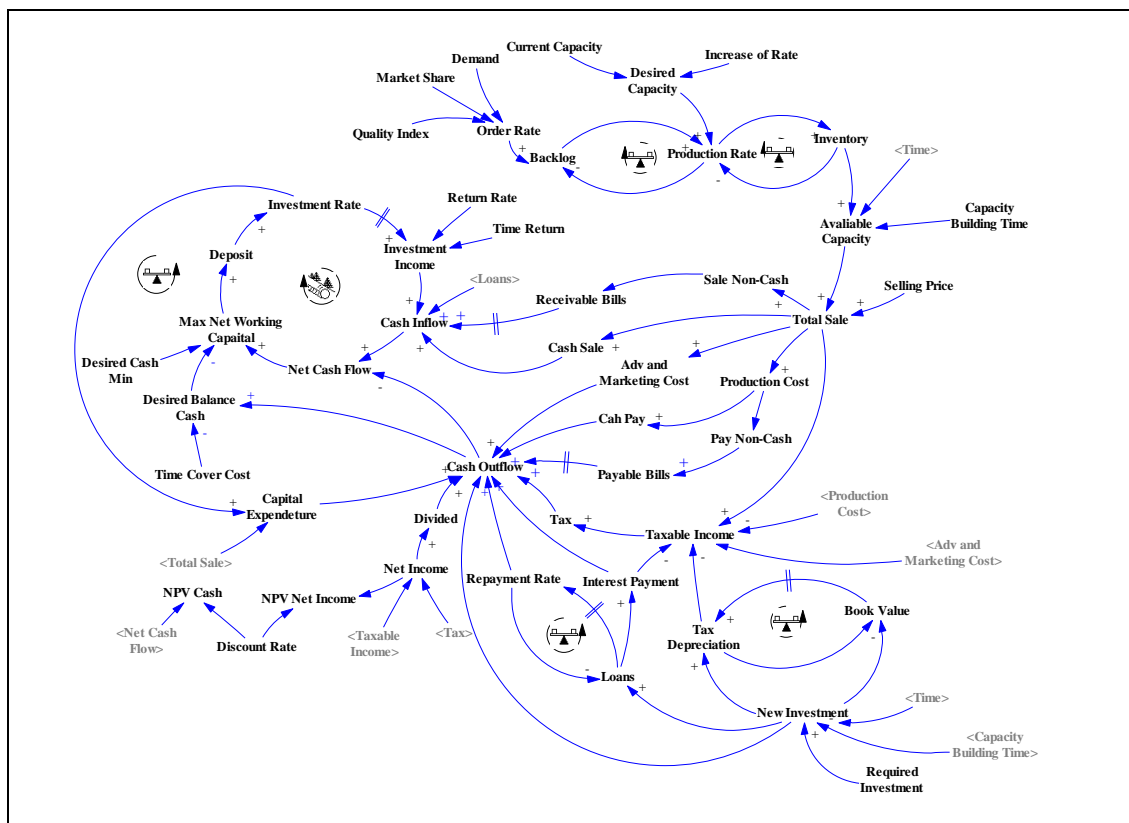
اساس الگوسازی به روش پویایی های سیستمی، پوشش و نمایش فرایند بازخورد است که در این روش فرض می شود رفتار سیستم بر اساس شبکه به هم پیوسته ای از حلقه های بازخور تعیین می شود.

1. Reinforcing Loops.
2. Balancing Loops.



نگاه نشان داده شده است. حلقه‌های با علامت  $\ominus$  را حلقه‌های منفی یا حلقه‌های تعادلی و حلقه‌های با علامت  $\otimes$  را حلقه‌های مثبت یا حلقه‌های تقویت‌کننده می‌نامند.

تبیین ارتباط بین متغیرها در روش پویایی‌شناسی سیستمی، ابتدا ارتباط این متغیرها براساس روابط علت و معلولی در نمودار (شماره یک) نشان داده می‌شود؛ سپس برای انجام عملیات شبیه‌سازی، این متغیرها در قالب متغیرهای نرخ و حالت گروه‌بندی می‌شوند. در نمودار شماره یک، کل الگوی علت و معلولی در یک



نمودار (۱) الگوی علت و معلولی پژوهش

در یک دوره زمانی هستند و در طول زمان براساس متغیر نرخ، افزایش و یا کاهش می‌یابند؛ مانند متغیر خالص جریان نقدی و حساب‌های دریافتی و پرداختی؛ ب- متغیرهای نرخ<sup>۲</sup>: این متغیرها، تعیین‌کننده متغیرهای حالت در سیستم هستند؛ مانند متغیر نرخ سرمایه‌گذاری، استهلاک مالیاتی، جریان‌های نقدی ورودی و خروجی؛ ج- متغیرهای کمکی<sup>۳</sup>: این متغیرها

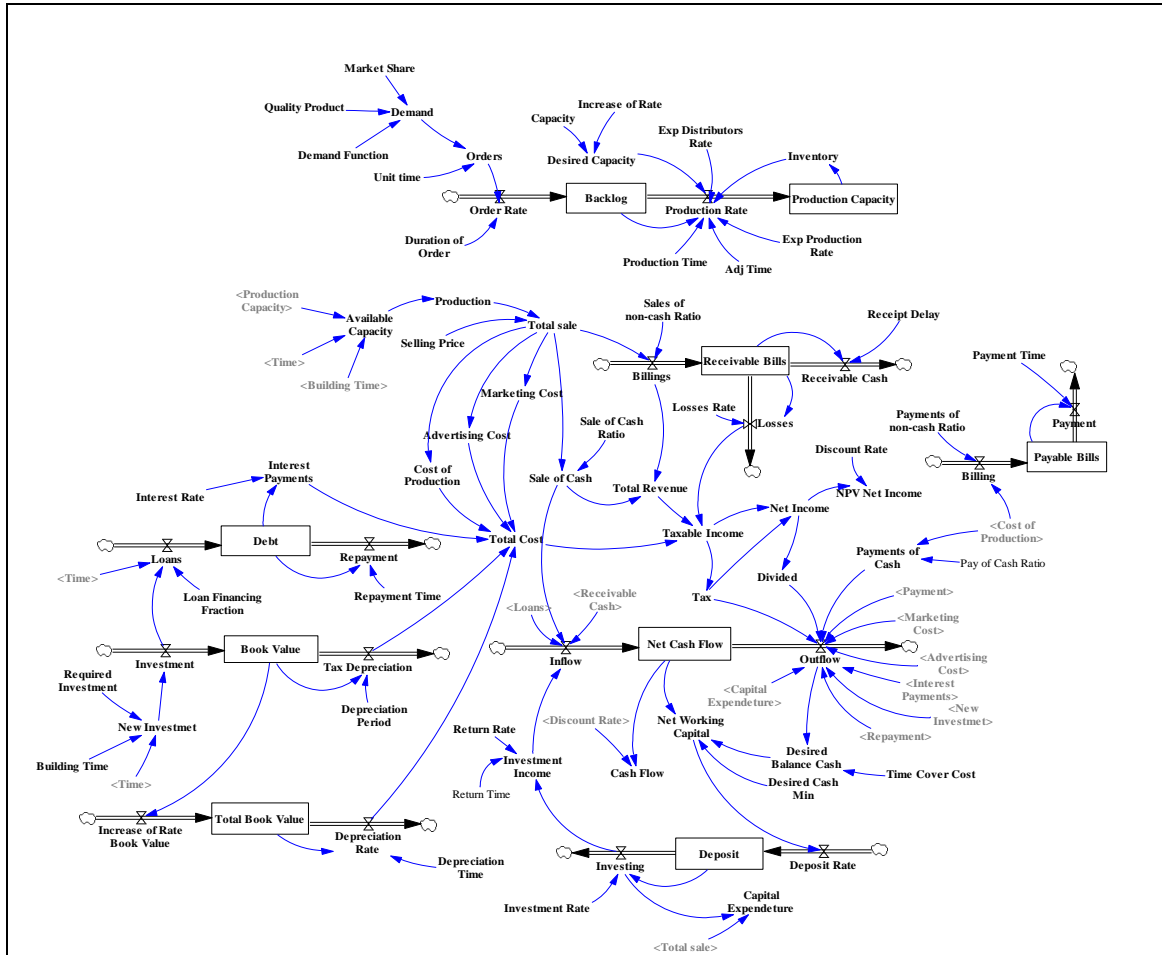
**طراحی نمودار پویایی‌های سیستم و تعیین وضعیت متغیرهای نرخ و حالت:** با توجه به روابط بین متغیرها، در این مرحله، ارتباط سیستمی کلیه متغیرهای تعریف‌شده در قالب روابط علت و معلولی و نیز وضعیت هر متغیر در نمودار پویایی‌های سیستم (نمودار شماره دو) مشخص می‌شود. متغیرهای استفاده‌شده در این الگو به سه گروه تقسیم می‌شوند: الف- متغیرهای حالت<sup>۱</sup>: این متغیرها نشان‌دهنده انباشت

2. Rate Variables.  
3. Auxiliary Variables.

1. State Variables.

متغیر فروش نقدی، سود خالص و درآمد سرمایه گذاری.

حاوی متغیرهای دیگر است و مقدار آنها از مقدار متغیرها در دوره‌های زمانی قبل مستقل است؛ مانند



نمودار (۲) الگوی سیستمی جریان و حالت پژوهش

### یافته‌ها

#### شبیه‌سازی و اعتبارسنجی الگوی پژوهش:

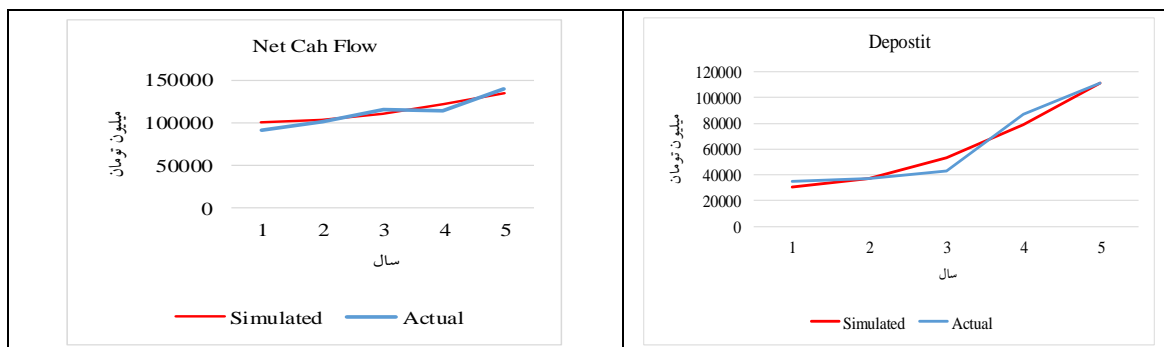
پس از تعریف روابط بین متغیرها، اعتبار الگوی طراحی شده ارزیابی شد تا از عملکرد مطلوب آن اطمینان حاصل شود. برای الگوسازی رفتار متغیرهای الگوی پژوهش، داده‌های لازم با مصاحبه از شرکت مد نظر به دست آمد و سپس در قالب روابط ریاضی، ارتباط بین متغیرها برقرار شد. برای اطمینان از اعتبار عملکرد الگو و روابط تعریف شده، آزمون‌های متعددی

با نرم‌افزار Vensim DSS انجام شد که نتایج آنها به شرح زیر است:

**آزمون رفتار مجدد:** هدف از این آزمون، مقایسه نتایج شبیه‌سازی با داده‌های واقعی برای اطمینان از صحت عملکرد رفتار الگو است؛ به عبارت دیگر، در این حالت، رفتار شبیه‌سازی شده برای الگو باز تولید می‌شود تا با داده‌های واقعی مقایسه شود. همانگونه که در نمودارهای شماره سه و چهار ملاحظه می‌شود، اطلاعات واقعی و نتایج شبیه‌سازی متغیرهای خالص

متغیرهای مد‌نظر به‌خوبی شبیه‌سازی شده است.

جریان نقدی و پس‌انداز در سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ نشان داده شده است. این نمودارها نشان می‌دهد رفتار



نمودار (۴) آزمون رفتار مجدد خالص جریان نقدی

نمودار (۳) آزمون رفتار مجدد پس‌انداز

واقعی، محاسبه<sup>۲</sup> UT است که براساس رابطه شماره دو به دست می‌آید.

$$UT = \sqrt{\frac{\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} (y_{T+i}^s - y_{T+i}^a)^2}{\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} (y_{T+i}^s)^2 + \frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} (y_{T+i}^a)^2}} \quad (2)$$

مقدار UT همواره بین صفر و یک خواهد بود و هرچه این مقدار به صفر نزدیک‌تر باشد، مقادیر شبیه‌سازی شده و واقعی، انحراف کمتری از یکدیگر دارند. با توجه به اهمیت خطا در پیش‌بینی، شناخت منابع خطا و کاهش آن می‌تواند در افزایش اعتماد به نتایج الگو بسیار مؤثر باشد. تیل (۱۹۹۶) ریشه‌های خطا را ناشی از سه عامل می‌داند: ۱. خطای مبنا: زمانی که خروجی‌های الگو با داده‌ها با هم سنخیت نداشته باشند که به آن خطای سیستماتیک می‌گویند. ۲. خطای انحراف: زمانی که واریانس‌های داده‌های واقعی و شبیه‌سازی با هم تفاوت زیادی داشته باشند و ۳. خطای نابرابری کوواریانس‌ها: زمانی که نتایج الگو و داده‌ها با هم همبستگی نداشته باشند که در اصطلاح، خطای

آزمون محاسبه میزان خطا: علاوه بر بازتولید

رفتار الگو برای اطمینان از نتایج شبیه‌سازی شده، خطای متغیرهای کلیدی نیز براساس روش‌های زیر محاسبه شد:

الف. حداقل خطای مجددورات (RMSPE)<sup>۱</sup>:

براساس این شاخص، هرچه میزان تفاوت بین داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده کمتر باشد، به نتایج شبیه‌سازی بیشتر می‌توان اعتماد کرد. میزان خطا در این روش براساس رابطه شماره یک محاسبه می‌شود.

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} \frac{(y_{T+i}^s - y_{T+i}^a)^2}{y_{T+i}^a}} * 100 \quad (1)$$

در این فرمول:  $y_{T+i}^s$  نتایج شبیه‌سازی متغیر الگو،  $y_{T+i}^a$  داده‌های واقعی،  $\theta$  نشان‌دهنده تعداد مشاهدات است. براساس این، هرچه میزان RMSPE به صفر نزدیک‌تر باشد، به مفهوم خطای کمتر و نزدیک‌بودن به ۱۰۰ درصد نیز نشان‌دهنده خطای بالا است [۳۰].

ب. شناسایی ریشه‌های خطا: روش دیگر برای سنجش انحراف مقادیر شبیه‌سازی شده از داده‌های

2. U-Theil's.  
3. Fundamental Error.  
4. Deviation Error.  
5. Unequity Covariance.

1. Root Mean Squares Percentage Error.

$$U^c = [2*(1-r)*(SDS*SDA)] / [\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} (Y_{T+i}^s - Y_{T+i}^a)^2] \quad (۶)$$

$\bar{Y}^a$  متوسط اطلاعات واقعی،  $\bar{Y}^s$  متوسط اطلاعات شبیه‌سازی و  $SDS$  و  $SDA$  به ترتیب انحراف معیار داده‌های شبیه‌سازی شده و واقعی و  $r$  ضریب همبستگی بین داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده است. نتایج حاصل از آزمون‌های محاسبه خطا در جدول شماره دو برحسب متغیرهای کلیدی (خالص جریان نقدی و پس‌انداز) الگو نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود، میزان خطا در کلیه متغیرهای مدنظر در سطح مطلوبی است.

غیرسیستماتیک نامیده می‌شود [۳۳]. برای محاسبه ریشه‌های خطا از رابطه شماره سه استفاده می‌شود:

$$U^m + U^s + U^c = 1 \quad (۳)$$

در حالت بهینه، هرچه میزان خطای سیستماتیک و غیرسیستماتیک کمتر شود، به مفهوم صحت عملکرد الگوی شبیه‌سازی است؛ به عبارت دیگر، در حالت ایدئال  $U^c = 1$  و  $U^s = U^m = 0$  خواهد شد و مجموع این خطاها باید برابر یک باشد [۳۱]. متغیرهای فوق با روابط شماره چهار، پنج و شش به دست می‌آید.

$$U^m = (\bar{Y}^s - \bar{Y}^a)^2 / [\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} (Y_{T+i}^s - Y_{T+i}^a)^2] \quad (۴)$$

$$U^s = (SDS - SDA)^2 / [\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} (Y_{T+i}^s - Y_{T+i}^a)^2] \quad (۵)$$

جدول (۲) نتایج آزمون‌های آماری مربوط به اعتبارسنجی الگو

متغیرهای کلیدی الگو	RMSPE	UT	U <sup>m</sup>	U <sup>s</sup>	U <sup>c</sup>	U <sup>c</sup> +U <sup>s</sup> +U <sup>m</sup>
خالص جریان نقدی	۰/۰۸۸۵	۰/۰۶۰۹	۰/۲۱۰۳	۰/۰۰۲۳	۰/۷۸۷۴	۱
پس‌انداز	۰/۰۹۱۲	۰/۰۸۳۴	۰/۳۵۳	۰/۰۰۳۸	۰/۶۴۳۲	۱

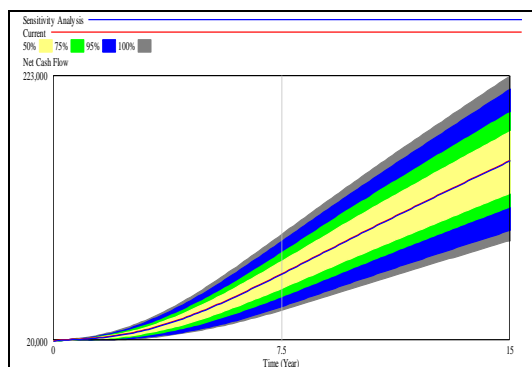
غیرنقدی و پرداخت‌های نقدی و غیرنقدی سنجیده خواهد شد. برای این منظور، این متغیرها به میزان ۱۰ درصد تغییر داده می‌شود و اثر آنها در متغیرهای مذکور بررسی می‌شود. همانگونه که در نمودار شماره پنجم تا دهم ملاحظه می‌شود، اثر این تغییر در تغییرات سود خالص، ارزش فعلی خالص سود، خالص جریان نقدی، ارزش فعلی خالص جریان نقدی و به دنبال آن خالص سرمایه در گردش، پس‌انداز و درآمد سرمایه‌ای بسیار زیاد است. نتایج تحلیل حساسیت نشان می‌دهد نسبت‌های فروش نقدی و غیرنقدی و پرداخت نقدی و غیرنقدی باعث تغییر زیادی در متغیرهای کلیدی سیستم مالی نظیر سود خالص و ارزش فعلی خالص، خالص

**تحلیل حساسیت<sup>۱</sup>:** یکی از بخش‌های مهم در رویکرد پویایی‌های سیستم، تحلیل حساسیت است. در تحلیل حساسیت، میزان حساسیت متغیرهای کلیدی پژوهش، نسبت به پارامترهای ثابت پژوهش سنجیده می‌شود. برای این منظور، پارامتر ثابت الگوی پژوهش به یک اندازه تغییر می‌کند و اثر آنها در متغیرهای کلیدی بررسی می‌شود.

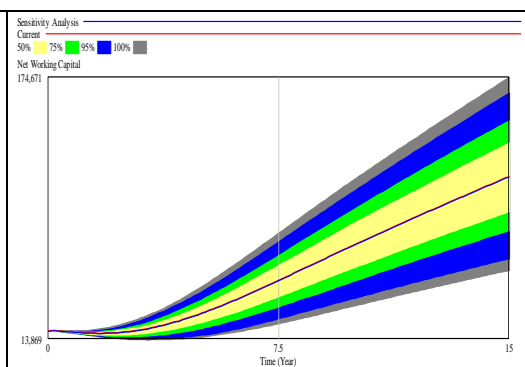
در این بخش، حساسیت سود خالص، ارزش فعلی خالص، خالص جریان نقدی، خالص سرمایه در گردش، پس‌انداز و درآمد سرمایه‌ای نسبت به پارامترهای ثابت نظیر نسبت‌های فروش نقدی و

متفاوتی از مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی، انجام شد تا مشخص شود چه سناریوهایی برای شرکت مدنظر مناسب است و عملکرد مالی شرکت را بهبود می‌دهد.

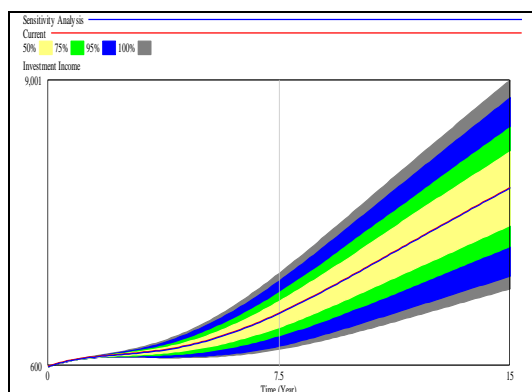
جریان نقدی و آثار زیاد در خالص سرمایه در گردش و پس‌انداز می‌شود. این تحلیل نشان می‌دهد مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی، نقش مهمی در عملکرد سیستم مالی دارد. بر همین اساس، سناریوهای



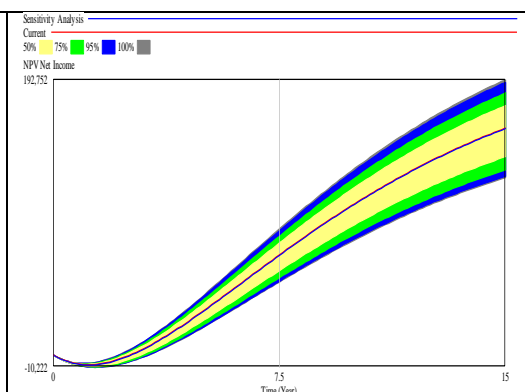
نمودار (۶) تغییرات خالص جریان نقدی



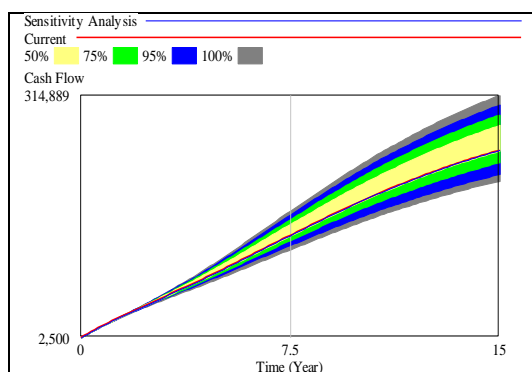
نمودار (۵) تغییرات خالص سرمایه در گردش



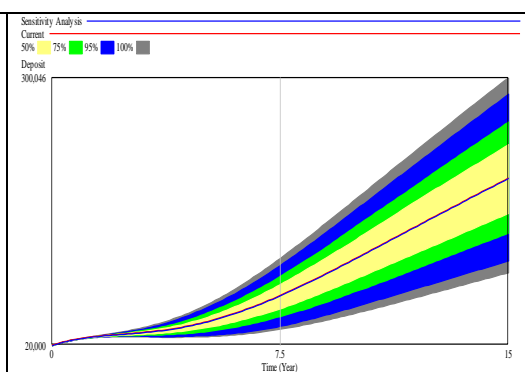
نمودار (۸) تغییرات درآمد سرمایه‌ای



نمودار (۷) تغییرات ارزش فعلی خالص سود



نمودار (۱۰) تغییرات ارزش فعلی خالص جریان نقدی

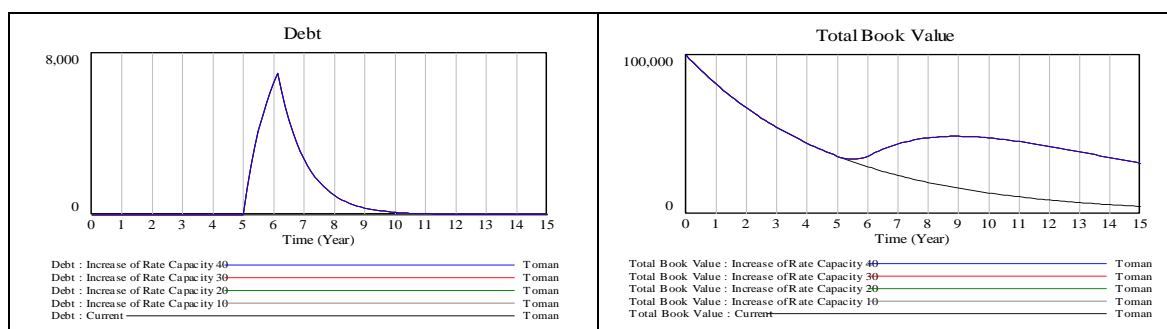


نمودار (۹) تغییرات پس‌انداز

شماره ۱۱ مشاهده می‌شود، در صورت افزایش ظرفیت تولیدی ارزش دفتری کل از سال ششم به میزان سرمایه لازم برای افزایش ظرفیت تولیدی شروع به افزایش می‌کند و با یک روند کاهشی کم تا سال پانزدهم کاهش می‌یابد. از آنجا که سرمایه لازم برای توسعه ظرفیت به واسطه دریافت وام انجام می‌شود، بدهی شرکت در نمودار شماره ۱۲ بین سال پنجم و ششم افزایش می‌یابد و بعد از سال ششم، بازپرداخت وام دریافت‌شده، شروع می‌شود و بدهی کاهش می‌یابد.

**بخش اول: سیاست‌گذاری ارزیابی و تحلیل پروژه سرمایه‌گذاری برای افزایش ظرفیت تولیدی:** هدف این مرحله، تحلیل این موضوع است که اگر ظرفیت تولیدی با نرخ افزایشی ۱۰ تا ۴۰ درصد به واسطه دریافت وام تأمین شود، چه تغییراتی در رفتار متغیرهای کلیدی سیستم مالی انجام می‌شود و آیا پروژه سرمایه‌گذاری برای توسعه ظرفیت تولیدی مقرون به صرفه است یا نه؟

الف - در حالت اول، ظرفیت تولیدی از ۱۰ درصد تا ۲۰ درصد افزایش یافت. همانگونه که در نمودار

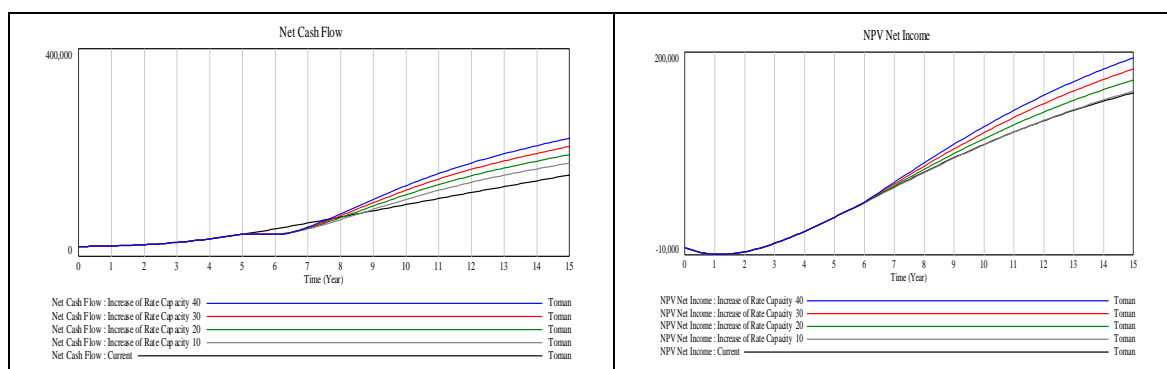


نمودار (۱۲) تغییرات ظرفیت تولیدی بر بدهی

نمودار (۱۱) تغییرات ظرفیت تولیدی بر ارزش دفتری

است. افزایش ظرفیت تولیدی در نمودار شماره ۱۴ بین سال پنجم تا ششم به کاهش خالص جریان نقدی منجر می‌شود و بعد از سال هفتم، روند افزایشی را طی می‌کند.

نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد ارزش فعلی خالص سود همچنان روند صعودی را طی می‌کند که در نمودار شماره ۱۳، نشان‌دهنده مقرون به صرفه بودن اجرای پروژه افزایش ظرفیت اقتصادی از سال ششم

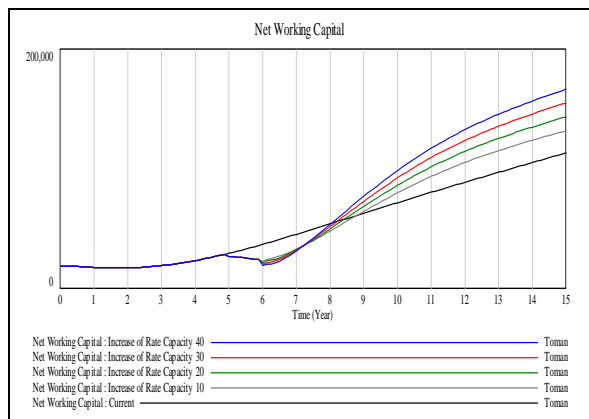


نمودار (۱۴) تغییرات ظرفیت تولیدی بر خالص جریان نقدی

نمودار (۱۳) تغییرات ظرفیت تولیدی بر ارزش فعلی خالص سود

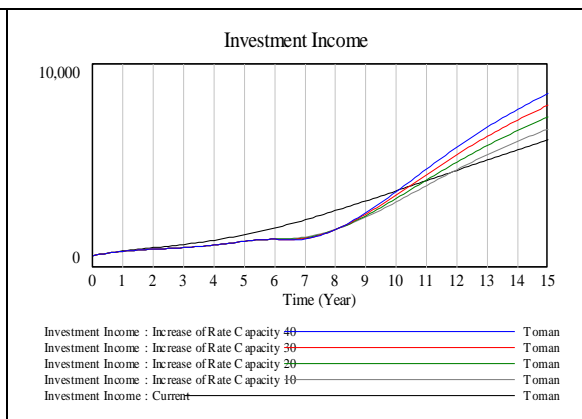
نشان می‌دهد افزایش ظرفیت تولیدی بین سال پنجم تا هشتم به کاهش خالص سرمایه در گردش نسبت به وضعیت فعلی منجر شده است؛ با وجود این، از سال هشتم شروع به افزایش می‌کند و تا ۱۸۰ میلیون تومان در سال پانزده ادامه می‌یابد.

همانگونه که در نمودار شماره ۱۵ مشاهده می‌شود، درآمد سرمایه‌ای تا سال نهم، روند کاهشی را طی می‌کند؛ ولی بعد از آن، نسبت به وضعیت فعلی، روند افزایش را می‌گذراند. این امر نشان می‌دهد بازگشت سرمایه با افزایش ظرفیت تولیدی نسبت به شرایط فعلی از سال نهم، افزایش زیادی دارد. نمودار شماره ۱۶، نیز



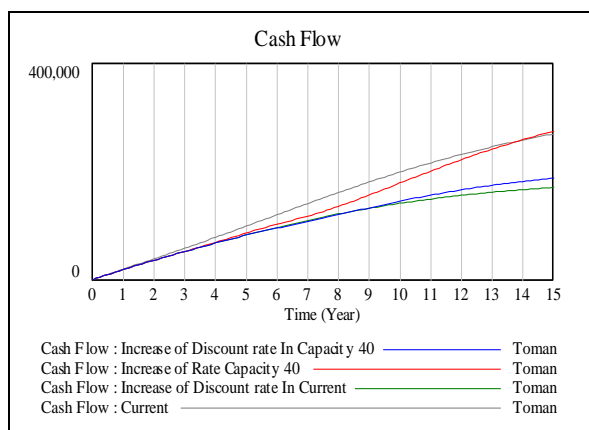
**نمودار (۱۶) تغییرات ظرفیت تولیدی بر خالص سرمایه در گردش**

در دو وضعیت ظرفیت فعلی و افزایش ظرفیت تولیدی انجام شد. نتایج نشان می‌دهد اگر شرکت در هر دو وضعیت قرار بگیرد، به دلیل اینکه متغیرهای کلیدی ارزش فعلی خالص، روند افزایشی را طی می‌کنند، شرکت در وضعیت مناسبی قرار دارد و افزایش ظرفیت تولیدی نیز مقرون به صرفه است.

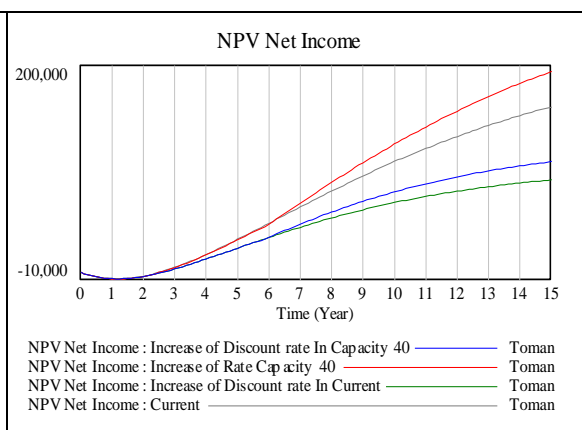


**نمودار (۱۵) تغییرات ظرفیت تولیدی بر درآمد سرمایه‌ای**

ب- بعد از افزایش ظرفیت تولیدی، نرخ تنزیل تغییر داده شد تا آثار آن در متغیرهای ارزش فعلی خالص سود و جریان ارزیابی و تحلیل شود؛ بنابراین، سناریوی افزایش نرخ تنزیل از ۱۸ تا ۲۵ درصد، برای بررسی کردن ارزش فعلی خالص سود (نمودار شماره ۱۷) و ارزش فعلی خالص جریان نقدی (نمودار ۱۸)،



**نمودار (۱۸) تغییرات نرخ تنزیل بر ارزش فعلی خالص جریان نقدی**



**نمودار (۱۷) تغییرات نرخ تنزیل بر ارزش فعلی خالص سود**

استراتژی محافظه کار، تأثیر بیشتری در متغیرهای مالی می‌گذارد؛ در صورتی که در وضعیت افزایش ظرفیت تولیدی، سناریوی میانه‌رو و محافظه کار نسبت به استراتژی جسورانه، تأثیر بیشتری در متغیرهای مالی می‌گذارد. به نتایج پیاده‌سازی سناریوهای زیر در ادامه اشاره شده است:

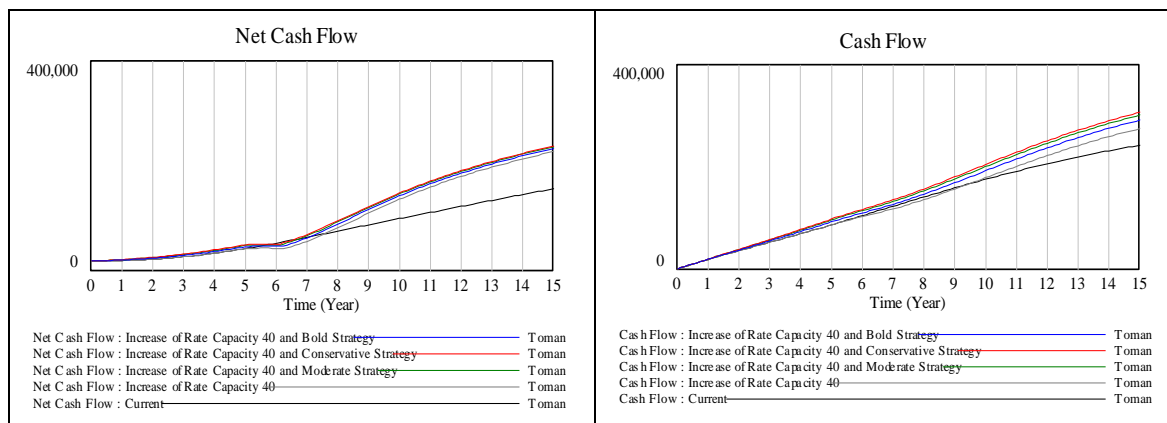
**بخش دوم: سناریوهای مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی در وضعیت فعلی و افزایش ظرفیت تولیدی:** جدول شماره سه، نشان‌دهنده سناریوهای مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی است. این سناریوها در وضعیت‌های فعلی و افزایش ظرفیت تولیدی شرکت بررسی شده است. نتایج اجرای سناریوها نشان می‌دهد استراتژی میانه‌رو و جسورانه در وضعیت فعلی، نسبت به

**جدول (۳) سناریوهای مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی**

انواع سناریو	مدیریت حساب‌های دریافتی	مدیریت حساب‌های پرداختی
استراتژی جسورانه	۶۵ درصد فروش نقدی و ۳۵ درصد فروش غیرنقدی	۶۵ درصد پرداخت نقدی و ۳۵ درصد پرداخت غیرنقدی
استراتژی میانه‌رو	۸۰ درصد فروش نقدی و ۲۰ درصد فروش غیرنقدی	۳۵ درصد پرداخت نقدی و ۶۵ درصد پرداخت غیرنقدی
استراتژی محافظه کار	۸۰ درصد فروش نقدی و ۲۰ درصد فروش غیرنقدی	۲۰ درصد پرداخت نقدی و ۸۰ درصد پرداخت غیرنقدی

استراتژی در وضعیت افزایش ظرفیت تولیدی، مشابه یکدیگر است؛ در نتیجه، توجه به استراتژی جسورانه در کنار سایر استراتژی‌ها، نقش کلیدی در جذب مشتریان و حفظ سهم بازار دارد. نتایج نمودارهای شماره ۱۹ و ۲۰ نشان می‌دهد در وضعیتی که سرمایه‌گذاری بر افزایش ظرفیت تولیدی انجام می‌شود، استراتژی محافظه کار و میانه‌رو، تأثیر بیشتری در ارزش فعلی خالص جریان نقدی و خالص جریان نقدی می‌گذارد.

الف- پیاده‌سازی استراتژی‌های مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی در وضعیت افزایش ظرفیت تولیدی: نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد استراتژی‌های محافظه کار و میانه‌رو نسبت به استراتژی جسورانه، تأثیر بیشتری در متغیرهای سیستم مالی نظیر پس‌انداز و درآمد سرمایه‌ای دارد؛ با این حال، بررسی روند متغیر ارزش فعلی خالص، نقش کلیدی در مقایسه سناریوها دارد و نشان‌دهنده سناریوهای انجام‌شده براساس سود به‌دست‌آمده است. ارزش فعلی خالص سود هر سه



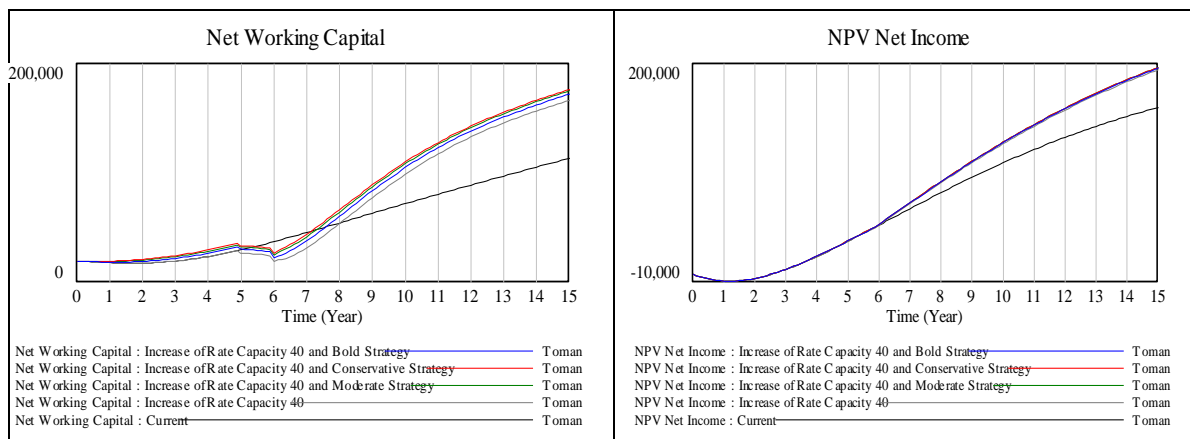
**نمودار (۲۰) اثر استراتژی‌های مدیریت حساب‌ها در خالص جریان نقدی**

**نمودار (۱۹) اثر استراتژی‌های مدیریت حساب‌ها در ارزش فعلی خالص جریان نقدی**



مشابه است؛ با این حال، تأثیر سناریوی محافظه‌کار نسبت به سایر سناریوها در خالص سرمایه در گردش بیشتر است.

همانگونه که در نمودارهای شماره ۲۱ و ۲۲ نمایان است، کلیه سناریوها در حالت افزایش ظرفیت تولیدی، اثر مشابهی در ارزش فعلی خالص سود دارد؛ در نتیجه، سود به دست آمده براساس هر سه سناریو تا حدودی

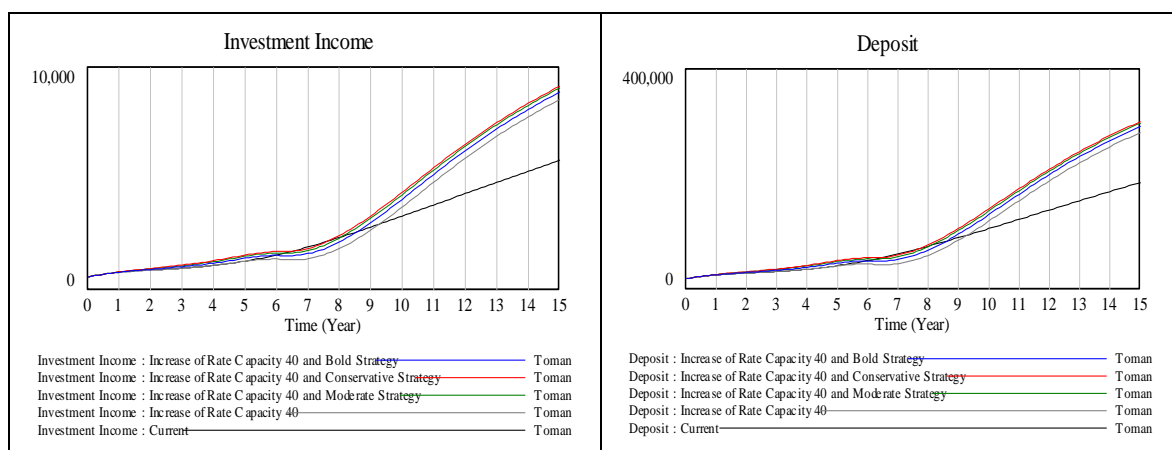


نمودار (۲۲) اثر استراتژی‌های مدیریت حساب‌ها در خالص سرمایه در گردش

نمودار (۲۱) اثر استراتژی‌های مدیریت حساب‌ها در ارزش فعلی خالص سود

پرداختی در متغیرهای سیستم مالی نظیر پس‌انداز و درآمد سرمایه‌ای دارد.

نتایج شبیه‌سازی در نمودارهای شماره ۲۳ و ۲۴ نشان می‌دهد سناریوهای محافظه‌کار و میانه‌رو در وضعیت افزایش ظرفیت تولیدی، اثر بیشتری نسبت به سناریوی جسورانه مدیریت حساب‌های دریافتی و

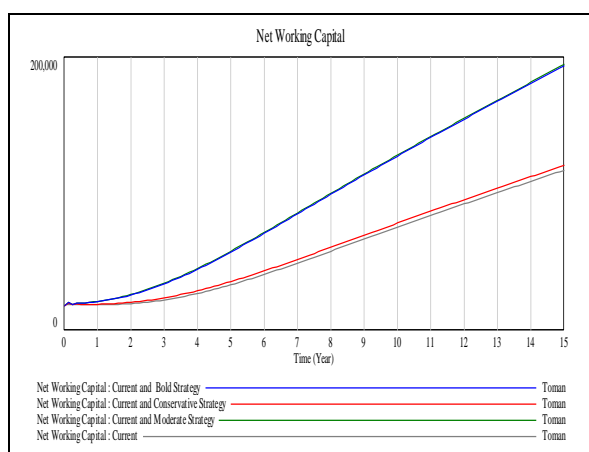


نمودار (۲۴) اثر استراتژی‌های مدیریت حساب‌ها در درآمد سرمایه‌ای

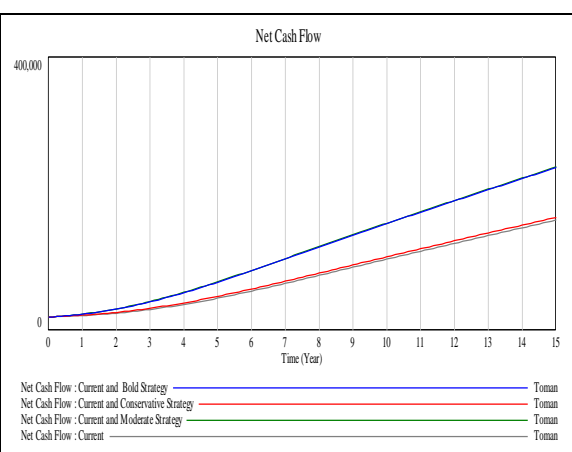
نمودار (۲۳) اثر استراتژی‌های مدیریت حساب‌ها در پس‌انداز

گردش و ارزش فعلی خالص جریان نقدی دارد؛ با این حال، بررسی روند متغیر ارزش فعلی خالص سود، نقش کلیدی در مقایسه سناریوها دارد و نشان‌دهنده سناریوها براساس سود به‌دست‌آمده است. ارزش فعلی خالص سود هر سه استراتژی در وضعیت ظرفیت کنونی شرکت، در نمودار شماره ۲۸ مشابه یکدیگر است.

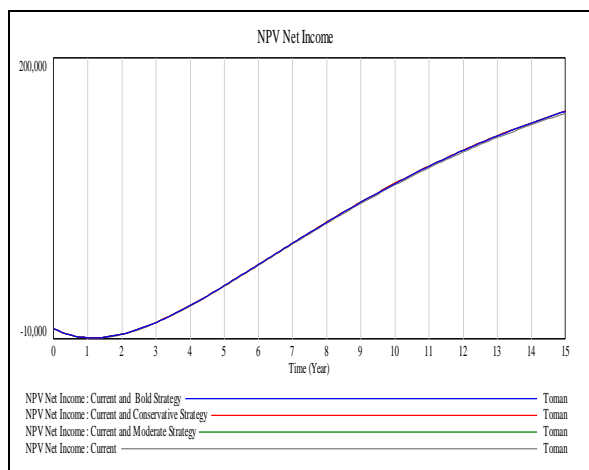
الف- پیاده‌سازی استراتژی‌های مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی در ظرفیت فعلی شرکت: نتایج شبیه‌سازی در نمودارهای شماره ۲۶، ۲۵ و ۲۷ نشان می‌دهد استراتژی‌های جسورانه و میانه‌رو نسبت به استراتژی محافظه‌کار، تأثیر بیشتری در متغیرهای سیستم مالی نظیر خالص جریان نقدی، خالص سرمایه در



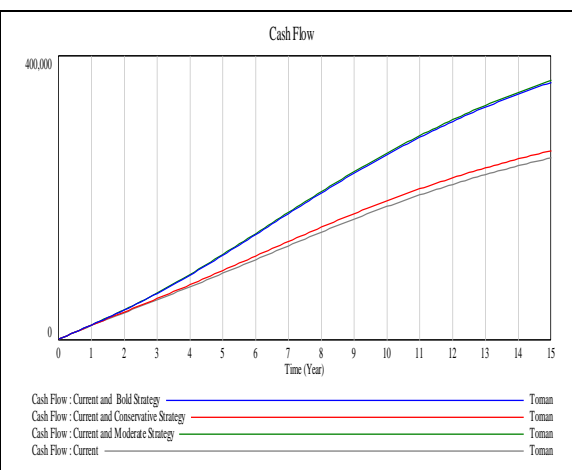
نمودار (۲۶) اثر استراتژی‌های مدیریت حساب‌ها در خالص سرمایه در گردش



نمودار (۲۵) اثر استراتژی‌های مدیریت حساب‌ها در خالص جریان نقدی



نمودار (۲۸) اثر استراتژی‌های مدیریت حساب‌ها در ارزش فعلی خالص سود



نمودار (۲۷) اثر استراتژی‌های مدیریت حساب‌ها در ارزش فعلی خالص جریان نقدی

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

ماسه از رویکرد پویایی‌شناسی سیستمی برای تحلیل و پیش‌بینی عملکرد مالی شرکت استفاده شود. براساس

شد برای ارزیابی و تحلیل اقتصادی پروژه سرمایه‌گذاری برای افزایش ظرفیت تولیدکننده‌شن و

سیستم مالی در وضعیت سرمایه‌گذاری بر ظرفیت تولیدی بررسی شد. تحلیل نتایج متغیرهای کلیدی نظیر خالص جریان نقدی و خالص سرمایه در گردش، نسبت درآمد سرمایه‌ای، ارزش فعلی خالص سود و ... نشان می‌دهد افزایش ظرفیت تولیدی مقرون به صرفه است. به علاوه، افزایش نرخ تنزیل تا ۲۵ درصد، نشان‌دهنده سودآوری پروژه سرمایه‌گذاری است؛ بنابراین متغیرهای کلیدی نظیر ارزش فعلی خالص سود، خالص جریان نقدی، خالص سرمایه در گردش، پس‌انداز و درآمد سرمایه‌ای، روند رو به رشد وضعیت مالی شرکت را نشان می‌دهد. در بخش دوم، نتایج اجرای سناریوهای مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی، نشان می‌دهد استراتژی میانه‌رو و جسورانه در وضعیت فعلی سیستم مالی نسبت به استراتژی محافظه‌کار، تأثیر بیشتری در متغیرهای مالی می‌گذارد؛ در صورتی که در وضعیت افزایش ظرفیت تولیدی، سناریوی میانه‌رو و محافظه‌کار نسبت به استراتژی جسورانه، تأثیر بیشتری در متغیرهای مالی دارند. متغیر ارزش فعلی خالص سود، در هر سناریو نشان می‌دهد هر سه استراتژی، تأثیر مثبت و مشابه در سودآوری دارند. مثبت بودن جریان نقدی همیشه به معنای وضعیت مطلوب نیست؛ با این حال، با در نظر گرفتن متغیرهای کلیدی نظیر ارزش فعلی خالص سود، پس‌انداز و درآمد سرمایه‌ای و خالص سرمایه در گردش در کنار متغیر خالص جریان نقدی، این پژوهش توانسته است تحلیل دقیقی از عملکرد سیستم مالی در وضعیت‌های فعلی و افزایش ظرفیت تولیدی فراهم کند. پیشنهاد می‌شود الگوی پژوهش حاضر با سایر روش‌های غیرخطی مطالعه شود. از آنجا که مطالعه حاضر براساس مطالعه موردی انجام شده است، پیشنهاد می‌شود الگوی پژوهش براساس توجه به استراتژی‌های مختلف مدیریت حساب‌های دریافتی

این، با توجه به برنامه‌ریزی نرخ افزایش ظرفیت تولیدی از ۱۰ تا ۴۰ درصد، رفتار پارامترهای سیستم مالی در افق زمانی ۱۵ ساله از سال ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۴ شبیه‌سازی شد. در واقع، هدف از انجام این پژوهش، الگوسازی و شبیه‌سازی روند حرکتی متغیرهای کلیدی سیستم مالی نظیر درآمد مالیاتی، سود خالص، حساب‌های دریافتی و پرداختی، جریان نقدی، خالص سرمایه در گردش و ارزش فعلی خالص در سیاست‌های سرمایه‌گذاری برای افزایش ظرفیت تولیدی است. علاوه بر این از آنجا که مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی، نقش کلیدی در عملکرد سیستم مالی دارد، تأثیرگذاری استراتژی‌های مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی در وضعیت‌های ظرفیت تولیدی فعلی و افزایش ظرفیت تولیدی تحلیل و ارزیابی شد تا مشخص شود چه سیاست‌هایی به بهبود عملکرد سیستم مالی منجر می‌شود. با توجه به پژوهش انجام‌شده، متغیرهای خالص جریان نقدی، خالص سرمایه در گردش، ارزش فعلی خالص سود و درآمد سرمایه‌ای و ... حساسیت زیادی به تغییرات نسبت فروش نقدی و غیرنقدی و پرداخت نقدی و غیرنقدی داشتند. از آنجا که این پژوهش، عملکرد سیستم مالی را در هنگام افزایش ظرفیت تولیدی تحلیل می‌کند، مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی، نقش بسیار مؤثری در موفقیت و پیشبرد پروژه توسعه ظرفیت تولیدی بر عهده دارد. نتایج تحلیل حساسیت، این موضوع را نشان می‌دهد؛ بنابراین، این پژوهش علاوه بر اجرای سناریوهای افزایش ظرفیت تولیدی، سناریوهای مدیریت حساب‌های دریافتی و پرداختی را در سه استراتژی کلیدی محافظه‌کار، جسورانه و میانه‌رو بررسی و تحلیل کرده است. براساس این، سناریوهای انجام‌شده، در دو بخش اصلی انجام شد: در بخش اول، رفتار متغیرهای

- [9] Forrester, J. W., & Brink, H. M. (1999). *Industrial Dynamics*. Students edition, MIT Press.
- [10] Ghodratiyan Kashan, J., & Anvari Rostami, A. (2004). Model for performance assessment and ranking. *Journal of Human Sciences Modares*. 8(36): 109-134. (In Persian).
- [11] Gouws, D. G., & Lucouw, P. (2000). A dynamic balance model for analysts and managers, *Meditari Accountancy Research*. 8(1): 25-45.
- [12] Halawa, W. S., Abdelalim, A. M., & Elrashed, I. A. (2013). Financial evaluation program for construction projects at the pre-investment phase in developing countries: A case study. *International Journal of Project Management*. 31(6): 912-923.
- [13] Hou W., Liu X., & Chen D. (2011). Payment problems, cash flow and profitability of construction project: A system dynamics model. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 5(10): 10-23.
- [14] Khalili O. S. (2003). Assessing the financial performance strategies of Stock Exchange companies of Tehran applying multi-criteria decision-making techniques in a fuzzy environment. *Development of Monetary and Banking Management Quarterly*. 1(1): 36-53. (In Persian).
- [15] Malekijafariyan. M., & Mohseni, M. R. (2015). Financial and economic evaluation of wastewater projects for producing usable sewage in irrigation and industry. *Journal of Water and Sustainable Development*. 1(3): 1-8. (In Persian).
- [16] Mansori, A., & Bagheri, A. (2005). Assessing financial performances and rankings of pharmaceutical companies listed in the Stock Exchange of Tehran using a hybrid model of fuzzy and VIKOR analytic hierarchy processes. *Health Accounting Quarterly*. 4(3): 86-107. (In Persian).
- [17] Mousavi Haghghi, M. H., & Khalifeh, M. (2015). Simulating the effect of financial leverage model on company value via system dynamics approach. *Asset Management and Financing*. 3: 83-104. (In Persian).
- [18] Mousavi Haghghi, M. H., Khalifeh, M., Safaei, B., & Saberi, H. (2015). Simulating

و پرداختی در شرکت‌های بازرگانی و تولیدی به صورت دقیق‌تر مطالعه شود تا الگوی جامع و مشترکی برای بررسی و تحلیل عملکرد مالی و امکان‌سنجی پروژه‌های سرمایه‌گذاری فراهم شود. علاوه بر این در هر کدام از استراتژی‌های ذکر شده، میزان وام‌های دریافتی لازم بررسی شود.

## منابع

- [1] Abor, J. Y. (2017). *Evaluating Capital Investment Decision, Capital Budgeting*. In *Entrepreneurial Finance for MSMEs*. Springer International Publishing.
- [2] Alborzi, M., Porzarandi, M. A., & Shariari, M. (2010). Management of resources and expenditure in banks with a dynamic systems approach. *Journal of Financial Engineering and Management of Exchange*. 2(6): 41-59. (In Persian).
- [3] Alborzi, M., Dadras, K., & Gharakhani, D. (2005). Developing a system dynamics model for cash management in firms. *Journal of Management and Development*. 23: 53-62. (In Persian).
- [4] Alshatti, A. S. (2015). The effect of the liquidity management on profitability in the Jordanian commercial banks. *International Journal of Business and Management*. 10(1): 62-72.
- [5] Azhar, S. (2015). Impact of liquidity and management efficiency on profitability: a study of selected power distribution utilities in India. *Journal of Entrepreneurship, Business and Economics*. 3(1): 31-49.
- [6] Chaim, R. M. (2007). *Dynamic stochasticity in the control of liquidity in asset and liability management (ALM) for pension funds*. Boston, Massachusetts, USA, www.systemdynamics.org.
- [7] Chen, L., Liaw, S., & Shin Chen, Y. (2001). Using financial factors to investigate productivity: An empirical study in Taiwan. *Industrial Management & Data Systems*. 101(7): 378-384.
- [8] Eljelly, A. M. (2004). Liquidity-profitability tradeoff: An empirical investigation in an emerging market. *International Journal of Commerce and Management*. 14(2): 48-61.

- Facultas Rerum Naturalium. Mathematica.* 55(1): 95-110.
- [27] Shehata, H. (1977). Systems dynamics and cash flow planning :A model for accountants. *Management Decision.* 15 (1): 19 – 35.
- [28] Sheikh Khozani, Z., Hosseiny, K., & Rahimian, M. (2010). System dynamic modeling of multipurpose reservoir operation to estimate the optimal height of the dam. *Journal of Modeling in Engineering.* 8(21): 57-66. (In Persian).
- [29] Sobel, M. J., Szmerekovsky, J.G., & Tilson, V. (2009). Scheduling projects with stochastic activity duration to maximize expected net present value. *European Journal of Operational Research.* 198: 697–705.
- [30] Srijariya, W., Riewpaiboon, A., & Chaikledkaew, U. (2008). System dynamic modeling: an alternative method for budgeting. *Value in Health.* 11(s1): S115-S123.
- [31] Sterman. J. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for A Complex World.* NY, McGraw-Hill publication.
- [32] Trebuňa, P., Petriková, A., Pekarčíková, M., Petrik, M., & Popovič, R. (2017). Economic evaluation of investment project in the area of sheet metal processing. *Metalurgija.* 56(1-2): 245-248.
- [33] Theil, H. (1966). *Applied Economic Forecasting.* Amsterdam, North Holland Publishing.
- [34] Uzma, S. H., Singh, J. P., & Kumar, N. (2010). Discounted cash flow and its implication on intangible valuation. *Global Business Review.* 11(3): 365-377.
- [35] Wang, Y. J. (2002). Liquidity management operating performance and corporate value: evidence from Japan and Taiwan. *Journal of Multinational Financial Management.* 12(12): 159-169.
- of stock price from the point of effective internal and external factors via system dynamics approach. *Asset Management and Financing.* 4(4): 79-98. (In Persian).
- [19] Mobaraki A., Fadayehosseini Maleki, M., & Kholafazadeh Asetmal, S. (2013). Relationship between working capital management and financial performance (Tehran Stock Exchange). *Journal of Basic and Applied Scientific Research.* 3(9): 201-207. (In Persian).
- [20] Nair, G. K., & Rodrigues, L. (2013). Dynamics of financial system: A system dynamic approach. *International Journal of Economics and Financial Issues.* 3(1): 14-26.
- [21] Nobanee, H., & Hajar M. A. (2009). Working capital management, operating cash flow and corporate performance. *International Journal of Strategic Management.* 10(1): 84-88.
- [22] Paul, F., & Jim, B. (2005). A review of performance measurement: Towards performance management. *Computers Industry.* 56: 663-680.
- [23] Pedram, M., Shirin Bakhsh, Sh., & Zavarian, Z. (2007). Forecast bank's cash flow to determine the liquidity gap. *Journal of Financial Studies.* 1(2): 1-36. (In Persian).
- [24] Peterson, D. W., & Blanc, M. (2012). Money Multiplier Dynamics and Banking Liquidity Cycles  
St. Gallen, Switzerland, [www.systemdynamics.org](http://www.systemdynamics.org).
- [25] Roy, K. R., & Saroj, K. (1997). Financial performance appraisal of a Steel Plant. A SD model, ed proceeding by Yaman B et al. *15th International System Dynamics Conference.* Istanbul, August.19-22.
- [26] Savolainen, J., Collan, M., & Luukka, P. (2016). Combining system dynamic modeling and the datar–mathews method for analyzing metal mine investments. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis.*

