

# بررسی اثر شلاقی بر زنجیره‌ی تأمین دارو با در نظر گرفتن تحریم‌های بین‌المللی با رویکرد سیستم پویا

مهدی نخعی نژاد\* (استادیار)

گروه مهندسی صنایع، دانشکده‌ی فنی و مهندسی، دانشگاه یزد

امیرحسن فرخزاد (کارشناس ارشد)

آفرین اخوان (استادیار)

گروه مهندسی صنایع، دانشکده‌ی فنی و مهندسی، دانشگاه علم و هنر یزد

یحیی زارع مهرجردی (استاد)

گروه مهندسی صنایع، دانشکده‌ی فنی و مهندسی، دانشگاه یزد

مهندسی صنایع و مدیریت شریف، زمستان ۱۴۰۰  
دوری ۱-۳۷، شماره ۲، ص. ۱۳۵-۱۴۷، (پادداشت شتی)

پدیده‌ی اثر شلاقی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین موارد کاهش کارایی عملکرد زنجیره‌های تأمین، زمانی رخ می‌دهد که تغییرات تقاضا، در طول زنجیره‌ی تأمین با نوسانات زیادی روبرو شود. در تحقیق حاضر نشان داده شده است که ادامه‌ی روند تحریم‌ها در ایران می‌تواند باعث تقویت بخش تولید داخلی شود اما با کاهش واردات دارو و نبود تکنولوژی و ظرفیت کافی در تولید داروی دسفرال، کشور با بحران دارو مواجه می‌شود و سطح رضایتمندی مردم و بیماران بسیار کاهش می‌یابد. از این رو در ادامه برای بهبود وضعیت دارو و کاهش اثر شلاقی در زنجیره‌ی تأمین دارو چهار سیاست حمایتی دولت از مصرف‌کننده و تولیدکنندگان به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم مورد بررسی قرار گرفت. ارزیابی داده‌ها به کمک نرم‌افزار ونسیم نتایجی از قبیل کاهش قیمت دارو، افزایش سطح رضایت‌مندی مردم، کاهش اثر شلاقی، افزایش سود تأمین‌کننده، توزیع‌کننده و سود کلی زنجیره‌ی تأمین دارو را نشان می‌دهد.

m.nakhaeinejad@yazd.ac.ir  
amirhassanfarokhzad@gmail.com  
akhavan@sau.ac.ir  
yzare@yazd.ac.ir

واژگان کلیدی: زنجیره‌ی تأمین، سیستم پویا، تحریم، دارو.

## ۱. مقدمه

یکی از زمینه‌های تحقیقاتی در زنجیره‌ی تأمین، اثر شلاقی است که حدود ۴۵ سال پیش توسط «فارستر» مطرح شد. اثر شلاقی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین موارد کاهش کارایی عملکرد زنجیره‌های تأمین، زمانی رخ می‌دهد که تغییرات تقاضا، در طول زنجیره‌ی تأمین با نوسانات زیادی روبرو شود.<sup>[۱]</sup>

مسئله‌ی اصلی در این تحقیق طراحی مدلی مناسب برای بررسی تأثیر تحریم‌های بین‌المللی بر تولید دارو با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها، از حیث سطح رضایت‌مندی مردم، قیمت دارو و سود تولیدکننده است. در مدل مذکور علاوه بر بررسی تأثیر اثر شلاقی، موضوع کاهش اثر آن در کل زنجیره نیز مورد تحلیل قرار می‌گیرد. کاهش مرگ و میر کودکان، بهبود سلامت مادران و مبارزه با ایدز، مالاریا و دیگر بیماری‌ها به بهبود دسترسی به داروها بستگی دارد. به طور خاص، یکی از اهداف توسعه در این هزاره، همکاری شرکت‌های داروسازی و دسترسی مقرون به صرفه به داروهای

دو دهه‌ی اخیر بوده است.<sup>[۲]</sup> آنچه که تحقیق حاضر را در جایگاه متمایزی قرار می‌دهد این است که با توجه به مطالعات قبلی، میزان اثرگذاری تحریم‌ها بر قیمت دارو و میزان رضایت‌مندی تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان در زنجیره‌ی تأمین دارو و نحوه‌ی ایجاد اثر شلاقی در آن با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم تاکنون بررسی نشده است. از طرفی در این تحقیق مطالعه‌ی موردی روی زنجیره‌ی تأمین داروی دسفرال صورت گرفته است که تا قبل از اعمال تحریم‌ها داروی خارجی نانویت برای مبتلایان به تالاسمی استفاده می‌شد؛ اما بعد از محدودیت دسترسی به این دارو، داروی دسفرال به‌عنوان داروی جایگزین در ایران مورد استفاده قرار گرفت. در این مدل متغیرهای کلیدی و خاصی مد نظر قرار گرفته است؛ انتخاب این متغیرها با مشورت افراد صاحب‌نظر در امر

\* نویسنده مسئول

تاریخ: دریافت ۱۳۹۹/۴/۱۶، اصلاحیه ۱۳۹۹/۱۰/۷، پذیرش ۱۳۹۹/۱۰/۲۹.

DOI:10.24200/J65.2021.55544.2114

جدول ۱. عوامل ایجاد اثر شلاقی در زنجیره تأمین.<sup>[۳]</sup>

عوامل	توضیحات
تأخیر	۱. مدت زمانی است که طول می‌کشد تا زنجیره به تقاضای مشتری پاسخ دهد. تقاضای مشتری نهایی به دو دلیل دچار تأخیر می‌شود. اولاً، به خاطر این که مدت زمانی طول می‌کشد تا اطلاعات به تأمین‌کننده برسد. ثانیاً، تأمین‌کننده نیاز به مقداری زمان دارد که ظرفیت‌ها و تحویل‌های خود را تنظیم کند.
پیش‌بینی تقاضا	۱. اگر پیش‌بینی تقاضای یک شرکت به جای تقاضای مشتری نهایی بر اساس سفارشات بخش بعدی انجام شود، این عامل باعث تقویت تغییرات تقاضا در زنجیره خواهد شد.
دسته سفارش	۱. شرکت‌ها معمولاً به خاطر کاهش هزینه‌های برپایی و هزینه‌های ثبت سفارش، سفارشات خود را جمع می‌کنند و به صورت دسته‌یی سفارش می‌دهند. این مسئله باعث می‌شود که تأمین‌کننده اطلاعات مشتری نهایی را دریافت نکند. در واقع تقاضای مشتری نهایی به نقاطی از زمان که تقاضا به سطح اندازه دسته برسد منتقل می‌شود. و از طرف دیگر دوره‌های بدون تقاضا نیز در این حاصل جمع وجود دارد.
نوسانات قیمت	۱. برخی مواقع شرکت‌ها به خاطر دلایل بازاریابی قیمت محصولات خود را تغییر می‌دهند. پیامد آن خرید بیشتر مشتریان در زمانی است که قیمت پایین‌تر است. این مسئله باعث تغییر در الگوی تقاضای مشتریان می‌شود.
رفتاری	۱. عدم استفاده صحیح از سیاست‌های موجودی مبنی بر ذخیره‌ی احتیاطی؛ ۲. درک نادرست یا عدم دریافت بازخوردها و زمان‌های تأخیرات ۳. رفتارهای شتاب‌زده سفارش‌دهی بعد از تأمین تقاضا ۴. سهمیه‌بندی‌ها به علت وجود کمبود برای بعضی اقلام.

منتشر شد، هنوز هم به‌عنوان کتاب مرجع پایه در این حوزه شناخته می‌شود.<sup>[۴]</sup> تعاریف زیادی برای سیستم وجود دارد که علت آن انواع مختلف دیدگاه‌ها و انواع سیستم‌های مورد مطالعه است؛ از جمله: «سیستم، مجموعه‌ی از اجزای مرتبط با هم است که در راستای دستیابی به مأموریت خاصی، نوع و نحوه‌ی ارتباط بین آن‌ها به وجود آمده باشد.» به عبارت دیگر، مشخصه‌ی مهم یک سیستم تعامل و ارتباط است و ویژگی‌های اصلی سیستم از تعامل اجزا به دست خواهد آمد و از رفتار مستقل اجزا حاصل نمی‌شود. جوهر اصلی تفکر سیستمی تغییر در نگرش است؛ نوعی آرایش مجدد تصویری که از پدیده‌ها داریم، یا تغییر از نگرش خطی به نگرش تکرارپذیر حلقوی است.<sup>[۵]</sup> طبق آنچه در مراجع آمده است، مدل‌سازی یک سیستم در رویکرد سیستم پویا، یک فرایند تکرار شونده است و طی این گام‌ها انجام می‌شود:

۱. مفهوم‌سازی، شامل تعیین هدف مدل‌سازی، تعریف مرز مدل، تعیین متغیرهای کلیدی، تشریح رفتار یا ترسیم نمودار متغیرهای کلیدی، ترسیم نمودار سازوکارهای پایه‌ی سیستم؛
۲. فرمول‌بندی، شامل تبدیل نمودارهای بازخور به معادلات نرخ و سطح، تخمین و انتخاب مقادیر پارامترها؛
۳. آزمون مدل: شامل شبیه‌سازی مدل و آزمون فرضیه‌ی پویا؛
۴. پیاده‌سازی، شامل آزمون پاسخ سیستم به سیاست‌های مختلف، ترجمه‌ی

تولید و پخش فرآورده‌های دارویی در ایران و به‌خصوص در استان یزد صورت گرفته است. این متغیرها عبارت‌اند از: واردات، کمبود آهن، عواملی که منجر به کمبود آهن می‌شوند، هزینه‌ی نگهداری موجودی، سفارش عقب افتاده‌ی تولیدکننده و زمان تولید تولیدکننده است. هدف اصلی در این پژوهش ارائه‌ی یک مدل پویایی‌شناسی سیستم برای تولید داروی دسفرال با در نظر گرفتن اثر شلاقی است.

علل عمده‌ی در شکل‌گیری اثر شلاقی در زنجیره‌ی تأمین وجود دارد که با بررسی ادبیات تحقیق در این زمینه می‌توان جدول ۱ را که نشان‌دهنده‌ی مهمترین دلایل اثر شلاقی است را تنظیم کرد.

در ادامه‌ی این تحقیق در بخش دوم به مرور مبانی نظری پژوهش و در بخش سوم مروری اجمالی بر ادبیات پژوهش حاضر صورت می‌گیرد. در بخش چهارم پس از انجام مدل‌سازی نسبت به تجزیه و تحلیل نتایج اقدام می‌شود و در بخش پنجم نتیجه‌گیری تحقیق ارائه می‌شود.

## ۲. مبانی نظری تحقیق

### ۲.۱. پویایی‌های سیستم

روش پویایی‌های سیستم در اواخر دهه‌ی ۱۹۵۰ توسط فارستر در مؤسسه‌ی فناوری ماساچوست ارائه شد. اولین کتاب وی که در سال ۱۹۶۱ و با نام «پویایی صنعتی»

## ۲.۳.۲. تغییر در سطح موجودی

تغییرات تقاضا به تغییر سطح موجودی در هر بخش زنجیره‌ی تأمین منجر می‌شود. اگر یک شرکت کمتر از نیاز بخش بعدی کالا بیاورد، سطح موجودی کاهش می‌یابد. در مقابل اگر شرکت بیشتر از نیاز بخش بعدی کالا بیاورد سطح موجودی افزایش می‌یابد. سطح موجودی بالا باعث ایجاد هزینه‌های سرمایه به کار گرفته می‌شود. در حالی که سطح موجودی پایین قابلیت اطمینان در تحویل را با ریسک مواجه می‌کند.

## ۳.۳.۲. ذخیره‌ی بالای سطح احتیاطی

ذخیره‌ی احتیاطی به منظور تضمین این که خدمات در یک سطح کافی در مقابل تغییرات تقاضا ارائه خواهد شد، لازم است. هرچه اثر شلاقی در زنجیره‌ی تأمین قوی‌تر باشد، ذخیره‌ی احتیاطی بیشتری مورد نیاز است. بنابراین، یک موضوع مهم در زنجیره‌ی تأمین غلبه بر اثر شلاقی است. به همین منظور تشخیص دلایلی که باعث تقویت تغییرات تقاضا می‌شود، لازم است. در زیر بعضی از دلایلی که به اثر شلاقی منجر می‌شود آورده شده‌اند.

## ۴.۳.۲. تأخیر

مدت زمانی است که طول می‌کشد تا زنجیره به تقاضای مشتری پاسخ دهد. تقاضای مشتری نهایی به دو دلیل دچار تأخیر می‌شود. اولاً، به خاطر این که مدت زمانی طول می‌کشد تا اطلاعات به تأمین‌کننده برسد. ثانیاً، تأمین‌کننده نیاز به مقداری زمان دارد که ظرفیت‌ها و تحویل‌های خود را تنظیم کند.

## ۵.۳.۲. پیش‌بینی تقاضا

اگر پیش‌بینی تقاضای یک شرکت به جای تقاضای مشتری نهایی براساس سفارشات بخش بعدی انجام شود، این عامل باعث تقویت تغییرات تقاضا در زنجیره خواهد شد.

## ۶.۳.۲. دسته سفارش

شرکت‌ها معمولاً به خاطر کاهش هزینه‌های برپایی و هزینه‌های ثبت سفارش، سفارشات خود را جمع می‌کنند و به صورت دسته‌ی سفارش می‌دهند. این مسئله باعث می‌شود که تأمین‌کننده اطلاعات مشتری نهایی را دریافت نکند. در واقع تقاضای مشتری نهایی به نقاطی از زمان که تقاضا به سطح اندازه دسته برسد منتقل می‌شود و از طرف دیگر پرونده‌های بدون تقاضا نیز در این حاصل جمع وجود دارد.

## ۷.۳.۲. نوسانات قیمت

برخی مواقع شرکت‌ها به خاطر دلایل بازاریابی قیمت محصولات خود را تغییر می‌دهند. پیامد آن خرید بیشتر مشتریان در زمانی است که قیمت پایین‌تر است. این مسئله باعث تغییر در الگوی تقاضای مشتریان می‌شود.

## ۴.۲. روش‌های مقابله با اثر شلاقی

از آن‌جا که پدیده‌ی اثر شلاقی آثار نامطلوبی بر کارایی زنجیره‌ی تأمین دارد، مورد توجه بسیاری از تحقیقات آکادمیک قرار گرفته است. محققان از تکنیک‌های شبیه‌سازی برای ارزیابی اثر استراتژی‌های مختلف برای کاهش تورم تقاضا استفاده کرده‌اند. راه‌های متعددی برای کاهش تورم تقاضا در جهت کاهش کل هزینه‌های زنجیره ارائه شده است<sup>[۱۰][۱۱]</sup> که می‌توان آن‌ها را چنین خلاصه کرد:

۱. عرضه‌کننده‌ها باید اطلاعات خود را در زمینه‌ی موجودی‌ها و ظرفیت‌ها با مشتریان خود به اشتراک بگذارند؛
۲. پرهیز از به هنگام کردن پیش‌بینی‌ها با اطلاعات مختلف، باید سیاست‌هایی را به کار گرفت که تا اطلاعات اعضا پایین دستی در اختیار اعضای بالادستی قرار

بیش‌های حاصل از مطالعه به شکل قابل استفاده<sup>[۷]</sup> برخی صاحب‌نظران، مفاهیم پویایی‌شناسی سیستم را مبنا و پایه هر نوع تفکر سیستمی می‌دانند. فرض محوری پویایی‌شناسی سیستم این است که می‌توان جهان را به صورت سیستم‌های متصلی که مرزهای آن‌ها، حداقل در بخش‌هایی و بسته به دیدگاه ناظر یا تحلیل‌گر، به هم وابسته است در نظر گرفت. درک مفاهیم ساده اما زیربنایی پویایی‌شناسی سیستم برای استفاده از این رویکرد، بسیار حائز اهمیت است (سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور، ۱۳۸۳).

## ۲.۲. تحریم

در این نوشتار هرکجا نامی از تحریم برده می‌شود، منظور تحریم اقتصادی است که عموماً آن را بر دو نوع می‌دانند و آن را در دو زمینه اعمال می‌کنند: اول تحریم تجاری که در آن صادرات و واردات به کشور هدف، محدود یا قطع می‌شود و دوم اعمال محدودیت‌ها، تضيیقات یا قطع مناسبات مالی؛ از سوی دیگر نیز بسته به منشاء تحریم آن را به سه نوع تقسیم می‌کنند:

۱. تحریم‌های یک‌جانبه؛

۲. تحریم از سوی چند کشور؛

۳. تحریم توسط شورای امنیت سازمان ملل متحد.<sup>[۸]</sup>

استفاده از تحریم‌های اقتصادی به منظور اجرای مقاصد سیاسی روش جدیدی نیست. تحریم اقتصادی اقدام برنامه‌ریزی شده یک یا چند دولت از طریق محدود کردن مناسبات اقتصادی برای اعمال فشار بر کشور هدف با مقاصد مختلف سیاسی است و اغلب به عنوان جایگزین جنگ و اعمال قوه‌ی قهریه تلقی می‌شود. در طول تاریخ دولت‌ها به دلایل مختلف به تحریم‌های اقتصادی متوسل شده‌اند و هدف تنبیه، بازدارندگی یا تغییر رفتار را دنبال کرده‌اند. این گونه استدلال می‌شود که هدف جنگ اقتصادی وارد کردن خسارت به دشمن تا حد امکان است.<sup>[۹]</sup>

## ۳.۲. اثر شلاقی

تقویت تغییرپذیری تقاضا از پایین زنجیره به سمت بالای زنجیره را «اثر شلاقی» می‌نامند. دلیل اصلی این طرز اسم‌گذاری این است که تقویت تغییرپذیری در تقاضا غیرخطی است. یعنی تغییری کوچک در تقاضای مشتری نهایی به صورت چندبرابر خود را در تقاضای کارخانه نشان می‌دهد. درست مانند یک شلاق که اگر نوسان کمی در سر آن ایجاد کنید در انتهای شلاق این نوسان بسیار بیش از نیروی اولیه تشدید می‌شود. به طور کلی هرچه کمپانی از نظر زمان تحویل از مشتری نهایی دورتر باشد، تغییرات تقاضا بزرگتر خواهد بود. این تأثیر موجب ناکارآمدی در زنجیره‌ی تأمین می‌شود چرا که باعث افزایش هزینه‌ی تأمین مواد و پایین آوردن توان رقابتی خواهد شد. اثر شلاقی از سه جنبه روی زنجیره‌ی تأمین تأثیر منفی می‌گذارد.

## ۱.۳.۲. ظرفیت‌ها

یک تغییر در تقاضا باعث تغییر در استفاده از ظرفیت‌ها می‌شود. در این حالت شرکت بر سر دو راهی قرار می‌گیرد: اگر ظرفیت خود را بر اساس میانگین تقاضا تنظیم کند، در نقاطی که تقاضا به اوج خود می‌رسد دچار مشکل می‌شود. اما اگر ظرفیت‌های خود را بر اساس بیشینه تقاضا تنظیم کند به ظرفیت اضافی و استفاده نشده منجر خواهد شد.

بگیرد و هر دو بخش بتوانند پیش‌بینی‌های خود را با یک سری اطلاعات یکسان انجام دهند؛

۳. سخت‌تر کردن سیاست‌های برگشت‌پذیری و لغو تقاضاها؛

۴. حذف هرچه بیشتر تمام تأخیرات زمانی چه در جریان کالا و چه در جریان اطلاعات در زنجیره تأمین؛

۵. تبادل اطلاعات مربوط به تقاضای بازار با قسمت‌هایی که در بالادستی زنجیره تأمین قرار دارند؛

۶. حذف یک یا چند مرحله‌ی میانی در زنجیره عرضه و برنامه‌هایی که باعث می‌شود تا به صورت مستقیم با مشتری ارتباط برقرار شود. این سیاست باعث می‌شود تا به راحتی به الگوی صحیح سفارش مشتریان دست پیدا کرد؛

۷. استفاده از تکنیک‌های مبادله‌ی الکترونیک اطلاعات، مدیریت موجودی به‌وسیله‌ی فروشندگان و برنامه‌های پیوسته‌ی جایگزینی.

## ۲.۵. تالاسمی

امروزه بیماری‌های مزمن علت عمده‌ی مسائل بهداشتی در کشورهای توسعه یافته است. بیماری‌های مزمن در همه گروه‌های سنی، طبقات اجتماعی - اقتصادی و فرهنگ‌های مختلف بروز می‌کند. یکی از این بیماری‌های مزمن که سلامت کودکان را تهدید می‌کند بیماری بتا تالاسمی ماژور است. سازمان جهانی بهداشت تالاسمی را به عنوان شایع‌ترین اختلال مزمن ژنتیکی در جهان شناخته که سالانه بر زندگی حدود صد هزار کودک تأثیر می‌گذارد. کشور ایران نیز دارای تعداد زیادی موارد ابتلاست که فراوانی آن در مناطق جغرافیایی مختلف متغیر است. طبق آمار سازمان جهانی بهداشت، حدود ۴ درصد از مردم، ناقل ژن تالاسمی هستند و بیش از ۱۸ هزار مورد تالاسمی در سراسر کشور در استان‌های مختلف پراکنده شده‌اند. بیماران تالاسمی به طور کلی با علائم و نشانه‌های یک آنمی مزمن و شدید، عدم رشد مناسب، بزرگی طحال و کبد، اختلالات استخوانی به ویژه تغییرات قابل مشاهده در استخوان‌های سر و صورت همراه با تغییر قیافه مشخص می‌شوند.

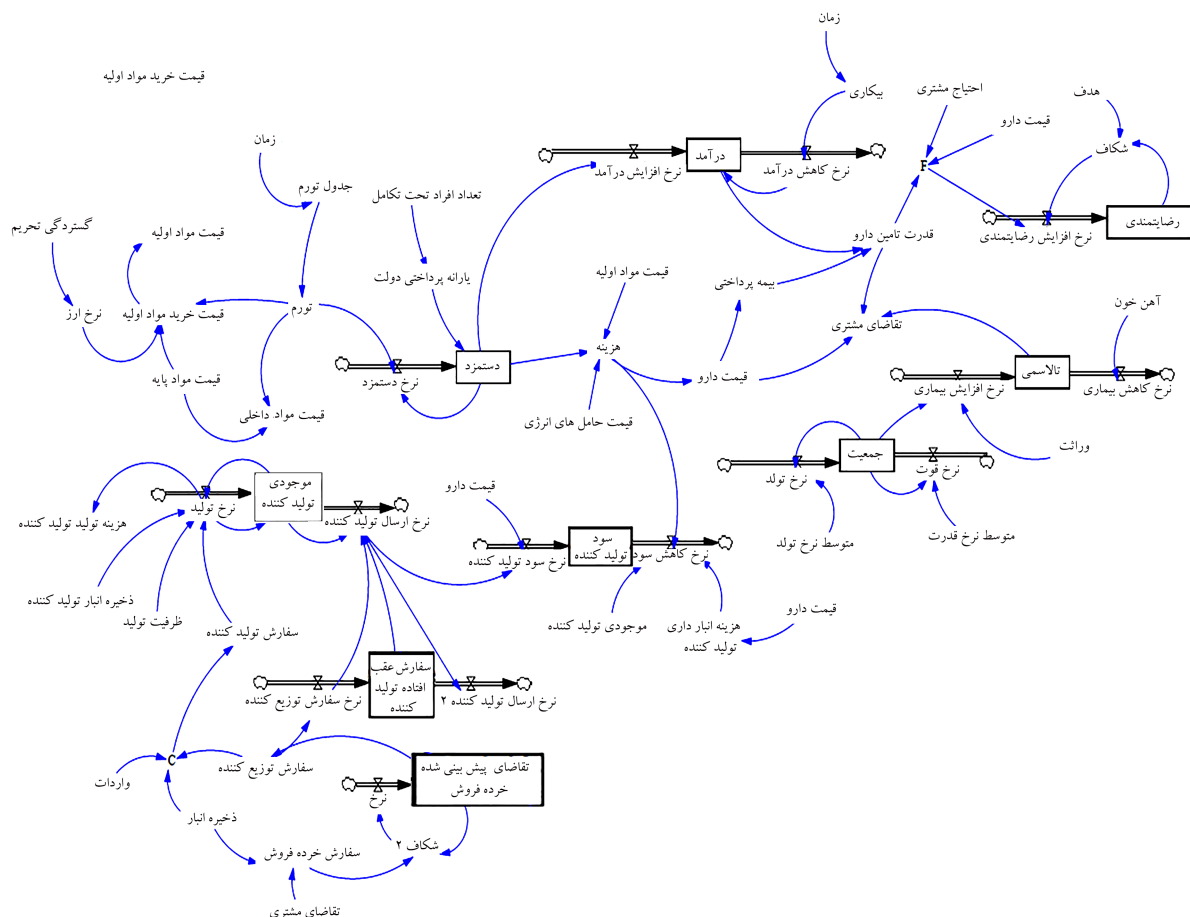
## ۲.۶. زنجیره‌ی تأمین

زنجیره‌ی تأمین شامل همه‌ی مراحل است که مستقیم یا غیرمستقیم خواسته‌های مشتری را برآورده می‌سازد. زنجیره‌ی تأمین تمامی موارد مرتبط با شبکه‌ی تدارکات را در برمی‌گیرد که شامل تأمین‌کنندگان، مراکز تولیدی، انبارها، مراکز توزیع و بازار خرده‌فروشان، مواد خام، موجودی‌های در حال ساخت و محصولات نهایی جاری بین آنها می‌شود.<sup>[۱۲]</sup> در ادبیات موضوع تعاریف مختلفی از زنجیره‌ی تأمین بیان شده است. از روش میانگین واریانس برای توسعه و مقایسه‌ی بین دو مدل بهینه‌سازی زنجیره‌ی تأمین توسط تولیدکننده با یا بدون سرمایه‌گذاری فناوری استفاده شده است؛ در این تعریف، یک مدل زنجیره‌ی تأمین متمرکز با سرمایه‌گذاری در نظر گرفته شده و با مدل غیر متمرکز مربوطه مقایسه شده است.<sup>[۱۳]</sup> به طور کلی زنجیره تأمین در بردارنده تمام مراحل است که مستقیم یا غیرمستقیم در برآورده کردن خواست مشتری فعالیت می‌کنند و فقط شامل سازنده و تأمین‌کنندگان نمی‌شود بلکه حمل و نقل‌ها، انبارها، خرده‌فروش‌ها و خود مشتریان را شامل می‌شود.<sup>[۱۴]</sup>

## ۳. مرور ادبیات

صنعت دارو به عنوان یکی از صنایع مهم کشور که با جان و سلامت انسان‌ها سروکار دارد، همواره متأثر از تحولات اقتصادی بوده است.<sup>[۱]</sup> آگاهی از عوامل به وجود آورنده اثر شلاقی به سازمان‌ها و زنجیره‌ی تأمین کمک می‌کند تا با اتخاذ سناریوها و سیاست‌های مناسب، از شدت وقوع و اثرات مخرب آن بکاهند.<sup>[۱۴]</sup> کومار و باماکا در تحقیق خود به مدل‌سازی پویای یک زنجیره‌ی تأمین در صنایع خودروسازی دوستان محیط زیست در ژاپن پرداختند.<sup>[۱۵]</sup> در تحقیق دیگری موضوعات کلیدی مدیریت زنجیره‌ی تأمین استراتژیک که یکی از آن‌ها برنامه‌ریزی بلندمدت است، تحلیل شده و خط‌مشی برنامه‌ریزی ظرفیت برای مدیریت زنجیره‌ی غذایی با جریان‌های ناپایدار موعد پرداخت و با پارامترهای محدودیت‌های بازار بررسی شده است.<sup>[۱۶]</sup> در یک تحقیق به منظور شناخت بهتر متغیرهای تأثیرگذار عملکرد زنجیره‌ی تأمین و درک پویایی‌های موجود با استفاده از رویکرد مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستم و ترسیم نمودارهای علی و حلقوی، مدل مفهومی مدیریت زنجیره‌ی تأمین الکترونیکی طراحی شده است.<sup>[۱۷]</sup> تحقیق و توسعه‌هایی که در زمینه‌ی پویاشناسی سیستم در زنجیره‌ی تأمین انجام شده دارای جنبه‌ی بنیادی یا جنبه‌ی اجرایی هستند. در جنبه‌ی بنیادی، هدف از انجام آن رسیدن به یک نظریه و به عبارتی تئورپردازی در حوزه‌ی زنجیره‌ی تأمین است و در جنبه‌ی اجرایی و عملی، رویکرد مدل‌سازی پویایی‌شناسی سیستم به منظور حل یکی از مسائل در زنجیره‌ی تأمین انتخاب شده است. به منظور تحقق نتایج تحقیق در عمل بهبود در رویکرد مدل‌سازی حاصل می‌شود.<sup>[۱۸]</sup> در تحقیقات داخلی، بیشترین روشی که برای مدل‌سازی زنجیره‌ی تأمین استفاده شده است، روش‌های تحقیق در عملیات است.<sup>[۱۹]</sup> به غیر از مدل‌سازی کل زنجیره‌ی تأمین، حل مسائل خاص از زنجیره نیز مورد توجه برخی از محققان قرار گرفته است، برای مثال طول روابط تأمین‌کننده - خریدار و تأثیر فناوری اطلاعات بر آن، کاهش اثر شلاقی در خدمات پزشکی و سلامت، ساخت یک مدل ارزیابی عملکرد زنجیره‌ی تأمین برای داروخانه‌ها<sup>[۲۰]</sup> و مدل‌سازی تقاضا در زنجیره‌ی تأمین با استفاده از تخمین‌های فازی از جمله آخرین تحقیقات در این حوزه هستند.<sup>[۲۱]</sup> در ادبیات تحریم، تحریم را نوعی جرمه دانسته‌اند که با هدف واداشتن تحریم شونده به اطاعت از قانون صورت می‌گیرد. همچنین در مقاله‌یی به بررسی تأثیر تحریم‌های بین‌المللی به بهره‌وری انرژی پرداخته شد که در نتیجه مشخص شد که اعمال تحریم یک‌جانبه منجر به کاهش ۰/۰۶۷٪ در بهره‌وری انرژی می‌شود.<sup>[۲۲]</sup>

در مطالعه‌ی ادبیات اثر شلاقی در مقاله‌یی به بررسی زنجیره‌ی تأمین تک‌کالایی دو محصول با تقاضای نهایی بر اساس یک فرایند شناخته شده اما با پارامترهای ناشناخته توزیع شده پرداخته شده است که نتایج نشان می‌دهد اثر شلاقی تحت تأثیر پارامترهای ناشناخته قرار گرفته و تحت تأثیر فراوانی است.<sup>[۲۳]</sup> همچنین تأثیر تبادل اطلاعات میان سطوح زنجیره‌ی تأمین با توجه به اثر شلاقی آن بررسی شده است.<sup>[۲۴]</sup> در تحلیل محققان، یکی از ریشه‌های ساختاری اثر شلاق چرمی در زنجیره‌های تأمین، استفاده‌ی ناهماهنگ سطوح مختلف زنجیره از روش‌های پیش‌بینی عنوان شده است.<sup>[۲۵]</sup> همچنین چهار عامل اساسی ایجاد اثر شلاق چرمی: پیش‌بینی تقاضا، سفارش دسته‌یی، نوسان‌های قیمت، سهمیه‌بندی و کمبود معرفی شده است.<sup>[۲۶]</sup> به‌روزرسانی پیش‌بینی تقاضا، سفارش دسته‌یی، تأخیرهای مواد اولیه، تأخیر اطلاعات، تأخیرهای خرید و تعداد سطوح زنجیره نیز، از عوامل مؤثر بر اثر شلاق چرمی معرفی شده است.<sup>[۲۷]</sup> در ایران نیز مطالعات گسترده‌یی در زمینه‌ی مدیریت زنجیره‌ی تأمین و همچنین بررسی اثر شلاق چرمی صورت گرفته است؛ به عنوان نمونه‌های مرتبط با این مطالعات می‌توان به تحلیل نقش عوامل مالی در اثر شلاقی در زنجیره‌ی



شکل ۱. نمودار جریان داروی دسفال.

پیش‌بینی فروش خود را بر اساس همین موضوع انجام می‌دهد که معمولاً با خطا نسبت به مقدار واقعی سفارش مشتری نهایی همراه بود. وقتی سفارشات مشتری دارای نوساناتی باشد، این موضوع شدیدتر نیز خواهد شد. مطالب بیان شده بین همه سطوح متوالی، همچون تولیدکننده و توزیع‌کننده، تأمین‌کننده و تولیدکننده نیز صدق می‌کند. هر عضو زنجیره می‌داند برای بیشینه‌سازی سود خود باید سفارشات عقب‌افتاده‌ی خود و همچنین میزان هزینه‌ی را که برای نگهداری موجودی می‌پردازد کمیته‌کند. درآمدزایی هر عضو زنجیره نیز از طریق فروش محصولات به سطوح بعدی خواهد بود.

#### ۱.۴. نمودار مرز مدل

نمودار مرز مدل، دامنه‌ی مدل را با فهرست کردن متغیرهایی کلیدی همچون درون‌زا، برون‌زا و متغیرهایی که در نظر گرفته نمی‌شوند، خلاصه می‌کند. «عوامل درون‌زا» متغیرهایی هستند که مقادیرشان ناشی از سیستم است؛ در حالی که مقادیر عوامل برون‌زا به طور مستقل از متغیرهای درونی و سازوکار داخلی در مدل ناشی می‌شود. این عوامل برای داروی دسفال از طریق مشاهده و مصاحبه با صاحب‌نظران حوزه‌ی دارو و سازمان بیماری‌های خاص در استان یزد گردآوری شد و در جدول ۲ قرار گرفت. با توجه به نمودار مرز مدل در جدول ۲، مدل علی - حلقوی ساخته شده است؛ سپس بر اساس آن نمودار جریان دارو به صورت شکل ۱ حاصل شده است.

#### ۴. مدل‌سازی و اجرای مدل

در یک زنجیره تأمین چهارسطحی، وقتی سفارش از مشتری می‌رسد، خرده فروش با توجه به پیش‌بینی فروش خود اقدام به سفارش‌دهی می‌کند. خرده‌فروش می‌داند اگر نتواند سفارش مشتری را پاسخ دهد و دچار کمبود شود برای وی ضرر به همراه خواهد داشت. همچنین با توجه به نرخ ارسال توزیع‌کننده، او می‌تواند قابلیت پاسخگویی خود را بالا ببرد. نرخ ارسال خرده فروش برای توزیع‌کننده متأثر از میزان تقاضای خرده‌فروش است که توزیع‌کننده این پیش‌بینی فروش را با توجه به خریدهای دوره‌های زمانی قبلی خرده‌فروش و سفارش‌های اخیر وی انجام خواهد داد. سفارش‌های ارسال شده از طریق توزیع‌کننده به خرده‌فروش ابتدا به صورت سفارشات در راه در می‌آید. به طور کلی هر سفارش از زمان ارسال آن از طریق توزیع‌کننده و رسیدن آن به دست خرده‌فروش و انبارکردن آن در انبار خرده‌فروشی، زمانی را باید بگذرانند. هر عضو زنجیره تنها سفارش سطح قبلی خود را می‌بیند و

جدول ۲. نمودار مرز مدل داروی دسفرال.

درون‌زا	برون‌زا	خارج از مدل
مواد	نرخ ارز	قاچاق دارو
حامل‌های انرژی	تورم	تأخیر در دریافت دارو
حمل و نقل	مصرف دارو	نرخ ورود دارو به انبار
قیمت دارو	زمان تولید تولیدکننده	سود خرده فروش
سود تولیدکننده	تأخیر در دریافت سفارش سطوح زنجیره	سود توزیع‌کننده
دستمزد	کمیود آهن	سود تأمین‌کننده
رضایت مشتری		سفارش عقب افتاده‌ی خرده فروش
موجودی تولیدکننده		

جدول ۳. متغیرهای نرخ.

مقدار	فرمول	نام متغیر
	Max (MIN)	
	(سفارش تولیدکننده - موجودی تولیدکننده، ذخیره‌ی انبار تولیدکننده)، ظرفیت تولید	نرخ تولید
	جمعیت * وراثت * ۰/۱	نرخ افزایش بیماری
	(شکاف * MAX)	نرخ افزایش رضایت
۲۵	MIN (سفارش عقب افتاده تولیدکننده + نرخ سفارش توزیع‌کننده، موجودی تولیدکننده)	نرخ ارسال تولیدکننده

جدول ۴. متغیرهای حالت.

مقدار	فرمول	نام متغیر
	قدرت تأمین دارو / (قیمت دارو * احتیاج مشتری) * $(LN(0/1))$	$f$
	قیمت مواد اولیه + قیمت حامل‌های انرژی + ۰/۱۱ * دستمزد (۰/۳)	هزینه
	(۱- واردات) * سفارش توزیع‌کننده + ذخیره‌ی انبار	$c$
	هدف - رضایت‌مندی	شکاف
	$DELAY(1(C, 0/5))$	سفارش تولیدکننده

جدول ۵. متغیرهای واسطه.

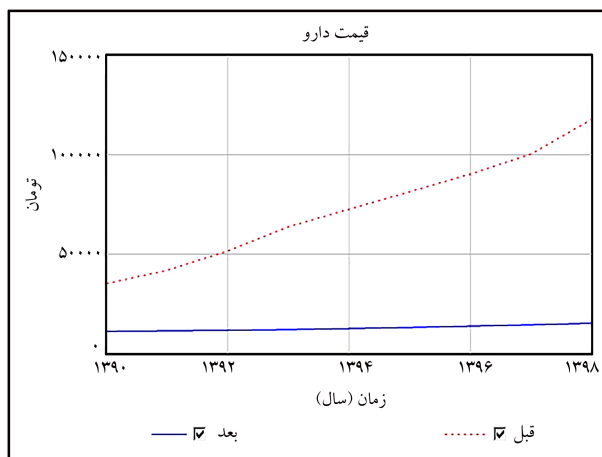
مقدار	فرمول	نام متغیر
۴۰	(نرخ تولید - نرخ ارسال تولیدکننده)	موجودی تولیدکننده
۰	نرخ سفارش توزیع‌کننده - نرخ ارسال تولیدکننده ۲	سفارش عقب افتاده تولیدکننده
$1e + 07$	(نرخ سود تولیدکننده - نرخ کاهش سود) / ۱۲	سود تولیدکننده
$1e + 06$	(نرخ افزایش درآمد - نرخ کاهش درآمد)	درآمد

همچنین در جداول ۳ تا ۵ به ترتیب فرمول برخی از متغیرهای نرخ، حالت و واسطه که در مدل به کار رفته ذکر شده است. ساختار، آزمون سازگاری واحدها، ارزیابی پارامترها، آزمون شرایط حدی، آزمون خطای یکپارچه‌سازی، آزمون بازتولید رفتار، آزمون رفتار غیرمتعارف، آزمون رفتار غافل‌گیرکننده، آزمون عضو خانواده، آزمون تحلیل حساسیت و آزمون بهبود سیستم است.

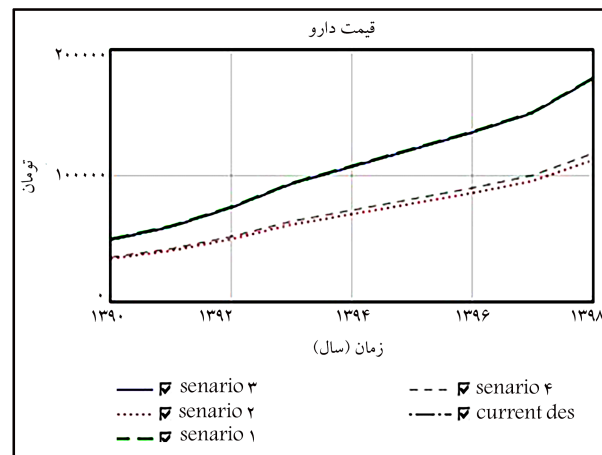
هدف اصلی در رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها، پیش‌بینی روندها و کشف متغیرهای حساس و در صورت امکان انتخاب برترین سیاست است. مدل مذکور، توسط نرم‌افزار ونسیم برای بازه زمانی ۸ سال (۹۰ تا ۹۸) و با گام زمانی ۱ شبیه‌سازی شده است.

## ۲.۴. بررسی نمودار جریان داروی دسفرال

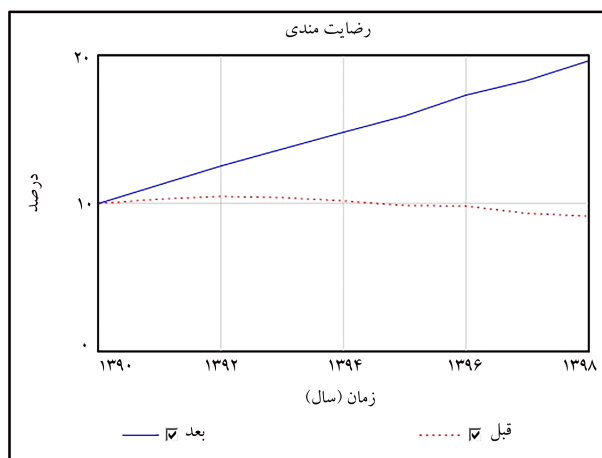
در این قسمت ابتدا مدل زنجیره‌ی تأمین داروی دسفرال شبیه‌سازی می‌شود سپس برای اعتبار سنجی مدل از آزمون‌های اعتبار سنجی رایج در پویایی‌شناسی سیستم‌ها استفاده شده است. آزمون‌های اعتبار سنجی شامل آزمون کفایت مرز، آزمون ارزیابی



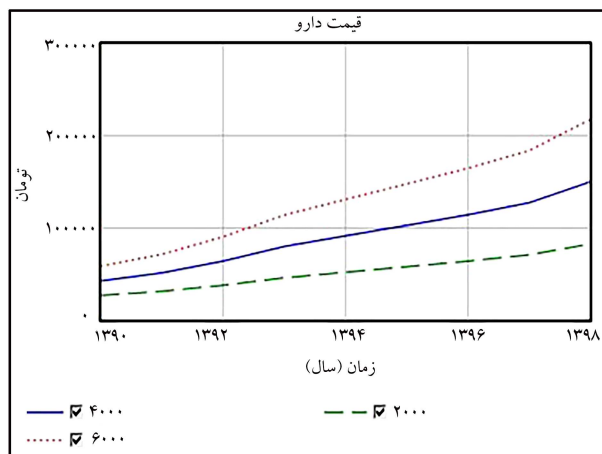
شکل ۳. نمودار قیمت دارو.



شکل ۲. نمودار رضایت‌مندی مردم، قیمت، سود در مدل پایه.



شکل ۴. نمودار رضایت‌مندی مردم.



شکل ۵. نمودار قیمت دارو با تغییرات نرخ ارز.

می‌شود. برای این منظور مقادیر ۲۰۰۰ تومان و ۶۰۰۰ تومان را برای نرخ ارز در نظر گرفته و نتایج حاصل از این تغییرات به تفکیک در شکل ۵ و ۶ قابل مشاهده است. با توجه به شکل ۵ با کاهش قیمت ارز قیمت دارو کاهش می‌یابد که نشان دهنده صحت مدل است. با توجه به شکل ۶ با کاهش نرخ ارزش‌شاخص رضایت‌مندی صعودی می‌شود که بیان‌گر درستی این مدل است.

#### ۱.۲.۴. شبیه‌سازی و تجزیه تحلیل نتایج

در مدل پایه فرض شده است که دولت ۷۰ درصد هزینه دارو را پرداخته و نیز متوسط قیمت حامل‌های انرژی و دلار ثابت و به ترتیب برابر ۱۰۰۰ و ۴۸۰۰ تومان باشد. همچنین با توجه به اطلاعات سال‌های گذشته تقاضای دارو به طور سالیانه برابر با ۱۲۹۱۳۶۹ در نظر گرفته شده است. حال با توجه به روابط بین اجزای سیستم، که در قالب معادلات مفروض، در مدل‌سازی لحاظ شده‌اند، سطح رضایت مردم از بیمه خدمات درمانی پرداخت شده، قیمت دارو و سود تولیدکننده محاسبه می‌شود. رفتار متغیرها در نمودارهای شکل ۲ نشان داده شده است. برای محاسبات و مدل‌سازی مسئله از نرم‌افزار ونسیم استفاده شده و مدل برای سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸ (سال‌های قبل و بعد از اجرای طرح برجام و تحریم‌ها) شبیه‌سازی شده است. با توجه به شکل ۲، رضایت‌مندی مردم از وضعیت دارو در تمام دوره در حال کاهش است و قیمت دارو با شیب بالایی در حال افزایش است. در ادامه باید سیاست‌هایی مطرح شود تا وضعیت دارویی کشور بهبود یابد. اما برای اطمینان از درستی نمودار باید داده‌ها اعتبارسنجی شوند.

#### ۳.۴. اعتبارسنجی مدل

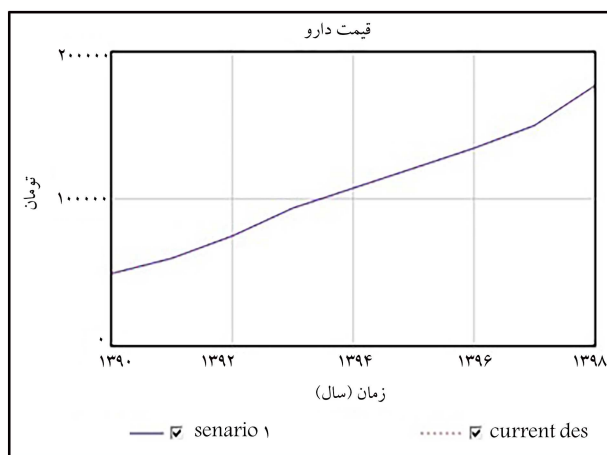
از بین موارد گفته شده در بخش پیشین، سه آزمون «شرایط حدی»، «تحلیل حساسیت» و «آزمون ارزیابی ساختار» برای اعتبارسنجی مدل مورد مطالعه انتخاب شده است. سپس نتایج شبیه‌سازی نیز تحلیل شده و در نهایت سیاست‌هایی برای بهبود وضعیت موجود پیشنهاد شده است.

#### ۱.۳.۴. آزمون شرایط حدی

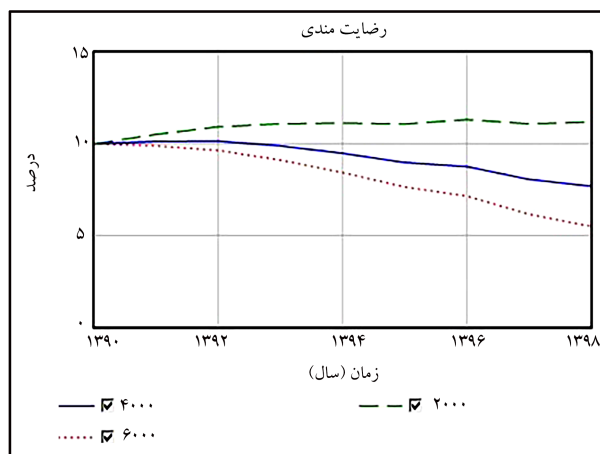
این آزمون برای متغیر قیمت دارو بررسی شده است؛ بدین ترتیب که مقدار قیمت دارو را به کمترین کاهش داده لذا رضایت‌مندی مردم باید بیشینه شود. در نمودار شکل ۳ با کاهش قیمت مواد اولیه، قیمت تولید و هزینه‌های شرکت‌های تولیدی کاهش یافت و با وجود تحریم‌های بین‌المللی قیمت دارو تا حد ممکن کاهش یافت. که این اتفاق باعث افزایش رضایت مصرف‌کنندگان شد (شکل ۴). چنان‌که در شکل ۴ مشخص است با کاهش قیمت دارو، رضایت‌مندی مردم با شیب بالایی صعودی است که این امر نمایان‌گر درست بودن مدل است.

#### ۲.۳.۴. آزمون تحلیل حساسیت رفتار

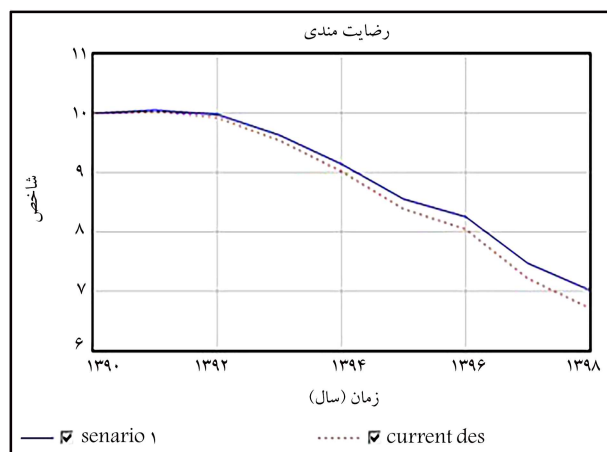
در مدل پایه مقدار نرخ ارز در طول ۸ سال ثابت و برابر ۴۰۰۰ تومان فرض شده است. حال در این بخش حساسیت مدل نسبت به مقدار متغیر نرخ ارز بررسی



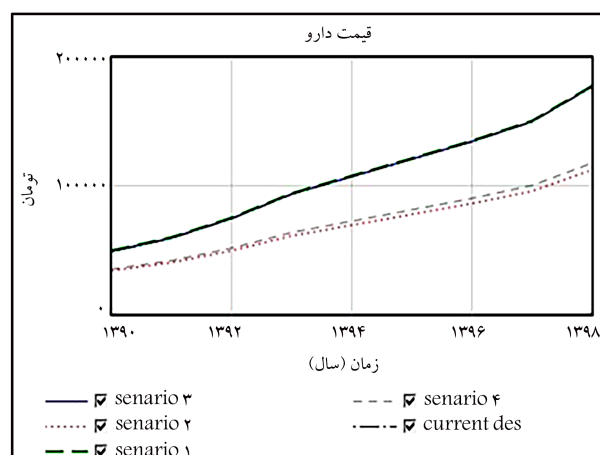
شکل ۸. قیمت دارو قبل و بعد از اجرای سیاست اول.



شکل ۶. نمودار تأثیر نوسانات ارزی به رضایت مندی مردم.



شکل ۹. رضایت مندی مردم قبل و بعد از اجرای سیاست اول.



شکل ۷. موجودی تولیدکننده.

۲. سیاست خودکفایی در تأمین مواد اولیه داروها و جلوگیری از واردات محصول نهایی؛

۳. سیاست کاهش اثر شلاقی در زنجیره؛

۴. کاهش قیمت مواد اولیه داخلی؛

هرکدام از موارد فوق در قسمت اجرای سیاست‌ها به طور کامل شرح داده می‌شود.

#### ۱.۴.۴. سیاست بهبود اول

برای اجرای این سیاست فرض شده، یارانه پرداختی به قشر مرفه جامعه که نیاز چندانی به این پول ندارند به بودجه‌ی بیمه‌ی خدمات درمانی اختصاص می‌یابد و دولت به جای پرداخت ۷۰٪ قیمت دارو، ۹۰٪ قیمت دارو را پرداخت کند. اجرای این سیاست بر تعداد زیادی از متغیرهای مدل تأثیر خواهد داشت که به دلیل اهمیت زیاد شاخص‌های رضایت مردم، قیمت دارو و سود تولیدکننده، به مطالعه‌ی تأثیر اجرای سیاست پیشنهادی بر این شاخص‌ها پرداخته می‌شود.

همان‌طور که در شکل ۸ مشاهده می‌شود قیمت دارو قبل و بعد از اجرای سیاست اول تغییری نداشته و به صورت صعودی است. دلیل این اتفاق هم عدم تغییر قیمت و هزینه‌های تولیدکنندگان است.

چنان که در شکل ۹ مشاهده می‌شود، در این سیاست رضایت مردم نسبت به حالت پایه بهبود نسبی داشته ولی همچنان منحنی رضایت مندی مردم نزولی است. دلیل این موضوع هم اندک بودن میزان پرداختی دولت در برابر تورم و هزینه‌های

#### ۳.۳.۴. آزمون ارزیابی ساختار

هدف از این آزمون بررسی میزان سازگاری مدل با اطلاعات و دانش در دسترس درباره‌ی سیستم حقیقی مورد مطالعه است. به عبارتی نقض قانون بقای ماده و انرژی، یا منفی شدن متغیرهای حالت (مانند جمعیت و موجودی مواد) از موارد مهم ناسازگاری‌اند. برای اجرای این آزمون از نمودار جریان متغیر حالت موجودی تولیدکننده استفاده می‌شود.

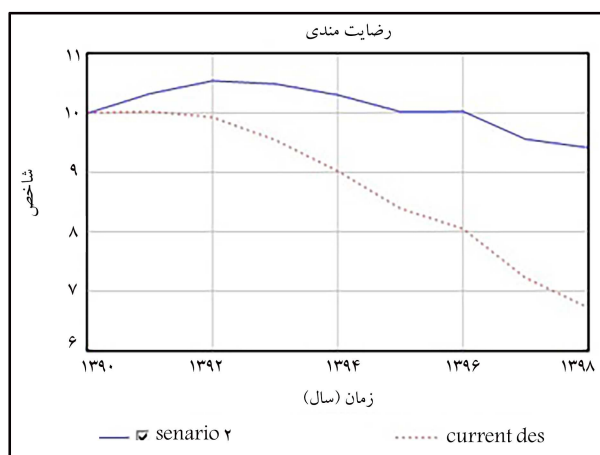
چنان که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، متغیر سطح موجودی تولیدکننده با دنیای واقع ناسازگاری ندارد. دلیل افت شدید موجودی در سال ۹۶ تحریم‌های مجدد بود که در آن سال کشور با بحران دارو مواجه شد و در نهایت وزیر بهداشت وقت استیضاح شد. پس از آن که اعتبار مدل سنجیده شد، به طراحی و اعمال سیاست‌های بهبود پرداخته می‌شود.

#### ۴.۴. طراحی سیاست بهبود

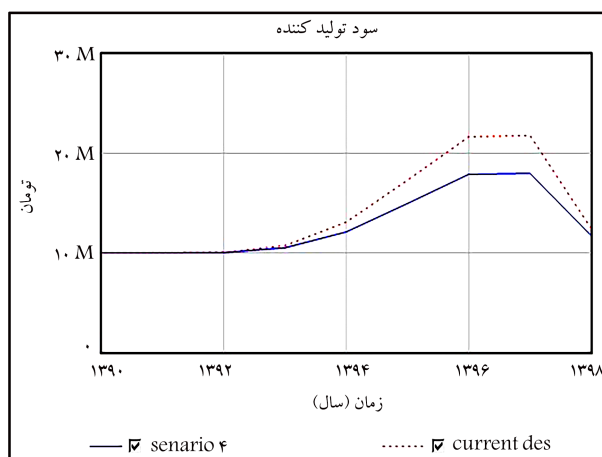
برای رفع مشکل ذکر شده (کاهش رضایت مردم) در اجرای طرح تشدید تحریم‌ها، شش سیاست بهبود پیشنهاد خواهد شد:

۱. سیاست افزایش درصد فرانشیز بیمه‌ی خدمات درمانی از سوی دولت (سیاستی که توسط دولت در حال اجرا است)؛





شکل ۱۱. رضایت مندی مردم قبل و بعد از اجرای سیاست دوم.

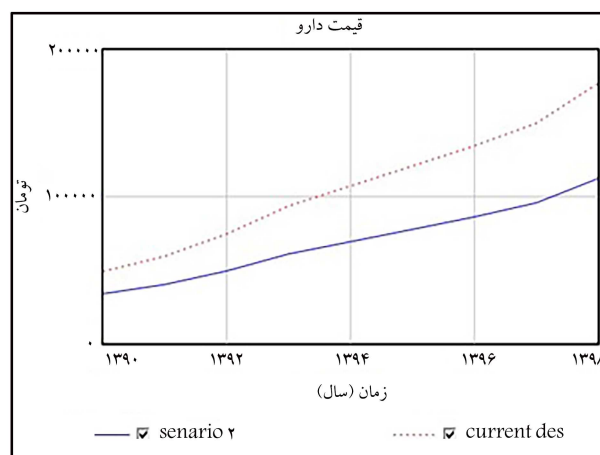


شکل ۱۲. سود تولیدکننده قبل و بعد از اجرای سیاست دوم.

#### ۳.۴.۴. سیاست بهبود سوم

سیاست مد نظر این است که پیش‌بینی تقاضا به خرده فروش سپرده شود و بعد از پیش‌بینی فروش، سفارش خرده فروش به سطوح بالاتر منتقل شود. در این سیاست که برای کاهش سفارش عقب افتاده و افزایش سود تولید کنندگان ارائه شده است، جریان کالا در زنجیره‌ی تأمین بر اساس پیش‌بینی تقاضای مشتری نیست، بلکه بر اساس تقاضای مشتری است. به همین دلیل باید سیستم اطلاعاتی بسیار قوی وجود داشته باشد که داده‌های مربوط به تقاضای واقعی را بلافاصله از نقطه فروش به ابتدای زنجیره منتقل کند. پس از این که این داده‌ها به ابتدای زنجیره منتقل شد، هر کدام از اعضا زنجیره از همان ابتدای زنجیره بر اساس این داده‌ها موجودی خود را تکمیل می‌کنند و منتظر می‌مانند تا از عضو بعدی زنجیره به آن‌ها سفارش داده شود. طبیعی است که در این صورت آمادگی بیشتری برای برآورده کردن سفارش صادر شده از عضو بعدی در زنجیره وجود دارد. شکل ۱۳ یک زنجیره‌ی تأمین کاملاً کششی<sup>[۲۴]</sup> را نشان می‌دهد که نقطه‌ی سفارش در ابتدای زنجیره قرار دارد. البته این زنجیره یک حالت ایده‌آل است و اجرای آن بسیار مشکل خواهد بود.

پس برای تسهیل این کار به پیش‌بینی فروش خرده‌فروشان اعتماد شده و به کل زنجیره انتقال داده می‌شود و از طرق تسهیم اطلاعات و نفوذ سفارش، سفارشات بر مبنای سفارشات خرده فروش است. بدیهی است تعداد مشتریان بسیار بیشتر از خرده‌فروشان است. پس دریافت، ارسال و پردازش همه این سفارش‌ها برای سه



شکل ۱۰. قیمت دارو قبل و بعد از اجرای سیاست دوم.

جاری زندگی است که در مدل ذکر شده است. پس پرداخت بارانه بیشتر به قشر ضعیف کمکی به بهبود وضعیت دارو نخواهد کرد و در نتیجه رضایت‌مندی مردم که نمودار آن در شکل است تغییر چشم‌گیری نخواهد داشت.

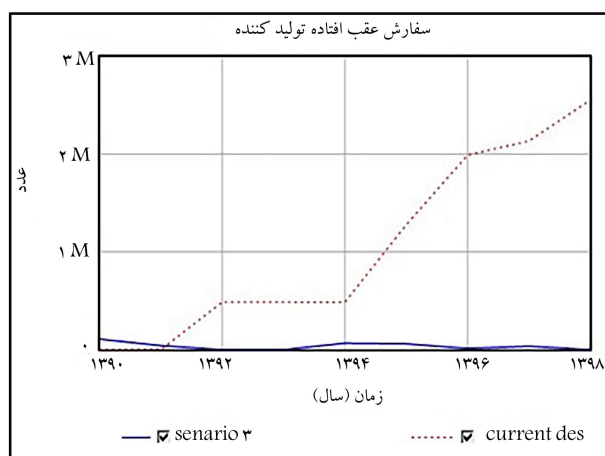
#### ۲.۴.۴. سیاست بهبود دوم

نرخ ارز از جمله مواردی است که در نتیجه‌ی اجرای هدفمندی یارانه‌ها ممکن است دستخوش تغییر شود. با توجه به این که ۵۰٪ قیمت تمام شده‌ی دارو به قیمت مواد اولیه‌ی آن اختصاص دارد و در کشور ایران تقریباً ۷۰٪ مواد اولیه‌ی مورد نیاز تولید داروها وارداتی است. بنابراین نوسانات نرخ ارز بر قیمت دارو بسیار تأثیرگذار بوده و افزایش نرخ ارز که در سال‌های آتی قابل پیش‌بینی است می‌تواند موجب افزایش شدید قیمت داروها و در نتیجه افزایش نارضایتی مردم شود. برای اجرای این سیاست، تأمین‌کنندگان باید ۱۰٪ سفارش‌های دریافتی را خودشان تولید کنند. در نتیجه هزینه‌ی سفارش‌دهی برای آن‌ها حذف شده و مواد اولیه با قیمت ارزان‌تر در اختیار مشتریان قرار می‌گیرد. برای جلوگیری از واردات نیز باید شرایطی از قبیل: تهیه مواد اولیه به مقدار کافی، همکاری دولت و جدی کردن برنامه تولید، فراهم شدن این صورت شرکت‌های تولیدکننده قادر به تولید ۱۰٪ تقاضا هستند و طبق قانون نیازی به واردات نخواهد بود و از طرفی تأثیر نرخ ارز بر قیمت مواد اولیه نیز حذف می‌شود؛ لذا قیمت دارو کاهش می‌یابد. تأثیر اجرای این سیاست بر شاخص‌های رضایت مردم، قیمت دارو و سود تولیدکننده در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ قابل مشاهده است.

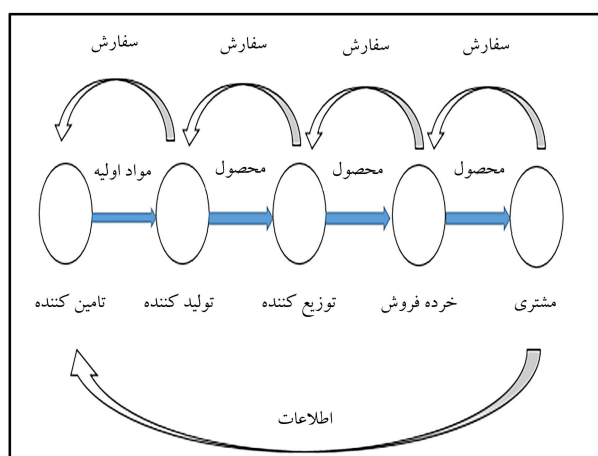
در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود که شیب افزایش قیمت دارو در سیاست پیشنهادی دوم کمتر از مدل پایه است. یعنی خودکفایی در تأمین مواد اولیه تأثیر زیادی بر کاهش قیمت تمام شده‌ی دارو می‌گذارد.

چنان که در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود، اجرای سیاست مذکور تأثیر چندانی بر رضایت‌مندی مردم ندارد؛ زیرا قدرت خرید مردم در حالت پایه برای خرید داروی دسفرال مناسب است. از جمله دلایل این افزایش قدرت خرید کاهش تورم و کاهش تولید توسط تولیدکنندگان است.

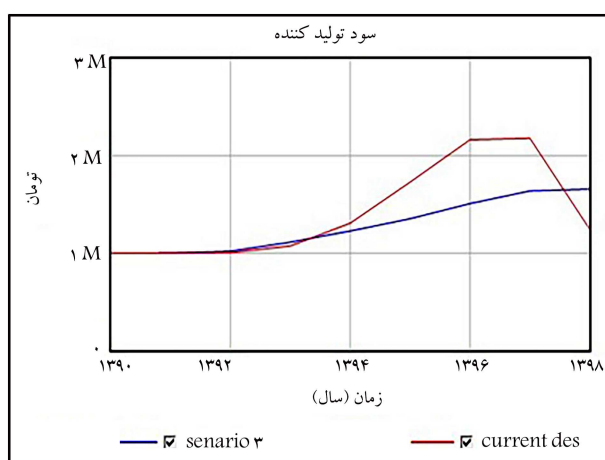
با جلوگیری از واردات محصول نهایی، تولیدکننده موظف به برآورد تقاضای جامعه است که به تبع آن تولید و فروش محصول نسبت به حالت قبل افزایش می‌یابد. از طرفی با تولید مواد اولیه در داخل قیمت دارو به شدت کاهش می‌یابد. لذا همان‌طور که در نمودار شکل ۱۲ مشاهده می‌شود با اجرای این سیاست سود تولیدکننده نسبت به حالت پایه کاهش می‌یابد.



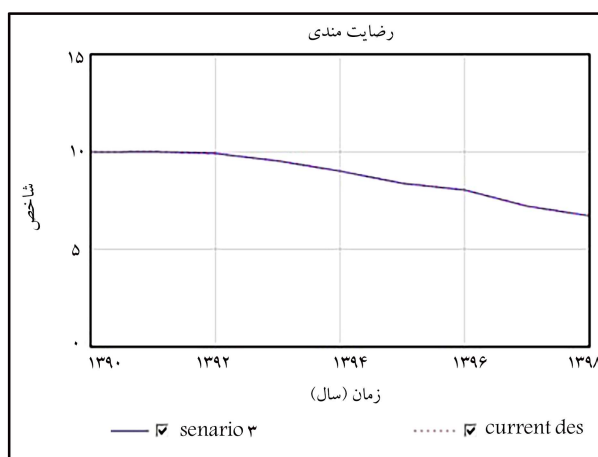
شکل ۱۶. سفارش عقب افتاده‌ی تولیدکننده قبل و بعد از سیاست سوم.



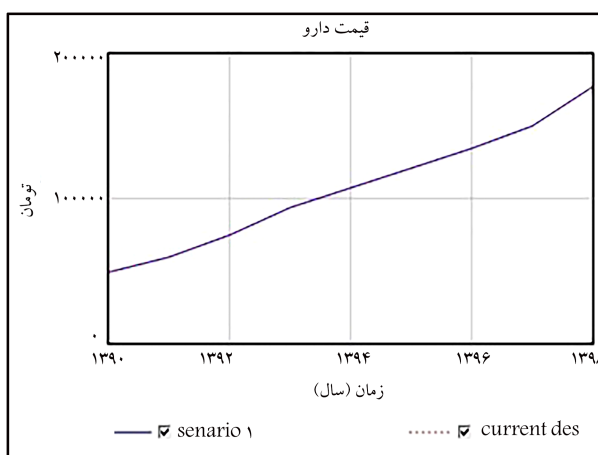
شکل ۱۳. زنجیره‌ی تأمین کششی.



شکل ۱۷. سود تولیدکننده قبل و بعد از اجرای سیاست سوم.



شکل ۱۴. قیمت دارو بعد از اجرای سیاست سوم.



شکل ۱۵. رضایت مندی قبل و بعد از اجرای سیاست سوم.

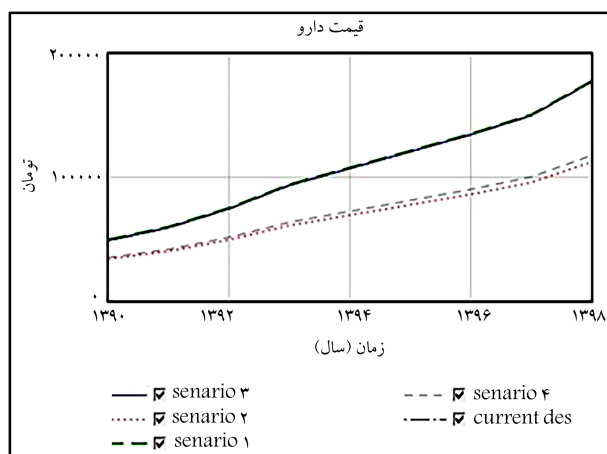
سفارشات عقب افتاده‌ی مشتریان است که نمودار آن را در شکل ۱۶ و ۱۷ ملاحظه می‌کنید.

در نمودار شکل ۱۷ مشاهده می‌شود که سود تولیدکننده بعد از کاهش اثر شلاقی نسبت به حالت پایه افزایش کنترل شده‌تری داشته است که این افزایش متعادل به دلیل واقعی شدن تقاضای مشتری و تولید (کاهش تولید مازاد) است. در سال ۹۶ نمودار سود با شیب بیشتری رشد داشته است که دلیل آن شروع مجدد تحریم‌ها و بالا رفتن نرخ تورم است. همچنین در این شکل مشاهده می‌شود، پس از کاهش اثر شلاقی در زنجیره‌ی تأمین، سفارش عقب افتاده کمینه شده که این کاهش سفارش عقب افتاده به دلیل واقعی شدن تقاضا و کاهش تولید مازاد است.

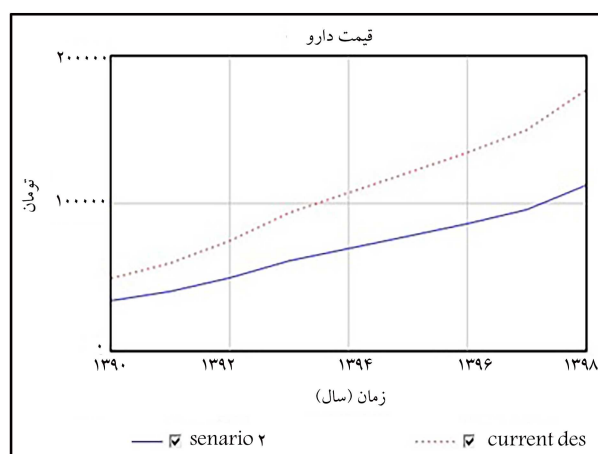
#### ۴.۴.۴. سیاست بهبود چهارم

با کاهش واردات و حمایت بیشتر از تولیدکننده‌ی داخلی می‌توان قیمت مواد اولیه‌ی داخلی را کاهش داد؛ این موضوع بر متغیرهای زیادی تأثیر می‌گذارد. به منظور اجرای این سیاست قیمت مواد پایه از ۱۵۰۰ تومان به ۹۵۰ تومان کاهش می‌یابد و واردات از ۵۰ واحد به ۵ واحد می‌رسد، و از ۱۰ درصد ظرفیت تولید استفاده می‌شود. همان‌طور که در شکل ۱۸ مشخص است قیمت دارو بعد از اجرای سیاست چهارم کاهش زیادی داشته است. دلیل عمده‌ی این اتفاق کاهش قیمت مواد اولیه با کمک دولت و جلوگیری از واردات محصول گران قیمت خارجی است. چنان که در شکل ۱۹ مشخص است رضایت مشتریان بعد از اجرای سیاست

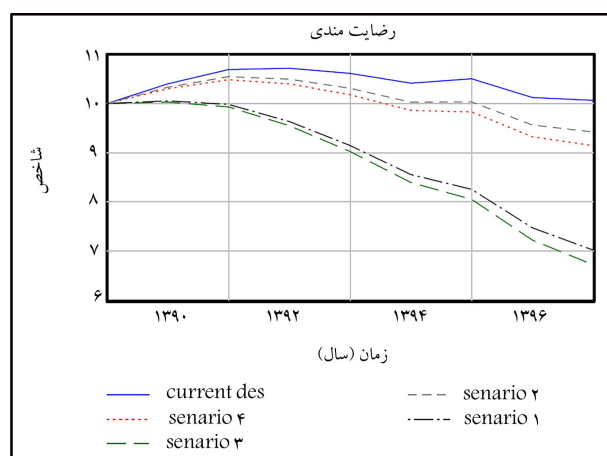
سطح دیگر زنجیره‌کاري بسیار آسان‌تر خواهد بود. از سوی دیگر چون خرده‌فروش از نزدیک بازار را لمس می‌کند، پیش‌بینی آن قابل اعتماد خواهد بود. در این مدل شکاف بین سفارش خرده‌فروش، ارسال توزیع‌کننده و تولیدکننده حذف شد. همان‌طور که در شکل‌های ۱۴ و ۱۵ مشخص است این سیاست تأثیر به‌سزایی در رضایت‌مندی و قیمت دارو ندارد، اما عمده اثر این سیاست بر سود تولیدکننده و



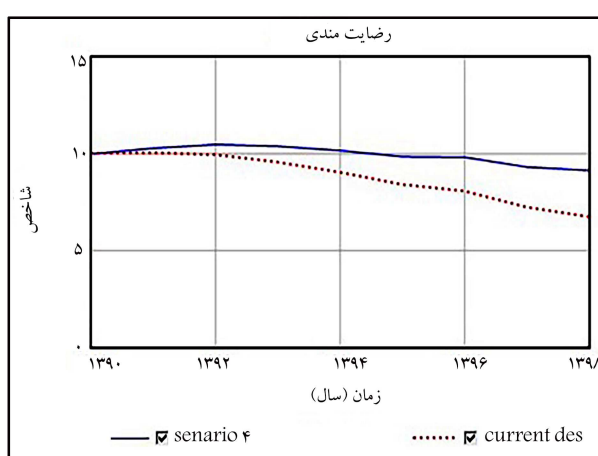
شکل ۲۱. مقایسه‌ی قیمت دارو در چهار سیاست.



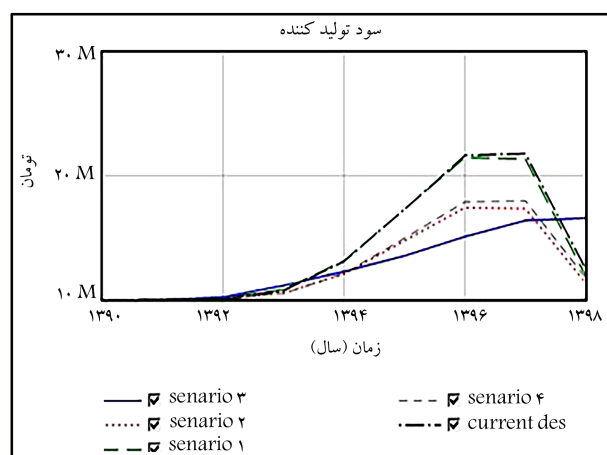
شکل ۱۸. قیمت دارو بعد از اجرای سیاست چهارم.



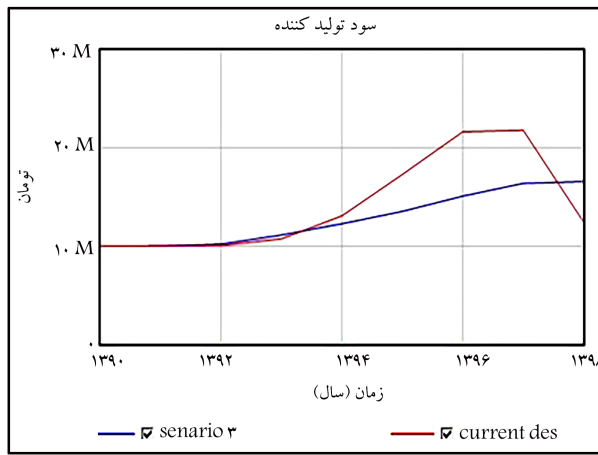
شکل ۲۲. مقایسه‌ی رضایت مندی در چهار سیاست.



شکل ۱۹. رضایت مشتریان بعد از اجرای سیاست چهارم.



شکل ۲۳. مقایسه‌ی سود تولیدکننده در چهار سیاست.



شکل ۲۰. سود تولید قبل و بعد از اجرای سیاست چهارم.

#### ۵.۴. مقایسه‌ی تمام سیاست‌های بهبود با یکدیگر

در این قسمت تمام سیاست‌های اعمال شده را هم‌زمان در یک شکل بررسی کرده تا در نهایت سیاستی که نتیجه‌ی بهتری دارد، با توجه به سیاست‌های دولت در قبال قیمت دارو، سود تولیدکننده و رضایت مشتری (شکل‌های ۲۱-۲۳) اتخاذ شود.

با شیب کم صعودی است. دلیل اصلی این موضوع کاهش قیمت دارو و توجه بیشتر به تولید داخلی است.

چنان که شکل ۲۰ مشاهده می‌شود، با اجرای سیاست چهارم سود تولیدکننده کاهش می‌یابد. دلیل این موضوع کاهش قیمت دارو و دسفرال و کاهش حاشیه‌ی سود تولیدکننده است.

## ۵. نتیجه گیری

در پروژه‌ی حاضر، اثر عوامل مختلف بر زنجیره‌ی تأمین داروی دسفرال و اثر این عوامل بر افزایش اثر شلاقی در این زنجیره، با در نظر گرفتن شرایط تحریم و با کمک نرم‌افزار ونسیم شبیه‌سازی شد. فقدان اطلاعات مناسب از میزان دقیق تقاضا، قیمت، تورم، درآمد مردم، واردات و صادرات باعث شده تا عمده‌ی مطالعات مرتبط با بررسی زنجیره‌ی تأمین دارو و آثار تحریم‌ها به سمت تخمین‌ها، امکانات و اطلاعات غلط و ناکافی کشانده شوند. تحریم‌ها صرف‌نظر از موفقیت و شکست در دستیابی به هدف نهایی، بر بخش‌های مختلف اقتصادی همچون تجارت، سرمایه‌گذاری، اشتغال و رشد اقتصادی تأثیرگذارند. به طور قطع تحریم‌های اقتصادی همیشه با آثار ناخواسته همراه بوده است، که به نیروهای نظامی و غیرنظامی به خصوص گروه‌های آسیب‌پذیر صدمه وارد می‌کند. بنابراین برای سیاست‌گذاری‌های دقیق در این حوزه‌ها لازم است در کنار کانال‌های اثرگذاری، میزان دقیق اثرات تحریم بر بخش‌ها بر اساس مدل‌های کمی مورد ارزیابی قرارگیرد.

بررسی‌ها در تحقیق حاضر نشان داد ادامه‌ی روند تحریم‌ها بر ایران می‌تواند باعث تقویت بخش تولید داخلی شود و دیگر نیازی به واردات دارو با قیمت‌های بالا نداشته باشد؛ اما با تشدید تحریم‌ها و تأثیر بر بازار صادراتی ایران با افزایش چشم‌گیر نرخ بیکاری ناشی از کاهش صادرات محصولات ایرانی قابل انتظار است. همچنین با کاهش صادرات ایران به کشورهای شریک تجاری، میزان عرضه‌ی ارز در کشور نیز با کاهش روبرو می‌شود؛ در نتیجه نرخ ارز افزایش می‌یابد. بهترین انتخاب دولت برای کاهش اثر شلاقی در زنجیره‌ی تأمین دارو و افزایش رضایت‌مندی تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان، حمایت از تولیدکنندگان با دادن یارانه و تأمین مواد اولیه ارزان با ارز دولتی و همچنین ارائه‌ی خدمات درمانی ویژه، مخصوص افراد دارای بیماری‌های خاص است که نیازمند استفاده‌ی مداوم از داروهایی از قبیل دسفرال هستند؛ این امر باعث کاهش قیمت دارو و افزایش فروش آن می‌شود و در نتیجه رضایت‌مندی بیماران و ایجاد ثبات نسبی در بازار دارو افزایش می‌یابد. ذکر این نکته بسیار حائز اهمیت است که در انتخاب بهترین سیاست برای داروی دسفرال، سیاست‌های کلی وزارت بهداشت بسیار تأثیرگذار است که کدام شاخص (قیمت، رضایت، سود) را در اولویت خود قرار دهند. در این سیاست‌ها شاخص رضایت‌مندی مردم، قیمت دارو و سود تولیدکننده مورد بررسی قرار گرفت. همچنین مطالعه نشان داد که تحریم‌ها و حمایت دولت سهم عمده‌ی از تعیین این سه شاخص را دارند. برای کاهش اثر شلاقی در

زنجیره‌ی تأمین، سیاست تسهیم اطلاعات و اعتماد به پیش‌بینی خرده فروش اعمال شد.

چنان که در نمودارهای نتایج مشاهده می‌شود، به بررسی موردی داروی مورد نظر (دسفرال) پرداخته شد. داروی مورد بررسی از داروهای گران قیمت نیست و از طرفی بیمه ۷۰٪ قیمت دارو را پرداخت می‌کند. یعنی در حالت پایه رضایت مردم از دارو مناسب است. بنابراین سعی شد با حفظ سطح رضایت‌مندی مردم، سود تولیدکننده و کیفیت مواد اولیه افزایش یابد. برای این منظور چهار سیاست بهبود: سیاست افزایش درصد فرانشیز بیمه خدمات درمانی از سوی دولت (سیاستی که توسط دولت در حال اجرا است) سیاست خودکفایی در تأمین مواد اولیه داروها و جلوگیری از واردات محصول نهایی، سیاست کاهش اثر شلاقی در زنجیره و سیاست کاهش قیمت مواد اولیه داخلی مورد بررسی قرارگرفت که با توجه به سیاست‌های دولت و وزارت بهداشت می‌توان به انتخاب یکی از سیاست‌های ذکر شده پرداخت.

## ۶. تحقیقات آتی

بر اساس تحقیق صورت گرفته در این نوشتار، جنبه‌هایی از موضوع که می‌تواند زمینه‌ی تحقیقات آینده را فراهم کند، به شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. بررسی زنجیره‌ی تأمین دارو برای سطح جهانی مورد توجه قرارگیرد؛
۲. بررسی آثار اجرای طرح تحریم‌ها بر صنعت داروسازی با این هدف که آیا اجرای این طرح بر سودآوری شرکت‌های داروسازی تأثیرگذار بوده است یا خیر، می‌تواند موضوع مناسبی برای تحقیقات آتی باشد. آیا تحریم‌ها تأثیری بر شاخص‌های مالی نظیر حاشیه‌ی بهای تمام شده، هزینه‌های سربار، سودآوری و شاخص‌های مربوطه داشته است؟ آیا تحریم‌ها بر صنعت داروسازی تأثیر مستقیم دارد؟
۳. زنجیره‌ی تأمین دارو با در نظر گرفتن اثر شلاقی مالی مورد بررسی قرار گیرد؛
۴. در تحقیقات آتی در ادامه رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها، سیاست‌های بهبود در نظر گرفته شود. با اعمال سیاست‌های بهبود و بررسی وضعیت موجود می‌توان به بهبود وضع موجود کمک کرد. برای مثال می‌توان یارانه‌ی جداگانه برای تولیدکننده‌های دارو در نظر گرفت.

## منابع (References)

1. Sterman, J., *Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex world*, MC Grow-Hill/Irwin (2000).
2. Susarla, N., Karimi I. A., "Integrated supply chain planning for multinational pharmaceutical enterprises", *Computers and Chemical Engineering*, **42**, pp. 168-177 (2012).

3. Disney, S.M. and Towill, D.R. "Vendor-managed inventory & bullwhip reduction in two level supply-chain", *Logistics Systems Dynamics Group, Cardiff, Business School, UK* (2006).
4. Sushil, S., *System dynamics practical approach to management issues*, Translation Ebrahim T. et al 2Edn., University of Science and Technology (2011).
5. Ghobadi, S., 3Ed. *Dynamic Systems, Applications, Systems Thinking*, Industrial Management Institute, (In Persian) (2006).

6. Yaghootkar, K. "Causes and effect of schedule pressure in new product development multi project environments: an empirical and system dynamics study of product development in a truck manufacturer", Thesis submitted to The University of Manchester for the degree of Doctor of Philosophy (2010).
7. Mokhtari, G. and Kianfar, A. "The effect of due dates on software projects with system dynamics approach", *4th International Management Conference*, (In Persian) (2012).
8. Ghafari and ashtiani. "The effects of the non-aligned movement on sanctions against Iran" , *National Conference on Damages and Opportunities Economic Sanctions*, Islamic Azad University, Arak Branch, (In Persian) (2012).
9. Abasifard, Z. "What is economic boycott, why and how?", *Journal of Democracy*, (1739), February, (In Persian) (2007).
10. Nienhaus, J., Ziegenbein, A. and Schoensleben, P. "How human behaviour amplifies the bullwhip effect. A study based on the beer distribution game online", *Production Planning and Control*, **17**(6), pp. 547-557 (2007).
11. Aghdasi, M. and Seyed Ehsan, M. "The Systemic Structure of the Supply Chain for Bullwhip effect", *International Conference on Industrial Engineering*, (in Persian) (2004).
12. Bai, q., Xu, S. and chauhan, S. "Effects of sustainability investment and risk aversion on a two-stage supply chain coordination under a carbon tax policy", *Computers & Industrial Engineering*, **142**, (2020).
13. Peter., *Supply Chain Management: Chopra, Sunil, and Meindel, Strategy, Planning, and Operations*, Prentice-Hall Inc., Chapter 11 (2001).
14. Aghdasi, M. and Mlihi, S.A, "Hospital system supply chain structure to reduce lashing effect", *International Conference on Industrial Engineering*, pp. 446-457, (In Persian) (2007).
15. Kumar, S. and Teruyuki Y. "System dynamics study of the Japanese automotive industry closed loop supply chain", *Journal of Management Technology Management*, **18**(2), pp. 115-138 (2007).
16. Sharifi, M.J., Mahdavi, I. and Javadian, N. "Modeling dynamic systems for strategic supply chain management", *First International Conference on Supply Chain Management and Information Systems*, (In Persian) (2010).
17. Heydariyeh, S.A. and Shahabi, A. "Modeling of electronic supply chain management with system dynamic approach", *Fifth International Conference on Strategic Management*, (In Persian) (2010).
18. Thierry, C., Ander, T. and Gerard, B., *Simulation for Supply Chain Management*, John Wiley and Son. pp. 360 (2008).
19. Sterman, J.D., Forrester, J.W., Graham, A.K. and et al. "An integrated approach to the economic long wave", paper Read at Long Waves, Depression, Innovation, Siena-Florence, Ital (1983).
20. Wu, j.C., Chen, C. and Tsai, R. "Using system dynamics approach to construct a performance measurement model for pharmacy supply chain management", *Journal of International Technology and Information Management*, **15**(1), pp. 67-78 (2006).
21. Campuzano, F., Mula, J. and Peidro, D., "Fuzzy estimations and system dynamics for proving supply chains", *Fuzzy Sets and System*, **161**(11), pp. 1530-1542 (2010).
22. Chen, Y., Fu, Q., Zhao, X. and et al. "International sanctions' impact on energy efficiency in target states", *Economic Modelling* (2019).
23. Pastore, E., Alfieri, A., Ztteri, E. and et al. "The impact of demand parameter uncertainty on the bullwhip effect", *European Journal of Operational Research* (2019).
24. Paik, S.K., Prabrik, K. and Baghchi. "Understanding the causes of the bullwhip effect in a supply chain", *International Journal of Retail and Distribution Management*, **35**(4), pp. 308-324, (2005).
25. Yousefi Zenoz, R. and Menhaj, M. "Designing a hybrid framework for forecasting demand and predictive pattern control to minimize flogging", *Journal of Industrial Management, Third Year*, **3**(6), pp. 171-190, (In Persian) (2011).
26. Aghaei, A. and Nazari, L. "Measuring the Whip effect phenomena in a three-phase supply chain with more than one product", *Journal of Industrial Engineering*, **46**(1), pp. 105-113 (In Persian) (2012).
27. Bray, R.L. and Mendelson, H. "Information transmission and the bullwhip effect: an empirical investigation", *Management Science*, **58**(5), pp. 860-875 (2012).
28. Barlas, Y. and Gunduz, B. "Demand forecasting and sharing strategies to reduce fluctuations and bullwhip effect in supply chains", *Journal of the Operational Research Society*, **62**(3), pp. 458-473 (2011).
29. Lee, H. L. and Padmanabhan, V. "The Bullwhip Effect in Supply Chains", *Sloan Management Review*, **38**(3), pp. 93-102, (1997).
30. Movahedi, Y. and Zolfaghari, R.A. "Analysis of the role of financial factors due to bullwhip effect in the two-tier supply chain", *Engineering Journal, Forty-fifth year*, (2), pp. 208-199 (In Persian) (2011).