

بهینه‌سازی مبادلات تجاری دو جانبه در شرایط تحریم

زهرا طلبی^{*1}، احمد اصل حداد²، یاسر صمیمی³

- 1- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی
- 2- استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی
- 3- استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی

پست الکترونیکی نویسندگان:

1- zahra.talabii@email.kntu.ac.ir

2- ahadad@kntu.ac.ir

3- y_samimi@kntu.ac.ir

چکیده:

هدف از نگارش این مقاله، ارائه یک مدل ریاضی برای بهینه‌سازی تجارت ایران با شرکاء مهم تجاری، تحت شرایط تحریم است. بدین منظور مسئله با دو تابع هدف به صورت برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط مدل شده است. نوسانات نرخ ارز یکی از چالش‌های اصلی کارگزاران صادرات و واردات می‌باشد. به منظور دستیابی به جواب استوار، انحراف معیار لگاریتم تفاضل نرخ ارز هر سال از سال قبل از نوع کمینه‌سازی به عنوان تابع هدف دوم منظور شد. برای ارزیابی عملکرد مدل، جواب حاصل از مدل با داده‌های تجاری سال‌های 1395 تا 1398 مقایسه شد و نتایج حاکی از بهبود تراز تجاری کشور در مدل پیشنهادی می‌باشد. تغییر کشور مبدا واردات یا مقصد صادرات و همچنین استفاده از صنایع تبدیلی، راهکار حاصل از مدل برای خنثی‌سازی آثار تحریم است. نتایج مدل حاکی از کاهش اثر تحریم در صورت بکارگیری برنامه مناسب با توجه به نوسان نرخ ارز می‌باشد.

واژگان کلیدی:

تجارت بین‌الملل، تحریم، نوسان نرخ ارز، عدم قطعیت، برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط.

* زهرا طلبی، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی.
ایمیل: zahra.talabii@email.kntu.ac.ir (نویسنده مسئول مقاله)

Optimization of bilateral trade under sanctions

Z. Talabi¹, A. Asl hadad², Y. Samimi³

1- Master student of industrial engineering of K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran.

2- Associate Prof., Faculty of industrial engineering of K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran.

3- Associate Prof., Faculty of industrial engineering of K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran.

Abstract:

The issue of international trade and economic sanctions has been one of the important issues for every country, especially developing countries and under sanctions. Since ancient time, countries traded with other countries to meet their needs through international trade. Some countries impose some sanctions to a number of countries to achieve their political and economic goals. Studying these sanctions and trying to reduce its effects is very important for boycott countries. We also know that exchange rate fluctuations is one of the main challenges of export and import agents including public or private agents in sanction setting. Therefore, it is important to deal with the exchange rate debate and its volatility on business section. Although numerous studies in this field, few studies have been done by mathematical modeling. In this paper, we attempt to present a mathematical model for the optimization of Iran's trade exchange with its important partners, in the time of trade sanctions. Two objective functions in order to accurately represent the effect of trade sanctions and minimizing the standard deviation of the logarithm of exchange rate difference between two following years are applied to achieve a robust solution. Therefore, the problem is modeled as a mixed integer non-linear programming for selection of countries and the amount of goods exchanged. To evaluate the performance of the proposed model, the solution is compared with the commercial data of the years 1395 to 1398. The results show improved trade balance because of changing the country of origin of goods or destination of export of goods and exploitation of conversion industries in order to improve export value added. The solution which is obtained from the model to curb the effects of commercial sanctions is available. The results of the model indicate the reduction of the effect of sanctions if the appropriate program is used according to the fluctuation of the exchange rate.

Keywords: Mixed Integer Nonlinear Programming, International trade, Sanctions, Exchange rate fluctuation, Uncertainty

۱ - مقدمه

رشد تجارت جهانی و تحولات ناشی از آن، یعنی اهمیت فزاینده انتقال سرمایه و تکنولوژی، ادغام و افزایش وابستگی متقابل کشورها در شرایط نوین، از مسائل عمده شکل گیری نظام جدید جهانی است [1]. همچنین تجارت خارجی در اغلب کشورهای در حال توسعه، به عنوان اهرم اصلی رشد و توسعه اقتصادی مورد توجه بوده است [2]. از این رو می توان گفت که سیستم تجارت نقش مهمی در اقتصاد کشورها دارد. اغلب کشورها برای افزایش رشد اقتصادی به دنبال توسعه تجارت با سایر کشورها هستند. به طور کلی تجارت بین الملل را می توان به دو دسته کلی تجارت دو جانبه و تجارت چند جانبه تقسیم بندی نمود.

1-1- تجارت دو جانبه

تجارت دو جانبه که با اصطلاحاتی نظیر بازرگانی دوطرفه یا دادوستد متقابل نیز نام برده می شود، به تجارتی گفته می شود که میان دو کشور و معمولاً تحت مذاکرات حکومتی انجام می شود. در این نوع تجارت، تاجر کالای مشخصی را در ازای دریافت مبلغی معین یا به صورت مبادله آن با کالای دیگری صادر می کند. تجارت دو جانبه عموماً به دلایل سیاسی یا به دلیل مشکلاتی که در پرداختها پیش می آید، ترتیب داده می شود [3]. مورخان معمولاً امضای پیمان انگلیسی - فرانسوی ۱۸۶۰ را به عنوان نقطه عطفی که دوره جدید روابط تجاری را نشان می دهد، بیان می کنند. [4].

1-2- تجارت چند جانبه

در طول شش دهه وجود نظام تجاری چند جانبه تحت حمایت موافقتنامه عمومی تعرفه و تجارت (GATT) و اکنون تحت نظارت جدید سازمان تجارت جهانی (WTO)، می باشد. در سال ۱۹۴۷، سازمان تجارت جهانی تنها از ۲۳ قرارداد پیمانکاری به حمایت از ۱۵۱ عضو دستور می دهد. در اروگوئه مذاکرات تجاری که در دسامبر ۱۹۸۶ در پان دل بسته آغاز شد، نقطه عطفی در تاریخ سیستم تجارت چند جانبه بوده است.

1-3- تحریم

تحریم اقتصادی بعد از جنگ جهانی دوم به عنوان یک راهکار جایگزین برای برخوردهای نظامی به منظور تحت تأثیر قرار

دادن رفتار کشورهای هدف، مورد استقبال سازمانها و دولتها قرار گرفته است.

براساس نظریه اقتصاد بین الملل، روابط تجاری و اقتصادی دو جانبه یا چند جانبه، عمدتاً بازی برد - برد است و ایجاد هرگونه محدودیت بر سر راه تجارت به ویژه با اعمال تحریمها به هر دو طرف تحریم کننده و تحریم شونده آسیب وارد می کند [5].

از آغاز پیروزی انقلاب اسلامی در سال ۱۳۵۷ ایران تحت آماج تحریمهای متعددی از جانب آمریکا، اتحادیه اروپا و سازمان ملل بوده است. فارغ از تأثیر تحریمها بر میزان تجارت خارجی، به علت عدم بهره گیری از مزیت های نسبی در سازوکار تجارت خارجی هزینه های تجاری افزایش، و در نتیجه شرکای تجاری ایران هم تغییر کرده است، در واقع ایران با تعدادی از کشورها روابط تجاری دارد و تحکیم این روابط سیاست های خاص و جداگانه ای را می طلبد [6]. با توجه به اینکه هدف اصلی مطالعه یافتن راهی برای بهینه سازی مسئله و روابط موجود در تجارت با نگاهی خاص به مسئله تحریم است، نیاز به بررسی مقالات و مطالعات در این زمینه می باشد.

2- تاریخچه تحقیقات

2-1- مدلسازی برنامه تجارت

در مطالعه ای که توسط استرومان و دوچین^۲ انجام شده است، مدل جدید، با نام " تجارت جهانی با تجارت دو جانبه (WTMBT)^۳ " مورد بررسی قرار گرفته است. هدف اصلی این مقاله، ارزیابی تأثیر هزینه های حمل و نقل در تجارت است. جهت بررسی این موضوع از مدل خطی استفاده شده و تحلیل اولیه توسط ۱۱ کشور، ۸ کالا، ۶ عامل تولیدی و ۴ بخش حمل و نقل صورت گرفته است. نتیجه بدست آمده حاکی از آن است که هزینه های حمل و نقل تأثیر کمی در کل واردات منطقه یا صادرات یک کالای معین دارد [7].

² STRØMMAN & DUCHIN, 2006

³ World Trade Model with Bilateral Trade

مارینوویک و همکاران⁴ به بهینه سازی برنامه ریزی روزانه تجارت در صنعت برق بخش‌های مرکزی و جنوب شرقی اروپا می‌پردازند. هدف مطالعه این است که ابتدا سعی بر برآورد نیاز داخلی گردد و سپس با هدف به حداکثر رسیدن سود، به بازارهای همسایه صادر گردد. فرض اساسی مدل این است که تقاضا و عرضه از قبل مشخص شده است همچنین ظرفیت های انتقال موجود و انتقال اضافی نیز قابل پیش بینی می‌باشد. برای رسیدن به اهداف مطالعه، مدل ریاضی برنامه نویسی غیر خطی عدد صحیح مختلط (MINLP⁵) ارائه شده که در آن سود روزانه با توجه به محدودیت های بازار و ظرفیت های جریان حداکثر می‌شود. نهایتاً نتایج مدل توسط داده‌های عددی در مثالی واقعی مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است [8].

بایراک و همکاران⁶ به بررسی تجارت دوجانبه یک کالا بین فروشندگان و خریدار توسط یک واسطه‌گر را نشان می‌دهد که تصمیم بر حداکثر سازی سود خود دارد. در ابتدا مسئله همراه واسطه‌گر با ریسک خنثی انجام شده و مدلی خطی شبکه‌ای با در نظر گرفتن درآمدهای مورد انتظار فروشندگان و پرداخت های مورد انتظار خریدار ارائه می‌شود و حل مدل توسط روش کوتاه‌ترین مسیر انجام می‌گردد؛ پس از آن مسئله در حالتی که واسطه‌گر ریسک پذیر بوده، حل و مقایسه مدل‌ها انجام شده و نتایج مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد [9].

2-2- مدلسازی تجارت در شرایط عدم قطعیت

لیو⁷ و همکاران به بررسی اثر عدم قطعیت حمل و نقل بر تجارت بین الملل پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که عدم قطعیت در حمل و نقل بر تقاضای کالاهای خارجی اثر منفی می‌گذارد و بهبود حمل و نقل می‌تواند، تجارت و میزان فروش را بهبود دهد [10].

نووی⁸ و همکاران اثر شوک‌های اقتصادی بر تجارت بین الملل را بررسی و براساس آن مدلی را ارائه کردند. مدل ایشان منجر به انجام قراردادهای بزرگتر گردید و همچنین بحران مالی سال‌های 2008 و 2009 را توضیح می‌داد [11].

3-2- مدلسازی تجارت در شرایط تحریم ایران

تحریم اقتصادی پیشینه طولانی در روابط بین الملل دارد. عزیز نژاد و سید نورانی در مقاله‌ای با عنوان "بررسی آثار تحریم بر اقتصاد ایران با تاکید بر تجارت خارجی" اثر تحریم‌های اقتصادی را بر سه بخش انرژی، کالا و خدمات بانکی بررسی نموده که از داده‌های سالهای 1979 تا 2008 استفاده نموده است. از عوامل مهم و موثر در نوع و کیفیت تحریم‌ها به نسبت صادرات به تولید ناخالص داخلی و نسبت واردات به تولید ناخالص داخلی اشاره شده است. همچنین بیان شده است که آثار تحریم‌ها را می‌توان در سه بخش صنعت انرژی، صنعت بانکداری و تجارت خارجی مورد بررسی قرار داد که تاکید این مطالعه بیشتر بر تجارت خارجی می‌باشد [12].

یاوری و محسنی در مطالعه خود با موضوع "آثار تحریم های تجاری و مالی بر اقتصاد ایران" از دو رویکرد منحنی پیشنهاد در تجارت و رویکرد مازاد مصرف کننده استفاده نموده که توسط داده‌های سالهای 1995 تا 2000 آثار تحریم‌های تجاری را مورد بررسی قرار می‌دهد. نتیجه گیری این مطالعه این است که دلیل مهم تاثیر تحریم‌ها علیه ایران، وابستگی اقتصاد ایران به نفت است [13].

آقایی و همکاران به اثر تحریم بر مبادلات تجاری ایران در چارچوب یک الگوی جاذبه تعمیم یافته، با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی پانل دیتا پرداخته است. این تحقیق بر اساس داده‌های آماری سالانه طی سال‌های 1375 تا 1394 صورت گرفته است. یافته‌های این پژوهش حاکی از شدت یافتن اثر تحریم‌ها بر مبادلات تجاری در صورت افزایش قدرت تحریم‌ها است. [14].

بنی‌اسدی در مطالعه خود به بررسی اثر تحریم‌های هسته‌ای بر روابط، ترکیب کالاها، شرکا و تراز تجاری بخش کشاورزی ایران پرداخته است. به این منظور داده‌ها در چهار دوره پیش از تحریم (1378-1386)، دوره شروع و اعمال تحریم (1387-1390)، دوره تشدید تحریم (1391-1393) و دوره پساتحریم و پسا برجام

⁴ Marinović et al. 2013

⁵ mixed integer non-linear programming

⁶ Bayrak et al. 2019

⁷ Liu et al. 2011

⁸ Novy et al. 2020

نوآوری این مقاله در جایگاه مقالات مقابله با تحریم یا کاهش اثرات آن است.

جدول 1. تاریخچه مروری تحقیق

موضوع مطالعه	نام نویسنده	سال انتشار	توضیحات
تجارت و روابط تجاری	کازرونی و همکاران	2018	تحلیل تاثیر تحریم‌های اقتصادی بر حجم تجارت ایران با 73 شریک تجاری خود معرفی نمودند
	استرومن و دوچین	2006	ارزیابی تاثیر هزینه‌های حمل و نقل در WTMBT تجارت در مدل
	مارینوئیک و همکاران	2013	بهبود سازی برنامه‌ریزی روزانه تجارت در صنعت برق بخش‌های مرکزی و جنوب شرقی اروپا
	بایراک و همکاران	2019	بررسی تجارت دوجانبه یک کالا بین فروشنده و خریدار با هدف حداکثر سازی سود
مدلسازی تجارت در شرایط عدم قطعیت	لیو و همکاران	2011	بررسی اثر عدم قطعیت حمل و نقل بر تجارت بین الملل
	نووی و همکاران	2020	ارائه مدل اثر شوک‌های اقتصادی بر تجارت بین الملل
تحریم	عزیز نژاد و سید نورانی	2009	بررسی آثار تحریم‌های اقتصادی را بر سه بخش انرژی، کالا و خدمات بانکی
	یاوری و محسنی	2009	مطالعه آثار تحریم های تجاری و مالی بر اقتصاد ایران
	آقایی و همکاران	2018	استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی پانل دیتا برای اثر تحریم بر مبادلات تجاری ایران
	بنی اسدی	2022	بررسی اثر تحریم بر روابط ترکیب کالا در بخش کشاورزی

(1394-1395) مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد تحریم‌ها بر صادرات کشاورزی اثر افزایشی داشته و منجر به کاهش واردات محصولات کشاورزی و مواد غذایی نشده است. همچنین نتایج بیانگر تغییر روابط تجاری، مبادی وارداتی و شرکای تجاری و در عین حال ترکیب کالاهای وارداتی است. [15].

در مقاله حسونوند و همکاران، تأثیر تحریم‌ها بر صادرات غیرنفتی ایران در بازه زمانی 1392-1358 مورد بررسی واقع شده است. در این پژوهش با گردآوری داده‌ها اسنادی و استفاده از روش سری زمانی ساختاری عوامل مؤثر بر صادرات غیرنفتی، مدل‌سازی شده است. نتایج حاصل از برآورد مدل نشان داده است تحریم‌ها تأثیری منفی و معنی‌دار بر صادرات غیرنفتی کشور داشته است. [16].

سعادت و همکاران در پژوهش خود به بررسی رابطه تجاری ایران و فرانسه، در دو حالت وجود تحریم و بدون وجود تحریم در بازه زمانی ۱۹۷۹ تا ۲۰۲۰ پرداخته‌اند. در این پژوهش با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی جوهانسون، وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای مدل را در دو حالت وجود یا عدم وجود تحریم در اقتصاد ایران تأیید شد. افزون بر این، نتایج برآورد مدل مطالعه با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی (OLS)، نشان داد که تولید ناخالص داخلی دو کشور ایران و فرانسه اثری مثبت و معنی‌دار بر حجم تجارت دوجانبه دو کشور به یکدیگر دارد. همچنین، نتایج برآورد مدل در حالت وجود تحریم، بیانگر اثر معکوس تحریم‌های بین‌الملل با رشد صادرات دو کشور به یکدیگر است که این اثرات در بلندمدت تأیید می‌شوند [17].

با توجه به آنچه گفته شد در تمامی مطالعات انجام شده، به بررسی وضعیت اقتصادی یا رابطه تجاری کشورها با ایران پرداخته شده است (جدول شماره 1). اما در این مطالعه به بررسی آنچه که کشور با وجود تحریم در ترکیب معاملات خود باید انجام بدهد پرداخته شده است. همچنین در پژوهش کنونی به بررسی نوسانات نرخ ارز نیز پرداخته شده است. به عنوان یک رویکرد، این مطالعه یک رویکرد کنشی را در مقابله با تحریم در نظر گرفته است. شایان ذکر است براساس جستجوهای انجام شده مقاله‌ای در خصوص بهینه‌سازی تجارت براساس تحریم کالا - کشور یافت نشد. لذا رویکرد نو در تخصیص کالا - کشور با توجه به وضعیت تحریم

موضوع مطالعه	نام نویسنده	سال انتشار	توضیحات
	حسنوند و همکاران	2018	بررسی اثر تحریم‌ها بر صادرات غیر نفتی ایران
	سعادت و همکاران	2023	بررسی رابطه تجاری ایران و فرانسه، در دو حالت وجود تحریم و بدون وجود تحریم در بازه زمانی ۱۹۷۹ تا ۲۰۲۰

بخش‌های مقاله بدین ترتیب است که در ابتدا به مرور مطالعات پیشین در زمینه تجارت و تحریم می‌پردازیم و روابط موجود در این مطالعات مورد بررسی قرار می‌گیرند. سپس به معرفی مدل پیشنهادی مقاله حاضر خواهیم پرداخت همچنین جهت اعتبار سنجی مدل پژوهش، مثالی عددی تشریح می‌گردد و در نهایت نتیجه‌گیری پژوهش ارائه می‌گردد.

3- تعریف مسئله و مدل پیشنهادی

در این پژوهش یک مدل برنامه ریزی غیر خطی عدد صحیح مختلط به منظور حل یکپارچه مسئله، پیشنهاد می‌گردد. مدل دارای دو تابع هدف بوده و بر پایه مدل تخصیص می‌باشد و برای تصمیم گیری در مورد تجارت کالاهای تجاری وارداتی و صادراتی، برای کشورهای شریک تجاری کشور مورد نظر می‌باشد.

تابع هدف اول ماکزیمم نمودن تراز تجاری بین کشورها در صورت وجود برخی تحریم‌های تجاری است. بر اساس مطالعه‌ای از متیو^۹ [18] تابع هدف دوم به منظور دستیابی به جواب استوار، مینیمم انحراف معیار (برای کشورهای شریک تجاری) لگاریتم تفاضل نرخ ارز هر سال از سال قبل و به ازای هر سال محاسبه می‌گردد.

کالای تبدیلی، کالایی است که در صورت تحریم، می‌توان آن را تبدیل به کالای دیگر غیر تحریمی نموده و صادر کرد.

3-1- مفروضات مدل

در ابتدا برای ساده‌تر شدن فهم و حل مدل، مفروضات زیر مطرح می‌گردد:

الف. به ازای هر کالا، صادرات یا واردات یا هر دو حداقل برای یک کشور باید صورت گیرد.

ب. حداقل و حداکثر مقدار نرخ ارز برای هر کشور به ترتیب کمترین و بیشترین میزان نرخ ارز طی سال مورد نظر می‌باشد.

3-2- متغیرهای تصمیم

مقدار تامین تقاضای کشور i ام از کشور هدف برای کالا k ام در دوره t ام (صادرات ایران) (kg) V_{it}^k

مقدار تامین تقاضای کشور i ام از کشور هدف برای کالای k ام تبدیل شده به کالا b ام در دوره t ام (صادرات ایران) (kg) V_{it}^{kb}

تقاضای کشور هدف از کشور i ام برای کالا k ام در دوره t ام (واردات ایران) (kg) V_{it}^k

درآمد صادرات (به نرخ ارز رایج کشور i ام) کالای k ام به کشور i ام از کشور هدف در دوره t ام S_{it}^k

درآمد صادرات (به نرخ ارز رایج کشور i ام) کالای k ام تبدیل شده به کالا b ام از کشور هدف به i ام در دوره t ام S_{it}^{kb}

صادرات محصول k ام از کشور هدف به کشور i ام در دوره t ام یزقرار باشد f_{it}^k

1
0

$o.w.$

واردات محصول k ام به کشور هدف از کشور i ام در دوره t ام یزقرار باشد g_{it}^k

1
0

$o.w.$

نرخ ارز اسمی کشور هدف برای کشور i ام در دوره t ام NER_{it}

3-3- پارامترها و اندیس‌ها

3-3-1- اندیس‌ها:

$i = 1, 2, \dots, n$ اندیس کشورها

$j = 0$ کشور هدف

B تعداد کالاهای قابل تبدیل به یکدیگر

⁹ Matthew U. smith. 2013

	صادرات کالای k ام به کشور i ام از کشور هدف		$b = 1, 2, \dots, B$;
	در دوره t ام تحریم باشد	$f_{i,t}^k$	اندیس کالاها
1			$k = 1, 2, \dots, m$
0	$o.w.$		$t = 1, 2, \dots, T$ اندیس دوره (سال)

3-3-2 پارامترها:

1	واردات کالای k ام از کشور i ام به کشور هدف	$g_{i,t}^k$	حداکثر مقدار واردات کالای k ام به کشور هدف در دوره t ام (kg)	$U_{i,t}^k$
0	$o.w.$			
	حداکثر مقدار نرخ ارز کشور i ام در دوره t ام (ریال)	X_{git}	حداقل مقدار واردات کالای k ام به کشور هدف در دوره t ام (kg)	$L_{i,t}^k$
	حداقل مقدار نرخ ارز کشور i ام در دوره t ام (ریال)	X_{lit}	حداکثر مقدار صادرات کالای k ام به کشور هدف در دوره t ام (kg)	$U_{i,t}^k$
	قیمت کالای k ام در کشور هدف در دوره t ام (به نرخ ارز رایج کشور i ام)	sd_{0kt}	حداقل مقدار صادرات کالای k ام به کشور هدف در دوره t ام (kg)	$L_{i,t}^k$

3-4 - مدل پیشنهادی

$$\max \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m y_{0it}^k \times f_{0it}^k \times s_{0it}^k \times NER_{0it}}{GDP_{0t}} + \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m \sum_{b=1}^B y_{0it}^{kb} \times f_{0it}^{kb} \times s_{0it}^{kb} \times NER_{0it}}{GDP_{0t}} + \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m y_{i0t}^k \times g_{i0t}^k \times s_{i0t}^k \times NER_{0it}}{GDP_{0t}} \quad \forall t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

$$\min \sum_{k=1}^m \left\{ STDEV_i \left[\log \left(NER_{0it} \times \left(\frac{H_{kit}}{sd_{0kt}} \right) \right) \right] - \log \left(NER_{0i(t-1)} \times \left(\frac{H_{ki(t-1)}}{sd_{0k(t-1)}} \right) \right) \right\} \times f_{0it}^k + \sum_{k=1}^m \left\{ STDEV_i \left[\log \left(NER_{0it} \times \left(\frac{s_{i0t}^k}{sd_{0kt}} \right) \right) \right] - \log \left(NER_{0i(t-1)} \times \left(\frac{s_{i0(t-1)}^k}{sd_{0k(t-1)}} \right) \right) \right\} \times g_{i0t}^k \quad \forall t = 1, 2, \dots, T \quad (2)$$

	حداکثر مقدار واردات کالای k ام به کشور هدف در دوره t ام (kg)	$U_{i,t}^k$
	حداقل مقدار واردات کالای k ام به کشور هدف در دوره t ام (kg)	$L_{i,t}^k$
	حداکثر مقدار صادرات کالای k ام به کشور هدف در دوره t ام (kg)	$U_{i,t}^k$
	حداقل مقدار صادرات کالای k ام به کشور هدف در دوره t ام (kg)	$L_{i,t}^k$
	حداکثر مقدار صادرات کالای b ام به کشور هدف در دوره t ام (kg)	$U_{i,t}^b$
	قیمت کالای k ام در کشور i ام (واردات کشور i ام، به نرخ ارز رایج کشور i ام) در دوره t ام	H_{kit}
	قیمت کالای k ام تبدیل شده به کالا b ام در کشور i ام (واردات کشور i ام، به نرخ ارز رایج کشور i ام) در دوره t ام	H_{kbit}
	ظرفیت صادرات کالا k ام از کشور i ام به کشور هدف (واردات ایران) در دوره t ام (kg)	$Z_{i,t}^k$
	حداکثر تقاضای کشور i ام از کشور هدف برای کالا k ام (صادرات ایران) در دوره t ام (kg)	$MI_{i,t}^k$
	حداکثر تقاضای کشور i ام از کشور هدف برای کالا b ام (صادرات ایران) در دوره t ام (kg)	$MI_{i,t}^b$
	هزینه واردات (به نرخ ارز رایج کشور i ام) کالای k ام به کشور هدف از کشور i ام در دوره t ام	$S_{i,t}^k$
	تولید ناخالص داخلی کشور هدف در دوره t ام	$GDP_{i,t}$
	عدد بزرگ	M

مدل ریاضی فوق با هدف افزایش تراز تجاری با توجه به محدودیت‌های موجود در دنیای واقعی نوشته شده است. در این مدل، رابطه (1) تابع هدف اول است که نمایانگر ماکزیمم سازی تراز تجاری کشور می‌باشد، که پس از حل مدل ابتدا با فرض نبودن تحریم برای کالاها و سپس فرض تحریم برای برخی از کالاها در تعدادی از کشورها، می‌توان هزینه‌های ناشی از تحریم را محاسبه نمود. علت وجود مقدار تولید ناخالص داخلی در مخرج کسر تابع هدف این است که با توجه به نتیجه مطالعه محمدی [20]، یک معیار مناسب برای هزینه تحریم، مقدار هزینه وارد شده بابت تحریم، تقسیم بر تولید ناخالص داخلی گزارش شده است. رابطه (2) نیز تابع هدف دوم بوده و به منظور دستیابی به جواب استوار، مینیمم انحراف معیار (برای کشورهای شریک تجاری) لگاریتم تفاضل نرخ ارز هر سال از سال قبل و به ازای هر سال محاسبه می‌گردد.

محدودیت (3) مربوط به واردات کشور در سال مورد نظر است و برای عدم برخورد به کمبود در کشور باید مجموع واردات از کشورهای شریک تجاری برای هر کالا از میزان مشخصی کمتر نبوده همچنین به علت افزایش هزینه و عدم نیاز کشور بیشتر از میزان مشخصی نیز نگردد. محدودیت (4) مرتبط با صادرات کشور است که مجموع صادرات هر کالا به کشورهای شریک تجاری همانند واردات دارای حدود بالا و پایین می‌باشد. محدودیت (5) نیز مانند محدودیت (4) مربوط به واردات کالا است با این تفاوت که به دلیل اینکه کالای **b** زمانی صادر می‌گردد که کالای **k** ام مرتبط با آن تحریم باشد، ضریبی مبنی بر تحریم بودن کالای **k** ام مرتبط افزوده می‌شود (مثلا کالایی مانند چوب تحریم اما کاغذ تحریم نشود و در صورت نیاز کشورهای شریک تجاری، چوب به کاغذ تبدیل و صادر گردد). محدودیت (6) و (7) حد بالایی برای تعیین ارزش پولی کالا را برای به ترتیب کالای **k** ام و **b** ام تعیین می‌کند. محدودیت (8) و (9) مربوط به فرضیه دوم مسئله می‌باشد که به ازای هر کالا، صادرات یا واردات یا هر دو حداقل برای یک کشور باید صورت گیرد (علت این محدودیت این است که در واقعیت، تمام کشورها به طور همزمان کالای خاصی را تحریم نمی‌کند). محدودیت (10) بیانگر این است که به ازای هر کشور و هر کالای وارداتی، میزان واردات نمی‌تواند از ظرفیت صادرات کشور شریک تجاری

S.t:

$$L_{0t}^k \leq \sum_{i=1}^n v_{i0t}^k \times g_{i0t}^k \leq U_{0t}^k \quad \forall k = 1, 2, \dots, m; \forall t = 1, 2, \dots, T \quad (3)$$

$$L_{0t}^k \leq \sum_{i=1}^n v_{i0t}^k \times f_{i0t}^k \leq U_{0t}^k \quad \forall k = 1, 2, \dots, m; \forall t = 1, 2, \dots, T \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n v_{i0t}^{kb} \times f_{i0t}^k \leq U_{0t}^b \quad \forall k = 1, \dots, m; \forall b = 1, \dots, B; \forall t = 1, \dots, T \quad (5)$$

$$s_{0it}^k \times f_{i0t}^k \leq H_{kit} \quad \forall k = 1, \dots, m; \forall i = 1, \dots, n; \forall t = 1, \dots, T \quad (6)$$

$$s_{0it}^{kb} \times f_{i0t}^k \leq H_{kbit} \quad \forall i = 1, \dots, n; \forall k = 1, \dots, m; \forall b = 1, \dots, B; \forall t = 1, \dots, T \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n g_{i0t}^k \geq 1 \quad \forall k = 1, 2, \dots, m; \forall t = 1, 2, \dots, T \quad (8)$$

$$\sum_{i=1}^n g_{i0t}^k \geq 1 \quad \forall k = 1, 2, \dots, m; \forall t = 1, 2, \dots, T \quad (9)$$

$$v_{i0t}^k \times g_{i0t}^k \leq z_{i0t}^k \quad \forall i = 1, \dots, n; \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, \dots, T \quad (10)$$

$$v_{i0t}^k \times f_{i0t}^k \leq MI_{i0t}^k \quad \forall i = 1, \dots, n; \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, \dots, T \quad (11)$$

$$v_{i0t}^{kb} \times f_{i0t}^k \leq MI_{i0t}^{kb} \quad \forall i = 1, \dots, n; \forall b = 1, \dots, B; \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, 2, \dots, T \quad (12)$$

$$f_{i0t}^k \times f_{i0t}^k = 0 \quad \forall i = 1, \dots, n; \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, \dots, T \quad (13)$$

$$g_{i0t}^k \times g_{i0t}^k = 0 \quad \forall i = 1, \dots, n; \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, \dots, T \quad (14)$$

$$X_{lit} \leq NER_{0it} \leq X_{git} \quad \forall i = 1, 2, \dots, n; \forall t = 1, 2, \dots, T \quad (15)$$

$$v_{i0t}^k, v_{i0t}^b, v_{i0t}^k, s_{i0t}^k, s_{i0t}^b \geq 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n; \forall b = 1, 2, \dots, B; \forall k = 1, 2, \dots, m; \forall t = 1, 2, \dots, T \quad (16)$$

$$f_{i0t}^k, g_{i0t}^k \in \{0, 1\} \quad \forall i = 1, \dots, n; \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, \dots, T \quad (17)$$

$$zg_{it}^k \geq v_{it}^k - M \times (1 - g_{it}^k) \quad \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, \dots, T \quad (24)$$

$$; \forall i = 1, \dots, n$$

$$L_{0t}^k \leq \sum_{i=1}^n zf_{0it}^k \leq U_{0t}^k \quad \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, \dots, T \quad (25)$$

$$; \forall i = 1, 2, \dots, n$$

$$zf_{0it}^k \leq v_{it}^k \quad \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, \dots, T; \forall i = 1, \dots, n \quad (26)$$

$$zf_{0it}^k \leq M \times f_{0it}^k \quad \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, \dots, T; \forall i = 1, \dots, n \quad (27)$$

$$zf_{0it}^k \geq v_{it}^k - M \times (1 - f_{0it}^k) \quad \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, \dots, T \quad (28)$$

$$; \forall i = 1, \dots, n$$

$$zg_{it}^k \leq z_{it}^k \quad \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, \dots, T; \forall i = 1, \dots, n \quad (29)$$

$$zf_{0it}^k \leq MI_{0it}^k \quad \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, \dots, T; \forall i = 1, \dots, n \quad (30)$$

3- مثال عددی

جهت صحت سنجی مدل نیاز به مثالی عددی خواهد بود که در این مطالعه از داده‌های تجاری کشورهای چین، امارات، آلمان و ترکیه که طبق اعلام سازمان توسعه تجارت ایران، جزو چهار بازار مهم تجاری در سال 96 بوده و 43 درصد از سهم کل صادرات، همچنین 54.4 درصد از سهم کل واردات را شامل می‌شود، استفاده می‌گردد. همچنین جهت یافتن نتایج دقیق‌تر سعی شده کالاها به 17 دسته کالای مهم که طبق فصول عمده کتاب مقررات طی سال 1396 شامل 78.5 درصد از کل صادرات و 61 درصد از کل واردات می‌باشد، تقسیم بندی و داده‌های آن مورد استفاده قرار گیرند. لازم به ذکر است کالاهای وارداتی شامل کالای 1 تا 9 و کالاهای صادراتی شامل کالاهای 5 و 6 و 10 تا 17 می‌باشد؛ همچنین در صورت وقوع تحریم صادراتی، کالاهای 10 و 12 قابل تبدیل بوده و با توجه به ظرفیت صادراتی و نیاز کشورهای شریک تجاری، قابل صادر شدن خواهد بود.

همانطور که در رابطه فوق مشخص است، مدل ارائه شده دارای دوتابع هدف بوده که تابع هدف دوم برای رسیدن به جوابی استوار می‌باشد و به دلیل پیچیدگی حل، تنها به ارائه نتایج عددی در سه سال متوالی برای تابع هدف دوم به تنهایی اکتفا نموده و حل مدل و

بیشتر شود. محدودیت (11) و (12) نیز به ترتیب برای کالاهای صادراتی k ام و b ام بوده و نشان‌دهنده آن است که به ازای هر کشور و هر کالا، نمی‌توان بیشتر از تقاضای آن کشور کالای مورد نظر را صادر نمود. محدودیت (13) و (14) نمایانگر این موضوع بوده که در صورت تحریم صادرات (واردات) هر کالا برای هر کشور، نمی‌توان تصمیم بر صادر (وارد) نمودن آن کالا را گرفت. محدودیت (15) برای نرخ ارز در کشور هدف با توجه به نظر خبرگان، حدودی را تعیین می‌نماید. محدودیت (16) مربوط به مثبت بودن مقادیر واردات و ارزش کالاها است و نهایتاً محدودیت (17) صفر یا یک بودن مقادیر تحریم یا عدم تحریم برای صادرات و واردات کالاها را نشان می‌دهد.

2-5- خطی سازی محدودیت‌ها

به دلیل اینکه محدودیت‌های 3، 4، 10 و 11 غیر خطی از نوع باینری در پیوسته هستند، جهت ارائه نتیجه بهتر و حل سریع‌تر و راحت‌تر، باید آنها را خطی نمود. برای خطی کردن اینگونه مسائل، اگر فرض کنیم $Z = x_1 \times x_2$ حاصلضرب یک متغیر باینری (x_1) در یک متغیر پیوسته (x_2) باشد، در این صورت وقتی متغیر باینری مقدار یک می‌گیرد، متغیر Z مقداری برابر با مقدار متغیر پیوسته خواهد گرفت و در غیر اینصورت مقدار صفر را می‌گیرد. بنابراین برای خطی سازی این عبارت از سه قید به صورت زیر استفاده می‌گردد [11].

$$z \leq x_2 \quad (18)$$

$$z \leq M \times x_1 \quad (19)$$

$$z \geq x_2 - M \times (1 - x_1) \quad (20)$$

اکنون قیود غیر خطی را بازنویسی نموده که در روابط (21) تا (30) قابل مشاهده است.

$$L_{0t}^k \leq \sum_{i=1}^n zg_{it}^k \leq U_{0t}^k \quad \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, \dots, T; \forall i = 1, \dots, n \quad (21)$$

$$zg_{it}^k \leq v_{it}^k \quad \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, \dots, T; \forall i = 1, \dots, n \quad (22)$$

$$zg_{it}^k \leq M \times g_{it}^k \quad \forall k = 1, \dots, m; \forall t = 1, \dots, T; \forall i = 1, \dots, n \quad (23)$$

تحلیل حساسیت آن توسط تابع هدف اول و محدودیت‌های موجود انجام خواهد شد.

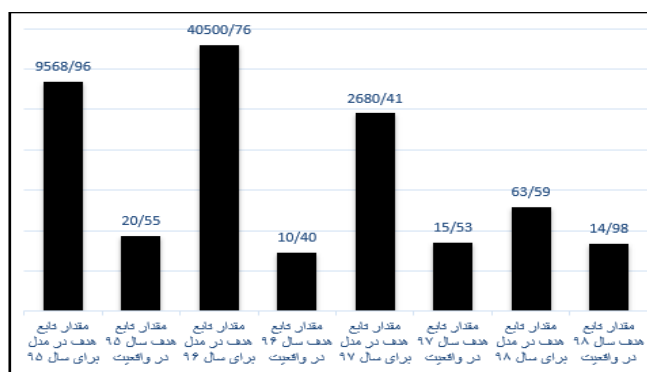
لازم به ذکر است جهت سهولت در محاسبات، اعداد مربوط به مقادیر صادرات و واردات، با هشت رقم اعشار می‌باشد. مقادیر بدست آمده برای نرخ ارز نیز در جدول شماره (3) آورده شده است.

3-1- روش حل و نرم افزار

به منظور حل مدل از روش (Mixed Integer) MINLP (NON Linear Programming) و از نرم افزار GAMS برای حل مدل استفاده شده است.

3-2- تحلیل نتایج

در ابتدا جهت بررسی کارایی مدل، از داده‌های تجاری سال 95، 96، 97 و 98 استفاده شده و مقدار تابع هدف اول مدل در واقعیت و همچنین با توجه به محدودیت‌های موجود، محاسبه و نتایج آن در تصویر شماره (1) نمایش داده شده است. همانطور که مشخص است، با توجه به اینکه تمامی کالاهای تجاری به صورت یکپارچه در نظر گرفته شده و هدف بیشترین میزان بازدهی در تجارت است، مقدار تابع هدف نسبت به واقعیت افزایش یافته و در صورت برنامه‌ریزی صحیح در خصوص تخصیص کالاها، می‌توان انتظار نتایج بهتر نسبت به شرایط کنونی را داشته باشیم.



تصویر 1. بررسی کارایی مدل

اکنون داده‌های تجاری سال 96 را بدون وجود تحریم صادراتی و وارداتی در مدل وارد کرده و نتایج آن را در قالب جدول شماره (2) نمایش می‌دهیم. به جهت حجم بالا مقادیر خروجی، تنها به نوشتن متغیرهای تصمیم با مقادیر غیر صفر اکتفا می‌شود.

همانطور که در جدول شماره (2) قابل مشاهده است، در صورتیکه هیچ تحریمی بر کالاهای صادراتی و وارداتی اعمال نگردد، تصمیم جهت میزان و قیمت صادرات به ترتیب در ستون مربوط به $v_{i,t}^k$ و $s_{i,t}^k$ وجود دارد. در ستون آخر نیز تصمیم‌گیری در مورد مقدار واردات هر کالا از هر کشور یعنی $v_{i,t}^k$ نشان داده شده است.

جدول 2. خروجی مدل در صورت عدم وجود تحریم

شماره کالا	نام کشور	$v_{i,t}^k$	$s_{i,t}^k$	$v_{i,t}^k$
1	چین	-	-	8.311
2	چین	-	-	3.717
3	چین	-	-	10.862
4	چین	-	-	5.331
5	امارات	20.781	1.314	17.608
5	ترکیه	-	-	1.067
6	ترکیه	28.933	4.320	-
6	چین	-	-	4.059
7	چین	-	-	0.322
8	چین	-	-	0.062
9	چین	-	-	1.457
10	آلمان	284.615	266.421	-
11	چین	54.705	3.283	-
12	امارات	3.503	2.788	-
13	چین	46.953	2.631	-
14	آلمان	40.374	0.160	-
15	آلمان	0.027	54.457	-
16	امارات	3.167	0.819	-
17	آلمان	0.022	1.921	-

جدول 3. خروجی مدل برای مقادیر نرخ ارز در صورت عدم وجود تحریم

شماره کشور	امارات	آلمان	ترکیه	چین
مقدار نرخ ارز	9820	43273	9501	4662

جدول 4. نتایج حل تابع هدف دوم

مقدار تابع هدف	نام کشور تحریم شده (صادرات و واردات)			
	چین	ترکیه	آلمان	امارات
0.083				*
0.031		*		*
0.067			*	
0.081	*		*	
0.109				*
0.021		*		*
0.099			*	
0.122	*		*	
0.098				*
0.019		*		*
0.087			*	
0.102	*		*	

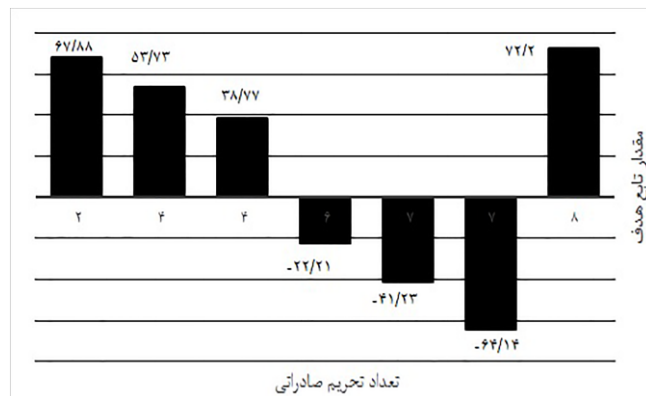
برای تابع هدف دوم نیز از داده‌های سال‌های 95 تا 98 به این ترتیب استفاده شده که انحراف معیار لگاریتم تفاضل نرخ ارز سال‌های 96 و 97، 95 و 96 و همچنین 97 و 98 برای صادرات و واردات کشور محاسبه شده و نتایج آن در جدول شماره (4) قابل مشاهده است.

در تابع هدف دوم مسئله فوق، نرخ ارز حقیقی بیان شده که دقیق‌تر از نرخ ارز اسمی می‌باشد و برای صادرات عبارتست از حاصلضرب نرخ اسمی ارز در عبارت کسری شامل قیمت کالای k ام در کشور i ام در دوره t ام (واردات کشور i ام، به نرخ ارز رایج کشور i ام) تقسیم بر قیمت کالای k ام در کشور هدف در دوره t ام (به نرخ ارز رایج کشور i ام)، همچنین برای واردات کالاها عبارتست از حاصلضرب نرخ اسمی ارز در عبارت کسری شامل هزینه واردات (به نرخ ارز رایج کشور i ام) کالای k ام به کشور هدف از کشور i ام در دوره t ام تقسیم بر قیمت کالای k ام در کشور هدف در دوره t ام (به نرخ ارز رایج کشور i ام) که در نهایت مجموع نتایج صادرات و واردات محاسبه می‌گردد. همچنین لازم به ذکر است به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات کامل در مورد قیمت کالاها، از میانگین نرخ ارز اسمی (که عبارتست از میانگین بیشترین و کمترین میزان نرخ ارز در سال معین) در ارائه نتایج استفاده می‌گردد و برای نمونه در صورتیکه صادرات و واردات به ترتیب یک یا دو کشور همزمان تحریم باشد محاسبات صورت می‌گیرد.

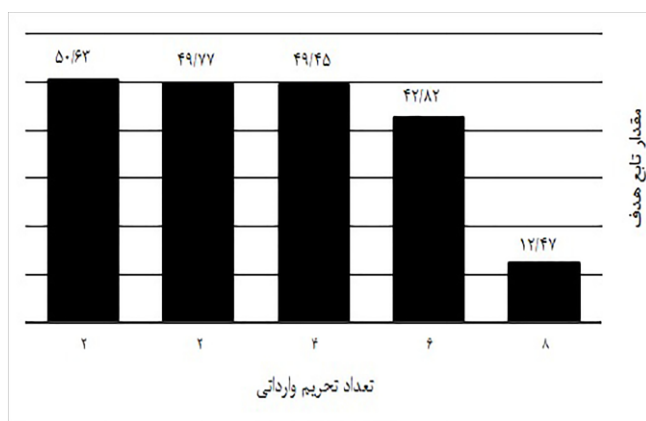
3-3- تحلیل حساسیت

جهت ارائه بهتر نتایج در این قسمت f_{0it}^k ، g_{i0t}^k ها مقدار یک را به ازای کشور و کالاهای مختلف گرفته و با توجه به تعداد تحریم‌های صورت گرفته و نوع تحریم (اعم از تحریم کالاهای قابل تبدیل و غیر قابل تبدیل) مورد تحلیل قرار می‌گیرند. نتایج در قالب جداول شماره (5) و (6) قابل مشاهده است. همچنین همانطور که در نمودارهای تصویر (2) و (3) مشخص است، مقدار تابع هدف اول با افزایش تعداد تحریم‌ها نسبت به زمانی که تحریمی وجود ندارد، کاهش می‌یابد و بسته به نوع کالا و کشور تحریم شده، تابع هدف اول مقادیر متفاوتی را نشان خواهد داد. در این بین بسته به اینکه کالا قابل تبدیل خواهد بود یا خیر، میزان کاهش تابع هدف متفاوت می‌باشد. البته باید به این نکته توجه داشت که اگر تحریم بر کالای قابل تبدیل باشد، به دلیل جبران ضرر بوجود آمده از طریق فروش کالای تبدیلی، ممکن است شاهد افزایش تابع هدف نسبت به تعداد تحریم کمتر باشیم که در آخرین ستون تصویر (2) این موضوع نشان داده شده است.

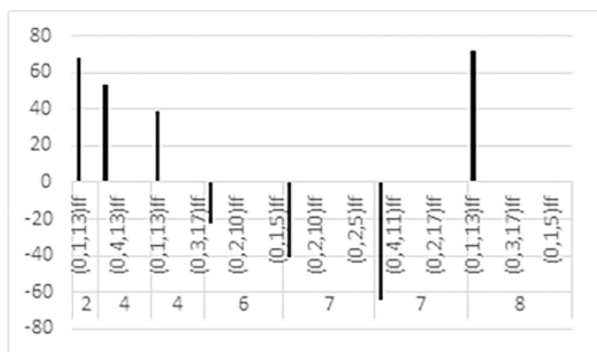
- 41.230	$ff(, 2, 17)$ و $ff(, 1, 5)$ $ff(, 4, 11)$ و $ff(, 1, 13)$ $ff(, 2, 10)$ و $ff(, 3, 17)$ $ff(, 2, 5)$	7
- 64.141	$ff(, 2, 17)$ و $ff(, 1, 5)$ $ff(, 4, 11)$ و $ff(, 1, 13)$ $ff(, 2, 10)$ و $ff(, 3, 17)$ $ff(, 1, 6)$	7
72.198	$ff(, 2, 17)$ و $ff(, 1, 5)$ $ff(, 4, 11)$ و $ff(, 1, 13)$ $ff(, 2, 10)$ و $ff(, 3, 17)$ $ff(, 1, 6)$ و $ff(, 1, 12)$	8



تصویر 2. مقادیر تابع هدف در صورت وجود تحریم صادراتی



تصویر 3. مقادیر تابع هدف در صورت وجود تحریم وارداتی



تصویر 4. نمودار خروجی مدل دارای تحریم صادراتی

جدول 6. خروجی مدل دارای تحریم وارداتی

مقدار تابع هدف	$gf(i, j, k)$	تعداد کالاهای تحریم وارداتی
50.627	$gf(1, , 2), gf(2, , 6)$	2
49.772	$gf(1, , 2), gf(4, , 8)$	2
49.454	$gf(1, , 2), gf(2, , 6)$ $gf(3, , 5), gf(4, , 9)$	4

جدول 5. خروجی مدل دارای تحریم صادراتی

مقدار تابع هدف	$ff(j, i, k)$	تعداد کالاهای تحریم صادراتی
67.875	$ff(, 4, 11)$ و $ff(, 1, 13)$	2
53.733	$ff(, 4, 11)$ و $ff(, 1, 13)$ $ff(, 2, 10)$ و $ff(, 3, 17)$	4
38.768	$ff(, 4, 11)$ و $ff(, 1, 13)$ $ff(, 2, 14)$ و $ff(, 3, 17)$	4
-22.207	$ff(, 2, 17)$ و $ff(, 1, 5)$ $ff(, 4, 11)$ و $ff(, 1, 13)$ $ff(, 2, 10)$ و $ff(, 3, 17)$	6

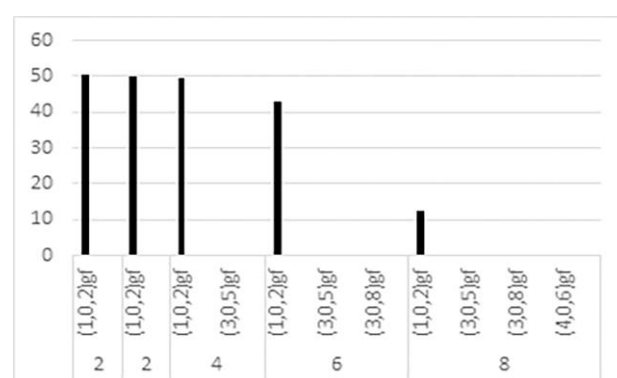
4- نتیجه‌گیری

در این پژوهش مسئله تجارت بین کشوری بادو تابع هدف به ترتیب افزایش تراز تجاری و کاهش انحراف معیار لگاریتم تفاضل نرخ ارز هر سال از سال قبل، به همراه برخی محدودیت‌های موجود در تجارت بین کشوری، بررسی شده است. این مطالعه و در تابع هدف اول که به منظور کاهش اثرات تحریم‌های تجاری بوده و مدل پیشنهادی در چارچوب مسئله تخصیص می‌باشد و از برنامه ریزی غیر خطی عدد صحیح مختلط استفاده شده است و تابع هدف دوم نیز برای رسیدن به جوابی استوار و مانند تابع هدف اول برای کمتر شدن تاثیرات تحریم‌های تجاری می‌باشد. در مدل مقاله سعی شده عوامل مهمی مانند حجم صادرات و واردات، قیمت صادرات و واردات، نرخ ارز و ظرفیت صادرات و واردات در نظر گرفته شود.

پس از ارائه مدل و خطی نمودن محدودیت‌ها، توسط مثالی عددی کارایی مدل بررسی شده و به تحلیل نتایج پرداخته شده است. نتایج حاکی از آن است که با وجود اثرگذاری تحریم‌ها بر صادرات و واردات، با استفاده از این مدل می‌توان تصمیم‌گیری دقیق‌تر و بهتری به منظور کاهش اثرات تحریم انجام داد.

به‌منظور توسعه مدل و دریافت نتایج دقیق‌تر حذف اجبار به وجود حداقل یک ارتباط تجاری برای هر شریک تجاری، در نظر گرفتن تجارت چند جانبه و اعمال تحریم‌های ثانویه جهت توسعه مدل و استفاده از روش‌های حل ابتکاری و فراابتکاری جهت حل در ابعاد وسیع‌تر توصیه می‌گردد.

42.815	$gf(1,0,2), gf(2,0,6)$ $gf(3,0,5), gf(4,0,9)$ $gf(3,0,8), gf(2,0,8)$	6
12.473	$gf(1,0,2), gf(2,0,6)$ $gf(3,0,5), gf(4,0,9)$ $gf(3,0,8), gf(2,0,8)$ $gf(4,0,6), gf(2,0,7)$	8



تصویر شماره 5 - نمودار خروجی مدل در تحریم وارداتی

منابع

- Consumer Goods (1981-2013)", Journal of Parliament and Strategy, 93(25),pp.393-420(2018). (In Persian).
- [3] PEARCE, D. W. Macmillan dictionary of modern economics. (1986) .Macmillan, 41. ISBN 0-333-41747-X
- [4] STERN, R. M. The multilateral trading system. Research seminar in international economics, 50, NO.569. (2007).
- [5] Manzoor, D. and Mostafapour, M. "Reviewing Unfair Sanctions: Features, Objectives and Fulfilled
- [1] Zamani, H. "An Investigation of the Determinant Factors on Bilateral Trade between the Selected Countries of the Islamic Common Market by the Gravity Model Approach", Faculty of Social Sciences & Economics, M.Sc. Thesis, Alzahra University (2015). (In Persian).
- [2] Kazerooni, A. and khezri, A. "The Impact of Economic Sanctions on Import of Iran Capital, Intermediate and

- [14] Aghaei, M, Reza Gholizade, M, & Mohammad Rezaei, M. Impact of economic and commercial on Iran's trade relations and their major trading partners. Strategic studies of public policy (Strategic Studies of Globalization Journal), 8(28), 49-68. SID (2018). (In Persian).
- [15] Bani Asadi. M . "Analytic approach of Effects of sanction on the Iran Agriculture trade" Quarterly Journal of Development Strategy, 2022, Vol. 18, No.1 (69), 181-213 (In Persian).
- [16] Hassanvand, Ali Akbar, HASSANVAND, DARIOUSH, & Nademi, Yones. (2019). Sanctions Impact on Non-Oil Exports of Iran. Journal of The Marco and Strategic Policies, 6(4 (24)), 666-684, 2018 (In Persian).
- [17] Saadat, R., Talebbeydokhti, A., Shahriar, I. Examining the Effect of Sanctions on the Trade Relationship between Iran and France. International Political Economy Studies, 2023; 5(2): 545-569. doi: 10.22126/ipes.2022.8240.1504
- [18] Matthew U. smith, B.S. (2013). What is the effect of U.S-LED sanction on a target nation's foreign currency exchange rate?, A thesis submitted to the faculty of the Graduate School of Arts and Sciences of Georgetown University.
- [19] Glover, F. and Woolsey, L. "Converting the 0-1 polynomial programming problem to a 0-1 linear program", Operation Research, Vol. 22, No. 1, January, pp. 180-182(1974).
- [20] Mohammadi, S. "The Impact of UN and US Economic Sanctions on GDP Growth in Developing Countries", M.Sc. Thesis, Faculty of Social Sciences & Economic, Iran, Tehran (2017). (In Persian).
- Measures", quarterly journal of fiscal and Economic policies. 1 (2), pp.21-42 (2013). (In Persian).
- [6] khezri, A. "Investigating the effect of economic sanctions on the composition of trade between Iran and major foreign trade partners during the period 1992-2013", M.Sc. Thesis, Faculty of Economics and Management, Tabriz University (2015). (In Persian).
- [7] STRØMMAN, A. H. and DUCHIN, F. "A World Trade Model with Bilateral Trade Based on Comparative Advantage. Economic Systems Research, Vol. 18, No. 3, 281-297(2006).
- [8] Marinović, M.M. Nikolić, D and Stanojević, M. "OPTIMIZATION IN DAY-AHEAD PLANNING OF ENERGY TRADING", Original Scientific Paper, 265, pp.201 - 208(2013).
- [9] Bayrak, H. I. Kargar, K. and Pınar, Mustafa Ç. "Bilateral trade with risk-averse intermediary using linear network optimization", SPECIALI SSUE ARTICLE, pp.1-8(2019).
- [10] Liu, X. and Xian, X. "Transportation uncertainty and international trade", Transport Policy, Volume 18, Issue 1, January 2011, Pages 156-162
- [11] Novy, D. and Taylor, A. "Trade and Uncertainty", The Review of Economics and Statistics (2020) 102 (4): 749-765.
- [12] Aziznejad, S. and Seyed Noorani, S.M.R. "Investigating the effects of sanctions on Iran's economy with emphasis on foreign trade", Parliament and Research of the Sixteenth year, No. 61(2009). (In Persian).
- [13] Yavari, K. and Mohseni, R. "The Effects of Trade and Financial Sanctions on the Iranian Economy: A Historical Analysis", Journal of Parliament and Research, 61(16), pp.9-54(2009). (In Persian).

ضمیمه

جدول 6. حداقل و حداکثر صادرات و واردات سال 96

شماره کالا	حداقل واردات (kg)	حداکثر واردات (kg)	حداقل صادرات (kg)	حداکثر صادرات (kg)
1	831133216	1229212265	*	*
2	371651703	505211745	*	*
3	1086207088	13788850121	*	*
4	533090719	684479244	*	*
5	1867554495	2982898844	8795092263	2078088124
6	405948740	902309016	4534949090	2893335472

*	*	58417730	32167825	7
*	*	19212853	6248576	8
*	*	1085276662	145676094	9
178699571070	28461540019	*	*	10
7650998695	5470462627	*	*	11
3448854719	350329727	*	*	12
5402368197	4695281655	*	*	13
14653121982	4037437640	*	*	14
82426626	2731557	*	*	15
3720604200	552891897	*	*	16
416127514	2179162	*	*	17
74687303	*	*	*	کالای تبدیلی 1
31481034	*	*	*	کالای تبدیلی 2

منبع: سایت trade map.org و سایت گمرک جمهوری اسلامی ایران

جدول 7. قیمت کالای k ام در کشور ا ام (واردات کشور ا ام، به نرخ ارز رایج کشور ا ام) سال 96

نام کشور				شماره کالا
چین	ترکیه	آلمان	امارات	
2.50678293	1.72045347	1.02219681	1.31378514	5
7.86151836	4.32001062	1.22404416	4.74068209	6
2.98167604	0.68929129	266.42127023	1.51523418	10
3.28253722	2.13540004	1.25993327	2.04729781	11
11,60714062	5,44755538	8,35083464	2,78825012	12
2,63127427	0,95792767	0,13308992	0,13306125	13
1,42995984	0, 58257034	0,15985251	0,09019168	14
106,56451694	50,62485285	54,45686899	159,15519766	15
1,33512020	0,81476452	0	0,81929006	16
28,06999106	3,55756007	1,92086168	5,18679089	17
0	4.68216631	5.44532073	1.74037749	کالای تبدیلی 1
6.71682066	0	0	7.92285179	کالای تبدیلی 2

منبع: سایت trade map.org

جدول 8. ظرفیت واردات کشور i ام (kg) سال 96

نام کشور				شماره کالا
چین	ترکیه	آلمان	امارات	
53194783344	1920590152	34458444825	2232326567	1
61268313480	827503936	15292707801	2416149000	2
2727652222	443187384	9875543153	1363662207	3

13995328742	4974307767	53385872137	2557282894	4
61482366974	11747811789	37487894070	1760840819	5
35567832765	2756129954	31806072628	2567664825	6
2372925264	27174057	2463069964	72823565	7
90124542	10719063	1025842544	10945431	8
1952218692	210074515	1131804381	25329996	9
725207420	105410159	471616581	89676050	کالای تبدیلی 1
7075721911	1253565814	2915964738	566107049	کالای تبدیلی 2

منبع: سایت trade map.org

جدول 9. ظرفیت صادرات کشور i ام (kg) سال 96

نام کشور				
شماره کالا	امارات	آلمان	ترکیه	چین
5	11332327985	74298588518	42875830501	54976314908
6	3552988358	33294469829	9955089663	51745815705
10	27384113827	270282918081	108793019191	723959790234
11	2991441313	66665711711	10421660452	107861370567
12	1292247470	13094632734	1717990967	191345477408
13	6471838945	33104769978	1670977141	18692842044
14	8112983361	35127819234	7093004068	108307796713
15	23842497	124971710	5950640	13457593
16	316730287	6094084500	6598281713	11318234080
17	1065515154	5469141764	71098280	2973278832

منبع: سایت trade map.org

جدول 10. هزینه واردات (به نرخ ارز رایج کشور i ام) کالای k ام به کشور هدف از کشور i ام سال 96

نام کشور				
شماره کالا	امارات	آلمان	ترکیه	چین
1	32.38	15.82	19.66	39.22
2	84.32	10.39	24.25	56.45
3	0.95	0.18	3.64	3.59
4	52.37	12.81	14.29	12.61
5	2.08	0.87	2.57	4.83
6	7.02	2.92	9.66	13.91
7	128.09	131.05	79.57	81.61
8	546.91	131.50	203.85	28.47
9	6.41	2	5.49	8.24

منبع: سایت trade map.org