



Research Article

Vol. 39, No. 1, Spring 2025, p. 57-71

The Financial, Economic and Political Risk of Trader Partners on the Import of Virtual Water of Oilseeds to Iran

F. Fathi¹*, M. Behnam¹

1- Department of Agricultural Economics, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

(*- Corresponding Author Email f.fathi@shirazu.ac.ir)

Received: 23-09-2024

Revised: 22-01-2025

Accepted: 26-01-2025

Available Online: 26-01-2025

How to cite this article:

Fathi, F., & Behnam, M. (2025). The financial, economic and political risk of trader partners on the import of virtual water of oilseeds to Iran. *Journal of Agricultural Economics & Development*, 39(1), 57-71. (In Persian with English abstract).

<https://doi.org/10.22067/jead.2025.88634.1295>

Introduction

The growing virtual water trade globally reflects economic principles associated with international trade, particularly the Heckscher-Ohlin theory. Each nation tends to export products that utilize relatively abundant and inexpensive production factors while importing those that necessitate scarce and costly resources. The strategic use of virtual water in the management of water resources is a critical issue, mainly, considering that a significant portion of Iran experiences arid and semi-arid conditions, leading to severe and increasing water shortages. Among the agricultural products that Iran requires are oilseeds, such as soybean and sunflower, which the country produces and imports in substantial quantities annually.

Materials and Methods

The present study aims to assess the trend of importing virtual water from oilseeds through trade partners and determine the effects of economic and environmental factors influencing their import during 2005-2020, utilizing the generalized gravity model. Economic and trade variables such as the ratio of Iran's GDP to other countries, import tariff ratio, real exchange rate growth, country risk index, distance between countries, and sanctions are considered. Environmental variables such as area under cultivation, access to water, and lack of access to water per capita are also included. The variables related to access and lack of access to water consist of four environmental factors: total water withdrawal, total renewable water, agricultural water withdrawal, and total freshwater volume.

Results and Discussion

The virtual water trading model is considered a scientific model and a practical solution to address the water shortage crisis in countries, especially Iran. In this research, through gravity models, the determinants affecting the volume of oilseed imports to Iran were identified. The variables of the ratio of Iran's GDP to the trading partner country and the access to water of the trading partner country were effective in both estimations, while the variable of the import tariff ratio was not effective in any of them. The risk variables of the countries have also been effective in importing virtual water. The variables of access to water and lack of access to water are environmental variables that influence the model, similar to economic variables. Therefore, the import of oilseeds is affected by economic variables; however, since the importation of oilseeds is supported to meet the country's needs and government currency has been utilized during the studied period, the variable of real exchange rate growth has



©2025 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/jead.2025.88634.1295>

less effect on imports. On the other hand, the variables of access and lack of access to water, which consist of four environmental factors (total water withdrawal, total renewable water, agricultural water withdrawal, and total freshwater volume), play an important role in the import of virtual water through oilseeds to Iran.

The following suggestions can be made: Considering the significance of the variable distance between countries in the estimation, instead of meeting the demand for oilseeds from producers located at a large geographical distance, it is suggested to exchange these products with neighboring countries and regional markets if they are capable of producing these products. In other words, the Iranian government should accept the risk of importing oilseeds from neighboring and regional markets that are closer, rather than necessarily from the production hub. This may reduce the cost of importing this product by choosing these countries. Additionally, based on the role of the risk index, it is expected that countries with lower risk will be chosen as trading partners. Although the area under cultivation may be associated with a reduction in virtual water imports, considering the state of Iran's water resources and the need to import these two types of oilseeds, increasing the area under cultivation may not be feasible. Importing virtual water can play an important role in the sustainability of water resources while simultaneously meeting domestic needs. Based on the significance of access to and lack of access to water in the estimated relationships for soybean and sunflower production, certain countries have a relative advantage in cultivating these crops. Therefore, to enhance the management and sustainability of water resources, it is recommended to import from countries with greater water availability and higher production capacity. As a result, importing more virtual water supports the conservation of local water resources while ensuring the cultivation of these crops.

Keywords: Gravity Model, Risk, Soybean, Sunflower, Virtual Water, Water Footprint



مقاله پژوهشی

جلد ۳۹، شماره ۱، بهار ۱۴۰۴، ص. ۷۱-۵۷

ریسک مالی، اقتصادی و سیاسی شرکای تجاری بر واردات آب مجازی دانه‌های روغنی به ایران

فاطمه فتحی^{۱*} ID - مینا بهنام^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۷

چکیده

توزیع نابرابر زمانی و مکانی آب منجر به بحران آب در بسیاری از کشورها شده است. تجارت فیزیکی محصولات کشاورزی از یک کشور به کشور دیگر، انتقال مجازی منابع آب یا تجارت آب مجازی را به همراه دارد. ایران از جمله کشورهایی است که به دلیل اقلیم خشک و نیمه‌خشک برای مدیریت منابع آب از واردات محصولات استفاده می‌کند و حجم زیادی از محصولات کشاورزی بخصوص دانه‌های روغنی را از طریق واردات تأمین می‌نماید. در این مطالعه با هدف ارزیابی روند واردات آب مجازی دانه‌های روغنی شامل سویا و آفتابگردان از شرکای تجاری، به تعیین اثرات متغیرهای کلان اقتصادی از جمله ریسک مالی، اقتصادی و سیاسی شرکای تجاری در کنار سایر متغیرهای محیط‌زیستی برای دوره زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰ با استفاده از مدل تعمیم‌یافته جاذبه پرداخته شد. نتایج نشان داد که ریسک مالی و اقتصادی در کنار متغیرهای نسبت تولید ناخالص داخلی ایران به کشور طرف تجاری، دسترسی به آب شریک تجاری در واردات دانه‌های روغنی تأثیرگذار بوده و نسبت تعرفه واردات در هیچ کدام اثرگذار نبوده است. اثر ریسک مالی شرکای تجاری سویا، بر واردات این دانه روغنی نقش مهمی داشته و رشد نرخ ارز واقعی اثر کمتری را در واردات داشته است، چرا که جهت تأمین نیاز کشور واردات دانه‌های روغنی مورد حمایت بوده و در دوره مورد مطالعه برای واردات از ارز دولتی بهره گرفته شده است. انتخاب شرکای تجاری با ریسک مالی و فاصله جغرافیایی کمتر می‌تواند واردات بیشتر و در نتیجه ورود آب مجازی بیشتری را به همراه داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: آب مجازی، آفتابگردان، ردپای آب، ریسک، سویا، مدل جاذبه

مقدمه

کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته بطور گسترده در نیمه دوم قرن بیستم بیان شد. افزایش جمعیت، رشد اقتصادی، تقاضای رو به رشد برای محصولات کشاورزی و تغییر اقلیم و همچنین تغییر شرایط اجتماعی-اقتصادی، تقاضا برای آب کشاورزی را در آینده افزایش داده و فشار و تنش‌های سنگینی به منابع آب وارد نموده و مخاطرات جدی را برای امنیت غذایی آینده و توسعه پایدار محیط زیست فراهم نموده است.

امروزه با تجارت کالاها، می‌توان به‌صورت نامرئی جابه‌جایی آب را نیز انجام داد؛ هنگامی که کالایی از نقطه‌ای به نقطه دیگر صادر می‌شود در واقع تمام آبی که در طی فرآیند تولید کالا استفاده شده است، نیز انتقال می‌یابد. منطقه‌ای که کالا را صادر می‌کند به‌صورت مجازی آب را صادر و منطقه‌ای که کالا را وارد کرده است، به‌صورت

آب یک منبع طبیعی با توزیع نامناسب در جهان است. اگر آب که با کمبود مواجه است به‌عنوان یک کالای اقتصادی در نظر گرفته شود، می‌تواند بخشی از مشکلات مربوط به کمبود آب در جهت مدیریت تقاضای آب را حل نماید. در گذشته کشورهایی که در معرض کمبود آب قرار داشتند، مواد غذایی مورد نیاز خود را از طریق واردات از دیگر کشورها تأمین می‌کردند. این امر باعث کاهش فشار بر منابع آب و کاهش کمبود آب در آن کشورها شده است (Lamastra et al., 2017). کمبود آب در دنیا به خصوص در آسیای شرقی و آفریقا به‌عنوان موضوع مهم از سوی محققین مطرح شده است و اولین مطالعات در مورد موضوع کمبود آب در دهه‌های ۱۹۱۰ مطرح شد، اما تشخیص کمبود آب به‌عنوان یک مشکل جهانی و اثرات آن بر

۱- گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
(* نویسنده مسئول: f.fathi@shirazu.ac.ir (Email:))

تجارت با شرکای تجاری مختلف، چه عواملی بر واردات آب مجازی دانه‌های روغنی از شرکای تجاری اثرگذار است؟

مطالعات متعددی به جریان آب مجازی محصولات کشاورزی پرداخته‌اند. از جمله هوکسترا و چاپاگین (Hoekstra & Chapagain, 2006) که به تعیین متوسط حجم جهانی جریان آب مجازی مربوط به تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی پرداخته‌اند. در مطالعه‌ی هوکسترا و هانگ (Hoekstra & Hung, 2002) دریافتند که آمریکا، کانادا، تایلند و آرژانتین بیشترین کشورهای صادرکننده و ژاپن، کره، هلند، چین و اندونزی بیشترین واردکننده‌ی آب مجازی می‌باشند. میزان تجارت آب مجازی محصولات زراعی عربستان سعودی بین سال‌های ۲۰۱۶ - ۲۰۰۰ محاسبه و نتایج نشان داد متوسط تجارت آب مجازی عربستان ۱۰۹ × ۱۲/۶ متر مکعب در سال بوده است. عربستان واردکننده خالص آب بوده که بیشترین آن مربوط به غلات و سبزیجات بوده است (Alamri & Reed, 2019). در مطالعه دنگ و همکاران (Deng et al., 2021)، به بررسی تأثیر صادرات آب مجازی بر میزان صرفه‌جویی منابع آبی در استان‌های کشور چین، پرداخته شده است. همچنین مناسب بودن طرح صادرات آب مجازی در استان یونان در چین نشان داد که استراتژی صادرات آب مجازی برای این استان مناسب نیست و باعث کمبود آب شده است و باید واردات آب مجازی، جایگزین شود. نیشاد و کومار (Nishad & Kumar, 2022) به تحلیل کمی از تجارت آب مجازی و پیامدهای آن برای پایداری آب در کشور هند پرداختند. برخی از مطالعات نیز در داخل کشور انجام شده است از جمله گل‌پذیر و همکاران (Golpazir et al., 2023) که از آب مجازی برای ارزش‌گذاری آب استفاده نمودند و همچنین مطالعه احدیت و همکاران (Ahadit et al., 2016) که به ارزیابی متغیرهای سیاستی، اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و فرهنگی و آموزشی و ترویجی با تجارت آب مجازی در ایران پرداختند. برخی دیگر از مطالعات به تعیین عوامل اثرگذار بر تجارت آب مجازی پرداخته‌اند. جهت بررسی عوامل متغیرهای مختلف بر تجارت آب مجازی نیز در مطالعات مختلف از مدل جاذبه بهره گرفته شده است. با توجه به اهمیت مسایل زیست‌محیطی در تجارت آب مجازی و ردپای آب در ایران مطالعاتی صورت پذیرفته است از جمله آن می‌توان به صافی و میرلطیف (Safi & Mirlatifi, 2015) اشاره کرد که نتایج مطالعه آنان نشان داد که توجه به قیمت‌های تمام شده آب و انرژی، تولید و صادرات محصولات آب‌بر به نفع کشور نیست و در طولانی مدت به اقتصاد کشور آسیب وارد خواهد کرد. پس از آن شیرزادی و همکاران (Shirzadi et al., 2018) نشان دادند که میزان تولید کشور هر چه بیشتر باشد، می‌تواند به تجارت بیشتر محصولات و در نتیجه افزایش تجارت آب مجازی منجر گردد.

یکی از متغیرهای اقتصادی اثرگذار که اخیراً مورد توجه قرار گرفته است ریسک اقتصادی، سیاسی و مالی هر کشور بعنوان شریک تجاری

مجازی آب را وارد کرده است. با پیشرفت جهانی شدن، تجارت آب مجازی نیز رو به افزایش است و تبادلات بین‌المللی کالاها مستلزم حمل و نقل مقدار زیادی آب مجازی به فواصل و مناطق دورتر است. آب تعبیه شده‌ای که در کالاهای مبادله شده وجود دارد آب مجازی نامیده می‌شود (Hekmatnia et al., 2020) به این مفهوم که می‌توان صادرات یا واردات محصولات کشاورزی را نیز به‌عنوان صادرات و یا واردات آب مجازی بیان کرد. بنابراین، تجارت بین‌المللی محصولات کشاورزی می‌تواند به‌عنوان تجارت منابع آب یک کشور به شکل مجازی تلقی شود که بدان تجارت آب مجازی گفته می‌شود (Mekonnen & Hoekstra, 2011; Alamri & Reed, 2019). تجارت ۹۸۷ میلیارد متر مکعب آب مجازی در سال و سهم ۸۰٪ از کل تجارت آب مجازی بیشترین سهم از تجارت آب مجازی را دارا می‌باشند (Alamri & Reed, 2019).

یکی از انواع محصولات کشاورزی مورد نیاز ایران که هر ساله با حجم واردات زیادی مواجه است دانه‌های روغنی می‌باشد. بخش اعظمی از روغن مورد نیاز کشور از دانه‌های روغنی تأمین می‌شود. مصرف سرانه بالای روغن در ایران در مقایسه با مصرف سرانه جهانی باعث شده است که بخش اعظمی از نیاز داخلی از طریق واردات تأمین شود. حجم بالای مصرف آب در تولید دانه‌های روغنی و باتوجه به شرایط ایران از نظر محدودیت منابع آبی و اهمیت بالای روغن در سبب خانوارها، واردات دانه‌های روغنی را از اقلام عمده و مهم وارداتی ایران نموده است. بطوری که به‌منظور تأمین کسری تولید داخل، طی سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۰ میزان واردات انواع دانه‌های روغنی به بیش از ۶ برابر افزایش یافته است که ارزش این مقدار واردات دانه روغنی در سال ۱۴۰۱ حدود ۱۷۱۶ هزار تن و تقریباً با ارزش ۸۳۱ میلیارد دلار بوده است (FAO, 2022). بر اساس آمار ۲۰۲۱ کشورهای برزیل (۳۰/۱)، آمریکا (۲۵/۴) و کانادا (۶/۷ درصد) بالاترین سهم صادرات دانه‌های روغنی به کشورهای مختلف دنیا را به خود اختصاص داده‌اند (Trademap, 2021) و در مجموع ایران رتبه ۲۰ ام واردات دانه‌های روغنی را در بین کشورهای واردکننده دانه‌های روغنی به خود اختصاص داده است. ایران با سهم ۱/۲ درصد از کل واردات سویا رتبه ۱۳ در واردات این دانه و همچنین رتبه ۲۰ ام را در واردات آفتابگردان با سهم ۱/۵ درصد از کل واردات جهان از این دانه روغنی را به خود اختصاص داده است. سویا و آفتابگردان در سال ۱۴۰۰ به ترتیب با واردات ۱۴۹۰ و ۴۰ هزار تن و ارزش ۶۱۵ و ۵۰ میلیارد دلار سهم زیادی را به خود اختصاص داده‌اند (FAO, 2022) و ردپای آب استفاده شده برای تولید هر تن سویا و آفتابگردان به ترتیب ۸۳۹ و ۱۲۰۹ متر مکعب می‌باشد (Dekamin et al., 2018). که با واردات می‌توان میزان در مصرف آب در تولید دانه‌های روغنی صرفه‌جویی نمود. سوال مهم این است که با توجه به مشکلات و محدودیت‌های منابع آبی در ایران و همچنین محدودیت‌های تجاری از جمله تحریم و ریسک

نوع آلودگی است و از مجموع ردپای آب آبی^۳ ($WF_{ijt.proc.blue}$)، سبز^۴ ($WF_{ijt.green}$) و ردپای آب خاکستری^۴ ($WF_{ijt.grey}$) بدست آمده است. ردپای آب آبی، به حجم آبی که در تولید محصول مورد استفاده قرار می‌گیرد (نیاز خالص) اشاره دارد (Hoekstra et al., 2012). ردپای آب سبز، به سهم آب حاصل از بارندگی مؤثر مرتبط است. ردپای آب خاکستری، به حجمی از آب شیرین اطلاق می‌شود که برای رقیق‌سازی کودها و سمومی که در فرآیند تولید محصول استفاده شده‌اند مورد نیاز است. اگر چه این حجم از آب آلوده شده از دسترس خارج می‌گردد اما در فرآیند تولید محصول به کار رفته است لذا در محاسبه آب مصرف شده برای تولید دانه‌های روغنی لحاظ می‌گردد. مقدار ردپای آب برای تولید دانه‌های روغنی شامل دانه سویا و آفتابگردان برای هر واحد تولیدی در هر کشور از مطالعه مکانین و هوکسترا (Mekonnen & Hoekstra, 2011) استخراج شد.

در ادامه جهت بررسی عوامل مؤثر بر واردات ردپای آب مجازی، از مدل جاذبه رابطه (۲) استفاده شد. یکی از مدل‌های مورد استفاده جهت تعیین عوامل مؤثر تجارت مدل جاذبه می‌باشد. این مدل به‌عنوان یک رویکرد به طور گسترده برای تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی، به‌ویژه جریان‌های تجاری دوجانبه ایجاد شده است. بسیاری از کاربردهای تجربی سعی در تعیین نیروهای محرک تجارت بین‌الملل با استفاده از این رویکرد داشته‌اند (Jagdambe & Kannan, 2020; Vu et al., 2020; Ayuda et al., 2022). مقیاس جریان‌های تجاری دوجانبه بین دو کشور با وضعیت اقتصادی دو کشور همبستگی مثبت دارد و رابطه منفی با فاصله فیزیکی بین دو کشور دارد. علی‌رغم انتقادات اولیه مبنی بر نظری بودن آن، مدل جاذبه در دهه‌های اخیر به‌دلیل پایه‌های نظری دقیقی که ارائه شده است و موفقیت تجربی آن در پیش‌بینی جریان‌های تجاری دوجانبه کالاهای مختلف تحت شرایط مختلف، کاربرد وسیعی یافته است. علاوه بر متغیرهای اقتصادی سطح ذخایر منابع آب موجود، از متغیرهای اثرگذار هستند که در جریان تجارت آب مجازی می‌تولند نقش مهمی داشته باشد. برای تجزیه و تحلیل اثرات اقتصادی و زیست‌محیطی تجارت بین‌الملل، این مدل امکان در نظر گرفتن متغیرهای بالقوه تأثیرگذار مانند درآمد، جمعیت، فواصل جغرافیایی، عوامل نهادی و عوامل محیط‌زیستی را نیز فراهم کند (Eshetu & Goshu, 2021).

می‌باشد (Baranauskaitė & Jurevičienė, 2021; Wang et al., 2021; Song et al., 2023). در مطالعات داخلی به ویژگی ریسک کشورها کمتر توجه شده است. در مطالعه گاسوامی و پانتامی (Goswami & Panthamit, 2022) ریسک سیاسی شرکای تجاری در مدل الگوی تجارت لحاظ شد. نتایج مطالعه آنان نشان داده است که با ثابت بودن سایر عوامل تعیین‌کننده مبتنی بر مدل جاذبه، با یک واحد افزایش در رتبه‌بندی شاخص ریسک نظامی در سیاست داخل و خارج کشور، جریان تجارت تا بلند به اندازه ۵-۹ درصد در سال کاهش می‌یابد. در مطالعه لی و همکاران (Li et al., 2022) اثر ریسک اقتصادی و سیاسی کشورها در تجارت مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اهمیت ویژگی‌های شرکای تجاری در کنار سایر عوامل اقتصادی، ریسک اقتصادی، مالی و تجاری کشورها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که در این مطالعه در کنار سایر متغیرهای اثرگذار به این ویژگی توجه شده است.

پژوهش حاضر، به دنبال پاسخگویی به این سؤالات است که ایران در تجارت دانه‌های روغنی چه مقدار آب به‌صورت مجازی وارد می‌کند، نقش عوامل مؤثر اقتصادی با تأکید بر ریسک شرکای تجاری و عوامل زیست‌محیطی، بر تجارت آب مجازی دانه‌های روغنی ایران چگونه است. در این راستا ابتدا میزان واردات آب مجازی در تجارت بین‌المللی دانه‌های روغنی بر اساس ردپای آب سبز، آبی و خاکستری برای دوره زمانی ۲۰۰۵-۲۰۲۰ برای ایران محاسبه شد و در نهایت با تخمین مدل جاذبه با رهیافت داده‌های تابلویی به بررسی عوامل اقتصادی و محیط‌زیستی پرداخته شد.

روش تحقیق

با توجه به اهداف مطالعه حاضر، در ابتدا مقدار آب مجازی وارد شده به ایران طی دوره زمانی ۲۰۰۵-۲۰۲۰ از شرکای تجاری برای دو محصول سویا و آفتابگردان که بیشترین حجم واردات دانه روغنی به ایران را دارند محاسبه شد. در رابطه (۱) شیوه محاسبه بیان شده است.

$$WF_{ijt} = WF_{ijt.green} + WF_{ijt.proc.blue} + WF_{ijt.grey} \quad (1)$$

در این مطالعه از حاصل ضرب ردپای آب^۱ در تولید دانه روغنی (سویا و آفتابگردان) هر کشور در میزان واردات از آن کشور در دوره زمانی t بدست آمده است. ردپای آب، حجم آب شیرین استفاده شده برای تولید محصول است، که در طول زنجیره کامل عرضه محاسبه می‌شود. ردپای آب یک شاخص چندبعدی است که نشان‌دهنده حجم آب مصرف شده و حجم آب آلوده شده بر اساس

3- Green water footprint

4- Grey water footprint

1- Water Footprint

2- Blue water footprint

$$\begin{aligned} \ln WF_{ijt} = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln D_{ijt} + \alpha_2 \ln \frac{GDP_{ti}}{GDP_{tj}} + \alpha_3 \ln \frac{tr_{ti}}{tr_{tj}} + \alpha_4 \ln CU_{jt} + \alpha_5 GER_{it} + \alpha_6 \ln FR_{it} + \alpha_7 \ln ER_{it} \\ & + \alpha_8 \ln PR_{it} + \alpha_9 S_{it} + \alpha_{10} \ln av_{jt} + \alpha_{11} \ln nav_{jt} + \pi_{ij} + \gamma_t + \varepsilon_{ijt} \end{aligned} \quad (2)$$

سیاسی است. مقدار عددی این شاخص‌ها از داده‌های راهنمای ریسک بین‌المللی کشورها^۱ در نظر گرفته شده است (Wang et al., 2022; Goswami & Panthamit, 2022; Guo et al., 2024). این شاخص در سه زیرمجموعه ریسک سیاسی^۲، ریسک مالی^۳ و ریسک اقتصادی^۴ می‌باشد. برای هر یک از زیرمجموعه‌ها یک شاخص جداگانه گزارش می‌شود. شاخص ریسک سیاسی بر اساس ۱۰۰ امتیاز، ریسک مالی ۵۰ و ریسک اقتصادی ۵۰ امتیاز تعریف شده است. مجموع امتیازهای سه شاخص ریسک بر عدد دو تقسیم می‌شود تا وزن‌های محاسباتی برای درج در امتیاز ریسک کشور ایجاد شود. ریسک ترکیبی که شامل ریسک سیاسی، مالی و اقتصادی از صفر تا ۱۰۰ می‌باشند، که عدد کمتر شاخص ریسک، میزان ریسک بالاتر را برای هر کشور نشان می‌دهد. متغیر S_{it} شدت تحریم ایران در دوره زمانی t است. تحریم با شدت کم و گسترده برای تجارت دو جانبه ایران و شرکای تجاری به صورت متغیر موهومی مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به تحقیقات مؤسسه اقتصاد بین‌الملل پترسون^۵ طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۶، ایالات متحده آمریکا، ایران را با شدت کم تحریم کرد. هم‌چنین ایالات متحده و اتحادیه اروپا طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ ایران را تحریم کردند. شدت این تحریم نیز کم بوده است (Hufbauer et al., 2012). اما طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ ایران با تحریم‌های گسترده از طرف ایالات متحده و اتحادیه اروپا مواجه شد. مقدار تحریم در هر دوره زمانی بستگی به هزینه‌های وارد شده بر ایران در هر سال (بر حسب درصدی از GDP) دارد که البته بیان‌کننده شدت تحریم نیز هست (Aghaei et al., 2017).

متغیرهای دسترسی به آب هر کشور شامل $\ln av_{jt}$ دسترسی به آب کشور طرف تجاری (j) در دوره زمانی t $\ln nav_{jt}$ لگاریتم عدم دسترسی به آب کشور طرف تجاری (فشار ناشی از کمبود منابع آبی) در دوره زمانی t می‌باشد. متغیر $av_{jt} = \frac{tww_{jt}}{rww_{jt}}$ متغیر دسترسی به آب است که در آن، tww_{jt} کل برداشت آب کشور j در دوره زمانی t است و rww_{jt} نشان‌دهنده کل آب تجدیدپذیر کشور j در دوره زمانی t است و متغیر عدم دسترسی به آب (فشار ناشی از کمبود منابع آب) برابر است با $nav_{jt} = \frac{aw_{jt}}{tww_{jt}}$. متغیر aw_{jt} برداشت کل آب کشاورزی کشور j در دوره زمانی t است. داده‌های مذکور از بانک جهانی جمع‌آوری شد.

در مدل جاذبه که در مطالعه حاضر در نظر گرفته شده است در رابطه (۲) $\ln WF_{ijt}$ لگاریتم تجارت آب مجازی است که از کشور j در زمان t وارد کشور i شده است. بنابراین، متغیر وابسته اطلاعاتی در مورد جریان دوجانبه ردپای آب دانه‌های روغنی را بین شرکای تجاری کشور از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰ برای دو نوع دلنه روغنی سوویا و آفتابگردان ارائه می‌دهد. مقدار ردپای آب برای تولید دلنه‌های روغنی شامل دانه سوویا و آفتابگردان برای هر واحد تولیدی در هر کشور از مطالعه ماکنین و هوکسترا (Mekonnen & Hoekstra, 2011) استخراج شد.

متغیرهای مستقل رگرسیون برای دسته‌ای از متغیرهای تجاری، اقتصادی و سیاسی همچون فاصله بین کشورها، تولید ناخالص داخلی (GDP)، نرخ ارز، تعرفه، تحریم و شاخص ریسک هر کشور و متغیرهای مرتبط با ذخایر آب شامل دسترسی به آب و فشار منابع آبی (Rodríguez-Crespo & Martínez-Zarzoso, 2019) در نظر گرفته شد. متغیرهای تجاری، اقتصادی و سیاسی لحاظ شده در مدل شامل $\ln D_{ij}$ لگاریتم فاصله جغرافیایی بین کشورها براساس فاصله پایتخت دو کشور بر حسب کیلومتر، متغیرهای اقتصادی و تجاری وارد شده در مدل $\ln \frac{GDP_{ti}}{GDP_{tj}}$ نسبت لگاریتم تولید ناخالص داخلی کشور ایران (i) به تولید ناخالص داخلی کشور شریک تجاری (j) در دوره زمانی t ، $\ln CU_{jt}$ لگاریتم سطح زیرکشت محصول در دوره زمانی t ، $\ln \frac{tr_{ti}}{tr_{tj}}$ لگاریتم نسبت تعرفه واردات در دوره زمانی t ، GER_{it} رشد نرخ ارز واقعی در دوره زمانی t ، برای محاسبه این شاخص، نرخ‌های ارز اسمی دو کشور طرف تجاری با استفاده از نسبت شاخص بهای مصرف‌کننده هر یک از آن‌ها تعدیل شد. نرخ ارز واقعی از رابطه $ER_t = E \frac{P^F}{P}$ به دست آمد، که در آن، P^F شاخص قیمت مصرف‌کننده خارجی و P شاخص قیمت مصرف‌کننده داخلی است. E نیز نرخ ارز اسمی است که یک واحد پول خارجی را در مقابل تعداد واحد پول‌های داخلی بیان می‌کند. تغییر قیمت ارز با دو اثر قیمتی و قدرت خرید بر حجم تجارت تأثیر می‌گذارد. افزایش نرخ ارز از یک سوی موجب گران شدن کالاهای وارداتی و در نتیجه کاهش حجم واردات و از سوی دیگر موجب رشد قیمت کالاهای صادراتی و مقدار صادرات می‌شود (Dubas, 2009). $\ln FR_{it}$ شاخص ریسک مالی، $\ln ER_{it}$ شاخص ریسک اقتصادی و $\ln PR_{it}$ شاخص ریسک

4- Economic Risk

5- Peterson Institute for International Economics

1 - International Country Risk Guide (ICRG)

2- Political Risk

3- Financial Risk

وابستگي مقطعي از آزمون وابستگي مقطعي پسران^۳ (CD) استفاده شد. لذا، با توجه به نتايج وابستگي مقطعي، در خصوص متغيرهاي که فرض صفر مبني بر عدم وجود وابستگي مقطعي پذيرفته نمي‌شود و اين متغيرها با وابستگي مقطعي روبرو هستند، نمي‌توان از آزمون‌هاي معمول ايستايي استفاده نمود. لذا از آزمون ريشه واحد تعميم‌يافته مقطعي ايم، پسران و شين (CIPS)^۲ براي متغيرهاي داراي وابستگي مقطعي استفاده شد.

نتايج آزمون ايستايي نشان داد که تمام متغيرها در سطح ايستا هستند و امکان استفاده از آن‌ها بصورت مقادير در سطح در مدل جاذبه وجود دارد. جهت تشخيص رويکرد برآوردي مناسب در داده‌هاي ترکيبي، از آزمون‌هاي آماري اقتصاد سنجي استفاده شد و نتايج آن در **جدول ۲** گزارش شده است. براساس نتايج **جدول ۲**، آماره آزمون چاو^۳ يا F ليمر نشان مي‌دهد که فرضيه صفر مبني بر يکسان بودن شيب در ميان مقاطع مختلف، پذيرفته نمي‌شود و مي‌توان مدل مربوط را بر اساس رويکرد داده‌هاي ترکيبي مورد ارزيابي قرار داد. به بيان ديگر داده‌هاي متغيرهاي مورد استفاده قابليت پدل شدن را دارا هستند. بعد از بررسي نتايج آماره آزمون چاو به بررسي آزمون انتخاب از ميان دو روش اثرات ثلثيت و تصادفي پرداخته شده است. مقدار آماره محاسباتي براي آزمون اثرات ثابت براي سويا و آفتابگردان به ترتيب ۳/۵۵ و ۲/۴۷ بدست آمد و لذا فرضيه صفر مبني بر وجود اثرات ثابت فردي تاييد و مدل اثرات ثابت بر رويکرد حداقل مربعات معمولي داده‌هاي ترکيبي ترجيح داده مي‌شود. همچنين بعد از آن آزمون اثرات تصادفي (LM-test) انجام شد که بر اساس نتايج آن مشخص شد که در داده‌هاي ترکيبي آزمون اثرات تصادفي معني‌دار نبوده و اثرات تصادفي بر رويکرد حداقل مربعات معمولي داده‌هاي ترکيبي ترجيح داده نمي‌شود. در نهايت، به منظور مقايسه اثرات ثابت و اثرات تصادفي، از آزمون هاسمن^۴ استفاده مي‌شود که نتايج اين آزمون نشان داد اثرات تصادفي بر اثرات ثابت برتري ندارد.

نتايج حاصل از تخمين مدل جاذبه عوامل مؤثر بر تجارت آب مجازي در **جدول ۳** گزارش شده است. با توجه به آماره‌هاي t، متغيرهاي نسبت توليد ناخالص داخلي در سطح ۵ درصد و لگاريتم فاصله بين کشورها، لگاريتم سرانه دسترسي به آب، لگاريتم نسبت سرانه عدم دسترسي به آب، لگاريتم نسبت سطح زيرکشت و تحرير در سطح ۱ درصد داراي اثر معني‌دار هستند و متغير رشد نرخ ارز واقعي و لگاريتم نسبت تعرفه واردات فاقد اهميت آماري لازم هستند.

به منظور بررسي تعيين کننده‌هاي واردات آب مجازي از مدل جاذبه و داده‌هاي پدل استفاده مي‌شود. به علت اهميت محصولات دانه‌هاي روغني در سيد کالايي مصرفي و توليد روغن‌هاي خوراكي، به عنوان محصول منتخب سويا و آفتابگردان در مطالعه مورد بررسي قرار گرفت. داده‌هاي مورد نياز براي هر يک از محصولات به تفکيک شامل داده‌هاي ذخاير آب، توليد ناخالص داخلي از بانک جهاني، داده‌هاي مربوط به نرخ ارز و داده‌هاي حجم تجارت خارجي (واردات خالص) به ترتيب از آمار گزارش شده بانک مرکزي ايران، گمرک جمهوري اسلامي ايران و فائو^۱ براي سال‌هاي ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰ جمع‌آوري شد. داده‌هاي ريسک کشورها نيز از سايت ICRG که ريسک کشورها را ارائه مي‌نمايد جمع‌آوري شد.

نتايج و بحث

در ابتدا روند واردات آب مجازي دانه‌هاي روغني سويا و آفتابگردان از شرکاي تجاري براي دوره مورد مطالعه بررسي شد. **شکل ۱** روند واردات آب مجازي دانه روغني سويا از شرکاي تجاري را نشان مي‌دهد. ساير کشورهاي که واردات ناچيزي به ايران داشته‌اند در مطالعه در نظر گرفته نشده‌اند.

عمده واردات سويا از کشورهای برزيل، آلمان، ايتاليا، امارات، سوئيس، آرژانتين، هلند و انگلستان مي‌باشند (FAO, 2022) که در دوره زماني ۲۰۰۵-۲۰۲۰ بيشترين ميزان واردات از اين کشورها صورت گرفته است. با توجه به **شکل ۱**، سال ۲۰۰۶ کمترین ميزان واردات آب مجازي دانه روغني سويا و سال ۲۰۱۵ بيشترين ميزان اين واردات آب مجازي رخ داده است. طبق اين شکل کشورهای سوئيس و انگلستان بيشترين صادرکننده‌هاي دانه روغني سويا و آب مجازي به ايران در طی اين سال‌ها بوده‌اند.

واردات آب مجازي آفتابگردان از کشورهای ايتاليا، روسيه، اوکراين، امارات، سوئيس، ترکيه، چين و آذربايجان انجام شده است. در **شکل ۲**، در سال ۲۰۱۷ بيشترين ميزان واردات اين محصول و در سال ۲۰۰۶ کمترین ميزان واردات در بين سال‌هاي مورد بررسي را داشته است.

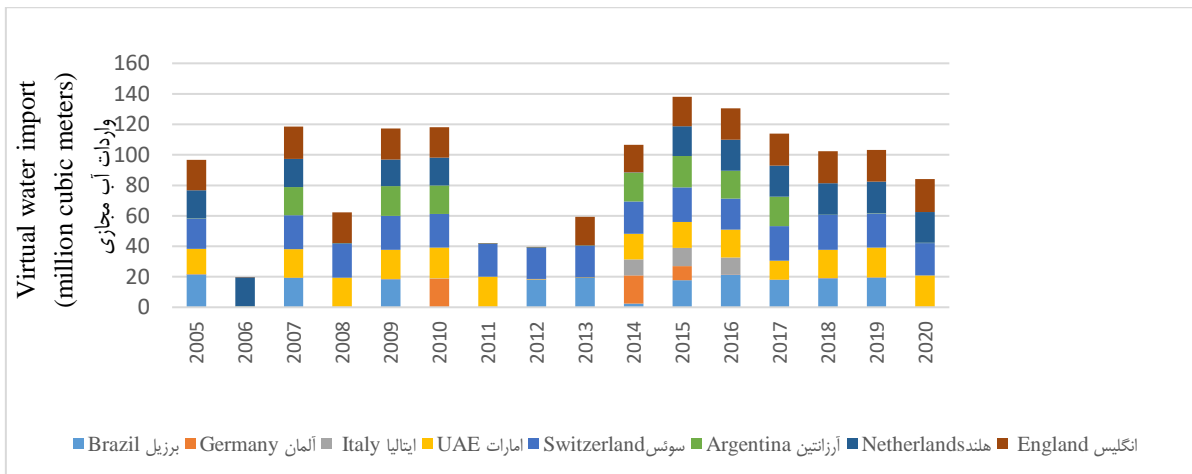
جهت بررسي عوامل مؤثر بر واردات آب مجازي از مدل جاذبه استفاده شد. با توجه به اينکه داده‌هاي مورد استفاده بصورت سري زماني مي‌باشند لذا جهت برآورد مدل جاذبه ابتدا نياز به بررسي ايستايي متغيرها مي‌باشد. در بررسي ايستايي داده‌هاي پدل پيش از برآورد مدل داده‌هاي ترکيبي، لازم است که آزمون وابستگي مقاطع و سپس برحسب نتايج آن ايستايي متغيرها مورد بررسي قرار گيرد. در **جدول ۱** نتايج آزمون وابستگي مقاطع ارائه شده است. براي بررسي

3- Chow test

4- Hausman-test

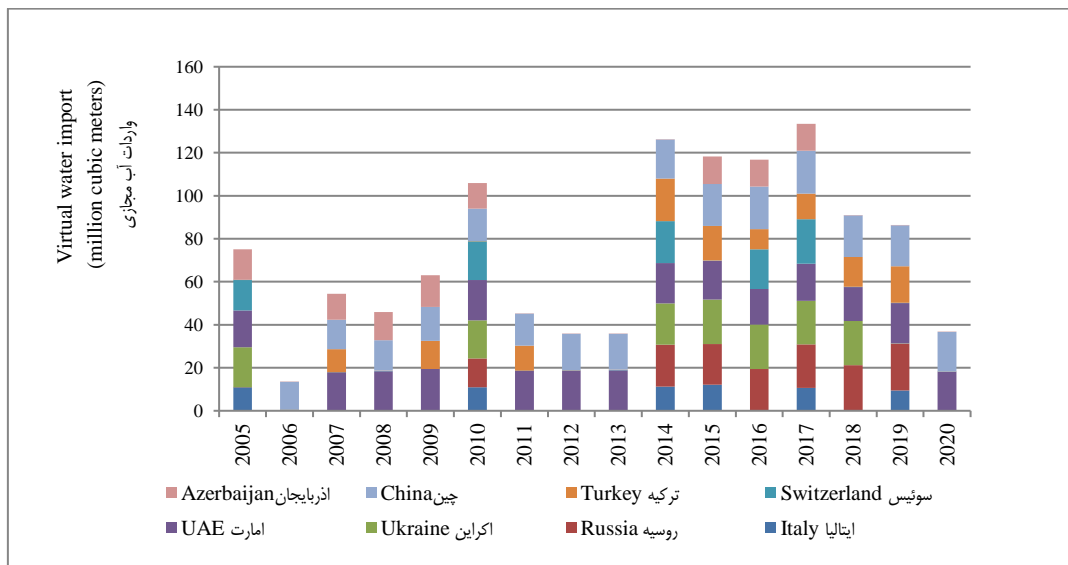
1- www. Faostat.org

2- Cross-section dependence (CD)



شکل ۱- واردات آب مجازی دانه روغنی سویا از شرکای تجاری ایران (میلیون متر مکعب)

Figure 1- Import of soybean oilseed virtual water from Iran's trader partners (million cubic meters)



شکل ۲- واردات آب مجازی دانه روغنی آفتابگردان از شرکای تجاری ایران (میلیون متر مکعب)

Figure 2- Import of sunflower oilseed virtual water from Iran's trader partners (million cubic meters)

جدول ۱- نتایج آزمون وابستگی مقطعی (CD) و آزمون ایستایی مدل دانه روغنی سویا و آفتابگردان

Table 1- Results of cross-sectional dependence (CD) test and stationarity test of soybean and sunflower oilseed models

دانه روغنی سویا					
Soyabean oil seed					
وابستگی مقطعی پسران			تست ایستایی مناسب		
Pesaran Cross-sectional dependency			Appropriate Stationarity test		
متغیر	آماره محاسباتی	نتیجه	Pesaran-CIP ¹	LLC ²	وضعیت ایستایی
Variable	Statistic calculation	Result			Stationarity

2- Levin, Lin, and Chu (LLC)

1- Im, Pesaran, and Shin (CIPS)

نسبت تولید ناخالص داخلی ایران به سایر کشورها	7.6***	وابسته مقطعی	-2.11**	I(0)
The ratio of Iran's GDP to other countries		Cross-sectional dependency		
فاصله بین کشورها	-1.14	استقلال	-2.21**	I(0)
Distance between countries		Independence		
نرخ رشد ارز واقعی	21.1**	وابسته مقطعی	-3.38***	I(0)
Real exchange rate growth		Cross-sectional dependency		
سرانه دسترسی به آب	11.46**	وابسته مقطعی	-1.17**	I(0)
Access to water per capita		Cross-sectional dependency		
سرانه عدم دسترسی به آب	-0.17	استقلال	-1.83**	I(0)
Lack of access to water per capita		Independence		
سطح زیرکشت	-0.83	استقلال	-2.93***	I(0)
Cropping cultivation		Independence		
تحریم	-	-	-	-
Sanction				
نسبت تعرفه واردات	1.52	استقلال	-3.51***	I(0)
Import tariff ratio		Independence		
شاخص ریسک مالی	-1.02	استقلال	-3.42***	I(0)
Financial risk index		Independence		
شاخص ریسک اقتصادی	-0.93	استقلال	-2.57**	I(0)
Economic risk index		Independence		
شاخص ریسک سیاسی	-0.85	استقلال	-2.46**	I(0)
Political risk index		Independence		

دانه روغنی آفتابگردان

وابستگی مقطعی پسران			تست ایستایی مناسب		
Pesaran Cross-sectional dependency			Appropriate Stationarity test		
متغیر	آماره محاسباتی	نتیجه	متغیر	آماره محاسباتی	نتیجه
Variable	Statistic calculation	Result	Variable	Statistic calculation	Result
نسبت تولید ناخالص داخلی ایران به سایر کشورها	-1.81**	وابسته مقطعی	-2.56***		I(0)
The ratio of Iran's GDP to other countries		Cross-sectional dependency			
فاصله بین کشورها	-0.74	استقلال	-2.40**		I(0)
Distance between countries		Independence			
نرخ رشد ارز واقعی	-2.16**	وابسته مقطعی	-2.90**		I(0)
Real exchange rate growth		Cross-sectional dependency			
سرانه دسترسی به آب	-2.17**	وابسته مقطعی	-4.71**		I(0)
Access to water per capita		Cross-sectional dependency			
سرانه عدم دسترسی به آب	-0.88	استقلال	-2.61**		I(0)
Lack of access to water per capita		Independence			
سطح زیرکشت	-2.08**	استقلال	-2.57**		I(0)
Cropping cultivation		Independence			
تحریم	-	-	-		-
Sanction					
نسبت تعرفه واردات	1.53	استقلال	-5.01***		I(0)
Import tariff ratio		Independence			
شاخص ریسک مالی	-3.42	استقلال	-3.36***		I(0)
Financial risk index		Independence			

شاخص ریسک اقتصادی Economic risk index	-1.02	استقلال Independence	-2.17**	I(0)
شاخص ریسک سیاسی Political risk index	-0.89	استقلال Independence	-2.48**	I(0)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

***, **, * به ترتیب معناداری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد است.

Source: research findings

***, **, * are significant at 1, 5, and 10 percent levels, respectively.

جدول ۲- آزمون‌های آماری جهت برآورد داده‌های ترکیبی دو مدل جاذبه دانه های روغنی سویا و آفتابگردان
Table 2- Statistical tests to estimate the panel data of two gravity models of soybean and sunflower oilseeds

تست	سویا	آفتابگردان
Test	Soyabean	Sunflower
Chow test	51.7	28.9
F test	3.55***	2.47***
LM test	1.02	1.61
Hausman test	25.86***	3.88

***, **, * به ترتیب معناداری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد است.

***, **, * are significant at 1, 5, and 10 percent levels, respectively.

جدول ۳- نتایج تخمین مدل جاذبه واردات آب مجازی واردات دانه‌های روغنی سویا و آفتابگردان
Table 3- The estimation results of virtual water import gravity model of soybean and sunflower oilseeds import

متغیرها Variables		سویا		آفتابگردان	
		ضریب	آماره t	ضریب	آماره t
$Ln \frac{GDP_{ti}}{GDP_{tj}}$	نسبت تولید ناخالص داخلی ایران به سایر کشورها The ratio of Iran's GDP to other countries	15.8***	-2.58	5.51**	1.66
$Ln D_{ijt}$	فاصله بین کشورها Distance between countries	-14.34***	-4.30	-2.31*	1.07
$Ln \frac{tr_{ti}}{tr_{tj}}$	نسبت تعرفه واردات Import tariff ratio	-1.15	-0.55	0.08	0.06
$Ln CU_{jt}$	سطح زیرکشت Cropping cultivation	-6.27***	-6.25	0.95	1.49
GER_{it}	نرخ رشد ارز واقعی Real exchange rate growth	-0.002	-0.40	-3.42*	-1.78
$Ln FR_{it}$	شاخص ریسک مالی Financial risk index	-1.32**	-2.42	-0.78**	-1.99
$Ln ER_{it}$	شاخص ریسک اقتصادی Economic risk index	-0.056**	-1.82	-0.032	-1.04
$Ln PR_{it}$	شاخص ریسک سیاسی Political risk index	-0.80	-0.92	-0.6	-1.01
S_{it}	تحریم Sanction	0.09	0.05	3.14**	1.94
$Ln av_{jt}$	سرانه دسترسی به آب Access to water per capita	2.95***	3.72	1.39**	2.20
$Ln nav_{jt}$	سرانه عدم دسترسی به آب Lack of access to water per capita	-0.50	-0.78	-3.93**	-1.80
$Ln WF_{ijt-1}$	واردات آب مجازی دور قبل Lagged of Importing virtual water	-	-	0.32***	3.67
α_0		-36.11	-4.24		-1.92
R ²		0.67		0.72	
F		7.31***		5.66***	
DW		1.68		2.02	

***, **, * به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد است.

***, **, * are significant at 1, 5, and 10 percent levels, respectively.

دارد. آرزاتین که دارای فاصله بسیار زیادی از ایران قرار دارد و سایر کشورها در زمره کشورهای اروپای غربی قرار دارند. این الگو می‌تواند به دامنه‌ای از مقادیر با پیوستگی پایین در متغیر فاصله منتهی شود که میان گروه‌های سه گانه ذکر شده تفاوت زیادی نشان می‌دهد.

در خصوص عدم اثرگذاری معنی‌دار نرخ ارز برای سویا می‌توان گفت چون در دوره مورد بررسی دولت جهت واردات سویا از ارزی حمایتی استفاده نموده است و این ارز یارانه‌ای از نوسانات نرخ ارز مصون بوده است لذا فاقد اهمیت آماری ارزیابی شده است. بعنوان دلیل احتمالی دیگر می‌توان گفت با توجه به ضرورت تأمین این نهاد توسط دولت صرفنظر از نوسانات ارز دولتی همواره واردات این نهاد استراتژیک توسط دولت از اهمیت و اولویت بالایی برخوردار بوده است. برای آفتابگردان این ضریب معنا دار می‌باشد و در این تصریح، اثر متغیر رشد نرخ ارز واقعی نزدیک به $3/42$ درصد ارزیابی شده است که این به معنای آن است که اگر یک درصد تغییر در متغیر رشد نرخ ارز واقعی رخ دهد، واردات $3/42$ درصد کاهش می‌یابد. متغیر تعرفه واردات نیز فاقد اهمیت آماری می‌باشند که در همین راستا به جهت حمایت دولت قابل تحلیل و توجیه است.

ضریب تحریم برای واردات آب مجازی سویا معنادار نبود، اما معناداری ضریب تحریم برای آفتابگردان نشان می‌دهد که با فرض ثابت بودن سایر شرایط، واردات آب مجازی در محصول دانه روغنی آفتابگردان افزایش خواهد یافت. با توجه به ضریب نسبتاً پایین این متغیر، این یافته نشان می‌دهد که محدودیت‌های ناشی از تحریم محصولات کشاورزی اهمیت چندانی ندارند. در مطالعات مانند ذوالانوار (۱۴۰۰)، در رابطه با تحریم نتایج مشابهی گزارش شده است. بنظر می‌رسد در شرایطی تحریمی به دنبال افزایش هزینه‌های مبادله واردات متأثر می‌شود.

متغیر ریسک کشورها با علامت منفی بر واردات آب مجازی اثرگذار هستند. به عبارت دیگر هرچه مقدار عددی شاخص ریسک بیشتر باشد ریسک آن کشور کمتر می‌باشد. چون در تجارت، ریسک کشور شریک تجاری نیز جزو موارد حائز اهمیت است، بنابراین برای واردات آب مجازی از کشورهایی که ریسک کمتری را دارند تمایل بیشتری وجود دارد. این شاخص‌های ریسک می‌توانند به عنوان متغیرهای کلیدی در مدل‌های اقتصادی و تجاری استفاده شوند. از اجزای تشکیل دهنده شاخص‌های ریسک مالی می‌توان به نوسانات نرخ ارز^۱ اشاره کرد که در هر کشور شاخص نوسانات نرخ ارز نشان‌دهنده میزان تغییرات نرخ ارز بین دو کشور است. افزایش نوسانات نرخ ارز می‌تواند هزینه‌های واردات را افزایش دهد و بر تصمیمات تجارت تأثیر بگذارد. همچنین دسترسی به اعتبار بانکی^۲

با در نظر گرفتن این مطلب که ضرایب به‌دست آمده از تخمین مدل که بیانگر کشش متغیر تجارت آب مجازی نسبت به عوامل مؤثر بر آن است، هر کدام از ضرایب بیانگر درصد تغییرات آب مجازی است که به ازای یک درصد تغییر در هر متغیر مستقل به‌دست می‌آید. به این معنا که به ازای یک درصد تغییر در نرخ نسبت تولید ناخالص داخلی ایران به سایر کشورها به شرط ثبات سایر شرایط، $5/51$ درصد واردات آب مجازی دانه روغنی آفتابگردان افزایش می‌یابد یعنی اگر یک درصد تولید ناخالص داخلی کمتر شود واردات آب مجازی دانه روغنی آفتابگردان به میزان یاد شده کمتر می‌شود. علامت و ضریب متغیر تولید ناخالص داخلی با مطالعاتی چون دبا (Debaere, 2014) همخوانی دارد. صرفنظر از اینکه مبانی نظری تجارت حاکی از اثر مستقیم درآمد بر واردات است، در خصوص اقتصاد ایران باید به نکته حایز اهمیت دیگری نیز اشاره شود. به این ترتیب که نوعاً افزایش تولید ناخالص ایران وابستگی زیادی به افزایش درآمدهای نفتی دارد که درآمدهای ارزی کشور هستند. لذا با نگاه به این همبستگی می‌توان گفت افزایش درآمد اقتصاد ایران در اثر افزایش درآمدهای نفتی فرصت بیشتری برای انجام واردات فراهم می‌نماید.

در مدل جاذبه متغیر فاصله یا مسافت مطابق با تئوری منفی است. با یک درصد تفاوت در فاصله‌ی بین کشورها به شرط ثبات سایر شرایط، واردات آب مجازی از طریق سویا و آفتابگردان به ترتیب حدوداً $14/34$ و $2/31$ درصد کاهش می‌یابد. یعنی هر چه فاصله کشور طرف تجاری بیشتر شود واردات آب مجازی دانه روغنی سویا و آفتابگردان از آن کشور کاهش می‌یابد که با مطالعه‌ی سایر پژوهشگران (Nasrullahi et al., Shirzadi et al., 2018; Fracass 2014) نیز مطابقت دارد. هرچند از جهت علامت با مطالعات یادشده همسو هستند اما در خصوص رقم بالای ضریب این متغیر باید به چند نکته اشاره نمود. نخست اینکه فاصله میان کشورها در انتقال کالا الزاماً فاصله هوایی میان کشورها نمی‌باشد. به‌ویژه اینکه در برخی موارد از راه‌های مختلفی کالا از یک مبدأ وارد ایران می‌شود. دوم آنکه برخی از کشورها مانند امارات در فهرست صادرکنندگان کالا به ایران قرار دارند در حالی که الزاماً به‌عنوان صادرکننده واسطه فعال هستند و مبدأ اصلی کالا به شمار نمی‌آیند. به بیان دیگر انتقال به مبدأهای بیشتر موجب افزایش بیشتر هزینه‌ها شده و بر میزان واردات اثر بیشتری خواهد داشت. از سوی دیگر اثر فاصله در دانه روغنی سویا بیش از آفتابگردان می‌باشد. یکی از دلایل آن را می‌توان به تعداد شرکای محدودتر آفتابگردان نسبت به سویا نسبت داد. نکته درخور توجه دیگر آن است که کشورهای مبدأ واردات ایران برحسب فاصله به سه گروه قابل تفکیک هستند. امارات که در همسایگی ایران قرار

1- Exchange Rate Volatility Index-

2- Banking Credit Access Index

با فرض ثبات سایر شرایط، به ازای یک درصد افزایش در میزان سرانه آب در دسترس به میزان ۲/۹۵ درصد در میزان واردات آب مجازی دانه روغنی سویا و ۱/۳۹ درصد در واردات آب مجازی آفتابگردان افزایش وجود دارد. یعنی اگر میزان دسترسی به آب یک درصد بیشتر شود ایران باز هم ترجیحا محصول را وارد می‌کند. در این خصوص لازم به ذکر است که تولید ایران در مورد این محصول در سطح بالایی قرار ندارد و سهم واردات در تأمین نیاز داخلی، بالا می‌باشد. این الگوی اثرگذاری افزایش دسترسی به آب را باید در کنار الگوی تغییرات تقاضا برای سایر نهاده‌های مورد استفاده در تولید روغن مورد توجه قرار دهد. به این معنی که با افزایش دسترسی به آب و افزایش تولید داخلی و کاهش واردات ممکن است تمایل به افزایش واردات سایر محصولات و دانه‌های روغنی که سهم کمتری در تولید روغن داخلی دارند افزایش یابد.

برخلاف متغیر دسترسی به آب در مورد متغیر سطح زیرکشت علامت منفی این متغیر مطابق انتظار است و نشان می‌دهد که اختصاص سطح زیرکشت بالاتر به این محصول موجب کاهش واردات خواهد شد. اگر به میزان یک درصد متغیر لگاریتم نسبت سطح زیرکشت افزایش یابد، حدود ۱/۱۵ درصد، به شرط ثبات سایر شرایط، واردات آب دانه روغنی سویا کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر با افزایش سطح زیرکشت سویا واردات آب مجازی سویا کمتر می‌شود و کشور به سمت تولید داخلی بیشتر این محصول نسبت به واردات حرکت خواهد کرد.

همانند سویا در مورد آفتابگردان نیز مشاهده می‌شود که با افزایش دسترسی به آب میزان تقاضا برای واردات افزایش می‌یابد. به گونه‌ای که اگر میزان دسترسی به آب کشور طرف تجاری یک درصد بیشتر شود، میزان تقاضا برای واردات حدود ۱/۳۹ درصد افزایش خواهد یافت. در این خصوص نیز می‌توان به دلایل مشابه که پیش‌تر در مورد سویا عنوان شد اشاره نمود. اگر به میزان یک درصد افزایش در متغیر سرانه عدم دسترسی به آب رخ دهد، حدود ۳/۹۳ درصد به شرط ثبات سایر شرایط، واردات آب مجازی دانه روغنی آفتابگردان کاهش خواهد یافت که این به معنی آن است که زمانی که یک درصد فشار ناشی از کمبود منابع آب کشور طرف تجاری افزایش می‌یابد واردات با کاهش ۳/۹۳ درصدی رو به رو خواهد بود. باتوجه به ضریب خوبی برآزش بدست آمده و امکان وجود متغیرهای کلیدی که خارج از تصریح برآورد شده هستند، لازم است با این یافته با احتیاط برخورد شود. همچنین علامت بدست آمده برای متغیر عدم دسترسی نیز برخلاف انتظار نظری است. اما همانطور که پیش‌تر نیز عنوان شد ممکن است همراستایی افزایش استفاده از آب‌های زیرزمینی در کنار کاهش

نشان‌دهنده قابلیت دسترسی به منابع مالی و اعتبارات بانکی برای واردکنندگان است. محدودیت در دسترسی به منابع مالی می‌تواند فرآیند واردات را کند نماید. فاکتور دیگر اثرگذار شاخص ریسک مالی می‌تواند به نرخ بهره اشاره کرد که تأثیر مستقیمی بر هزینه تأمین مالی واردات دارد. افزایش نرخ بهره می‌تواند هزینه واردات را بالا ببرد و توانایی واردکنندگان را در تأمین مالی کاهش دهد. سایر فاکتورهای دیگر نیز در ریسک مالی قرار دارند که برآیند آنها می‌تواند یک عدد را برای هر کشور نشان دهد که در مطالعه حاضر نقش ریسک مالی برای واردات آب مجازی از طریق سویا و آفتابگردان مقدار ۱/۳۲- و ۰/۷۸- تخمین زده شد. به عبارت دیگر با کاهش ریسک مالی واردات آب مجازی دانه‌های روغنی افزایش را نشان می‌دهد و اثر ریسک مالی شرکای تجاری برای واردات آب مجازی سویا بیشتر از آفتابگردان بوده است.

شاخص‌های ریسک اقتصادی شامل نرخ رشد اقتصادی، نرخ تورم، تعرفه‌های تجاری و سایر فاکتورهای دیگر برای هر کشور می‌باشد. اثر ریسک اقتصادی برای هر دو دانه روغنی سویا و آفتابگردان نسبت به ریسک مالی اثر کمتری را نشان می‌دهد. برای سویا و آفتابگردان به ترتیب ۰/۰۵۶- و ۰/۰۳۲- می‌باشد. برای واردات آب مجازی دانه آفتابگردان این متغیر نقش مهمی ندارد و معنادار نمی‌باشد. چرا که بر اساس نتایج، در واردات دانه‌های روغنی، شاخص ریسک اقتصادی شرکای تجاری، نقش کمتری را ایفا می‌کند. شرکای تجاری برای واردات آفتابگردان کشورهای کمتری را شامل می‌شود که به عنوان عرضه کننده آفتابگردان محسوب می‌شوند و لذا ریسک اقتصادی در واردات این دانه روغنی نقش مهمی نداشته است.

در مقابل شاخص‌های ریسک سیاسی که متشکل از شاخص ثبات سیاسی^۱ نشان‌دهنده میزان ثبات سیاسی در کشور مبدا و مقصد هستند. بی‌ثباتی سیاسی می‌تواند منجر به کاهش اعتماد تجاری و افزایش ریسک‌های مرتبط با واردات شود. شاخص روابط بین‌المللی^۲ نشان‌دهنده کیفیت روابط سیاسی و اقتصادی بین کشورها است. روابط نامطلوب می‌تواند منجر به اعمال تحریم‌ها و محدودیت‌های تجاری شود. از دیگر فاکتورهای شاخص ریسک سیاسی می‌توان به شاخص قوانین و مقررات^۳ اشاره کرد که نشان‌دهنده کیفیت و سختگیری قوانین و مقررات تجاری است. تغییرات ناگهانی در قوانین و مقررات می‌تواند فرآیند واردات را پیچیده‌تر کند. مقدار عددی این شاخص‌ها برای هیچکدام از دو دانه سویا و آفتابگردان معنادار نشده است. اکثر کشورهای شریک تجاری ایران دارای مقدار عددی شاخص ریسک سیاسی بالایی بوده و به عبارت دیگر ریسک سیاسی کمی را نشان می‌دادند.

3- Regulatory Quality Index

1- Political Stability Index

2- International Relations Index

و در عین حال تأمین نیاز داخلی داشته باشد. متغیرهای دسترسی به آب و عدم دسترسی به آب جزو متغیرهای محیط‌زیستی هستند که در مدل مانند متغیرهای اقتصادی اثرگذاراند.

واردات دانه‌های روغنی تحت تأثیر متغیرهای اقتصادی است، اما از آنجایی که جهت تأمین نیاز کشور واردات دانه‌های روغنی مورد حمایت می‌باشد و در دوره مورد مطالعه از ارز دولتی بهره گرفته شده است، بنابراین متغیر رشد نرخ ارز واقعی اثر کمتری را در واردات داشته است. اما از سوی دیگر متغیرهای دسترسی و عدم دسترسی به آب که از چهار متغیر محیط‌زیست (کل برداشت آب، کل آب تجدیدپذیر، برداشت آب کشاورزی و کل حجم آب شیرین) تشکیل شده است نقش مهمی را در واردات آب مجازی از طریق دانه‌های روغنی به ایران داشته‌اند. به‌عنوان پیشنهاد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- با توجه به معناداری متغیر فاصله میان کشورها در تخمین، به‌جای تأمین تقاضای دانه‌های روغنی از تولیدکنندگان با فاصله‌ی جغرافیایی زیاد، پیشنهاد می‌شود در صورت امکان و توانایی تولید این محصولات با کشورهای همسایه و بازارهای منطقه‌ای، مبادله صورت گیرد. به عبارت دیگر، دولت ایران این ریسک را بپذیرد که از همسایگان و بازارهای منطقه‌ای که فاصله کمتری دارند نه لزوماً از قطب تولید دانه‌های روغنی وارد کنند که غالب این کشورها نیز بعنوان کشورهای واسطه محسوب می‌شوند. تحلیل‌های تأثیر ریسک‌های مالی، اقتصادی و سیاسی شرکای تجاری بر واردات دانه‌های روغنی به ایران می‌توانند به سیاست‌گذاران و تجار کمک کند تا با شناخت بهتر این ریسک‌ها، تصمیمات بهتری از جمله انتخاب شرکای تجاری مناسب‌تر برای مدیریت واردات و تأمین پایدار دانه‌های روغنی اتخاذ کنند. در عین حال با توجه به نقش شاخص ریسک انتظار می‌رود برای واردات به همراه داشته باشند. شرکای تجاری برای واردات سویا و آفتابگردان دارای ریسک سیاسی کم هستند اما ریسک مالی این شرکا اثرگذاری بیشتری در واردات داشته است و با توجه به وضعیت تحریم ایران انتخاب شرکای تجاری کم ریسک‌تر به لحاظ ریسک مالی، اثر مثبت و معناداری بر واردات خواهد داشت. لحاظ نمودن فاصله جغرافیایی و ریسک مالی کمتر شرکای تجاری، اثر مثبت بر واردات دانه‌های روغنی خواهند داشت.

بارندگی موجب چنین اثرگذاری خلاف انتظار شود. در همین خصوص نباید از نظر دور داشت که رابطه مبادله همواره به زبان بخش کشاورزی بوده و این موجب افزایش فشار بر منابع آب زیرزمینی شده است. به گونه‌ای که اتکا به تأمین از طریق تولید داخلی افزایش و تمایل به واردات کاهش یافته است.

بررسی آماره F نشان می‌دهد کل ضرایب مدل از نظر آماری معنی‌داری هستند. هرچند برای مدل‌های مبتنی بر داده‌های ترکیبی انتظار می‌رود مقدار ضریب خوبی برازش بالاتر باشد اما این یافته‌ها حاکی از آن است که عوامل مهم دیگری نیز بر واردات دانه‌های روغنی اثرگذار است. بطور مشخص استراتژیک بودن دانه‌های روغنی و تسلط بالای دولت بر واردات این محصول را می‌توان بعنوان عوامل تعیین کننده اشاره کرد. همچنین ضریب فاقد اهمیت آماری متغیر تعرفه را نیز می‌توان در همین قالب ارزیابی نمود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

مدل تجارت آب مجازی به‌عنوان الگویی علمی و راهکاری عملی در جهت مقابله با بحران کم‌آبی کشورها به خصوص ایران مطرح می‌باشد. در این تحقیق، تعیین‌کننده‌های تأثیرگذار بر حجم واردات دانه‌های روغنی به ایران با استفاده از مدل جاذبه، مشخص شد. متغیرهای نسبت تولید ناخالص داخلی ایران به طرف تجاری و دسترسی به آب کشور طرف تجاری برای هر دو محصول سویا و آفتابگردان اثرگذار بوده و متغیر نسبت تعرفه واردات در هیچ کدام اثرگذار نبوده است. ریسک کشورهای شریک تجاری نیز در واردات آب مجازی مؤثر بوده است. به‌گونه‌ای که ریسک مالی شرکای تجاری برای کشورهای شریک تجاری ایران از اهمیت بیشتری برخوردار بوده، اما ریسک سیاسی و اقتصادی اثر کمتری داشته است. دلیل این امر را می‌توان به کم ریسک بودن شرکای تجاری ایران به لحاظ سیاسی و اقتصادی در واردات آفتابگردان و سویا اشاره کرد. سطح زیرکشت بیشتر با کاهش واردات آب مجازی همراه خواهد بود اما با توجه به وضعیت منابع آبی ایران و نیاز به واردات این دو نوع دلته روغنی به کشور امکان افزایش سطح زیرکشت نخواهد بود. اگر چه براساس نتایج افزایش سطح زیر کشت سویا اثر منفی بر واردات دانه روغنی دارد اما واردات آب مجازی می‌تواند نقش مهمی در پایداری منابع آب

References

1. Aghaei, M., Rezagholizadeh, M., & Mohammad Rezaei, M. (2017). Investigating the impact of economic and trade sanctions on trade relations between Iran and major trade partner countries. *Quarterly Journal of Strategic Studies of Public Policy*, 8, 49-68. (In Persian)
2. Ahadit, M., Farhadian, H., & Chobchian, Sh. (2016). Examining the factors affecting the management of virtual water business from the experts' point of view, *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 48(2), 657-679. (In Persian)
3. Alamri, Y., & Reed, M.R. (2019). Estimating virtual water trade in crops for Saudi Arabia. *American Journal of Water Resources*, 7(1), 16-22. <https://doi.org/10.12691/ajwr-7-1-3>

4. Ayuda, M.I., Belloc, I., & Pinilla, V. (2022). Latin American agri-food exports, 1994–2019: a gravity model approach. *Mathematics*, 10(3), 333. <https://doi.org/10.3390/math10030333>
5. Baranauskaitė, L., & Jurevičienė, D. (2021). Import risks of agricultural products in foreign trade. *Economies*, 9(3), 102. <https://doi.org/10.3390/economies9030102>
6. Bontemps, C., & Couture, S. (2002). Irrigation water demand for the decision maker. *Environment and Development Economics*, 7(4), 643-657. <https://doi.org/10.1017/S1355770X02000396>
7. Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., & Savenije, H.H. (2006). Water saving through international trade of agricultural products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 10(3), 455-468. <https://doi.org/10.5194/hess-10-455-2006>
8. Dekamin, M., & Barmaki, M. (2018). Selecting the best environmentally friendly oilseed crop by using Life Cycle Assessment, water footprint and analytic hierarchy process methods. *Journal of Cleaner Production*, 198, 1239-1250. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.115>
9. Deng, J., Li, C., Wang, L., Yu, S., Zhang, X., & Wang, Z. (2021). The impact of water scarcity on Chinese inter-provincial virtual water trade. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 1699-1707. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.09.006>
10. Debaere, P. (2014). The global economics of water: is water a source of comparative advantage? *American Economic Journal: Applied Economics*, 6(2), 32-48. Dizaji, S.F. (2018). DOI: 10.1257/app.6.2.32
11. Dong, H., Geng, Y., Hao, D., Yu, Y., Chen, Y., (2019). Virtual water flow feature of water-rich province and the enlightenments: Case of Yunnan in China, *Journal of Cleaner Production*, 235, 328-336. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.305>
12. Dubas, J.M. (2009). The importance of the exchange rate regime in limiting misalignment. *World Development*, 37(10), 1612-1622. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2009.02.003>
13. Eshetu, F., & Goshu, D. (2021). Determinants of Ethiopian coffee exports to its major trade partners: A dynamic gravity model approach. *Foreign Trade Review*, 56(2), 185-196. <https://doi.org/10.1177/00157325209763>
14. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, (2022). FAOSTAT, Retrieve by <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
15. Fracasso, A. (2014). A gravity model of virtual water trade. *Ecological economics*, 108, 215-228. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.10.010>
16. Golpazir, M., Ebrahimi, K., Modaresi, F., & Shamsi, M. (2023). Quantifying the economic value of Isfahan agricultural water sources with the approach of modifying the cultivation pattern and based on virtual water. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 54(3), 575-592. <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2023.353719.669200>
17. Goswami, G.G., & Panthamit, N. (2022). Does political risk lower bilateral trade flow? A gravity panel framework for Thailand vis-à-vis her trading partners. *International Journal of Emerging Markets*, 17(2), 600-620. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-07-2020-0755>
18. Guo, K., Luan, L., Cai, X., Zhang, D., & Ji, Q. (2024). Energy trade stability of China: Policy options with increasing climate risks. *Energy Policy*, 184, 113858. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113858>
19. Hekmatnia, H., Hosseini, S.M., & Safdari, M. (2020). Determination and assessment of green, blue and gray water footprints in the international trade of agricultural products of Iran. *Iranian Journal of Irrigation & Drainage*, 14(2), 446-463. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20087942.1399.14.2.9.4>
20. Hoekstra, A.Y., & Chapagain, A.K. (2006). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. In *Integrated Assessment of Water Resources and Global Change* (pp. 35-48). Springer, Dordrecht.
21. Hoekstra, A.Y., & Hung, A.Y., (2002). A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade Value of Water, *IHE DELFT*, www.waterfootprint.org
22. Hoekstra, A., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M., & Mekonnen, M.M. (2012). *The water footprint assessment manual: Setting the global standard*. Routledge.
23. Hufbauer, G.C., Schott, J.J., Anelliott, K., & Muir, J. (2012). Case studies in economic sanction and Terrorism: Post- 2000 Sanction Episodes. *Peterson Institute for International Economics*, 1-24.
24. International Country Risk Guide (ICRG), (2022). Retrieved by <https://www.prsgroup.com/explore-our-products/icrg/>
25. Jagdambe, S., & Kannan, E. (2020). Effects of ASEAN-India Free Trade Agreement on agricultural trade: The gravity model approach. *World Development Perspectives*, 19, 100212. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2020.100212>
26. Lamastra, L., Miglietta, P.P., Toma, P., De Leo, F., & Massari, S. (2017). Virtual water trade of agri-food products: Evidence from Italian-Chinese relations. *Science of the Total Environment*, 599, 474-482. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.146>
27. Li, Y., Huang, J., & Zhang, H. (2022). The impact of country risks on cobalt trade patterns from the perspective of the industrial chain. *Resources Policy*, 77, 102641. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102641>
28. Mekonnen, M.M., & Hoekstra, A.Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5), 1577-1600. <https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011>

29. Nishad, S.N., & Kumar, N. (2022). Virtual water trade and its implications on water sustainability. *Water Supply*, 22(2), 1704-1715. <https://doi.org/10.2166/ws.2021.322>
30. Rodríguez-Crespo, E., & Martínez-Zarzoso, I. (2019). The effect of ICT on trade: Does product complexity matter?. *Telematics and Informatics*, 41, 182-196. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2019.05.001>
31. Safi, R., & Mirlatifi, S. (2015). Evaluation of sugarcane cultivation status in Khuzestan province from the perspective of virtual water. *Quarterly Journal of Water Resources Engineering*, 8(25), 87-96. (In Persian)
32. Shirzadi, E., Sayehmiri, A., & Asgari, H. (2019). Investigating factors affecting virtual water trade in wheat production using gravity model. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 50(3), 501-513. <https://doi.org/10.22059/ijaedr.2019.260123.668616>
33. Song, Y., Zhang, X., & Hu, G. (2023). Relationships among geopolitical risk, trade policy uncertainty, and crude oil import prices: Evidence from China. *Resources Policy*, 82, 103555. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103555>
34. Trademap, (2021). Retrieve by <https://www.trademap.org/Index.aspx>
35. Vu, T.T.H., Tian, G., Zhang, B., & Nguyen, T.V. (2020). Determinants of Vietnam's wood products trade: Application of the gravity model. *Journal of Sustainable Forestry*, 39(5), 445-460. <https://doi.org/10.1080/10549811.2019.1682011>
36. Wang, Q., Dong, Z., Li, R., & Wang, L. (2022). Renewable energy and economic growth: New insight from country risks. *Energy*, 238, 122018. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122018> Get rights and content
37. Wang, Z., Zong, Y., Dan, Y., & Jiang, S.J. (2021). Country risk and international trade: evidence from the China-B&R countries. *Applied Economics Letters*, 28(20), 1784-1788. <https://doi.org/10.1080/13504851.2020.1854433>