J. Oceanography (JOC). 13 (51): 47-57, Fall 2022

Journal of Oceanography

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Observation of maritime traffic in southern Iran during the Covid-19 outbreak using Sentinel-1 images In the Google Earth Engine Platform

Mostafa Mahdavifard [1], ***Shahin Jafari*** [2*], ***Yeganeh Chookhachian*** [2], ***sadra Karimzadeh*** [3]

1. MSc. Graduate of Remote Sensing and Geographical Information System, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran
2. MSc. Student of Remote Sensing and Geographical Information System, Faculty Geography, University of Tehran, Tehran, Iran
3 . Assoc. Prof. Department of Remote Sensing and Geographical Information System, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

ARTICLE INFO

Article History:
Received: 2021/10/26
Revised: 2022/01/16
Accepted 2022/01/24

Keywords:
Ship detection
Sentinel-1 images
Google Earth Engine
Corona
Strait of Hormuz
Remote Sensing

*Corresponding author:
Shahin.jafari75@ut.ac.ir

ORCID: 0000-0001-8593-7131

doi:10.52547/joc.13.51.5

Dor: 20.1001.1.15621057.1401.13.51.5.8

ABSTRACT

Background and Objectives: The global corona outbreak has had a direct impact on many navigation activities around the world. Maritime navigation is one of the main commercial and economic activities. The purpose of this study is to monitor maritime traffic in the Strategic and International Strait of Hormuz and the port of Pol during the Corona outbreak. In line with the objectives of this research, VV polarization of Sentinel-1 radar images in C band was used. These images were processed in the Google Earth Engine cloud environment to identify and extract marine vehicles, including ships. The results of this study showed that traffic and maritime traffic in the two study areas of the Strait of Hormuz and Bandar Pol in April and May 2020 compared to the same month in 2018 and 2019 has a significant decrease, which has a direct impact on the shipping industry. But with the normalization of the corona situation and the resumption of maritime activities again in 2021, maritime traffic and traffic has increased as in the pre-corona period. In general, this study demonstrates the role of using satellite data, especially artificial aperture radar images, in marine applications and global crisis management, as well as the rapid processing of high-volume radar data in the Google Earth Engine cloud.

The outbreak of coronary heart disease (Covid-19) began in late 2019 in Wuhan, China, and later spread worldwide. To prevent the spread of Covid disease, many countries imposed restrictions on communities and travel. In Europe, the European Space Agency has also considered the Covid-19 epidemic in reducing air pollution and its indirect effects on the environment. In Europe, the European Space Agency has also paid attention to the Covid-19 epidemic in reducing air pollution and its indirect effects on the environment. Sea transportation is one of the oldest methods of transportation that is used today to transport goods and passengers to other parts of the country, regionally and internationally. For this reason, the monitoring of maritime traffic in any country is of great importance. Iran's geographical location has also been surrounded by the busiest seas from the north and south, as about 30% of the world's maritime transport takes place in the Persian Gulf. During the quarantine period, many countries imposed restrictions. These restrictions also included ports, shipping and sea voyages, disrupting the movement of passengers, crew and preventing ships from entering ports. Ultimately, all of these actions have disrupted maritime traffic. The maritime transport industry has been affected since the outbreak of Covid-19 because many countries closed maritime ports during the quarantine period and banned export and import activities. Today, Syntactic aperture radar (SAR) radar waves are used to detect ships because of their advantages over optical data. Radar waves have the ability to detect objects at sea. Google Earth Engine is one of the most popular geographic data processing systems that is used with free access to users to capture and process images. This platform can process large amounts of data in the shortest possible time, which makes it easy to use geographic time series data. It is one of the Sentinel-1 radar data in the engine inheritance system.

Methods: In the present study, Sentinel-1 time series data in 2018, 2019, 2020 and 2021 with VV polarization were used. In order to process Sentinel-1 data, Google Earth Engine system was used and then the output map in ArcGIS software was converted from TIF format to vector.

Findings: According to the maps created during the corona outbreak in the Strait of Hormuz and the port of Pol, the traffic of ships and marine vehicles has increased in the pre-corona period (2018 and 2019), respectively, but during the corona (2020) due to quarantine conditions and traffic restrictions. Maritime traffic has decreased significantly compared to the previous year. However, in the post-Corona period (2021), due to the normalization of epidemic conditions and the resumption of maritime and shipping activities, the traffic of marine vehicles has increased again.

Conclusion: In this study, an attempt was made to monitor the shipping industry in the Strait of Hormuz and the port of Pol by using satellite data during the corona outbreak and epidemic. Based on the results, it can be concluded that Sentinel-1 radar data in C-band to manage the maritime crisis in the event of a catastrophic disaster can help advance the goals of the shipping industry in the short to long term. This short-term and long-term advancement requires an instant monitoring system that Google Earth Engine online system has been able to well establish its place in the world of remote sensing.

NUMBER OF TABLES	NUMBER OF FIGURES	NUMBER OF REFERENCES
2	6	34

مقاله پژوهشی

رصد ترافیک دریایی در جنوب ایران در دوره شیوع کووید-۱۹ با استفاده از تصاویر سنتینل-۱ در پلتفرم گوگل ارث انجین

مصطفی مهدوی فرد [۱]، شاهین جعفری [۲*]، یگانه چوخاچیان [۲]، صدرا کریم زاده [۴]

۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲ دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳ استادیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده برنامه ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۸/۴
تاریخ بازبینی: ۱۴۰۰/۱۰/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۴

واژگان کلیدی:
شناسایی کشتی
تصاویر Sentinel-1
گوگل ارث انجین
کرونا
تنگه هرمز
سنجش از دور

*نویسنده مسئول
Shahin.jafari75@ut.ac.ir
ORCID: 0000-0001-8593-7131

doi:10.52547/joc.13.51.5
Dor: 20.1001.1.15621057.1401.13.51.5.8

چکیده

پیشینه و اهداف: شیوع کرونا بر بسیاری از فعالیت‌های ناوبری در سراسر جهان تأثیر مستقیمی نهاده است. ناوبری دریایی یکی از اصلی‌ترین فعالیت‌های تجاری و اقتصادی به شمار می‌آید. هدف از این پژوهش رصد ترافیک دریایی در تنگه استراتژی و بین‌المللی هرمز و بندرگاه پل در دوران شیوع کرونا می‌باشد. در راستای اهداف این پژوهش قطبش VH تصاویر راداری سنتینل-۱ در باند C مورد استفاده قرار گرفته شد. این تصاویر در محیط ابری گوگل ارث انجین به منظور شناسایی و استخراج وسایل نقلیه دریایی اعم از کشتی پردازش شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که تردد و ترافیک دریایی به ترتیب در دو منطقه مطالعاتی بندرگاه پل و تنگه هرمز در ماه آپریل و می ۲۰۲۰ نسبت به ماه مشابه در سال ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ حدود ۴۸,۳۹٪ و ۳۶,۹۷٪ کاهش چشمگیری داشته است که به تبع آن بر صنعت کشتیرانی تأثیر مستقیمی داشته است. اما با عادی شدن شرایط کرونایی و ازسرگیری فعالیت‌های دریایی مجدداً در سال ۲۰۲۱ تردد و ترافیک دریایی همانند دوره پیش از کرونا افزایش پیدا کرده است. به‌طور کلی این پژوهش نقش استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به‌ویژه تصاویر راداری با دریچه مصنوعی در کاربردهای دریایی و مدیریت بحران جهانی و همچنین پردازش سریع داده‌های راداری با حجم بالا در محیط ابری گوگل ارث انجین را نشان می‌دهد.

شیوع بیماری کرونا (کووید ۱۹) در اواخر سال ۲۰۱۹ میلادی از ووهان چین آغاز شد و پس از مدتی به‌کل جهان انتشار یافت. برای جلوگیری از شیوع بیماری کووید ۱۹ بسیاری از کشورها محدودیت‌هایی را در اجتماعات و سفرها اعمال کردند. در اروپا بررسی همه‌گیری کووید ۱۹ در کاهش آلودگی هوا و تأثیرات غیرمستقیم آن بر محیط‌زیست نیز موردتوجه آژانس فضایی اروپا بوده است. حمل و نقل دریایی یکی از قدیمی‌ترین روش‌های حمل‌ونقل است که امروزه برای نقل‌وانتقال کالاها و مسافران به بقیه نقاط ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی مورداستفاده قرار می‌گیرد. به همین منظور نظارت بر رفت‌وآمد دریایی در هر کشوری از اهمیت بالایی برخوردار است. موقعیت جغرافیایی ایران نیز سبب شده است که از سمت شمال و جنوب توسط پرترددترین دریاها احاطه گردد از آنجا که حدود ۳۰ درصد حمل و نقل دریایی جهان در خلیج فارس صورت می‌گیرد. در دوران قرنطینه بسیاری از کشورها محدودیت‌هایی را اعمال کردند. این محدودیت‌ها شامل بندرها، کشتیرانی، دریانوردی و مسافرت دریایی نیز بوده و باعث اختلال رفت و آمد مسافران، خدمه کشتی‌ها و جلوگیری از ورود کشتی‌ها به بندرها شده است. درنهایت، تمامی این اقدامات اختلالاتی در ترافیک دریایی به وجود آورده است. صنعت حمل‌ونقل دریایی از زمان شیوع بیماری کووید ۱۹ تحت تأثیر قرارگرفته زیرا بسیاری از کشورها در دوران قرنطینه، بندرها دریایی را تعطیل و فعالیت صادرات و واردات را ممنوع کردند. امروزه برای شناسایی کشتی‌ها از امواج رادار دیافراگم مصنوعی (SAR)، به دلیل مزیت‌هایی که نسبت به داده‌های نوری دارد، استفاده می‌شود. امواج رادار توانایی شناسایی اشیا بر روی دریا را دارند. گوگل ارث انجین یکی از محبوب‌ترین سامانه‌های پردازش داده‌های جغرافیایی است که با دسترسی رایگان به کاربران برای اخذ و پردازش تصاویر مورداستفاده قرار می‌گیرد. این پلتفرم می‌تواند داده‌های حجیم را در کمترین زمان ممکن پردازش کند که باعث سهولت استفاده از داده‌های سری زمانی جغرافیایی شده است. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر کووید-۱۹ بر رفت‌وآمد کشتی‌ها و ترافیک دریایی در تنگه‌ی هرمز و بندر پل در دوران شیوع کرونا با استفاده از داده‌های راداری سنتینل-۱ در سامانه ارث انجین است.

روش‌ها: در پژوهش کنونی از داده‌های سری زمانی سنتینل-۱ در سال‌های ۲۰۱۸، ۲۰۱۹، ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ با قطبش VV بهره گرفته شد. به منظور پردازش داده‌های سنتینل-۱ از سامانه گوگل ارث انجین استفاده شد و سپس نقشه خروجی در نرم‌افزار ArcGIS از فرمت تیف به وکتور تبدیل گردید.

یافته‌ها: بر اساس نقشه‌های ایجاد شده طی دوره شیوع کرونا در تنگه هرمز و بندرگاه پل، تردد کشتی‌ها و وسایل نقلیه دریایی به ترتیب در دوره پیش از کرونا (۲۰۱۸ و ۲۰۱۹) افزایش داشته است، اما در طول کرونا (۲۰۲۰) به دلیل شرایط قرنطینگی و محدودیت رفت و آمد تردد وسایل حمل و نقل دریایی نسبت به سال قبل کاهش چشمگیری داشته است. این درحالی است که در دوره پس از کرونا (۲۰۲۱) به دلیل عادی شدن شرایط همه‌گیری و از سرگیری فعالیت‌های دریایی و کشتیرانی دوباره تردد وسایل نقلیه دریایی نسبت به دوره شیوع کووید-۱۹ به ترتیب در بندر پل و تنگه هرمز حدود ۱۲,۵٪ و ۵۱,۶٪ افزایش یافته است.

نتیجه‌گیری: در این پژوهش تلاش شد با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در دوره شیوع و همه‌گیری کرونا بر صنعت کشتیرانی در تنگه هرمز و بندرگاه پل نظارت شود. نتایج حاکی از آن است که داده‌های راداری سنتینل-۱ در باند C به مدیریت بحران دریایی در زمان وقوع بلایای همه‌گیر می‌تواند کمک شایانی در پیشبرد اهداف صنعت کشتیرانی در بازه زمانی کوتاه مدت تا بلند مدت کند. این پیشبرد زمانی کوتاه مدت و بلند مدت نیازمند یک سامانه آنی برای پایش است که سامانه آنلاین گوگل ارث انجین به خوبی توانسته جایگاه خود را در دنیای سنجش از دور فراگیر کند.

مقدمه

شیوع بیماری کرونا (کووید ۱۹[1]) در اواخر سال ۲۰۱۹ میلادی از ووهان[2] چین آغاز شد و پس از مدتی به‌کل جهان انتشار یافت [۱]. در تاریخ ۱۱ مارس ۲۰۲۰، سازمان جهانی بهداشت، بیماری کووید-۱۹ را یک بیماری همه‌گیر معرفی کرد که باعث مرگ بسیاری از افراد در جهان شده [۲] تأثیر زیادی بر اقتصاد، محیط‌زیست و حمل‌ونقل داشته است [۳]. برای جلوگیری از شیوع بیماری کووید ۱۹ بسیاری از کشورها محدودیت‌هایی را در اجتماعات و سفرها اعمال کردند [۴] در اروپا بررسی همه‌گیری کووید ۱۹ در کاهش آلودگی هوا و تأثیرات غیرمستقیم آن بر محیط‌زیست نیز موردتوجه آژانس فضایی اروپا[3] بوده است [۳]. همچنین این شرایط کاهش ترافیک خودرو در نتیجه کاهش آلودگی شهرها و سلامت محیط‌های آبی را در پی داشته است [۵][۶][۷] به کمک فناوری ماهواره‌ای برخی از این تأثیرات مثبت در کوتاه‌ترین زمان موردبررسی قرارگرفته‌اند [۸]. حمل و نقل دریایی یکی از قدیمی‌ترین روش‌های حمل و نقل است که امروزه برای نقل‌وانتقال کالاها و مسافران به بقیه نقاط ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی مورداستفاده قرار می‌گیرد. به همین منظور نظارت بر رفت و آمد دریایی در هر کشوری از اهمیت بالایی برخوردار است [۹]. موقعیت جغرافیایی ایران نیز سبب شده است که از سمت شمال و جنوب توسط پرترددترین دریاها احاطه گردد از آنجا که حدود ۳۰ درصد حمل و نقل دریایی جهان در خلیج فارس صورت می‌گیرد [۱۰]. به منظور تشخیص حرکت کشتی‌ها و کنترل و ایجاد ایمنی ناوبری، سیستم تشخیص کشتی‌ها به وجود آمده است. استفاده از فناوری سنجش از دور برای مشاهده مناطق دریایی و تأمین امنیت بندرها صورت می‌گیرد [۱۱]. در دوران قرنطینه بسیاری از کشورها محدودیت‌هایی را اعمال کردند. این محدودیت‌ها شامل بندرها، کشتیرانی، دریانوردی و مسافرت دریایی نیز بوده است و باعث اختلال رفت و آمد مسافران، خدمه کشتی‌ها و جلوگیری از ورود کشتی‌ها به بندرها شده است. درنهایت، تمامی این اقدامات اختلالاتی در ترافیک دریایی به وجود آورده است [۱۲]. صنعت حمل و نقل دریایی از زمان شیوع بیماری کووید ۱۹ تحت تأثیر قرارگرفته زیرا بسیاری از کشورها در دوران قرنطینه، بندرهای دریایی را تعطیل و فعالیت صادرات و واردات را ممنوع کردند [۱۳]. امروزه برای شناسایی کشتی‌ها از امواج رادار دیافراگم مصنوعی[4] (SAR)، به دلیل مزیت‌هایی که نسبت به داده‌های نوری دارد، استفاده می‌شود. امواج رادار توانایی شناسایی اشیا بر روی دریا را دارند [۱۴] این نوع امواج از محدوده ۰,۳ تا ۳۰۰ گیگاهرتز را شامل می‌شوند. امواج رادار قابلیت نفوذ در ابرها را دارند و اطلاعاتی از سطح آب، امواج، جریانات دریایی، نشت نفت، تشخیص کشتی و ... را فراهم می‌کنند [۱۵]. سنتینل ۱ شامل دو ماهواره سنتینل ۱-A و سنتینل ۲-B است. سنتینل ۱-A در سال ۲۰۱۴ و سنتینل ۱-B در سال ۲۰۱۶ به فضا پرتاب شدند [۱۶]. سنتینل ۱ یک پروژه فضایی هست که با همکاری اتحادیه اروپا[5] و آژانس فضایی اروپا صورت گرفته است. این ماهواره مدار قطبی[6] بوده و به‌صورت راداری مشاهدات را جمع‌آوری می‌کند. توانایی تصویربرداری در هر شرایط آب‌وهوا و هر زمان از شبانه‌روز را دارد. این ماهواره در مدیریت منابع طبیعی ازجمله بررسی یخ دریاها، مناطق دریایی و آب‌ها، خاک، جنگل و همچنین مدیریت حوادث مانند سیل استفاده می‌شود. سنتینل ۱ قادر است کشتی‌های کوچک را نیز شناسایی کند و همچنین نسبت به کشتی‌ها و هواپیماهایی که برای شناسایی موقعیت کشتی‌های دیگر استفاده می‌شود مقرون‌به‌صرفه و کارآمدتر است [۱۷]. گوگل ارث انجین[7] یک سامانه تحت وب است که توسط گوگل در سال ۲۰۱۰ راه‌اندازی شد [۱۸]. گوگل ارث انجین یکی از محبوب‌ترین سامانه‌های پردازش داده‌های جغرافیایی است که با دسترسی رایگان به کاربران برای اخذ و پردازش تصاویر مورداستفاده قرار می‌گیرد [۱۹]. این پلتفرم می‌تواند داده‌های حجیم را در کمترین زمان ممکن پردازش کند که باعث سهولت استفاده از داده‌های سری زمانی جغرافیایی شده است [۲۰][۲۱]. داده‌های این سامانه به بیش از چهل سال گذشته بازمی‌گردد. با استفاده از این سامانه به تصاویر راداری می‌توان دسترسی یافت. [۲۰].

Rodríguez-Benito و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی میزان عبور و مرور کشتی‌ها در منطقه پاتاگونیا با استفاده از تکنیک‌های ژئوفوماتیکی، تصاویر سنتینل ۱، گوگل ارث انجین و ابزار EO Browser در طول قرنطینه پرداخته‌اند. هدف از این مطالعه شرح توقف ناوبری در این منطقه با استفاده از داده‌های رادار دیافراگم مصنوعی است. نتایج حاصل از این پژوهش نشانگر این است که در امتداد پاتاگونیای غربی از ماه آوریل تا می ۲۰۲۰ ترافیک دریایی وجود ندارد و رفت‌وآمد کشتی‌ها بسیار کاهش یافته است [۸]. Grover و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از داده‌های

1. COVID-19
2. Wuhan
3. European Space Agency (ESA)
4. Synthetic Aperture Radar (SAR)
5. European Union
6. Polar Orbit
7. Google Earth Engine (GEE)

سنتینل ۱ و الگوریتم SUMO[1] به شناسایی موقعیت کشتی‌ها و ویژگی آن‌ها به‌صورت خودکار در مناطق ساحلی هند پرداختند. SUMO مجموعه‌ای از الگوریتم‌هایی است که برای شناسایی کشتی استفاده می‌شود. در این مطالعه یک حد آستانه به‌کاربرده شده و پیکسل‌های بیشتر از حد آستانه مشخص و خوشه‌بندی‌شده‌اند. با استفاده از الگوریتم SUMO کشتی‌های موجود در دریا و کشتی‌های در حال حرکت را شناسایی کردند [۲۲]. Bioresita و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از تصاویر (SAR) و الگوریتم CFAR[2] در نرم‌افزار اسنپ[3] به شناسایی کشتی‌ها پرداختند. نتایج حاصل با روش دستی استخراج کشتی مقایسه شد. شناسایی کشتی با تصاویر سنتینل ۱ و این الگوریتم نتایج مطلوب‌تری ارائه دادند [۲۳].

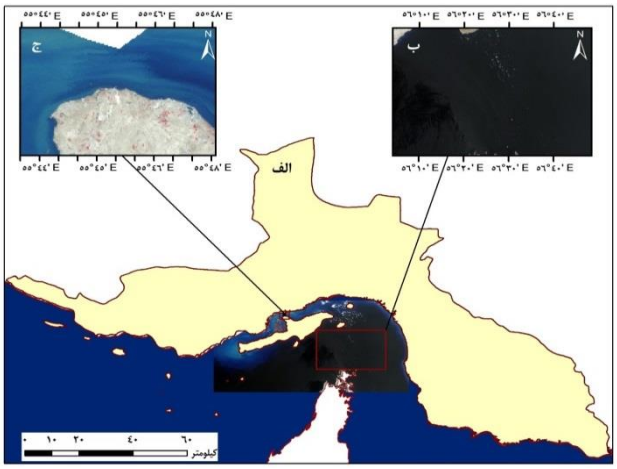
در این مطالعه تأثیر کووید-۱۹ در دوران قرنطینه بر رفت‌وآمد کشتی‌ها و ترافیک دریایی در تنگه‌ی هرمز و بندر پل بررسی شده است. برای انجام تحقیق از تصاویر سنتینل ۱ استفاده گردید که اخذ و پردازش تصاویر در پلتفرم گوگل ارث انجین صورت گرفته است. تصاویر سنتینل ۱ در این تحقیق به‌صورت صعودی بوده و از قطبش VH برای شناسایی کشتی‌ها بهره گرفته شد.

روش پژوهش

۱. منطقه موردمطالعه:

منطقه مطالعاتی در این پژوهش شامل تنگه بین‌المللی هرمز و بندرگاه بندر پل می‌باشد (شکل ۱). تنگه هرمز یکی از مهم‌ترین و پرترددترین گذرگاه‌های آبی منطقه‌ای است و همچنین مسیر بین‌المللی تجاری، نظامی، کشتیرانی و محدوده‌ای استراتژیک در جهان است. آبراهی خمیده که در منتهی الیه شرق خلیج‌فارس و شمال غربی اقیانوس هند قرار دارد [۲۴]. این منطقه از نظر ساختار بوم شناسی و تقسیم‌بندی محیط‌های دریایی در منطقه نریتیک واقع شده است [۲۵]. بیشترین منطقه‌ی ساحلی آن در ایران قرارگرفته و طول آن ۱۸۷ کیلومتر می‌باشد [۲۶]. خلیج‌فارس و تنگه هرمز محل رفت‌وآمد محموله‌های نفتی هستند [۲۷]. بندر پل به عنوان یکی دیگر از مناطق مطالعاتی در شهرستان خمیر استان هرمزگان واقع شده است. این بندر کمترین فاصله دریایی تا جزیره قشم را دارد و به همین دلیل معبری برای رفت و آمد کشتی‌های حمل خودرو و تردد مسافر محسوب می‌شود.

1. Search for Unidentified Maritime Objects (SUMO)
2. Constant False Alarm Rate (CFAR)
3. SNAP



شکل ۱:: موقعیت جغرافیایی مناطق مطالعاتی: مرز استان هرمزگان و خلیج فارس (الف)، تصویر ماهواره‌ای دریافت شده از تنگه بین المللی هرمز (ب) و بندرگاه پل (ج).

۲. داده‌های مورداستفاده:

در این مطالعه برای شناسایی کشتی‌ها از تصاویر سنتینل ۱ در تنگه‌ی هرمز و بندر پل استفاده شده است. امروزه بیش از ۱۵ سنجنده رادار دیافراگم مصنوعی در حال فعالیت هستند. تصاویر رادار دیافراگم مصنوعی توانایی تصویربرداری دوبعدی با وضوح بالا را داشته همچنین نور روز، شرایط آب و هوایی و پوشش ابر تأثیری بر روی تصاویر آن ندارد [۲۸][۲۹]. این نوع تصویربرداری امکان ثبت فاز و قطبش‌های مختلف را می‌دهد. اخذ داده با قطبش‌های مختلف اطلاعاتی از شکل و جهت و بافت‌های مختلف فراهم می‌کند [۳۰]. سیستم رادار دیافراگم مصنوعی هندسه تصویر جانبی داشته و بر اساس پالس تصویربرداری می‌کند به عبارتی دیگر جزء سنجنده‌های فعال بوده و خود تأمین کننده انرژی مورد نیاز می‌باشد. سنجنده‌های رادار دیافراگم مصنوعی پالس‌های الکترومغناطیس را با قدرت بالا به هدف فرستاده و سپس انرژی منعکس‌شده از آن را ثبت می‌کنند. در تصاویر راداری مناطق روشن اهداف با باز پراکنش زیاد و مناطق تاریک اهداف با سطوح صاف هستند. دامنه و فاز سیگنالی که از هدف پس از دریافت انرژی بازمی‌گردد بستگی به خصوصیات فیزیکی و الکتریکی آن‌ها دارد که درنهایت موجب شناسایی اجسام روی زمین می‌شود. هرچه اهداف زبرتر باشند سیگنال‌های برگشتی باز پراکنش[4] بیشتری دارند درنتیجه روشن‌تر مشاهده می‌شوند و سطوح صاف سیگنال را بازتاب می‌دهند درنتیجه تاریک دیده می‌شوند [۳۱].

4. Backscatter

سنتینل ۱ شامل دو ماهواره مدار قطبی راداری است که در محدوده باند C تصویربرداری می‌کند و در هر شرایط آب و هوایی و هر زمان از شبانه‌روز امکان برداشت اطلاعات را دارد و تصاویر آن به‌صورت رایگان در اختیار کاربران قرار می‌گیرد. محصولات این ماهواره در سه سطح ۰، ۱ و ۲ ارائه می‌شوند. سطح ۱ در دو نوع SLC[1] و GRD[2] بوده و در ۴ حالت SM[3]، IW[4]، EW[5] و WV[6] قابل‌دسترسی است. GRD بر اساس وضوح متوسط یا بالا و کامل طبقه‌بندی می‌شود. محصولات این ماهواره هم به صورت تک‌قطبی[7] (VV[8]، HH[9]) (VV انتقال و دریافت عمودی و HH انتقال و دریافت افقی) و همچنین دوقطبی[10] (HH+HV یا VV+VH) می‌باشند. به‌غیراز WV که به‌صورت تک‌قطبی است، محصولات SM، IW و EW هم به‌صورت تک‌قطبی و هم دوقطبی موجود می‌باشند [۱۶].

جدول ۱: خصوصیات تصاویر سنتینل-۱.

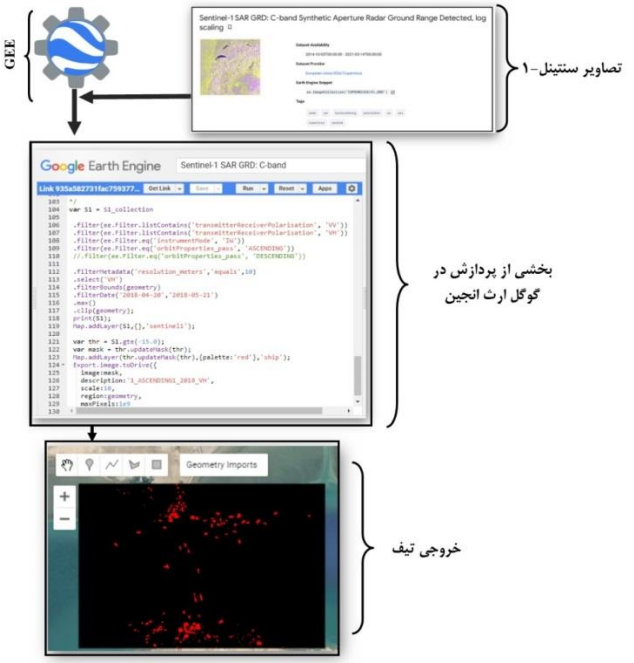
سال تصاویر (Images of the year)	نوع محصول Product type)	حالت سنسور (Sensor mode)	قطبش (Polarization)	جهت عبور (Pass direction)	تعداد تصاویر (Number of images)
۲۰۱۸	GRD	IW	VH	صعودی	8
۲۰۱۹	GRD	IW	VH		7
۲۰۲۰	GRD	IW	VH		8
۲۰۲۱	GRD	IW	VH		7

در این مطالعه تصاویر سنتینل-۱ از سامانه گوگل ارث انجین اخذشده و پردازش بر روی آن‌ها در این سامانه انجام‌گرفته است. مشخصات تصاویر سنتینل-۱ مورداستفاده در جدول ۱ آورده شده است.

۳. روش کار:

در این مطالعه برای شناسایی کشتی‌ها از روش حداکثر کامپوزیت تصاویر و تعیین حد آستانه مطابق مطالعه [۲۰] استفاده شده که تمامی پردازش‌های به عمل آمده روی تصاویر سنتینل-۱ در پلتفرم گوگل ارث انجین انجام گرفت.

Gascoin (۲۰۱۹) برای نمایش خطوط دریایی در تصاویر سری زمانی سنتینل ۱، کد اسکریپت گوگل ارث انجین را به عنوان راهی ساده برای تشخیص کشتی‌ها ارائه کرده است. این روش بر اساس تضاد در بازپخش می‌باشد. آب‌های سطحی بازپخش کم و کشتی‌ها بازپخش زیادی دارند. پیکسل‌های سیاه نشانگر آب‌ها و پیکسل‌های سفید نشان‌دهنده‌ی کشتی هستند. خروجی یک نقشه، ترکیبی از حداکثر هر پیکسل در یک سری زمانی از مجموعه تصاویر سنتینل ۱ در گوگل ارث انجین است [۸][۳۲]. ابتدا مرز مطالعاتی در سامانه گوگل ارث انجین بارگذاری شد. سپس از طریق کد ee.ImageCollection("COPERNICUS/S1_GRD") تصاویر سری زمانی Sentinel-1 با قطبش VV و در حالت صعودی برای مناطق مورد مطالعاتی فراخوانی شد. تاریخ‌های مورداستفاده از ماه‌های آوریل تا می سال ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۱ هستند که در آخر پس از فیلتر کردن تصاویر روش حداکثر کامپوزیت پیاده‌سازی شده است. برای شناسایی کشتی‌ها روش حد آستانه مقادیر بروی تصاویر اعمال شد که بر این اساس مقادیر بازتاب آب صفر و مقادیر برای بازتاب کشتی‌ها در گاما دسی‌بل و یا تصاویر پردازش‌شده بیشتر می‌باشد. در نهایت در نرم افزار ArcGIS کشتی‌های استخراجی در سامانه ارث انجین به فرمت وکتور تبدیل شدند.

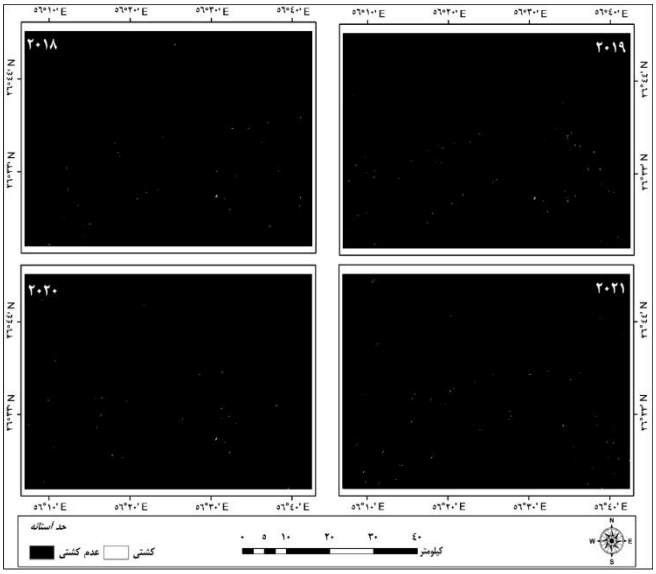


شکل ۲: فلوچارت روند پژوهشی بمنظور استخراج وسایل نقلیه دریایی در فضای ابری گوگل ارث انجین.

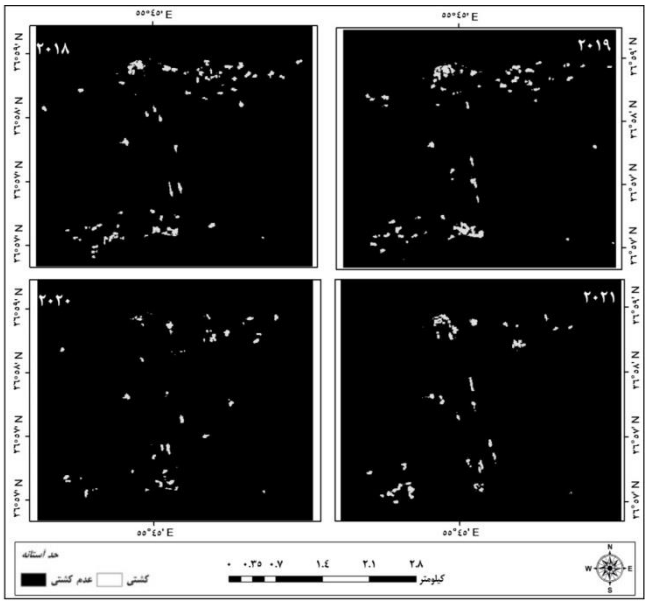
1. Single Look Complex (SLC)
2. Ground Range Detected (GRD)
3. Street Map (SM)
4. Interferometric Wide Swath (IW)
5. Extra Wide Swath (EW)
6. Wave SLC
7. Single-polarization
8. Vertical Vertical (VV)
9. Horizontal Horizontal (HH)
10. Double polarization

نتایج و بحث

شکل‌های ۳ و ۴، حد آستانه کشتی‌های استخراجی در دوره‌های مطالعاتی برای هر منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد. این حد آستانه از روش حداکثر ترکیب تصاویر ماهانه بدست آمده است. براساس این شکل اشیا سفید رنگ حد آستانه تعیینی عدد ۱ برای وسایل نقلیه دریایی روی سطح دریا و سایر اشیا با رنگ تیره و حدآستانه عدد ۰ نشان داده شده است.

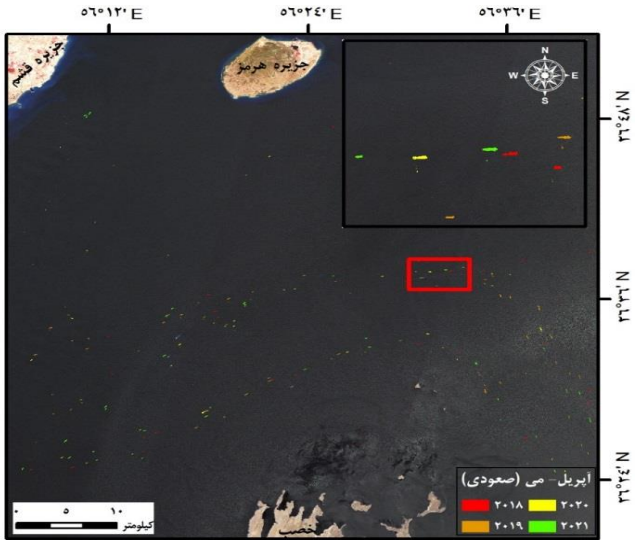


شکل۳: نقشه حدآستانه تعداد کشتی‌های استخراجی در تنگه هرمز طی دوره‌های مطالعاتی (پیش، درطول و پس از کووید ۱۹).



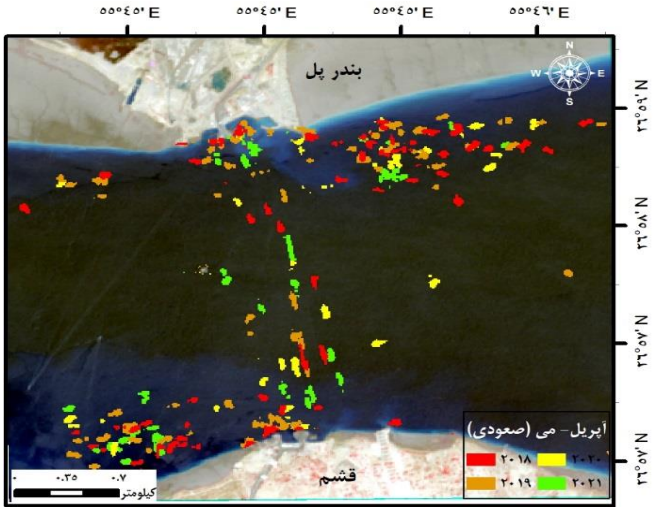
شکل۴: نقشه حدآستانه تعداد کشتی‌های استخراجی در بندر پل طی دوره‌های مطالعاتی (پیش، درطول و پس از کووید ۱۹).

شکل ۵، نقشه ترکیبی تعداد کشتی‌ها و وسایل نقلیه‌ی موجود روی سطح دریا در تنگه هرمز را نشان می‌دهد. بر این اساس یافته‌ها در دوره پیش از کرونا (می سال ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹) نشان‌دهنده افزایش تردد کشتی‌ها و وسایل نقلیه دریایی در تنگه هرمز هستند. اما در طول همه‌گیری کرونا (می ۲۰۲۰) در شرایط قرنطینگی و کاهش تردد در سطوح آبی با کاهش تردد و همچنین سکون وسایل نقلیه دریایی روبرو هستیم و در دوره پسا کرونا یعنی عادی شدن شرایط (می ۲۰۲۱) شاهد از سرگیری فعالیت‌ها و تردد وسایل نقلیه دریایی در تنگه هرمز می‌باشیم. به‌طور کلی نتایج نشان دهنده عدم تردد کامل وسایل نقلیه و کشتی در طول و در دوره پسا کرونا نسبت به دوره پیش از کرونا است.



شکل ۵: نقشه ترکیبی حداکثر استخراجی کشتی در دوره پیش، در طول و پسا کرونا در تنگه هرمز.

شکل ۶، تعداد نقشه‌های ترکیبی طی دوره مطالعاتی پیش، در طول و پسا کرونا در بندر پل را نشان می‌دهد. نتایج نقشه‌های حداکثر ترکیبی نشان دهنده آن است که در دوره پیش از کرونا (می ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹) اکثر کشتی‌ها و وسایل نقلیه در حواشی و کرانه ساحلی در حال تردد و عبور و مرور هستند و حتی در بندرگاه بندر پل و بندرگاه قشم در حال مسافر زدن و سکون هستند. به طور کلی در کرانه ساحلی و مابین بندر پل و قشم نیز این افزایش تردد کشتی (حدود ۶۹ و ۹۳ فروند) به وضوح مشخص است. این درحالی است که در طول و در دوره پسا کرونا (می ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱) تردد کشتی‌ها و همچنین تعداد وسایل نقلیه دریایی در کرانه ساحلی و مابین بندرگاه قشم و بندر پل کاهش چشمگیری داشته است.



شکل۶: نقشه ترکیبی حداکثر استخراجی کشتی در دوره پیش، در طول و پسا کرونا در بندر پل.

تعداد کشتی‌ها و وسایل نقلیه استخراجی از تصاویر باند C سنتینل-۱ برای بندر پل و تنگه هرمز در جدول ۲ آورده شده است. طبق این جدول در دوره پیش از کرونا در سال‌های ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ در بندر پل و تنگه هرمز تعداد کشتی‌های استخراجی از طریق اعمال حد آستانه در محیط ارث انجین افزایش داشته است که در طول همه‌گیری کرونا در سال ۲۰۲۰ تعداد کشتی‌های تردد یافته کاهش یافته و مجدداً در دوره پسا کرونا در سال ۲۰۲۱ به دلیل شرایط همه‌گیری و عادی شدن تردد دریایی و از سرگیری برخی فعالیت‌ها تعداد کشتی‌ها در مناطق مطالعاتی به‌ویژه در تنگه هرمز افزایش یافته است.

جدول ۲: تعداد وسایل شناسایی شده در سطح دریا.

سال (Year)	بندر پل (Pol bridge)	تنگه هرمز (Strait of Hormuz)
2018	69	81
2019	93	119
2020	48	75
2021	54	155

نظارت بر تردد وسایل حمل و نقل دریایی اعم از تردد کشتی‌های تجاری و مسافرتی در دوران شیوع کرونا بسیار امری ضروری است چرا که فعالیت بنادر کشتیرانی و مسافرتی جایگاه ویژه‌ای بر اقتصاد یک کشور و حتی جهان ایفا نموده است. در این پژوهش با استفاده از داده‌های راداری فعالیت بنادر کشتیرانی و مناطق مهم بین‌المللی مورد رصد قرار گرفته شد. همان‌طور که از شکل‌های ۵ و ۶ نمایان است در آپریل و می سال ۲۰۲۰ (اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۹) در مناطق مطالعاتی تردد وسایل نقلیه به شدت کاهش یافته است. این اثر بارز بر سیستم حمل و نقل دریایی جهان در دوران شیوع کرونا قابل مشاهده است به‌طوری‌که یکی از اثرات همه‌گیری این ویروس بر فعالیت اقتصادی تشدید شده است. به‌عنوان مثال شواهد موجود حاکی از آن می‌باشد که میزان تجارت کانتینری دریایی از طریق حمل و نقل دریایی در سال ۲۰۲۰ به میزان ۳٫۶ درصد نسبت به سال گذشته کاهش یافته است [۳۳]. با توجه به جدول ۲، تعداد وسایل حمل و نقل دریایی همانند کشتی و کانتینر دریایی در سال ۲۰۲۰ نسبت به سال گذشته (۲۰۱۸ و ۲۰۱۹) در مناطق مطالعاتی در کشور ایران نیز کاهش‌یافته است. به‌عبارت‌دیگر در دوران شیوع کرونا و بازه مطالعاتی نیز کاهش ظرفیت‌های حمل، ابتلای برخی از خدمه‌های کشتی، تعلیق تورهای مسافرتی دریایی، لغو تردد برخی از کشتی‌های مسافرتی و تجاری از جمله مشکلاتی است که در بازه مطالعاتی و بازه شیوع کرونا در جهان بر حمل و نقل دریایی در مناطق مطالعاتی تحمیل گشته [۳۴] که به وضوح از نتایج این پژوهش نمایان است. این پژوهش نیز با یافته اولین پژوهش [۸] مشاهده ترافیک دریایی در پاتاگونیا در طول همه‌گیری کرونا نتیجه نسبتاً مشابهی داشت بر این اساس که این پژوهشگران بر این نظر بودند که تردد دریایی در ماه‌های آپریل و می ۲۰۲۰ به طور کامل در مکان‌های اصلی منطقه مطالعاتی‌شان متوقف شده است که این نتیجه بر پژوهش کنونی تائید نظر دارد. بنابراین با توجه به رصد ماهواره‌های مشاهدات زمینی همانند ماهواره‌ی سنتینل-۱ با ماهیت راداری که دارد شناسایی مستمر به‌صورت هفتگی و ماهانه بر تردد وسایل نقلیه دریایی در دوران شیوع کرونا همواره میسر و فراهم است

نتیجه‌گیری

آشکارسازی کشتی و وسایل نقلیه دریایی با هدف تأثیر همه‌گیری کرونا در دوران شیوع کرونا بر تردد وسایل نقلیه دریایی در تنگه هرمز و بندر پل در پژوهش کنونی مورد بررسی قرار گرفته شد. شناسایی و آشکارسازی کشتی‌ها در منطقه مطالعاتی بندر پل و قشم و همچنین در منطقه بین¬المللی تنگه هرمز در محیط گوگل ارث انجین از طریق اجرای روش حداکثر ترکیب بر تصاویر سنتینل-۱ انجام شد. نتایج کاهش قابل توجه تردد کشتی‌ها و وسایل نقلیه دریایی را در طول کرونا و هم‌زمان با اعمال محدودیت‌ها و آغاز شرایط قرنطینگی جهان در بازه

ماه آپریل و می ۲۰۲۰ نشان داد. در دوره پساکرونا پس از کاهش محدودیت‌ها و تردد دریایی در بازه زمانی ماه آپریل و می ۲۰۲۱ به دلیل عادی شدن همه‌گیری و از سرگیری فعالیت‌های دریایی مجدداً تردد کشتی‌ها افزایش و بر تعدادشان افزوده شد. به‌طور کلی بهره‌مندی از داده‌های راداری در باند C توسط آژانس فضایی اروپا به منظور نظارت بر ترافیک دریایی اهمیت یافته است که به تبع آن می‌توان با بهره‌گیری از این داده‌ها بر بحران بلایای همه‌گیر همانند شیوع ویروس کرونا که بر صنعت کشتیرانی تأثیر مستقیمی می‌گذارد، مدیریت کرد. در این مطالعه نیز به‌منظور پردازش سری زمانی تصاویر راداری سنتینل-۱ از پردازشگر قدرتمند و آنی گوگل ارث انجین بدون دانلود تصویر ماهواره‌ای و پردازش سنگین توسط نرم‌افزارهای مبتنی بر پردازش تصویر ماهواره‌ای استفاده به عمل آمد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله نویسندگان سهم یکسانی داشتند. تمرکز اصلی نویسنده اول (مصطفی مهدوی فرد) بر بخش بررسی نتایج کار و مشخص کردن منطقه مورد مطالعه بوده است. نویسنده دوم مقاله که نویسنده مسئول مقاله است (شاهین جعفری) تمرکز بیشتر بر روی انجام پردازش های مورد نیاز در رابطه با تحقیق بوده است و همین‌طور تنظیم چهارچوب مقاله برای ارسال به نشریه هم از وظایف نویسنده دوم بوده است. نویسنده سوم مقاله (یگانه چوخاچیان) بر روی مبانی نظری مقاله اعم بخش مقدمه و گردآوری اطلاعات و پیشینه تحقیق این مقاله تمرکز کرده بودند. نویسنده چهارم مقاله (صدرا کریم زاده) به بررسی کلی مقاله و همچنین نظرات تکمیلی در راستای بهبود مقاله متمرکز بوده اند.

تعارض منافع

این مقاله بر اساس «تعارض حرفه‌ای و مالکیت فکری: ارتقای سازمانی و نظریات تخصصی شخصی اینجانب به‌عنوان نویسنده مسئول گردآوری شده است. »

یا

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

منابع

[1] Jin Y, Yang H, Ji W, Wu W, Chen S, Zhang W, et al. Virology, Epidemiology, Pathogenesis, and Control of COVID-19. Viruses. MDPI AG. 2020; 12 (4): 372.

[2] World Health Organization Coronavirus disease (COVID-2019) situation reports. Geneva. World Health Organization. Available from: https://www.who.int/ emergencies/ diseases/ novelcoronavirus2019/ situationrepor [Accessed 23th March 2020] .

[3] Zambrano-Monserrate MA, Ruano MA, Sanchez-Alcalde L. Indirect effects of COVID-19 on the environment. Science of the total environment. 2020; 728:138813.

[4] De Vos J. The effect of COVID-19 and subsequent social distancing on travel behavior. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. 2020; 5: 100121.

[5] Braga F, Scarpa GM, Brando VE, Manfè G, Zaggia L. COVID-19 lockdown measures reveal human impact on water transparency in the Venice Lagoon. Science of the Total Environment. 2020; 736:139612.

[6] Nakada LY, Urban RC. COVID-19 pandemic: Impacts on the air quality during the partial lockdown in São Paulo state, Brazil. Science of the Total Environment.2020; 730:139087.

[7] Yunus AP, Masago Y, Hijioka Y. COVID-19 and surface water quality: Improved lake water quality during the lockdown. Science of the Total Environment. 2020; 731: 139012.

[8] Rodríguez-Benito C, Caballero I, Nieto K, Navarro G. [Observation of Maritime Traffic Interruption in Patagonia during the COVID-19 Lockdown Using Copernicus Sentinel-1 Data and Google Earth Engine.] Remote Sensing. 2021; 13(6):1119.

[9] Exempt Resolution No. 203 CVE 1744907. The Ministry of Health Provides Health Measures for the Covid-19 Outbreak. Available online: (accessed on 15 March 2021).

[10] Talebpour N, Safarrad T, Akbarinasab M, Rasolian M. [Investigation of Proper Index of Oil Spill Detection Using Space-Borne Sentinel-2 (Case Study: The Persian Gulf /, 15 Feb 2016)]. Journal of Oceanography. 2018; 9 (33):31-40. (Persion).

[11] IALA VESSEL TRAFFIC SERVICES MANUAL Edition 5. International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities. IALA Publishing; 2012.

[12] Iranian Ports and Maritime Organization. Available from: https://www.pmo.ir/fa/news/53639/ [Accessed 7th October 2021].

[13] Liu L, Miller HJ, Scheff J. The impacts of COVID-19 pandemic on public transit demand in the United States. Plos one. 2020; 15(11): e0242476.

[14] Ouchi K. Current status on vessel detection and classification by synthetic aperture radar for maritime security and safety. InProceedings of the 38th Symposium on Remote Sensing for Environmental Sciences: 2016 Sep 3-5: Gamagori, Aichi, Japan.

[15] Chaturvedi SK. Study of synthetic aperture radar and automatic identification system for ship target detection. Journal of Ocean Engineering and Science. 2019; 4(2): 173-82.

[16] European Space Agency. User Guides: Sentinel-1 SAR. ESA Sentinel Online. Available from: [Accessed in 7 May 2017]

[17] Santamaria C, Alvarez M, Greidanus H, Syrris V, Soille P, Argentieri P. Mass processing of Sentinel-1 images for maritime surveillance. Remote Sensing. 2017; 9(7):678.

[18] Amani M, Ghorbanian A, Ahmadi SA, Kakooei M, Moghimi A, Mirmazloumi SM, et al. Google earth engine cloud computing platform for remote sensing big data applications: A comprehensive review. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. 2020; 13:5326-50.

[19] Amani M, Mahdavi S, Afshar M, Brisco B, Huang W, Mohammad Javad Mirzadeh S, et al. Canadian wetland inventory using Google Earth Engine: The first map and preliminary results. Remote Sensing. 2019; 11(7):842.

[20] Gorelick N, Hancher M, Dixon M, Ilyushchenko S, Thau D, Moore R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote sensing of Environment. 2017; 202: 18-27.

[21] Hird JN, DeLancey ER, McDermid GJ, Kariyeva J. Google Earth Engine, open-access satellite data, and machine learning in support of large-area probabilistic wetland mapping. Remote sensing. 2017; 9(12):1315.

[22] Grover A, Kumar S, Kumar A. SHIP DETECTION USING SENTINEL-1 SAR DATA. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences. 2018; 4(5).

[23] Bioresita F, Pribadi CB, Firdaus HS. Ship detection in Madura Strait and Lamong Gulf using Sentinel-1 SAR data. InProceeding of the 3rd International Conference on Science and Technology 2018 Oct 13-23: Yogyakarta, Indonesia

[24] Hafeznia M. Persion Golf and Strategic Role of Strait of Hormoz.Tehran: Mehr Publications; 1999. (Persian).

[25] Elmizadeh H, Fazelpoor K. [Estimate the Numerical Values of Environmental Parameters Using MODIS Sensor in the Strait of Hormoz]. 2016; 7 (27):29-39. (Persian)

[26] Mirheydar D, Rasti O, Mirahmadi F. The Basic Themes in Political Geography Edit with fundamental revision. Tehran: Samt Publications; 2015. (Persian).

[27] Minaei M. [Review of the position and position of the geo-economics of the Islamic Republic of Iran and its role in providing and promoting national security], Defense Geographical Quarterly of the Land, 2005. No. 6. (Persian).

[28] Cumming I G, Wong F H. Digital processing of synthetic aperture radar data. London: Artech house Publishing. P. 108-110; 2005.

[29] Ryerson RA, Henderson FM, Lewis AJ. (1998). Manual of remote sensing. New York: J. Wiley.

[30] Richards J A. Remote sensing with imaging radar. Berlin: Springer Publishing; 2009.

[31] Moreira A, Prats-Iraola P, Younis M, Krieger G, Hajnsek I, Papathanassiou KP. A tutorial on synthetic aperture radar. IEEE Geoscience and remote sensing magazine. 2013; 1(1): 6-43.

[32] Gascoin, S. Visualizing Shipping Lanes from Sentinel-1. 2019. Available online: https://labo.obs-

mip.fr/multitemp/visualizing-shipping-lanes-from-sentinel-1/ (accessed on 15 March 2021).

[33] Rastegari M. Works of the Covid-19 pandemic on the world's maritime transport system and ports: Second National Conference on Industry, Trade and Marine Science: 2020 January 5-6: Khorramshahr, Iran. (Persian).

[34] Ghahremani B. [Maritime industry dispute with Corona]. Payam Darya Monthly. 2020; 28 (258): 2. (Persian).

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

Parsi, M., Ph.D. Candidate, Information Technology Engineering, Iranian National Institute for Oceanography and Atmospheric Science (INIOAS), Tehran, Iran.

✉ *m.parsi@inio.ac.ir* 0000-000-7699-4636

Mahdavifard, M., MSc. Graduate of Remote Sensing and Geographical Information System, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

✉ *mostafamahdavi842@gmail.com* .....

Jafari, SH., MSc. Student of Remote Sensing and Geographical Information System, Faculty Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

✉ *Shahin.jafari75@ut.ac.ir* 0000-0001-8593-7131

Chookhachian, Y., MSc. Student of Remote Sensing and Geographical Information System, Faculty Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

✉ *yeganehchookhachian@gmail.com* .....

Karimzadeh, S., Assoc. Prof. Department of Remote Sensing and Geographical Information System, Faculty of Planning and Environmental Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

✉ *sa.karimzadeh@tabrizu.ac.ir* .....

این قسمت توسط نشریه تکمیل می‌گردد:

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Dor: 20.1001.1.15621057.1401.13.51.5.8

http:// oi.odrg/10.52547/joc.13.51.5

http://joc.inio.ac.ir/article-1-1692-fa.html

https://orcid.org/0000-0001-8593-7131

COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.