

## تأثیر ابعاد توسعه پایدار بر آسیب‌پذیری و تاب‌آوری اقتصاد ایران با رویکرد نظریه گراف

\*مریم رضانی<sup>۱</sup>، یگانه موسوی جهرمی<sup>۲</sup>، مژگان معلمی<sup>۳</sup>، علیرضا شریف مقدسی<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲. استاد گروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۳. استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۴. استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

(دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۶ پذیرش: ۱۴۰۰/۱/۱۴)

## The Effect of Sustainable Development Dimensions on Vulnerability and Resilience of Iran's Economy By Using Graph Theory

\*Maryam Ramezani<sup>1</sup>, Yeganeh Moosavi Jahromi<sup>2</sup>, Mozhgan Moallemi<sup>3</sup>, Alireza Sharif Moghadasi<sup>4</sup>

1. Ph.D. Student of Economics, Payame Noor University, Tehran. Iran

2. Professor, Faculty of Economics, Payame Noor University Tehran. Iran

3. Assistant Professor, Faculty of Economics, Payame Noor University, Tehran. Iran

4. Assistant Professor, Faculty of Economics, Payame Noor University, Tehran. Iran

(Received: 5/Jan/2021

Accepted: 3/Apr/2021)

Original Article

مقاله پژوهشی

### Abstract:

Economic vulnerability, is a country's structural feature, making it exposed by out-of-control economic exogenous variables. On the other hand, resilience stems from how macroeconomic policies are adopted. The purpose of this article is to analyze the relationship between sustainable development, vulnerability and resilience in the Iran's economy in the time period of 1391-1398. In this way, sustainable development consists of 5 Dimensions: Economic, Social, Environmental, Governance, Peripheral and also includes 44 variables as a sub-indicator of each development's dimension. It uses graph theory and Tarjan Algorithm for study the network structure of relationships between variables. The Algorithm identifies 34 variables as the fundamental variables affecting economic resilience and vulnerability and introduces economic and governance Dimensions as control (major) Dimensions; Social, Environmental and Peripheral Dimensions as Contingent (minor) Dimensions. The results show that weakness of Iran's economy in this period was due to vulnerability and resilience in governance and economy Dimensions. Among the contingent Dimensions, the Peripheral dimension has the worst situation in terms of vulnerability and resilience. The innovation of this research is in studying the Dimensions of sustainable development and its effect on vulnerability and resilience, moreover graph theory has been used in order to study the influential variables for the first time in Iran. In this algorithm, without limiting the number of input variables, the phenomenon can be analyzed comprehensively. Furthermore, a holistic table has been prepared, by focusing on the variables affecting the state of vulnerability and resilience in the theoretical foundations of the subject, that has not been shown in any other studies..

**Keywords:** Economic Growth, Export Diversification, Export Composition, FMOLS.

**JEL:** CO2, C60, O10.

### چکیده:

آسیب‌پذیری اقتصادی، ویژگی ساختاری یک کشور است که باعث می‌شود آن کشور در معرض متغیرهای برون‌زای خارج از کنترل قرار گیرد. تاب‌آوری نیز ناشی از نحوه اتخاذ سیاست‌های کلان اقتصادی است. هدف از مقاله حاضر بررسی رابطه‌ی توسعه پایدار و آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در اقتصاد ایران در دوره زمانی ۱۳۹۱-۱۳۹۸ می‌باشد. در این مسیر، توسعه پایدار را متشکل از پنج بعد اقتصادی، حکمرانی، اجتماعی، زیست محیطی، پیرامونی و شامل ۴۴ متغیر به عنوان زیرشاخص هر بعد در نظر می‌گیرد. برای بررسی ساختار شبکه‌ای روابط بین متغیرها، از نظریه گراف و الگوریتم تارجان استفاده می‌نماید. الگوریتم، ۳۴ متغیر را تحت عنوان متغیرهای بنیادی تأثیرگذار بر تاب‌آوری و آسیب‌پذیری اقتصادی مشخص می‌کند، ابعاد اقتصادی و حکمرانی را به عنوان ابعاد کنترلی و ابعاد اجتماعی، زیست محیطی و پیرامونی را به عنوان ابعاد مشروط معرفی می‌نماید. نتایج نشان می‌دهد نقطه ضعف اقتصاد ایران در این دوره ناشی از وضعیت آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در ابعاد حکمرانی و اقتصادی بوده است. در بین ابعاد مشروط، بعد پیرامونی بدترین وضعیت را داشته است. نوآوری پژوهش در بررسی ابعاد توسعه پایدار و تأثیر آن بر آسیب‌پذیری و تاب‌آوری و استفاده از نظریه گراف برای اولین بار در ایران، جهت بررسی متغیرهای تأثیرگذار است؛ به طوری که در الگوریتم به کار گرفته شده، بدون محدودیت در تعداد متغیرهای ورودی، می‌توان پدیده را به صورت فراگیر مورد تحلیل قرار داد. همچنین با تمرکز بر متغیرهای مؤثر بر وضعیت آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در مبانی نظری موضوع، جدول جامعی تهیه شده که تاکنون نمونه آن در سایر مطالعات ارائه نشده است.

**واژه‌های کلیدی:** آسیب‌پذیری و تاب‌آوری اقتصادی، توسعه پایدار، نظریه گراف، الگوریتم تارجان، شاخص ترکیبی.

**طبقه‌بندی JEL:** CO2, C60, O10.

\* نویسنده مسئول: مریم رضانی (این مقاله برگرفته از رساله دکتری مریم رضانی با عنوان «تأثیر ابعاد توسعه پایدار بر آسیب‌پذیری و تاب‌آوری اقتصاد ایران با رویکرد نظریه گراف» تحت راهنمایی دکتر یگانه موسوی جهرمی در دانشگاه پیام نور می‌باشد).

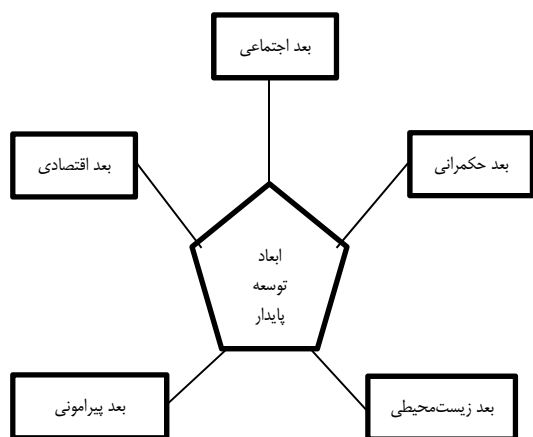
\*Corresponding Author: Maryam Ramezani

E-mail: ramezaniy.m@gmail.com

## ۱- مقدمه

کشورها صرف نظر از درجه توسعه‌یافتگی از بحران‌های اقتصادی تأثیر می‌پذیرند، اما درجه تأثیرپذیری با توجه به میزان آمادگی آنها برای رویارویی با شوک متفاوت است. بسیاری از کشورها در رویارویی با بحران‌های اقتصادی توان مقاومت ندارند و شرایط بدی را تجربه می‌کنند و برخی کشورها نیز در مقابله با شوک‌های اقتصادی داخلی و خارجی توان مقاومت بالایی از خود نشان داده‌اند؛ نمونه بارز آن سنگاپور است، که با وجود رویارویی با بحران ۲۰۰۸ و وابستگی شدید این کشور به تجارت خارجی و اقتصاد باز، مشکلات جدی برای کشور ایجاد نشده است. علت رشد اقتصادی سنگاپور و تداوم پویایی اقتصادی و در واقع تاب‌آوری بالای اقتصاد سنگاپور در پژوهش‌های متعددی مورد بررسی قرار گرفته است و تحت عنوان پارادوکس سنگاپور از آن یاد می‌شود (بریگوگلیو، ۲۰۰۳: ۲). در این میان کشورهای توسعه یافته، عموماً از تاب‌آوری بالاتری برخوردار بوده‌اند (بریگوگلیو، ۲۰۱۶: ۱۰۶۱؛ آنگیون و باتیس، ۲۰۱۵: ۱۵۲؛ آلتیماری و همکاران، ۲۰۱۸: ۴). بنابراین می‌توان در مطالعه‌ای، رابطه بین توسعه‌یافتگی و آسیب‌پذیری و تاب‌آوری را برآورد نمود. در مقاله حاضر نیز، پس از مشخص کردن ابعاد توسعه پایدار<sup>۲</sup> و متغیرهای مرتبط، تأثیر ابعاد، بر وضعیت آسیب‌پذیری و تاب‌آوری (وضعیت VR<sup>۳</sup>) مورد تحلیل قرار می‌گیرد. برای این کار از نظریه گراف استفاده می‌شود و دلیل استفاده از نظریه گراف، توانایی این روش در بررسی تعداد نامحدود متغیر است، تا بتوان متغیرهای مربوط به ابعاد توسعه پایدار را بدون نگرانی از تعداد بالای متغیر، تجزیه و تحلیل نمود. تحلیل وضعیت VR با رویکرد توسعه پایدار به کشور کمک می‌کند که ظرفیت وضعیت آسیب‌پذیری و تاب‌آوری خود را برای ترویج روند توسعه پایدار تقویت نماید. توسعه پایدار به عنوان چارچوبی برای تبیین و شناخت روند توسعه اقتصادی، اجتماعی و مدیریت منابع طبیعی در سرتاسر جهان مطرح شده است (پوراصغر و همکاران، ۱۳۹۱: ۸). بنابراین توسعه پایدار، فرآیندی است که اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی جامعه را از طریق وضع سیاست‌ها، انجام اقدام‌های لازم و عملیات حمایتی با هم تلفیق می‌کند. بنابراین سه بعد اصلی برای توسعه پایدار معرفی می‌شوند: اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی. برای دستیابی به اهداف

فوق و داشتن چشم‌انداز بلندمدت و سیاست‌گذاری صحیح، بعد حکمرانی به عنوان بعد اصلی به جهت ایجاد هماهنگی بین سایر ابعاد تعریف می‌شود. در این میان بررسی سابقه رشد کشورها نشان می‌دهد که تجارت بین‌الملل موتور رونق و بسط اقتصادی اکثر جوامع پیشرفته و در حال توسعه است و برای رسیدن به توسعه پایدار، داشتن روابط تجاری با سایر کشورهای جهان امری الزامی می‌باشد. در این میان، دور افتادن کشور از مراکز تجاری بین‌المللی به دلیل شرایط خاص جغرافیایی و سیاسی، مانعی در جهت توسعه اقتصادی خواهد بود. بدین ترتیب بعد پیرامونی<sup>۴</sup>، برای نشان دادن انزوای سیاسی و جغرافیایی کشور به عنوان بعد پنجم توسعه پایدار مطرح می‌گردد (باتیس، ۲۰۱۴: ۴۴۶). شکل ۱، ابعاد توسعه پایدار را نشان می‌دهد.



شکل ۱. ابعاد توسعه پایدار برگرفته از مطالعه باتیس، (۲۰۱۴)

مأخذ: باتیس، ۲۰۱۴

مقاله حاضر از پنج بخش تشکیل شده است. در بخش دوم، ادبیات موضوع با تعاریف آسیب‌پذیری و تاب‌آوری اقتصادی و شاخص‌های مهم جهت ارزیابی آنها آورده شده است. در این بخش ضمن بیان پیشینه‌ی پژوهش، نوآوری تحقیق نیز بیان می‌گردد. بخش سوم به معرفی نظریه گراف و نوع‌شناسی متغیرهای مدل می‌پردازد. در بخش چهارم نتایج حاصل از الگوریتم تارجان و نتایج محاسبات شاخص ارائه شده است و در نهایت در بخش پنجم پیشنهادهایی مبنی بر نتایج پژوهش ارائه می‌گردد.

بدین ترتیب در این مطالعه تأثیر ابعاد توسعه پایدار بر وضعیت آسیب‌پذیری و تاب‌آوری (VR) اقتصاد ایران در دوره ۹۸-۱۳۹۱ با استفاده از شاخص ترکیبی جدید، نظریه گراف و

1. Briguglio
2. Sustainable Development
3. Vulnerability - Resilience

و همکاران<sup>۳</sup> آسیب‌پذیری اقتصادی را ویژگی‌های ذاتی، دائمی یا شبه دائمی یک کشور می‌دانند که باعث می‌شود آن کشور در معرض نیروهای اقتصادی خارج از کنترل خود قرار گیرد (رام و همکاران، ۲۰۱۹: ۱۳)

آسیب‌پذیری اقتصادی را می‌توان از دو منظر اقتصاد خرد و اقتصاد کلان بررسی نمود. هسته‌ی اصلی اقتصاد خرد در مورد آسیب‌پذیری اقتصادی، نگرانی در مورد این موضوع است که شاید درآمد خانوار به دلیل بروز تکانه‌های مختلف نامطلوب، به سطحی کمتر از آستانه‌های تعریف شده مانند خط فقر کاهش یابد. دلیل این مدعا را می‌توان در آن دانست که خانوارهای فقیرتر دارایی‌های کمتر، فرصت‌های محدودتر برای غلبه بر ریسک و دسترسی کمتری به بازارهای مالی برای مقابله با چرخه‌های اقتصادی دارند. به بیان دیگر چارچوب اقتصاد خرد در مورد آسیب‌پذیری، به دنبال شناسایی خانوارهایی است که آنها به دلیل رخداد بحران‌های مالی و اقتصادی «در خطر فقر» قرار دارند و همچنین یافتن سیاست‌هایی است که خانوارها را برای «مدیریت ریسک» توانا می‌سازد (درکون و شاپیرو<sup>۴</sup>، ۲۰۰۷: ۷). از طرف دیگر وقتی مفهوم آسیب‌پذیری در زمینه اقتصاد کلان به کار می‌رود، به میزان مستعد بودن یک کشور در صدمه دیدن از نیروهای خارجی به هنگام رویارویی با این نیروها مربوط می‌شود (بریگوگلیو، ۲۰۱۶: ۱۰۵۸). رویکرد اقتصاد کلان در آسیب‌پذیری اقتصادی، تمرکز بر روی اثر تکانه‌ها بر رشد اقتصادی می‌باشد.

تاب‌آوری: واژه تاب‌آوری برای اولین بار (احتمالاً) توسط توماس یانگ<sup>۵</sup> (فیزیک‌دان انگلیسی که تاب‌آوری را به عنوان ظرفیت ماده در تحمل انرژی بدون متحمل شدن دگرگونی<sup>۶</sup> ماندگار تعریف کرده است)، در سال ۱۸۰۷ میلادی به کار برده شده است (گل وردی، ۱۳۹۶: ۲۹۶). مفهوم تاب‌آوری برگرفته از مفاهیم مربوط به ادبیات زیست محیطی است که دو تعریف مهم از آن استخراج شده است. تعریف اول که توسط پیم<sup>۷</sup> (۱۹۸۴) مطرح شد بر ویژگی سیستم‌های نزدیک به نقطه تعادل (تاب‌آوری مهندسی) متمرکز است که در این تعریف، تاب‌آوری به وسیله میزان سرعتی که سیستم به تعادل برمی‌گردد، اندازه‌گیری می‌شود (غیاثوند و عبدالشاه، ۱۳۹۴:

الگوریتم تارجان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

## ۲- ادبیات موضوع

**آسیب‌پذیری:** سیستم‌های اقتصادی به جهت گسترش روز افزون تعاملات با خارج از سیستم با مخاطرات و شوک‌های خارجی متعددی مواجه می‌شوند که امکان پیش‌بینی اثرات مخرب و پیامدهای آنها بسیار کم است. میزان اثرپذیری کشورها از شوک، به درجه‌ی آسیب‌پذیری اقتصاد بستگی دارد که ناشی از ویژگی‌های ذاتی و دائمی آن اقتصاد می‌باشد. با شکل‌گیری بحران‌های اقتصادی در جهان، مفهوم آسیب‌پذیری از جایگاه بالایی برخوردار شده است.

آسیب‌پذیری اقتصادی برای اولین بار در سال ۱۹۷۲ و در سازمان ملل، در مباحث مربوط به مشکلات خاص کشورهای جزیره‌ای در حال توسعه به خصوص جزایر کارائیب مطرح شد، با این وجود تا سال ۱۹۹۵ شاخصی برای سنجش آن تعریف نشده بود. در سال ۱۹۹۵ برای نخستین بار محاسبه مقادیر کمی این شاخص در برنامه عملیاتی سازمان توسعه پایدار جزایر کوچک در حال توسعه قرار گرفت (بریگوگلیو، ۱۹۹۵: ۱۶۱۸).

زمانی که «آسیب‌پذیری اقتصادی» یک کشور مورد بحث قرار می‌گیرد، عموماً به مستعد بودن آن کشور در آسیب دیدن از عوامل اقتصادی خارجی و در نتیجه قرار گرفتن در معرض نیروهای حاصل از این عوامل اشاره دارد (بریگوگلیو، ۲۰۱۶: ۱۰۶۱). براساس مطالعات، آسیب‌پذیری به معنای در معرض آسیب قرار گرفتن، تزلزل و ناپایداری است. این مفهوم از زمانی در حوزه اقتصاد رواج یافت که مطالعاتی روی برخی از کشورهای کوچک با قدرت اقتصادی کم و خطر زیاد (از نظر عملکرد اقتصادی) انجام شد. تعاریف مختلفی از آسیب‌پذیری اقتصادی مطرح شده است. برای مثال، سیلیگر<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) آسیب‌پذیری اقتصادی را به عنوان حساسیت یک سیستم به شوک‌های خارجی تعریف می‌کند که به وسیله تغییرات در میزان بیکاری اندازه‌گیری می‌شود (براتی، ۱۳۷۶: ۸۰). به طور کلی هر جا اقتصاد به شدت تحت تأثیر نیروهای خارج از کنترل خود قرار می‌گیرد، مفهوم آسیب‌پذیری نیز مطرح می‌شود (براتی، ۱۳۷۶: ۷۴). آنگیون و باتیس<sup>۲</sup> آسیب‌پذیری را از ویژگی‌های ساختاری یک کشور می‌دانند که منجر به افزایش نقاط ضعف اقتصاد در برابر شوک‌های برون‌زا می‌شود و مانع توسعه درازمدت خواهد شد (آنگیون و باتیس، ۲۰۱۵: ۱۴۲). رام

3. Ram et al.  
4. Dercon & Shapiro  
5. Thomas young  
6. Deformation  
7. Pimm

1. Seliger  
2. Angeon and Bates

توانایی قطع اثرگذاری شوک‌های بیرونی تعریف می‌کند (رز، ۲۰۰۴: ۳۰۹) و مارتین<sup>۶</sup> تاب‌آوری اقتصادی را به مثابه توانایی یک ملت، منطقه یا یک مرکز در انطباق با ایجاد تغییرات ناگهانی در شرایط اقتصادی قلمداد می‌کند (مارتین، ۲۰۱۲: ۳). زمان و واسیلی<sup>۷</sup> تاب‌آوری اقتصادی را شناسایی رفتارها و راه‌هایی می‌دانند که استفاده از آنها باعث افزایش ظرفیت مقابله با شوک‌های خارجی یا اثرات منفی می‌شود (زمان و واسیلی، ۲۰۱۴: ۲).

## ۲-۱- شاخص‌های محاسبه آسیب‌پذیری و تاب‌آوری اقتصادی:

شاخص‌هایی که در مطالعات مختلف به سنجش آسیب‌پذیری و تاب‌آوری پرداخته‌اند را می‌توان به سه گروه کلی تقسیم‌بندی نمود:

الف) شاخص‌هایی که به صورت انحصاری آسیب‌پذیری را مورد سنجش قرار داده‌اند.

ب) شاخص‌هایی که به صورت انحصاری تاب‌آوری را مورد سنجش قرار داده‌اند.

پ) شاخص‌هایی که به صورت ترکیبی آسیب‌پذیری و تاب‌آوری را مورد سنجش قرار داده‌اند.

## ۲-۱-۱- شاخص‌های آسیب‌پذیری اقتصادی

اگرچه آسیب‌پذیری اقتصادی در سال ۱۹۷۲ در مباحث مربوط به مشکلات خاص کشورهای جزیره‌ای در حال توسعه به خصوص جزایر کارائیب در سازمان ملل مطرح شد، با این وجود تا سال ۱۹۹۴ شاخصی برای سنجش آن تعریف نشده بود. در سال ۱۹۹۴ برای نخستین بار محاسبه مقادیر کمی این شاخص در برنامه عملیاتی سازمان توسعه پایدار جزایر کوچک در حال توسعه قرار گرفت. در حالی که، در ابتدا، مطالعات آسیب‌پذیری بیشتر بر ویژگی‌های محیطی یک کشور از جمله کشورهای با اندازه کوچک متمرکز بودند اما به مرور مفاهیم جدیدتری از آسیب‌پذیری مطرح گردید و ویژگی‌های ذاتی اقتصاد از جمله وابستگی به کالاهای استراتژیک، تمرکز صادراتی (عدم وجود تنوع صادراتی)، نوع اقلیم حاکم بر یک منطقه نیز به مجموعه عوامل تعیین‌کننده آسیب‌پذیری یک اقتصاد اضافه شد. براین اساس دامنه شمول مطالعات به تمامی کشورهای در حال توسعه و حتی کشورهای توسعه یافته نیز تعمیم داده شد (براتی،

۸۲). تعریف دوم که توسط هالینگ<sup>۱</sup> در سال ۱۹۷۳ در زمینه اکولوژی مطرح گردید، مبتنی بر سیستم‌های دورتر از حالت ثبات است (گل وردی، ۱۳۹۶: ۲۹۹). در این تعریف، معیار سنجش تاب‌آوری، میزان جذب شوک و انحرافی است که قبل از همگرایی سیستم به حالت تعادل جدید رخ می‌دهد و در واقع همان تاب‌آوری زیست محیطی است (کلین و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴: ۳۷). تاب‌آوری اقتصادی برای اولین بار توسط تیرنی<sup>۳</sup> (۱۹۹۷) با بررسی تأثیر بلایای طبیعی بر کسب و کار، مطرح گردید و پس از آن این مفهوم گسترش بسیار زیادی پیدا کرد. اینکه تعریف مشخص و واحدی از تاب‌آوری وجود ندارد، باعث شده است که اندازه‌گیری و سنجش آن با مشکل روبه‌رو شود (دیوید و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۰: ۴۸۲). بنابراین می‌توان گفت در مورد تاب‌آوری اقتصادی نیز به عنوان زیرمجموعه‌ای از تاب‌آوری و تعاریف مرتبط با آن اجماع نظری در مطالعات وجود ندارد. در مفهوم تاب‌آوری اقتصادی زمانی که یک شوک، اقتصاد را از مسیر تعادلی رشد بلندمدت آن منحرف می‌کند، فرض بر آن است که نیروهای خودترمیمی اقتصاد، آن را به مسیر باز خواهند گرداند (جانی و ازوجی، ۱۳۹۳: ۱۸). تاب‌آوری برخلاف ماهیت ذاتی آسیب‌پذیری، نشأت گرفته از نحوه اتخاذ سیاست‌های کلان اقتصادی بوده و ماهیتی اکتسابی دارد. تاب‌آوری اقتصادی در سه سطح کلان، سطح میانی و سطح خرد مورد بررسی قرار گرفته که در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. سطوح تاب‌آوری اقتصادی

سطح کلان	کل اقتصاد، کل بازارها و تمامی افراد جامعه
سطح میانی	صنایع و بازارهای منفرد
سطح خرد	اشخاص، بنگاه‌ها و فعالیت‌های اقتصادی

مأخذ: بریگوگلیو و گالنا، ۲۰۰۳

بریگوگلیو و همکاران (۲۰۰۶)، تاب‌آوری اقتصادی را به صورت توانایی بازیابی و بازگشت سریع به حالت اولیه بعد از وارد شدن شوک‌های اقتصادی خارج از سیستم، توانایی ایستادگی و مقابله در برابر آثار منفی این شوک‌ها و توانایی اجتناب از این شوک‌های خارجی تعریف می‌کنند و این توانایی با تدبیرهای سیاستی مرتبط می‌دانند. رز<sup>۵</sup> تاب‌آوری اقتصادی را

1. Holling
2. Kelin et al.
3. Tierney
4. Davydov et al.
5. Adam Rose

6. Martin

7. Zaman and Vasile

استفاده از رویکرد متدولوژیکی و طراحی ارائه شده در مطالعه بریگوگلیو (۱۹۹۵) و با هدف توزیع بهینه‌ی منابع اختصاصی بانک توسعه کارائیب بین کشورها شکل گرفته و دارای فرآیندی دو مرحله‌ای است. در ابتدا کشورها رتبه‌بندی می‌شوند و سپس منابع مذکور به آنها اختصاص می‌یابد. در این بین شاخص آسیب‌پذیری اقتصادی کشورها نقش مهمی در تخصیص منابع مالی اعطائی بانک توسعه کارائیب دارد. این شاخص از ۶ زیرشاخص «محیط پیرامونی و دسترسی، وابستگی به واردات انرژی، تمرکز صادرات، همگرایی مقصد صادرات، تأمین مالی خارجی، مستعد بودن در برابر بلایای طبیعی» تشکیل شده است.

شاخص آسیب‌پذیری اقتصادی سازمان ملل متحد توسط کمیته سیاست توسعه ملل متحد<sup>۴</sup> (UNCDP) با رویکرد نسبتاً متفاوتی ساخته شده است. در این شاخص به منظور انعکاس ریسک شوک‌های خارجی، اندازه شوک‌ها و ویژگی‌های ساختاری کشور لحاظ می‌شود، اما آسیب‌پذیری‌های حاصل از متغیرهای سیاستی در نظر گرفته نمی‌شود. بدین ترتیب، برای محاسبه آسیب‌پذیری، مؤلفه‌های «رویارویی با شوک» و «پیامدهای شوک» را تعریف و از روش میانگین وزنی با وزن برابر استفاده می‌کند (شکل ۲).

در سال ۲۰۰۰ کمیته سیاست‌های توسعه‌ای سازمان ملل (UNCDP) شاخص<sup>۵</sup> EVI را برای سنجش آسیب‌پذیری ساختاری اقتصادی معرفی نمود که نشان‌دهنده‌ی شدت شوک‌های مکرر طبیعی و خارجی در اقتصاد می‌باشد. ساختار شاخص EVI در سال ۲۰۰۵ طراحی شده است و در شکل ۳ نشان داده شده است.

این شاخص با تخصیص وزن برابر، یک گروه متشکل از سه زیر شاخص (منعکس‌کننده شدت شوک‌های مکرر خارجی و طبیعی) و یک گروه متشکل از چهار یا پنج زیرشاخص (منعکس‌کننده نحوه رویارویی با شوک‌های مورد نظر) را با هم ترکیب می‌نماید. ساختار شاخص در شکل ۳ بر اساس اطلاعات سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۱۲ آورده شده است.

در حال حاضر مطالعات زیادی در تعیین و برآورد معیارهای آسیب‌پذیری اقتصادی انجام شده و شاخص‌های متعددی از آسیب‌پذیری اقتصادی با استفاده از روش‌های مختلف ساخته شده است. ولی تاکنون اجماعی کلی برای انتخاب معیارها و مؤلفه‌های آسیب‌پذیری و ترکیب و جمع‌آوری آنها وجود ندارد. بخش زیادی از تمایز بین این شاخص‌ها به هدف یا اهداف ارائه شاخص برمی‌گردد. زیرا هدف، مؤلفه‌ی کلیدی برای انتخاب متغیرها و روش برآورد یک شاخص آسیب‌پذیری به شمار می‌رود.

بدین ترتیب، برای اولین بار بریگوگلیو (۱۹۹۵) در مطالعه «کشورهای کوچک جزیره‌ای در حال توسعه (SID)<sup>۱</sup> و آسیب‌پذیری آنها» مفهوم آسیب‌پذیری اقتصادی را مطرح نمود. متغیرهایی که در شاخص اولیه‌ی وی وارد می‌شوند، عبارتند از رویارویی با شرایط اقتصادی خارجی، انزوا و رویارویی با بلایای طبیعی.

پس از آن بریگوگلیو و گالتا<sup>۲</sup> (۲۰۰۳) بیان نمودند احتمال اینکه یک کشور در معرض شوک‌های خارجی قرار بگیرد ناشی از ویژگی‌های ذاتی آن اقتصاد است که عبارتند از: باز بودن اقتصادی، تمرکز صادراتی، وابستگی به واردات کالاهای استراتژیک. در این میان اقتصاد باز می‌تواند نشان‌دهنده‌ی قدرت و موفقیت کشورها در بازارهای بین‌المللی باشد، اما مشارکت بیشتر در تجارت خارجی در کنار تمامی مزایای آن، کشور را بیشتر در معرض شوک‌های بیرونی قرار می‌دهد. به نحوی که هرچه میزان باز بودن تجاری بیشتر باشد بیانگر این است که کشور، خود را در معرض شرایط گوناگونی قرار داده است که در واقع هیچ کنترل مستقیمی بر آن ندارد. همچنین وابستگی به صادرات با توجه به میزان و تنوع محصولات یکی از اجزاء آسیب‌پذیری اقتصادی است که تأثیر بسزایی در آسیب‌پذیری کشورها دارد. به طوری که وابستگی به طیف محدودی از صادرات به خصوص وابستگی به صادرات یک کالای خاص و بالا بودن میزان آن، ریسک‌های مربوط به عدم تنوع صادرات را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر، وابستگی به واردات کالاهای استراتژیک ممکن است یک اقتصاد را در معرض شوک‌های ناشی از دسترسی و هزینه‌های واردات این کالاها قرار دهد.

شاخص آسیب‌پذیری بانک توسعه کارائیب<sup>۳</sup> (CDB) با

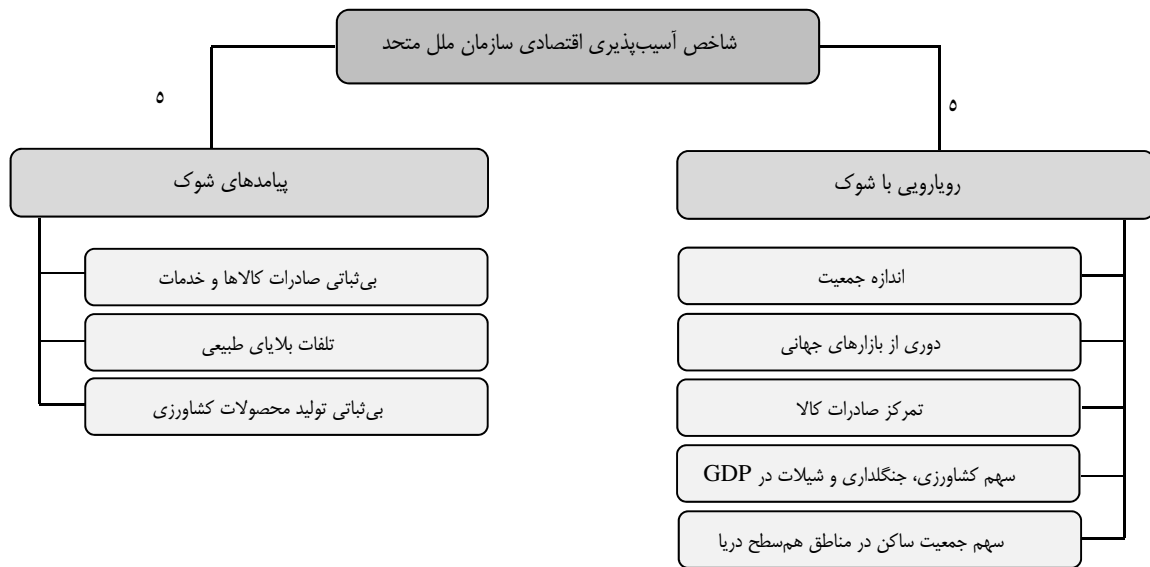
4. The United Nations Committee for Development Policy

5. Economic Vulnerability Index (EVI)

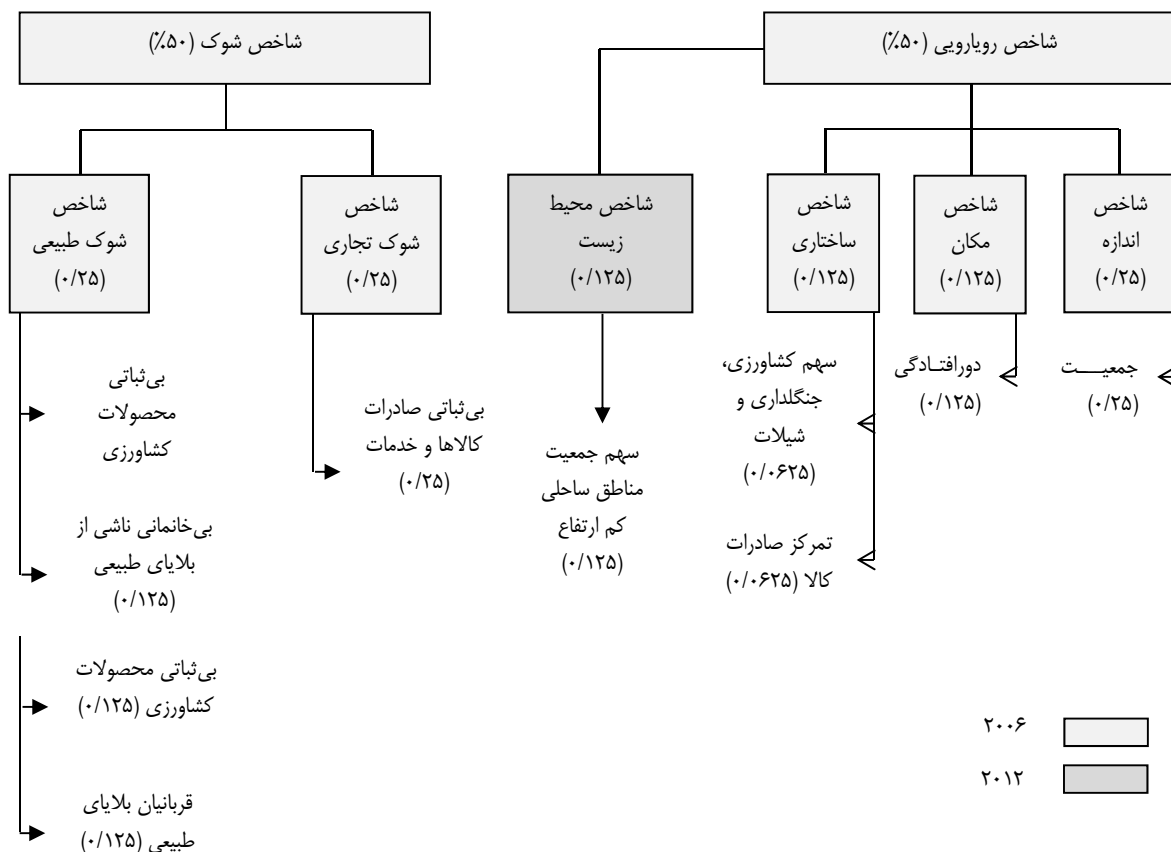
1. Small Island Developing States (SID)

2. Galea

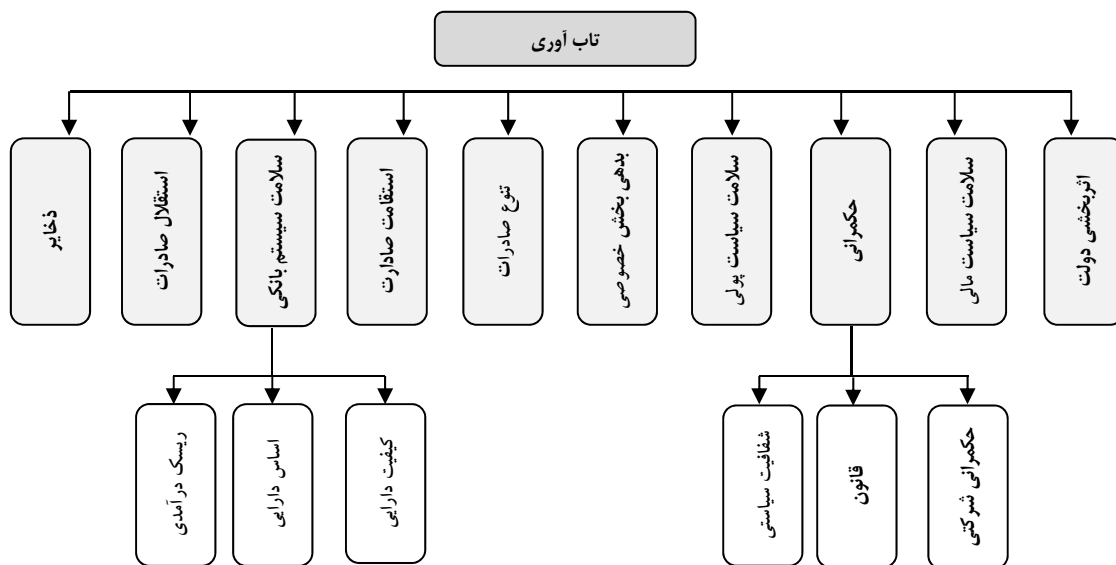
3. Caribbean Development Bank



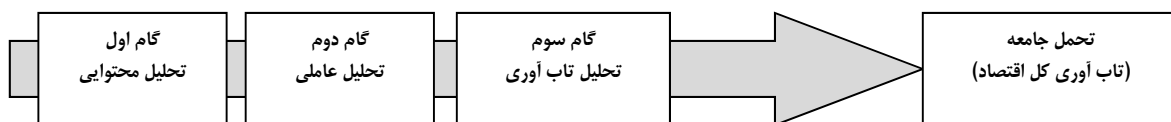
شکل ۲. شاخص آسیب‌پذیری سازمان ملل متحد  
 مأخذ: گایلامونت، ۲۰۱۰



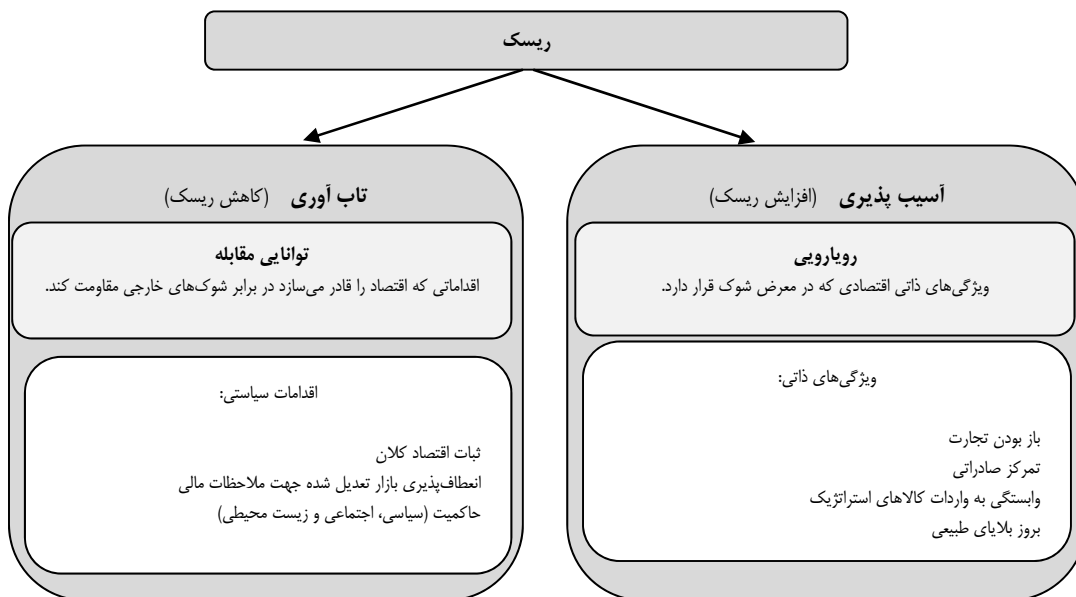
شکل ۳. شاخص آسیب‌پذیری (EVI) سازمان ملل متحد  
 مأخذ: گایلامونت، ۲۰۱۷



شکل ۴. سنجش تاب‌آوری در الگوی بورمن  
 مأخذ: بورمن و همکاران، ۲۰۱۳



شکل ۵. تجزیه و تحلیل سه مرحله‌ای شاخص USAID  
 مأخذ: کویترچک<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۳



شکل ۶. چارچوب شاخص ترکیبی آسیب‌پذیری - تاب‌آوری بریگوگلیو  
 مأخذ: بریگوگلیو، ۲۰۱۶

## ۲-۱-۲- شاخص‌های تاب‌آوری اقتصادی

گرچه بریگوگلیو از سال ۱۹۹۵ اقدام به ارائه شاخص آسیب‌پذیری نمود، اما در زمینه تاب‌آوری برای اولین بار به همراه گالنا در مطالعه سال ۲۰۰۳ با عنوان «شاخص آسیب‌پذیری تعدیل شده برای تاب‌آوری»<sup>۱</sup> به مفهوم تاب‌آوری اشاره و تولید ناخالص داخلی سرانه را به عنوان شاخص برای تاب‌آوری اقتصادی تعریف نمود. پس از آن در سال ۲۰۰۸ شاخص تاب‌آوری را به صورت «عناصر جذب کننده شوک و اقدام مقابل شوک» با پنج عامل ثبات اقتصاد کلان<sup>۲</sup>، کارایی بازار اقتصاد خرد<sup>۳</sup>، حکمرانی خوب<sup>۴</sup>، توسعه اجتماعی<sup>۵</sup> و مدیریت محیط زیست<sup>۶</sup> در نظر گرفت.

شاخص تاب‌آوری گروه پژوهشی سنتنیال<sup>۷</sup> (جک بورمن و همکاران) مقیاسی را برای اندازه‌گیری ظرفیت اقتصاد در رویارویی با شوک‌های تنش‌زا و بهبود سریع و بازگشت به حالت قبل فراهم می‌آورد. (شکل ۴)

شاخص تاب‌آوری آژانس توسعه بین‌المللی آمریکا<sup>۸</sup> چارچوبی را تعریف می‌کند که تجزیه و تحلیل تاب‌آوری براساس عوامل مختلفی شامل مشروعیت، اثربخشی نهادها، در دسترس بودن، کارایی، تنوع و فراوانی منابع و شبکه‌ها، ارزش‌ها و رفتارها، نوآوری و حافظه نهادی انجام می‌شود. این عوامل می‌توانند در سه طبقه نهادها، منابع و تسهیل‌کننده‌های تطبیق و بر پایه تجزیه و تحلیل سه مرحله‌ای طبقه‌بندی شوند (شکل ۵).

### 1. Economic Vulnerability Index Adjusted for Resilience (EVIAR)

۲. هنگام وارد شدن شوک اقتصادی منفی به اقتصاد، اگر اقتصاد کلان از نظر ثبات در وضعیت ضعیفی باشد، جای زیادی برای مانور وجود ندارد.
۳. کارایی بازار اقتصاد خرد برای هر اقتصادی در برخورد با آثار منفی شوک‌ها از طریق قادر کردن اقتصاد به بازتخصیص منابع به استفاده‌های جایگزین از اهمیت اساسی برخوردار است.
۴. حکمرانی خوب از جمله زمینه‌های بسیار مهم برای شکل‌گیری سیاست‌های مناسب و لذا از عناصر لاینفک تاب‌آوری اقتصادی است.
۵. توسعه اجتماعی به وضعیتی اشاره دارد که در آن یک جامعه به طور کامل توسعه یافته باشد، به طوری که دستگاه‌های اقتصادی قادر باشند بدون تأخیر ناشی از ناآرامی‌های مدنی، عملکرد مؤثری از خود نشان دهد.
۶. زمانی که مقررات محیط زیست تعریف گردد و اجرای حقوق مالکیت را در برگیرد، اقتصاد نیز عملکرد بهتری خواهد داشت. همچنین، در سطح کلان، عواید اقتصادی به دلیل ایجاد مشاغل سبز که لازمه‌ی مدیریت محیط زیست است، حاصل می‌شود.

### 7. Centennial Resilience Index

### 8. United States Agency For International Development

شاخص تاب‌آوری مجمع جهانی اقتصاد<sup>۹</sup> (اجلاس داووس، ۲۰۱۹)، تاب‌آوری را به صورت توانایی جذب مخاطرات بیرونی و درونی توسط زیرسیستم‌های موجود در جامعه تعریف می‌کند، به طوری که بتوانند خود را با محیط بسیار متحول و با حفظ ثبات و کارکردهای سیستم، انطباق دهند. مخاطرات جهانی<sup>۱۰</sup> می‌تواند در بسیاری از کشورها به طور هم‌زمان بروز پیدا کند. به گزارش مجمع، یک مخاطره‌ی جهانی «رویدادی با وضعیت نامشخص است که در صورت بروز می‌تواند تأثیر منفی قابل توجهی را برای حداقل ۱۰ کشور یا صنعت طی ۱۰ سال آینده ایجاد کند».

## ۲-۱-۳- شاخص‌های ترکیبی آسیب‌پذیری و تاب‌آوری

اولین شاخص ترکیبی برای محاسبه هم‌زمان آسیب‌پذیری و تاب‌آوری توسط بریگوگلیو و همکاران (۲۰۰۳) با بحث در مورد پارادوکس سنگاپور و توضیح آن با تمایز بین آسیب‌پذیری اقتصادی ذاتی و تاب‌آوری اقتصادی اکتسابی ارائه شد. در چارچوب فوق، ریسک اقتصادی از دو جزء تشکیل شده است: ۱. آسیب‌پذیری، ناشی از شرایط ذاتی اقتصادی که در معرض شوک‌های خارجی قرار دارد و ۲. تاب‌آوری، یا اقدامات سیاستی مرتبط با توانایی یک کشور برای مقاومت در برابر شوک‌های خارجی.

دومین شاخص ترکیبی توسط باتیس و همکاران (۲۰۱۴) معرفی گردید. در این شاخص برای اولین بار با استفاده از نظریه گراف و با تکیه بر الگوی ریاضی، روابط پیچیده‌ی بین متغیرهای اقتصادی تأثیرگذار بر تاب‌آوری و آسیب‌پذیری توضیح داده شده است. همچنین می‌توان با استفاده از الگوریتم تارجان متغیرهای بنیادی تأثیرگذار بر وضعیت VR را مشخص و با حذف متغیرهای اضافی، شاخص خالص برای اقتصاد را محاسبه نمود. شاخص باتیس کشورها را به چهار گروه کلی آسیب‌پذیری کنترل نشده<sup>۱۱</sup>، آسیب‌پذیری محدود<sup>۱۲</sup>، تاب‌آوری ناپایدار<sup>۱۳</sup> و تاب‌آوری پایدار<sup>۱۴</sup> تقسیم می‌نماید. همچنین با رسم

۹. مجمع جهانی اقتصاد (World Economic Forum)، بنیادی غیردولتی و بین‌المللی، مستقر در ژنو سوئیس است که اجلاس سالیانه‌ی در دهکده داووس سوئیس برگزار می‌کند.

10. Global Risks

11. Uncontrolled Vulnerability

12. Contained Vulnerability

13. Unstable Resilience

14. Stable Resilience



گراف مرتبط، متغیرهای مدل، در دو گروه متغیرهای کنترلی و متغیرهای مشروط طبقه‌بندی می‌گردند.

## ۲-۱-۴- پیشینه پژوهش

خلاصه مطالعات خارجی و داخلی در زمینه محاسبه شاخص‌های آسیب‌پذیری و تاب‌آوری را می‌توان در جدول ۲ مشاهده نمود.

بررسی مطالعات مختلف در زمینه ارزیابی وضعیت آسیب‌پذیری و تاب‌آوری (VR) نشان می‌دهد که متغیرهایی از طیف‌هایی متفاوت به عنوان متغیر تأثیرگذار بر VR در نظر گرفته شده‌اند. جدول ۳ به معرفی مبسوط تمامی متغیرهایی می‌پردازد که در ادبیات آسیب‌پذیری و تاب‌آوری اقتصادی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

جدول ۲. مطالعات داخلی و خارجی انجام شده

نتیجه	سال	محقق
مطالعات داخلی:		
این تحقیق شاخص آسیب‌پذیری را با استفاده از برخی متغیرهای الگوی بریگوگلیو و شاخص تاب‌آوری را با استفاده از برخی متغیرهای الگوی سنتنیال و باتیس محاسبه کرده است و به بررسی شاخص‌ها در دوره (۹۲-۱۳۶۹)، به تفکیک سه دوره ریاست جمهوری با عناوین سازندگی، اصلاحات و مهرورزی پرداخته است. نتیجه نشان می‌دهد شاخص آسیب‌پذیری در دوره مهرورزی دارای بیشترین مقدار و شاخص تاب‌آوری در دوره اصلاحات دارای بیشترین مقدار است. همچنین با برآورد تأثیر شاخص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری بر نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه نشان می‌دهد GDP سرانه با آسیب‌پذیری رابطه معکوس ولی با تاب‌آوری رابطه مستقیم دارد.	۱۳۹۵	ابونوری و لاجوردی
این تحقیق با رویکرد بریگوگلیو به بررسی آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در کشورهای منتخب اوپک در دوره زمانی (۲۰۱۳-۲۰۰۲) پرداخته است. نتیجه نشان می‌دهد کشورهای الجزایر، اکوادور، ایران، نیجریه و ونزوئلا در وضعیت پسر ولخرج قرار دارند. کویت در بهترین وضعیت و امارات متحده عربی در وضعیت خودساخته قرار می‌گیرند. همچنین آسیب‌پذیری اقتصادی رابطه‌ی معکوس و تاب‌آوری اقتصادی رابطه‌ی مستقیم با تولید ناخالص داخلی دارد.	۱۳۹۵	مغساری و همکاران
این تحقیق شاخص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری اقتصادی را با استفاده از الگوی بریگوگلیو به عنوان عامل مؤثر بر تحولات تولید ناخالص داخلی و نوسانات آن در ۱۰۶ کشور در دوره زمانی (۲۰۱۴-۲۰۰۰) محاسبه می‌کند. نتیجه نشان می‌دهد آسیب‌پذیری اقتصادی اثر مثبت بر تغییرپذیری GDP سرانه دارد و تاب‌آوری اقتصادی اثر منفی بر تغییرپذیری GDP سرانه دارد. همچنین اقتصاد ایران در گروه کشورهای با تاب‌آوری کم و آسیب‌پذیری بالا قرار می‌گیرد.	۱۳۹۷	وثوقی نیک
این شاخص با استفاده از الگوی بریگوگلیو، شاخص تاب‌آوری و آسیب‌پذیری اقتصادی را در دوره زمانی (۱۳۹۵-۱۳۷۵) محاسبه کرده است. نتیجه نشان می‌دهد در سال‌های (۸۳-۱۳۷۵) و (۹۳-۱۳۸۵) و ۱۳۹۵ خالص تاب‌آوری منفی است و در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۹۴ خالص تاب‌آوری مثبت است. همچنین در سال‌های پایانی دوره هر دو شاخص افزایش یافته‌اند، اما شاخص آسیب‌پذیری بیشتر از شاخص تاب‌آوری بوده که نشان‌دهنده افزایش آسیب‌پذیری در اقتصاد ایران است.	۱۳۹۷	امیری و همکاران
مطالعات خارجی:		
تحقیق حاضر شاخص آسیب‌پذیری (شاخص هشدار اولیه) را در سه دسته‌ی بخش خارجی، سیاستی و تأمین مالی در ۲۶ اقتصاد نوظهور و در دوره زمانی (۲۰۱۷-۱۹۹۰) بررسی می‌کند. همچنین از شاخص برای ارزیابی آسیب‌پذیری‌ها قبل، حین و بعد از بحران‌های مالی یا اقتصادی استفاده می‌کند. نتیجه نشان می‌دهد بیشترین آسیب‌پذیری ناشی از کسری حساب جاری، سوء استفاده از نرخ واقعی ارز، جریان سرمایه بی ثبات و نرخ تورم بالا می‌باشد.	۲۰۱۸	دالهاوس و لام
این تحقیق با بروزرسانی شاخص آسیب‌پذیری CDB و گسترش دامنه پوشش شاخص، ابعاد آسیب‌پذیری اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیست را به شاخص CDB اضافه می‌کند و شاخص چند بعدی MVI را با استفاده از ۶ زیرشاخص تمرکز صادرات، مقصد صادرات، واردات استراتژیک، تأمین مالی خارجی، حساسیت اجتماعی، بلایای طبیعی و تغییر آب و هوا معرفی می‌نماید.	۲۰۱۹	رام و همکاران

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۳. متغیرهای مورد استفاده در شاخص‌های ارزیابی وضعیت VR با توجه به مبانی نظری موضوع

ردیف	متغیر	توضیحات	ردیف	متغیر	توضیحات
۱	تمرکز صادرات	وابستگی به طیف محدودی از صادرات به خصوص وابستگی به صادرات یک کالای خاص و بالا بودن میزان آن، ریسک‌های مربوط به عدم تنوع صادرات را افزایش می‌دهد و هنگام بروز یک اختلال در صادرات این کالاها، بخش وسیعی از تولید، اشتغال و درآمدهای ارزی یک کشور را با مشکل مواجه می‌سازد و منجر به تشدید آسیب‌پذیری مرتبط با باز بودن اقتصادی می‌گردد. (بریگوگلیو، ۱۹۹۵؛ بریگوگلیو و گالنا، ۲۰۰۳؛ بریگوگلیو، ۲۰۱۶؛ باتیس، ۲۰۱۴. شاخص آسیب‌پذیری اقتصادی کمیته سیاست توسعه ملل متحد)	۱۰	تولید ناخالص داخلی	کشورهایی با GDP بالا یا GDP پایین می‌توانند از نظر اقتصادی آسیب‌پذیر باشند یا نباشند و ارتباط معناداری بین آسیب‌پذیری و GDP وجود ندارد. (بریگوگلیو و کوردینا، ۲۰۰۸، ۲۰۱۴، ۲۰۱۶) در عین حال با توجه به اینکه اکثر متغیرهای تأثیر گذار بر شاخص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری، به صورت نسبی از GDP در نظر گرفته می‌شوند، کم یا زیاد شدن GDP می‌تواند بر شاخص تأثیر گذار باشد.
۲	کسری بودجه	نسبت بالای بدهی و کسری بودجه، فضای فعالیت‌های مالی و مانور تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران در رویارویی با شوک‌های تنش‌زای اقتصادی را کاهش می‌دهد (بریگوگلیو و کوردینا، ۲۰۰۸؛ بورمن و همکاران، ۲۰۱۳؛ بریگوگلیو، ۲۰۱۴؛ باتیس، ۲۰۱۴).	۱۱	نرخ بیکاری	با افزایش بیکاری، توانایی اقتصاد در بازیابی از شوک‌های اقتصادی مخرب کاهش می‌یابد (بریگوگلیو و کوردینا، ۲۰۰۸). مجمع جهانی اقتصاد، نرخ بالای بیکاری را در گروه مخاطرات اقتصادی جهانی طبقه‌بندی می‌کند. بالا بودن نرخ بیکاری در یک اقتصاد، با تأثیر بر ثبات اقتصاد کلان، باعث کاهش تاب‌آوری اقتصاد در زمان رویارویی با شوک‌ها خواهد شد. (بریگوگلیو، ۲۰۰۸، ۲۰۱۴، ۲۰۱۶. تیم راهبردی AWM، باتیس، ۲۰۱۴)
۳	بدهی عمومی	افزایش بدهی دولت باعث ایجاد بحران‌های بدهی در اقتصاد می‌شود (شاخص تاب‌آوری مجمع جهانی اقتصاد). بدهی‌های خارجی به عنوان یکی از مؤلفه‌های ثبات اقتصاد کلان می‌تواند بر شاخص تاب‌آوری اقتصادی اثر بگذارد. (بریگوگلیو و کوردینا، ۲۰۰۸؛ بریگوگلیو، ۲۰۱۶). در کشوری با سطح بالای بدهی خارجی، تجهیز منابع برای خنثی کردن تأثیر منفی شوک‌های خارجی دشوارتر می‌باشد. بنابراین شاخص بدهی دولت می‌تواند توانایی اقتصاد کلان را برای جذب یا مقابله با شوک‌های منفی نشان دهد. (بورمن و همکاران، ۲۰۱۳؛ باتیس، ۲۰۱۴؛ آلتیماری و همکاران، ۲۰۱۸؛ دالهاوس و لام، ۲۰۱۸)	۱۲	امید به زندگی در بدو تولد	در شاخص آسیب‌پذیری اجتماعی ECLAC، امید به زندگی در بدو تولد به عنوان زیرشاخص حوزه سلامت در نظر گرفته شده است.
۴	تورم	تورم را می‌توان به عنوان یکی از مؤلفه‌های ثبات اقتصاد کلان و به عنوان نماینده سلامت سیاست‌های پولی در شاخص تاب‌آوری وارد نمود (بریگوگلیو، ۲۰۰۸؛ بریگوگلیو، ۲۰۰۹؛ بورمن، ۲۰۱۳؛ باتیس، ۲۰۱۴؛ بریگوگلیو، ۲۰۱۶ و دالهاوس و لام، ۲۰۱۸)؛ مجمع جهانی اقتصاد تورم نزدیک به صفر در اقتصادهای بزرگ را به عنوان یک مخاطره جهانی و نشان‌دهنده‌ی رکود در نظر می‌گیرد.	۱۳	انتشار گازهای گلخانه‌ای	انتشار گازهای گلخانه‌ای به ویژه CO <sub>2</sub> باعث افزایش آسیب‌پذیری محیط زیست خواهد شد. بنابراین در محاسبه شاخص آسیب‌پذیری محیط زیست وارد می‌شود. (شاخص EVI ارائه شده توسط سازمان ملل، ۲۰۰۴) همچنین مقدار انتشار CO <sub>2</sub> در زیرشاخص مدیریت محیط زیست شاخص آسیب‌پذیری اقتصادی در نظر گرفته می‌شود (بریگوگلیو، ۲۰۱۶).
۵	درجه باز بودن اقتصاد	مشارکت بیشتر در تجارت خارجی با وجود داشتن مزایای بسیار، کشور را با شدت بیشتری در معرض شوک‌های خارجی قرار می‌دهد. در واقع اقتصاد تحت تأثیر شرایطی قرار می‌گیرد که نمی‌تواند کنترل چندانی بر روی آن داشته باشد. (بریگوگلیو، ۱۹۹۵، ۲۰۰۸، ۲۰۰۹، ۲۰۱۶؛ بریگوگلیو و گالنا، ۲۰۰۳)	۱۴	واردات انرژی	وابستگی به واردات انرژی (به عنوان یکی از کالاهای استراتژیک)، اقتصاد را در معرض شوک‌های ناشی دسترسی و بالا رفتن هزینه‌های واردات این کالاها قرار می‌دهد. (بریگوگلیو، ۱۹۹۵، ۲۰۰۸، ۲۰۱۶؛ رام و همکاران، ۲۰۱۹؛ باتیس، ۲۰۱۴)
۶	مخارج عمومی	نسبتی از بودجه دولت را که برای توسعه اجتماعی هزینه می‌شود را می‌توان به عنوان شاخص توسعه اجتماعی در نظر گرفت (بریگوگلیو، ۱۹۹۵).	۱۵	قربانیان بلایای طبیعی	شیوع بلایای طبیعی (با فرض ثابت ماندن GDP سرانه) و افزایش میزان خسارت مالی هر فاجعه، آسیب‌پذیری را در اقتصاد افزایش می‌دهد (بریگوگلیو، ۲۰۰۸، ۲۰۱۶). بلایای طبیعی مانند خشکسالی، سیل، زلزله، طوفان، آتش‌سوزی، قحطی و اپیدمی باعث می‌شوند آثار شوک‌های اقتصادی خارجی افزایش پیدا کند و خود منجر به شوک اقتصادی شود (شاخص تاب‌آوری جهانی، شاخص آسیب‌پذیری کشورهای مشترک المنافع، شاخص آسیب‌پذیری بانک توسعه کارائیب، شاخص آسیب‌پذیری سازمان ملل، رام و همکاران، ۲۰۱۹)

تولید آلودگی سرانه به عنوان یکی از متغیرهای مدیریت محیط زیست را می‌توان در محاسبه شاخص تاب‌آوری اقتصادی مدنظر قرار داد (بریگوگلیو، ۲۰۱۶).	آلودگی آب	۱۶	رویارویی با شرایط اقتصادی خارجی و درجه وابستگی اقتصاد به تجارت خارجی از جمله عوامل مهمی است که ۸ می‌تواند بر تاب‌آوری اقتصاد تأثیرگذار باشد. (بریگوگلیو، ۱۹۹۵، ۲۰۰۸، ۲۰۱۶؛ بریگوگلیو و گالنا، ۲۰۰۳) با کمتر شدن تعداد کشورهای مقصد صادرات، تاب‌آوری اقتصاد کاهش می‌یابد، چرا که به مقدار بیشتری نسبت به شرایط اقتصادی کشور مقصد حساس می‌شود. بنابراین با افزایش تنوع صادراتی، تاب‌آوری نیز در اقتصاد افزایش خواهد یافت (شاخص آسیب‌پذیری بانک توسعه کارائیب، ۲۰۱۷؛ بورمن و همکاران، ۲۰۱۳). بی‌ثباتی صادرات کالا می‌تواند باعث ایجاد درآمد صادراتی متغیری شود که منجر به ایجاد نوسانات در تولید، اشتغال و دسترسی به ارز خارجی می‌شود و آثار منفی بر رشد و توسعه اقتصادی خواهد داشت. (شاخص آسیب‌پذیری سازمان ملل متحد)	صادرات	۷
شاخص‌های حکمرانی خوب شامل کنترل فساد، اثربخشی دولت، ثبات سیاسی و نبود خشونت، حاکمیت قانون، کیفیت تنظیم‌کنندگی و حق پاسخ‌گویی و اظهار نظر در محاسبه شاخص تاب‌آوری اقتصادی مورد استفاده قرار می‌گیرند (بورمن، ۲۰۱۳؛ باتیس، ۲۰۱۴؛ آلتیماری، ۲۰۱۸ و شاخص تاب‌آوری جهانی).	شاخص‌های حکمرانی جهانی	۱۷	واردات انرژی، مواد غذایی، ملزومات صنعتی و به طور کلی واردات کالاهای سرمایه‌ای، واسطه‌ای، مصرفی یا مواد خام بر مقدار آسیب‌پذیری اقتصاد تأثیرگذار است (شاخص آسیب‌پذیری بانک توسعه کارائیب، ۲۰۱۷؛ رام و همکاران، ۲۰۱۹)	واردات	۸
هزینه‌های مربوط به حمل و نقل صادرات، برای ارزیابی دورافتادگی یک کشور از بازارهای جهانی و محاسبه شاخص آسیب‌پذیری اقتصادی استفاده می‌شود (بریگوگلیو، ۱۹۹۵؛ ۲۰۰۳، باتیس، ۲۰۱۴).	هزینه حمل و نقل بین‌الملل	۱۸	وابستگی به واردات کالاهای استراتژیک ممکن است اقتصاد را در معرض شوک‌های ناشی از دسترسی و هزینه‌های واردات این کالاها قرار دهد. در این حالت، شدت رویایی به امکان جایگزینی واردات بستگی دارد. (بریگوگلیو، ۱۹۹۵، ۲۰۰۸، ۲۰۱۶؛ بریگوگلیو و گالنا، ۲۰۰۳)	واردات مواد غذایی	۹

#### مأخذ: یافته‌های تحقیق

### ۲-۱-۵- نوآوری پژوهش

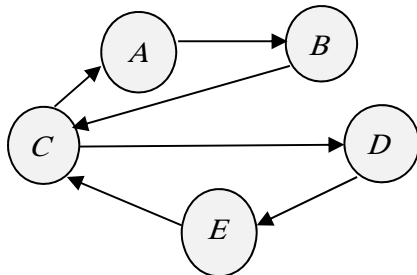
جدول ۲ بیان می‌کند که در زمینه‌ی ارزیابی هم‌زمان آسیب‌پذیری و تاب‌آوری اقتصادی در کشور ایران، چهار مطالعه صورت گرفته است. با مروری بر این مطالعات مشخص می‌گردد که در اقتصاد ایران، شاخص ترکیبی بریگوگلیو و همکاران و شاخص ترکیبی باتیس و همکاران، برای بررسی وضعیت VR در نظر گرفته شده‌اند.

مطابق جدول ۲، از بین چهار مطالعه مورد نظر، سه مورد با استفاده از الگوی مشابه و شاخص ترکیبی بریگوگلیو به ارزیابی وضعیت VR پرداخته‌اند. در مطالعه ابونوری و همکاران (۱۳۹۵)، علاوه بر الگوی بریگوگلیو، از الگوی بورمن و باتیس نیز استفاده شده است. بررسی بیشتر مشخص می‌کند در این مطالعه الگوی باتیس به دلیل سختی گردآوری آمار و تعداد بالای متغیرها به صورت ناقص مورد استفاده قرار گرفته و بعد پیرامونی به طور کامل حذف شده است. از الگوی بورمن نیز نمی‌توان به عنوان شاخص ترکیبی استفاده نمود، چرا که شاخص گروه سنتنیال (ارائه شده توسط بورمن و همکاران، ۲۰۱۳) شاخصی برای سنجش تاب‌آوری است. در حالی که هدف مطالعه ابونوری و لاجوردی، ساخت شاخص ترکیبی

آسیب‌پذیری و تاب‌آوری می‌باشد، بنابراین با هدف ارزیابی آسیب‌پذیری و تاب‌آوری به صورت هم‌زمان نمی‌توان از الگوی بورمن استفاده نمود. بدین ترتیب و با توجه به موارد ذکر شده می‌توان گفت تمامی مطالعات ارزیابی وضعیت (هم‌زمان) آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در اقتصاد ایران با استفاده از الگوی بریگوگلیو انجام گرفته است.

مطالعه‌ی حاضر جهت ارزیابی وضعیت VR در کشور ایران، برای اولین بار الگوی باتیس را به عنوان اساس کار مورد استفاده قرار داده است. دلیل استفاده از الگوی باتیس، روش منحصر به فرد به کار رفته در آن می‌باشد که این امکان را ایجاد می‌کند بتوان متغیرها را بدون محدودیت وارد الگو نمود. نظریه گراف انعطاف‌پذیری لازم برای تحلیل پدیده‌های مختلف در علم اقتصاد را دارا می‌باشد، اما در مطالعات کاربردی اقتصادی در کشور ایران تاکنون از نظریه گراف استفاده نشده است. این مطالعه در تلاش است که از نظریه گراف، به عنوان ابزار ارزشمندی برای بررسی روابط بین متغیرها استفاده کند، چرا که نظریه گراف قادر است شبکه پیچیده‌ای از روابط بین متغیرهای تأثیرگذار بر وضعیت آسیب‌پذیری و تاب‌آوری را به زبان ساده نمایش دهد. هیچ محدودیتی برای تعداد متغیرهای

رأس D به رأس A رسید. در گراف‌های گسترده‌تر برای پیدا کردن مؤلفه‌های قویاً همبند و گراف ماکسیمال از الگوریتم تارجان<sup>۴</sup> استفاده می‌شود (تارجان، ۱۹۷۲: ۱۵۲). ماکسیمال بودن گراف بدین معناست که در صورت اضافه کردن یال یا رأس اضافی به G، ویژگی قویاً همبند بودن از بین می‌رود. در این حالت می‌توان گفت مجموعه C ریشه‌ی<sup>۵</sup> گراف جهت‌دار فوق و شامل متغیرهای بنیادی (مؤلفه‌های قویاً همبند) برای توضیح پدیده مورد مطالعه است (باتیس، ۲۰۱۴: ۴۴۶). با توجه به اینکه هدف از ساخت شاخص ترکیبی، بررسی پدیده‌ای با توجه به عوامل تعیین‌کننده‌ی آن است، اگر رأسی خارج از ریشه باشد، به این معناست که برای تحلیل پدیده، بنیادی نیست و نیازی نیست وارد شاخص ترکیبی شود.



شکل ۷. گراف جهت‌دار با مفهوم قویاً همبند

مأخذ: باندی و مورتی، ۱۹۷۶

خروجی نهایی الگوریتم تارجان،  $n^*$  متغیر برای اندازه‌گیری  $VR$  است. کدنویسی مرتبط با الگوریتم در نرم‌افزار متلب انجام می‌شود. الگوریتم تارجان، متغیرها را به دو بخش کلی تقسیم می‌کند؛ گروه اول؛ متغیرهایی که باعث ایجاد شدن آسیب‌پذیری و تاب‌آوری هستند و گروه دوم؛ متغیرهایی که در نتیجه‌ی تاب‌آوری و آسیب‌پذیری ایجاد می‌شوند.

### ۳-۲- نوع شناسی متغیرهای مدل

مطالعات نشان می‌دهند که می‌توان متغیرهای توسعه پایدار را به پنج گروه (بعد) تقسیم کرد. در این تقسیم‌بندی، ابعاد توسعه پایدار به صورت بعد اقتصادی، بعد اجتماعی، بعد زیست محیطی، بعد حکمرانی و بعد پیرامونی تعریف می‌گردند. بنابراین در شروع کار، متغیرهای مربوط به هر بعد به صورت تفکیکی شناسایی می‌شوند. ۴۴ متغیر در گروه متغیرهای اولیه هستند که در جدول ۴ معرفی شده‌اند. سؤال پیش آمده این است: «آیا

وارد شده در مدل وجود ندارد و متغیرها (بدون محدودیت) می‌توانند با استدلال‌های منطقی وارد مدل شوند. بنابراین می‌توان  $n$  متغیر را با در نظر گرفتن روابط و تأثیر متقابل آنها بر روی هم به عنوان متغیر تأثیرگذار بر آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در نظر گرفت.

همچنین با تفکیک ابعاد توسعه پایدار به ابعاد کنترلی و مشروط، برای اولین بار شاخص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری به صورت تفکیکی در ابعاد مورد تحلیل قرار می‌گیرد و مشخص می‌شود به طور دقیق کدام بعد از توسعه پایدار باعث تاب‌آوری پایین یا آسیب‌پذیری بالا در اقتصاد شده است.

### ۳- روش شناسی

#### ۳-۱- معرفی نظریه گراف

کاربردهای متنوعی از نظریه گراف در بسیاری از زمینه‌های مختلف اقتصادی و مدیریتی فراتر از استفاده شایع و مرسوم گراف در ارتباطات و حمل و نقل وجود دارد (نعیم‌زاده و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۹: ۱۲۸). استفاده از نظریه گراف در پدیده‌های اقتصادی قدمت چندانی ندارد اما انعطاف‌پذیری لازم برای تحلیل پدیده‌های مختلف در علم اقتصاد را از خود نشان داده است.

نظریه گراف به شناسایی مجموعه‌ی ریشه‌های پدیده مورد مطالعه و ساختار وابستگی متقابل بین ریشه‌ها کمک می‌کند. هر گراف جهت‌دار از مجموعه رئوس<sup>۲</sup> تشکیل می‌شود که با یال‌ها<sup>۳</sup> به هم متصل شده‌اند. این گراف با  $G = (X, A)$  از درجه  $n = |X|$  نمایش داده می‌شود، که در آن  $X$  مجموعه رئوس و  $A$  مجموعه‌ای از یال‌های جهت‌دار است. همچنین گراف قویاً همبند، گرافی است که هر رأس قابل دسترسی از رأس دیگر باشد. در یک گراف جهت‌دار، که ممکن است خودش قویاً همبند نباشد، رئوس  $A$  و  $B$  قویاً همبند هستند، اگر مسیری در هر دو جهت بین آنها وجود داشته باشد یا اینکه هر جفت رأس از یکدیگر قابل دسترس باشند.

در شکل ۷ به علت کم بودن تعداد رئوس و یال‌ها می‌توان به سادگی مؤلفه‌های قویاً همبند را پیدا نمود. گراف مورد نظر یک گراف قویاً همبند است، زیرا از تمامی رئوس به یکدیگر می‌توان مسیر رفت و برگشت را مشخص کرد. برای مثال می‌توان از رأس A به رأس D رسید و همچنین می‌توان از

1. Naimzada et al.

2. Vertex

3. Arcs

4. Tarjan algorithm (1972)

5. Root

اقتصاد می‌شوند و همچنین چه متغیرهایی در نتیجه‌ی آسیب‌پذیری و تاب‌آوری ایجاد می‌شوند. به عبارت دیگر چه متغیرهایی علت وضعیت VR و چه متغیرهایی معلول وضعیت VR هستند.

تمامی ۴۴ متغیر اولیه بر وضعیت آسیب‌پذیری و تاب‌آوری تأثیرگذار هستند یا خیر؟  
با استفاده از الگوریتم تارجان مشخص می‌شود چه متغیرهایی باعث شکل‌گیری آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در

**جدول ۴. متغیرهای ابعاد توسعه پایدار برای محاسبه وضعیت VR**

ابعاد توسعه پایدار	ردیف	متغیر (تأثیرگذاری بر وضعیت VR)	ابعاد توسعه پایدار	ردیف	متغیر (تأثیرگذاری بر وضعیت VR)
اقتصادی	X <sub>1</sub>	تمرکز صادرات (تنوع صادرات) (V)	اجتماعی	X <sub>17</sub>	نرخ باسوادی (V)
	X <sub>2</sub>	مصرف خانوار (R)		X <sub>18</sub>	نرخ باسوادی با تفاوت جنسیتی (V)
	X <sub>3</sub>	کسری بودجه (R)		X <sub>19</sub>	نرخ بیکاری (V)
	X <sub>4</sub>	بدهی عمومی (R)		X <sub>20</sub>	نرخ بیکاری با تفاوت جنسیتی (V)
	X <sub>5</sub>	تورم (V)		X <sub>21</sub>	مخارج تحصیل (R)
	X <sub>6</sub>	درجه باز بودن اقتصاد (V)		X <sub>22</sub>	مخارج سلامت (R)
	X <sub>7</sub>	مخارج عمومی (R)		X <sub>23</sub>	امید به زندگی در بدو تولد (R)
	X <sub>8</sub>	صادرات (R)		X <sub>24</sub>	شاخص توسعه انسانی (R)
	X <sub>9</sub>	واردات (V)		X <sub>25</sub>	ضریب جینی (V)
	X <sub>10</sub>	واردات مواد غذایی و دارو (V)		X <sub>26</sub>	شایستگی‌ها (R)
	X <sub>11</sub>	درآمد مالیاتی (R)		X <sub>27</sub>	شایستگی‌ها با تفاوت جنسیتی (R)
حکمرانی <sup>۲</sup>	X <sub>12</sub>	سرمایه‌گذاری بخش خصوصی (R)	زیست محیطی	X <sub>28</sub>	تصویب معاهدات زیست محیطی (R)
	X <sub>13</sub>	حجم نقدینگی (R)		X <sub>29</sub>	مناطق حفاظت شده (R)
	X <sub>14</sub>	شکاف تولیدی <sup>۱</sup> (V)		X <sub>30</sub>	انتشار گازهای گلخانه‌ای (V)
	X <sub>15</sub>	تولید ناخالص داخلی (R)		X <sub>31</sub>	واردات انرژی (V)
	X <sub>16</sub>	نقل و انتقال مالی از خارج (R)		X <sub>32</sub>	قربانیان بلایای طبیعی (V)
	X <sub>37</sub>	کنترل فساد (V)		X <sub>33</sub>	آلودگی آب (V)
	X <sub>38</sub>	اثر بخشی دولت (V)		X <sub>34</sub>	تنوع زیستی (R)
	X <sub>39</sub>	ثبات سیاسی و عدم خشونت (R)		X <sub>35</sub>	تولید برق از انرژی تجدیدپذیر (R)
پیرامونی	X <sub>40</sub>	کیفیت تنظیم‌کنندگی (R)	X <sub>36</sub>	میزان بارندگی (R)	
	X <sub>41</sub>	حق اظهار نظر و پاسخ‌گویی (R)	X <sub>43</sub>	دسترسی به ICT (R)	
	X <sub>42</sub>	حاکمیت قانون (R)	X <sub>44</sub>	هزینه حمل و نقل بین‌الملل <sup>۳</sup> (V)	

مأخذ: باتیس، ۲۰۱۴ (با تغییر)

- به دلیل در دسترس نبودن آمار رسمی از متغیر شکاف تولیدی، از متغیر رشد تولید ناخالص داخلی استفاده شده است (باتیس، ۲۰۱۵).
- آمار شاخص حکمرانی بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط کافمن و همکاران (۲۰۰۸) از سایت بانک جهانی گرفته می‌شود.
- با توجه به اینکه انزوا و دورافتادگی یک کشور، شامل انزوای سیاسی نیز می‌گردد؛ به منظور بررسی اثر تحریم‌های اقتصادی بر هزینه‌های حمل و نقل صادرات از شاخص عملکرد لجستیک به عنوان پراکسی آسیب‌پذیری در بعد پیرامونی استفاده می‌گردد.

## ۳-۳- محاسبه شاخص

مراحلی که برای دستیابی به وضعیت VR و محاسبه شاخص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری اقتصادی طی می‌شود، به صورت زیر است:

**الف.** مشخص کردن متغیرهای سنجش آسیب‌پذیری یا تاب‌آوری با توجه به ابعاد توسعه پایدار

**ب.** استفاده از الگوریتم تارجان

**پ.** جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات مربوط به متغیرهای بنیادی از منابع معتبر آماری.

داده‌های مورد نظر با مراجعه به وبگاه بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، مرکز آمار ایران، بانک جهانی، صندوق بین‌المللی پول، سازمان ملل متحد، بانک اطلاعاتی توافق‌نامه‌های زیست محیطی بین‌المللی و بانک اطلاعاتی بلایای بین‌المللی تهیه شده است.

**ت.** نرمال‌سازی متغیرها

با توجه به متفاوت بودن واحد سنجش و اندازه‌گیری متغیرها باید متغیرها نرمال شوند، برای این کار از روش متداول  $Max-Min$  و فرمول زیر استفاده می‌شود و دامنه‌ی متغیرهای استاندارد شده بین صفر و یک قرار می‌گیرد؛ در نهایت و برای همسو کردن متغیرها، متغیرهایی که با افزایش آنها شاخص افزایش می‌یابد با علامت مثبت و متغیرهایی که با افزایش آنها، شاخص کاهش می‌یابد با علامت منفی وارد محاسبات می‌شوند.

$$x_i = \frac{[x_i - \text{Min}(x_i)]}{[\text{Max}(x_i) - \text{Min}(x_i)]}$$

**ث.** تجمیع متغیرها و محاسبه شاخص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری  
تجمیع در هر ۵ بعد انجام می‌شود، و در عین حال بین اندازه‌گیری عوامل تعیین‌کننده‌ی آسیب‌پذیری  $x_i^V$  و عوامل تعیین‌کننده‌ی تاب‌آوری  $x_i^R$  تمایز قائل می‌شود. بنابراین در این مرحله ۵ زیرشاخص از آسیب‌پذیری ( $V_h$ ) و ۵ زیرشاخص از تاب‌آوری ( $R_h$ ) را با استفاده از یک میانگین ساده ریاضی از متغیرهای  $x_i^V$  و  $x_i^R$  وارد شده در هر بعد برای کشور به صورت زیر محاسبه می‌کنیم ( $h=1, \dots, 5$ ).

$$V_h = \frac{1}{8} \sum_{h=1}^5 x_{ih}^V \quad V_h = \frac{1}{8} \sum_{h=1}^5 x_{ih}^V$$

$$R = \frac{1}{5} \sum_{h=1}^5 V_h \quad V = \frac{1}{5} \sum_{h=1}^5 R_h$$

که در این صورت خواهیم داشت:

$$V \in [0, 1] \quad R \in [0, 1]$$

که در آن  $V=0$  ( $R=0$ ) نشان دهنده حد پایین آسیب‌پذیری (تاب‌آوری)، و  $V=1$  ( $R=1$ ) نشان‌دهنده‌ی حد بالای آسیب‌پذیری (تاب‌آوری) می‌باشد.

**ج.** محاسبه شاخص  $NVRI^1$  (شاخص خالص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری)

شاخص  $NVRI$  از تفاضل شاخص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در مرحله‌ی قبل بدست می‌آید.

$$NVRI = R - V \quad NVRI \in [-1, 1]$$

بدین ترتیب شاخص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در بازه صفر و یک و شاخص  $NVRI$  که تاب‌آور یا آسیب‌پذیر بودن اقتصاد را مشخص می‌سازد، در بازه  $-1$  و  $1$  قرار می‌گیرد. اگر شاخص بدست آمده به  $-1$  نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده‌ی این است که تاب‌آوری پایین و آسیب‌پذیری بالاست و اگر شاخص بدست آمده به  $1$  نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده‌ی این است تاب‌آوری بالا و آسیب‌پذیری پایین می‌باشد. به عبارت دیگر مثبت بودن شاخص  $NVRI$  به معنای تاب‌آور بودن اقتصاد و منفی بودن شاخص، به معنای آسیب‌پذیر بودن اقتصاد است.

## ۴- نتایج برآورد مدل

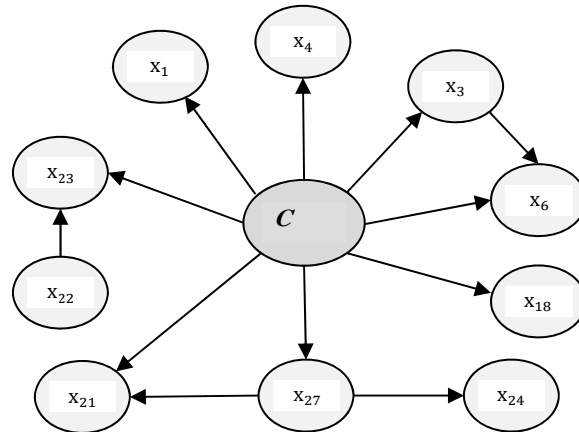
## ۴-۱- نتایج حاصل از الگوریتم تارجان

روابط بین متغیرها در جدول ۴ را می‌توان با استفاده از گراف نمایش داد (شکل ۸) و برای هر گراف یک ماتریس متناظر تعریف کرد (شکل ۹). در این جدول اگر یال  $x_i \rightarrow x_j$  وجود داشته باشد،  $a_{ij} = 1$  است، در غیر این صورت برابر صفر می‌باشد.

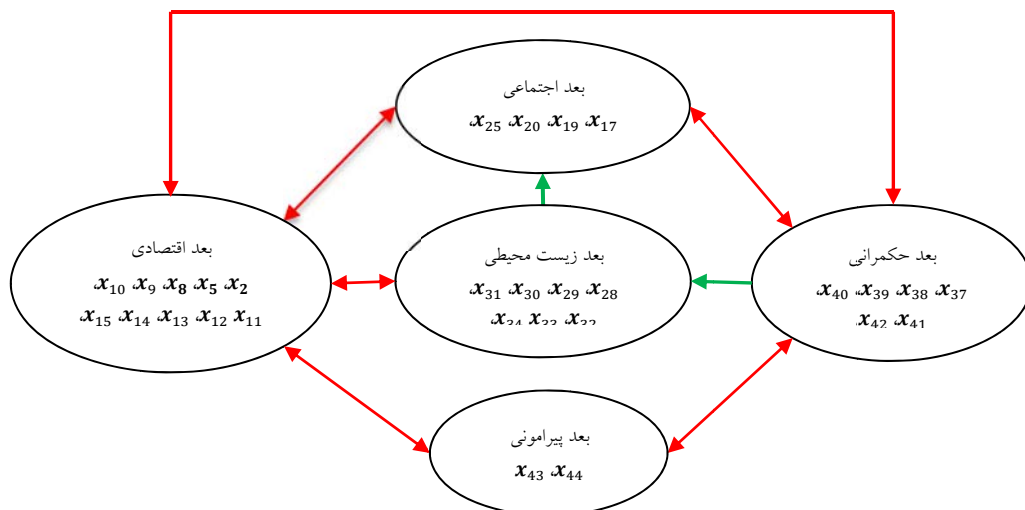
1. Net Vulnerability and Resilience Index



خودشان ایجادکننده‌ی VR نیستند. با بررسی جزئیات روابط بین متغیرها در گراف اصلی، می‌توان آن را به صورت شکل ۱۱ نمایش داد.



شکل ۱۰. گراف کاهش یافته آسیب‌پذیری - تاب‌آوری  
 مأخذ: یافته‌های تحقیق



شکل ۱۱. گراف جهت دار ماتریس ریشه‌ی آسیب‌پذیری-تاب‌آوری بر حسب ابعاد  
 مأخذ: یافته‌های تحقیق

همچنین شاخص ضریب جینی از مدل حذف شده است. متغیرهایی که ساختار تجارت بین‌الملل را توضیح می‌دهند (تمرکز صادراتی و درجه باز بودن) و متغیرهای کسری بودجه و بدهی که شاخص‌هایی به نمایندگی از عدم تعادل‌های مالی هستند، نیز حذف شده‌اند. و در نهایت شاخص HDI و امید به زندگی نیز جزء نتایج وضعیت VR طبقه‌بندی می‌شوند.

۲. تاب‌آوری مجموعه C ناشی از بعد اقتصادی و حکمرانی است، به این معنا که فقط این دو بعد هستند که با همه‌ی ابعاد دیگر در ارتباط دوطرفه یا یک طرفه می‌باشند. اگر رأس «بعد

بررسی شکل ۱۰ و ۱۱ مشخص می‌کند که:

۱. متغیرهای خارج از مجموعه‌ی C که برای درک عوامل تعیین‌کننده VR بنیادی نیستند، عبارتند از: تمرکز صادراتی، کسری بودجه، درجه باز بودن، بدهی، نرخ باسواد (تفاوت جنسیتی)، بیکاری (تفاوت جنسیتی)، امید به زندگی در بدو تولد، شاخص HDI، ضریب جینی، شایستگی‌ها (تفاوت جنسیتی). در واقع این متغیرها علت VR نیستند، بلکه نتیجه VR می‌باشند. البته مقدار اصلی شاخص‌های نابرابری اجتماعی (نرخ باسواد، شایستگی‌ها و نرخ بیکاری) در ماتریس ریشه وجود دارد.



شده را نمایش می‌دهند.

**جدول ۵.** روند تغییرات NVRI در ابعاد کنترلی در دوره ۹۸-۱۳۹۱

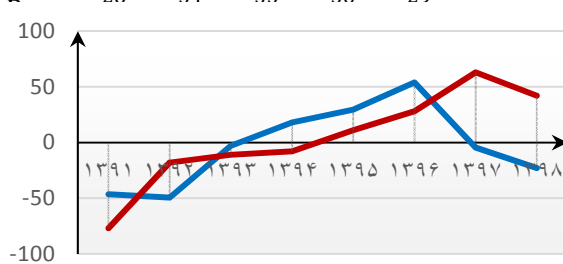
سال	تاب‌آوری R	آسیب‌پذیری V	NVRI <sub>CONTROL</sub> = R - V
۱۳۹۱	٪ ۲۷	٪ ۷۳/۵	٪ -۴۶/۵
۱۳۹۲	٪ ۲۲	٪ ۷۱/۵	٪ -۴۹/۵
۱۳۹۳	٪ ۳۷	٪ ۴۰	٪ -۳
۱۳۹۴	٪ ۴۷	٪ ۲۹	٪ ۱۸
۱۳۹۵	٪ ۷۹	٪ ۴۹/۵	٪ ۲۹/۵
۱۳۹۶	٪ ۸۹	٪ ۳۵	٪ ۵۴
۱۳۹۷	٪ ۶۱	٪ ۶۵/۵	٪ -۴/۵
۱۳۹۸	٪ ۴۵	٪ ۶۸	٪ -۲۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

**جدول ۶.** روند تغییرات NVRI در ابعاد مشروط در دوره ۹۸-۱۳۹۱

سال	تاب‌آوری R	آسیب‌پذیری V	NVRI <sub>CONTING</sub> = R - V
۱۳۹۱	٪ ۱۰	٪ ۸۷	٪ -۷۷
۱۳۹۲	٪ ۱۳	٪ ۶۱	٪ -۴۸
۱۳۹۳	٪ ۵۰	٪ ۶۱	٪ -۱۱
۱۳۹۴	٪ ۴۹	٪ ۵۴	٪ -۵
۱۳۹۵	٪ ۶۵	٪ ۵۴	٪ ۱۱
۱۳۹۶	٪ ۷۴	٪ ۴۶	٪ ۲۸
۱۳۹۷	٪ ۸۶	٪ ۲۳	٪ ۶۳
۱۳۹۸	٪ ۷۸	٪ ۲۶	٪ ۴۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق



**شکل ۱۲.** روند تغییرات NVRI در ابعاد کنترلی و ابعاد مشروط

مأخذ: یافته‌های تحقیق

شکل ۱۲ نشان می‌دهد که NVRI<sub>conting</sub> تا سال ۹۷ روندی صعودی داشته و در سال ۹۸ کاهش (۳۲- درصدی) پیدا کرده است که نشان‌دهنده‌ی این موضوع است که وضعیت شاخص خالص تاب‌آوری و آسیب‌پذیری در ابعاد مشروط، تا سال ۹۷، سال به سال بهتر شده است. دلیل این روند، در بعد زیست محیطی ناشی از افزایش تعداد معاهدات تصویب شده، کاهش انتشار گاز CO<sub>2</sub> و افزایش دسترسی به آب سالم، در بعد

اقتصادی» یا رأس «بعد حکمرانی» عیناً حذف شوند، ظرفیت گراف جهت‌دار C که نسبت به ویژگی قویاً همبندی تاب‌آور باشد به طور قطع از بین خواهد رفت.

۳. از آنجا که ابعاد حکمرانی و اقتصادی به طور مستقیم ابعاد دیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهند، به آنها ابعاد کنترلی<sup>۱</sup> (ابعاد اصلی) گفته می‌شود. در مقابل، ابعاد اجتماعی، زیست محیطی و پیرامونی به عنوان ابعاد مشروط<sup>۲</sup> (ابعاد فرعی) در نظر گرفته می‌شوند.

#### ۴-۲- نتایج محاسبات شاخص

به منظور محاسبه شاخص، بعد از مشخص کردن ابعاد، می‌بایست به صورت زیر عمل نمود:

۱: بعد اقتصادی، ۲: بعد حکمرانی، ۳: بعد اجتماعی، ۴: بعد

زیست محیطی، ۵: بعد پیرامونی  $h = 1,2,3,4,5$

$$V_{h1} = \frac{x_8 + x_9 + x_{11} + x_{14}}{4}$$

$$V_{h2} = \frac{x_{37} + x_{38}}{2}$$

$$V_{h3} = \frac{x_{17} + x_{26}}{2}$$

$$V_{h4} = \frac{x_{30} + x_{31} + x_{32} + x_{33}}{4}$$

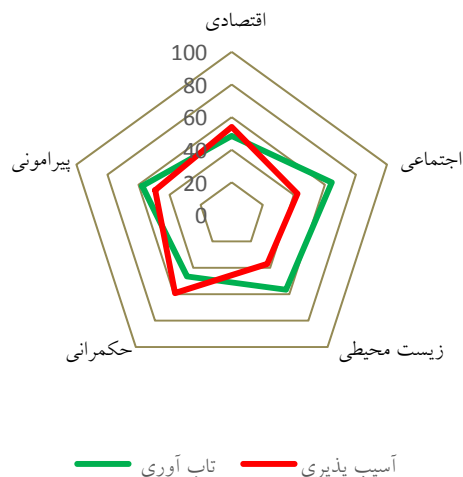
$$V_{h5} = \frac{x_{44}}{1}$$

$$V = \frac{\sum V_h}{5} = \frac{V_{h1} + V_{h2} + V_{h3} + V_{h4} + V_{h5}}{5}$$

در محاسبات شاخص، تمایز بین ابعاد کنترلی و ابعاد مشروط باعث می‌شود بتوان مشخص نمود علت کاستی‌ها و کمبودهای کشور در کدام ناحیه و کدام بعد قرار دارد. بدین منظور، می‌بایست بررسی NVRI را به صورت تفکیکی (کنترلی و مشروط) در نظر قرار داد. در این حالت NVRI<sub>control</sub> نشان‌دهنده‌ی شاخص در ابعاد کنترلی و NVRI<sub>conting</sub> نشان‌دهنده‌ی شاخص در ابعاد مشروط می‌باشد. پس از انجام محاسبات، جداول ۵ و ۶ نتایج تفکیک

1. Control Dimensions  
2. Contingency Dimensions

(%) بدین ترتیب، می‌توان ادعا نمود برای برطرف شدن مشکلات باید بر روی ابعاد حکمرانی و اقتصادی تمرکز نمود.



$$NVR I_{control} = -3.125 \%$$

$$NVR I_{conting} = 3.75 \%$$

$$NVR I_{total} = 3.375 \%$$

تاب‌آوری در ابعاد کنترلی =  $46/94\%$

تاب‌آوری در ابعاد مشروط =  $50/37\%$

آسیب‌پذیری در ابعاد کنترلی =  $50/065\%$

آسیب‌پذیری در ابعاد مشروط =  $46/62\%$

**شکل ۱۳.** وضعیت تاب‌آوری و آسیب‌پذیری اقتصاد ایران در یک نگاه

#### مأخذ: یافته‌های تحقیق

شکل ۱۳ نشان‌دهنده‌ی این موضوع است که اختلاف آسیب‌پذیری و تاب‌آوری (مقدار بیشتر آسیب‌پذیری در برابر مقدار کمتر تاب‌آوری) در بعد حکمرانی بیشتر از بعد اقتصادی می‌باشد. بنابراین بعد حکمرانی نسبت به بعد اقتصادی از وضعیت بدتری برخوردار است. در میان ابعاد مشروط نیز بعد پیرامونی، وضعیت بدتر و بعد اجتماعی، وضعیت بهتری را داشته است.

با توجه به اهمیت ابعاد حکمرانی و اقتصادی، شکل ۱۴ برای نشان دادن خالص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در این دو بعد ترسیم شده است.

اجتماعی ناشی از افزایش نرخ باسوادی و افزایش مخارج دولت در سلامت و آموزش و در بعد پیرامونی ناشی از افزایش دسترسی به فناوری ارتباطات بوده است. کاهش مقدار شاخص در سال ۹۸ نیز در بعد زیست محیطی ناشی از آتش‌سوزی در جنگل‌ها و کاهش در تنوع زیستی، در بعد اجتماعی ناشی از افزایش نرخ بیکاری و در بعد پیرامونی ناشی از ضعف در شاخص عملکرد لجستیک (به دلیل تحریم‌های بین‌المللی) بوده است.

همچنین،  $NVR I_{control}$  از سال ۹۲، روند افزایشی داشته و در سال‌های ۹۷ و ۹۸ کاهش پیدا کرده است. دلیل این روند در بعد حکمرانی ناشی از بهبود وضعیت در زیرشاخص‌های ثبات سیاسی، کیفیت تنظیم‌کنندگی، حاکمیت قانون و حق اظهار نظر و در بعد اقتصادی ناشی از افزایش صادرات غیر نفتی، افزایش سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، افزایش مخارج مصرفی دولت و بخش خصوصی و کاهش نرخ تورم بوده است. دلیل کاهش شاخص در سال‌های آخر دوره نیز در بعد حکمرانی ناشی از بدتر شدن وضعیت تمامی زیرشاخص‌های حکمرانی و در بعد اقتصادی ناشی از کاهش نقل و انتقال مالی از خارج و سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، کاهش صادرات غیرنفتی، افزایش نرخ تورم و افزایش نقدینگی بوده است.

در دوره ۹۶-۱۳۹۳،  $NVR I_{control}$  مقدار بالاتری نسبت به  $NVR I_{conting}$  داشته است. وضعیت بهتر شاخص در ابعاد کنترلی نسبت به ابعاد مشروط را در این سال‌ها می‌توان به تصویب برجام مرتبط دانست. افت شدید شاخص در سال ۹۷ نیز ناشی از خروج امریکا از توافق برجام در سال ۹۷ بوده است، به طوری که با ۱۰۸ درصد کاهش از ۵۴٪ به ۴/۵٪ رسیده است. در سال ۹۸ نیز با ادامه روند کاهشی، مقدار شاخص به ۲۳- رسیده است که بیانگر رشد ۴۰۰- درصدی است و نشان می‌دهد شاخص خالص تاب‌آوری و آسیب‌پذیری در ابعاد کنترلی در سال ۹۸، وضعیت بسیار بدتری را نسبت به ابعاد مشروط تجربه کرده است (میزان کاهش شاخص در ابعاد مشروط و در سال ۹۸، ۳۲-٪ بوده است).

به طور کلی می‌توان گفت، نقطه ضعف اصلی ایران در زمینه‌ی تاب‌آوری و آسیب‌پذیری ریشه در ابعاد کنترلی دارد و ابعاد مشروط به طور متوسط وضعیت بهتری را تجربه کرده‌اند ( $NVR I_{control} = 3/125\%$ ) و ( $NVR I_{conting} = 3/75\%$ )

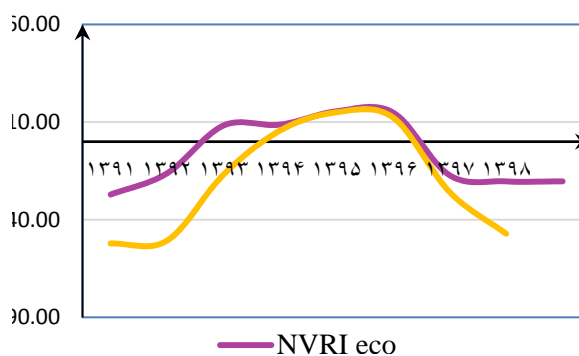
۱. نتیجه به دست آمده منطبق بر نتایج سایر مطالعات است و پس از توافق برجام، لغو و تحریم‌ها و بهبود انتظارات نسبت به آینده اقتصاد، شاخص‌های اقتصادی در جهت بهبود تغییر مسیر داده‌اند (طاهرپور، ۱۳۹۶).

برای نمونه اگر مشخص شود نقطه ضعف تاب‌آوری اقتصاد ایران در بعد حکمرانی قرار دارد، توجه ویژه به بعد زیست محیطی و شاخص‌های مرتبط با آن برای رسیدن به یک اقتصاد تاب آور، اقدام مفیدی نخواهد بود. البته به طور قاطع نمی‌توان گفت، اقتصاد کشور به طور مداوم آسیب‌پذیر یا تاب‌آور باقی می‌ماند و با اتخاذ سیاست‌های متفاوت می‌توان وضعیت کشور را بهتر یا بدتر کرد.

نتایج حاصل از تحقیق حاضر، نشان می‌دهد که نقطه ضعف ایران در دوره هشت ساله ۱۳۹۱-۹۸ ناشی از ابعاد کنترلی و به عبارت دیگر، ابعاد اقتصادی و حکمرانی بوده است و این در حالی است که ابعاد مشروط (ابعاد اجتماعی، زیست محیطی و پیرامونی) در این سال‌ها وضعیت بهتری را تجربه کرده‌اند.

دلیل اصلی تاب‌آوری پایین و آسیب‌پذیری بالا در اقتصاد ایران را می‌بایست ابتدا در بعد حکمرانی و سپس در بعد اقتصادی جستجو نمود. دلیل اصلی که منجر به کم شدن تاب‌آوری در سال‌های خاص و بیشتر شدن نسبی تاب‌آوری در سایر سال‌های مورد مطالعه بوده است، گستردگی تحریم‌ها (بخصوص سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۱۰) و تصویب توافق نامه برجام در ژوئیه ۲۰۱۵ (تیر ماه ۱۳۹۴) بوده است. بررسی شاخص تاب‌آوری در سال ۹۳ (مذاکرات رو به جلوی هسته‌ای بین ایران و کشورهای ۵+۱)، ۹۴ (تصویب برجام)، ۹۵ و ۹۶ (دوران پس‌برجام) نشان دهنده بهبود و ترمیم اقتصاد در این سال‌ها بوده است. خروج ایالات متحده از برجام در اردیبهشت ۱۳۹۷، به صورت مشخص باعث کاهش تاب‌آوری و افزایش آسیب‌پذیری اقتصاد در سال‌های ۹۷ و ۹۸ شده است.

بدین ترتیب نتیجه گرفته می‌شود که نقطه ضعف ایران در دوره‌ی مورد بررسی (۱۳۹۱-۹۸) ناشی از ابعاد کنترلی و به عبارت دیگر، ابعاد اقتصادی و حکمرانی بوده است و این در حالی است که ابعاد مشروط یا ابعاد اجتماعی، زیست محیطی و پیرامونی در این سال‌ها وضعیت بهتری را تجربه کرده‌اند، هر چند در سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸، مقدار شاخص کمتر شده است اما کماکان مثبت است. بدین ترتیب و با مشخص شدن نقطه ضعف اقتصاد ایران می‌توان گفت برای برطرف شدن مشکلات باید بر روی ابعاد حکمرانی و اقتصادی تمرکز نمود. در ادامه و با مقایسه‌ی درون ابعاد کنترلی مشخص می‌شود که وضعیت بعد حکمرانی بدتر از بعد اقتصادی بوده است و حتی با تشدید تحریم‌ها، وضعیت بعد حکمرانی به مراتب بدتر از بعد اقتصادی شده است و با تصویب برجام و لغو تحریم‌ها، بعد حکمرانی نیز



شکل ۱۴. روند تغییرات NVRI در بعد حکمرانی و بعد اقتصادی در طول دوره ۱۳۹۱-۹۸  
مأخذ: یافته‌های تحقیق

شکل ۱۴ مشخص می‌کند که در طول دوره مورد نظر، وضعیت NVRI بعد حکمرانی بدتر از بعد اقتصادی بوده است. در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ اختلاف این دو بعد بسیار کم شده است، اما کماکان بعد حکمرانی پایین‌تر از بعد اقتصادی است. نکته‌ی مهمی که می‌توان از شکل ۱۵ استخراج کرد این است که با تشدید تحریم‌ها، وضعیت بعد حکمرانی به مراتب بدتر از بعد اقتصادی بوده است. همچنین با تصویب برجام و لغو تحریم‌ها بعد حکمرانی نیز وضعیت بهتری را تجربه کرده است. بدین ترتیب مجدداً تأیید می‌گردد نقطه ضعف اقتصاد ایران در وهله‌ی نخست، بعد حکمرانی و پس از آن بعد اقتصادی می‌باشد و با تمرکز بر این دو بعد و با اولویت بعد حکمرانی می‌توان وضعیت VR را در اقتصاد ایران بهبود بخشید.

## ۵- بحث و نتیجه‌گیری

شاخص خالص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری محاسبه شده در این تحقیق، ۳۴ متغیر بنیادی بدست آمده از الگوریتم تارجان (با وجود ۴۴ متغیر اولیه) را در قالب پنج بعد توسعه پایدار شامل بعد اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی، حکمرانی و پیرامونی مدنظر قرار می‌دهد. این شاخص که از تفاضل تاب‌آوری و آسیب‌پذیری حاصل می‌شود دربرگیرنده‌ی متغیرهایی است که بتوانند چارچوبی را برای جذب و خنثی‌سازی تأثیرات شوک‌های اقتصادی فراهم نمایند و این امکان را به محقق می‌دهد که دلیل اصلی کاستی‌ها را مشخص نماید. محاسبه شاخص NVRI می‌تواند برای سیاست‌گذاری و به طور خاص به جهت تعیین اولویت‌های تصمیم‌گیری در ایجاد تاب‌آوری بیشتر، مفید واقع شود چرا که با اتکا بر مفاهیم آسیب‌پذیری و تاب‌آوری می‌تواند به صراحت دلایل ایجاد وضعیت VR را مشخص نماید و باعث کم شدن خطا در سیاست‌های اقتصادی شود.

نشان می‌دهد شاخص اثربخشی دولت در میان شش شاخص حکمرانی وضعیت بهتری نسبت به سایرین داشته است، همچنین از سال ۱۳۹۲ که وضعیت بعد حکمرانی بهتر شده ناشی از بهبود در زیرشاخص‌های ثبات سیاسی، کیفیت تنظیم کنندگی، حاکمیت قانون و حق اظهار نظر بوده است. بنابراین اقدام مناسب به جهت بهبود چهار زیرشاخص مزبور در دسترس‌تر می‌باشد. بدین ترتیب مطالعه حاضر، اقدامات زیر را جهت بالا بردن تاب‌آوری و کم کردن آسیب‌پذیری در بعد حکمرانی توصیه می‌کند.

وضعیت بهتری را تجربه کرده است اما کماکان وضعیتی بدتر از بعد اقتصادی دارد.

با توجه به مباحث فوق و اینکه تحریم‌های بین‌المللی تا زمان حال (سال ۱۳۹۹) ادامه داشته و در واقع تشدید گردیده است و همچنین بعد اقتصادی در اولویت دوم قرار دارد، می‌توان با تأثیرگذاری بر بعد حکمرانی به شرایط بهتری رسید. چرا که بعد حکمرانی ریشه در شرایط درونی یک حکومت دارد. حکمرانی خوب نیازمند توازن قدرت میان دولت (حکومت) و جامعه است. بنابراین سیاست‌گذار می‌تواند با تمرکز بر بعد حکمرانی باعث بهبود وضعیت VR در کل اقتصاد شود. نتایج

### منابع

- ابونوری، اسماعیل و لاجوردی، حسن (۱۳۹۵). "برآورد شاخص ترکیبی آسیب‌پذیری و تاب‌آوری اقتصاد ایران". فصلنامه اقتصاد و الگوسازی دانشگاه شهید بهشتی، دوره سوم، شماره ۲۸، ۲۹-۱.
- امیری، حسین؛ بیرانوند، محبوبه؛ نوروزی، فریبا و علیزاده، شیوا (۱۳۹۷). "برآورد شاخص‌های آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در اقتصاد ایران". فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان، دوره ۶، شماره ۳، ۴۵۵-۴۳۴.
- براتی، ناصر (۱۳۷۶). "توسعه فرهنگی پایدار"، مجله برنامه و بودجه، شماره ۲۴، ۸۴-۷۱.
- پوراصغر سنگاچین، فرزاد؛ صالحی، اسماعیل و دیناروندی، مرتضی (۱۳۹۱). "سنجش توسعه‌یافتگی استان‌های کشور ایران با رویکرد تحلیل عاملی". نشریه علمی پژوهشی آمایش سرزمین، دوره ۴، شماره ۲، ۲۶-۵.
- جانی، سیاوش و ازوجی، علاءالدین (۱۳۹۳). "تبیین مفهوم و مبانی تاب‌آوری و اقتصاد مقاومتی در طراحی برنامه
- Altimari, A, Balzano, S. & Zezza, G. (2018). "Measuring Economic Vulnerability a Structural Equation Modeling Approach". *Creativity and Motivation Economic Research Series, University of Cassino & Sotern Lazio, Department of Economics and Law, 1-28.*
- Angeon, V. & Bates, S. (2015). "Reviewing Composite Vulnerability and Resilience Indexes: A Sustainable Approach and Application". *World Development* , Vol. 72, 140-162.
- Bates, S., Angeon, V. & Ainouche, A. (2014). "The Pentagon of Vulnerability and Resilience: A Methodological Proposal in Development Economics by Using Graph Theory". *Economic Modelling*, 42, 445-453.
- Bondy, J. A. & Murty, U. S. R. (1976). "Graph Theory with Application". *U.S.A: Elsevier Science Publishing Co. Inc, 1-270.*
- Boorman, J., Fajgenbaum, J., Ferhani, H., Bhaskaran, M., Arnold, D. & Kohli, H. A. (2013). "The Centennial Resilience Index: Measuring Countries Resilience to Shock".

- Global Journal of Emerging Market Economies*, 5(2), 57-98.
- Briguglio (2014). "A vulnerability and resilience framework for small states", *Report prepared for the Commonwealth Secretariat*.
- Briguglio, L. & Cordina, G. (2008). "Economic Vulnerability & Resilience. Concepts & Measurements". *World Institute for Development Economics Research*, 55, 1-22.
- Briguglio, L. & Galea, W. (2003). "Updating and Augmenting the Economic Vulnerability Index". *Occasional paper, Islands and Small States Institute of the University of Malta*, 1-15.
- Briguglio, L. (1995). "Small Island States and Their Economic Vulnerabilities". *World Development*, 23(9), 1615-1632.
- Briguglio, L. (2016). "Exposure to External Shocks and Economic Resilience of Countries: Evidence from Global Indicators". *Journal of Economic Studies*, 43(6), 1057-1078.
- Briguglio, L., Cordina, G., Farrugia, N. & Vella, S. (2009). "Economic Vulnerability and Resilience: Concepts and Measurements". *Oxford Development Studies*, 37, 229-247.
- Dahlhaus, T. & Lam, A. (2018). "Assessing Vulnerabilities in Emerging-Market Economies". *Bank of Canada Staff Discussion Paper*, No 3, 1-26.
- Davydov, D. M., Stewart, R., Ritchie, K. & Chaudieu, I. (2010). "Resilience and Mental Health". *Clinical Psychology Review*, 30(5), 479-495
- Dercon, S. & Shapiro, J. S. (2007). "Moving on, Staying Behind, Getting Lost: Lessons on Poverty Mobility from Longitudinal Data". *Global Poverty Research Group*, 1-50.
- Guillaumont, P. (2010). "Assessing the Economic Vulnerability of Small Island Developing States and the Least Developed Countries". *Journal of Development Studies*, 46, 828-854.
- Guillaumont, P. (2011). "Assessing the Economic Vulnerability of Small Island Developing States and Least Developed Countries". *The Journal of Development Studies*, Taylor & Francis (Routledge), 46 (05), 1-38.
- Guillaumont, P. (2017) "Vulnerability and Resilience: A Conceptual Framework for Bhutan", chapter 2 in Bhutan - New pathways to growth, Sabyasachi Mitra and Hoe Yun Jeong (eds), foreword by Dasho Tshering Tobgay, Oxford University Press, 25-115.
- ICT Data and Statistics Division Telecommunication Development Bureau International Telecommunication Union. (2019). "The ICT Development Index (IDI) Methodology, indicators and definitions".
- Kaufmann, D. & Mastruzzi, M. (2008). "Governance Matters VII: Aggregate and Individual Governance Indicators". *The World Bank*, 1-93.
- Klein, Richard J, Nicholls, Robert J. & Thomalla, Frank. (2004), "Resilience to natural hazards: How Useful is this Concept?". *Environmental Hazards*, 5(1-2), 35-45
- Kubitschek, A. B, Jaskiewicz, K, Linakis, L. & McGirr, L. (2013). "A Framework for Analyzing Resilience in Fragile and Conflict-Affected Situations". *Columbia University SIPA*, 1-59.
- Martin, R. (2012). "Regional Economic Resilience, Hysteresis and Recessionary Shocks". *Journal of Economic Geography*, 12(1), 1-32.
- Naimzada, A. K., Stefani, S., & Torriero, A. (2009). "Networks, Topology and Dynamics: Theory and Applications to Economics and Social Systems". *Springer-Verlag, Berlin Heidelberg*, 127-142.
- Ram, J., Cotton, J. J. & Frederick, R. (2019). "Measuring Vulnerability: A Multidimensional Vulnerability Index for the Caribbean". *CDB Working Paper*, No 01, 1-55.

- Rose, Adam. (2004). "Defining and measuring economic resilience to disasters". *Prevention and Management: An International Journal*, 13(4), 307-314.
- Roze, Adam. (2009). "Economic Resilience to Disasters". *Community & Regional Resilience Institute*, Report 8.
- Singh, R. K & Murty, H. R. (2009). "An Overview of Sustainability Assessment Methodologies". *Ecological Indicators*. No 9, 189-212.
- Tarjan, R. (1972). "Depth-First Search and Linear Graph Algorithms". *SIAM J. Comput.* 1, 146-160.
- USAID. (2013). "A Framework for Analyzing Resilience In Fragile and Conflict-Affected Situations."
- World Economic Forum, (2019). "The Global Risks, Report 2019". *Published by the World Economic Forum*.
- Zaman, G. & Vasile, V. (2014). "Conceptual Framework of Economic Resilience and Vulnerability, at National and Regional Levels". *Romanian Journal of Economics, Institute of National Economy*, 39, 1-14.