نشریه علمی پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)
مقاله پژوهشی/ سال بیست و سوم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۲، ص: ۲۴۷-۲۱۹

شاخص ترکیبی جامع آسیب پذیری و تاب آوری در گروه کشورهای منتخب (G7 و MENA) با رویکرد نظریه گراف

مژگان معلمی[۱]
یگانه موسوی جهرمی[۲]
علیرضا شریف مقدسی[۳]
مریم رمضانی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۲ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۹/۲۲

چکیده

آسیب‌پذیری اقتصادی، ویژگی ساختاری یک کشور است که باعث می‌شود در معرض متغیرهای خارج از کنترل قرار گیرد. تاب‌آوری اقتصادی، ناشی از اتخاذ سیاست‌های کلان اقتصادی است. تحقیق حاضر با انتخاب کشورهای صادرکننده نفت (MENA) و کشورهای صنعتی (G7) و استفاده از شاخص ترکیبی و با رویکرد نظریه گراف در دوره زمانی۲۰۲۰-۲۰۱۷، متغیرهای زیرمجموعه توسعه پایدار را در پنج بعد در نظر می‌گیرد. از این رو، پژوهش به دنبال شناسایی نقاط قوت و ضعف گروه کشورهای منتخب در وضعیت آسیب‌پذیری و تاب‌آوری است تا از این طریق، بتواند جهت‌گیری‌های سیاستی مناسبی را برای دستیابی به توسعه پایدار ارائه نماید. در این مسیر، کشورها را در چهار وضعیت آسیب‌پذیری کنترل نشده، آسیب‌پذیری محدود، تاب‌آوری ناپایدار و تاب‌آوری پایدار طبقه‌بندی می‌نماید. نتایج تحقیق نشان می‌دهد، کشورهای صنعتی در وضعیت تاب‌آوری پایدار به معنای بیشتر بودن تاب‌آوری نسبت به آسیب‌پذیری و شاخص مثبت قرار می‌گیرند. برخی از کشورهای صادرکننده نفت در گروه تاب‌آوری پایدار قرار دارند ولی مقدار شاخص برای این کشورها، تقریباً برابر صفر است. مشکل اصلی کشورهای مورد نظر، در بعد حکمرانی قرار دارد که با توجه به موقعیت متزلزل شان، می‌تواند به انتقال به وضعیت آسیب‌پذیری کنترل‌نشده منجر گردد. سایر کشورهای این گروه، در گروه آسیب‌پذیری کنترل نشده و شاخص منفی قرار می‌گیرند. عامل اصلی پایین بودن تاب‌آوری و بالا بودن آسیب‌پذیری این کشورها نیز مانند بقیه کشورهای گروه، در بعد حکمرانی قرار دارد. بدین ترتیب، به جهت بهبود وضعیت آسیب‌پذیری و تاب‌آوری و دستیابی به توسعه پایدار، اجرای اصلاحات قابل توجهی در نظام حکمرانی این کشورها ضروری به نظر می‌رسد.

واژگان کلیدی: آسیب‌پذیری و تاب‌آوری اقتصادی، توسعه پایدار، نظریه گراف، الگوریتم تارجان، شاخص ترکیبی

طبقه بندی JEL: CO2، C60، O10

۱. استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسؤول) moallemi_m@pnu.ac.ir
۲. استاد گروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران mosavi@pnu.ac.ir
۳. استادیارگروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران a.sharifmoghaddasi@pnu.ac.ir
۴. مربی گروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران ramezaniy.m@pnu.ac.ir

۱. مقدمه

قرارگیری در معرض بحران ها و تکانه های داخلی و خارجی، امری جدایی ناپذیر در اقتصاد کشورهای مختلف است. برای نمونه، بحران سال ۲۰۰۸ مسکن در اقتصاد ایالات متحده آمریکا با سرعت زیادی به سایر بخش های اقتصادی آن کشور منتقل گردید و باعث ایجاد رکود شدیدی در اقتصاد شد. با توجه به بالا بودن مبادلات بین الملل در اقتصاد آمریکا و مشارکت زیاد آن اقتصاد از کل اقتصاد جهان، سایر کشورها نیز تحت تأثیر بحران قرار گرفتند و در نتیجه، شوک های بزرگی بر بازارهای مالی سایر کشورهای جهان نیز وارد گردید. بدین ترتیب، بحران در اقتصاد آمریکا، تبدیل به بحران بدهی اروپا در سال ۲۰۰۹ گردید. نتیجهٔ بحث و تبادل نظر در مورد نحوهٔ رویارویی با شوک ها و بحران ها، قدرت گرفتن مباحث مربوط به تاب آوری و آسیب پذیری اقتصادی است.

بسیاری از کشورها در رویارویی با بحران های اقتصادی، توان مقاومت نداشته و شاهد رویدادهای نامطلوب اقتصادی بوده اند و در مقابل، برخی کشورها در مقابله با بحران های اقتصادی داخلی و خارجی، توان مقاومت بالایی از خود نشان می دهند. در این میان، کشورهایی که اقتصاد آنها به تولید یک محصول معین وابسته است و تقاضای بین المللی برای آن محصول وجود دارد (که عمدتاً در گروه منابع طبیعی و محصولات کشاورزی است)، بیشتر از سایر کشورها در معرض آسیب پذیری ناشی از بحران های اقتصادی قرار دارند. بررسی ادبیات تحقیق، نشان می دهد که کشورهای توسعه یافته، عموماً توانسته اند در برابر بحران های پیش رو، شرایط بهتری را تجربه کنند؛ که ناشی از برخی موضوعات داخلی در کنار تصمیم گیری و سیاست گذاری های به موقع بوده است (بریگوگلیو، ۲۰۱۶: ۱۰۶۱؛ آنگیون و باتیس، ۲۰۱۵: ۱۵۲؛ آلتیماری[1]، ۲۰۱۸: ۴).

تاب آور بودن اقتصاد، می تواند به حرکت اقتصاد در جهت توسعه پایدار کمک نماید (رمضانی و همکاران،۱۴۰۱). توسعه پایدار، توسعه ای است که نیازهای فعلی بشر را بدون آسیب رساندن به توانمندی آیندگان برای رفع نیازهایشان برطرف نماید. برای توسعه پایدار، چهار بعد شامل بعد حکمرانی، بعد اقتصادی، بعد زیست محیطی و بعد اجتماعی در نظر گرفته می شود (سنگاچین، ۱۳۹۶).

در این میان، بررسی سابقه رشد کشورها نشان می‌دهد که تجارت بین‌الملل، موتور رونق و بسط اقتصادی اکثر جوامع پیشرفته و در حال توسعه بوده است و برای رسیدن به توسعه پایدار، داشتن روابط تجاری با سایر کشورهای جهان، امری الزامی می‌باشد. همچنین، دور افتادن کشور از مراکز تجاری بین‌المللی به دلیل شرایط خاص جغرافیایی و سیاسی، مانعی در جهت توسعهٔ اقتصاد خواهد بود. بدین ترتیب بعد پیرامونی[2]، برای نشان دادن انزوای سیاسی و جغرافیایی کشور به عنوان بعد پنجم توسعه پایدار مطرح می‌گردد (باتیس، ۲۰۱۴: ۴۴۶).

1. Altimari (2018)
2. Peripheral

در مقالهٔ پیش رو، ابتدا ابعاد توسعه پایدار[1] و متغیرهای زیرمجموعهٔ آن تعیین می گردد، سپس تأثیر ابعاد توسعه پایدار بر وضعیت آسیب‌پذیری و تاب‌آوری اقتصادی (وضعیت VR[2]) کشورهای مختلف مورد تحلیل قرار می‌گیرد. نمونه مورد بررسی در این مقاله، دو گروه از کشورها است که تحت عنوان گروه یک و گروه دو، نام برده می شود. گروه یک شامل کشورهای عضو G7 (هفت کشور صنعتی جهان) است که بیش از ۵۰ درصد اقتصاد جهان را در دست دارند. گروه دو شامل کشورهای MENA[3] (کشورهای تولیدکنندهٔ نفت که در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا قرار دارند) می باشد.

در پژوهش حاضر، وضعیت آسیب پذیری و تاب آوری (VR) این دو گروه در دورهٔ چهار سالهٔ ۲۰۱۷-۲۰۲۰ مورد بررسی قرار گرفته و برای دستیابی به این هدف، از نظریه گراف استفاده شده است. 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 کشورها کمک می‌کند که ظرفیت وضعیت آسیب‌پذیری و تاب‌آوری خود را برای ترویج روند توسعه پایدار تقویت نمایند. بر این اساس، هدف اصلی از نگارش مقاله حاضر، مقایسه مقدار این شاخص ها بین دو گروه کشورهای یک و دو و مقایسه بین کشوری در هر یک از دو گروه مورد بررسی است. محاسبه این شاخص برای دوره زمانی ۲۰۲۰- ۲۰۱۷ صرفاً به منظور نشان دادن ثبات نتایج در طول زمان مورد بررسی (دوره کوتاه مدت) است. ثبات نسبی نتایج در طول این دوره، می تواند شاهدی بر درست بودن الگوریتم طراحی شده مقاله باشد.

در این راستا، طرح کلی مقاله به صورت زیر ارائه می گردد. پس از بیان مقدمه و در ادامه، بخش دوم، شامل مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش است. در بخش سوم و چهارم، روش شناسی مدل تبیین و تحلیل های تجربی ارائه می گردد و در بخش پنجم، نتیجه گیری و پیشنهادات بیان می شود.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱. مبانی نظری مفاهیم و شاخص های بررسی آسیب پذیری و تاب آوری اقتصادی

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 درجهٔ 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.

1. Sustainable Development
2. Vulnerability - Resilience
3. Middle East and North Africa

زمانی که «آسیب پذیری 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).

سیلیگر[1] (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).

آنگیون و باتیس،[2] آسیب‌پذیری را از ویژگی‌های ساختاری یک کشور می‌دانند که به افزایش نقاط ضعف اقتصاد در برابر شوک‌های برونزا منجر می‌شود و مانع توسعه درازمدت خواهد شد (آنگیون و باتیس، ۲۰۱۵: ۱۴۲).

رام و همکاران[3] 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) و بنابراین، آسیب پذیری اقتصادی را می توان نحوۀ رویارویی یک سیستم اقتصادی با هرگونه شوک وارد شده به سیستم اعم از اقتصادی، اجتماعی و سیاسی در نظر گرفت.

تاب‌آوری: واژه تاب‌آوری برای اولین بار (احتمالاً) توسط توماس یانگ[4] فیزیک‌دان انگلیسی که تاب‌آوری را به عنوان ظرفیت ماده در تحمل انرژی بدون متحمل شدن دگرگونی[5] ماندگار تعریف کرده، در سال ۱۸۰۷ میلادی به کار برده شده است (گل وردی، ۱۳۹۶: ۲۹۶).

تاب‌آوری اقتصادی برای اولین بار توسط تیرنی (۱۹۹۷)[6] با بررسی تأثیر بلایای طبیعی بر کسب و کار، مطرح گردید و پس از آن، این مفهوم گسترش بسیار زیادی پیدا کرد. 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).

بنابراین تاب آوری اقتصادی، عبارت است از توانایی سیستم اقتصادی در جهت بهبود و ترمیم خود پس از وقوع شوک های متعدد (اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و زیست محیطی) و بروز محرک های تنش زا.

در سال های گذشته، شاخص های ترکیبی متعددی، مقدار آسیب پذیری و تاب آوری اقتصادی در مقیاس کلان، و شاخص هایی به طور انحصاری، آسیب پذیری اقتصادی و یا تاب آوری اقتصادی را مورد سنجش قرار داده اند.

---

1. Seliger (2013)
2. Angeon and Bates (2015)
3. Ram *et al*. (2019)
4. Thomas young (1807)
5. Deformation
6. Tierney (1997)

شاخص ارائه شده توسط بریگوگلیو (۱۹۹۵) [۱]، بریگوگلیو و گالئا (۲۰۰۳) [۲]، شاخص آسیب‌پذیری بانک توسعه کارائیب[۳]، شاخص آسیب‌پذیری اقتصادی سازمان ملل متحد توسط کمیته سیاست توسعه ملل متحد[۴] و شاخص EVI[۵]، ارائه شده توسط کمیته سیاست‌های توسعه‌ای سازمان ملل، از جمله شاخص های ارائه شده جهت سنجش و بررسی آسیب پذیری اقتصادی می باشند. شاخص آسیب‌پذیری تعدیل شده برای تاب‌آوری ارائه شده توسط بریگوگلیو (۲۰۰۳)، برای اولین بار به مفهوم تاب‌آوری اشاره و تولید ناخالص داخلی سرانه را به عنوان شاخص برای ارزیابی تاب‌آوری اقتصادی تعریف نمود. شاخص تاب‌آوری گروه پژوهشی سنتنیال[۶]، شاخص تاب‌آوری آژانس توسعه بین‌المللی آمریکا[۷] و شاخص تاب‌آوری مجمع جهانی اقتصاد[۸] نیز به بررسی تاب آوری اقتصادی در اقتصادهای مختلف پرداخته اند[۹].

بریگوگلیو و همکاران (۲۰۱۳)، با تمایز بین آسیب‌پذیری اقتصادی ذاتی و تاب‌آوری اقتصادی اکتسابی، با هدف بررسی همزمان آسیب پذیری و تاب آوری اقتصادی، شاخص ترکیبی جدیدی را به ادبیات اضافه نمودند. همچنین شاخص های ترکیبی ارائه شده توسط اتکینز و همکاران (۲۰۰۰)، آدریانتو و ماتسودا (۲۰۰۴)، توروی (۲۰۰۷)، اتکینز و همکاران (۲۰۰۹) نیز در همین مسیر، به ارزیابی همزمان آسیب پذیری و تاب آوری اقتصادی پرداخته اند.

مونتالبانو (۲۰۱۱)، بیان می کند که با توجه به شواهد تجربی شاخص های محاسبهٔ آسیب پذیری و تاب آوری به شکل پیوسته ای در حال به روزرسانی می باشند. بنابراین، شاخص های جدید باید به گونه ای طراحی شوند که با به روزرسانی های آماری و کم و زیاد شدن تعداد متغیرها، مفهوم شاخص دچار مشکل نشود. بنابراین متغیرهای متعدد و روش‌های محاسباتی مورد استفاده برای ساخت شاخص‌های ترکیبی، این سؤال را به ذهن متبادر می سازد که آیا مجموعهٔ حداقلی از متغیرها وجود دارد که بتواند به شکلی پیوسته ، پدیده مورد مطالعه را توصیف کند؟ بدین معنا که اگر تعداد متغیرها تا جایی که امکان دارد کاهش پیدا کند، آیا این شبهه ایجاد نمی شود که ممکن است اطلاعات بنیادی و اصلی در جریان حذف متغیرها از دست بروند؟ در پاسخ به این سؤال، نظریه گراف می تواند روشی را پیشنهاد کند که در نتیجه آن، کمترین تعداد متغیر و کمترین میزان اطلاعات از دست برود.

---

1. Briguglio (1995)
2. Galea (2003)
3. Caribbean Development Bank (CDB)
4. The United Nations Committee for Development Policy
5. Economic Vulnerability Index (EVI)
6. Centennial Resilience Index
7. United States Agency For International Development (UNCDP)
8. مجمع جهانی اقتصاد (World Economic Forum) ، بنیادی غیردولتی و بین المللی، مستقر در ژنو سوئیس است که اجلاس سالیانه‌ای در دهکده داووس سوئیس برگزار می‌کند.
9. توضیح کامل شاخص های این قسمت، به صورت تفصیلی در مقاله قبلی نویسنده با عنوان «تأثیر ابعاد توسعه پایدار بر آسیب‌پذیری و تاب‌آوری اقتصاد ایران با رویکرد نظریه گراف» آورده شده است.

در این روش، یک الگوریتم ریاضی معرفی می گردد که می تواند با درک جامعی از تمامی ابعاد توسعه پایدار، شاخصی ترکیبی برای بررسی وضعیت آسیب پذیری و تاب آوری اقتصادی ارائه کند. در مقالهٔ حاضر، شاخص ترکیبی NVRI[1] به دست آمده از نظریه گراف برای رتبه بندی و مقایسه عملکرد کشورهای عضو منا به عنوان کشورهای صادرکننده نفت (شامل کشور ایران) و کشورهای گروه G7 (شامل کشورهای توسعه یافته) با تأکید بر توسعه پایدار و ابعاد آن مورد استفاده قرار می گیرد. هدف از بررسی شاخص NVRI، پدید آوردن مسیری برای کشورها است که بتوانند بر اساس آن و با توجه به وضعیت بهتر برخی کشورها، خود را در برابر شوک ها مقاوم سازند؛ به طوری که در نهایت، به کاهش آسیب پذیری و افزایش تاب آوری اقتصادی آنها منجر شود.

۲-۲. پیشینه پژوهش

بریگوگلیو و همکاران (۲۰۰۹)، در مقاله ای تحت عنوان "آسیب پذیری و تاب آوری اقتصادی: مفاهیم و اندازه گیری"، با تمایز بین آسیب پذیری اقتصادی ذاتی و تاب آوری اقتصادی اکتسابی، یک چهارچوب روش شناختی بیان می کنند، به طوری که ریسک (خطر) از دو مؤلفه تشکیل شده است، مؤلفهٔ اول، با شرایط ذاتی و درونی کشور و رویارویی با شوک های خارجی در ارتباط است و مؤلفهٔ دوم، با شرایط ایجاد شده برای رویارویی با شوک های نامطلوب و بازیابی پس از شوک مرتبط می باشد. بدین ترتیب، در این مطالعه، خطر آسیب پذیری ناشی از شوک های خارجی و در نتیجه، ترکیب این دو مؤلفه ایجاد می شود.

بریگوگلیو در مطالعات بعدی (۲۰۰۹، ۲۰۱۴ و ۲۰۱۶)، ضمن تمایز قائل شدن بین آسیب پذیری اقتصادی و تاب آوری اقتصادی، تاب آوری اقتصادی با تأکید بر محیط زیست را مورد ارزیابی قرار داد.

گایلامونت (۲۰۱۷)،[2] در مقاله ای با عنوان "آسیب پذیری و تاب‌آوری: یک چهارچوب مفهومی به کار رفته برای سه کشور آسیایی بوتان، مالدیو و نپال"، به دنبال پاسخ به این سؤالات است که هر یک از سه کشور مذکور تا چه حد نسبت به شوک‌های برونزا مقاوم هستند؟ برای پاسخ به این سؤال، از شاخص جدید که با تکیه بر شاخص EVI سازمان ملل به دست آمده، استفاده کرده است.

بختیاری و سجادیه (۲۰۱۸)، در مقاله "تحلیل تجربی و نظری شاخص تاب آوری اقتصادی"، از روش ساخت شاخص توسعه انسانی سازمان ملل برای ساخت شاخص تاب آوری اقتصادی استفاده می کنند و بر اساس شاخص محاسبه شده، گروهی از کشورهای در حال توسعه را رتبه بندی می نمایند.

پریرا[3] و استینگ (۲۰۲۱)،[4] در مقاله ای تحت عنوان "نقش ارتباطات در آسیب پذیری و تاب آوری کشورهای کارائیب"، به دنبال سیاست های خاصی جهت جبران آسیب های ناشی کوچک بودن این کشورها و افزایش تاب آوری آنها هستند و عامل مهم را نقش ارتباط بین دولت ها،

1. Net Vulnerability Resilience Index (NVRI)
2. Guillaumont (2017)
3. Pereira (2021)
4. Steenge (2021)

سازمان ها، نهادها و احزاب در جهت افزایش تاب آوری و کاهش آسیب پذیری کشورهای کارائیب می دانند. نویسندگان مقاله، از رویکرد بریگوگلیو برای بررسی وضعیت ۱۷ ایالت جزیره ای کارائیب استفاده می کنند، با این تفاوت که حاکمیت سیاسی را به عنوان یک متغیر نهادی به مدل اضافه می کنند و نتیجه می گیرند که بین حاکمیت سیاسی و تاب آوری اقتصادی، رابطه معنی داری وجود دارد، بدین ترتیب که اگر کشور کوچک از نظر سیاسی، به کشوری که ساختار حکمرانی توسعه یافته ای دارد وابسته باشد، تاب آوری اقتصادی بالاتری خواهد داشت. دلیل این امر در ارتباط دو طرفه بین کشورها تعریف می گردد.

هدایت و همکاران (۲۰۲۱)، در مطالعه خود با عنوان "شناسایی شرایط پیش بینی نشده از طریق تعیین منطقه خاص در زمینه آسیب پذیری و تاب آوری اقتصادی در محدوده شهری کشور اندونزی"، آسیب پذیری و تاب آوری اقتصادی را در ۵۱۴ شهر اندونزی با استفاده از رویکرد اقتصاد سنجی و مدل رگرسیون خطی پنج متغیره، مورد ارزیابی قرار می دهند. در این مطالعه، تاب آوری اقتصادی با توجه به نحوه رویارویی با بلایای طبیعی و در نظر گرفتن جنبه های اقتصادی هر منطقه بررسی می گردد. نتایج پژوهش نشان می دهند، شهرهایی که نرخ شهرنشینی بالاتر و درآمد بالاتری دارند، از تاب آوری اقتصادی بیشتری نیز برخوردار هستند.

جدول ۱: متغیرهای مورد استفاده در شاخص‌های ارزیابی وضعیت VR با توجه به مبانی نظری موضوع

ردیف	متغیر	توضیحات
۱	تمرکز صادرات	وابستگی به طیف محدودی از صادرات بخصوص وابستگی به صادرات یک کالای خاص و بالا بودن میزان آن، ریسک‌های مربوط به عدم تنوع صادرات را افزایش می‌دهد و به تشدید آسیب‌پذیری مرتبط با باز بودن اقتصادی منجر می‌گردد.
۲	کسری بودجه	نسبت بالای بدهی و کسری بودجه، فضای فعالیت های مالی و مانور تصمیم گیران و سیاست گذاران در رویارویی با شوک های تنش زای اقتصادی را کاهش می دهد.
۳	بدهی عمومی	افزایش بدهی دولت، باعث ایجاد بحران های بدهی در اقتصاد می شود؛ زیرا تجهیز منابع برای خنثی کردن تأثیر منفی شوک های خارجی، دشوارتر می باشد.
۴	تورم	(نبود) تورم را می توان به عنوان یکی از مؤلفه های ثبات اقتصاد کلان و به عنوان نماینده سلامت سیاست های پولی، در شاخص تاب آوری وارد نمود.
۵	درجه باز بودن اقتصاد	مشارکت بیشتر در تجارت خارجی با وجود داشتن مزایای بسیار، کشور را با شدت بیشتری در معرض شوک های خارجی قرار می دهد و اقتصاد تحت تأثیر شرایطی قرار می گیرد که نمی تواند کنترل چندانی بر روی آن داشته باشد.
۶	مخارج عمومی	نسبتی از بودجه دولت را که برای توسعه اجتماعی هزینه می شود را می توان به عنوان شاخص توسعه اجتماعی در نظر گرفت.
۷	صادرات	رویارویی با شرایط اقتصادی خارجی و درجه وابستگی اقتصاد به تجارت خارجی، از جمله عوامل مهمی است که می تواند بر تاب آوری اقتصاد تأثیرگذار باشد. با کمتر شدن تعداد کشورهای مقصد صادرات، تاب آوری اقتصاد کاهش می یابد.

ردیف	متغیر	توضیحات
۸	واردات	واردات انرژی، مواد غذایی، ملزومات صنعتی و به طور کلی واردات کالاهای سرمایه ای، واسطه ای، مصرفی و یا مواد خام بر آسیب پذیری اقتصاد تأثیرگذار است.
۹	واردات مواد غذایی	وابستگی به واردات کالاهای استراتژیک، ممکن است اقتصاد را در معرض شوک های ناشی از دسترسی و هزینه های واردات این کالاها قرار دهد. در این حالت، شدت رویارویی، به امکان جایگزینی واردات بستگی دارد.
۱۰	تولید ناخالص داخلی	کشورهایی با GDP بالا یا GDP پایین، می توانند از نظر اقتصادی آسیب پذیر باشند یا نباشند و ارتباط معناداری بین آسیب پذیری و GDP وجود ندارد.
۱۱	نرخ بیکاری	با افزایش بیکاری، توانایی اقتصاد در بازیابی از شوک های اقتصادی مخرب کاهش می یابد و با تأثیر بر ثبات اقتصاد کلان، باعث کاهش تاب آوری اقتصاد در زمان رویارویی با شوک ها خواهد شد.
۱۲	امید به زندگی در بدو تولد	در شاخص آسیب پذیری اجتماعی ECLAC، امید به زندگی در بدو تولد به عنوان زیرشاخص حوزه سلامت، در نظر گرفته شده است.
۱۳	انتشار گازهای گلخانه ای	انتشار گازهای گلخانه ای بویژه CO_2، باعث افزایش آسیب پذیری محیط زیست خواهد شد. بنابراین در محاسبه شاخص آسیب پذیری، محیط زیست وارد می شود.
۱۴	واردات انرژی	وابستگی به واردات انرژی (به عنوان یکی از کالاهای استراتژیک)، اقتصاد را در معرض شوک های ناشی از دسترسی و بالا رفتن هزینه های واردات این کالاها قرار می دهد.
۱۵	قربانیان بلایای طبیعی	شیوع بلایای طبیعی (با فرض ثابت ماندن GDP سرانه) و افزایش میزان خسارت مالی هر فاجعه ، آسیب پذیری را در اقتصاد افزایش می دهد.
۱۶	آلودگی آب	آلودگی آب به عنوان یکی از متغیرهای مدیریت محیط زیست را می توان در محاسبه شاخص تاب آوری اقتصادی مدنظر قرار داد.
۱۷	شاخص های حکمرانی جهانی	شاخص های حکمرانی خوب شامل کنترل فساد، اثربخشی دولت، ثبات سیاسی و نبود خشونت، حاکمیت قانون، کیفیت تنظیم کنندگی و حق پاسخ گویی و اظهار نظر در محاسبه شاخص تاب آوری اقتصادی مورد استفاده قرار می گیرند.
۱۸	هزینه حمل و نقل بین المللی	هزینه های مربوط به حمل و نقل صادرات، برای ارزیابی دورافتادگی یک کشور از بازارهای جهانی و محاسبه شاخص آسیب پذیری اقتصادی استفاده می شود.

مأخذ: یافته های پژوهش

با بررسی مطالعات مختلف داخلی و خارجی در زمینهٔ ارزیابی وضعیت آسیب پذیری و تاب آوری، مشخص می شود که طیف متفاوتی از متغیرهای مختلف به عنوان متغیر تأثیرگذار بر وضعیت VR مورد استفاده قرار گرفته اند. در جدول ۱، به شکلی کامل به معرفی متغیرهای مورد نظر پرداخته شده است.

۳. ارائه الگوی پژوهش

۳-۱. نظریه گراف و متغیرهای مدل

نظریه گراف،[1] ابزار مفیدی است که می تواند برای بررسی روابط متقابل و درون یک شبکه مورد استفاده قرار گیرد. در پژوهش حاضر، برای تحلیل روابط درون شبکهٔ متغیرهای تأثیرگذار بر توسعه پایدار و بررسی رابطهٔ این متغیرها بر آسیب پذیری و تاب آوری اقتصادی از نظریه گراف و الگوریتم تارجان[2] استفاده می شود. الگوریتم تارجان به دنبال گراف قویاً همبندی[3] است که بتواند از طریق آن، متغیرهای بنیادی تأثیرگذار بر آسیب پذیری و تاب آوری اقتصادی را مشخص و در نهایت، گراف ماکسیمال را تعیین نماید (تارجان، ۱۹۷۲: ۱۵۲). در این حالت، می‌توان گفت که مجموعه C ریشهٔ[4] گراف جهت‌دار 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 تعیین کنندهٔ آن است، رأس خارج از ریشه ، به این معنا می باشد که برای تحلیل پدیده، بنیادی نیست و نیازی نیست وارد شاخص ترکیبی شود.

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 نتیجهٔ تاب‌آوری و آسیب‌پذیری ایجاد می‌شوند.

با استفاده از الگوریتم تارجان، می توان بزرگ ترین مجموعه از متغیرهای کلیدی VR (در واقع ریشه VR) را با استفاده از متغیرهای ارائه شده در ادبیات ساخت. برای دستیابی به یک شاخص ترکیبی جامع، می باید مجموعهٔ کاملی از متغیرها را به صورت زیرمجموعه ای از توسعه پایدار و ابعاد آن تعریف نمود. در ادامه، به معرفی ۴۳ متغیر مورد استفاده در الگوریتم پرداخته می شود.

---

1. Graph Theory
2. Tarjan algorithm (1972)
۳. هر گراف جهت‌دار، از مجموعه رئوس تشکیل می‌شود که با یال‌ها 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 و یا اینکه هر جفت رأس از یکدیگر قابل دسترسی باشند.
4. Root

۳-۲. مجموعهٔ اولیه متغیرها در ابعاد توسعه پایدار

۳-۲-۱. بعد اقتصادی

بعد اقتصادی، شامل سه دسته متغیر است: متغیرهای کلان، بیانگر ثبات اقتصادی شامل تورم و شکاف تولید؛ متغیرهای نشان دهندهٔ تعادل های پولی و مالی شامل درآمدهای مالیاتی، مقدار پول و شبه پول و نسبت های آن؛ متغیرهای بیان کنندهٔ تعادل های بین المللی شامل نقل و انتقالات مالی از خارج، درجه بازبودن اقتصاد، تمرکز صادرات و مقدار واردات مواد غذایی.

۳-۲-۲. بعد حکمرانی

کافمن و همکاران (۲۰۰۸)، شش زیرشاخص برای ارزیابی وضعیت حکمرانی معرفی کرده اند که تقریباًدر تمامی مطالعات برای بررسی حکمرانی، از این شاخص ها استفاده می گردد. شاخص های کنترل فساد، اثربخشی و کارآیی دولت، فقدان خشونت و ثبات سیاسی، کیفیت تنظیم کنندگی، حاکمیت قانون و حق پاسخ گویی و اظهار نظر، شاخص های ارائه شده توسط کافمن هستند که به صورت سالانه، توسط بانک جهانی محاسبه می گردد.

۳-۲-۳. بعد زیست محیطی

در تحقیق حاضر، متغیرهای تصویب معاهدات زیست محیطی، مساحت مناطق حفاظت شده و ذخایر تنوع زیستی به جهت بالا بردن حفاظت از محیط زیست، برای نشان دادن تاب آوری زیست محیطی استفاده می شود. برای نشان دادن آسیب پذیری زیست محیطی، از متغیرهای آلودگی آب و انتشار گازهای گلخانه ای بویژه دی اکسید کربن و قربانیان بلایای طبیعی (برای سنجش هزینهٔ انسانی بلایای زیست محیطی) استفاده می شود. همچنین برای کم کردن آسیب پذیری، می باید متغیر تولید انرژی های تجدیدپذیر و واردات انرژی را نیز مدنظر قرار داد.

۳-۲-۴. بعد اجتماعی

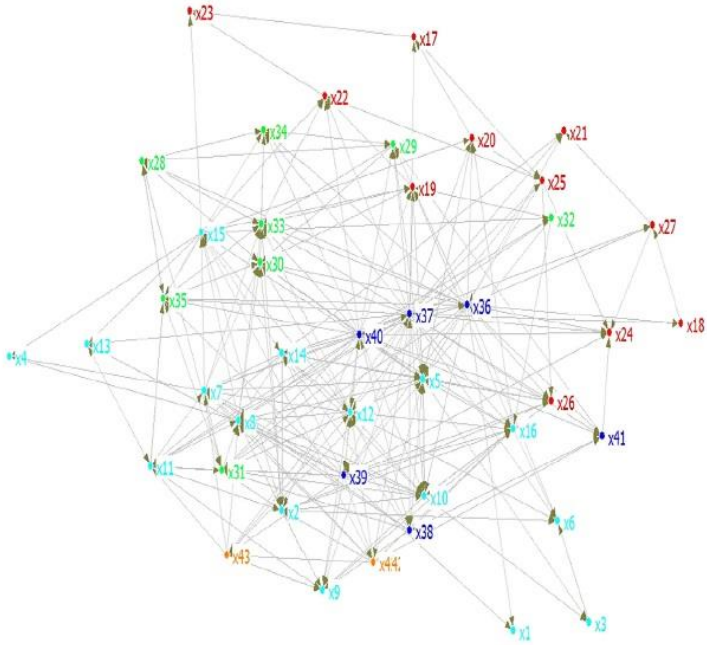
متغیرهایی که در تحقیق حاضر برای بعد اجتماعی در نظر گرفته شده اند، شامل نرخ باسوادی، مخارج آموزش، مخارج سرانه سلامت، امید به زندگی در بدو تولد، سطح مدارک تحصیلی، نرخ بیکاری، ضریب جینی و نابرابری های جنسیتی می شوند.

۳-۲-۵. بعد پیرامونی

بسیاری از کشورها به دلیل شرایط جغرافیایی و یا اعمال تحریم، دچار انزوا شده اند و این مسأله بر وضعیت آسیب پذیری و تاب آوری اقتصادی آنها مؤثر است و باعث می شود که کشور، در معرض نیروهای خارج از کنترل قرار بگیرد. در پژوهش حاضر، از شاخص عملکرد لجستیک و دسترسی به فناوری های جدید در اطلاعات و ارتباطات (اینترنت) برای بررسی بعد پیرامونی استفاده شده است؛ چراکه داشتن چنین زیرساخت هایی به اتصال یک کشور به سایر نقاط جهان کمک می کند.

پس از مشخص کردن روابط بین ۴۳ متغیر ارائه شده، گرافی رسم می شود که بیان کننده روابط بین متغیرهای مورد نظر باشد (شکل ۱). سپس الگوریتم به دنبال پیدا کردن رئوس ضروری بازخوردی

است. مجموعه رئوس ضروری بازخوردی، کوچکترین مجموعه ای را تعیین می کند که می باید در محاسبهٔ یک شاخص ترکیبی، مشارکت داشته باشد. در فرایند اندازه گیری آسیب پذیری - تاب آوری در مقیاس کلان، با توجه به فرایند حداقل کردن تعداد متغیرها برای ساخت یک شاخص ترکیبی مناسب، و به جهت کنترل کردن اطلاعاتی که ممکن است در این میان از دست برود، از ضریب اسپیرمن استفاده می شود.



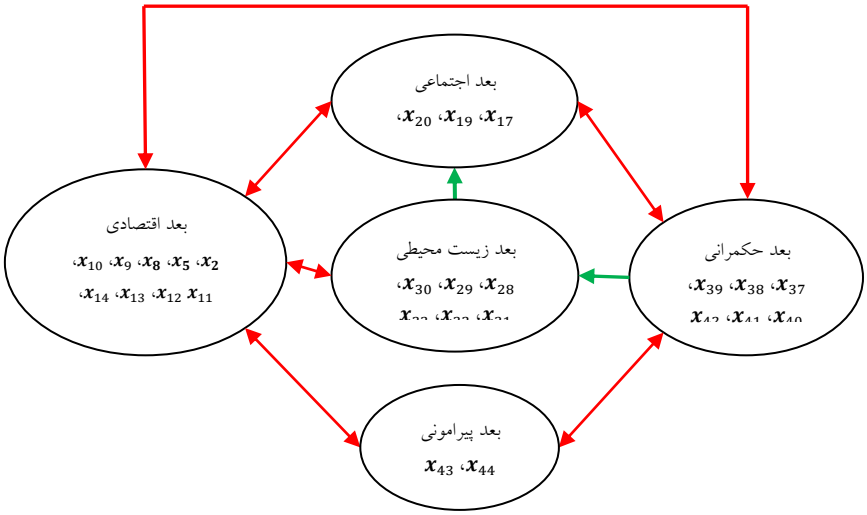
مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۱: روابط موجود بین متغیرهای مدل در گراف جهت دار

در الگوریتم تارجان برای ساخت شاخص، باید دو سری محاسبات را انجام داد. ابتدا با در نظر گرفتن تمامی متغیرهای ریشه (۳۳ متغیر)، شاخص ترکیبی محاسبه می شود (محاسبه A). سپس مجموعه رئوس ضروری بازخوردی، مورد تحلیل قرار می گیرند که آیا شامل همه ابعاد تعریف شدهٔ مدل می باشد یا خیر. اگر همه ابعاد را در برگرفته باشند، شاخص ترکیبی با استفاده از متغیرهای مجموعه رئوس ضروری بازخوردی محاسبه می شود (محاسبه B). در غیر این صورت، باید متغیرهای اضافی از مجموعه ریشه اولیه به مدل اضافه شوند تا زیرمجموعهٔ تشکیل شده، تمامی ابعاد را در بگیرد. در این هنگام با محاسبه ضریب همبستگی اسپیرمن بین این دو شاخص، اگر ضریب به اندازه کافی بزرگ و معنادار بود، زیرمجموعهٔ اصلی در محاسبه شاخص، به دست آمده است، در غیر این صورت، باید متغیرها اضافه شوند تا ضریب همبستگی بزرگ و معناداری به دست بیاید. دلیل انجام

محاسبات مذکور، رسیدن به کوچکترین و کارآمدترین مجموعه ممکن با کمترین اطلاعات از دست رفته می باشد. این الگوریتم در ادبیات آسیب پذیری وتاب آوری، به الگوریتم B2A شهرت دارد.

نتایج حاصل از الگوریتم تارجان و الگوریتم B2A، گراف جهت دار اصلی شکل ۱ را به گراف کاهش یافته ای تبدیل می کند که در شکل ۲، نشان داده می شود.



مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۲: گراف جهت دار کاهش یافتهٔ ماتریس ریشهٔ آسیب‌پذیری- تاب‌آوری برحسب ابعاد

شکل ۲، بیان کنندهٔ این است که تاب‌آوری مجموعه C، ناشی از بعد اقتصادی و حکمرانی است. اگر «بعد اقتصادی» یا «بعد حکمرانی» عیناً حذف شوند، ظرفیت گراف جهت‌دار C که نسبت به ویژگی قویاً همبندی، تاب‌آور باشد، به طور قطع، از بین خواهد رفت. از آنجا که ابعاد حکمرانی و اقتصادی به طور مستقیم، ابعاد دیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهند، به آنها ابعاد کنترلی[1] (ابعاد اصلی) می‌گویند. در مقابل، ابعاد اجتماعی، زیست محیطی و پیرامونی به عنوان ابعاد اقتضایی[2] (ابعاد فرعی) در نظر گرفته می‌شوند. بنابراین، ابعاد اقتضایی به صورت مستقیم، وابسته و تحت تأثیر ابعاد کنترلی هستند.

1. Control Dimensions
2. Contingency Dimensions

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

۱- بعد اقتصادی؛ ۲- بعد حکمرانی؛ ۳- بعد اجتماعی؛ ۴- بعد زیست محیطی، ۵- بعد پیرامونی $h = 1,2,3,4,5$؛

ب) استفاده از الگوریتم تارجان؛

پ) جمع آوری داده‌ها و اطلاعات مربوط به متغیرهای بنیادی از منابع معتبر آماری؛ که داده‌های مورد نظر، با مراجعه به وبگاه بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، مرکز آمار ایران، بانک جهانی، صندوق بین‌المللی پول، سازمان ملل متحد، پایگاه داده های توافق نامه های زیست محیطی بین المللی و پایگاه بین المللی بلایای طبیعی (EM-DAT) گردآوری شده است؛

ت) نرمال‌سازی متغیرها؛ با توجه به متفاوت بودن واحد سنجش و اندازه‌گیری متغیرها، می باید متغیرها نرمال شوند؛ که از روش متداول Max-Min و فرمول زیر برای آن، استفاده می‌شود و دامنهٔ متغیرهای استاندارد شده بین صفر و یک قرار می‌گیرد و 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؛

$$\acute{x}_i = \frac{[x_i - Min(x_i)]}{[Max(x_i) - Min(x_i)]}$$

ث) تجمیع متغیرها و محاسبه شاخص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری؛ که تجمیع در هر ۵ بعد انجام می‌گردد، و در عین حال، بین اندازه‌گیری عوامل تعیین‌کنندهٔ آسیب‌پذیری x_i^V و عوامل تعیین‌کنندهٔ تاب‌آوری x_i^R تمایز قائل می‌شوند. بنابراین در این مرحله، ۵ زیرشاخص از آسیب‌پذیری (V_h) و ۵ زیرشاخص از تاب‌آوری (R_h)، با استفاده از یک میانگین ساده ریاضی از متغیرهای x_i^V و x_i^R وارد شده در هر بعد و برای کشور، به صورت زیر محاسبه می شود (h=1,…,5).

$$V_h = \frac{1}{\aleph}\sum_{h=1}^{5} x_{ih}^V \qquad V_h = \frac{1}{\aleph}\sum_{h=1}^{5} x_{ih}^V$$

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

که در این صورت، خواهیم داشت:

$$R\epsilon[0\ 1] \qquad V\epsilon[0\ 1]$$

که در آن، V=0 (R=0) نشان دهندهٔ کمترین مقدار در شاخص آسیب پذیری (تاب‌آوری)، و V=1 (R=1) نشان‌دهندهٔ بیشترین مقدار در شاخص آسیب‌پذیری (تاب‌آوری) می‌باشد؛

ج) محاسبه شاخص NVRI (شاخص خالص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری)؛ که شاخص NVRI از تفاضل شاخص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در مرحلهٔ قبل به دست می‌آید.

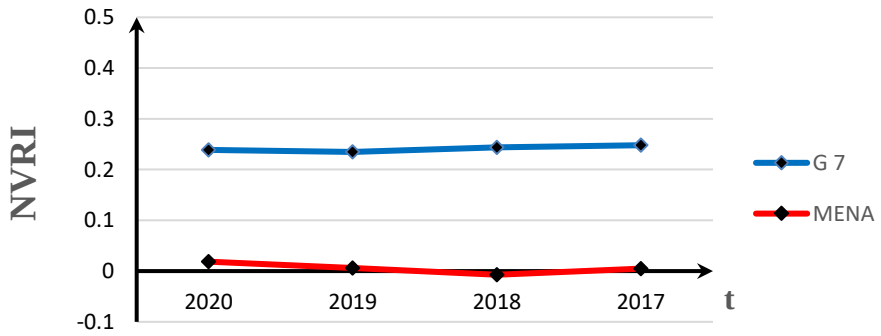
$$NVRI\ \epsilon\ [-1\ \ 1] \qquad NVRI = R - V$$

بدین ترتیب، شاخص آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در بازه صفر و یک و شاخص NVRI که تاب آور یا آسیب‌پذیر بودن اقتصاد را مشخص می‌سازد، در بازه ۱- و ۱ قرار می‌گیرد. اگر شاخص به دست آمده به ۱- نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهندهٔ این است که تاب‌آوری پایین و آسیب‌پذیری بالا است و اگر شاخص به دست آمده به ۱+ نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهندهٔ 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.

در مقالهٔ حاضر، شاخص NVRI در ابعاد کنترلی و ابعاد اقتضایی به صورت تفکیک شده محاسبه و تحلیل می گردد. شاخص NVRI، دربرگیرندهٔ اطلاعات کاملی است که ظرفیت یک کشور را در آسیب پذیری و تاب آوری به شکل واضحی نشان می دهد. همچنین با استفاده از این شاخص، می توان کشورهای مختلف را از نظر وضعیت آسیب پذیری و تاب آوری رتبه بندی نمود، تا بتوان از درون شاخص، استراتژی راهبردی برای بهبود وضعیت کشورهایی که در برخی ابعاد دچار مشکل هستند، پیشنهاد نمود.

۴. نتایج تجربی

سری زمانی NVRI در دوره ۲۰۲۰-۲۰۱۷ در شکل ۳ نشان داده شده است و بر اساس گروه کشورهای تحقیق، ساخته شده است. با توجه به شکل، مشخص می شود که در تمام سال های دوره، وضعیت شاخص NVRI کشورهای گروه یک (شامل اعضای گروه G7) نسبت به کشورهای گروه دو (شامل اعضای MENA)، بهتر بوده است و تمامی اعضای گروه یک، اقتصاد تاب آوری داشته اند.



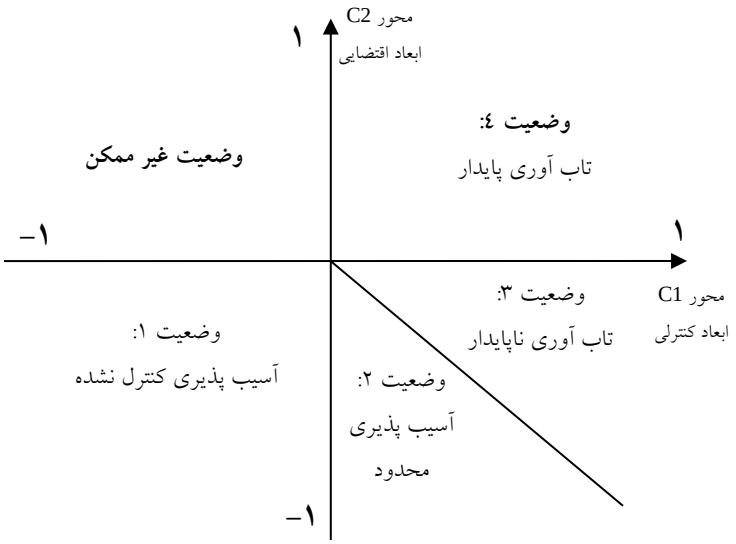
مأخذ: یافته های پژوهش

شکل ۳: شاخص NVRI محاسبه شده برای کشورهای گروه یک و دو در دوره ۲۰۲۰ – ۲۰۱۷

نتایج تحقیق، نشان می دهد که کشورهای گروه یک (G7) نسبت به کشورهای گروه دو (MENA) از نظر شاخص های آسیب پذیری و تاب آوری و شاخص خالص NVRI، وضعیت بهتری

دارند. نتایج تحقیق برای گروه یک، نشان می دهد که در سال ۲۰۲۰، کشور ایالات متحده آمریکا، تاب آورترین (NVRI = 0.482) و کشور ایتالیا، آسیب پذیرترین (NVRI = 0.117) است. در سال ۲۰۱۹، کشور ایالات متحده آمریکا، تاب آورترین (NVRI = 0.506) و کشور ایتالیا، آسیب پذیرترین (NVRI = 0.118) بوده است. در سال ۲۰۱۸، کشور ایالات متحده آمریکا، تاب آورترین (NVRI = 0.535) و کشور ایتالیا، آسیب پذیرترین (NVRI = 0.109) بوده است. در سال ۲۰۱۷، کشور ژاپن، تاب آورترین (NVRI = 0.466) و کشور ایتالیا، آسیب پذیرترین (NVRI = 0.092) بوده است.

در میان کشورهای گروه دو نیز نتایج به این قرار است؛ در سال ۲۰۲۰، کشور امارات متحده عربی، تاب آورترین (NVRI = 0.329) و کشور عراق، آسیب پذیرترین (NVRI = -0.484) است. در سال ۲۰۱۹، کشور امارات متحده عربی، تاب آورترین (NVRI = 0.334) و کشور عراق، آسیب پذیرترین (NVRI = -0.438) است. در سال ۲۰۱۸، کشور فلسطین اشغالی، تاب آورترین (NVRI = 0.286) و کشور عراق، آسیب پذیرترین (NVRI = -0.473) است. در سال ۲۰۱۷، کشور فلسطین اشغالی، تاب آورترین (NVRI = 0.328) و کشور عراق، آسیب پذیرترین (NVRI = -0.498) است.



مأخذ: باتیس و همکاران، ۲۰۱۵

شکل ۴: شاخص آسیب پذیری – تاب آوری خالص باتیس

برای درک بهتر شاخص NVRI، نموداری ترسیم می شود که بتواند وضعیت تاب آوری و آسیب پذیری اقتصادی را در ابعاد مختلف، به وضوح بیان کند. با توجه به شاخص NVRI، چهار وضعیت برای هر کشور متصور است. شکل ۴، چهار وضعیت مذکور را تحت عنوان «آسیب پذیری کنترل نشده، آسیب پذیری محدود، تاب آوری ناپایدار و تاب آوری پایدار» نمایش می دهد. در این شکل C1 مقدار کل NVRI بر حسب ابعاد حکمرانی و اقتصادی (ابعاد کنترلی) و C2 مقدار کل NVRI بر حسب ابعاد اجتماعی، زیست محیطی و پیرامونی (ابعاد اقتضایی) می باشد. همان طور که گفته شد، نظریه گراف، بیان می کند که ابعاد کنترلی بر ابعاد اقتضایی تأثیر می گذارند، بنابراین C1 و C2 را می توان بر روی محورهای X و Y نمایش داد. (Y = f(X))

وضعیت های نشان داده شده در شکل ۴، به قرار زیر می باشد:

وضعیت غیر ممکن

$C1 < 0$ و $C2 > 0$

$C1 < 0$: در ابعاد کنترلی (بعد حکمرانی و بعد اقتصادی) مقدار خالص شاخص (NVRI) منفی است، پس نشان دهندهٔ تاب آوری پایین و آسیب پذیری بالا در ابعاد کنترلی می باشد (آسیب پذیری خالص).

$C2 > 0$: در ابعاد اقتضایی (بعد اجتماعی، بعد زیست محیطی و بعد پیرامونی)، مقدار خالص شاخص (NVRI) مثبت است، پس نشان دهندهٔ تاب آوری بالا و آسیب پذیری پایین در ابعاد اقتضایی می باشد (تاب آوری خالص).

چنین حالتی غیرممکن است، زیرا ابعاد کنترلی بر ابعاد اقتضایی تأثیر مستقیم می گذارند و وقتی در ابعاد کنترلی آسیب پذیری بیشتر از تاب آوری است، نمی تواند به بالا بودن تاب آوری نسبت به آسیب پذیری در ابعاد اقتضایی منجر شود.

وضعیت ۱: آسیب پذیری کنترل نشده

$C1 < 0$ و $C2 < 0 \implies \mathrm{NVRI} < 0$

$C1 < 0$: در ابعاد کنترلی (بعد حکمرانی و بعد اقتصادی)، مقدار خالص شاخص (NVRI) منفی است، پس نشان دهندهٔ تاب آوری پایین و آسیب پذیری بالا در ابعاد کنترلی می باشد (آسیب پذیری خالص).

$C2 < 0$: در ابعاد اقتضایی (بعد اجتماعی، بعد زیست محیطی و بعد پیرامونی)، مقدار خالص شاخص (NVRI) منفی است، پس نشان دهندهٔ تاب آوری پایین و آسیب پذیری بالا در ابعاد اقتضایی می باشد (آسیب پذیری خالص).

وضعیت ۲: آسیب پذیری محدود

$C1 > 0$ و $C2 < 0$ و $|C1| < |C2| \implies \mathrm{NVRI} < 0$

$C1 > 0$: در ابعاد کنترلی (بعد حکمرانی و بعد اقتصادی)، مقدار خالص شاخص (NVRI) مثبت است، پس نشان دهندهٔ تاب آوری بالا و آسیب پذیری پایین در ابعاد کنترلی می باشد (تاب آوری خالص).

$C2 < 0$: در ابعاد اقتضایی (بعد اجتماعی، بعد زیست محیطی و بعد پیرامونی)، مقدار خالص شاخص (NVRI) منفی است، پس نشان دهندهٔ تاب آوری پایین و آسیب پذیری بالا در ابعاد اقتضایی می باشد (آسیب پذیری خالص).

وضعیت ۳: تاب آوری ناپایدار

$\text{NVRI} > 0 \Longrightarrow \ |C1| > |C2|$ و $C2 < 0$ و $C1 > 0$

$C1 > 0$: در ابعاد کنترلی (بعد حکمرانی و بعد اقتصادی)، مقدار خالص شاخص (NVRI) مثبت است، پس نشان دهندهٔ تاب آوری بالا و آسیب پذیری پایین در ابعاد کنترلی می باشد (تاب آوری خالص).

$C2 < 0$: در ابعاد اقتضایی (بعد اجتماعی، بعد زیست محیطی و بعد پیرامونی)، مقدار خالص شاخص (NVRI) منفی است، پس نشان دهندهٔ تاب آوری پایین و آسیب پذیری بالا در ابعاد اقتضایی می باشد (آسیب پذیری خالص).

وضعیت ۴: تاب آوری پایدار

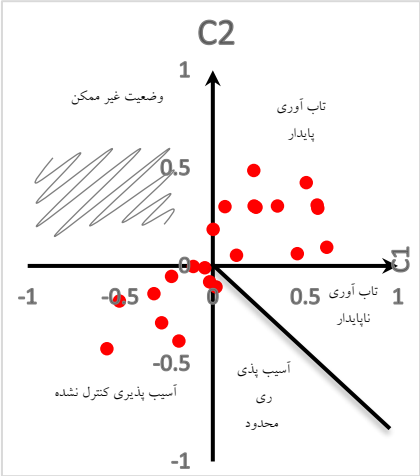
$\text{NVRI} > 0 \Longrightarrow \ C2 > 0$ و $C1 > 0$

$C1 > 0$: در ابعاد کنترلی (بعد حکمرانی و بعد اقتصادی)، مقدار خالص شاخص (NVRI) مثبت است، پس نشان دهندهٔ تاب آوری بالا و آسیب پذیری پایین در ابعاد کنترلی می باشد (تاب آوری خالص).

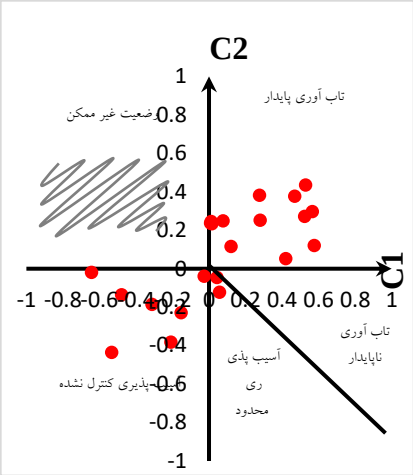
$C2 > 0$: در ابعاد اقتضایی (بعد اجتماعی، بعد زیست محیطی و بعد پیرامونی)، مقدار خالص شاخص (NVRI) مثبت است، پس نشان دهنده ی تاب آوری بالا و آسیب پذیری پایین در ابعاد اقتضایی می باشد (تاب آوری خالص).

وضعیت آسیب پذیری کنترل نشده به دلیل گزینه های نامناسب سیاست های عمومی (سیاست هایی مانند استراتژی ضعیف اقتصادی، حکمرانی نامناسب به دلیل بی ثباتی سیاسی، و ضعف در حاکمیت قانون) که به شکل دائمی دنبال می شوند، شکل می گیرد. آسیب پذیری مهار شده، کشورهایی را نشان می دهد که به سمت انتخاب های سیاستی مناسب حرکت کرده اند، گرچه این کشورها هنوز نتوانسته اند عوامل عملکردی منفی موجود در ابعاد اقتضایی را متعادل نمایند.

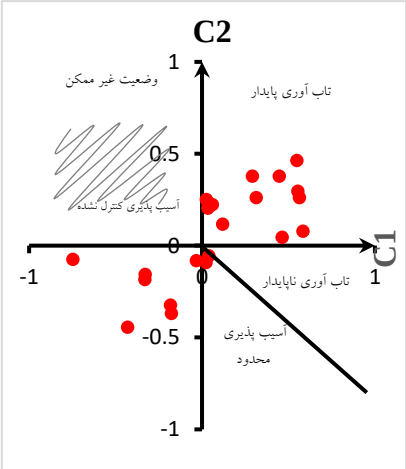
تاب آوری ناپایدار، وضعیتی را توصیف می کند که در آن، یک کشور، به تازگی عملکردهای اقتصادی و حاکمیتی را بهبود داده ولی در کنار آن، به سختی می تواند عوامل مؤثر بر آسیب پذیری را مدیریت نماید (به طور خاص، توانایی حفظ منابع طبیعی یا مدیریت ضعیف مربوط به بعد پیرامونی). وضعیت تاب آوری پایدار، وضعیت ایده آلی را نشان می دهد که ظرفیت های تاب آوری یک کشور، به طور قابل توجهی می تواند عوامل ایجاد آسیب پذیری را کنترل نماید. در جدول ۲، به تقسیم بندی کشورهای مورد بررسی در تحقیق حاضر بر اساس شاخص باتیس پرداخته شده است، و شکل ۵، موقعیت مکانی هر کشور را در وضعیت مرتبط نشان می دهد.



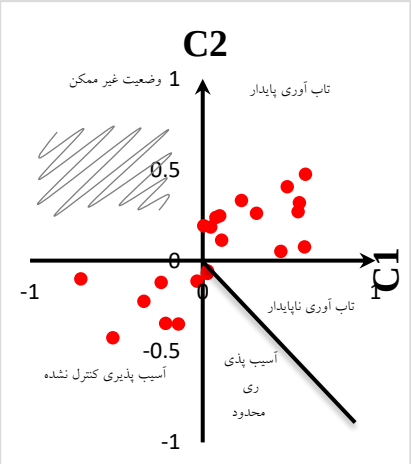
۲۰۱۹



۲۰۲۰



۲۰۱۷



۲۰۱۸

مأخذ: یافته های پژوهش

شکل ۵: وضعیت توزیع کشورها در وضعیت چهارگانه تحقیق با توجه به شاخص NVRI

جدول ۲: تقسیم بندی کشورها بر اساس شاخص ترکیبی الگوی باتیس

آسیب پذیری کنترل نشده[1] $C1 < 0$ و $C2 < 0$				آسیب پذیری محدود[2] $C1 > 0$ و $C2 < 0$			
۲۰۲۰	۲۰۱۹	۲۰۱۸	۲۰۱۷	۲۰۲۰	۲۰۱۹	۲۰۱۸	۲۰۱۷
الجزیره جیبوتی مصر ایران عراق لبنان مراکش	الجزیره جیبوتی مصر ایران عراق لبنان مراکش	الجزیره جیبوتی مصر ایران عراق لبنان مراکش	الجزیره جیبوتی مصر ایران عراق لبنان مراکش اردن عربستان				
تاب آوری ناپایدار[3] $C1 > 0$ و $C2 < 0$				تاب آوری پایدار[4] $C1 > 0$ و $C2 > 0$			
۲۰۲۰	۲۰۱۹	۲۰۱۸	۲۰۱۷	۲۰۲۰	۲۰۱۹	۲۰۱۸	۲۰۱۷
اردن تونس	اردن تونس	اردن تونس	تونس	بحرین کانادا فرانسه آلمان فلسطین اشغالی ژاپن کویت عمان عربستان بریتانیا امارات آمریکا	بحرین کانادا فرانسه آلمان فلسطین اشغالی ژاپن کویت عمان عربستان بریتانیا امارات آمریکا	بحرین کانادا فرانسه آلمان فلسطین اشغالی ژاپن کویت عمان عربستان بریتانیا امارات آمریکا	بحرین کانادا فرانسه آلمان فلسطین اشغالی ژاپن کویت عمان بریتانیا امارات آمریکا

مأخذ: یافته های پژوهش

1. Uncontrolled Vulnerability
2. Contained Vulnerability
3. Unstable Resilience
4. Stable Resilience

نتایج تحقیق، نشان می دهد که کشورهای گروه یک (گروه G7) در وضعیت تاب آوری پایدار قرار گرفته اند. بدین معنا که NVRI در ابعاد کنترلی و اقتضایی این کشورها مثبت است و بنابراین، در این کشورها، تاب آوری از آسیب پذیری پیشی گرفته است. در گروه تاب آوری پایدار، نام چند کشور از گروه دو نیز دیده می شود. کشورهای عمان، کویت، عربستان، امارات، فلسطین اشغالی و بحرین، دارای شاخص NVRI مثبت هستند ولی نتایج نشان می دهد که شاخص NVRI در اکثر این کشورها، کمی از صفر بزرگ تر می باشد. ویژگی اصلی کشورهای مذکور (غیراز امارات متحده عربی و فلسطین اشغالی)، این است که تعادل بین تاب آوری در ابعاد اقتضایی و آسیب پذیری در ابعاد کنترلی به شکلی است که مقدار شاخص خالص آسیب پذیری و تاب آوری (NVRI)، به صفر نزدیک می شود.

نقطه قوت اصلی کشورهای گروه دو که در گروه تاب آوری پایدار قراردارند، در بعد پیرامونی و نحوه تعامل این کشورها با اقتصاد جهانی، متمرکز شده است. در بین این کشورها، امارات و فلسطین اشغالی، از وضعیت مناسب تری برخوردار هستند. کشورهای عمان، کویت، عربستان و بحرین در ابعاد کنترلی، بسیار ضعیف تر عمل کرده اند. به طور ویژه، شاخص های بعد حکمرانی و شاخص NVRI در بعد حکمرانی در اغلب موارد، منفی بوده، و تنها دو کشور فلسطین اشغالی و امارات در بعد حکمرانی، وضعیت خوبی داشته اند و میانگین شاخص NVRI در بعد حکمرانی در طول دوره برای این دو کشور، حدود ۰/۴۵ است.

کشورهای گروه دو (عضو MENA)، عمدتاً در گروه آسیب پذیری خالص و کنترل نشده هستند. بعد حکمرانی و پس از آن، بعد اقتصادی، عوامل مهم آسیب پذیری کشورهای عضو MENA می باشد. میانگین شاخص NVRI در بعد حکمرانی و در دوره چهار ساله برای کشورهایی که در وضعیت آسیب پذیری کنترل نشده قرار دارند، ۰/۴۱- می باشد. میانگین شاخص NVRI در بعد اقتصادی و در دوره چهار ساله برای این کشورها ۰/.۱- می باشد. بنابراین، نقطه ضعف اصلی این کشورها در بعد حکمرانی قرار دارد. این کشورها با تمرکز بر بعد حکمرانی، می توانند شرایط شاخص را به طور واضحی بهبود بخشند.

تحلیل زمانی شاخص NVRI برای کشورهای منتخب، نشان می دهد عمده کشورهایی که در گروه تاب آوری پایدار قرار گرفته اند، در طول دوره مورد بررسی، تغییر وضعیت نداشته اند. تنها استثنا کشور عربستان است که در سال ۲۰۱۷ در وضعیت آسیب پذیری کنترل نشده قرار داشته و در سال های بعد، به وضعیت تاب آوری پایدار انتقال پیدا کرده است. همچنین کشور اردن در سال ۲۰۱۷ در وضعیت آسیب پذیری کنترل نشده (شاخص منفی در همه ابعاد)، قرار داشته است و از سال ۲۰۱۸ به بعد، به وضعیت تاب آوری ناپایدار (شاخص منفی در ابعاد اقتضایی و شاخص مثبت در ابعاد کنترلی)، انتقال یافته است. بدین ترتیب، وضعیت سایر کشورها در طول دوره مورد بررسی، تغییری نکرده است.

کشور ایران نیز در طول سال های ۲۰۲۰-۲۰۱۷ در وضعیت آسیب پذیری کنترل نشده قرار دارد؛ بدین معنا که مقدار شاخص خالص آسیب پذیری و تاب آوری (NVRI) در ابعاد کنترلی (شامل بعد حکمرانی و بعد اقتصادی) و ابعاد اقتضایی (شامل بعد زیست محیطی، بعد اجتماعی و بعد پیرامونی)، در این دوره ۴ ساله منفی بوده است.

همان طور که انتظار می رود، هیچ کشوری در ناحیه غیرممکن قرار نمی گیرد. بنابراین، به صورت تجربی نیز این مسأله تأیید می شود که اگر کشوری در ابعاد کنترلی (بعد اقتصادی و بعد حکمرانی)، تاب آور نباشد، حتماً در ابعاد اقتضایی (بعد اجتماعی، بعد زیست محیطی و بعد پیرامونی) نیز تاب آور نخواهد بود؛ چراکه ابعاد اقتضایی به صورت مستقیم تحت تأثیر ابعاد حکمرانی قرار دارند. به دست آوردن این نتیجه، مهر تأییدی بر تفکیک ابعاد توسعه پایدار به ابعاد کنترلی و ابعاد اقتضایی می باشد.

بررسی مورد خاص اقتصاد ایران، نشان می دهد که نقطه ضعف ایران در دورهٔ مورد بررسی، ناشی از ابعاد کنترلی و به عبارت دیگر، ابعاد اقتصادی و حکمرانی بوده است، در حالی که ابعاد مشروط یا ابعاد اجتماعی، زیست محیطی و پیرامونی در این سال‌ها، وضعیت بهتری را تجربه کرده‌اند (با ذکر این نکته که مقدار شاخص در همه ابعاد منفی بوده است). بدین ترتیب و با مشخص شدن نقطه ضعف اقتصاد ایران، می‌توان گفت برای برطرف شدن مشکلات باید در درجه اول بر روی ابعاد حکمرانی و اقتصادی تمرکز نمود. در ادامه و با مقایسهٔ درون ابعاد کنترلی، مشخص می‌شود که وضعیت بعد حکمرانی بدتر از بعد اقتصادی بوده است و حتی زمانی که تحریم های ظالمانه شدت پیدا کرده اند، وضعیت بعد حکمرانی، به مراتب بدتر از بعد اقتصادی شده است و بنابراین، درمان مشکلات مربوط به ایران را باید در داخل کشور جستجو نمود.

تجزیه و تحلیل شاخص NVRI، نقاط قوت و ضعف کشورهای گروه MENA و G7 را با رویکرد توسعه پایدار مورد بررسی قرار می دهد و به سیاست گذاران کشورهای ضعیف تر کمک می کند تا با بهره و الگو گیری از کشورهایی که وضعیت VR مناسب تری دارند، به پیشنهادات راهبردی برای بهبود اوضاع دست پیدا کنند. هدف از کمی سازی وضعیت آسیب پذیری و تاب آوری، دستیابی به رشد پایدار و فراگیر مطابق با برنامه های بین المللی است.

۵. نتیجه گیری

تحقیق حاضر، ۴۳ متغیر اولیه را به عنوان متغیرهای تأثیرگذار بر وضعیت آسیب پذیری و تاب آوری اقتصاد، با توجه به ابعاد توسعه پایدار (اقتصادی، حکمرانی، اجتماعی، زیست محیطی و پیرامونی)، معرفی می نماید.

پس از محاسبه شاخص های مرتبط با تاب آوری و آسیب پذیری، شاخص خالص آسیب پذیری و تاب آوری (NVRI)، به صورت تفاضل این دو شاخص تعریف می گردد. شاخص NVRI به جهت سیاست‌گذاری و تعیین اولویت‌های تصمیم‌گیری در ایجاد تاب‌آوری، مورد استفاده قرار می گیرد و می تواند با اتکا به مفاهیم آسیب‌پذیری و تاب‌آوری، به شکل صریحی دلایل ایجاد وضعیت VR را مشخص نماید و باعث کم شدن خطا در سیاست‌های اقتصادی شود. البته هیچگاه نمی توان اقتصاد

کشوری را به طور مداوم آسیب پذیر یا تاب آور قلمداد کرد، بلکه با اتخاذ سیاست های متفاوت، وضعیت هر کشور امکان بهتر یا بدتر شدن را دارد.

با توجه به نتایج تحقیق و بررسی وضعیت آسیب پذیری و تاب آوری اقتصادی در دو گروه کشور، شامل گروه G7 و کشورهای MENA ، مشخص گردید که در دوره چهار ساله ۲۰۲۰-۲۰۱۷، مشکل اصلی کشورهایی که در وضعیت نامناسب تری قرار دارند، در ابعاد کنترلی بویژه بعد حکمرانی قرار دارد.

بعد حکمرانی، ریشه در شرایط درونی یک حکومت دارد. حکمرانی خوب، دارای ویژگی هایی از جمله پاسخ گویی دولت و حق اظهار نظر قائل شدن برای شهروندان، قانون مداری و حاکمیت قانون، اثربخشی دولت و ... می باشد. حکمرانی در ذات خود، تعامل بین دولت و شهروندان را نشان می دهد و بنابراین حکمرانی خوب، به معنای ساختار دموکراتیک، کارآمد، پاسخ گو به همراه حاکمیت قانون و نبود فساد و ارائه مدیریت باکیفیت در جامعه است. بانک جهانی شش زیرشاخص برای حکمرانی خوب در نظر گرفته است و آمار مربوط را به صورت سالانه منتشر می نماید. در این راستا، نمره هر کشور بین ۲/۵- و ۲/۵+ قرار می گیرد. زیرشاخص های حکمرانی جهانی، با توجه به تأثیرگذاری بر آسیب پذیری و تاب آوری اقتصاد، عبارتند از:

۱- **زیرشاخص پاسخ گویی و حق اظهار نظر** (مؤثر بر تاب آوری اقتصادی)

۲- **زیرشاخص ثبات سیاسی و خشونت** (مؤثر بر تاب آوری اقتصادی)

۳- **زیرشاخص اثربخشی دولت** (مؤثر بر آسیب پذیری اقتصادی)

۴- **زیرشاخص کیفیت تنظیم کنندگی** (مؤثر بر تاب آوری اقتصادی)

۵- **زیرشاخص حاکمیت قانون** (مؤثر بر تاب آوری اقتصادی)

۶- **زیرشاخص کنترل فساد** (مؤثر بر آسیب پذیری اقتصادی)

با توجه به اینکه در پژوهش حاضر، بعد حکمرانی به عنوان عامل اصلی آسیب پذیری در کشورهای گروه دو (MENA) معرفی می شود، ضروری است که اصلاحات قابل توجهی در نظام حکمرانی این کشورها برای بهبود وضعیت آسیب پذیری و تاب آوری صورت پذیرد. بنابراین به عنوان توصیه سیاستی و بر اساس نتایج تحقیق و به جهت بالا بردن تاب آوری و کم کردن آسیب پذیری در بعد حکمرانی، پیشنهادات زیر ارائه می گردد:

- ثبات دولت و عملکرد سیاسی دولت، کاهش تنش های قومی و سیاست های قابل پیش بینی (در اقتصاد) برای بهبود **شاخص ثبات سیاسی و عدم خشونت** (چنین اقدامی می تواند به افزایش سرمایه گذاری بخش خصوصی و بهتر شدن وضعیت بعد اقتصادی نیز منجر گردد)؛
- ایجاد نظام حقوقی سالم و عادلانه، قوه قضاییه مستقل و عملکرد مناسب نیروی انتظامی و ایجاد پناهگاهی برای همه گروه های اجتماعی برای بهبود **شاخص حاکمیت قانون**؛

- بالابردن مشارکت شهروندان در انتخابات، حمایت از آزادی احزاب و تشکل ها و آزادی رسانه های جمعی، پذیرش و کمک به ایجاد فضای گفتگو، نقد و نظارت همگانی برای انجمن‌های علمی، دانشگاه‌ها، نهادهای مدنی و تشکل‌های فراگیرِ بویژه تخصصی و رسانه‌های مستقل برای بهبود **شاخص پاسخ گویی و حق اظهار نظر؛**
- بالابردن کیفیت خدمات عمومی، خدمات شهروندی و استقلال این خدمات از فشارهای سیاسی به جهت بهبود **شاخص اثربخشی دولت؛**
- استفاده از ابزارهای حمایتی بخش خصوصی مانند سیستم حق ثبت و اعطای اعتبارات مالیاتی جهت حمایت از بخش خصوصی و گسترش فعالیت های آن و ایجاد فضای رقابت در میان کوشندگان و صاحبان کسب‌وکار بخش خصوصی و پرهیز جدی از دامن زدن به انحصار دولتی یا شرایط امنیتی در بازارهای اقتصادی برای بهبود **شاخص کیفیت تنظیم کنندگی؛**
- عدم استفاده از قدرت عمومی و دولت در منافع شخصی و خصوصی برای بهبود **شاخص کنترل فساد.**

References

Abounoori, E., & Lajevardi, H. (2017). "Estimating Composite Vulnerability and Resilience Index of Iranian Economy". Journal of Economics and Modeling, **7**(28): 1-29.

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.

Amiri, H., Pirdadeh Beyranvand, M., Norouzi Amogin, F., & Alizadeh, Sh. (2018). "Estimation Vulnerability and Resilience Indicators in Iran Economy". Quarterly Journal of the Macro and Strategic Policies, **6**(3): 434-455.

Angeon, V., & Bates, S. (2015). "Reviewing Composite Vulnerability and Resilience Indexes: A Sustainable Approach and Application". World Development, Vol. 72: 140-162.

Azizi, Z., & Khorsandi, M. (2016). "The Investigation of Good Governance Effects on Economic Vulnerability: An Inter-country Approach". Iranian Economic Development Analyses, **4**(3): 129-150.

Bakhtiari, S., & Sajjadieh, F. (2018). "Theoretical and Empirical Analysis of Economic Resilience Index". Iranian Journal of Economic Studies. Vol 7, Issue 1: 41-53.

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, L. (1995). "Small Island States and Their Economic Vulnerabilities". World Development, **23**(9): 1615-1632.

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., & Cordina, G. (2008). "Economic Vulnerability & Resilience: Concepts & Measurements". World Institute for Development Economics Research, 55: 1-22.

Briguglio, L., Cordina, G., Farrugia, N., & Vella, S. (2009). "Economic Vulnerability and Resilience: Concepts and Measurements". Oxford Development Studies, 37: 229–247.

Briguglio (2014). A vulnerability and resilience framework for small states. Report prepared for the Commonwealth Secretariat.

Briguglio, L. (2016). "Exposure to External Shocks and Economic Resilience of Countries: Evidence from Global Indicators". Journal of Economic Studies, **43**(6), 1057-1078.

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.

Ghiasvand, A., & Abdolshah, F. (2015). "The Concept and Measurement of Economic Resilience". Economics Research, **15**(59): 161-187.

Golverdi, M. (2018). "National Resilience: Literature Review". Strategic Studies of Public Policy, **7**(25): 293-310.

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 Togbay, Oxford University Press: 25-115.

Hidayat, Y., & Purwandari, T. S. S. (2021). "Identifying Unwanted Conditions through Chaotic Area Determination in the Context of Indonesia's Economic Resilience at the City Level". MDPI, Sustainability, Vol 13, Issue 9. 10.3390/su13095183.

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.

Klei,. 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.

Pereira, E.E., & Steenge, A.E. (2022). "Vulnerability and Resilience in the Caribbean Island States; The Role of Connectivity". Netw. Spat Econ., 22: 515-540.

Pourasghar Sangachin, F., Salehi, E., & Dinarvandi, M. (2012). “Measurement of the Development Level of Iran's Provinces with Factor Analysis Approach”. Town and Country Planning, **4**(7): 5-26.

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 Indicaators. 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.

Vosoughi, A. (2018). “The Impact of Vulnerability and Economic Resilience on Volatilities of GDP Per Capita; A Cross Country Study”. Economics Research, **18**(70): 265-291.

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.

Quarterly Journal of The Economic Research (Sustainable Growth and Development)
Original Research Article/ Vol.23, No.2, Summer 2023, P: 219-247

Comprehensive Combined Index of Vulnerability and Resilience in Selected Countries (G7 and MENA); Graph Theory Approach

Mozhgan Moallemi[1]
Yegane Moosavi Jahromi[2]
Alireza Sharif Moghadasi[3]
Maryam Ramezani[4]

Received: 2022-11-23 Accepted: 2022-12-13

Aim and Introduction

Internal and external economic crises and shocks are inevitable in different countries. Many countries are unable to resist economic crises and witnessed undesirable economic events. On the other hand, some countries are highly resilient to domestic and foreign economic crises. The single-product countries are more vulnerable to economic crises than other countries. Resilience of the economy can help move the economy towards sustainable development.

Sustainable development is a development that meets the current human needs without harming the capabilities of the future generations to meet their needs. For sustainable development, four dimensions including governance, economic, environmental and social dimensions are considered. Analyzing the growth history of countries reveals the fact that international trade has been the engine of economic prosperity and expansion of most advanced and developing societies. In order to achieve sustainable development, it is necessary to have trade relations with other countries of the world.

Also, the country's distance from international trade centers due to specific geographical and political conditions will be an obstacle to the development of the economy. In this way, the peripheral dimension is proposed as the fifth dimension of sustainable development to show the political and geographical isolation of the country. In this article, first, the dimensions of sustainable development and its subgroup variables are determined. Then the impact of sustainable development dimensions on the state of economic vulnerability and resilience of different countries are analyzed. The statistical sample includes two groups of countries including G7 member countries and MENA countries. This study investigates the state of vulnerability and resilience (VR) of these two groups during 2017-2020.

1. Assistant Professor of Economics, Payame Noor University, Tehran, Iran, Corresponding author, E-mail: moallemi_m@pnu.ac.ir
2. Professor of Economics, Payame Noor University, Tehran, Iran, E-mail: mosavi@pnu.ac.ir
3. Assistant Professor of Economics, Payame Noor University, Tehran, Iran, E-mail: a.sharifmoghaddasi@pnu.ac.ir
4. Instructor of Economics, Payame Noor University, Tehran, Iran, E-mail: ramezaniy.m@pnu.ac.ir

Methodology

In this article, Graph theory and Tarjan's algorithm are used to analyze the relationships within the network of variables influencing sustainable development and to examine the relationship between these variables and economic vulnerability and resilience. Tarjan's algorithm is looking for a strongly connected graph that can identify the fundamental variables affecting economic vulnerability and resilience and finally determine the maximal graph. The final output of Tarjan's algorithm is n* variables for measuring VR. Tarjan's algorithm divides the variables into two general parts; The first group of variables that causes vulnerability and resilience and the second group of variables that is created as a result of resilience and vulnerability. The initial set of variables in the dimensions of sustainable development includes economic, social, environmental, governance and peripheral dimensions. After identifying the relationships between the 43 variables presented, a graph is drawn that expresses the relationships between the desired variables.

Findings

The results of the algorithm reveal the fact that the resilience of the model is due to the economic and governance dimensions. If the "economic" or the "governance" dimension are specifically removed, the capacity of the directed graph which is resilient to the strongly connected feature will definitely be lost. Since governance and economic dimensions directly affect other dimensions, they are called as control dimensions. On the other hand, social, environmental and peripheral dimensions are considered as contingent dimensions.

Therefore, contingent dimensions are directly dependent and influenced by control dimensions. In this research, the Net Vulnerability and Resilience Index (NVRI) is separated in all dimensions and calculated in the range of -1 and 1. The NVRI time series is shown during the period and based on the sample countries. The results indicate that in all periods, the status of the NVRI index of the G7 countries was better than the MENA countries, and all the G7 members had resilient economies.

Discussion and Conclusion

According to the index calculations, the countries are classified into four states of uncontrolled vulnerable, limited vulnerable, unstable resilient and sustainable resilient. The G7 countries are sustainable and resilient, which means that in these countries, resilience has surpassed vulnerability. The countries of Oman, Kuwait, Saudi Arabia, UAE, Occupied Palestine and Bahrain from the MENA group are also sustainable and resilient.

The main strength of MENA countries, which are in the group of sustainable resilient, is focused on the peripheral dimension and how these countries interact with the global economy. Among these countries, the UAE and occupied Palestine have a more suitable situation. MENA countries are mainly in the pure and

uncontrolled vulnerable group. The governance dimension and then the economic dimension are the important factors of the vulnerability of these countries.
The temporal analysis of the index for the selected countries shows that the majority of the countries that are in the sustainable resilient group did not change their situation during the period under review. Iran is an uncontrolled vulnerable during the years 2017-2020, and in all periods, the index in governance and economic dimensions has been negative and vulnerability is more than resilience. The analysis of the NVRI index examines the strengths and weaknesses of MENA and G7 countries with a sustainable development approach. It helps the policymakers to get strategic suggestions to improve the situation in weaker countries by following the example of the countries that have a better VR state. The goal of quantifying the state of vulnerability and resilience is to achieve sustainable and inclusive growth in accordance with international programs.

Keywords: Economic Vulnerability and Resilience, Sustainable Development, Graph Theory, Tarjan Algorithm, Composite Index
JEL Classification: C02, C60, O10