

## فصلنامه علمی

## پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)

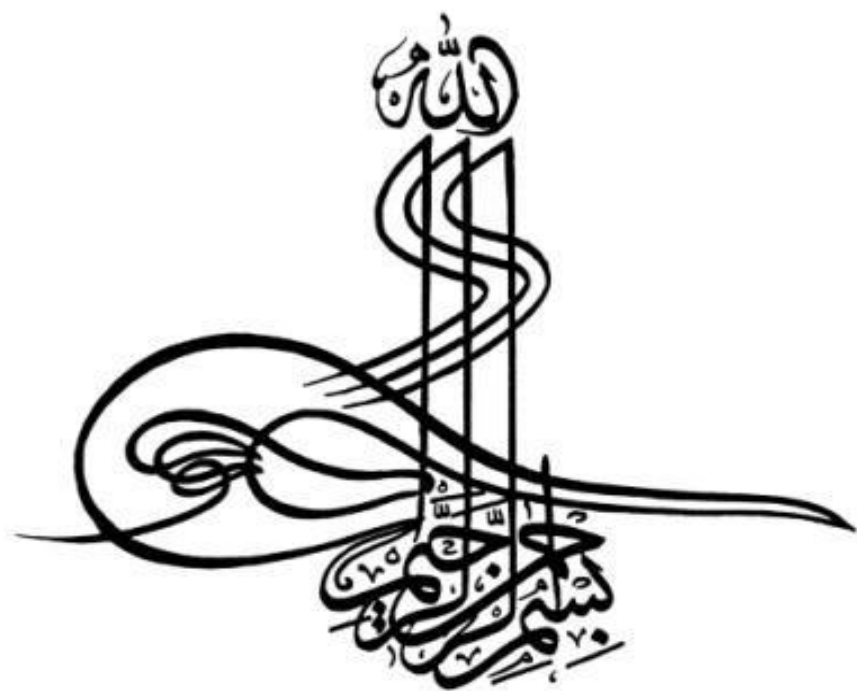
سال بیست و دوم - شماره چهارم - زمستان ۱۴۰۱



شاپا: ۶۷۶۸-۱۷۳۵



- بررسی آثار یارانه انرژی بر تحقق توسعه پایدار با استفاده از مدل های تصمیم گیری چند معیاره MADM و رویکردهای ارزیابی TOPSIS و VIKOR مطالعه موردی کشورهای: ایران، چین، هندوستان، عربستان، روسیه، آلمان، آمریکا و ژاپن  
 علی محمدی پور..... ۴۰-۱
- شبیه سازی و اعمال اصلاحات پارامتریک جهت بهبود ناترازی مالی نظام بازنشستگی ایران  
 نعیم شکری، عباس عسگری، علی عسگری، امیرحسین مزینی و نعمت الله اکبری..... ۶۷-۴۱
- تأثیرات اقتصادی تحریم های مالی بر اقتصاد ایران  
 لیلا ترکی و باران مظاهری..... ۹۸-۶۹
- بررسی افزایش نرخ ارز و تأثیر آن بر برخی متغیرهای کلان اقتصادی ایران در شرایط تحریم  
 پرویز داودی و محمدرضا سزاوار..... ۱۱۷-۹۹
- اثر تحریم و وضعیت درآمدهای نفتی بر درجه عبور نرخ ارز  
 محمدجواد خسروسرشکی و علیرضا کیخا..... ۱۴۲-۱۱۹
- تعیین بخش های کلیدی استان یزد بر مبنای تحلیل داده - ستانده دو منطقه ای  
 فرزاد دهقان بنادکوکلی و زهرا نصراللهی..... ۱۷۰-۱۴۳
- تأثیر غیر خطی آستانه ای صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط بر بهره‌وری کل عوامل در منتخبی از کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته: رویکرد رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR)  
 سوسن اعتمادی نیا و سید جمال الدین محسنی نوزوی..... ۲۰۲-۱۷۱
- تحلیل رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و رد پای اکولوژیکی در منتخبی از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه  
 اعظم اصفهانی، سارا قبادی و کریم آذربایجانی..... ۲۳۲-۲۰۳
- تأثیر نامتقارن نااطمینانی سیاست اقتصادی و قیمت نفت بر انتشار دی اکسید کربن در ایران  
 نرگس سنجرلی کنارسندل، بهنام الیاس پور و روح اله بابکی..... ۲۶۰-۲۳۳
- اندازه گیری میزان رقابت پذیری در صنعت برق ایران، رویکرد ساختاری و غیر ساختاری با هدف دستیابی به رشد اقتصادی پایدار  
 مائده آذربایجانی، مصطفی عمادزاده و مجید صامتی..... ۲۸۱-۲۶۱





## فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)



فصلنامه علمی - پژوهشی پژوهشکده اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس

با همکاری انجمن علمی تجارت الکترونیکی ایران

سال بیست و دوم - شماره چهارم - زمستان ۱۴۰۱

صاحب امتیاز: پژوهشکده اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس

مدیر مسئول: دکتر پرستو محمدی

سر دبیر: دکتر مجید صامتی

مشاوران علمی سردبیر: دکتر لطفعلی عاقلی، دکتر مرتضی عزتی و دکتر امیرحسین مزینی

مدیر داخلی: محمد نوروزی

کارشناس فصلنامه: مریم طالبی

هیأت تحریریه: (به ترتیب حروف الفبا)

دکتر حسین صادقی  
(دانشیار دانشگاه تربیت مدرس)

دکتر حسین اصغرپور  
(استاد دانشگاه تبریز)

دکتر مجید صامتی  
(استاد دانشگاه اصفهان)

دکتر مجید احمدیان  
(استاد دانشگاه تهران)

دکتر عباس عساری آرانی  
(دانشیار دانشگاه تربیت مدرس)

دکتر عبدالمجید جلائی  
(استاد دانشگاه شهید باهنر)

دکتر مرتضی عزتی  
(دانشیار دانشگاه تربیت مدرس)

دکتر یداله دادگر  
(استاد دانشگاه شهید بهشتی)

دکتر مصطفی عمادزاده  
(استاد دانشگاه اصفهان)

دکتر سعید راسخی  
(استاد دانشگاه مازندران)

دکتر کاظم یآوری  
(استاد دانشگاه یزد)

دکتر منصور زراعتزاد  
(استاد دانشگاه شهید چمران)

**Dr Srdjan Redzepagic**  
(Full Professor of Economics)

دکتر مصطفی سلیمی فر  
(استاد دانشگاه فردوسی مشهد)

ویراستار فارسی: سید محمدحسن مصطفوی

ویراستار انگلیسی: دکتر لطفعلی عاقلی

صفحه آرایی: مریم طالبی

پروانه انتشار این فصلنامه طبق مجوز شماره ۱۲۴/۱۲۰۸۶ مورخ ۱۳۷۸/۹/۲ وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی با روش پژوهشی، اطلاع رسانی در زمینه علوم انسانی (علوم اقتصادی، جغرافیا، مدیریت، حسابداری، به زبان فارسی و انگلیسی با گستره بین‌المللی صادر گردیده است. مقاله‌های چاپ شده در این فصلنامه به معنی تأیید مواضع و اندیشه نویسندگان آن‌ها نیست. نقل مطالب با ذکر نام ناشر و نشریه آزاد است.

این فصلنامه هم اکنون در پایگاه‌های زیر نمایه می‌گردد:

AEA Electronic Indexes (e-JEL & Econlit)

Google Scholar

International Standard Serial Number (ISSN)

ICI Journals Master List (Index Copernicus)

پایگاه استنادی جهان اسلام (ISC)

پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)

پایگاه مجلات تخصصی نور وابسته به مرکز تحقیقاتی علوم اسلامی (CRCIS)

پایگاه مجلات تخصصی نور (Noor mags)

بانک اطلاعات نشریات کشور (Magiran)

در پنجمین جشنواره بین‌المللی فارابی (سال ۱۳۹۰)، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار) به عنوان فصلنامه علمی-پژوهشی شایسته تقدیر انتخاب شده، و مفتخر به دریافت لوح افتخار از وزیر محترم علوم، تحقیقات و فناوری و نیز سازمان‌های بین‌المللی یونسکو و آی‌سسکو گردیده است

نشانی: تهران، تقاطع بزرگراه‌های شهیدچمران و جلال آل‌احمد، دانشگاه تربیت مدرس،

پژوهشکده اقتصاد دفتر فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)، کد پستی ۱۴۱۱۷۱۳۱۱۶

تلفن: ۸۲۸۸۳۹۰۷ دورنگار: ۸۲۸۸۳۹۲۳ پست الکترونیکی: [jerc@modares.ac.ir](mailto:jerc@modares.ac.ir)

آدرس اینترنتی: <http://ecor.modares.ac.ir>

## راهنمای تنظیم و ارسال مقالات

- ۱- مقاله ارسالی از ۲۵ صفحه ۳۰ سطری با طول سطر ۱۲ سانتیمتر (هر صفحه ۳۵۰ کلمه) تجاوز نکند. قلم متن فارسی B Nazanin معمولی با اندازه 11.5 و قلم لاتین Times New Roman معمولی با اندازه 10.5 باشد. قلم پاورقی فارسی B Nazanin معمولی با اندازه 10.5 و قلم لاتین Times New Roman معمولی با اندازه 9 باشد. تمام عددهای داخل متن (به جز پانویس انگلیسی) و جدولها به فارسی باشند.
- ۲- فایل اصل مقاله در قالب word و مطابق با فرمت نشریه به راهنمای نویسندگان در سایت فصلنامه مراجعه فرمایید.
- ۳- جهت ارسال مقاله به آدرس الکترونیکی فصلنامه <http://ecor.modares.ac.ir> و یا [www.jecon.ir](http://www.jecon.ir) مراجعه و پس از ثبت نام و دریافت شناسه کاربری نسبت به ارسال مقاله خود اقدام فرمایید
- ۴- مقاله ارسالی باید دارای بخشهای زیر باشد:
  - الف) چکیده فارسی مقاله، حداکثر در ۲۵۰ کلمه و چکیده انگلیسی آن متوسط (۷۵۰ تا ۱۰۰۰ کلمه) باشد.
  - ب) واژگان کلیدی فارسی و معادل انگلیسی آنها (حداکثر ۵ واژه).
  - ج) معرفی نویسنده (نام و نام خانوادگی، مدرک تحصیلی، رشته و گرایش، رتبه علمی، آدرس محل کار، تلفن تماس محل کار، نمابر و پست الکترونیکی برای درج در فصلنامه).
  - د) درج معادل لاتین اسامی و اصطلاحات مهجور در پایین هر صفحه ضروری است.
  - ه) درج JEL (طبقه‌بندی موضوعی) در انتهای واژگان کلیدی؛ برای طبقه‌بندی JEL می‌توانید از آدرس اینترنتی [https://www.aeaweb.org/journal/jel\\_class\\_system.html](https://www.aeaweb.org/journal/jel_class_system.html) استفاده نمایید.
- ۵- در سازماندهی مقاله، این ترتیب رعایت شود: عنوان مقاله، نام نویسندگان، چکیده فارسی، واژگان کلیدی، طبقه‌بندی JEL، مقدمه، متن مقاله، نتیجه‌گیری، فهرست منابع و مآخذ و چکیده انگلیسی مبسوط.
- ۶- روش ارجاع داخل متون (APA) باشد، یعنی منابع مورد استفاده در متن به این شکل نوشته شود: نام خانوادگی نویسنده، تاریخ انتشار و شماره جلد و شماره صفحه (مظفر ۱۳۷۵، ج ۱، ص ۱۱) در صورت تکرار بلافاصله همان منبع، کلمه همان با شماره جلد و صفحه آورده شود.
- تمامی منابع باید براساس استاندارد رفرنس‌نویسی APA باشد. لیست منابع باید ابتدا به‌ترتیب الفبایی مرتب و به زبان انگلیسی نوشته شوند.
- الف) برای کتاب: نام خانوادگی و نام نویسنده، سال انتشار، نام کتاب، نام مترجم، محل انتشار، نام ناشر، شماره چاپ، تاریخ انتشار، شماره جلد.
- ب) برای مقاله: نام خانوادگی، نام نویسنده، سال انتشار، عنوان مقاله، نام نشریه و شماره مجله.
- ج) پی‌نوشت‌های توضیحی در پایان همان صفحه آورده شود.
- درج شناسه DOI (در صورت وجود) در انتهای هر رفرنس الزامی است.
- در انتهای منابع فارسی که به انگلیسی برگردان شده است ضروری است عبارت (In Persian) در انتهای منبع داخل پرانتز ذکر شود.
- ۷- سپاسگزاری: یکی از بخش‌های مقاله سپاسگزاری از تأمین‌کنندگان بودجه و امکانات و اشخاص دیگر که در انجام تحقیق کمک کرده‌اند، می‌باشد. اسامی سازمان‌های تأمین‌کننده باید به‌طور کامل و مطابق با معیارهای سازمان مورد نظر ذکر شود.

## سایر نکات

مقاله ای که فرمت نشریه را دارا نباشد در جلسه هیات تحریریه نشریه مطرح نمی‌شود. مسئولیت صحت مطالب به عهده نویسنده(گان) است. هیأت تحریریه در رد و ویرایش مقالات مجاز است.

## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱.....	علی محمدی پور.....	بررسی آثار یارانه انرژی بر تحقق توسعه پایدار با استفاده از مدل های تصمیم گیری چند معیاره MADM و رویکردهای ارزیابی Topsis و VIKOR مطالعه موردی کشورهای: ایران، چین، هندوستان، عربستان، روسیه، آلمان، آمریکا و ژاپن
۴۱.....	نعیم شکری، عباس عساری آرانی، علی عسگری، امیرحسین مزینی و نعمت‌الله اکبری.....	شبیه‌سازی و اعمال اصلاحات پارامتریک جهت بهبود ناترازی مالی نظام بازنشستگی ایران
۶۹.....	لیلا ترکی و باران مظاهری.....	تأثیرات اقتصادی تحریم های مالی بر اقتصاد ایران
۹۹.....	پرویز داودی و محمدرضا سزاوار.....	بررسی افزایش نرخ ارز و تأثیر آن بر برخی متغیرهای کلان اقتصادی ایران در شرایط تحریم
۱۱۹.....	محمدجواد خسروسرشمی و علیرضا کیخا.....	اثر تحریم و وضعیت درآمدهای نفتی بر درجه عبور نرخ ارز
۱۴۳.....	فرناز دهقان بنادکویی و زهرا نصراللهی.....	تعیین بخش‌های کلیدی استان یزد بر مبنای تحلیل داده - ستانده دو منطقه‌ای
۱۷۱.....	سوسن اعتمادی نیا و سید جمال‌الدین محسنی نوزوی.....	تأثیر غیرخطی آستانه ای صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط بر بهره‌وری کل عوامل در منتخبی از کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته: رویکرد رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR)
۲۰۳.....	اعظم اصفهانی، سارا قبادی و کریم آذربایجانی.....	تحلیل رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و ردپای اکولوژیکی در منتخبی از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه
۲۳۳.....	نرگس سنجرى کنارسندل، بهنام الیاس پور و روح اله بابکی.....	تأثیر نامتقارن نااطمینانی سیاست اقتصادی و قیمت نفت بر انتشار دی اکسید کربن در ایران
۲۶۱.....	مائده آذربایجانی، مصطفی عمادزاده و مجید صامتی.....	اندازه‌گیری میزان رقابت‌پذیری در صنعت برق ایران، رویکرد ساختاری و غیرساختاری با هدف دستیابی به رشد اقتصادی پایدار



## بررسی آثار یارانه انرژی بر تحقق توسعه پایدار با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره MADM و رویکردهای ارزیابی TOPSIS و VIKOR مطالعه موردی کشورهای: ایران، چین، هندوستان، عربستان، روسیه، آلمان، آمریکا و ژاپن

علی محمدی‌پور<sup>۱</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۷

### چکیده

با عنایت به سیاست‌گذاری بین‌المللی از سال ۲۰۱۵ مبنی بر حرکت در مسیر توسعه پایدار و بنا به تضاد پرداخت یارانه انرژی با اهداف توسعه پایدار (SDG<sup>۲</sup>)، مطالعه حاضر به بررسی آثار پرداخت یارانه بر تحقق توسعه پایدار در کشورهای منتخب می‌پردازد. به این منظور، با طراحی و ساخت شاخص ترکیبی توسعه پایدار، عملکرد ۵ کشور اول جهان به لحاظ پرداخت بیشترین یارانه انرژی، با اقتصادهای بزرگ جهان از حیث بالاترین میزان GDP (عمدتاً بدون پرداخت یارانه انرژی) مورد ارزیابی قرار گرفته است. شاخص ترکیبی هدف بر اساس طراحی مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و استفاده از رویکردهای هفتگانه: *Max-Min*، *Score Z*، *McGranahan*، *EJ-Scoring*، *Guttman*، *TOPSIS* و *VIKOR* در بازه زمانی ۲۰۲۰-۱۹۹۰ محاسبه، و نتایج حاصله در سطوح ایستا و پویا مقایسه گردیده‌اند. رتبه‌بندی کشورها در سطح پویا، ضمن رفع ایرادات موجود در سطح ایستا، بیانگر ارتباط منفی قوی بین پرداخت یارانه انرژی و تحقق توسعه پایدار می‌باشد. همچنین نتایج، نشان‌دهنده اوضاع نامطلوب ایران در پرداخت یارانه انرژی (رتبه اول جهان) و تحقق توسعه پایدار (رتبه آخر بین کشورهای مورد بررسی) بوده، در مقابل، آلمان بدون پرداخت یارانه انرژی، رتبه اول در این مطالعه را کسب نموده است. نهایتاً نتایج آنالیز حساسیت، بیانگر سهم بالای شاخص امید به زندگی، درآمد سرانه و شاخص آموزش در شاخص ترکیبی هدف می‌باشد.

واژگان کلیدی: مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MADM)، یارانه انرژی، شاخص توسعه پایدار،

رویکرد TOPSIS، رویکرد VIKOR

طبقه‌بندی JEL: Q56، C61، F53

۱. استادیار، گروه اقتصاد، واحد تبریز، دانشگاه پیام نور، تبریز، ایران و مشاور اقتصادی، گروه انرژی، انجمن

Dr.ali.mohammadipour@gmail.com

اقتصاد انرژی ایران، تهران، ایران.

2. SDG = Sustainable Development Goals



## ۱. مقدمه

تحولات چشمگیر در چند جانبه‌گرایی و شکل‌گیری سیاست‌های بین‌المللی، با تصویب چندین توافقنامه مهم و تأثیرگذار در سال ۲۰۱۵ میلادی بطور برجسته نقش آفرینی نمود. طی سپتامبر ۲۰۱۵، سران دولت‌های عضو سازمان ملل متحد در نیویورک با تصویب دستور کار ۲۰۳۰ بر تعیین مسیری به سوی توسعه پایدار توافق نمودند. دستور کار مذکور، شامل ۱۷ آرمان و ۱۶۹ هدف بوده که می‌باید اهداف عملیاتی کمی در ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی تا سال ۲۰۳۰ در عرصه بین‌المللی محقق شود (تولیور و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹).

در همین راستا، نخسین توافق اقلیمی جهان با حضور ۱۹۵ کشور در اجلاس زیست محیطی پاریس در ۱۲ دسامبر ۲۰۱۵ به تصویب رسید و بر این اساس، سند نهایی مقابله با تغییرات آب و هوایی و عبور از سوخت‌های فسیلی در عرصه بین‌المللی به تأیید نهایی رسید (کاجی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۲۰).

توسعه پایدار به‌عنوان یک مفهوم چند بعدی، در برگیرنده ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی بوده و مطابق بررسی‌های انجام شده، دگرگونی سیستم انرژی فعلی برای کاهش اثرات مضر آن، هم در سمت عرضه و هم بر تقاضا، ضروری می‌باشد. دگرگونی مورد اشاره بدون لحاظ نمودن ابعاد اجتماعی و زیست محیطی و انعکاس هزینه‌های خارجی انرژی، قابل تحقق نخواهد بود (گانارسدوتیرا و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۲۱). از جمله مهمترین این تحولات در بخش انرژی، توقف پرداخت یارانه به بخش انرژی و اصلاح الگوی تولید و مصرف آن می‌باشد.

پرداخت یارانه به بخش انرژی، مغایر با توافقات جهانی فوق‌الاشاره بوده و مقرر گردیده دولت‌ها با بهره‌گیری از منابع مالی حاصل از کاهش یارانه انرژی، نسبت به بسترسازی برای سرمایه‌گذاری گسترده در انرژی‌های تجدید پذیر اقدام نمایند و از طریق وضع قوانین حمایتی و هدایتی، نسبت به کاهش چشمگیر مصرف سوخت‌های فسیلی اقدام نمایند (مریل و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۷). بررسی تجربه کشورهای مختلف جهان، نشان می‌دهد که برخلاف اهداف اولیه، پرداخت یارانه به بخش انرژی، آثار و هزینه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی فراوانی همچون: افزایش مصرف انرژی و اتلاف منابع، قاچاق و بروز مفاسد اقتصادی، عدم توازن بودجه دولت و تراز تجاری انرژی، باز توزیع منابع به نفع گروه‌های پردرآمد، جلوگیری از توسعه طرح‌های مرتبط با انرژی‌های تجدید پذیر، عدم به-کارگیری فناوری‌های پاک در تولید و ... را ایجاد می‌نماید (امیرخانلو، ۱۳۹۷).

از این رو، وقوع ترکیبی از بحران‌های اقتصادی و زیست محیطی، اصلاح یارانه‌های انرژی را در راستای سیاست‌گذاری جهانی فوق‌الاشاره اجتناب ناپذیر می‌سازد.

1. Tolliver *et al.* (2019)
2. Kachi *et al.* (2020)
3. Gunnarsdottira *et al.* (2021)
4. Merrill *et al.* (2017)

مطالعه حاضر، آثار یارانه‌های ارائه شده به بخش انرژی بر تحقق توسعه پایدار در دو گروه متفاوت از کشورها را بررسی می‌کند. مطابق گزارشات آژانس بین‌المللی انرژی<sup>۱</sup>، برآورد کل یارانه واقعی پرداخته شده در جهان به بخش انرژی در سال ۲۰۲۰، ۱۸۱/۵ میلیارد دلار بوده<sup>۲</sup> که در این میان، نقش پر رنگ ایران به شدت قابل توجه می‌باشد؛ به طوری که ایران در سال ۲۰۲۰ با پرداخت ۲۹/۶ میلیارد دلار واقعی (و سهمی بیش از ۱۶ درصد) در رتبه نخست پرداخت یارانه در جهان قرار داشته و کشورهای چین، عربستان، روسیه و هندوستان نیز در رتبه‌های دوم تا پنجم قرار گرفته‌اند. پنج کشور مذکور، به‌عنوان کشورهای گروه اول در مطالعه حاضر می‌باشند.

در مقابل، اقتصادهای بزرگ جهان با بالاترین میزان GDP شامل کشورهای آمریکا، چین، ژاپن و آلمان، به‌عنوان کشورهای گروه دوم مورد بررسی قرار می‌گیرند. این در حالی است که مطابق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی<sup>۳</sup> (۲۰۲۱)، یارانه مستقیم پرداختی به بخش انرژی در اقتصادهای بزرگ جهان، همانند آمریکا، ژاپن و آلمان، به‌طور کامل حذف شده است. بر این اساس، فرضیه‌های تحقیق عبارتند از:

۱- ارتباط منفی بین رتبه‌بندی کشورها از حیث بیشترین یارانه پرداختی به بخش انرژی با رتبه‌بندی بر مبنای تحقق توسعه پایدار وجود دارد؛

۲- کشورهای گروه دوم (با کمترین یارانه پرداختی)، به‌طور متوسط، وضعیت بهتری در تحقق توسعه پایدار در قیاس با کشورهای گروه اول دارند.

۳- در بین کشورهای گروه دوم، چین با پرداخت مقادیر قابل ملاحظه یارانه انرژی، کمترین تحقق در توسعه پایدار را دارا می‌باشد.

بررسی‌های اخیر گروکو و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۹)، بیانگر رشد تصاعدی در استفاده از شاخص‌های ترکیبی در ۲۰ سال اخیر بوده، به طوری که محبوبیت آنها در تمامی حوزه‌هایی که نیازمند تجمیع اطلاعات جهت تصمیم‌گیری<sup>۵</sup> می‌باشد، برجسته و چشمگیر است. شاخص‌های ترکیبی با متراکم اطلاعات تعداد زیادی از شاخص‌های اساسی در یک معیار ساده‌تر، می‌توانند تفسیر نتایج را بهبود بخشند؛ که این امر، علت اصلی رشد فزاینده در بهره‌گیری از آنها بویژه برای تحلیل عملکرد مفاهیم چند بعدی می‌باشد (لیندن و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۲۱).

1. IEA (From 2010 to 2021)

۲. سهم نفت و مشتقات نفتی از یارانه‌های ارائه شده در جهان، ۵۰ درصد بوده و سهم انرژی الکتریکی، گاز طبیعی و زغال سنگ، به ترتیب، ۲۹، ۲۰ و ۱ درصد می‌باشد.

3. IEA (2021)

4. Greco et al. (2019)

5. Decision-Making

6. Lindén et al. (2021)

طیف وسیعی از مطالعات را می‌توان در ادبیات یافت که به ساخت شاخص ترکیبی در خصوص اکولوژی و کیفیت زیست محیطی: اوتیو و گرادینارو<sup>۱</sup> (۲۰۱۸)؛ ۱۰ شاخص ترکیبی: در مطالعه پی‌چون و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۱)، عقیلی و همکاران (۱۳۹۹)، ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹)، غفاری فرد و همکاران (۱۳۹۹)؛ پایداری: مارتینز و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۰)، ساچس و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۲۱)، میرسندسی و امین زاده (۱۳۹۸)، پندار و همکاران (۱۳۹۹) و محمدی پور (۱۴۰۱)؛ توسعه انسانی: بیگری و مارو<sup>۵</sup> (۲۰۱۸) و برنامه توسعه ملل متحد<sup>۶</sup> (۲۰۲۰)؛ رقابت‌پذیری: سهولت انجام کسب و کار بانک جهانی<sup>۷</sup> (۲۰۲۰) و آلفارو و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۲۱) و کیفیت حکمرانی: رمزی و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۱۹)، عمر و بن مبروک<sup>۱۰</sup> (۲۰۲۰)، مؤسسه حاکمیت منابع طبیعی<sup>۱۱</sup> (۲۰۲۱) و ظهیری و همکاران (۱۳۹۹)، می-پردازد.

بنابراین، شاخص‌های ترکیبی به‌عنوان ابزارهای انعطاف‌پذیر و قوی برای حمایت از تصمیم‌گیری، مورد استفاده قرار می‌گیرند، بخصوص زمانی که بیش از یک معیار یا متغیر مد نظر می‌باشد (گروکو و همکاران<sup>۱۲</sup>، ۲۰۱۶).

در مطالعه حاضر، شاخص ترکیبی توسعه پایدار با بهره‌گیری از ۱۲ متغیر در قالب سه بعد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی و همچنین بر اساس تشکیل مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره<sup>۱۳</sup> با استفاده از رویکردهای هفتگانه: نرمال استاندارد<sup>۱۴</sup>، ماکس-مین<sup>۱۵</sup>، مک‌گراناهان<sup>۱۶</sup>.

- 
1. Otoi & Gradinaru (2018)
  2. Pichon *et al.* (2021)
  3. Martínez *et al.* (2020)
  4. Sachs *et al.* (2021)
  5. Biggeri & Mauro (2018)
  6. UNDP (2020)
  7. WB (2020)
  8. Alfaro *et al.* (2021)
  9. Ramzy *et al.* (2019)
  10. Omri & Ben Mabrouk (2020)
  11. Natural Resource Governance Institute (2021)
  12. Greco *et al.* (2016)
  13. MADM
  14. Z-Score
  15. Max-Min
  16. McGranahan

امتیاز دهی EJ<sup>۱</sup> و گاتمن<sup>۲</sup>، تاپسیس<sup>۳</sup> و ویکر<sup>۴</sup>، برای کشورهای منتخب در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۲۰ محاسبه و نتایج حاصله در سطوح ایستا و پویا ارائه، و مقایسه می‌گردد. بر این اساس، تکنیک‌های وزن‌دهی یکسان، مک‌گراناهان، امتیازدهی EJ، گاتمن و CRITIC<sup>۵</sup>، در محاسبات از رویکردهای مختلف استفاده می‌شود. سپس رتبه‌بندی کشورها ناشی از پرداخت یارانه در قیاس با رتبه‌بندی کشورها از حیث تحقق توسعه پایدار، مورد مقایسه و بررسی قرار می‌گیرد و نهایتاً آنالیز حساسیت شاخص ترکیبی هدف، ارائه می‌گردد.

## ۲. پیشینه تحقیق

با توجه به گستردگی بهره‌گیری از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و مقبولیت متدهای طراحی و ساخت شاخص‌های ترکیبی، سالانه مطالعات متعددی در این حوزه در حال انجام بوده که ذیلاً تنها به آخرین مطالعات انجام شده، اشاره می‌گردد:

مدیریت زنجیره تأمین، یک موضوع نوظهور در صنایع نفت و گاز بوده و مطالعه هادید و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۲۱) با طراحی یک مدل تصمیم‌گیری چند معیاره بر اساس معیارهای بهداشتی، ایمنی و زیست‌محیطی (HSE)<sup>۷</sup>، به دنبال ارزیابی سه پیمانکار نمونه می‌باشد. در نتیجه‌گیری مطالعه، تأکید می‌شود که بهره‌گیری از رویکرد تاپسیس، باعث رفع مشکلات انتخاب تأمین کننده بر اساس استانداردهای HSE، کاهش پیچیدگی‌های محاسباتی و ارتقاء تجربیات کاربردی می‌گردد.

ساجس و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۲۱) ضمن تشریح آرمان‌های ۱۷ گانه در دستور کار ۲۰۳۰، به بررسی عملکرد کشورهای مختلف جهان در خصوص هر یک از آرمان‌ها می‌پردازند. این مطالعه با استفاده از رویکرد ماکس-مین و تکنیک وزن‌دهی یکسان بین آرمان‌ها و همچنین با ارائه امتیاز به عملکرد هر یک از کشورها در هر آرمان، نسبت به ساخت شاخص ترکیبی هدف اقدام می‌نماید. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، ایران با کسب امتیاز ۷۰، در رتبه ۷۴ ام جهان از حیث عملکرد به مجموع آرمان‌ها قرار دارد.

1. Experts' Judgements Scoring

2. Guttman

3. TOPSIS = Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution

۴. واژه "VIKOR" حروف اختصاری عبارت صربستانی "Vlse Kriterijumsk Optimizacija Kompromisno"

"Resenje" بوده که یکی از مدل‌های پرکاربرد در تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه برتر می‌باشد.

5. CRiteria Importance Through Intercriteria Correlation

6. Haddad *et al.* (2021)

7. HSE = Health Safety Environment

8. Sachs *et al.* (2021)

مطالعه وانگ و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۱)، تأکید بر برتری رویکرد تاپسیس به روش‌های کلاسیک همانند ارزیابی جمع وزنی محصول<sup>۲</sup> داشته و یک آزمایش کاربردی را برای اعتبارسنجی این رویکرد و کاربرد آن در VR<sup>۳</sup> و تراکم سناریو انجام می‌دهند. در این مطالعه، از سه تکنیک وزندهی یکسان، تکنیک وزندهی مقایسه زوجی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی<sup>۴</sup> استفاده می‌شود. نتایج مطالعه، بیانگر کاهش قابل ملاحظه در ضریب تغییرات<sup>۵</sup>، هنگام استفاده از رویکرد تاپسیس می‌باشد.

مطالعه نان وانگ و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۲۱) با بهره‌گیری از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۷</sup> و طراحی سه ورودی و دو خروجی<sup>۸</sup>، به منظور کاهش آثار مخرب سوخت‌های فسیلی و گسترش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در راستای تسریع در تحقق توسعه پایدار انجام می‌پذیرد. ۴۲ کشور از نظر پتانسیل تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، با استفاده از رویکرد تاپسیس و پنج معیار: منابع موجود، امنیت انرژی، زیرساخت‌های فناوری، ثبات اقتصادی و پذیرش اجتماعی، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. نتایج حاصل از مطالعه، بیانگر برتری قابل ملاحظه سه کشور آمریکا، ژاپن و استرالیا می‌باشد.

صادقی و همکاران (۱۳۹۹) با طراحی مدل تصمیم‌گیری چند معیاره، به بررسی و رتبه‌بندی نیروگاه‌های تولید برق با استفاده از رویکردهای تحلیل سلسله‌مراتبی، تاپسیس و ویکر می‌پردازند. نتایج مطالعه، بیان می‌دارد که نیروگاه‌های بادی به‌عنوان اولین گزینه برای انتخاب استراتژیک نیروگاه برق مطرح بوده و نیروگاه‌های خورشیدی، برقابی، مقیاس کوچک (پراکنده)، گازی، بخار، سیکل ترکیبی و دیزلی، به ترتیب، در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند.

غفاری‌فرد و همکاران (۱۳۹۹) با هدف تعیین جایگاه ایران در بازارهای اخلاقی<sup>۹</sup> در بین کشورهای منتخب، از الگوهای تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده نمودند. در این خصوص، شاخص کیفیت زندگی<sup>۱۰</sup>، شاخص توسعه انسانی<sup>۱۱</sup>، شاخص عملکرد محیط زیست<sup>۱۲</sup>، شاخص حکمرانی خوب<sup>۱۳</sup> و

1. Wang *et al.* (2021)

2. WASPAS = Weighted Aggregated Sum Product Assessment

3. Virtual Reality

4. AHP = Analytical Hierarchy Process

5. CV = Coefficient of Variation

6. Nan Wang *et al.* (2021)

7. DEA = Data Envelopment Analysis

۸. ورودی‌ها عبارتند از: جمعیت، کل مصرف انرژی و ظرفیت کل انرژی تجدیدپذیر و خروجی‌ها شامل: GDP و کل تولید انرژی می‌باشد.

۹. بازارهای اخلاقی، به کالاها و خدماتی اشاره دارد که مباحث زیست محیطی را مد نظر داشته و از نظر مسائل اجتماعی نیز استاندارد می‌باشند.

10. LQI = Quality of Life Index

11. HDI = Human Development Index

12. EPI = Environmental Performance Index

13. GGI = Good Governance Index

شاخص سرمایه اجتماعی<sup>۱</sup>، برای سال‌های ۲۰۱۴، ۲۰۱۶ و ۲۰۱۸ انتخاب و ماتریس‌های تصمیم‌گیری، تشکیل گردیدند. جهت رتبه‌بندی شاخص‌های بازارهای اخلاقی، از روش تحلیل سلسله مراتبی و برای رتبه‌بندی کشورها، از رویکرد تاپسیس استفاده می‌نمایند. مطابق یافته‌های مطالعه، همواره رتبه ایران کمتر از کشورهای ژاپن، چین، هندوستان و عربستان بوده و تنها در سال ۲۰۱۶، یک رتبه بالاتر از هندوستان و در سال ۲۰۱۸، یک رتبه بالاتر از چین را کسب نموده است.

حجازی و همکاری (۱۴۰۰)، با اشاره به موقعیت استراتژیک ایران در منطقه خاورمیانه و با استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (ویکر)، به دنبال بررسی پتانسیل‌های ژئومورفولوژیکی مناطق مرزی استان کرمانشاه می‌باشند. تکنیک وزن‌دهی به معیارها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی صورت پذیرفته و نتایج مطالعه، بیان می‌دارد: استان کرمانشاه به ۵ کلاس از نامناسب تا خیلی مناسب طبقه بندی شده است.

محمدی‌پور (۱۴۰۱) با استفاده از رویکرد ماکس-مین و تکنیک وزن‌دهی یکسان، به بررسی و مقایسه عملکرد برنامه‌های توسعه اقتصادی در ایران می‌پردازد. در این مطالعه، ساخت شاخص ترکیبی هدف بر مبنای بازنگری اساسی در گزارش توسعه انسانی ۲۰۱۰ سازمان ملل متحد (تا ۲۰۱۹) و با بهره‌گیری از ۲۴ متغیر در قالب ۶ بعد از توسعه، مدل‌سازی گردیده است. بر اساس نتایج حاصله، برنامه‌های سوم و چهارم، به‌عنوان موفق‌ترین برنامه‌های توسعه‌ای و همچنین برنامه‌های اول و پنجم، با ضعیف‌ترین عملکرد، متمایز گردیده‌اند.

### ۳. روش و فرایند تحقیق

دوره زمانی مورد مطالعه، ۱۹۹۰ الی ۲۰۲۰ میلادی بوده و گردآوری اطلاعات سری‌های زمانی از منابع بین‌المللی برای کشورهای مورد مطالعه در قالب دو گروه، و متغیرها و رویکردهای مورد استفاده، به ترتیب، مطابق جداول یک و دو می‌باشد.

#### ۱-۳. ابعاد، متغیرها و منابع داده‌های مورد استفاده

مطابق مطالعه مارتینز و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۰) برای کشور اسپانیا، میرسندسی و امین زاده (۱۳۹۸) و ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹)، ابعاد مطالعه در قالب سه بعد: اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی مدل‌سازی شده است. بر این اساس، متغیرهای مورد استفاده در هر بعد، نحوه اثرگذاری متغیرها بر شاخص ترکیبی هدف، مقیاس اندازه‌گیری و منابع استخراج داده‌ها در قالب جدول شماره یک، ارائه می‌گردد.

1. SCI = Social Capital Index

2. Martínez et al. (2020)

## جدول ۱: تشریح اطلاعات تکمیلی متغیرهای مورد استفاده در مطالعه

منبع متغیر	نحوه اثرگذاری	شرح متغیر	مقیاس اندازه‌گیری	نام متغیر	نماد متغیر	ابعاد
WDI (2021)	+	درآمد ملی ناخالص سرانه به قیمت ثابت ۲۰۱۵	دلار بر نفر	درآمد سرانه	GNI/Pop	اقتصادی
WDI (2021)	+	سهام تشکیل سرمایه ناخالص از تولید ناخالص داخلی	درصد	سهام سرمایه از تولید	GCF/GDP	اقتصادی
IMF (2021)	+	سهام جریان ورودی خالص سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از تولید ناخالص داخلی	درصد	سهام سرمایه خارجی از تولید	FDI/GDP	اقتصادی
IMF (2021)	-	شاخص تورم سالانه براساس شاخص قیمت مصرف‌کننده	درصد	شاخص تورم	Inflation CP	اقتصادی
HDRO (2021)	+	براساس سال‌های مورد انتظار مدرسه و میانگین سال‌های تحصیل از مؤسسه آمار یونسکو (بین صفر و یک)	مقادیر نرمال	شاخص آموزش	Education I	اجتماعی
ILO (2021)	+	شاخص خود اشتغالی کل (درصد نسبت به جمعیت شاغل) براساس تخمین‌های مدل شده سازمان جهانی کار	درصد	شاخص خود اشتغالی	Self-Employed	اجتماعی
ILO (2021)	-	نرخ بیکاری کل براساس تخمین‌های مدل شده سازمان جهانی کار	درصد	نرخ بیکاری	Unemployment	اجتماعی
WDI (2021)	+	سهام تجارت (مجموع کل صادرات و کل واردات) از تولید ناخالص داخلی	درصد	حجم تجارت	Trade/GDP	اجتماعی
HDRO (2021)	+	بر اساس مقادیر امید به زندگی از سازمان ملل - وزارت امور اقتصادی و اجتماعی (بین صفر و یک)	مقادیر نرمال	شاخص امید به زندگی	Life Expectancy I	زیست محیطی
WDI (2021)	-	شاخص کاهش منابع طبیعی نسبت به درآمد ناخالص ملی	درصد	تخریب منابع طبیعی	NR Depletion/GNI	زیست محیطی
IEA (2020)	-	شاخص شدت کربن: Co2 منتشر شده بر حسب تن تقسیم بر مصرف کل انرژی اولیه بر حسب تراژول	درصد	شدت کربن	Co2 emissions/TES	زیست محیطی
IEA (2020)	-	شاخص شدت مصرف انرژی بر اساس سال پایه ۲۰۱۰ (نسبت انرژی اولیه کل به تولید ناخالص داخلی) معکوس کارایی انرژی	درصد	شدت مصرف انرژی	TES/GDP	زیست محیطی
یافته‌های پژوهش		شاخص ترکیبی هدف محاسبه شده بر حسب رویکردهای علمی مختلف در ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی	رفع مقیاس شده	شاخص توسعه پایدار	SDI	
IEA (From 2010 to 2021)		سوبسید مستقیم پرداختی به سوخت‌های فسیلی بر حسب دلار واقعی ۲۰۲۰	دلار	سوبسید سوخت-های فسیلی	FFS	

منبع: منابع هر یک از سری‌های زمانی مورد استفاده، در مقابل ردیف مربوطه درج شده است.

### ۲-۳. کشورها و سطوح مطالعاتی موضوع تحقیق

کشورهای مورد بررسی در مطالعه حاضر، در قالب دو گروه اصلی و متمایز انتخاب شده‌اند. گروه اول شامل کشورهای است که براساس گزارشات آژانس بین‌المللی انرژی<sup>۱</sup>، بالاترین رتبه جهانی در پرداخت یارانه مستقیم به بخش انرژی را دارا می‌باشند. از این حیث، ۵ رتبه اول جهان طی دهه اخیر، به ترتیب، عبارتند از: ایران، چین، هندوستان، عربستان و روسیه. همچنین مطابق نظر ایسلام<sup>۲</sup> (۲۰۱۷)، GDP مهم‌ترین شاخص ارزیابی عملکرد اقتصادی یک کشور می‌باشد. بر این اساس، اقتصادهای بزرگ جهان با توجه به مقادیر بالای GDP مندرج در منابع آماری بانک جهانی (شاخص‌های توسعه جهانی<sup>۳</sup>، ۲۰۲۱)، به‌عنوان کشورهای گروه دوم انتخاب شده‌اند که عبارتند از: آمریکا، چین، ژاپن و آلمان. مطابق نتایج مطالعه پاریتوش و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۹)، سو و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۲۰)، وانگ و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۲۱)، تیو دونگ و ژان تائو<sup>۷</sup> (۲۰۲۱)، علی‌درسی<sup>۸</sup> (۲۰۲۱)، نان وانگ و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۲۱)، میچ و فیگن آنتون<sup>۱۰</sup> (۲۰۲۱)، وانگ و همکاران<sup>۱۱</sup> (۲۰۲۱)، هادید و همکاران<sup>۱۲</sup> (۲۰۲۱)، باقری‌راد و بهنمیان (۱۳۹۹) و صادقی و همکاران (۱۳۹۹)، برای تشکیل مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، رابطه (۱) به‌عنوان ماتریس اصلی تصمیم‌گیری، مدل‌سازی شده که در کلیه رویکردها، به‌عنوان گام نخست، عیناً مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$X_{mn} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

مطالعه حاضر، ابتدا در سطح ایستا و برای هر کشور به‌صورت مجزا انجام می‌پذیرد. در سطح ایستا، ماتریس فوق ابتدا برای هر کشور به‌صورت مجزا تشکیل شده که در مجموع، از حیث تعداد ردیف‌های ماتریس، ۸ ماتریس تصمیم‌گیری ایجاد می‌شود و  $m = 31 \rightarrow m = 1, 2, \dots$  خواهد بود.

1. IEA (From 2010 to 2021)
2. Islam (2017)
3. WDI (2021)
4. Paritosh *et al.* (2019)
5. Su *et al.* (2020)
6. Wang *et al.* (2021)
7. Thuy Duong & Xuan Thao (2021)
8. Alidrisi (2021)
9. Nan Wang *et al.* (2021)
10. Miç & Figen Antmen (2021)
11. Wang *et al.* (2021)
12. Haddad *et al.* (2021)



در حقیقت،  $m$  برابر با طول سری‌های زمانی مورد مطالعه یعنی سال ۱۹۹۰ الی ۲۰۲۰ می‌باشد. به این ترتیب، مقادیر آماره‌های میانگین، انحراف معیار، آماره حداکثر، آماره حداقل و ... برای هر سری زمانی، به تفکیک کشورها، جداگانه محاسبه و پردازش می‌شود. این در حالی است که در سطح پویا، کلیه کشورها به صورت همزمان مورد مطالعه قرار می‌گیرند و از حیث ردیف‌ها، یک ماتریس واحد برای کل مطالعه تشکیل می‌شود. لذا در سطح پویا،  $m = 248$   $\rightarrow m = 1, 2, \dots, m$  بوده که  $m$  برابر است با طول مجموع هر سری زمانی برای تمامی کشورها (۸×۳۱). به این ترتیب، مقادیر کلیه آماره‌ها در هر سری زمانی، با لحاظ کردن کلیه کشورها، محاسبه می‌شوند.

از طرفی نیز با توجه به اینکه تعداد متغیرها یا همان معیارهای تصمیم‌گیری در مطالعه حاضر، برابر با ۱۲ بوده و بنا به گروه‌بندی معیارها در سه گروه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی، ابتدا ماتریس اصلی (هم در سطح ایستا و هم در سطح پویا) به سه ماتریس فرعی تقسیم می‌شود که در هر ماتریس فرعی، تعداد معیارها ۴ می‌باشد. لذا برای هر گروه،  $n = 4$   $\rightarrow n = 1, 2, \dots, n$  بوده و سپس از کنار هم قرار دادن نتیجه ادغام گروه‌ها در کنار هم، گروه نتیجه یا برآیند، تشکیل شده که در آن  $n = 3$  می‌باشد.

### ۳-۳. رویکردهای مورد استفاده در تحقیق

در خصوص مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مطالعات اخیر از قبیل: پاریتوش و همکاران (۲۰۱۹)، میچ و فیگن آنتون<sup>۱</sup> (۲۰۲۱)، وانگ و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۱)، ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹) و صادقی و همکاران (۱۳۹۹)، عمدتاً از رویکردهای مختلفی استفاده نموده و سپس به تحلیل و تجمیع نتایج حاصل از آنها می‌پردازند. با عنایت به قابلیت پایین مطالعات در سطح ایستا برای مقایسه عملکرد کشور، در مطالعه حاضر، تنها یک رویکرد در سطح ایستا برای کلیه کشورها به صورت مجزا انجام می‌پذیرد و سپس در سطح پویا، هفت رویکرد مختلف مطابق جدول شماره ۲، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

---

1. Paritosh *et al.* (2019)  
 2. Miç & Figen Antmen (2021)  
 3. Wang *et al.* (2021)

جدول ۲: رویکردها، تکنیک‌های وزن‌دهی و رفع مقیاس مورد استفاده

ردیف	سطح مطالعه	رویکرد شاخص سازی	نحوه ترکیب شاخص‌ها	روش رفع مقیاس	تکنیک وزن‌دهی
-	ایستا (دامنه مجزا)	رویکرد Max-Min	میانگین هندسی	محاسبه شاخص Max-Min	تکنیک وزن‌دهی یکسان
۱	پویا (دامنه یکسان)	رویکرد Z-Score	میانگین حسابی	محاسبه شاخص Z استاندارد	تکنیک وزن‌دهی یکسان
۲		رویکرد Max-Min	میانگین هندسی	محاسبه شاخص Max-Min	تکنیک وزن‌دهی یکسان
۳		رویکرد McGranahan	میانگین موزون بر اساس اوزان	تقسیم داده‌ها به میانگین	وزن‌دهی بر اساس متوسط همبستگی متغیرها
۴		رویکرد EJ-Scoring	میانگین موزون بر اساس اوزان	تقسیم داده‌ها به آماره حداکثر (MAX)	وزن‌دهی بر اساس امتیازات متغیرها
۵		رویکرد Guttman	میانگین موزون بر اساس اوزان	تقسیم داده‌ها به انحراف معیار	وزن‌دهی بر اساس شاخص‌های تراکی
۶		رویکرد TOPSIS	سنجش فواصل از حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل	تقسیم داده‌ها به مجموع توان ۲ سری زمانی	وزن‌دهی بر اساس تکنیک CRITIC
۷		رویکرد VIKOR	محاسبه مقادیر سودمندی و تاسف	تقسیم داده‌ها به مجموع توان ۲ سری زمانی	وزن‌دهی بر اساس تکنیک CRITIC

منبع: یافته‌های پژوهش

## ۱-۳-۳. رویکرد نرمال استاندارد (Z-Score)

مطابق نتایج مطالعه مایرو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۱) و ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹)، در مطالعه حاضر، از رویکرد نرمال استاندارد استفاده شده است. بعد از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری براساس رابطه (۱)، جهت رفع مقیاس داده‌های سری‌های زمانی، می‌باید یک توزیع نرمال (Z) با میانگین ( $\bar{X}$ ) صفر و انحراف معیار ( $S_{x_j}$  به اختصار  $S_j$ ) یک، با استفاده از رابطه (۲) ایجاد گردد:

$$\text{for: } X_{mn} \rightarrow Z_{mn}, \text{ in each } j: z_{ij} = \frac{(x_{ij} - \bar{x}_j)}{S_j} \quad (2)$$

که در آن،  $S_{x_j} = \{n^{-1} \times \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2\}^{1/2}$ ،  $\bar{x}_j = n^{-1} \times \sum_{i=1}^n x_{ij}$ ، X ماتریس اولیه مطابق رابطه (۱) بوده که کلیه درایه‌های آن با استفاده از رابطه فوق، به ماتریس جدید رفع مقیاس شده Z استاندارد، تبدیل شده است.

مطابق نتایج مطالعه کارانوویچ و کارانوویچ<sup>۱</sup> (۲۰۱۵)، مارتینز و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۰)، لیندن و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۱)، ساچس و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۲۱)، وانگ و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۲۱)، حسین زاده (۱۳۹۹)، ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹) و محمدی‌پور (۱۴۰۱)، در رویکردهای نرمال استاندارد و ماکس-مین، از تکنیک وزن‌دهی یکسان استفاده شده است.

در این مرحله، می‌باید کلیه معیارهای مورد بررسی با شاخص ترکیبی گروه‌ها و متعاقب آن با شاخص ترکیبی هدف، هم‌راستا و هم‌جهت گردند. در این خصوص، در کلیه رویکردها به استثناء رویکردهای تاپسیس و ویکر، متغیر جایگزین یا متضاد مطابق نتیجه مطالعه محمدی‌پور (۱۴۰۱) تعریف و جایگزین متغیر اولیه می‌شود. برای کلیه متغیرهایی که در جدول (۱) تأثیر منفی دارند، می‌باید متغیر جایگزین یا متضاد ایجاد شود.<sup>۶</sup>

ساچس و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۲۱) با استفاده از میانگین حسابی بین ۱۷ آرمان توسعه پایدار، به محاسبه شاخص ترکیبی هدف می‌پردازند. مطابق نتیجه‌گیری این مطالعه، با استفاده از میانگین حسابی ساده، ابتدا از ترکیب معیارهای ۴ گانه، گروه‌های اصلی با استفاده از روابط ۳ تا ۵ محاسبه می‌شوند و سپس با بهره‌گیری از رابطه ۶ شاخص ترکیبی هدف و با استفاده از رویکرد نرمال استاندارد ( $SDI_Z\text{-Score}$ )<sup>۸</sup> حاصل می‌گردد.

$$Eco = \left[ \frac{\left( \frac{GNI}{Pop} + \frac{GCF}{GDP} + \frac{FDI}{GDP} + Anti\ Inflation\ CP \right)}{4} \right] \quad (۳)$$

$$Soc = \left[ \frac{\left( Education\ I + Self\text{-}Employed + Anti\ Unemployment + \frac{Trade}{GDP} \right)}{4} \right] \quad (۴)$$

$$Env = \left[ \frac{\left( Life\ Expectancy\ I + Anti\ \frac{NR\ Depletion}{GNI} + Anti\ \frac{Co_2\ emissions}{TES} + Anti\ \frac{TES}{GDP} \right)}{4} \right] \quad (۵)$$

$$SDI_Z\text{-Score} = \left[ \frac{(Eco + Soc + Env)}{3} \right], P(SDI_Z\text{-Score} \in [-3, +3]) = 99.7\% \quad (۶)$$

1. Karanovic & Karanovic (2015)

2. Martínez *et al.* (2020)

3. Lindén *et al.* (2021)

4. Sachs *et al.* (2021)

5. Wang *et al.* (2021)

۶. در رویکرد ماکس-مین، با کسر متغیر از یک و در رویکردهای نرمال استاندارد، مک‌گراناهان، امتیاز دهی EJ و گاتمن، با ضرب متغیر در منهای یک، متغیر جایگزین تعریف می‌شود. برای مشخص‌سازی متغیرهای جایگزین، در ابتدای نام متغیر، واژه "Anti" درج می‌گردد.

7. Sachs *et al.* (2021)

8. SDI = Sustainable Development Index

(اندیس بیانگر نوع رویکردی می‌باشد که براساس آن محاسبه می‌شود).

## ۲-۳-۳. رویکرد ماکس-مین (Max-Min)

بعد از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری مطابق رابطه (۱)، رویکرد ماکس-مین (موریس) طبق نتایج مطالعه کارانویچ و کارانویچ<sup>۱</sup> (۲۰۱۵)، مایرو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۱)، ساچس و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۱)، هادید و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۲۱)، ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹)، سپهوند و همکاران (۱۴۰۰) و محمدی‌پور (۱۴۰۱)، مورد استفاده قرار گرفته است.

در این رویکرد بعد از رفع مقیاس، کلیه درایه‌های ماتریس تصمیم‌گیری حتماً می‌بایست بین صفر و یک قرار گیرند تا امکان میانگین‌گیری هندسی فراهم شود. لذا ابتدا می‌باید آماره حداقل برای هر سری زمانی مطابق رابطه (۷) کنترل شود، و در صورتی که این میزان منفی باشد، باید یک متغیر جایگزین به‌نحوی برای سری زمانی تعریف شود که مقدار آماره حداقل آن صفر گردد.

در مطالعه حاضر، مقادیر جریان ورودی خالص سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و تورم در بعضی از سال‌ها، منفی است. سپس با استفاده از رابطه (۸)، کلیه درایه‌های ماتریس تصمیم‌گیری، رفع مقیاس می‌شوند.

$$\text{for each } j: \text{ if } x_{i \min} < 0 \rightarrow x'_i = x_i - x_{i \min} \quad (7)$$

$$\text{for: } X_{mn} \rightarrow Y_{mn}, \text{ in each } j: y_{ij} = \frac{(x_{ij} - x_{i \min})}{(x_{i \max} - x_{i \min})} \quad (8)$$

در مرحله بعد، ابتدا متغیرهای متضاد جایگزین شده و همچنین مطابق منابع ذکر شده در وزن-دهی برای رویکرد نرمال استاندارد، از تکنیک وزن‌دهی یکسان استفاده شده است. بر این اساس، برای ترکیب شاخص‌ها مطابق نتیجه‌گیری پی‌چون و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۲۱)، از فرمول میانگین هندسی استفاده می‌شود. در مرحله اول، گروه‌های اصلی سه‌گانه و سپس شاخص ترکیبی هدف با استفاده از رویکرد ماکس-مین ( $SDI_{\text{Max-Min}}$ ) محاسبه می‌گردد.

$$Eco = \left( \frac{GNI}{Pop} \times \frac{GCF}{GDP} \times \frac{FDI}{GDP} \times Anti \text{ Inflation } CP \right)^{1/4} \quad (9)$$

$$= \left( Education \ I \times Self - Employed \times Anti \ Unemployment \times \frac{Trade}{GDP} \right)^{1/4} \quad (10)$$

$$Env = \left( Life \ Expectancy \ I \times Anti \frac{NR \ Depletion}{GNI} \times \right. \\ \left. Anti \frac{Co_2 \ emissions}{TES} \times Anti \frac{TES}{GDP} \right)^{1/4} \quad (11)$$

$$SDI_{\text{Max-Min}} = (Eco \times Soc \times Env)^{\frac{1}{3}}, SDI_{\text{Max-Min}} \in [0,1] \quad (12)$$

1. Karanovic & Karanovic (2015)

2. Mauro et al. (2021)

3. Sachs et al. (2021)

4. Haddad et al. (2021)

5. Pichon et al. (2021)

### ۳-۳-۳. رویکرد مک‌گراناهان (McGranahan)

مطابق نتیجه مطالعه جعفری و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۰) و ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹)، در مطالعه حاضر، از رویکرد مک‌گراناهان و تکنیک وزن‌دهی براساس متوسط همبستگی متغیرها استفاده می‌شود. در این رویکرد، ابتدا جهت رفع مقیاس مطابق رابطه ذیل، داده‌های سری زمانی به میانگین تقسیم می‌شوند:

$$\text{for: } X_{mn} \rightarrow M_{mn}, \text{ in each } j: m_{ij} = \left( \frac{x_{ij}}{\bar{x}_j} \right) \quad (13)$$

رویکرد مک‌گراناهان با تشکیل ماتریس همبستگی بین متغیرها، متوسط همبستگی بین هر متغیر با سایر متغیرها محاسبه و براساس آن، اوزان معیارها استخراج می‌شود. در مطالعه حاضر، اوزان معیارها در کلیه تکنیک‌های وزن‌دهی، از رابطه ذیل تبعیت می‌نماید.

$$w = \{w_1, w_2, \dots, w_{12}\} \rightarrow \sum_{j=1}^{12} w_j = \%100 \quad (14)$$

در مرحله بعد، متغیرهای متضاد، جایگزین متغیرها با تأثیرات منفی می‌شوند. نهایتاً در رویکرد مک‌گراناهان و کلیه رویکردهای دارای تکنیک وزن‌دهی، براساس فرمول میانگین موزون نسبت به ترکیب معیارها استفاده می‌شود.

$$Eco = \frac{\left[ \left( w_1 \times \frac{GNI}{Pop} \right) + \left( w_2 \times \frac{GCF}{GDP} \right) + \left( w_3 \times \frac{FDI}{GDP} \right) + \left( w_4 \times \text{Anti Inflation CP} \right) \right]}{\sum_{j=1}^4 w_j} \quad (15)$$

$$Soc = \frac{\left[ \left( w_5 \times \text{Education I} \right) + \left( w_6 \times \text{Self-Employed} \right) + \left( w_7 \times \text{Anti Unemployment} \right) + \left( w_8 \times \frac{\text{Trade}}{GDP} \right) \right]}{\sum_{j=5}^8 w_j} \quad (16)$$

$$Env = \frac{\left[ \left( w_9 \times \text{Life Expectancy I} \right) + \left( w_{10} \times \text{Anti } \frac{NR \text{ Depletion}}{GNI} \right) + \left( w_{11} \times \text{Anti } \frac{Co_2 \text{ emissions}}{TES} \right) + \left( w_{12} \times \text{Anti } \frac{TES}{GDP} \right) \right]}{\sum_{j=9}^{12} w_j} \quad (17)$$

$$SDI_{McGranahan} = \left[ \frac{(Eco + Soc + Env)}{100} \right] \quad (18)$$

### ۳-۳-۴. رویکرد امتیاز دهی EJ (EJ-Scoring)

مطابق دستورالعمل‌های تولید شاخص‌های ترکیبی منتشر شده توسط کمیسیون اقتصادی سازمان ملل متحد برای اروپا<sup>۲</sup> (۲۰۱۹)، از رویکرد امتیاز دهی EJ برای وزن‌دهی به معیارها استفاده شده است. مراحل انجام کار، نحوه ورود متغیر متضاد، نحوه میانگین‌گیری موزون در رویکردهای امتیاز دهی EJ و گاتمن، مشابه رویکرد مک‌گراناهان می‌باشد، لذا از ذکر مجدد آنها پرهیز می‌شود. ولیکن تفاوت اصلی سه رویکرد مورد اشاره، در دو نکته حساس متمرکز می‌باشد:

1. Jafari et al. (2020)

2. UNECE (2019)

الف) تکنیک توزیع متفاوت اوزان بین معیارها: در رویکرد مک‌گراناهان، مبنای توزیع اوزان بین معیارها، متوسط همبستگی بین متغیرها بوده، در حالی که در رویکرد امتیاز دهی EJ، براساس امتیازات تعلق گرفته به هر متغیر در مقابل سایر متغیرها، و در رویکرد گاتمن، براساس متوسط توزیع شاخص‌های تراکمی (مساحتی، جمعیتی و اقتصادی) برای هر متغیر می‌باشد؛

ب) روش رفع مقیاس متفاوت: عموماً در مطالعات تجربی، روش رفع مقیاس، متناسب با نوع توزیع اوزان در نظر گرفته می‌شود. لذا داده‌های سری زمانی، در رویکرد مک‌گراناهان به میانگین، در رویکرد امتیاز دهی EJ، به آماره حداکثری (مطابق رابطه ۱۹) و در رویکرد گاتمن، به شاخص‌های پراکندگی نظیر ضریب تغییرات و یا انحراف معیار (مطابق رابطه ۲۱)، تقسیم می‌شود.

$$\text{for: } X_{mn} \rightarrow E_{mn}, \text{ in each } j: e_{ij} = \left( \frac{x_{ij}}{x_{i \max}} \right) \quad (19)$$

بعد از ورود متغیر متضاد، محاسبه اوزان و میانگین‌گیری موزون برای هر گروه، مطابق روابط ۱۵ تا ۱۷، خواهیم داشت:

$$SDI_{EJ-\text{Scoring}} = \left[ \frac{(Eco + Soc + Env)}{100} \right], \quad SDI_{EJ-\text{Scoring}} \in [-1, 1] \quad (20)$$

### ۳-۳-۵. رویکرد گاتمن (Guttman)

مقیاس تراکمی یا مقیاس گاتمن<sup>۱</sup> جهت سنجش نگرش‌های تک بعدی، اولین بار توسط لوئیس گاتمن و همکاران او در دوران جنگ جهانی دوم و در جریان مطالعه بر روی سربازان آمریکایی مورد استفاده قرار گرفت و به تدریج شاخص‌های تراکمی، کاربردهای گسترده‌تری در علوم انسانی پیدا کردند. مطابق نتیجه مطالعه باقری و پاپی (۱۳۹۷)، از شاخص‌های تراکمی، می‌توان در طراحی و ساخت شاخص‌های ترکیبی نیز بهره برد. از این رو، در مطالعه حاضر، براساس معیارهای تراکمی سه گانه (مساحتی، اقتصادی و جمعیتی)، نسبت به محاسبه توزیع اوزان بین معیارها اقدام شده است.

در این رویکرد که تکنیک وزن‌دهی بر مبنای شاخص‌های تراکمی بوده، جهت رفع مقیاس می‌باید داده‌های سری زمانی به یکی از شاخص‌های پراکندگی تقسیم شوند که در مطالعه حاضر، انحراف معیار، مورد استفاده قرار گرفته و فرمول آن، در توضیحات ذیل رابطه (۲) ارائه شده است.

$$\text{for: } X_{mn} \rightarrow G_{mn}, \text{ in each } j: g_{ij} = \left( \frac{x_{ij}}{S_j} \right) \quad (21)$$

نهایتاً بعد از ورود متغیر متضاد، برای محاسبه اوزان و میانگین‌گیری موزون برای هر گروه، مطابق روابط ۱۵ تا ۱۷، خواهیم داشت:

$$SDI_{Guttman} = \left[ \frac{(Eco + Soc + Env)}{100} \right] \quad (22)$$

## ۳-۳-۶. رویکرد تاپسیس (TOPSIS)

مطابق نتیجه پژوهش پاریتوش و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۹)، تیو دونگ و ژان تائو<sup>۲</sup> (۲۰۲۱)، هادید و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۱)، نان وانگ و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۲۱)، میچ و فیگن آنتون<sup>۵</sup> (۲۰۲۱)، وانگ و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۲۱) و صادقی و همکاران (۱۳۹۹)، در مطالعه حاضر، از رویکرد تاپسیس استفاده شده است. در این خصوص، بعد از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری مطابق رابطه (۱)، ابتدا جهت رفع مقیاس، داده‌های سری زمانی، به مجموع مربع سری زمانی خود تقسیم می‌شوند:

$$\text{for: } X_{mn} \rightarrow T_{mn}, \text{ in each } j: t_{ij} = \frac{x_{ij}}{\left(\sum_{i=1}^m x_{ij}^2\right)^{\frac{1}{2}}} \quad (23)$$

در رویکرد تاپسیس، می‌باید در هر سری زمانی، راه‌حل‌های بهینه (ایده‌آل یا مطلوب) و همچنین ضد ایده‌آل (بدترین یا نامطلوب) مشخص شوند تا نهایتاً، بعد از پردازش‌های آماری، گزینه‌ای انتخاب گردد که کمترین فاصله ممکن را از راه حل بهینه و در عین حال، بیشترین فاصله ممکن را از راه حل ضد ایده‌آل داشته باشد. در رویکردهای تاپسیس و ویکر، متغیر متضاد جایگزین نمی‌شود که می‌تواند یکی از نکات ضعف این مدل‌ها در مطالعات سری‌های زمانی باشد. ماتریس رفع مقیاس شده، به شرح ذیل بازنویسی می‌گردد:

$$T_{mn} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1j} & \dots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2j} & \dots & t_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{i1} & t_{i2} & \dots & t_{ij} & \dots & t_{in} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{m1} & t_{m2} & \dots & t_{mj} & \dots & t_{mn} \end{bmatrix} \quad (24)$$

در این مرحله، می‌باید مقادیر بهینه و ضد ایده‌آل برای هر سری زمانی با توجه به تأثیرگذاری مثبت یا منفی آن سری زمانی بر شاخص ترکیبی هدف (مطابق جدول ۱)، مشخص گردد. راه‌حل بهینه برای داده‌های سری زمانی با تأثیر مثبت بر شاخص ترکیبی هدف، حداکثر مقدار آن سری زمانی می‌باشد:

$$T^+ = \left\{ \begin{array}{l} \text{if [Impact of } j_1 \gg 0 \rightarrow \text{Max } (t_{1,1}, t_{2,1}, \dots, t_{m,1})], \text{ else [Min } (t_{1,1}, t_{2,1}, \dots, t_{m,1})] \\ \text{if [Impact of } j_2 \gg 0 \rightarrow \text{Max } (t_{1,2}, t_{2,2}, \dots, t_{m,2})], \text{ else [Min } (t_{1,2}, t_{2,2}, \dots, t_{m,2})] \\ \vdots \\ \text{if [Impact of } j_n \gg 0 \rightarrow \text{Max } (t_{1,n}, t_{2,n}, \dots, t_{m,n})], \text{ else [Min } (t_{1,n}, t_{2,n}, \dots, t_{m,n})] \end{array} \right\} \quad (25)$$

1. Paritosh *et al.* (2019)
2. Thuy Duong & Xuan Thao (2021)
3. Haddad *et al.* (2021)
4. Nan Wang *et al.* (2021)
5. Miç & Figen Antmen (2021)
6. Wang *et al.* (2021)

به همین طریق، راه حل ضد ایده آل برای سری های زمانی مورد بررسی، به شرح ذیل می باشد:

$$T^- = \begin{cases} \text{if [Impact of } j_1 \gg 0 \rightarrow \text{Min } (t_{1,1}, t_{2,1}, \dots, t_{m,1})], \text{ else [Max } (t_{1,1}, t_{2,1}, \dots, t_{m,1})] \\ \text{if [Impact of } j_2 \gg 0 \rightarrow \text{Min } (t_{1,2}, t_{2,2}, \dots, t_{m,2})], \text{ else [Max } (t_{1,2}, t_{2,2}, \dots, t_{m,2})] \\ \vdots \\ \text{if [Impact of } j_n \gg 0 \rightarrow \text{Min } (t_{1,n}, t_{2,n}, \dots, t_{m,n})], \text{ else [Max } (t_{1,n}, t_{2,n}, \dots, t_{m,n})] \end{cases} \quad (26)$$

مطابق نتایج تحقیقات هادید و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۱)، میچ و فیگن آنتون<sup>۲</sup> (۲۰۲۱)، غفاری گیلانده و همکاران (۱۳۹۸) و عقیلی و همکاران (۱۳۹۹)، در رویکردهای تاپسیس و ویکر، از تکنیک وزن دهی CRITIC استفاده می شود. در این تکنیک، از روش عینی برای تعیین وزن معیارها استفاده می شود که شامل شدت تضاد و ناسازگاری بین اجزای یک مسئله تصمیم گیری می باشد. در این روش، ابتدا ماتریس همبستگی بین معیارها تشکیل شده و سپس مجموع تضاد بین معیارها با استفاده از رابطه ذیل، محاسبه می شود:

$$\text{for each } j: TC_j = \sum_{i=1}^m \{(1 - \text{Corr}(x_{ij}, x_{ij})\} \quad (27)$$

میزان اطلاعات برای هر معیار، با استفاده از مجموع تضاد و انحراف معیار آن معیار، حاصل می گردد:

$$C_j = S_j \times TC_j \quad (28)$$

وزن نرمال معیارها در این تکنیک، با استفاده از رابطه ذیل محاسبه می شود.

$$w_j = \frac{C_j}{\sum_{j=1}^n C_j} \quad (29)$$

بعد از مشخص سازی اوزان معیارها و مقادیر بهینه و ضد ایده آل، فواصل هر کدام از درایه های ماتریس تصمیم گیری رفع مقیاس شده با راه حل بهینه و ضد ایده آل، به ترتیب، با استفاده از روش اقلیدسی و با استفاده از روابط ذیل، محاسبه می گردد:

$$D_i^+ = \left\{ \sum_{j=1}^n w_j (T_j^+ - t_{ij})^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (30)$$

$$D_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^n w_j (T_j^- - t_{ij})^2 \right\}^{1/2} \quad (31)$$

از آنجایی که مقادیر فواصل از راه حل های بهینه و ضد ایده آل، دو مقدار مستقل و مجزا می باشند، لذا برای به دست آوردن مقادیر یکپارچه در یک بعد، جهت ایجاد قابلیت رتبه بندی گزینه های مورد بررسی، ضریب نزدیکی نسبی به راه حل بهینه با استفاده از رابطه ذیل، محاسبه می گردد:

$$RCC_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}, \quad RCC_i \in [0,1], \quad RCC_i \cong SDI_{TOPSIS} \quad (32)$$

1. Haddad et al. (2021)

2. Miç & Fiğen Antmen (2021)



## ۷-۳-۳. رویکرد ویکر (VIKOR)

رویکرد ویکر، مبتنی بر برنامه‌ریزی توافقی مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره بوده و به‌عنوان یک روش توافقی بر مبنای روش ال پی متریک توسعه یافته عمل نموده و از آن، به منزله تابع کل در برنامه نویسی سازشی استفاده می‌شود. تأکید در این رویکرد، بر رتبه‌بندی و انتخاب از مجموعه‌ای از گزینه‌ها و تعیین راه حل توافقی برای مسأله با معیارهای متضاد می‌باشد (حجازی و همکاران، ۱۴۰۰). در مطالعه حاضر، مطابق نتایج مطالعات پاریتوش و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۹)، سو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۰)، علیدرسی<sup>۳</sup> (۲۰۲۱)، صادقی و همکاران (۱۳۹۹)، باقری‌راد و بهنامیان (۱۳۹۹) و حجازی و همکاران (۱۴۰۰)، از رویکرد ویکر استفاده شده است. جهت خلاصه‌نویسی و پرهیز از تکرار فرمول‌ها، مراحل اولیه این رویکرد مشابه تاپسیس در نظر گرفته شده و روابط ۲۳ تا ۲۹ دقیقاً مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

به این ترتیب، با همان روش رویکرد تاپسیس، داده‌های سری زمانی رفع مقیاس شده (رابطه ۲۳)، به همان عناوین نقاط بهینه و ضد ایده‌آل مشخص (روابط ۲۵ و ۲۶) و با تکنیک CRITIC وزن‌دهی انجام گرفته است (روابط ۲۷ تا ۲۹). کلیه فروض فوق تا این مرحله، آسیبی به محاسبات ویکر وارد نکرده و باعث تکرار غیرعلمی نتایج نمی‌گردند؛ چرا که وجه افتراق این رویکرد، با تاپسیس از اینجا آغاز می‌گردد.

در رویکرد ویکر بعد از مشخص شدن نقاط بهینه و ضد ایده‌آل، مقادیر سودمندی و تأسف، به ترتیب، با استفاده از روابط ذیل محاسبه می‌شود:

$$S_i = \sum_{j=1}^n \left\{ w_j \times \left( \frac{T_j^+ - t_{ij}}{T_j^+ - T_j^-} \right) \right\} \quad (33)$$

$$R_i = \text{Max}_j \left\{ w_j \times \left( \frac{T_j^+ - t_{ij}}{T_j^+ - T_j^-} \right) \right\} \quad (34)$$

در حقیقت،  $S_i$  فاصله هر کدام از گزینه‌ها با راه حل بهینه (بهترین ترکیب) و  $R_i$  فاصله همان گزینه از راه حل ضد ایده‌آل (بدترین ترکیب) را نشان می‌دهد. به این ترتیب، در این مرحله برای هر گزینه، تنها دو مقدار بهترین و بدترین باقیمانده و ماتریس تصمیم‌گیری، به صورت ذیل درآمده است.

$$SR_{m2} = \begin{bmatrix} S_1 & R_1 \\ S_2 & R_2 \\ \vdots & \vdots \\ S_m & R_m \end{bmatrix} \quad (35)$$

در مرحله بعد، مقادیر بهینه و ضد ایده‌آل برای سودمندی و تأسف، با استفاده از روابط ذیل مشخص می‌گردد:

1. Paritosh et al. (2019)
2. Su et al. (2020)
3. Alidrisi (2021)

$$S^+ = \text{Min } S_i \quad (۳۶)$$

$$S^- = \text{Max } S_i \quad (۳۷)$$

$$R^+ = \text{Min } R_i \quad (۳۸)$$

$$R^- = \text{Max } R_i \quad (۳۹)$$

نهایتاً شاخص نهایی ویکر (مقدار Q) با استفاده از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد:

$$Q_i = \left\{ v \times \left[ \frac{(S_i - S^+)}{(S^- - S^+)} \right] \right\} + \left\{ (1 - v) \times \left[ \frac{(R_i - R^+)}{(R^- - R^+)} \right] \right\}, v \in [0, 1], Q_i \cong SDI_{VIKOR} \quad (۴۰)$$

در رابطه فوق،  $v$  بیانگر وزنی برای استراتژی بیشینه مطلوبیت گروهی بوده و زمانی که مقدار آن بیشتر از نیم باشد، شاخص  $Q_i$  به اکثریت موافق منجر می‌شود و هنگامی که مقدار آن کمتر از نیم باشد، شاخص  $Q_i$  بیانگر نگرش منفی اکثریت می‌باشد. معمولاً در محاسبات تجربی،  $v$  برابر نیم در نظر گرفته می‌شود که بیانگر نگرش توافقی متخصصان است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۹). بر این اساس، در مطالعه حاضر  $v$  برابر نیم در نظر گرفته شده است.

#### ۳-۴. نتایج محاسبات اوزان

در مطالعاتی از قبیل مطالعات مارتینز و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۰)، دی‌ماتیس و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۱)، لیندن و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۱)، وانگ و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۲۱)، ثانی حیدری و همکاران (۱۳۹۹) و عقیلی و همکاران (۱۳۹۹)، از تکنیک‌های متعددی برای وزن‌دهی به معیارها استفاده می‌شود که عمدتاً یکی از آنها، تکنیک وزن‌دهی یکسان می‌باشد. این امر در مطالعه حاضر نیز اعمال گردیده است.

همچنین در تکنیک وزن‌دهی بر اساس نظر خبرگان، احتمال وقوع خطای انسانی بالا بوده، در تکنیک وزن‌دهی مک‌گراناهان، صرفاً همبستگی معیارها لحاظ شده و در تکنیک وزن‌دهی آنتروپی شانون، فقط پراکندگی داده‌ها ملاک تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد. این در حالی است که در تکنیک CRITIC، با استفاده همزمان از پراکندگی و همبستگی داده‌های سری زمانی، وزن معیارها محاسبه شده و برتری قابل ملاحظه‌ای به سایر تکنیک‌های وزن‌دهی دارد؛ چراکه انحراف معیار، به پراکندگی درونی یک سری زمانی و همبستگی به ارتباط بیرونی آن سری زمانی با دیگر سری‌ها اشاره دارد. لذا با توجه به قابلیت بالای تکنیک‌های وزن‌دهی یکسان و CRITIC، هر کدام در دو رویکرد و مابقی تکنیک‌ها تنها در یک رویکرد، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. نتایج محاسبات اوزان بر اساس تکنیک‌های مختلف مندرج در جدول (۲)، به شرح جدول (۳) ارائه می‌گردد:

1. Martínez et al. (2020)
2. De Montis et al. (2021)
3. Lind'en et al. (2021)
4. Wang et al. (2021)

جدول ۳: نتایج محاسبات اوزان بر اساس تکنیک‌های متناسب با رویکردهای مورد استفاده

شاخص	TES/GDP	Co2 emissions/TES	NR Depletion/GNI	Life Expectancy I	Trade/GDP	Unemployment	Self-Employed	Education I	Inflation CP	FDI/GDP	GCF/GDP	GNI/Pop
تکنیک وزن دهی یکسان	۸/۲۲	۸/۲۳	۸/۲۳	۸/۲۳	۸/۲۳	۸/۲۳	۸/۲۳	۸/۲۳	۸/۲۳	۸/۲۳	۸/۲۳	۸/۲۳
تکنیک وزن دهی مک گراتهان	۷/۳۰	۶/۵۲	۶/۹۱	۴/۹۶	۹/۹۲	۱۰/۰۵	۶/۵۸	۱۳/۶۲	۹/۲۷	۲/۵۴	۸/۷۶	۱۲/۵۶
تکنیک وزن دهی امتیاز دهی EI	۷/۴۱	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۳/۷۰	۱۱/۱۱	۱۱/۱۱	۳/۷۰	۷/۴۱	۱۱/۱۱	۳/۷۰	۷/۴۱	۱۱/۱۱
تکنیک وزن دهی Guttman	۷/۹۹	۹/۷۷	۹/۷۷	۷/۸۸	۸/۲۱	۷/۸۸	۷/۸۸	۷/۸۸	۸/۲۱	۸/۲۱	۸/۲۱	۸/۱۰
تکنیک وزن دهی CRITIC	۱۱/۷۷	۷/۲۱	۶/۷۳	۵/۸۳	۱۰/۰۹	۶/۴۵	۱۰/۸۲	۵/۸۳	۱۰/۸۳	۶/۲۲	۷/۳۹	۳/۸۱

منبع: یافته‌های پژوهش

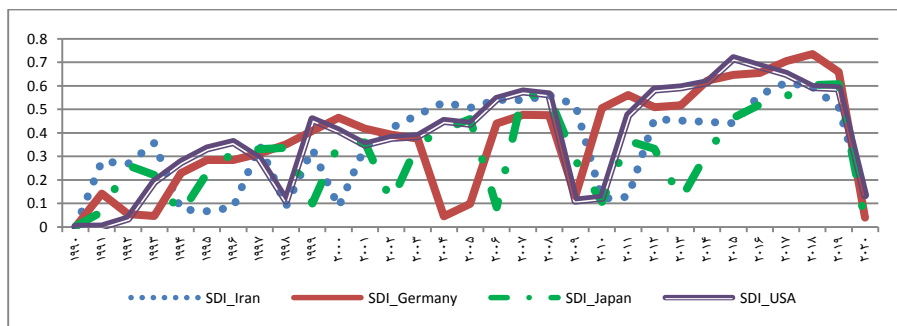
#### ۴. یافته‌های پژوهش و تفسیر نتایج

در این قسمت، یافته‌های پژوهش در دو سطح ایستا و پویا به تفکیک ارائه گردیده و سپس آنالیز حساسیت معیارها در سطوح خرد و کلان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

##### ۴-۱. یافته‌های پژوهشی در سطح ایستا

در این قسمت، با استفاده از رویکرد ماکس-مین و تکنیک وزن دهی یکسان، شاخص ترکیبی توسعه پایدار در سطح ایستا محاسبه و گزارش می‌گردد. به این ترتیب، با تشکیل ماتریس اصلی تصمیم‌گیری برای هر کشور به صورت جداگانه، فرایند محاسبه  $SDI_{Max-Min}$  ۸ بار به صورت مستقل برای ۸ کشور

مورد بررسی، انجام می‌پذیرد. نتایج حاصل از محاسبات در بازه ۳۱ ساله مورد بررسی، در قالب نمودار ۱ گزارش می‌شود.



منبع: یافته‌های پژوهش

### نمودار ۱: نتایج محاسبه $SDI_{Max-Min}$ در سطح ایستا برای ایران، چین، آمریکا و ژاپن (روند ۳۱ ساله)

نمودار ۱ در حقیقت، عملکرد شاخص توسعه پایدار در ایران را در دو حوزه گزارش می‌نماید: اولاً، روند حرکتی و نوسانات این شاخص در بازه ۳۱ ساله در ایران تبیین می‌گردد؛ ثانیاً، روند مورد بحث برای ایران در مقایسه با سه اقتصاد بزرگ جهان نیز به تصویر کشیده می‌شود.

بررسی‌ها نشان می‌دهد عوامل تأثیرگذار بر روند حرکتی و نوسانات شاخص توسعه پایدار در هر کشور، به دو گروه کلی عوامل داخلی و بیرونی قابل تفکیک می‌باشد. برنامه‌ریزی هدفمند، سیاست‌گذاری منجسم و عملکرد بهینه دولت را می‌توان به‌عنوان مهمترین عوامل درونی در هر کشور قلمداد نمود. وقوع انواع بحران‌های جهانی و منطقه‌ای در کلیه حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی و همچنین بلایای طبیعی، انواع جنگ و تحریم‌های اقتصادی، از جمله مهمترین عوامل بیرونی تأثیرگذار می‌باشند. در خصوص بحران‌های اخیر، می‌توان به بحران دوشنبه سیاه ۱۹ اکتبر ۱۹۸۷، بحران ۸ ماهه ریزش ارزش شرکت‌های اینترنتی و کامپیوتری در مارس ۲۰۰۱، رکود عمیق مالی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ به‌عنوان شدیدترین رکود پس از بحران بزرگ در دهه ۱۹۳۰ و بحران کرونا ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۱ اشاره نمود (محمدی‌پور، ۱۴۰۱) که کم و بیش منشأ اثر آنها در نمودار ۱ برای هر کشور به تفکیک قابل رؤیت می‌باشد.

در این میان، تأثیر بیماری کرونا برای کشورهای مورد بررسی به وضوح مشخص بوده و شدت آثار آن، بیشتر از تمامی بحران‌های قبلی بر شاخص توسعه پایدار تأثیر گذاشته، و بعد از بحران کرونا، رکود عمیق مالی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ به‌عنوان دومین عامل سراسری، بیشترین تأثیر گسترده را بر عملکرد

۱. این بحران به‌علت کاهش تقاضای مؤثر، افزایش سرمایه‌گذاری خارجی در بازار سرمایه آمریکا بخصوص توسط آسیای شرقی، حباب مسکن در آمریکا و ... به وقوع پیوسته است.

شاخص توسعه پایدار طی دوره مورد بررسی ایجاد نموده است. به علت گستردگی عوامل داخلی و بیرونی تأثیرگذار بر نوسانات شاخص توسعه پایدار، از بررسی موشکافانه سایر عوامل پرهیز می‌گردد. با توجه به اینکه مقادیر یارانه مستقیم پرداخته شده به بخش انرژی، در گزارشات آژانس بین‌المللی انرژی<sup>۱</sup>، از سال ۲۰۱۰ تاکنون محاسبه و منتشر می‌شود، بنابراین، جدول تکمیلی مقایسه متوسط یارانه پرداخته شده طی ۱۱ سال اخیر در مقایسه با مقادیر متوسط  $\overline{SDI}_{Max-Min}$  در بازه ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ در جدول (۴) ارائه می‌گردد:

جدول ۴: متوسط یارانه انرژی و  $\overline{SDI}_{Max-Min}$  در سطح ایستا طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰

کشورها	گروه	Eco متوسط	Soc متوسط	Env متوسط	SDI متوسط	رتبه توسعه پایدار	متوسط سوسید انرژی	رتبه جهانی در پرداخت سوسید
مقیاس اندازه‌گیری	واحد	مقادیر نرمال بین صفر و یک				واحد	میلیون دلار واقعی به قیمت ثابت ۲۰۲۰	واحد
Iran	۱	۰/۵۵۸۷	۰/۳۷۲۰	۰/۵۰۱۷	۰/۴۰۳۹	۵	۶۷۳,۸۹	۱
China	۲ و ۱	۰/۵۷۵۳	۰/۳۱۲۶	۰/۴۶۴۳	۰/۳۵۷۷	۸	۹۱۸,۳۷	۳
India	۱	۰/۵۶۷۱	۰/۶۳۶۴	۰/۳۴۰۰	۰/۴۲۵۹	۴	۹۶۰,۳۳	۴
S Arabia	۱	۰/۵۴۳۴	۰/۴۰۶۱	۰/۳۹۰۸	۰/۳۷۱۳	۶	۴۲۴,۴۷	۲
Russian	۱	۰/۵۷۷۴	۰/۵۸۳۹	۰/۶۳۸۴	۰/۵۹۰۰	۱	۳۴۷,۲۷	۵
Germany	۲	۰/۴۳۶۰	۰/۷۱۲۴	۰/۶۳۳۲	۰/۵۵۹۵	۲	۰	۴۳
Japan	۲	۰/۳۸۷۴	۰/۴۴۰۹	۰/۴۴۶۳	۰/۳۶۵۳	۷	۰	۴۳
USA	۲	۰/۵۳۲۵	۰/۴۰۴۸	۰/۷۹۶۱	۰/۵۲۳۷	۳	۰	۴۳
متوسط کشور	-	۰/۵۲۲۲	۰/۴۸۳۶	۰/۵۲۶۳	۰/۴۴۹۷	-	۵۴۰/۳۷,۲۹	-
متوسط گروه اول	-	۰/۵۶۴۴	۰/۴۶۲۲	۰/۴۶۷۰	۰/۴۲۹۸	۵	۲۶۴/۶۰,۴۷	۳
متوسط گروه دوم	-	۰/۴۸۲۸	۰/۴۶۷۷	۰/۵۸۵۰	۰/۴۵۱۶	۵	۴۷۹/۶۰,۹	۳۳
همبستگی نتایج رویکرد ماکس-مین با مقادیر سوسید پرداختی به بخش انرژی		همبستگی مقادیر			-۰/۴۰۸۸	همبستگی رتبه‌بندی‌ها	-۰/۱۹۶۹	

منبع: یافته‌های پژوهش

همچنین نگاهی به روند نوسانی شاخص توسعه پایدار طی دو دهه اخیر در ایران، نشان می‌دهد که این شاخص در سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۹ همواره دارای مقادیر بالاتر از نیم بوده، ولیکن طی سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱، به ترتیب، به ۰/۱۲ و ۰/۱۳ سقوط نموده و در حقیقت، ۵ برابر تنزل یافته است. این کاهش دهشتناک، متقارن با آغاز دور چهارم تحریم‌های آمریکا علیه ایران از سال ۱۳۸۹ بوده که با هدف کاستن از سرعت رشد توان هسته‌ای، تحریم صادرات نفت ایران، تحریم بانک مرکزی ایران و تحریم شدیدتر واردات کالاهای ضروری و اساسی، صورت پذیرفته است (گرشاسبی و یوسفی دیندارلو، ۱۳۹۵).

به این ترتیب، از تحریم بانک مرکزی ایران در سال ۲۰۱۰ و تشدید جنگ ارزی<sup>۱</sup> علیه ایران، می‌توان به‌عنوان نکته عطف در طی دو دهه اخیر یاد نمود که دقیقاً در روند شاخص توسعه پایدار نیز منعکس می‌باشد. مطالعه گرشاسبی و یوسفی دیندارلو (۱۳۹۵)، آثار چشمگیر تحریم‌های سال ۱۳۸۹ را بر تورم، صادرات غیرنفتی، اشتغال، سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، مصرف و ... محاسبه و ارائه نموده که با نتایج مطالعه حاضر، کاملاً همخوانی دارد. به تدریج با مدیریت شدت آثار تحریم‌های دوره چهارم، شاخص توسعه پایدار در سال ۲۰۱۲ به ۰/۴۶ افزایش یافته و تا سال ۲۰۱۹، همواره بالای ۰/۴۴ قرار داشته است. ولیکن در سال ۲۰۲۰ و همزمان با گسترش بیماری کرونا، این شاخص، مجدداً از ۰/۵۱ به ۰/۱۲ دومین سقوط خود را تجربه نموده است.

به‌رغم اینکه تحلیل نوسانات شاخص توسعه پایدار در قبال عوامل بحران‌ها، تحریم‌های اقتصادی و سایر عوامل تأثیرگذار داخلی یا بیرونی، عملکرد منطقی و قابل پذیرشی را منعکس می‌نماید، ولیکن مقایسه عملکرد کشورها از حیث برخورداری از مقادیر بالاتر این شاخص، نتایج غیرمنطقی و نامتناسبی را ارائه می‌کند. نتایج مندرج در جدول ۴، بیان می‌دارد که  $SDI_{Max-Min}$  طی دهه اخیر برای ایران، بالاتر از کشورهای ژاپن، چین و عربستان می‌باشد. لذا رابطه منطقی بین رتبه جهانی در پرداخت یارانه به انرژی و تحقق توسعه پایدار، وجود نخواهد داشت؛ چراکه کشور ژاپن از حیث متوسط شاخص توسعه پایدار (به‌رغم عدم پرداخت یارانه مستقیم به بخش انرژی)، رتبه پایین‌تر از ایران دارد که بیشترین یارانه را در جهان به بخش انرژی پرداخت می‌کند. این در حالی است که مطابق نتیجه تحقیق ساچس و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۱) رتبه جهانی ژاپن در پیاده‌سازی آرمان‌های ۱۷ گانه توسعه پایدار، ۱۸ در مقابل رتبه ۷۴ ایران می‌باشد.

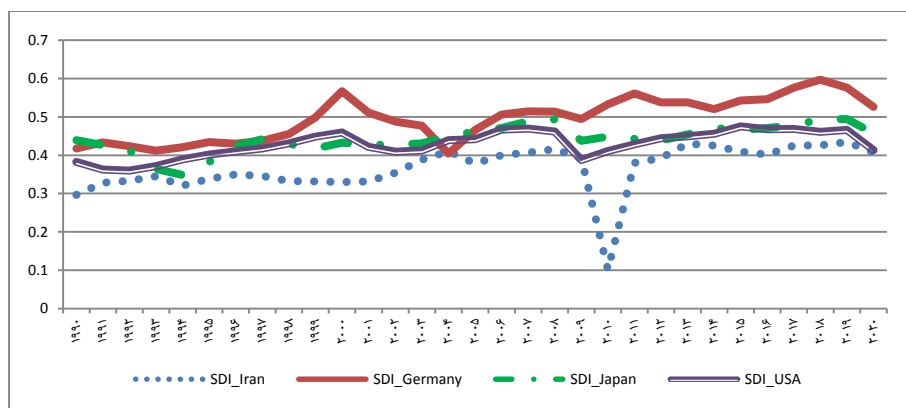
همچنین مقایسه مقادیر سالانه SDI در نمودار (۱) با سه اقتصاد بزرگ جهان، نشان می‌دهد که در سال‌های ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۳، ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۵، ۲۰۰۹ و ۲۰۲۰، میزان شاخص توسعه پایدار در ایران بالاتر از کشورهای آمریکا، چین و ژاپن می‌باشد که نمی‌تواند منطقی باشد.

۱. جنگ ارزی، نوعی از جنگ مالی است که سقوط ارزش پول کشورها را در دستور کار قرار می‌دهد. از آنجایی که ارزش پول یک کشور، پاشنه آشیل آن است، لذا سقوط آن می‌تواند تبعات بسیار سنگینی را برای اقتصاد کشور به همراه داشته باشد.

از طرفی نیز همبستگی بین متوسط یارانه پرداخته شده به بخش انرژی و متوسط  $SDI_{Max-Min}$  در بازه ۱۱ ساله مورد بررسی به میزان  $-0/41$  و همبستگی بین رتبه‌بندی کشورها از حیث یارانه پرداختی و توسعه پایدار به میزان  $-0/20$  می‌باشد. مقادیر همبستگی خیلی پایین بوده و نمی‌تواند نشان دهنده روابط قوی بین یارانه پرداختی و تحقق توسعه پایدار باشد و یا اینکه ایراد و خطا در سطح ایستای مطالعه و یا استفاده از رویکرد ماکس-مین می‌باشد.

#### ۲-۴. یافته‌های پژوهشی در سطح پویا

در این قسمت، با استفاده از رویکردهای هفتگانه مندرج در جدول (۲) و پنج تکنیک وزن‌دهی متناظر با هر رویکرد، شاخص ترکیبی توسعه پایدار در سطح پویا محاسبه و گزارش می‌گردد. بر این اساس، یک ماتریس اصلی و واحد در سطح پویا تشکیل می‌شود و محاسبات، هفت بار بر مبنای رویکردهای مختلف انجام می‌پذیرد. با توجه به گستردگی محاسبات انجام شده، در نمودار ۲، تنها نتایج  $SDI_{Max-Min}$  در بازه ۳۱ ساله مورد بررسی، گزارش می‌گردد تا قابلیت مقایسه با نمودار ۱ ایجاد شود.



منبع: یافته‌های پژوهش

#### نمودار ۲: نتایج محاسبه $SDI_{Max-Min}$ در سطح پویا برای ایران، چین، آمریکا و ژاپن (روند ۳۱ ساله)

همچنین به‌طور متناظر با جدول (۴)، نتایج محاسبات شاخص‌های توسعه پایدار در سطح پویا بر اساس متوسط رویکردهای هفتگانه برای هر کشور در کنار متوسط یارانه پرداخته شده به بخش انرژی، در قالب جدول (۵) گزارش می‌شود.

جدول ۵. متوسط شاخص‌های توسعه پایدار بر مبنای رویکردهای هفتگانه مورد استفاده در سطح پویا در مقایسه با متوسط یارانه پرداختی به بخش انرژی در هر کشور طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰

رتبه جهانی در پایداری سوستید	واحد	میلیون دلار واقعی قیمت ثابت ۲۰۲۰		مقدار	از حیث نتایج هر رویکرد
		میانگین	انحراف		
SDI_VIKOR	۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۸۴
SDI_TOPSIS	۸	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۵۳
SDI_Guttman	۸	۰/۱۲	۰/۳۵	۰/۸۳	۰/۸۵
SDI_EJ-Scoring	۸	۰/۱۳	۰/۳۵	۰/۸۳	۰/۸۵
SDI_McGranahan	۸	۰/۱۳	۰/۳۵	۰/۸۳	۰/۸۵
SDI_Max-Min	۸	۰/۱۳	۰/۳۵	۰/۸۳	۰/۸۵
SDI_ZScore	۸	۰/۱۳	۰/۳۵	۰/۸۳	۰/۸۵
گروه	۱	۰/۱۰	۰/۱۸	۰/۳۲	۰/۸۵
کشورها	Iran	۱	۲۹۱	۱	همبستگی نتایج هر رویکرد با مقادیر سوستید انرژی
	China	۳	۹۱۸۳۷	۰	
	India	۴	۹۵۰۰۳۳	۰	
	S Arabia	۲	۴۳۴۶۷	۰	
	Russian	۵	۳۳۷۲۷	۰	
	Germany	۴۳	۰	۰/۶۱	
	Japan	۴۳	۰	۰/۲۷	
	USA	۴۳	۰	۰/۳۲	
	متوسط ۸ کشور	-	۵۴۰۳۷۰۲۹	-	
	متوسط گروه اول	۳	۲۶۱۶۰۶۷	۰/۰۰	
	متوسط گروه دوم	۳۳	۲۹۶۶۰۰۹	۰/۰۰	



کلیه تحلیل‌های مطرح شده در سطوح ایستا در خصوص بررسی روندی شاخص توسعه پایدار مبتنی بر عوامل داخلی و بیرونی، در این قسمت نیز عیناً صادق می‌باشند و از تکرار مجدد آنها، پرهیز می‌شود؛ ولیکن مباحث مربوط به مقایسه عملکرد هر کشور در قیاس با کشورهای دیگر در سطح پویا، تغییرات اساسی با مطالعه در سطح ایستا دارد.

در نمودار (۲)، روند حرکتی شاخص توسعه پایدار برای ایران مشابه نمودار (۱) بوده، ولیکن مقایسه کلی مقادیر ایران با سه اقتصاد بزرگ جهان (آلمان، آمریکا و ژاپن) در دو نمودار مورد بحث به شدت فرق دارند. در نمودار (۲)، به وضوح عملکرد ایران واقعی‌تر شده و در بازه ۳۱ ساله مورد بررسی، پایین‌تر از سه کشور مذکور می‌باشد. همچنین به وضوح مشخص است که آلمان هم در طول بازه مورد بررسی، کاملاً از تمامی کشورها بالاتر می‌باشد. گزارش ارائه شده از شاخص توسعه پایدار در دو نمودار ۱ و ۲، تنها در سطح مطالعه، متفاوت می‌باشند و مقادیر نهایی در هر دو نمودار با رویکرد ماکس-مین و تکنیک وزن‌دهی یکسان محاسبه شده‌اند. به این ترتیب، می‌توان استنباط نمود که مطالعه در سطح پویا، ایرادات قبلی مطالعه در سطح ایستا برای مقایسه عملکرد کشورها را ندارد.

از طرفی نیز مقایسه در رتبه‌بندی کشورها بر اساس  $\overline{SDI}_{Max-Min}$  در جداول ۴ و ۵، به وضوح نشان می‌دهد که رتبه‌بندی کشورها کاملاً واقعی‌تر شدند و از طرف دیگر نیز در جدول (۵)، همبستگی بین متوسط یارانه انرژی و  $\overline{SDI}_{Max-Min}$  به میزان  $-0/74$  و همبستگی رتبه‌بندی براساس پرداخت یارانه و  $\overline{SDI}_{Max-Min}$  به میزان  $-0/85$  ارتقاء یافته که نشان از واقعی شدن و وجود رابطه منفی قوی بین پرداخت یارانه و تحقق توسعه پایدار می‌باشد. مقادیر متوسط شاخص‌های توسعه پایدار با تغییر رویکرد مطالعه و تکنیک‌های وزن‌دهی نیز در جدول (۵) ارائه شده که همگی نشان از واقعی‌تر شدن رتبه‌بندی کشورها در سطح پویا نسبت به سطح ایستا دارند.

بر این اساس، همبستگی مقداری و رتبه‌ای بین متوسط یارانه پرداختی و متوسط شاخص‌های توسعه پایدار به‌طور چشمگیری افزایش یافته و در هر حالتی، بیش از  $0/52$  - می‌باشد. این امر، به منزله تأیید فرضیه اول تحقیق است.

همچنین مقایسه متوسط تحقق توسعه پایدار در گروه‌های اول و دوم در جدول (۵)، نشان از برتری مقداری و رتبه‌ای کشورهای گروه دوم نسبت به گروه اول داشته که به منزله تأیید فرضیه دوم بوده و نهایتاً چین در رتبه‌بندی بر اساس ۷ رویکرد، در ۶ رویکرد در رتبه ۴ بعد از آلمان، آمریکا و ژاپن قرار داشته که به منزله تأیید فرضیه سوم می‌باشد.

### ۳-۴. آنالیز حساسیت معیارها در سطح پویا

در این قسمت، آنالیز حساسیت ناشی از حذف هر یک از متغیرهای ۱۲ گانه برای تمامی کشورهای گروه اول و دوم در سطح پویا در رویکرد مبتنی بر نرمال استاندارد، انجام و تغییرات مقادیر  $SDI_Z$ -score و رتبه‌بندی کشورها در نتیجه حذف هر یک از متغیرها (۱۲ حالت) به تفکیک مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس میانگین حالات ۱۲ گانه با حالت استاندارد محاسبه  $SDI_Z$ -score بر اساس ۱۲ متغیر، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. بر این اساس، نتایج آنالیز حساسیت ناشی از حذف هر

یک از متغیرها، بیان می‌دارد: حذف درآمد سرانه در بعد اقتصادی، شاخص آموزش در بعد اجتماعی و شدت کربن در بعد زیست محیطی، بیشترین تأثیر را در مقادیر شاخص هدف و رتبه‌بندی کشورها ایجاد می‌نماید.

همچنین برتری کشور آلمان بر کشورهای مورد بررسی، به گونه‌ای می‌باشد که حذف هیچ متغیری، نمی‌تواند رتبه اول بودن این کشور را تحت تأثیر قرار دهد. ایران نیز بدترین وضعیت در تحقق توسعه پایدار را داشته و حذف نرخ بیکاری، می‌تواند ۲ رتبه و حذف متغیرهای سهم سرمایه خارجی از تولید، شدت کربن و شدت مصرف انرژی، می‌تواند ۱ رتبه جایگاه ایران را در بین ۸ کشور ارتقاء دهد. به عبارت دیگر، عملکرد بسیار بد ایران در این چهار شاخص، سبب شده تا رتبه آخر نصیب این کشور گردد.

در مرحله بعد، آنالیز حساسیت حذف هر یک از ابعاد سه گانه در سطح پویا برای تمامی کشورهای گروه اول و دوم با استفاده از رویکرد نرمال استاندارد، انجام و تغییرات مقادیر  $SDI_Z$ -score و رتبه-بندی کشورها در نتیجه حذف هر یک از بعدها (۳ حالت)، به تفکیک مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس میانگین حالات سه گانه با حالت استاندارد محاسبه  $SDI_Z$ -score براساس سه بعد، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. مسلماً هر یک از ابعاد، نقش قابل ملاحظه‌ای در شاخص ترکیبی هدف داشته و کنار گذاشتن هر بعد، می‌تواند مقادیر شاخص هدف و رتبه‌بندی کشورها را با شدت بیشتری تحت تأثیر قرار دهد. در این خصوص، نتایج آنالیز حساسیت ناشی از حذف هر یک از بعدها، نشان می‌دهد که تغییر نتایج مقداری و رتبه‌بندی کشور در این قسمت در مقایسه با قسمت قبل، محسوس‌تر می‌باشد. همچنین کنار گذاشتن بعد زیست محیطی، جایگاه کشورهای آمریکا و ژاپن را به شدت تنزل داده و چین (دومین اقتصاد بزرگ جهان) را به رتبه دوم ارتقاء می‌دهد. لذا حذف بعد زیست محیطی، بیشترین تأثیر در مقادیر شاخص هدف و رتبه‌بندی کشورها را در پی دارد که محور اصلی توسعه پایدار می‌باشد.

برای محاسبه سهم هر متغیر در شاخص توسعه پایدار مطابق نتیجه پژوهش کارانویچ و کارانویچ<sup>۱</sup> (۲۰۱۵)، از روابط ۴۱ الی ۴۵ استفاده شده است. مطابق رابطه (۴۱)، شاخص ترکیبی هدف، از مجموع معیارهای رفع مقیاس شده تشکیل شده که با امید ریاضی گرفتن از طرفین معادلات خواهیم داشت:

$$SDI_Z\text{-score} = \sum_{j=1}^n z_j, \quad n=12 \quad (41)$$

$$E(SDI_Z\text{-score}) = \sum_{j=1}^n E(z_j) \quad (42)$$

مطابق رابطه (۴۳)، انحراف معیار شاخص ترکیبی هدف، مساوی است با همبستگی شاخص هدف و هر یک از متغیرها ضرب در انحراف معیار متغیرها.

$$S_{SDI_Z\text{-score}} = \sum_{j=1}^n \text{corr}(z_j, SDI_Z\text{-score}) \times S_{z_j} \quad (43)$$

با جابه‌جایی و جایگذاری روابط، نهایتاً شاخص سهم هر متغیر از نوسانات شاخص ترکیبی ( $VC_j$ ) با استفاده از روابط ذیل، حاصل می‌گردد:

$$GC_j = \frac{E(z_j)}{E(SDI_z\text{-score})} \quad (۴۴)$$

$$VC_j = \left\{ \frac{corr(z_j, SDI_z\text{-score}) \times S_{z_j}}{S_{SDI_z\text{-score}}} \right\} \quad (۴۵)$$

نتایج محاسبه سهم متغیرها در رویکرد نرمال استاندارد با استفاده از رابطه (۴۵)، در جدول (۶) گزارش شده است. در صورتی که سهم متغیرها قبل از رفع مقیاس محاسبه گردد، نتایج گمراه‌کننده‌ای حاصل می‌شود که در جدول مذکور در ستون VC اولیه، نمایش داده شده است. محاسبه سهم استاندارد شده هر متغیر، نشان می‌دهد که به‌ترتیب، شاخص امید به زندگی، درآمد سرانه، شاخص آموزش و تخریب منابع طبیعی، بیشترین تأثیر را در نوسانات شاخص ترکیبی هدف دارا می‌باشند (سهم شاخص امید به زندگی در نوسانات شاخص توسعه پایدار، ۲/۲۹ درصد می‌باشد).

### جدول ۶: سهم متغیرها در نوسانات شاخص توسعه پایدار

#### در رویکرد مبتنی بر نرمال استاندارد

شاخص	همبستگی با شاخص هدف	انحراف معیار شاخص هدف	انحراف معیار متغیر (قبل از رفع مقیاس)	انحراف معیار استاندارد شده هر متغیر	VC اولیه	سهم استاندارد شده هر متغیر	رتبه هر شاخص
Life Expectancy I	۰/۶۹	۰/۳۰	۰/۰۰	۱	۰/۰۱	۲/۲۹	۱
GNI/Pop	۰/۵۸	۰/۳۰	۶۰۱,۱۷	۱	۸۱۳,۳۳	۱/۹۲	۲
Education I	۰/۵۲	۰/۳۰	۰/۱۷	۱	۰/۲۹	۱/۷۱	۳
NR Depletion/GNI	۰/۴۵	۰/۳۰	۴/۳۰	۱	۶	۱/۴۹	۴
TES/GDP	۰/۴۴	۰/۳۰	۲۶/۶۱	۱	۳۹	۱/۴۶	۵
Unemployment	۰/۴۴	۰/۳۰	۲/۶۳	۱	۴	۱/۴۵	۶
Inflation CP	۰/۴۰	۰/۳۰	۱۱۱/۵۳	۱	۱۴۹	۱/۳۴	۷
GCF/GDP	۰/۰۶	۰/۳۰	۷/۹۰	۱	۱	۰/۱۹	۸
FDI/GDP	۰/۳۵	۰/۳۰	۱/۶۷	۱	۲	۱/۱۵	۹
Self-Employed	۰/۱۵	۰/۳۰	۲۷/۴۵	۱	۱۳	۰/۴۸	۱۰
Co2 emissions/TES	۰/۱۱	۰/۳۰	۶/۰۱	۱	۲	۰/۳۵	۱۱
Trade/GDP	۰/۰۷	۰/۳۰	۱۹/۹۵	۱	۴	۰/۲۲	۱۲
میانگین حالات ۱۲ گانه	۰/۳۵	۰/۳۰	۴۸۴/۱۳,۱	۱	۸۳۶,۲	۱/۱۷	-
مجموع حالات	۴/۲۴	۳/۶۲	۸۰۹/۵۵,۱۷	۱۲	۰۳۵,۳۴	۱۴/۰۵	-

منبع: یافته‌های پژوهش

## ۵. بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر، تأثیر پرداخت یارانه مستقیم به بخش انرژی (به‌عنوان یک نهاد استراتژیک و تأثیرگذار بر کلیه فعالیت‌های تولیدی و خدماتی) بر تحقق توسعه پایدار در کشورهای گروه اول (۵ رتبه اول جهان در پرداخت یارانه به بخش انرژی در ۱۱ سال اخیر) و دوم (چهار اقتصاد بزرگ جهان)، بررسی شده است. ابتدا کشورها براساس میزان تحقق توسعه پایدار در سطح ایستا رتبه‌بندی و مورد پردازش قرار گرفتند. نتایج حاصله، بیانگر احتمال صحت سه استنباط (۱- ارتباط ضعیف بین پرداخت یارانه انرژی و تحقق توسعه پایدار یا ۲- ضعف رویکرد ماکس-مین در برآورد میزان تحقق توسعه پایدار در کشورها و یا ۳- ایراد در رتبه‌بندی کشورها براساس نتایج سطح ایستا)، بود.

با تکرار محاسبات در سطح پویا و استفاده از ۶ رویکرد دیگر، استنباط‌های ۱ و ۲ فوق، مردود شده و تبیین گردید که محاسبات در سطح ایستا، به‌رغم درستی در برآورد روند تحقق توسعه پایدار در کشور مورد بررسی، قابلیت مقایسه عملکرد کشورها را با یکدیگر ندارد. به‌عنوان نمونه: حداکثر میزان درآمد سرانه در بازه ۳۱ ساله مورد بررسی، در چین با ۱۰۳۹۳ و ایران با ۵۶۲۴ دلار، بعد از رفع مقیاس در رویکرد ماکس-مین معادل یک قرار می‌گیرند. این در حالی است که حداقل مقدار درآمد سرانه در کشورهای آمریکا با ۳۹۴۱۳، آلمان با ۲۹۹۵۱ و ژاپن با ۲۸۳۹۳ دلار، بعد از رفع مقیاس در این رویکرد، معادل صفر امتیاز می‌گیرند.

این امر، باعث ناکارآمدی شاخص ترکیبی محاسبه شده برای مقایسه عملکرد کشورها با یکدیگر می‌شود. لذا شاخص محاسبه شده در سطح ایستا، صرفاً برای تحلیل روند نوسانی توسعه پایدار در هر کشور و تأثیر پذیری از عوامل داخلی و بیرون مورد اشاره در یافته‌های مطالعه، قابلیت استفاده را دارند، ولیکن در سطح پویا، علاوه بر امکان بررسی روند نوسانی و تأثیرپذیری از عوامل داخلی و بیرون، مقادیر محاسبه شده برای تحقق توسعه پایدار، قابلیت مقایسه بین کشوری را نیز دارا می‌باشند.

بر این اساس، محاسبات در سطح پویا با بهره‌گیری از ۵ تکنیک وزندهی در قالب ۷ رویکرد مندرج در جدول (۲)، تداوم یافتند. بررسی نتایج محاسبات مطالعه حاضر، نشان می‌دهد که بحران کرونا در بین عوامل داخلی و بیرونی، به‌صورت گسترده در تمامی کشورها، بیشترین آثار تخریبی را بر شاخص توسعه پایدار ایجاد نموده و پس از آن، رکود عمیق مالی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ به‌عنوان دومین عامل سراسری تأثیرگذار بوده است.

بحران کرونا با ماهیتی برون‌نگر، ویژگی‌های متمایزی با بحران‌های مالی سیستماتیک جهانی ماقبل با ماهیتی درونزا دارد. رکود عمیق ۲۰۰۸ در نتیجه عواملی درونزا همانند: محصولات اعتباری ساختاری ضعیف ارزیابی شده، توهّم سرمایه بانکی، تقسیم بندی مقررات، داوری نظارتی گسترده و بدهی‌های خارج از ترازنامه ایجاد شده که در حقیقت ناشی از ضعف سیستم مالی حاکم قلمداد می‌شد. بر این اساس، عامل اصلی بحران ۲۰۰۸ از نوع کمبود نقدینگی بوده و راهکار مناسب مقابله با آن نیز تزریق متناسب نقدینگی می‌باشد. این در حالی است که بحران کرونا، ناشی از ضعف سیستم

مالی نبوده و اصلاحات و راه‌حلهایی که بر محور سیستم مالی متمرکز باشند، نمی‌توانند به تنهایی راهگشا باشند.

بر این اساس، بحران کرونا با انجماد فعالیت‌های اقتصادی، باعث کاهش شدید تولید و سرمایه‌گذاری در اقتصاد شده و بیکاری گسترده‌ای را به دنبال داشته است. از طرفی نیز بسته‌ها و کمک‌های حمایتی دولت‌ها نیز چیزی جز افزایش کاذب تقاضا و تشدید تورم را به صورت همزمان ایجاد ننموده است. بر این اساس، اکثریت متغیرها طی سال‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۰ با شدت بیشتری نسبت به بحران کرونا (در مقایسه رکود ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲)، عکس‌العمل منفی نشان داده و در صورت حذف متغیرهایی با روند عمومی مثبت همانند: شاخص آموزش، شاخص امید به زندگی و ...، شاخص ترکیبی هدف، می‌توانست با شدت بیشتری به حداقل مقدار شاخص توسعه پایدار در کل دوره ۳۱ ساله مورد مطالعه نزدیک شود.

نتایج حاصله با نتایج مطالعه سخانی و همکاران (۱۳۹۹) و تحلیل‌های اقتصادی صندوق بین‌المللی پول (۲۰۲۲)، همخوانی دارد. همچنین نتایج حاصل از رتبه‌بندی کشورها براساس رویکردهای هفتگانه مندرج در جدول (۵)، به‌رغم بهبود قابل ملاحظه و قابل قبول در نتایج حاصله، با شدت و ضعف‌هایی همراه می‌باشد.

رویکرد تاپسیس، با کمترین همبستگی مقداری و رتبه‌ای، بیشترین اختلاف در رتبه‌بندی کشورها را با سایر رویکردهای مطالعاتی دارا می‌باشد. پس از آن، دقت اندازه‌گیری رویکرد ویکر به اندازه یک درصد کمتر از رویکرد ماکس-مین بوده، ولیکن دقت محاسبات در سایر رویکردها به‌شدت بالا می‌باشد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که علت اصلی ضعف در رتبه‌بندی در رویکردهای تاپسیس و ویکر برای مطالعات سری‌های زمانی، تفاوت تکنیک عملکردی آنها در مواجهه با معیارهای منفی می‌باشد. در کلیه رویکردهای مطالعاتی بجز تاپسیس و ویکر، متغیر با تأثیر منفی، از مطالعه کنار گذاشته شده و متغیر جایگزینی که معکوس آن برای تک‌تک داده‌های سری زمانی تعریف شده، وارد مطالعه می‌شود. این در حالی است که در رویکردهای تاپسیس و ویکر، معیارها با تأثیر منفی عیناً در مطالعه باقی می‌مانند و صرفاً فواصل از مقادیر مطلوب و نامطلوب در تاپسیس و مقادیر سودمندی و تأسف در ویکر اندازه‌گیری می‌شود. لذا این رویکردها در مطالعات با سری‌های زمانی، نسبت به رویکردهایی که برای تک تک متغیرها، متغیر جایگزین وارد می‌کنند، قابلیت پایین‌تری دارند.

با وجود اینکه در رتبه‌بندی حاصل از برخی رویکردها، شدت و ضعف‌هایی وجود دارد، آیا می‌توان در خصوص درستی نتایج و تأیید/رد فرضیات تحقیق، اظهار نظر نمود؟ برای پاسخ به این سؤال، ابتدا تجربیات مشابه در مطالعات اخیر واکاوی گردیده و سپس جمع‌بندی نظرات انجام می‌پذیرد. رتبه‌بندی نهایی ۸ گزینه حاصل از دو رویکرد تاپسیس و ویکر، در مطالعه پاریتوش و همکاران (۲۰۱۹)، تناقضات

اساسی با هم داشتند؛ به طوری که گزینه‌ای که در رتبه‌بندی بر مبنای تاپسیس اول بوده، در رتبه‌بندی بر اساس ویکر، گزینه آخر را کسب نمود.

در این مطالعه، انتخاب آخر تاپسیس، انتخاب دوم ویکر بوده و انتخاب اول ویکر، انتخاب سوم تاپسیس قرار گرفته بود. در تفسیر نتایج پاریتوش و همکاران، بیان می‌شود که رویکرد ویکر به‌عنوان روش برنامه‌ریزی سازشی، توانایی بالاتری نسبت به تاپسیس در انتخاب بهترین گزینه ممکن را دارا می‌باشد. در مطالعه حاضر نیز دقت اندازه‌گیری در رویکرد ویکر بالاتر، از تاپسیس بوده و همچنین نتایج ویکر، به انتخاب آلمان به‌عنوان گزینه نهایی منجر شده که بر اساس تمامی رویکردها نیز انتخاب بهینه می‌باشد، و لذا تحلیل‌های بیان شده، در خصوص نتایج مطالعه پیش‌رو نیز صادق می‌باشند. مطالعه دی‌مانتیس و همکاران (۲۰۲۱)، از تغییر در تکنیک‌های وزن‌دهی جهت آنالیز حساسیت و جمع‌رته‌بندی ناشی از تغییرات ایجاد شده در رتبه‌بندی‌ها، از طریق محاسبه متوسط تغییرات ایجاد شده در رتبه‌بندی‌ها، استفاده می‌نماید. این تکنیک پژوهشی نیز در مطالعه حاضر به‌طور کامل پیاده‌سازی شده است، چراکه ۵ تکنیک وزن‌دهی متفاوت در کنار ۶ تکنیک رفع مقیاس متفاوت در قالب ۷ رویکرد مطالعاتی، مورد استفاده قرار گرفته و در صورتی که متوسط تغییرات ایجاد شده در رتبه‌بندی‌ها را ملاک نتیجه‌گیری قرار دهیم، با استفاده از رابطه ذیل، می‌توان متوسط رتبه‌بندی کلی را استنباط نمود:

$$Rank^* = \frac{\sum_{i=1}^q Rank_i}{q}, \quad q = 7 \quad (46)$$

در فرمول فوق،  $q$  به تعداد رتبه‌بندی‌ها اشاره دارد که در مطالعه پیش‌رو ۷ رویکرد، اقدام به ۷ نوع رتبه‌بندی متفاوت نموده است. به‌وضوح مشخص بوده که با اعمال این فرمول در نتایج رتبه‌بندی مندرج در جدول (۵)، خواهیم داشت: کشورهای آلمان، آمریکا، ژاپن، چین، هندوستان، عربستان، روسیه و ایران، به ترتیب، رتبه‌های اول تا آخر را در تحقق توسعه پایدار کسب می‌نمایند و به‌عبارت دیگر، هر سه فرضیه تحقیق (۱ تا ۳)، مورد تأیید قرار می‌گیرند.

نهایتاً، میچ و فیگن آنتون<sup>۲</sup> (۲۰۲۱) در مواجهه با رتبه‌بندی‌های متفاوت ناشی از رویکردهای مختلف، بیان می‌دارند که رتبه نهایی هر گزینه می‌باید از بیشترین تکرار آن رتبه در رویکردهای متفاوت انتخاب شود. این مطالعه از سه رویکرد جهت رتبه‌بندی چهار گزینه، استفاده نموده و گزینه چهارم که در رویکرد تاپسیس و  $MOORA^3$ ، گزینه اول و در رویکرد  $WASPAS$ ، گزینه دوم بود، به‌علت بیشترین تکرار، به‌عنوان گزینه بهینه و نهایی انتخاب شد.

در صورتی که بیشترین تکرار رتبه را ملاک انتخاب نهایی در جدول (۵) مطالعه حاضر قرار دهیم، عیناً نتایج فوق‌الذکر تکرار شده و کلیه فرضیات ۱ تا ۳ نیز تأیید می‌شوند. لذا با استفاده از تجربه

1. De Montis *et al.* (2021)

2. Miç & Figen Antmen (2021)

3. Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis

(بهینه‌سازی چند هدفه بر اساس تحلیل نسبت)

مطالعاتی دی‌مانتیس و همکاران مبنی بر محاسبه متوسط رتبه‌ها و تجربه مطالعاتی میچ و فیگن آنتون مبنی بر ملاک قرار گرفتن بیشترین تکرار رتبه در رویکردهای مختلف، کلیه فرضیات، مورد تأیید قرار گرفته و رتبه‌بندی کشورها هیچ تغییری نمی‌نمایند. در صورتی که آنالیز حساسیت را در رویکردها انجام دهیم، یعنی تأثیر حذف هر رویکرد را بر رتبه‌بندی نهایی کشورها ارزیابی نماییم، بر اساس تجربیات فوق، هیچ تغییری در نتیجه نهایی رتبه‌بندی ایجاد نمی‌شود که برای کاهش حجم محتوای مقاله، از ارائه این محاسبات پرهیز گردیده است.

پیشنهاد اصلی مستخرج از نتایج تحقیقات، ضرورت برنامه‌ریزی برای حذف یارانه‌های انرژی در کشور مطابق سیاست‌گذاری بین‌المللی از سال ۲۰۱۵ می‌باشد؛ ولیکن مطابق نتایج مطالعه محمدی-پور و همکاران (۱۴۰۰)، حذف یارانه‌های انرژی و اصلاح قیمت حامل‌های انرژی، آثار مخرب بسیار گسترده و ماندگار (طولانی مدت) بر متغیرهای اقتصاد کلان ایجاد می‌نماید. از طرفی نیز مطابق نظر تیلر (۲۰۲۰)، بر اساس نقشه راه طراحی شده توسط آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر<sup>۱</sup>، اولاً، سیاست‌گذاری در مسیر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، هسته‌ای و ... و برنامه ریزی برای کاهش یارانه‌های سوخت‌های فسیلی در قالب دو محور (تا سال ۲۰۳۰ و تا سال ۲۰۵۰) مشخص گردیده و ثانیاً، مسیر ویژه‌ای برای مدیریت و حرکت از یارانه‌های مضر به محیط زیست و توسعه پایدار به نوع یارانه‌های سازگار با محیط زیست تا سال ۲۰۵۰ ترسیم شده است.

لذا با توجه به آثار مخرب یاد شده، اولاً، پیشنهاد می‌گردد که کلیه اصلاحات و حذف یارانه‌های انرژی در قالب برنامه جامع، ضابطه‌مند، تدریجی و همراه با نقش باز توزیعی قوی دولت انجام شود. ثانیاً، کلیه این اقدامات می‌باید هم‌راستا و مطابق با برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری جهانی و با در نظر گرفتن نقشه راه فوق صورت پذیرد.

همچنین طبق نتایج مطالعه پیش‌رو، پیشنهاد می‌نماید تا در طراحی مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، زمانی که داده‌های پژوهشی از نوع سری‌های زمانی می‌باشند، رویکردهای نرمال استاندارد، ماکس-مین، مک‌گراناهان، امتیاز دهی EJ و گاتمن، با جایگزینی متغیر متضاد برای تک تک داده‌های سری زمانی، عملکرد بهتری دارند و بر آنها تأکید بیشتری می‌رود؛ ولیکن، زمانی که داده‌های پژوهشی از نوع غیر از سری‌های زمانی باشند، عملکرد رویکردهای تاپسیس و ویکر، با ساده‌سازی روابط پیچیده بهینه بوده و بیشتر توصیه می‌شوند.

1. Taylor (2020)

2. REmap (Renewable Energy roadmap analysis) by IRENA (International Renewable Energy Agency)

## References

- Aghili, S. A. H., Golmohammadi, M. H., & Nikouei, A. (2021). "Evaluation of Resources Sustainability Indexes in Water-Food-Energy Nexus through Developing and Analysing the Management Scenarios with Respect to Virtual Water Content; Case Study: Lenjanat Sub-Basin". Iran-Water Resources Research, **16**(4): 77-97 (in Persian).
- Alfaro, L., Auerbach, A., Cárdenas, M., Ito, T., Kalemli-Özcan, S., & Sandefur, J. (2021). "Doing Business: External Panel Review-Final Report". World Bank Group, International Bank for Reconstruction and Development: 1-84.
- Alidrisi, Hisham. (2021). "An Innovative Job Evaluation Approach Using the VIKOR Algorithm". Journal of Risk and Financial Management, MDPI, **14**, 271: 1-19.
- Amirkhanlou, M. (2017). "Examining current issues of Iran's economy". Center for Economic Research and Surveys, Vice President of Economics, Chamber of Commerce, Industries and Mines and Agriculture of Iran, Tehran: 1-75 (in Persian).
- Bagheri, K. & Papi, S. (2017). "Determining the Level of Ownership of Iran's Provinces based on Housing Indicators in Urban Areas". Quarterly Journal of Geography and Urban Planning, **10**(36): 137-164 (in Persian).
- Bagherirad, N., & Behnamian, J. (2019). "Supplier Selection Using Fuzzy ANP-DEMATEL-VIKOR Hybrid Approach". Journal of Modeling in Engineering, **18**(60): 87-105 (in Persian).
- Biggeri, M., & Mauro, V. (2018). "Towards a more 'Sustainable' Human Development Index: Integrating the Environment and Freedom". Ecological Indicators, 91: 220-231.
- De Montis, A., Serra, V., Calia, G., Trogu, D., & Ledda, A. (2021). "To Weight or Not to Weight, That Is the Question: The Design of a Composite Indicator of Landscape Fragmentation". Applied Sciences, MDPI, **11**, 3208: 1-27.
- Gershasbi, A. R., & Yousefi Dindarlou, M. (2015). "Investigating the Effects of International Sanctions on Iran's Macroeconomic Variables". Economic Modeling Research Quarterly, 25: 129-182 (in Persian).
- Ghafarid, M., Rahmati, A., & Yousefzai, D. (2019). "Examining the Combined Performance Index of Iran's Ethical Markets among Selected Countries (AHP-TOPSIS Integrated Model Approach)". Scientific Quarterly Journal of Islamic Economics and Banking, 31: 49-68 (in Persian).
- Ghaffari Gilandeh, A., Hashemi Masoomabad, R., Mostafapour, M., & Nikfal Moghanloo, S. (2019). "Evaluating the Spatial Distribution of Neighborhood Parks and Presenting the Optimal Site Selection Model Using VIKOR Method (Case Study: Ardabil City)". J. Env. Sci. Tech., **21**(5): 247-261 (in Persian).
- Greco, S., Ehrgott, M., & Figueira, J. (2016). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Springer-Verlag, New York, 233, ISBN: 978-1-4939-3093-7.



- Greco, S., Ishizaka, A., Tasiou, M., & Torrisi, G. (2019). "On the Methodological Framework of Composite Indices: A Review of the Issues of Weighting, Aggregation, and Robustness". *Soc Indic Res*, 141: 61-94.
- Gunnarsdottira, I., Davidsdottir, B., Worrell, E., & Sigurgeirsdottir, S. (2021). "Sustainable Energy Development: History of the Concept and Emerging Themes". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 141, 110770: 1-18.
- Haddad, A. N., Da Costa, B. B. F., De Andrade, L.S., Hammad, A., & Soares, C. A. P. (2021). "Application of Fuzzy-TOPSIS Method in Supporting Supplier Selection with Focus on HSE Criteria: A Case Study in the Oil and Gas Industry". *Infrastructures*, MDPI, 6, 105: 1-16.
- HDRO. (2021). "Human Development Data Center: HDRO Calculations". The Human Development Report Office (HDRO), United Nations Development Programme, Download date from the database: 08/14/2021.
- Hijazi, M., Roustaii, S., Fakhri, S., & Heydari, Z. (2022). "Evaluation of the Geomorphological Capabilities of the Border Areas of Kermanshah Province with a Passive Defense Approach". *Quantitative Geomorphological Research Quarterly*, 9(4): 186-202 (in Persian).
- IEA. (2020). "Database: CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion-Highlights". International Energy Agency, Statistics and Full Analysis of Emissions Stemming from Energy Use, IEA Publications.
- IEA. (From 2010 to 2021). "International Energy Agency Fossil-Fuel Subsidies Report". *World Energy Outlook Team*, World Energy Outlook, According to annual reports published from 2010 to 2021.
- ILO. (2021). "International Labour Organization: ILOSTAT Database". Free and Open Access to Labour Statistics, ILO Modelled Estimates and Projections, Data retrieved on June 15, 2021.
- IMF. (2021). "IMF Data: Access to Macroeconomic & Financial Data". International Financial Statistics and Balance of Payments databases, International Monetary Fund, Latest Update Date: 11/29/2021.
- IMF. (2022). "World Economic Outlook- Update: Rising Caseloads, a Disrupted Recovery, and Higher Inflation". International Monetary Fund, According to the versions published in the years 2020 to 2022.
- Islam, R. (2017). "Factors Affecting Per Capita GDP in Bangladesh: An Econometric Analysis". *IOSR Journal of Economics and Finance*, 10, 19: 66-70.
- Jafari, A., Saremi, H., & Baghdadi, A. (2020). "Investigating and Explaining the Justice-oriented Model in Smartening New Urban Development with a Mathematical Approach and McGranahan Method: A Case Study on the Abdul Azim Shrine Privacy". *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, 11, Special Issue: 445-463.
- Kachi, A., Mooldijk, S., & Dransfeld, B. (2020). "Indicators for Sustainable development under Article 6 of the Paris Agreement Final report". Ressort for schungs plan of the Federal Ministry for the Enviroment, Nature Conservation and Nuclear Safety, German Environment Agency, Climate Change 47/2020: 1-50.

- Karanovic, G., & Karanovic, B. (2015). "Developing an Aggregate Index for Measuring Financial Stability in the Balkans". Procedia Economics and Finance, 33: 3-17.
- Lindén, D., Cinelli, M., Spada, M., Becker, W., Gasser, P., & Burgherr, P. (2021). "A Framework based on Statistical Analysis and Stakeholders' Preferences to Inform Weighting in Composite Indicators". Environmental Modelling and Software, 145, 105208: 1-16.
- Martínez, P. F., De Castro-Pardo, M., Barroso, V. M., & Azevedo, J. C. (2020). "Assessing Sustainable Rural Development Based on Ecosystem Services Vulnerability". Land, MDPI, 9, 222: 1-23.
- Mauro, V., Giusti, C., Marchetti, S., & Pratesi, M. (2021). "Does Uncertainty in Single Indicators Affect the Reliability of Composite Indexes? An Application to the Measurement of Environmental Performances of Italian Regions". Ecological Indicators, 127, 107740: 1-8.
- Merrill, L., Bridle, R., Klimscheffskij, M. *et al.* (2017). "Making the Switch: From Fossil Fuel Subsidies to Sustainable Energy". Nordic Council of Ministers, Nordic co-operation, TemaNord 2017:537, Rosendahls, Denmark: 1-81.
- Miç, P., & Figen Antmen, Z. (2021). "A Decision-Making Model Based on TOPSIS, WASPAS, and MULTIMOORA Methods for University Location Selection Problem". SAGE Open, 10: 1-18.
- Mirsondosi, Z., & Aminzadeh, B. (2020). "Regional Equilibrium Analysis Based on the Combined Indices of Core-Periphery Theory and Sustainable Tourism (Case Study of Khorasan-e-Razavi Province)". Hoviat Shahr, 14(43): 89-102 (in Persian).
- Mohammadipour, A. (2022). "Investigating the Dimensions of Economic Development in Iran Based on Designing Composite Indicators (CIs)". The Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research, 12(48): in paging for publication (in Persian).
- Mohammadipour, A., Salmanpourzonouz, A., & Fakhrhosseini, S. F. (2022). "The Effect of Energy Price Shocks on Iran's Oil-centric Economy base on New-Keynesian Modeling Method and Using Dynamic Stochastic General Equilibrium Equations". Quarterly Journal of Financial Economics, 15(57): 129-164 (in Persian).
- Nan Wang, C., Dang, T. T., Tibo, H., & Duong, D. H. (2021). "Assessing Renewable Energy Production Capabilities Using DEA Window and Fuzzy TOPSIS Model". Symmetry, MDPI, 13, 334: 1-20.
- Natural Resource Governance Institute. (2021). "WGI: Worldwide Governance Indicators". Data Bank, Worldwide Governance Indicators, World Bank Development Research Group (Produced by Kaufmann and Kraay).
- Omri, A., & Ben Mabrouk, N. (2020). "Good Governance for Sustainable Development Goals: Getting ahead of the Pack or Falling Behind?". Environmental Impact Assessment Review, 83, 106388: 1-14.

- Otoiu, A., & Gradinaru, G. (2018). "Proposing a Composite Environmental Index to Account for the Actual State and Changes in Environmental Dimensions, as a Critique to EPI". Ecological Indicators, 93: 1209-1221.
- Paritosh, K., Pareek, N., Chawade, A., & Vivekanand, V. (2019). "Prioritization of Solid Concentration and Temperature for Solid State Anaerobic Digestion of Pearl Millet Straw Employing Multi-Criteria Assessment Tool". Scientific Reports, 9, 11902: 1-11.
- Pendar, M., Pouryegan, M., Bahrami, S., & Pourasghar Sangachin, F. (2020). "Surveying and Ranking of Deprivation Northern Provinces of Iran". Journal of Regional Planning, 10(38): 19-32 (in Persian).
- Pichon, E., Widuto, A., Dobрева, A., & Jensen, L. (2021). "Ten Composite Indices for Policy-Making: In Depth Analysis". European Parliamentary Research Service (EPRS), PE 696. 203: 1-25.
- Ramzy, O., El Bedawy, R., Anwar, M., & Eldahan, O. H. (2019). "Sustainable Development & Good Governance". European Journal of Sustainable Development, 8(2): 125-141.
- Sachs, J. D., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G., & Woelm, F. (2021). *Sustainable Development Report: The Decade of Action for the Sustainable Development Goals-includes the SDG index and Dashboards*. Cambridge University Press, University Printing House, United Kingdom, First published: 1-505.
- Sadeghi, Z., Rezaee Jafari, M., & Ghasemi Nejad, A. (2020). "Investigating the Pollution of Renewable Power Plants with AHP, TOPSIS and VIKOR Analysis Approach". J. Env. Sci. Tech., 22(8): 45-58 (in Persian).
- Sakhai, E., Khorsandi, M., Mohammadi, T., & Arbab, H. (2019). "Investigating the Effects of the Shock Caused by the Corona Virus on Iran's Economy: The Application of the Global Vector Autoregression Model". Economics and Modeling Quarterly, Shahid Beheshti University, 11(2): 125-153 (in Persian).
- Sani Heidary, A., Daneshvar Kakhki, M., Shahnoushi, N., & Sabouhi Sabouni, M. (2020). "Analysis of the Effect of Microcredit on Rural Sustainable Development Components: Application of Propensity Score Regression Approach and Bootstrap Algorithm". Agricultural Economics, 14(1): 51-93 (in Persian).
- Sepahund, R., Sayeh Miri, A., & Shirkhani, A. (2021). "The Effect of Economic Complexity on Environmental Performance in MENA Countries". The Quarterly Journal of Economic Research (QJER), 21(3): 177-208 (in Persian).
- Su, L., Wang, T., Li, H., Cao, Y., & Wang, L. (2020). "Multi-Criteria Decision Making for Identification of Unbalanced Bidding". Journal of Civil Engineering and Management, 26(1): 43-52.
- UNDP. (2020). "Human Development Report 2020-The Next Frontier: Human Development and the Anthropocene". United Nations Development Programme, New York, USA: 1-397.
- UNECE. (2019). "Guidelines on producing leading, composite and sentiment indicators". United Nations Economic Commission for Europe, Geneva: United Nations: 1-125.

- Taylor, Michael. (2020). "Energy subsidies: Evolution in the global energy transformation to 2050". IRENA, Abu Dhabi: 1-62.
- Thuy Duong, T. T., & Xuan Thao, N. (2021). "TOPSIS Model based on Entropy and Similarity Measure for Market Segment Selection and Evaluation". Asian Journal of Economics and Banking, 5(2): 194-203.
- Tolliver, C., Ryota Keeley, A., & Managi, S. (2019). "Green Bonds for the Paris Agreement and Sustainable Development Goals". Environmental Research Letters, IOP Publishing Ltd, 14, 064009: 1-14.
- Wang, Y., Chardonnet, J.R., & Merienne, F. (2021). "Enhanced Cognitive Workload Evaluation in 3D Immersive Environments with TOPSIS Model". International Journal of Human-Computer Studies, Elsevier, 147, 102572: 1-13.
- WB. (2020). "Doing Business 2020: Comparing Business Regulation in 190 Economies". World Bank Group, International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank: 1-136.
- WDI. (2021). "Data Bank: World Development Indicators". World Bank Group, International Bank for Reconstruction and Development, Under the Access to Information Classification Policy, Last Updated: 11/23/2021.
- Zahiri, M., Zaianderoodi, M., & Jalae, S. A. (2021). "Investigating the Effect of Good Governance Dimensions on the Sustainable Development Index of Iran". Macroeconomics Research Letter, 15(30): 210-231 (in Persian).

## **Investigating the Effects of Energy Subsidies on Achieving Sustainable Development using Multiple Attribute Decision Making (MADM) Models and TOPSIS & VIKOR Evaluation Methods - Case Study of Iran, China, India, Saudi Arabia, Russia, Germany, USA and Japan**

**Ali Mohammadipour<sup>1</sup>**

Received: 28-12-2021

Accepted: 23-02-2022

### **Introduction**

Considering the international policy towards sustainable development and conflict of the energy subsidy with the SDG, the present study examines the effects of subsidy on the realization of sustainable development in the selected countries. For this purpose, by designing and constructing a Composite Indicator (CI) for sustainable development, the performance of the top five countries in the world in terms of paying the most energy subsidies (first group), is compared with the performance of the world's large economies in terms of the highest rate of GDP (second group, mainly without paying energy subsidies). The hypotheses of the research are: 1) there is a negative relationship between the rankings of countries in terms of the largest energy subsidies with the ranking based on the realization of sustainable development. 2) the countries of the second group (with the lowest energy subsidies) have on average a better situation in achieving sustainable development compared to the countries of the first group. 3) among the countries of the second group, China has the least realization in sustainable development by paying significant energy subsidies.

### **Methodology**

In the present study, the composite index of sustainable development is investigated using 12 variables in the form of three economic, social and environmental dimensions and based on the design of Multiple Attribute Decision Making (MADM). The targeted CI is calculated using seven approaches: Z-Score, Max-Min, McGranahan, Experts' Judgements Scoring, Guttman, TOPSIS and VIKOR, for selected countries over the period of 1990-2020, and the results are presented and compared at static and dynamic levels. To weight the variables, the same weighting technique, McGranahan, EJ scoring, Guttman and CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) are used in the calculations.

### **Findings**

The results of the study indicate the unfavorable situation of Iran in paying energy subsidies (ranked first in the world) and the realization of sustainable development (ranked last among the countries surveyed); Germany, on the other hand, ranks first in the study without paying energy subsidies. Ranking countries at the dynamic level, while eliminating the existing problems at the static level, indicates

---

1. Assistant Professor, Department of Economics, Tabriz Branch, Payame noor University, Tabriz, Iran and Economics Consultant, Department of Energy, Iranian Association for Energy Economics, Tehran, Iran. Email: Dr.ali.mohammadipour@gmail.com

a strong negative relationship between paying energy subsidies and achieving sustainable development. This confirms the first hypothesis of the research. In this regard, the correlation between the average energy subsidy and  $\overline{SDI}_{Max-Min}$  has been increased to -0.74 and the ranked correlation between  $\overline{SDI}_{Max-Min}$  and subsidy payment has been improved to -0.85. On the other hand, the average values of sustainable development indicators, with the change of study approach and weighting techniques, have had similar and stable results, which all indicate that the ranking of countries in different situations has become more realistic in the dynamic level compared to the static level. Also, the comparison of the average sustainable development realization in the first and second groups, shows that in terms of quantity and rank, the countries of the second group have a significant advantage over the first group, which means confirming the second hypothesis. And finally, in the ranking based on 7 approaches, China is ranked 4<sup>th</sup> after Germany, America and Japan in 6 approaches, which means confirming the third hypothesis. The results of sensitivity analysis indicate the high share of life expectancy, per capita income and education index in the targeted CI.

### **Discussion and Conclusion**

Regarding some minor differences in the results of the seven approaches, using De Montis et al. (2021)'s experience based on calculating the average ranks and Miç & Figen Antmen (2021)'s experience based on setting the criterion of the highest repetition of the rank in different approaches, all hypotheses are confirmed and the ranking of the countries does not change. Also, if we perform a sensitivity analysis on the approaches, there will be no change in the final ranking result. The main suggestion derived from the results of the research is the necessity of planning to eliminate energy subsidies in the country in accordance with international policies from 2015. However, according to Mohammadipour et al. (2022), the removal of energy subsidies and the modification of the energy carriers' prices creates very extensive and lasting (long-term) destructive effects on macroeconomic variables. On the other hand, according to Taylor (2020), based on the REmap (Renewable Energy roadmap analysis) by IRENA (International Renewable Energy Agency), firstly, policy development in the direction of renewable energy, nuclear, etc., and planning to reduce fossil fuel subsidies have been identified in the form of two axes (until 2030 and until 2050). And secondly, a special path has been drawn to manage and move from harmful subsidies to the environment and sustainable development to environmentally friendly subsidies until 2050. Therefore, considering the destructive effects of energy subsidies, it is suggested that all reforms and removal of energy subsidies should be carried out in the form of a comprehensive, regulated, gradual program with a strong redistributive role of the government. Secondly, all these actions should be done in line with the global planning and policy and taking into account the REmap. Also, the research results of the study suggest that in the design of MADM models, when the data are of the time series type, Z-Score, Max-Min, McGranahan, Experts' Judgements Scoring and Guttman approaches perform better (and more recommended) by replacing the opposite variable for each time

series data. However, when the data are not in the time series form, the performance of TOPSIS and VIKOR approaches are optimal (and more recommended) by simplifying complex relationships.

**Keywords:** Multiple Attribute Decision Making (MADM), Energy Subsidy, Sustainable Development Index, TOPSIS Method and VIKOR Approach.

**JEL codes:** C61, F53, Q56.

## شبیه‌سازی و اعمال اصلاحات پارامتریک جهت بهبود ناترازی مالی نظام بازنشستگی ایران

نعیم شکری<sup>۱</sup>عباس عساری آرانی<sup>\*۲</sup>Ali Asgary<sup>۳</sup>امیر حسین مزینی<sup>۴</sup>نعمت‌الله اکبری<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۰

### چکیده

بر اساس گزارش صندوق بین‌المللی پول، مصارف مستمری در سازمان تأمین اجتماعی و صندوق بازنشستگی کشوری از ۵/۳ درصد در سال ۲۰۱۵ به ۱۱ درصد در سال ۲۰۴۰ و در سال ۲۰۸۰ به ۱۹/۶ درصد تولید ناخالص داخلی خواهد رسید و در سال‌های آینده، باید بخش زیادی از بودجه کشور صرف پرداخت حقوق بازنشستگان شود. بدین منظور، پژوهش حاضر به دنبال شبیه‌سازی و اعمال سیاست‌های اصلاحی، جهت بهبود ناترازی مالی موجود در نظام بازنشستگی ایران با بهره‌گیری از مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) مبتنی بر مدل‌های همپوشان (OLG) می‌باشد. در این راستا، از توابع واکنش آنی برای بررسی اثرات اصلاحات پارامتریک پیشنهادی استفاده گردید. نتایج نشان می‌دهد که به دنبال بروز شوک‌های مثبت به متغیرهای سنوات خدمت، نرخ زاد و ولد و متوسط سال‌های بیمه پردازی، ناترازی مالی صندوق‌های بازنشستگی کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج پژوهش، مرتبط‌سازی سن بازنشستگی با امید به زندگی و افزایش سال‌های پرداخت حق بیمه، می‌تواند ناترازی مالی را کاهش و پایداری مالی را در نظام بازنشستگی ایران افزایش دهد.

**واژه‌های کلیدی:** نظام بازنشستگی ایران، ناترازی مالی، توابع واکنش آنی، اصلاحات پارامتریک

طبقه‌بندی JEL: J10, H55, E20, D91

۱. دکتری اقتصاد سلامت، دانشگاه تربیت مدرس

۲.\* دانشیار اقتصاد و مدیر گروه توسعه و برنامه ریزی اقتصادی، دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده مسؤول)

Assari\_a@modares.ac.ir

3. Associate Professor of Disaster, Emergency, and Business Continuity Management, School of Administrative Studies, York University, Toronto, Canada, Asgary@york.ca.

Mozayani@modares.ac.ir

۴. دانشیار اقتصاد، پژوهشکده اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس

N\_akbari@ase.ui.ac.ir

۵. استاد اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.



## ۱. مقدمه

نظام بازنشستگی، در مقررات استخدامی بخش خصوصی و دولتی تمام کشورهای دنیا، جایگاه ویژه‌ای دارد و صندوق‌های بازنشستگی به‌عنوان یکی از حساس‌ترین و پیچیده‌ترین نهاد‌های مالی در دنیای امروز شناخته شده‌اند که هدف اصلی آنها، حفظ معیشت و کرامت انسان‌ها در دوران سالمندی است (بازانا، ۲۰۲۰). صندوق‌های بازنشستگی، با هدف تأمین حقوق اجتماعی شهروندان ایجاد شده‌اند و داشتن افق بلندمدت، از وجوه اصلی مدیریت آنها به‌شمار می‌رود.

صندوق‌های بازنشستگی، با دریافت حق بیمه از جمعیت تحت پوشش و سرمایه‌گذاری منابع ایجاد شده در اثر تجمع این حق بیمه‌ها در سال‌های ابتدایی و به اصطلاح دوران جوانی صندوق، در دوران بلوغ خود، مستمری بازنشستگان را تأمین می‌نمایند. فرایند بلوغ صندوق‌های بازنشستگی، به صورت طبیعی رخ می‌دهد و اگر با پیری جمعیت کشور همراه شود، تشدید می‌گردد (ریخف، ۲۰۲۱). بر اساس جداول بودجه، میزان اعتبارات دریافتی صندوق‌های بازنشستگی ایران، از حدود ۳۰ هزار میلیارد تومان در سال ۱۳۹۳ به حدود ۲۱۷ هزار میلیارد تومان در سال ۱۴۰۱ رسیده است و به عبارت دیگر، طی ۸ سال، سهم کمک دولت به این دو صندوق، حداقل ۷ برابر شده، و این در حالی است که اعتبار کمکی به صندوق‌های دستگاهی همچون صندوق بازنشستگی کارکنان صدا و سیما، صندوق بازنشستگی کارکنان هما و غیره، در این آمار لحاظ نشده است (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۰).

بر اساس ارقام بودجه ۱۴۰۱، ردیف اعتباری صندوق بازنشستگی کشوری در سال ۱۴۰۱ به ۱۳۵ هزار میلیارد تومان رسیده، که نسبت به مجموع اعتبارات سال ۱۴۰۰ با افزایش ۱۸ درصدی همراه بوده است. همچنین میزان هزینه‌های سازمان تأمین اجتماعی نیروهای مسلح با احتساب هزینه صرف شده برای اجرای طرح متناسب‌سازی حقوق بازنشستگان از ۵۶/۵۲۲ هزار میلیارد تومان در سال ۱۴۰۰، به بیش از ۷۵ هزار میلیارد تومان رسیده است (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۴۰۰).

پیش‌بینی وضعیت پایه سازمان تأمین اجتماعی و صندوق بازنشستگی کشوری، نشان می‌دهد که نرخ توازن درآمد - هزینه سالانه ( $PAYG^3$ ) از ۲۴/۲ درصد در سال ۲۰۱۶ به ۷۲/۶ درصد در سال ۲۰۵۰ افزایش نرخ می‌یابد (بدین معنا که در سال ۲۰۵۰، باید از هر شاغل، ۷۲/۶ درصد کسور سهم کارکن و کارفرما اخذ شود تا بتوان حقوق بازنشستگان را پرداخت کرد). این نرخ در سال ۲۰۸۰، به حدود ۱۱۰ درصد خواهد رسید. ترکیب مصارف سازمان تأمین اجتماعی و صندوق بازنشستگی نیز از ۵ درصد GDP در سال ۲۰۱۵ به ۱۱ درصد در سال ۲۰۴۰ و در سال ۲۰۸۰ به ۱۹/۶ درصد GDP خواهد رسید (وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، ۱۴۰۰).

1. Bazzana (2020)  
2. Riekhoff (2021)  
3. Pay As You Go

با این تفاسیر، در مجموع می‌توان گفت که روند کنونی فعالیت صندوق‌های بازنشستگی، رشد بالای اعتبارات مورد نیاز برای تأمین کسری منابع صندوق بازنشستگی کشوری و لشکری و افزایش وابستگی این صندوق‌ها به منابع عمومی، نشان‌دهنده ضرورت اعمال اصلاحات اساسی در این حوزه است و چالش‌های صندوق‌های بازنشستگی در کنار بحران آب و محیط زیست، به عنوان بحران‌های سه‌گانه کشور در برنامه ششم توسعه یاد شده است. با این حال، به‌رغم هشدار کارشناسان نسبت به وجود بحران و ارائه پیشنهاد‌های اصلاحی، تاکنون اقدام عملی مؤثری در مسیر اصلاح وضعیت صندوق‌های بازنشستگی انجام نشده، از این رو، نیاز به اصلاحات ساختاری<sup>۱</sup> و پارامتریک<sup>۲</sup> در صندوق‌های بازنشستگی جهت بهبود ناترازی مالی موجود، به یکی از چالش برانگیزترین موضوعات در محافل سیاست ایران تبدیل شده است (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۸).

اصلاحات پارامتریک به معنای تغییر پارامترهای ورود و خروج منابع و مصارف است. در این اصلاحات، سعی بر این است تا با تعدیل پارامترها با توجه به تغییرات رخ داده ناشی از عوامل جمعیتی و اقتصادی و بدون تغییر نظام مستمری، میزان تعهدات آتی کاهش یابد. از جمله مهم‌ترین تعدیلات رایج از این طریق، افزایش سن بازنشستگی، افزایش درصد کسورات بازنشستگی و افزایش تعداد سال‌های مینا جهت محاسبه حقوق بازنشستگی می‌باشد که براساس محاسبات بیمه‌ای و شرایط اقتصادی و اجتماعی کشور، هرچند سال یک‌بار انجام می‌شود. اصلاحات پارامتریک، ممکن است هم بر حق بیمه و هم بر مزایا اثر داشته باشند. اما اصلاحات ساختاری را می‌توان در یک دوره بلندمدت انجام داد و پیش‌شرط‌ها و الزامات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی خاصی دارد که اگر پیش‌شرط‌ها تحقق نیابد، دست زدن به این نوع اصلاحات، کار خطرناکی است و کشور را با بحران روبرو می‌کند (رئیس جعفری مطلق و همکاران، ۱۳۹۹). در اصلاحات ساختاری، حرکت از سمت طرح‌های غیراندوخته‌گذاری به سمت طرح‌های اندوخته‌گذاری کامل مطرح است. در این چهارچوب، سیاست‌گذاران معتقدند که اصلاحات پارامتریک در ایران، امکان‌پذیری بیشتر و سریع‌تری دارد و می‌تواند آثار توزیعی، تخصیصی و رفاهی قابل ملاحظه‌ای به همراه داشته باشد (مدرسی عالم، ۱۳۹۰).

در این راستا در پژوهش حاضر، با بهره‌گیری از مدل تعادل عمومی پویای تصادفی<sup>۳</sup> (*DSGE*) مبتنی بر مدل نسل‌های همپوشان (*OLG*)<sup>۴</sup> و بهره‌گیری از توابع واکنش آنی، شبیه‌سازی اصلاحات پارامتریک پیشنهادی جهت بهبود ناترازی مالی نظام بازنشستگی ایران، بررسی می‌شود.

از جمله نقاط قوت مدل‌های *DSGE* مبتنی بر مدل نسل‌های همپوشان، آن است که به‌طور همزمان، چندین نسل موجود در جامعه را در نظر می‌گیرد و به صورت پویا، به بررسی اثرات تغییر یک سیاست فرضی بر متغیرهای کلان اقتصادی می‌پردازد و با توجه به این ویژگی این‌گونه مدل‌ها، می‌توان اثرات سیاستی اصلاحات پارامتریک را با دقت بالایی اندازه‌گیری نمود که این موضوع، نوآوری

1. Structural Reforms
2. Parametric Reforms
3. Dynamic Stochastic General Equilibrium
4. Overlapping Generation Models

و تمایز پژوهش حاضر را از سایر مطالعات این حوزه مشخص می‌سازد و این شکاف تحقیقاتی را رفع می‌کند.

در این راستا، در بخش دوم پژوهش حاضر، مرور مبانی نظری و پیشینه پژوهش ارائه، و در بخش سوم، روش شناسی تشریح می‌شود. در بخش چهارم، نتایج تجربی را ملاحظه می‌کنید و در بخش پنجم، نتیجه‌گیری و پیشنهادات بیان می‌گردد.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

نظام تأمین اجتماعی و نظام بازنشستگی با عملکرد خوب، عنصر اصلی هر جامعه مدرن است. از این رو، اقدامات مؤثر در این حوزه، ضمن آنکه اعتماد مردم به نظام رفاهی و تأمین اجتماعی را افزایش می‌دهد، عملاً موجب تثبیت و تقویت اقتصاد نیز می‌شود. نظام‌های بازنشستگی و برنامه‌های مربوط به آن در بسیاری از کشورها، مهم‌ترین ابزار پاسخگویی به مسئولیت تأمین و تضمین حداقل سطح زندگی برای سالمندان می‌باشد. تقریباً همه برنامه‌های بازنشستگی به لحاظ گستره و ساختار، از آن نوع اقدامات دولت که هدفشان صرفاً تأمین نوعی «تور ایمنی» برای تضمین حداقل سطح زندگی است، به مراتب فراتر می‌رود (پناهی، ۱۳۸۵).

صندوق‌های بازنشستگی در نظام تأمین اجتماعی، نهادهای مالی هستند که از حق بیمه و وجوه پرداختی توسط کارفرما و کارکنان یک سازمان، تأمین مالی شده و علی‌القاعده وظیفه دارند از طریق سرمایه‌گذاری‌های سودآور، زمینه پرداخت مستمری بازنشستگی کارکنان سازمان را بعد از پایان مدت قانونی فعالیت آنها فراهم آورند تا از این طریق، ناامنی اقتصادی و عدم اطمینان از درآمد بازنشستگان را کاهش دهند (میر و همکاران، ۱۳۹۳).

از سوی دیگر، بحران ناترازی مالی صندوق‌های بازنشستگی در کنار بحران آب و محیط زیست، جزو معضلات اصلی اقتصاد ایران به شمار می‌آید (بانک جهانی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷). این بحران را می‌توان از جنبه‌های مختلف بررسی کرد، اما آنچه در حال حاضر از آن به‌عنوان معضل اصلی صندوق‌های بازنشستگی ایران یاد می‌شود، ناترازی مالی این صندوق‌ها است. دلایل متعددی باعث شده صندوق‌های بازنشستگی در ایران، با کسری مالی در آینده رو به رو باشند؛ که از میان آنها، افزایش سهم سالمندان نسبت به کل جمعیت که عموم صندوق‌های بازنشستگی در دنیا را تحت تأثیر قرار داده است، در کنار برخی قوانین که بدون توجه به پیامدهای مالی آن، بر صندوق‌ها تحمیل شده است، از جمله عوامل بروز این بحران هستند. از مهم‌ترین این قوانین، سن بازنشستگی پایین در کشور (۵۰ سال سن در صورت داشتن سابقه بیمه پردازی به مدت ۳۰ سال) و شرایط تسهیل‌کننده بازنشستگی پیش از موعد است که باعث شده تا دوره دریافت مستمری نسبت به دوره پرداخت حق بیمه، طولانی باشد.

برای مثال، به طور میانگین هر فرد در سازمان تأمین اجتماعی ۲۵ سال حق بیمه پرداخت می‌کند و خود فرد یا وراث او، ۲۳/۵ سال از مستمری بهره‌مند می‌شوند (اخوان بهبهانی، ۱۳۹۶). این در حالی است که مطالعات بانک جهانی، نشان می‌دهد برای حفظ پایداری سیستم‌های عمومی بازنشستگی، لازم است دوره دریافت مستمری به حداکثر ۱۵ سال محدود شود (شوارز و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۴). از این رو، اصلاحات در سیستم بازنشستگی امری ضروری است.

اصلاحات سیستم‌های بازنشستگی عموماً در دو سطح تعریف می‌شود: نخست، اصلاحات پارامتریک که بسیار متعدد هستند و از میان آنها می‌توان به تغییر در شرایط احراز بازنشستگی، تغییر در شرایط محاسبه مستمری و تغییر در نرخ حق بیمه و غیره اشاره نمود. دوم اصلاحات ساختاری که طی آن، شیوه تأمین مالی از حالت PAYG (پرداخت از محل حق بیمه فعلی) به حالت اندوخته گذاری (پرداخت از محل پس انداز افراد در گذشته) یا برعکس و شیوه تعیین مزایا از حالت مزایای معین (مبتنی بر دستمزد زمان اشتغال) به حالت حق بیمه معین (مبتنی بر حق بیمه پرداختی) یا برعکس تغییر می‌کند.

پژوهش‌های انجام شده در حوزه اصلاحات در سیستم‌های بازنشستگی را می‌توان در سه گروه تقسیم بندی کرد:

گروه نخست، پژوهش‌هایی هستند که تأثیر متقابل تغییرات در سیستم بازنشستگی و متغیرهای کلان اقتصادی را بررسی کرده‌اند. برای مثال فلدستین<sup>۲</sup> (۱۹۷۴) و هابرد و همکاران<sup>۳</sup> (۱۹۹۵)، با استفاده از الگوهای سیکل زندگی، نتیجه گرفته‌اند که معرفی نظام تأمین اجتماعی غیراندوخته‌ای<sup>۴</sup> در موقعیت‌هایی که تأمین اجتماعی وجود ندارد، پس انداز خصوصی را کاهش می‌دهد. فلدستین و سامویک<sup>۵</sup> (۱۹۹۲) و دیاموند و میرلس<sup>۶</sup> (۱۹۷۸) نیز نشان دادند که تغییرات ساختاری در نظام‌های بازنشستگی، ممکن است سبب تغییر شکل عرضه نیروی کار شود. سرانو<sup>۷</sup> (۱۹۹۹) با استفاده از الگوی نسل‌های همپوشان با افراد ناهمگن، نشان داده است یک تغییر ساختاری و حرکت از نظام تأمین اجتماعی توازن درآمد و هزینه به نظام تأمین اجتماعی اندوخته گذاری کامل<sup>۸</sup>، باعث تأثیر روی توزیع درآمد، سیاست مالی و انباشت سرمایه می‌شود. اریفیانتو<sup>۹</sup> (۲۰۰۴) نیز تأثیر اصلاح ساختاری در سیستم بازنشستگی اندونزی را بر جریان سرمایه‌گذاری، عرضه نیروی کار و بودجه دولت، بررسی کرده است.

1. Schwarz *et al.* (2014)
2. Feldstein (1974)
3. Hubbard *et al.* (1995)
4. Unfunded Pension Plans
5. Feldstein & Samwick (1992)
6. Diamond & Mirrlees (1978)
7. Serrano (1999)
8. Fully Funded
9. Arifianto (2004)

در ایران نیز بخش اصلی پژوهش‌های حوزه بازنشستگی در همین گروه قرار می‌گیرند. برای مثال، میلانی (۱۳۸۰)، به بررسی آثار عملکرد سازمان تأمین اجتماعی بر بازنشستگان پرداخته، و آثار توزیعی را از دو جنبه افقی و بین نسلی بررسی کرده است. دشتبان فاروجی و همکاران (۱۳۸۹)، در چهارچوب الگوی نسل‌های همپوشان دو دوره‌ای، اثرات انتقال از نظام بازنشستگی پرداخت جاری به نظام بازنشستگی اندوخته‌گذاری کامل را بر انباشت سرمایه، توزیع درآمد و فقر مطالعه کرده‌اند. راغفر و اکبر بیگی (۱۳۹۴)، اثر یک تغییر مهم پارامتری یعنی تغییر نرخ جایگزینی را بر متغیرهای کلان اقتصادی بررسی کرده‌اند. جعفری و همکاران (۱۳۹۷)، آثار کلان اقتصادی اصلاحات ساختاری در نظام بازنشستگی ایران را مطالعه نموده‌اند. بهمنی و همکاران (۱۳۹۸)، اصلاح پارامتری نظام بازنشستگی ایران را با کاهش نرخ جایگزینی بررسی کرده‌اند. دهقانی و همکاران (۱۳۹۹)، تأثیر سالمندی جمعیت بر آینده نظام بازنشستگی ایران را ارزیابی نموده‌اند و چهارمحالی و همکاران (۱۴۰۰) درخصوص شبیه‌سازی تعادل منابع و مصارف در صندوق‌های بازنشستگی بر اساس ریسک‌های جمعیتی، به مطالعه پرداخته‌اند.

گروه دوم، پژوهش‌هایی هستند که موانع و پیامدهای اصلاحات انجام شده در سیستم‌های بازنشستگی را بررسی کرده‌اند. این مقاله‌ها عموماً توصیفی هستند و بر پایه مقایسه داده‌های اقتصادی و شاخص‌های رفاهی قبل و بعد از اصلاحات، اثرات اصلاحات سیستم بازنشستگی را ارزیابی نموده‌اند. مطالعات هاینریش<sup>۱</sup> (۲۰۰۵) درباره تغییرات پارامتریک سیستم بازنشستگی پرداخت جاری در آلمان؛ ماریر<sup>۲</sup> (۲۰۰۸) درباره موانع و مراحل اصلاحات بازنشستگی در فرانسه؛ مطالعه دیگر هاینریش<sup>۳</sup> (۲۰۲۱) در زمینه نیازهای اصلاحات بازنشستگی در کشورهای اروپای شرقی و مرکزی؛ مقاله مسالاگو و برترانو<sup>۴</sup> (۲۰۱۶) درباره اصلاحات بازنشستگی در شیلی و پیامدهای خصوصی سازی و بازگشت از خصوصی‌سازی؛ پژوهش براوو و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۲۱) درباره پرداختن به شکاف امید به زندگی در سیاست بازنشستگی؛ کاستاندا و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۲۰) درباره ارزیابی پایداری و طراحی صندوق‌های ذخیره بازنشستگی؛ ارتیز و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۸) درخصوص بازسازی سیستم‌های بازنشستگی عمومی در کشورهای اروپای شرقی و آمریکای لاتین؛ نپ و آکراه<sup>۸</sup> (۲۰۱۷) درباره بررسی پایداری مالی سیستم درآمد - هزینه‌ای نظام بازنشستگی؛ گریشچنکو<sup>۹</sup> (۲۰۱۶) درخصوص نتایج

1. Hinrichs (2005)

2. Marier (2008)

3. Hinrichs (2021)

4. Bertranou & Mesa-Lago (2016)

5. Bravo et al. (2021)

6. Castañeda et al. (2020)

7. Ortiz et al. (2018)

8. Nepp & Okrah (2017)

9. Grishchenko (2016)

اصلاحات بازنشستگی در بلاروس، قزاقستان و روسیه؛ چومیک و پیگات<sup>۱</sup> (۲۰۱۵) درباره رابطه بین پیری جمعیت و امنیت اجتماعی در آسیا؛ بایار<sup>۲</sup> (۲۰۱۳) در خصوص پایداری مالی سیستم بازنشستگی کشورهای اتحادیه اروپایی؛ دی‌پالو<sup>۳</sup> (۲۰۱۱) درباره پایداری مالی سیستم بازنشستگی ایتالیا و هانر<sup>۴</sup> (۲۰۰۸) در خصوص اثرات کلان اقتصادی اصلاحات در سیستم بازنشستگی در کشور روسیه، نمونه‌هایی از این پژوهش‌ها هستند.

گروه سوم، مقالاتی هستند که بر ارزیابی پایداری سیستم‌های بازنشستگی در آینده و پیامدهای گزینه‌های اصلاحی مختلف بر سیستم بازنشستگی تمرکز کرده‌اند. برخلاف مقالات گروه دوم که اصلاحات در گذشته را بررسی کرده‌اند، این مقالات بر ارزیابی وضعیت آینده و عموماً محاسبات اکچوئری متمرکز هستند.

مطالعات بازانا (۲۰۲۰) درباره رابطه بین پیری جمعیت و پایداری سیستم بازنشستگی؛ الحجی و ایچاوی<sup>۵</sup> (۲۰۲۰) در خصوص ارزیابی اثرات تغییرات پارامتریک در سیستم بازنشستگی کشور مراکش؛ جارموزک و ناخله<sup>۶</sup> (۲۰۱۸) درباره بررسی اثرات نرخ باروری و امید به زندگی در لبنان؛ چوی و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۸) در خصوص بررسی اثر برنامه ارتقاء سرمایه اجتماعی (افزایش نرخ باروری) بر پایداری صندوق بازنشستگی ملی کشور کره جنوبی؛ لیسنکوا و برنوکوا<sup>۸</sup> (۲۰۱۷) درباره اثرات سالمندی جمعیت بر نظام بازنشستگی بلاروس؛ گودینز-اولیوارز و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۱۶) درباره طراحی روش بهینه‌ای برای اصلاحات پارامتری صندوق‌های بازنشستگی؛ بیلچکی و همکاران<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۵) در خصوص مدل‌سازی آثار اصلاحات در سیستم بازنشستگی، نمونه‌هایی از این پژوهش‌ها هستند. در ایران، اگرچه محاسبات اکچوئری در سازمان‌های بیمه‌ای انجام می‌شود، اما پژوهش علمی در زمینه اثرات اصلاحات بر پایداری مالی صندوق‌های بازنشستگی به روش‌های آماری، سابقه چندانی ندارد.

1. Chomik & Piggott (2015)
2. Bayar (2013)
3. Di Palo (2011)
4. Hauner (2008)
5. EL-Houjjaji and Echaoui, (2020)
6. Jarmuzek & Nakhle (2018)
7. Choi *et al.* (2018)
8. Lisenkova, & Bornukova, (2017)
9. Godínez-Olivares *et al.* (2016)
10. Bielecki *et al.* (2015)

از این رو پژوهش حاضر، در گروه سوم جای می‌گیرد و به دلیل اهمیت موضوع، در پژوهش پیش‌رو، اثرات اصلاحات پارامتریک پیشنهادی بر پایداری مالی نظام بازنشستگی ایران، ارزیابی شده است که این موضوع، تمایز پژوهش حاضر را از سایر مطالعات این حوزه آشکار می‌سازد.

### ۳. معرفی مدل

ویژگی بارز و متمایز این پژوهش، استفاده از رویکرد تعادل عمومی پویای تصادفی (*DSGE*) در مدل نسل‌های همپوشان ( $OLG^1$ ) می‌باشد. نوآوری مدل‌های *DSGE* آن است که با برخورداری از ویژگی‌های تصادفی و مبتنی بر پایه‌های خرد اقتصادی، امکان ارزیابی پویای تغییرات پارامتریک و همچنین تغییرات تصادفی متغیرهای برونزای سیستم را فراهم می‌آورد و بر پایه بهینه‌یابی بین دوره‌ای رفتار عاملان اقتصادی، طراحی شده‌اند. ضمن اینکه سازوکار انتقال بین نسلی که سیستم صندوق‌های بازنشستگی به نحوی با آن سر و کار دارد، توسط این مدل‌ها به خوبی قابل ارزیابی و مطالعه است و بنابراین، به نظر می‌رسد که ابزار مناسبی برای مطالعه بررسی آثار تغییرات پارامتریک جمعیتی بر تعادل مالی صندوق‌های بازنشستگی باشد.

در پژوهش حاضر، مدل *DSGE* مبتنی بر مدل‌های تعادل عمومی نسل‌های همپوشان برگرفته از مطالعه دیاموند<sup>۲</sup> (۱۹۶۵) و چاکرابورتی<sup>۳</sup> (۲۰۰۴) با لحاظ بخش نیروی کار به صورت درونزا و براساس روش شناسی تعادل عمومی پویای تصادفی مد نظر قرار گرفت و دارای پنج بخش اصلی جمعیت، خانوار، بخش بنگاه، تأمین اجتماعی و همچنین دولت است<sup>۴</sup>. این مدل، یک الگوی پویای اقتصادی و فرم تعمیم یافته مدل چرخه زندگی است که در آن، یک فرد به‌عنوان نماینده یک نسل در نظر گرفته می‌شود و بین تمام افراد طی دوره، گسترش و تعمیم می‌یابد. همچنین افراد با توجه به زمان تولد، به نسل‌های با طول دوره متناهی و طول عمر محدود، گروه‌بندی شده و هر نسل با نسل‌های قبل و بعد در تعامل است.

### ۳-۱. پایداری مالی سیستم بازنشستگی

یکی از مهم‌ترین اجزای مدل پیشنهادی، تصریح سیستم بازنشستگی و تعریف پایداری مالی سیستم بازنشستگی است. برای این منظور، باید دارایی، درآمد و مخارج صندوق به درستی تصریح شوند و پس از آن، سطح پایداری صندوق بازنشستگی همان تفاضل میزان درآمدها از مخارج صندوق خواهد بود. براساس تعاریفی که در بخش‌های قبل صورت گرفت، فرض می‌شود که درآمدهای صندوق بازنشستگی، برابر است با حاصل ضرب نرخ مشارکت نیروی کار در صندوق یا همان درصدی از حقوق

1. Overlapping generations model

2. Diamond (1965)

3. Chakraborty (2004)

۴. جهت خلاصه سازی پژوهش حاضر، به دلیل تعدد معادلات، صرفاً روابط نهایی ذکر شده و پژوهشگران می‌توانند جهت بررسی دقیق‌تر به دو پژوهش دیاموند (۱۹۶۵) و چاکرابورتی (۲۰۰۴) مراجعه نمایند.

و دستمزد نیروی کار که طی دوره جاری کسر می‌گردد ( $\kappa_t$ ) در میزان تمایل عاملان فردی به انجام کار ( $u_t$ ) در میزان دستمزد دریافتی نیروی کار  $w_t N_t^w$ ، لذا داریم:

$$Rev_t = \kappa_t u_t w_t N_t^w \quad (۱)$$

که در رابطه شماره (۱)، منظور از  $Rev_t$ ، درآمدهای صندوق بازنشستگی در دوره جاری است. از طرف دیگر، مخارج صندوق، تمام منابعی است که به بازنشستگان دوره‌های پیشین پرداخت می‌شود. این مخارج از حاصل ضرب طول دوره بازنشستگی  $\lambda_t$ ، در میزان نرخ پرداختی صندوق بازنشستگی  $\gamma_t$  در میزان تمایل به انجام کار  $u_t$  در کل دستمزد دریافتی بازنشستگان امروز در دوره قبل  $t-1$  یعنی  $w_t N_{t-1}^w$  است، بنابراین:

$$Cost_t = \lambda_t \gamma_t u_t w_t N_{t-1}^w \quad (۲)$$

اگر میزان دارایی‌های صندوق بازنشستگی با فرض نرخ بهره  $r^t$  در دوره جاری را با  $A_t^f$  نشان دهیم، آنگاه رابطه زیر برقرار است:

$$A_t^f = (1 + r_t) \{A_{t-1}^f + \kappa_t u_t w_t N_t^w - \lambda_t \gamma_t u_t w_t N_{t-1}^w\} \quad (۳)$$

برای آنکه صندوق بازنشستگی به لحاظ مالی پایدار باشد، می‌باید ارزش واقعی دارایی‌های صندوق، مسیری صعودی داشته باشد؛ یعنی:

$$\frac{A_t^f}{(1 + r_t)} \geq A_{t-1}^f \quad (۴)$$

این امر، مستلزم آن است که میزان هزینه‌های صندوق، همواره کمتر و یا مساوی میزان درآمدهای آن باشد. به این ترتیب، می‌توان متناسب با نظام بازنشستگی ایران که بر مبنای سیستم  $PAYG$  طراحی شده است، پایداری سیستم تأمین اجتماعی را به صورت زیر تعریف کرد:

$$d_t = \lambda_t \gamma_t u_t w_t N_{t-1}^w - \kappa_t u_t w_t N_t^w \quad (۵)$$

زمانی که  $dt > 0$  باشد، گفته می‌شود که صندوق بازنشستگی با کسری مالی رو به رو است و اگر  $dt < 0$  باشد، می‌توان بیان کرد که صندوق با مازاد مالی مواجه است. اگر مسیر بلندمدت  $d_t$  منفی یا نزدیک به صفر باشد، در چنین شرایطی، می‌توان ادعا کرد که سیستم بازنشستگی پایدار است.

## ۲-۳. خلاصه متغیرهای مدل

به‌طور کلی، مدل‌های  $DSGE$  در سه بخش متغیرها، پارامترها و معادلات طبقه‌بندی می‌شود. متغیرهای برونزا بیانگر شوک‌ها بوده و متغیرهای درونزا، متغیرهایی هستند که از درون معادلات رفتاری و ساختاری اقتصاد قابل استخراج می‌باشند. خلاصه‌ای از متغیرهای مدل ارائه شده، در جدول ۱ قابل ملاحظه است



جدول ۱: خلاصه متغیرها

متغیرهای برونزا		متغیرهای درونزا	
شرح	نماد	شرح	نماد
شوک متغیر طول دوره کار (سنوات خدمت)	$utxt$	نرخ زاد و ولد	$bt$
شوک متغیر نرخ زاد و ولد	$utbt$	طول دوره کار (سنوات خدمت)	$\chi t$
شوک متغیر متوسط سال‌های بیمه پردازی	$utYit$		
پارامتر		طول دوره زندگی بزرگسال	$\phi t$
		طول دوره زندگی بازنشستگی	$\lambda t$
		مصرف دوره کار	$C1t$
		مصرف دوره بازنشستگی	$C2t$
		پس‌انداز دوره کار	$S t$
شرح	نماد	درصد کسورات حقوق و دستمزد دوره کار برای صندوق	$\kappa t$
عامل تنزیل مصرف آتی	$\rho 2$	دستمزد نیروی کار	$w t$
سهم سرمایه از تولید	$\alpha$	درصد پرداختی صندوق در دوره بازنشستگی	$\gamma t$
تأثیر نرخ زاد و ولد در مصرف جاری	$\rho 1(bt)$	نرخ بهره اسمی	$r t$
وزن فراغت در مطلوبیت خانوار	$\eta$	ارزش جاری دارایی‌های صندوق بازنشستگی	$Atf$
		کسری مالی صندوق بازنشستگی	$dt$
		درآمد ملی	$Yt$
		دانش فنی	$At$
		عرضه مؤثر نیروی کار	$Let$
		عرضه نیروی کار	$Lt$
		موجودی سرمایه	$Kt$
		کسری بودجه دولت	$dtg$
		مخارج دولت	$Gt$
		بدهی دولت	$Dtg$
		نرخ مالیات بر درآمد	$\tau t$
		متوسط سال‌های بیمه پردازی	$Yit$

منبع: دیاموند (۱۹۶۵) و چاکرابورتی (۲۰۰۴)

جهت انتخاب مهم‌ترین متغیرهای مورد بررسی، در جدول ۲، اصلاحات پیشنهادی برای نظام بازنشستگی ایران در مطالعات مختلف، ارائه شده است.

## جدول ۲: خلاصه‌ای از اصلاحات پیشنهادی برای نظام بازنشستگی ایران در مطالعات

## مختلف

نوع اصلاحات سازمان (مؤسسه)	سن بازنشستگی (سنوات خدمت)	نرخ تعلق پذیری مستمری	دستمزد مرجع	حداقل سابقه بازنشستگی	کاهش حداقل مستمری	بازنشستگی پیش از موعد و بازنشستگی دیر هنگام	سایر پیشنهادات
سازمان بین‌المللی کار	افزایش سن بازنشستگی عادی از ۶۰ به ۶۳ سال برای مردان و از ۵۵ سال به ۵۸ سال برای زنان	نرخ تعلق پذیری مستمری به ۲ درصد به ازای هر سال خدمت کاهش یابد	دستمزد مرجع باید بر مبنای یک دوره طولانی‌تر محاسبه شود				افزایش نرخ زاد و ولد/افزایش متوسط سال‌های بیمه پردازی
صندوق بین‌المللی پول	افزایش سن بازنشستگی عادی از ۶۰ و ۵۵ برای مردان و زنان به ۶۵ سال برای هر دو گروه	کاهش نرخ تعلق مستمری به ۲ درصد بابت هر سال	افزایش تدریجی دوره مبنای محاسبه مزایای مستمری به ۲۰ سال	افزایش تدریجی طول دوره محاسبه مزایای بازنشستگی به ۲۰ سال	کاهش حداقل مستمری و نرخ تعلق مزایا، محدود نمودن شرایط احراز مزایا برای بازماندگان	جریمه بازنشستگی پیش از موعد ۰/۳ درصد بابت هر ماه بازنشستگی زود هنگام	پیوند دادن صریح ترمیم مزایا با شاخص قیمت مصرف کننده
مکنزی (صندوق بازنشستگی کشوری)	حداقل سن برای مردان و زنان ۶۵ و ۶۰	کاهش نرخ تعلق مستمری به ۱/۳۵ درصد بابت هر سال	متوسط حقوق ۵ سال آخر	پارامترهای سیستم مزایای معین بهینه شده ۳۵ سال سابقه خدمت برای مردان و زنان			به ازای هر سال تعویق بازنشستگی، فرد مشمول ۰/۳ درصد اضافه و معافیت از پرداخت کسور
بانک جهانی	تعیین سن بازنشستگی واحد (۶۵ سال) برای مردان و زنان		حرکت تدریجی به‌سوی فرمول مزایایی که تمام حقوق و دستمزد را شامل شود				مکان بازنشستگی پیش از موعد با کاهش‌های متناسب و عادلانه در نرخ‌های جایگزینی

منبع: سازمان همکاری و توسعه اقتصادی<sup>۱</sup> (۲۰۰۷ و ۲۰۲۰)، صندوق بین‌المللی پول<sup>۲</sup> (۱۳۹۶)، (بانک جهانی<sup>۳</sup>،

(۲۰۱۱) و (برنو و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۹)

1. OECD (2007&2020)
2. IMF
3. World Bank (2011)
4. Bernow et al. (2019)

با مرور ادبیات ارائه شده در جدول ۲ و بررسی اصلاحات پیشنهادی در مطالعات مختلف، در این پژوهش اثرات برخی از مهم‌ترین اصلاحات پارامتریک مطرح شده از قبیل طول دوره کار (سنوات خدمت)، نرخ زاد و ولد و متوسط سال‌های بیمه پردازی که تا به حال در ایران مورد ارزیابی قرار نگرفته است، با توجه به اهمیت آنها در این پژوهش، مد نظر قرار می‌گیرد.

#### ۴. تحلیل‌های تجربی

یکی از مراحل اصلی و پایه‌ای در تحلیل تجربی مدل‌های *DSGE*، شبیه‌سازی این مدل‌ها است. این فرایند، با استفاده از رویکردهای حل مدل‌ها و بویژه روش بلانچارد-کان<sup>۱</sup> (۱۹۸۰)، بررسی برقراری شرط پایداری این مدل‌ها، کالیبراسیون<sup>۲</sup> و مقداردهی به پارامترها و مقادیر بلندمدت متغیرهای درونزای مدل و در نهایت، شبیه‌سازی روند متغیرها است. مقادیر کالیبره شده پارامترهای مدل، در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳: ارزش پارامترهای الگو

منبع	مقدار	نماد توضیح	نماد
جعفری و همکاران (۱۳۹۷)	۰/۹۵	عامل تنزیل مصرف آتی	$\rho_2$
جعفری و همکاران (۱۳۹۷)	۰/۴۱۴	سهم سرمایه از تولید	$\alpha$
برآوردهای پژوهش	۰/۴	تأثیر نرخ زاد و ولد در مصرف جاری	$\rho_1 (bt)$
جعفری و همکاران (۱۳۹۷)	۲/۷	وزن فراغت در مطلوبیت خانوار	$\eta$

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد، برخی از مقادیر کالیبره شده پارامترهای مدل، برگرفته از مطالعه جعفری و همکاران بوده که به آنها اشاره شده است. همچنین پارامتر  $\rho_1 (bt)$  براساس برآوردهای صورت گرفته روی داده‌های مصرف و نرخ رشد جمعیت، ضریب تأثیرگذاری برابر با ۰/۴ برآورد گردید. یکی از معیارهای ارزیابی میزان اعتبار مدل شبیه‌سازی شده، بررسی ضرایب همبستگی میان متغیرهای درونزای مدل است. در این مطالعه، ضرایب همبستگی بین کسری یا ناپایداری مالی صندوق بازنشستگی با متغیرهای کلیدی مدل مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که در ادامه و در جدول ۴، ارائه شده است.

## جدول ۴: همبستگی ناترازی مالی صندوق بازنشستگی با متغیرهای کلیدی درونزای مدل

## بر اساس نتایج شبیه سازی

متغیر	$\lambda t$	$\kappa t$	$\gamma t$	$bt$	$\phi t$	$\chi t$	$dtg$	$Kt$	$Yt$	$Yit$
$dt$	۰/۳۲	-۰/۷۸	۰/۴۹	-۰/۲۷	۰/۳۸	-۰/۲۱	۰/۸۲	-۰/۳۴	-۰/۲۷	-۰/۶۷

منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۴، ناترازی مالی صندوق بازنشستگی با متغیرهای طول دوره زندگی بزرگسال، دارای همبستگی مثبت است؛ زیرا افزایش امید به زندگی و افزایش فشار هزینه‌ای بر صندوق را به همراه دارد. همچنین ناترازی مالی صندوق بازنشستگی با متغیر افزایش طول دوره کار (سنوات خدمت)، دارای ارتباط منفی است؛ زیرا بازنشستگی در سنین بالاتر، میزان مستمری‌های پرداختی بازنشستگی و فشار هزینه‌ای بر صندوق‌های بازنشستگی را کاهش می‌دهد و موجب می‌شود که پایداری مالی، بهبود پیدا کند. ناترازی مالی با درصد کسورات حقوق و دستمزد دوره کار برای صندوق، همبستگی منفی، و با درصد پرداختی صندوق در دوره بازنشستگی و طول دوره بازنشستگی، همبستگی مثبت دارد. این نتایج، مطابق انتظارات هستند؛ زیرا با افزایش طول دوره بازنشستگی، انتظار می‌رود که فشار بر منابع صندوق و میزان تعهدات پرداختی صندوق‌ها کاهش یافته و بنابراین، پایداری مالی صندوق‌ها افزایش یابد. همچنین کسورات دوره کار، منابع اصلی درآمدی صندوق هستند و درصد پرداختی صندوق یا همان مستمری پرداختی صندوق، جزو مهم‌ترین کانال هزینه‌ای صندوق است.

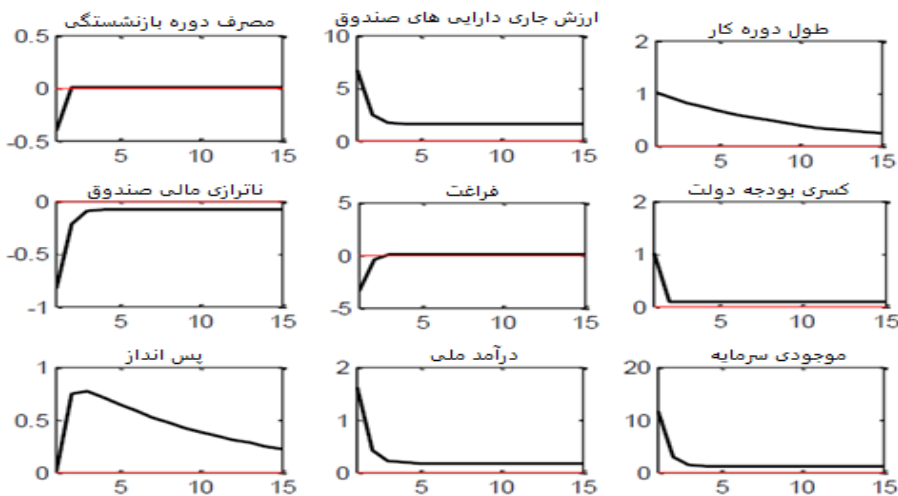
ضریب همبستگی میان متغیر نرخ زاد و ولد با ناترازی مالی صندوق بازنشستگی، منفی است. با افزایش نرخ زاد و ولد، میزان مشارکت نیروی کار افزایش می‌یابد که در نتیجه، از فشار هزینه‌ای بر صندوق کاسته و افزایش پایداری مالی را به همراه دارد. میان کسری بودجه دولت و ناترازی مالی صندوق بازنشستگی نیز همبستگی مثبت وجود دارد که بیان می‌کند، هر اندازه صندوق بازنشستگی ناپایدارتر باشد، فشار بر منابع بودجه‌ای دولت بیشتر شده و بنابراین، کسری بودجه دولت، بیشتر می‌شود. در انتها، نتایج نشان می‌دهند که موجودی سرمایه و تولید، با ناترازی مالی صندوق بازنشستگی، دارای همبستگی منفی هستند. همچنین ضریب همبستگی میان متغیر متوسط سال‌های بیمه پردازی با کسری صندوق بازنشستگی، منفی است و موجب کاهش ناترازی مالی می‌شود.

## - نتایج اعمال اصلاحات در نظام بازنشستگی (بررسی توابع واکنش آنی)

توابع واکنش آنی مدل‌های  $DSGE$  ابزاری برای تحلیل اثرات پویای شوک‌ها در طی زمان هستند که از طریق افزونه داینر<sup>۱</sup> در نرم افزار متلب، ترسیم می‌شوند. در این بخش با بهره‌گیری از توابع واکنش آنی، اثرات شوک‌های مثبت به متغیرهای طول دوره کار (سنوات خدمت)، نرخ زاد و ولد و متوسط سال‌های بیمه پردازی، شبیه‌سازی می‌شود.

۱-۴. شوک مثبت به متغیر طول دوره کار (سنوات خدمت)

در شکل ۱، آثار شوک‌های مثبت وارده بر متغیر طول دوره کار (سنوات خدمت) بر ناترازی مالی صندوق‌های بازنشستگی، به معنای اعمال سیاست افزایش سن بازنشستگی یا دیرتر بازنشسته شدن نیروی کار، ارائه شده است.



منبع: یافته‌های پژوهش براساس خروجی نرم‌افزار

شکل ۱: توابع واکنش آنی شوک مثبت به متغیر طول دوره کار (سنوات خدمت)

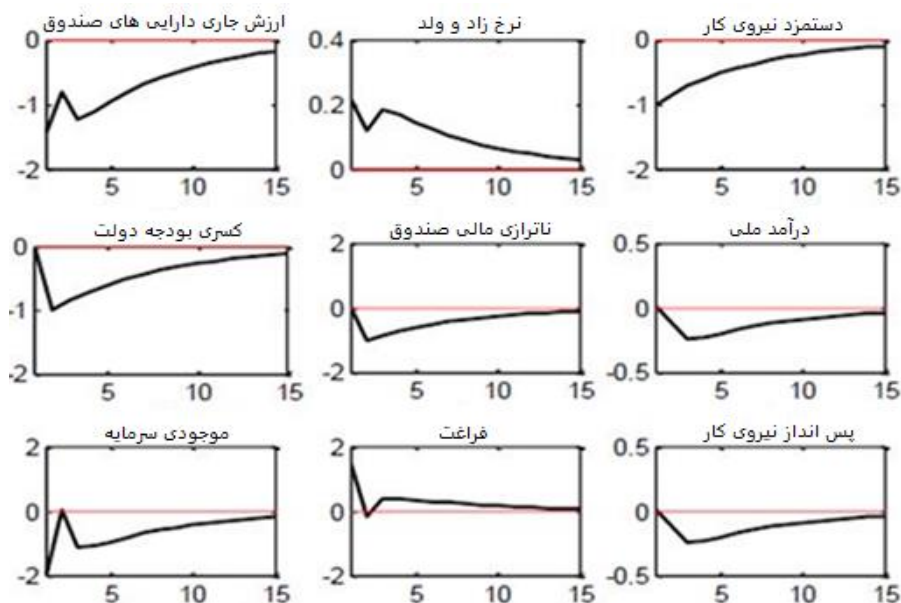
براساس شکل ۱، ناترازی مالی صندوق‌های بازنشستگی واکنش منفی به این شوک را نشان می‌دهد و در واقع، با افزایش سنوات خدمت یا شوک مثبت به متغیر طول دوره کار، ناترازی مالی صندوق‌ها کاهش می‌یابد. همچنین میزان پس‌انداز نیروی کار برای دوره بازنشستگی افزایش پیدا کرده و موجودی سرمایه و تولید (درآمد ملی) در سطح اقتصاد افزایش می‌یابد؛ به طوری که با افزایش یک واحدی در متغیر طول دوره کار، موجودی سرمایه و تولید، از سطح تعادلی بلندمدت در جهت مثبت منحرف شده و با گذشت حدود پنج دوره زمانی، اثر این شوک از بین می‌رود.

از نظر تحلیلی نیز با افزایش طول دوره کار (سنوات خدمت)، نیاز بنگاه‌ها به بهره‌وری بالاتر سرمایه افزایش یافته و متعاقباً موجودی سرمایه و تولید (درآمد ملی) افزایش می‌یابد. براساس شکل ۱، با دیرتر بازنشسته شدن افراد، مصرف دوره بازنشستگی واکنش کوتاه‌مدت و منفی و میزان کسری بودجه دولت نیز واکنش مثبت و کوتاه‌مدت به این شوک، نشان می‌دهند. تحلیل این نتایج، بدین صورت است که با افزایش سنوات خدمت، طول دوره بازنشستگی کاهش یافته و مصرف این دوره از زندگی نیز کاهش پیدا می‌کند. واکنش مثبت کسری بودجه دولت به افزایش سنوات خدمت، به این صورت است که با افزایش سنوات خدمت، شاغلانی که باید در دوره زمانی حال بازنشست می‌شدند، می‌باید در دوره زمانی آتی بازنشسته شده و فشار هزینه‌ای چنین شوکی بر بودجه تخصیص یافته برای

پرداخت حقوق و دستمزد حین دوره کار که بیشتر از حقوق دوران بازنشستگی است، وارد می‌شود و دولت با کسری بودجه کوتاه‌مدت مواجه می‌گردد؛ اما این کسری، کوتاه‌مدت بوده و اثرات آن، به سرعت تعدیل می‌شود.

## ۲-۱-۴. شوک مثبت به متغیر نرخ زاد و ولد

نمودارهای واکنش آنی شوک مثبت به متغیر نرخ زاد و ولد، در شکل ۲ به نمایش گذاشته شده‌اند.



منبع: یافته‌های پژوهش براساس خروجی نرم‌افزار

شکل ۲: توابع واکنش آنی شوک مثبت به متغیر نرخ زاد و ولد

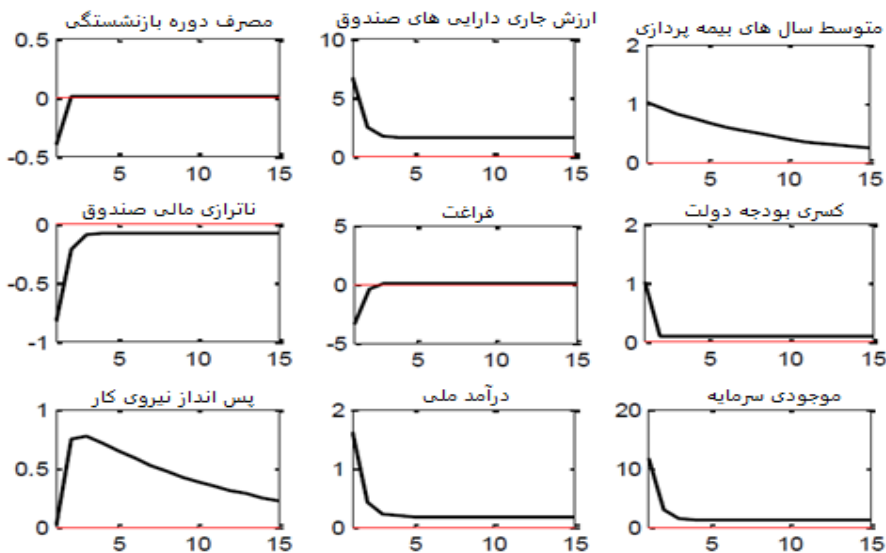
همان‌طور که در شکل ۲ قابل ملاحظه است، شوک مثبت به متغیر نرخ زاد و ولد به‌عنوان اجرای سیاست جوانی جمعیت، ناترازی مالی صندوق‌های بازنشستگی را کاهش داده و بنابراین، به افزایش پایداری مالی صندوق‌های بازنشستگی منجر می‌شود که از تأثیر رشد زاد و ولد بر میزان نقدینگی صندوق‌ها، این موضوع قابل توجه است. موجودی سرمایه، تولید (درآمد ملی) و دارایی‌های صندوق‌های بازنشستگی نیز به سیاست افزایش نرخ زاد و ولد، واکنش منفی نشان می‌دهند که این موضوع، می‌تواند به دلیل افزایش نسبت وابستگی و سایر پرداختی‌های صندوق‌های بازنشستگی به افراد تحت پوشش، در نتیجه رشد جمعیت باشد.

از سوی دیگر، پس انداز نیروی کار به اجرای سیاست افزایش نرخ زاد و ولد، واکنش منفی نشان می‌دهد؛ چرا که با افزایش زاد و ولد، افراد انگیزه کمتری جهت پس انداز برای دوره بازنشستگی دارند

و مخارج خانوار افزایش می‌یابد. همچنین متغیر فراغت، به افزایش نرخ زاد و ولد، واکنش مثبت نشان داده و متغیر دستمزد نیروی کار، واکنش منفی نشان می‌دهد.

### ۳-۱-۴. شوک مثبت به متغیر متوسط سال‌های بیمه پردازی

در این بخش، اثر یک شوک مثبت به متغیر متوسط سال‌های بیمه پردازی در شکل ۳ در طی زمان ارزیابی می‌گردد.



منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۳: توابع واکنش آنی شوک مثبت به متغیر متوسط سال‌های بیمه پردازی

همان‌طور که در شکل ۳ قابل ملاحظه است، توابع واکنش آنی شوک مثبت به متغیر متوسط سال‌های بیمه پردازی برای ۱۵ دوره زمانی آتی، به تصویر کشیده شده است که نشان می‌دهد به موجب آن، ناترازی مالی صندوق‌ها کاهش می‌یابد؛ چرا که با افزایش سال‌های بیمه پردازی، میزان مشارکت نیروی کار در صندوق‌های بازنشستگی افزایش پیدا می‌کند که نتیجه آن، کاهش پرداختی‌ها و هزینه‌های صندوق و افزایش درآمدهای آن است که برآیند آن، پایداری مالی صندوق‌های بازنشستگی را بهبود می‌بخشد.

براساس دیگر نتایج، فراغت به افزایش سال‌های بیمه پردازی واکنش منفی نشان می‌دهد و در مقابل، میزان پس انداز نیروی کار، واکنش مثبت نشان داده و افزایش پیدا می‌کند و از طرف دیگر، موجودی سرمایه و تولید (درآمد ملی) در سطح اقتصاد رشد پیدا می‌کند؛ به طوری که با افزایش در سال‌های بیمه پردازی، نیاز بنگاه‌ها به بهره‌وری بالاتر سرمایه، افزایش پیدا کرده و در نتیجه، موجودی سرمایه و تولید (درآمد ملی) افزایش پیدا می‌کند. همچنین با افزایش سال‌های بیمه پردازی، مصرف

این دوره از زندگی، واکنش کوتاهمدت و منفی و میزان کسری بودجه دولت نیز واکنش مثبت و کوتاهمدت، به این شوک نشان می‌دهند.

این نتیجه، به این صورت است که طول دوره بازنشستگی، کاهش پیدا می‌کند و به تبع، مصرف این دوره از زندگی نیز کاهش می‌یابد. واکنش مثبت و کوتاهمدت کسری بودجه دولت، به افزایش طول دوره کار (سنوات خدمت) بدان دلیل است که شاغلانی که باید در دوره زمانی حال بازنشست می‌شدند، به دلیل افزایش سال‌های بیمه پردازی می‌باید بیشتر کار کنند و فشار هزینه‌ای چنین شوکی، بر بودجه تخصیص یافته برای پرداخت حقوق و دستمزد وارد می‌شود و دولت در کوتاهمدت، با کسری بودجه مواجه شده و سپس اثر آن، به سرعت تعدیل می‌شود.

#### ۲-۴. تحلیل حساسیت مدل

به منظور تحلیل حساسیت مدل شبیه‌سازی شده، میانگین و انحراف معیار متغیر پایداری مالی صندوق بازنشستگی را نسبت به شوک‌های بررسی شده مدل برای چهار حالت شوک با انحراف معیار با ضرایب ۱، ۳، ۵ و ۷، با یکدیگر مقایسه می‌شود. این نتایج، در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵: تحلیل حساسیت مدل شبیه‌سازی شده

اندازه انحراف معیار شوک	شوک متغیر متوسط سال‌های بیمه پردازی		شوک متغیر نرخ زاد و ولد		شوک متغیر طول دوره کار (سنوات خدمت)	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
$1\sigma$	-۰/۸۳	۱/۵۹	-۰/۸۱	۱/۶۱	-۰/۸۶	۱/۰۳
$3\sigma$	-۲/۴۷	۴/۸۶	-۲/۴۵	۴/۸۲	-۲/۱۶	۳/۱۳
$5\sigma$	-۴/۱۸	۸/۱۴	-۴/۰۸	۸/۰۴	-۳/۵۷	۵/۱۷
$7\sigma$	-۵/۷۹	۱۱/۲۹	-۵/۷۰	۱۱/۲۶	-۴/۸۹	۷/۳۹

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که نتایج ارائه شده در جدول ۵ نشان می‌دهد، مقدار تعادل بلندمدت متغیر انحراف کسری مالی صندوق از سطح ایستای بلندمدت در شرایط مختلف و با بروز شوک‌های مختلف با اندازه‌های مختلف، متفاوت می‌باشد.

نتایج ارزیابی و تحلیل حساسیت اندازه شوک طول دوره کار (سنوات خدمت)، بدین صورت است که در صورت بروز یک شوک مثبت یک واحد، متغیر کسری مالی صندوق بازنشستگی در جهت منفی از سطح ایستای بلندمدت خود منحرف می‌شود. همچنین با افزایش این شوک‌ها به ۳، ۵ و ۷ واحد، به تدریج میزان انحراف منفی کسری مالی صندوق از سطح ایستای بلندمدت بیشتر می‌شود؛ به این معنا که هر چه سنوات خدمتی افراد تحت پوشش صندوق، بیشتر افزایش پیدا کند، صندوق‌ها از فشار پرداختی‌های مستمری و تعهدات نسبت به افراد تحت پوشش خود، بیشتر رهایی پیدا کرده و پایداری مالی صندوق‌ها بهبود پیدا خواهد کرد.



زمانی که شوک مثبت به متغیر نرخ زاد و ولد، به اندازه یک واحد وارد می‌شود، کسری مالی صندوق بازنشستگی، از وضعیت ایستای بلندمدت خود در جهت منفی، منحرف شده و با افزایش اندازه این شوک‌ها به ۳، ۵ و ۷ واحد، به تدریج اندازه انحراف منفی این متغیر، از سطح ایستای بلندمدت افزایش پیدا می‌کند. این نتیجه، به این معنا است که با افزایش اندازه شوک مثبت وارد شده به نرخ زاد و ولد، میزان کسری مالی صندوق‌های بازنشستگی نیز کاهش می‌یابد. در واقع، هر چه میزان افزایش نرخ زاد و ولد بیشتر باشد، پایداری مالی صندوق‌ها، بهبود بیشتری پیدا خواهد کرد. در مورد شوک مثبت به متغیر متوسط سال‌های بیمه پردازی نیز شرایط به همین شکل است، به نحوی که یک شوک مثبت به اندازه یک واحد به این متغیر، سبب انحراف متغیر کسری مالی صندوق بازنشستگی از سطح ایستای بلندمدت خود در جهت منفی می‌شود و بنابراین، وضعیت کسری مالی صندوق بهتر می‌شود. به تدریج با افزایش اندازه این شوک‌ها به ۳، ۵ و ۷ واحد، انحراف کسری و ناپایداری صندوق از سطح ایستای بلندمدت خود در جهت منفی، بیشتر می‌شود. در واقع، هر چه متوسط سال‌های بیمه پردازی افزایش بیشتری پیدا کند، میزان پرداخت حق بیمه از سوی افراد تحت پوشش، بیشتر رشد خواهد کرد و به تبع، صندوق‌های بازنشستگی با ناترازی مالی کمتری مواجه خواهند شد.

### ۳-۴. محاسبه اثرات مقداری برخی از اصلاحات پارامتریک شبیه‌سازی شده بر ناترازی مالی صندوق‌های بازنشستگی

جهت تکمیل بحث، در این قسمت، اثرات مقداری اصلاحات پارامتریک مطرح شده بر کسری مالی صندوق‌های بازنشستگی ارائه شده است. در جدول ۶، اثرات افزایش طول دوره کار (سنوات خدمت) بر کسری مالی صندوق‌های بازنشستگی، محاسبه شده است.

جدول ۶: نتایج حاصله از شبیه‌سازی افزایش طول دوره کار (سنوات خدمت) بر حسب سال

متغیر طول دوره کار	+۱	+۲	+۳	+۴	+۵	+۶	+۷	+۸	+۹
کسری مالی صندوق‌ها	۰/۸۸۷	۰/۸۷۷	۰/۸۶۶	۰/۸۵۵	۰/۸۴۳	۰/۷۹۶	۰/۷۴۴	۰/۷۰۴	۰/۶۹۹

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق نتایج ارائه شده در جدول ۶، با افزایش طول دوره کار به میزان ۹ سال، کسری مالی صندوق‌های بازنشستگی در حدود ۱۹ درصد کاهش می‌یابد. در ادامه، در جدول ۷، اثر افزایش نرخ زاد و ولد بر کسری مالی صندوق‌های بازنشستگی، ارائه شده است.

جدول ۷: نتایج حاصل از شبیه‌سازی افزایش نرخ زاد و ولد بر حسب درصد

متغیر نرخ زاد و ولد	+۰/۱۰	+۰/۲۰	+۰/۳۰	+۰/۴۰	+۰/۵۰	+۰/۶۰	+۰/۷۰	+۰/۸۰	+۰/۹۰
کسری مالی صندوق‌ها	۰/۸۴۰	۰/۸۲۶	۰/۸۱۱	۰/۸۰۵	۰/۷۸۸	۰/۷۴۴	۰/۷۲۳	۰/۷۰۰	۰/۶۷۹

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق نتایج ارائه شده در جدول ۷، با افزایش نرخ زاد و ولد به میزان ۹۰ درصد، کسری مالی صندوق‌های بازنشستگی در حدود ۱۶ درصد کاهش می‌یابد. همچنین اثرات افزایش متوسط سال‌های بیمه پردازی بر کسری مالی صندوق‌های بازنشستگی نیز در جدول ۸ ارائه شده است.

#### جدول ۸: نتایج حاصل از شبیه‌سازی افزایش متوسط سال‌های بیمه پردازی بر حسب سال

متغیر متوسط سال‌های بیمه پردازی	+۱	+۲	+۳	+۴	+۵	+۶	+۷	+۸	+۹
کسری مالی صندوق‌ها	۱/۵۱۰	۱/۴۶۳	۱/۴۲۵	۱/۳۹۴	۱/۳۹۳	۱/۳۸۳	۱/۳۰۴	۰/۹۹۶	۰/۹۳۲

منبع: یافته‌های پژوهش

براساس نتایج ارائه شده در جدول ۸، با افزایش سال‌های بیمه پردازی به میزان ۹ سال، کسری مالی صندوق‌های بازنشستگی، به میزان ۵۸ درصد کاهش می‌یابد.

#### ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مرور آمارها و گزارش‌های مربوط، حاکی از آن است که پایداری مالی صندوق‌های بازنشستگی در کشور، با بحرانی جدی رو به رو است و با توجه به افزایش فزاینده وابستگی صندوق‌ها به بودجه عمومی که با تغییرات جمعیتی در سال‌های آینده و حرکت کشور به سمت پیری جمعیت، تشدید نیز خواهد شد؛ موضوع بسیار مهمی که نشانه‌های آن در قوانین بودجه سنواتی آشکار شده است و در سال‌های آینده، می‌باید بخش زیادی از بودجه کشور، صرف پرداخت حقوق بازنشستگان شود.

در این راستا در پژوهش حاضر، جهت شبیه‌سازی و اعمال اصلاحات پارامتریک برای بهبود ناترازی مالی نظام بازنشستگی ایران، به طراحی مدل *DSGE* مبتنی بر مدل‌های تعادل عمومی نسل‌های همپوشان پرداخته شد. در الگوی فوق، پس از تحلیل ادبیات نظری، اثرات سه مورد اصلاحات پارامتریک مورد ارزیابی قرار گرفت که به ترتیب، شامل شوک‌های مثبت به متغیرهای سنوات خدمت، نرخ زاد و ولد و متغیر متوسط سال‌های بیمه پردازی بود که اثرات هر یک، به صورت خلاصه به شرح ذیل است:

با بروز یک شوک مثبت به متغیر سنوات خدمت، ناترازی مالی صندوق بازنشستگی کاهش می‌یابد. چنین نتیجه‌ای با مطالعات کرم و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۰)، براوو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۱)، هنریچس<sup>۳</sup> (۲۰۲۱)،

1. Karam et al. (2010)

2. Bravo et al. (2021)

3. Hinrichs (2021)

ریخف<sup>۱</sup> (۲۰۲۱)، کاستاندا و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۰)، الحججی و ایچاوی<sup>۳</sup> (۲۰۲۰)، دگر<sup>۴</sup> (۲۰۰۸)، هانر<sup>۵</sup> (۲۰۰۸)، گابریلا و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۷)، بهمنی و همکاران (۱۳۹۸) و محقق زاده و همکاران (۱۳۹۹) همسو است. کلیه پژوهش‌های مذکور، افزایش سنوات خدمت را برای بهبود ناترازی مالی نظام بازنشستگی مفید ارزیابی نموده‌اند. ولی نتایج این پژوهش با یافته‌های مطالعات جعفری و همکاران (۱۳۹۷) و انصاری و همکاران (۱۳۹۶) هم‌راستا نمی‌باشد. در دو پژوهش مذکور، محققان پیشنهاد کرده‌اند که سیاست‌گذاران در زمینه اصلاحات نظام بازنشستگی، به اصلاحات عجولانه اقدام نکنند؛ با این حال، نتایج پژوهش حاضر، نشان داد که این اصلاحات، نتایج بسیار مفیدی را به همراه دارد. با بروز شوک مثبت در متغیر نرخ زاد و ولد، ناترازی مالی صندوق بازنشستگی، کاهش می‌یابد. این نتیجه با نتایج مطالعات ریزو<sup>۷</sup> (۲۰۱۰)، هنریچس (۲۰۲۱)، ریخف (۲۰۲۱)، جارموزک و ناخله<sup>۸</sup> (۲۰۱۸)، بیلچکی و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۱۵)، بایار<sup>۱۰</sup> (۲۰۱۳)، دهقانی و همکاران (۱۳۹۹) و چهارم‌حالی و همکاران (۱۴۰۰) هم‌راستا می‌باشد. کلیه پژوهش‌های مذکور، افزایش نرخ زاد و ولد را جهت بهبود ناترازی مالی صندوق‌های بازنشستگی ایران و مقابله با سالمندی جمعیت، مفید ارزیابی نموده‌اند؛ به‌گونه‌ای که نتایج مطالعه چهارم‌حالی و همکاران (۱۴۰۰)، از احتمال تأثیر مثبت افزایش ۲۳ درصدی زادوولد بر میزان نقدینگی صندوق‌ها حکایت می‌کند، و این در حالی است که کاهش شدید میزان زادوولد و افزایش تورم در بلندمدت، بر میزان نقدینگی صندوق، بیشترین تأثیر منفی را می‌گذارد. بر اساس شوک مثبت به متغیر متوسط سال‌های بیمه پردازی، ناترازی مالی صندوق‌های بازنشستگی، کاهش یافته و بنابراین، به پایداری مالی بیشتر صندوق بازنشستگی منجر می‌شود. این نتیجه، با نتایج مطالعات جارموزک و ناخله (۲۰۱۸)، چوی و همکاران<sup>۱۱</sup> (۲۰۱۸)، ارتیز و همکاران<sup>۱۲</sup> (۲۰۱۸)، گریشچنکو<sup>۱۳</sup> (۲۰۱۶)، کرم و همکاران (۲۰۱۰)، چهارم‌حالی و همکاران (۱۴۰۰)، محقق زاده و همکاران (۱۳۹۹)، دهقانی و همکاران (۱۳۹۹)، مدرسی عالم (۱۳۹۰) و لیسنکو و بورنووکوا<sup>۱۴</sup> (۲۰۱۷) همسو می‌باشد. پژوهش‌های مذکور، افزایش سال‌های بیمه پردازی را جهت بهبود ناترازی

1. Riekhoff (2021)
2. Castañeda *et al.* (2020)
3. EL-Houjjaji and Echaoui (2020)
4. Deger (2008)
5. Hauner 2008)
6. Gabriela *et al.* (2017)
7. Rizzo (2010)
8. Jarmuzek & Nakhle (2018)
9. Bielecki *et al.* (2015)
10. Bayar (2013)
11. Choi *et al.* (2018)
12. Ortiz *et al.* (2018)
13. Grishchenko (2016)
14. Lisenkova, & Bornukova (2017)

مالی نظام بازنشستگی مفید ارزیابی نموده‌اند؛ چرا که موجبات افزایش منابع و کاهش مصارف در صندوق‌های بازنشستگی را فراهم می‌آورد. تصمیم دولت برای اجرای اصلاحات در نظام بازنشستگی کشور، با در نظر گرفتن ملاحظات اجتماعی و گام به گام بودن این اصلاحات، امری ضروری است. با این حال، با توجه به نتایج این مطالعه، سیاست‌های پیشنهادی زیر را می‌توان جهت بهبود ناترازی مالی نظام بازنشستگی ایران ارائه نمود:

نتایج تحلیل شوک مثبت به متغیر سنوات خدمت، نشان داد که دیرتر بازنشسته شدن افراد، ناترازی مالی را کاهش می‌دهد و با توجه به روند گذشته، پیش بینی شده که افزایش امید زندگی در ایران، افزایش سن بازنشستگی موجه و منطقی است. با توجه به تجربه جهانی سن بازنشستگی عادی از ۶۰ به ۶۳ سال برای مردان و از ۵۵ سال به ۵۸ سال برای زنان (یک سال به ازای هر دو سال) می‌باید افزایش یابد. ضمن آنکه پیشنهاد می‌شود که در آینده، سن عادی بازنشستگی، به روند رشد امید زندگی مرتبط گردد.

نتایج تحلیل شوک مثبت به متغیر نرخ زاد و ولد، نشان داد که جوانی جمعیت، ناترازی مالی را کاهش می‌دهد. از این رو، اجرای سیاست‌های تشویقی زاد و ولد در سال‌های آینده، بسیار ضروری است؛ چرا که پدیده سالمندی جمعیت، آثار مخربی بر پایداری سیستم بازنشستگی خواهد داشت. براساس دیگر نتایج پژوهش، شوک مثبت به متغیر متوسط سال‌های بیمه پردازی، اثرات مثبتی بر کاهش ناترازی مالی صندوق‌های بازنشستگی دارد. در این راستا، پیشنهاد می‌شود که محاسبه حقوق بازنشستگی در تمامی صندوق‌های بازنشستگی اعم از کشوری، لشکری و سازمان تأمین اجتماعی، براساس متوسط حقوق سه - الی پنج سال آخر زمان اشتغال تغییر یابد (اکنون بر اساس متوسط دو سال آخر است).

### تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از رساله مقطع دکتری آقای نعیم شکری در دانشگاه تربیت مدرس است که توسط مؤسسه عالی پژوهش تأمین اجتماعی به شماره قرارداد ۲۰۹۹۲۰۶۲ تحت حمایت قرار گرفته است.

## References

- Akhwan Behbahani, A. (2016). Examining the status of the social security organization and the necessity of fundamental reforms in it (causes and urgent measures needed). expert reports (Research Center of the Islamic Council) (in persian).
- Arifianto, A. R. (2004). Public policy towards the elderly in Indonesia: Current policy and future directions. Available at SSRN 659882. papers.ssrn.com
- Abdullah Milani, M. (2001). "Distributional Effects of Social Security Organization Performance on Retirees". Social security, 3(3): 41-59 (in persian).
- Ansari, M. A., Falahati, A., Delangizan, S. (2016). "Modeling and Strategic Analysis of Retirement Crisis in Iran with Game Theory Approach". Management Improvement, 11(1): 61-92 (in persian).
- Bahmani, M., Raghofer, H., Mousavi, M. (2018). "Parametric Modification of Iran's Pension System by Reducing the replacement Rate: The General Equilibrium Model of Overlapping Generations and Incomplete Labor Market". Economic Research Journal, 19(72): 67-104 (in persian).
- Bazzana, D. (2020). "Aging Population and Pension System Sustainability: Reforms and Redistributive Implications". Economia Politica, 37: 971-992.
- Bielecki M., Goraus K., Hagemeyer J., Makarski, K. and J. Tyrowicz (2015). "Small Assumptions (can) Have a Large Bearing: Evaluating Pension System Reforms with OLG Models". Economic Modelling, 48(C): 210-221.
- Blanchard, O. J., & Kahn, C. (1980). "The Solution of Linear Difference Models under Rational Expectations, Econometrica 48; 1305-11.
- Bravo, J. M., Ayuso, M., Holzmann, R., & Palmer, E. (2021). "Addressing the Life Expectancy Gap in Pension Policy. Insurance: Mathematics and Economics, 99: 200-221.
- Barr, N., & Diamond, P. (2008). *Principles and Policy Choices*. Oxford University Press.
- Bayar Y. (2013). "Financial Sustainability of Pension Systems in the European Union". European Research Studies Journal, 0(3) :46-70.
- Bernow, S., Godsall, J., Klempner, B., & Merten, C. (2019). More than values: The value-based sustainability reporting that investors want. McKinsey and Company.
- Castañeda, P., Castro, R., Fajnzylber, E., Medina, J. P., & Villatoro, F. (2020). "Saving for the Future: Evaluating the Sustainability and Design of Pension Reserve Funds". Pacific-Basin Finance Journal, Article in press.
- Choi, W. B., Lee, J., & W. Ch. Kim. (2018). The Effect of Social Investment on the Sustainability of Korea National Pension Fund, SSRN series papers.
- Chakraborty S. (2004). "Endogenous Lifetime and Economic Growth". Journal of Economic Theory, 116: 119-137.
- Chomik, R., & Piggott, J. (2015). Population Ageing and Social Security in Asia. Asian Economic Policy Review, 10(2), 199-222.

- Chaharmahali, H., Izad Bakhsh, H., Kordloui, H., & Shams, M. (1400). "Simulating the Balance of Resources and Expenditures in Pension Funds Based on Demographic Risks". Human Resources Studies Quarterly, 11(41), 71-96 (in persian).
- Dashtban Farooji, M., Samadi, S., Dalali Isfahani, R., Fakhar, M., & Abdullah Milani, M. (2010). "Simulating a Pattern of 55-Period Overlapping Generations with the Approach of Improving Iran's Pension System". Economic Modeling Research, 1(2): 173-203 (in persian).
- Dehghani, B., Dashtban Farooji, M., Khoshnoudi, A., & Alinejad Mfard, M. (2019). "The Effect of Population Aging on the Future of Iran's Pension System". Population Studies, 6(1): 261-288 (in persian).
- Deger, C. (2008). Pension Reform in an OLG Model with Multiple Social Security Systems. ERC Working Papers 0805, Economic Research Center, Middle East Technical University, revised Oct.
- Diamond P. A. (1965). "National Debt in a Neoclassical Growth Model". The American Economic Review, 55: 1126-50.
- Di Palo, C. (2011). "The Demographic Challenge on Pension Systems: Empirical Results from Italy". Review of Applied Socio-Economic Research, Pro Global Science Association, 1(2): 53-62.
- Diamond, P. A., & Mirrlees, J. A. (1978). "A Model of Social Insurance with Variable Retirement". Journal of Public Economics, 10(3): 295-336.
- EL-Houjjaji, H., & A. Echaoui. (2020). Assessing the Financial Sustainability of Parametric Pension System Reforms: The Case of Morocco. MPRA Paper 98912, University Library of Munich, Germany.
- Feldstein, M. (1974). "Social Security, Induced Retirement, and Aggregate Capital Accumulation". Journal of Political Economy, 82(5): 905-926.
- Feldstein, M., & Samwick, A. (1992). "Social security Rules and Marginal Tax Rates". National Tax Journal, 45(1): 1-22.
- Gabriela, C., Maria, J. R., Ricardo Mourinho, F., & B.C. Rodrigues. (2017). "Aging and Fiscal Sustainability in A Small Euro Area Economy". Macroeconomic Dynamics, Cambridge University Press, 21(7): 1673-1705.
- Grishchenko, N. (2016). Pensions After Pension Reforms: A Comparative Analysis of Belarus, Kazakhstan, and Russia. Procedia Economics and Finance, 36: 3-9.
- Godínez-Olivares, H., Carmen Boado-Penas, M., & S. Haberman. (2016). "Optmal Strategies for Pay-As-You-Go Pension Finance: A Sustainability Framework, Insurance". Mathematics and Economics, No. 69: 117-126.
- General Department of International Affairs (2017). International Union of Social Security Guidelines: Actuarial Practice in Social Security. Higher Institute of Social Security Research (in persian).
- Hauer, D. (2008). Macroeconomic Effects of Pension Reform in Russia. IMF Working Papers 08/201, International Monetary Fund.

- Hinrichs, K. (2005). New century-new paradigm: Pension reforms in Germany. Ageing and pension reform around the world. Evidence from eleven countries: 47-74.
- Hinrichs, K. (2021). "Recent Pension Reforms in Europe: More Challenges, New Directions: An Overview". *Social Policy & Administration*, **55**(3): 409-422.
- Hubbard, R. G., Skinner, J., & Zeldes, S. P. (1995). Precautionary Saving and Social Insurance. *Journal of political Economy*, **103**(2): 360-399.
- Islamic Council Research Center (2021). Economic research deputy, public sector studies office, review of the country's 1401 budget bill 10. Retirement funds, 11<sup>th</sup>. period, 2<sup>nd</sup>. year, serial number: 17931, accessible at: <https://rc.majlis.ir/fa/report> (in persian).
- International Monetary Fund (2016). Social security system report (in persian).
- Jarmuzek M., & N. Nakhle. (2018). "Sustainability and Equity Challenges to Pension Systems: The Case of Lebanon". *Journal of Banking and Financial Economics*, **2**(10): 52-66.
- Jafari, H., and Najafizadeh, A., Safarzadeh, A., & Haji, G. (2017). "Macroeconomic Effects of Structural Reforms in Iran's Pension System". *Economic Modelling*, **12**(4): 25-46 (in persian).
- Karam, Ph., Muir, D., Pereira J., & A. Tuladhar. (2010). Macroeconomic Effects of Public Pension Reforms. IMF working paper.
- Lisenkova, K., & Bornukova, K. (2017). Effects of Population Aging on the Pension System in Belarus. *Baltic Journal of Economics*, **17**(2): 103-118.
- Marier, P. (2008). *Pension Politics: Consensus and Social Conflict in Ageing Societies*. Routledge.
- Mesa- Lago, C., & Bertranou, F. (2016). "Pension Reforms in Chile and Social Security Principles, 1981-2015". *International Social Security Review*, **69**(1): 25-45.
- Modaresi Alam, Z. (2011). "A Look at the Methods of Reforming the Pension System and the General Framework of its Reform in the Country". *Economic magazine (bimonthly review of economic issues and policies)*, **11**(12) (in persian).
- Mohaghegzadeh, M., Daman Keshideh, M., Momeni Vesalian, H., Afshari, M., & Daghighi Asli, A. (2019). "Designing a Financial Sustainability Model in the Social Security Organization with a Focus on Parametric Reforms". *Applied Economics*, **10**(34 and 35 (fall and winter 2020)): 15-29 (in persian).
- Mir, S. J., Ganjian, M., & Foroohesh Tehrani, G. (2014). "Challenges and Solutions of Pension Funds in Iran: A Case Study of the Pension Fund of Agricultural Jihad". *Strategic and Macro Policy Quarterly*, **2**(7) (in persian).
- Ministry of Cooperation, Labor and Social Welfare (2021). Expert reports of social insurance office. Available at: <https://bimeh.mcls.gov.ir> (in persian).
- Nepp, A., & J. Okrah (2017). "Demographic Risk and Social Sustainability of The Pension System". CBU International Conference Proceedings, ISE Research Institute, **5**(0): 531-536.

- OECD Publishing. (2020). Pensions at a glance 2019: OECD and G20 indicators. Organisation for Economic Co-operation and Development OECD.
- OECD (2007). Editorial and Executive Summary, in Pensions at a Glance 2007: Public Policies across OECD Countries, OECD publishing
- Ortiz, I., Duran, F., Urban, S., Wodsak, V., & Yu, Z. (2018). Reversing Pension Privatization: Rebuilding Public Pension Systems in Eastern European and Latin American Countries (2000-18). Available at SSRN 3275228.
- Panahi, B. (2006). The functions of social security in Iran (necessities of establishing a comprehensive welfare and social security system in Iran). Higher Institute of Social Security Research (in persian).
- Raghfar, H., & Akbar Beigi, S. (2014). "The Effect of Replacement Rate Changes in the Social Security Pension Fund on Capital Stock, Labor Supply and Savings". Economic Policy and Research Quarterly, **23**(75): 45-74 (in persian).
- Raees Jafari Motlagh, R., Abdoli, G., Nasiri Aghdam, A., & Amiri, H. (2021) Investigating the Effects of Demographic Change on the Financial Sustainability of the Pension Fund Using the Overlapping Generation Model Based on the DSGE Model. Quarterly journal of economic research and policies, **28**(96): 121-162 (in persian).
- Riekhoff, A. J. (2021). "Pension Reforms, the Generational Welfare Contract and Preferences for Pro-old Welfare Policies in Europe". Social Policy & Administration, **55**(3): 501-518.
- Rizzo, G. (2010). Fertility and Pension systems. MPRA paper, University Library of Munich, Germany.
- Serrano, C. (1999). Social security reform, income distribution, fiscal policy, and capital accumulation. The World Bank.
- Zviniene, A., & Biletsky, S. (2011). Fiscal projections for pension system of Belarus. Washington, DC: World Bank.



## **Simulation and Application of Parametric Corrections to Improve the Financial Misalignment of the Iranian Pension System**

**Naeim Shokri<sup>1</sup>**  
**Abbas Assari Arani<sup>2\*</sup>**  
**Ali Asgary<sup>3</sup>**  
**Amirhossein Mozayani<sup>4</sup>**  
**Nematollah Akbari<sup>5</sup>**

Received: 17-03-2022

Accepted: 30-04-2022

### **Aim and Introduction**

The pension system is of special place in the employment regulations of the private and public sectors of all countries of the world. In addition, pension funds are known as one of the most sensitive and complex financial institutions in today's world, whose main goal is to preserve the livelihood and dignity of people in old age. Pension funds have been created to provide social rights for citizens, and a long-term horizon is one of the main features of such funds. By receiving insurance premiums from the insured and investing the resources gathered in the early years and the so-called youth period of the fund, pension funds provide pensions for retirees during their maturity. The process of maturity of pension funds occurs naturally and if it is accompanied by the aging of the country's population, it will intensify. According to the International Monetary Fund, pension expenditures in the Social Security Organization and the civil servants' Pension Fund will increase from 5.3% in 2015 to 11% in 2040 and 19.6% of GDP in 2080 and in the future, a large part of the country's budget should be spent on paying pensions.

### **Methodology**

This study seeks to simulate and apply corrective policies to improve the financial misalignment in the Iranian pension system using dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) model based on the overlapping generations (OLG) model. In this regard, impulse response functions were used to examine the effects of the proposed parametric corrections. The DSGE models are stochastic, microeconomic-founded, provide the possibility of dynamic evaluation of parametric changes as well as random changes of exogenous variables of the system, and give inter-temporal optimization of the behavior of economic agents. In addition, the mechanism of intergenerational transfer in the pension funds, can

- 
1. Ph.D. in Health Economics, Faculty of Management and Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
  2. Associate professor in Economics, Faculty of Management and Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. Corresponding Author Email: Assari\_a@modares.ac.ir
  3. Associate Professor in disaster, emergency, and business continuity management, School of Administrative Studies, York University, Toronto, Canada.
  4. Associate professor in Economics, Economic Research Institute, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
  5. Professor in Economics, Department of Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

be well evaluated and studied by these models, so it seems to be a suitable tool for studying the effects of demographic parametric changes on the financial balance of pension funds.

### **Findings**

The results show that positive shocks to the variables of years of service, birth rate, and average years of insurance, the financial misalignment of pension funds decreases. According to the results, linking the retirement age with life expectancy and increasing the years of premium payment can reduce financial misalignment and increase financial stability in the Iranian pension system.

### **Discussion and Conclusion**

The government's decision to implement reforms in Iran's pension system is essential, taking into account social considerations and the step-by-step nature of these reforms. However, according to our findings, the following policies should be presented to improve the financial imbalance of Iran's pension system:

1. The results of the positive shock analysis to the years of service variable showed that the later retirement of people reduces economic dissatisfaction, and considering the past and projected increase in life expectancy in Iran, increasing the retirement age is justified and logical. According to global experience, the average retirement age should be increased from 60 to 63 years for men and from 55 to 58 years for women (one year for every two years). Also, in the future, it is suggested that the average retirement age be linked to the growth of life expectancy.
2. The analysis results of the positive shock to the birth rate variable showed that the young population reduces the financial imbalance. Therefore, it is necessary to implement policies to encourage birth in the coming years, because the population aging phenomenon will have destructive effects on the stability of the pension system.
3. A positive shock to the average variable of years of insurance has positive effects on reducing the financial imbalance of pension funds. In this regard, it is suggested to change the calculation of pensions in all pension funds, including state, military, and social security organizations, based on the average salary of the last three to five years of employment, which it is currently based on the average of the previous two years.

**Keywords:** Pension system, Financial Misalignment, Impulse Response Functions, Parametric Corrections.

**JEL Classification:** D91, E20, H55, J10



## تأثیرات اقتصادی تحریم‌های مالی بر اقتصاد ایران

لیلا ترکی<sup>\*۱</sup>

باران مظاهری<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۱۷

### چکیده

تحریم‌های مالی از دیرباز، یک ابزار قدرتمند برای حصول کشورها به اهداف سیاسی و تأمین منافع شان بوده است. کشورها معمولاً زمانی از تحریم‌های اقتصادی استفاده می‌کنند که قصد دارند کشور هدف را مجبور کنند تا سیاست‌های خاصی را که مورد قبول کشورهای تحریم‌کننده نمی‌باشند، تغییر دهند. دامنه تأثیر تحریم‌های مالی، ممکن است بسیار فراتر از محدوده اقتصاد یک کشور باشد؛ به طوری که می‌تواند علاوه بر وارد کردن ضربه بر پیکره اقتصاد، بر سیاست و فرهنگ و رفاه اجتماعی کشور هدف نیز اثر منفی بگذارد. کشور ایران نیز همواره تحت فشار تحریم‌های بسیاری بوده است. بنابراین، به دلیل تحریم‌های بسیاری که در طول سال‌ها بر ایران اعمال شده است، همواره دغدغه بسیاری از اقتصاددانان این بوده است که این تحریم‌ها بر اقتصاد کشور چگونه اثر می‌گذارد. ابعاد اقتصادی و حقوقی تحریم‌ها و همچنین تنوع آنها، ارزیابی دلالت‌های مرتبط با تحریم بر متغیرهای کلان اقتصادی را دشوار می‌سازد. لذا در این پژوهش، به تحلیل و بررسی اثر تحریم‌های مالی بر متغیرهای کلان اقتصادی با استفاده از یک مدل خود رگرسیون برداری بیزی با تابع پیشین جستجوی تصادفی انتخاب متغیر در مدل‌های خود رگرسیون برداری طی دوره زمانی ۱۳۹۹-۱۳۸۳ پرداخته شده است. متغیرهای منتخب مورد بررسی در تحقیق، شامل شاخص فشار بازار ارز، سرمایه‌گذاری‌های ثابت، شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی، صادرات، واردات، تولید ناخالص داخلی، وام‌های بانکی معوق به بخش خصوصی، پایه پولی و بدهی خارجی کشور است. برای تحلیل بهتر نتایج حاصل از مدل بیزین ور، یک مدل خود رگرسیون برداری نیز برآورد، و سپس برای هر دو مدل، به تشکیل تابع واکنش آنی پرداخته شده، و در نهایت، نتایج حاصل از هر دو مدل، با استفاده از تابع واکنش آنی، بررسی و مقایسه شده است. نتایج بیانگر آن است که مدل بیزین ور، دارای نتایج منطقی‌تر و با پراکندگی کمتری نسبت به مدل خود رگرسیون برداری است؛ به طوری که نتایج حاصل از مدل خود رگرسیون برداری، دارای تضاد آشکاری با مطالعات تجربی و پیش‌بینی‌های تئوری بوده، و علت آن، وجود پارامترهای فراوان و کاهش درجه آزادی مدل است، که باعث پایین آمدن دقت برآورد و همچنین پراکندگی تابع واکنش آنی می‌شود؛ اما مدل‌های بیزین ور، با منقبض نمودن مدل، این مشکل را رفع کرده و دقت برآورد را بالا می‌برند.

**واژه‌گان کلیدی:** تحریم‌های مالی، مدل ور بیزی (خود رگرسیون برداری بیزی)، تابع پیشین جستجوی

تصادفی انتخاب متغیر در مدل‌های خود رگرسیون برداری، متغیرهای کلان اقتصادی

طبقه‌بندی G01, E00, C60:JEL

\*۱. استادیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، (نویسنده مسؤول)

torki@ase.ui.ac.ir

b.Mazaheri@ase.ui.ac.ir

۲. کارشناس ارشد گروه اقتصاد دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه

## ۱. مقدمه

از زمان‌های گذشته تا به امروز، تحریم‌ها یک سلاح قدرتمند برای دستیابی کشورها به اهداف سیاسی-شان است. به‌طور کلی، تحریم‌ها اعمال محدودیت‌های خاصی علیه بعضی کشورها، شرکت‌های خاص و یا اشخاص است که به‌عنوان پاسخی در برابر هر اقدامی از سمت هدف مورد نظر استفاده می‌شوند. این موانع و محدودیت‌ها نه تنها حیطه خاصی از اقتصاد و توسعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد بلکه می‌تواند دامنه دار نیز باشد که اصلی‌ترین هدف تحریم‌ها، ایجاد شرایط سخت و نامطلوب برای اقتصاد کشور و حوزه‌های مرتبط با آن در سطح فدرال و منطقه‌ای است که در نتیجه، کشور هدف مجبور به تغییر استراتژی رفتار مورد نظر می‌شود. دامنه تأثیر تحریم‌های اقتصادی، ممکن است بسیار فراتر از محدوده اقتصاد یک کشور باشد؛ به‌طوری که می‌تواند علاوه بر وارد کردن ضربه بر پیکره اقتصاد، بر سیاست و فرهنگ و رفاه اجتماعی کشور هدف نیز اثر منفی بگذارد.

در این مطالعه، سعی بر این است که به بررسی چگونگی اثر گذاری تحریم‌های مالی بر متغیرهای کلان اقتصادی پرداخته شود، چراکه شناخت نحوه تأثیرگذاری تحریم‌ها، نقش بسزایی در شکل‌گیری استراتژی مقابله با اثرات مخرب حاصل از آن دارد. در این راستا در این پژوهش، به بررسی اثر تحریم‌های مالی بر شاخص فشار بازار ارز، بررسی اثر تحریم‌های مالی بر سرمایه‌گذاری‌های ثابت، بررسی اثر تحریم‌های مالی بر شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی، بررسی اثر تحریم‌های مالی بر صادرات، بررسی اثر تحریم‌های مالی بر واردات، بررسی اثر تحریم‌های مالی بر تولید ناخالص داخلی، بررسی اثر تحریم‌های مالی بر وام‌های بانکی معوق به بخش خصوصی، بررسی اثر تحریم‌های مالی بر پایه پولی، بررسی اثر تحریم‌های مالی بر بدهی خارجی کشور پرداخته می‌شود.

با توجه به بررسی و دقت در مطالعات انجام شده در زمینه تحریم مالی و اثر آن بر متغیرهای اقتصادی، مشخص شد که اکثر مطالعات در این زمینه، به بررسی اثر تحریم‌ها بر دو یا چند متغیر کلان اقتصادی پرداخته بودند، حال آنکه در پژوهش حاضر، سعی بر این بوده است که مهم‌ترین متغیرهای اقتصاد کلان در مدل وارد، و بررسی شوند که شامل ۱۰ متغیر است. نوآوری دیگری که پژوهش حاضر را از سایر مطالعات متمایز می‌نماید، روش تحقیق به کار برده شده در این پژوهش است که تاکنون در ایران برای موضوع مورد مطالعه، استفاده نشده است.

در ادامه این مقاله، در بخش دوم، مبانی نظری مربوط به تحریم، بخش سوم، مروری بر مطالعات پیشین، بخش چهارم، روش پژوهش و در نهایت در آخرین بخش، نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی بیان می‌شوند.

## ۲. مبانی نظری پژوهش

تحریم‌ها، اعمال محدودیت‌های خاصی علیه بعضی کشورها، شرکت‌های خاص و یا اشخاص است که به‌عنوان پاسخی در برابر هر اقدامی از سمت هدف مورد نظر استفاده می‌شوند. این موانع و محدودیت‌ها، نه تنها حیطه خاصی از اقتصاد و توسعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد بلکه می‌تواند دامنه‌دار

نیز باشد که اصلی‌ترین هدف تحریم‌ها، ایجاد شرایط سخت و نامطلوب برای اقتصاد کشور و حوزه‌های مرتبط با آن در سطح فدرال و منطقه‌ای است که در نتیجه، کشور هدف مجبور به تغییر استراتژی رفتار مورد نظر می‌شود. اصولاً دلایل اعمال تحریم‌ها، به شرح زیر است:

- نشان دادن عزمی راسخ برای رسیدن به هدف سیاسی مورد نظر کشور تحریم کننده، که از بارزترین دلایل تحریم‌ها است.

- ایجاد محدودیت و جلوگیری از رفتار مشکل ساز کشور هدف در آینده، که استقلال اقتصادی و سیاسی آن را محدود می‌کند.

- تمایل مقامات کشور برای نشان دادن یک سیاست اقتصادی خارجی قوی، اما در عین حال، عدم تمایل آنها به درگیری نظامی آشکار و دعوت به جنگ (ووروتینکوف و همکاران، ۲۰۱۹).

- دامنه تأثیر تحریم‌های اقتصادی ممکن است بسیار فراتر از محدوده اقتصاد یک کشور باشد؛ به طوری که می‌تواند علاوه بر وارد کردن ضربه بر پیکره اقتصاد، بر سیاست و فرهنگ و رفاه اجتماعی کشور هدف نیز اثر منفی بگذارد (ون و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰).

- در طول قرن اخیر، بارها از تحریم‌ها علیه کشورهای بسیاری استفاده شده است؛ به طوری که بیش از ۱۱۰ کشور با تحریم‌های اقتصادی مواجه شده‌اند (افینگ و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹).

اعمال تحریم‌های اقتصادی، از زمان‌های بسیار قدیم رایج بوده است، به‌عنوان مثال، تحریم‌های اقتصادی آن‌ها علیه مگارا به ۴۳۲ سال قبل از میلاد مسیح باز می‌گردد. در واقع، محبوبیت تحریم‌ها به‌عنوان یک ابزار سیاست خارجی، پس از پایان جنگ سرد افزایش یافته است، و تحریم‌های اعمال شده علیه ایران، کره شمالی و در گذشته عراق، پاکستان، هند و کره جنوبی با هدف جلوگیری از دستیابی این کشورها به سلاح‌های هسته‌ای، شیمیایی و یا بیولوژیکی بوده است (دیزجی و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۲۰). پس از انقلاب ایران و پس از گروگان‌گیری مأموران آمریکایی در سال ۱۹۷۹، ایالات متحده، روابط اقتصادی و دیپلماتیک خود را با ایران متوقف، واردات نفت ایران را ممنوع، و تقریباً ۱۱ میلیارد دلار از دارایی‌های کشور را مسدود کرد. در سال ۱۹۹۶، دولت آمریکا، قانون تحریم‌های ایران و لیبی را تصویب کرد که شرکت‌های آمریکایی (و غیر آمریکایی) را از سرمایه‌گذاری و تجارت سالانه بیش از ۲۰ میلیون دلار با ایران منع می‌کرد. از سال ۲۰۰۰، مواردی مانند داروسازی و تجهیزات پزشکی، از این تحریم‌ها خارج شده‌اند.

از سال ۲۰۰۶، برنامه هسته‌ای ایران به دلیل سوء ظن در مورد اهداف آن، مورد بحث و گفتگو قرار گرفته است. شورای امنیت سازمان ملل متحد، تحریم‌هایی را علیه شرکت‌های منتخب مرتبط با

برنامه هسته‌ای وضع کرده است که این امر، می‌تواند باعث انزوای اقتصادی این کشورها شود، بویژه تحریم‌های هسته‌ای، موشکی، صادرات نظامی به ایران و همچنین سرمایه‌گذاری در نفت، گاز و پتروشیمی، صادرات فرآورده‌های نفتی تصفیه شده، معاملات مالی، بانک‌ها، حمل و نقل و بیمه.

در سال ۲۰۱۲، اتحادیه اروپا با پیوستن به تحریم‌های نفتی آمریکا علیه ایران، تحریم‌های خود را سخت‌تر کرد. علاوه بر این، آخرین دور تحریم‌ها، می‌تواند سالانه حدود ۵۰ میلیارد دلار درآمد نفتی را از اقتصاد ایران حذف کند. طی این سال‌ها، تحریم‌ها عواقب جدی برای اقتصاد و مردم ایران به‌همراه داشته است. ایالات متحده، تلاش‌های بین‌المللی زیادی را برای متقاعد کردن دولت‌های غربی در مورد تهدید برنامه غنی‌سازی اورانیوم ایران و توسعه توانایی سلاح هسته‌ای انجام داده است. با این حال، ایران آن را انکار کرده و معتقد است که برنامه هسته‌اش برای اهداف غیرنظامی از جمله تولید برق و اهداف پزشکی است. عوامل پولی نیز مشکلاتی ایجاد می‌کنند، زیرا تحریم‌ها باعث نوسان شدید ارزش ریال ایران می‌شوند. علاوه بر این، یک ارز ضعیف، واردات را گران می‌کند و بر هر چیزی که مبتنی بر ریال است، از جمله دستمزد، سهام، خانه، مستمری و طلا، تأثیر می‌گذارد. بنابراین، درآمد مردم به سختی کفاف کالاها و خدمات ضروری را می‌دهد. با این حال بین:

- تحریم‌های اعمال شده بر واردات محصولات مرتبط با هسته‌ای در سال ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷؛
- تحریم‌های صادراتی غیرنفتی در سال ۲۰۰۸؛
- تحریم‌های مالی (مانند تحریم‌های سویفت و بخش بانکی) علیه ایران در سال ۲۰۱۲؛

تفاوت‌هایی وجود دارد. بنابراین، تحریم‌ها براساس تأثیر آنها بر اقتصاد ایران، طبقه‌بندی شده‌اند:

- ۱) تحریم‌های سیاسی: دارایی افرادی که مصمم به حمایت از تروریسم بین‌المللی هستند، مسدود می‌شود. این فهرست، ده‌ها فرد و مؤسسه ایرانی از جمله بانک‌ها و پیمانکاران دفاعی را شامل می‌شود. پیمان منع گسترش سلاح‌های هسته‌ای ایران و عراق (۱۹۹۲) هر شخص یا نهادی را که به سلاح‌های هسته‌ای، شیمیایی یا بیولوژیکی ایران کمک می‌کند، منع می‌نماید.
- ۲) تحریم‌های تجاری: ایالات متحده آمریکا، تحریم‌هایی را اعمال کرد که بر طبق آن تا سال ۱۹۹۵، اغلب شرکت‌های آمریکایی از تجارت یا سرمایه‌گذاری در ایران منع شدند. اگر چه این روند در سال ۲۰۰۰ کاهش یافت، اما تقریباً چند دهه بعد به پایان رسید. دولت اوپاما تحریم‌های فروش تجهیزات و نرم افزارهای ارتباط از راه دور مصرف کننده را مستثنی کرده است.
- ۳) تحریم‌های انرژی: همواره تمرکز اصلی ایالات متحده بر کاهش درآمد نفتی ایران بوده است. به این ترتیب، فشار بر عدم گسترش سلاح‌های هسته‌ای افزایش یافته است. صادرات نفت قبل از سال ۲۰۱۲، نیمی از درآمد دولت ایران و یک - پنجم تولید ناخالص داخلی را تشکیل می‌داد. تحریم‌های فرامرزی، شرکت‌های خارجی را که خدمات ارائه می‌دهند یا در سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های انرژی، از جمله نفت و گاز و پتروشیمی‌ها، تأمین تجهیزات مورد استفاده در تصفیه

روغن و همچنین فعالیت‌های صادرات نفت مانند ساخت کشتی، عملیات بندر و بیمه حمل و نقل شرکت می‌کنند، هدف قرار می‌دهند.

۴) تحریم‌های مالی و بانکی: تحریم‌های ایالات متحده توسط وزارت خزانه داری به دنبال جداسازی ایران از سیستم مالی بین‌المللی است. بنابراین، مؤسسات مالی خارجی یا واحدهای تجاری فرعی که با بانک‌های ممنوعه معامله کنند، از انجام معاملات با دلار آمریکا محروم می‌شوند. در اواخر سال ۲۰۱۱، آمریکا همچنین مانع واردات نفت از طریق بانک مرکزی ایران شد. جنبه‌های دیگر تحریم‌های مالی شامل محدودیت دسترسی ایرانیان به ارزهای خارجی است؛ به طوری که وجوه حاصل از صادرات نفت فقط برای تجارت دو جانبه با کشور خریدار یا دسترسی به کالاهای بشردوستانه، قابل استفاده است (قهرودی و چونگ<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰).

شوک اقتصادی به ایران، در ۸ مه ۲۰۱۸، هنگامی که دونالد ترامپ، رئیس جمهور ایالات متحده، خروج از توافق هسته‌ای JCPOA<sup>۲</sup> (برنامه جامع اقدام مشترک) با ایران را اعلام کرد، آغاز شد؛ که اساساً به معنای اعمال مجدد تحریم‌ها علیه ایران بود که از نوامبر ۲۰۱۸ به اجرا درآمد و به تضعیف واحد پول ریال و کاهش تولید ناخالص داخلی منجر شد. قبل از اجرایی شدن تحریم‌ها، صندوق بین‌المللی پول، تخمین زده بود که بین مارس ۲۰۱۸ تا مارس ۲۰۱۹، تولید ناخالص داخلی ایران حدود ۴ درصد افزایش یابد. با این وجود، صندوق بین‌المللی پول در «چشم‌انداز اقتصادی جهانی»، تخمین‌های خود را با ۱۰ درصد کاهش به منفی ۶ درصد رساند (صندوق بین‌المللی پول، ۲۰۱۹).

در حال حاضر، ایران در رکود اقتصادی شدید به سر می‌برد. از آنجایی که نفت ۶۴ درصد درآمد صادرات ایران را تشکیل می‌دهد، اقتصاد ایران همیشه مستعد شوک‌های ناشی از بازار نفت بوده است. پس از بحران مالی جهانی ۲۰۰۸، درآمد صادرات نفت و گاز از ۸۲/۴ میلیارد دلار به ۶۶/۲ میلیارد دلار آمریکا کاهش یافت که نرخ رشد تولید ناخالص داخلی را از ۸ درصد در سال ۲۰۰۷ به کمتر از یک درصد در سال ۲۰۰۸ کاهش داد (صندوق بین‌المللی پول، ۲۰۱۱). ایالات متحده به دلیل عدم توافق بر سر سیاست‌های هسته‌ای در سال ۲۰۱۲، ایران را تحریم کرد که به کاهش ۵۰ درصدی درآمد صادرات نفت و گاز منجر شد و نرخ رشد تولید کشور را از حدود ۳ درصد در سال ۲۰۱۱ به منفی ۸ درصد در سال ۲۰۱۲ کاهش داد (صندوق بین‌المللی پول، ۲۰۱۴).

در حال حاضر، وضعیت بیش از هر زمان دیگری نگران‌کننده بوده، و رشد تولید ناخالص داخلی متوقف شده است، بیکاری در سطوح بالا ادامه دارد، مانده حساب جاری پس از دهه‌ها در حال سقوط در قلمرو منفی است و ریال در سقوط آزاد است (ساشی و کاوتیلیا<sup>۳</sup>، ۲۰۱۹).



بر این اساس در این مطالعه، اثر تحریم‌های مالی بر شاخص فشار بازار ارز، سرمایه‌گذاری‌های ثابت، شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی، صادرات، واردات، تولید ناخالص داخلی، وام‌های بانکی معوق به بخش خصوصی، پایه پولی و بدهی خارجی کشور، بررسی می‌شود.

**قیمت نفت:** به صورت کلی، قیمت مبادلاتی لحظه‌ای هر بشکه نفت خام که براساس شاخص نفت خام است، قیمت نفت را تعیین می‌کند. این قیمت، متأثر از هزینه تولید، کیفیت نفت تولیدی، سبک یا سنگین بودن، میزان چگالی ویژه نفت، درصد گوگرد، محل تولید و ... است که برآیند اینها قیمت نفت را تعیین می‌کند. در این پژوهش، قیمت نفت سبک ایران ملاک قرار گرفته، و آمارها و تحقیقات مختلف نشان می‌دهند که تحریم‌های صادرات نفت، موجب محدود شدن صادرات نفت و رشد اقتصادی ایران شده است.

**صادرات:** به معنی معامله تهاتری، فروش و یا اهدای کالا و خدمات یک کشور به کشوری دیگر بوده، و دارای تشریفات گمرکی و مقررات خاص است (سامانه ملی تعریف و مفاهیم آماری). صادرات در هر کشور، از مهمترین منابع عرضه ارز به‌شمار می‌رود. اگر صادرات کالاها و خدمات، یکی از حوزه‌های تحریم اقتصادی باشد، آنگاه انتظار بر آن است که منابع ارزی که خود از الزامات واردات هستند، با خلل روبرو شود. تحریم صادرات، زمانی که تنوع پذیری صادراتی در کشور هدف پایین باشد، بسیار مخاطره آمیز است.

**واردات:** به معنی خرید، اهدای کالا و خدمات و یا معامله تهاتری یک کشور از کشوری دیگر است، که نیازمند انجام تشریفات گمرکی و رعایت مقررات است (سامانه ملی تعریف و مفاهیم آماری). وابستگی بالای تولیدات به واردات انواع مواد اولیه، کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای از مجاری است که با اعمال تحریم‌ها، اقتصاد یک کشور در معرض تهدیدات بالقوه قرار می‌گیرد. حتی اگر رویه‌های تحریمی، به قطع واردات منجر نشود، با افزایش هزینه‌های واردات، بهای تمام شده تولید در داخل را با افزایش روبرو خواهد ساخت که از یک سو، سطوح قیمت‌ها در داخل را افزایش و از سوی دیگر، قدرت رقابت پذیری کالاهای تولیدی در بازارهای بین‌المللی را کاهش خواهد داد. اعمال تحریم بر واردات، از یک سو می‌تواند به کاهش مقدار واردات بیانجامد و از سوی دیگر، افزایش هزینه‌های واردات را به ازای هر حجم مشخص از آن، به همراه داشته باشد. کاهش مقدار واردات، کاهش درآمدهای دولت از محل تعرفه‌ها را به همراه خواهد داشت. افزایش هزینه‌ها اما، اثرات به مراتب سنگین‌تری را برای اقتصاد داخل به دنبال دارد بویژه زمانی که با توجه به ساختارهای حاکم، مقدار واردات به هر دلیل نخواهد کاهش یابد (مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، ۱۳۹۱).

**تولید ناخالص داخلی (GDP):** در میان متغیرهای اقتصاد کلان، تولید ناخالص داخلی، دارای اهمیت بسیار است؛ زیرا نه تنها برای تجزیه و تحلیل‌ها به‌عنوان مهم‌ترین شاخص عملکرد اقتصادی استفاده می‌شود بلکه در محاسبه و برآورد آن، از دیگر اقلام کلان اقتصاد استفاده شده است. تولید ناخالص داخلی، عبارت از کل ارزش ریالی کالا و خدمات نهایی تولید شده توسط واحدهای اقتصادی داخل کشور در یک دوره زمانی معین است (بانک مرکزی ایران). با توجه به اثر گذاری تحریم اقتصادی

بر صادرات و واردات کشور و در نظر گرفتن این موضوع که بخش عمده‌ای از تولید ملی ایران وابسته به محصولات نفتی و ورود مواد اولیه بوده، اثر گذاری تحریم بر تولید ناخالص داخلی، غیرقابل انکار است.

**شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی (CPI):** این شاخص، معیاری برای سنجش کالاها و خدمات مصرفی خانوارهای ایرانی است، که به‌عنوان سنجشی برای اندازه‌گیری سطح عمومی قیمت کالاها و خدمات مورد استفاده خانوارها است و از بهترین معیارهای اندازه‌گیری قدرت خرید پول داخل کشور محسوب می‌شود. با استفاده از این شاخص، می‌توان نرخ تورم را به‌دست آورد؛ به این صورت که نرخ تورم منتهی به هر ماه، از طریق محاسبه درصد تغییرات متوسط شاخص CPI در دوازده ماه منتهی به ماه مذکور نسبت به دوره زمانی مشابه قبل به‌دست می‌آید (بانک مرکزی ایران). در توضیح اثر تحریم‌ها بر تورم، می‌توان به کاهش عرضه مواد اولیه اشاره کرد، اگر به هر دلیلی عرضه مواد اولیه کاهش، و یا قیمت مواد واسطه‌ای افزایش یابند، این شوک وارده به نهاده‌های تولید، باعث افزایش هزینه‌های تولید می‌شود؛ لذا عرضه‌کننده، قیمت کالای خود را افزایش و تولیدش را کاهش می‌دهد و به‌تبع این وضعیت، تولیدکننده سعی بر جایگزینی نهاده‌ها می‌نماید و تقاضای کار افزایش خواهد یافت. در نتیجه، ممکن است به‌رغم کاهش تولید، دستمزدها و سطح قیمت‌ها افزایش یابد.

**سرمایه‌گذاری‌های ثابت (ارزش ناخالص دارایی‌های ثابت مشهود):** عبارت از ارزش کل محصول منهای واگذاری یا فروش دارایی‌های ثابت یک تولید کننده در طول یک دوره، به‌علاوه ارزش اضافه شده به دارایی‌های تولید شده حاصل از فعالیت‌های تولیدی واحد نهادی است (سامانه ملی تعریف و مفاهیم آماری). مسائل و مشکلات تحریم‌های اقتصادی، مانع از حضور مؤثر و جدی ایران در جریان پرتحرک سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در سال‌های اخیر شده است. این مهم، جدای از مسائل سیاسی ریسک سرمایه‌گذاری در ایران را افزایش داده و سرمایه‌گذاران خارجی تاکنون به شیوه‌های عادی و معمولی، تمایلی برای فعالیت در ایران، نشان نداده‌اند.

**بدهی خارجی کشور:** بدهی خارجی، به‌معنای یک وام پرداخت نشده یا مجموعه‌ای از وام‌ها است که یک کشور به کشوری دیگر بدهکار است. عموماً کشورهای کمتر توسعه یافته که با کمبود درآمد روبرو هستند و پس‌اندازهای داخلی پاسخگوی نیاز سرمایه‌گذاری در این کشورها نیست، اقدام به استقراض از منابع خارجی می‌نمایند. در صورت مدیریت صحیح منابع استقراضی، این منابع می‌تواند منجر به رشد اقتصادی کشور گیرنده وام شود (آیونکو و مارکجکسون، ۲۰۲۰).

**وام‌های بانکی معوق به بخش خصوصی:** شامل مطالبات معوق و تسهیلات وصول نشده بانک‌ها از سوی بخش خصوصی است، که همواره یکی از مشکلات عمده بانک‌ها به‌شمار می‌رود (حسن زاده و حبیبی، ۱۳۸۹).

**پایه پولی:** به هر نوع پولی که بانک مرکزی انتشار دهد و در روند خلق اعتبار و فعالیت‌های بانکی قرار گیرد، پول پر قدرت یا پایه پولی گفته می‌شود (شاگری، ۱۳۸۹).

**شاخص فشار بازار ارز (EMP):** اندازه‌گیری کل اضافه تقاضا برای یک ارز در بازار بین‌المللی است. این شاخص، به تغییرات دو متغیر نرخ ارز و ذخایر ارزی اشاره دارد و ترکیب وزنی از تغییرات این دو متغیر است (باغجری، حسینی نسب و نجار زاده، ۲۰۱۶).

**تحریم‌های مالی:** تحریم‌های مالی، اغلب به صورت مسدود کردن وجوه خارجی افراد یا نهادهای خاص، عدم پرداخت وام به بانک مرکزی کشورهای هدف، محدود کردن روابط مالی بین‌المللی و دسترسی کشورهای هدف به بازارهای مختلف، خاتمه دادن یا ایجاد محدودیت تأمین مالی خارجی، افزایش هزینه‌های تجاری و محدودیت دسترسی به منابع ارزی کشورهای هدف اعمال می‌گردد. تحریم‌های مالی، باعث افزایش خطر تعامل با شبکه مالی و بانکی کشور هدف می‌شود و همین امر، سرمایه‌گذاری‌های طرف‌های خارجی را کاهش می‌دهد (لامان<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰).

### ۳. پیشینه پژوهش

اغلب استفاده از تحریم‌ها مرتبط با سیاست جهان معاصر و مدرن است؛ با این حال، این روش در تاریخ، دارای سابقه‌ای طولانی است. تحریم‌های اقتصادی تا سال ۱۹۱۸ در کنار اقدامات نظامی و به‌عنوان مکملی برای آن به کار برده می‌شد اما پس از جنگ جهانی اول، کشورهای عضو جامعه ملل، تحت تأثیر نتایج حاصل از تحریم‌های اعمال شده علیه کشورهای مرکزی (متحد آلمان)<sup>۲</sup> استفاده از این سلاح اقتصادی را به‌عنوان یک ابزار غیرنظامی در متن میثاق جامعه ملل جای دادند (علیخانی، ۲۰۰۰).

در قرن‌های پیشین، تحریم‌های اقتصادی جزئی از مهارت‌های دیپلماتیک شمرده می‌شد، اما در عصر نوین، این استراتژی دارای اهدافی بسیار گسترده‌تر از مفهوم سنتی آن است و تغییر الگوی تحریم بعد از دهه ۹۰ میلادی بسیار بارزتر است، به طوری که تحریم‌های اقتصادی به‌عنوان سیاست برتر خارجی یا جایگزین ابزار نظامی با هزینه کمتر محسوب می‌شود (عزیز نژاد و سید نورانی ۱۳۸۸). با وجود پیچیدگی‌های دنیای اقتصاد امروز و روند پرسرعت جهانی شدن، روزانه با افزایش وابستگی متقابل بین اقتصاد کشورها مواجه هستیم، به طوری که کشورها، نه تنها از منابع داخلی خود به‌عنوان عوامل تولید بهره می‌برند بلکه به منابع بین‌المللی نیز برای افزایش تولید خود نیازمندند. بنابراین، اعمال تحریم‌ها از طرف نظام سلطه برای محدود کردن و ایجاد فشار بر دیگر کشورها در راستای رسیدن به اهداف سیاسی خود، با هزینه‌های سنگینی برای هر دو طرف همراه است (آذربایجانی و همکاران، ۱۳۹۴).

1. Laman (2020)

2. Central Powers

مطالعات قبلی، عمدتاً تمرکز بر این موضوع داشتند که آیا این تحریم‌ها در دستیابی به اهداف سیاسی خود مانند تغییر رژیم موفق بوده‌اند یا مربوط به ایجاد اختلال در تجارت بین‌المللی و جریان‌های مالی می‌شد. در مطالعات متمرکز بر تأثیرات تحریم‌ها بر اقتصاد هدف، کمبود نسبی وجود دارد. در این بخش، برخی از این مطالعات به‌طور خلاصه معرفی می‌شود.

پهلوانی و همکاران (۱۴۰۰)، در پژوهشی با عنوان «بررسی تأثیر تحریم‌های مالی بر نابرابری درآمد در ایران: مدل (TVP-FAVAR)»، به بررسی تأثیر تحریم‌های مالی بر نابرابری درآمدی ایران در دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۷۰ می‌پردازند. بدین منظور، با استفاده از شاخص ضریب جینی به‌عنوان شاخص اندازه‌گیری توزیع درآمد و مدل خود رگرسیون برداری عامل افزوده شده (FAVAR) ترکیبی با مدل پارامترهای متغیر در طول زمان (TVP)، اقدام به مدل‌سازی اقتصاد ایران کرده‌اند. بر اساس نتایج رفتار غیرخطی در اثرگذاری متغیرها بر متغیر ضریب جینی، کاملاً مشهود بوده است و همچنین بجز متغیرهای رشد اقتصادی و نقدینگی که موجب بهتر شدن ضریب جینی در طی زمان شده‌اند، مابقی متغیرها موجب بدتر شدن شاخص ضریب جینی طی زمان می‌باشند. با توجه به اینکه فشارهای تحریم‌های مالی و اقتصادی موجب بدتر شدن وضعیت تورم، نرخ ارز، بیکاری و افزایش بدهی‌های خارجی بانک مرکزی شده است، به این نتیجه رسیدند که افزایش تحریم‌های مالی موجب بدتر شدن وضعیت شاخص ضریب جینی و افزایش نابرابری درآمد در کشور شده است.

نور بهشت و محمد شفيعی (۱۳۹۹)، در مطالعه خود تحت عنوان «آینده‌نگاری راهبردی آسیب پذیری صنعت گردشگری ناشی از تحریم‌های اقتصادی با رویکرد پدافند غیرعامل»، نقاط آسیب‌پذیر تحریم‌های اقتصادی با رویکرد آینده‌نگاری را شناسایی کردند. در نتایج این پژوهش ضمن شناسایی و معرفی اثرات و پیامدهای منفی تحریم‌ها، به ارائه راهکارهایی در مقابله با آنها با تمرکز بر صنعت گردشگری پرداخته شده است.

کیومرثی و همکاران (۱۳۹۸)، در مطالعه‌ای با عنوان «بررسی اثر تحریم‌های مالی و انرژی بر شکاف تولید در اقتصاد ایران»، از رهیافت تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) با رویکرد کینزی جدید برای طراحی ساختار الگو استفاده کرده‌اند. در این الگو، تحریم‌های مالی و انرژی مانند یک شوک، وارد مدل‌سازی واحدهای اقتصادی شده که در نتیجه آن، رفتار خانوار در زیر بخش‌های مصرف، انباشت سرمایه و مخارج سرمایه‌گذاری و همچنین رفتار تولیدکننده در قسمت تابع تولید و هزینه نهایی از اعمال تحریم‌های مالی و انرژی غرب از سال ۱۳۹۰ متأثر بوده، و داده‌های مورد استفاده در این تحقیق، سری زمانی فصلی دوره ۱۳۹۳ - ۱۳۶۸ است. در ابتدا، شکاف تولید با استفاده از روش فیلتر کالمن و سایر متغیرهای الگو با استفاده از فیلتر هودریک - پرسکات محاسبه شده‌اند. سپس، با استفاده از روش بیزین پارامترهای، معادلات ساختاری برآورد شده که نتایج حاصل از آماره اصل مونت کارلو زنجیره مارکف، گلن و بروکز و همچنین مقایسه توابع توزیع پسین و پیشین، مبین صحت نتایج برآورد شده هستند.

پس از اطمینان از نتایج برآورد، اثر تحریم‌های مالی و انرژی بر شکاف تولید و سایر متغیرهای الگو با استفاده از شبیه سازی شوک آن بررسی شد. نتایج حاصل از شبیه سازی، نشان دهنده آن است که با وقوع تحریم‌های اقتصادی، از یک سو، مخارج سرمایه‌گذاری، مصرف کل و فرایند تشکیل سرمایه، روندی نزولی دارد و از سوی دیگر، هزینه‌های مرتبط با تولید روندی افزایشی می‌گیرند و در نتیجه، شکاف تولید در اقتصاد افزایش می‌یابد. همچنین براساس نتایج تجزیه واریانس، متغیرهای سرمایه‌گذاری و تورم، بیشترین تأثیرپذیری را از تحریم‌ها دارند.

طیبی و صادقی (۱۳۹۶)، در پژوهشی تحت عنوان «تأثیر تحریم‌های بین‌المللی و سایر عوامل موثر بر نرخ ارز در ایران»، اثر تحریم‌های دو جانبه اعمال شده بر بازار ارز ایران را از طریق اثرات متقابل آن بر صادرات نفت و کسری بودجه دولت و سپس تأثیرات تحریم قبل از سال ۲۰۱۲ را بررسی کرده‌اند. برای این منظور، الگوی تصریح شده نرخ ارز و روش خود توضیحی با وقفه‌های توزیعی (ARDL) با استفاده از داده‌های سری زمانی مرتبط از ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۴ به کار گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهد که تحریم‌های اعمال شده پیش از سال ۲۰۱۲، تأثیر اندکی بر نرخ ارز داشته است در حالی که این تحریم‌ها، نرخ ارز را به شدت بعد از سال ۲۰۱۲ تحت تأثیر قرار داده‌اند. علاوه بر این، شاخص قیمت مصرف‌کننده و تولید ناخالص داخلی نیز اثرات قابل توجهی بر نرخ ارز دارد.

متولی زاده (۱۳۹۵)، در تحقیقی با عنوان «تأثیر تحریم‌های اقتصادی بر سودآوری بانک‌ها در ایران»، با استفاده از روش‌های اقتصاد سنجی پنل با داده‌های متوازن پنل تحت الگوهای مختلف پنل، به بررسی عوامل تأثیرگذار منتخب بر سودآوری بانک‌ها می‌پردازد. نتایج حاصل، نشان دهنده اثر منفی تحریم‌ها بر سودآوری بانک‌ها است.

آذربایجانی و همکاران (۱۳۹۴)، در مقاله‌ای تحت عنوان «اثر تحریم‌های اقتصادی ایالات متحده و اتحادیه اروپا بر تجارت دو جانبه ایران و شرکای عمده تجاری آن: کاربرد مدل جاذبه»، با استفاده از مدل جاذبه، به ارزیابی اثر تحریم‌های اقتصادی ایالات متحده و اتحادیه اروپا، از حیث شدت اعمال آنها، بر تجارت غیرنفتی ایران و نمونه‌های چهارده تایی از شرکای عمده تجاری آن طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ پرداخته شده است. در این زمینه، برای تفکیک آثار تحریم بر حوزه‌های مختلف تجارت غیرنفتی از پنج کد کالایی - شماره صفر، دو، پنج، شش و هفت - طبقه‌بندی استاندارد تجارت بین‌الملل استفاده شده، و طبق نتایج، در بیشتر گروه‌های کالایی منتخب، ضریب دو متغیر تحریم گویای آثار معکوس آنها بر جریان تجارت است. به عبارت دیگر، تحریم محدود جز در زمینه صادرات کد کالایی شماره هفت و تحریم گسترده جز در زمینه صادرات کد کالایی شماره پنج، در سایر موارد، اثر منفی و معنی‌داری بر جای گذارده است.

صادقی و محمدی خبازان (۱۳۹۴)، در پژوهشی تحت عنوان «اثرات تحریم بر اقتصاد ایران»، به مطالعه تأثیر تحریم‌ها بر متغیرهای کلان اقتصادی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تحریم‌ها بر متغیرهای کلان اقتصادی نظیر صادرات کل، واردات کل، تولید ناخالص ملی و نیز رفاه خانوارها اثرات منفی دارد، که این اثرات تحت تحریم‌های بانکی بسیار بیشتر از تحریم‌های نفتی می‌شود. همچنین

تحریم‌های بانکی با فرض جابه‌جایی نیروی کار و سرمایه و تحریم‌های نفتی با فرض جابه‌جایی نیروی کار و عدم تحرک سرمایه، شاخص قیمت مصرف‌کننده (تورم) را افزایش خواهد داد. ضیایی بیگدلی و همکاران (۱۳۹۲)، اثر تحریم‌های اقتصادی بر تجارت ایران را با به‌کارگیری الگوی جاذبه بررسی کردند. هدف این بررسی، برآورد اثر تحریم‌های اقتصادی بر تجارت دو جانبه ایران با ۳۰ شریک تجاری آن طی دوره ۱۳۸۶-۱۳۵۲ بوده، و الگوی جاذبه تعمیم یافته با روش داده‌های تابلویی، در دو حالت با و بدون تحریم برآورد شده است. نتایج بیان‌کننده این است که تحریم، اثری منفی اما کوچک بر تجارت ایران و شرکای تجاری آن دارد، به‌گونه‌ای که چنانچه تحریم از سوی شرکای تجاری ایران اعمال شود، تجارت دو جانبه آن با شریکان تجاری، تنها به‌اندازه ۰/۰۸۹ درصد کاهش خواهد یافت. بر این اساس، اثر منفی تحریم‌های اقتصادی بر تجارت ایران با شریکان تجاری قابل چشم‌پوشی است.

صادقی و همکاران (۱۳۹۰)، در مطالعه‌ای با عنوان «بررسی تحریم بخش نفت و گاز ایران با استفاده از نظریه بازی‌ها»، به بررسی اثرات اقتصادی تحریم‌های ایالات متحده آمریکا علیه ایران پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که از مهم‌ترین تأثیرات این تحریم‌ها، اعمال مجازات برای شرکت‌هایی است که در توسعه میادین نفتی ایران شرکت نمایند. در تعادل نش به‌دست آمده از بازی ایستا، ایران استراتژی واگذاری توسعه میادین نفتی به شرکت‌های داخلی، آمریکا استراتژی اعمال فشار بیشتر و شرکت‌های بین‌المللی نیز استراتژی مشارکت بیشتر را انتخاب می‌کنند، که این شرایط به برداشتی در سطح پایین از میادین نفتی ایران منجر خواهد شد. تعادل به دست آمده در بازی پویا که به تعادل SPE معروف است، تعادلی در سطح برداشت بالاتر خواهد بود.

لوداتی و پسران<sup>۱</sup> (۲۰۲۱) در مقاله‌ای با عنوان «شناسایی اثرات تحریم‌ها بر اقتصاد ایران با استفاده از پوشش روزنامه»، با استفاده از معیارهای جدید، به بررسی چگونگی تأثیر تحریم‌ها بر اقتصاد ایران می‌پردازند. شدت تحریم‌ها بر اساس پوشش روزنامه‌های روزانه، تحریم‌ها را قابل توجه می‌داند و واکنش بیش از حد ریال ایران به نرخ ارز، تورم و رشد تولید، تحریم‌ها، افزایش تورم و کاهش تولید را به دنبال داشت. در این پژوهش، عنوان می‌شود که در صورت عدم تحریم، متوسط رشد سالانه ایران می‌توانست در حدود ۴ تا ۵ درصد در مقایسه با ۳ درصد باشد. همچنین مشخص شده است که تحریم‌ها، اثرات نامطلوبی بر اشتغال و نیروی کار دارد؛ به‌طوری‌که مشارکت در آموزش متوسطه و دبیرستان، با اثر تحریم‌ها، کاهش یافته است.

لامان (۲۰۲۰)، در مقاله‌ای با عنوان «تحلیل مقایسه‌ای تحریم‌های مالی علیه روسیه و ایران»، با مقایسه اثرات اقتصادی تحریم‌های اعمال شده بر روسیه و ایران، به بررسی اثر بخشی تحریم‌های اعمال شده بر روسیه، بررسی فرایندهای تعدیل در اقتصاد روسیه و مقایسه نتایج آن با ایران می‌پردازد.

در نتایج، نشان داده شده است که تحلیل شاخص‌های اقتصاد کلان ایران، ثابت می‌کند که تحریم‌های سبک اولیه بین سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۲، تأثیر قابل توجهی بر اقتصاد ایران نداشته است، در حالی که تحریم‌های سخت سال ۲۰۱۲، به کاهش چشمگیر اقتصادی در بدتر شدن شاخص‌های اقتصاد کلان منجر شده است. تحریم‌های اعمال شده بر ایران در زمان خرید زمان برای مذاکرات، موفقیت‌آمیز بود و باعث کاهش شدید درآمد مورد نیاز برای تأمین بودجه برنامه هسته‌ای شد و باعث شد که مقامات ایرانی، بیشتر پاسخگو و مایل به سازش باشند. با وجود کاهش چشمگیر اقتصاد روسیه از سال ۲۰۱۴ به دلیل رکود چشمگیر قیمت نفت، اقتصاد آن کشور در چند سال گذشته ثابت مانده است. تحریم‌های بخشی اعمال شده بر روسیه تا حد زیادی نتوانسته است روسیه را از سیاست خارجی منحرف کند، با این حال، تحریم‌ها در افزایش هزینه سرمایه و افزایش خطر سیاسی انجام تجارت در روسیه، ناموفق بوده‌اند.

نخلی و همکاران (۲۰۲۰)، در پژوهشی تحت عنوان «تحلیل DSGE واکنش‌ها در جو تحریم‌های اقتصادی: شواهدی از بانک مرکزی ایران»، با استفاده از یک مدل هم‌ترازی کلی تصادفی، به تحلیل اثرات تحریم‌های اقتصادی بر روی متغیرهای کلان اقتصادی می‌پردازند. نتایج نشان می‌دهد که شبیه‌سازی شدت فشارهای اقتصادی و بین‌المللی، باعث کاهش تولید نفت به دلیل کاهش سرمایه‌گذاری‌های خارجی، فناوری و صادرات در بخش نفت، کاهش میزان مصرف و سرمایه‌گذاری خانوار و کسری بودجه و صدور اوراق قرضه بیشتر به دلیل سیاست‌های مالی می‌شود.

افسرگبور<sup>۱</sup> (۲۰۱۹)، در تحقیقی با عنوان «تأثیر تحریم‌های اقتصادی بر تجارت بین الملل: چگونه تحریم‌های تهدید شده با تحریم‌های اعمال شده مقایسه می‌شوند؟»، با استفاده از مدل جاذبه و داده‌های تفکیکی جزئی مربوط به تحریم‌های مربوط به دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۹، به مقایسه تأثیر تجربی تحریم‌های اقتصادی تهدید شده و تحریم شده بر تجارت بین‌الملل می‌پردازد. نتایج حاصل، نشان می‌دهد که تحریم‌های اعمال شده، به کاهش تجارت بین‌الملل‌کننده و هدف، منجر می‌شود؛ در حالی که تهدید به مجازات، در واقع باعث افزایش تجارت می‌شود.

یلنا و فریال<sup>۲</sup> (۲۰۱۶)، در مقاله‌ای با عنوان «سابقه و تحریم‌های جهانی نفت: اثر آن بر روسیه دوران پوتین»، با استفاده از داده‌های فصلی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۹ و روش خود رگرسیون برداری VAR، به بررسی تأثیر قیمت نفت و تحریم‌ها بر اقتصاد روسیه پرداختند. در این مطالعه، به منظور ارزیابی آثار تحریم‌ها، از متغیر مجازی استفاده شده است. به متغیر مجازی در فصل‌هایی که تحریم‌های اتحادیه اروپا و ایالات متحده آمریکا اعمال شده‌اند، ارزش یک و در سایر فصل‌ها، ارزش صفر اختصاص داده شده است. نتایج حاصل، نشان داد که اقتصاد روسیه به شدت از نوسانات در قیمت نفت و تحریم‌ها (از طریق اثرگذاری بر درآمدهای حاصل از صادرات نفت)، تأثیر پذیر است، زیرا تغییرات قیمت نفت

1. Afsargabor (2019)

2. Yelna & Ferial (2016)

و تحریم‌ها بر متغیرهای مورد بررسی (نرخ تورم، نرخ واقعی ارز و تولید ناخالص داخلی)، تأثیر گذار بوده‌اند.

نویمیر و نوینکیچ<sup>۱</sup> (۲۰۱۵)، در مقاله ای با نام «تأثیر تحریم‌های اقتصادی سازمان ملل و ایالات متحده بر رشد تولید ناخالص داخلی»، به بررسی چگونگی اثرگذاری تحریم‌های مالی سازمان ملل و ایالات متحده آمریکا بر رشد تولید ناخالص داخلی، در ۶۷ کشور که بین سال‌های ۲۰۰۲-۱۹۷۶ تحریم را تجربه کرده‌اند، می‌پردازند. طبق نتایج، تحریم‌ها موجب کاهش رشد تولید ناخالص داخلی در کشورهای هدف به میزان ۰/۷۵ تا ۱ درصد شده است.

#### ۴. روش پژوهش

##### ۴-۱. نمونه آماری و دوره زمانی پژوهش

در تحقیق حاضر، از داده‌های کلان اقتصادی ایران و شاخص فشار بازار ارز به‌عنوان نمونه استفاده شده است و دوره زمانی در نظر گرفته شده از فروردین سال ۱۳۸۰ تا اسفند سال ۱۳۹۹ است. داده‌های متغیرهای کلان اقتصادی، از سایت بانک مرکزی و سایت مرکز آمار ایران استخراج، و داده‌های مربوط به شاخص فشار بازار ارز، از یک مقاله پژوهشی استخراج، و از تمامی داده‌ها، لگاریتم گرفته شده است و همچنین داده‌ها بر اساس سال پایه ۱۳۹۰ هستند.

##### ۴-۲. متغیرهای پژوهش

این پژوهش شامل ۱۰ متغیر کلان اقتصادی و یک متغیر مجازی می‌باشد که به شرح زیر می‌باشد: قیمت نفت، صادرات، تولید ناخالص داخلی (GDP)، شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی (CPI)، سرمایه‌گذاری‌های ثابت (ارزش ناخالص دارایی‌های ثابت مشهود)، واردات، بدهی خارجی کشور، وام‌های بانکی معوق به بخش خصوصی، پایه پولی، و شاخص فشار بازار ارز (EMP).

متغیر مجازی استفاده شده مربوط به شاخص تحریم مالی است. بر طبق مطالعات و اطلاعات موجود در مورد تحریم، اولین تحریم بسیار اثر گذار بر نهادها و مراکز مالی کشور، در فصل سوم سال ۱۳۹۰ بر علیه بانک مرکزی ایران اعمال شد، و پیش از آن، عمده تحریم‌ها شامل محدود کردن افراد و نهادهای سیاسی، و تحریم‌های مالی، بیشتر به‌صورت تهدید بوده، و لذا از سال ۱۳۸۳ تا فصل دوم سال ۱۳۹۰، به متغیر تحریم، عدد صفر و پس از آن تا پایان سال ۱۳۹۳، عدد یک تعلق گرفته است. پس از مذاکرات در سال ۱۳۹۳، از شدت تحریم‌ها کاسته شد و همچنین تحریم جدیدی اعمال نشد. این روند تا سال ۱۳۹۸ ادامه داشت و پس از آن، کلیه تحریم‌های آمریکا دوباره بر ایران اعمال گردید. از این رو، به سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ نیز عدد یک تعلق گرفته، و برای مابقی سال‌ها، عدد صفر وارد شده است.

متغیرهای مدل به شرح جدول (۱) هستند.



جدول ۱: معرفی متغیرهای پژوهش

نام متغیر	نماد استفاده شده در مدل
تحریم مالی	Fs
شاخص فشار بازار ارز	EMP
سرمایه‌گذاری‌های ثابت	Cap
شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی	CPI
صادرات	Exp
واردات	Imp
تولید ناخالص داخلی	GDP
بدهی خارجی کشور	Dept
وام‌های بانکی معوق به بخش خصوصی	Loan
پایه پولی	MBase
قیمت نفت	Oil

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به معادله (۱)، متغیرهای ذکر شده مدل پژوهش به صورت زیر خواهد بود:

$$(Fs_t EMP_t Cap_t CPI_t Exp_t Imp_t GDP_t Dept_t Loan_t MBase_t) = Z'_t C + \sum_{j=1}^p (Fs_{t-j} EMP_{t-j} Cap_{t-j} CPI_{t-j} Exp_{t-j} Imp_{t-j} GDP_{t-j} Dept_{t-j} Loan_{t-j} MBase_{t-j}) A_j + (\varepsilon_t^{Fs} \varepsilon_t^{EMP} \varepsilon_t^{Cap} \varepsilon_t^{CPI} \varepsilon_t^{Exp} \varepsilon_t^{Imp} \varepsilon_t^{GDP} \varepsilon_t^{Dept} \varepsilon_t^{Loan} \varepsilon_t^{MBase}) \quad (1)$$

که در آن، رابطه زیر برقرار است:

$$Z'_t = (1 \text{ oil}_{t-1})$$

بنا بر نظریه سیمز در مقاله کلاسیک خود با عنوان «اقتصاد کلان و واقعیت»، همه متغیرها به صورت درونزا فرض شده‌اند، به طوری که وابسته به مقادیر گذشته باشند؛ زیرا در اقتصاد، تمام متغیرها بر یکدیگر اثرگذارند، البته به غیر از قیمت نفت که به صورت برونزا فرض شده است. از آنجایی که قیمت نفت به میزان تولید و قیمت جهانی نفت خام وابسته است و همچنین میزان تولید آن در طول زمان‌های مختلف تقریباً ثابت بوده است، می‌توان این متغیر را به صورت برونزا در نظر گرفت؛ به طوری که سایر متغیرها در تعیین آن، تأثیر خاصی ندارند.

ابتدا با استفاده از آماره حنان کوئین، وقفه بهینه مدل، تعیین، سپس با استفاده از وقفه بهینه، مدل خود رگرسیون برداری بیزی برآورد، و پس از آن، به بررسی نحوه اثرگذاری تحریم‌های مالی بر متغیرهای مدل پرداخته می‌شود. برای ایجاد یک چهارچوب مقایسه‌ای و تحلیل بهتر نتایج حاصل از مدل بیزین ور، با استفاده از یک مدل خود رگرسیون برداری (VAR)، نتایج بررسی می‌گردد و در پایان، با تشکیل تابع واکنش آنی برای هر دو مدل، به تجزیه و تحلیل و مقایسه نتایج حاصل از هر دو مدل BVAR و VAR پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است که برای برآورد مدل و تجزیه و تحلیل نتایج و تشکیل تابع واکنش آنی، از نرم افزارهای Eviews 12 و Excel 16 و Matlab 2021 استفاده شده است.

## ۳-۴. تعیین وقفه بهینه

به منظور تعیین وقفه بهینه برای مدل اطلاعات حاصل از آماره آکائیک (AIC)، شوارتز (SBC)، حنان کوئین (HQ)، شوارتز بیزین (SC) و نسبت درست‌نمایی (LR) در وقفه‌های متفاوت، ارائه شده است. از آنجایی که تعداد مشاهدات کمتر از ۱۰۰ بوده، بهترین معیار برای تصمیم‌گیری در مورد وقفه بهینه معیار حنان کوئین است. نتایج حاصل از این معیار، بیانگر وقفه بهینه ۴ برای مدل می‌باشد.

جدول ۲: تعیین تعداد وقفه بهینه

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
۰	۷۰۷/۸۳	NA	$-۹/۶۷e^{-24}$	-۲۱/۷۸	-۲۱/۴۰	-۲۳/۶۳
۱	۱۲۷۶/۶۱	۹۲۴/۲۷	$۸/۵۱e^{-30}$	-۳۵/۷۷	-۳۲/۳۲	-۳۴/۰۱
۲	۱۳۸۷/۱۴	۱۴۱/۶۲	$۱/۶۳e^{-29}$	-۳۵/۴۴	-۲۶/۹۱	-۳۲/۰۸
۳	۱۵۴۹/۰۱	۱۵۱/۷۵	$۱/۱۹e^{-29}$	-۳۶/۷۲	-۲۴/۱۰	-۳۱/۷۵
۴	۱۸۵۱/۸۶	۱۷۹/۸۲	$۴/۵۲e^{-31*}$	-۴۲/۴۰	-۲۵/۷۰	-۳۵/۸۲

منبع: یافته‌های پژوهش

\* وقفه بهینه

با توجه به وقفه بهینه تعیین شده، مدل پژوهش به صورت زیر خواهد بود:

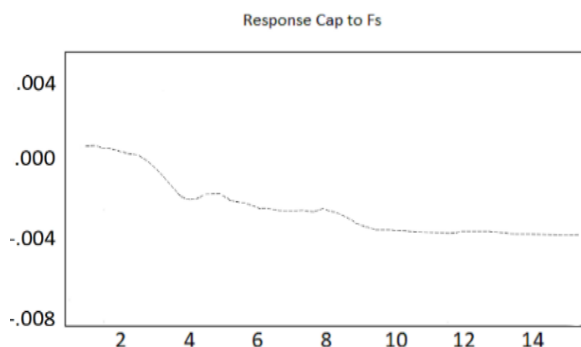
$$(F_{St} EMP_t Cap_t CPI_t Exp_t Imp_t GDP_t Dept_t Loan_t MBase_t) = Z'_t C + \sum_{j=1}^4 (F_{St-j} EMP_{t-j} Cap_{t-j} CPI_{t-j} Exp_{t-j} Imp_{t-j} GDP_{t-j} Dept_{t-j} Loan_{t-j} MBase_{t-j}) + A_j + (\varepsilon_t^{FS} \varepsilon_t^{EMP} \varepsilon_t^{Cap} \varepsilon_t^{CPI} \varepsilon_t^{Exp} \varepsilon_t^{Imp} \varepsilon_t^{GDP} \varepsilon_t^{Dept} \varepsilon_t^{loan} \varepsilon_t^{MBase}) \quad (۳)$$

که در آن،  $Z'_t = (1 \text{ oil}_{t-1})$  است و شامل عدد ۱ برای عرض از مبدأ و متغیر برونزای مدل یعنی قیمت نفت است. سایر متغیرها به صورت درونزا در مدل فرض شده‌اند.

۴-۴. توابع واکنش آنی<sup>۱</sup>

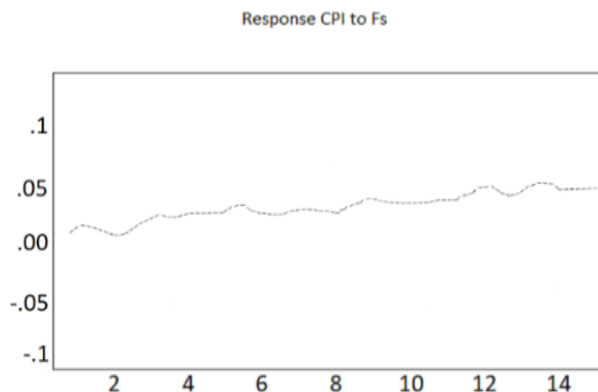
از آنجا که مدل‌های VAR دارای پارامترهای فراوانی هستند، بررسی پارامترهای برآورد شده در تحلیل، کمتر مورد توجه پژوهشگران قرار می‌گیرد. یکی از روش‌های بررسی تأثیر ایجاد شوک در یک متغیر خاص بر سایر متغیرهای مدل و مقایسه نتایج حاصل از آن، توابع واکنش آنی است. این ابزار از تبدیل مدل VAR به صورت یک میانگین متحرک به دست می‌آید. توابع واکنش آنی، یک ابزار بسیار کاربردی برای تحلیل پویای متغیرهای مدل در زمان وقوع یک شوک غیرقابل پیش بینی بر متغیرهای مدل است. این توانایی، به این دلیل است که این توابع، عکس‌العمل همه متغیرهای موجود در سیستم را در اثر شوکی به اندازه‌های مختلف در یکی از متغیرها نشان می‌دهد. به همین دلیل، استفاده از آن برای تجزیه و تحلیل تأثیر شوک‌های ساختاری بر متغیرهای هدف، از محبوبیت بسیار زیادی برخوردار است. در ادامه، توابع واکنش آنی حاصل از مدل BVAR و مدل VAR نشان داده شده است.

۴-۴-۱. توابع واکنش آنی در قالب مدل BVAR با پیشین SSVS برای نشان دادن تحلیل مدل BVAR، مدل با وقفه ۴ و عرض از مبدأ، در نظر گرفته شده است. نتایج حاصل از توابع واکنش آنی با پیشین SSVS، به شرح نمودار (۱) است.



منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۱: واکنش آنی متغیر سرمایه‌گذاری‌های ثابت به شوک در تحریم‌های مالی  
 شوک حاصل از تحریم‌های مالی بر سرمایه‌گذاری‌های ثابت، دارای اثر منفی و قوی است. این اثر تا ۴ دوره، به سرعت و بسیار زیاد است و پس از آن، کاهش می‌یابد و در دوره ۱۰ به حداکثر خود می‌رسد و پس از آن، به مرور ثابت می‌شود. از آنجایی که این شوک بعد از ۱۴ دوره از بین نرفته است، پس شوک در ساختار متغیر اثر گذاشته است.

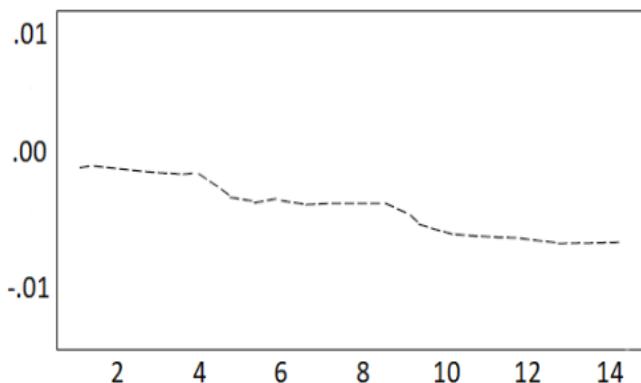


منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۲: واکنش آنی متغیر شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی به شوک در تحریم‌های مالی

اثر شوک حاصل از تحریم‌های مالی به صورت مثبت و قوی در شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی ظاهر شده، و تا ۱۳ دوره به صورت افزایشی بوده، و در دوره ۱۴ به حداکثر خود رسیده است و سپس ثابت می‌شود.

Response EX to Fs

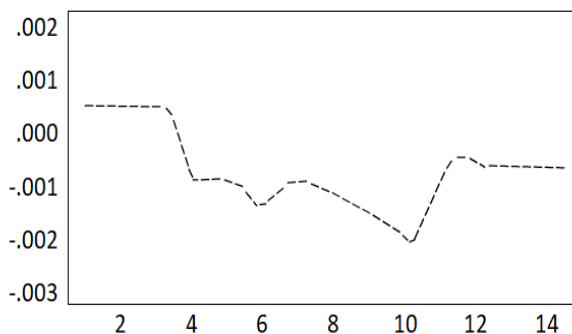


منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۳: واکنش آنی متغیر صادرات به شوک در تحریم‌های مالی

در این حالت، شوک تحریم‌های مالی بر صادرات به صورت منفی و کاهشی ظاهر شده، و در دوره ۱۲، تقریباً به حداکثر مقدار خود رسیده و پس از آن، ثابت شده است.

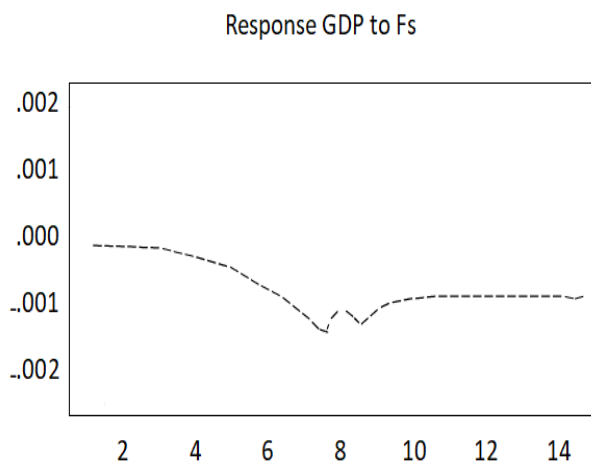
Response Imp to Fs



منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۴: واکنش آنی متغیر واردات به شوک در تحریم‌های مالی

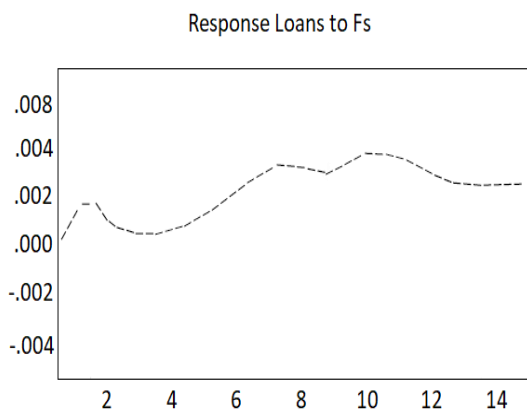
با توجه به نمودار فوق، اثر شوک تحریم‌های مالی بر روی واردات، تقریباً از دوره ۳ به بعد ظاهر شده و به صورت منفی و کاهشی است. همان طور که ملاحظه می‌شود، در ابتدا شوک به صورت مثبت بوده، و در دوره ۴، این شوک از بین رفته و پس از آن، به صورت عکس، بر متغیر تأثیر گذاشته است.



منبع: یافته‌های پژوهش

#### شکل ۵: واکنش آنی متغیر تولید ناخالص داخلی به شوک در تحریم‌های مالی

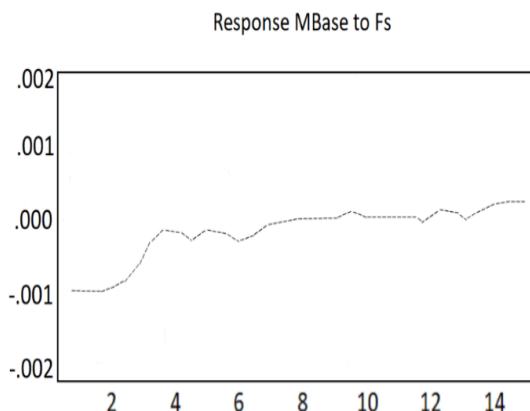
همان طور که در نمودار بالا ملاحظه می‌شود، اثر شوک تحریم‌های مالی بر تولید ناخالص داخلی به صورت منفی و کاهشی بوده است. این اثر در دوره ۴ تا ۸، بسیار شدید بوده و پس از آن، به آرامی ثابت می‌شود.



منبع: یافته‌های پژوهش

#### شکل ۶: واکنش آنی متغیر وام‌های بانکی معوق به بخش خصوصی به شوک در تحریم‌های مالی

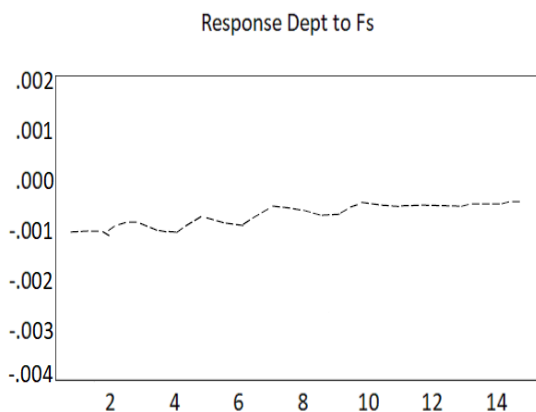
اثر شوک تحریم‌های مالی بر وام‌های بانکی معوق به بخش خصوصی، به صورت مثبت و افزایشی بوده، و در دوره ۱۰، تقریباً به بیشترین مقدار خود رسیده و پس از آن، ثابت شده است.



منبع: یافته‌های پژوهش

### شکل ۷: واکنش آنی متغیر پایه پولی به شوک در تحریم‌های مالی

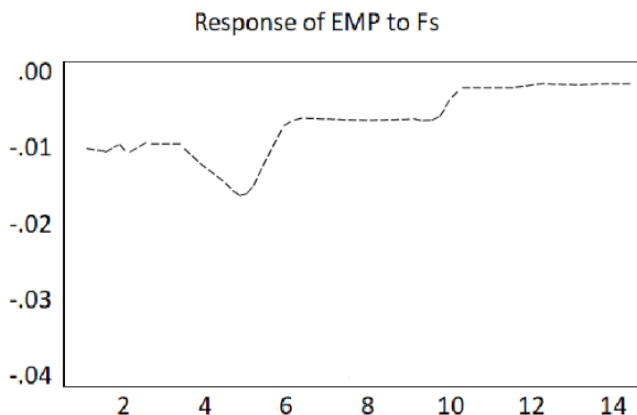
نمودار فوق نشان می‌دهد که اثر شوک تحریم‌های مالی بر روی پایه پولی، یک اثر منفی و افزایشی بوده، که تا دوره ۴، بسیار پر شدت و پس از آن، به آرامی ظاهر شده، و در نهایت، این اثر در دوره ۱۳ میرا شده است.



منبع: یافته‌های پژوهش

### شکل ۸: واکنش آنی متغیر بدهی خارجی کشور به شوک در تحریم‌های مالی

با توجه به نمودار فوق، می‌توان گفت که اثر شوک تحریم‌های مالی بر بدهی خارجی کشور، منفی و افزایشی بوده، و این اثر، تقریباً در دوره ۱۵، میرا شده است.



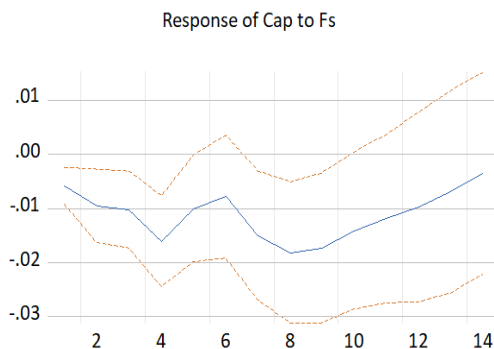
منبع: یافته‌های پژوهش

### شکل ۹: واکنش آنی متغیر شاخص فشار بازار ارز به شوک در تحریم‌های مالی

اثر شوک تحریم‌های مالی بر شاخص فشار بازار ارز، به صورت منفی و افزایشی ظاهر شده، و این اثر تا دوره ۱۰، افزایش داشته و پس از آن، به آرامی میرا شده است.

### ۲-۴-۴. توابع واکنش آنی در قالب مدل VAR

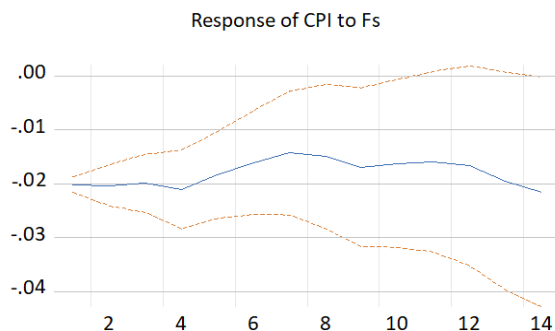
نتایج حاصل از مدل تابع واکنش آنی در قالب مدل VAR، با وقفه بهینه ۴ و عرض از مبدأ با یک انحراف معیار، به شرح زیر است:



منبع: یافته‌های پژوهش

### شکل ۱۰: واکنش آنی متغیر سرمایه‌گذاری‌های ثابت به شوک در تحریم‌های مالی

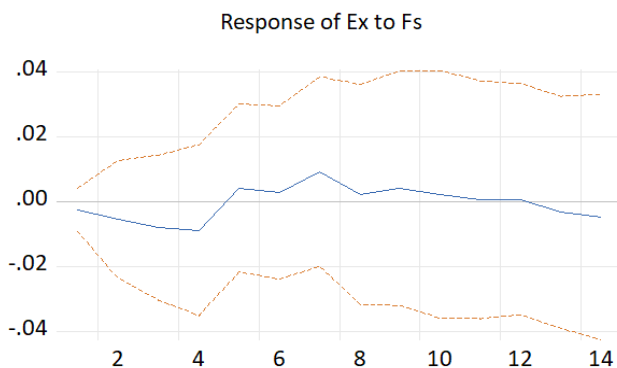
با توجه به نمودار فوق، نتیجه شوک حاصل از تحریم‌های مالی بر سرمایه‌گذاری‌های ثابت، منفی بوده و در دوره ۸، تقریباً بیشترین تأثیر را داشته است و تا دوره ۱۴، همچنان اثر شوک از بین نرفته است.



منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۱۱: واکنش آنی متغیر شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی  
به شوک در تحریم‌های مالی

اثر شوک تحریم‌های مالی بر شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی، به صورت منفی بوده، تا دوره ۴، این اثر تقریباً ثابت و پس از آن، به صورت افزایشی بوده است.

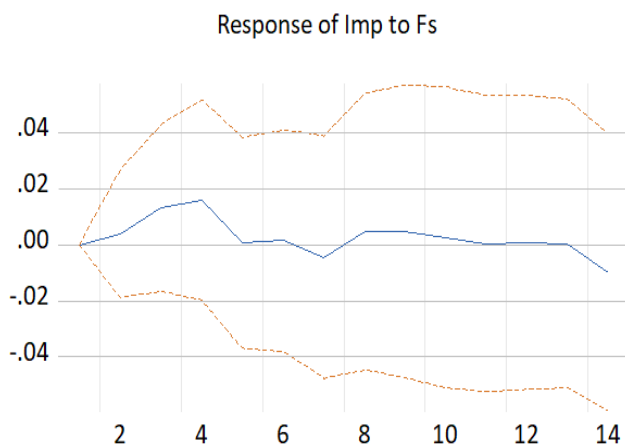


منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۱۲: واکنش آنی متغیر صادرات به شوک در تحریم‌های مالی

از آنجایی که دو خط مربوط به صدک دهم و نودم در دو طرف خط صفر قرار دارد، این نمودار تحلیل پذیر نیست.

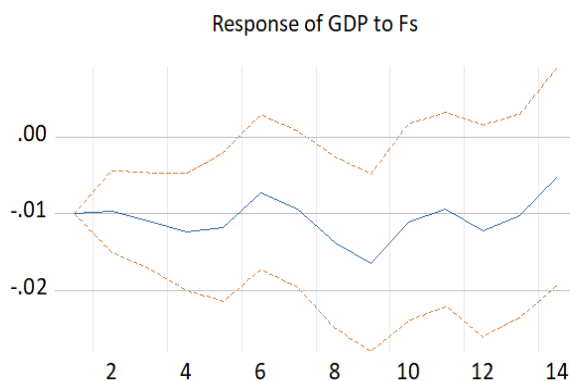




منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۱۳: واکنش آنی متغیر واردات به شوک در تحریم‌های مالی

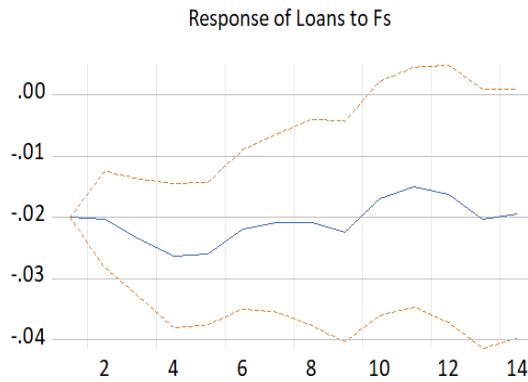
همان طور که قبلاً ذکر شد، این نمودار نیز تحلیل پذیر نیست.



منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۱۴: واکنش آنی متغیر تولید ناخالص داخلی به شوک در تحریم‌های مالی

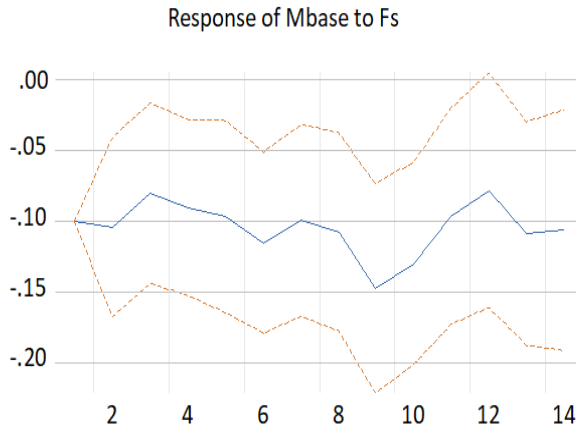
اثر شوک تحریم‌های مالی بر تولید ناخالص داخلی، با توجه به این نمودار، یک اثر منفی و تا دوره ۵ به صورت کاهشی است و پس از آن، افزایشی شده و اثر آن تا دوره ۱۴ همچنان باقی می‌ماند.



منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۱۵: واکنش آنی متغیر وام‌های بانکی معوق به بخش خصوصی  
به شوک در تحریم‌های مالی

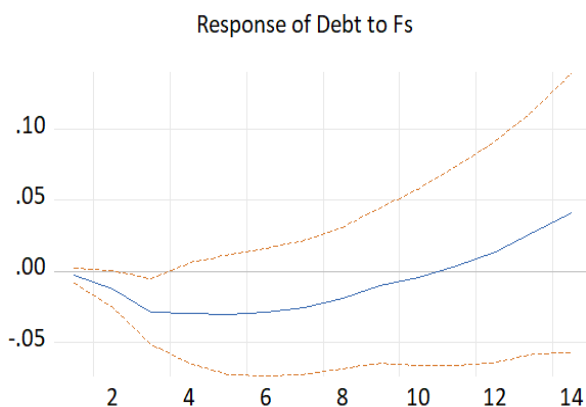
در این حالت، اثر شوک تحریم‌های مالی بر وام‌های بانکی معوق به بخش خصوصی، منفی است، که این اثر، تقریباً بعد از ۲ دوره بروز پیدا کرده و به صورت کاهشی ظاهر می‌شود، سپس افزایش یافته و در دوره ۱۱، تقریباً بیشترین تأثیر خود را می‌گذارد و این اثر تا دوره ۱۴، همچنان باقی می‌ماند و پس از آن، پایدار می‌شود.



منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۱۶: واکنش آنی متغیر پایه پولی به شوک در تحریم‌های مالی

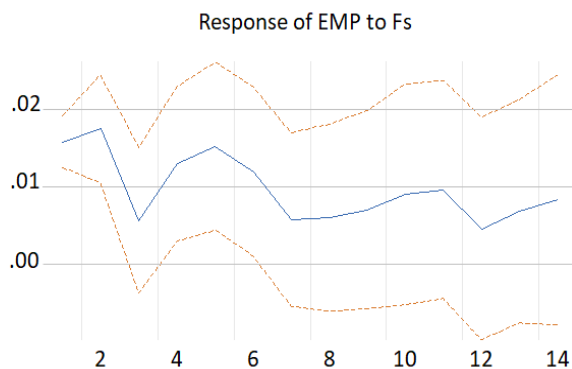
با توجه به نمودار فوق، می‌توان گفت که اثر شوک تحریم‌های مالی بر پایه پولی، یک اثر منفی است. این اثر تا دوره ۱۴، همچنان باقی بوده، و حداکثر تأثیر آن، در دوره ۱۲ اتفاق افتاده است.



منبع: یافته‌های پژوهش

### شکل ۱۷: واکنش آنی متغیر بدهی خارجی کشور به شوک در تحریم‌های مالی

اثر شوک تحریم‌های مالی بر بدهی خارجی کشور، یک اثر منفی است که تا ۲ دوره، تقریباً به صورت کاهشی و پس از آن، اثر افزایشی دارد و در دوره ۱۱، این اثر میرا می‌شود.



منبع: یافته‌های پژوهش

### شکل ۱۸: واکنش آنی متغیر شاخص فشار بازار ارز به شوک در تحریم‌های مالی

در این حالت، اثر شوک تحریم‌های مالی بر شاخص فشار بازار ارز مثبت است و پس از ۳ دوره، به صورت کاهشی ظاهر می‌شود.

### ۵. بحث و نتیجه‌گیری

پس از برآورد مدل خود رگرسیون برداری بیزی با پیشین SSVS، نتایج حاصل از تابع واکنش آنی مرتبط با آن، به شرح زیر است:

اثر شوک در متغیر سرمایه‌گذاری‌های ثابت، منفی و کاهشی، و در متغیر شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی، مثبت و افزایشی است. اثر شوک در متغیر صادرات منفی و کاهشی، و در متغیر واردات منفی و کاهشی است. اثر شوک در متغیر تولید ناخالص داخلی منفی و کاهشی، و در متغیر وام‌های معوق به بخش خصوصی، مثبت و افزایشی است. اثر شوک در متغیر پایه پولی منفی و افزایشی، در متغیر بدهی خارجی کشور، منفی و افزایشی، و در متغیر شاخص فشار بازار ارز منفی و افزایشی است.

پس از برآورد مدل خود رگرسیون برداری، نتایج حاصل از تابع واکنش آنی مرتبط با آن، به شرح زیر است:

اثر شوک در متغیر سرمایه‌گذاری‌های ثابت، و نیز در متغیر شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی، منفی و افزایشی است. اثر شوک در متغیر صادرات و نیز واردات، غیر قابل بررسی است. اثر شوک در متغیر تولید ناخالص داخلی، در متغیر وام‌های معوق به بخش خصوصی، و نیز در متغیر پایه پولی، منفی و متغیر است. اثر شوک در متغیر بدهی خارجی کشور منفی و افزایشی، و در متغیر شاخص فشار بازار ارز، مثبت و متغیر است.

## References

- Ayunku, P. E., & Markjackson, D. (2020). "Impact of External Debt on Nigeria's Foreign Reserve Portfolios" Asian Journal of Economics and Empirical Research, **1**(7): 1-7. DOI: 10.20448/journal.501.2020.71.1.7
- Azarbaijani, Karim, Tayibi, Seyyed Kamil, & Safa Alekh, Halimah (2014). "The Effect of Economic Sanctions of the United States and the European Union on the Bilateral Trade of Iran and its Major Trading Partners: The Application of the gravity Model". Economics Research, **50**(3): 562-539 (in Persian) DOI: 10.22059/JTE.2015.55800.
- Dizaji, S. F., Lis, P., Murshed, S., & Zweiri, M. (2020). What the political economy literature tells us about blockades and sanctions. ISS Working Paper Series / General Series, (663).
- Efing, M., Goldbach, S., & Nitsch, V. (2018). Freeze! Financial Sanctions and Bank Responses. Deutsche Bundesbank Discussion, (45). SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3297404>
- Ghahroudi, M . R., & Chong, L C. (2020). "The Macroeconomic Determinants and the Impact of Sanctions on FDI in Iran". Economics and Business, **34**(1): 15-34. DOI: <https://doi.org/10.2478/eb-2020-0002>
- Kiomarsi, Masoud, Ahmadi Shadmehri, Mohammad Taher, Salimi Far, Mostafa, & Abrishmi, Hamid. (2019). "Investigating the Effect of Financial and Energy Sanctions on the Production Gap in Iran's Economy". Economic Researches of Iran, **24**(79): 66-33 (in Persian).
- Laudati, D, & Pesaran, M H. (2021). Identifying the Effects of Sanctions on the Iranian Economy Using Newspaper Coverage. CESifo Working Paper No. 9217.
- Laman, K. (2020). Comparative Analysis of Financial Sanctions Against Russia And Iran. Bachelor's Studies. Institute Department of Political Studies. DOI:10.13140/RG.2.2.18654.46408
- Murshed, S . (2020). Macroeconomic effects of trade and financial sanctions. ISS Working Paper Series/General Series, 657.
- Nakhli, S., Rafat, M., Bakhshi Dastjerdi, R., & Rafei, M. (2020). "A DSGE Analysis of the Effects of Economic Sanctions: Evidence from the Central Bank of Iran". Iranian Journal of Economic Studies, **9**(1): 35-70. Doi: 10.22099/ijes.2020.36182.1643
- Neuenkirch, M., & Neumeier, F. (2015). "The Impact of UN and US Economic Sanctions on GDP Growth". European Journal of Political Economy, **40**: 110-125.
- Pahlavani, Mossib, Heydarian, Samira, & Mirjalili, Seyed Hossein. (1400). Investigating the Impact of Financial Sanctions on Income Inequality in Iran: Model (TVP-FAVAR)". Economic policy. **13**(25): 239-213. Doi: 10.29252/epj.2021.15377.2141 (in Persian).
- Shakri, Abbas . (2014). *Macroeconomics*. Tehran: Rafee Publications (in Persian).

- Sashi, S., & Bhavish, S. (2019). "Macroeconomic Implications of US Sanctions on Iran: A Sectoral Financial Balances Analysis". Studies in Business and Economics, **14**(3): 182-204. DOI :10.2478/sbe-2019-0053
- Tayebi, S. K., & Sadeghi, A. (2017). The Impacts of International Sanctions and other Factors Affecting Exchange Rate in Iran. Journal of Economic Research (Tahghighat-E-Eghtesadi), **52**(3): 641-661. DOI: 10.22059/JTE.2017.63308
- Vorotnikov, I. L., Sukhanova, I. F., Lyavina, M. Y., Glukhova, M. I., & Petrov, K. A. (2019). "Economic Sanctions and Import Substitution". Entrepreneurship and Sustainability Issues, VsI Entrepreneurship and Sustainability Center, **6**(4): 1872-83. DOI: 10.9770/jesi.2019.6.4(23)
- Wen, J., Zhao, X., Wang, Q. J., & Chang, C. P. (2020). "The Impact of International Sanctions on Energy Security". Energy & Environment, **0**(0): 1-23. DOI: 10.1177/0958305X20937686
- Sadeghi Shahdani, Mehdi, Sahibhonar, Hamed, Azimzadeh Arani, Mohammad, & Hosseini Dolatabadi, Seyed Mehdi. (2011). "Investigating the Effect of Monetary Shocks on Macroeconomic Variables Using the BVAR Method: A Case Study of Iran. Iranian Applied Economic Studies Quarterly, **1**(4): 91-121 (in Persian).
- Yelena, T., & Faryal, Q. (2016). "Global Oil Glut and Sanctions: The Impact on Putin's Russia", Energy Policy, Vol. 90: 140-151.
- Ziai Bigdeli, Gholami, Tahmasebi Boldaji. (2013). "Investigating the Effect of Economic Sanctions on Iran's Trade: An Application of the Gravity Model". Economics Research, **13**(48): 282-291 (in Persian).

## The Effects of Financial Sanctions on Iranian Economy

Leila Torki<sup>1\*</sup>  
Baran Mazaheri<sup>2</sup>

Received Date: 2022.5.9

Accept Date: 2022.4.6

### Aim and Introduction

Financial sanctions have long been a powerful tool for countries to achieve their political goals and secure their interests. Countries usually apply economic sanctions when they intend to force the target country to change certain policies that are not acceptable to the sending countries. The impact of financial sanctions may be far beyond the scope of a country's economy, so that in addition to affect the economy, it can also have a negative effect on the politics, culture, and social welfare of the target country. Iran has always been under the pressure of many sanctions. Therefore, due to the many sanctions that have been imposed on Iran over the years, the concern of many economists has always been how these sanctions affect Iran's economy. The economic and legal dimensions of sanctions as well as their diversity make it difficult to evaluate the implications related to sanctions on macroeconomic variables.

By examining the studies conducted in the field of financial sanctions and their effects on economic variables, it was found that most of these studies had investigated the effect of sanctions on two or more macro-economic variables, However, in the present study, the most important macroeconomic variables are included in the model and analyzed. Another innovation that distinguishes this research from other studies is the research method used in this research, which has not been used in Iran for the subject under study.

### Methodology

First, the optimal interval of the model is determined using the Hannan-Quinn statistic, then the Bayesian vector regression model is estimated using the optimal interval, and then the effect of financial sanctions on the variables of the model is investigated. In order to create a comparative framework, the results of the Bayesian VAR model are analyzed, and the results of both BVAR and VAR models are compared. It should be noted that Eviews 12 and 16, Excel and Matlab 2021 softwares were used to estimate the model and analyze the results and form the instantaneous response function.

### Findings

After estimating the Bayesian vector auto-regression model with the SSVS prior, the results of the instantaneous response functions are as follows:

The effect of the shock on the variable of fixed investments is negative and decreasing. The effect of the shock on the price index variable of consumer goods

- 
1. Assistant Professor of Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, E-mail: l.torki@ase.ui.ac.ir
  2. M.A. in Economics, Department of Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, E-mail: b.Mazaheri@ase.ui.ac.ir

and services is positive and increasing. The effect of the shock on the export variable is negative and decreasing. The effect of the shock on the import variable is negative and decreasing. The effect of the shock on the GDP variable is negative and decreasing. The effect of the shock on the variable of overdue loans to the private sector is positive and increasing. The shock effect in the monetary base variable is negative and increasing. The effect of the shock on the country's external debt variable is negative and increasing. The effect of the shock on the variable of the currency market pressure index is negative and increasing.

After estimating the vector auto-regression model, the results of the instantaneous response functions are as follows:

The effect of the shock on the variable of fixed investments is negative and increasing. The effect of the shock in the price index variable of consumer goods and services is negative and increasing. The effect of the shock on the export variable cannot be investigated. The effect of the shock on the import variable cannot be investigated. The effect of the shock on the GDP variable is negative and variable. The effect of the shock on the variable of overdue loans to the private sector is negative and variable. The effect of the shock on the monetary base variable is negative and variable. The effect of the shock on the country's external debt variable is negative and increasing. The effect of the shock on the variable of the currency market pressure index is positive and variable.

As it is clear from the results, the information obtained from the auto-regression vector model is very inaccurate and with high variance, and the reason for this is, as previously stated, the existence of many parameters and the reduction of the degree of freedom of the model, which causes the accuracy to decrease. The estimate as well as the dispersion function becomes instantaneous. But Bayesian models solve this problem by shrinking the model and increase the estimation accuracy. As it is clear from the instantaneous response functions obtained by this method, the graphs have less dispersion and are much closer to the middle line, and also by examining the results, it can be said that the results are consistent with experimental studies and predictions taken is closer.

### **Discussion and Conclusion**

The lack of appropriate quantitative indicators has caused most of the studies related to the investigation of the effects of sanctions to be focused on the explanation of the channels of the impact of the sanctions on the economic environment. Sanctions affect various economic sectors such as trade, investment, employment and economic growth regardless of success or failure in achieving the ultimate goal. Therefore, for accurate policies in these areas, it is necessary to evaluate the exact amount of the effects of sanctions on these sectors based on quantitative models, along with the influence channels.

According to the results of the auto-regression Bayesian vector model with SSVS prior, financial sanctions have a negative effect on the GDP and cause it to decrease. With the decrease in the productive capacity of the economy, fixed investments also decrease. A decrease in economic growth causes a recession. A decrease in private consumption, private investment, and a decrease in economic



growth can greatly strengthen the recessionary conditions, therefore, it is recommended that the government, while managing the budget, avoid excessive reductions in construction costs, so that by strengthening the effective demand in the economy, it can bring it out of stagnation.

On the other hand, financial sanctions reduce the country's exports and imports and increase the country's foreign debt. Therefore, it is suggested that the import of luxury goods, which have a high value, should be put on the agenda in the conditions of prohibited sanctions and self-sufficiency in the production of some imported products. Besides, increasing the diversification of export goods can partially compensate for the decrease in exports. In this case, the policy of supporting domestically produced goods and export-oriented goods is recommended.

Since financial sanctions increase the pressure index of the currency market, it is suggested to prevent the entry of luxury goods and to put autarky in the production of these goods. In this regard, the creation of knowledge-based companies and the creation of career guidance and specialized employment offices in universities and the policies of training human resources in the specialties needed by society should be included in the goals of the country's vision.

**Keywords:** Financial sanctions, Bayesian VAR model (Bayesian vector regression), Prior SSVS function, macroeconomic variables.

**JEL Classification:** C60, E00, G01

## بررسی افزایش نرخ ارز و تأثیر آن بر برخی متغیرهای کلان اقتصادی ایران در شرایط تحریم

پرویز داودی<sup>۱</sup>محمدرضا سزوار<sup>۲\*</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۹

### چکیده

تغییر نرخ ارز، از مسیرهای مختلف بر عملکرد اقتصادی اثرگذار است. در این مطالعه، به بررسی اثر تغییر نرخ ارز بر عملکرد متغیرهای مهم اقتصاد کلان، یعنی تولید، اشتغال و سطح عمومی قیمت‌ها خواهیم پرداخت. به این منظور، از یک الگوی اقتصادسنجی کلان با رویکرد داده‌های ترکیبی تواتر متفاوت استفاده شده است. الگوی مذکور، بر اساس مبانی نظری اقتصادی و با توجه به حقایق آشکار شده اقتصاد ایران، تصریح و به کمک داده‌های سری زمانی در محدوده سال‌های ۱۳۳۸ تا ۱۳۹۶ برآورد شده‌اند. از آنجا که الگوی مورد مطالعه به جهت داشتن اطلاعات کامل تر، قدرت توضیح‌دهندگی بهتری نسبت به سایر مدل‌های سری زمانی دارد، انتظار می‌رود که امکان ارزیابی دقیق‌تری از سیاست‌های ارزی داشته باشد. الگو، دارای بخش‌های تولید، مخارج مصرفی و سرمایه‌گذاری، تجارت خارجی، دولت، اشتغال، پول و قیمت‌ها است. علاوه بر این، با توجه به نتایجی که از شبیه‌سازی پویای الگو حاصل گردید، الگو می‌تواند نماینده مناسبی از سازوکار اقتصاد ایران باشد. از سوی دیگر، الگوی مدنظر با لحاظ شرایط تحریم، می‌تواند آثار سیاست‌های اقتصادی را به گونه مناسب‌تری بررسی نماید. در نهایت، نتایج حاصل از ارزیابی سیاست‌های ارزی در شرایط وجود تحریم، بررسی شده است. بر اساس نتایج الگو، در رابطه با سیاست تنزل ارزش پول ملی در اقتصاد ایران، افزایش نرخ ارز در شرایط تحریم، علاوه بر کاهش تولید، زمینه‌ساز کاهش اشتغال و فشارهای تورمی می‌گردد.

**کلمات کلیدی:** مدل کلان‌سنجی داده‌های ترکیبی با تواتر متفاوت، اقتصاد ایران، تحریم، سیاست

ارزی

طبقه‌بندی JEL: C50, C54, O24

۱. استاد دانشکده اقتصاد و علوم سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران P\_Davoodi@sbu.ac.ir

۲\*. دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (نویسنده مسؤول)

M\_sezavar@sbu.ac.ir

## ۱. مقدمه

تمامی اقتصاددانان معتقدند که مهمترین اهداف سیاست‌گذاری اقتصادی، حصول اشتغال کامل، تثبیت قیمت‌ها و رشد اقتصادی در جامعه می‌باشد. از سویی، واگذاری شکل‌گیری نرخ ارز به مکانیسم بازار و افزایش نامتناسب آن با قدرت خرید ریال، تأثیر منفی بر تولید و اشتغال داشته و موجب افزایش قیمت‌ها و کاهش ارزش پول ملی می‌شود که مجدداً زمینه را برای افزایش بعدی نرخ ارز فراهم می‌سازد. به همین منظور، در اغلب جوامع بویژه در کشورهای درحال توسعه، برای دستیابی به اهداف فوق، از سیاست‌های ارزی استفاده می‌شود. این نوع سیاست‌ها از طریق ایجاد تغییرات در تقاضای کل، اثرات خود را به اقتصاد منتقل می‌کند (نقیبی و واحدی، ۱۳۹۷)؛ لذا بررسی اثرات آن بر تولید و قیمت محصولات و خدمات، حائز اهمیت بوده و می‌تواند توصیه‌های سیاستی مناسبی ارائه نماید. هدف از این مطالعه، بررسی تغییرات نرخ ارز و اثر آن بر برخی متغیرها با استفاده از برآورد یک مدل اقتصادسنجی کلان با داده‌های تواتر متفاوت برای اقتصاد ایران بوده است. از سوی دیگر، وجود تحریم‌های اقتصادی، از اصلی‌ترین چالش‌های اقتصاد ایران می‌باشد که این مهم، ضرورت لحاظ شاخصی برای تحریم‌های اعمال شده علیه اقتصاد کشور، به‌عنوان یک متغیر مستقلی که دربرگیرنده انواع مختلف تحریم‌ها باشد را نشان می‌دهد. از این‌رو، یکی از مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر اقتصاد ایران که با تواتر بالا به عنوان متغیر توضیح‌دهنده در معادلات رفتاری بخش خارجی الگو لحاظ گردید، متغیر تحریم است.

در یک دسته بندی کلی، می‌توان الگوهای اقتصادی را به دو دسته کلی تقسیم کرد:

الف) الگوهای با تواتر یکسان داده‌ها؛

ب) الگوهای داده‌های ترکیبی با تواتر متفاوت.<sup>۱</sup>

در الگوی داده‌های با تواتر یکسان، مقید به استفاده از داده‌های سمت راست و چپ الگو، در تواتری یکسان نظیر سالانه، فصلی و یا ماهانه هستیم. در الگوی داده‌های ترکیبی با تواتر متفاوت که توسط گیزلس و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) معرفی، و توسط اندرو و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۰) بسط داده شده، و در واقع، شکل خاصی از رگرسیون با وقفه‌های توزیعی<sup>۴</sup> است، متغیرهای مستقل نسبت به متغیر وابسته، از تواتر بالاتری در واحد زمان برخوردارند.

روش میداس در کنار رویکردهای فوق‌الذکر، از یک چند جمله‌ای وزنی برای وزن‌دهی وقفه‌های با تواتر بالا استفاده می‌کند. البته رگرسیون میداس در انتخاب فیلتر وزن‌دهی، بسته به نوع داده‌ها و موضوع مورد بررسی، از انعطاف بالایی برخوردار است. نتایج مطالعه آندرو و همکاران (۲۰۱۰)، کارآیی بیشتر رگرسیون میداس را تأیید می‌کند.

1. Mixed data sampling (MIDAS) Regression
2. Ghysels, Valkanov & Santa-clara (2004)
3. Andreou, Ghysels & Kourtillos (2010)
4. Distributed Lag Models

الگو با در نظر گرفتن اثرات تحریم ها علیه کشور، ضمن ساخت شاخصی با تواتر ماهانه برای آن، مکانیسم و کانال اثرگذاری آن را از بخش خارجی اقتصاد در نظر گرفته و اثر آن، به صورت مستقیم بر کلیه متغیرهای کلان اقتصادی بخش خارجی الگو محاسبه شده است.

ساختار مقاله به صورتی است که پس از مقدمه، ابتدا نگاهی بر وضعیت اقتصاد ایران و تأثیرپذیری آن از نرخ ارز داشته و سپس، پیشینه تحقیق ارائه می‌گردد. در ادامه، با ارائه مبانی نظری و برآورد معادلات الگو و سپس اطمینان از اعتبار الگو به کمک شبیه‌سازی پویای درون نمونه‌ای، به کمک شبیه‌سازی پویا، اثر سیاست ارزی بر متغیرهای اقتصادی، مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش پایانی مقاله نیز نتیجه گیری ارائه شده است.

## ۲. نرخ ارز و شرایط اقتصاد ایران

طی سالهای ۹۹-۱۳۹۵ همواره سهم کشور از تجارت جهانی کمتر از ۰/۵ درصد بوده است. پس از سال ۱۳۹۷ وضعیت تجارت خارجی کشور بدتر شده و سهم آن از تجارت جهانی، از ۰/۳ درصد به ۰/۲ درصد کاهش یافته است.

جدول ۱: سهم تجارت خارجی ایران از تجارت جهان (میلیارد دلار/درصد)

سال	حجم تجارت جهان	حجم تجارت ایران	سهم ایران از تجارت جهان
۱۳۹۵	۳۱۷۶۳	۸۰٫۴	۰٫۳
۱۳۹۶	۳۵۱۰۷	۹۴٫۴	۰٫۳
۱۳۹۷	۳۸۷۳۲	۸۲٫۷	۰٫۲
۱۳۹۸	۳۷۵۸۸	۸۵٫۱	۰٫۲
۱۳۹۹	۳۴۶۱۱	۷۳٫۹	۰٫۲

منبع: [https://www.trademap.org/Country\\_SelProduct\\_TS.aspx](https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx)

یکی از دلایل اصلی افت تجارت خارجی و کاهش سهم کشور در تجارت جهانی طی سال های مورد بررسی، تضعیف بنیان های تولیدی به دلیل تضعیف ارزش پول ملی کشور طی یک دهه گذشته بوده است. از سوی دیگر، طی یک دهه گذشته، ارزش هر کیلو کالای صادراتی، ۴۷ درصد کاهش یافته و ارزش هر کیلو کالای وارداتی نیز روند نامنظمی داشته است.

جدول ۲: قیمت هر کیلو کالای صادراتی و وارداتی طی دهه گذشته (به دلار)

۹۹	۹۸	۹۷	۹۶	۹۵	۹۴	۹۳	۹۲	۹۱	۹۰	
۰٫۳۰	۰٫۳۰	۰٫۳۸	۰٫۳۵	۰٫۳۳	۰٫۴۵	۰٫۵۱	۰٫۴۵	۰٫۵۲	۰٫۵۷	قیمت هر کیلو کالای صادراتی
۱٫۲۰	۱٫۲۳	۱٫۳۲	۱٫۴۰	۱٫۳۰	۱٫۱۸	۱٫۲۷	۱٫۴۸	۱٫۳۵	۱٫۶۱	قیمت هر کیلو کالای وارداتی

منبع: محاسبات تحقیق براساس آمار گمرک جمهوری اسلامی ایران

به گونه‌ای که رابطه مبادله که از تقسیم ارزش کالاهای صادراتی بر ارزش کالاهای وارداتی به دست می‌آید، روند کاهشی داشته است.

## جدول ۳: آمار رابطه مبادله

۱۳۹۹	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۰	
۰,۲۵	۰,۲۴	۰,۲۸	۰,۲۵	۰,۲۵	۰,۳۸	۰,۴۰	۰,۳۰	۰,۳۸	۰,۳۵	رابطه مبادله

منبع: محاسبات تحقیق براساس آمار گمرک جمهوری اسلامی ایران

علاوه بر این، براساس آمار رسمی گمرک، از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ که نرخ ارز بازار غیر رسمی از حدود ۱۴۰۰ تومان به ۲۲۸۰۰ تومان افزایش، و معادل ۱۵۲۸ درصد رشد داشته است، صادرات غیرنفتی کشور از لحاظ وزنی، ۷۱ درصد و از لحاظ ارزش، ۳ درصد رشد نشان می‌دهد.

## جدول ۴: صادرات غیرنفتی کشور طی سال های ۹۹-۱۳۹۰ (میلیون تن و میلیارد دلار)

عنوان	وزن	ارزش	ارزش هر تن
۱۳۹۰	۶۶,۴	۳۳,۸	۰/۵۰۹
۱۳۹۱	۶۹,۹	۳۱,۸	۰/۴۵۶
۱۳۹۲	۸۱,۱	۳۱,۴	۰/۳۸۸
۱۳۹۳	۸۱,۶	۳۶,۵	۰/۴۴۸
۱۳۹۴	۷۵,۵	۳۲,۴	۰/۴۳۰
۱۳۹۵	۱۲۹,۸	۴۳,۹	۰/۳۳۸
۱۳۹۶	۱۳۳,۱	۴۶,۷	۰/۳۵۱
۱۳۹۷	۱۱۷,۹	۴۴,۶	۰/۳۷۸
۱۳۹۸	۱۳۳,۸	۴۱,۴	۰/۳۰۹
۱۳۹۹	۱۱۳,۴	۳۴,۷	۰/۳۰۵

منبع: بانک اطلاعات سری های زمانی اقتصادی بانک مرکزی ج.ا.ا.

این موضوع به معنای صادرات کالاهای خام و دارای ارزش افزوده پایین در مقابل واردات کالاهای دارای ارزش افزوده بیشتر بوده، و به عبارت دیگر، عمدتاً مبین افزایش خام فروشی در سال های مذکور است. این واقعیت نیز به خوبی بیانگر متضرر شدن تجارت کشور در نتیجه افزایش نرخ ارز است. بنابراین افزایش نرخ ارز، نه تنها عاملی برای بهبود تجارت کشور نبوده، بلکه بهانه‌ای برای افزایش درآمد منفعت‌طلبانی است که می‌خواهند خود را با تولید درگیر نکرده و سود خود را از افزایش نرخ ارز جبران کنند.

همچنین، افزایش نرخ ارز طی سالهای اخیر، فقیرتر شدن اقشار مستضعف و غنای اقلیتی که صاحب دارایی‌های ثابت و غیرمنقول بیشتری بوده را نیز موجب شده و در نتیجه، افزایش شکاف طبقاتی جامعه بویژه در کلان شهرها را به همراه داشته است. بر این اساس، ضریب جینی در میانگین کشوری از ۰/۳۶ در سال ۱۳۹۲ به ۰/۴۱ در سال ۱۳۹۷ و ۰/۴۰ در سال ۱۳۹۸ رسیده است.

## جدول ۵: شاخص کل ضریب جینی در کشور

عنوان	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸
شاخص کل	۰,۳۷	۰,۳۶	۰,۳۸	۰,۳۸	۰,۳۹	۰,۴۰	۰,۴۱	۰,۴۰

منبع: داده های مرکز آمار ایران

در واقع، رویکرد نادرست افزایش نرخ ارز، نه تنها محدودیت رشد اقتصادی را به واسطه افزایش هزینه‌های تولید به همراه داشته، بلکه فقیرتر شدن اقشار مستضعف و توزیع ناعادلانه‌تر درآمد در جامعه را موجب گردیده است.

### ۳. مطالعات انجام شده

مطالعات مختلفی وجود دارد که نشان می‌دهد، بین نوسانات نرخ ارز و رشد اقتصادی، رابطه منفی وجود دارد. این مورد، خصوصاً برای کشورهایی که اقتصاد آنها در حال گذار بوده و آزادی حساب سرمایه وجود دارد، صادق می‌باشد (اسنبل<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷). البته موارد تجربی مختلفی نیز نشان می‌دهد که افزایش نرخ حقیقی ارز روی رشد اقتصادی، اثری منفی داشته است. همچنین این افزایش نرخ ارز، می‌تواند روی فرصت‌های شغلی خصوصاً در بخش قابل مبادله، اثرات منفی داشته باشد (هوا<sup>۲</sup>، ۲۰۱۱).

همچنین با توجه به اینکه در کشورهای در حال توسعه، مکانیسم انتقال سیاست تا حدودی ضعیف است و هزینه‌های تولید به‌طور ضمنی و با توجه به شرایط و چشم‌انداز اقتصادی این کشورها، بهینه نبوده و همواره بیش از سطح مطلوب آن است، اثر نرخ ارز روی تورم در این کشورها نسبت به کشورهای توسعه یافته، بیشتر است (راموس<sup>۳</sup>، ۲۰۱۲).

فولادی (۱۳۹۱) با استفاده از مدل تعادل عمومی، به بررسی اثر تغییرات نرخ ارز بر میزان تولید، صادرات و واردات محصول در ایران پرداخته است. مدل ارائه شده در مقاله، با الگو گرفتن از مدل مورد استفاده در مقاله لافگرن<sup>۴</sup> (۲۰۰۱) نوشته شده و با توجه به داده‌های جدول SAM برای اقتصاد ایران، تعدیل و اصلاح شده، اگرچه نتایج، بیانگر هم جهت بودن تغییرات تولید ناخالص داخلی با تغییرات نرخ ارز بوده؛ اما تغییرات معکوس سرمایه‌گذاری، بیانگر وابستگی هر چه بیشتر این بخش به کالاهای واسطه‌ای وارداتی است. به عبارت دیگر، با افزایش نرخ ارز، قیمت نهاده‌های تولید افزایش و در نتیجه، سرمایه‌گذاری کاهش می‌یابد.

کمیجانی و عزیزنژاد (۱۳۹۶) با استفاده از روش خودتوضیح برداری (VAR)، اثرات نوسانات ارزی را بر برخی متغیرهای کلان اقتصادی بررسی نموده‌اند. نتایج به دست آمده، نشان می‌دهد که طی دوره سه ماهه اول سال ۱۳۸۰ تا سه ماهه چهارم سال ۱۳۹۱، نوسانات نرخ حقیقی ارز در اقتصاد ایران، بیشترین تأثیر را روی تغییرات نرخ سود سپرده‌های کوتاه‌مدت داشته‌اند. همچنین بعد از نرخ سود سپرده‌های کوتاه مدت، بیشترین تغییرات نرخ تورم تولید کننده نیز توسط تغییرات نرخ حقیقی

1. Schnabl (2007)
2. Hua (2011)
3. Ramos (2012)
4. Lofgren (2001)

ارز توضیح داده شده است. از سوی دیگر، تراز تجاری کشور نیز با وقفه‌ای کوتاه، از شوک و نوسان نرخ ارز آسیب می‌بیند.

طیبی و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی اثر یکسان سازی نرخ ارز بر رابطه مبادله تجاری در ایران پرداخته‌اند و برای این منظور، از الگوی خودتوضیح برداری ساختاری (SVAR) استفاده شده است. نتایج حاصل از برآورد الگوی خودتوضیح برداری ساختاری برای اقتصاد ایران طی دوره مورد بررسی، حاکی از آن است که یکسان سازی نرخ ارز، رابطه مبادله تجاری را در کوتاه‌مدت تخریب، اما در بلندمدت بهبود می‌بخشد، و گرچه یکسان سازی نرخ ارز، تورم را بالاتر می‌برد و اثر آن تا دوره‌های بیشتری به جا می‌ماند.

کودرت و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۵) در مقاله خود، به بررسی پتانسیل غیرخطی در ارتباط نرخ واقعی ارز و رابطه مبادله با توجه به سطح نوسان ها در بازارهای کالا و بازارهای مالی، در هر دو دوره کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌پردازند. آنها داده‌های ترکیبی ۶۸ کشور صادرکننده کالا از کشورهای پیشرفته، با درآمد متوسط و درآمد پایین در نظر گرفته‌اند و نشان داده‌اند که یک رابطه بلندمدت بین نرخ واقعی ارز و رابطه مبادله وجود دارد. همچنین نتیجه گرفته‌اند که در کوتاه مدت، فقط ارزهای کشورهای پیشرفته صادرکننده نفت نسبت به رابطه مبادله حساس هستند، بخصوص زمانی که نوسانات بالایی در بازار کالا وجود دارد.

بهمنی و گلان<sup>۲</sup> (۲۰۱۸) در مطالعه خود، با بررسی نوسانات نرخ ارز در ۱۲ کشور آفریقایی، نشان دادند که نوسانات نرخ ارز بر روی تجارت بسیاری از کشورهای مورد مطالعه در کوتاه مدت، مؤثر بوده است، ولی اثر بلندمدت آن بر روی صادرات ۵ کشور و واردات یک کشور، نمایان شده است. چنانچه ملاحظه می‌شود، نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد که نرخ ارز یک متغیر کلیدی است که عدم توجه به مدیریت شایسته آن، می‌تواند مسائل و مشکلاتی را برای اقتصاد هر کشوری در ابعاد گوناگون ایجاد نماید که اقتصاد ایران نیز از این موضوع مستثنی نیست.

#### ۴. مبانی نظری

##### ساختار الگوی کلان سنجی تنظیم شده

الگوی اقتصادسنجی کلان ارائه شده در چهارچوب الگوی عرضه کل - تقاضای کل تدوین شده است. تقاضای کل، از مخارج مصرفی خانوارها، مخارج سرمایه‌گذاری به تفکیک خصوصی و دولتی، مخارج جاری دولت و خالص صادرات تشکیل شده است. تابع تولید با توجه به نرخ استفاده از ظرفیت تولیدی، جانب عرضه اقتصاد را شکل می‌دهد. الگوسازی دو بخش عرضه و تقاضا به صورتی کاملاً سازگار صورت

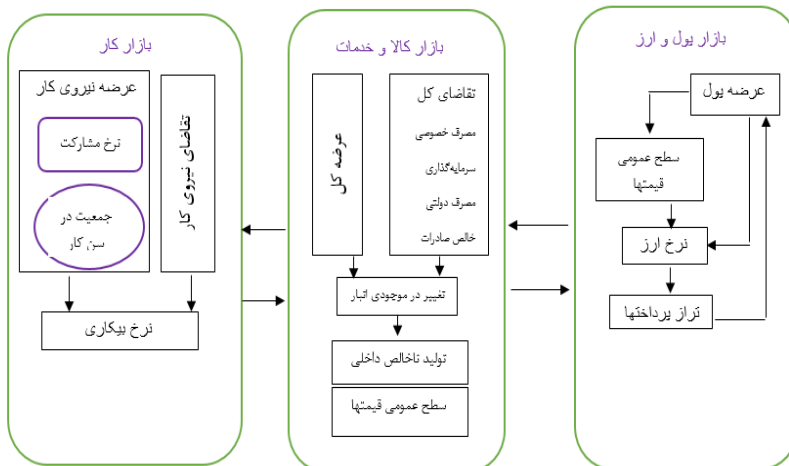
1. Coudert, Virginie, Couharde, Cecile and Mignon Valerie (2015)

2. Bahmani-Oskooee and Gelan (2018)

گرفته است که پس از برآورد الگو، امکان حل و شبیه‌سازی الگو برای بررسی اثر سیاست های اقتصادی و پیش‌بینی متغیرهای کلان، کاملاً ممکن و میسر گردد.

الگو از چهار بازار عمده تشکیل شده است که عبارتند از: بازار کالاهای و خدمات، پول، ارز و نیروی کار. از آنجا که این شبیه وجود دارد که به‌رغم آنکه سطح عمومی قیمت‌ها که به‌صورت مستقیم الگوسازی شده است، از بازار پول هم قابل استخراج باشد و لذا الگو از این جهت اصطلاحاً بیش برآورد خواهد داشت، جانب عرضه پول به جهت انجام تحلیل‌های سیاست پولی حفظ شده و جانب تقاضای پول، لحاظ نگردیده، و از این رو، بجز بازار پول که فقط جنبه عرضه آن لحاظ شده، در سایر بازارها، توابع عرضه و تقاضای ساختاری، متناسب با شرایط آن بازار تنظیم شده است.

در هر بازار، قیمت و مقدار، با توجه به شرایط تعادل بلندمدت به گونه‌ای تعیین می‌شود که در نهایت، بازار تخلیه می‌گردد (مقدار عرضه و تقاضا برابر می‌شود). تنها استثناء در این رابطه، بازار نیروی کار است که همواره در عدم تعادل قرار دارد. سطح عمومی قیمت‌ها (P) در الگو، به صورت درونزا تعیین می‌شود. جانب تقاضای اقتصاد، به گونه‌ای تصریح شده است که به سطح عمومی قیمت‌ها و نرخ ارز و یا به عبارت دیگر، به نسبت  $\frac{P}{E}$  واکنش نشان می‌دهد. کاهش نسبت  $\frac{P}{E}$  موجب کاهش قیمت نسبی کالاهای صادراتی شده و سبب می‌شود تا تقاضای جهانی برای آن افزایش یابد. در جانب عرضه اقتصاد، کاهش در نسبت  $\frac{P}{E}$ ، مثلاً به دلیل افزایش نرخ ارز، موجب می‌شود تا قیمت نسبی مواد اولیه و کالاهای واسطه‌ای وارداتی افزایش یابد. این امر، هزینه‌های تولید را افزایش داده و باعث می‌شود تا تولید رو به کاهش گذارد؛ و نتیجه، آن است که تقاضای کل و عرضه کل در الگو، به قیمت و نرخ ارز حساس است.



نمودار ۱: شمای کلی بخش‌های الگو



در نمودار یک، بخش های الگو بر اساس عرضه و تقاضا در بازارهای کالا و خدمات، کار، پول و ارز شکل گرفته‌اند. لازم به ذکر است که بازار پول، فقط جانب عرضه را شامل می‌شود.

### ۵. مدل تحقیق

شناسایی عوامل مختلفی که بر متغیرهای کلان تأثیرگذار هستند و همچنین اتخاذ سیاست های مناسب توسط دولت، نقش بسزایی در بهبود عملکرد اقتصادی کشورها ایفا می‌کند. از آنجا که رفتار عوامل اقتصادی با پیچیدگی‌هایی همراه است، تلاش‌های زیادی توسط اقتصاددانان در جهت تدوین الگوهای مناسب اقتصادی صورت گرفته است تا در آن، روابط متقابل بین متغیرهای اقتصادی در سطح کلان مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرد. از سوی دیگر، فضای اقتصاد بین‌الملل که با اقتصاد ایران گره خورده است، روز به روز پیچیده‌تر می‌شود و این امر، تقاضا را برای تحلیل‌های اقتصادی و مدیریت کارآمدتر اقتصاد بیش از پیش افزایش می‌دهد. لذا نیاز به یک الگوی اقتصادسنجی کلان مناسب که بتواند برای تحلیل و پیش‌بینی دقیق‌تر و ارزیابی پیامدهای سیاست گذاری‌های اقتصادی، به عنوان ابزار قدرتمندی در اختیار سیاست گذاران اقتصادی قرار گیرد، به گونه شدیدی احساس می‌شود. با این وجود، اطلاعات منتج از یک الگوی اقتصادسنجی کلان، هنگامی قابل اعتماد است که ریشه در نظریه‌های اقتصادی داشته باشد.

طی دو دهه اخیر، تحولات شگرفی در زمینه الگوسازی متغیرهای سری زمانی و پیش‌بینی مقادیر آتی این متغیرها به وقوع پیوسته است که یکی از آنها، تصریح و برآورد معادلاتی است که متغیرهای دخیل در آن معادله، برخلاف معمول، از تواترهای متفاوتی برخوردارند.

کلاين و سوچو<sup>۱</sup> (۱۹۸۹) را می‌توان پایه‌گذار ساخت الگوهایی که متشکل از داده‌های با تواتر متفاوت در یک رگرسیون هستند، دانست. روشی که اخیراً توسط گیزلس، سانتاکلارا و والکانو<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) ابداع و سپس توسط گیزلس، سینکو و والکانو<sup>۳</sup> (۲۰۰۶) بسط داده شده، به الگوی داده‌های ترکیبی با تواتر متفاوت یا میداس معروف است. این شیوه الگوسازی، موجب می‌شود تا در یک معادله رگرسیونی، متغیر وابسته‌ای که مثلاً سالانه است را از طریق متغیرهایی که از تواترهای فصلی یا ماهانه برخوردارند، توضیح داد.

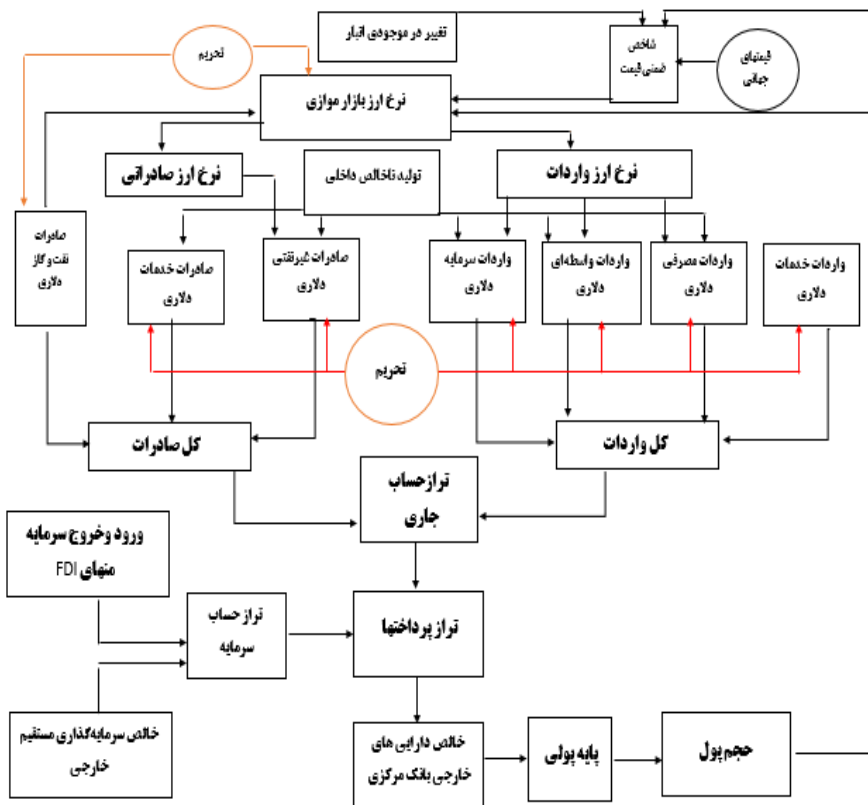
از آنجا که مطالعه حاضر با تأکید بر اثر نرخ ارز بر متغیرهای اقتصادی قرار دارد، روابط ساختاری این بخش از الگو، براساس مبانی نظری از یک سو، و با توجه به حقایق آشکار شده اقتصاد ایران، به قرار زیر است<sup>۴</sup>:

1. Klein, Sojo (1989)

2. Ghysels, Santa-Clara & Valkan (2004)

3. Ghysels, Sinko & Valkano (2006)

۴. در صورت لزوم، مبانی نظری بخش های الگو برای متقاضیان ارسال خواهد شد.

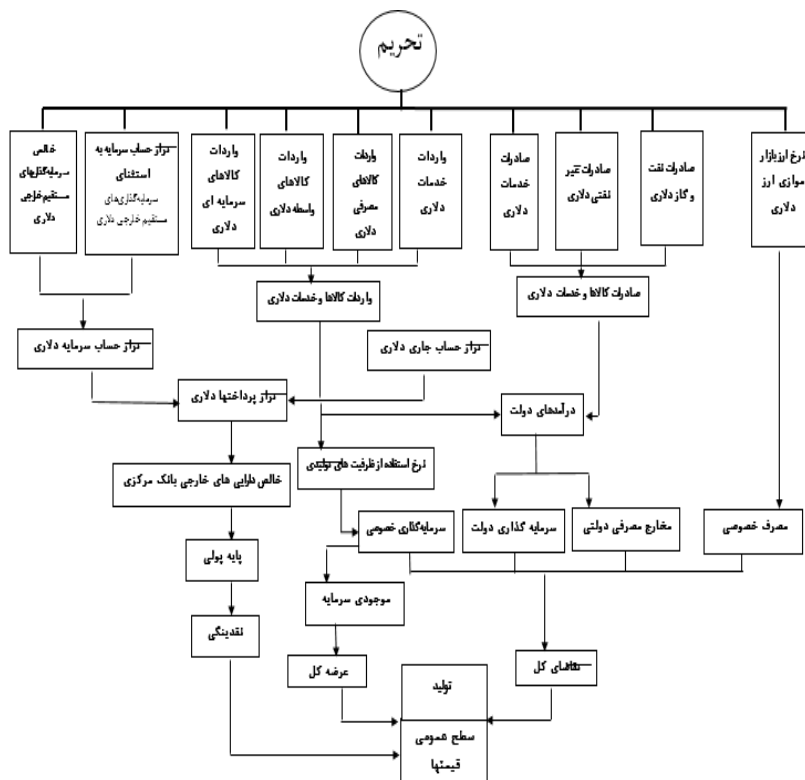


منبع: یافته‌های تحقیق

## نمودار ۲: روابط بخش خارجی و نرخ ارز در الگو

### ۶. معادلات الگو

قبل از برآورد معادلات رفتاری، ابتدا شاخص تحریم علیه ایران با تواتر ماهانه به منظور انعکاس درصد اثرگذاری مخاطرات تحریم‌های اعمال شده بر اقتصاد ایران طی سالهای ۹۷-۱۳۵۷ برآورد گردیده است. این شاخص با در نظر گرفتن کلیه تحریم‌های اعمال شده و با لحاظ وزن های اهمیت هر تحریم که براساس منشأ و ماهیت تحریم ها محاسبه شده، از طریق تئوری احتمالات و با فرض مستقل بودن تحریم هایی که از نهادهای مختلف اعمال می‌شوند، ساخته شده است (نوفروستی و سزاوار، ۱۴۰۰). مجاری اثرگذاری تحریم‌های بین‌المللی بر اقتصاد ایران، در نمودار ۳ نمایش داده شده است.



### نمودار ۳: مجاری اثرگذاری تحریم‌های بین‌المللی بر اقتصاد ایران

همان گونه که در نمودار ۳ ملاحظه می‌شود، تحریم از کانال صادرات که به تفکیک، شامل صادرات نفت و گاز، صادرات غیرنفتی و صادرات خدمات می‌باشند، از کانال واردات که به تفکیک، شامل واردات کالاهای سرمایه‌ای، واردات کالاهای واسطه‌ای، واردات کالاهای مصرفی و واردات خدمات می‌باشند، از کانال تراز حساب سرمایه که به تفکیک، شامل خالص سرمایه‌گذاری های خارجی و تراز حساب سرمایه به استثنای سرمایه‌گذاری های مستقیم خارجی می‌باشند، به الگو وارد شده است.

علاوه بر این، نرخ ارز نیز تحت تأثیر مستقیم تحریم قرار گرفته است. از آنجا که درآمدهای دولت از صادرات نفتی و تعرفه‌های وارداتی تأثیر می‌پذیرد، تحریم ها از کانال های مذکور بر بخش دولت مؤثر بوده و به نوبه خود، بر مخارج دولت تأثیر می‌گذارد. نرخ استفاده از ظرفیت‌های تولید نیز با تأثیرپذیری از تحریم به واسطه واردات کالاهای سرمایه‌ای، سرمایه‌گذاری خصوصی را متأثر می‌نماید. از سوی دیگر، تحریم ها به واسطه ترازپرداخت ها، خالص دارایی خارجی بانک مرکزی را تحت تأثیر قرار داده و بر بخش پولی اقتصاد اثر می‌گذارد.

ضرایب الگو، به کمک داده‌های سری زمانی سال‌های ۱۳۳۸ تا ۱۳۹۶ برآورد شده‌اند. همچنین با توجه به عملکرد بهتر تابع وزن دهی آلمون نسبت به بقیه توابع، از تابع وزن دهی آلمون استفاده شده است.<sup>۱</sup>

پس از اطمینان از اعتبار الگو و درستی کارکرد تمامی روابط با یکدیگر، با استفاده از روش شبیه‌سازی پویا، به بررسی اثرگذاری سیاست‌های ارزی در ایران پرداخته شده است.

#### ۷. تحلیل آثار و پیامدهای اجرای سیاست ارزی در ایران با لحاظ شرایط تحریم

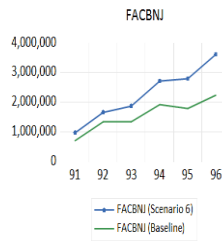
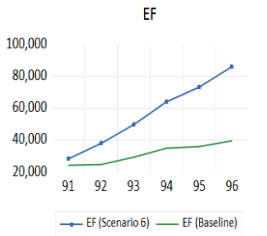
برای مشاهده آثار سیاست‌های اقتصادی اجرا شده، از شبیه‌سازی پویای الگو استفاده شده است. برای این منظور، ابتدا روند متغیرهای الگو، بدون آنکه سیاست خاصی اجرا شود، پیش‌بینی، و به عنوان روند مبنا در نظر گرفته شده است. سپس در متغیر ابزار سیاست گذاری، که یک متغیر برونزا و در کنترل مقامات سیاست‌گذاری اقتصادی در الگو می‌باشد، تغییر دلخواه داده شده، و مجدداً شبیه‌سازی پویا صورت گرفته، آنگاه روند شبیه‌سازی پس از اعمال سیاست، با روند مبنا مقایسه شده، و هرگونه تغییری در روند شبیه‌سازی شده نسبت به روند مبنا، اثری است که سیاست اقتصادی اجرا شده بر آن متغیر بر جای گذاشته است. لذا از این طریق، می‌توان تبعات اجرای یک سیاست خاص را بر متغیرهای مختلف مورد ارزیابی قرارداد و به پیامدهای مثبت و منفی آنها واقف شد.

با توجه به اینکه نظام ارزی کشور، نظام نرخ ارز شناور مدیریت شده می‌باشد، بانک مرکزی قادر است با اقدامات خود، بر روی نرخ ارز کنترل اعمال نماید. در این قسمت، چنین فرض شده است که اگر از سال ۱۳۹۱، نرخ ارز به میزان ۲۰ درصد افزایش می‌یافت، چه پیامدی را در پی داشت. در شرایط عادی، انتظار می‌رود که افزایش نرخ ارز، سبب شود تا صادرات افزایش یافته و واردات کم شود و در نتیجه، تراز تجاری بهبود یابد. با بهبود تراز تجاری نیز تقاضای کل افزایش یابد.

در عین حال کاهش واردات کالاهای سرمایه‌ای، سرمایه‌گذاری را کاهش داده و تقاضای کل را کمتر می‌کند. بنابراین، جهت تغییر در تقاضای کل و اثر آن بر تولید ناخالص داخلی، چندان روشن نیست.

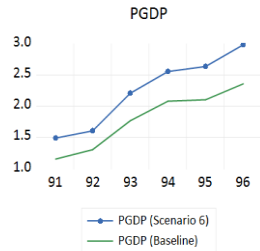
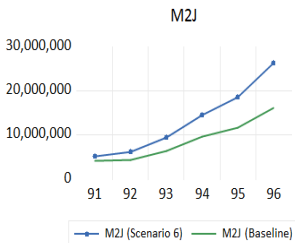
از طرفی، با افزایش تراز پرداخت‌ها که در اثر بهبود تراز تجاری ایجاد شده است، خالص‌داری‌های خارجی بانک مرکزی افزایش یافته و پایه پولی را افزایش می‌دهد. افزایش پایه پولی به افزایش نقدینگی منجر شده و سطح عمومی قیمت‌ها را نیز افزایش می‌دهد.

لذا انتظار می‌رود که شوک افزایش نرخ ارز، سطح عمومی قیمت‌ها را افزایش دهد، اما اثر نهایی آن بر تولید ناخالص داخلی و اشتغال، چندان روشن نیست.



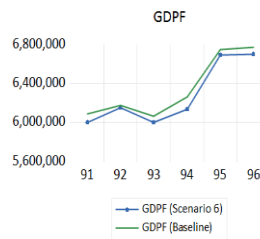
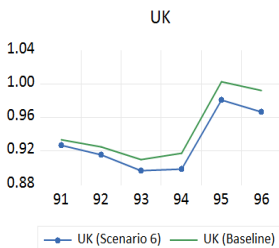
نرخ ارز

خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی



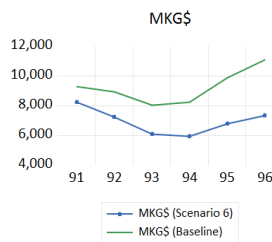
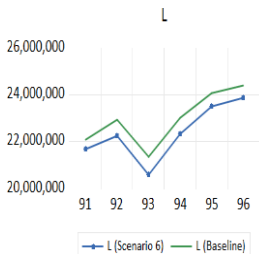
نقدینگی

سطح عمومی قیمت‌ها



نرخ استفاده از ظرفیت تولید

تولید ناخالص داخلی



اشتغال

واردات کالای سرمایه‌ای دلاری

نمودار ۴: اثر سیاست تنزل ارزش پولی ملی (افزایش نرخ ارز) در الگو

در شرایط تحریم، افزایش نرخ ارز، موجب افزایش سطح قیمت کالاهای وارداتی در بازار داخل کشور می‌شود و از آنجا که عمده کالاهای وارداتی مربوط به مواد اولیه و سرمایه‌ای است، نرخ استفاده از ظرفیت های تولید و همچنین تولید ناخالص داخلی کاهش می‌یابد. علاوه بر این، با افزایش نرخ ارز، قیمت نسبی کالاهای صادراتی کشور در بازارهای خارج کاهش می‌یابد و در نتیجه، انتظار می‌رود تقاضا برای این کالاها افزایش یابد. از این رو، ممکن است تولیدات داخلی به سمت بازارهای خارجی سوق یابد و سهم کمتری در بازار داخل فروخته شود. با توجه به افزایش قیمت کالاهای وارداتی و کاهش عرضه داخلی، بازارهای داخلی با کاهش عرضه مواجه شده و بنابراین، قیمت ها افزایش خواهد یافت؛ کما اینکه برخی کالاهای اساسی، با ممنوعیت صادرات نیز مواجه خواهند شد.

علاوه بر این، با افزایش نرخ ارز، قیمت کالاهای واسطه‌ای وارداتی نیز افزایش می‌یابد و بنابراین، در بخش ها و صنایعی که تولیدات به میزان زیادی وابسته به نهاده‌های واسطه‌ای وارداتی است، انتظار افزایش قیمت تمام شده کالاها وجود دارد و این افزایش، ممکن است از افزایش رقابت‌پذیری کالا در بازارهای خارجی بکاهد و افزایش قیمت های داخلی را نیز شدت بخشد.

بنابراین، همان گونه که ملاحظه می‌شود، با افزایش نرخ ارز در بازار موازی، اثر افزایش هزینه‌های تولیدی، از جنبه واردات کالاها بر تولید، قوی‌تر از اثر مثبت افزایش صادرات بر تولید است و سبب شده تا تولید ناخالص داخلی نسبت به روند مینا کاهش پیدا کند. به‌علاوه، شوک تنزل ارزش پول ملی، کاهش اشتغال را نیز موجب می‌گردد. لذا افزایش نرخ ارز، توفیق چندانی برای اقتصاد کشور نداشته و بیشتر اثر خود را بر افزایش قیمت ها منعکس می‌نماید.

#### ۸. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با عنایت به نکات بیان شده و با توجه به تأثیرات شگرفی که تضعیف پول ملی می‌تواند علاوه بر اقتصاد، بر روح و روان جامعه و در پی آن، امنیت کشور داشته باشد، می‌باید تدابیر لازم برای حفظ ارزش پول ملی لحاظ گردد. در این راستا، نتیجه‌گیری و پیشنهادات زیر ارائه می‌شود:

الف) از آنجا که افزایش نرخ ارز به دور جدیدی از افزایش قیمت‌های داخلی و تضعیف بیشتر بخش تولید منجر می‌گردد، لذا ضروری است از فعال شدن دوباره ماریپیج ارز- تورم در اقتصاد، جلوگیری به عمل آید. در این خصوص، لازم است جهت تقویت نظارت بر بخش ارزی، اجرای پیمان سپاری ارزی از سوی بانک مرکزی انجام شود و تلاش برای بازگرداندن ارز حاصل از صادرات به چرخه اقتصادی کشور صورت پذیرد. به موجب تکلیف مقرر در تبصره (۲) بند (۱) مصوبات چهاردهمین جلسه شورای عالی هماهنگی اقتصادی، بانک مرکزی مکلف است تا در صورت عدم برگشت ارز حاصل از صادرات به چرخه اقتصاد، اقدامات قانونی لازم را انجام دهد.

همچنین نظارت سختگیرانه‌تر بر مصارف ارزی در شرایط فعلی اقتصادی اجتناب‌ناپذیر است. در غیر این صورت، بخش قابل توجهی از منابع ارزی حاصل از صادرات کشور، صرف تأمین مالی واردات کالای قاچاق و خروج سرمایه از کشور و در نتیجه، کاهش اشتغال و افزایش بیکاری شده و خواهد شد.

ب) در بودجه کشور، از نگاه بخشی یا درآمدی به ارز جهت تأمین کسری بودجه چشم‌پوشی گردد و نگاه مسئولان به تأمین منابع پایدار همچون مالیات و گسترش پایه‌های مالیاتی بویژه از بخش خدمات و ممانعت از فرارهای مالیاتی جلب شود.

ج) ضروری است توجه ویژه‌ای به حوزه ریالی و به بیان واضح‌تر، به افزایش چشمگیر نقدینگی شده و برای توقف این روند، چاره اساسی اندیشیده شود. رشد نقدینگی و عدم تناسب آن با شرایط تولیدی کشور، نه تنها بخش حقیقی اقتصاد را در معرض خطر قرار می‌دهد، بلکه قدرت خرید خانوارها بویژه اقشار ضعیف را نیز تهدید می‌نماید. عدم توزیع مناسب نقدینگی، بر وخامت اوضاع خواهد افزود. بنابراین، می‌باید تلاش و همت مضاعفی در جهت اتخاذ و به کارگیری سیاست‌های اصلاحی در این زمینه صورت گیرد.

## References

- Andreou, E., Ghysels, E., & Kourtellos, A. (2010). "Regression Models with Mixed Sampling Frequencies". *Journal of Econometrics*, **158**(2): 246-261.
- Andreou, E., Ghysels, E., & Kourtellos, A. (2013). "Should macroeconomic forecasters use daily financial data and how?". *Journal of Business and Economic Statistics*, **31**(2): 240-251.
- Andreou, E., Ghysels, E., & Kourtellos, A. (2011). *Forecasting with Mixed-Frequency Data*. In: Clements, M., Hendry, D. (Eds.), *Oxford Handbook of Economic Forecasting*. Oxford University Press, Oxford: 225-245.
- Armesto, M. (2010). Forecasting with mixed frequencies, Federal Reserve Bank of Saint Louis 92: 521-536.
- Bahmani-Oskooee, M., & Gelan, A. (2018). "Exchange Rate Volatility and International Trade Performance: Evidence from 12 African Countries". *Economic Analysis and Policy*, Vol. 58: 14-21.
- Breitung, J., & Roling, C. (2015). "Forecasting Inflation Rates Using Daily Data: A Nonparametric MIDAS Approach". *J. Forecast.* **34**(7): 588-603.
- Chen, X., & E. Ghysels. (2011). "News-Good or Bad- and its Impact on Predicting Future Volatility". *Review of Financial Studies* **24**(1): 46-81.
- Clements, M. P., & Galvão, A. B. (2008). "Macroeconomic Forecasting with Mixed-Frequency Data: Forecasting Output Growth in the United States". *Journal of Business & Economic Statistics*, **26**(4): 546-554.
- Clements, M. P., A. B. Galvão, & J. H. Kim. (2008). "Quantile Forecasts of Daily Exchange Rate Returns from Forecasts of Realized Volatility". *Journal of Empirical Finance* **15**: 729-50.
- Coudert, Virginie, Couharde, Cecile, & Mignon Valerie. (2015). "On the Impact of Volatility on the Real Exchange Rate-terms of Trade Nexus: Ravisiting Commodity Currencies", *Journal of International Money and Finance*, **58**(C): 110-127.
- Dargahi, Hassan. (2015). Designing a macrometric model for macroeconomic foresight. Higher Institute of Education and Research, Management and Planning, Vice-President for Research - Office of Research Projects.
- Ezzati, Morteza, & Salmani, Younes. (2015). "Investigating the Direct and Indirect Effects of Sanctions on Iran's Economic Growth with an Emphasis on the Foreign Sector of the Economy". *Afaq Security Quarterly*, **7**(25). first edition.
- Froni, C., & Marcellino, M. (2014). "Mixed-Frequency Structural Models: Identification, Estimation, and Policy Analysis". *Journal of Applied Econometrics*, **29**(7): 1118-44.
- Fuladi, Masoumeh. (2012). "Investigating the Effect of Exchange Rate Changes on the Level of Prices, Production, Export and Import of Different Economic Sectors Using a General Equilibrium Model". *Planning and Budgeting Quarterly*, 17<sup>th</sup>. year, number 2: 127-148.
- Gershasabi, Alireza, & Mojtabi Yousefi Dindar. (2015). "Studying the Effects of International Sanctions on Macroeconomic Variables of Iran". *Economic Modeling Research Quarterly*, Number 25, Fall.



- Ghysels, E., Sinko, A., & Valkano R. (2006). "MIDAS Regressions: Further Results and New Directions". *Econometric Reviews*, 2007, 26.
- Ghysels, E. (2016). "Macroeconomics and the Reality of Mixed Frequency Data". *Journal of Econometrics*, **193**(2): 294-314.
- Ghysels, E. , Santa-Clara, & Valkano R. (2004). *The MIDAS Touch :Mixed Frequency Data Sampling Regressions*. Manuscript, University of North Carolina and UCLA.
- Ghysels, E. (2016). "Macroeconomics and the Reality of Mixed Frequency Data". *J. Econ.*, **193**(2): 294-314.
- Ghysels, E., & Wright, J. H. (2009). "Forecasting Professional Forecasters". *Journal of Business & Economic Statistics*, **27**(4): 504-516.
- Ghysels, E., & Marcellino, M. (2018). *Applied Economic Forecasting Using Time Series Methods*. Oxford University Press, Oxford, New York.
- Ghysels, E., & Qian, H., (2019). "Estimating MIDAS Regressions Via OLS with Polynomial Parameter Profiling". *Economet. Stat.* 9: 1-16.
- Gotz, T. B., Hecq, A., & Urbain, J. P. (2014). "Forecasting Mixed-frequency Time Series With Ecm-MIDAS Models". *Journal of Forecasting*, **33**(3): 198-213.
- Hua, Ping (2011). *The Economic and Social Effects of Real Exchange Rate: Evidence from the Chinese Provinces*. Clermont University, Paris.
- Jalali Naeini, Ahmadreza and Mohammad Amin Naderian. (2016). "Monetary and Foreign Exchange Policies in an Oil Exporting Economy: The Case of Iran". *Monetary and Banking Research Quarterly*, 9<sup>th</sup>. year, number 29.
- Kazroni, Alireza, Asgharpour, Hossein, & Evin Khazari. (2015). "Investigating the Effect of Economic Sanctions on the Composition of Iran's Major Trading Partners During the Period of 2016-2018". *Commercial Research Quarterly*, No. 79, Summer: 1-33.
- Kenneth, Katzman. (2020). Iran Sanctions. Congressional Research Service, RS20871 Version 307, Updated.
- Klein, L. R., & Sojo, E. (1989). *Combinations of High and Low Frequency Data in Macroeconomic Models*. in L.R. Klein and J. Marquez (EDS), *Economics in Theory and Practice: An Eclectic & Approach*. Kluwer Academic Publishers: 3-14.
- Komijani, Akbar, & Samad Aziznejad. (2016). Exchange Rate Changes and its Effect on the Fluctuations of Selected Macroeconomic Variables in Iran. *Economic Research Quarterly (Sustainable Growth and Development)*, Year 17, Number 1: 121-143.
- Marzban, Hossein and Ali Hossein Ustadzad. (2014). The Impact of Economic Sanctions on Production and Social Welfare in Iran: An Approach from the Generalized Stochastic Growth model. *Iranian Economic Research Quarterly*, 20<sup>th</sup>. year, number 63, summer 2014: 3-69.
- Motaghi, Samira. (2017). Explaining the Effectiveness of Economic Sanctions Imposed Against the Islamic Republic of Iran from the Perspective Of Political Economy. *Rehiyaft Quarterly*, Year 12, Number 42, Spring 2018: 89-106.
- Noferesti, Mohammad. (2018). *Macroeconometric Modeling in Iran*. first volume, Shahid Beheshti University, printing and publishing center.

- Noferesti, Mohammad. (2018). *Macroeconometric Modeling in Iran*. second volume, Shahid Beheshti University, printing and publishing center, first edition.
- Noferesti, Mohammad and Mohammad Reza Sezavar. (1400). Constructing a Monthly Index for Sanctions Against Iran. Economic Strategy Quarterly, Year 10, Number 3, Serial 38, Fall: 565-593.
- Ramos, Raquel Almeida. (2012). Intersections between exchange rate and inflation policies in IMF Recommendations. The International Policy Center For Inclusive Growth, UNDP and the Government of Brazil.
- Schnabl, Gunther. (2007). Exchange Rate Volatility and Growth in Small Open Economics at the EMU Periphery. European Monetary Union (EMU), 773.
- Seong, Byeongchan. (2020). Smoothing and Forecasting Mixed-frequency Time Series with Vector Exponential Smoothing Models. Economic Modelling, 91: 463-468.
- Tayebi, Komeil, Nazari, Mohsen, Gogerdchian, Ahmed and Zahra Zamani. (2019). The Effect of Equalization of Exchange Rate on Trade Exchange Relationship in Iran. Financial Economy Quarterly, Year 15, Number 54: 23-52.

## Exchange Rate Changes and their Impact on Some Macroeconomic Variables for the Iranian Economy under Sanctions

Parviz Davodi<sup>1</sup>  
Mohamadreza Sezavar<sup>2</sup>

Received: 10-03-2022

Accepted: 08-05-2022

### Introduction:

All economists believe that the most important goals of economic policy are achieving full employment, price stabilization and economic growth in the society. On the other hand, rendering the formation of the exchange rate to the market mechanism and increasing it disproportionately with the purchasing power of the rial has a negative effect on production and employment and causes an increase in prices and a decrease in the value of the national currency, which again provides the ground for the next increase in the exchange rate. For this purpose, in most societies, especially in developing countries, currency policies are used to achieve the mentioned goals. Changes in exchange rates affect economic performance in different ways. In this study, we will examine the effect of exchange rate changes on the performance of important macroeconomic variables, namely production, employment and the general level of prices. Taking into account the effects of sanctions against the country, the model considers the mechanism and channel of its effect on the foreign sector of the economy, while creating an index with monthly frequency for it, and its effect has been calculated directly on all macroeconomic variables of the foreign sector of the model.

### Methodology:

During the last two decades, tremendous developments have taken place in the field of modeling time series variables and predicting the future values of economic variables, one of which is to specify and estimate equations where the variables involved in that equation, unlike usual, have different frequencies. Mixed-data sampling (MIDAS) has been specified and estimated with the help of time series data over the period 1959-2017. Mixed data sampling regressions are now commonly used to deal with time series data sampled at different frequencies. A MIDAS regression is a direct forecasting tool which can relate future low-frequency data with current and lagged high-frequency indicators, and yield different forecasting models for each forecast horizon. It can flexibly deal with data sampled at different frequencies and provide a direct forecast of the low-frequency variable. It incorporates each individual high-frequency data in the regression, which solves the problems of losing potentially useful information and including mis-specification.

### Results and Discussion:

The presented macro econometric model is developed in the framework of the aggregate supply-aggregate demand model. Total demand is made up of

---

1. Professor of Economics, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. P\_Davoodi@sbu.ac.ir

2. Ph.D. of Economics, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. M\_sezavar@sbu.ac.ir

household consumption expenditures, investment expenditures separately from private and government, government current expenditures and net exports. The production function forms the supply side of the economy according to the utilization rate of the production capacity. The modeling of the two parts of supply and demand has been done in a completely consistent manner, so that after the estimation of the model, it is possible to solve and simulate the model to examine the effect of economic policies and predict macro variables. According to the results of the model, in relation to the policy of devaluation of the national currency in the Iranian economy, the increase in the exchange rate in the face of sanctions, in addition to reducing production, paves the way for employment and inflationary pressures. Indeed, The incorrect approach of increasing the exchange rate has not only limited economic growth due to the increase in production costs, but has also caused the impoverishment of the oppressed and the unfair distribution of income in the society.

**Conclusion:**

Because the model under study has better explanatory power than other time series models due to more complete information, it is expected that it will be possible to evaluate exchange rate policies more accurately. The model has sections on production, consumption and investment expenditures, foreign trade, government, employment, money and prices. In addition, according to the very good results obtained from the dynamic simulation of the model, the model can be a good representative of the mechanism of the Iranian economy. Finally, the results of the evaluation of foreign exchange policies in the context of sanctions can be reviewed.

**Keywords::** MIDAS-Macro Econometric Model (MIDAS-MEM),Iran's economy, sanctions, foreign exchange policy

**JEL Classification:** C50, C54, O24



## اثر تحریم و وضعیت درآمدهای نفتی بر درجه عبور نرخ ارز

محمدجواد خسروسرشکی<sup>۱</sup>

علیرضا کیخا<sup>۲\*</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۲۱

### چکیده

هدف این مطالعه، بررسی اثر تحریم‌ها و وضعیت درآمد نفتی بر درجه عبور نرخ ارز برای داده‌های فصلی ۱۳۶۹/۱ تا ۱۴۰۰/۱ است. وضعیت درآمد نفتی ایران به سه دوره تحریم، فراوانی و کمبود درآمد نفتی تقسیم می‌شود. تفکیک دوره‌های کمبود و فراوانی درآمد نفتی با استفاده از روش بای-پرون (۲۰۰۳) و درآمد نفتی جاری دلاری ایران برای ۱۳۶۹/۱ تا ۱۳۹۰/۳ محاسبه گردیده است و دوره تحریم مربوط به ۱۳۹۰/۴ تا ۱۴۰۰/۱ است. برای دوره کمبود درآمد نفتی و تحریم، محیط تورمی بالا است و برای دوره فراوانی درآمدهای نفتی، محیط تورمی پایین است. سپس با استفاده از الگوی SVAR، درجه عبور نرخ ارز برای هر دوره محاسبه گردید. نتایج تجزیه واریانس و تجزیه تاریخی، نشان می‌دهد که در دوره تحریم، شوک ساختاری نرخ ارز، بیشترین سهم را در توضیح نوسانات تورم دارد؛ درحالی که در دو دوره دیگر، شوک ساختاری تورم، عامل اصلی توضیح‌دهنده نوسانات تورم است. درجه عبور نرخ ارز برای دوره کمبود درآمد نفتی ۹/۹ درصد، دوره فراوانی درآمد نفتی ۲۵/۱ درصد و دوره تحریم ۱۰/۱ درصد است. بر خلاف اکثر مطالعات قبلی داخلی و خارجی، نتایج نشان می‌دهد که با تشدید محیط تورمی، درجه عبور نرخ ارز کاهش می‌یابد و با تخفیف محیط تورمی، درجه عبور نرخ ارز افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که عامل توضیح‌دهنده این وضعیت، استفاده از لنگر ارزی برای مهار تورم و روند افزایشی واردات در دوره فراوانی درآمد نفتی نسبت به دو دوره دیگر باشد که به وابستگی بیشتر سبد مصرفی خانوار به کالای خارجی و نرخ ارز و به تبع آن، افزایش درجه عبور نرخ ارز منجر شده است.

واژگان کلیدی: تحریم، درآمد نفتی، درجه عبور نرخ ارز، تورم، نرخ ارز

طبقه بندی JEL: E58, E52, D58

## ۱. مقدمه

پس از فروپاشی نظام برتون وودز، یکی از تصمیم‌های مهم سیاست‌گذار پولی، انتخاب نوع نظام ارزی و نحوه اجرای آن است. پیامدهای رفاهی (تورمزایی و ...)، وضعیت بخش حقیقی (درجه باز بودن اقتصاد، وابستگی تولید به واردات و ...)، وضعیت بازرگانی خارجی (خالص صادرات و ...) و میزان اعتبار سیاست‌گذار پولی، از عوامل مهم اثرگذار بر این انتخاب است. از این رو، پاسخ یکتایی برای اقتصاد کشورهای مختلف وجود ندارد و سیاست‌گذاران پولی هر کشور بر حسب شرایط، نظام ارزی مناسب را انتخاب و اجرا می‌کند.

در ادبیات اقتصادی، اثرات نظام‌های ارزی و نوسانات نرخ ارز بر تورم، تحت عنوان درجه عبور نرخ ارز<sup>۱</sup>، بررسی می‌شود. طبق تعریف، درجه عبور نرخ ارز، برابر درصد رشد شاخص قیمت (اعم از مصرف‌کننده، تولیدکننده، کالاهای وارداتی و ...) ناشی از یک درصد شوک نرخ ارز است. این شاخص در اکثر موارد ناقص، و کمتر از یک می‌باشد. درجه عبور نرخ ارز در صورتی کامل است که شوک نرخ ارز، موجب رشد یکسان در نرخ ارز و شاخص قیمت گردد.

عوامل مؤثر بر درجه عبور نرخ ارز، معمولاً از دو منظر اقتصاد کلان و اقتصاد خرد بررسی می‌شوند. برای کشورهایی با اقتصاد باز، عوامل بخش حقیقی و بخش پولی داخلی و بین‌المللی، بر شاخص قیمت مصرف‌کننده تأثیر می‌گذارند. شاخص قیمت مصرف‌کننده، از طریق واردات کالاهای مصرفی و نرخ ارز، به طور مستقیم، و واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای، به طور غیرمستقیم، از عوامل خارجی تأثیر می‌پذیرد. تأثیرپذیری تورم از اقتصاد داخلی نیز به طور عمده از دو مسیر صورت می‌گیرد؛ از طرفی، در بخش حقیقی اقتصاد، هر قدر رشد اقتصادی افزایش یابد، صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس و سرمایه‌گذاری‌های مجدد در اقتصاد، قیمت تمام‌شده کالا و خدمات را کاهش می‌دهند و از طرف دیگر، در بخش پولی اقتصاد، با توجه به میزان چسبندگی قیمت و دستمزدها، سیاست‌های پولی فقط در کوتاه‌مدت کارآمد است و در بلندمدت، اثرات تورمی این سیاست‌ها بر قیمت‌های اسمی تخلیه خواهند شد.

مطالعات اولیه پیرامون موضوع درجه عبور نرخ ارز در دهه ۱۹۷۰ میلادی انجام شد (گلدبرگ و کنتنر<sup>۲</sup>، ۱۹۹۷). مبنای الگوی این مطالعات، بیشتر بر جنبه‌های اقتصاد خرد (نظیر تبعیض قیمت، هزینه‌های تولید، قدرت بازاری و ...) استوار بود؛ اما از سال ۲۰۰۰ به بعد، پژوهش‌هایی با تأکید بر جنبه‌های اقتصاد کلان انجام شد. به عنوان مثال، تأثیر محیط تورمی بر درجه عبور نرخ ارز که برای اولین بار توسط تیلور<sup>۳</sup> (۲۰۰۰) مطرح شد. در این پژوهش، تیلور بیان می‌کند که با تشدید محیط تورمی و فقدان سیاست پولی معتبر، درجه عبور نرخ ارز افزایش می‌یابد و با تخفیف محیط تورمی و اعمال سیاست پولی معتبر، درجه عبور نرخ ارز کاهش خواهد یافت.

1. Exchange Rate Pass-Through (ERPT)

2. Goldberg and Knetter (1997)

3. Taylor (2000)

تأثیر محیط تورمی بر درجه عبور نرخ ارز در اقتصاد ایران نیز طی پژوهش‌های مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است، اما به نظر می‌رسد که تغییرات محیط تورمی در ایران، با وضعیت درآمد نفتی و به تبع آن، سیاست‌های ارزی هماهنگی بیشتری دارد و از آن بیشتر تأثیر می‌پذیرد. از این رو، در برخی از پژوهش‌ها برای رفع انتقاد لوکاس، از روش مارکف سوئیچینگ برای تفکیک وضعیت‌های اقتصاد استفاده می‌شود و به نظر می‌رسد که در بازه زمانی بلندمدت، روش کارآمدی نیست؛ زیرا با توجه به تغییر وضعیت درآمد نفتی، وضعیت بودجه دولت، روند واردات و ... در چند دوره منقطع و با فاصله بسیار، نگرش عاملان اقتصادی به وضعیت اقتصاد یکسان نیست. روش دیگر که ضعف مزبور را ندارد، روش بای-پرون<sup>۱</sup> (۲۰۰۳) است.

بنابراین در این پژوهش، سعی شده است تا با تفکیک وضعیت درآمد نفتی به عنوان متغیر تعیین‌کننده وضعیت<sup>۲</sup> اقتصاد، سه دوره برای اقتصاد ایران از ۱۳۶۹/۱ تا ۱۴۰۰/۱ در نظر گرفته شود. بازه قبل از تحریم شامل ۱۳۶۹/۱ تا ۱۳۹۰/۳ است و به دو دوره تقسیم می‌شود. دوره اول، دوره کمبود درآمد نفتی و دوره دوم، دوره فراوانی درآمد نفتی است که به کمک روش بای-پرون (۲۰۰۳) از هم تفکیک می‌شوند و در نهایت، دوره تحریم شامل ۱۳۹۰/۴ تا ۱۴۰۰/۱ است.<sup>۳</sup> این سه دوره، دارای محیط تورمی و شرایط تجاری خاص خود هستند. سپس به محاسبه درجه عبور نرخ ارز در قالب الگوی SVAR برای هر سه دوره پرداخته می‌شود و با استفاده از روش تجزیه تاریخی و تجزیه واریانس، توضیح‌دهندگی شوک متغیرهای پولی و حقیقی داخلی و خارجی بر تورم بررسی خواهد شد. سپس علت تغییر رفتار درجه عبور نرخ ارز در محیط‌های تورمی بیان می‌گردد.

در مقاله حاضر، فرضیات زیر بررسی می‌شوند:

۱. در هر دوره‌ای که میانگین و واریانس تورم کاهش یابد، درجه عبور نرخ ارز کاهش می‌یابد؛
  ۲. در هر دوره‌ای که میانگین و واریانس تورم افزایش یابد، درجه عبور نرخ ارز افزایش می‌یابد؛
  ۳. در دوره تحریم، درجه عبور نرخ ارز با گذشت زمان کاهش یافته است.
- در بخش دوم، به مرور پیشینه پژوهش و سیر مطالعات داخلی و خارجی پرداخته خواهد شد. بخش سوم، به اهداف پژوهش اختصاص دارد. بخش چهارم، شامل الگوی پژوهش است و نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی، در بخش پنجم بیان می‌شود.

1. Bai and Perron (2003)

2. State Variable

۳. تحریم نفتی، ناظر بر دو بخش است: بخش اول، مربوط به تحریم خرید نفت ایران است و بخش دوم، به عدم وصول درآمد حاصل از فروش نفت ارتباط دارد. هر دو بخش فوق، منابع ارزی کشور را تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث تغییرات ساختاری در بودجه دولت و مدیریت بازار ارز توسط بانک مرکزی می‌شود. بنابراین، با توجه به اعمال تحریم خرید نفت ایران و تحریم‌های بانکی از زمستان ۱۳۹۰، دوره ۱۳۹۰/۴ تا ۱۴۰۰/۱ با عنوان دوره تحریم در نظر گرفته شده است.



## ۲. پیشینه پژوهش

مطالعات خارجی درباره درجه عبور نرخ ارز نظیر گگنن و ایهریگ<sup>۱</sup> (۲۰۰۴) برای ۳۰ کشور صنعتی، چودری و هاگورا<sup>۲</sup> (۲۰۰۶) برای ۷۱ کشور، تختامانوف<sup>۳</sup> (۲۰۱۰) برای ۱۴ کشور OECD، وینکلرید<sup>۴</sup> (۲۰۱۴) برای پرو و ... فرضیه تیلور را رد نکردند.

ماریا دولورس<sup>۵</sup> (۲۰۱۰)، به بررسی وضعیت درجه عبور نرخ ارز برای ۱۱ عضو جدید اتحادیه اروپا و ترکیه در قالب مدل VAR پرداخت. نتایج، نشان می‌دهد که یک رابطه مثبت بین درجه عبور نرخ ارز و تورم وجود دارد و رابطه بین درجه عبور نرخ ارز و درجه باز بودن اقتصاد، مشخص نیست.

ها و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۹) با استفاده از مدل SFAVAR برای ۴۷ کشور، نشان دادند که شوک‌های داخلی و خارجی، تأثیرات نامتقارنی بر تورم دارند. همچنین در کشورهایی که رژیم ارزی منعطف‌تر و سیاست پولی معتبرتر دارند، درجه عبور نرخ ارز کمتر است و در نهایت، هر چه استقلال بانک مرکزی کشورها بیشتر شود، با وقوع شوک‌های بزرگ ارزی، تورم کمتری به اقتصاد وارد می‌شود.

ایزن و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۲۱)، برای درجه عبور نرخ ارز موزامبیک، نشان دادند که با پایین آمدن نرخ تورم و ثبات بیشتر محیط تورمی، درجه عبور نرخ ارز موزامبیک نیز کاهش می‌یابد. آنها همچنین نشان دادند که بحران جهانی طی بازه ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹، بر افزایش این شاخص اثرگذار بوده، و هدف‌گذاری تورم با استفاده از لنگر ارزی برای کاهش درجه عبور نرخ ارز و کنترل تورم، سیاست ناپایداری است.

الماید و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۲۲)، ضمن بررسی رابطه نوسانات ارزی، تورم و رشد کشورهای عضو گروه جامعه در حال توسعه جنوب آفریقا<sup>۹</sup> در قالب الگوی داده‌های تابلویی طی بازه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸، نشان دادند که با بالا رفتن تورم و تشدید وضعیت تورمی، درجه عبور نرخ ارز افزایش می‌یابد.

بز و همکاران<sup>۱۰</sup> (۲۰۲۲)، با بررسی داده‌های ۱۱۵ کشور در قالب الگوی داده‌های تابلویی، نشان دادند که کشورهایی که حجم تجارت بیشتری نسبت به دلار (یا یورو) دارند، نسبت به نوسانات دلار (یا یورو)، درجه عبور نرخ ارز بالاتری را تجربه می‌کنند.

در اینجا، به برخی از مطالعات با محوریت اقتصاد ایران اشاره می‌شود:

کازرونی و همکاران (۱۳۹۱)، به بررسی اثر بی‌ثباتی نرخ ارز بر درجه عبور نرخ ارز با استفاده از الگوی TVP پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که بی‌ثباتی نرخ ارز، باعث افزایش درجه عبور نرخ ارز

1. Gagnon and Ihrig (2004)
2. Choudhri and Hakura (2006)
3. Takhtamanova (2010)
4. Winkelried (2014)
5. Maria-Dolores (2010)
6. Ha et al. (2019)
7. Aisen et al. (2017)
8. Olamide et al. (2022)
9. Southern African Development Community (SADC)
10. Boz et al. (2022)

شده است و شکاف تولید ناخالص داخلی، هزینه نهایی شرکای تجاری و نرخ ارز اسمی، تأثیر مثبت و معناداری بر شاخص قیمت کالاهای وارداتی دارند.

حیدری و احمدزاده (۱۳۹۴)، درجه عبور نرخ ارز را برای داده‌های فصلی ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۶ محاسبه کردند. نتایج، نشان‌دهنده ناقص بودن درجه عبور نرخ ارز طی این دوره است. اگرچه در صورت وقوع شوک ارزی، در کوتاه‌مدت، کالاهای خارجی جایگزین کالاهای داخلی می‌شوند اما در میان‌مدت و بلندمدت، پس از تخلیه کامل شوک ارزی در کالاهای وارداتی، کالاهای داخلی به نسبت کالاهای خارجی ارزان‌تر می‌شوند و مصرف‌کننده، کالای داخلی را جایگزین کالای خارجی می‌کند.

راسخی و منتظری شورکچالی (۱۳۹۴)، با استفاده از مدل EGARCH و STR، اثرگذاری بی‌ثباتی نرخ ارز بر عبور نرخ ارز ایران را برای ۱۳۴۲ تا ۱۳۸۹ بررسی کردند. نتایج، نشان می‌دهد که اگر نوسان نرخ ارز زیاد باشد، درجه عبور نرخ ارز افزایش می‌یابد.

طیبی و همکاران (۱۳۹۴)، برای داده‌های فصلی ۱۳۷۰/۱ تا ۱۳۹۱/۴، نشان می‌دهد که درجه عبور نرخ ارز برای شاخص‌های مختلف قیمت، ناقص است و در پایان، استفاده از صندوق ذخیره تثبیتی درآمد نفتی و سیاست پولی هدف گذاری تورم را در جهت کاهش درجه عبور نرخ ارز، توصیه کرده اند.

ابراهیمی و مدنی‌زاده (۱۳۹۵)، درجه عبور نرخ ارز برای شاخص‌های مختلف را برای سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۳ محاسبه کردند. نتایج، نشان می‌دهد که این شاخص بین ۳۰ تا ۴۰ درصد است. اگرچه اثر کاهش نوسانات تورم و نوسانات نرخ ارز بر این شاخص، مثبت است، اما تخفیف محیط تورمی، به کاهش درجه عبور نرخ ارز نمی‌انجامد؛ زیرا کاهش تورم، با کاهش کامل انتظارات تورمی همراه نبوده است و به علت عدم تغییر در سیاست پولی، فعالان اقتصادی، کاهش تورم را موقتی فرض کرده‌اند. نتایج پژوهش ابطحی (۱۳۹۶)، برای دوره ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۳ در قالب الگوی MSVAR، نشان می‌دهد که در محیط تورمی بالا، درجه عبور نرخ ارز، رابطه معناداری با تورم دارد؛ اما در محیط تورمی پایین، رابطه معناداری وجود ندارد.

رضازاده و همکاران (۱۳۹۷)، با استفاده از مدل TVAR و دو رژیم برای تورم نشان دادند که درجه عبور نرخ ارز، ناکامل است و در رژیم تورمی بالا، بیشتر از رژیم تورمی پایین است و نظریه تیلور (۲۰۰۰) را تأیید کردند.

سادات‌حسینی و همکاران (۱۳۹۷)، با استفاده از یک مدل STR، درجه عبور نرخ ارز را برای دو محیط تورمی در کوتاه‌مدت و بلندمدت، تخمین زدند. نتایج، نشان می‌دهد که درجه عبور نرخ ارز بر شاخص قیمت واردات، تحت محیط تورمی پایین در کوتاه‌مدت و بلندمدت، به ترتیب، ۰/۳۰۴ و ۰/۰۹۱ است و برای محیط تورمی بالا، ۰/۵۸۲ و ۰/۰۷۲ است و فرضیه تیلور تأیید می‌شود.

برکچیان و همکاران (۱۳۹۸)، نشان دادند که یک رابطه علیت گرنجری بین نرخ ارز و شاخص قیمت مصرف‌کننده برقرار است و در دوره افزایش زیاد نرخ ارز، درجه عبور نرخ ارز افزایش یافته است.

عزتی شورگلی و خداویسی (۱۳۹۹)، برای داده‌های فصلی ۱/۱۳۶۹ تا ۴/۱۳۹۷، نشان دادند که درجه عبور نرخ ارز در فصول مختلف ثابت نیست. نتایج مدل SVAR، نشان می‌دهد که شوک تورم، بیشترین قدرت توضیح‌دهندگی نوسانات درجه عبور نرخ ارز را دارد. لوکاس، تغییر در رفتار عاملان اقتصادی را باعث نقض شدن فروض ثابت در تشکیل الگو می‌دانست و از این منظر، اعتبار تخمین پارامترهای الگو را زیر سؤال می‌برد. از این رو، استفاده از روش بای-پرون (۲۰۰۳)، الگوهای سوئیچینگ و ... جهت برطرف کردن انتقاد لوکاس بر مدل سازی مطرح شده است. در برخی از پژوهش‌ها، از روش مارکف سوئیچینگ برای تفکیک وضعیت‌های اقتصاد استفاده می‌شود که به نظر می‌رسد، در بازه زمانی بلندمدت، روش کارآمدی نیست؛ زیرا با توجه به تغییرات ساختاری در اقتصاد ایران (نظیر تغییر وضعیت درآمد نفتی، وضعیت بودجه دولت، روند واردات و ...)، در چند دوره منقطع و با فاصله بسیار، نگرش عاملان اقتصادی به وضعیت اقتصاد یکسان نیست. به عنوان مثال، در دوره درآمد نفتی کم، عرضه ارز در بازار با محدودیت مواجه است و ذخایر ارزی بانک مرکزی در مضیقه قرار دارد. از این رو، واردات محدود است و سبد مصرفی خانوار، بیشتر شامل کالاهای تولید داخل است.

در دوره فراوانی درآمد نفتی، عرضه ارز در بازار افزایش می‌یابد؛ تا حدی که می‌توان سیاست پولی این دوره را استفاده از لنگر ارزی برای مهار تورم نامید.<sup>۱</sup> در این دوره، هم ذخایر ارزی بانک مرکزی و هم، واردات افزایش می‌یابد. از این رو، سهم کالاهای وارداتی در سبد مصرفی خانوار افزایش می‌یابد و کالاهای وارداتی، بیش از دوره قبل جایگزین کالاهای تولید داخل می‌شود.

در دوره تحریم، به علت محدودیت دسترسی به منابع ارزی، واردات کشور کاهش می‌یابد و در نهایت، سهم کالاهای داخلی در سبد مصرفی خانوار کاهش می‌یابد. این تغییرات، هم در بخش عرضه و هم، در بخش تقاضای اقتصاد، باعث تغییرات ساختاری در الگو می‌شود و نمی‌توان شرایط ساختاری را در الگو ثابت در نظر گرفت و در نتیجه، نمی‌توان انتقاد لوکاس را در الگوسازی نادیده گرفت؛ اما اگر بازه زمانی بلندمدت را به چند بازه زمانی با وضعیت مشابه در میانمدت تفکیک کرد و برای هر دوره به صورت جداگانه الگوسازی نمود، انتقاد لوکاس بر پارامترهای الگوها، وارد نخواهد بود. با توجه به مرور پیشینه پژوهش، انتقاد لوکاس به الگوی اکثر مطالعات قبلی وارد است و از این منظر، می‌توان به الگو و نتایج آن، درباره درجه عبور نرخ ارز، خدشه وارد کرد.

در پژوهش حاضر، سعی شده است که این ضعف الگوسازی در مطالعات قبلی، مرتفع گردد و درجه عبور نرخ ارز با تمرکز بر درآمد نفتی و تحریم، به عنوان متغیر وضعیت اقتصاد ایران محاسبه شود. بررسی اثرپذیری انحرافات تورم از شوک ساختاری نرخ ارز و شوک ساختاری تورم در دوره پژوهش به وسیله روش تجزیه تاریخی نیز از وجوه تمایز دیگر پژوهش حاضر از پژوهش‌های قبلی است.

### ۳. الگوی پژوهش

پس از تفکیک وضعیت اقتصاد با استفاده از درآمد نفتی، الگوی SVAR تشریح می‌گردد و با استفاده از تابع عکس‌العمل آنی، درجه عبور نرخ ارز هر دوره، محاسبه می‌شود. با استفاده از تجزیه واریانس و تجزیه تاریخی، اثرپذیری شوک تورم از شوک‌های ساختاری الگو و به طور ویژه، شوک ساختاری نرخ ارز بررسی می‌شود. در نهایت، جهت توضیح علت تفاوت نتایج یافته‌های پژوهش حاضر، به بررسی وضعیت واردات در هر سه دوره پرداخته می‌شود. برای رعایت اختصار، ریشه واحد تمام متغیرهای مورد استفاده در الگوی پژوهش، در جدول ۱ بررسی می‌شود. با توجه به نتایج جدول ۱، همه متغیرهای فوق (بجز انحراف لگاریتم قیمت نفت از وضعیت پایدار)، دارای ریشه واحد هستند.

جدول ۱: آزمون ریشه واحد متغیرها به روش ADF و PP

PP		ADF		متغیر
آماره t تفاضل	آماره t سطح	آماره t تفاضل	آماره t سطح	
-۱۰/۵۲۵۴*	-۱/۶۱۷۱	-۱۰/۴۷۵۵*	-۱/۶۵۸۲	لگاریتم درآمد نفتی جاری دلاری
-۳/۶۱۵۶*	-۱/۱۷۷۷	-۳/۶۱۵۶*	-۱/۴۱۶۰	لگاریتم تولید آمریکا به قیمت
-۵/۸۲۶۴*	-۱/۳۹۸۷	-۲/۷۵۳۲*	-۱/۱۵۵۵	لگاریتم نرخ بهره آمریکا
-۶/۱۷۲۶*	-۱/۵۶۹۱	-۶/۱۷۲۶*	-۱/۵۸۹۴	لگاریتم تولید داخلی (قیمت ثابت)
-۳/۶۱۵۶*	-۰/۵۸۵۶	-۵/۹۸۰۵*	-۰/۵۰۹۸	لگاریتم نرخ ارز
-۳/۸۹۹۳*	۰/۳۸۷۴	-۳/۸۸۱۲*	۰/۱۷۶۲	لگاریتم نقدینگی
-۳/۶۱۵۶*	۰/۶۷۴۴	-۲/۵۴۸۸*	۰/۳۰۲۴	لگاریتم شاخص قیمت مصرف کننده (سال ۱۳۸۳)
-	-۵/۱۸۲۸*	-	-۲/۳۷۴۴*	انحراف لگاریتم قیمت نفت از وضعیت پایدار
-۱۸/۱۸۳۲*	-۱/۸۳۶۶	-۱۷/۳۳۸۸*	-۱/۵۰۱۳	لگاریتم واردات دلاری

معناداری در سطح ۵ درصد با علامت \* مشخص شده است.

منبع: محاسبات تحقیق

### ۱-۳. تفکیک وضعیت اقتصاد کشور

در ادبیات اقتصادی، یکی از عوامل مهم و اثرگذار بر درجه عبور نرخ ارز، محیط تورمی است. در بخش مرور ادبیات، به مقالات متعدد داخلی و خارجی در این زمینه ارجاع داده شده است. در بیشتر پژوهش‌های انجام شده، محیط تورمی را به صورت یک متغیر وضعیت برونزا برای الگو در نظر می‌گیرند که با وضعیت اقتصاد ایران، مطابقت ندارد. تورم در اقتصاد ایران، به عوامل مختلفی بستگی دارد که مهمترین آن، کسری بودجه دولت و استقرار دولت از بانک مرکزی و به تبع آن افزایش پایه پولی،

افزایش نقدینگی و درنهایت، افزایش تورم است. با توجه به وابستگی شدید بودجه دولت به درآمد نفت، به نظر می‌رسد، در صورتی که تغییر در وضعیت درآمد نفتی و دسترسی دولت به ارز حاصل از فروش نفت، مبنای تفکیک دوره‌های مختلف برای اقتصاد ایران قرار گیرد، هم انتقاد لوکاس به الگو وارد نخواهد بود و هم، محیط تورمی به خوبی تفکیک خواهد شد.

بنابراین در این بخش، ابتدا به تفکیک دوره‌های مورد نظر، از مبدأ زمانی ۱۳۶۹/۱ تا ۱۴۰۰/۱ پرداخته می‌شود. از ۱۳۶۹/۱ تا ۱۳۹۰/۳، مربوط به قبل از تحریم است و به دو بخش کمبود درآمد نفتی و فراوانی درآمد نفتی تقسیم می‌شود و از ۱۳۹۰/۴ تا ۱۴۰۰/۱، مربوط به بعد از تحریم است. اکنون با استفاده از روش بای-پرون (۲۰۰۳)، درآمد نفتی قبل از تحریم، به دو دوره تفکیک خواهد شد.

### جدول ۲: تفکیک وضعیت درآمد نفتی قبل از تحریم به روش بای-پرون (۲۰۰۳)

معادله	وضعیت	زمان
$loil_t = 0/665865 + 0/503089 loil_{t-1} + \varepsilon_t$ <p>ضرایب در حد ۱ درصد معنادار هستند.</p>	کمبود درآمد نفتی	تا ۱۳۶۹/۱ ۱۳۷۸/۳
$loil_{t'} = 0/143001 + 0/959254 loil_{t'-1} + \varepsilon_{t'}$ <p>ضریب درآمد نفتی در حد ۱ درصد و عرض از مبدأ در حد ۱۰ درصد معنادار است.</p>	فراوانی درآمد نفتی	تا ۱۳۷۸/۴ ۱۳۹۰/۳

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به ریشه واحد داشتن متغیر لگاریتم درآمد نفتی جاری دلاری، از رگرسیون خودهمبسته با یک درجه خودهمبستگی<sup>۱</sup> برای تشخیص زمان تفکیک، استفاده شده است. با در نظر گرفتن کاهش شدید میانگین و انحراف معیار در دوره فراوانی درآمد نفتی نسبت به سایر دوره‌ها، می‌توان تورم این دوره را پایین در نظر گرفت و با توجه به نزدیک بودن میانگین و تورم فصلی دوران کمبود درآمد نفتی و تحریم، هر دو دوره، دارای محیط تورمی بالا در نظر گرفته می‌شوند. اکنون باید بر حسب میانگین و انحراف معیار تورم فصلی برای دوره‌های مختلف، محیط تورمی در نظر گرفته شود. مطابق جدول ۳، میانگین تورم فصلی برای دوران کمبود درآمد نفتی و تحریم، نزدیک به هم و حدود ۰/۰۵۲ است، اما در دوره وفور درآمد نفتی، میانگین تورم فصلی به ۰/۰۳۵ کاهش می‌یابد. با توجه به کاهش شدید میانگین و انحراف معیار در دوره فراوانی درآمد نفتی نسبت به سایر دوره‌ها، می‌توان تورم این دوره را پایین در نظر گرفت و با توجه به نزدیک بودن میانگین و تورم فصلی دوران کمبود درآمد نفتی و تحریم، هر دو دوره، دارای محیط تورمی بالا در نظر گرفته می‌شوند.

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار تورم فصلی و محیط تورمی دوره‌های مختلف

دوره	وضعیت	میانگین	انحراف معیار	محیط تورمی
۱۳۶۹/۱ تا ۱۳۷۸/۳	کمبود درآمد نفتی	۰/۰۵۳	۰/۰۲۵	تورم بالا
۱۳۷۸/۴ تا ۱۳۹۰/۳	فراوانی درآمد نفتی	۰/۰۳۵	۰/۰۱۵	تورم پایین
۱۳۹۰/۴ تا ۱۴۰۰/۱	تحریم	۰/۰۵۲	۰/۰۳۵	تورم بالا

منبع: محاسبات تحقیق

### ۲-۳. الگوی SVAR

در این بخش، به تبیین الگوی SVAR برای هر سه دوره می‌پردازیم. ابتدا به نحوه تأثیرگذاری جملات خطای ساختاری بر جملات خطای الگو پرداخته می‌شود. سپس تعداد وقفه‌های الگو با توجه به روش‌های معیار اطلاعات حنان-کوئین<sup>۱</sup>، معیار اطلاعات آکائیک<sup>۲</sup> و خطای پیش‌بینی نهایی<sup>۳</sup> مشخص خواهد شد. سپس برای هر الگو، تابع عکس‌العمل آنی شاخص قیمت مصرف‌کننده به شوک نرخ ارز برآورد می‌شود و در صورت معناداری آن در کوتاه‌مدت و بلندمدت، درجه عبور نرخ ارز هر دوره محاسبه خواهد شد. در نهایت، به کمک تجزیه واریانس، به بررسی تأثیرپذیری شوک شاخص قیمت مصرف‌کننده از شوک ساختاری سایر متغیرهای الگو پرداخته می‌شود و نهایتاً به کمک تجزیه واریانس تاریخی، اثرپذیری شوک شاخص قیمت مصرف‌کننده از شوک ساختاری سایر متغیرهای الگو، طی هر دوره بررسی می‌شود.

متغیرهای درونزای الگوی SVAR در هر سه دوره، شامل لگاریتم تولید آمریکا، لگاریتم نرخ بهره آمریکا، لگاریتم تولید داخلی به قیمت ثابت ۱۳۸۳، لگاریتم نرخ ارز، لگاریتم نقدینگی و لگاریتم شاخص قیمت مصرف‌کننده با سال پایه ۱۳۸۳ است. تمام متغیرهای فوق، به صورت تفاضل مرتبه اول در الگو به کار رفته‌اند. برای لحاظ وضعیت بازار جهانی نفت نیز از متغیر انحراف لگاریتم قیمت نفت از وضعیت پایدار<sup>۴</sup> به صورت برونزا، در الگو استفاده شده است.

1. Hannan-Quinn information criterion (HQ)

2. Akaike information criterion (AIC)

3. Final Prediction Error (FPE)

۴. برای محاسبه وضعیت پایدار متغیر قیمت نفت، پس از روندزایی فصلی و لگاریتم‌گیری از این متغیر، از فیلتر هدریک-پرسکات استفاده شده است. از این روش، برای به دست آوردن تخمینی از روند بلندمدت یک سری زمانی استفاده می‌شود (برای مطالعه بیشتر به پژوهش برکچیان و عینیان (۱۳۹۳) مراجعه شود). این تخمین، با استفاده از پارامتر هموارساز (۸) به میزان ۶۷۷ برای داده‌های فصلی، استفاده شده است. در نهایت، از تفاضل لگاریتم متغیر قیمت نفت از وضعیت پایدار این متغیر، انحراف قیمت نفت در هر فصل محاسبه می‌شود.

$$X_t = c + bZ_t + \sum_1^k (a_i X_{t-i}) + u_t \quad (1)$$

الگوی SVAR طبق رابطه (۱) برای هر سه دوره محاسبه می‌شود. در این رابطه،  $X_{n*1}$  بردار متغیرهای درونزای الگو،  $Z_{1*1}$  متغیر برونزا یا انحراف قیمت نفت از وضعیت پایدار است.  $c_{n*1}$  بردار عرض از مبدأ،  $b_{n*1}$  ضریب متغیر برونزا و  $a_{n*m}$  ضریب متغیرهای وقفه‌دار الگو،  $k$  نیز تعداد وقفه‌های بهینه هر دوره و  $u_{n*1}$  بردار خطای الگو می باشد که باید به بردار جملات خطای ساختاری الگو مرتبط شود. در اینجا، به بررسی نحوه اثرگذاری جملات خطای ساختاری متغیرها بر بردار خطای الگو پرداخته می‌شود.

درجه عبور نرخ ارز به معنای تورم شاخص قیمت مصرف‌کننده ناشی از ۱ درصد شوک نرخ ارز می‌باشد. ممکن است منبع شوک در خارج از اقتصاد ایران باشد. به عنوان مثال، انتظار عاملان اقتصادی در بازارهای ارز بین‌المللی از وضعیت بخش حقیقی یک کشور (ثبات رشد و ...) و یا بالا بردن نرخ بهره توسط بانک مرکزی آن کشور به افزایش تقاضای ارز آن کشور در بازار بین‌المللی منجر شود و در نتیجه، هزینه تمام شده کالای وارداتی به واحد پول ملی (ریال) افزایش یابد. با توجه به اینکه درجه عبور نرخ ارز در این مقاله بر مبنای نوسانات دلار محاسبه می‌شود، از تولید و نرخ بهره آمریکا به عنوان متغیرهای درونزای مؤثر بر نرخ ارز در الگو، استفاده شده است. از طرف دیگر، اقتصاد آمریکا با سهم بیش از ۲۰ درصد از اقتصاد جهانی، می‌تواند به عنوان شاخص کلی از وضعیت اقتصاد جهانی در نظر گرفته شود. به عنوان مثال، بحران ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ آمریکا با یک اختلاف زمانی، به کاهش رشد اقتصادی، افزایش تورم و تغییرات زیاد نرخ بهره در بسیاری از کشورهای جهان انجامید. از این منظر، می‌توان اقتصاد آمریکا را به عنوان شاخصی برای وضعیت اقتصاد جهانی در نظر گرفت. به همین دلیل، بخش حقیقی و پولی اقتصاد آمریکا بر اقتصاد ایران اثرگذار است و با توجه به تأثیر کم اقتصاد ایران بر اقتصاد جهان، اقتصاد آمریکا از اقتصاد ایران تأثیر نمی‌پذیرد.

با توجه به اینکه متغیر تولید ناخالص داخلی ایران با درآمد نفتی در الگو استفاده شده است، نوسانات این متغیر از طریق تأثیر بر بودجه دولت بر نقدینگی و نرخ ارز مؤثر است. همچنین تمام متغیرهای بخش حقیقی و پولی داخلی و خارجی، بر شاخص قیمت مصرف‌کننده تأثیرگذار هستند. به عبارتی در الگوی حاضر، شوک شاخص قیمت مصرف‌کننده از شوک ساختاری همه متغیرها تأثیر می‌پذیرد و درونزاترین شوک الگو به شمار می‌رود. برونزاترین شوک مربوط به تولید ناخالص داخلی آمریکا است. شوک ساختاری تولید ناخالص داخلی آمریکا بر نرخ بهره این کشور، مؤثر است. با توجه به اینکه بخش قابل توجهی از تولید داخلی ایران را درآمد نفتی تشکیل می‌دهد و وضعیت نرخ ارز ایران وابسته به درآمد نفتی است، بنابراین، یک رابطه یک طرفه از شوک ساختاری تولید ناخالص داخلی بر نرخ ارز وجود دارد. همچنین با توجه به اینکه سیاست پولی ایران، وابسته به وضعیت بودجه و درآمد نفتی است، متغیر نقدینگی نیز از تولید و نرخ ارز اثر می‌پذیرد. در جدول ۴، معیارهای اطلاعات برای انتخاب وقفه بهینه الگو درج گردیده است. در هر دوره، هر وقفه‌ای که حداقل توسط دو روش پیشنهاد شود، به عنوان وقفه بهینه انتخاب می‌گردد. بنابراین، تعداد وقفه بهینه برای دوره

کمبود درآمد نفتی، ۱ وقفه، برای دوره فراوانی درآمد نفتی، ۱ وقفه و برای دوره تحریم، ۲ وقفه در نظر گرفته شده است.

$$\begin{bmatrix} u_{DLWGDP} \\ u_{DLWI} \\ u_{DLGDP} \\ u_{DLEX} \\ u_{DLLIQ} \\ u_{DLCPI} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_{21} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_{41} & \alpha_{42} & \alpha_{43} & 1 & 0 & 0 \\ \alpha_{51} & \alpha_{52} & \alpha_{53} & \alpha_{54} & 1 & 0 \\ \alpha_{61} & \alpha_{62} & \alpha_{63} & \alpha_{64} & \alpha_{65} & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \varepsilon_{DLWGDP} \\ \varepsilon_{DLWI} \\ \varepsilon_{DLGDP} \\ \varepsilon_{DLEX} \\ \varepsilon_{DLLIQ} \\ \varepsilon_{DLCPI} \end{bmatrix}$$

جدول ۴: وقفه پیشنهادی روش‌های HQ، AIC و FPE

دوره تحریم			دوره فراوانی درآمد نفتی			دوره کمبود درآمد نفتی			وقفه
FPE	AIC	HQ	FPE	AIC	HQ	FPE	AIC	HQ	
۱/۴e-۱۶	-۱۷/۱۶	-۱۶/۹۷	۴/۸e-۲۰	-۲۷/۴۴	-۲۷/۲۷	۶e-۱۹	-۲۵/۰۰	-۲۴/۸۲	۰
۴/۸e-۱۶	-۱۸/۲۸	-۱۷/۵۵	۲/۰e-۲۰	-۲۸/۳۵	-۲۷/۶۴	۵e-۱۹	-۲۵/۲۱	-۲۴/۴۸	۱
۳/۰e-۱۶	-۱۸/۹۴	-۱۷/۶۵	۲/۱e-۲۰	-۲۸/۳۷	-۲۷/۱۳	۸e-۱۹	-۲۴/۸۷	-۲۳/۵۸	۲
۳/۳e-۱۶	-۱۹/۳۲	-۱۷/۴۷	۲/۵e-۲۰	-۲۸/۴۲	-۲۶/۶۶	۲e-۱۸	-۲۴/۸۵	-۲۳/۰۱	۳

مقدار پیشنهادی هر روش، پررنگ‌تر از سایر موارد نوشته شده است.

منبع: محاسبات تحقیق

برای محاسبه درجه عبور نرخ ارز، باید عکس‌العمل تغییرات لگاریتم شاخص قیمت مصرف‌کننده (تورم) نسبت به عکس‌العمل تغییرات لگاریتم نرخ ارز محاسبه شود. سپس از رابطه زیر، درجه عبور نرخ ارز محاسبه خواهد شد.

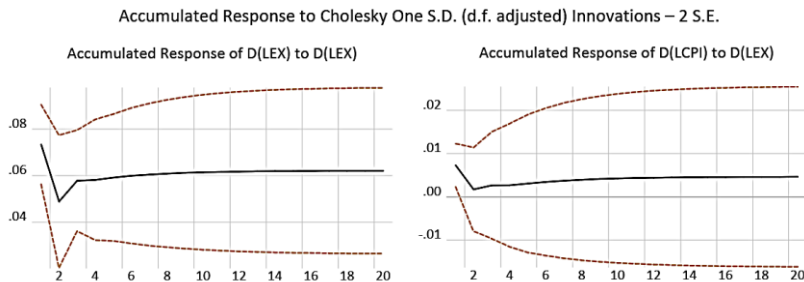
$$ERPT = \frac{\sum_{k=1}^n DLCPI_k}{\sum_{k=1}^n DLEX_k} \quad (۲)$$

شایان ذکر است که n در فرمول فوق، برحسب معناداری عکس‌العمل متغیرها به شوک نرخ ارز متفاوت است. بنابراین، ممکن است در دوره‌ای، درجه عبور نرخ ارز فقط به صورت آنی معنادار باشد.



### ۳-۳. تابع عکس‌العمل آنی

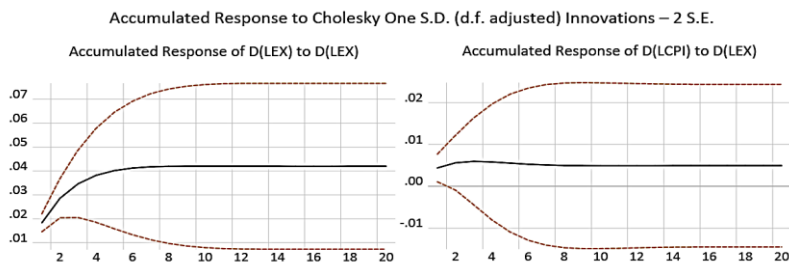
شکل ۱، شکل ۲ و شکل ۳، عکس‌العمل تجمعی تورم و رشد نرخ ارز را به شوک ساختاری نرخ ارز به ترتیب، در دوره کمبود درآمد نفتی، دوره فراوانی درآمد نفتی و دوره تحریم نشان می‌دهد.



منبع: یافته‌های پژوهش

#### شکل ۱: عکس‌العمل تورم و رشد نرخ ارز به شوک نرخ ارز در دوره کمبود درآمد نفتی

مطابق شکل ۱، درجه عبور نرخ ارز فقط در یک فصل معنادار است و با توجه به رابطه (۲)، مقدار آن برابر با ۹/۹ درصد است. مطابق شکل ۲، درجه عبور نرخ ارز فقط به صورت آنی معنادار است و مقدار آن برابر با ۲۵/۱ درصد است. با توجه به تخفیف محیط تورمی و افزایش درجه عبور نرخ ارز در دوره تحریم نسبت به دوره فراوانی درآمد نفتی، فرضیه اول رد می‌شود.

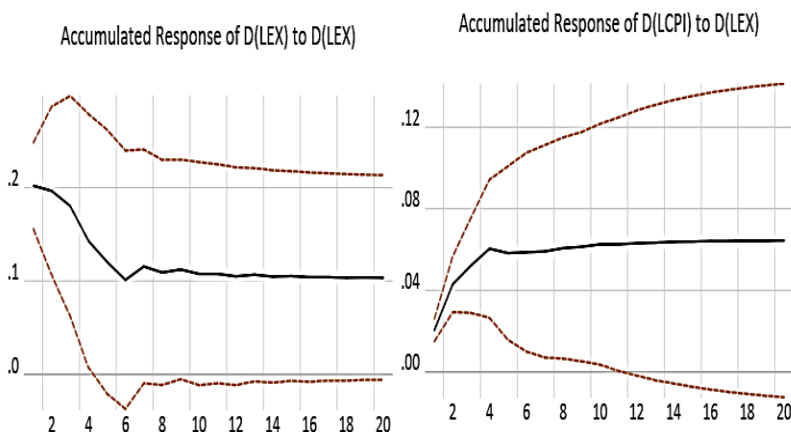


منبع: یافته‌های پژوهش

#### شکل ۲: عکس‌العمل تورم و رشد نرخ ارز به شوک نرخ ارز در دوره فراوانی درآمد نفتی

با توجه به شکل ۳، مقدار درجه عبور نرخ ارز آنی برابر ۱۰/۱ درصد می‌باشد و مقدار درجه عبور نرخ ارز در کوتاه‌مدت و پس از ۴ فصل، به حدود ۴۳ درصد خواهد رسید.

## Accumulated Response to Cholesky One S.D. (d.f. adjusted) Innovations - 2 S.E.



منبع: یافته‌های پژوهش

## شکل ۳: عکس‌العمل تورم و رشد نرخ ارز به شوک نرخ ارز در دوره تحریم

به عبارتی، تخلیه اثر شوک نرخ ارز در تورم، ظرف یک سال به طور تقریبی، ۴ برابر تورم در فصل اول است و بنابراین، فرضیه سوم رد می‌شود. با توجه به تشدید محیط تورمی و کاهش درجه عبور نرخ ارز در دوره وفور درآمد نفتی نسبت به دوره کمبود درآمد نفتی، فرضیه دوم رد می‌شود.

## ۳-۴. تجزیه جملات خطا

تجزیه جملات خطا در الگوی SVAR از دو منظر قابل بررسی است. گاهی تجزیه جملات خطا پس از تعادل پایدار الگو، مورد نظر پژوهشگر است. در این زمینه، پژوهشگر باید از روش تجزیه واریانس جملات خطا استفاده کند و می‌تواند تجزیه جملات خطا در دوره‌های مورد نظر خود را محاسبه نماید. گاهی تجزیه اثر جملات خطا در دوره الگو، مورد نظر پژوهشگر است. در این مورد، باید از روش تجزیه تاریخی استفاده کرد. جدول ۵، سهم پایدار شوک متغیرهای مختلف را در تجزیه واریانس  $u_{DLCPI}$  برای دوره‌های مختلف نشان می‌دهد. تجزیه جملات خطای DLCPI در الگوی SVAR، برای دوره کمبود و فراوانی درآمد نفتی، نشان می‌دهد که بیشترین توضیح‌دهندگی خطای DLCPI توسط شوک خود این متغیر بوده است. بنابراین در این دو دوره، انتظار می‌رود که از منظر عاملان اقتصادی، عامل اصلی علامت‌دهی برای پیش‌بینی تورم در آینده، مربوط به شوک ساختاری تورم باشد؛ در حالی که در دوره تحریم، شوک ساختاری رشد نرخ ارز، عامل اصلی در تجزیه واریانس شوک تورم می‌باشد. صحت موارد فوق را می‌توان از طریق روش تجزیه تاریخی نیز بررسی نمود.

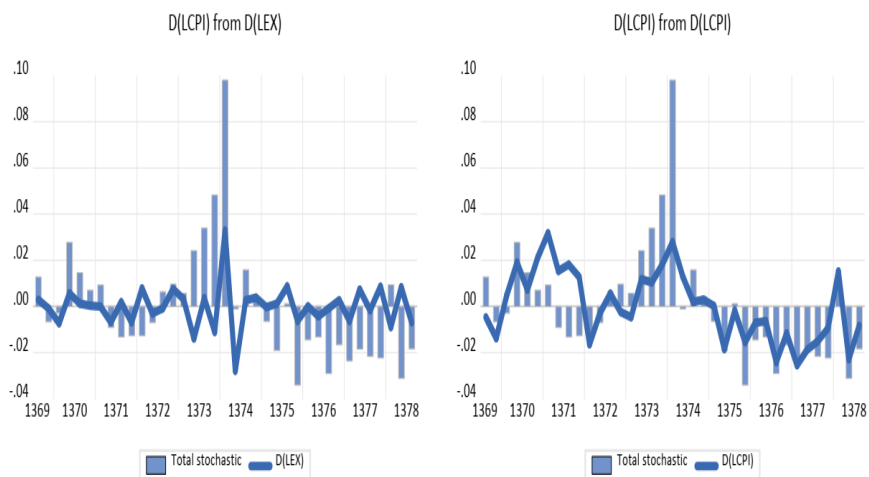
جدول ۵: تجزیه واریانس  $U_{DLCPI}$

DLCPI	DLIQ	DLEX	DLGDP	DLWI	DLWGBP	دوره
۴۸/۱۳	۲/۸۵	۱۱/۷۹	۰/۰۶	۲۹/۱۶	۸/۰۰	کمبود در آمد نفتی
۶۷/۶۴	۶/۶۴	۱۵/۲۹	۱/۳۷	۱/۷۲	۷/۳۴	فراوانی در آمد نفتی
۵/۹۴	۰/۵۷	۵۷/۳۲	۱۰/۷۹	۱/۰۳	۲۴/۳۴	تحریم

منبع: محاسبات تحقیق

همان طور که در شکل ۴ و ۵ مشخص است، تجزیه تاریخی تورم در دوره کمبود و فراوانی درآمد نفتی، بیشتر توسط شوک ساختاری شاخص تورم توضیح داده شده است.

Historical Decomposition using Cholesky (d.f. adjusted) Weights

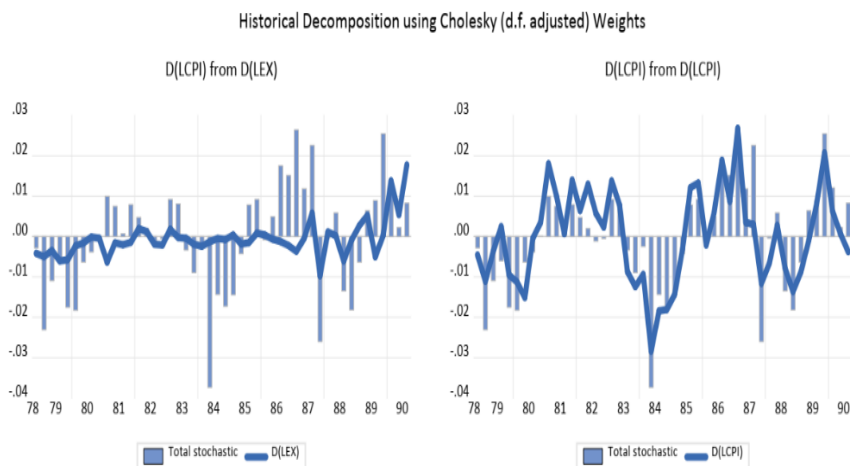


منبع: یافته‌های پژوهش

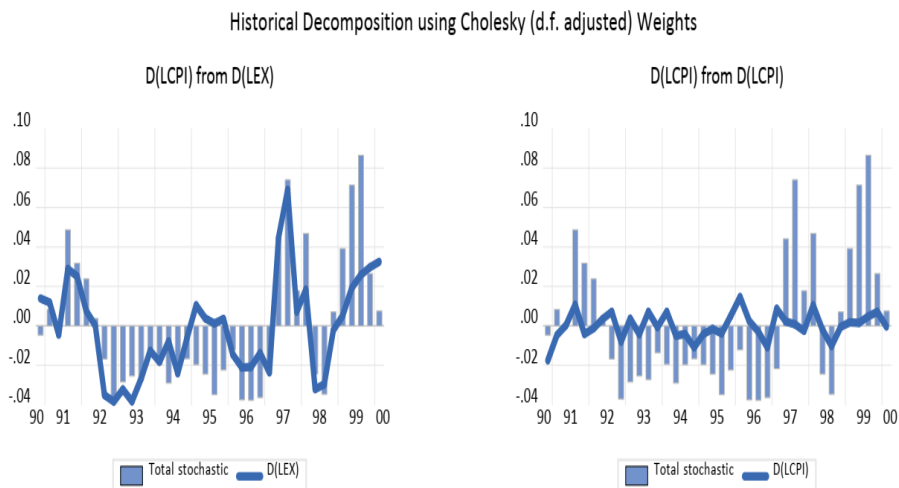
شکل ۴: تجزیه تاریخی شوک تورم دوره کمبود درآمد نفتی

تجزیه تاریخی در شکل ۵، همچنین نشان می‌دهد که شوک ساختاری نرخ ارز، شوک تورمی سال ۱۳۹۰ را بهتر توضیح می‌دهد

## شکل ۵. تجزیه تاریخی شوک تورم دوره فراوانی درآمد نفتی



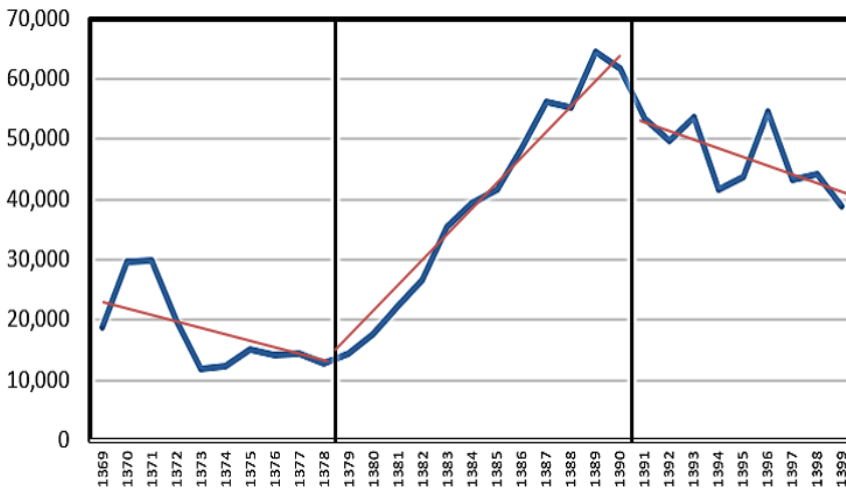
مطابق شکل ۶، تجزیه تاریخی تورم در اکثر فصل‌ها بجز اواخر سال ۱۳۹۴ تا اواسط سال ۱۳۹۵ توسط شوک ساختاری نرخ ارز توضیح داده شده است که به معنی سیگنال گرفتن عوامل اقتصادی از شوک‌های نرخ ارز، جهت پیش‌بینی تورم در دوره تحریم است.



منبع: یافته‌های پژوهش

## شکل ۶: تجزیه تاریخی شوک تورم دوره تحریم

نتایج، نشان می‌دهد که برخلاف اکثر مطالعات قبلی داخلی و خارجی، با تشدید محیط تورمی، نه تنها درجه عبور نرخ ارز آنی افزایش نداشته است بلکه کاهش معناداری نیز مشاهده می‌شود. همچنین با تخفیف محیط تورمی، درجه عبور نرخ ارز آنی افزایش یافته است. به نظر می‌رسد، علت پدیده مزبور به وابستگی سبد مصرفی خانوار به کالاهای وارداتی مصرفی به طور مستقیم و افزایش سهم کالای واسطه خارجی در تولید کالای داخلی باشد. شکل ۷، میزان واردات بر حسب میلیون دلار برای سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹ را نشان می‌دهد. در دوره کمبود درآمد نفتی و دوره تحریم، میزان واردات دلاری تقریباً سیر نزولی یکسانی دارد ولی در دوره فراوانی درآمد نفتی، با توجه به وفور درآمد ارزی، وضعیت واردات، سیر صعودی دارد و به نظر می‌رسد که در این دوره، کالاهای وارداتی، جایگزین کالاهای داخلی در سبد مصرفی خانوار شده و سهمی بیشتری از سبد مصرفی خانوار را نسبت به دو دوره دیگر دارد.<sup>۱</sup>



منبع: داده‌های بانک مرکزی

### شکل ۷: روند واردات به میلیون دلار جاری

حال با توجه به ریشه واحد داشتن متغیر واردات جاری دلاری، برای هر سه دوره، واردات با یک وقفه، تخمین زده می‌شود و با توجه به معناداری ضرایب، به بررسی تفاوت رفتار واردات در این سه دوره پرداخته می‌شود.

۱. هرچند، بررسی اثر واردات بر مصرف، نیاز به مدل سازی بر مبنای داده‌های اقتصاد خرد و وضعیت سبد مصرفی خانوار دهک‌های مختلف دارد، اما می‌توان انتظار داشت که با تغییر ساختاری و افزایش روند واردات، وابستگی سبد مصرفی خانوار نیز به کالای وارداتی، به طور مستقیم و غیرمستقیم افزایش یابد.

همان طور که انتظار می‌رفت، با توجه به تخمین معادلات واردات دلاری، این متغیر در دوره کمبود درآمد نفتی و دوره تحریم، رفتار مشابهی دارد و در دوره فراوانی درآمد نفتی، ضریب وقفه این متغیر، رشد بیش از ۵۰ درصد دارد که می‌تواند به افزایش تأثیر واردات بر تولید کالای داخلی و سبب مصرفی خانوار منجر شود. از این رو، می‌توان رفتار درجه عبور نرخ ارز در دوره فراوانی درآمد نفتی را معلول وابستگی بیشتر سبب مصرفی خانوار در این دوره نسبت به دو دوره دیگر دانست. نتیجه فوق، با مطالعه بز و همکاران (۲۰۲۲) که افزایش حجم تجارت خارجی با دلار (یا یورو)، به افزایش درجه عبور نرخ ارز منجر می‌شود، مطابقت دارد.

جدول ۶: تخمین معادلات واردات دلاری در دوره‌های مختلف

معادله	دوره
$limp_t = ۳/۶۰۲۸۷۸ + ۰/۵۶۷۱۷۰ \cdot limp_{t-۱} + \varepsilon_t$ تمام ضرایب در حد ۱ درصد معنادار هستند.	کمبود درآمد نفتی
$limp_{t'} = ۰/۶۶۶۷۴۴ + ۰/۹۲۹۹۵۲ \cdot limp_{t'-۱} + \varepsilon_{t'}$ ضریب عرض از مبدأ در حد ۱۰ درصد و ضریب وقفه متغیر در حد ۱ درصد معنادار است.	فراوانی درآمد نفتی
$limp_{t''} = ۳/۶۵۹۷۱۳ + ۰/۶۰۸۴۹۴ \cdot limp_{t''-۱} + \varepsilon_{t''}$ تمام ضرایب در حد ۱ درصد معنادار هستند.	تحریم

منبع: محاسبات تحقیق

#### ۴. نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، به بررسی اثر تحریم‌ها و وضعیت درآمد نفتی بر درجه عبور نرخ ارز برای داده‌های فصلی ۱۳۶۹/۱ تا ۱۴۰۰/۱ پرداخته شده است. برای رفع انتقاد لوکاس از الگوی پژوهش، با توجه به وضعیت درآمد نفتی به عنوان متغیر وضعیت اقتصاد ایران، دوره مورد بررسی با استفاده از روش بای-پرون (۲۰۰۳) به سه دوره تحریم، فراوانی و کمبود درآمد نفتی تقسیم شد و ویژگی‌های بارز اقتصاد در هر سه دوره اعم از محیط تورمی و واردات مورد بررسی قرار گرفت.

برای محاسبه درجه عبور نرخ ارز، از الگوی SVAR، استفاده شد. تابع عکس‌العمل آنی، نشان می‌دهد که درجه عبور نرخ ارز آنی برای دوره کمبود درآمد نفتی ۹/۹ درصد، دوره فراوانی درآمد نفتی ۲۵/۱ درصد و دوره تحریم ۱۰/۱ درصد است، اما با گذشت زمان، فقط در دوره تحریم، درجه عبور نرخ ارز معنادار است و مقدار آن، پس از گذشت یک سال، حدود ۴۳ درصد است. تجزیه واریانس و تجزیه تاریخی، نشان می‌دهد که در دوره تحریم، شوک ساختاری نرخ ارز، بیشترین

سهم را در توضیح نوسانات تورم دارد؛ درحالی که در دو دوره دیگر، شوک ساختاری تورم، عامل اصلی توضیح‌دهنده نوسانات تورم است.

اهم نتایج پژوهش حاضر شامل موارد زیر است:

۱. با توجه به مرور ادبیات انجام شده، بر خلاف اکثر مطالعات قبلی داخلی و خارجی، نتایج، نشان می‌دهد که با تشدید محیط تورمی، درجه عبور نرخ ارز کاهش می‌یابد و با تخفیف محیط تورمی، درجه عبور نرخ ارز افزایش می‌یابد.

۲. برای توضیح رفتار درجه عبور نرخ ارز، وضعیت واردات برای هر سه دوره بررسی شد. معادلات واردات، نشان می‌دهد که این متغیر در دوره کمبود درآمد نفتی و تحریم، رفتار یکسانی دارد اما در دوره فراوانی درآمد نفتی، تغییرات ساختاری در روند این متغیر مشاهده می‌شود. به نظر می‌رسد که عامل توضیح‌دهنده تغییرات شاخص درجه عبور نرخ ارز در جهت خلاف محیط تورمی، استفاده از لنگر ارزی برای مهار تورم و روند افزایشی واردات در دوره فراوانی درآمد نفتی نسبت به دو دوره دیگر باشد که به وابستگی بیشتر سبد مصرفی خانوار به کالای خارجی و نرخ ارز و به تبع آن، افزایش درجه عبور نرخ ارز منجر شده است. این نتیجه، با مطالعه بز و همکاران (۲۰۲۲) مطابقت دارد.

۳. سیاست ارزی کشور متناسب با درآمد نفتی و وضعیت بودجه دولت مشخص می‌شود. در دهه ۱۳۸۰ و به طور ویژه از سال ۱۳۸۵ به بعد، با افزایش درآمد نفتی، عرضه ارز توسط دولت در بازار افزایش یافت و با توجه به استقلال کم بانک مرکزی، در عمل، سیاست لنگر ارزی به اجرا درآمد. به نظر می‌رسد، سیاست استفاده از لنگر ارزی برای مهار تورم در اقتصاد ایران در بلندمدت مناسب نیست.

نتیجه فوق، با مطالعه آیزن و همکاران (۲۰۲۱) مطابقت دارد. از دو منظر، لنگر ارزی برای مهار تورم ابزار مناسبی نیست. از طرفی، در سمت تقاضای اقتصاد، هر چند استفاده از لنگر ارزی، نوسانات نرخ ارز را محدود می‌کند و از رشد تورم تا حدی جلوگیری می‌کند، اما با توجه به جایگزینی کالای وارداتی در سبد مصرفی خانوارها، وابستگی سبد مصرفی به نرخ ارز، افزایش می‌یابد و درجه عبور نرخ ارز نیز افزایش می‌یابد.

بنابراین، نه تنها بانک مرکزی را به اهداف خود در میان‌مدت نزدیک نمی‌کند بلکه مقدمات آسیب‌پذیری بیشتر خانوارها را در مواجهه با شوک‌های ارزی فراهم می‌سازد. از طرف دیگر، در سمت عرضه اقتصاد، با توجه به محدودیت‌های ارزی کشور، سیاست لنگر ارزی، نمی‌تواند در بلندمدت اجرا شود و کنار گذاشتن آن، علاوه بر وارد کردن شوک به بخش حقیقی اقتصاد،

می‌تواند به جهش‌های تورمی منجر شود (همان طور که در سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ جهش‌های تورمی رخ داد) و درنهایت، با ایجاد رکود تورمی، اعتبار سیاست‌گذار پولی و مالی را در بین عواملان اقتصادی، به شدت کاهش دهد.

پس در صورتی که بانک مرکزی، بیش از پیش مستقل شود، با فرض ثابت بودن سایر شرایط، انتظار می‌رود که وضعیت رکود تورمی با نوسانات ارزی و تورم کمتری همراه باشد. بنابراین، موارد زیر توصیه می‌شود:

۱. جهت استقلال بیشتر بانک مرکزی از دولت، سهم کابینه و دولت در تعیین رئیس بانک مرکزی کاهش یابد تا بانک مرکزی بتواند با اولویت قرار دادن اهداف خود (نظیر کنترل انحرافات تورم و نرخ ارز، انحرافات تولید، و ...) بر تأمین کسری بودجه دولت (با اعطای وام و افزایش بدهی بخش دولتی به بانک مرکزی و ...)، هم به صورت قانونی و هم، در عمل، سیاست پولی مستقلی را پیگیری کند.

۲. برای افزایش اعتبار سیاست‌گذار پولی، به جای استفاده از لنگر ارزی، بانک مرکزی در کوتاه‌مدت، اهداف خود را متناسب با وضعیت بخش حقیقی اقتصاد اعلام کند و به آن پایبند باشد و گزارش وضعیت موجود را در زمان‌های مقرر اعلام کند و در میان‌مدت، فقط اهداف خود را به صورت ضمنی پیگیری کند و از طریق قابل پیش‌بینی شدن وضعیت اقتصاد، اعتبار خود را در بین عواملان اقتصادی افزایش دهد. هر قدر بانک مرکزی استقلال بیشتری داشته باشد، پیگیری سیاست فوق، آسان‌تر خواهد بود.



## References

- Abtahi, S. (2017). "An Analysis of the Exchange Rate Pass-through and the Inflation Dynamics in Iran: Regime Switching Approach". The Journal of Economic Policy, **9**(18): 21-40 (in Persian).
- Aisen, Ari, Manguinhane, Edson, & Simione, Félix F. (2021). "An Empirical Assessment of the Exchange Rate Passthrough in Mozambique". IMF Working Paper. WP/21/132.
- Barakchian, S., Barkish, A., & Valizadeh, M. (2021). "Exchange rate pass-through in Iran: Exchange rate effects on the consumer price index. Quarterly Journal of Economic Research and Policies (QJERP), **28**(96): 33-64 (in Persian).
- Boz, Emine, Gopinath, Gita, & Plagborg-Møller, Mikkel. (2022). "Dollar Invoicing and the Heterogeneity of Exchange Rate Pass-Through". AEA Papers and Proceedings. Vol. 109: 527-532.
- Choudhri E. U., & D. S. Hakura. (2006). "Exchange Rate Pass-Through to Domestic Prices: Does the Inflationary Environment Matter?". Journal of International Money and Finance, **25**(4): 614-639.
- Ebrahimi, S., & Madanizadeh, S. (2016). "Changes in Exchange Rate Pass-Through in Iran". Journal of Applied Economics Studies in Iran, **5**(18): 147-170 (in Persian).
- Einian, Majid, & Barakchian, Seyed Mehdi. (2014). "Measuring and Dating Business Cycles in the Iranian Economy". JMBR, **7**(20): 161-194 (in Persian).
- Ezzati-Shourgoli, A., & Khodavaisi H. (2021). "An Estimation of the Exchange Rate Pass-Through to Domestic Prices in The Iranian Economy: An Application of the Time-Varying Parameter Models". QJER, **21**(1): 29-62 (in Persian).
- Gagnon J. E., & J. Ihrig. (2004). "Monetary Policy and Exchange Rate Pass-Through". International Journal of Finance & Economics, **9**(4): 315-338.
- Goldberg P. K., & M. M. Knetter. (1996). Goods Prices and Exchange Rates: What have we learned? (No. w5862). National Bureau of Economic Research.
- Ha, Jongrim, Stocker., M. Marc, & Yilmazkuday., Hakan. (2019). "Inflation and Exchange Rate Pass-Through". World Bank, Policy Research Working Paper, No. 8780.
- Heydari, H., & Ahmadzadeh, A. (2015). "Exchange Rate Pass-Through in Pricing Chain in Iran". Iranian Journal of Trade Studies, **19**(74): 1-38 (in Persian).
- Jalali Naini, Seyyed Ahmadreza. (2015). *Monetary Policy: Theory and Practice in Iran*. Monetary and Bankig Research Institute, Central Bank of IRI, first edition (in Persian).

- Kazerooni, A., Salmani, B., & Feshari, M. (2012). "The Impact of Exchange Rate Volatility on the Exchange Rate Pass-Through in Iran (TVP Approach)". Journal of Applied Economics Studies in Iran, **1**(2): 85-114 (in Persian).
- Maria-Dolores, Ramón. (2010). "Exchange rate pass-through in New Member States and candidate countries of the EU". International Review of Economics & Finance, Vol. 19, issue 1: 23-35.
- Olamide, Ebenezer, Kanayo, Ogujiuba, & Maredza, Andrew. (2022). "Exchange Rate Volatility, Inflation and Economic Growth in Developing Countries: Panel Data Approach for SADC". Economies : 10-67.  
<https://doi.org/3390/10/economies10030067>
- Rasekhi, S., & Montazeri, M. (2015). "The Impact of Macroeconomic Instability on Exchange Rate Pass Through: Some Evidence from Smooth Transition Regression (STR) Model". JEMR, **6**(22): 7-31 (in Persian).
- Rezazadeh, A., Mohammadpoor, S., & Fattahi, F. (2018). "Application of the Threshold Vector Autoregression Model (TVAR) in Nonlinear Analysis of Exchange Rate Pass-Through on Inflation in Iran". Journal of Applied Economics Studies in Iran, **7**(27): 51-81 (in Persian).
- Sadat Hoseyni, N., Asgharpur, H., & Haghghat, J. (2018). "Effect of Exchange Rate Pass-Through on Import Price Index: Smooth Transition Regression Approach". Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi), **53**(2): 57-75 (in Persian).
- Takhtamanova Y. F. (2010). "Understanding Changes in Exchange Rate Pass-Through". Journal of Macroeconomics, **32**(4): 1118-30.
- Tayebi, S. K., Nasrollahi, K., Yazdani, M., & Malekhosseini, S. H. (2015). "Analyzing the Effect of Exchange Rate Pass-Through on Inflation in Iran (1991-2012)". Iranian Journal of Economic Research, **20**(63): 1-36 (in Persian).
- Taylor, J. B. (2000). "Low Inflation Pass-Through. and the Pricing Power of Firms". European Economic Review, **44**(7): 1389-1408.
- Winkelried, D. (2014). "Exchange Rate Pass-Through and Inflation Targeting in Peru". Empirical Economics, **46**(4): 1181-96.  
[www.TSD.CBI.ir](http://www.TSD.CBI.ir)  
[www.databank.worldbank.org](http://www.databank.worldbank.org)  
[www.data.imf.org](http://www.data.imf.org)

## The Effects of Sanctions and Oil Revenues on Exchange Rate Pass-Through

Mohammadjavad Khosrosereshki<sup>1</sup>  
Alireza Keikha<sup>2\*</sup>

Received: 10-04-2022

Accepted: 08-05-2022

### Introduction:

Exchange rate pass-through (ERPT) is one of the most important indicators for monetary policymakers that shows the impact of exchange rate volatility on price indices (such as CPI, PPI, etc.). The economic stability and inflation environment are two factors affecting ERPT. The lower the inflation environment, the lesser the ERPT. In an oil-exporting country, the long-run situation of oil revenues can be a state variable of the economy and affect the expectations of economic agents. Therefore, the purpose of this study is to investigate the effect of sanctions against Iran and oil revenues situation on the ERPT from 1990Q2 to 2021Q1.

### Methodology:

Regarding the implementing date of sanctions (2012Q1), the sanction period is from 2012Q1 to 2021Q1. Considering Lucas' critique, the switching models are not appropriate, and separated models are preferred. Therefore, by using the Bai-Perron (2003) method and taking oil revenues as a state variable of economy, the rest of the period is separated into two periods. The first period (from 1990Q1 to 2000Q4) is the phase of shortage in oil revenues and the second period (from 2001Q1 to 2011Q4) is the phase of abundance in oil revenues. The inflation environment during sanctions and shortage in oil revenues was high, and it was low in the period of abundance in oil revenues.

The ERPT for each period was calculated using the Structural Vector Autoregressive (SVAR) model. Oil price gap is the exogenous variable and the endogenous variables are respectively as follows: USA GDP, USA CPI, domestic GDP, exchange rate, liquidity and domestic CPI. All variables are in the first difference of logarithmic form. The Cholesky decomposition were used. The optimal lags for each model were selected by Hannan-Quinn information criterion (HQ), Akaike information criterion (AIC) and Final Prediction Error (FPE).

---

1. Ph.D. in International Economics, Tarbiat Modares University,  
E-mail: m.khosrosereshki@modares.ac.ir

2. Assistant Professor at the Faculty of Agriculture, University of Zabol, Corresponding Author, E-mail: alirezakeikha@uoz.ac.ir

In this model, ERPT is the ratio of the accumulated response of CPI to exchange rate structural shock.

$$ERPT = \frac{\sum_{k=1}^n DLCPI_k}{\sum_{k=1}^n DLEX_k} \quad (1)$$

To investigate the effect of endogenous variables shocks on domestic CPI, variance and historical decomposition are used. Finally, the autoregressive trend of imports for each period is calculated to explain the status of imports versus different oil revenues. These equations can explain the dependency of CPI to imports.

### **Results and Discussion:**

Only the ERPT in the sanctions period has a long-run effect on the economy. This effect is about 43%. The ERPT is 9.9% for the period of shortage in oil revenues, 25.1% for the period of abundance in oil revenues and 10.1% for the sanctions period. Unlike most previous studies, the results show that the lower the inflation environment, the higher the ERPT, and the higher the inflation environment, the lower the ERPT. The main cause of these unexpected changes in ERPT is related to share of imports in consumption basket. The import trend, either in the sanctions or the shortage oil revenues period, was decreasing while in the abundant oil revenues period, was increasing.

The results of the variance and historical decomposition show that in the period of sanctions, the exchange rate structural shocks have the largest share in inflation shocks, while in the other two periods, the inflation structural shock has the largest share in inflation shocks.

### **Conclusion:**

The central bank of Iran is using the nominal exchange rate as an anchor to limit inflation and, finally, increase the monetary policymaker's credibility. In Iran, increasing oil revenues leads to implementing the crawling peg exchange rate system instead of the managed floating exchange rate system, and consequently, not only the PPI inflation will be greater than the imported goods inflation, but also the imports will increasingly grow. Therefore, it is expected that the share of imports in the consumption basket grows and CPI will be more sensitive to imports. These results can explain the ERPT changes.

In order to increase the credibility of the monetary policy maker and reduce the ERPT sensitivity to oil revenue situations, instead of using the nominal exchange rate anchor, the central bank should be more independent, commit to

implementing monetary policy. So, according to the real sector of the economy, the central bank should announce its goals in the short-run and commit to them and announce the status report at the appointed times, and in the medium run, the central bank should pursue only its goals implicitly and increase its credibility among economic agents by making the economy more predictable. The more independent the central bank is, the easier it will be to follow the above policy.

**Keywords:** Sanction, Oil Revenues, Exchange Rate Pass-Through, Inflation, Exchange Rate.

**JEL Classification:** D58, E52, E58

## تعیین بخش‌های کلیدی استان یزد بر مبنای تحلیل داده - ستانده

### دو منطقه‌ای

فرناز دهقان بنادکوکي<sup>۱</sup>

زهرا نصراللهی<sup>۲\*</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۱۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱/۲۷

#### چکیده

کمبود منابع در کشورهای مختلف بخصوص کشورهای در حال توسعه، نشان از اهمیت شناسایی بخش‌های کلیدی برای اقتصاد این کشورها و از موضوعات مهم برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران اقتصادی است. بدین منظور، هدف از پژوهش حاضر، شناسایی بخش‌های کلیدی اقتصاد استان یزد و سایر اقتصاد ملی بر مبنای مدل داده - ستانده دو منطقه‌ای بوده و جدول داده - ستانده دو منطقه‌ای استان یزد و سایر اقتصاد ملی بر اساس روش سهم مکانی *SFLQ* از جدول داده - ستانده ملی سال ۱۳۹۵ بانک مرکزی استخراج، و سپس با استفاده از روش‌های سنتی، از طریق کشش تقاضای نهایی ستانده و تحلیل پوششی داده‌ها، به شناسایی بخش‌های کلیدی پرداخته شده و نهایتاً، با بهره‌گیری از شاخص چندرتبه‌ای (*MRI*)، یک تعریف همزمان از نتایج ارائه شده است. در یک جمع‌بندی کلی از نتایج، بخش‌های کلیدی استان یزد، صنعت محور هستند. همچنین نتایج حاصل، اشاره به تفاوت در بخش‌های کلیدی با توجه به رویکرد برنامه‌ریزی منطقه‌ای هر منطقه دارد که به شناخت درست پتانسیل‌ها و توانایی‌های هر منطقه منجر خواهد شد.

**واژگان کلیدی:** بخش‌های کلیدی، برنامه‌ریزی منطقه‌ای، رشد اقتصادی، مدل داده - ستانده، استان

یزد

طبقه‌بندی *JEL*: O18, O40, C67

## ۱. مقدمه

توسعه، مفهومی پیچیده و چندبعدی بوده که در طول زمان دچار تحولات مفهومی زیادی شده است. این مفهوم، نه تنها شامل ابعاد مادی و رفاه زندگی بشر بوده، بلکه سایر ابعاد وجودی انسان را نیز دربر می‌گیرد. به منظور ارزیابی توسعه، از معیارها و شاخص‌های مختلفی استفاده می‌شود که تغییرات معیشتی، رفاهی، اجتماعی زندگی بشر را در طول دوره‌های مختلف مورد ارزیابی قرار می‌دهد و با سایر جوامع مقایسه می‌کند.

اگرچه پیشرفت اقتصادی، یکی از ابعاد مهم توسعه است، اما همه آن نیست. ابعاد اجتماعی توسعه که به ایجاد عدالت و برابری فرصت‌ها برای آحاد مختلف افراد یک جامعه منجر می‌شود، یکی دیگر از ابعاد مهم توسعه است. تحقق این هدف، نیازمند برنامه‌ریزی به عنوان فعالیتی آگاهانه برای تحقق اهداف معین می‌باشد. برنامه‌ریزی منطقه‌ای به معنی مورد توجه قرار دادن پتانسیل‌ها و توانایی‌های مناطق مختلف یک کشور و تلاش برای ترمیم نقاط ضعف آن مناطق به منظور افزایش سطح رفاه مردم، یکی از گام‌های اساسی برای تحقق عدالت در یک جامعه است؛ همان‌طور که به رسمیت شناختن، شناسایی و برنامه‌ریزی برای پرورش استعدادها و همچنین متفاوت بودن نقاط ضعف و کمبودها بین انسان‌ها، یکی از واقعیت‌های بیرونی و راه تحقق اهداف بلندمدت افراد است. برای مناطق مختلف یک کشور هم، این واقعیت وجود دارد و مدیریت کارآمد باید از طریق برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سعی در بهره‌برداری و به ثمر رساندن این توانمندی‌ها داشته باشد. این امر، گام نهادن در مسیر تحقق توسعه است.

عدم توجه به این تنوع توانمندی‌ها و نقاط ضعف‌ها از طریق انباشت منابع انسانی و مادی در نقاط قطبی و تهی کردن منابع انسانی و مادر از نقاط حاشیه‌ای، به هدر رفت منابع، از یک طرف و تشدید دوگانگی‌های منطقه‌ای و تبعات منفی ناشی از آن، از طرف دیگر، منجر خواهد شد. از آنجایی که از جمله رسالت‌های جامعه علمی کشور، شناسایی و ارائه راهکار برای چالش‌های پیش روی جامعه و اولین گام در برنامه‌ریزی منطقه‌ای، شناخت ظرفیت‌ها و توانایی‌های نواحی مختلف یک کشور است، پژوهش حاضر، به بررسی و شناسایی بخش‌های کلیدی اقتصاد استان یزد و سایر اقتصاد ملی اختصاص دارد.

استان یزد، هشتمین استان وسیع کشور و حدود ۱/۶ درصد از کل محصول ناخالص داخلی کشور را به خود اختصاص داده است (سالنامه آماری کشور، ۱۳۹۸). شناسایی بخش‌های کلیدی استان، به شناخت درست پتانسیل‌های منطقه و ارائه سیاست‌های درست منجر می‌شود که گامی مهم در راستای استفاده بهینه از منابع استان است. بدین منظور، جدول داده - ستانده استان یزد و سایر اقتصاد

ملی بر اساس روش سهم مکانی خاص صنعتی فلگ (SFLQ)<sup>۱</sup> و با استفاد از جدول داده - ستانده ملی سال ۱۳۹۵ بانک مرکزی در ۲۰ بخش تهیه شد.

در ایران، مطالعات متعددی در زمینه برآورد بخش‌های کلیدی در سطح ملی و یا منطقه‌ای انجام گرفته، اما نوآوری پژوهش حاضر، این است که به بررسی تمام فعالیت‌های اقتصادی استان یزد و سایر اقتصاد ملی به طور همزمان و شناسایی بخش‌های کلیدی دو منطقه با استفاده از روش‌های سنتی، کشش تقاضای نهایی ستانده و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)<sup>۲</sup> و در نهایت، شاخص چندرتبه‌ای (MRI)<sup>۳</sup> پرداخته است.

پژوهش حاضر، درصدد پاسخگویی به دو سؤال است:

سؤال اول - تفاوت‌های ساختار اقتصادی این مناطق که ناشی از تفاوت در ظرفیت‌ها و پتانسیل‌های آن است، به چه صورت می باشد؟

سؤال دوم - با بهره‌گیری از روش‌های متفاوت (روش سنتی، کشش تقاضای نهایی ستانده و تحلیل پوششی داده‌ها) در شناسایی بخش‌های کلیدی، چه نتایج حاصل می‌شود؟  
از این رو در این مطالعه، تلاش شده پیوندهای میان فعالیت‌های اقتصادی برای استان یزد و سایر اقتصاد ملی، محاسبه و بخش‌های کلیدی مشخص شود.

ساختار مقاله به این صورت است که پس از بیان مقدمه، در بخش دوم و سوم، به ترتیب، به مبانی نظری و مطالعات تجربی انجام شده در این زمینه پرداخته شده است. بخش چهارم، به روش تحقیق اختصاص دارد. در بخش بعدی، خلاصه نتایج و یافته‌های تحقیق و در پایان، نتیجه‌گیری کلی ارائه شده است.

## ۲. مبانی نظری

به‌طور کلی، نظریات رشد و توسعه به‌منظور شناسایی اهمیت بخش‌های اقتصادی و نحوه تخصیص منابع در سه گروه اصلی نظریه رشد متوازن (متعادل)، غیرمتوازن (نامتعادل) و نظریه قطب رشد مطرح شده است.

استدلال طرفداران نظریه رشد متوازن، این است که دستیابی به رشد و توسعه از طریق سرمایه‌گذاری در یک بخش به‌تنهایی ممکن نیست، بلکه سرمایه‌گذاری همزمان در بخش‌های اقتصادی، دارای بازدهی فزاینده و مرتبط با هم، به‌گونه‌ای که هر بخش، متقاضی محصولات سایر بخش‌ها باشد، یک استراتژی مؤثر در راستای نیل به توسعه است. در واقع رشد متوازن، روش یا الگوی



متعادل سرمایه‌گذاری در مجموعه‌ای از بخش‌های مختلف بوده، به گونه‌ای که تولیدکنندگان در این بخش‌ها، مشتری یکدیگر شوند و حجم بازار افزایش یابد.

اگرچه این نظریه در مورد کشورهای پیشرفته صنعتی در این زمینه صدق کرده، اما کاربرد آن برای کشورهای در حال توسعه، به دلایلی از جمله محدودیت منابع سرمایه‌گذاری و دشواری‌های موجود در حوزه برنامه‌ریزی و مدیریت منابع، با ایرادات اساسی مواجه است. این نظریه با تأکید بر موانع سمت عرضه (تولید)، سمت تقاضا را نادیده می‌گیرد (گوسکا<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵).

همین مسأله، باعث طرح نظریه رشد نامتوازن از سوی هیرشمن<sup>۲</sup> شد. مدافعان این نظریه معتقدند از آنجایی که امکان سرمایه‌گذاری‌های وسیع و همزمان در بخش‌های مختلف اقتصادی که لازمه کاربرد نظریه رشد متوازن است، در کشورهای در حال توسعه به دلیل کمبود سرمایه وجود ندارد، پس ضرورت دارد که سرمایه‌گذاری در بخش‌های کلیدی که نقش محرک را برای سایر بخش‌ها یا صنایع ایفا می‌کنند، صورت گیرد.

به عبارت دیگر، سرمایه‌گذاری در صنایع منتخب و کلیدی، قادر است از طریق نفوذ به سایر بخش‌های اقتصادی، سرمایه‌گذاری در سایر بخش‌ها را تحریک و موج گسترده‌ای از تولید و تقاضا را ایجاد کند. بنابراین در نظریه رشد نامتوازن، شناسایی بخش‌های کلیدی که قادر به ایفای نقش رهبری برای سایر بخش‌های اقتصادی هستند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (جانسونز و بلود<sup>۳</sup>، ۲۰۱۸).

طرح نظریه قطب رشد توسط پرو<sup>۴</sup> در سال ۱۹۵۵ ملهم از ایده شومپیتر<sup>۵</sup> بود، مبنی بر اینکه رشد، محصول مستقیم و غیرمستقیم نوآوری است. در نظریه پرو، مطرح شد که رشد همزمان در همه جا اتفاق نمی‌افتد، بلکه در نقاط یا قطب‌های توسعه‌ای که از قدرت جاذبه بالایی برخوردارند، رخ می‌دهد. این نقاط، توسعه را در کانال‌هایی پخش می‌کنند و کل اقتصاد را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین به منظور حداکثر کردن رشد اقتصادی، به تخصیص هر چه بیشتر منابع در بخش‌های کلیدی اقتصاد نیاز است. در واقع، تمرکز سرمایه‌گذاری در بخش‌های کلیدی، امکان ایجاد انگیزه بیشتر برای رشد سریع‌تر تولید، درآمد و اشتغال را فراهم می‌آورد (چیو و لین<sup>۶</sup>، ۲۰۱۲).

ویژگی بخش‌های کلیدی در اقتصاد، این است که می‌توانند نقش رهبری را بر عهده گرفته و سایر بخش‌ها را تحت تأثیر قرار دهند. به عبارتی، بخش‌های کلیدی مانند حلقه‌ای از زنجیر که یک رشته از حلقه‌ها را قبل و بعد از خود به دنبال دارد، یک سری ارتباطات و فعالیت‌ها را قبل و بعد از خود

1. Górska (2015)
2. Hirschman
3. Jaunzems & Balode (2018)
4. Perroux (1955)
5. Schmpeter
6. Chiu & Lin (2021)

ایجاد می‌کنند و از این طریق، موجب تسری آثار رشد و توسعه به سایر بخش‌های اقتصاد می‌شوند که به این ارتباطات، پیوندهای «پسین» و «پیشین» می‌گویند. قوی بودن ارتباطات پیشین یک بخش با سایر بخش‌های اقتصادی، نشان‌دهنده آن است که بخش مذکور، نهاده‌های واسطه‌ای فراوانی را جهت تولید محصولات خود از سایر بخش‌ها دریافت می‌کند و به همین ترتیب، ارتباطات پسین قوی یک بخش با سایر بخش‌ها، استفاده گسترده تولیدات بخش مذکور در فرایند تولید سایر بخش‌ها است (اصغرپور موزیرجی و شریفی، ۱۳۹۷).

بدین منظور، این مقاله درصدد است با استفاده از رویکرد داده - ستانده دو منطقه‌ای و براساس چهارچوب نظری رشد نامتوازن، ارتباطات بین‌بخشی و بخش‌های کلیدی استان یزد و سایر اقتصاد ملی را برای سال ۱۳۹۵ شناسایی و مورد بررسی قرار دهد.

### ۳. مطالعات تجربی

سوابق مطالعات در زمینه شناسایی بخش‌های کلیدی، حاکی از آن است که رویکرد داده - ستانده، نقش پررنگ تری را در مطالعات این حوزه و در سطح بخشی، ایفا کرده که در ادامه، به معرفی چند مورد از آنها پرداخته شده است.

#### ۳-۱. مطالعات خارجی

اولچک<sup>۱</sup> (۲۰۱۱)، با استفاده از جدول داده - ستانده و رویکرد راسمیوسن، به شناسایی و محاسبه پیوندهای پسین و پیشین در کشور لهستان طی سال‌های ۱۹۹۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۴ پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد، صنایع دارای پیوندهای پسین و پیشین بزرگتر، به‌عنوان بخش‌های اصلی اقتصاد، نقش مهمی در استراتژی توسعه یک کشور دارند.

چیو و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود و با استفاده از مدل داده - ستانده، به بیان نقش و تأثیر بخش حمل‌ونقل بر اقتصاد ملی کشور تایوان پرداختند. نتایج نشان می‌دهد، صنعت حمل‌ونقل در این کشور، دارای بیشترین قدرت در جذب محصولات صنایع وابسته بوده و بخش حمل‌ونقل جاده‌ای در حمایت از صنایع دیگر در داخل کشور، قدرت نسبتاً بیشتری دارد.

دوآرت و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۷) در پژوهشی که برای کشور اسپانیا و با استفاده از مدل داده - ستانده انجام گرفته است، به بررسی ارتباط صنعت برق با بخش‌های دیگر اقتصادی از طریق پیوند بین‌بخشی راسمیوسن پرداختند. نتایج نشان می‌دهد، بخش برق اسپانیا، از جمله بخش‌های وابسته است؛ به طوری که صادرات برق در این کشور اندک است و تقریباً تمام تقاضای آن، از طریق تولیدات داخلی و واردات از سایر بخش‌ها تأمین می‌شود.

1. Olczyk (2011)

2. Duarte et al. (2017)

جاننوزم و بلود (۲۰۱۸) در مطالعه خود، به تجزیه و تحلیل پیوندهای پسین و پیشین اقتصاد در کشورهای بالتیک و فنلاند<sup>۱</sup> طی سال ۲۰۱۴ پرداختند. تحلیل‌ها نشان می‌دهد که سهم تولید بخش صنعت از کل تولید، نسبت به سایر بخش‌ها بیشتر است.

یاسمین و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۹)، به رتبه‌بندی بخش‌های اقتصاد و بررسی تغییر ساختار تولید در کشور مجارستان با استفاده از مدل داده - ستانده طی سال ۲۰۱۱ پرداختند. در این مطالعه، از مدل لئونتیف<sup>۳</sup> برای شناسایی پیوندهای پسین و پیشین سمت عرضه و تقاضا استفاده شده است. بر اساس نتایج این مطالعه، سه بخش «تولید فلزات اساسی»، «عمده‌فروشی و خرده‌فروشی» و «ارتباطات»، بخش‌های کلیدی و پیشرو اقتصاد هستند.

ژو و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۲۰) در پژوهشی که برای کشور استرالیا و با استفاده از مدل داده - ستانده انجام گرفت، به اندازه‌گیری تغییرات ساختاری و پیوندهای پسین و پیشین اقتصادی پرداختند. در این مطالعه، از دو صنعت «معدن» و «خدمات» به عنوان صنایع عقب‌مانده و از صنعت «ساخت‌وساز» به عنوان یک صنعت پیشرو یاد شده است.

### ۲-۳. مطالعات داخلی

پاشا زانوس و بانویی (۱۳۹۲) با استفاده از مدل داده - ستانده و پیوندهای پسین و پیشین در رویکرد سنتی و نوین، نقش واردات در سنجش اهمیت بخش‌های اقتصاد ایران را تحلیل کرده‌اند. نتایج به دست آمده، حکایت از تغییر اندک بخش‌های کلیدی از حالت متعارف به داخلی در رویکرد سنتی دارد. تغییرات رتبه‌بندی بخش‌ها در رویکرد نوین، به گونه‌ای است که به ترتیب، ۵۱ و ۶۲/۵ درصد کل بخش‌های خدمات و کشاورزی جدول با احتساب پیوندهای داخلی در میان سایر بخش‌ها به جایگاه به نسبت بالاتری دست می‌یابند و تقریباً ۴۸ درصد کل بخش‌های صنعتی، با نزول رتبه روبه‌رو خواهند شد.

حکیمی‌پور و اکبریان (۱۳۹۴) در مقاله خود، با استفاده از مدل داده - ستانده سال ۱۳۹۰، به تعیین و تشخیص بخش‌هایی که سرمایه‌گذاری در آنها بتواند محرک اقتصاد و رشد اقتصادی بیشتر شود، پرداختند. براساس نتایج حاصل از این تحقیق، مشاهده می‌شود که با وجود ضریب همبستگی بسیار بالای روش راسمیوسن و روش بردار ویژه، تعداد ۱۶ بخش بر مبنای روش سنتی راسمیوسن و تعداد ۴ بخش بر مبنای روش بردار ویژه، به عنوان بخش‌های کلیدی اقتصاد ایران مطرح هستند.

1. Baltic States & Finland
2. Yasmin *et al.* (2019)
3. Leontief
4. Zhu *et al.* (2020)

فرمانی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه خود، با استفاده از جدول داده - ستانده و سه شاخص پیوندها، کشش داده - ستانده و چند رتبه‌ای، به شناسایی فعالیت‌های کلیدی اقتصاد استان سیستان و بلوچستان از نظر ایجاد اشتغال و تولید پرداختند. نتایج با توجه به شاخص چند رتبه‌ای، نشان می‌دهد که فعالیت‌های «کشاورزی، شکار و جنگلداری»، «معدن»، «صنعت»، «هتل و رستوران»، «عمده فروشی، خرده فروشی، تعمیر وسایل نقلیه و کالاها» و «بهداشت و مددکاری اجتماعی»، از نظر اشتغال‌زایی کلیدی هستند؛ درحالی که بخش‌های کلیدی از نظر تولید «کشاورزی، شکار و جنگلداری»، «صنعت»، «تأمین آب، برق و گاز طبیعی»، «هتل و رستوران»، «عمده فروشی، خرده فروشی، تعمیر وسایل نقلیه و کالاها»، «حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات» و «سایر خدمات عمومی، اجتماعی، شخصی و خانگی» تعیین شد. لذا در این مقاله، عنوان شده که سیاست‌های رشد محور، لزوماً بیشترین اشتغال را ایجاد نمی‌کنند.

یعقوبی منطری و آقامیری (۱۳۹۷) ضمن توجه به صنعت هتلداری و با استفاده از جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۰، به محاسبه پیوندهای پسین و پیشین و بررسی فعالیت‌هایی که در ارتباط تنگاتنگ با این صنعت قرار دارند، پرداختند. با توجه به یافته‌های پژوهش و براساس پیوندهای پسین و پیشین، ملاحظه شده است که توسعه زیرساخت‌ها برای توسعه صنعت هتلداری بسیار پراهمیت است و نتایج در راستای توسعه اشتغال صنعت هتلداری کشور، نشان می‌دهد که خدمات «عمده‌فروشی و خرده‌فروشی»، «اقامتگاه‌های عمومی» و «کافی‌شاپ و رستوران‌ها»، بیشترین ضریب نسبی اشتغال‌زایی را در صنعت گردشگری کشور دارند.

کیایی و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از مدل داده - ستانده سال ۱۳۹۰ و رویکرد حذف فرضی، به تعیین بخش‌های پیشرو و کلیدی در اقتصاد ایران پرداختند. نتایج پژوهش، نشان داد که بخش‌های کلیدی اقتصاد ایران، به ترتیب، عبارتند از پنج بخش «تولید صنعتی»، «استخراج معدن»، «حمل‌ونقل و انبارداری»، «ساخت‌مان» و «کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری». همچنین از میان بخش‌های کلیدی در شرایط کنونی، فقط بخش «ساخت‌مان»، امکان تحقق درون‌زایی را در اقتصاد ایران فراهم می‌کند و باید به عنوان موتور محرکه اقتصاد، به رسمیت شناخته شود.

#### ۴. مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، به دنبال شناسایی و ارزیابی بخش‌های کلیدی اقتصادی استان یزد و سایر اقتصاد ملی با استفاده از روش‌های سنتی، کشش تقاضای نهایی، تحلیل پوششی داده‌ها و در نهایت، شاخص چند رتبه‌ای به وسیله جدول داده - ستانده دو منطقه‌ای هستیم.

در این مقاله، از جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۵ بانک مرکزی که به‌روزترین جدول داده - ستانده آماری رسمی مورد تأیید و در دسترس در زمان انجام پژوهش بوده، استفاده شده است. همچنین جدول داده - ستانده منطقه‌ای سال ۱۳۹۵ استان یزد و سایر اقتصاد ملی با به کارگیری روش سهم مکانی خاص فلگ از جدول داده - ستانده به‌روز شده سال ۱۳۹۵ بانک مرکزی و حساب‌های منطقه‌ای همان سال استخراج شده است.

جدول داده - ستانده بانک مرکزی، متناسب با ساختار تولیدی و اقتصادی دو منطقه و با استفاده از روش طبقه‌بندی ISIC در ۲۰ بخش تجمیع شده است (جدول ۱).

جدول ۱: عناوین بخش‌های اقتصادی استان یزد

شماره بخش	نام بخش	شماره بخش	نام بخش
۱	کشاورزی	۱۱	ساخت فلزات اساسی
۲	نفت خام، گاز طبیعی و سایر معادن	۱۲	ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات
۳	ساخت محصولات غذایی و آشامیدنی و تنباکو	۱۳	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر
۴	ساخت منسوجات	۱۴	ساخت، تعمیر و نصب محصولات رایانه‌ای، الکترونیکی و نوری، ساخت، تعمیر و نصب تجهیزات برقی
۵	ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز، دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی	۱۵	ساخت وسایل نقلیه موتوری و سایر تجهیزات حمل‌ونقل
۶	ساخت چوب و محصولات چوبی	۱۶	ساخت مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر
۷	ساخت کاغذ، محصولات کاغذی و چاپ	۱۷	آب و برق و گاز
۸	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای و ساخت مواد و محصولات شیمیایی	۱۸	ساخت‌مان
۹	ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک	۱۹	حمل‌ونقل
۱۰	ساخت محصولات کانی غیرفلزی	۲۰	سایر خدمات

در بخش‌های زیر مدل داده - ستانده، فرایند تهیه جدول داده - ستانده استان یزد و سایر اقتصاد ملی و سه روش شناسایی بخش‌های کلیدی در قالب دو منطقه تشریح، و در نهایت، با استفاده از شاخص چندرتبه‌ای، یک جمع‌بندی کلی از شاخص‌های مورد بررسی ارائه شده است.

## ۴-۱. تحلیل داده - ستانده

جدول داده - ستانده، تصویری از وابستگی‌های متقابل فعالیت‌های اقتصادی و یا به عبارتی، پیوندهای متقابل بخش‌ها را به صورت منسجم در قالب یک ماتریس جبری ارائه می‌کند. به طور کلی، در یک سیستم اقتصادی که متشکل از  $n$  بخش تولیدی است، کل ستانده بخش  $i$  ( $X_i$ )، می‌تواند برای تقاضای واسطه‌ای مورد استفاده قرار گیرد که براساس معادله ستانده یا تراز تولیدی، به شکل رابطه (۱) تعریف می‌شود (اکبری و ابوطالبی، ۱۳۹۹):

$$X_i = \sum_j X_{ij} + Y_i \quad (1)$$

عنصر  $X_{ij}$  بیانگر ستانده‌ای است که از بخش  $i$  به بخش  $j$  واگذار می‌شود و  $Y_i$  نشان‌دهنده تقاضای نهایی بخش  $i$  است. با در نظر گرفتن فرض تابع تولید خطی، بردار ستانده هر بخش می‌تواند به وسیله رابطه (۲) تعریف شود:

$$X_{ij} = a_{ij}X_j \quad (2)$$

عنصر  $a_{ij}$ ، ارزش نهاده بخش  $i$  است که برای تولید یک واحد ستانده در بخش  $j$  لازم است. با جایگذاری رابطه (۲) در رابطه (۱)، رابطه (۳) به دست می‌آید که شکل ماتریسی و فرم حل شده آن به صورت معادلات (۴) و (۵) خواهد بود:

$$X_i = \left( \sum_j a_{ij} X_j \right) + Y_i \quad (3)$$

$$X = AX + Y \quad (4)$$

$$X = (I - A)^{-1} Y \quad (5)$$

که در آن،  $[I]_{n \times n}$  ماتریس واحد و  $[A]_{n \times n}$  ماتریس ضرایب فنی تولید (ضرایب نهاده) هستند.  $(I - A)^{-1}$  نیز معکوس ماتریس لئونتیف نامیده می‌شود؛ که رکن اساسی تحلیل‌های داده - ستانده است؛ زیرا اثر کامل (مستقیم و غیرمستقیم) یک شوک خارجی در تقاضای نهایی را بر تمام رشته فعالیت‌ها نشان می‌دهد. در واقع عنصر  $ij$  از ماتریس معکوس لئونتیف، نشان‌دهنده کل میزان ستانده بخش  $i$  است که برای افزایش یک واحد پولی تقاضای نهایی در بخش  $j$  مورد نیاز می‌باشد (ژائو و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۹).

## ۴-۲. تهیه جدول داده - ستانده استان یزد و سایر اقتصاد ملی

ساخت جداول داده - ستانده منطقه‌ای با توجه به میزان وابستگی آن به جدول ملی به سه روش آماری، نیمه آماری و غیر آماری انجام می‌شود. از آنجا که تهیه جداول منطقه‌ای به روش‌های آماری و نیمه آماری بسیار پرهزینه و زمان‌بر است، روش‌های غیر آماری برای تهیه جدول داده - ستانده منطقه‌ای، رایج‌ترین روش است. روش سهم مکانی، یکی از پرکاربردترین روش‌های غیر آماری تهیه

جدول منطقه‌ای به‌شمار می‌رود که در آن، ضرایب مبادلات واسطه‌ای بین بخشی منطقه از تعدیل این ضرایب در جدول ملی بر مبنای ابعاد اقتصاد فضا به دست می‌آیند (بانویی و همکاران، ۱۳۹۸). همه روش‌های سهم مکانی بر این فرض اساسی استوارند که تکنولوژی تولید همه بخش‌ها در سطح ملی و منطقه یکسان است. از این رو نقش ضرایب سهم مکانی، تعدیل ضرایب نهاده ملی و محاسبه درصد خریدهای داخلی ضرایب، منطقه‌ای است. رابطه (۶) نقطه شروع روش سهم مکانی در شرایط فقدان آمار و اطلاعات مورد نیاز است (فلگ و توهمو، ۲۰۱۶):

$$\hat{r}_{ij} = q_{ij} \times a_{ij} \quad (۶)$$

که در آن،  $a_{ij}$  ضرایب نهاده ملی،  $q_{ij}$  ضریب سهم مکانی بوده، و به‌طور معمول اندازه آن نمی‌تواند بزرگتر از یک باشد و  $\hat{r}_{ij}$  نیز ضرایب نهاده منطقه‌ای است. تفاوت روش‌های مختلف سهم مکانی در چگونگی محاسبه ضریب  $q_{ij}$  است، که هرچه تعداد بیشتری از عوامل اقتصاد فضا در ضریب سهم مکانی گنجانده شود، این ضریب قابلیت بیشتری در تعدیل مناسب ضرایب ملی خواهد داشت.

در پژوهش حاضر، به‌منظور تهیه جدول داده - ستانده استان یزد و سایر اقتصاد ملی، از روش سهم مکانی خاص صنعتی فلگ، استفاده شده است. روش سهم مکانی خاص صنعتی فلگ، برتری قاطعی در تخمین ضرایب منطقه‌ای نسبت به سایر روش‌های سهم مکانی دارد و اجازه می‌دهد تا ضرایب ملی در بخش‌های مختلف اقتصادی به نسبت‌های متفاوتی تعدیل شوند. همچنین با این روش، تا حد زیادی مشکل تخمین بیش از حد ضرایب منطقه‌ای بر طرف می‌شود و براساس همه معیارهای ارزیابی در روش، ستانده استانی را با خطای کمتری برآورد می‌کند (کووالکسی، ۲۰۱۵).

در این مقاله، با توجه به استفاده از روش سهم مکانی خاص صنعتی فلگ، می‌توان نوشت:

$$SFLQ_{ij} = \begin{cases} CILQ_{ij} \times \lambda_j & \text{for } i \neq j \\ SLQ_{ij} \times \lambda_j & \text{for } i = j \end{cases} \quad (۷)$$

$$\lambda = [\log_2(1 + X^r/X^n)]^\delta \quad 0 \leq \delta < 1 \quad 0 \leq \lambda \leq 1 \quad (۸)$$

$$r_{ij} = \begin{cases} (SFLQ_{ij} a_{ij}) & \text{if } SFLQ_{ij} \leq 1 \\ a_{ij} & \text{if } SFLQ_{ij} > 1 \end{cases} \quad (۹)$$

که در آن،  $CILQ_{ij}$  و  $SLQ_{ij}$ ، به ترتیب، سهم مکانی متقاطع صنعتی و سهم مکانی ساده بخش عرضه‌کننده و تقاضاکننده هستند.  $\lambda$  ضریب تعدیل منطقه و  $\delta$  ضریب تعدیل ساختار اقتصادی منطقه بوده، و مقادیر  $\delta$  برای بخش‌های مختلف در روش سهم مکانی خاص صنعتی فلگ متفاوت است و

۱. معیارهای اقتصاد فضا را می‌توان اشتغال، ستانده، ارزش افزوده یا سایر متغیرهای مرتبط در نظر گرفت که در این تحقیق، معیار ستانده در نظر گرفته شده است.

میزان آن بر حسب حداقل کردن ستانده واقعی<sup>۱</sup> هر منطقه با ستانده تخمینی<sup>۲</sup> حاصل می شود (نصراللهی و زارعی، ۱۳۹۶). مبنای محاسبات  $\delta$  در این پژوهش، بر حسب سهم مکانی خاص صنعتی فلگ محاسباتی در فرمول (۱۰) است.

$$\mu_1 = \frac{1}{n^2} \sum_j |\dot{X}_j - X_j| \quad (10)$$

$\mu_1$  معیاری است که متوسط قدر مطلق اختلاف را اندازه گیری می کند و  $\delta$  براساس آن تعیین می شود. همچنین متغیرهای  $\dot{X}_j$  و  $X_j$ ، به ترتیب، ستانده تخمینی و واقعی بخش  $j$ ام و  $n$  تعداد بخش ها است. در این روش، مقدار کوچکتر  $\delta$  به معنی  $\delta$  بزرگتر و تعدیل کمتر ضرائب ملی است.<sup>۳</sup> سپس بر مبنای جدول داده - ستانده استان یزد و سایر اقتصاد ملی، می توان به شناسایی بخش های کلیدی اقتصاد دو منطقه با استفاده از روش های سنتی، کشش تقاضای نهایی ستانده و تحلیل پوششی داده ها (DEA) و در نهایت، شاخص چند رتبه ای (MRI) پرداخت.

### ۳-۴. تعیین بخش های کلیدی اقتصاد از نظر تولید با استفاده از جدول داده - ستانده

سیر تحولات حدود هفت دهه اخیر در حوزه بخش های کلیدی، نشان می دهد که روش های تعیین بخش های کلیدی به تناسب ساختار اقتصاد جهانی و به تبع آن، تغییرات ساختار بخش ها و ظهور بخش های جدید در سطح ملی و منطقه ای، در دو دسته قابل طبقه بندی هستند. دسته اول، شامل روش هایی است که عملکرد بخش ها را بر مبنای مبادلات واسطه ای مورد سنجش قرار داده و اندازه تقاضای نهایی و ارزش افزوده بخش ها را نادیده می گیرند. این رویکرد مبتنی بر مبادلات واسطه ای بین بخشی شامل روش های چنری - واتانابه<sup>۴</sup>، راسموسن<sup>۵</sup>، گش<sup>۶</sup>، هیرشمن، بردار ویژه، شاخص میانگین طول انتشار و نظریه شبکه است.

این گروه در قالب روش های سنتی تعیین بخش های کلیدی هستند. در رویکرد دوم که به رویکرد نوین شهرت دارد، علاوه بر مبادلات واسطه ای، اندازه تقاضای نهایی و ارزش افزوده بخش ها نیز مبنای ارزیابی بخش های کلیدی قرار می گیرند؛ زیرا تغییرات فقط محدود به تغییرات ساختاری بخش ها

۱. ستانده واقعی، معادل ستانده استان یزد است که از حساب های منطقه ای مرکز آمار ایران استخراج شده است.

۲. ستانده محاسباتی، از حاصل ضرب ماتریس سطری ارزش افزوده استان یزد (از حساب های منطقه ای مرکز آمار ایران استخراج می شود)؛ به علاوه، واردات واسطه ای در ماتریس ضرایب فزاینده حاصل می شود.

۳. برای اطلاع بیشتر در مورد روش سهم مکانی خاص صنعتی فلگ، به پایان نامه حیدری (۱۳۹۶)، زارعی (۱۳۹۶) و شادابفر (۱۳۹۷) رجوع شود.

4. Chenery-Watanabe

5. Rasmussen

6. Ghosh



نبوده و ضروری است که اجزای تقاضای نهایی و ارزش افزوده که ارتباط مستقیم با رشد دارند نیز در تحلیل‌های مرتبط با شناسایی بخش‌های کلیدی مد نظر قرار گیرند.

در این گروه، پژوهشگرانی چون سلا<sup>۱</sup> (۱۹۸۴)، کلمنت<sup>۲</sup> (۱۹۸۴) لیندن و دیازنباخر<sup>۳</sup> (۱۹۹۷)، میلر و لر<sup>۴</sup> (۲۰۰۱) و دیازنباخر (۲۰۰۳)، مطالعات ارزنده‌ای در این خصوص داشته‌اند (یعقوبی منطری و همکاران، ۱۳۹۷). در ادامه، به معرفی روش‌های مورد استفاده در پژوهش شامل روش‌های سنتی، کشش تقاضای نهایی ستانده و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) پرداخته شده است.

### ۱-۳-۴. تعیین بخش‌های کلیدی با استفاده از روش سنتی

مبنای تحلیل پیوندهای پسین و پیشین در روش سنتی با توجه به روابط متعارف داده - ستانده، ماتریس معکوس لئونتیف (رابطه (۱۱)) است، که در آن، روابط مستقیم و غیرمستقیم فعالیت‌ها با یکدیگر انعکاس یافته است.  $x = [x_1, \dots, x_n]^t$  بردار ستونی تولید ناخالص،  $Z$  ماتریس مبادلات واسطه بین بخشی،  $e = [1, \dots, 1]^t$  ماتریس همانی،  $A = [a_{ij}]$  ماتریس ضرایب فنی و  $f = [f_1, \dots, f_n]^t$  بردار تقاضای نهایی است.

$$x = ze + f \Rightarrow x = Ax + f \quad (11)$$

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} \quad (12)$$

با فرض ثابت بودن ضرایب فنی، پیوندهای پسین مستقیم بر مبنای ماتریس  $A = [a_{ij}]$  به دست می‌آید. DBL که در رابطه (۱۳) معرفی شده است، شاخص پیوند پسین مستقیم نامیده می‌شود و از جمع ستونی ماتریس  $A$  به دست می‌آید. این شاخص، بیانگر آن است که اگر یک واحد ستانده فعالیت [افزایش یابد، می باید خریدهای آن به چه میزان از بخش‌های تأمین کننده نیازهای واسطه‌ای، افزایش پیدا کند.

$$DBL_j = \sum_{i=1}^n \frac{x_{ij}}{x_j} = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (13)$$

در ادامه، برای برآورد شاخص پیوند پسین مستقیم و غیرمستقیم از ماتریس معکوس لئونتیف استفاده می‌شود؛ به گونه‌ای که جمع ستونی این ماتریس برای هر بخش، نشان می‌دهد به‌ازای افزایش یک واحد در تقاضای نهایی بخش [م، تولید آن بخش به صورت مستقیم و غیرمستقیم در کل اقتصاد، چقدر افزایش خواهد یافت. این شاخص، با استفاده از رابطه (۱۴) به دست می‌آید.

$$DIBL_j = \sum_{i=1}^n l_{ij} \quad (14)$$

1. Cella (1974)
2. Clement (1984)
3. Linden & Dietzenbacher (1997)
4. Miller and Lahr (2001)

$$L = (I - A)^{-1} \quad , \quad L = [l_{ij}] \quad (۱۵)$$

برای برآورد شاخص پیوند پیشین از ماتریس عرضه‌محور گش استفاده می‌شود. و رابطه تراز تولیدی آن به صورت رابطه (۱۶) است.

$$x' = \acute{e}z + \acute{v} \Rightarrow \acute{x} = \acute{x}B + \acute{v} \quad (۱۶)$$

که  $\acute{x}$  بردار سطری تولید ناخالص،  $B$  ماتریس ستانده، و  $\acute{V}$  بردار سطری عوامل تولید است. با فرض ثابت بودن ضرایب ستانده، رابطه بالا به صورت زیر به دست می‌آید.

$$\acute{x} = \acute{v}(1 - B)^{-1} \quad (۱۷)$$

$G = (1 - B)^{-1}$ ، ماتریس معکوس گش نامیده می‌شود. به همین ترتیب،  $DIFL$  و  $DIBL$  که نشان دهنده پیوندهای پیشین مستقیم و پیوند پیشین مستقیم و غیرمستقیم هستند، از جمع سطری ماتریس‌های  $B = [b_{ij}]$  و  $G = [g_{ij}]$  به دست می‌آیند. شکل نرمال‌شده شاخص‌های پیوندهای پسین و پیشین که به منظور شناسایی بخش‌ها و فعالیت‌های کلیدی در اقتصاد کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد، در روابط (۱۸) و (۱۹) معرفی شده‌اند.

$$DIBL_j^n = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n l_{ij}} \quad \begin{array}{l} (۱۸) \text{ پیوند پسین مستقیم و غیرمستقیم} \\ \text{نرمال شده} \end{array}$$

$$DIFL_j^n = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n l_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n l_{ij}} \quad \begin{array}{l} (۱۹) \text{ پیوند پیشین مستقیم و غیرمستقیم} \\ \text{نرمال شده} \end{array}$$

پیوند پسین و پیشین نرمال‌شده بزرگتر از یک برای یک بخش، به این معنا است که عملکرد متوسط آن بخش، از عملکرد متوسط کل اقتصاد بزرگتر است. به عبارتی، بخش‌هایی که دارای  $DIBL^n$  و  $DIFL^n$  بزرگتر از یک باشند، به عنوان بخش‌های کلیدی شمرده می‌شوند (معاونت پژوهش‌های اقتصادی، ۱۳۹۴).

## ۲-۳-۴. کشش تقاضای نهایی

به کارگیری روش سنتی در سنجش اهمیت بخش‌ها، با نارسایی‌هایی از جمله تخصیص وزن قراردادی یکسان برای تقاضای نهایی و ارزش افزوده، برآورد کردن بیش از حد اندازه بخش‌ها و نادیده گرفتن اندازه تقاضای نهایی و ارزش افزوده همراه است. شاخص کشش داده - ستانده، یکی از شاخص‌هایی است که در جهت برطرف نمودن نارسایی روش سنتی مطرح شده و علاوه بر اندازه پیوندها، اندازه نسبی بخش‌های اقتصادی را در نظر می‌گیرد. در روش سنتی، امکان دارد بخش پیوند پسین قوی داشته باشد، اما اندازه تقاضای نهایی آن قابل توجه نباشد و لذا حتی یک افزایش صد در صد در تقاضای نهایی چنین بخشی، ستانده اقتصاد را به میزان ناچیزی افزایش دهد.

بنابراین شاخص کشتش تولید داده - ستانده، درجه اهمیت هر بخش را، هم از نظر پیوند با سایر بخش‌ها و هم از منظر نقش بخش، در تقاضای نهایی نشان می‌دهد. همچنین این شاخص، حجم تقاضای نهایی به ستانده کل هر بخش را در شناسایی بخش‌های کلیدی در نظر می‌گیرد (ماتاس و شرستا، ۱۹۹۱). با توجه به رابطه (۲۰) داریم:

$$x_i = \sum_j b_{ij} \times y_j \quad (20)$$

که در آن،  $x_i$  میزان تولید بخش  $i$ ،  $b_{ij}$  درایه سطر  $i$ ام و ستون  $j$ ام ماتریس معکوس لئونتیف و  $y_j$  تقاضای نهایی بخش  $j$ ام است. حال اگر تقاضای نهایی بخش  $j$ ، به اندازه یک واحد تغییر کند، تغییرات تولید بخش  $i$ ام به صورت رابطه (۲۱) و تغییر تولید کل بخش‌های اقتصادی به صورت رابطه (۲۲) خواهد بود:

$$d_{xi}/d_{yi} = b_{ij} \quad (21)$$

$$\sum_i (d_{xi}/d_{yi}) = \sum_i b_{ij} = b_j \quad (22)$$

کشتش تقاضای نهایی تولید، به صورت رابطه (۲۳) تعریف می‌شود:

$$OE_{x_{ff}} = d_x/d_{y_i} \times \frac{y_i}{x} \quad (23)$$

در رابطه (۲۳)،  $OE_{x_{ff}}$  درصد تغییرات در ستانده کل ناشی از یک درصد تغییر در تقاضای نهایی بخش  $j$  و  $x = \sum_{i=1}^n x_i$  است. با جایگذاری رابطه (۲۲) در رابطه (۲۳) خواهیم داشت:

$$OE_{x_{ff}} = \sum_{i=1}^n b_{ij} \left( \frac{f_i}{x} \right) \quad (24)$$

در رابطه (۲۴)،  $OE_{x_{ff}}$  نشان‌دهنده میزان افزایش حجم ستانده کل به ازای یک درصد در افزایش تقاضای نهایی بخش  $j$  است.

### ۳-۳-۴. تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

ایده فارل<sup>۲</sup> (۱۹۵۷) در تحلیل پوششی داده‌ها، محاسبه کارایی از طریق تابع تولید است. برنامه‌ریزی خطی DEA، وزن‌های کاملاً امکان‌پذیر از داده‌ها و ستانده‌ها را برای واحدهای تصمیم‌گیری تخمین می‌زند و به موجب آن، حداکثر ارزش شاخص کارایی برای هر بنگاه را به دست می‌آورد. بنابراین، شاخص‌های کارایی حاصل، حداکثر کارایی واقعی بالاتر از محدودیت‌ها است. پس DEA راه‌حلی برای انتخاب وزن‌ها است. این روش، به‌جای قرار دادن فعالیت‌ها در سطوح پایین طبقه‌بندی به‌دلیل عدم موفقیت بالقوه در حصول متغیری خاص، آنها را با عملکرد خوبی بر حسب افزایش ستانده یا اشتغال طبقه‌بندی می‌کند. محاسبات DEA که نقطه مرزی تولید از طریق فرایندی غیر پارامتری با یک رویه وزن دادن انعطاف‌پذیر است، بر مشکلات روش‌های قبلی با یک رویه وزن دادن ثابت، غلبه دارد (معظمی‌گودرزی و همکاران، ۱۳۹۳).

1. Mattas & Shrestha (1991)

2. Farrell (1957)

از آنجا که نتایج برگرفته از اقتصادسنجی، می‌توانند در دامنه زیادی تغییر کنند، در این پژوهش برای شناسایی بخش‌های کلیدی، از یک مدل ستانده محور BCC و از نرم‌افزار LINGO استفاده می‌شود که معیار ارزیابی آن، بزرگتر و کوچکتر از واحد بودن است و بخشی کارا است که دارای ارزش کارآیی یک و بالاتر باشد. ستانده‌های این مدل، عبارت‌اند از: پیوندهای پسین و پیشین و نهاده آن شامل ستانده فعالیت‌ها.

#### ۴-۳-۴. تعیین بخش‌های کلیدی با استفاده از شاخص چند رتبه‌ای (MRI)

ارزیابی صنایع کلیدی از روش‌های مختلف، با توجه به تعاریف خاص آنها، نتایج متفاوتی را به دنبال دارد. به عنوان مثال، پیوندهای پسین و پیشین، ساختار تولید را با توجه به ارتباطات بخش‌ها با یکدیگر ارزیابی می‌کنند و کشش داده - ستانده بر مبنای سهم نسبی بخش‌ها در تولید ناخالص داخلی، تولید را بررسی می‌کند. از این‌رو، وجود روشی که بتواند به صورت نسبتاً جامع و کامل با در نظر گرفتن نتایج مختلف از ابعاد گوناگون، صنایع کلیدی و پیشرو را مشخص نماید، ضروری به نظر می‌رسد. روش «چند رتبه‌ای» از جمله روش‌هایی است که در این زمینه، می‌توان از آن استفاده نمود. شاخص چند رتبه‌ای برای تعیین صنایع کلیدی، بدین ترتیب است که ابتدا در یک عنوان خاص نظیر تولید، تمامی شاخص‌های به کار رفته جهت رتبه بندی بخش‌ها (نظیر پیوند پسین، پیشین و ...) در نظر گرفته می‌شود. پس از آن، نمونه آماری به صورت  $s=h \times p$  که در آن،  $p$  تعداد شاخص‌های مورد استفاده و  $h$  تعداد بخش‌های مورد نظر به لحاظ کلیدی بودن (به عنوان مثال، هفت بخش اول) است، ساخته می‌شود. در مرحله بعد، فراوانی هر بخش از لحاظ تعداد رتبه‌های از یک تا  $h$  در شاخص‌های مختلف، محاسبه شده و میانگین ساده آنها که از تقسیم تعداد کل فراوانی‌ها به تعداد بخش‌های دارای فراوانی به دست می‌آید، به عنوان مثال، مرز کلیدی و غیر کلیدی در  $s$ ، تعیین می‌شود (فرمانی و همکاران، ۱۳۹۵).

#### ۵. تجزیه و تحلیل نتایج

همان‌طور که در بخش‌های پیشین ذکر شد، ابتدا با استفاده از جدول داده - ستانده ملی سال ۱۳۹۵ بانک مرکزی و حساب‌های منطقه‌ای استان یزد و سایر اقتصاد ملی و با استفاده از روش سهم‌مکانی SFLQ، به برآورد جدول داده - ستانده دو منطقه در ۲۰ بخش پرداخته شد. در ادامه، با استفاده از روش‌های نام برده بخش‌های کلیدی، دو منطقه مورد نظر شناسایی شد. نتایج حاصل از محاسبات به شرح زیر است.

### ۱-۵. شناسایی فعالیت‌های کلیدی با استفاده از شاخص سنتی

در رویکرد سنتی، اهمیت اندازه نسبی هر بخش بر حسب مبادلات واسطه‌ای بین بخشی و ماتریس ضرایب آن، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در جدول شماره (۲)، به ترتیب، نتایج حاصل از شاخص‌های پسین و پیشین نرمال شده برای بخش‌های اقتصادی استان یزد و سایر اقتصاد ملی ارائه شده است. این شاخص‌ها در واقع، عملکرد نسبی هر بخش را نسبت به عملکرد متوسط کل اقتصاد نشان می‌دهند. چنانچه عملکرد شاخص‌های پسین و پیشین نرمال شده هر بخش، بیش از عملکرد متوسط آن در کل اقتصاد باشد، به‌عنوان بخش کلیدی در نظر گرفته می‌شود.

نتایج، حاکی از آن است که در استان یزد از میان ۲۰ بخش اقتصادی، ۶ بخش دارای پیوند پسین نرمال (با سهم ۳۰ درصد از کل) و ۱۰ بخش دارای پیوند پیشین نرمال (با سهم ۵۰ درصد از کل)، بالاتر از یک هستند. در زمره بخش‌های با ضرایب پسین و پیشین نرمال بزرگتر از یک، به ترتیب، بخش‌های «ساخت وسایل نقلیه موتوری و سایر تجهیزات حمل‌ونقل» و «ساخت فلزات اساسی» در رتبه اول قرار دارند و با افزایش یک واحدی در تقاضای نهایی برای ستانده این بخش‌ها، ستانده کل به اندازه ۱/۱۵۸ و ۱/۰۲۷ میلیون ریال افزایش می‌یابد.

با توجه به این جدول، سهم بخش‌های با پیوند پسین و پیشین نرمال بیش از یک در گروه صنایع، به ترتیب، ۲۰ و ۴۰ درصد است؛ به طوری که در این گروه، ۴ بخش دارای پیوند پسین و ۵ بخش دارای پیوند پیشین نرمال شده بیشتر از یک هستند. اما در مورد سایر اقتصاد ملی از میان ۲۰ بخش اقتصادی، ۱۰ بخش (۵۰ درصد از سهم کل)، دارای ضرایب پسین بزرگتر از یک و نه بخش (۴۵ درصد از سهم کل)، دارای ضرایب پیشین بزرگتر از یک هستند. بخش «ساخت تعمیر و نصب محصولات رایانه ای، ... ساخت تعمیر و نصب تجهیزات برقی» و «ساخت فلزات اساسی»، قوی‌ترین بخش در پیوند پسین و پیشین نرمال شده به شمار می‌آیند و با افزایش یک واحد در تقاضای نهایی این بخش‌ها، ستانده کل، به ترتیب، ۱/۳۱۱ و ۱/۲۸۸ میلیون ریال افزایش می‌یابد. درخصوص پیوندهای پسین و پیشین، به ترتیب، ۴۵ و ۳۵ درصد از کل بخش‌های کلیدی در زمره بخش صنعت هستند.

از آنجایی که بخش‌هایی که به‌طور هم‌زمان دارای شاخص‌های پیوند پسین و پیشین بزرگتر از یک هستند، به‌عنوان بخش‌های کلیدی شناخته می‌شوند، از این رو در مجموع، بخش‌های «ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات»، بخش‌های کلیدی استان یزد و در مجموع ۳ بخش «ساخت کاغذ و محصولات کاغذی و چاپ»، «ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک» و «ساخت فلزات اساسی»، بخش‌های کلیدی سایر اقتصاد ملی شناخته شده‌اند.

این بخش‌ها از دیدگاه تقاضاکننده واسطه‌ای از دیگر بخش‌ها برای تأمین تقاضای نهایی خود و همچنین عرضه‌کننده تولید به دیگر بخش‌ها به ازای ارزش افزوده خود، نقشی اساسی ایفا می‌کند. بنابراین هرگونه تغییر در این بخش‌ها با سرعت بیشتری نسبت به تغییر در بخش‌های دیگر به کل اقتصاد استان منتقل خواهد شد.

جدول ۲: نتایج حاصل از پیوندهای محاسبه شده براساس شاخص سنتی

سایر اقتصاد ملی		استان یزد				اسامی بخش‌ها		
پیوند پیشین		پیوند پسین		پیوند پیشین				پیوند پسین
رتبه	ضریب	رتبه	ضریب	رتبه	ضریب	رتبه	ضریب	
۱۹	۰/۸۲۷	۱۶	۰/۸۶۸	۱۶	۰/۹۹۰	۱۷	۰/۹۷۰	کشاورزی
۱۲	۰/۹۲۰	۲۰	۰/۶۶۳	۱۵	۰/۹۹۳	۴	۱/۰۳۱	نفت خام و گاز طبیعی و سایر معادن
۱۴	۰/۸۷۳	۳	۱/۲۰۲	۱۳	۰/۹۹۴	۱۲	۰/۹۷۹	صنایع محصولات غذایی، آشامیدنی و دخانیات
۹	۱/۰۰۹	۱۱	۰/۹۸۹	۳	۱/۰۱۳	۱۱	۰/۹۸۵	ساخت منسوجات
۱۸	۰/۷۶۰	۱۸	۰/۸۳۵	۱۸	۰/۹۸۷	۵	۱/۰۲۱	ساخت پوشاک، دباغی و پرداخت چرم
۲	۱/۲۷۶	۱۴	۰/۹۵۶	۷	۱/۰۰۲	۱۵	۰/۹۷۳	ساخت چوب و محصولات چوبی
۶	۱/۱۲۶	۶	۱/۰۶۶	۸	۱/۰۰۱	۱۳	۰/۹۷۶	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی و چاپ
۷	۱/۱۱۳	۱۲	۰/۹۸۹	۱۰	۱/۰۰۰	۷	۰/۹۹۵	ساخت کک و فرآورده های حاصل از آن و ساخت محصولات شیمیایی
۳	۱/۲۷۲	۲	۱/۲۲۸	۶	۱/۰۰۶	۱۴	۰/۹۷۶	ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک
۵	۱/۲۳۸	۱۳	۰/۹۸۶	۴	۱/۰۱۰	۱۶	۰/۹۷۰	ساخت محصولات کانی غیر فلزی
۱	۱/۲۸۸	۸	۱/۰۵۴	۱	۱/۰۲۷	۸	۰/۹۹۳	ساخت فلزات اساسی
۱۱	۰/۹۵۹	۹	۱/۰۳۹	۹	۱/۰۰۱	۶	۱/۰۰۳	ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات
۱۳	۰/۹۰۲	۱۰	۱/۰۰۳	۱۱	۰/۹۹۷	۲	۱/۰۳۸	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر
۱۰	۰/۹۷۲	۱	۱/۳۱۱	۱۲	۰/۹۹۶	۱۰	۰/۹۸۸	ساخت، تعمیر و نصب محصولات رایانه‌ای، ...، ساخت، تعمیر و نصب تجهیزات برقی
۱۵	۰/۸۶۳	۵	۱/۱۰۲	۱۹	۰/۹۸۵	۱	۱/۱۵۸	ساخت وسایل نقلیه موتوری و سایر تجهیزات حمل‌ونقل
۱۷	۰/۷۶۸	۷	۱/۰۵۹	۱۷	۰/۹۸۷	۹	۰/۹۹۱	ساخت مبلمان و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر
۴	۱/۲۶۳	۱۷	۰/۸۴۱	۵	۱/۰۰۷	۱۸	۰/۹۷۰	برق، آب و گاز
۲۰	۰/۶۸۷	۴	۱/۱۶۰	۲۰	۰/۹۸۴	۳	۱/۰۳۷	ساختمان
۸	۱/۰۴۹	۱۵	۰/۸۷۱	۲	۱/۰۱۷	۱۹	۰/۹۶۹	حمل‌ونقل
۱۶	۰/۸۲۴	۱۹	۰/۷۶۸	۱۴	۰/۹۹۳	۲۰	۰/۹۶۸	سایر خدمات

منبع: یافته‌های پژوهش

## ۲-۵. شناسایی فعالیت‌های کلیدی با استفاده از شاخص کشش تقاضای نهایی ستانده و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

از آنجایی که شاخص‌های پسین و پیشین، بخش‌های کلیدی را براساس روابط بین بخش‌ها تعیین می‌کنند و به حجم نسبی بخش‌ها در کل اقتصاد توجهی ندارند، شاخص کشش تقاضای نهایی ستانده محاسبه می‌شود. براساس نتایج حاصل از این روش که در جدول (۳) ارائه شده است، در استان یزد، بخش‌های «ساخت وسایل نقلیه موتوری و سایر تجهیزات حمل‌ونقل»، «ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز، دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی» و «ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر»، به ترتیب، در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند. برای مثال افزایش یک درصدی در تقاضای نهایی بخش «ساخت وسایل نقلیه موتوری و سایر تجهیزات حمل‌ونقل»، ستانده کل اقتصاد را به اندازه ۶/۲۲ درصد افزایش می‌دهد. و اما در مورد سایر اقتصاد ملی، به ترتیب، بخش‌های «ساخت منسوجات»، «ساخت فلزات اساسی» و «ساخت محصولات کانی غیرفلزی» در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند. به همین ترتیب، دیگر بخش‌های اقتصادی در اولویت قرار دارند و یک درصد افزایش در تقاضای نهایی هر بخش، ستانده کل اقتصاد را با توجه به ضریب اهمیت آن، تحت تأثیر قرار می‌دهد.

نتایج حاصل از روش تحلیل پوششی داده‌ها در جدول (۳) به تصویر کشیده شده است. در اجرای مدل BCC در استان یزد، یک بخش با سهم ۵ درصدی از کل، دارای پیوند پسین کارا و ۱۹ بخش با سهم ۹۵ درصدی از سهم کل، ناکارا هستند. از نظر شاخص پیوند پیشین، ۷ بخش (۳۵ درصد از سهم کل) کارا و ۱۳ بخش (۶۵ درصد از سهم کل) ناکارا هستند. اما در مورد سایر اقتصاد ملی، ۲ بخش با سهم ۱۰ درصدی در بخش پیوند پسین، کارا و ۳ بخش با سهم ۱۵ درصدی در بخش پیوند پیشین کارا هستند. همچنین ۱۸ بخش با سهم ۹۰ درصدی و ۱۷ بخش با سهم ۸۵ درصدی، به ترتیب، در بخش پسین و پیشین ناکارا قرار دارند.

در یک جمع‌بندی کلی و با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها در استان یزد، بخش «ساخت وسایل نقلیه موتوری و سایر تجهیزات حمل‌ونقل» و در سایر اقتصاد ملی، بخش «ساخت کاغذ، محصولات کاغذی و چاپ»، به عنوان بخش‌های کلیدی شناخته شده است.

جدول ۳: نتایج کَشش تقاضای نهایی و ارزش کارآیی بخش‌های اقتصادی

بخش‌ها	استان یزد										سایر اقتصاد ملی			
	کَشش تقاضای نهایی		ارزش کارآیی		کَشش تقاضای نهایی		ارزش کارآیی		ارزش کارآیی		ارزش کارآیی			
	رتبه	ضریب	رتبه	ضریب	رتبه	ضریب	رتبه	ضریب	رتبه	ضریب	رتبه	ضریب		
۱	۱/۸۶	۷	-/۰۱۱	۱۸	-/۰۱۵	۱۹	-/۰۴۲	۹	-/۰۴۹	۱۷	-/۰۴۹	۱۶	-/۰۴۹	
۲	۱/۰۱	۱۷	-/۰۱۹	۱۴	-/۰۳۲	۱۶	-/۰۱۴	۱۹	-/۰۱۸	۱۹	-/۰۱۸	۱۹	-/۰۱۸	
۳	۱/۵۵	۱۰	-/۰۱۹	۱۵	-/۰۳۲	۱۷	-/۰۴۶	۸	-/۰۱۲	۱۱	-/۰۶۴	۱۴	-/۰۶۴	
۴	۱/۱۱	۱۶	-/۰۲۵	۱۲	۱	۵	-/۰۲۴	۱	-/۰۴۵	۸	-/۰۴۵	۸	-/۰۴۵	
۵	۵/۸۰	۲	-/۰۴۵	۳	-/۰۵۲۱	۱۰	-/۰۴۸	۵	-/۰۵۳	۶	-/۰۵۳	۶	-/۰۵۳	
۶	۱/۳۰	۱۵	-/۰۲۳	۵	۱	۳	-/۰۲۴	۱۶	-/۰۶۴	۴	-/۰۶۴	۲	۱	
۷	۱/۴۳	۱۲	-/۰۱۴	۶	-/۰۵۲۶	۹	-/۰۴۷	۷	۱	۱	۱	۱	۱	
۸	۱/۹۶	۶	-/۰۵۵	۹	-/۰۱۸۲	۱۴	-/۰۱۱	۱۸	-/۰۲۶	۱۸	-/۰۲۶	۱۸	-/۰۲۶	
۹	۱/۰۸	۱۸	-/۰۴۸	۱۱	-/۰۷۲۵	۸	-/۰۴۸	۶	-/۰۸۷	۳	-/۰۶۵	۴	-/۰۶۵	
۱۰	-/۰۹۷	۲۰	-/۰۱۵	۱۷	-/۰۴۷۶	۱۱	-/۰۹۷	۳	-/۰۲	۹	-/۰۲۸	۱۰	-/۰۲۸	
۱۱	-/۰۹۹	۱۹	-/۰۰۷	۱۹	۱	۷	-/۰۱۱۹	۲	-/۰۱	۱۳	۱	۳	۱	
۱۲	۱/۴۴	۱۱	-/۰۷۱	۸	-/۰۲۵۷	۱۳	-/۰۳۰	۱۱	-/۰۱۸	۱۰	-/۱۸	۱۱	-/۱۸	
۱۳	۴/۰۱	۳	-/۰۵۰۶	۲	۱	۲	-/۰۲۶	۱۴	-/۰۵۹	۵	-/۰۵۹	۵	-/۰۵۹	
۱۴	۱/۶۵	۹	-/۰۸۵	۷	-/۰۱۶۲	۱۵	-/۰۵۴	۴	-/۰۳۸	۲	-/۰۳۸	۹	-/۰۳۸	
۱۵	۶/۲۲	۱	۱	۱	۱	۱	-/۰۰۴	۲۰	-/۰۱۱	۱۲	-/۰۹۱	۱۳	-/۰۹۱	
۱۶	۲/۱۵	۴	-/۰۲۹	۴	-/۰۳۴۲	۱۲	-/۰۳۳	۱۰	-/۰۵۳	۷	-/۰۵۳	۷	-/۰۵۳	
۱۷	۱/۳۳	۱۴	-/۰۵۰	۱۰	۱	۴	-/۰۲۵	۱۵	-/۰۷۱	۱۴	-/۰۷۱	۱۲	-/۰۷۱	
۱۸	۱/۹۹	۵	-/۰۲۵	۱۳	-/۰۲۵	۱۸	-/۰۲۲	۱۷	-/۰۶۶	۱۵	-/۰۴۰۹	۱۶	-/۰۴۰۹	
۱۹	۱/۳۵	۱۳	-/۰۱۷	۱۶	۱	۶	-/۰۲۸	۱۲	-/۰۶۲	۱۶	-/۰۶۲	۱۷	-/۰۶۲	
۲۰	۱/۸۵	۸	-/۰۰۴	۲۰	-/۰۰۶	۲۰	-/۰۲۶	۱۳	-/۰۰۱	۲۰	-/۰۰۱	۲۰	-/۰۰۱	

منبع: یافته‌های پژوهش

## ۳-۵. شناسایی فعالیت‌های کلیدی با استفاده از شاخص چند رتبه‌ای (MRI)

برای محاسبه شاخص MRI، تعداد بخش‌های کلیدی را ۷ بخش ( $h=7$ ) در نظر می‌گیریم و تعداد شاخص‌هایی که قبلاً محاسبه شده (ضرایب پسین و پیشین، کَشش تقاضای نهایی ستانده و ارزش کارآیی ضرایب پسین و پیشین)، معادل با ۵ ( $p=5$ ) است. از حاصل تقسیم کل فراوانی یعنی عدد ۳۵ ( $h \times p = 7 \times 5 = 35$ ) بر تعداد ۱۸ بخش دارای فراوانی در استان یزد، میانگین ۱/۹۴ و برای سایر اقتصاد ملی حاصل تقسیم عدد ۳۵ بر ۱۵ بخش دارای فراوانی، میانگین معادل با ۲/۳۳ است؛ که این عدد مرز کلیدی بودن را تعیین می‌کند. بدین عبارت که بخش‌هایی که فراوانی آنها بیشتر از این مقدار است، به عنوان بخش کلیدی در نظر گرفته می‌شوند و بالعکس. این شاخص، تمامی معیارهای قبلی را در نظر می‌گیرد و بخش‌های کلیدی را مشخص می‌کند. بنابراین، براساس نتایج حاصل از این شاخص در سطح استان یزد، بخش‌های «ساخت منسوجات»، «ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ



کردن خز، دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی»، «ساخت چوب و محصولات چوبی»، «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای و ساخت مواد و محصولات شیمیایی»، «ساخت فلزات اساسی»، «ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر»، «ساخت وسایل نقلیه موتوری و سایر تجهیزات حمل‌ونقل»، «ساخت مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر»، «آب و برق و گاز»، «ساختمان»، «حمل و نقل» و در سطح سایر اقتصاد ملی، بخش‌های «ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز، دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی»، «ساخت چوب و محصولات چوبی»، «ساخت کاغذ، محصولات کاغذی و چاپ»، «ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک»، «ساخت فلزات اساسی»، «ساخت، تعمیر و نصب محصولات رایانه‌ای، الکترونیکی و نوری، ساخت، تعمیر و نصب تجهیزات برقی»، «ساخت مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر»، به عنوان بخش‌های کلیدی شناخته شده است؛ به گونه‌ای که این بخش‌ها از لحاظ روابط بین بخشی، حجم نسبی بخش در اقتصاد و ارزش کارآیی هر بخش، دارای رتبه‌های بالایی هستند.

جدول ۴: تعیین بخش‌های کلیدی با استفاده از شاخص چند رتبه‌ای (MRI)

بخش		استان یزد		سایر اقتصاد ملی	
		وضعیت	فراوانی	وضعیت	فراوانی
کشاورزی		-	۱	-	۰
نفت خام و گاز طبیعی و سایر معادن		-	۱	-	۰
صنایع محصولات غذایی، آشامیدنی و دخانیات		-	۰	-	۱
ساخت منسوجات		-	۲	کلیدی	۱
ساخت پوشاک، دباغی و پرداخت چرم		-	۳	کلیدی	۳
ساخت چوب و محصولات چوبی		-	۳	کلیدی	۳
ساخت کاغذ و محصولات کاغذی و چاپ		-	۱	-	۵
ساخت کک و فرآورده‌ای حاصل از آن و ساخت محصولات شیمیایی		-	۲	کلیدی	۱
ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک		-	۱	-	۵
ساخت محصولات کانی غیر فلزی		-	۱	-	۲
ساخت فلزات اساسی		-	۲	کلیدی	۳
ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات		-	۱	-	۰
ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر		-	۴	کلیدی	۲
ساخت، تعمیر و نصب محصولات رایانه‌ای، ...، ساخت تعمیر و نصب تجهیزات برقی		-	۱	-	۳
ساخت وسایل نقلیه موتوری و سایر تجهیزات حمل‌ونقل		-	۴	کلیدی	۱
ساخت مبلمان و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر		-	۲	کلیدی	۳
برق، آب و گاز		-	۲	کلیدی	۱
ساختمان		-	۲	کلیدی	۱
حمل‌ونقل		-	۲	کلیدی	۰
سایر خدمات		-	۰	-	۰

## ۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

سیاست‌گذاری بهینه در مسیر توسعه اقتصادی، مستلزم شناخت جایگاه واقعی بخش‌های مختلف اقتصادی هر منطقه است. این شناخت، با شناسایی فعالیت‌های اقتصادی با پتانسیل تولید بالا فراهم شده و به سیاست‌گذاری مناسب در جهت رشد و توسعه منجر می‌گردد. در این مسیر، استفاده از جدول داده - ستانده، شناخت مشخصی مبتنی بر این چهارچوب از جایگاه بخش مورد بررسی در کل اقتصاد، به دست می‌دهد.

از این رو هدف این مقاله، تعیین اهمیت نسبی بخش‌های اقتصادی استان یزد و سایر اقتصاد ملی و شناسایی بخش‌های کلیدی دو منطقه با استفاده از جدول داده - ستانده ملی بانک مرکزی ایران و جدول داده - ستانده استانی سال ۱۳۹۵ با استفاده از شاخص‌های سنتی، کشش تقاضای نهایی، تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص چند رتبه‌ای (MRI) است.

نتایج حاصل از پژوهش حاضر، نشان‌دهنده آن است که در روش سنتی در مجموع، بخش «ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات» و ۳ بخش «ساخت کاغذ و محصولات کاغذی و چاپ»، «ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک» و «ساخت فلزات اساسی»، به ترتیب، به‌عنوان بخش‌های کلیدی استان یزد و سایر اقتصاد ملی شناخته شده‌اند.

در روش کشش تقاضای نهایی ستانده استان یزد، بخش‌های «ساخت وسایل نقلیه موتوری و سایر تجهیزات حمل‌ونقل»، «ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز، دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی» و «ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر» و برای سایر اقتصاد ملی، بخش‌های «ساخت منسوجات»، «ساخت فلزات اساسی» و «ساخت محصولات کانی غیرفلزی» در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند.

در روش سوم موسوم به روش تحلیل پوششی داده‌ها، در استان یزد، بخش «ساخت وسایل نقلیه موتوری و سایر تجهیزات حمل‌ونقل» و در سایر اقتصاد ملی، بخش «ساخت کاغذ، محصولات کاغذی و چاپ» به‌عنوان بخش‌های کلیدی شناخته شده است. در پایان و در یک جمع‌بندی کلی، با استفاده از شاخص چندرتبه‌ای، در استان یزد، «ساخت منسوجات»، «ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز، دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی»، «ساخت چوب و محصولات چوبی»، «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای و ساخت مواد و محصولات شیمیایی»، «ساخت فلزات اساسی»، «ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر»، «ساخت وسایل نقلیه موتوری و سایر تجهیزات حمل‌ونقل»، «ساخت مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر»، «آب و برق و گاز»، «ساختمان» و «حمل و نقل» و در سطح سایر اقتصاد ملی، بخش‌های «ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز، دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی»، «ساخت چوب و محصولات چوبی»، «ساخت کاغذ، محصولات کاغذی و چاپ»، «ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک»، «ساخت فلزات اساسی»، «ساخت، تعمیر و نصب محصولات رایانه‌ای، الکترونیکی و نوری، ساخت، تعمیر و نصب تجهیزات برقی» و «ساخت مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر»، به‌عنوان بخش‌های کلیدی شناخته شده است. در جدول (۵)، به نتایج کلی حاصل از پژوهش حاضر، اشاره شده است.

## جدول ۵: نتایج حاصل از انجام پژوهش

سایر اقتصاد ملی	استان یزد	روش‌های مورد استفاده در پژوهش حاضر
ساخت کاغذ و محصولات کاغذی و چاپ	ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات	سنّتی
ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک		
ساخت فلزات اساسی		
ساخت منسوجات	ساخت وسایل نقلیه موتوری و سایر تجهیزات حمل‌ونقل	کشش تقاضای نهایی ستانده
ساخت فلزات اساسی	ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز، دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی	
ساخت محصولات کانی غیرفلزی	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	
ساخت کاغذ، محصولات کاغذی و چاپ	ساخت وسایل نقلیه موتوری و سایر تجهیزات حمل‌ونقل	تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)
ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز، دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی	ساخت منسوجات	شاخص چندرته‌ای (MRI)
ساخت چوب و محصولات چوبی	ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز، دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی	
ساخت کاغذ، محصولات کاغذی و چاپ	ساخت چوب و محصولات چوبی	
ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای و ساخت مواد و محصولات شیمیایی	
ساخت فلزات اساسی	ساخت فلزات اساسی	
ساخت، تعمیر و نصب محصولات رایانه‌ای، الکترونیکی و نوری، ساخت، تعمیر و نصب تجهیزات برقی	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	
ساخت مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	ساخت وسایل نقلیه موتوری و سایر تجهیزات حمل‌ونقل	
	ساخت مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	
	آب و برق و گاز	
	ساختمان	
	حمل و نقل	

منبع: یافته‌های پژوهش

بدین ترتیب، در پاسخ سؤال‌های مطرح شده در پژوهش، می‌توان گفت، نتایج حاصل از شناسایی بخش‌های کلیدی در دو منطقه مورد نظر، مبین تفاوت در بخش‌های کلیدی دو منطقه است که نشان از اهمیت توجه به برنامه‌ریزی منطقه‌ای دارد.

پژوهش‌های خارجی و داخلی دیگری از جمله تحقیقات جاثونزمر و بلود (۲۰۱۸)، یاسمین و همکاران (۲۰۱۹)، ژو و همکاران (۲۰۲۰)، یعقوبی منطری و آقامیری (۱۳۹۷) و کیایی و همکاران (۱۳۹۸) که به صورت منطقه‌ای، به بررسی بخش‌های کلیدی پرداخته‌اند نیز نمایانگر اهمیت برنامه‌ریزی منطقه‌ای و تفاوت در پتانسیل مناطق مختلف است؛ به گونه‌ای که در پژوهش حاضر نیز بخش‌های کلیدی استان یزد، متفاوت از این بخش‌ها در سطح سایر اقتصاد ملی است.

پاسخ سؤال دوم، بیانگر تفاوت نتایج در روش‌های سنتی، کشش تقاضای نهایی و تحلیل پوششی داده‌ها بوده، که این تفاوت، مبین اهمیت معیارهای مورد استفاده در پژوهش است. نتایج و یافته‌های فوق، نشان می‌دهد که به کارگیری ملاک‌های متفاوت، می‌تواند تصویر متفاوتی از عملکرد اقتصادی بخش‌ها را ارائه نماید. با استفاده از روش‌های سنتی، بخش‌های کلیدی صنعت محور هستند. در روش کشش تقاضای نهایی، بر اساس اهمیت هر بخش، اولویت بخش‌ها مشخص می‌شود و در روش تحلیل پوششی داده‌ها، بر اساس ارزش کارآیی هر بخش، نتایج برآورد شده است. این نتایج، اهمیت توجه به انتخاب روش مناسب در ارزیابی بخش‌های کلیدی را نشان می‌دهد.

اگرچه بخش‌های کلیدی مشخص شده با استفاده از روش‌های مختلف، متفاوت است، اما نقطه مشترک هر سه روش، این است که بخش‌های کلیدی استان یزد، صنعت محور است.

بنابراین، باتوجه به معیارهای مورد تأکید در سه روش مورد استفاده در این پژوهش، صنعتی بودن استان و نقش غالب صنعت در ساختار اقتصادی استان، به خوبی دیده می‌شود. بر اساس نتایج سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، استان یزد در سال ۱۳۹۵، رتبه چهارم در حوزه صنعت و رتبه دوم در حوزه معدن را از آن خود کرده است. پس حاصل شدن چنین نتایجی براساس آمار ذکر شده، دور از ذهن نیست. در ادامه و با توجه به مطالب ذکر شده در قسمت بالا، توجه به سیاست‌های ذکر شده، حائز اهمیت است.

۱. سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان در سطح ملی، در برنامه‌ریزی اقتصادی، بیش از پیش به توانمندی‌ها، فرصت‌ها و ویژگی‌های مناطق مختلف توجه کرده و از برنامه‌ریزی متمرکز به سمت برنامه‌ریزی منطقه‌ای حرکت کنند.
۲. در بررسی‌ها برای شناسایی بخش‌های کلیدی و از منظر سیاست‌گذاری بخشی، صرفاً به یک روش اکتفا نشود و باتوجه به اهداف سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی، مناسب‌ترین روش انتخاب شود.
۳. از فناوری‌های بیشتر و بالاتر در بخش‌های کلیدی استان یزد استفاده گردد، چراکه این فعالیت‌ها از قدرت بیشتری در تحریک سایر فعالیت‌ها برای افزایش تولید برخوردار هستند.
۴. در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای، صرفاً نباید به بخش‌های کلیدی توجه شود، بلکه ملاحظات منطقه‌ای از جمله مزیت رقابتی، دسترسی به عوامل تولیدی مانند نیروی کار و سرمایه کافی و ...، مورد توجه قرار گیرد.

## References

- Akbari, N., & Aboutalebi, M. (2020). Analysis Input-Output Regional. Center for Documents of the Country: Program and Budget Organization of the Country (in Persian).
- Asgharpour Mozirji, H. A., & Sharifi, Noruddin. (2017). "Evaluating the Effectiveness of Fleg's Spatial Contribution Methods and its Modified Method in Regionalizing National Input-Output Tables in Iran's Economy". Applied Theories of Economics 5(3): 103-136 (in Persian).
- Banouei, A. A., Ziyadee, Z., & Mohajeri, P. (2020). "Quantitative Analysis of Spatial Dimensions of Regional Economic Sectors Using New Mixed EFLQ-RAS Method". Journal of Regional Planning 9(36): 31-48 (in Persian).
- Chiu, R. H., & Lin, Y. C. (2012). "Applying Input-Output Model to Investigate the Inter-industrial Linkage of Transportation Industry in Taiwan". Journal of Marine Science and Technology 20(2) :173-173.
- Dehghan Benadkuki, F. (2021). Evaluation and Measurement of Energy Consumption in Different Economic Sectors of Yazd Province Using the Two Regional Input-Output Table. Master's Thesis, Faculty of Humanities and Social Sciences Department of Economics, Management and Accounting, Yazd University (in Persian).
- Duarte, R., Langarita, R., & Sánchez-Chóliz, J. (2017). "The Electricity Industry in Spain: A Structural Analysis Using a Disaggregated Input-Output Model". Energy 141 :2640-51.
- Farmani, M., Dehmardeh Ghaleno, N., & Shahraki, J. (2016). "Identifying the Key Economic Sectors of Sistan and Baluchestan Province Regarding Job Creation and Production Using Input-Output Table". The Economic Research 16(2): 23-56 (in Persian).
- Flegg, A. T., & Tohmo, T. (2016). "Estimating Regional Input Coefficients and Multipliers: The use of FLQ is not a Gamble". Regional Studies 50(2): 310-325.
- Górska, R. (2015). "Backward and Forward Linkages Based on an Input-Output Analysis-Comparative Study of Poland and Selected European Countries". Applied Econometrics Papers 2(1): 30-50.
- Heydari, B. (2017). Identifying Sectors with High Employment Generation in Zanjan Province using the Multi Regional Input-Output Approach. Master's Thesis, Faculty of Economics, Allameh Tabatabai University (in Persian).
- Hakimipour, N., & Akbarian, H. (2015). "Determining the Key Sectors of Iran's Economy by using the Special Vector Method Based on the Results of the Input-Output Table of 2019". Applied Theories of Economics (Former Applied Economic Researches) 1(30): 139-160 (in Persian).
- Jaunzems, A., & Balode, I. (2018). Comparison of Backward and Forward Linkages for Industries in the Baltic States and Finland. In 17<sup>th</sup>. International Scientific Conference Engineering for Rural Development Proceedings, Jelgava, Latvia (pp. 1029-39).

- Kowalewski, J. (2015). "Regionalization of National Input-Output Tables: Empirical Evidence on the use of the FLQ Formula". Regional Studies 2(49): 240-250.
- Kiaee, H., Tajehband, A. R., & Hashemi Farid, H. (2017). "Identification of Key Sectors of Iran's Economy Based on the Hypothetical Method and the Study of the Possibility of Realizing Endogeneity in Economic with Respect to these Sectors". Economy Strategy 6(20): 127-160 (in Persian).
- Mattas, K. A., & Shrestha, C. M. (1991). "A New Approach to Determining Sectoral Priorities in an Economy: Input-Output Elasticities". Applied Economics 23(1): 247-254.
- Moazzami Gudarzi, M. R., Jaber Ansari, M. R., Moaaalem, M. R., & Shakiba, M. (2014). "Applying Data Envelopment Analysis (DEA) for Measuring Relative Efficiency and Ranking Branches of Refah Kargaran Bank in Lorestan Province". The Economic Research 14(1): 115-126 (in Persian).
- Nasrollahi, Z., & Zarei, M. (2017). "Prioritization of Industrial Activities in Yazd Province with an Emphasis on the Importance of Water Resources: Integration the Input-Output and AHP". Iranian Journal of Economic Research 22(71): 27-64 (in Persian).
- Olczyk, M. (2011). Structural Changes in the Polish Economy: The Analysis of Input-Output. Munich Personal RePEc Archive (MPRA) 33659.
- Pasha Zanos, P., Banouei, A. A., & Bahrami, J. (2013). "Policy Analysis of the Role of Imports in Measurement of the Importance of Iran's Economic Sectors". Iranian Journal of Trade Studies (IJTS) 17(67): 81-100 (in Persian).
- Program and Budget Organization of the Country (2019). Statistical Yearbook of the Country (in Persian).
- Shadabfar, E. (2018). Iran's Inter-regional Trade in the Form of Multi Regional Input-Output. Phd. Thesis, Faculty of Social Sciences and Economics, Allameh Alzahra University (in Persian).
- Vic President of Economic Research, Office of Economic Studies (2015). The Nature of Iran's Economic Sectors (A Review of the Methods of Identifying Key Sectors in the Economy). Serial Number: 14726, Subject Code: 220.
- Yghoubi Manzari, P., & Aghamiri, O. (2019). "Study of the Backward & Forward Linkages of Hotel Industry to Increase Production and Employment". Journal of Tourism and Development 7(4): 18-37 (in Persian).
- Yasmin, T., El Refae, G. A., & Eletter, S. (2019). "Sectoral Productivity in Hungarian Economy: An Input-Output Linkages Approach". Journal of Eastern European and Central Asian Research (JEECAR) 6(2) :344-355.
- Zarei, M. (2017). Measurement and Evaluation of Water Consumption in Economic Sectors of Iran and Yazd Province. Master's Thesis, Faculty of Humanities and Social Sciences Department of Economics, Management and Accounting, Yazd University (in Persian).

- Zhu, R., Hu, X., & Liu, C. (2020). "Structural Analysis of Inter-industrial Linkages: An Application to the Australian Construction Industry". Construction Management and Economics **38**(10) :934-946.
- Zhao, X., Chen, B. and Yang, Z. F. (2009). "National Water Footprint in an Input-Output Framework: A Case Study of China 2002". Ecological Modelling **220**(2): 245-253.
- Zhao, X., & Choi, S. G. (2015). "On the Regionalization of Input-Output Tables with an Industry-specific Location Quotient". The Annals of Regional Science **54**(3) :901-926.

## **Determining the Key Sectors of Yazd Province based on Multi Regional Input-Output Table**

**Farnaz Dehghan Banadkuki<sup>1</sup>**  
**Zahra Nasrollahi<sup>2</sup>**

Received: 16-04-2022

Accepted: 09-05-2022

### **Introduction:**

In order to evaluate the socioeconomic development, various criteria are used to evaluate the livelihood, welfare, and social changes of human life. The economic progress is one of the important dimensions of development. The social dimension of development, which leads to the creation of justice for different members of a society, is another important aspect of development, and the realization of this goal requires planning. Land planning, which seeks to pay attention to regional potentials and differences, is a step in this direction. Ignoring these capabilities will lead to resources waste, intensifying regional dualities and negative consequences. For this purpose, the aim of the current research is to identify the key sectors of the economy of Yazd province based on the multi-regional input-output table. The innovation of the current research is to investigate all the economic activities of Yazd province and national economy and to identify the key parts of the two regions.

### **Methodology:**

In the current research, we seek to identify and evaluate the key economic sectors of Yazd province and national economy using traditional methods, elasticity of final demand, data envelopment analysis (DEA) and finally a multi-ranked index using multi regional input-output table. In this article, the Central Bank's 2016 input-output table was used, which was the most up-to-date official statistical data table approved and available at the time of the research. Also, the regional input-output table of 2015 Yazd province and national economy has been extracted from the updated input output table of Central Bank and regional accounts of the same year by using specific Flegg location quotient (SFLQ) method. The input-output table of the Central Bank, according to the production and economic structure of the two regions, and using the ISIC classification method, has been aggregated into 20 sectors.

### **Results and Discussion:**

The results of the present research show that in the traditional method, in total, the section "Manufacturing metal factory products except machinery and equipment" and three sections "Manufacturing paper and paper products and printing", "Manufacturing products from rubber and plastic" and "Manufacturing metals" "Basic" are respectively known as the key sectors of Yazd province and other national economies. In the final demand elasticity method of Yazd province, the sections "Manufacture of motor vehicles and other transportation equipment",

---

1. M.Sc. Graduated, Environmental Economics Yazd University      Dehghan.f73@gmail.com  
2. Associate professor in Economics Yazd University (Corresponding Author)  
nasr@yazd.ac.ir



"Manufacture of clothing, processing and dyeing of fur, tanning and polishing of leather and other leather products" and "Manufacture of unclassified machinery and equipment in Other" and for the rest of the national economy, the sectors "Manufacturing textiles", "Manufacturing basic metals" and "Manufacturing non-metallic mineral products" are ranked first to third. In the third method, known as data envelopment analysis method, in Yazd province, the "Manufacturing of motor vehicles and other transportation equipment" sector and in other national economies, the "Manufacturing of paper, paper products and printing" sector are known as key sectors.

In a general summary using a Multi Ranking Index (MRI), in Yazd province, "Textile manufacturing", "Clothing manufacturing, fur processing and dyeing, tanning and polishing of leather and other leather products", "Wood manufacturing and wooden products", "Coke manufacturing, Products from the refining of petroleum and nuclear fuels and the manufacture of chemical materials and products", "Manufacture of basic metals", "Manufacture of machinery and equipment not elsewhere classified", "Manufacture of motor vehicles and other transport equipment", "Manufacture of furniture and articles Not Elsewhere Classified", "Water, Electricity and Gas", "Construction", "Transportation" and at the level of other national economy sectors "Clothing manufacturing, processing and dyeing of fur, tanning and polishing of leather and other leather products" , "Making wood and wooden products", "Making paper, paper products and printing", "Making rubber and plastic products", "Making basic metals", "Manufacturing, repairing and installing subsidized, electronic and optical products, manufacturing, repairing and installation of electrical equipment", "Manufacture of furniture and articles not elsewhere classified" are identified as key sectors.

### **Conclusion:**

The findings of the present research indicate that the use of different criteria can show a different picture of the economic performance of the sectors. Using traditional methods, key sectors are industry-oriented. In the final demand elasticity method, the priority of the sectors is determined based on the importance of each sector, and in the data envelopment analysis method, the results are estimated based on the efficiency value of each sector. These results show the importance of paying attention to choose the right method in the evaluation of key sectors. Although the key sectors determined using different methods are different, the common point of all three methods is that the key sectors of Yazd province are industry-oriented. Therefore, according to the criteria used in the three methods, it can be seen that the province is well industrialized and the role of industry in the economic structure of the province is dominant.

**Keywords:** Key sectors, Regional Planning, Economic Growth, Input-Output Table, Yazd Province

**JEL Classification:** C67, O18, O40

## تأثیر غیرخطی آستانه‌ای صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط بر بهره‌وری کل عوامل در منتخبی از کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته: رویکرد رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR)

سوسن اعتمادی‌نیا<sup>۱</sup>سید جمال‌الدین محسنی زنوزی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۶

### چکیده

هدف اصلی این مطالعه، بررسی و مقایسه تأثیرات آستانه‌ای و غیرمستقیم صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط بر بهره‌وری کل عوامل در ۵۰ کشور در حال توسعه و توسعه‌یافته طی دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۷ می‌باشد. برای این منظور، از مدل رگرسیونی انتقال ملایم پانلی (PSTR) که برای داده‌های تابلویی ناهمگن بسیار مناسب بوده، استفاده شده، و بدین ترتیب، صادرات با فناوری متوسط و پیشرفته به‌عنوان متغیر انتقال، مورد استفاده قرار گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهد که رابطه غیرخطی بین متغیرهای مورد مطالعه وجود دارد. بر اساس نتایج آزمون‌های لازم، لحاظ نمودن تنها یک تابع انتقال با یک حد آستانه‌ای و دو رژیم برای برآورد غیرخطی مدل، کفایت می‌کند. همچنین، لگاریتم مقدار آستانه‌ای متغیر انتقال برابر ۳/۰۸۱۶ و پارامتر شیب برابر ۶/۴۲۲۶ برآورد شده است. در رژیم اول، مخارج تحقیق و توسعه و باز بودن تجارت، دارای اثر منفی و معنی‌دار بر بهره‌وری کل عوامل بوده که این تأثیر، با عبور از حد آستانه‌ای (سطح بالای صادرات با فناوری پیشرفته) برای متغیر مخارج تحقیق و توسعه، مثبت و معنی‌دار شده، و همچنین در این رژیم، اثر باز بودن تجارت بر بهره‌وری کل عوامل، کماکان منفی بوده ولی مقدار آن در مقایسه با رژیم اول، کاهش یافته است.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری کل عوامل، صادرات با فناوری متوسط و پیشرفته، کشورهای در حال

توسعه و توسعه‌یافته، رویکرد PSTR

طبقه‌بندی JEL: D24, O32, C23

## ۱. مقدمه

نوآوری فناورانه، یکی از شاخص‌های کلیدی برای رشد اقتصادی و بهره‌وری است. بسیاری از مطالعات صورت گرفته، با اشکال مختلف رابطه تحقیق و توسعه، نوآوری و فناوری را بیان کرده‌اند. همان‌طور که سولو<sup>۱</sup> (۱۹۵۷) و رومر<sup>۲</sup> (۱۹۸۶ و ۱۹۹۰) بیان می‌کنند، اقتصاد مدرن عمدتاً توسط فناوری، ایده‌ها و نوآوری جدید هدایت می‌شود. به‌رغم تعریف و اندازه‌گیری نوآوری، در مورد شاخص‌های مورد استفاده در ادبیات تجربی، فعالیت‌های تحقیق و توسعه و داده‌های ثبت اختراع، سؤالی وجود دارد که اولی، به‌عنوان ورودی و دیگری، به‌عنوان خروجی تعریف می‌شود (گالت<sup>۳</sup>، ۲۰۱۸؛ گرینهاگ و راجرز<sup>۴</sup>، ۲۰۱۰؛ اوسلو<sup>۵</sup>، ۲۰۰۵؛ عثمان و هامر<sup>۶</sup>، ۲۰۲۰).

نتایج مطالعات اخیر، نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه باعث تغییرات تکنولوژیکی می‌شود. با این حال، این رابطه همیشه آشکار نیست و به نظر می‌رسد که با توجه به سطح توسعه اقتصادی، متفاوت باشد. تعداد زیادی از مطالعات در مورد کشورهای پیشرفته، رابطه مثبت بین تحقیق و توسعه، نوآوری و بهره‌وری را تأیید می‌کنند (رمضانی و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۱۷؛ گول‌اگلو و تکین<sup>۸</sup>، ۲۰۱۲؛ اولکو<sup>۹</sup>، ۲۰۰۴؛ اما، در کشورهای در حال توسعه، این رابطه همیشه مشخص نیست (اینکوی<sup>۱۰</sup>، ۲۰۱۵؛ سینها<sup>۱۱</sup>، ۲۰۰۸).

در این راستا، برای تخصیص سهم مهمی از درآمد ملی به تحقیق و توسعه، اقتصادهای در حال توسعه، نیاز به دستیابی به نرخ رشد اقتصادی بالا و پایدار و یا ایجاد یک سیاست توسعه اقتصادی مبتنی بر نوآوری جدید دارند (توردی<sup>۱۲</sup>، ۲۰۱۶؛ مارکاتو و وتسیکاس<sup>۱۳</sup>، ۲۰۱۵). با این وجود، در مطالعات تجربی اقتصادسنجی، سطح توسعه اقتصادی کشورها، همیشه با این معیارها در نظر گرفته نمی‌شود (حسن و توچی<sup>۱۴</sup>، ۲۰۱۰).

- 
1. Solow (1957)
  2. Romer (1986 & 1990)
  3. Gault (2018)
  4. Greenhalgh & Rogers (2010)
  5. Oslo (2005)
  6. Usman & Hammar (2020)
  7. Ramadani et al. (2017)
  8. Guloglu & Tekin (2012)
  9. Ulku (2004)
  10. Inekwe (2015)
  11. Sinha (2008)
  12. Türedi (2016)
  13. Markatou & Vetsikas (2015)
  14. Hasan & Tucci (2010)

آکچالی و سیسمان‌اوغلو<sup>۱</sup> (۲۰۱۵)، بیان می‌کنند که سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه برای کشورهای توسعه‌یافته، بیشتر از کشورهای در حال توسعه است. با این حال، تأثیر بر رشد اقتصادی ممکن است در هر دو یکسان باشد.

آریستیزبال-رامیرز و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۵)، وجود یک رابطه غیرخطی با استفاده از مدل پانل آستانه‌ای را بین نوآوری و رشد اقتصادی مورد بررسی قرار داده‌اند که نتایج، نشان می‌دهد در رژیم اول، نوآوری تأثیر بی‌معنی در حالی که، در سطح بالاتر و رژیم دوم، نوآوری تأثیر مثبتی بر رشد اقتصادی دارد (ووکویچ<sup>۳</sup>، ۲۰۱۶؛ وو<sup>۴</sup>، ۲۰۱۰).

همچنین مطالعات انجام شده، نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، نقش مهمی در تعیین رابطه بین هزینه‌های تحقیق و توسعه، نوآوری و رشد اقتصادی ایفا می‌کند (ساویدز و زاچاریادیس<sup>۵</sup>، ۲۰۰۳؛ اردال و گوچر<sup>۶</sup>، ۲۰۱۵؛ شاهین<sup>۷</sup>، ۲۰۱۵؛ فریمان و بالینه<sup>۸</sup>، ۲۰۱۶). علاوه بر این، برخی از مطالعات دیگر، بر اهمیت علی بین نوآوری، صادرات فناوری پیشرفته و عملکرد اقتصادی تأکید می‌کنند (مئو و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۱۳؛ تبالدی<sup>۱۰</sup>، ۲۰۱۱).

در این مطالعه، تأثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه و باز بودن تجارت، با اثرگذاری صادرات محصولات با فناوری پیشرفته بر بهره‌وری، بررسی می‌شود. در واقع، مطالعات اقتصادسنجی که روابط بین نوآوری، بهره‌وری و سطح توسعه فناوری را توصیف می‌کنند، پایدار نیستند. نتایج به‌دست آمده در مطالعات مختلف، نشان می‌دهد که این روابط، ساختاری خطی نیستند و یک محیط اقتصادی ناهمگن را بسته به سطح توسعه اقتصادی و سطح باز بودن مالی توصیف می‌کنند.

بدین منظور، از یک رویکرد غیرخطی که توسط گونزالز و همکاران<sup>۱۱</sup> (۲۰۱۵) تحت‌عنوان رگرسیون انتقال ملایم پانلی<sup>۱۲</sup> (PSTR) معرفی شده، استفاده خواهد شد. در این مدل‌ها، ناهمگونی از طریق یک متغیر آستانه‌ای یا متغیری که از طریق آن، تأثیر یک متغیر مستقل برای تأثیرگذاری بر متغیر وابسته منتقل می‌شود، صورت می‌گیرد (بلاربی و همکاران<sup>۱۳</sup>، ۲۰۲۱). به این ترتیب، متغیر آستانه‌ای یعنی در اینجا صادرات محصولات با فناوری پیشرفته و متوسط، به‌عنوان یک عامل مهم جهت شناسایی رژیم و ارتباط بین هزینه‌های تحقیق و توسعه، باز بودن تجارت با بهره‌وری معرفی

1. Akcali & Sismanoglu (2015)
2. Aristizabal-Ramirez et al. (2015)
3. Vuckovic (2016)
4. Wu (2010)
5. Savvides & Zachariadis (2003)
6. Erdal & Göçer (2015)
7. Şahin (2015)
8. Freimane & Bāliņa (2016)
9. Meo et al. (2013)
10. Tebaldi (2011)
11. Gonzalez et al. (2015)
12. Panel Smooth Transition Regression (PSTR)
13. Belarbi (2021)

می‌شود؛ که استفاده از این رویکرد غیرخطی، چندین مزیت دارد: اولاً، تأثیر غیرخطی صادرات محصولات با فناوری پیشرفته و متوسط بر بهره‌وری را در نظر می‌گیرد؛ ثانیاً، اجازه می‌دهد تا ضرایب متغیر، هم برای زمان و هم برای کشورها، تغییر کنند. ثالثاً، کشورها ممکن است بین گروه‌ها و زمان، با تغییرات در متغیر آستانه حرکت کنند. همچنین، امکان انتقال ملایم ضرایب متغیر را از یک رژیم به رژیم دیگر فراهم می‌کند.

در راستای مطالب فوق، می‌توان استدلال نمود که ممکن است صادرات محصولات با فناوری پیشرفته و متوسط بتواند اثر قابل توجهی بر بهره‌وری کل عوامل داشته باشد و آگاهی از این موضوع و میزان آن، از اهمیت زیادی برخوردار است. از سوی دیگر، این اثرگذاری، لزوماً به صورت خطی نبوده و می‌تواند به صورت غیرخطی اتفاق بیفتد و این ارتباط، در بیشتر مطالعات در نظر گرفته نشده است. لذا چگونگی تأثیرگذاری صادرات محصولات با فناوری پیشرفته و متوسط بر بهره‌وری کل عوامل، نیازمند بررسی تجربی در کشورهای منتخب است. بنابراین، در این مطالعه کوشش می‌شود تا تأثیر آستانه‌ای و غیرمستقیم صادرات محصولات با فناوری پیشرفته و متوسط بر بهره‌وری کل عوامل را در کنار دیگر عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل در ۵۰ کشور در حال توسعه و توسعه‌یافته با استفاده از مدل غیرخطی رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR) طی دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۷ بررسی گردد. سازماندهی مقاله، بدین صورت است که در ادامه، ابتدا مبانی نظری مرتبط با موضوع بررسی شده و به مرور برخی از مطالعات مرتبط، پرداخته شده است. پس از معرفی مدل تحقیق، به برآورد و تجزیه و تحلیل یافته‌های تجربی پرداخته شده و نهایتاً، نتیجه‌گیری کلی و توصیه‌های سیاستی مناسب ارائه شده است.

## ۲. مبانی نظری

از دیدگاه اقتصاد نئوکلاسیک، هیچ دلیلی برای انتظار تسریع در سرعت رشد بهره‌وری کل عوامل خارج از تولید فناوری اطلاعات و ارتباطات وجود ندارد و طبق این تئوری، کاهش قیمت نهاده‌ها، عملکردهای بخش تولید را تغییر نمی‌دهد. البته، کاهش قیمت، به انتقال سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات در سراسر اقتصاد منجر می‌شود و بهره‌وری نیروی کار در بخش‌های استفاده‌کننده از فناوری اطلاعات و ارتباطات را افزایش می‌دهد؛ اما بهره‌وری کل عوامل را در بخش‌هایی که فقط از فناوری اطلاعات و ارتباطات استفاده می‌کنند و اما تولید نمی‌کنند، تغییر نمی‌دهد. با این حال، سه مجرای بالقوه وجود دارد که کاهش قیمت فناوری اطلاعات و ارتباطات، می‌تواند بر بهره‌وری کل عوامل صنایع استفاده‌کننده از فناوری اطلاعات و ارتباطات تأثیر بگذارد.

دو مورد اول، مربوط به استفاده مکمل از دارایی‌های نامشهود می‌باشد که همراه با انتقال فناوری اطلاعات و ارتباطات بوده، و مجرای سوم، مربوط به اثرات خارجی مثبت استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات است.

مجرای اول، این است که انتقال فناوری اطلاعات و ارتباطات ممکن است، به استفاده بیشتر از سرمایه نامشهود منجر شود (مانند تحقیق و توسعه که در سال‌های اخیر به‌طور دقیق‌تر سرمایه‌گذاری، و نه هزینه، در نظر گرفته می‌شود). از آنجایی که تحقیق و توسعه (به‌دلیل سرریزهای آن) نسبت به نیروی کار و سرمایه معمولی، بازده اجتماعی بالاتری دارد، اگر استفاده از آن با استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات افزایش یابد، تأثیر تحقیق و توسعه به‌عنوان بازده سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات تلقی می‌شود، مگر اینکه تحقیق و توسعه علاوه بر آن، در تخمین مدل (در کنار گنجاندن آن به‌عنوان نیروی کار و سرمایه معمولی) مورد استفاده قرار گیرد.

مجرای دوم، آن است که انتقال فناوری اطلاعات و ارتباطات ممکن است، به استفاده بیشتر از سایر دارایی‌های نامشهود (غیر از تحقیق و توسعه) منجر شود که در حساب‌های ملی اندازه‌گیری نمی‌شوند و دوباره تأثیر آن ممکن است به اشتباه، به‌عنوان تأثیر استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل منعکس شود. چنین دارایی‌های نامشهود دیگری ممکن است، شامل حق چاپ، فیلم‌ها، پایگاه‌های داده کامپیوتری، ساختارهای سازمانی بهبودیافته و برندها باشد.

با توجه به دو مجرای اول، مطالعات صورت گرفته در سطح شرکت، نشان می‌دهند که بهره‌مندی از سرمایه‌گذاری‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، مستلزم سرمایه‌گذاری مشترک قابل توجه و پرهزینه در سرمایه‌مکمل، از جمله تحقیق و توسعه و سایر دارایی‌های نامشهود است. به‌طور مثال، شرکت‌هایی که از رایانه‌ها زیاد استفاده می‌کنند، ممکن است تولید را دوباره سازماندهی کرده و در نتیجه، «سرمایه نامشهود» را در قالب دانش سازمانی ایجاد کنند. علاوه بر این، استدلال می‌شود که فناوری اطلاعات و ارتباطات با سایر سرمایه‌گذاری‌های مشترک، ممکن است، فرایند تولید را با ایجاد نوآوری مکمل در بین شرکت‌ها تغییر دهد (آچاریا<sup>۱</sup>، ۲۰۱۶).

در مجرای سوم، ممکن است که اثرات خارجی مثبتی از فناوری اطلاعات و ارتباطات وجود داشته باشد و در نتیجه، بهره‌وری با انتقال فناوری اطلاعات و ارتباطات در اقتصاد افزایش یابد. به‌عنوان مثال، ایده‌های مدیریتی موفق جدید که تحت تأثیر استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات قرار می‌گیرند؛ به این دلیل که فرد با مشاهده و تجزیه و تحلیل آزمایش‌ها، موفقیت‌ها و مهم‌تر از همه، اشتباهات دیگران، بهتر و آسان‌تر یاد می‌گیرد. این استدلال معادل این مفهوم است که ICT، اثرات سرریز دارد. دو مجرای اول، کاملاً با چهارچوب حسابداری رشد مطابقت دارند، اما نشان می‌دهند که تابع تولید، اشتباه اندازه‌گیری شده است؛ زیرا یا نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات، به درستی نسبت داده نشده (به‌عنوان مثال، در مورد تحقیق و توسعه)، یا همه ورودی‌ها (یعنی جریان خدمات از سرمایه نامشهود) یا همه خروجی‌ها (یعنی سرمایه‌گذاری در سرمایه مکمل)، مشاهده نمی‌شود. در این حالت، بهره‌وری کل عوامل، به اشتباه اندازه‌گیری می‌شود، و در نتیجه، یک رابطه (به اشتباه) بین استفاده از بهره‌وری کل عوامل و فناوری اطلاعات و ارتباطات ایجاد می‌شود. مجرای سوم، مربوط به عوامل

خارجی، نشان می‌دهد که فناوری اطلاعات و ارتباطات ممکن است، تغییر فناوری «واقعی» را نیز توضیح دهد (آچاریا<sup>۱</sup>، ۲۰۱۶).

تفکیک این سه تأثیر، هم برای دانشجویان و هم برای سیاست‌گذاران، مهم است؛ زیرا پیامدهای سیاستی متفاوتی دارند. وجود عوامل خارجی، یک مورد اولیه برای یارانه‌های دولتی جهت افزایش سرمایه‌گذاری ICT ایجاد می‌کند، در حالی که انباشت سرمایه نامشهود توسط شرکت‌ها، چنین فرضی را ایجاد نمی‌کند.

## ۱-۲. محاسبه بهره‌وری کل عوامل

در گذشته، اندازه‌گیری معیارهای بهره‌وری کل عوامل (TFP)، اغلب با استفاده از داده‌های PWT مانند نتایج مطالعات هال و جونز<sup>۲</sup> (۱۹۹۹) و کاسلی<sup>۳</sup> (۲۰۰۵) صورت می‌گرفت که معمولاً از تولید ناخالص داخلی به‌ازای هر کارگر به‌عنوان معیار بهره‌وری نیروی کار استفاده، و تفاوت در سرمایه مشهود به‌ازای هر کارگر و سرمایه انسانی به‌ازای هر کارگر را تصحیح می‌کنند؛ اما اندازه‌گیری داده‌های سرمایه و بهره‌وری در PWT8.0 به تفصیل اینکلار و تایمر<sup>۴</sup> (۲۰۱۳) به صورت زیر است:

الف) به جای یک نرخ استهلاک واحد در بین کشورها و ثابت بودن آن در طول زمان، از نرخ استهلاک متفاوت، با تمایز سرمایه‌گذاری در حداکثر شش نوع دارایی، از جمله حداقل ماشین‌آلات، تجهیزات حمل و نقل و ساختمان‌ها، در کشورهای مختلف و در طول زمان متفاوت، استفاده می‌شود.

ب) به جای اینکه از سهم واحدی از مزد نیروی کار در تولید ناخالص داخلی برای وزن دهی به اهمیت سرمایه انسانی در مقابل سرمایه فیزیکی استفاده شود، معیارهای جدیدی از داده‌های اصلی حساب‌های ملی، ایجاد شده است.

همان‌طور که فینسترا و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۳) بیان می‌کنند که این پیشرفت‌ها، بویژه استفاده از سهم نیروی کار ویژه - کشور و ویژه - سال، به کاهش نقش تفاوت‌های بهره‌وری کل عوامل در توضیح تفاوت‌های درآمدی بین‌کشوری کمک می‌کند. همچنین، تمایز بین معیارهای تولید ناخالص داخلی مختلف PWT8.0، شامل یک معیار اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل است که امکان مقایسه بین کشورها را در یک مقطع زمانی (متغیر CTFP) و معیاری که امکان مقایسه بین کشورها در طول سال‌ها را فراهم می‌کند (RTFPNA).

برای اندازه‌گیری رشد بهره‌وری در هر کشور، از یک معیار مشابه استفاده می‌شود که با شاخص‌های زمانی و تولید ناخالص داخلی واقعی و نرخ‌های رشد ورودی عاملی به‌دست‌آمده از داده‌های حساب‌های ملی، تعریف می‌شود:

1. Acharya (2016)
2. Hall & Jones (1999)
3. Caselli (2005)
4. Inklaar & Timmer (2013)
5. Feenstra *et al.* (2013)

$$RTFP_{jt,t-1}^{NA} = \frac{RGDP_{jt}^{NA}}{RGDP_{jt-1}^{NA}} / Q_T(v_{jt}, v_{jt-1}, w_{jt}, w_{jt-1}) \quad (1)$$

که در آن،  $RGDP$ : تولید ناخالص داخلی واقعی و  $Q_T(v_{jt}, v_{jt-1}, w_{jt}, w_{jt-1})$ : شاخص کمیت ترنکوئیست از وقف عوامل است. برای این منظور، همان‌طور که در بالا ذکر شد، داده‌های جدیدی از نهاده‌های تولید سرمایه و نیروی کار و سهم درآمد عوامل ایجاد شده است که به طور خاص، PWT8 (re)، معیاری از موجودی سرمایه فیزیکی را براساس سری‌های زمانی طولانی سرمایه‌گذاری دارایی معرفی می‌کند، که برای هر کشور، سرمایه‌گذاری در ساختمان‌ها، تجهیزات حمل و نقل و ماشین‌آلات، و برای طیف وسیعی از کشورها هم، سرمایه‌گذاری در کامپیوتر، تجهیزات ارتباطی و نرم‌افزار را به طور جداگانه، متمایز کرده است.

سرمایه‌گذاری‌ها با استفاده از نرخ استهلاک هندسی خاص دارایی‌ها و با استفاده از روش ثبت دائم موجودی<sup>۱</sup> در سهام سرمایه و قیمت عامل نسبی سهام سرمایه هم با تجمیع قیمت‌های سرمایه‌گذاری خاص دارایی با استفاده از سهام هر دارایی در کل (هزینه جاری) سهام سرمایه، اندازه‌گیری شده است.

PWT داده‌هایی را که در مورد تعداد کارگران در یک اقتصاد است را اندازه‌گیری می‌کند، اما در اندازه‌گیری دقیق‌تر از نهاده نسبی نیروی کار، باید تفاوت‌های بزرگ در تحصیل در بین کشورها توضیح داده شود. لذا برای این منظور، PWT8 شامل شاخصی از سرمایه انسانی به‌زای هر کارگر براساس میانگین سال‌های تحصیل است که به‌صورت خطی از نتیجه پژوهش بارو و لی<sup>۲</sup> (۲۰۱۳) درون‌یابی شده است و نرخ بازده فرضی برای آموزش ابتدایی، متوسطه و عالی مانند مطالعه کاسلی<sup>۳</sup> (۲۰۰۵) را شامل می‌شود (فینسترا و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۳).

## ۲-۲. مخارج تحقیق و توسعه و بهره‌وری کل عوامل

اخیراً سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه، عاملی کلیدی در رشد اقتصادی کشورهای مختلف محسوب می‌شود. اقتصاددانان در سراسر جهان بویژه، با مدل‌های رشد درونزا می‌توانند رابطه بین تحقیق و توسعه، بهره‌وری و رشد را کشف کنند. بسیاری از مطالعات تجربی، تأیید کرده‌اند که بهبود استاندارد زندگی و توسعه اقتصادی-اجتماعی یک کشور، به‌دلیل نوآوری ناشی از تحقیق و توسعه است. از آنجایی که کشورها هزینه بیشتری را صرف تحقیق و توسعه می‌کنند، با توسعه محصولات تکنولوژیکی پیچیده‌تر، باعث افزایش دستمزدهای واقعی و استانداردهای زندگی می‌شوند. با این حال، بازده حاصل از فعالیت‌های تحقیق و توسعه، عمدتاً در قالب دانش جدید که به مزیت‌های رقابتی منجر می‌شود، نامشهود است، زیرا هدف اولیه فعالیت‌های تحقیق و توسعه، بهبود محصولات موجود یا توسعه محصولات جدید است.

1. Perpetual Inventory Method
2. Barro & Lee (2013)
3. Caselli(2005)
4. Feenstra *et al.* (2013)



مطالعات در مورد اثرات تحقیق و توسعه، پیامدهای مهمی برای سیاست‌گذاران و مدیران شرکت دارد. اگر آنها در مورد بازده سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه متقاعد شوند، احتمالاً بیشتر هزینه خواهند کرد. در غیر این صورت، منطقی نیست که برای تحقیق و توسعه با هزینه از دست رفته گزینه‌های سرمایه‌گذاری جایگزین هزینه شود (براوو- ارتگا و مارتین<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱؛ آیدین و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۸). در نظریه‌های رشد، به نقش تحقیق و توسعه به‌عنوان موتور رشد اقتصادی تأکید شده است. تحقیق و توسعه از دو طریق می‌تواند به رشد اقتصادی منجر شود:

۱- تحقیق و توسعه، باعث می‌گردد که کالاهای سرمایه‌ای جدیدی معرفی شود که ممکن است نقش بیشتر و بهتری در تولید نسبت به کالاهای سرمایه‌ای موجود داشته باشد. به دلیل آنکه محصول، تابعی از انواع مختلف کالاهای سرمایه‌ای و یا کیفیت کالاهای سرمایه‌ای است، پس در صورتی که تابع تولید، دارای بازدهی نزولی نسبت به هر یک از نهاده‌ها باشد، آنگاه رشد درونزا وجود خواهد داشت که این نگرش، توسط رومر<sup>۳</sup> (۱۹۹۰) و بارو و سالایی مارتین<sup>۴</sup> (۱۹۹۵) ارائه شده است.

۲- تحقیق و توسعه، باعث ایجاد اثرات جانبی در موجودی علم و دانش شده که به نوبه خود، به کاهش هزینه‌های تحقیق و توسعه منجر می‌شود. لذا می‌توان گفت که به‌وجود آمدن اثرات جانبی از طریق فعالیت‌های تحقیق و توسعه، موجب ایجاد بازدهی ثابت به سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه خواهد شد. به همین علت، بنگاه‌ها مقدار ثابتی از منابع را در امر تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری کرده و موجب افزایش موجودی علم و دانش در یک نرخ ثابت می‌شوند (درگاهی و قدیری<sup>۵</sup>، ۱۳۸۲).

عامل تحقیق و توسعه و اثر سرریز آن در سطح داخلی و بین‌المللی، از طریق ابداع و نوآوری محصولات و فرایندهای جدید تولید، موجب پیشرفت تکنولوژی درونزا شده و افزایش تعداد و تنوع کالاهای سرمایه‌ای، باعث تسهیل در رشد اقتصادی می‌شود. به طور کلی، تحقیق و توسعه از دو مجرا بر رشد بهره‌وری شرکت‌ها مؤثر است. الف) به‌طور مستقیم، سطح تکنولوژی را از طریق افزودن اطلاعات جدید بیشتر (نوآوری)، بالا می‌برد؛ ب) به‌طور غیرمستقیم و از طریق افزایش ظرفیت جذب شرکت‌ها، آنها را وادار می‌کند تا اندازه بزرگتری از اثرات سرریز تکنولوژی را جذب کنند (امینی و انصاری<sup>۶</sup>، ۱۳۹۱).

تحقیق و توسعه و سرمایه انسانی، فناوری‌های جدید و بهبود یافته‌ای را برای نهاده‌ها و روش‌های تولید فراهم می‌کنند. با وجود سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه، بهره‌وری منابع افزایش پیدا می‌کند و نهاده‌های جدید با بهره‌وری بالاتر تولید می‌شود. از سوی دیگر، سرمایه انسانی باعث انتقال تابع

1. Bravo-Ortega & Marin (2011)

2. Aydin *et al.* (2018)

3. Romer (1990)

4. Barro & Sala-i-Martin (1995)

5. Dargahi & Ghadiri (2003)

6. Amini & Ansari (2013)

تولید بخش‌های اقتصادی به سمت بالا شده و هزینه هر واحد نهاده اضافی به کار رفته با فناوری‌های جدید را کاهش می‌دهد. تحقیق و توسعه فرایند منظم خلق، تولید، انتشار و کاربرد دانش و شامل نوآوری در فناوری علمی، سنجش مدیریت و نظام‌های سیاسی و اجتماعی است. مدت زمانی می‌شود که دولت‌ها، بنگاه‌های تجاری و محققان، بر نقش مهم تحقیق و توسعه علمی در رشد اقتصادی تأکید کرده‌اند، به طوری که بیشتر اقتصاددانان، افزایش رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته را به شدت فعالیت‌های تحقیق و توسعه نسبت می‌دهند (حیدری و همکاران<sup>۱</sup>، ۱۳۹۵).

### ۳-۲. باز بودن تجارت و بهره‌وری کل عوامل

مکانیسم‌های شناسایی شده توسط اکثر تئوری‌های موجود در مورد چگونگی تأثیر سیاست تجاری و تجارت بر بهره‌وری کل عوامل شامل انتشار فناوری، یادگیری با عمل، اندازه بازار (اقتصاد مقیاس) و رقابت از طریق ورود و خروج است که در نتیجه، تخصیص مجدد منابع درون صنعت را تسهیل می‌کند. شواهد نشان می‌دهد که تنها تعداد کمی از کشورهای توسعه یافته، می‌توانند هزینه‌های هنگفت سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه را برای بهره‌مندی از فناوری پیشرفته انجام دهند. تجارت با اجازه دادن به انتقال فناوری متشکل از کالاها و تعامل افراد، امکان انتشار فناوری را فراهم می‌کند و در نتیجه، بهره‌وری کل عوامل را در مناطقی که ممکن است با فناوری قدیمی و ناکارآمد تولید کنند، افزایش دهد. جهت‌گیری سیاست تجاری، که یکی از عوامل تعیین‌کننده حجم تجارت است، فرایند انتشار فناوری را با تأثیر بر بهره‌وری کل عوامل یا درآمد سرانه بلندمدت، تسهیل می‌کند یا مانع می‌شود (گروسمن و هلپمن<sup>۲</sup>، ۱۹۹۱؛ پارتی و پرسکات<sup>۳</sup>، ۱۹۹۴؛ هلمز و شیمیتز<sup>۴</sup>، ۱۹۹۵؛ آندری رودریگز کلاره<sup>۵</sup>، ۱۹۹۶).

مکانیسم دیگری که از طریق آن، باز بودن تجارت بر بهره‌وری کل عوامل تأثیر می‌گذارد، از طریق تخصیص مجدد منابع از شرکت‌های کمتر کارآمد به شرکت‌های کارآمدتر است (ملیتز<sup>۶</sup>، ۲۰۰۳). بنابراین، نقش سیاست تجاری که باز بودن تجارت را در این مورد ترویج می‌کند، تسهیل تخصیص مجدد منابع از شرکت‌های کمتر کارآمد به شرکت‌های کارآمدتر است و در نتیجه بهره‌وری کل را افزایش می‌دهد (عبدالرحمان و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۱۲).

واضح است که رابطه بین شرایط تجارت و بهره‌وری کل عوامل، می‌تواند دو طرفه باشد. هنگامی که بهره‌وری کل عوامل به‌عنوان برونزا در نظر گرفته می‌شود، نمی‌تواند تحت تأثیر شرایط تجارت قرار

1. Heidari *et al.* (2016)
2. Grossman & Helpman (1991)
3. Parente & Prescott (1994)
4. Holmes & Shimitz (1995)
5. Andre's Rodriguez Clare (1996)
6. Melitz (2003)
7. Abdurohman *et al.* (2012)

گیرد، در حالی که بهبود در بهره‌وری کل عوامل، هزینه‌های نهایی و در نتیجه، قیمت‌های داخلی را کاهش می‌دهد.

در صورتی که بهره‌وری کل عوامل درونزا باشد، با توجه به منابع محدود، بهبود شرایط تجارت، ممکن است انگیزه‌ها را برای قرار دادن منابع بیشتر در تولید کالاهای فیزیکی به بهای هزینه‌های تحقیق و توسعه افزایش دهد؛ چون تولید کالا برای صادرات سودآورتر و نهاده‌های وارداتی ارزان‌تر هستند که رشد بهره‌وری کل عوامل (مجرای جایگزینی) را کاهش می‌دهد؛ یعنی هنگامی که شرایط تجارت بهبود یابد، یک کشور، صادرات بیشتری انجام می‌دهد و منابع را از بخش تولید دانش دور می‌کند و باعث کاهش رشد بهره‌وری کل عوامل می‌شود. برعکس، زمانی که برای مثال، رقابت خارجی قیمت کالاهایی را که یک کشور می‌فروشد (یعنی صادرات را)، پایین می‌آورد، سرمایه‌گذاری بیشتری در بهره‌وری مورد نیاز است تا این اثر از بین برود. از سوی دیگر، ممکن است از آنجایی که بهبود شرایط تجارت، کل اقتصاد را غنی‌تر می‌کند، امکان گسترش تولید کالاهای فیزیکی و فعالیت‌های تحقیق و توسعه (مجرای مکمل) را فراهم آورد (جان<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹).

میلر و آپادھیای<sup>۲</sup> (۲۰۰۰)، اثرات باز بودن تجاری، جهت‌گیری تجاری و سرمایه‌انسانی را بر بهره‌وری کل عوامل با استفاده از داده‌های پانل در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه مورد بررسی قرار داده‌اند. با توجه به اینکه عوامل بالقوه تعیین‌کننده بهره‌وری کل عوامل شامل معیارهای باز بودن، جهت‌گیری تجاری و سرمایه‌انسانی است، باز بودن، اثر بیشتری بر بهره‌وری کل عوامل دارد.

نتایج، نشان می‌دهد که در کشورهای برون‌گرا، باز بودن تجاری، اثر مثبتی بر بهره‌وری کل دارد و سرمایه‌انسانی به‌طور کلی، به بهره‌وری کل عوامل کمک می‌کند. با این حال، در کشورهای فقیر، سرمایه‌انسانی برای دستیابی به یک اثر مثبت با باز بودن تجاری، تعامل دارد.

### ۳. پیشینه مطالعات

#### ۳-۱. مطالعات خارجی

یانگ و چن<sup>۳</sup> (۲۰۱۲)، رابطه بین بهره‌وری و صادرات را در شرکت‌های تولیدی اندونزی با در نظر گرفتن تحقیق و توسعه، مورد بررسی قرار داده‌اند. بدین منظور، ابتدا عوامل تعیین‌کننده فعالیت تحقیق و توسعه را بررسی کرده‌اند و بیان می‌کنند که فعالیت صادراتی، به فعالیت تحقیق و توسعه کارخانه‌ها کمک می‌کند، در حالی که شرکت‌های چند ملیتی، تمایل بیشتری به تحقیق و توسعه ندارند. برآوردهای همزمان در رابطه متقابل تحقیق و توسعه، بهره‌وری و صادرات هم، نشان می‌دهد که تحقیق و توسعه، تأثیر مثبتی بر بهره‌وری و صادرات دارد، که نشان‌دهنده اهمیت تحقیق و توسعه

1. Jan (2019)

2. Miller & Upadhyay (2000)

3. Yang & Chen (2012)

برای رشد اقتصادی اندونزی است. همچنین یک علیت دو طرفه بین بهره‌وری و صادرات وجود دارد که دلالت بر همزیستی تأثیرات خودگزینی و یادگیری از طریق صادرات در بخش تولید اندونزی است. هان و شن<sup>۱</sup> (۲۰۱۵)، تأثیر توسعه مالی منطقه‌ای چین بر رشد بهره‌وری کل عوامل (TFP) را با استفاده از رویکرد پوششی داده‌های مرزی تصادفی ناپارامتریک و پانل استانی طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۹ مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج، نشان می‌دهد که توسعه مالی چین، نقش مهمی در ارتقاء رشد بهره‌وری کل عوامل از طریق پیشرفت تکنولوژیکی به‌جای تغییر کارآیی دارد. هرچه توسعه مالی سریع‌تر اتفاق بیفتد، بهتر می‌تواند عدم تطابق تخصیص منابع را اصلاح کند و در نتیجه، رشد بهره‌وری کل عوامل را ارتقا دهد.

بروگاد و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۶)، نقش کیفیت عوامل تولید و انتشار فناوری در رشد بهره‌وری قرن بیستم را با استفاده از داده‌های ۱۷ کشور OECD در دوره ۱۸۹۰-۲۰۱۳، مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج، نشان می‌دهد که سطوح تحصیلات، بیشترین سهم را در رشد دارد، در حالی که نقش سرمایه با وجود سهم قابل توجه، محدود است. عوامل تولید تعدیل شده با کیفیت، کمتر از نیمی از رشد بهره‌وری نیروی کار را در بزرگترین کشورها بجز ژاپن، که در آن، انتقال سرمایه، سهم بسیار زیادی داشت، توضیح می‌دهد. در نتیجه، «یک موج بزرگ» رشد بهره‌وری (گوردون<sup>۳</sup>، ۱۹۹۹)، و همچنین موج بهره‌وری فناوری اطلاعات و ارتباطات برای کشورهایی که آن را تجربه کرده‌اند، تنها تا حدی توضیح داده شده است. اگرچه آموزش و انتشار فناوری به توضیح موج اولیه در ایالات متحده آمریکا در دهه‌های ۱۹۳۰-۱۹۴۰ کمک می‌کند. در نهایت، انتشار فناوری، بین ۰/۶ تا ۱ درصد رشد سالانه را توضیح می‌دهد و همچنین بخش بزرگی از دو موج فناوری قرن بیستم را غیرقابل توضیح می‌گذارد. این نتایج، هم از تأخیر قابل توجهی در انتشار فناوری‌های هدف عمومی پشتیبانی می‌کند و هم، سؤالات بیشتری را در مورد دیدگاه گسترده‌تری از عوامل رشد، از جمله تغییرات در فرایند تولید، تکنیک‌های مدیریت و شیوه‌های تأمین مالی، ایجاد می‌کند.

آچاریا<sup>۴</sup> (۲۰۱۶)، به بررسی وجود سرمایه نامشهود و عوامل خارجی تولید در استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد بهره‌وری کل عوامل با استفاده از داده‌های جامع ۱۶ کشور OECD در ۲۴ صنعت طی یک دوره ۳۲ ساله پرداخته است. نتایج، نشان می‌دهد که آنچه به‌عنوان یک مورد کامل از سرریزهای استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات تحت روش متعارف در نظر گرفته می‌شود، تأثیر تحقیق و توسعه و سایر سرمایه‌های نامشهود است. هنگامی که این دو مجرا در مدل در نظر گرفته شود، هیچ سرریز داخلی و خارجی ICT وجود ندارد.

1. Han & Shen (2015)
2. Bergeaud *et al.* (2016)
3. Gordon (1999)
4. Acharya (2016)

شاه‌آبادی و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۸)، تأثیر عوامل اقتصاد دانش‌بنیان بر بهره‌وری کل عوامل در اقتصادهای نوظهور و اقتصادهای G7 را با استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌های تابلویی طی سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۹۶ مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج، نشان می‌دهد که نسبت موجودی سرمایه ICT به تولید ناخالص داخلی و نسبت موجودی سرمایه تحقیق و توسعه خارجی به تولید ناخالص داخلی، به ترتیب، بیشترین تأثیر مثبت را بر بهره‌وری کل عوامل در اقتصادهای نوظهور دارند. اما نسبت موجودی سرمایه تحقیق و توسعه داخلی به تولید ناخالص داخلی و نسبت هزینه‌های آموزش به تولید ناخالص داخلی در اقتصادهای نوظهور، در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته G7، تأثیر کمتری بر بهره‌وری کل عوامل دارد؛ ولی در این کشورها، موجودی تحقیق و توسعه خارجی از طریق دستیابی به فناوری‌های شرکای تجاری از طریق واردات و سفارشی‌سازی آنها بر اساس نیازهای داخلی، تأثیر مثبتی بر بهره‌وری کل عوامل دارد.

کود و ویزانی<sup>۲</sup> (۲۰۱۹)، با استفاده از نمودارهای ناپارامتریک و رگرسیون، نشان می‌دهند که ارتباط مثبت قوی بین بخش تولید و مخارج تجاری در تحقیق و توسعه وجود دارد، درحالی‌که رابطه بین تولید و صادرات یا بهره‌وری مبهم‌تر است. نتایج، نشان می‌دهد که افزایش سهم ارزش افزوده تولیدی، ممکن است به افزایش تحقیق و توسعه بیشتر منجر شود؛ زیرا بخش تولید، عموماً شدت تحقیق و توسعه بالاتری نسبت به بخش تجاری غیرتولیدی دارد، اگرچه به نظر نمی‌رسد که تحقیق و توسعه بخش تولید، اثرات خارجی ایجاد کند که به افزایش تحقیق و توسعه غیرتولیدی بیشتر منجر شود. جان<sup>۳</sup> (۲۰۱۹)، تأثیر تجارت بر بهره‌وری کل عوامل را با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری ساختاری<sup>۴</sup> (SVAR)، مورد بررسی قرار داده است. نتایج، نشان می‌دهد که بهبود شرایط تجارت، باعث افزایش تقاضا برای نیروی کار به کار گرفته شده در تولید کالاهای صادراتی به هزینه تولید فناوری (تحقیق و توسعه) می‌شود که به نوبه خود، به تغییر منابع از توسعه دانش به کالاهای صادراتی فیزیکی منجر می‌شود. این تخصیص مجدد، تأثیر منفی بر رشد بهره‌وری کل عوامل دارد و مدل قادر است که تحت یک کالیبراسیون قابل قبول، الگوی تجربی مشاهده شده را تکرار کند.

هامار و بلربی<sup>۵</sup> (۲۰۲۱)، رابطه غیرخطی بین هزینه‌های تحقیق و توسعه، نوآوری و بهره‌وری محصولات صادراتی با فناوری پیشرفته را در ۳۶ کشور طی دوره ۲۰۱۴-۲۰۰۲، با استفاده از روش رگرسیون آستانه‌ای ملایم پانلی (PSTR)، مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج تحقیق، حاکی از آن است که یک اثر آستانه‌ای در رابطه بین هزینه‌های تحقیق و توسعه، نوآوری و بهره‌وری وجود دارد. تأثیر مخارج تحقیق و توسعه، نوآوری، بهره‌وری و صادرات محصولات با فناوری متوسط و بالا مختلط است.

1. Shahabadi *et al.* (2018)
2. Coad & Vezzani (2019)
3. Jan (2019)
4. Structural Vector Autoregressive (SVAR) model
5. Hammar & Belarbi (2021)

با این حال، بسته به اینکه کدام شاخص‌های نوآوری استفاده می‌شود یا در کدام سطح از متغیر آستانه مناسب‌ترین است، هم اثرات مثبت و هم، اثرات منفی مشاهده می‌شود. نتایج، نشان می‌دهد که سطح توسعه اقتصادی، می‌تواند به‌عنوان شاخص‌های هدف برای اجرای سیاست نوآوری در نظر گرفته شود. لی و لی (۲۰۲۲)، به بررسی عوامل مختلف مؤثر بر رشد بهره‌وری سبز با استفاده از داده‌های تابلویی ۳۰ استان چین طی دوره ۲۰۱۸-۲۰۰۶ پرداخته‌اند. نتایج تحقیق، نشان می‌دهد که توسعه مالی سبز به‌طور قابل توجهی، سطح بهره‌وری سبز را بهبود می‌بخشد. این تأثیر مفید در استان‌هایی با سطوح بالاتر شرایط اقتصادی و اجتماعی، مشارکت عمومی کمتر در حفاظت از محیط‌زیست و سطوح آلودگی بالا، قوی‌تر است. همچنین نتایج، حاکی از آن است که اجرای یک سیاست مالی سبز، می‌تواند تأثیر توسعه مالی سبز را بیشتر افزایش دهد.

### ۲-۳. مطالعات داخلی

مهربانی و همکاران<sup>۲</sup> (۱۳۹۳)، به بررسی اثر اقتصاد دانش‌بنیان بر بهره‌وری کل عوامل تولید با استفاده از پانل دیتا در نمونه‌ای متشکل از ایران و برخی کشورهای توسعه‌یافته، نوظهور و در حال توسعه در دوره زمانی ۲۰۱۲-۱۹۹۵ پرداخته‌اند. نتایج تحقیق، حاکی از آن است که اقتصاد دانش‌بنیان در ایران در مقایسه با کشورهای نمونه، وضعیت مطلوبی ندارد. علاوه بر این، رابطه مثبت و معناداری بین تقویت اقتصاد دانش‌بنیان و بهره‌وری کل عوامل تولید وجود دارد. از طرف دیگر، بررسی رابطه علیت، نشانگر وجود یک رابطه علیت یک‌طرفه (از سمت اقتصاد دانش‌بنیان به بهره‌وری) می‌باشد.

لطفعلی پور و همکاران<sup>۳</sup> (۱۳۹۴)، اثر باز بودن تجاری به‌همراه مصرف انرژی و سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل تولید در زیربخش‌های صنعت را با استفاده از روش دیویژیا طی دوره ۱۳۸۸-۱۳۸۲ مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج، نشان می‌دهد که، باز بودن تجاری، مصرف انرژی و سرمایه انسانی، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر بهره‌وری کل عوامل تولید دارند. علاوه بر این، اثر سرمایه انسانی از نوع مهارت و تجربه، بیشتر از اثر سرمایه انسانی از نوع تحصیلات بر بهره‌وری کل مؤثر می‌باشد.

سپهردوست و افشاری<sup>۴</sup> (۱۳۹۵)، نقش توسعه مالی و اعطای تسهیلات بانکی بر بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش صنعت را با استفاده از روش خود توضیح برداری با وقفه‌های توزیعی<sup>۵</sup> (ARDL) طی دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۶۲، مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج تحقیق، حاکی از آن است که، اعتبارات سرمایه‌ای در بلندمدت و در کوتاه‌مدت، با یک وقفه، بر بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت، تأثیر مثبت دارد. اعتبارات جاری در کوتاه‌مدت، تأثیر مثبت می‌گذارد اما در بلندمدت، تأثیری بر روی

1. Lee & Lee (2022)
2. Mehrebani *et al.* (2014)
3. Lotfalipour *et al.* (2015)
4. Sepehrdost & Afshari (2016)
5. Autoregressive-Distributed Lag

بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت ندارد. همچنین تأثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه در کوتاه‌مدت و بلندمدت بر بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت ایران، مثبت و معنی‌دار است.

جعفری و همکاران<sup>۱</sup> (۱۳۹۹)، به بررسی تأثیر عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل بویژه نوع مصرف انرژی و سرمایه انسانی با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته<sup>۲</sup> (GMM) طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۸۰ در ایران پرداخته‌اند. نتایج تحقیق، حاکی از آن است که شدت استفاده از سوخت‌های فسیلی به‌طور قابل توجهی، بهره‌وری کل عوامل را در ایران کاهش می‌دهد. همچنین درجه باز بودن تجاری، شدت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری کل عوامل با یک دوره تأخیر، از عوامل افزایش‌دهنده بهره‌وری کل عوامل در ایران هستند. در نهایت، نتایج نشان می‌دهد که نه تنها سرمایه انسانی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی طی دوره زمانی پژوهش، در بهره‌وری کل عوامل در ایران نقشی نداشتند بلکه نقش اثر تعاملی آنها در بهره‌وری نیز تأیید نشد.

مصلی و همکاران<sup>۳</sup> (۱۴۰۰)، رابطه غیرخطی آموزش با بهره‌وری کل عوامل را طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۶۵ با استفاده از الگوی رگرسیون انتقال ملایم (STR) مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج، بیانگر آن است که افزایش کمیت تحصیلات، تأثیر منفی بر بهره‌وری دارد، لذا بازنگری در توسعه کمی آموزش و اولویت دادن به ارتقاء سطح کیفی آموزش، اولویت بیشتری نسبت به گذشته دارد.

مرور مطالعات، حاکی از آن است که در اکثر مطالعات، به بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری عوامل به صورت خطی پرداخته شده و همچنین ارتباط بین هزینه‌های تحقیق و توسعه، بهره‌وری و صادرات محصولات با فناوری پیشرفته و متوسط، با استفاده از رویکرد PSTR در کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته، صورت نگرفته است.

لذا در این مطالعه، سعی بر آن است که به بررسی تأثیر غیرخطی صادرات محصولات با فناوری پیشرفته و متوسط بر بهره‌وری کل عوامل را در کنار دیگر عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل در منتخبی از کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته، با استفاده از مدل غیرخطی رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR)، پرداخته شود.

#### ۴. روش‌شناسی تحقیق

##### ۴-۱. مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی

در این تحقیق، تأثیر غیرمستقیم صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط بر بهره‌وری کل عوامل در ۵۰ کشور در حال توسعه و توسعه‌یافته طی دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۷ با استفاده از یک مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR) بررسی می‌شود. برای این منظور، به پیروی از گونزالز و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۵)

1. Jafari et al. (2020)

2. Generalized Method of Moments

3. Mosalla et al. (2021)

4. Gonzalez et al. (2005)

و کولیتاز و هارولین<sup>۱</sup> (۲۰۰۶)، یک مدل PSTR با دو رژیم حدی و یک تابع انتقال به صورت فوق (رابطه ۱) تصریح می شود:

$$Y_{it} = \mu_i + \beta_0 X_{it} + \beta_1 X_{it} F(q_{it}; \gamma, c) + u_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T \quad (2)$$

که در آن،  $Y_{it}$  متغیر وابسته،  $X_{it}$  برداری از متغیرهای برونزا،  $\mu_i$  اثرات ثابت مقاطع و  $u_{it} \approx iid(0, \sigma^2)$  نیز جزء خطا می باشد. تابع  $F(q_{it}; \gamma, c)$  نیز بیانگر یک تابع انتقال پیوسته و کراندار بین صفر و یک است که به پیروی از گونزالز و همکاران<sup>۲</sup>، به صورت لاجستیکی تصریح می گردد:

$$F(\gamma, c, q_{it}) = \left[ 1 + \exp\left(-\gamma \prod_{j=1}^m (q_{it} - c_j)\right) \right]^{-1}, \gamma > 0, c_1 \leq c_2 \leq \dots \leq c_m \quad (3)$$

که در آن،  $c_j$  یک بردار  $m$  بعدی از مقدار حدهای آستانه‌ای و  $\gamma$  پارامتر شیب است که بیانگر سرعت انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر است و دارای قید بدیهی است.  $q_{it}$  بیانگر متغیر انتقال می باشد و براساس مطالعه کولیتاز و هارولین<sup>۳</sup> (۲۰۰۶)، می تواند از بین متغیرهای توضیحی، وقفه متغیر وابسته و یا هر متغیر دیگر خارج از مدل که از حیث مبانی تئوریک در ارتباط با مدل مورد مطالعه بوده و عامل ایجاد رابطه غیرخطی باشد، انتخاب گردد (شهبازی و سعیدپور<sup>۴</sup>، ۱۳۹۲).

گونزالز و همکاران، پیشنهاد می کنند که در عمل، لحاظ کردن یک یا دو مقدار آستانه‌ای،  $m=1$  یا  $m=2$ ، برای مواجهه با تغییرپذیری پارامترها کفایت می کند. برای  $m=1$ ، مدل PSTR بر دو رژیم حدی مرتبط با مقادیر کمتر و بیشتر از متغیر انتقال ( $q_{it}$ ) در مقایسه با حد آستانه‌ای ( $c_1$ ) و با یک تابع انتقال یکنواخت از ضرایب  $\beta_0$  تا  $\beta_0 + \beta_1$  دلالت می کند. در صورتی که پارامتر شیب  $\gamma$  به سمت بی نهایت میل کند، مدل PSTR به مدل دو رژیمی آستانه‌ای پانلی (PTR) هنسن<sup>۵</sup> (۱۹۹۹) تبدیل می شود. بدین معنی که برای مقادیر  $q_{it} > c_1$ ، تابع انتقال، مقدار عددی یک و در غیر این صورت، مقدار عددی صفر را لحاظ می کند. برای  $m=2$ ، تابع انتقال در نقطه  $(c_1 + c_2) / 2$  به حداقل می رسد و مقدار عددی یک را برای مقادیر کمتر و بیشتر متغیر انتقال ( $q_{it}$ ) لحاظ می کند. در این حالت، زمانی که پارامتر شیب  $\gamma$  به سمت صفر میل کند و با وجود هر تعدادی از  $m$ ، مدل PSTR به یک مدل رگرسیونی خطی یا همگن با اثرات ثابت، تنزل می یابد. با توجه به مطالب عنوان شده، در مدل PSTR ضرایب تخمینی با توجه به مشاهدات متغیر انتقال و پارامتر شیب به صورت پیوسته

1. Colletaz & Hurlin (2006)
2. Gonzalez et al. (2005)
3. Colletaz & Hurlin (2006)
4. Shahbazi and Saidpour (2013)
5. Hansen (1999)



میان دو حالت حدی  $F=0$  و  $F=1$  تغییر می‌یابد که این دو حالت حدی، به صورت زیر تصریح می‌شوند:

$$y_{it} = \begin{cases} \mu_i + \beta'_0 x_{it} + u_{it} & F = 0 \\ \mu_i + (\beta'_0 + \beta'_1) x_{it} + u_{it} & F = 1 \end{cases} \quad (۴)$$

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، یکی دیگر از ویژگی‌های برجسته مدل PSTR، برآورد ضرایب متغیرهای توضیحی به صورت متفاوت برای مقاطع مختلف و متغیر در طول زمان است که این ویژگی، مشکل ناهمگنی متعارف در داده‌های تلفیقی را به‌طور کامل مرتفع می‌کند. برای این منظور، کولیتاز و هارولین<sup>۱</sup> (۲۰۰۶) برای محاسبه کشش‌های مختص هر مقطع و متغیر در طول زمان، دو حالت را معرفی کرده‌اند.

حالت اول: متغیر انتقال، به‌عنوان متغیر توضیحی در مدل لحاظ شده باشد:

$$e_{it} = \frac{\partial \ln y_{it}}{\partial \ln x_{it}} = \beta'_0 + \beta'_1 F(q_{it}; \gamma, c) + [\beta'_1 \ln x_{it}] \frac{\partial F(q_{it}; \gamma, c)}{\partial \ln x_{it}} \quad (۵)$$

حالت دوم: متغیر انتقال، شامل متغیرهای توضیحی نباشد:

$$e_{it} = \frac{\partial \ln y_{it}}{\partial \ln x_{it}} = \beta'_0 + \beta'_1 F(q_{it}; \gamma, c) \quad (۶)$$

در نهایت، شکل تعمیم‌یافته مدل PSTR، با بیش از یک تابع انتقال نیز به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$y_{it} = \mu_i + \beta'_0 x_{it} \sum_{j=1}^r [\beta'_j x_{it}] F_j(q_{it}^j; \gamma_j, c_j) + u_{it} \quad (۷)$$

که در آن،  $r$  بیانگر تعداد توابع انتقال جهت تصریح رفتار غیرخطی می‌باشد و سایر موارد قبلاً تعریف شده‌اند. شایان ذکر است که مدل PSTR، با حذف اثرات ثابت از طریق حذف میانگین‌های انفرادی و سپس با استفاده از روش حداقل مربعات غیرخطی (NLS) که معادل تخمین‌زن حداکثر درست-نمایی (ML) است، برآورد خواهد شد.

برای مراحل تخمین به پیروی از گونزالز و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۵)، کولیتاز و هارولین<sup>۳</sup> (۲۰۰۶) و جود<sup>۴</sup> (۲۰۱۰)، به نقل از شهبازی و سعیدپور<sup>۵</sup> (۱۳۹۲)، مراحل تخمین یک مدل PSTR، بدین ترتیب است که ابتدا آزمون خطی بودن در مقابل PSTR، با استفاده از آماره‌های ضریب لاگرانژ والد ( $LM_W$ )،

1. Colletaz & Hurlin (2006)
2. Gonzalez *et al.* (2005)
3. Colletaz & Hurlin (2006)
4. Jude (2010)
5. Shabazi and Saidpour (2013)

ضریب لاگرانژ فیشر ( $LM_F$ ) و نسبت درست‌نمایی (LR) به پیروی از کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶) انجام می‌شود و در صورت رد فرضیه صفر مبنی بر خطی بودن رابطه میان متغیرها، باید تعداد توابع انتقال جهت تصریح کامل رفتار غیرخطی موجود میان متغیرها انتخاب شود. برای این منظور، فرضیه صفر وجود یک تابع انتقال در مقابل فرضیه وجود حداقل دو تابع انتقال، آزمون می‌شود.

#### ۲-۴. تصریح مدل و تحلیل داده‌ها

مطالعه حاضر، با هدف بررسی تأثیرات آستانه‌ای و غیرمستقیم صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط بر بهره‌وری کل عوامل در ۵۰ کشور در حال توسعه و توسعه یافته طی دوره ۲۰۲۰-۲۰۰۷، رابطه میان متغیرهای مورد مطالعه را با استفاده از تکنیک اقتصادسنجی PSTR و با رویکرد غیرخطی، مدل‌سازی می‌کند.

مدل کلی، با پیروی از مطالعه هامار و بلربی (۲۰۲۱)، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$LTFP=F(LMH, LRD, LTRADE) \quad (8)$$

که در آن:

$LTFP_{it}$ : لگاریتم بهره‌وری کل عوامل در کشور  $i$  در زمان  $t$  بوده که این متغیر، بر پایه سال ۲۰۱۷ اندازه‌گیری شده است و با استفاده از نرخ رشد تولید ناخالص داخلی واقعی از داده‌های حساب‌های ملی،  $RGDPNA$ ، در ارتباط با نرخ‌های رشد  $RKNA$  و نیروی کار محاسبه می‌شود.  
 $LMH_{it}$ : لگاریتم صادرات پیشرفته و متوسط (درصد صادرات تولیدی) در کشور  $i$  در زمان  $t$  (متغیر انتقال) می‌باشد.

$LTRADE_{it}$ : لگاریتم باز بودن تجارت در کشور  $i$  در زمان  $t$  که با مجموع صادرات و واردات به صورت درصدی از  $GDP$  برابر است.

$LRD_{it}$ : لگاریتم مخارج تحقیق و توسعه در کشور  $i$  در زمان  $t$  است که به صورت درصدی از  $GDP$  اندازه‌گیری شده، که شامل مخارج سرمایه‌ای و جاری در چهار بخش اصلی یعنی: شرکت تجاری، دولت، آموزش عالی و غیر انتفاعی خصوصی است و تحقیق و توسعه تحقیقات پایه، تحقیقات کاربردی و توسعه تجربی را پوشش می‌دهد.

#### ۱. Colletaz & Hurlin (2006)

۲. آرژانتین، ارمنستان، اتریش، بلژیک، بلغارستان، برزیل، شیلی، چین، کلمبیا، کاستاریکا، قبرس، جمهوری چک، آلمان، دانمارک، مصر، اسپانیا، فنلاند، فرانسه، انگلستان، یونان، هنگ‌کنگ، کرواسی، هند، اندونزی، ایرلند، ایران، ایسلند، اسرائیل (رژیم غاصب)، ایتالیا، ژاپن، قزاقستان، لیتوانی، لوکزامبورگ، مکزیک، مالت، مغولستان، هلند، پاناما، لهستان، پرتغال، رومانی، سنگاپور، اسلونی، سوئد، تایلند، تاجیکستان، تونس، ترکیه، مجارستان و مالزی.

#### 3. Hammar & Belarbi (2021)

در ادامه، برای بررسی تأثیر غیرمستقیم صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط بر بهره‌وری کل عوامل، مدل اقتصادسنجی PSTR، به شکل زیر، پیشنهاد می‌گردد:

$$LTFP_{it} = \alpha_1 LRD_{it} + \alpha_2 LTRADE_{it} + \sum_{i=1}^T [\beta_1 LRD_{it} + \beta_2 LTRADE_{it}] F(q_{it}; \gamma; c) + u_{it} \quad (9)$$

داده‌های مورد استفاده، از مجموعه شاخص‌های توسعه بانک جهانی<sup>۱</sup> (WDI) و داده‌های بهره‌وری عوامل، از Penn World Tables استخراج شده و برای برآورد مدل، از صادرات با فناوری متوسط و بالا به‌عنوان متغیر انتقال که عامل ایجاد رابطه غیرخطی می‌باشد، استفاده شده است و متغیر بهره‌وری کل عوامل، به‌عنوان متغیر وابسته و سایر متغیرها که شامل مخارج تحقیق و توسعه و باز بودن تجارت است، به‌عنوان متغیر توضیحی، در نظر گرفته شده‌اند.

## ۵. برآورد مدل و یافته‌های تجربی

### ۵-۱. آزمون‌های مانایی متغیرها

مطابق ادبیات اقتصادسنجی، قبل از هرگونه تخمین و جهت جلوگیری از بروز رگرسیون‌های کاذب، باید ابتدا از مانا بودن متغیرها اطمینان حاصل کرد. چنانچه متغیرهای موجود در مدل مانا باشند، تخمین‌های انجام شده، مشکل رگرسیون کاذب را نخواهند داشت. جهت بررسی مانایی متغیرها، از آزمون لوین، لین و چو (LLC) استفاده شده است. در این آزمون‌ها، فرضیه صفر مبنی بر وجود یک ریشه واحد است. خلاصه نتایج این آزمون در جدول (۱) ارائه شده است. بر اساس نتایج، تمامی متغیرها در سطح ۵ درصد با حالت عرض از مبدأ و متغیر روند، مانا می‌باشند.

جدول ۱: نتایج آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو (با عرض از مبدأ و متغیر روند)

آزمون لوین، لین و چو		متغیرها
-۴/۵۳۵	آماره t	LTFP
۰/۰۰۰	ارزش احتمال	
-۱۰/۳۲۳	آماره t	LMH
۰/۰۰۰	ارزش احتمال	
-۸/۹۷۹	آماره t	LRD
۰/۰۰۰	ارزش احتمال	
-۹/۹۰۸	آماره t	LTRADE
۰/۰۰۰	ارزش احتمال	

منبع: یافته‌های تحقیق

## ۲-۵. برآورد مدل و تفسیر نتایج

به پیروی از مباحث مطرح شده در قسمت روش‌شناسی، ابتدا فرضیه صفر خطی بودن در مقابل فرضیه وجود الگوی PSTR، با در نظر گرفتن صادرات فناوری پیشرفته و متوسط به‌عنوان متغیر انتقال آزمون شده است. خروجی نرم افزار matlab برای آزمون مذکور در جدول (۲) نشان داده شده است. تمامی آماره‌های ضریب لاگرانژ والد، ضریب لاگرانژ فیشر و نسبت درست‌نمایی برای یک و دو حد آستانه‌ای ( $m=1$ ) و ( $m=2$ )، وجود الگوی PSTR را در سطح معناداری  $\alpha = 0/05$  تأیید می‌کنند. لازم به ذکر است،  $r$  بیانگر تعداد توابع انتقال است. مقادیر داخل پرانتز، احتمال مربوط به هر آماره را نشان می‌دهند.

## جدول ۲: آزمون وجود رابطه غیر خطی

حالت وجود یک حد آستانه‌ای ( $m=1$ )			حالت وجود دو حد آستانه‌ای ( $m=2$ )		
LM <sub>W</sub>	LM <sub>F</sub>	LR	LM <sub>W</sub>	LM <sub>F</sub>	LR
۴۸/۷۶۶	۲۴/۲۳۲	۵۰/۹۶۶	۶۸/۴۵۵	۱۷/۶۰۴	۷۲/۹۰۱
(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)
H0: $r = 0$ vs H1: $r = 1$					

منبع: یافته‌های تحقیق

در ادامه، باید وجود رابطه غیر خطی باقیمانده را به منظور تعیین تعداد توابع انتقال بررسی کرد. نتایج، نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر کفایت لحاظ نمودن یک تابع انتقال، در هر دو حالت یک و دو حد آستانه‌ای، رد نشده است.

## جدول ۳: آزمون وجود رابطه غیر خطی باقیمانده

حالت وجود یک حد آستانه‌ای ( $m=1$ )			حالت وجود دو حد آستانه‌ای ( $m=2$ )		
LM <sub>W</sub>	LM <sub>F</sub>	LR	LM <sub>W</sub>	LM <sub>F</sub>	LR
۰/۱۵۰	۰/۰۶۸	۰/۱۵۰	۲/۹۴۹	۰/۶۶۶	۲/۹۵۶
(۰/۹۲۸)	(۰/۹۳۵)	(۰/۹۲۸)	(۰/۰۵۶۶)	(۰/۶۱۶)	(۰/۵۶۵)
H0: $r = 1$ vs H1: $r = 2$					

منبع: یافته‌های تحقیق

پس از بررسی غیرخطی بودن، و مشخص کردن تعداد توابع انتقال جهت تصریح صحیح مدل، اکنون باید حالت بهینه تعداد حد آستانه‌ای، برآورد شده و با مقایسه معیارهای شوارتز و آکائیک و

مجموع مجذور خطاها به پیروی از جود<sup>۱</sup> (۲۰۱۰)، مدل بهینه انتخاب خواهد شد. نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که براساس معیارهای شوارتز و آکائیک و مجموع مجذور خطاها، انتخاب مدل براساس حداقل مقدار، مدل PSTR با یک حد آستانه‌ای، انتخاب خواهد شد.

**جدول ۴: تعیین تعداد مکان‌های آستانه‌ای در یک تابع انتقال**

	مجموع مجذور باقیمانده‌ها	معیار شوارتز BIC	معیار آکائیک AIC
m=1	۱/۱۴۲۵	-۶/۳۵۱۶	-۶/۳۹۰۶
m=2	۱/۱۴۲۵	-۶/۳۴۰۸	-۶/۳۸۶۳

منبع: یافته‌های تحقیق

پس از تعیین تعداد توابع انتقال و حد آستانه‌ای بهینه، یک مدل دو رژیم می‌برآورد می‌شود، که نتایج حاصل از برآورد مدل، در جدول (۵) ارائه شده است.

**جدول ۵: نتایج برآورد مدل PSTR**

قسمت خطی مدل		قسمت غیرخطی مدل	
LRD <sub>0</sub>	-۰/۲۵۵۵ (-۷/۴۴۰۷)	LRD <sub>1</sub>	۰/۲۸۶۳ (۷/۷۲۳۵)
LTRADE <sub>0</sub>	-۰/۱۰۸۵ (-۳/۳۳۶۱)	LTRADE <sub>1</sub>	۰/۰۸۰۳ (۶/۴۳۳۴)
مکان وقوع تغییر رژیم $C = ۳/۰۸۱۶$ آنتی‌لگاریتم $C = ۲۱/۷۹۳۲۴$ پارامتر شیب $\gamma = ۶/۴۲۲۶$			

منبع: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج حاصل از تخمین مدل، پارامتر شیب که بیانگر سرعت تعدیل از یک رژیم به رژیم دیگر بوده، معادل ۶/۴۲۲۶ است. مکان وقوع تغییر رژیم و عبور از حد آستانه‌ای نیز ۳/۰۸۱۶ به دست آمده که مقدار آنتی‌لگاریتم آن، معادل ۲۱/۷۹۳۲۴ است. بنابراین، تا زمانی که شاخص صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط، کمتر از ۲۱/۷۹۳۲۴ باشد، رفتار متغیرها مطابق رژیم اول خواهد بود و در صورتی که این مقدار از ۲۱/۷۹۳۲۴ تجاوز کند، مطابق رژیم دوم است.

رژیم حدی اول، متناظر با حالتی است که پارامتر شیب به سمت بی‌نهایت میل می‌کند و مقدار متغیر انتقال، کمتر از حد آستانه‌ای (محل وقوع تغییر رژیم) است، که در این حالت، تابع انتقال، مقدار عددی صفر دارد و مدل، به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$LTFP = -0.2555 \text{LRD} - 0.1085 \text{LTRADE}$$

ضرایب برآورد شده تمامی متغیرها در مدل خطی فوق، در سطح آماری یک درصد معنی‌دار هستند. رژیم حدی دوم نیز متناظر با حالتی است که پارامتر شیب به سمت بی‌نهایت میل می‌کند، اما مقدار متغیر انتقال (شاخص صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط) بزرگ‌تر از حد آستانه‌ای است، که در این حالت، تابع انتقال، مقدار عددی یک دارد و مدل در این رژیم، به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$LTFP = 0.308 \text{LRD} - 0.282 \text{LTRADE}$$

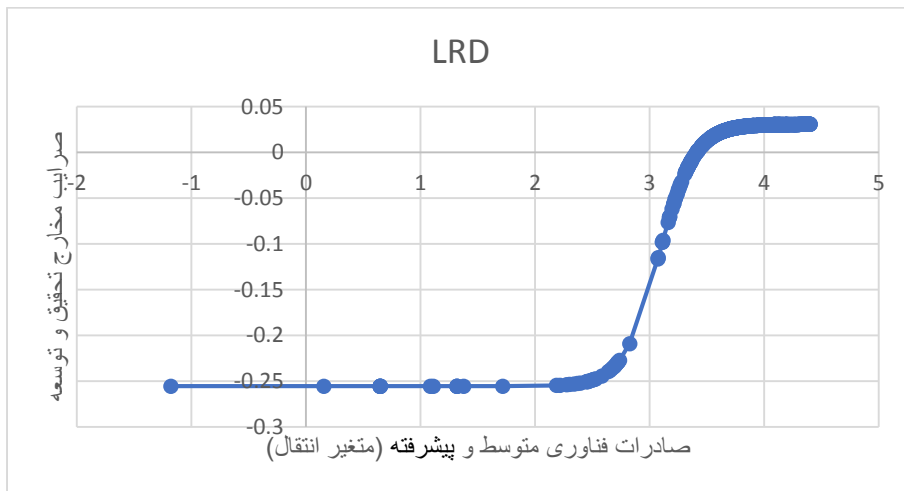
ضرایب برآورد شده تمامی متغیرها در مدل غیرخطی هم در سطح آماری یک درصد معنی‌دار هستند. با توجه به اینکه ضرایب متغیرها برای کشورهای مختلف و در طول زمان یکسان نیستند و بر اساس مقدار متغیر انتقال (شاخص صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط) و پارامتر شیب تغییر می‌کنند، لذا مقدار عددی ضرایب ارائه شده در جدول (۵) را نمی‌توان مستقیماً تفسیر کرد و تنها باید علامت‌ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

با توجه به نمودار (۱)، می‌توان چنین بیان کرد که در رژیم اول، اثر مخارج تحقیق و توسعه بر بهره‌وری کل عوامل، منفی می‌باشد. با عبور از حد آستانه‌ای و در رژیم دوم، در سطوح بالای صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط، این اثر منفی، کاهش یافته و مثبت شده است؛ که کاهش این اثر منفی و مثبت شدن آن در رژیم دوم و سطوح بالای صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط را این چنین می‌توان استدلال کرد که با افزایش صادرات با فناوری بالا، تحقیق و توسعه افزایش یافته و با افزایش تحقیق و توسعه، نوآوری و تولید محصولات جدید و باکیفیت افزایش می‌یابد که نقش مؤثرتری در تولید کالاهای سرمایه‌ای دارد.

همچنین، فعالیت‌های تحقیق و توسعه، موجب ایجاد اثرات جانبی در موجودی علم و دانش و کاهش هزینه‌های تحقیق و توسعه و رشد صادرات می‌شود که اثرات آن، بر بهبود بهره‌وری، در بنگاه‌های بزرگتر و در سطوح فناوری بالاتر، بیشتر است. بنابراین، اختصاص منابع بیشتر به فعالیت‌های تحقیق و توسعه، باعث افزایش نرخ رشد بهره‌وری می‌شود. گفتنی است، شکاف زیادی بین نسبت مخارج تحقیق و توسعه کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته وجود دارد و کشورهای در حال توسعه با درآمد متوسط، می‌توانند با توسعه فعالیت‌های تحقیق و توسعه، نرخ رشد بهره‌وری خود را افزایش دهند.

پایین بودن سهم مخارج تحقیق و توسعه به دلایلی مانند کمبود سازوکارهای تشویقی برای فعالیت‌های بنگاه‌های دانش‌بنیان و نوپا، کمبود فضای مناسب برای فعالیت بنگاه‌های خصوصی، نبود فضای رقابتی به علت بالا بودن تعرفه‌های تجاری و عدم توجه کافی دولت‌ها به اهمیت نقش تحقیق و توسعه در رشد بهره‌وری، عدم استفاده از نتایج تحقیقات در بنگاه‌ها و ضعیف بودن ارتباط دانشگاه،

صنعت و سایر بخش‌ها، در این کشورها است؛ که نتایج این مطالعه، با مطالعه سپهردوست و افشاری<sup>۱</sup> (۱۳۹۵) سازگار است.

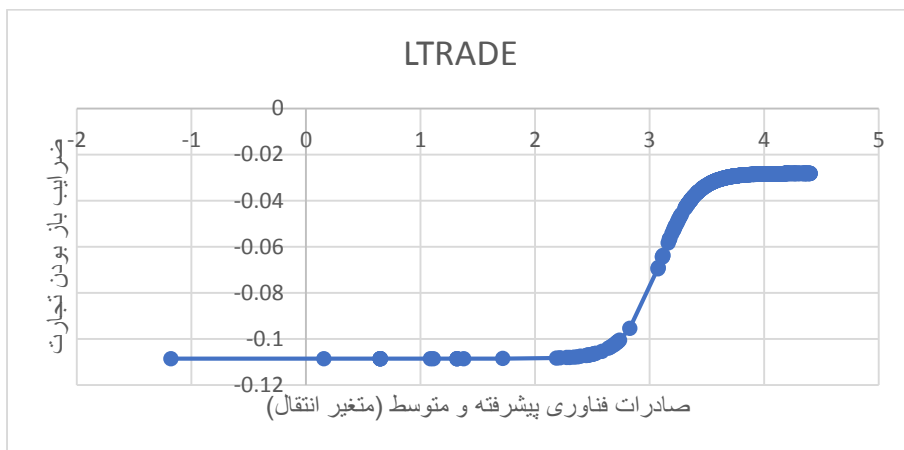


منبع: یافته‌های تحقیق

**نمودار ۱:** ضرایب مخارج تحقیق و توسعه در مقابل متغیر انتقال (صادرات فناوری بالا و متوسط)

نمودار (۲) ضریب تأثیرگذاری باز بودن تجارت بر بهره‌وری کل عوامل را نشان می‌دهد. نتایج، حاکی از آن است که در رژیم اول و سطح پایین صادرات فناوری پیشرفته و متوسط، باز بودن تجارت، اثر منفی بر بهره‌وری کل عوامل دارد و با عبور از حد آستانه‌ای و ورود به رژیم دوم، به تدریج میزان اثر منفی آن، کاهش یافته است؛ یعنی با افزایش صادرات فناوری پیشرفته و متوسط، باز بودن تجارت در سطوح بالای صادرات فناوری پیشرفته و متوسط، افزایش یافته؛ اما همچنان منفی است. کاهش این اثر منفی در رژیم دوم و سطح بالای صادرات فناوری پیشرفته و متوسط را چنین می‌توان استدلال کرد که افزایش صادرات فناوری پیشرفته و متوسط (که شامل بخش‌های خدمات پست و ارتباطات، خدمات رایانه، فناوری اطلاعات و فعالیت‌های مربوط و خدمات تحقیقات و پژوهش‌های علمی می‌شود)، باعث افزایش باز بودن تجارت شده و صادرکنندگان می‌توانند در ارتباط متقابل با خریداران خارجی قرار گیرند و روش‌های جدید مدیریت فرایند تولید و ایده‌های نو برای تولیدات واسطه‌ای را از آنها دریافت کنند (که امکان کپی برداری و توسعه اطلاعات از تکنولوژی‌های مختلف جدید را ایجاد

می‌کند) و بدین ترتیب، بهره‌وری کل عوامل را بهبود بخشند که نتیجه این مطالعه، با مطالعه لطفعلی‌پور و همکاران<sup>۱</sup> (۱۳۹۴) همخوانی دارد.



منبع: یافته‌های تحقیق

نمودار ۲: ضرایب باز بودن تجارت در مقابل متغیر انتقال (صادرات فناوری بالا و متوسط)

### ۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه، به بررسی تأثیر غیرمستقیم صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط بر بهره‌وری کل عوامل در ۵۰ کشور در حال توسعه و توسعه‌یافته طی دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۷ پرداخته شد. برای این منظور، از مدل رگرسیونی انتقال ملایم پانلی (PSTR) که توسط گونزالز و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۵) و کولیتاز و هورلین<sup>۳</sup> (۲۰۰۶) ارائه شده و گسترش یافته، استفاده گردید. نتایج تخمین، بر وجود رابطه غیرخطی میان مخارج تحقیق و توسعه و باز بودن تجارت بهره‌وری کل عوامل دلالت می‌کند و لحاظ نمودن یک تابع انتقال با یک حد آستانه‌ای یا مکان تغییر رژیم نیز جهت تصریح کامل رفتارهای غیرخطی کیفیت می‌کند. نتایج برآورد نشان می‌دهد که زمانی که لگاریتم صادرات با فناوری بالا و متوسط که به‌عنوان متغیر انتقال در نظر گرفته شده است، از مقدار ۲۱/۷۹۳۲۴ تجاوز کند، تغییر رژیم اتفاق خواهد افتاد. پارامتر شیب هم ۶/۴۲۲۶ برآورد شده است که بیانگر سرعت تعدیل از یک رژیم به رژیم دیگر می‌باشد. نتایج نهایی، بیانگر این است که لگاریتم صادرات با فناوری بالا و متوسط، اثرات نهایی مخارج تحقیق و توسعه و باز بودن تجارت بر بهره‌وری کل عوامل را تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج مربوط به ضرایب برآورد شده، نشان می‌دهد که در رژیم اول، مخارج تحقیق و توسعه

1. Lotfalipour *et al.* (2015)

2. Gonzalez *et al.* (2005)

3. Colletaz & Hurlin (2006)



و باز بودن تجارت، دارای اثر منفی و معنی‌دار بر بهره‌وری کل عوامل بوده که این تأثیر، با عبور از حد آستانه‌ای (سطح بالای صادرات با فناوری پیشرفته) برای مخارج تحقیق و توسعه، مثبت و معنی‌دار شده است. همچنین در رژیم دوم، اثر باز بودن تجارت بر بهره‌وری کل عوامل، کماکان منفی بوده ولی مقدار آن در مقایسه با رژیم اول، کاهش یافته است. با توجه به نقش صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط در رابطه بین مخارج تحقیق و توسعه و بهره‌وری کل عوامل، می‌توان گفت که کشورهای در حال توسعه در مراحل اولیه رشد، می‌توانند بهره‌وری‌شان را با افزایش صادرات صنایع با فناوری بالا افزایش دهند، تا به سطحی از توسعه‌یافتگی مشخص دست پیدا کنند. با وجود اهمیت بسیار بالای تحقیق و توسعه در توسعه صنایع با فناوری بالا، تنها بخش بسیار کمی از منابع کشور صرف تحقیق و توسعه می‌شود و ضعف نیروی کار، بر کاهش بهره‌برداری از این حجم کم سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه داخلی افزوده است؛ به طوری که، پایین بودن سهم مخارج تحقیق و توسعه، بیان‌کننده این نکته است که بنگاه‌ها، تمایل چندانی به تلاش‌های نوآورانه و ایجاد ظرفیت انتقال فناوری جدید به‌عنوان محرکی در رشد کمی و کیفی تولیدات صنعتی ندارند. این اقدام آنها باعث عدم ارائه محصولات و خدمات جدید توسط آنها و کاهش قدرت رقابتی در بازارهای داخلی و خارجی شده است. بنابراین در راستای نتایج حاصل از مطالعه، مهم‌ترین توصیه‌های سیاستی، آن است که دولت‌های این کشورها، صادرات با فناوری بالا و متوسط را توسعه داده تا از طریق آثار مثبت آنها از قبیل رشد بهره‌وری، کاهش هزینه‌های تولید، بهبود توسعه مالی و رشد نوآوری و فناوری و ... بتوان به رشد اقتصادی مطلوب و بهبود بهره‌وری کل عوامل دست یافت.

همچنین، توسعه صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط و دانش بنیان شدن تولید، در ابتدا موجب جذب بیکاران تحصیلکرده و متخصص شده و با بهبود شیوه‌های مدیریت، بهره‌وری عوامل تولید و سطح فناوری افزایش یافته و به نوآوری محصول منجر خواهد شد. بنابراین با توجه به اهمیت صادرات با فناوری پیشرفته و متوسط و دانش بنیان شدن تولید، پیشنهاد می‌شود که دانشگاه‌ها به سمت دانشگاه نسل سوم حرکت کرده، که در این صورت، زنجیره دانش تا فناوری در دانشگاه تکمیل خواهد شد و دانشگاه با توسعه فناوری‌های به‌روز، پشتیبان صنایع خواهند بود.

همچنین پیشنهاد می‌شود که کشورهای در حال توسعه، در جهت ارتقاء قدرت رقابت‌پذیری خود در عرصه بین‌الملل و جهت پیشبرد اهداف توسعه‌ای خود، سهم بیشتری از منابع درآمدی خود را به تحقیق و توسعه و ایجاد انگیزه برای پژوهشگران در بخش‌های مختلف اقتصادی، خصوصاً در صنایعی با قابلیت فناوری بالا اختصاص دهند و بیشتر به سمت اقتصاد دانش محور و اجرای سیاست‌های پژوهشی مبتنی بر نوآوری حرکت کنند.

## References

- Abdurohman, H., Shakeel, A., & Muhammed, Y. (2012). "Does Trade Policy Explain Total Factor Productivity Differences Across Countries?" Current Research Journal of Economic Theory, 4(4): 95-111.
- Acharya, R.C. (2016). "ICT Use and Total Factor Productivity Growth: Intangible Capital or Productive Externalities?" Oxford Economic Papers, 68(1): 16-39.
- Akcali, B. Y., & Sismanoglu, E. (2015). "Innovation and the Effect of Research and Development (R&D) Expenditure on Growth in Some Developing and Developed Countries". Procedia-Social and Behavioral Sciences, 195: 768-775.
- Amini, A. & Ansari, Z. (2013). Investigating the impact of human capital and R&D on total factor productivity in selected service sectors. Financial Economics, 21(6): 59-82 (in Persian).
- Aristizabal-Ramirez, M., Canavire-Bacarreza, G., & Rios-Avila, F. (2015). "Revisiting the Effects of Innovation on Growth: A Threshold Analysis". Applied Economics Letters, 22(18): 1474-79.
- Aydin, N., Alrajhi, A. N., & Jouini, J. H. (2018). "Estimating the Impact of R&D Spending on Total Factor Productivity For OECD Countries: Pooled Mean Group Approach". Journal of Developing Areas, Tennessee State University, College of Business, 52(2): 159-168.
- Barro, R., & Lee, J. W. (2013). "A New Data Set of Educational Attainment in the World, 1950-2010". Journal of Development Economics, 104: 184-98.
- Barro, R., & X. Sala-i-Marti. (1995). *Economic Growth*. New York. McGraw-Hill, Advanced Series in Economic.
- Belarbi, Y., Hamdi, F., Khalfi, A., & Souam, S. (2021). "Growth, Institutions and Oil Dependence: A Buffered Threshold Panel Approach". Economic Modelling, 99, 105477.
- Bergeaud, A., & Cette, G., & Lecat, R. (2016). "The Role of Production Factor Quality and Technology Diffusion in Twentieth-Century Productivity Growth". Cliometrica, Journal of Historical Economics and Econometric History, Association Française de Cliométrie (AFC), 12(1): 61-97.
- Bravo-Ortega, C., & Marin, A. (2011). "R&D and Productivity: A Two Way Avenue?" World Development, 39(7): 1090-1107.
- Buera, F., Kaboski, J., & Shin, Y. (2008). *Finance and Development: A Tale of Two Sectors*. Mimeo, University of California, Los Angeles, CA.
- Caselli, F. (2005). *Accounting for Cross-Country Income Differences*. In Philippe Aghion and Steven N. Durlauf (eds.) *Handbook of Economic Growth*, Volume 1A, Elsevier, Amsterdam: 679-741.

- Coad, A., & Vezzani, A. (2019). "Three Cheers for Industry: Is Manufacturing Linked to R&D, Exports, and Productivity Growth?" Structural Change and Economic Dynamics, 50: 14-25.
- Colletaz, G., & Hurlin, C. (2006). Threshold Effects of the Public Capital Productivity: An International Panel Smooth Transition Approach. Working paper, 1/2006, LEO, Université d'Orléans: 1-39.
- Dargahi, H., & Ghadiri, A. (2003). "Analysis of Determining Factors in Iran's Economic Growth". Iranian Journal of Trade Studies, 26(7): 1-33 (in Persian).
- Erdal, L., & GÖçer, I. (2015). The Effects of Foreign Direct Investment on R&D and Innovations: Panel Data Analysis for Developing Asian Countries. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 195(3): 749-758.
- Feenstra, R. C., Inklaar, R., & Timmer, M. (2013). *PWT: The Next Generation*. University of California, Davis and University of Groningen, draft, 2012.
- Freimane, R., & Bāliņa, S. (2016). "Research and Development Expenditures and Economic Growth in the EU: A Panel Data Analysis". Economics and Business, 29(1): 5-11.
- Gault, F. (2018). "Defining and Measuring Innovation in All Sectors of the Economy". Research Policy, 47(3): 617-622.
- Gonzalez, A., TerVasvirta, T., & Van Dijk, D. (2005). Panel smooth transition regression models, (No. 165). Research Paper Series. Sydney: Quantitative Finance Research Centre, University of Technology.
- Greenhalgh, C., & Rogers, M. (2010). *Innovation, Intellectual Property, and Economic Growth*. Princeton University Press.
- Guloglu, B., & Tekin, R. B. (2012). "A Panel Causality Analysis of the Relationship Among Research and Development, Innovation, and Economic Growth in High Income OECD Countries". Eurasian Economic Review, 2(1): 32-47.
- Hall, R. E., & Jones, Ch. I. (1999). "Why Do Some Countries Produce so Much More Output Per Worker than Others?" Quarterly Journal of Economics 114(1): 83-116.
- Hammar, N., & Belarbi, Y. (2021). "R&D, Innovation and Productivity Relationships: Evidence from Threshold Panel Model". International Journal of Innovation Studies, 5(3): 113-126.
- Han, J., & Shen, Y. (2015). "Financial Development and Total Factor Productivity Growth: Evidence from China". Emerging Markets Finance and Trade, 51(sup1): S261-S274.
- Hasan, I., & Tucci, C. L. (2010). The Innovation-Economic Growth Nexus". Global Evidence Research Policy, 39(10): 1264-76.

- Heidari, H., Farrokhnahad, P., & Mohammadzadeh, Y. (2016). "The Role of Research and Development and Absorption Capacity in the Total Factor Productivity of Selected Developing Countries". Research and Planning in Higher Education, 3(22): 37-62 (in Persian).
- Inekwe, J. N. (2015). "The Contribution of R&D Expenditure to Economic Growth in Developing Economies". Soc. Indicat. Res., 124(3): 727-745.
- Inklaar, R., & Timmer, M. P. (2013c). Capital, labor and TFP in PWT8.0. mimeo, see [www.ggd.net/pwt](http://www.ggd.net/pwt).
- Jafari, S., Esfandiari, M., & Pahlavani, M. (2020). Investigating the role of factors affecting the total factor productivity in Iran with an emphasis on human capital and renewable and non-renewable types of energy. The journal of Economic Policy, 23(12): 321-344 (in Persian).
- Jan, T. (2019). Total factor productivity and the terms of trade. IWH-Comp Net Discussion Papers 6/2019, Halle Institute for Economic Research (IWH).
- Jude, E. (2010). "Financial Development and Growth: A Panel Smooth Regression Approach". Journal of Economic Development, (35): 53-74.
- King, R. G., & Levine, R. (1993). "Finance and Growth: Schumpeter Might Be Right". Quarterly Journal of Economics, 108: 717-738.
- Lotfaliipour, M. R., Fallahi, M. A., & Hosseini, S. (2015). "The Effect of Trade Openness on the Total Factor Productivity in Iran's Large Scale Industries". The Economic Research, 15(2): 95-116 (in Persian).
- Markatou, M., & Vetsikas, A. (2015). "Innovation and Crisis: An Analysis of Its Impact on the Greek Patenting Activity". Procedia-Social and Behavioral Sciences, 195: 123-132.
- Mehrabani, F., Ghobadi, S., & Rezaeeyan, A. (2014). "Investigation of the Mutual Effect of Knowledge-Based Economy and TFP and Their Relationship: Case Study on Developed, Emerging and Developing Countries". Journal of Iran's Economic Essays, 21(11): 125-160 (in Persian).
- Meo, S. A., Al Masri, A. A., Usmani, A. M., Memon, A. N., & Zaidi, S. Z. (2013). "Impact of GDP, Spending on R&D, Number of Universities and Scientific Journals on Research Publications among Asian Countries". PloS One, 8(6), Article-66449.
- Mosalla, Sh., Amini, A., Geraeinejad, Gh., & Khosravinejad, A. A. (2021). "Nonlinear Impact of Education on Total Factor Productivity in Iran". Economics Research, 83(21): 37-73 (in Persian).
- Oslo, M. (2005). Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. Report (third ed.). Oslo: OECD.

- Ramadani, V., Abazi-Alili, H., Dana, L. P., Rexhepi, G., & Ibraimi, S. (2017). "The Impact of Knowledge Spillovers and Innovation on Firm-Performance: Findings from the Balkans Countries". International Entrepreneurship and Management Journal, **13**(1): 299-325.
- Romer, P. M. (1986). "Increasing Returns and Long-Run Growth". Journal of Political Economy, **94**(5): 1002-37.
- Romer, P. M. (1990). "Endogenous Technological Change". Journal of Political Economy, **98**(5, Part 2): S71-S102.
- Şahin, B. E. (2015). "The Relationship Between R&D Expenditures and Economic Growth: Panel Data Analysis 1990-2013". EY International Congress on Economics II (EYC2015), November 5-6, 2015, Ankara, Turkey (No. 207). Ekonomik Yaklasim Association.
- Savvides, A., & Zachariadis, M. (2003). *International Technology Diffusion and TFP Growth*. forthcoming, Oklahoma: Oklahoma State University, Department of Economics.
- Sepehrdost, H. & Afshari, F. (2016). "Impact of Financial Development and Bank Credit Payments on Total Factor Productivity of Industrial Sector". Applied Economic Studies Iran, **20**(5): 221-251 (in Persian).
- Shahabadi, A., Kimiaei, F., & Afzali, M. A. (2018). "The Evaluation of Impacts of Knowledge-Based Economy Factors on the Improvement of Total Factor Productivity (A Comparative Study of Emerging and G7 Economies)". Journal of the Knowledge Economy, Springer; Portland International Center for Management of Engineering and Technology (PICMET), **9**(3): 896-907.
- Shahbazi, K. & Saidpur, L. (2013). "Threshold Effects of Financial Development on Economic Growth in D-8 Countries". Economic Growth and Development Research, **12**(3): 21-38 (in Persian).
- Sinha, D. (2008). "Patents, Innovations and Economic Growth in Japan and South Korea: Evidence from Individual Country and Panel Data". Applied Econometrics and International Development, **8**(1): 181-188.
- Solow, R. M. (1957). "Technical Change and the Aggregate Production Function". The Review of Economics and Statistics, **39**(3): 312-320.
- Tebaldi, E. (2011). "The Determinants of High-Technology Exports: A Panel Data Analysis". Atlantic Economic Journal, **39**(4): 343-353.
- Türedi, S. (2016). "The Relationship Between R&D Expenditures, Patent Applications and Growth: A Dynamic Panel Causality Analysis for OECD Countries". Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, **16**(1): 39-48.

- Usman, M., & Hammar, N. (2020). "Dynamic Relationship Between Technological Innovations, Financial Development, Renewable Energy, and Ecological Footprint: Fresh Insights Based on the STIRPAT Model for Asia Pacific Economic Cooperation Countries". Environmental Science and Pollution Research, 28: 15519-15536.
- Vuckovic, M. (2016). "The Relationship Between Innovation and Economic Growth in Emerging Economies". Forshungsforum Der Osterreichischen Fachhochulen, 130: 1-7.
- Wu, Y. (2010). *Innovation and Economic Growth in China*. University of Western Australia, Business School (Economics).
- Yang, Ch. Y., & Chen, Y. H. (2012). "R&D, Productivity, and Exports: Plant-Level Evidence from Indonesia". Economic Modelling, 29: 208-216.

**Nonlinear Threshold Effect of Medium-High Technology Exports on Total Factor Productivity in the Selected Developing and developed Countries: Panel Smooth Transition Regression (PSTR) Model**

Susan Etemadinia<sup>1</sup>  
S. Jamaledin M. Zonouzi<sup>2</sup>

Received: 26-04-2022

Accepted: 18-05-2022

**Introduction:**

Technological innovation is one of the key indicators for economic growth and productivity. Recent studies show that R&D investment causes technological change. However, this relationship is not always obvious and seems to vary according to the level of economic development. A large number of studies on developed countries confirm the positive relationship between research and development, innovation and productivity. However, in developing countries, this relationship is not always clear. In this regard, in order to allocate an important share of national income to research and development, developing economies need to achieve a high and sustainable economic growth rate or create an economic development policy based on new innovation. This paper investigates the threshold effect of medium-high technology exports on total factor productivity in 50 developing and developed countries over the period 2007-2020.

**Methodology:**

For analyzing data, panel smooth transition regression (PSTR) model is used, which was presented and expanded by Gonzalez et al. (2005) and Colletaz & Hurlin (2006) and is very suitable for heterogeneous panel data. Thus, Medium-High Technology Exports index is chosen as the transition variable. Following the study of Hammar and Bellarebi (2021), the general model shows the relationship between the logarithm of total factor productivity, the logarithm of advanced and medium exports (transition variable), the logarithm of trade openness, and the logarithm of research and development expenditures.

**Results and Discussion:**

The results show a nonlinear relationship between the variables under study. Based on the necessary test results, considering only one transition function with a threshold value and two regimes is sufficient for nonlinear estimation of the model. Also, the logarithm of the value of the transition variable threshold is estimated about 3.0816 and the slope parameter is estimated about

---

1. MA in Economics, Urmia University, E-mail: susanetemadinia@gmail.com

2. Associate Professor of Economics, Urmia University, Corresponding Author, E-mail: sj.mzonouzi@urmia.ac.ir

6.4226. Research and development (R&D) expenditures and trade have negative significant effects on total factor productivity in the first regime on total factor productivity that this effect by crossing the threshold (Medium-High Technology Exports) effect for the variable of R&D expenditures becomes positive and insignificant. This result is consistent with the study of Sepherdoost and Afshari (2016). In addition, the results show that the influence of trade on total factor productivity is negative and significant, but its influence is lower than before, in the second regime. This result is consistent with the study of Lotfalipour et al. (2015)

### **Conclusion:**

Considering the role of high and medium technology exports in the relationship between research and development expenditures and total factor productivity, it can be said that developing countries in the initial stages of growth can increase their productivity by increasing the export of high technology industries, to a level of specific development, despite the very high importance of research and development in the development of high-tech industries. Only a very small part of the country's resources is spent on research and development, and the weakness of the workforce has reduced the utilization of this small amount of domestic research and development investment. So, the low contribution of research and development expenses indicates that companies do not have much desire for innovative efforts and the creation of new technology transfer capacity as a stimulus for the quantitative and qualitative growth of industrial products. This action has caused them to not provide new products and services and reduce their competitiveness in domestic and foreign markets.

The most important policy recommendation is that the governments of developing countries should develop high and medium technology exports with their positive effects such as productivity growth, reduction of production costs, improvement of financial development and growth of innovation and technology, it is possible to achieve favorable economic growth and to improve the productivity of all factors. Also, the development of exports with advanced and medium technology and knowledge-based production will initially attract educated and specialized unemployed people, and with the improvement of management practices, the productivity of production factors and the level of technology will increase and lead to product innovation. Therefore, considering the importance of exporting with advanced and medium technology and knowledge-based production, it is suggested that the universities move towards the third generation university, in which case the chain of knowledge to technology will be completed in the university and the university will support the industries by developing the latest technologies. It is also suggested that in order to improve their competitiveness in the



international arena and to advance their development goals, developing countries allocate a greater share of their income resources to research and development and create incentives for researchers in various economic sectors, especially in industries with technological capabilities, and move more towards the knowledge-based economy and the implementation of research policies based on innovation.

**Keywords:** Total Factor Productivity, Medium-High Technology Exports, Selected Developing and developed Countries, Panel Smooth Transition Regression (PSTR).

**JEL Classification:** C23, D24, O32

## تحلیل رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و ردپای اکولوژیکی در منتخبی از کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه

اعظم اصفهانی<sup>۱</sup>سارا قبادی<sup>۲</sup>کریم آذربایجانی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۱۶

### چکیده

هدف از نگارش این مقاله، تحلیل ارتباط بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و ردپای اکولوژیکی در ۲۷ کشور درحال توسعه و ۲۷ کشور توسعه‌یافته طی دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۰ است. به‌منظور تحلیل ارتباط بین متغیرهای مذکور، از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته سیستمی (Sys-GMM) استفاده شد. نتایج، حاکی از آن بود که در هر دو دسته از کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه، رشد اقتصادی با مصرف انرژی و شاخص ردپای اکولوژیکی، ارتباط متقابل داشته‌اند. مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر، نرخ شهرنشینی، نرخ باروری و نرخ مرگ‌ومیر در هر دو گروه از کشورهای مورد بررسی، اثر مثبت و متغیرهای انرژی‌های تجدیدپذیر، نرخ رشد فناوری و سرمایه انسانی، اثر منفی بر ردپای اکولوژیکی داشته‌اند. رشد اقتصادی بر ردپای اکولوژیکی کشورهای توسعه‌یافته، اثر منفی و بر ردپای اکولوژیکی کشورهای درحال توسعه، اثر مثبت داشته است که حاکی از انکای بیشتر کشورهای توسعه‌یافته، به مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر است. از طرفی، ردپای اکولوژیکی، اثر منفی و متغیرهای رشد اقتصادی، نرخ شهرنشینی و توسعه مالی، اثر مثبت بر مصرف انرژی هر دو گروه کشورهای مورد بررسی داشته‌اند. ردپای اکولوژیکی بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه‌یافته، اثر منفی و بر رشد اقتصادی کشورهای درحال توسعه، اثر مثبت داشته است. انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر، توسعه مالی، درجه باز بودن تجاری، سرمایه فیزیکی، نیروی کار و جهانی‌سازی اقتصادی، اثر مثبت و متغیرهای بی‌ثباتی سیاسی و نرخ مرگ‌ومیر، اثر منفی بر رشد اقتصادی هر دو گروه کشورهای مورد بررسی داشته‌اند.

**واژگان کلیدی:** ردپای اکولوژیکی، رشد اقتصادی، انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی‌های تجدیدناپذیر

طبقه‌بندی JEL: Q56, Q57, C3, O5, Q40

۱. دانشجوی دکتری رشته علوم اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.  
azamesfahani@khuisf.ac.ir

۲. استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران. (نویسنده مسؤول)  
sghobadi@khuisf.ac.ir

۳. استاد گروه اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.  
k\_azarbayjani@ase.ui.ac.ir

## ۱. مقدمه

امروزه جوامع، سیاست‌های اقتصادی مختلفی را برای بهبود رشد و توسعه اقتصادی پایه‌ریزی و اجرا می‌کنند. بر اساس مطالعات صورت‌گرفته در ادبیات اقتصادی همچون مطالعات ناتانیل و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۱)، آکادیری و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۹) و محمد<sup>۳</sup> (۲۰۱۹)، بین رشد اقتصادی و مصرف انواع انرژی‌ها (تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر)، ارتباطی قوی وجود دارد، زیرا انرژی، نیروی محرکه اکثر فعالیت‌های تولیدی و خدماتی بوده و جایگاه خاصی در رشد و توسعه اقتصادی دارد. به عقیده اقتصاددانان اکولوژیک همانند نایر و آیریس<sup>۴</sup>، انرژی، تنها و مهم‌ترین عامل رشد در مدل بیوفیزیک رشد است و نیروی کار و سرمایه، عوامل واسطه‌ای هستند که برای به‌کارآمدن در تولید، به انرژی نیاز دارند (استرن<sup>۵</sup>، ۲۰۰۴). از طرفی، اغلب اقتصاددانان نئوکلاسیک مانند برنت و دنیسون<sup>۶</sup> برخلاف اقتصاددانان اکولوژیک، معتقدند که انرژی به‌طور غیرمستقیم و از طریق تأثیری که بر روی نیروی کار و سرمایه می‌گذارد، بر رشد اقتصادی مؤثر است (استرن، ۱۹۹۳). بحران جهانی نفت در دهه ۱۹۷۰، باعث شد که توجه محققان در کشورهای توسعه‌یافته علاوه بر عوامل تعیین‌کننده رشد اقتصادی، به آثار ناشی از رشد نیز معطوف شود. نهادی مشهور به کلوب رم<sup>۷</sup> براساس این استدلال که جمعیت جهان در حال افزایش بوده و منابع انرژی که حیات بشر به آنها وابستگی دارد، محدود است، عنوان نمود که رشد اقتصادی، می‌باید محدود شود (مدوز و همکاران<sup>۸</sup>، ۱۹۷۲).

هرچند این نتیجه‌گیری بسیار بدبینانه بود و چندان مورد پذیرش قرار نگرفت، اما هشدار به طرفداران فعالیت‌های اقتصادی نامحدود بشری تلقی شد. پس از آن، توجه بسیاری از محققان به مسأله فرسایش منابع زیست‌محیطی به‌واسطه رشد اقتصادی جلب شد (سولو<sup>۹</sup>، ۱۹۷۴). مطالعات زیادی همچون تحقیقات ناتانیل و همکاران (۲۰۲۱)، پاتا<sup>۱۰</sup> (۲۰۲۰)، نیاگو<sup>۱۱</sup> (۲۰۲۰) و آکادیری و همکاران (۲۰۱۹)، به اثر مخرب مصرف انرژی و آلودگی‌های ناشی از آن در فرایند دستیابی به رشد اقتصادی، اشاره دارند. بدین ترتیب، توجه به عواملی که با استفاده از آنها بتوان همزمان با رشد اقتصادی، از تخریب محیط‌زیست جلوگیری کرد و حتی کیفیت محیط‌زیست را نیز ارتقا بخشید، از اهمیت بالایی برخوردار است. مایر و کنت<sup>۱۲</sup> در مورد ارتباط بین مصرف انرژی و تخریب محیط‌زیست، معتقدند که هرچند پس از

1. Nathaniel *et al.* (2021)2. Akadiri *et al.* (2019)

3. Muhammad (2019)

4. Nair &amp; Ayres

5. Stern (2004)

6. Brendt &amp; Denison

7. Club of Rome

8. Meadows *et al.* (1972)

9. Solow (1974)

10. Pata (2020)

11. Neagu, 2020

12. Mayer &amp; Kent

انقلاب صنعتی و بویژه در دهه‌های اخیر، با استفاده بیشتر از انرژی، متوسط بهره‌وری عوامل تولید افزایش یافته، اما استفاده از انرژی، به تخریب محیط‌زیست منجر شده، زیرا بخش عمده گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در جهان، به‌صورت گاز دی‌اکسیدکربن بوده، که ناشی از استفاده از سوخت‌های فسیلی است. از این‌رو، بخش انرژی بیشترین سهم را درخصوص تغییر شرایط محیط‌زیست دارد و سیاست‌گذاری در حوزه‌های انرژی و محیط‌زیست، ارتباط تنگاتنگی با هم دارند (شیم<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶).

بدین ترتیب، یکی از عوامل ایجاد پیامدهای زیست‌محیطی، رشد اقتصادی می‌باشد. در این زمینه، مطالعات زیادی انجام شده که از مشهورترین آنها منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC)<sup>۲</sup> بوده، که بیانگر یک رابطه به شکل U معکوس بین آلودگی محیط‌زیست و تولید ناخالص ملی سرانه است. این منحنی نشان می‌دهد که رشد اقتصادی، در سطوح پایین درآمدی، به تخریب محیط‌زیست منجر می‌شود، اما همراه با افزایش درآمد، پیامدهای زیست‌محیطی مضر کاهش، می‌یابد (کوزنتس، ۱۹۹۵).

یکی از ابزارهای مفیدی که می‌توان با اندازه‌گیری آن، فشار وارد شده بر اکولوژی و محیط‌زیست را به اطلاع عموم مردم رساند و برنامه‌های لازم برای کاهش این فشار را طراحی و اجرا کرد، ردپای اکولوژیکی است. این شاخص که نرخ مصرف منابع و تولید ضایعات توسط انسان را با نرخ بازتولید منابع و دفع ضایعات توسط زیست‌کره مقایسه می‌کند، براساس مقدار زمین موردنیاز برای نگهداشتن این چرخه تعریف می‌شود. ردپای اکولوژیکی، مقدار فضای بیولوژیکی موردنیاز برای تولید منابع و دفع ضایعات ایجاد شده توسط یک جمعیت، سازمان یا فعالیت را باتوجه‌به سیستم مدیریتی و تکنولوژیکی موجود نشان می‌دهد (مانفردا و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۴).

هدف از نگارش مقاله حاضر، تحلیل ارتباط متقابل رشد اقتصادی، مصرف انرژی و ردپای اکولوژیکی و همچنین شناسایی عوامل تأثیرگذار بر سه متغیر مذکور، به‌عنوان متغیرهای کلیدی در اقتصادهای مختلف می‌باشد. مقایسه نوع ارتباط این متغیرها در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه که می‌تواند به ارائه راهکارهای مناسب بویژه برای کشورهای در حال توسعه منجر شود، از دیگر اهداف این مطالعه می‌باشد.

شایان‌ذکر است، در مطالعات قبلی که دارای موضوعات مشابه مقاله حاضر بوده‌اند، رابطه بین رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیکی یا مصرف انرژی و ردپای اکولوژیکی، به‌صورت یک طرفه و یا به روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی<sup>۴</sup> بررسی شده، اما وجه تمایز مقاله حاضر، بررسی اثرات متقابل رشد اقتصادی، ردپای اکولوژیکی و مصرف انرژی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، به‌صورت مقایسه‌ای، با استفاده از معادلات همزمان و همچنین روش گشتاورهای تعمیم یافته سیستمی<sup>۵</sup> بوده، علاوه بر این، متغیرهای دیگری مانند بی‌ثباتی سیاسی، سرمایه انسانی، انرژی‌های تجدیدناپذیر و

1. Shim (2006)
2. Environmental Kuznets Curve
3. Monfreda *et al.* (2004)
4. Autoregressive Distributed Lag (ARDL)
5. Generalized Method Of Moments (GMM)

غیره، برای تخمین رابطه استفاده شده، که در مطالعات قبلی، لحاظ نشده بود، همچنین در این مقاله، تأثیر جهانی شدن اقتصاد و همکاری‌های تجاری بین کشورها در کاهش تخریب‌های محیط‌زیست و افزایش رشد اقتصادی، مورد توجه قرار گرفته است.

#### ۲. پیشینه

پارسا شریف و همکاران (۱۴۰۰)، به بررسی رابطه بین ردپای اکولوژیکی سرانه و متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، مصرف انرژی، درجه بازبودن تجاری و توسعه مالی برای منتخبی از کشورهای آسیا و اروپا پرداختند و نتیجه گرفتند که متغیرهای مصرف انرژی، توسعه مالی و تولید ناخالص داخلی سرانه، اثر مثبت و متغیرهای تجارت باز و توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه، اثر منفی بر ردپای اکولوژیکی داشته‌اند. این نتیجه، مؤید منحنی محیط‌زیستی کوزنتس می‌باشد.

طراز کار و همکاران (۱۳۹۹)، به تحلیل اثر رشد اقتصادی، مصرف انرژی، ظرفیت زیستی و آزادسازی تجاری بر ردپای اکولوژیکی در کشورهای خاورمیانه پرداختند و نتیجه گرفتند که یک رابطه مثبت، میان ردپای اکولوژیکی و ظرفیت زیستی و یک رابطه منفی، میان آزادسازی تجاری و ردپای اکولوژیکی وجود دارد و افزایش مصرف انرژی نیز به افزایش ردپای اکولوژیکی منجر می‌شود. از طرفی، یک رابطه N شکل میان ردپای اکولوژیکی و رشد اقتصادی وجود دارد که نشان می‌دهد، افزایش رشد اقتصادی در این منطقه، به تخریب بیشتر محیط‌زیست منجر خواهد شد.

طراز کار و همکاران (۱۳۹۶)، اثر رشد اقتصادی بر پایداری محیط‌زیست در ایران و همچنین روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت ردپای بوم‌شناختی و تولید ناخالص داخلی سرانه، مصرف سرانه انرژی، تراکم جمعیت و آزادسازی تجاری را مورد تحلیل قرار دادند. نتایج، حاکی از آن بود که رابطه رشد اقتصادی و ردپای بوم‌شناختی به صورت L<sup>+</sup> وارون بوده است. همچنین ۱۰ درصد افزایش در تراکم جمعیت، به ۱/۲ و ۹/۶ درصدی ردپای بوم‌شناختی، به ترتیب، در کوتاه‌مدت و بلندمدت منجر می‌شود. علاوه بر این، آزادسازی تجاری در بلندمدت، تأثیر مثبتی بر ردپای بوم‌شناختی دارد، در حالی که در کوتاه‌مدت، تأثیر این متغیر معنی‌دار نیست. ۱۰ درصد افزایش در مصرف انرژی، موجب افزایش ۴/۶ و ۳/۹ درصدی شاخص ردپای بوم‌شناختی در کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌شود.

محمدی و ظریف (۱۳۹۷)، به بررسی اثرگذاری متغیرهایی همچون شدت انرژی، مصرف کودهای شیمیایی، شاخص توسعه انسانی و ارزش افزوده بخش صنعت نسبت به ارزش افزوده کل، بر شاخص عملکرد محیط‌زیست برای دو گروه کشورهای اوپک و کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی پرداختند. نتایج نشان داد که افزایش متغیرهای شدت انرژی، مصرف کودهای شیمیایی و ارزش افزوده بخش صنعت، به کاهش شاخص عملکرد محیط‌زیست منجر شده است.

شارکیان و لطفعلی پور (۱۳۹۵)، اثر متغیرهای شدت انرژی، جمعیت، ثروت و مصرف انرژی را بر انتشار دی‌اکسید کربن به‌عنوان شاخص کیفیت محیط‌زیست در کشورهای منتخب صادرکننده نفت مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که جمعیت، ثروت، مصرف انرژی و شدت انرژی، اثری مثبت و معنی‌دار بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته‌اند.

مولایی و بشارت (۱۳۹۴)، به بررسی رابطه تولید ناخالص داخلی سرانه و ردپای اکولوژیکی سرانه در ایران پرداختند و نتیجه گرفتند که افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه، هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت، تأثیر مثبتی بر رد پای اکولوژیکی سرانه داشته است.

ناثانیل و همکاران (۲۰۲۱)، به بررسی رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی، تجارت بین‌المللی و ردپای اکولوژیکی در ۱۱ کشور در حال توسعه پرداختند و نشان دادند که مقررات زیست‌محیطی در کاهش ردپای اکولوژیکی، بی‌تأثیر بوده است.

نیاگو (۲۰۲۰)، به بررسی ارتباط پیچیدگی اقتصادی، درآمد سرانه و مصرف انرژی‌های فسیلی به‌عنوان متغیرهای توضیح دهنده ردپای اکولوژیکی برای ۴۸ کشور پرداخت. نتایج، نشان داد که شاخص پیچیدگی اقتصادی، تولید ناخالص داخلی سرانه و مصرف انرژی‌های فسیلی، اثر مثبتی بر شاخص ردپای اکولوژیکی داشته است.

پاتا (۲۰۲۰)، به بررسی تأثیر پیچیدگی اقتصادی، جهانی‌سازی و مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر بر ردپای اکولوژیکی در ایالات متحده آمریکا پرداخته است. نتایج، نشان داد که افزایش پیچیدگی اقتصادی، باعث به حداقل رساندن تخریب محیط‌زیست پس از سطح آستانه می‌شود و دولت ایالات متحده می‌تواند با استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و جهانی‌سازی، محیط‌زیست بهتری را فراهم کند.

آکادیری و همکاران (۲۰۱۹)، به بررسی دیدگاه جدیدی درباره سرانه مصرف انرژی و ارتباط آن با سطح درآمد واقعی سرانه در آفریقای جنوبی پرداخته‌اند. نتایج، نشان داد که رابطه علیت یک‌طرفه، از سوی کیفیت زیست‌محیطی به درآمد واقعی سرانه، از سوی سرانه مصرف انرژی به کیفیت زیست‌محیطی و از سوی سرانه مصرف انرژی به درآمد واقعی سرانه، برقرار است. همچنین نتایج، بیانگر آن است که آلودگی زیست‌محیطی در آفریقای جنوبی تولید محور نیست، اما به سرانه مصرف انرژی بستگی دارد.

محمد و همکاران (۲۰۱۹)، ارتباط متقابل بین مصرف انرژی، انتشار دی‌اکسیدکربن و رشد اقتصادی را در کشورهای توسعه‌یافته، در حال توسعه و منا مورد بررسی قرار دادند. نتایج، نشان‌دهنده ارتقاء رشد اقتصادی به دنبال افزایش مصرف انرژی در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه است؛ در حالی که در کشورهای منتخب حوزه منا، رابطه معکوسی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد. همچنین، در همه کشورهای مورد مطالعه، انتشار دی‌اکسیدکربن همراه با افزایش مصرف انرژی، بالا رفته است.

عمری و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۵)، به بررسی ارتباط متقابل بین توسعه مالی، کیفیت محیط‌زیست، درجه باز بودن تجارت و رشد اقتصادی برای ۱۲ کشور حوزه منا پرداختند. نتایج تحقیق، نشان می‌دهد که شواهدی مبنی بر وجود رابطه علیت دو طرفه بین انتشار دی‌اکسیدکربن و رشد اقتصادی وجود دارد. همچنین رابطه علیت دوطرفه بین درجه باز بودن تجارت و رشد اقتصادی نیز در این کشورها برقرار است.

تفاوت مقاله حاضر با مطالعات پیشین، این است که ارتباط سه جانبه و همزمان بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و ردپای اکولوژیکی در دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، بررسی می‌شود و مقایسه‌ای بین نتایج این دو گروه کشور صورت می‌گیرد. این مقایسه، می‌تواند به ارائه راهکارهای مناسب به منظور بهبود شرایط محیط‌زیست در کنار دستیابی به رشد اقتصادی پایدار بویژه برای کشورهای در حال توسعه منجر شود.

## ۲. مبانی نظری

### ۲-۱. مصرف انرژی، رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیکی

دیدگاه‌های متفاوتی در مورد میزان و نحوه تأثیرگذاری انرژی بر تولید و رشد اقتصادی مطرح شده است، که می‌توان آنها را در دو دیدگاه کلی شامل «دیدگاه اقتصاددانان اکولوژیکی یا بوم‌شناختی» و «دیدگاه اقتصاددانان نئوکلاسیک» بیان نمود. بر اساس دیدگاه اقتصاددانان اکولوژیکی، انرژی نهاد غالب در تابع تولید است و مهمترین عامل رشد اقتصادی است و سایر عوامل همچون نیروی کار و سرمایه، عوامل واسطه‌ای در تولید هستند. در مقابل اقتصاددانان نئوکلاسیک معتقدند، انرژی نقش نسبتاً کمی در تولید و رشد اقتصادی دارد و یک نهاد واسطه‌ای است که در سایه سرمایه، نیروی کار و زمین، اهمیت پیدا می‌کند (استرن، ۲۰۰۴).

به‌طور کلی، امروزه از لحاظ نظری، انرژی یکی از عوامل تولید محسوب می‌شود و مصرف انرژی به‌طور مستقیم بر روی رشد اقتصادی تأثیرگذار خواهد بود. در صورتی که مصرف انرژی به‌عنوان یک عامل تولید افزایش یابد (یا به‌عبارت دیگر، دسترسی به انرژی بیشتر شود)، می‌تواند موجبات افزایش رشد اقتصادی را فراهم آورد؛ اما باید توجه داشت که افزایش مصرف انرژی، آثار غیرمستقیم منفی را نیز به دنبال دارد. از جمله آثار منفی مصرف انرژی، می‌توان به ایجاد آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی اشاره کرد. در شرایطی که مصرف انرژی با ناکارآمدی همراه باشد، فرآیند تولید آلاینده‌ها تشدید خواهد شد (طراز کار و همکاران، ۱۳۹۹).

یکی از عوامل مهم آلودگی هوا، انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای است که نتیجه مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش‌های تولیدی، تجاری، خدماتی و خانگی است. هرچند پس از انقلاب صنعتی بویژه در دهه‌های اخیر، با مصرف بیشتر انرژی، متوسط بهره‌وری عوامل تولید افزایش یافته است، اما استفاده از انرژی از طریق تأثیرات آلوده‌کننده خود، باعث تخریب محیط‌زیست شده است. بدین ترتیب، بخش انرژی بیشترین سهم را در مسأله تغییر شرایط محیط‌زیست دارد و در نتیجه سیاست انرژی و سیاست محیط‌زیست، ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر دارند (شیم، ۲۰۱۶).

یکی از مسائلی که در شرایط کنونی باید در نظر گرفته شود، این است که آیا برای رشد اقتصادی، تنها استفاده از منابع فسیلی و انرژی‌های پابان‌پذیر کافی است و یا اینکه به‌منظور رفع مشکلات ناشی از انرژی‌های فسیلی، باید از انرژی‌های تجدیدپذیر نیز استفاده نمود؟ به‌منظور پاسخ به این پرسش، باید بررسی کرد که آیا کشورهای مختلف از لحاظ میزان رشد اقتصادی، رفتار مشابهی در ارتباط با تغییر سبد انرژی

خود در مواجهه با افزایش قیمت انرژی از خود نشان می‌دهند یا خیر. شواهد تجربی به‌روشنی نشان می‌دهد که افزایش قیمت نفت، رشد اقتصادی را در اثر افزایش تورم و بیکاری و کاهش ارزش دارایی‌های مالی کاهش می‌دهد. این رابطه به اثر نفت تولید ناخالص داخلی معروف است. ایده افزایش قیمت نفت و افت فعالیت‌های اقتصادی، جدید نیست ولی رابطه نفت و تولید ناخالص داخلی، از اواخر دهه ۱۹۴۰ به‌صورت کمی اندازه‌گیری شده است.

به اعتقاد اوربوچ و ساوتر<sup>۱</sup> (۲۰۰۶)، ثروتی که در نتیجه اجتناب از رابطه منفی بین قیمت نفت و تولید ناخالص داخلی ایجاد می‌شود، منابعی را برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر فراهم می‌نماید. در این صورت، در کشورهایی که دارای رشد اقتصادی بالا هستند، با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر یک اثر جانشینی به وجود می‌آورد که از رابطه منفی بین قیمت نفت و تولید ناخالص داخلی جلوگیری می‌نماید. در مقابل کشورهای دارای رشد اقتصادی پایین در ایجاد سیاست‌های انگیزشی برای توسعه انرژی تجدیدپذیر هنگامی که شرایط اقتصادی در بلندمدت نامساعد می‌شود، ناتوان هستند. این دیدگاه اشاره می‌کند که کشورهای دارای رشد اقتصادی بالا در مقایسه با کشورهای دارای رشد اقتصادی پایین، آسان‌تر می‌توانند فشار ناشی از افزایش ناگهانی قیمت انرژی را از طریق سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر مهار نمایند (چانگ و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۹).

طی دهه‌های گذشته، افزایش رشد اقتصادی، افزایش جمعیت و نهایتاً، افزایش مصرف سرانه بشر، به کاهش شدید سرمایه‌های طبیعی و خدمات اکوسیستم در مقیاس جهانی منجر شده است. از طرفی، صنعتی‌شدن جوامع و افزایش مهاجرت به شهرها، موجبات استفاده بیشتر از منابع طبیعی را فراهم آورده است. در مقابل، موجودی سرمایه‌های طبیعی، ثابت و یا در حال کاهش است. رشد تخریب محیط‌زیست و ایجاد آلودگی تا جایی است که حتی از ظرفیت بیولوژیکی<sup>۳</sup> کره زمین نیز فراتر رفته است (واکرناگل و ریس<sup>۴</sup>، ۱۹۹۶).

تاکنون، شاخص‌ها و معیارهای محیط‌زیستی مختلفی برای بررسی میزان تخریب محیط‌زیست و پایداری آن مورد استفاده واقع شده است، اما در اکثر پژوهش‌ها، شاخص انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست مورد استفاده قرار گرفته است، اما انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، به‌عنوان شاخص اثرات محیط‌زیستی، تنها بخشی از آسیب کلی به محیط‌زیست را نشان می‌دهد و نمی‌توان آن را به‌عنوان یک شاخص جامع در مسائل محیط‌زیستی در نظر گرفت (چارفدین و مرات<sup>۵</sup>، ۲۰۱۷).

1. Awerbuch & Sauter (2006)
2. Chang *et al.* (2009)
3. Biocapacity
4. Wackernagel & Rees (1996)
5. Charfeddine & Mrabet (2017)



در سال‌های اخیر، شاخص «ردپای اکولوژیکی»، به‌عنوان شاخص ارزیابی توسعه پایدار محیط‌زیست مورد استفاده محققان قرار گرفته است (یودین و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۷). ردپای اکولوژیکی که توسط وکرنالگ و ریس<sup>۲</sup> مطرح شد "میزان زمین یا آبی را مشخص می‌کند که برای تأمین مقدار مشخصی ماده یا انرژی مورد نیاز است". برخلاف شاخص‌های انتشار گازهای گلخانه‌ای، شاخص ردپای اکولوژیکی، مجموعه فشارها بر محیط‌زیست را اندازه‌گیری می‌کند. این شاخص به‌عنوان موفق‌ترین معیار برای ارزیابی توسعه پایدار محیط‌زیست، در سال‌های اخیر مورد توجه بسیار زیاد سیاست‌گذاران و پژوهشگران قرار گرفته است (واکرنالگ و ریس، ۱۹۹۶). بنابر مطالب مندرج در وبگاه شبکه ردپای زیست‌محیطی<sup>۳</sup>، این شاخص، امکان محاسبه میزان فشاری که انسان جهت استخراج منابع به طبیعت وارد می‌کند را فراهم می‌سازد. واحد ردپای اکولوژیکی، هکتار در مقیاس جهانی (GHa)<sup>۴</sup> است و به مفهوم یک هکتار زمین و آب با بهره‌وری معادل متوسط جهانی است.

به گفته اوینگ و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۰)، واحد هکتار جهانی، میزان متوسط زمین‌های مولد در کره زمین به لحاظ زیستی را به‌ازای هر نفر مشخص می‌کند. اطلاعات مربوط به ردپای اکولوژیکی و توان زیستی توسط شبکه ردپای اکولوژیکی برای مناطق مختلف براساس معادله‌ها و تعاریف مطرح شده، محاسبه می‌شود. این شبکه جهانی، چهارچوبی را برای حساب‌های ردپای ملی معرفی می‌کند که براساس آن، توان زیستی و ردپای اکولوژیکی برای کشورهای مختلف و جهان محاسبه می‌شود و در اختیار پژوهشگران قرار می‌گیرد (طرازکار و همکاران، ۱۳۹۶).

## ۲-۲. عوامل مؤثر بر ردپای اکولوژیکی

بنا بر باور عمومی، فناوری باعث بهبود قابلیت تولید زمین و یا افزایش کارایی منابع برای تولید کالا و خدمات می‌شود، به‌طوری‌که استفاده از فناوری کارآمد، از یک‌سو باعث بهبود نحوه تولید و کاهش میزان مصرف زمین می‌شود و از سوی دیگر، عوارض اکولوژیکی پیشرفت‌های صنعتی را کاهش می‌دهد. اما طبق تحقیقات انجام‌گرفته، رابطه مثبتی بین صنعتی‌شدن جوامع با میزان ردپای اکولوژیکی آنها وجود دارد. این رابطه مثبت را نباید به‌مثابه اثرات استفاده از فناوری تلقی کرد، بلکه در واقع، بزرگ‌تر بودن ردپای اکولوژیکی این جوامع، به‌دلیل استفاده از فناوری ناکارآمد است؛ بنابراین، انتظار منطقی، آن است که در شرایط یکسان، استفاده از فناوری کارآمد، به بهبود ردپای اکولوژیکی منجر شود (هاردینگ<sup>۶</sup>، ۲۰۰۶).

افزایش نرخ باروری و افزایش بی‌سابقه جمعیت به همراه نسبت روزافزون شهرنشینی که در واقع، تمرکز و فشار نقطه‌ای به همراه گسترش شیوه‌های زندگی مند محیط‌زیست را در پی دارد، پیامدهای زیانباری

1. Uddin *et al.* (2017)
2. Wackernagel & Rees
3. [www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org)
4. Global hectares
5. Ewing *et al.* (2010)
6. Harding (2006)

برای زیست کره داشته است؛ به طوری که شهرهای جهان، حدود سه - چهارم منابع طبیعی مورد نیاز جهانیان را به مصرف می‌رسانند. تداوم این گونه رشد شهری، چالش آفرین بوده و هشدار برای ناپایداری شهرنشینی به روال کنونی است (ژانگ<sup>۱</sup>، ۲۰۰۵). از طرفی، سرمایه انسانی که از طریق آموزش و افزایش بازدهی نیروی انسانی به وسیله آموزش ایجاد می‌شود، می‌تواند از طریق آگاه‌سازی مردم از عوامل مؤثر بر تخریب زیست محیطی، به کاهش ردپای اکولوژیکی منجر شود. از سوی دیگر، با افزایش نرخ مرگ و میر که باعث کاهش سرمایه های انسانی آگاه می‌شود، اثرات مخرب زیست محیطی افزایش می‌یابد (احمد و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹).

### ۳-۲. عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی

به اعتقاد سادروسکی<sup>۳</sup> (۲۰۱۰)، بازارهای مالی از طریق تسهیل تأمین اعتبار برای مصرف‌کنندگان، تقاضا را افزایش می‌دهند. همچنین توسعه مالی، این امکان را برای تولیدکنندگان فراهم می‌آورد که بتوانند خطوط تولید خود را گسترش دهند و ماشین‌آلات جدیدی که انرژی‌بر هستند و برای تولید آنها نیز انرژی صرف شده است را به خدمت بگیرند. در عین حال، توسعه بازارهای مالی، می‌تواند از دو مجرای اثر سطح و اثر کارآیی با افزایش سرمایه‌گذاری، موجب رشد اقتصادی شود.

اثر سطح، نشان می‌دهد که توسعه بخش مالی منابع را از پروژه‌های ناکارآمد به سمت سرمایه‌گذاری‌های مولد هدایت می‌کند. شفافیت در مقررات بازارهای مالی، همچون رعایت استانداردهای حسابداری و سیستم گزارش‌دهی، اعتماد سرمایه‌گذاران را افزایش می‌دهد که در جذب سرمایه‌گذاری بسیار مهم است. اثر کارآیی، حاکی از آن است که با توسعه بازارهای مالی، تنوع و نقدینگی افزایش یافته و منابع به سمت پروژه‌هایی با بازده بالا هدایت می‌شوند. این دو اثر، موجب افزایش سرمایه‌گذاری و رشد اقتصادی می‌شود و در نتیجه، توسعه بازار مالی، می‌تواند با رشد تقاضای مصرف انرژی همراه شود (سادروسکی، ۲۰۱۱).

از طرفی، اقتصاددانان کلاسیک و نئوکلاسیک، بر این باور هستند که افزایش درجه باز بودن تجاری، موتور محرکه رشد و توسعه اقتصادی است و این مهم، به تشویق کشورهای جهان در افزایش همگرایی اقتصادشان از طریق افزایش صادرات و واردات منجر می‌شود. به‌طور کلی، این امر از طریق افزایش سطح تخصص‌گرایی و بهره‌وری کشورها صورت می‌پذیرد. لازم به ذکر است که حتی با وجود پذیرش این امر که همگرایی اقتصادی و افزایش تجارت، موجب افزایش رشد اقتصادی جهان می‌شود، همواره این ارتباط در کشورهای مختلف به علت تفاوت در فناوری و فراوانی‌های عوامل تولید، به شکل یکسان نبوده و در واقع، در برخی کشورها، تأثیر منفی بر رشد اقتصادی داشته است (لوکاس<sup>۴</sup>، ۱۹۸۸).

از دیگر عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی، بی‌ثباتی در ساختارهای سیاسی است که می‌تواند آثار بسیار مخرب و زیانباری بر پیکره اقتصاد کشورها تحمیل کند. بی‌ثباتی سیاسی از طریق چهار کانال بر

1. Zhang (2005)
2. Ahmed *et al.* (2019)
3. Sadrosky (2010)
4. Lucas (1988)

عملکرد اقتصادی تأثیر می‌گذارد: اول، بی‌ثباتی، به متزلزل شدن حقوق مالکیت فردی که مانعی برای سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت و معاملات اقتصادی است، منجر می‌شود. دوم، عدم وجود یک سیستم سیاسی باثبات، پیش‌بینی ماهیت و عملکرد دولت‌های آینده و تغییرات سازمانی را غیرممکن می‌سازد و باعث می‌شود تا سرمایه‌گذاران، محیط‌هایی که قابلیت پیش‌بینی را دارند، ترجیح دهند. سوم، بی‌ثباتی، احتمال شرکت افراد فرصت‌طلب در فعالیتهای واسطه‌گری را افزایش می‌دهد که منابع را به‌سوی فعالیت‌های غیرمولد سوق می‌دهد و در آخر، زمانی که مبارزات سیاسی با خشونت و اعمال زور همراه شود، باعث تخریب دارایی‌ها شده و تهدیدی برای سرمایه‌گذاران محسوب می‌شود. علاوه بر این، گسترده شدن خشونت منجر می‌شود تا بازارها به حالت تعطیل یا نیمه‌تعطیل درآیند که صدمه جدی به ساختار اقتصاد وارد خواهد کرد (چمبرز و گوردون<sup>۱</sup>، ۱۹۶۷).

### ۳. تصریح الگو

قاله، به تجزیه و تحلیل ارتباط بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و ردپای اکولوژیکی در ۲۷ کشور منتخب در حال توسعه<sup>۲</sup> و ۲۷ کشور منتخب توسعه‌یافته<sup>۳</sup> طی دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۰ می‌پردازد.<sup>۴</sup> الگوی موردنظر برای دستیابی به هدف مقاله، توسط محقق ساخته شده و برگرفته از تحقیقاتی همچون آکادیری و همکاران (۲۰۱۹) و محمد (۲۰۱۹) بوده، که به‌صورت سه معادله زیر است:

$$EFP_{it} = \alpha_1 + \alpha_{2i}EG_{it} + \alpha_{3i}NREC_{it} + \alpha_{4i}REC_{it} + \alpha_{5i}TEC_{it} + \alpha_{6i}URB_{it} + \alpha_{7i}FR_{it} + \alpha_{8i}MR_{it} + \alpha_{9i}HC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$NREC_{it} = \beta_1 + \beta_{2i}EFP_{it} + \beta_{3i}EG_{it} + \beta_{4i}URB_{it} + \beta_{5i}FD_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$EG_{it} = \gamma_1 + \gamma_{2i}EFP_{it} + \gamma_{3i}NREC_{it} + \gamma_{4i}REC_{it} + \gamma_{5i}FD_{it} + \gamma_{6i}TO_{it} + \gamma_{7i}L_{it} + \gamma_{8i}K_{it} + \gamma_{9i}PI_{it} + \gamma_{10i}HC_{it} + \gamma_{11i}MR_{it} + \gamma_{12i}KOF_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

در معادلات (۱) تا (۳)، شرح متغیرها به‌صورت زیر است:

#### ۱. Chambers & Gordon (1967)

۲. ایران، پاناما، تایلند، کلمبیا، الجزایر، پرو، اکوادور، دومینیکن، کره شمالی، تونس، جامائیکا، فیجی، پاراگوئه، اردن، مصر، گابن، ونزوئلا، اندونزی، آلبانی، آذربایجان، ارمنستان، بلیز، بوسنی و هرزگوین، چین، گرجستان، لبنان و لیبی.

۳. نروژ، سوئیس، آلمان، استرالیا، سوئد، هلند، دانمارک، فنلاند، کانادا، نیوزلند، بریتانیا، ایالات متحده، بلژیک، ژاپن، اتریش، لوکزامبورگ، اسلوانی، اسپانیا، فرانسه، ایتالیا، استونی، یونان، لهستان، لیتوانی، اسلواکی، مجارستان و لاتویا.

۴. معیار تقسیم‌بندی کشورها به توسعه یافته و در حال توسعه، میزان تولید سرانه و شاخص توسعه انسانی است. همچنین در بین کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، کشورهای انتخاب شدند که طی دوره مورد بررسی، دارای بیشترین میزان شاخص ردپای اکولوژیکی بوده‌اند.

EFP شاخص ردپای اکولوژیک است که نرخ مصرف منابع و تولید ضایعات توسط انسان را با نرخ بازتولید منابع و دفع ضایعات توسط زیست‌کره مقایسه می‌کند و بر اساس مقدار زمین موردنیاز برای نگهداشتن این چرخه، تعریف می‌شود (مانفردا و همکاران، ۲۰۰۴). واحد اندازه‌گیری شاخص مذکور، هکتار جهانی بوده، و داده‌های مربوط به آن، از وبگاه ردپای اکولوژیکی جهانی استخراج شده و EG رشد اقتصادی است که معمولاً به‌عنوان درصد افزایش در تولید ناخالص داخلی یا درآمد ناخالص داخلی اندازه‌گیری می‌شود (بانک جهانی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۴). داده‌های مربوط به تولید ناخالص داخلی در این مقاله، با قیمت ثابت سال ۲۰۱۰ و بر حسب دلار آمریکا، از وبگاه بانک جهانی به دست آمده است.

NREC مصرف انرژی تجدیدناپذیر، و شامل انرژی حاصل از انرژی‌های تجدیدناپذیر قابل احتراق، همچون نفت، گاز، هیدروکربن، زغال‌سنگ انرژی و انرژی هسته‌ای است. داده‌های مربوط به این متغیر، از وبگاه بانک جهانی استخراج شده، و REC مصرف انرژی تجدیدپذیر است که از انرژی‌هایی بوده که عملاً تمام‌نشده هستند؛ اما از نظر میزان انرژی موجود در واحد زمان، محدودند. این نوع انرژی‌ها شامل زیست‌توده، چوب و ضایعات چوب، زباله جامد شهری، گاز حاصل از محل دفن زباله و بیوگاز، نیروگاه آبی، بادی و خورشیدی است. داده‌های مربوط به این متغیر، از وبگاه بانک جهانی استخراج گردیده، و FD توسعه مالی که معیاری برای ارزیابی قدرت بازار مالی در یک کشور است. این شاخص نشان می‌دهد که چه بخشی از سرمایه‌گذاری‌های کشور در بازارهایی که قدرت نقدشوندگی بالا دارند، خرید و فروش می‌شود.

در این مقاله، بر مجموع شاخص حجم اعتبارات بانک‌ها و حجم معاملات بازار بورس تمرکز می‌گردد که در طبقه‌بندی شاخص‌های توسعه مالی، شاخص ساختاری توسعه مالی محسوب می‌شود (لوین<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳). داده‌های مربوط به شاخص مذکور، از وبگاه بانک جهانی استخراج شده، و URB نرخ رشد شهرنشینی بوده، که شاخص شهرنشینی، به‌صورت درصدی از کل جمعیت در نظر گرفته شده است که در مناطق شهری هر کشور زندگی می‌کنند (بانک جهانی، ۲۰۱۴). داده‌های متغیر مذکور، از وبگاه بانک جهانی به دست آمده، و TO درجه باز بودن تجارت است که به‌صورت نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی تعریف می‌شود. داده‌های متغیر مذکور، از وبگاه بانک جهانی استخراج گردیده، و L نیروی کار بوده، که بیانگر تعداد افرادی است که در سن کار (۱۵ تا ۶۴ سال) هستند. داده‌های متغیر مذکور، از وبگاه بانک جهانی به دست آمده، و K سرمایه‌گذاری بوده، و برابر با موجودی سرمایه خالص است. داده‌های متغیر مذکور، از وبگاه بانک جهانی استخراج شده، و HC

1. World Bank (2014)

2. Levine (2003)

سرمایه انسانی بوده، که عبارت است از: ذخیره دانش، مهارت، صلاحیت و توانایی‌هایی که عمدتاً از طریق آموزش کسب می‌شوند و بر کیفیت کار تأثیر مثبت می‌گذارند و ارزش اقتصادی آن را در بازار کارافزایش می‌دهند.

در این مقاله، از شاخص متوسط مدت‌زمان تحصیل به‌عنوان شاخص توسعه انسانی استفاده به‌عمل آمده، و داده‌های مربوط به آن، از وبگاه بانک جهانی استخراج شده، و FR نرخ باروری بوده است، به این معنی که کل تعداد کودکانی که یک زن تا پایان سال‌های فرزندآوری خود، می‌تواند به دنیا بیاورد (فرزندان خود را مطابق با سن مخصوص نرخ باروری به دنیا می‌آورد) (بانک جهانی، ۲۰۱۴). داده‌های متغیر مذکور، از وبگاه بانک جهانی استخراج گردیده، و MR نرخ مرگومیر است؛ معادل میزان مرگومیر در یک جمعیت معین در یک دوره زمانی مشخص (مانند یک سال) که معمولاً در هر یه هزار و یا ۱۰۰ هزار نفر بیان می‌شود. داده‌های متغیر مذکور، از وبگاه بانک جهانی استخراج شده، و PI بی‌ثباتی سیاسی است. ثبات سیاسی و فقدان تجاوز و تروریسم، به‌وسیله احتمال عدم ثبات سیاسی و یا تحریک خشونت سیاسی از جمله، تروریسم اندازه‌گیری می‌شود. مقدار عددی این شاخص بین ۲/۵- (عدم ثبات سیاسی) و ۲/۵+ (ثبات کامل) است (سایت حکمرانی بانک جهانی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۲). داده‌های متغیر مذکور، از وبگاه حکمرانی خوب بانک جهانی<sup>۲</sup> استخراج شده، و TEC فناوری است. داده‌های متغیر مذکور، از وبگاه بانک جهانی استخراج شده، و KOF<sup>۳</sup> جهانی‌شدن اقتصاد بوده، که شامل جریان‌های واقعی اقتصاد و محدودیت‌ها بر سر تجارت و سرمایه است.

جریان‌های واقعی اقتصاد، معمولاً برای اندازه‌گیری جهانی‌شدن اقتصادی به کار برده می‌شود و دربردارنده تجارت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و سرمایه‌گذاری پرتفوی است (سایت مؤسسه کسب و کار (KOF<sup>۳</sup>), ۲۰۰۸). داده‌های متغیر مذکور از وبگاه مؤسسه KOF سوئیس استخراج شده است.  $\varepsilon_{it}$  جزء اخلاص،  $i = 1, 2, \dots, n$  نشان دهنده کشورهای مورد بررسی، و  $t = 1, 2, \dots, n$  گویای زمان می‌باشد.

1. www.govindicators.org (2012)

2. WGI

3. http://globalization.kof.ethz.ch/, (2008)

### ۳-۱. آزمون‌های قبل از تخمین

#### ۳-۱-۱. آزمون وابستگی مقطعی در بین اعضای پانل

پسران<sup>۱</sup> (۲۰۰۷)، نشان می‌دهد که نادیده گرفتن همبستگی مقطعی، به تورش و انحراف اساسی در نتایج منجر خواهد شد. از طرفی، برای تعیین نوع آزمون مانایی، ابتدا باید آزمون وابستگی مقاطع انجام شود. برای انجام آزمون مانایی داده‌های تابلویی، می‌توان از آزمون‌های ریشه واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته<sup>۲</sup>؛ لوین، لین و چاو؛ فیشر<sup>۳</sup>؛ ایم، شین و پسران<sup>۴</sup>؛ هادری<sup>۵</sup> و پسران<sup>۶</sup> استفاده کرد (بالتاجی<sup>۷</sup>، ۲۰۰۷). در صورت وجود وابستگی مقطعی، باید از آزمون ریشه واحد CD پسران که در آن، وابستگی مقطعی در نظر گرفته شده، استفاده کرد (پسران، ۲۰۰۷). فرضیه صفر این آزمون، نشان‌دهنده عدم وابستگی مقطعی بین اعضای پانل است و فرضیه مقابل این آزمون، به وابستگی مقطعی اشاره دارد (دی هویز و سارافیدیس<sup>۸</sup>، ۲۰۰۶).

#### جدول ۱: نتیجه آزمون استقلال مقطعی پسران

آزمون استقلال مقطعی پسران برای کشورهای در حال توسعه		آزمون استقلال مقطعی پسران برای کشورهای توسعه یافته		معادله
آماره	احتمال	آماره	احتمال	
۲/۳۹	۰/۰۱	۶/۲۷	۰/۰۰	۱
۲/۵۲	۰/۰۱	۱۴/۳۳	۰/۰۰	۲
۲/۱۲	۰/۰۳	۴/۸۲	۰/۰۰	۳

منبع: محاسبات پژوهش

طبق نتایج به دست آمده، فرضیه صفر در مورد هر سه رابطه در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، رد می‌شود؛ لذا بین متغیرهای مورد بررسی، وابستگی مقطعی وجود دارد. باتوجه به وجود وابستگی مقطعی بین متغیرها، برای بررسی مانایی داده‌ها، می‌باید از آزمون پسران استفاده کرد.

1. Pesaran (2007)
2. Augmented Dicky Fuller
3. Fisher
4. Im, Pesaran And Shin
5. Hadri
6. Pesaran
7. Baltagi (2007)
8. De Hoyos & Sarafidis (2006)

جدول ۲: نتایج آزمون مانایی پسران

کشورهای در حال توسعه			کشورهای توسعه یافته			نماد	نام متغیر
نتیجه	احتمال	آماره	نتیجه	احتمال	آماره		
مانا	۰/۰۲	-۲/۸۸	مانا	۰/۰۷	-۱/۴۲	efp	رد پای اکولوژیک
مانا	۰/۰۰	-۷/۱	مانا	۰/۰۰	-۷/۱۱	gdp	رشد اقتصادی
مانا	۰/۰۰	-۲/۸	مانا	۰/۰۰	-۳/۲	ec	مصرف انرژی تجدیدناپذیر
مانا	۰/۰۰	-۲/۸۳	مانا	۰/۰۰	-۲/۹۹	rec	انرژی‌های تجدیدپذیر
مانا	۰/۰۰	-۲/۴۹	مانا	۰/۰۱	-۲/۳۶	hc	سرمایه انسانی
مانا	۰/۰۱	-۲/۱۱	مانا	۰/۰۰	-۳/۸	fd	توسعه مالی
مانا	۰/۰۴	-۲/۴۴	نامانا	۰/۳	-۰/۲	k	سرمایه فیزیکی
_____	_____	_____	مانا	۰/۰۵	-۱/۷	$\Delta k$	تفاضل مرتبه اول سرمایه
مانا	۰/۰۰۱	-۲/۴۴	مانا	۰/۰۴	-۱/۸۲	l	نیروی کار
نامانا	۰/۸	۰/۹	مانا	۰/۰۴	-۱/۶۸	urb	نرخ شهرنشینی
مانا	۰/۰۰	-۵/۳۳	_____	_____	_____	$\Delta urb$	تفاضل مرتبه اول شهرنشینی
مانا	۰/۰۰	-۳/۴۲	مانا	۰/۱	-۱/۰۲	tec	نرخ رشد فناوری
مانا	۰/۰۰	-۲/۷	مانا	۰/۰۱	-۲/۲۵	fr	نرخ باروری
نامانا	۰/۸	۰/۹	مانا	۰/۰۰	-۳/۱	mr	نرخ مرگومیر
مانا	۰/۰۰	-۲/۵۳	_____	_____	_____	$\Delta mr$	تفاضل مرتبه اول مرگومیر
مانا	۰/۰۴	-۲/۰۴	مانا	۰/۰۰	-۳/۶	TO	درجه باز بودن تجاری
مانا	۰/۰۱	-۲/۳	مانا	۰/۰۳	-۲/۱	kofe	جهانی‌شدن اقتصادی
مانا	۰/۰۳	-۲/۱	مانا	۰/۰۰	-۳/۵۶	PI	بی‌ثباتی سیاسی

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق با اطلاعات جدول (۲)، متغیرها ترکیبی از مانا و نامانا، و به عبارتی دیگر، از درجه مانایی

$I(0)$  و  $I(1)$  هستند.

### ۲-۱-۳. آزمون هم‌انباشتگی داده‌های تابلویی<sup>۱</sup> کائو

در تحلیل‌های هم‌انباشتگی، وجود روابط بلندمدت اقتصادی، آزمون و برآورد می‌شود. ایده اصلی در تجزیه و تحلیل هم‌انباشتگی، این است که اگرچه بسیاری از سری‌های زمانی اقتصادی نامانا (حاوی روندهای تصادفی) هستند، اما ممکن است که در بلندمدت، ترکیب خطی این متغیرها، مانا (و بدون روند تصادفی) باشند. تجزیه و تحلیل‌های هم‌انباشتگی به آزمون و برآورد این رابطه تعادلی بلندمدت کمک می‌کند. آزمون هم‌انباشتگی به‌هنگام استفاده از داده‌های تابلویی، به‌روش پیشنهادی کائو انجام می‌شود. آماره آزمون، دارای توزیع  $t$  استاندارد است.

## جدول ۳: نتیجه آزمون هم‌جمعی کائو

کشورهای در حال توسعه		کشورهای توسعه‌یافته		معادله
آماره	احتمال	آماره	احتمال	
-۲/۳	۰/۰۵	۶/۶	۰/۰۰	۱
-۳/۲۹	۰/۰۰	۲/۶	۰/۰۰	۲
-۳/۹۷	۰/۰۰	-۴/۱۴	۰/۰۰	۳

منبع: محاسبات پژوهش

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از آزمون کائو، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود هم‌جمعی بین متغیرها رد شده و وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها در الگوهای برآوردی، تأیید می‌شود و رگرسیون برآورد شده، کاذب نخواهد بود.

## ۲-۳. آزمون‌های درون‌زایی

یکی از مسائل مهم در برآورد رگرسیون، موضوع برون‌زایی متغیرهای توضیحی است. یک متغیر درون‌زایی است، اگر با اجزای اخلاص، همبستگی معناداری داشته باشد. اگر متغیرهای توضیحی مدل رگرسیون درون‌زایی باشد، در این صورت، برآورد مدل با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی برآوردهای تورش-دار است و ناسازگاری را نتیجه خواهد داد. برای آزمون درون‌زایی متغیرها، می‌توان از آزمون‌های دوربین - وو - هاسمن استفاده کرد. فرضیه صفر در این آزمون، برون‌زایی متغیرهای مدل است.

## جدول ۴: نتایج آزمون درون‌زایی

آزمون درون‌زایی کشورهای در حال توسعه				آزمون درون‌زایی کشورهای توسعه‌یافته				معادله
آزمون وو - هاسمن		آزمون دوربین		آزمون وو - هاسمن		آزمون دوربین		
آماره	احتمال	آماره	احتمال	آماره	احتمال	آماره	احتمال	
۱۲/۴۶	۰/۰۰	۲۴/۱۲	۰/۰۰	۱۳/۶۷	۰/۰۰	۲۶/۵	۰/۰۰	۱
۶/۳۸	۰/۰۰	۱۲/۵۸	۰/۰۰	۶/۰۸	۰/۰۰	۱۲/۰۵	۰/۰۰	۲
۷/۲۶	۰/۰۰	۱۴/۷	۰/۰۰	۵۱/۴۸	۰/۰۳	۸۷/۷۵	۰/۰۳	۳

منبع: محاسبات پژوهش

طبق نتایج به‌دست‌آمده، فرضیه صفر مبنی بر برون‌زایی متغیرها رد شده و تمامی متغیرها درون‌زایی هستند؛ لذا نمی‌توان از روش حداقل مربعات معمولی برای تخمین مدل استفاده کرد و باید به روش‌های برآورد حداقل مربعات دو مرحله‌ای یا گشتاورهای تعمیم‌یافته متوسل شد و باید از روش‌های دیگر برآورد نظیر حداقل مربعات دو مرحله‌ای (2SLS) یا گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) استفاده کرد (آرلانو و باند، ۱۹۹۱).

برآوردگر 2SLS، ممکن است به دلیل مشکل در انتخاب ابزارها، واریانس‌های بزرگ برای ضرایب به‌دست دهد و برآوردها از لحاظ آماری معنی‌دار نباشد، لذا روش GMM سیستمی برای حل این مشکل پیشنهاد شده است. به‌کارگیری روش GMM، مزیت‌هایی مانند لحاظ ناهمسانی فردی و



اصلاعات بیشتر و حذف تورش‌های موجود در رگرسیون مقطعی را به همراه دارد که منتج به تخمین‌های دقیق‌تر، با کارایی بالاتر و همخطی کمتر است (بالتاجی، ۲۰۰۷).

### ۳-۳. آزمون شناسایی محدودیت‌های بیش از حد (آزمون جی هانسن)

آزمون تشخیصی به منظور الگوهای داده‌های تابلویی سیستمی به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته، آزمون جی هانسن است که برای مشخص شدن صحت و اعتبار متغیرهای ابزاری به کار می‌رود. بدین ترتیب، محدودیت‌های مدل در زمینه بیش از حد مشخص بودن، باید مورد آزمون قرار گیرد. در آزمون هانسن، فرضیه صفر به معنای آن است که ابزارهای مورد استفاده، معتبر بوده است. در این آزمون، اگر آماره  $J$  از مقدار بحرانی بزرگ‌تر باشد، مدل مورد نظر رد می‌شود.

### جدول ۵: نتایج آزمون درون‌زایی

آزمون جی هانسن		معادله
آماره	احتمال	
۰/۴۱	۰/۵۱	کشورهای توسعه یافته
۰/۶۷	۰/۷۱	کشورهای در حال توسعه

منبع: یافته‌های پژوهش

باتوجه به نتایج جدول، فرضیه صفر رد نشده و متغیرهای ابزاری، از اعتبار کافی برخوردارند.

### ۳-۴. الگوی گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)<sup>۱</sup>

از جمله روش‌های اقتصادسنجی مناسب برای حل با کاهش مشکل درون‌زا بودن شاخص‌ها و همبستگی بین متغیرهای توضیحی، تخمین مدل با استفاده از گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) است. به کار بردن روش GMM، مزیت‌هایی همانند، لحاظ نمودن ناهمسانی فردی و اطلاعات بیشتر، حذف تورش‌های موجود در رگرسیون‌های مقطعی است که نتیجه آن، تخمین‌های دقیق‌تر، با کارایی بالاتر و همخطی کمتر در GMM خواهد بود. روش GMM، هنگامی به کار می‌رود که تعداد متغیرهای مقطعی ( $N$ )، بیشتر از تعداد زمان و سال‌ها ( $T$ ) باشد ( $N > T$ ) که در این مقاله نیز این شرط وجود دارد؛ یعنی تعداد کشورها بیشتر از تعداد زمان است (بالتاجی، ۲۰۰۸).

نتایج حاصل از برآورد الگو برای کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته منتخب، با در نظر گرفتن متغیرهای رد پای اکولوژیکی، رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر، توسعه مالی، درجه باز بودن تجاری، بی‌ثباتی سیاسی، سرمایه فیزیکی، جهانی شدن اقتصاد، سرمایه انسانی، نرخ مرگ و میر، نرخ رشد فناوری، نرخ شهرنشینی و عرض از مبدأ، به‌عنوان متغیر ابزاری، در جدول (۶) ارائه شده است.

جدول ۶: نتایج برآورد مدل برای کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه

معادله ۱ - متغیر وابسته ردپای اکولوژیکی	متغیرهای مستقل	کشورهای توسعه یافته		کشورهای در حال توسعه		
		ضریب	احتمال	ضریب	احتمال	
	رشد اقتصادی	-۰/۶۵	۰/۰۰	۰/۴۹	۰/۰۰	
	انرژی های تجدیدناپذیر	۰/۵۶	۰/۰۱	۰/۷۴	۰/۰۰	
	انرژی های تجدیدپذیر	-۰/۷۷	۰/۰۰	-۰/۰۶	۰/۰۲	
	نرخ شهرنشینی	۰/۰۴	۰/۶۷	۰/۱۶	۰/۰۰	
	نرخ رشد فناوری	-۰/۴۷	۰/۰۰	-۰/۰۱	۰/۴۱	
	سرمایه انسانی	-۰/۲۴	۰/۰۰	-۰/۰۴	۰/۰۹	
	نرخ باروری	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۲	۰/۱	
	نرخ مرگ و میر	۰/۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	
معادله ۲ - متغیر وابسته مصرف انرژی	متغیرهای مستقل	کشورهای توسعه یافته		کشورهای در حال توسعه		
		ضریب	احتمال	ضریب	احتمال	
		ردپای اکولوژیک	-۰/۰۷	۰/۰۰	-۰/۱۵	۰/۰۰
		رشد اقتصادی	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۱۶	۰/۰۰
		نرخ شهرنشینی	۰/۲۵	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۰۰
	توسعه مالی	۰/۳۲	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/۰۰	
معادله ۳ - متغیر وابسته رشد اقتصادی	متغیرهای مستقل	کشورهای توسعه یافته		کشورهای در حال توسعه		
		ضریب	احتمال	ضریب	احتمال	
		ردپای اکولوژیک	-۰/۱۳	۰/۰۰	۰/۳۶	۰/۰۰
		انرژی های تجدیدناپذیر	۰/۲۹	۰/۰۰	۰/۳۵	۰/۰۰
		انرژی های تجدیدپذیر	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۰
		توسعه مالی	۰/۲۶	۰/۰۰	۰/۳۱	۰/۰۰
		درجه باز بودن تجاری	۰/۳۱	۰/۰۰	۰/۱۹	۰/۰۰
		بی ثباتی سیاسی	-۰/۳۳	۰/۰۰	-۰/۱۶	۰/۰۷*
		سرمایه فیزیکی	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۳۱	۰/۰۰
		نیروی کار	۰/۰۲	۰/۰۰	۰/۱۶	۰/۰۰
	جهانی سازی اقتصادی	۰/۶۴	۰/۰۰	۰/۴۹	۰/۰۰	
	سرمایه انسانی	۰/۲۲	۰/۰۵	۰/۱	۰/۰۰	
	نرخ مرگ و میر	-۰/۱۲	۰/۰۰	-۰/۰۳	۰/۰۰	

منبع: یافته های پژوهش

مطابق با نتایج حاصل از برآورد معادله (۳) در جدول (۶)، مصرف انرژی (تجدیدناپذیر)، بر رشد اقتصادی هر دو دسته از کشورهای مورد بررسی، اثر مثبت داشت، که مطابق با نظریات اقتصاددانان اکولوژیکی مبنی بر نقش پررنگ انرژی بر رشد اقتصادی است. از طرفی، ردپای اکولوژیکی بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه یافته، اثر منفی، و بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه، اثر مثبت داشته است.

طبق فرضیه کوزنتس، افزایش تولید در اقتصاد، مستلزم استفاده بیشتر از نهاده ها، منابع طبیعی و انرژی است که این امر، به تولید گازهای گلخانه ای منجر شده و تخریب محیط زیست را به دنبال دارد. کشورهای در حال توسعه به دلیل اینکه در ابتدای مسیر توسعه و در شاخه صعودی منحنی

کوزنتس قرار گرفته‌اند، با افزایش رشد اقتصادی، میزان آلودگی بیشتر و تخریب‌های بیشتر زیست‌محیطی را تجربه می‌کنند، لذا در این کشورها، یک رابطه متقابل میان رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیک وجود دارد؛ اما کشورهای توسعه‌یافته به دلیل اینکه در شاخه نزولی منحنی کوزنتس قرار گرفته‌اند، با افزایش رشد اقتصادی به دلیل بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته و دوستدار محیط‌زیست و به دلیل وجود استانداردهای زیست‌محیطی محکم و باثبات، تخریب‌های زیست‌محیطی، کاهش یافته است.

نتایج برآورد معادله (۲) نیز نشان می‌دهد که در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، رشد اقتصادی بر مصرف انرژی، اثر مثبت داشته، که بیانگر آن است که با افزایش رشد اقتصادی به دلیل انرژی بر بودن تولیدات در کشورهای مورد بررسی، نیاز به مصرف انرژی نیز بیشتر شده است. از طرفی، براساس نتیجه برآورد معادله (۲)، ردپای اکولوژیکی بر مصرف انرژی (تجدیدناپذیر)، اثر منفی داشته است که به ایجاد آلودگی ناشی از مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و اثرات مخرب این آلودگی‌ها بر محیط‌زیست اشاره دارد.

براساس نتایج برآورد معادله (۱)، در کشورهای توسعه‌یافته، رشد اقتصادی، اثر منفی بر ردپای اکولوژیکی داشته، در حالی که در کشورهای در حال توسعه، اثر رشد اقتصادی بر ردپای اکولوژیکی، مثبت بوده است. این نتیجه، از این موضوع حکایت دارد که در کشورهای توسعه‌یافته بر خلاف کشورهای در حال توسعه، رشد و توسعه اقتصادی با استفاده از انرژی‌های پاک که مصرف آنها با عدم ایجاد آلودگی و یا کاهش تولید آلودگی همراه بوده است و از طرفی، کشورهای توسعه‌یافته، از فناوری‌های جدیدتر استفاده کرده‌اند که به اثر منفی رشد اقتصادی بر تخریب زیست‌محیطی منجر شده است.

همچنین براساس نتایج برآورد معادله (۱)، مصرف انرژی (تجدیدناپذیر) بر ردپای اکولوژیکی هر دو دسته کشورهای مورد بررسی، مثبت بوده، در حالی که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، اثر منفی بر ردپای اکولوژیکی کشورهای مورد مطالعه داشته است که لزوم جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر با انرژی‌های تجدیدناپذیر را مشخص می‌سازد.

#### ۴. بحث

نتایج حاصل از برآورد الگو در جدول (۶)، بیانگر آن است که ضریب اثرگذاری شاخص مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر بر ردپای اکولوژیکی در هر دو دسته کشورهای مورد بررسی مثبت، اما در کشورهای در حال توسعه، از کشورهای توسعه‌یافته بیشتر بوده است ( $0/74 < 0/56$ ). همچنین ضریب اثرگذاری شاخص مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بر ردپای اکولوژیکی در هر دو دسته از کشورهای مورد مطالعه منفی، اما در کشورهای توسعه‌یافته، بیش از کشورهای در حال توسعه بوده است ( $0/77 < 0/06$ ). مقایسه ضرایب مصرف این دو دسته از انرژی‌ها در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه باتوجه به ماهیت متفاوتی که دارند، بیانگر اتکای بیشتر تولید به استفاده از انواع انرژی در کشورهای توسعه‌یافته نسبت به کشورهای در حال توسعه است. این نتیجه، با نتایج مطالعات پارسا شریف و همکاران (۱۴۰۰)، طرازکار و همکاران (۱۳۹۹)، پاتا (۲۰۲۰) و نیاگو (۲۰۲۰) مطابقت دارد.

ضریب اثرگذاری رشد اقتصادی بر شاخص ردپای اکولوژیکی در کشورهای توسعه‌یافته، منفی و برابر با  $-۰/۶۵$  و در کشورهای درحال توسعه مثبت و برابر با  $۰/۴۹$  است. به عبارتی، رشد اقتصادی بیشتر در کشورهای توسعه‌یافته، با کاهش تخریب زیست‌محیطی و در کشورهای درحال توسعه، با افزایش تخریب زیست‌محیطی همراه بوده است. متضاد بودن نحوه اثرگذاری رشد اقتصادی بر شاخص ردپای اکولوژیکی در کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه باتوجه‌به نحوه اثرگذاری انرژی‌های تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی و به‌دنبال آن، ردپای اکولوژیکی، بیانگر آن است که کشورهای توسعه‌یافته، رویکردی را در پیش گرفته‌اند که براساس آن، در فرایند تولید، بیش از آنکه از انرژی‌های تجدیدناپذیر استفاده شود، از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده شده است؛ درحالی‌که استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدناپذیر در کشورهای درحال توسعه، اگرچه به دستیابی به رشد اقتصادی منجر شده، اما تخریب زیست‌محیطی بیشتر را به همراه داشته است. این نتیجه، با نتایج مطالعات طرازکار و همکاران (۱۳۹۹)، طرازکار و همکاران (۱۳۹۶)، نیاگو (۲۰۲۰) و آکادیری و همکاران (۲۰۱۹)، مطابقت دارد.

ضریب اثرگذاری نرخ شهرنشینی بر ردپای اکولوژیکی در هر دو دسته از کشورهای مورد بررسی مثبت، اما در کشورهای درحال توسعه، بیشتر از کشورهای توسعه‌یافته است ( $۰/۱۶ < ۰/۰۴$ ). در هر دو دسته از کشورهای مورد بررسی، مدیریت بهتر سیاست‌گذاران در راستای مصرف انواع انرژی که بویژه در زندگی شهری مورد مصرف بیشتری دارد بالاخص در امور حمل و نقل که در آن از سوخت‌های فسیلی همچون بنزین و گازوئیل استفاده می‌شود، می‌تواند در کاهش اثرات مخرب شهرنشینی بر محیط‌زیست مؤثر باشد.

ضریب اثرگذاری نرخ رشد فناوری بر ردپای اکولوژیکی در هر دو دسته از کشورهای مورد بررسی، منفی است؛ اما این ضریب در کشورهای درحال توسعه از نظر آماری معنادار نیست. بدین ترتیب، استفاده از فناوری‌های پیشرفته که نسبت به انواع قدیمی‌تر فناوری‌ها، اغلب پاک‌تر و ایمن‌تر هستند و حتی ممکن است که روش‌هایی را برای بازسازی آسیب‌های زیست‌محیطی موجود از قبل پیشنهاد کنند، می‌تواند راهگشا باشد.

سرمایه انسانی در هر دو دسته از کشورهای مورد بررسی، اثری منفی بر ردپای اکولوژیکی داشته است. بیشتر بودن این تأثیر در کشورهای توسعه‌یافته نسبت به کشورهای درحال توسعه ( $۰/۲۴ < ۰/۰۴$ )، نشان از مؤثرتر و کارآمدتر بودن سرمایه انسانی در کشورهای توسعه‌یافته دارد.

اثر نرخ باروری بر ردپای اکولوژیکی در هر دو دسته کشورهای مورد بررسی مثبت، اما در کشورهای درحال توسعه نسبت به کشورهای توسعه‌یافته، بیشتر بوده است ( $۰/۲ < ۰/۰۱$ ). افزایش نرخ باروری که به رشد جمعیت منجر می‌شود، با افزایش تقاضا در جامعه همراه است. در صورت استفاده بی‌رویه از منابع طبیعی به‌منظور پاسخ به تقاضای جامعه، بدون توجه به ظرفیت‌های موجود این منابع، موجبات تخریب سریع منابع طبیعی و محیط‌زیست فراهم می‌آید.

ضریب اثرگذاری نرخ مرگومیر بر شاخص ردپای اکولوژیکی در هر دو دسته کشورهای مورد بررسی مثبت بوده، اما در کشورهای توسعه یافته، بزرگتر از کشورهای در حال توسعه است ( $0/1 <$   $0/01$ ). این موضوع، به توانایی سرمایه‌های انسانی در کشورهای توسعه یافته برای کاهش دادن تخریب زیست محیطی برمی‌گردد؛ بنابراین، حفظ بهداشت و سلامت افراد که به کاهش مرگومیر و ازدست رفتن سرمایه‌های انسانی منجر می‌شود، می‌باید در دستور کار سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان کشورهای مورد بررسی قرار گیرد.

ضریب اثرگذاری شاخص ردپای اکولوژیکی بر مصرف انرژی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه منفی، اما در کشورهای در حال توسعه، بیش از کشورهای توسعه یافته است ( $0/15 <$   $0/07$ ). همان‌طور که اشاره شد، در کشورهای در حال توسعه نسبت به توسعه یافته، از انرژی‌های تجدیدناپذیر بیشتر استفاده می‌شود که با اثرات منفی زیست محیطی همراه است. بدین ترتیب، با افزایش ردپای اکولوژیکی، استفاده از این نوع انرژی نیز در کشورهای در حال توسعه، کاهش بیشتری داشته است. از آنجا که مصرف انرژی تجدیدناپذیر از جمله سوخت‌های فسیلی، به افزایش تخریب زیست محیطی منجر شده است، کاهش مصرف این دسته از انرژی‌ها، کاهش تخریب زیست محیطی را به همراه داشته است. با این وجود، به دلیل تأثیر مصرف انرژی در دستیابی به رشد اقتصادی، بار دیگر لزوم جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر و پاک با انرژی‌های تجدیدناپذیر، مطرح می‌شود.

ضریب اثرگذاری رشد اقتصادی بر مصرف انرژی در هر دو دسته از کشورهای مورد مطالعه مثبت، اما در کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه یافته، بزرگتر است ( $0/16 <$   $0/01$ ). از آنجایی که در کشورهای توسعه یافته نسبت به در حال توسعه‌ها، فناوری‌های پیشرفته‌تری در تولید وجود دارد، تلاش برای افزایش رشد اقتصادی، با افزایش مصرف انرژی کمتری همراه بوده است. با توجه به اهمیت استفاده از انرژی در دستیابی به رشد اقتصادی و از طرفی، اثر مخرب مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر بر رشد اقتصادی در هر دو دسته از کشورها، در این یافته نیز بر جایگزینی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر با تجدیدناپذیر تأکید می‌شود.

ضریب اثرگذاری نرخ شهرنشینی بر مصرف انرژی در هر دو دسته از کشورهای مورد مطالعه مثبت، اما در کشورهای توسعه یافته نسبت به کشورهای در حال توسعه، بزرگتر است ( $0/25 <$   $0/03$ ). بیشتر بودن مصرف انرژی در راستای گسترش شهرنشینی در کشورهای توسعه یافته نسبت به در حال توسعه‌ها، بیانگر سبک زندگی مبتنی بر مصرف انرژی بیشتر در این کشورها است. از طرفی، گسترش شهرنشینی در کشورهای توسعه یافته، با صنعتی بودن شهرها و افزایش تولیدات کارخانه‌ای همراه است که به مصرف بیشتر انرژی در این کشورها نسبت به کشورهای در حال توسعه، منجر می‌شود. به دلیل ماهیت شهرنشینی بویژه در حوزه حمل‌ونقل، تولیدات کارخانه‌ای و استفاده از وسایل گرمایی و سرمایی انرژی بر، افزایش مصرف انرژی در پی گسترش شهرنشینی، اجتناب‌ناپذیر است؛ اما با توجه به اثر منفی انرژی‌های تجدیدناپذیر بر کیفیت محیط زیست، بار دیگر لزوم جایگزینی این دو دسته انرژی با یکدیگر مطرح می‌شود.

ضریب اثرگذاری توسعه مالی بر مصرف انرژی در هر دو دسته از کشورهای مورد بررسی مثبت، اما اثر در کشورهای توسعه‌یافته بیش از کشورهای درحال توسعه است ( $0/32 < 0/05$ ). این یافته، بیانگر آن است که مصرف‌کنندگان با تأمین مالی بیشتر از طریق توسعه مالی، مصرف کلیه کالاها از جمله کالاهای انرژی‌بر را افزایش داده و تولیدکنندگان نیز با توسعه مالی که به دسترسی به منابع مالی آسان‌تر و ارزان‌تر منجر می‌شود، به تولیدات بیشتر می‌پردازند که مستلزم استفاده از انرژی در تولیدات‌شان بوده، اما در این مورد نیز لزوم استفاده بیشتر از انرژی‌های پاک به جای انرژی‌های فسیلی مشهود است.

ضریب اثرگذاری شاخص ردپای اکولوژیکی بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه‌یافته منفی، و برای کشورهای درحال توسعه، مثبت است. کشورهای توسعه‌یافته، سال‌های طولانی توانسته‌اند رشد اقتصادی بالایی را تجربه کنند و از ظرفیت‌های تولیدی خود استفاده کرده‌اند؛ بنابراین، تخریب محیط‌زیست، به کاهش روند رشد در این دسته از کشورها منجر شده، درحالی‌که در کشورهای درحال توسعه، هنوز از ظرفیت‌های تولید به‌طور کامل استفاده نشده، و در مسیر دستیابی به رشد اقتصادی بالاتر - حتی با وجود تخریب زیست‌محیطی - توقف و کندی اتفاق نیفتاده است. در این راستا، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و استفاده از انرژی‌های پاک علاوه بر کاهش تخریب محیط‌زیست، می‌تواند به رشد اقتصادی کشورها کمک کند.

مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی هر دو دسته از کشورهای مورد بررسی، اثر مثبت داشته، اما این اثر در کشورهای درحال توسعه، بیشتر از کشورهای توسعه‌یافته بوده است ( $0/35 < 0/29$  و  $0/09 < 0/04$ ). بدین ترتیب، صرفه‌جویی در مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و جایگزین کردن انرژی‌های تجدیدپذیر، علاوه بر اینکه به رشد اقتصادی خلی وارد نمی‌کند، از تخریب محیط‌زیست نیز جلوگیری خواهد کرد.

ضریب اثرگذاری توسعه مالی بر رشد اقتصادی هر دو دسته کشورهای مورد بررسی مثبت، اما در کشورهای درحال توسعه، بیش از کشورهای توسعه‌یافته است ( $0/31 < 0/26$ )؛ بنابراین، کشورها می‌توانند با تقویت نظام بانکی، به تخصیص بهینه منابع مالی کمک کنند و منابع مالی را بیشتر به سمت طرح‌های سرمایه‌گذاری مولد سوق دهند.

درجه بازبودن تجاری و شاخص جهانی‌سازی بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه، اثر مثبت داشته‌اند؛ هرچند این اثر در کشورهای توسعه‌یافته، بیش از کشورهای درحال توسعه است ( $0/31 < 0/19$  و  $0/64 < 0/49$ ). این یافته که با نتایج مطالعه عمری و همکاران (۲۰۱۵) همسو است، نشان می‌دهد که سیاست‌گذاران اقتصادی، همواره باید زمانی که برای رشد اقتصادی کشورشان برنامه‌ریزی می‌کنند، مسأله تجارت خارجی را نیز مورد توجه جدی قرار دهند.

بی‌ثباتی سیاسی بر رشد اقتصادی هر دو دسته از کشورهای مورد بررسی، اثر منفی داشته، اگرچه این اثر در کشورهای توسعه‌یافته، بیشتر از کشورهای درحال توسعه است ( $0/33 < 0/16$ ). این یافته، نشان می‌دهد که ایجاد ثبات سیاسی در داخل کشورها و جلب اعتماد همگانی نسبت به دولت در چهارچوب قوانین کشورها، یک ضرورت جدی است.

ضریب اثرگذاری سرمایه فیزیکی مطابق با انتظارات نظری بر رشد اقتصادی هر دو دسته از کشورهای مورد بررسی، اثر مثبت داشته، اما این اثر در کشورهای درحال توسعه از کشورهای توسعه یافته، بیشتر بوده است ( $0/31 < 0/01$ ). ضریب اثرگذاری نیروی کار بر رشد اقتصادی نیز در هر دو دسته از کشورهای مورد بررسی، مثبت بوده، اما این ضریب در کشورهای درحال توسعه نسبت به کشورهای توسعه یافته، بیشتر بوده است ( $0/16 < 0/02$ ). این دو یافته، بیانگر اهمیت دو عامل مهم تولید (سرمایه و نیروی کار) در دستیابی به رشد اقتصادی است. از طرفی، ضریب اثرگذاری سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در هر دو دسته از کشورهای مورد مطالعه مثبت، اما در کشورهای توسعه یافته نسبت به کشورهای درحال توسعه، بزرگ تر بوده است ( $0/22 < 0/1$ ) که نشانگر متخصص تر بودن سرمایه های انسانی در کشورهای توسعه یافته نسبت به در حال توسعه می باشد. بدین ترتیب، حمایت های مالی و غیرمالی دولت ها برای گسترش آموزش و تحقیق، به افزایش رشد اقتصادی کمک خواهد کرد.

ضریب اثرگذاری نرخ مرگ و میر بر رشد اقتصادی در هر دو دسته از کشورهای مورد مطالعه منفی، اما در کشورهای توسعه یافته، بیشتر از کشورهای درحال توسعه بوده ( $0/12 < 0/03$ ) که بیانگر نقش مؤثر نیروی انسانی بویژه نیروهای آموزش دیده و متخصص، در حفاظت از محیط زیست و جلوگیری از تخریب آن است.

##### ۵. نتیجه گیری

با توجه به نتیجه حاصل از برآورد الگو مبنی بر اثر مثبت مصرف انرژی های تجدیدناپذیر بر ردپای اکولوژیکی و اثر منفی مصرف انرژی های تجدیدپذیر بر ردپای اکولوژیکی در هر دو دسته از کشورهای مورد بررسی، پیشنهاد می شود که کشورها، بویژه کشورهای درحال توسعه، جهت ایجاد و استفاده از انرژی های پاک، تلاش کنند. افزایش اطلاعات، آموزش صحیح و تبادل اطلاعات با دیگر کشورها به منظور بهره مندی از اطلاعات و کالاهای همسو با محیط زیست پیشرفته، تعلق گرفتن مالیات به تولیدکنندگانی که از انرژی های آلاینده استفاده می کنند و اعطای معافیت مالیاتی و اعطای تسهیلات کم بهره و بلندمدت به تولیدکنندگانی که از انرژی های پاک استفاده می کنند، به کاهش ردپای اکولوژیکی کمک خواهد کرد.

با توجه به اینکه مطابق با نتایج حاصل از برآورد الگو، افزایش رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته بر خلاف کشورهای در حال توسعه، به کاهش ردپای اکولوژیکی منجر شده است و این تفاوت بین کشورها می تواند به دلیل اتخاذ رویکرد استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در کشورهای توسعه یافته باشد، لازم است تمهیداتی از جانب سیاست گذاران کشورهای در حال توسعه اتخاذ شود تا رشد اقتصادی، کمترین صدمه را به محیط زیست وارد آورده و اهداف توسعه پایدار محقق شود. در این راستا، توصیه می شود که کشورهای درحال توسعه نیز همچون کشورهای توسعه یافته برای جایگزینی انرژی های تجدیدپذیر و کمتر آلاینده همچون انرژی خورشیدی، انرژی باد و انرژی حاصل از نیروگاه های آبی، به جای انرژی های تجدیدناپذیر، تلاش کنند.

مطابق با نتایج حاصل از برآورد الگو، افزایش نرخ شهرنشینی بر مصرف انرژی، اثر مثبت داشته و از طرفی، ردپای اکولوژیکی را در هر دو دسته کشورهای مورد بررسی، افزایش داده است که انجام اقداماتی در زمینه کاهش مصرف انرژی‌های فسیلی بویژه در بخش حمل و نقل، تولیدات کارخانه‌ای و استفاده از وسایل گرمایی و سرمایایی انرژی بر که نتیجه سبک زندگی شهری است را الزامی می‌کند. در این راستا، بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل، گسترش استفاده از حمل‌ونقل عمومی در شهرها و افزایش استفاده از منابع انرژی پاک، ساماندهی مسائل شهرنشینی، کارآمدتر کردن مصرف انرژی در تولید و ارتقای فناوری‌های تولید و توزیع انرژی، گسترش آموزش‌های فرهنگی حفظ محیط‌زیست و فراهم کردن بسترهای مناسب برای توسعه روستاها در کاهش تخریب زیست‌محیطی ناشی از شهرنشینی مؤثرند. این راهکارها بویژه در مورد کشورهای در حال توسعه که شهرنشینی در آنها اثرات مخرب‌تری بر محیط‌زیست داشته است، می‌باید در دستور کار دولت قرار گیرد تا بدین ترتیب، ادامه رشد پایدار در این گونه کشورها امکان‌پذیر گردد.

با توجه به اینکه نرخ رشد فناوری بر ردپای اکولوژیکی، اثر منفی داشته است، استفاده از فناوری‌های پیشرفته و اعطای تسهیلات به تولیدکنندگان به منظور کنار گذاشتن فناوری‌های قدیمی و آلاینده و استفاده از فناوری‌های جدید، می‌تواند در این زمینه مؤثر باشد.

اثر منفی سرمایه انسانی بر ردپای اکولوژیکی در هر دو دسته کشورهای مورد بررسی، لزوم افزایش سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی از طریق افزایش میزان آگاهی افراد جامعه و التزام آنها به رعایت ملاحظات زیست‌محیطی را آشکار می‌کند. بدین ترتیب، افزایش سرمایه انسانی از طریق آموزش و ارتقاء دانش افراد در جامعه، می‌تواند به‌عنوان یک ابزار کنترلی در حوزه انتشار آلودگی به حساب آید، زیرا اصولاً در جوامعی که مردم از سطح تحصیلات بالاتری برخوردار هستند، نگرانی بیشتری نسبت به تخریب محیط‌زیست و عواقب آن وجود دارد و آلودگی کمتر، ایجاد می‌شود. این سیاست‌ها بخصوص در کشورهای در حال توسعه که سرمایه انسانی در آنها نسبت به کشورهای توسعه‌یافته، اثر کمتری بر بهبود وضعیت محیط‌زیست داشته است، می‌باید در پیش گرفته شود.

افزایش نرخ باروری بر ردپای اکولوژیکی در هر دو دسته کشورهای مورد بررسی، اثر مثبت داشته است که نشان می‌دهد، سیاست‌گذاران ضمن آگاه‌سازی جامعه در مورد اثرات تخریبی افزایش جمعیت بر محیط‌زیست و ارتقاء سطح آموزش در این حوزه، ضرورت دارد که به شیوه‌های مختلف از جمله تلاش برای افزایش بهره‌وری و کاربرد فناوری‌های پاک، این روند را تعدیل نمایند.

از طرفی نرخ مرگ‌ومیر بر شاخص ردپای اکولوژیکی در هر دو دسته کشورهای مورد بررسی، اثر مثبت داشته که حاکی از نقش مؤثر سرمایه‌های انسانی در کمک به کاهش تخریب محیط‌زیست است. بنابراین، حفظ بهداشت و سلامت افراد که به کاهش مرگ‌ومیر و ازدست‌رفتن سرمایه‌های انسانی منجر می‌شود، می‌باید در دستور کار سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان کشورهای مورد بررسی قرار گیرد. آموزش مداوم و ارتقاء سطح آموزش برای جایگزینی سرمایه‌های انسانی جدید به جای سرمایه‌های انسانی از بین رفته نیز می‌تواند اثر مثبت نرخ مرگ‌ومیر بر تخریب زیست‌محیطی را کاهش دهد.



با توجه به مثبت بودن اثر توسعه مالی بر رشد اقتصادی هر دو دسته کشورهای مورد بررسی، تقویت نظام بانکی کشورها و برخورداری بخش خصوصی و بویژه بنگاه‌های کوچک، از امکان دسترسی به منابع بانکی، با قدرت جذب بیشتر و هزینه پایین‌تر، همچنین تقویت انضباط مالی دولت‌ها و توسعه بازارهای مالی منسجم و رقابتی نیز از پیشنهادهای مبتنی بر یافته مذکور است.

اثر مثبت درجه بازبودن تجاری و شاخص جهانی‌سازی بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه نیز لزوم توجه بیشتر سیاست‌گذاران به تجارت خارجی را روشن می‌سازد. در این راستا، در کشورهای مورد مطالعه، دولت‌ها می‌باید میزان تولیدات داخلی و کیفیت آنها را به منظور بالا رفتن توان رقابت‌پذیری، افزایش دهند. در جهت تقویت بخش تولید و حذف موانع ساختاری بر سر جهانی‌شدن نیز اصلاح قوانین مربوط به تجارت و اجرای حق مالکیت، می‌تواند مؤثر باشد.

اثر منفی بی‌ثباتی سیاسی بر رشد اقتصادی هر دو دسته از کشورهای مورد بررسی که بیانگر اهمیت ایجاد ثبات سیاسی در داخل کشورها و جلب اعتماد همگانی نسبت به دولت در چهارچوب قوانین کشورها است، لزوم پرهیز از هرگونه ایجاد تنش سیاسی و برنامه‌ریزی مناسب برای ایجاد ثبات سیاسی در شکوفایی رشد و توسعه اقتصادی را نشان می‌دهد.

با توجه به اثر مثبت سرمایه‌فیزیکی بر رشد اقتصادی هر دو دسته از کشورهای مورد بررسی، توصیه می‌شود که دولت‌ها سرمایه‌گذاری بویژه در امور زیربنایی را گسترش دهند، و با وضع قوانین و ایجاد سازوکارهایی در جهت رفع موانع سرمایه‌گذاری خصوصی و اتخاذ سیاست‌های اقتصادی مناسب، انگیزه برای سرمایه‌گذاری در بخش‌های مولد و پر بازده را بیشتر کنند.

بر اساس نتایج حاصل از برآورد الگو، نیروی کار بر رشد اقتصادی در هر دو دسته از کشورهای مورد بررسی، اثر مثبت داشته است و ایجاد می‌کند که دولت‌ها با در نظر گرفتن افزایش جمعیت در سال‌های آتی، با ایجاد زمینه افزایش سرمایه‌گذاری نیروی کار در تولیدات و زیرساخت‌ها توسط بخش دولتی و بخش خصوصی، شرایط افزایش نیروی کار و در نتیجه، رفاه اقتصادی را ایجاد نمایند.

به دلیل اثر مثبت سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در هر دو دسته از کشورهای مورد مطالعه، پیشنهاد می‌شود که دولت‌ها حمایت‌های مالی و غیرمالی مختلفی برای گسترش آموزش و تحقیق در نظر بگیرند. از طریق تشویق مؤسسات مختلف تولیدی به سرمایه‌گذاری در تحقیقات و استفاده از نیروی کارآمد، زمینه خلق ایده‌ها و فناوری‌های مطلوب را در کشورشان گسترش دهند.

از طرفی، با توجه به اثر منفی نرخ مرگ‌ومیر بر رشد اقتصادی در هر دو دسته از کشورهای مورد مطالعه، انجام اقدامات سیاستی در راستای افزایش امید به زندگی، از قبیل ارتقاء سطح بهداشت و سلامت عمومی افراد جامعه از طریق تهیه تغذیه مناسب برای افراد جامعه، ارائه خدمات بهداشتی و مراقبتی عمومی، تهیه بیمه تأمین اجتماعی برای کلیه اقشار جامعه، توزیع مناسب و عادلانه درآمدها، علاوه بر افزایش رفاه اقتصادی و اجتماعی، به کاهش نرخ مرگ‌ومیر و در نتیجه، حفظ سطح مطلوب رشد اقتصادی کمک خواهد کرد.

## References

- Ahmed, Z., Wang, Z., Mahmood, F., Hafeez, M., & Ali, N. (2019). "Does Globalization Increase the Ecological Footprint? Empirical Evidence from Malaysia". *Environmental Science and Pollution Research*, **26**(18): 18565-82.
- Akadiri, S., Bekun, F. V., & Sarkodie, S. A. (2019). "Contemporaneous Interaction Between Energy Consumption, Economic Growth and Environmental Sustainability in South Africa: What Drives What?" *Science of the Total Environment*, **686**: 468-475.
- Alola, A. A., Bekun, F. V., & Sarkodie, S. A. (2019). "Dynamic Impact of Trade Policy, Economic Growth, Fertility Rate, Renewable and Non-Renewable Energy Consumption on Ecological Footprint in Europe". *Science of the Total Environment*, **685**: 702-709.
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). "Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations". *The review of economic studies*, **58**(2): 277-297.
- Awerbuch, S., & Sauter, R. (2006). "Exploiting the Oil-GDP Effect to Support Renewables Deployment". *Energy Policy*, **34**(17): 2805-19.
- Baltagi, B. H. (2008). *Econometric Analysis of Panel Data*. Chichester: John Wiley and Sons Ltd.
- Baltagi, B.H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*. 3rd Edition, John Wiley & Sons Inc., New York.
- Bond, S. (2002). *Dynamic panel Models: A Guide to Micro Data Methods and practice*. Institute for Fiscal Studies, Department of Economics, UCL, CEMMAP (Centre for Microdata Methods and practice) Working Paper No. CWPO9/02. Available online: <http://cemmap.ifs.org.uk/wps/cwp0209.pdf>.
- Chambers, E. J., & Gordon, D. F. (1966). "Primary Products and Economic Growth: An Empirical Measurement". *Journal of Political Economy*, **74**(4): 315-332.
- Chang, T. H., Huang, C. M., & Lee, M. C. (2009). "Threshold Effect of the Economic Growth Rate on the Renewable Energy Development from a Change in Energy Price: Evidence from OECD Countries". *Energy policy*, **37**(12): 5796-5802.
- Charfeddine, L., & Mrabet, Z. (2017). "The Impact of Economic Development and Social Political Factors on Ecological Footprint: A Panel Data Analysis for 15 MENA Countries". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **76**: 138-154.
- De Hoyos, R. E., & Sarafidis, V. (2006). "Testing for Cross-Sectional Dependence in Panel-Data Models". *The Stata Journal*, **6**(4): 482-496.
- Ewing, B. D., Moore, S., Goldfinger, A., Oursler, A., Reed A., & Wackernagel, M. (2010) *The Ecological Footprint Atlas 2010*. Oakland: Global Footprint Network: 113.
- Harding, R. (2006). "Ecologically Sustainable Development: Origins, Implementation and Challenges". *Desalination*, **187**(1-3): 229-239.
- Kuznets, S. (1995). "Economic Growth and Income Inequality". *American Economic Review*, **49**: 1-28.

- Levine, R. (2003). "More on Finance and Growth: More Finance, More Growth?" Review-Federal Reserve Bank of Saint Louis, **85**(4): 31-46.
- Lucas Jr, R. E. (1988). "On the Mechanics of Economic Development". Journal of Monetary Economics, **22**(1): 3-42.
- Meadows, D. H., Randers, J., & Meadows, D. L. (2013). *The Limits to Growth (1972)*. Yale University Press: 101-116.
- Mohammadi, H., & Zarif, Sh. (2018). "Investigating the Effect of Energy Efficiency on Environmental Performance Index in Selected OPEC Countries and the Organization for Economic Cooperation and Development". Iranian Journal of Energy Economics, **7**(28): 156-133 (In Persian).
- Molaei, M., & Basharat, E. (2016). "Investigating Relationship Between Gross Domestic Product and Ecological Footprint as an Environmental Degradation Index". Economic research, **50**(4): 1017-33 (In Persian).
- Monfreda, C., Wackernagel, M., & Deumling, D. (2004). "Establishing National Natural Capital Accounts Based on Detailed Ecological Footprint and Biological Capacity Assessments". Land use policy, **21**(3): 231-246.
- Muhammad, B. (2019). Energy Consumption, CO2 Emissions and Economic Growth in Developed, Emerging and Middle East and North Africa Countries. Energy, 179, 232-245.
- Nathaniel, S. P., Murshed, M., & Bassim, M. (2021). The Nexus between Economic Growth, Energy Use, International Trade and Ecological Footprints: The Role Of Environmental Regulations in N11 Countries. Energy, Ecology and Environment, **6**(6), 496-512.
- Neagu, O. (2020). Economic Complexity and Ecological Footprint: Evidence from the Most Complex Economies in the World. Sustainability, **12**(21), 9031, 1-18.
- Omri, A., Daly, S., Rault, C., & Chaibi, A. (2015). "Financial Development, Environmental Quality, Trade and Economic Growth: What Causes What in MENA Countries". Energy Economics, **48**: 242-252.
- Parsashrif, H., Amirnejad, H., & Taslimi, M. (2021). "Investigating the Factors Affecting the Ecological Footprint of Selected Countries in Asia and Europe". Journal of Agricultural Economics Research, **13**(2): 172-155 (In Persian).
- Pata, U. K. (2021). Renewable and Non-Renewable Energy Consumption, Economic Complexity, CO2 Emissions, and Ecological Footprint in The USA: Testing the EKC Hypothesis with a Structural Break. Environmental Science and Pollution Research, **28**(1), 846-861.
- Pesaran, M. H. (2007). "A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-Section Dependence". J. Appl. Econom., **22**: 265-312 [CrossRef].
- Sadorsky, P. (2010). "The Impact of Financial Development on Energy Consumption in Emerging Economies". Energy policy, **38**(5): 2528-35.
- Sadorsky, P. (2011). "Trade and Energy Consumption in the Middle East". Energy Economics, **33**(5): 739-749.
- Sharkian, A., & Lotfalipour, D. (2016). "The Role of Energy Efficiency in Improving the Environment in Selected Oil Exporting Countries (Using Panel

- Data Method)". Regional Economics and Development Research, **23**(11): 145-121 (In Persian).
- Shim, J. H. (2006). *The Reform of Energy Subsidies for the Enhancement of Marine Sustainability, Case Study of South Korea*. University of Delaware.
- Solow, R. M. (1974). *The Economics of Resources or the Resources of Economics*. In *Classic papers in natural resource economics*, Palgrave Macmillan, London: 257-276.
- Stern, D. I. (1993). "Energy and Economic Growth in the USA: A Multivariate Approach". Energy Economics, **15**: 137-150.
- Stern, D. I. (2004). *Energy and Economic Growth*. Rensselaer working paper, No. 0410.
- Tarazkar, M., Kargar Deh Bedi, N., Side Sponge, R., & Victims, A. (2020). "The Effect of Economic Growth on Environmental Degradation in the Middle East: Application of Ecological Footprint". Natural Environment, Natural Resources of Iran, **37**, 1: 90-77 (In Persian).
- Tarazkar, M., Victims, A., & Forgive, M. (2017). "The Effect of Economic Growth on Environmental Sustainability in Iran: Application of Ecological Footprint Index". Journal of Environmental Economics and Natural Resources, **2**, 3: 51-70 (In Persian).
- The World Bank Annual Report 2014, <https://openknowledge.worldbank.org>
- Tsani, S. Z. (2010). "Energy Consumption and Economic Growth: A Causality Analysis for Greece". Energy Economics, **32**(3): 582-590.
- Uddin, G. A., Salahuddin, M., Alam, K., & Gow, J. (2017). "Ecological Footprint and Real Income: Panel Data Evidence from the 27 Highest Emitting Countries". Ecological Indicators, **77**: 166-175.
- Wackernagel, M., & Rees, W. (1996). *Our Ecological Footprint*. Canada: New Society Publisher.
- Zhang, Y. (2005) "The Change of Ecological Footprint and Its Effect on Sustainable Development in Beijing of China". Chinese Business Review, **4**(10): 53-61.

## An Analysis of the Relationship between Economic Growth, Energy Consumption, and Ecological Footprint in Some Selected Developed and Developing Countries

Azam Esfahani<sup>1</sup>  
Sara Ghobadi<sup>2</sup>  
Karim Azarbayejani<sup>3</sup>

Received: 06-05-2022

Accepted: 05-06-2022

### Introduction:

The purpose of this paper is to analyze the relationship between economic growth, energy consumption and ecological footprint in 27 developing countries and 27 developed countries during the period 1990-2018.

### Methodology:

This paper analyzes the relationship between economic growth, energy consumption, and ecological footprint in 27 selected developing countries and 27 selected developed countries over a period of 1990-2018. The present model was developed according to as Akadiri et al. (2019) and Mohammad et al. (2019), which are in the form of the following three equations:

$$EFP_{it} = \alpha_1 + \alpha_{2i}EG_{it} + \alpha_{3i}NREC_{it} + \alpha_{4i}REC_{it} + \alpha_{5i}TEC_{it} + \alpha_{6i}URB_{it} + \alpha_{7i}FR_{it} + \alpha_{8i}MR_{it} + \alpha_{9i}HC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$NREC_{it} = \beta_1 + \beta_{2i}EFP_{it} + \beta_{3i}EG_{it} + \beta_{4i}URB_{it} + \beta_{5i}FD_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$EG_{it} = \gamma_1 + \gamma_{2i}EFP_{it} + \gamma_{3i}NREC_{it} + \gamma_{4i}REC_{it} + \gamma_{5i}FD_{it} + \gamma_{6i}TO_{it} + \gamma_{7i}L_{it} + \gamma_{8i}K_{it} + \gamma_{9i}PI_{it} + \gamma_{10i}HC_{it} + \gamma_{11i}MR_{it} + \gamma_{12i}KOF_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

The EFP is an ecological footprint index that compares the rate of resource consumption and production of human waste with the rate of resource reproduction and waste disposal by the biosphere, being defined in terms of the amount of land needed to maintain this cycle. EG is described as the economic growth. NREC is the consumption of non-renewable energy and includes energy from combustible non-renewable energy, such as oil, gas, hydrocarbons, coal, and nuclear energy. REC is the consumption of renewable energy. FD is financial development. URB is the growth rate of urbanization. TO is the degree of trade

- 
1. Ph.D. Candidate in Economics, Islamic Azad University, Isfahan Branch (Khorasgan), Isfahan, Iran. azamesfahani@khuif.ac.ir
  2. Assistant Professor of Economics, Islamic Azad University, Isfahan Branch (Khorasgan), Isfahan, Iran, Corresponding Author, E-mail: sghobadi@khuif.ac.ir
  3. Professor of Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran k\_azarbayjani@ase.ui.ac.ir

openness. L is the labor force. K is an investment. HC is human capital. FR is the fertility rate. MR is the mortality rate. PI is political instability. TEC is the technology. KOFE is the globalization of the economy. In order to analyze the relationship between the mentioned variables, the Generalized Method of Moments (Sys-GMM) was used.

### **Results and Discussion:**

The results showed that in both groups of developed and developing countries, economic growth was correlated with energy consumption and ecological footprint index. Nonrenewable energy consumption, urbanization rate, fertility rate and mortality rate in both groups of the country had positive effects and the renewable energy, technological growth rate and human capital had negative effects on ecological footprint. Economic growth had a negative effect on the ecological footprint of developed countries and a positive effect on the ecological footprint of developing countries, which indicates that more developed countries rely on the use of renewable energy. Ecological footprint has a negative effect and economic growth, urbanization rate and financial development had positive effects on energy consumption in both groups of countries. Ecological footprint has had a negative effect on the economic growth of developed countries and a positive effect on the economic growth of developing countries. Renewable and non-renewable energy, financial development, degree of trade openness, physical capital, labor and economic globalization had positive effects and political instability and mortality rates had negative effects on economic growth in both groups.

### **Conclusion:**

Based on the results of the research, it is suggested that countries, especially developing countries, try to create and use clean energy. High information, proper education, exchange of information with other countries to benefit from the information and advanced goods that are in line with the environment, taxation of producers who use polluting energy and granting tax exemptions and low-interest and long-term loans to producers who use clean energy will reduce the ecological footprint. Given the impact of non-renewable and renewable energy on growth and economic development, the contradiction of the impact of economic growth on the ecological footprint in developed and developing countries indicates that developed countries have adopted an approach based on which renewable energy is used rather than non-renewable energy in the production process. While the use of non-renewable energy sources in developing countries, although leading to economic growth, has led to environmental degradation. Since increasing economic growth is one of the most important economic goals of countries, it is

necessary for policymakers to take measures in terms of economic growth, which imposes the least damage to the environment and achieves the goals of sustainable development. In this regard, it is recommended that the developing countries, as well as the developed countries, use renewable and less polluting energy such as solar, wind, and hydropower instead of non-renewable energy.

**Keywords:** Ecological Footprint, Economic Growth, Renewable Energy, Non-Renewable Energy, Globalization.

**JEL Classification:** C3, O5, Q40, Q56, Q57.

## تأثیر نامتقارن نااطمینانی سیاست اقتصادی و قیمت نفت بر انتشار دی‌اکسید کربن در ایران

نرگس سنجری کنارصندل<sup>۱</sup>

بهنام الیاس پور<sup>۲</sup>

روح اله بابکی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۲۷

### چکیده

در طول دو دهه گذشته، افزایش گرمایش جهانی مرتبط با تغییرات آب و هوایی، توجهات را به انتشار گازهای گلخانه‌ای بویژه دی‌اکسیدکربن ( $CO_2$ ) به‌عنوان عامل اصلی گرمایش جهانی جلب کرده است. مشکل این انتشارها در کشورهای صادرکننده نفت مانند ایران که سطوح بالایی از عدم اطمینان اقتصادی را تجربه می‌کنند، بحرانی‌تر است. میزان آلودگی محیط زیست در قالب میزان گاز دی‌اکسیدکربن منتشر شده در فضا، می‌تواند از عوامل متعددی ناشی شود. این عوامل از نظر اهمیت و میزان تأثیر، در وضعیت یکسانی قرار ندارند و الزاماً نمی‌توان همه آنها را با هم، در یک موقعیت مکانی یا زمانی مشاهده کرد. از این‌رو، مطالعه رابطه بین نااطمینانی سیاست اقتصادی و قیمت نفت با انتشار دی‌اکسید کربن در ایران، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بر این اساس، در پژوهش حاضر، هدف آن است تا تأثیر نامتقارن نااطمینانی سیاست اقتصادی و قیمت نفت بر انتشار دی‌اکسید کربن در ایران، طی بازه زمانی ۲۰۱۸-۱۹۸۱ بررسی شود. به این منظور، از روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی غیرخطی (NARDL) استفاده شده، و نتایج حاصل از برآورد مدل پژوهش، نشان‌دهنده تأثیر نامتقارن نااطمینانی سیاست اقتصادی بر انتشار کربن است؛ به طوری که تأثیر تغییرات مثبت متغیر نااطمینانی سیاست اقتصادی در کوتاه‌مدت و بلندمدت بر انتشار کربن، مثبت و معنی‌دار بوده، درحالی‌که بین تغییرات منفی متغیر نااطمینانی سیاست اقتصادی با انتشار کربن در کوتاه‌مدت و بلندمدت، رابطه معنی‌داری وجود ندارد. همچنین، نتایج نشان می‌دهد که تأثیر قیمت نفت بر انتشار کربن، متقارن است، به طوری که بین قیمت نفت با انتشار کربن در کوتاه‌مدت، رابطه معنی‌داری وجود ندارد، اما بین تغییرات این متغیر با انتشار کربن در بلندمدت، رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد.

**کلیدواژه‌ها:** انتشار دی‌اکسید کربن، نااطمینانی سیاست اقتصادی، قیمت نفت، روش خودرگرسیونی

با وقفه‌های توزیعی غیرخطی

طبقه‌بندی JEL: Q53, E60, C01



## ۱. مقدمه

انتشار بیش از حد کربن و گرم شدن هوای کره زمین ناشی از فعالیت‌های انسانی، به چالشی جدی پیش روی جامعه بشری تبدیل شده و نگرانی‌های جهانی را برانگیخته است (لین و جیا<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹). در حال حاضر، آلودگی هوا در بسیاری از کشورهای بزرگ جهان و مخصوصاً شهرهای بزرگ ایران، به اندازه‌ای اهمیت یافته، که دولت‌ها را وادار به جدی گرفتن مسأله و اتخاذ سیاست‌ها و برنامه‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت برای آن نموده است (دل‌انگیزان و همکاران، ۱۳۹۳). در واقع، دولت‌ها همواره تلاش می‌کنند تا با اتخاذ سیاست‌ها و برنامه‌های مختلف، بر مشکلات زیست‌محیطی فائق آیند و یا آثار منفی کارکردهای انسان بر محیط زیست (آلودگی‌ها و تخریب محیط) را کاهش دهند. از جمله این سیاست‌ها، می‌توان به حذف یارانه انرژی و افزایش تدریجی قیمت سوخت‌های فسیلی در سال‌های اخیر اشاره کرد که می‌تواند موجب اصلاح الگوی مصرف و حرکت به سمت کارآیی انرژی شود. لذا می‌توان انتظار داشت که آلودگی هوا و میزان تولید گازهای گلخانه‌ای نیز به مرور زمان کاهش یابد (شهاب و صدراآبادی، ۱۳۹۳). با این حال، سیاست‌های اقتصادی دولت (سیاست‌های پولی، مالی و ارزی)، می‌توانند یک ناطمینانی را در اقتصاد به وجود بیاورند که به آن ناطمینانی سیاست اقتصادی<sup>۲</sup> (EPU) گفته می‌شود (مصصامی و ابراهیم‌نژاد، ۱۳۹۸).

الثاقب و القارابالی<sup>۳</sup> (۲۰۱۹) استدلال کرده‌اند که عدم قطعیت سیاست مرتبط با تصمیم‌گیری اقتصادی، از اهمیت زیادی در اقتصاد جهانی برخوردار است. تحقیقات متعدد نشان داده است که ناطمینانی سیاست‌های اقتصادی، ارتباط نزدیکی با شاخص‌های مختلف اقتصادی دارد (هایلی‌ماریام و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۹؛ ابید<sup>۵</sup>، ۲۰۲۰). قابل ذکر است که ناطمینانی سیاست‌های اقتصادی، علاوه بر اثر اقتصادی، یک اثر محیطی نیز بر جای می‌گذارد که به همان اندازه، اهمیت دارد (اولوکاک و خان<sup>۶</sup>، ۲۰۲۰). افزایش ناطمینانی سیاست‌های اقتصادی، عزم دولت در مورد حاکمیت زیست محیطی را تضعیف می‌کند و در نتیجه، بر اثربخشی اجرای سیاست‌های زیست محیطی تأثیر می‌گذارد (جیانگ و

1. Lin and Jia (2019)

2. Economic Policy Uncertainty (EPU)

سیاست اقتصادی، به معنای به کارگیری ابزارهای اقتصادی برای رسیدن به اهداف اقتصادی معین از جمله رشد و توسعه اقتصادی، افزایش اشتغال، کاهش تورم و رفاه جامعه توسط دولت است (رحمانی، ۱۳۸۹). ناطمینانی سیاست اقتصادی به احتمال غیرصفر، به تغییرات در سیاست اقتصادی موجود (که تعیین‌کننده قوانین بازی برای عوامل اقتصادی است) اشاره دارد (بیکر و همکاران، ۲۰۱۴). در واقع، ناطمینانی سیاست اقتصادی دولت، شرایطی است که در آن، سرمایه‌گذار با مشکلاتی در پیش‌بینی سیاست‌گذاری اقتصادی آتی دولت مواجه شود (باقرزاده و همکاران، ۱۳۹۹).

3. Al-Thaqeb and Algharabali (2019)

4. Haile Mariam *et al.* (2019)

5. Abid (2020)

6. Ulucak and Khan (2020)

همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹). با این حال، در دوره‌ای که نااطمینانی سیاست‌های اقتصادی پایین است، شرکت‌ها می‌توانند سوخت‌های پاک‌تری نسبت به سوخت‌های فسیلی سنتی بخرند، و توجه دولت به پایداری محیط‌زیست بیشتر است (احمد و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۲۱).

بنابراین، کاهش در نااطمینانی سیاست اقتصادی، می‌تواند باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای<sup>۳</sup> شود. در این مورد، احتمالاً روند صعودی و نزولی نااطمینانی سیاست اقتصادی، ممکن است بر انتشار کربن به شکل نامتقارن تأثیر بگذارد. علاوه بر نااطمینانی سیاست اقتصادی، عوامل دیگری هم مانند قیمت نفت بر میزان انتشار کربن مؤثر است. در واقع نفت خام، اساسی‌ترین انرژی و ماده خام شیمیایی است و جایگاهی حیاتی در توسعه اقتصادی مدرن دارد (بهمیری و مانسو<sup>۴</sup>، ۲۰۱۳؛ مو و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۹). عملکرد نفت خام در اقتصاد ملی، محققان را بر آن داشته است تا در مورد تأثیرات زیست محیطی آن، بیشتر تحقیق کنند. محققان بیان کرده‌اند که قیمت انرژی، ابزار کارآمدی برای تعیین تخصیص منابع، دستیابی به صرفه جویی در انرژی و کنترل انتشار گازهای گلخانه‌ای است (یوان و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۱۰؛ دونگ و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۱۷).

در رابطه با اثر نفت بر شرایط اقتصادی کشورهای صادرکننده نفت مانند کشور ایران، دو دیدگاه مطرح است: در دیدگاه اول، به اثرات مثبت نفت بر بهبود کیفیت زندگی افراد تأکید می‌شود (فرناندو و همکاران<sup>۸</sup>، ۲۰۱۶). دیدگاه دوم، به اثرات منفی در توسعه منابع انرژی بر محیط زیست در کشورهای صاحب منابع اشاره می‌کند. طبق این دیدگاه، استحصال، تولید و مصرف منابع نفتی، موجب اتلاف منابع و تخریب محیط زیست نواحی می‌شود (کایس و سامی<sup>۹</sup>، ۲۰۱۶).

1. Jiang *et al.* (2019)

2. Ahmad *et al.* (2021)

۳. گازهای گلخانه‌ای (GHG)، ترکیبات گازی هستند که در محدوده مادون قرمز، به جذب و انتشار پرتوها می‌پردازند. گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر پایین، دما را در سطح بالا نگه می‌دارند و بنابراین، باعث می‌شوند که گرمای کمتری به فضا بازگردد. این امر، متعاقباً به اثر گلخانه‌ای و گرمایش جهانی منجر می‌شود. البته گازهای گلخانه‌ای برای حفظ دمای قابل سکونت برای زمین حیاتی هستند؛ زیرا اگر به طور کامل گازهای گلخانه‌ای در جو وجود نداشت، میانگین دمای سطح زمین، حدود منفی ۱۸ درجه سانتیگراد بود. گازهای گلخانه‌ای رایج موجود در جو شامل بخار آب، کلروفلئوروکربن‌ها (CFC)، هیدروفلئوروکربن‌ها (HFCs)، دی‌اکسید کربن (CO<sub>2</sub>)، متان (CH<sub>4</sub>)، اکسید نیتروژن (N<sub>2</sub>O) و ازن (O<sub>3</sub>) است که بخش عمده آن را گاز دی‌اکسید کربن (CO<sub>2</sub>) تشکیل می‌دهد (یورو و دارامولا، ۲۰۲۰).

4. Behmiri and Manso (2013)

5. Mo *et al.* (2019)

6. Yuan *et al.* (2010)

7. Dong *et al.* (2017)

8. Fernando *et al.* (2016)

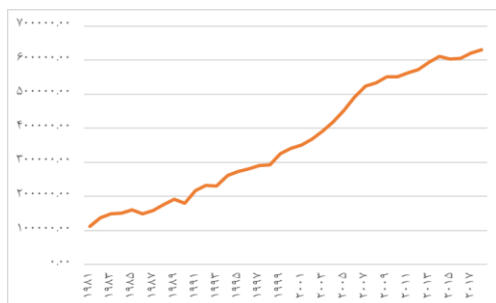
9. Kais and Sami (2016)

با توجه به اینکه آلودگی محیط زیست، یکی از چالش برانگیزترین موضوعات مورد بحث در دنیای امروز است، هدف اصلی از این پژوهش، بررسی تأثیر نامتقارن نااطمینانی سیاست اقتصادی و قیمت نفت بر انتشار کربن در ایران است. برای این منظور، از داده‌های سالانه طی بازه زمانی ۱۹۸۱-۲۰۱۸ و از روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی غیرخطی<sup>۱</sup> (NARDL) استفاده شده است. از این رو، سازماندهی این مقاله، به این صورت خواهد بود که بعد از مقدمه در قسمت دوم، به ادبیات موضوع و در قسمت سوم، به ارائه الگوی پژوهش پرداخته می‌شود. در قسمت چهارم، برآورد الگو و تحلیل نتایج ارائه خواهد شد و قسمت پایانی پژوهش، به جمع‌بندی و پیشنهادات سیاستی اختصاص دارد.

## ۲. ادبیات موضوع

### ۲-۱. بررسی روند متغیرهای تحقیق در ایران

این مطالعه، رابطه نامتقارن بین نااطمینانی سیاست اقتصادی و قیمت نفت را بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن در ایران بررسی می‌کند. نمودار (۱)، روند متغیر انتشار دی‌اکسید کربن در ایران را نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار، میزان انتشار دی‌اکسید کربن طی دوره مورد بررسی در ایران، همواره صعودی و در حال افزایش بوده است.



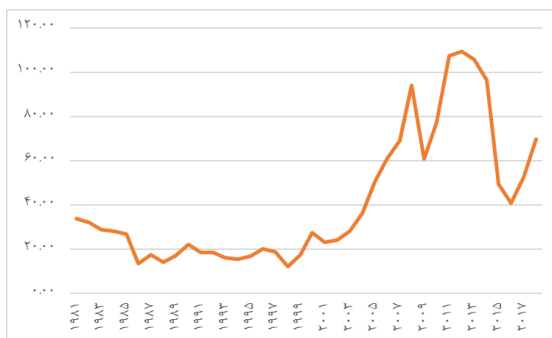
منبع: محاسبات تحقیق

### نمودار ۱: روند متغیر انتشار دی‌اکسید کربن در ایران

همچنین نمودار (۲) نیز روند متغیر قیمت نفت اوپک را نشان می‌دهد. بر اساس نمودار مذکور، می‌توان مشاهده کرد که قیمت نفت قبل از سال ۲۰۰۱ در سطح پایین و دارای نوسانات اندکی بوده، اما بعد از این سال، از یک روند صعودی برخوردار شده و در سال ۲۰۱۲، به اوج خود رسیده و بعد از آن، نزولی شده است.

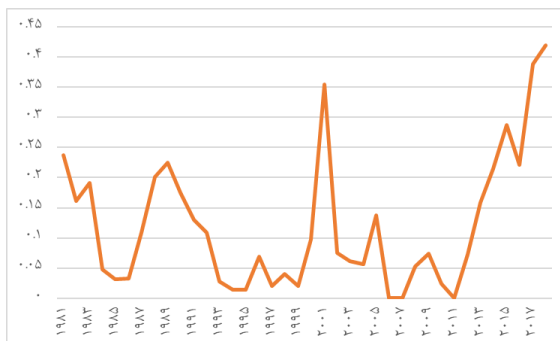
علاوه بر این، نمودار (۳) نیز روند متغیر نااطمینانی سیاست اقتصادی در ایران را نشان می‌دهد. بر اساس این نمودار، تا سال ۲۰۱۱، شاخص نااطمینانی سیاست اقتصادی در ایران، از نوسانات زیادی

برخوردار بوده، اما بعد از این سال، شاخص فوق، از یک روند صعودی برخوردار شده و در دوره مورد بررسی در سال ۲۰۱۸، به حداکثر رسیده است.



منبع: محاسبات تحقیق

### نمودار ۲: روند متغیر قیمت نفت اوپک



منبع: محاسبات تحقیق

### نمودار ۳: روند متغیر نااطمینانی سیاست اقتصادی در ایران

#### ۲-۲. مبانی نظری

برای درک بهتر، بخش مبانی نظری به سه قسمت تقسیم شده است. در قسمت اول، روابط بین نااطمینانی سیاست اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن مورد بررسی قرار گرفته، و در قسمت دوم، به بررسی روابط قیمت نفت و انتشار دی‌اکسید کربن پرداخته شده و در قسمت آخر، روابط بین متغیرهای کنترل و انتشار دی‌اکسید کربن، مورد بررسی قرار گرفته است.

#### ۲-۲-۱. رابطه بین نااطمینانی سیاست اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن

در این بخش، پیوندهای نظری بین نااطمینانی سیاست اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن تشریح می‌شود. جیانگ و همکاران (۲۰۱۹)، توصیف می‌کنند که نااطمینانی سیاست اقتصادی بر انتشار

دی‌اکسیدکربن از طریق اثر تنظیم مستقیم سیاست و اثر تقاضای اقتصادی غیرمستقیم، تأثیر می‌گذارد. اثر تنظیم مستقیم سیاست، بیان می‌کند که افزایش نااطمینانی سیاست اقتصادی، توجه سیاست‌گذاران را از اقدامات حفاظت از محیط زیست به اقدامات تثبیت اقتصادی سوق می‌دهد که باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود. از سوی دیگر، اثر تقاضای اقتصادی غیرمستقیم، بیان می‌کند که نااطمینانی سیاست اقتصادی، شرایط اقتصادی و تصمیم‌گیری را تغییر می‌دهد که به نوبه خود، بر مصرف انرژی تأثیر می‌گذارد. بنابراین، تغییر در مصرف انرژی در نهایت، بر انتشار دی‌اکسیدکربن تأثیر می‌گذارد. اما وانگ و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۹)، معتقدند که نااطمینانی سیاست اقتصادی از طریق دو کانال (یعنی اثر مصرف و اثر سرمایه‌گذاری)، بر انتشار دی‌اکسیدکربن تأثیر می‌گذارد. اثر مصرف، بیان می‌کند که نااطمینانی سیاست اقتصادی، هم مصرف انرژی و هم مصرف محصولات آلوده‌کننده را کاهش می‌دهد، و از این طریق، به کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن منجر می‌شود. در مقابل، اثر سرمایه‌گذاری، بیان می‌کند که نااطمینانی سیاست اقتصادی، به توقف یا کاهش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه<sup>۲</sup> (R&D)، انرژی‌های تجدیدپذیر و نوآوری‌ها، و کاهش سرمایه‌گذاری، به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن منجر می‌شود. بنابراین، می‌توان گفت که نااطمینانی سیاست اقتصادی، می‌تواند انتشار دی‌اکسیدکربن را افزایش یا کاهش دهد (انسر و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۲۱). اخیراً، در برخی از مقالات، محققان به بررسی ارتباط بین نااطمینانی سیاست اقتصادی (EPU) و انتشار کربن پرداخته و به نتایج متناقضی دست یافته‌اند. تا جایی که برخی از آنها، رابطه نااطمینانی سیاست اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن را مثبت به‌دست آورده‌اند (وانگ و همکاران، ۲۰۱۹؛ آدامز و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۲۰)، در حالی که برخی دیگر، رابطه بین این دو را منفی یافته‌اند (گامسو<sup>۵</sup>، ۲۰۱۸؛ منسا و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۱۸).

### ۲-۲-۲. قیمت نفت و انتشار دی‌اکسید کربن

مراحل مختلف اکتشاف، استخراج و فرآوری نفت و فعالیت پالایشگاه‌ها به‌دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای بر کیفیت خاک، هوا، آب‌های سطحی و زیرزمینی، موجودات، گیاهان، درختان و حتی زندگی انسان‌ها اثر منفی دارد و کیفیت محیط زیست را تحت تأثیر قرار می‌دهد (مداح و عبدی چرلو، ۱۳۹۹).

به‌طور کلی، مکانیسم تأثیر قیمت‌های نفت بر انتشار دی‌اکسید کربن را می‌توان به دو کانال خلاصه کرد: از یک سو، زمانی که قیمت نفت افزایش می‌یابد، قیمت بالای انرژی به کمبود انرژی تبدیل، و

1. Wang *et al.* (2019)
2. Research and Development (R&D)
3. Anser *et al.* (2021)
4. Adams *et al.* (2020)
5. Gamsso (2018)
6. Mensah *et al.* (2018)

باعث می‌شود مصرف کنندگان به سمت منابع انرژی جایگزین تشویق شوند. علاوه بر این، افزایش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و مصرف نفت ناشی از افزایش قیمت نفت، تغییر جهت‌گیری سرمایه‌گذاری و تغییرات سبک زندگی را نیز ترویج می‌کند و توسعه و استفاده از انرژی‌های نو (جدید)<sup>۱</sup> را تسهیل می‌کند (لیو و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۷).

همان‌طور که اوبرندورفر<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) پیشنهاد کرد، افزایش قیمت نفت، یکی از فرصت‌های ایده‌آلی است که سرمایه‌گذاری و توسعه انرژی‌های نو (جدید) را تحریک می‌کند. بر این اساس، افزایش قیمت نفت، می‌تواند یکی از عوامل تعیین‌کننده برای کاهش انتشار کربن باشد. از سوی دیگر، با کاهش قیمت نفت، تقاضای نفت خام افزایش می‌یابد و شرکت‌های صنعتی به‌جای اینکه نوآوری‌های تکنولوژیکی را دنبال کنند، انرژی بیشتری را مصرف می‌کنند. رشد اقتصادی، یک مدل توسعه نسبتاً گسترده را حفظ، و مصرف انرژی را بیشتر می‌کند و انتشار آلاینده‌ها را افزایش می‌دهد. به همین دلیل، تأثیر افزایش و کاهش قیمت نفت، ممکن است نامتقارن باشد. به عبارت دیگر، اگر کاهش قیمت نفت باعث افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای شود، افزایش قیمت نفت، ممکن است اثر معکوس داشته باشد. منابع فراوانی، تأثیر قابل توجه تغییرات قیمت نفت بر انتشار کربن را مستند کرده است. تأثیر تغییرات قیمت نفت بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و صرفه‌جویی در مصرف انرژی را می‌توان با جایگزینی فاکتورها و نوآوری‌های تکنولوژیکی توضیح داد. با فرض اینکه قیمت سایر عوامل در کوتاه‌مدت بدون تغییر باقی بماند، افزایش قیمت نفت، مستقیماً به افزایش هزینه واحد تولید منجر خواهد شد (ژانگ و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۲۱).

برای حفظ یا حتی گسترش مقیاس تولید، شرکت‌ها تشویق می‌شوند تا عوامل تولید انرژی جایگزین را جستجو کنند یا فناوری تولید را بهبود بخشند تا کارایی تولید<sup>۵</sup> را پیش ببرند و از سود شرکت اطمینان حاصل کنند. بنابراین با افزایش قیمت نفت، مصرف انرژی و انتشار کربن، به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. بنابراین، افزایش قیمت نفت، می‌تواند میزان انتشار کربن را با کاهش

۱. انرژی‌های نو (جدید)، به نوعی از انرژی‌ها اطلاق می‌شود که وابسته به منابع فسیلی نیستند و با استفاده از آنها، فرایند تولید گازهای گلخانه‌ای اتفاق نمی‌افتد. انرژی خورشیدی، بادی، آبی، بیوماس، بیوگاز و انرژی زمین گرمایی، از عمده‌ترین منابع انرژی‌های نو می‌باشند (رنجبر و خدایرست، ۱۳۹۶).

2. Liu *et al.* (2017)

3. Oberndorfer (2009)

4. Zhang *et al.* (2021)

۵. کارایی تولید به معنای استفاده کارآمد از عوامل تولید است. به عبارت دیگر، در اقتصاد، مفهوم کارایی نشان‌دهنده تخصیص بهینه منابع و استفاده حداکثر از منابع موجود و به معنای قرار داشتن در مرز امکانات تولید است (گلی و همکاران، ۱۳۹۸).

تقاضای مصرف و تنظیم ساختار مصرف انرژی کاهش دهد (وانگ و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۳؛ منسا و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۳).

### ۳-۲-۲. متغیرهای کنترل و انتشار کربن

مطالعه حاضر، از متغیرهای کنترل نه تنها برای تحلیل حساسیت، بلکه برای ارزیابی رابطه فردی آنها با انتشار کربن استفاده می‌کند. یکی از این متغیرهای کنترل، رشد اقتصادی است. در نظریات اقتصادی، ارتباط بین رشد اقتصادی و انتشار کربن در قالب فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس<sup>۳</sup> (EKC) بیان می‌شود. این فرضیه، بیان می‌نماید که همزمان با توسعه اقتصادی یک کشور، آلودگی افزایش می‌یابد، ولی پس از رسیدن به یک سطح خاص در پیشرفت اقتصادی، آلودگی کاهش پیدا می‌کند. در واقع منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، یک رابطه U شکل وارون بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست را نشان می‌دهد (صادقی و ابراهیمی، ۱۳۹۲). منطق وجود U شکل وارون، آن است که رشد اقتصادی در سطوح ابتدایی توسعه اقتصادی با تخریب محیط زیست همراه است و در سطوح بالاتر توسعه اقتصادی، محیط زیست را بهبود می‌بخشد (مرابت و الثمره<sup>۴</sup>، ۲۰۱۷).

مصرف انرژی مانند رشد اقتصادی، از عوامل تأثیرگذار بر انتشار آلاینده‌ها است. در برخی از مطالعات، مصرف انرژی، تأثیر مثبتی بر انتشار کربن ندارد؛ درحالی‌که مطالعات دیگر، نشان می‌دهند که انتشار دی‌اکسید کربن، متأثر از مصرف انرژی است (نجاتی و همکاران، ۱۳۹۸)؛ به طوری که شواهد نشان می‌دهد، دلیل اصلی افزایش انتشار دی‌اکسید کربن، مصرف انرژی بویژه سوزاندن سوخت‌های فسیلی است. مصرف انرژی تقریباً ۷۷ درصد از کل انتشار دی‌اکسید کربن را شامل می‌شود، همچنین همه فعالیت‌های اقتصادی به شکل مستقیم یا غیرمستقیم، به مصرف سوخت‌های فسیلی برای تولید گرما یا الکتریسیته وابسته‌اند (پابلو و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۶).

### ۳-۲-۳. مطالعات پیشین

#### ۳-۲-۳-۱. مطالعات خارجی

زوه<sup>۶</sup> (۲۰۱۸)، در مطالعه‌ای با عنوان «مدل VECM، تجزیه و تحلیل انتشار کربن، تولید ناخالص داخلی و قیمت بین‌المللی نفت خام»، به بررسی روابط متقابل بین قیمت نفت آمریکا، انتشار کربن و تولید ناخالص داخلی با استفاده از روش آزمون علیت گرنجر طی دوره زمانی ۲۰۱۳-۱۹۸۳ پرداخت. نتایج، نشان داد که بدون توجه به زمان کوتاه‌مدت یا بلندمدت، نوسانات قیمت نفت، به تغییر انتشار کربن منجر می‌شود؛ درحالی‌که نوسانات تولید ناخالص داخلی، تأثیری بر افزایش انتشار کربن ندارد.

1. Wong *et al.* (2013)
2. Mensah *et al.* (2013)
3. Environmental Kuznets Curve (EKC)
4. Mrabet and Alsamara (2017)
5. Pablo *et al.* (2016)
6. Zou (2018)

تأثیرات قیمت نفت در کوتاه‌مدت، تأثیر زیادی بر تولید ناخالص داخلی و انتشار کربن خواهد داشت؛ اما در بلندمدت، تأثیر ملایم خواهد بود.

آدامز و همکاران (۲۰۲۰)، در مطالعه‌ای با عنوان «مصرف انرژی، نااطمینانی سیاست اقتصادی و انتشار کربن؛ شواهد علیت از اقتصادهای غنی از منابع»، با استفاده از مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی - میانگین گروهی تلفیقی (PMG-ARDL)، به بررسی رابطه بین مصرف انرژی، نااطمینانی سیاست اقتصادی و انتشار کربن در کشورهای دارای ریسک ژئوپلیتیک بالا در دوره ۲۰۱۷-۱۹۹۶ پرداختند. نتایج تحقیق، نشان می‌دهد که مصرف انرژی و رشد اقتصادی، به انتشار دی‌اکسید کربن منجر می‌شود. علاوه بر این، ارتباط قابل توجهی بین نااطمینانی سیاست اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن در بلندمدت وجود دارد.

آپرگیس و گانگوپادهای<sup>۱</sup> (۲۰۲۰)، در مطالعه‌ای با عنوان «روابط نامتقارن بین آلودگی، مصرف انرژی و قیمت نفت در ویتنام: برخی پیامدهای رفتاری برای سیاست‌گذاری انرژی»، از روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی غیرخطی (NARDL)، به بررسی روابط نامتقارن بین آلودگی، مصرف انرژی و قیمت نفت در ویتنام با استفاده از داده‌های سالانه از سال ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۵ پرداختند. نتایج مطالعه، نشان‌دهنده روابط بلندمدت بین آلودگی، مصرف انرژی و قیمت نفت است.

انسر و همکاران (۲۰۲۱)، در مطالعه‌ای با عنوان «تأثیر نااطمینانی سیاست اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن: شواهدی از ده کشور تولیدکننده کربن»، با استفاده از رویکرد PMG-ARDL، به بررسی تأثیر نااطمینانی سیاست اقتصادی (اندازه‌گیری شده با شاخص نااطمینانی جهانی) بر انتشار دی‌اکسید کربن در مورد ده کشور تولیدکننده کربن، در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ پرداختند. یافته‌های تحقیق، نشان می‌دهد که شاخص نااطمینانی جهانی<sup>۲</sup> (WUI) بر انتشار دی‌اکسید کربن در کوتاه‌مدت و بلندمدت تأثیر می‌گذارد. در کوتاه‌مدت، افزایش یک درصدی در شاخص نااطمینانی جهانی، به ۰/۱۱ درصد کاهش در انتشار دی‌اکسید کربن منجر می‌شود، در حالی که در بلندمدت، یک درصد افزایش در شاخص نااطمینانی جهانی، به ۰/۱۲ درصد افزایش در انتشار دی‌اکسید کربن منتهی می‌گردد.

مالک و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۱)، در مطالعه‌ای با عنوان «تأثیر متقارن و نامتقارن قیمت نفت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی بر انتشار کربن در پاکستان: شواهدی از رویکرد ARDL و NARDL»، با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری با وقفه ARDL خطی و مدل ARDL غیرخطی، به بررسی تأثیر متقارن و نامتقارن قیمت نفت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی بر انتشار کربن در پاکستان طی بازه زمانی ۲۰۱۴-۱۹۷۱، پرداختند. نتایج متقارن، نشان می‌دهد که رشد اقتصادی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث افزایش انتشار کربن در کوتاه‌مدت

1. Apergis and Gangopadhyay (2020)

2. World Uncertainty Index (WUI)

3. Malik et al. (2021)



و بلندمدت می‌شود، درحالی‌که قیمت نفت باعث افزایش انتشار کربن در کوتاه‌مدت و کاهش انتشار کربن در بلندمدت می‌شود. نتایج نامتقارن در بلندمدت، نشان می‌دهد که افزایش قیمت نفت باعث کاهش انتشار کربن و کاهش قیمت نفت، به افزایش انتشار کربن منجر می‌گردد.

ژانگ و همکاران (۲۰۲۱)، در مطالعه‌ای با عنوان «اثرات متقارن و نامتقارن ناطمینانی سیاست اقتصادی و قیمت نفت بر انتشار کربن در ایالات متحده و چین: شواهدی از رویکرد ARDL خطی و ARDL غیرخطی»، با استفاده از مدل خودرگرسیون برداری با وقفه ARDL خطی و ARDL غیرخطی، به بررسی ناطمینانی سیاست اقتصادی و قیمت نفت بر انتشار کربن در ایالات متحده و چین، طی بازه زمانی ۲۰۱۹-۱۹۹۵، پرداختند. نتایج متقارن، حاکی از آن است که تغییر در ناطمینانی سیاست اقتصادی، هیچ تأثیری بر انتشار کربن در کوتاه‌مدت و بلندمدت برای ایالات متحده و چین ندارد. نتایج برآورد غیرخطی ARDL، نشان‌دهنده تأثیر نامتقارن در ناطمینانی سیاست اقتصادی و قیمت نفت بر انتشار کربن است؛ به طوری‌که کاهش در ناطمینانی سیاست اقتصادی در بلندمدت و کوتاه‌مدت، باعث کاهش انتشار کربن در ایالات متحده می‌شود، درحالی‌که افزایش در ناطمینانی سیاست اقتصادی در بلندمدت و کوتاه‌مدت، بی‌اثر است. افزایش در ناطمینانی سیاست اقتصادی در بلندمدت، به افزایش انتشار کربن در چین منجر می‌شود؛ اما در کوتاه‌مدت، ناطمینانی سیاست اقتصادی، تأثیری بر انتشار کربن ندارد. همچنین در کوتاه‌مدت، تغییرات قیمت نفت بر انتشار کربن در ایالات متحده و چین بی‌اثر است. در بلندمدت، تغییرات مثبت قیمت نفت، به افزایش انتشار کربن در ایالات متحده و چین منتهی می‌گردد.

### ۲-۳-۲. مطالعات داخلی

بلالی و همکاران (۱۳۹۲)، در مطالعه‌ای با عنوان «رابطه رشد اقتصادی و آلودگی زیست محیطی در بخش نفت با تأکید بر نوسانات قیمت آن (مطالعه موردی اقتصاد ایران)»، به بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و آلودگی زیست محیطی در بخش نفت با تأکید بر نوسانات قیمت آن در قالب منحنی زیست محیطی کوزنتس پرداختند. بدین منظور، از متغیرهای اقتصادی ارزش افزوده بخش نفت، دی‌اکسید کربن منتشر شده ناشی از مصرف انرژی و متغیر نوسانات قیمت نفت طی سال‌های ۱۳۳۹ تا ۱۳۸۸ ایران استفاده گردید. مدل‌سازی نوسانات قیمت نفت با بهره‌گیری از روش خود رگرسیونی واریانس ناهمسان شرطی (ARCH) و مدل‌سازی رابطه کوزنتس از طریق مدل خود توضیح با وقفه‌های گسترده (ARDL) صورت گرفت. نتایج پژوهش، نشان‌دهنده وجود رابطه زنگوله‌ای شکل بین ارزش افزوده بخش نفت و دی‌اکسید کربن تولید شده ناشی از مصرف آن است که بر همین اساس، فرضیه کوزنتس در بخش انرژی را مورد تأیید قرار داد. همچنین، نتایج حاصل از مدل، نشان داد که نوسانات قیمت نفت، تأثیر معنی‌دار و معکوسی بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد.

قزوینیان و همکاران (۱۳۹۷)، در مطالعه‌ای با عنوان «مقایسه تطبیقی اثر شوک‌های مصرف نفت خام بر انتشار دی‌اکسید کربن و رشد اقتصادی در ایران و کشورهای منتخب منا»، به بررسی اثر شوک‌های مصرف نفت خام بر انتشار دی‌اکسید کربن و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب منا با

استفاده از رهیافت PVAR و همچنین کشور ایران با استفاده الگوی خودرگرسیون برداری<sup>۱</sup> (VAR) پرداختند. نتایج، حاکی از آن است که شوک افزایش مصرف نفت خام پس از یک کاهش نامحسوس در تولید ناخالص داخلی سرانه، به‌طور متناسب، به افزایش آن در دوره‌های بعدی در کشورهای منتخب منا در طی دوره ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۶ منجر می‌گردد. همچنین اثر این شوک بر انتشار دی‌اکسیدکربن هم، به‌طور ملامیم، ابتدا به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن منجر می‌شود؛ ولی در دوره‌های بعدی، سبب کاهش آن می‌گردد و به سمت تعادل بلندمدت حرکت می‌کند.

مداح و عبدی چرلو (۱۳۹۹)، در مطالعه‌ای با عنوان «ارزیابی اثر نفت بر آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو اوپک براساس سیاست‌های کلی الگوی اصلاح تولید»، با استفاده از الگوی داده‌های تابلویی (پانل دیتا)<sup>۲</sup>، به بررسی اثر درآمدهای نفتی بر آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو اوپک در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ پرداختند. نتایج حاصل از تخمین مدل‌های برآوردی، نشان می‌دهد که رابطه مستقیمی بین درآمدهای نفتی و انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای عضو اوپک وجود دارد. این یافته، بیانگر آن است که درآمدهای حاصل از صادرات نفت در کشورهای صادرکننده از جمله ایران، همراه با بهبود وضعیت محیط‌زیست نبوده است.

بررسی مطالعات گذشته، نشان می‌دهد که در بین مطالعات داخلی، هیچ پژوهشی وجود ندارد که اثر نااطمینانی سیاست‌های اقتصادی را بر انتشار دی‌اکسید کربن ایران بررسی کرده باشد. در پژوهش حاضر، هدف آن است تا اثر نامتقارن نااطمینانی سیاست اقتصادی و قیمت نفت بر انتشار دی‌اکسید کربن در ایران، با استفاده از روش خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی (NARDL) مورد بررسی قرار گیرد.

### ۳. ارائه الگوی پژوهش

مدل ARDL نامتقارن به‌کار رفته در این تحقیق، یک تکنیک جدید برای تشخیص روابط غیرخطی و نامتقارن بین متغیرهای اقتصادی در بلندمدت و کوتاه‌مدت است که توسط شین و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۴) گسترش یافته است. در حقیقت، این مدل، توسعه یافته مدل ARDL خطی بوده، اما رهیافت NARDL برخلاف رهیافت ARDL است، لذا دارای مزایای روش ARDL نیز می‌باشد. از جمله اینکه در این روش، می‌توان بدون توجه به اینکه تمام متغیرها هم‌جمع از درجه یک I(1) و یا ترکیبی از درجه صفر I(0) و یک I(1) باشند، مدل را برآورد نمود (پسران و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۱).

همچنین رهیافت NARDL بر خلاف ARDL، این امکان را در اختیار پژوهشگر قرار می‌دهد که به‌گونه هم‌زمان، وجود روابط غیرخطی و نامتقارن را در کوتاه‌مدت و بلندمدت بررسی کند (پیپ

1. Vector Auto Regression (VAR)  
2. Panel Data  
3. Shin *et al.* (2014)  
4. Pesaran *et al.* (2001)

و لین<sup>۱</sup>، (۲۰۱۷). روابط نامتقارن می‌توانند تنها در کوتاه‌مدت یا بلندمدت و یا در هر دو وجود داشته باشد و لذا تأثیر شوک‌های مثبت و منفی متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته به تفکیک کوتاه‌مدت و بلندمدت، قابل بررسی است (آریز و مالیندرتوس<sup>۲</sup>، ۲۰۱۷).

مدل تحقیق در این مطالعه برای بررسی اثر نامتقارن نااطمینانی سیاست اقتصادی و قیمت نفت بر انتشار کربن، به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$CO2_t = f(EPU_t, OP_t, GDP_t, EC_t) \quad (1)$$

که در آن  $CO_2$  دی‌اکسید کربن،  $EPU$  نااطمینانی سیاست اقتصادی،  $OP$  قیمت نفت،  $GDP$  تولید ناخالص داخلی و  $EC$  مصرف انرژی است. در فرایند برآورد الگو، داده‌های مربوط به نااطمینانی سیاست اقتصادی، پیرو مطالعه آشنا و شهپری<sup>۳</sup> (۲۰۲۲)، از شاخص نااطمینانی جهانی<sup>۴</sup> (WUI)، مصرف انرژی از سایت وزارت نیرو و ترازنامه انرژی و سایر داده‌ها، از منابع بانک جهانی، صندوق بین‌المللی پول و سایت اوپک به صورت سالانه در طی دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۸۱<sup>۵</sup> استخراج شده است. لازم به ذکر می‌باشد که شاخص نااطمینانی جهانی (WUI)، با شمارش درصد کلمه «نامطمئن»<sup>۶</sup> (یا واژه‌های مشابه آن) در گزارش‌های واحد اطلاعات اقتصادی کشورها محاسبه می‌شود. همچنین مصرف انرژی به صورت میلیون بشکه معادل نفت خام، انتشار دی‌اکسید کربن بر حسب متریک تن و قیمت نفت خام اوپک بر حسب دلار است.

پیش از برآورد مدل نهایی NARDL، از آزمون والد برای بررسی عدم تقارن‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت استفاده شد و از آنجا که طبق نتایج آزمون والد، اثر متغیر  $OP$  بر متغیر وابسته، متقارن و اثر متغیر  $EPU$  بر متغیر وابسته، نامتقارن شد، بنابراین، مدل پژوهش در قالب الگوی NARDL به صورت زیر، تصریح می‌شود:

$$\ln CO2 = \beta_0 + \beta_1 \ln EUP_t^+ + \beta_2 \ln EUP_t^- + \beta_3 \ln OP_t + \beta_4 \ln GDP_t + \beta_5 \ln EC_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

که در آن:

$$\ln EUP_t^+ = \sum_{j=1}^t \Delta \ln EUP_j^+ = \sum_{j=1}^t \max(\Delta \ln EUP_j, 0) \quad (3)$$

$$\ln EUP_t^- = \sum_{j=1}^t \Delta \ln EUP_j^- = \sum_{j=1}^t \min(\Delta \ln EUP_j, 0)$$

1. Yeap and Lean (2017)

2. Arize & Malindretos (2017)

3. Ashena and shahpari (2022)

۴. داده‌های این شاخص، از سایت <https://worlduncertaintyindex.com> استخراج شده است.

۵. به دلیل محدودیت در داده‌های مربوط به انتشار دی‌اکسید کربن، دوره مورد بررسی این پژوهش، به سال‌های ۱۹۸۱-۲۰۱۸ محدود شده است.

در مدل فوق،  $\beta_1$  پارامتر بلندمدت  $EPU_t^+$  و  $\beta_4$  پارامتر بلندمدت  $EPU_t^-$  است. اگر  $\beta_1$  مثبت باشد، به این معنی است که  $EPU_t^+$  رابطه مثبتی با متغیر درونزا دارد و بالعکس. در صورتی که اگر  $\beta_4$  مثبت باشد، به شکل معکوس تفسیر می‌شود؛ به این معنی که  $EPU_t^-$  رابطه منفی با متغیر درونزا دارد و بالعکس. همچنین  $\beta_2$ ،  $\beta_3$  و  $\beta_5$  به ترتیب، پارامترهای بلندمدت OP، GDP و EC در مدل اند. بنابراین، با توجه به توضیحات فوق، مدل NARDL می‌تواند به شکل زیر بسط داده شود:

$$\begin{aligned} \Delta \ln CO2_t = & \delta_0 + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta \ln CO2_{t-i} + \sum_{i=1}^p (\delta_i^+ \Delta \ln EUP_{t-i}^+ + \delta_i^- \Delta \ln EUP_{t-i}^-) \\ & + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta \ln OP_{t-i} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta \ln EC_{t-i} + \lambda_1 \ln CO2_{t-1} + \lambda_2^+ \ln EUP_{t-1}^+ \\ & + \lambda_3^- \ln EUP_{t-1}^- + \lambda_4 \ln OP_{t-1} + \lambda_5 \ln GDP_{t-1} + \lambda_6 \ln EC_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (۴)$$

همچنین فرم تصحیح خطای مدل، به صورت زیر تصریح می‌گردد:

$$\begin{aligned} \Delta \ln CO2_t = & \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta \ln CO2_{t-i} + \sum_{i=1}^p (\delta_i^+ \Delta \ln EUP_{t-i}^+ + \delta_i^- \Delta \ln EUP_{t-i}^-) \\ & + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta \ln OP_{t-i} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta \ln GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta \ln EC_{t-i} + \theta_i ECT_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (۵)$$

که در آن،  $\theta_i$  سرعت تعدیل به تعادل بلندمدت بعد از شوک کوتاه‌مدت و  $\theta_i^+$  و  $\theta_i^-$  ضرایب کوتاه‌مدت نامتقارن هستند. در نهایت، از آزمون کرانه‌ها با فرضیه صفر، عدم وجود همجمعی در مدل، برای بررسی وجود رابطه بلندمدت در مدل، استفاده می‌گردد.

#### ۴. برآورد الگو و تحلیل نتایج

نخستین گام در برآورد مدل‌های سری زمانی، بررسی پایداری متغیرهای مدل است. با توجه به اینکه اکثر متغیرهای سری زمانی پایا نیستند، بنابراین، لازم است برای بررسی عدم وجود رگرسیون کاذب، نسبت به پایداری متغیرها اطمینان حاصل شود. در این مطالعه، متغیرهای مورد بررسی با استفاده از آزمون ریشه واحد فلیپس-پرون مورد آزمون قرار گرفته و درجه جمعی آنها مشخص می‌شود. جدول (۱)، نتایج آزمون ریشه واحد فلیپس-پرون در سطح و تفاضل مرتبه اول متغیرها را نشان می‌دهد. نتایج آزمون ریشه واحد، نشان می‌دهد که تمامی متغیرها، در سطح ناپایا بوده و با یک بار تفاضل گیری پایا شده‌اند و از این رو، همه متغیرهای الگو، انباشته از مرتبه یک هستند.

پیش از برآورد روابط بلندمدت بین متغیرها، باید امکان وجود رابطه بلندمدت بین آنها مورد بررسی قرار گیرد. به این منظور، می‌توان از آزمون کرانه‌ها استفاده کرد. فرضیه صفر در آزمون کرانه‌ها مبنی بر عدم وجود رابطه بلندمدت است. نتایج حاصل از آزمون کرانه‌ها در جدول (۲) ملاحظه می‌شود. باتوجه به اینکه مقدار آماره آزمون کرانه‌ها، از مقادیر بحرانی ارائه شده در جدول (۲) بیشتر است، فرضیه صفر رد می‌شود و در نتیجه بین متغیرها، رابطه بلندمدت وجود دارد.

جدول ۱: نتایج آزمون ریشه واحد فیلیپس-پرون

نام متغیر	با عرض از مبدأ و بدون روند			نتیجه	با عرض از مبدأ و روند		
	مقدار محاسباتی	مقدار بحرانی*	احتمال		مقدار محاسباتی	مقدار بحرانی*	احتمال
LCO2	-۲/۴۵۹	-۲/۹۴۳	۰/۱۳۳	ناپایا	-۱/۸۷۵	-۳/۵۳۶	۰/۶۴۶
DLCO2	-۷/۵۴۴	-۲/۹۴۵	۰/۰۰۰	پایا	-۷/۸۲۹	-۳/۵۴۰	۰/۰۰۰
LOP	-۰/۹۶۵	-۲/۹۴۳	۰/۵۵	ناپایا	-۲/۳۶۳	-۳/۵۳۶	۰/۳۹۱
DLOP	-۵/۷۰۵	-۲/۹۴۵	۰/۰۰	پایا	-۵/۷۲۰	-۳/۵۴۰	۰/۰۰۰
LEUP	-۲/۲۰۱	-۲/۹۵۷	۰/۲۰۹	ناپایا	-۲/۱۱۵	-۳/۵۵۷	۰/۱۸
DLEUP	-۷/۸۳۳	-۲/۹۶۷	۰/۰۰	پایا	-۹/۸۴۳	-۳/۵۷۴	۰/۰۰۰
LGDP	-۱/۰۹۵	-۲/۹۴۳	۰/۷۰۷	ناپایا	-۱/۹۵۴	-۳/۵۳۶	۰/۶۰۶
DLGDP	-۵/۳۱۲	-۲/۹۴۵	۰/۰۰	پایا	-۵/۴۱۰	-۳/۵۴۰	۰/۰۰۰
LEC	-۲/۶۴۴	-۲/۹۴۳	۰/۹۳	ناپایا	-۲/۲۵۲	-۳/۵۳۶	۰/۴۴۸
DLEC	-۵/۷۳۹	-۲/۹۴۵	۰/۰۰۰	پایا	-۶/۳۱۲	-۳/۵۴۰	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۲: نتایج آزمون همجمعی کرانه‌های پسران و همکاران

آماره F	کرانه بالا	کرانه پایین	سطح معنی‌داری	نتیجه آزمون
۸/۵۷۳	۴/۱۵	۳/۰۶	۱٪	وجود همجمعی و رابطه بلندمدت
	۳/۳۸	۲/۳۹	۵٪	
	۳	۲/۰۸	۱۰٪	

منبع: یافته‌های پژوهش

پس از اطمینان از صحت اعتبار الگو، به منظور انجام آزمون عدم تقارن کوتاه‌مدت و بلندمدت، از آزمون والد استفاده شده، و نتایج حاصل از آزمون عدم تقارن، در جدول (۳) ارائه شده است. با توجه به مقدار احتمال آماره F مربوط به آزمون والد برای متغیر LOP (قیمت نفت) در کوتاه‌مدت و بلندمدت، به ترتیب، برابر ۰/۰۶۵۷ و ۰/۸۳۴۴ بوده، و از آنجا که این مقادیر، بیشتر از ۰/۰۵ است، فرضیه صفر مبنی بر اثر متقارن قیمت نفت بر انتشار کربن، تأیید می‌شود. بنابراین، می‌توان گفت که اثر متغیر قیمت نفت بر متغیر انتشار کربن، متقارن است. همچنین مقدار احتمال آماره F مربوط به آزمون والد برای متغیر LEPU (نااطمینانی سیاست اقتصادی)، در کوتاه‌مدت و بلندمدت، به ترتیب، برابر ۰/۰۰۰۷ و ۰/۰۳۲۵ بوده، و با توجه به اینکه این مقادیر کمتر از ۰/۰۵ است، فرضیه صفر مبنی بر اثر متقارن نااطمینانی سیاست اقتصادی بر انتشار کربن رد می‌شود. بنابراین، می‌توان گفت که اثر متغیر نااطمینانی سیاست اقتصادی بر انتشار کربن، نامتقارن است.

جدول ۳: نتایج حاصل از آزمون والد

بلندمدت		کوتاهمدت		متغیر
prob	آماره F	prob	آماره F	
۰/۸۳۴	۰/۰۴۴	۰/۰۶۵	۳/۹۴۲	LOP
۰/۰۳۲	۵/۰۸۰	۰/۰۰۰	۱۸/۳۴۲	LEPU

منبع: یافته‌های پژوهش

با مشخص شدن وجود رابطه بلندمدت و تأیید عدم تقارن نااطمینانی سیاست اقتصادی در کوتاهمدت و بلندمدت، برآورد نهایی الگوی NARDL انجام می‌گیرد. نتایج حاصل از برآورد الگوی NARDL کوتاهمدت و بلندمدت، در جدول (۴) گزارش شده است.

جدول ۴: نتایج حاصل از برآورد الگوی NARDL

نتایج کوتاهمدت				
احتمال	آماره t	انحراف معیار	ضریب	نام متغیر
۰/۰۲۰	۲/۵۱۶	۳/۰۲۱	۷/۶۰۴	C
۰/۰۰۰	-۴/۰۴۱	۰/۲۳۳	-۰/۹۴۵	LCO2(-1)*
۰/۰۶۴	۱/۹۵۴	۰/۰۲۵	۰/۰۴۹	LOP**
۰/۰۰۸	۲/۸۸۸	۰/۰۰۹	۰/۰۲۸	LEPU-POS**
۰/۹۶۳	-۰/۰۴۶	۰/۰۱۳	-۰/۰۰۰	LEPU-NEG**
۰/۳۰۷	-۱/۰۴۵	۰/۱۷۴	-۰/۱۸۲	LGDP**
۰/۰۰۰	۶/۲۹۴	۰/۱۴۰	۰/۸۸۶	LEC**
۰/۸۷۶	-۰/۱۵۷	۰/۲۱۲	-۰/۰۳۳	D(LCO2(-1))
۰/۵۵۷	-۰/۵۹۶	۰/۲۲۶	-۰/۱۳۵	D(LCO2(-2))
۰/۵۸۹	۰/۵۴۷	۰/۲۱۴	۰/۱۱۷	D(LCO2(-3))
۰/۳۰۴	۱/۰۵۲	۰/۱۷۹	۰/۱۸۸	D(LCO2(-4))
۰/۵۲۷	-۰/۶۴۳	۰/۰۰۸	-۰/۰۰۵	TREND
۰/۹۹۶				R-bar-square
۵۶۸/۱۵۸				F-statistic
۰/۰۰۰				Prob (F-statistic)
نتایج بلندمدت				
۰/۰۲۲	۲/۴۶۱	۰/۰۲۱	۰/۰۵۲	LOP
۰/۰۲۶	۲/۳۹۰	۰/۰۱۲	۰/۰۳۰	LEPU-POS
۰/۹۶۲	-۰/۰۴۷	۰/۰۱۴	-۰/۰۰۰	LEPU-NEG
۰/۲۹۲	-۱/۰۷۹	۰/۱۷۸	-۰/۱۹۲	LGDP
۰/۰۰۰	۴/۳۹۴	۰/۲۱۳	۰/۹۳۷	LEC
۰/۰۰۰	۴/۷۰۸	۱/۷۰۷	۸/۰۴۱	C

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود، در کوتاه‌مدت، علامت ضریب متغیر قیمت نفت مثبت اما معنی‌دار نیست؛ در حالی که در بلندمدت، علامت ضریب این متغیر، مثبت و معنی‌دار بوده و برابر  $0/052$  است که نشان می‌دهد، یک درصد افزایش در قیمت نفت، انتشار دی‌اکسیدکربن را به میزان  $0/052$  درصد افزایش می‌دهد. این نتایج با نتایج حاصل از مطالعات مداح و عبدی‌چرلو (۱۳۹۹)، همسو است. نتایج حاصل از مطالعه آنان، بیانگر آن است که رابطه مستقیمی بین درآمدهای نفتی و انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای عضو اوپک وجود دارد، که افزایش قیمت نفت و به تبع آن، درآمدهای حاصل از صادرات نفت، در کشورهای صادرکننده نفت از جمله ایران، همراه با بهبود وضعیت محیط زیست نبوده است، در حالی که سیاست‌های کلی نظام در زمینه اصلاح الگوی تولید کشور، بر حرکت از تولید سنتی به تولید مبتنی بر اقتصاد سبز تأکید می‌کند. براین اساس، لازم است تا با توسعه سرمایه‌گذاری، از محل درآمدهای نفتی در زیرساخت‌های اقتصادی و به‌کارگیری تکنولوژی مناسب، آثار منفی نفت بر کیفیت محیط زیست کاهش یابد.

علامت ضریب متغیر تغییرات مثبت نااطمینانی سیاست اقتصادی در کوتاه‌مدت و بلندمدت، مثبت و معنی‌دار بوده و به ترتیب، برابر  $0/028$  و  $0/030$  است که نشان می‌دهد، یک درصد افزایش در نااطمینانی سیاست اقتصادی، انتشار دی‌اکسیدکربن را به میزان  $0/028$  و  $0/030$  درصد افزایش می‌دهد. این نتایج با نتایج حاصل از مطالعات وانگ و همکاران<sup>۱</sup> و آدامز و همکاران<sup>۲</sup> همسو است. علامت ضریب متغیر تغییرات نااطمینانی سیاست اقتصادی در کوتاه‌مدت و بلندمدت، منفی بوده، اما معنی‌دار نیست. همچنین علامت ضریب متغیر تولید ناخالص داخلی در کوتاه‌مدت و بلندمدت منفی بوده اما معنی‌دار نیست.

از سوی دیگر، علامت ضریب متغیر مصرف انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت، مثبت و معنی‌دار بوده و به ترتیب، برابر  $0/886$  و  $0/937$  است و نشان می‌دهد که یک درصد افزایش در مصرف انرژی، انتشار دی‌اکسیدکربن را در کوتاه‌مدت و بلندمدت، به میزان  $0/886$  و  $0/937$  درصد افزایش می‌دهد. این نتایج، با نتایج حاصل از مطالعات نجاتی و همکاران (۱۳۹۸)، پابلو و همکاران<sup>۳</sup> و آدامز و همکاران<sup>۴</sup> همسو است.

در ادامه T آزمون‌های تشخیصی خودهمبستگی، واریانس ناهمسانی، تصریح مدل و نرمال بودن انجام گرفت. نتایج حاصل از آزمون‌های تشخیصی در جدول (۵) ارائه شده، و نتایج، حاکی از عدم وجود خودهمبستگی در جملات اخلال و عدم وجود واریانس ناهمسانی در رگرسیون، عدم وجود خطای تصریح مدل و نرمال بودن جملات اخلال است.

1. Wong *et al.* (2013)
2. Adams *et al.* (2020)
3. Pablo *et al.* (2016)
4. Adams *et al.* (2020)

همچنین الگوی تصحیح خطا (ECM) نیز برآورد، و نتایج آن ارائه شده است. عمده‌ترین دلیل استفاده از این الگو، آن است که نوسانات کوتاه‌مدت متغیرها را به مقادیر بلندمدت آنها ارتباط می‌دهد. نتایج مربوط به این آزمون، به‌طور خلاصه در جدول (۶) ارائه شده است.

جدول ۵: نتایج آزمون‌های تشخیصی

آزمون	آماره آزمون	احتمال	نتیجه در سطح معنی‌داری ۵ درصد
خودهمبستگی	۰/۹۵۹	۰/۴۰۰	عدم وجود خودهمبستگی
واریانس ناهمسانی	۱/۳۵۰	۰/۲۵۱	عدم وجود واریانس ناهمسانی
تصریح مدل	۰/۸۹۶	۰/۴۲۴	عدم وجود خطای تصریح مدل
نرمالیت (آزمون جاک بیا)	۲/۱۶۰	۰/۳۳۹	نرمال بودن توزیع پسماندهای مدل

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۶: ضرایب برآورد شده الگوی تصحیح خطا

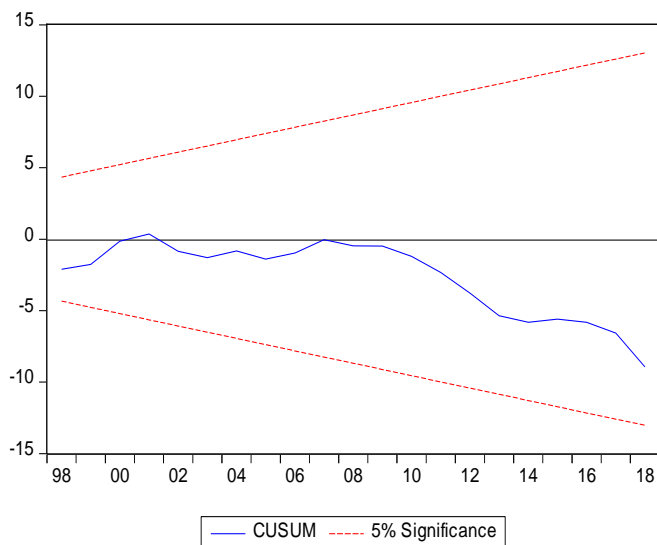
نام متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
D(LCO2(-1))	-۰/۰۳۳	۰/۰۹۷	-۰/۳۴۴	۰/۷۳۳
D(LCO2(-2))	-۰/۱۳۵	۰/۰۹۶	-۱/۴۰۳	۰/۱۷۵
D(LCO2(-3))	۰/۱۱۷	۰/۰۹۵	۱/۲۳۳	۰/۲۳۱
D(LCO2(-4))	۰/۱۸۸	۰/۰۸۶	۲/۱۷۴	۰/۰۴۱
TREND	-۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	-۷/۲۹۸	۰/۰۰۰
CointEq(-1)*	-۰/۹۴۵	۰/۱۰۷	-۸/۷۸۴	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

در نتیجه تخمین الگوی تصحیح خطا، ضریب جمله تصحیح خطا در سطح معنی‌داری یک درصد، برابر  $-۰/۹۴۵$  بوده و از لحاظ آماری، معنی‌دار است. ضریب تصحیح خطا، نشان می‌دهد که طی هر دوره با چه سرعتی، خطای عدم تعادل تعدیل گردیده و مقدار کوتاه‌مدت به سمت مقدار تعادلی بلندمدت خود میل می‌کند.

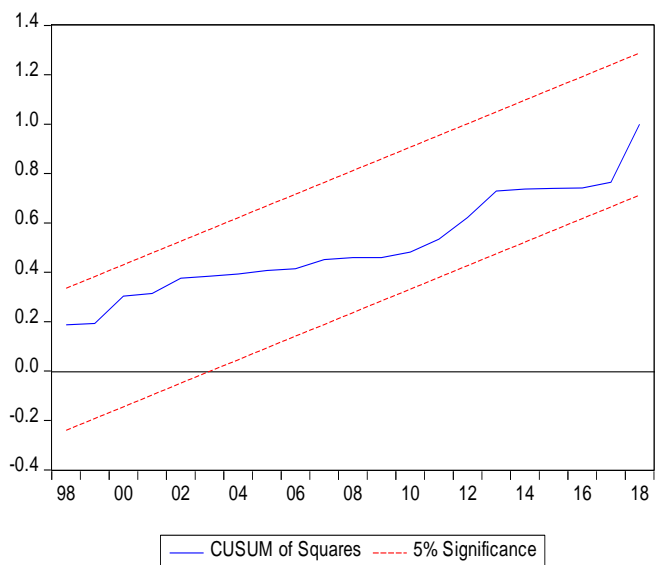
در ادامه، آزمون ثبات برای مشخص کردن ثبات مدل و تعیین وجود یا عدم وجود شکست ساختاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای تشخیص این امر، از آزمون‌های پایداری ضرایب CUSUM و CUSUMSQ استفاده می‌شود (نمودارهای ۴ و ۵). اگر مقدار آماره این آزمون‌ها، بین حد‌های بحرانی در سطح  $۰/۰۵$  باقی بماند، فرضیه صفر مبنی بر ثبات ضرایب پذیرفته می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار این آماره‌ها در داخل دو حد مشخص شده، قرار دارند و در نتیجه، فرضیه صفر مبنی بر ثبات ضرایب پذیرفته می‌شود.





منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۴: آزمون پایداری ضرایب (CUSUM)



منبع: یافته‌های پژوهش

نمودار ۵: آزمون پایداری ضرایب (CUSUMSQ)

### ۵. جمع‌بندی و پیشنهادات سیاستی

تغییرات آب و هوا، یک نگرانی جهانی است، جایی که انتشار کربن یکی از دلایل مهم افزایش دمای زمین است (استاکر، ۲۰۱۴)<sup>۱</sup>. گرمایش ناشی از اثر گلخانه‌ای<sup>۲</sup>، به یکی از نگرانی‌های اصلی برای بقای انسان تبدیل شده است. برخی از دانشمندان، پیش‌بینی می‌کنند که اگر انسان‌ها اقدامات فوری برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای انجام ندهند، ممکن است دمای سطح زمین تا سال ۲۰۵۰ تا ۴ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد (زو، ۲۰۱۸)<sup>۳</sup>. میزان آلودگی محیط‌زیست و به تعبیری، شدت آلودگی هوا و یا تخریب محیط زیست در قالب میزان گاز دی‌اکسیدکربن منتشر شده در فضا، می‌تواند از عوامل متعددی ناشی شود. از این‌رو، در این پژوهش، تأثیر نامتقارن نااطمینانی سیاست اقتصادی و قیمت نفت بر انتشار کربن در ایران، با استفاده از روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی غیرخطی (NARDL)، طی دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۸۱ مورد بررسی قرار گرفت.

در این راستا، ابتدا پایایی متغیرهای مورد استفاده در مدل با استفاده از آزمون فیلیپس-پرون بررسی شد. نتایج آزمون ریشه واحد، نشان می‌دهد که تمامی متغیرها، در سطح ناپایا بوده و با یک بار تفاضل‌گیری، پایا می‌شوند. در ادامه، وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها با استفاده از آزمون کرانه‌ها، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج، حاکی از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها در مدل است. پس از اطمینان از صحت اعتبار الگو، به‌منظور انجام آزمون عدم‌تقارن کوتاه‌مدت و بلندمدت، از آزمون والد

#### 1. Stocker (2014)

۲. اثر گلخانه‌ای، مکانیسمی است که دمای زمین را حفظ می‌کند. جو زمین با به دام انداختن مقداری از تشعشعات دریافتی از خورشید، مانند شیشه‌های گلخانه‌ای عمل می‌کند. انرژی تشعشعی در جو نفوذ می‌کند و مقداری به شکل تابش مادون قرمز (IR) از سطح زمین به جو منعکس می‌شود. زمین مقدار زیادی انرژی تابشی از خورشید دریافت می‌کند و حدود ۳۰ درصد از این انرژی منعکس می‌شود. تابش امواج مادون قرمز طولانی‌تر، به‌اندازه تابش فرودی به‌طور مؤثر در جو نفوذ نمی‌کند. گرمای منعکس شده توسط بخار آب و دی‌اکسیدکربن جذب می‌شود و در نتیجه، زمین را گرم می‌کند. این فرایند به اثر گلخانه‌ای معروف است. این مسأله به‌طور طبیعی رخ می‌دهد و دمای زمین را حفظ، و آن را برای زندگی مناسب می‌نماید. اثر گلخانه‌ای، دلیل اصلی اختلاف دمای زمین و ماه است، حتی اگر هر دو تقریباً در یک فاصله از خورشید قرار گرفته باشند. میانگین دمای ماه حدود ۱۵- درجه سانتیگراد و دمای زمین حدود ۱۵+ درجه سانتیگراد است. این تفاوت، به دلیل گرمایش ناشی از اثر گلخانه‌ای در سطح زمین است. در واقع، این تفاوت به‌دلیل وجود جوی بر روی زمین است که از گازهایی مانند اکسیژن، نیتروژن، دی‌اکسیدکربن و بخار آب تشکیل شده، و بخار آب عمده‌تأ عامل این اثر است و یک نگرانی جدی زیست محیطی نیست؛ زیرا مقدار آب در جو ثابت است. اما افزایش سطوح دیگر گازهای گلخانه‌ای، به افزایش دمای جهان منجر می‌شود. فعالیت‌های انسانی، به افزایش سطوح اتمسفر دی‌اکسید کربن (CO<sub>2</sub>)، متان (CH<sub>4</sub>)، ازن (O<sub>3</sub>)، دی‌اکسید گوگرد (SO<sub>2</sub>)، کلروفلوئوروکربن (CFC) و دی‌اکسید نیتروژن (NO<sub>2</sub>) منتهی می‌گردند که در مجموع، به‌عنوان گازهای گلخانه‌ای شناخته می‌شوند و باعث ایجاد زمین گرم‌تر و گرم‌تر می‌شود (ریشل، ۲۰۲۰).

استفاده شد. نتایج، حاکی از تأثیر نامتقارن نااطمینانی سیاست اقتصادی و تأثیر متقارن قیمت نفت در کوتاه‌مدت و بلندمدت بر انتشار کربن است.

با مشخص شدن وجود رابطه بلندمدت و تأیید عدم تقارن در متغیر نااطمینانی سیاست اقتصادی، مدل مطالعه با استفاده از الگوی NARDL برآورد و آزمون‌های تشخیصی صورت گرفت. نتایج برآورد مدل، نشان‌دهنده تأثیر نامتقارن نااطمینانی سیاست اقتصادی بر انتشار کربن است؛ به طوری که تأثیر تغییرات مثبت متغیر نااطمینانی سیاست اقتصادی در کوتاه‌مدت و بلندمدت بر انتشار کربن، مثبت و معنی‌دار است، در حالی که بین شوک منفی نااطمینانی سیاست اقتصادی با انتشار کربن در کوتاه‌مدت و بلندمدت، رابطه معنی‌داری وجود ندارد.

همچنین، نتایج نشان می‌دهد که تأثیر قیمت نفت بر انتشار کربن متقارن بوده، به طوری که تأثیر قیمت نفت بر انتشار کربن در کوتاه‌مدت و بلندمدت، مثبت و معنی‌دار است.

در انتها، برای اطمینان از ثبات مدل، آزمون‌های CUSUM و CUSUMSQ انجام گرفت. نتایج، حاکی از آن است که مدل برآوردی، از ثبات لازم برخوردار است.

با توجه به مباحث ذکر شده و نتایج حاصل از این پژوهش، پیشنهادات سیاستی به شرح ذیل ارائه می‌گردد:

۱. دولت در اقتصاد ایران می‌باید افزایش درآمدهای نفتی حاصل از افزایش قیمت نفت را صرف ایجاد زیرساخت‌هایی نماید که به کاهش آلودگی هوا منجر شود و یا به عبارت دیگر، درآمد حاصل از افزایش قیمت نفت را در فناوری‌هایی سرمایه‌گذاری نماید که دی‌اکسیدکربن کمتری را انتشار می‌دهند.

۲. دولت‌ها در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، که در حال گذر از بخش کشاورزی به صنعت هستند، باید با وضع قوانین و استانداردهای زیست محیطی همچون اعمال مالیات بر آلودگی، تولیدکنندگان صنعتی را مجبور به استفاده از فناوری‌هایی نمایند که آلودگی کمتری را ایجاد کرده و یا آلودگی ایجاد شده را کاهش دهند؛ همان‌گونه که ضرورت استفاده از تکنولوژی‌های خاص کنترل آلودگی، بهترین سیاست رایج و غالب در حمایت از محیط زیست و کاهش آلاینده‌های هوا در اقتصاد بیشتر کشورهای پیشرفته است. در واقع، اتخاذ رویکردهای قیمت‌گذاری کربن مانند مالیات بر انتشار دی‌اکسیدکربن، نه تنها کاهش سطح انتشار را تسهیل می‌کند؛ بلکه می‌تواند منبع درآمد اضافی را نیز برای دولت فراهم کند.

۳. ایران کشوری غنی از نظر منابع تجدیدپذیر است و با توجه به موقعیت جغرافیایی (انرژی باد در شمال و غرب ایران، انرژی خورشید در جنوب ایران) که دارد، با یک برنامه‌ریزی مدون، می‌تواند به سمت جایگزینی منابع تجدیدناپذیر حرکت کند؛ بنابراین، حرکت به سمت تولید و مصرف منابع قابل تجدید، ضمن حفظ منابع انرژی، به‌منظور کاهش میزان انتشار کربن توصیه می‌شود.

۴. با توجه به اثر مثبت نااطمینانی سیاست اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران، به دولت توصیه می‌شود که برای کاهش انتشار آلودگی، از سیاست‌های اقتصادی غیرقاعده‌مند خود دست

بردارد و در اتخاذ سیاست‌های اقتصادی خود به صورت قاعده‌مند و قابل پیش‌بینی برای عاملان اقتصادی رفتار کند تا از بروز نااطمینانی سیاست اقتصادی جلوگیری کند.

۵. در شرایط نااطمینانی، دستیابی به راه‌حل‌های قابل اجرا دشوار است. بنابراین، نادیده گرفتن نااطمینانی، می‌تواند به تعیین نادرست رابطه مصرف انرژی و انتشار CO<sub>2</sub> منجر شود. در چنین حالتی، اقدامات ناروا ممکن است که سرمایه‌گذاری برگشت‌ناپذیری را به همراه داشته باشد و در نتیجه، در بلندمدت بر فرایند تصمیم‌گیری مورد نظر تأثیر منفی بگذارد. به عنوان مثال، برآورد بیش از حد عدم قطعیت، انگیزه سرمایه‌گذاری در پروژه‌های کم کربن را کاهش می‌دهد و از این رو، خطر بازدارنده در ساختار اقتصادی مبتنی بر سوخت فسیلی موجود را افزایش می‌دهد. با این حال، دست کم گرفتن عدم قطعیت، می‌تواند شانس یک مزیت اولیه را از بین ببرد، که می‌تواند پایه و اساس رشد قوی‌تر و بالقوه پایدارتر را ایجاد کند. بنابراین، توصیه می‌شود که در ارزیابی سیاست‌های زیست‌محیطی، همواره نااطمینانی سیاست‌های اقتصادی در نظر گرفته شود تا اطلاعات قابل اتکاتری برای سیاست‌های آب و هوایی با جهت‌گیری کاهش انتشار CO<sub>2</sub> به عاملان اقتصادی ارائه گردد.

## References

- Abid, A. (2020). "Conomic Policy Uncertainty and Exchange Rates in Emerging Markets: Short and Long Runs Evidence". Finance Research Letters, 37, 101378.
- Adams, S., Adedoyin, F., Olaniran, E., & Bekun, F. V. (2020). "Energy Consumption, Economic Policy Uncertainty and Carbon Emissions; Causality Evidence from Resource Rich Economies". Economic Analysis and Policy, 68: 179-190.
- Ahmad, M., Khan, Z., Rahman, Z. U., Khattak, S. I., & Khan, Z. U. (2021). "Can Innovation Shocks Determine CO<sub>2</sub> Emissions (CO<sub>2</sub>e) in the OECD Economies?" A New Perspective". Economics of Innovation and New Technology, 30(1): 89-109.
- Al-Thaqeb, S. A., & Algharabali, B. G. (2019). "Economic Policy Uncertainty: A Literature Review". The Journal of Economic Asymmetries, 20, e00133.
- Anser, M. K., Apergis, N., & Syed, Q. R. (2021). "Impact of Economic Policy Uncertainty on CO<sub>2</sub> Emissions: Evidence from Top Ten Carbon Emitter Countries". Environmental Science and Pollution Research, 28: 29369–29378.
- Apergis, N., & Gangopadhyay, P. (2020). "The Asymmetric Relationships Between Pollution, Energy Use and Oil Prices in Vietnam: Some Behavioural Implications for Energy Policy-Making". Energy policy, 140, 111430.
- Arize, A. C., Malindretos, J., & Igwe, E. U. (2017). "Do Exchange Rate Changes Improve the Trade Balance: An Asymmetric Nonlinear Cointegration Approach". International Review of Economics & Finance, 49: 313-326.
- Ashena, M., & Shahpari, G. (2022). "Policy Uncertainty, Economic Activity and Carbon Emissions: A Nonlinear Autoregressive Distributed Lag Approach". Environmental Science and Pollution Research, 29: 52233–52247.
- Bagherzadeh Azar, F., Mohseni Zonouzi, S., & Mansourfar, G. (2020). "The Nonlinear Relationship Between the Uncertainty of Government Economic Policies and Economic Growth of Iran with Emphasis on the Development of Financial Markets in a Novel Gas Model Framework". Quarterly Journal of Applied Theories of Economics, 7(2): 103-128 (Persian).
- Baker, S. R., Bloom, N., & Davis, S. J. (2014). "Measuring Economic Policy Uncertainty". The Quarterly Journal of Economics, 131(4): 1593-1636.
- Bilali, H., Zamani, O., & Yousefi, A. (2012). "The Relationship between Economic Growth and Environmental Pollution in the Oil Sector with an Emphasis on Its Price Fluctuations (A Case Study of Iran's Economy)". Planning and Budget, 18(3): 49-65 (Persian).
- Behmiri, N. B., & Manso, J. R. P. (2013). "How Crude Oil Consumption Impacts on Economic Growth of Sub-Saharan Africa?" Energy, 54: 74-83.
- Delangizan, S., Khanzadi, A., & heidarian, M. (2015). "Studying the Effects of Fuel Price Changes on Greenhouse Gas Emissions in the Road Transportation Sector of Iran; Approach of Robust Least Squares". Journal of Quantitative Economics, 11(4): 47-77 (Persian).

- Dong, F., Long, R., Bian, Z., Xu, X., Yu, B., & Wang, Y. (2017). "Applying a Ruggiero Three-Stage Super-Efficiency DEA Model to Gauge Regional Carbon Emission Efficiency: Evidence from China". Natural Hazards, **87**(3): 1453-68.
- Fernando, F. N., & Cooley, D. R. (2016). "An Oil Boom's Effect on Quality of Life (QOL): Lessons from Western North Dakota". Applied Research in Quality of Life, **11**(4): 1083-1115.
- Gamso, J. (2018). "Environmental Policy Impacts of Trade with China and the Moderating Effect of Governance". Environmental Policy and Governance, **28**(6): 395-405.
- Goli, Y., delangizan, S., & Falahati, A. (2019). "Measurement of the Production Efficiency and Its Determinants in Iran Provinces". Iranian Journal of Economic Research, **24**(78): 195-221 (Persian).
- Hailemariam, A., Smyth, R., & Zhang, X. (2019). "Oil Prices and Economic Policy Uncertainty: Evidence from a Nonparametric Panel Data Model". Energy Economics, **83**: 40-51.
- Jiang, Y., Zhou, Z., & Liu, C. (2019). "Does Economic Policy Uncertainty Matter for Carbon Emission? Evidence from US Sector Level Data". Environmental Science and Pollution Research, **26**: 24380-24394.
- Kais, S., & Sami, H. (2016). "An econometric Study of the Impact of Economic Growth and Energy Use on Carbon Emissions: Panel Data Evidence from Fifty-Eight Countries". Renewable and Sustainable Energy Reviews, **59**: 1101-10.
- Lin, B., & Jia, Z. (2019). "Impacts of Carbon Price Level in Carbon Emission Trading Market". Applied Energy, **239**: 157-170.
- Liu, Y., Xiao, H., Lv, Y., & Zhang, N. (2017). "The Effect of New-Type Urbanization on Energy Consumption in China: A Spatial Econometric Analysis". Journal of Cleaner Production, **163**: S299-S305.
- Maddah, M., & Abdicherlo, M. (2019). "Evaluating the Effect of Oil on Environmental Pollution in OPEC Member Countries Based on the General Policies of the Production Reform Model". Strategic and Macro Policy, **8**(29): 24-37 (Persian).
- Malik, M. Y., Latif, K., Khan, Z., Butt, H. D., Hussain, M., & Nadeem, M. A. (2020). "Symmetric and Asymmetric Impact of Oil Price, FDI and Economic Growth on Carbon Emission in Pakistan: Evidence from ARDL and Non-Linear ARDL Approach". Science of the Total Environment, **726**, 138421.
- Mensah, C. N., Long, X., Boamah, K. B., Bediako, I. A., Dauda, L., & Salman, M. (2018). "The Effect of Innovation on CO<sub>2</sub> Emissions of OCED Countries from 1990 to 2014". Environmental Science and Pollution Research, **25**(29): 29678-29698.
- Mo, B., Chen, C., Nie, H., & Jiang, Y. (2019). "Visiting Effects of Crude Oil Price on Economic Growth in BRICS Countries: Fresh Evidence from Wavelet-Based Quantile-on-Quantile Tests". Energy, **178**: 234-251.

- Mrabet, Z., & Alsamara, M. (2017). "Testing the Kuznets Curve Hypothesis for Qatar: A Comparison between Carbon Dioxide and Ecological Footprint". Renewable and Sustainable Energy Reviews, 70: 1366-1375.
- Nejati, M., Bavaghar Zaimi, P., Jalae, A. (2019). "The Investigation of the Impacts of Economic Growth and Energy Consumption on Carbon Dioxide Emission in Economic Sections Economic of Iran". Geography and Planning, 23(69): 259-282 (Persian).
- Oberndorfer, U. (2009). "Energy Prices, Volatility, and the Stock Market: Evidence from the Eurozone". Energy Policy, 37(12): 5787-95.
- Pablo-Romero, M. D. P., & De Jesús, J. (2016). "Economic Growth and Energy Consumption: The Energy-Environmental Kuznets Curve for Latin America and the Caribbean". Renewable and Sustainable Energy Reviews, 60: 1343-1350.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). "Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships". Journal of applied econometrics, 16(3): 289-326.
- Qazvinian, M. H., Hejberkiani, C., Dehghani, A., Zandi, F., & Saidi, K. (2017). "Comparative Comparison of the Effect of Crude Oil Consumption Shocks on Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth". Applied Economics, 8(25): 1-15 (Persian).
- Rahmani, L. (2010). Investigating the Effect of Uncertainty Resulting from the Government's Economic Policies on Economic Growth. Master's thesis in Economics, Department of Economics, Faculty of Economic and Political Sciences, Shahid Beheshti University (Persian).
- Ranjbar, H., & Khodaparast, M. (2018). "Renewable Energy and Its Role in Reinforcing National Security and Providing Applicable Solutions for Islamic Republic of Iran". Defense Economics, 2(6): 31-51 (Persian).
- Rehman, M. U., Ali, S., & Shahzad, S. J. H. (2020). "Asymmetric Nonlinear Impact of Oil Prices and Inflation on Residential Property Prices: A Case of US, UK and Canada". The Journal of Real Estate Finance and Economics, 61(1): 39-54.
- Reichle, D. E. (2020). *Anthropogenic Alterations to the Global Carbon Cycle and Climate Change*. Chapter 11, Elsevier: 209-251.
- Sadegi, S. K., & Ebrahimi, S. (2013). "Impact of Coal Consumption on Carbon Dioxide Emissions in Iran". Iranian Energy Economics, 2(7): 43-73 (Persian).
- Samsami, H., & Ebrahimnejad, A. (2019). "The Impact of the Economic Policy Uncertainty on the Entrepreneurship and Unemployment in Iranian Economy, Simultaneous Equations System Approach". Journal of Economic Research (Tahghighat-E-Eghtesadi), 54(4): 995-1016 (Persian).
- Shahab, M., & NaserSadrabad, S. (2014). "Investigating the Effect of Economic Policies of Government on Environmental Quality in Elected Countries". Journal of Environmental Science and Technology, 16(2): 139-150 (Persian).

- Shin, Y., Yu, B., & Greenwood-Nimmo, M. (2014). *Modelling Asymmetric Cointegration and Dynamic Multipliers in a Nonlinear ARDL Framework*. In Festschrift in honor of Peter Schmidt (pp. 281-314). Springer, New York, NY.
- Ulucak, R., & Khan, S. U. D. (2020). "Relationship between Energy Intensity and CO<sub>2</sub> Emissions: Does Economic Policy Matter?" Sustainable Development, **28**(5): 1457-1464.
- Vickers, N. J. (2017). "Animal Communication: When I'm Calling You, Will You Answer too?" Current biology, **27**(14): R713-R715.
- Wang, X., Bai, M., & Xie, C. (2019). "Investigating CO<sub>2</sub> Mitigation Potentials and the Impact of Oil Price Distortion in China's Transport Sector". Energy Policy, **130**: 320-327.
- Yeap, G. P., & Lean, H. H. (2017). "Asymmetric Inflation Hedge Properties of Housing in Malaysia: New Evidence from Nonlinear ARDL Approach". Habitat International, **62**: 11-21.
- Yoro, K. O., & Daramola, M. O. (2020). *CO<sub>2</sub> Emission Sources, Greenhouse Gases, and the Global Warming Effect*. In Advances in Carbon Capture (pp. 3-28). Woodhead Publishing.
- Yuan, C., Liu, S., & Wu, J. (2010). "The Relationship among Energy Prices and Energy Consumption in China". Energy Policy, **38**(1): 197-207.
- Zhang, W., Huang, Y., & Wu, H. (2021). "The Symmetric and Asymmetric Effects of Economic Policy Uncertainty and Oil Prices on Carbon Emissions in The USA and China: Evidence from the ARDL and Non-Linear ARDL Approaches". Environmental Science and Pollution Research, **29**(18): 1-18.
- Zou, X. (2018). "VECM Model Analysis of Carbon Emissions, GDP, and International Crude Oil Prices". Discrete Dynamics in Nature and Society, **2**: 1-11



## **The Asymmetric Effects of Economic Policy Uncertainty and Oil Price on Carbon Dioxide Emissions in Iran**

**Narges Sanjari Konarsandal<sup>1</sup>**

**Behnam Elyaspour<sup>2</sup>**

**Roohollah Babaki<sup>3</sup>**

Received: 17-5-2022

Accepted: 11-6-2022

### **Introduction:**

Excessive carbon emissions and global warming caused by human activities have become serious challenges to the human society and have raised global concerns. Currently, air pollution has become so important in many big countries of the world and especially big cities of Iran. Air pollution has forced governments to adopt short-term and long-term policies and plans for solving it.

Policy uncertainty related to economic decision-making is of great importance in the global economy. Numerous researches have shown that the uncertainty of economic policies is closely related to various economic indicators. In addition to the economic effect, the uncertainty in economic policies has an environmental effect. Increasing economic policy uncertainty weakens the government's commitment to environmental governance and, as a result, affects the effectiveness of environmental policy implementation. Therefore, a reduction in economic policy uncertainty can reduce greenhouse gas emissions.

Regarding the effect of oil on the economic conditions of oil-exporting countries such as Iran, there are two points of view: in the first point of view, the positive effects of oil on improving people's quality of life are emphasized. The second point of view points to the negative effects of the development of energy resources on the environment in resource-rich countries. According to this point of view, extraction, production and consumption of oil resources causes waste of resources and destruction of the environment of the regions.

Considering that environmental pollution is one of the most challenging topics discussed in the world, the main goal of this study is to investigate the asymmetric effects of economic policy uncertainty and oil price on carbon emissions in Iran.

### **Methodology:**

The model to investigate the asymmetric effects of economic policy uncertainty and oil price on carbon emissions is defined as follows:

---

1. Master of Economics, University of Bojnord, E-mail: [narges.sanjari93@gmail.com](mailto:narges.sanjari93@gmail.com)  
2. Assistant Professor of Economics, University of Bojnord, E-mail: [elyaspour@ub.ac.ir](mailto:elyaspour@ub.ac.ir)  
3. Assistant Professor of Economics, University of Bojnord, Corresponding Author, E-mail: [babaki@ub.ac.ir](mailto:babaki@ub.ac.ir)

$$CO2_t = f(EPU_t, OP_t, GDP_t, EC_t)$$

where, CO<sub>2</sub>: carbon dioxide emissions, EPU: economic policy uncertainty, OP: oil price, GDP: gross domestic product and EC: energy consumption. In the process of estimating the model, the data related to economic policy uncertainty follow the study of Ashena and Shahpari (2022) from World Uncertainty Index (WUI), data on energy consumption are extracted from Ministry of Energy website and energy balance sheet, while other data are extracted from World Bank, International Monetary Fund and OPEC website during 1981-2018. In addition, the Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL) model is used to estimate the above model.

### **Results and Discussion:**

First, the stationarity of the variables was checked using the Phillips–Perron test. The results of the unit root test show that all the variables are I(1). In the following, the existence of long-term relationship between the variables was investigated using the Bounds test. The results indicated the existence of a long-term relationship between the variables in the model. After ensuring the validity of the model, Wald's test was used to test short-term and long-term asymmetry. The results indicated the asymmetric effect of economic policy uncertainty and the symmetric effect of oil price in the short and long term on carbon emissions. With the identification of the long-term relationship and the confirmation of asymmetry in the economic policy uncertainty variable, the study model was estimated using the NARDL model and diagnostic tests were carried out. The model estimation results showed the asymmetric effect of economic policy uncertainty on carbon emissions; So that the effect of positive changes in economic policy uncertainty variable in the short and long term on carbon emissions was positive and significant, while there was no significant relationship between the negative shock of economic policy uncertainty and carbon emissions in the short and long term. Also, the results show that the effect of oil price on carbon emissions was symmetric; So that the effect of oil price on carbon emissions in the short and long term was positive and significant. Finally, to ensure the stability of the model, CUSUM and CUSUMSQ tests were performed. The results indicated that the estimated model is stable.

### **Conclusion:**

In Iran's economy, the government should spend the increased oil revenues resulting from the increase in oil prices to create infrastructures that will reduce air pollution, or in other words, invest the income from the increase in oil prices in technologies that they emit less carbon dioxide.

Governments in developing countries such as Iran, which are transitioning from agriculture to industry, should force industrial producers to use technologies

that cause less pollution by enacting environmental laws and standards such as pollution taxes.

Iran is a rich country in renewable resources, and due to its geographical location (wind energy in the north and west of Iran, solar energy in the south of Iran), it can move towards the replacement of non-renewable resources with a systematic planning. Therefore, it is recommended to move towards the production and consumption of renewable resources, while preserving energy resources, in order to reduce the amount of carbon emissions.

Considering the positive effect of economic policy uncertainty on the emission of carbon dioxide in Iran, it is recommended to the government to give up its irregular economic policies in order to reduce the emission of pollution and to adopt its economic policies as a rule. Economic agents should act in a stable and predictable way to prevent economic policy uncertainty.

**Keywords:** Carbon Dioxide Emission, Economic Policy Uncertainty, Oil Price, Iran, Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL).

**JEL Classification:** C01, E60, Q53

## اندازه‌گیری میزان رقابت‌پذیری در صنعت برق ایران، رویکرد ساختاری

### و غیرساختاری با هدف دستیابی به رشد اقتصادی پایدار<sup>۱</sup>

مأده آذربایجانی<sup>۲</sup>

مصطفی عمادزاده<sup>۳</sup>

مجید صامتی<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۲۰

#### چکیده

براساس الگوهای رشد انرژی - اعم از تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر - از عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی است، اما مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به واسطه آلاینده‌گی کمتر، به رشد و توسعه پایدار کمک می‌کند. بدین ترتیب، کشورها جهت ایجاد شرایط مناسب برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر همچون برق، تلاش می‌کنند. با برقراری رقابت کامل در بازاری همچون بازار برق، از جنبه خرد، مازاد رفاه مصرف‌کننده و تولیدکننده، بدون دخالت دولت حداکثر می‌شود و انگیزه ورود بخش خصوصی به بازار افزایش می‌یابد. از جنبه کلان نیز با کاهش قیمت و افزایش تولید ناشی از ایجاد رقابت، مصرف برق به‌عنوان انرژی تجدیدپذیر در مقایسه با انرژی‌های تجدیدناپذیر، افزایش یافته و باعث کاهش تخریب‌زیست محیطی و افزایش رشد و توسعه پایدار می‌شود. طی دهه‌های گذشته در صنعت برق، در سه بخش تولید، انتقال و توزیع، شرایط انحصار طبیعی برقرار بوده و مازاد رفاه مصرف‌کننده و تولیدکننده حداکثر نمی‌شده است و بنابراین، دخالت دولت توجیه داشت. در سال‌های اخیر، به‌علت پیشرفت فناوری و حذف انحصار طبیعی به دلیل وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس، انگیزه ورود بخش خصوصی به تولید برق تقویت شده است. هدف از نگارش این مقاله، اندازه‌گیری درجه رقابت در ۹ شرکت برق منطقه‌ای ایران طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۰ می‌باشد و بدین منظور، از دو رویکرد ساختاری ضریب آنتروپی و رویکرد غیرساختاری پانزار-راس استفاده شد. درجه رقابت به روش پانزار-راس، با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته، مقدار عددی ۰/۲۵۳ و به روش ضریب آنتروپی، عدد ۰/۲۱۵ را به دست داد. بدین ترتیب، هر دو رویکرد ساختاری و غیرساختاری، مؤید یکدیگر و بیانگر غیرانحصاری بودن صنعت برق در ایران و نزدیک شدن به حالت رقابتی می‌باشند.

واژگان کلیدی: رقابت، قدرت بازار، بازار برق، رشد اقتصادی پایدار

طبقه‌بندی JEL: C62, D42, L94, O57

۱. این مقاله، مستخرج از پایان‌نامه دکتری مؤده آذربایجانی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) است.

۲. دانشجوی دکتری رشته علوم اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

maedeh.azarbaiejani@khuisf.ac.ir

emadzadeh@shbu.ac.ir

۳. استاد گروه اقتصاد، دانشگاه شیخ بهایی، اصفهان، ایران. (نویسنده مسؤل)

majidsameti@ase.ui.ac.ir

۴. استاد گروه اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

## ۱. مقدمه

انرژی، به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل تولید، سهم عمده‌ای در دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی دارد. از طرفی، مصرف روزافزون انرژی‌های مختلف بویژه انرژی‌های تجدیدناپذیر و فسیلی همچون نفت، گاز، گازوئیل، ذغال سنگ و ... به انتشار گازهای گلخانه‌ای و بروز آسیب‌های جهانی همچون گرم شدن کره زمین و تغییرات آب و هوایی منجر شده است. بنابراین، توجه به عواملی که باعث بهبود عملکرد محیط‌زیست و در نتیجه، امکان دستیابی به رشد و توسعه پایدار می‌شوند، بسیار حائز اهمیت است.

امروزه با توجه به نیاز کشورها به توسعه اقتصادی بیشتر، میزان به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر نیز در کشورهای جهان، روند رو به افزایشی را طی می‌کند و روز به روز سهم بیشتری در سیستم تأمین انرژی ایجاد نموده است. پایان‌پذیری منابع سوخت‌های فسیلی و محدودیت آنها در تأمین انرژی و نیز آسیب‌های محیط‌زیستی، آلاینده‌های ناشی از بهره‌برداری از منابع فسیلی انرژی، استفاده و توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر را به‌عنوان یک منبع انرژی پاک و عاری از آلودگی زیست‌محیطی ضروری می‌کند. در نتیجه، به انرژی‌های تجدیدپذیر، سهم بیشتری در سامانه تأمین انرژی جهان تعلق می‌گیرد. این منابع، امکان پاسخگویی همزمان به هر دو شکل اساسی پایان‌پذیری و آلاینده‌گی منابع فسیلی را نوید می‌دهند (فطروس و همکاران، ۱۳۹۱).

یکی از انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی برق است که به‌عنوان قلب تپنده دیگر صنایع، از عوامل اثرگذار بر وضعیت اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی و رفاهی جامعه به‌شمار می‌رود. این صنعت، یکی از مهمترین صنایع زیرساختی هر کشور است که با تأمین برق مطمئن و ارزان مورد نیاز، بستر مناسب جهت توسعه سایر صنایع را فراهم می‌نماید. از طرفی، جایگزینی مصرف برق به‌عنوان یک منبع انرژی تجدیدپذیر و کمتر آلاینده نسبت به انرژی‌های فسیلی، می‌تواند از اثرات نامطلوب زیست‌محیطی ناشی از مصرف انرژی پیشگیری نماید و از این طریق، به رشد اقتصادی پایدار نیز کمک کند.

صنعت برق، سال‌ها به‌عنوان یک خدمت عمومی تلقی می‌شد و از همین رو، انحصاری و غیررقابتی بود که به افزایش قیمت و استفاده کمتر از این انرژی تجدیدپذیر در مقایسه با انرژی‌های تجدیدناپذیر و فسیلی منجر شده بود. صنایع برق جهان در دو دهه گذشته، دگرگونی‌های ساختاری بنیادینی داشته‌اند. کشورهای در حال توسعه با این دیدگاه که رقابت، کارآیی بیشتر و هزینه کمتر در تولید برق را به دنبال دارد، به سمت بازار رقابتی حرکت می‌کنند. ایجاد تحول در صنعت برق با منشأ تجدید ساختار، موجب شفاف‌سازی و بازتعریف فعالیت‌ها و وظایف در این صنعت زیربنایی شده است. از جمله اقدامات مهم و ثمربخش در پیاده‌سازی این تحول، دو رویکرد رقابت‌پذیری با ایجاد بازار برق و همچنین جداسازی و خصوصی‌سازی در صنعت برق، در راستای تحقق بخشی به اقتصاد برق، با حذف انحصار و افزایش سطح بازار رقابت کامل بخصوص در بخش تولید می‌باشد (ریبعی و همکاران، ۱۳۹۵).

ارزیابی قدرت بازار در بازارهای برق، یکی از مهم‌ترین زمینه‌های مطالعاتی در برآورد عملکرد بازار است و به‌همین دلیل، تعداد زیادی پژوهش در این زمینه انجام شده است. با این وجود، محدودیت‌های فنی در عرضه برق، ممکن است به تحلیل نادرست از شرایط این صنعت از طریق شاخص‌ها و مدل‌های

ساده منجر شود. با توجه به این واقعیت که بازارها بر اساس ویژگی‌های ساختاری و روش اجرایی به کار گرفته شده، به طراحی مدل متناسب نیاز دارند، استفاده از مدل‌های مطالعاتی مناسب و شناخت دقیق از بازار برق، اهمیتی قابل توجه دارد. بدین ترتیب، ارائه پژوهش به منظور اندازه‌گیری درجه تمرکز و میزان رقابت پذیری در صنعت برق ایران مهم می‌نماید.

در ادبیات اقتصاد صنعتی در مورد اندازه‌گیری رقابت و انحصار، دو رویکرد ساختاری و غیرساختاری مطرح می‌شود. مقاله حاضر، به اندازه‌گیری درجه رقابت در صنعت برق ایران با استفاده از رویکرد ساختاری ضریب آنتروپی<sup>۱</sup> و رویکرد غیرساختاری پانزار-راس<sup>۲</sup> می‌پردازد. اطلاع از شرایط صنعت برق از نظر رقابت‌پذیری یا انحصاری بودن، می‌تواند به ارائه راهکارهای کاربردی به سیاست‌گذاران کشور بیانجامد و از این طریق، علاوه بر بهبود شرایط زیست‌محیطی بر اثر استفاده از این منبع انرژی تجدیدپذیر، به دستیابی به رشد و توسعه پایدار در کشور نیز کمک نماید.

بدین منظور مقاله حاضر، در ۵ بخش تدوین شده است. در بخش دوم، پیشینه داخلی و خارجی موضوع مرور می‌شود. در بخش سوم، مبانی نظری موضوع ارائه خواهد شد. بخش چهارم، به ارائه روش تحقیق و برآوردها اختصاص یافته است و در بخش پنجم، نتیجه‌گیری و پیشنهادات عرضه می‌گردد.

## ۲. پیشینه پژوهش

اکثر مطالعات داخلی در مورد رقابت‌پذیری در صنعت برق، از رویکرد ساختاری استفاده کرده و کمتر رویکردهای غیرساختاری را مورد توجه قرار داده‌اند.

در این میان، ستاری و همکاران (۱۴۰۰)، هرچند از روش غیرساختاری شاخص پانزار-راس برای اندازه‌گیری درجه رقابت در صنعت برق ایران طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۲ استفاده کرده، اما همچون مقاله حاضر، به مقایسه رویکرد ساختاری و غیرساختاری پرداخته‌اند. نتایج مطالعه مذکور، حاکی از آن بود که در دهه اخیر، درجه رقابت در صنعت برق افزایش یافته و از حالت انحصار کامل فاصله گرفته است.

باقری و ناظمیان (۱۳۹۹)، به بررسی میزان رقابت‌پذیری در بازار عمده فروشی برق ایران با استفاده از شاخص لرنر پرداختند و بدین نتیجه دست یافتند که به‌طور متوسط، عملکرد بازار برق ایران، اختلاف ۱۸ درصدی با نتایج مورد انتظار از یک بازار رقابتی دارد.

ربیعی و همکاران (۱۳۹۵)، با استفاده از مدل کورنو، به ارزیابی میزان رقابت در بین شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران در سال ۱۳۹۱ پرداختند. نتایج به‌دست آمده از شبیه‌سازی، نشان داد که شرکت‌های دارای سهم بازار بالاتر در ساعت پیک فصل تابستان سال ۹۱، به‌صورت راهبردی عمل کرده‌اند. محاسبه شاخص لرنر<sup>۳</sup> برای نیروگاه‌ها نیز نشان داد که شاخص لرنر کل نیروگاه‌های مربوط به شرکت برق منطقه‌ای تهران، بالای ۵۰ درصد است که نشان دهنده قدرت بازار بالای آنها است.

---

1. Entropy index  
2. Panzar-Rosse index  
3. Lerner index

ممی‌پور و همکاران (۱۳۹۵) نیز با معرفی شاخص جدید همسایگی انحصار در بازار برق، میزان پتانسیل انحصاری در این بازار برای ۱۷ واحد نیروگاهی در سال ۱۳۹۱ را با در نظر گرفتن برخی از ویژگی‌های بازار برق مورد ارزیابی قرار دادند و همچنین به مقایسه این شاخص در مقایسه با سایر شاخص‌هایی که برای اندازه‌گیری پتانسیل قدرت انحصاری وجود دارد، پرداختند. نتایج نشان داد که شاخص همسایگی انحصار، شایستگی بیشتری نسبت به سایر شاخص‌های ساختاری، در برآورد پتانسیل قدرت انحصاری بازار برق دارد. ناظمی و همکاران (۱۳۹۰)، با استفاده از رویکرد ساختاری، به ارزیابی عملکرد بازار برق و میزان رقابت‌پذیری این صنعت در سال ۱۳۸۸ پرداختند. نتایج، بیانگر آن بود که بازار برق ایران، پتانسیل بالایی در اعمال قدرت بازار داشته و رفتار بنگاه‌های عرضه‌کننده، از حالت رقابتی، انحراف داشته است. رزمی و همکاران (۱۳۸۹)، به محاسبه شاخص‌های قدرت بازار هر فیندال-هیرشمن، هانا و کای<sup>۱</sup>، ضریب آنتروپی و عرضه باقیمانده بازار برای بازار برق ایران در سال ۱۳۸۶ پرداختند و نتیجه گرفتند که بازار برق ایران در برخی نقاط کشور و نیز در برخی از ساعات، از مقادیر آستانه خود تجاوز کرده، که نشان‌دهنده وجود بازار متمرکز و غیر رقابتی است.

از مطالعات خارجی انجام شده در رابطه با موضوع مقاله حاضر، می‌توان به امانی‌بنی و شیخ‌الاسلام<sup>۲</sup> (۲۰۲۱) اشاره کرد که یک رویکرد جامع برای تشخیص قدرت بازار براساس مفهوم مرکزیت در تحلیل شبکه اجتماعی (SNA) را پیشنهاد کردند. نتایج، در مقایسه با شاخص‌های اصلی قدرت بازار (شاخص عرضه باقیمانده و ضریب آنتروپی)، حاکی از آن بود که سیستم SNA، می‌تواند به‌عنوان ابزاری مؤثر برای نظارت بر قدرت بازار در شبکه‌های هوشمند آینده - با وجود پیچیدگی فراوان - مورد استفاده قرار گیرد. لاندین و تانجراس<sup>۳</sup> (۲۰۲۰)، به بررسی رقابت در بازار روز مبادله انرژی نوردیک<sup>۴</sup> و نوردپول<sup>۵</sup> برای دوره ۲۰۱۳-۲۰۱۱ پرداختند. نتایج، حاکی از آن است که بازارهای مذکور، رقابتی نبوده و در شرایط انحصار هستند.

رستمی‌نیا و رشید<sup>۶</sup> (۲۰۱۹)، به ارزیابی تأثیر قدرت بازاری بر تعیین قیمت در بازار برق ایران پرداختند و از شاخص تأمین باقیمانده و سایر متغیرهایی که بر قیمت‌ها تأثیر می‌گذارند، به‌عنوان عوامل مؤثر رقابت‌پذیری صنعت برق استفاده کردند. نتایج، نشان داد که در سال ۲۰۱۳، قدرت بازاری در صنعت برق به‌طور قابل توجهی در تعیین قیمت برق مؤثر بوده، که بیانگر پایین بودن میزان رقابت در صنعت برق ایران است.

- 
1. Hanna & Kai
  2. Amani Beni & Sheikh-el-eslami (2021)
  3. Lundin & Tangerås (2020)
  4. Nordic
  5. NordPool
  6. Rostannia & Rashid (2019)

آمونتریاس و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۷)، به بررسی تأثیر قدرت بازار در شکل‌گیری قیمت‌های خرده‌فروشی و عمده‌فروشی برق در انگلیس براساس مدل تصحیح خطای برداری (VECM) پرداختند. نتایج، بیانگر آن است که بازار برق انگلیس، رفتار غیررقابتی قابل توجهی را در هر دو بخش خرده‌فروشی و عمده‌فروشی نشان می‌دهد.

مودلر و شونبیک<sup>۲</sup> (۲۰۱۳)، با استفاده از شاخص لرنر، به بررسی ساختار ۶ بنگاه بزرگ مقیاس صنعت برق آلمان پرداختند. بر اساس یافته‌ها، شاخص لرنر برای سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۱، به ترتیب، ۰/۲۲، ۰/۲۶، ۰/۱۵، ۰/۱۹، ۰/۰۸ و ۰/۶۰ محاسبه شده است، و نشان می‌دهد که قدرت بازاری ۶ بنگاه بزرگ تولید برق در آلمان برای تعیین قیمت در سطحی بالاتر از هزینه نهایی، اندک است و به عبارتی، تولید برق به شرایط رقابتی نزدیک است.

کامینسکی<sup>۳</sup> (۲۰۱۲)، درجه تمرکز صنعت برق کشور لهستان را براساس شاخص لرنر در دو مقطع کوتاه‌مدت و بلندمدت و در دو بخش تولید برق با سوخت ذغال‌سنگ سخت و ذغال‌سنگ معمولی، مورد ارزیابی و تحلیل قرار داد. بر اساس شاخص لرنر، در سال‌های ابتدایی مورد بررسی، صنعت برق لهستان در وضعیت تولید برق در بخش ذغال‌سنگ سخت، دارای درجه تمرکز نسبتاً پایینی بوده و در ادامه، مقدار شاخص و درجه تمرکز کاهش پیدا کرده، درحالی‌که وضعیت تولید برق در بخش ذغال‌سنگ معمولی، با درجه تمرکز بالا همراه بوده است.

شوکلا و تامپی<sup>۴</sup> (۲۰۱۱)، با استفاده از شاخص لرنر، به تحلیل قدرت بازاری صنعت برق هند پرداختند. نتایج، حاکی از آن بود که در هند، صنعت برق در شرایط مطلوب رقابتی به سر نمی‌برد و شاخص تمرکز لرنر طی دوره ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۸، در دوره بلندمدت، بین دو مقدار ۰/۴۲ تا ۰/۶۲ در نوسان بوده و همچنین در دوره کوتاه‌مدت، در دامنه دو مقدار ۰/۶۰ تا ۰/۷۴ قرار داشته است، که گواه وجود انحصار در صنعت برق کشور هند می‌باشد.

### ۳. مبانی نظری

#### ۳-۱. قدرت بازاری در صنعت برق

براساس نظریه اقتصاد خرد، در شرایط رقابت کامل، بنگاه‌ها در تلاش برای حداکثر کردن سود، و مصرف‌کنندگان، در تلاش برای حداکثر کردن مطلوبیت خود هستند. حاصل این تلاش‌ها، حداکثر شدن رفاه اجتماعی است. بدین ترتیب، بین منافع خصوصی و منفعت اجتماعی، نوعی سازگاری ایجاد می‌شود که مبنای پذیرش سازوکار بازار آزاد برای تخصیص کارای منابع می‌باشد. نقطه مقابل رقابت کامل، شرایط انحصار است که توانایی یک یا گروهی از مشارکت‌کنندگان در بازار برای تعیین قیمت،

1. Amountzias *et al.* (2017)

2. Mudler & Schoonbeek (2013)

3. Kaminski (2012)

4. Shukla & Thamphy (2011)



مقدار و ماهیت محصول را نشان می‌دهد. اعمال قدرت انحصاری، به ایجاد سود بالا، مزایای اجتماعی و سیاسی برای بنگاه منجر می‌شود و در مقابل، رفاه مصرف‌کنندگان را کاهش می‌دهد (چرچ و ویر<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰).

قدرت بازار که عبارت از افزایش قیمت به بالاتر از سطح رقابتی است، موجب انتقال بخشی از رفاه مصرف‌کنندگان به تولیدکنندگان، از طریق اختصاص نامناسب منابع می‌شود و با ایجاد زیان ثابت یا به‌عبارتی، کاهش رفاه عمومی، موجب ناکارآمدی بازار می‌شود (ممی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵).

بخش انرژی، زیربنای اساسی فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی هر کشوری به‌شمار می‌رود و استفاده از آن به‌منظور توسعه اجتماعی و اقتصادی و نیز بهبود کیفیت زندگی در همه کشورها امری ضروری است (هپاسلی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۵). امروزه برق به‌عنوان یکی از مهمترین مصادیق انرژی، به یک نهاده حیاتی تبدیل شده است، به‌طوری‌که طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های مربوط به تولید، انتقال و مصرف را پشتیبانی می‌کند؛ اما دوگانگی بین کسب و کار برق و ساختار فیزیکی آن، بهره‌برداری از صنعت برق مدرن را مشکل کرده است. از دیدگاه کسب و کار، برق مانند دیگر کالاها (مثل نفت، گندم و غیره)، کالایی قابل مبادله است که می‌تواند داد و ستد شود و بازارهای آتی و خرید و فروش تأمین (پوشش‌دهنده ریسک) برای آن وجود داشته باشد؛ اما از دیدگاه ساختار فیزیکی، به‌دلیل اینکه ذخیره‌سازی برق در مقیاس انبوه از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر نیست، مبادله آن نیز به‌طور کامل با داد و ستد دیگر کالاها متفاوت است و فقط می‌تواند به‌صورت لحظه‌ای مبادله شود. این موضوع، اثر زیادی بر نحوه مدیریت برق به‌عنوان یک کالای قابل تجارت داشته و در مقایسه با دیگر کالاها، قیود زیادی بر سر راه قیمت‌کنونی و آینده آن به‌وجود می‌آورد. از طرفی، قیود زیاد ناشی از قوانین فیزیکی شبکه برق، تبادلات آن را پیچیده‌تر می‌کند (ممی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵).

بر این اساس، صنعت برق در ایران و جهان طی دهه‌های متوالی، حالت انحصار کامل داشته و مصرف‌کنندگان برق، برای خرید انرژی الکتریکی، ملزم به خرید از شرکت تولیدکننده برق منطقه خود، که دارای ساختار یکپارچه عمودی<sup>۳</sup> بوده و انحصار عرضه برق را در اختیار داشته، بوده‌اند. در این ساختار، این شرکت‌ها همزمان با تولید انرژی الکتریکی، انتقال آن از نیروگاه‌ها به مراکز بار و توزیع انرژی بین متقاضیان را بر عهده داشتند. با این وجود در دهه ۱۹۸۰، تعدادی از اقتصاددانان، موضوع به پایان رسیدن دوره این الگو را مطرح کردند. این محققان معتقد بودند که وضعیت انحصاری شرکت‌های برق، باعث انجام سرمایه‌گذاری‌های غیرضروری، کاهش انگیزه بهره‌برداری مؤثر و به‌طور کلی عملکرد غیراقتصادی و نابهینه در تولید و توزیع انرژی الکتریکی می‌شود؛ زیرا این شرکت‌ها به‌راحتی هزینه اشتباهات و ناکارایی خود را بر مردم و مصرف‌کنندگان انرژی تحمیل می‌کنند و از طرفی، وابستگی اغلب این شرکت‌ها به دولت‌ها و قیمت‌های دستوری نیز به‌نوبه خود، منشأ برخی از مشکلات و ناکارایی‌ها است (معینی و همکاران، ۱۳۹۲).

1. Church & Ware (2000)

2. Hepbasli (2005)

3. Vertically Integrated

نگرش جدید در سال‌های اخیر، برق را به‌عنوان کالایی که همچون دیگر کالاها مبادله می‌شود، در نظر گرفته و در جهت جلوگیری از انحصار (اعم از خصوصی و دولتی)، حرکت کرده است. این تحول از سوی بازار انحصاری به‌سوی بازار رقابتی برق، به‌عنوان تجدید ساختار<sup>۱</sup> برق نامیده می‌شود. در صنعت برق تجدید ساختار شده، انرژی برق همچون یک کالای تجاری در بازار برق مبادله می‌شود و قوانین اقتصادی حاکم بر کالاهای مختلف تجاری بر این کالا نیز حاکم می‌باشد. در ساختار جدید، انرژی الکتریکی می‌تواند توسط بنگاه‌های معاملاتی و یا بازارهای واسطه بین فروشندگان (تولیدکنندگان) و خریداران (مصرف‌کنندگان) مبادله شود (دشت‌بزرگ و علی‌آبادی، ۱۳۹۳). هدف استراتژی تجدید ساختار، جایگزینی شرکت‌های انحصاری قدیمی و تحت کنترل دولت با شرکت‌های خصوصی‌سازی شده‌ای است که با یکدیگر به رقابت پرداخته و به‌صورتی کارا، سرمایه‌گذاری می‌کنند و محصولاتی را با نازل‌ترین و کاراترین قیمت فراهم می‌نمایند (پیتمن<sup>۲</sup>، ۲۰۰۷).

تا سال ۱۹۸۰، اغلب کشورهای دنیا متکی به انحصارات دولتی بودند، اما در اواسط دهه ۱۹۹۰، بیش از ۳۰ کشور و یا نواحی گوناگون در کشورهای مختلف، سیاست‌هایی را جهت اصلاح صنعت برق خود در پیش گرفتند (راجان و رام<sup>۳</sup>، ۲۰۰۰). بنابراین، از جمله مباحثی که هم اکنون پیش روی تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران صنعت برق در بسیاری از کشورهای دنیا قرار دارد، تفکر تجدید ساختار این صنعت مطابق با روند افزایش کارایی و رقابت در دیگر صنایع است. به تعبیر طرفداران آن، لزوم حرکت در این مسیر، به‌دلایل مختلفی چون سرمایه‌بر بودن، ناکارایی اقتصادی، ساختار سنتی و انحصاری بودن آن، غیرقابل انکار می‌باشد (سیاهکلی، ۱۳۸۱).

## ۲-۳. وضعیت صنعت برق در ایران

صنعت برق در ایران طی سال‌های ۱۳۱۵-۱۳۸۰ از طریق بخش خصوصی فعالیت داشت. در این دوره، خرید، راه‌اندازی، مالکیت و مدیریت صنعت برق توسط اشخاص و بخش خصوصی صورت می‌گرفت و نظارت و نرخ‌گذاری توسط شهرداری‌ها و وزارت کشور (بلدیه و امور داخله) انجام می‌شد. طی سال‌های ۱۳۴۰-۱۳۱۶، بخش خصوصی و عمومی به‌صورت موازی در این صنعت فعالیت می‌کردند. در سال‌های ۱۳۶۸-۱۳۴۱، گرایش بیشتری به تمرکز و فعالیت بخش دولتی در این صنعت به‌وجود آمد. از سال ۱۳۶۸ به‌بعد نیز گرایش به‌عدم تمرکز و تجدید ساختار و خصوصی‌سازی در صنعت برق پدیدار شد. در این دوره کاهش وظایف تصدی‌گری در صنعت برق آغاز و اقداماتی از قبیل واگذاری برخی از تأسیسات و بسیاری از وظایف شرکت توانیر به شرکت‌های برق منطقه‌ای، خودگردانی نیروگاه‌ها و تشکیل شرکت‌های غیردولتی، تشکیل شرکت‌های توزیع نیروی برق استانی، تأسیس شرکت سرمایه‌گذاری نیرو، تأسیس شرکت مدیریت پروژه‌های نیروگاهی و تأسیس سازمان توسعه برق ایران انجام شد.

1. Restructuring
2. Pittman (2007)
3. Rajan & Ram (2000)

تجدید ساختار در صنعت برق ایران، با تأسیس و استقرار بازار برق در سال ۱۳۸۲ انجام شد که در آن، شاخصه‌هایی همچون رقابت، انگیزه مالی، نظارت مستمر و مناسب، دسترسی باز به اطلاعات و علائم مالی ایجاد شده، همراه با شکست ساختار عمودی قبلی حاکم بر صنعت، و تفکیک بخش‌های اصلی آن از یکدیگر، محقق شده است. بازار برق ایران با راه‌اندازی و فعال‌سازی ترانزیت برق، قراردادهای دوجانبه، بورس برق و بازار خرده‌فروشی در حال تکمیل شدن می‌باشد (دشت‌بزرگ و علی‌آبادی، ۱۳۹۳).

صنعت برق ایران در سال ۱۳۹۶ با تولید ۲۶۵ میلیارد کیلووات ساعت برق، رتبه شانزدهم تولید برق در دنیا و رتبه دوم منطقه پس از عربستان سعودی را به خود اختصاص داده است. در این سال، کشورهای چین و آمریکا به ترتیب با ۶۱۴۲ و ۴۰۸۸ میلیارد کیلووات ساعت، بیشترین میزان تولید برق در دنیا را به خود اختصاص داده‌اند. ایران نیز از حیث میزان تولید تقریباً با تایوان، اسپانیا، ترکیه و استرالیا در یک گروه قرار دارد. در سال ۱۳۹۹، رتبه ایران در تولید برق در دنیا ارتقاء یافته و به رتبه چهاردهم رسیده است که بیانگر بهبود دستاوردهای بخش زیرساختی صنعت برق می‌باشد. از طرفی، در سال‌های اخیر، تولید برق از طریق نیروگاه‌های خورشیدی نیز در ایران مورد توجه قرار گرفته است؛ به‌طوری‌که در خرداد ماه ۱۴۰۱ نیروگاه‌های برق خورشیدی، سهمی ۴۹ درصدی از کل انرژی‌های تجدیدپذیر را به خود اختصاص داده‌اند و برنامه‌ریزان اقتصادی کشور نیز در تلاش هستند که ۱۰ درصد از انرژی برق تولیدی در کشور را از طریق نیروگاه‌های خورشیدی تأمین نمایند (خبرگزاری جمهوری اسلامی، ۱۴۰۱).

با وجود اهمیت رقابتی ساختن صنایع (از جمله صنعت برق به‌عنوان صنعتی تأثیرگذار بر سایر صنایع)، تجارب کشورهای مختلف در خصوص تجدید ساختار برق، متفاوت و در پاره‌ای از موارد، مغایر با یکدیگر است؛ به‌گونه‌ای که برخی به موفقیت و برخی به شکست انجامیده است.

بدین ترتیب، در پژوهش حاضر، با هدف پاسخ به این سؤال که تجدید ساختار صنعت برق در ایران در چه مرحله‌ای است و عملکرد بازار برق ایران از سطح رقابتی فاصله دارد یا خیر، رقابت‌پذیری صنعت برق به‌طور جامع و با استفاده از هر دو رویکرد ساختاری و غیرساختاری، بررسی می‌شود.

### ۳-۳. درجه تمرکز و روش‌های اندازه‌گیری آن

یکی از روش‌ها برای تحلیل رقابتی بودن بازار، محاسبه میزان تمرکز بازار است. تمرکز بازار، یکی از خصوصیات سازمانی بازار است که به کمک آن، ماهیت قیمت‌گذاری و درجه رقابت یا انحصار در بازار مشخص می‌شود (نیوبری<sup>۱</sup>، ۱۹۹۵). درجه تمرکز فروشندگان در بازار توسط تعداد فروشندگان و چگونگی توزیع اندازه آنها تعیین می‌شود. نظریه‌های اقتصادی و بسیاری از کارهای تجربی، بیانگر آن هستند که رقابت در بازار به شدت متأثر از درجه تمرکز بازار است. بازارهای واقعی را با توجه به مقدار شاخص تمرکز می‌توان از انحصار تا رقابت تقسیم‌بندی نمود. قدرت بازار در بازاری متمرکز و غیررقابتی، از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد شد و بازیگران در این بازارها، از توانایی بالقوه بیشتری برای اعمال قدرت بازار و در نتیجه، رفتارهای غیررقابتی برخوردار خواهند بود. از این رو، شناسایی و تخفیف منشأ این نگرانی‌ها، در اولویت

دستور کار تنظیم‌کنندگان بازار قرار دارد. بدین جهت، شاخص‌هایی برای شناسایی این قدرت تعریف می‌شوند (رزمی و همکاران، ۱۳۸۹). در ادبیات اقتصاد صنعتی در خصوص اندازه‌گیری رقابت و انحصار، دو رویکرد ساختاری و غیرساختاری مطرح می‌گردد که در بخش بعدی، به شرح آنها پرداخته می‌شود.

### ۱-۳-۳. شاخص‌های ساختاری

شاخص‌های ساختاری مبتنی بر پارادایم «ساختار-رفتار-عملکرد»<sup>۱</sup> شکل گرفته‌اند. این پارادایم، پیش‌بینی می‌کند که شرایط بنیادی بازار (شرایط عرضه و تقاضا)، موجب شکل‌گیری ساختار بازار می‌شود. ساختار بازار، رفتار بنگاه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و رفتار بنگاه‌ها به‌نوبه خود، عملکرد آنها را تعیین می‌کند (حق‌نژاد، ۱۳۹۸). بر این اساس، یک رابطه علی یک طرفه از ساختار بازار، به رفتار بنگاه‌ها و از رفتار بنگاه‌ها، به‌عملکرد بازار وجود دارد. علاوه بر این، سیاست‌های مختلف دولت نیز ساختار بازار، رفتار بنگاه‌های درون بازار و عملکرد بازار را تحت تأثیر قرار می‌دهد (پیندایک و رابینفلد، ۲۰۱۸).

شاخص‌های ساختاری (همانند شاخص‌های هرfindahl-هیرشمن<sup>۳</sup> HHI، هانا و کای<sup>۴</sup>، آنتروپی<sup>۵</sup> و ...) که تنها میزان پتانسیل قدرت بازار را اندازه‌گیری می‌کنند و در واقع از دیدگاه این نوع شاخص‌ها، نمی‌توان به وجود قدرت بازاری مطمئن بود. گروهی دیگر از شاخص‌های مربوط به این پارادایم، به نام شاخص‌های رفتاری (همانند شاخص لرنر<sup>۶</sup>، روچیلد<sup>۷</sup>، رفاه از دست رفته<sup>۸</sup> و ...) وجود دارند که میزان استفاده از قدرت بازاری در بازار را توسط بنگاه اندازه‌گیری می‌کنند (ممی‌پور و همکاران، ۱۳۹۵). در این مقاله، از میان شاخص‌های ساختاری، از شاخص ضریب آنتروپی استفاده می‌شود. معیار آنتروپی به‌عنوان گزینه‌ای برای واریانس به‌کار برده می‌شود، در واقع آنتروپی معیار معکوس تمرکز است، هنگامی که آنتروپی افزایش می‌یابد، تمرکز کاسته می‌شود:

$$E = \sum_{i=1}^n S_i \cdot \log\left(\frac{1}{S_i}\right) \quad , \quad 0 \leq E \leq \log(n) \quad (1)$$

در رابطه بالا،  $S_i$  همان سهم بازار است و مقدار این شاخص برای بازار انحصاری برابر با صفر است و با رقابتی شدن بازار، به‌طور غیرخطی افزایش می‌یابد (واسیلوپولوس<sup>۹</sup>، ۲۰۰۳).

1. Structure-conduct-Performance
2. Pindyck & Rubinfeld (2018)
3. Herfindahl-Hirschman Index
4. Hanna & Kai
5. Entropy index
6. Lerner Index
7. Rothchild Index
8. Dead Weight Loss
9. Vassilopoulos (2003)

## ۲-۳-۳. شاخص‌های غیرساختاری

در مواجهه با نواقص رویکردهای ساختاری، روش‌های غیرساختاری رفتار رقابتی، در اواخر دهه ۱۹۷۰ و پس از آن توسعه یافتند. هدف این روش‌ها، دستیابی به یک معیار مستقیم رفتار بنگاه‌ها بوده است. رویکردهای غیرساختاری، به‌عنوان رویکردهای سازمان صنعتی تجربی جدید، بدون استفاده از اطلاعات صریح مربوط به ساختار بازار، با استفاده از برآورد مستقیم هزینه نهایی، به تجزیه و تحلیل رفتار رقابتی بنگاه‌ها می‌پردازند (آجیده و آدرمی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵). مدل پانزار-راس<sup>۲</sup> و مدل مارک آپ<sup>۳</sup> برسناهان-لئو<sup>۴</sup>، دو مورد مهم از این رویکردها هستند. در این مقاله، از میان شاخص‌های غیرساختاری، از شاخص پانزار-راس استفاده می‌شود.

در رویکرد غیر ساختاری پانزار-راس، از اطلاعات رفتار و عملکرد واقعی بنگاه‌ها، به‌منظور محاسبه درجه رقابت استفاده می‌شود. در حالت تعادل، سود نهایی بنگاه برابر با صفر خواهد بود و بدین ترتیب، درآمد نهایی برابر با هزینه نهایی است:

$$\pi_{it} = TR_{it} - TC_{it} = 0 \quad (۲)$$

$$MR_{it}(Q_{it}, n, Z_{it}) = MC_{it}(Q_{it}, W_{it}, T_{it}) \quad (۳)$$

در روابط ۲ و ۳،  $\pi_{it}$  حجم سود،  $TR_{it}$  درآمد کل،  $TC_{it}$  هزینه کل،  $MR_{it}$  درآمد نهایی،  $MC_{it}$  هزینه نهایی،  $Q_{it}$  تولید لامین بنگاه تولید برق در زمان  $t$ ، تعداد بنگاه‌های تولید برق در بازار،  $Z_{it}$  دیگر متغیرهای برونزای اثرگذار بر درآمد،  $W_{it}$  قیمت نهاده تولید،  $T_{it}$  دیگر متغیرهای برونزای اثرگذار بر هزینه، همچنین  $i = 1, \dots, n$  ابعاد مقطعی و  $t = 1, \dots, T$  ابعاد زمانی مشاهدات تابلویی را نشان می‌دهند. شاخص پانزار-راس با توجه به رابطه خطی-لگاریتمی درآمد و هزینه نهایی، به‌صورت رابطه ۴ و ۵ محاسبه می‌شود (پانزار راس<sup>۵</sup>، ۱۹۸۷):

$$\ln(MR_{it}) = \delta_0 + \delta_1 \ln(Q_{it}) + \sum \gamma_i \ln(Z_{it}) \quad (۴)$$

$$\ln(MC_{it}) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(Q_{it}) + \sum \beta_i \ln(W_{it}) + \sum \varpi_i \ln(T_{it}) \quad (۵)$$

روابط تابع تقاضای محصول و تابع فرم خلاصه شده درآمد، به‌شرح زیر است (بیکر و هاف<sup>۶</sup>، ۲۰۰۲):  
تابع تقاضای محصول:

1. Ajide & Aderemi (2015)
2. Panzar Rosse
3. Mark-up
4. Bresnahan & lau
5. Panzar Rosse (1987)
6. Bikker & Haaf (2002)

$$\ln(P_{it}) = \varphi_0 + \mu \ln \sum_{i=1}^n Q_{it} \quad (6)$$

تابع فرم خلاصه شده درآمد:

$$\ln(TR_{it}) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(Q_{it}) \sum_{i=1}^n \beta_i \ln(W_{it}) \quad (7)$$

براساس داده‌های ارائه شده توسط مرکز آمار ایران، کلیه صنایع کشور به‌منظور تولید محصولات در فرایند تولیدی خود، از ۴ نهاد نیروی کار، سرمایه و انرژی بهره می‌برند. بدین ترتیب، تابع فرم خلاصه شده درآمد مرتبط با صنعت برق کشور، به‌صورت رابطه ۱۰ است:

$$\ln(TR_{it}) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(Q_{it}) + \beta_L \ln(W_{Lit}) + \beta_K \ln(W_{Kit}) + \beta_E \ln(W_{Eit}) \quad (8)$$

در رابطه ۸،  $W_{Lit}$  قیمت نهاد نیروی کار،  $W_{Kit}$  قیمت نهاد سرمایه،  $W_{Eit}$  قیمت نهاد انرژی آامین بنگاه تولید برق در دروه زمانی  $t$  است. شاخص پانزار-راس به‌وسیله مجموع کشش درآمد کل نسبت به قیمت نهاد بنگاه محاسبه می‌شود. براساس مدل فرم خلاص شده درآمد کل، آماره  $H$  و رابطه نهایی شاخص پانزار-راس به‌صورت رابطه ۹ و ۱۰ است (چن و لیاو، ۲۰۱۱):

$$PRH = \sum_{i=1}^3 \frac{\partial \ln(TR_{it})}{\partial \ln(W_{it})} = \sum_{i=1}^3 \frac{\partial TR_{it}}{\partial W_{it}} \frac{W_{it}}{TR_{it}}, \quad i = L, K, E \quad (9)$$

$$PRH = \sum_{i=1}^3 \beta_i = \beta_L + \beta_K + \beta_E \quad (10)$$

در رابطه ۹ و ۱۰،  $TR_{it}$  درآمد کل بنگاه،  $W_{it}$  قیمت نهاد تولید،  $\beta_L$  کشش درآمد کل نسبت به قیمت نیروی کار،  $\beta_K$  کشش درآمد کل نسبت به قیمت سرمایه و  $\beta_E$  کشش درآمد کل نسبت به قیمت انرژی است. مقادیر محاسبه شده در دامنه  $-\infty$  و ۱ قرار دارد. اگر  $\sum_{i=1}^3 \beta_i = 1$ ، بازار حالت رقابتی دارد و کاهش (افزایش) در قیمت نهاده‌ها، موجب کاهش (افزایش) یکسان در هزینه نهایی و درآمد نهایی می‌شود.

اگر  $0 < \sum_{i=1}^3 \beta_i < 1$ ، بازار حالت رقابت انحصاری دارد و مابین رقابت و انحصار است. کاهش (افزایش) در قیمت نهاد، موجب کاهش (افزایش) بیشتر هزینه نهایی نسبت به درآمد نهایی می‌شود. اگر  $\sum_{i=1}^3 \beta_i \leq 0$ ، بازار حالت انحصاری دارد و کاهش (افزایش) در قیمت نهاد، موجب کاهش (افزایش) هزینه نهایی شده و همچنین در ادامه، موجب عدم تغییر درآمد نهایی ( $PRH=0$ ) و یا کاهش درآمد نهایی ( $PRH<0$ ) می‌شود. اما اگر فرایند تعدیل به سمت مقدار تعادلی یا مطلوب یکی از عوامل تولید (در حضور هزینه‌های تعدیل یا دیگر عوامل) به‌صورت تدریجی انجام شود، باید وقفه یا وقفه‌های متغیر وابسته را به‌سمت راست معادله ۱۰ اضافه کرد. بدین ترتیب، معادله ۹ به معادله پویای زیر تبدیل می‌شود:

$$\ln(TR_{it}) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(TR_{i(t-1)}) + \alpha_2 \ln(Q_{it}) + \beta_L \ln(W_{Lit}) + \beta_K \ln(W_{Kit}) + \beta_E \ln(W_{Eit}) + \omega_{it} \quad (11)$$

در تصریح پویا، معیار پانزار-راس برای ارزیابی ساختار بازاری، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$PRH = \frac{\sum_{i=1}^3 \beta_i}{1-\alpha_1} \quad (12)$$

#### ۴. تصریح الگو

در این مقاله، برای تعیین درجه رقابت به روش ساختاری در صنعت برق ایران طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۰ برای ۹ شرکت برق منطقه‌ای<sup>۱</sup> که دسترسی به اطلاعات‌شان امکان‌پذیر بود، از روش ضریب آنتروپی استفاده می‌شود. ضریب آنتروپی با استفاده از فرمول زیر، محاسبه می‌گردد:

$$E = \sum_{i=1}^n S_i \cdot \log\left(\frac{1}{S_i}\right) \quad , \quad 0 \leq E \leq \log(n) \quad (13)$$

با توجه به وجود ۸۱ داده برای ۹ مقطع طی دوره ۱۳۹۸-۱۳۹۰، مقدار عددی این شاخص، باید عددی بین صفر تا ۱/۹۰۸۵ باشد:

$$0 \leq E \leq \log(81) \rightarrow 0 \leq E \leq 1/9085 \quad (14)$$

مقدار این شاخص برای بازار انحصاری برابر با صفر است و با رقابتی شدن بازار، به‌طور غیرخطی افزایش می‌یابد. محاسبه مقدار آماره مذکور برای شرکت‌های برق منطقه‌ای مورد نظر در این مقاله، عددی برابر با ۰/۲۱۵ را به دست می‌دهد و حکایت از آن دارد که شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران، از حالت انحصاری فاصله گرفته، و به سوی شرایط رقابتی شدن پیش می‌روند.

به‌منظور مقایسه نتایج دو روش ساختاری و غیرساختاری در ارزیابی رقابت‌پذیری در صنعت برق ایران، در این مقاله، از رویکرد غیرساختاری پانزار-راس استفاده می‌شود. برآورد شاخص مذکور با به‌کارگیری روش تخمین‌زننده گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) انجام می‌گردد. بدین ترتیب، معادله (۱۵) برای صنعت برق ایران در نظر گرفته می‌شود:

$$\begin{aligned} \ln(TR_{it}) = & \alpha_0 + \alpha_1 \ln(TR_{i(t-1)}) + \alpha_2 \ln(Q_{it}) + \beta_L \ln(W_{Lit}) + \\ & \beta_K \ln(W_{Kit}) + \beta_E \ln(W_{Eit}) + \omega_{it} \end{aligned} \quad (15)$$

در رابطه (۱۶)، برای متغیرهای  $\ln(TR_{it})$  لگاریتم درآمد کل تحقق‌یافته شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران،  $\ln(Q_{it})$  لگاریتم تولیدات شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران،  $\ln(W_{Lit})$  لگاریتم نسبت هزینه دستمزد و حقوق به تعداد نیروی کار شاغل در شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران،  $\ln(W_{Eit})$  لگاریتم نسبت کل هزینه‌های صرف شده برای منابع سوخت انرژی به مقدار فیزیکی این منابع استفاده شده توسط شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران،  $\ln(W_{Kit})$  لگاریتم نرخ اجاره سرمایه در شرکت‌های برق منطقه‌ای

۱. شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران شامل شرکت برق منطقه‌ای اصفهان، باختر، تهران، خراسان، فارس، کرمان، گیلان، هرمزگان و یزد می‌باشد.

ایران در نظر گرفته می‌شود. کلیه متغیرها به واحد میلیارد ریال بوده و از سایت شرکت‌های برق منطقه‌ای ایران استخراج شده‌اند. آمار توصیفی متغیرهای الگوی (۱۵) در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱: آماره‌های توصیفی ۹ شرکت برق منطقه‌ای ایران در دوره زمانی ۱۳۹۸-۱۳۹۰

نام متغیر	میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف معیار
$TR_{it}$ درآمد کل	۴۹۷۰۶۳۰۵۷۹۹	۲۸۵۲۷۳۶۶/۲۸	۲۰۲۲۸۱۸۱۶۸۷۷/۸	۴۵۱۰۵۱۸۶۹۵۶
$TC_{it}$ هزینه کل	۳۲۷۱۵۵۵۷۳۹۱	۴۰۲۰۱۳۴۶۶۰	۱۴۰۶۲۰۹۸۹۹۰۸	۲۳۶۹۹۲۷۰۷۸۹
$W_{Lit}$ قیمت نیروی کار	۳۹۰۶۲/۹	۵۰۶۵/۹۵۱	۲۲۳۸۹۳/۹	۳۵۷۴۳/۴۹
$W_{Kit}$ قیمت سرمایه	۱۷/۷۷	۱۵	۲۲	۲/۶۷
$W_{Eit}$ قیمت انرژی	۲۳۲۲/۲۲	۱۰۵۰	۲۸۶۳	۶۴۹/۴۹
$Q_{it}$ سطح تولیدات	۱۹۰۱۷۴۳۷۵/۶۰	۱۵۷۸۴۸۰۲۳	۲۲۸۶۰۰۲۸۲/۷۲۵	۲۶۱۹۹۲۷۱/۹۳

منبع: سالنامه‌های آماری شرکت‌های منتخب برق منطقه‌ای (۱۳۹۸-۱۳۹۰)

#### ۴-۱. برآورد الگو به‌روش تخمین زنده گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)

از آنجایی که در مدل (۱۵)، وقفه مرتبه اول متغیر وابسته وجود دارد، دیگر نمی‌توان از روش‌های رایج داده‌های تابلویی مانند اثرات ثابت یا تصادفی استفاده نمود. اگر وقفه متغیر وابسته در سمت راست مدل وجود داشته باشد، آنگاه تخمین زنده‌های اثرات ثابت و تصادفی، نه تنها تورش‌دار هستند، بلکه ناسازگار نیز خواهند بود. حد احتمال تخمین زنده اثرات ثابت (LSDV)<sup>۱</sup> زمانی که  $N$  به سمت بی‌نهایت میل می‌کند، از مرتبه  $T^{-1}$  است و در ضمن برای  $T$ های کوچک، این تورش همواره منفی است. برای از بین بردن این تورش و همبستگی که بین متغیر توضیحی تبدیل یافته و جمله خطا، از تخمین زنده‌های  $IV$ <sup>۲</sup> GMM استفاده می‌شود که برای داده‌های خرد یعنی زمانی که تعداد مقاطع در مقایسه با تعداد زمان‌ها بسیار بیشتر است، استفاده می‌شود<sup>۳</sup> (بالتاجی<sup>۴</sup>، ۲۰۰۸).

قبل از برآورد الگو، لازم است از مانایی متغیرها اطمینان حاصل شود، اما با توجه به ترکیبی بودن داده‌ها، ابتدا باید آزمون استقلال مقطعی پسران انجام شود و سپس براساس نتیجه آن، نوع آزمون مانایی انتخاب گردد. اگر آماره محاسباتی آزمون استقلال مقطعی در یک سطح معناداری معین، از مقدار بحرانی توزیع نرمال استاندارد بیشتر باشد، در آن صورت، فرضیه صفر این آزمون مبنی بر استقلال مقطعی، رد شده و وابستگی مقطعی نتیجه‌گیری خواهد شد. در چنین شرایطی، باید از آزمون مانایی پسران استفاده کرد و در غیراین صورت، استفاده از آزمون‌های معمول مانایی از قبیل لین-لوین-چاو و ایم-شین-پسران و فیشر بلامانع است (دهویز و سارافیدیس<sup>۵</sup>، ۲۰۰۶).

1. Least Square Dummy Variable

2. Instrumental Variable-Generalized Methods of Moment

۳. اغلب موارد،  $T$  تک رقمی است.

4. Baltagi (2008)

5. De Hoyos & Sarafidis (2006)



نتیجه آزمون استقلال مقطعی پسران، آماره‌ای برابر با ۰/۴۵۴ با احتمال ۰/۶۵ را به دست داد. در نتیجه، فرضیه صفر رد نمی‌شود و وابستگی مقطعی وجود ندارد. پس می‌توان از یکی از آزمون‌های رایج مانایی استفاده کرد. در این مقاله، از آزمون مانایی لین، لوین و چاو استفاده می‌شود.

### جدول ۲: نتایج آزمون مانایی لین، لوین و چاو

متغیر	آماره	احتمال آماره	نتیجه آزمون
$\ln(TR_{it})$ لگاریتم درآمد کل	-۴/۱۳۴	۰/۰۰۰	مانا در سطح
$\ln(Q_{it})$ لگاریتم سطح تولیدات	-۴/۳۰۴	۰/۰۰۰	مانا در سطح
$\ln(W_{Kit})$ لگاریتم قیمت نهاده سرمایه	-۲/۷۶۶	۰/۰۰۳	مانا در سطح
$\ln(W_{Eit})$ لگاریتم قیمت نهاده انرژی	۳/۴۱۰	۰/۰۰۳	مانا در سطح
$\ln(W_{Lit})$ لگاریتم قیمت نهاده نیروی کار	-۲/۲۵۹	۰/۰۱۲	مانا در سطح

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق با نتایج جدول (۲)، کلیه متغیرها در سطح مانا هستند و می‌توان بدون نگرانی از بروز رگرسیون کاذب، به برآورد الگو پرداخت. نتایج برآورد الگوی (۱۵) به روش GMM، در جدول (۳) نشان داده شده است.

### جدول ۳: نتایج برآورد الگوی (۱۵) به روش GMM

متغیر	ضریب برآوردی	آماره	احتمال آماره
$\ln(TR_{i(t-1)})$ لگاریتم درآمد کل	-۰/۹۹۴	-۳/۸۳	۰/۰۰۰
$\ln(Q_{it})$ لگاریتم سطح تولیدات	-۰/۰۷۳	-۰/۹۷	۰/۳۳۰
$\ln(W_{Kit})$ لگاریتم قیمت نهاده سرمایه	-۰/۵۹۴	-۲/۸۷	۰/۰۰۴
$\ln(W_{Eit})$ لگاریتم قیمت نهاده انرژی	۰/۹۹۷	۲/۴۹	۰/۰۱۳
$\ln(W_{Lit})$ لگاریتم قیمت نهاده نیروی کار	۰/۱۰۳	۱/۸۳	۰/۰۶۷
C عرض از مبدأ	۰/۳۴۲	۴/۸۰	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

سازگاری تخمین‌زننده GMM، به معتر بودن فرض عدم همبستگی سریالی جملات خطا و ابزارها بستگی دارد که می‌تواند به‌وسیله آزمون تصریح شده توسط آرانو و باند<sup>۱</sup> و بلوندل<sup>۲</sup> و باند آزمون شود. این آزمون، وجود همبستگی سریالی مرتبه دوم در جملات خطای تفاضلی مرتبه اول را آزمون می‌کند. عدم رد فرضیه صفر هر دو آزمون، شواهدی را دال بر فرض عدم همبستگی سریالی فراهم می‌کند. اگر همبستگی

1. Arellano and Bond

2. Blundell

سریالی مرتبه دوم در جملات خطا، از معادله تفاضلی مرتبه اول وجود نداشته باشد، تخمین زننده GMM سازگار است.

جدول ۴: نتایج آزمون خودهمبستگی و سارگان

احتمال	آماره	نوع آزمون
۰/۰۰۶	۲/۷۱۴	تفاضل مرتبه اول
۰/۹۸۲	-۰/۰۲۲۸	تفاضل مرتبه دوم
۰/۹۸۹	۰/۹۰۵۱	سارگان

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج آزمون‌های سارگان و آرانو و باند در جدول (۴)، حاکی از عدم همبستگی سریالی در وقفه دوم و معتبر بودن ابزارهای مورد استفاده در مدل است. بدین ترتیب، مدل برآورد شده با تفاضل وقفه‌دار مرتبه اول، روش مناسبی برای تخمین مدل بوده و دارای تورش تصریح مدل نمی‌باشد. با توجه به نتایج برآورد، اکنون به محاسبه شاخص پانزار-راس از طریق فرمول زیر اقدام می‌شود:

$$PRH = \frac{\sum_{i=1}^3 \beta_i}{1 - \alpha_1} \rightarrow PRH = \frac{0/103 - 0/594 + 0/997}{1 + 0/994} = 0/253 \quad (16)$$

در این شاخص، اگر  $\sum_{i=1}^4 \beta_i = 1$ ، بازار حالت رقابتی دارد و کاهش (افزایش) در قیمت نهاده‌ها، موجب کاهش (افزایش) یکسان در هزینه نهایی و درآمد نهایی می‌شود. اگر  $0 < \sum_{i=1}^3 \beta_i < 1$ ، بازار حالت رقابت انحصاری دارد و مابین رقابت و انحصار است. کاهش (افزایش) در قیمت نهاده، موجب کاهش (افزایش) بیشتر هزینه نهایی نسبت به درآمد نهایی می‌شود. اگر  $\sum_{i=1}^3 \beta_i \leq 0$ ، بازار حالت انحصاری دارد و کاهش (افزایش) در قیمت نهاده، موجب کاهش (افزایش) هزینه نهایی شده و همچنین در ادامه، موجب عدم تغییر درآمد نهایی ( $PRH=0$ ) و یا کاهش درآمد نهایی ( $PRH<0$ ) می‌شود.

با توجه به اینکه مقدار به‌دست آمده برای شاخص پانزار-راس بین عدد صفر و یک قرار دارد، شرکت‌های برق منطقه‌ای مورد بررسی، بین حالت رقابت و انحصار قرار دارند. به عبارتی، وضعیت صنعت برق که تا دهه‌های گذشته به‌صورت انحصاری بود، در سال‌های اخیر، از حالت انحصاری فاصله گرفته و به سمت رقابتی شدن پیش رفته است.

## ۵. نتیجه‌گیری

مقاله حاضر با هدف بررسی درجه رقابت‌پذیری در صنعت برق ایران، به‌عنوان یکی از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر کاهنده آلودگی محیط‌زیست و کمک‌کننده به رشد اقتصادی پایدار، طی دوره زمانی ۱۳۹۸-۱۳۹۰ انجام شد. با توجه به کامل نبودن اطلاعات مورد نیاز برای تمامی ۱۶ شرکت برق منطقه‌ای ایران، از اطلاعات ۹ شرکت برق منطقه‌ای که داده‌های آنها در دسترس بود، به‌عنوان نمونه آماری استفاده شد. با توجه به وجود دو رویکرد ساختاری و غیرساختاری در اندازه‌گیری درجه رقابت در صنایع مختلف، هر دو

روش در این مقاله، مورد استفاده قرار گرفت تا با مقایسه نتایج آنها، اطمینان بیشتری نسبت به درجه رقابت در صنعت برق ایران حاصل شود.

محاسبه ضریب آنتروپی که از روش‌های ساختاری در اندازه‌گیری رقابت‌پذیری به‌شمار می‌آید، عددی برابر با ۰/۲۱۵ را برای صنعت برق ایران طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۰ به‌دست داد. با توجه به اینکه عدد مذکور بین صفر و یک قرار دارد، نشان می‌دهد که تمرکز در صنعت برق ایران در دوره مورد بررسی، کاهش یافته و این صنعت در شرایط مابین حالت رقابتی و انحصاری قرار گرفته و به‌عبارتی، شرایط صنعت برق از حالت سنتی و انحصار کامل خارج شده است، هرچند هنوز نیازمند برقراری تمهیداتی برای رقابتی‌تر شدن و نزدیک شدن به رقابت کامل می‌باشد.

از طرفی، روش غیرساختاری پانزار-راس نیز برآورد شد و شاخص آن مورد محاسبه قرار گرفت که عدد ۰/۲۵۳ را به‌دست داد. این میزان شاخص غیرساختاری پانزار-راس نیز مؤید نتایج رویکرد غیرساختاری در صنعت برق ایران است.

به‌دلیل اینکه نتایج هر دو رویکرد ساختاری و غیرساختاری در محاسبه‌میزان رقابت‌پذیری در صنعت برق ایران، مؤید یکدیگر هستند، اطمینان بیشتری نسبت به نتیجه حاصل شده ایجاد می‌شود. با توجه به نقش مهم و مؤثر برق در سایر صنایع کشور، وجود رقابت بیشتر که به کاهش قیمت و افزایش تولید انرژی برق منجر می‌شود، از دیدگاه خرد، به افزایش مازاد رفاه مصرف‌کننده و تولیدکننده منتهی می‌گردد و از دیدگاه کلان نیز به کاهش آلودگی‌های زیست محیطی، کاهش بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدناپذیر و درنتیجه، اجرای عدالت بین‌نسلی و درنهایت، تحقق رشد و توسعه پایدار می‌انجامد.

اگرچه نتیجه حاصل از محاسبه شاخص‌های رقابت‌پذیری در این مقاله، بیانگر فاصله گرفتن صنعت فوق از حالت انحصاری و حرکت به‌سوی حالت رقابتی است، اما باید تلاش‌های بیشتری در راستای افزایش درجه رقابت و حصول رقابت کامل در کشور صورت گیرد. بدین ترتیب، مدیران و سیاست‌گذاران اقتصادی کشور، می‌باید ضمن برطرف کردن موانع قانونی موجود بر سر راه تجدید ساختار از حالت انحصار به رقابت کامل در صنعت برق کشور، تعداد نیروگاه‌های شبکه برق ایران را افزایش دهند تا میزان تمرکز و انحصار در بازار برق ایران کاهش یابد.

از طرفی، ایجاد فضای مناسب برای رقابت صحیح و سالم شرکت‌های برق، ارتقاء بهره‌وری نهاده‌های تولید و به‌کارگیری ترکیب بهینه نهاده‌ها از طریق پژوهش و توسعه و همچنین برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت برای ارتقاء سطح تولید و بهبود ساختار هزینه و تشویق و حمایت از نخبگان و مخترعان در راستای توسعه طرح‌ها و تکنولوژی‌های جدید تولید برق از قبیل تکنولوژی برق خورشیدی، می‌تواند به رقابتی‌تر شدن ساختار صنعت برق کمک نماید.

## References

- Ajide, F. M., & Aderemi, A. A. (2015). "Market Power of Nigerian Deposit Money Market: Evidence from Bresnehan-Lau's Approach". American journal of Economics, 5(1): 21-28.
- AmaniBeni, S., & Sheikh-El-Eslami, M.K. (2021). "Market Power Assessment in Electricity Markets Based on Social Network Analysis". Computers & Electrical Engineering, 94, 107302.
- Amountzias, C., Dagdeviren, H., & Patokos, T. (2017). "Pricing Decisions and Market Power in the UK Electricity Market: A VECM Approach". Energy Policy, 108: 467-473.
- Bagheri, A., & Nazeman, H. (2020). "Investigating Competition in Iran's Electricity Industry". The Journal of Planning and Budgeting, Institute for Management and Planning Studies, Vol. 25(1): 87-108, May (In Persian).
- Bikker, J. A., & Haaf, K. (2002). "Competition, Concentration and their Relationship: An Empirical Analysis of the Banking Industry". Journal of Banking and Finance, 26(11).
- Baltagi, B. H. (2008). *Econometric Analysis of Panel Data*. Chichester: John Wiley and Sons Ltd.
- Chen, S. H., & Liao, C. C. (2011) "Are Foreign Banks More Profitable than Domestic Banks? Home and Host Country Effects of Banking Market Structure, Governance and Supervision". Journal of Banking & Finance, 35(4): 819-839.
- Church, R., J., & Ware R. (2000). *Industrial Organization (Management and Organizations)*. McGraw-Hill Publishing Co. International Ed Edition, 832. ISBN: 0071166459.
- Dasht Bozorg, M., & Aliabadi, H. (2013). "Restructuring and Creation of Competition in the Electricity Industry: A Case Study". Iran's Electricity Market, 7<sup>th</sup>. Conference on Power Plants: 2-10 (In Persian).
- De Hoyos, R. E., & Sarafidis, V. (2006). "Testing for Cross-Sectional Dependence in Panel-Data Models". The stata journal, 6(4): 482-496.
- Haqnejad, A. (2010). Presenting a Method Based on the Panzar-Ross Model for Measuring the Degree of Competition in the Banking Industry: Empirical Application for the Iranian Banking Industry. PhD. thesis, Isfahan University (In Persian).
- Fetrous, M., Aghazadeh, A., & Jebraeili, S. (2012). "Investigating the Impact of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption on the Economic Growth of Selected Developing Countries (Including Iran): The Period of 1980-2009". Energy Economics Studies, 9(32): 72-51 (In Persian).
- Hepbasli, A. (2005). "Development and Restructuring of Turkey's Electricity Sector: A Review". Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier, Vol. 9(4)" 311-343.
- Kaminski, J. (2012). "The Development of Market Power in the Polish Power Generation Sector: A 10 Year Perspective". Energy Policy, 42: 136-147.
- Lundin, E., & Tangerås, T. (2020). "Cournot Competition in Wholesale Electricity Markets: The Nordic Power Exchange, Nord Pool". International Journal of Industrial Organization, Vol. 68, Issue C.

- Mamipur, S., Rabiei, M., & Heydari, K. (2016). "Survey of Market Power in the Electricity Market with Emphasis on Conditions of Plants in the Network". *JEMR*, 7(23): 75-101 (In Persian).
- Mamipour, S., Zeinali, M., & Heydari, K. (2016). "Evaluation of Monopoly Neighborhood and its Relation with Monopoly Power: Case Study of Iran's Electricity Market". *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, Faculty of Economics, Management and Business, University of Tabriz, Vol. 3(1): 29-58, June (In Persian).
- Moini, S., Sharifi, A., Khosh Akhlaq, R., & Azarbaijani, K. (2012). "Analysis of the Electricity Market in the Framework of Supply Mapping Equilibrium (SFE): A Case Study of Isfahan Region". *Energy Special*, 4(14): 59-83 (In Persian).
- Mudler, M., & Schoonbeek, L. (2013). "Decomposing Changes in Competition in the Dutch Electricity Market through the Residual Supply Index". *Energy Economics*, 39: 100-107.
- Nazemi, A., khoshakhlagh, R., Emadzadeh, M., & Sharifi, A. (2011). "Evaluation of Market Power in the Iranian Wholesale Electricity Market". *JEMR*, 2(4): 31-55 (In Persian).
- Newbery, D. M. (1995). "Power Markets and Market Power". *Energy Journal*, 16, No. 3: 39-66.
- Lerner, A. P. (1934). "The Concept of Monopoly and the Measurement of Monopoly Power". *Review of Economic Studies*, 1: 312-324.
- Panzer, J. C., & Rosse, J. N. (1987). "Testing for Monopoly Equilibrium". *The Journal of Industrial Economics*, 35(4): 443-456.
- Pittman, R. (2007), "Restructuring the Russian Electricity Sector: Re-creating California?". *Energy Policy*, Vol. 35: 1872-83.
- Pindyck, Robert S., & Rubinfeld, Daniel L. (2018). *Microeconomics*. Pearson Education, 9 edition.
- Rostamnia, N., & Rashid, T. A. (2019). "Investigating the Effect of Competitiveness Power in Estimating the Average Weighted Price in Electricity Market". *The Electricity Journal*, 32(8), 106628: 1-8.
- Rajan, A. T., & Ram, V. A. (2000). "Towards Developing a Processual Understanding of Power Sector Restructuring: The Case of Orissa State Electricity Board". *Utilities Policy*, Vol. 9: 93-105.
- Razmi, J., Ghaderi, S. F., & Zokaei Ashtiani, A. (2010). "Analysis of Competitive Assessment Indexes in Electricity Market of Iran". *Business Management*, 2(5): 60-41 (In Persian).
- Sattari, R., Emami, K., & Mohammadi, T. (2021). "Competitiveness of Iran's Power Industry". *Investing Science Quarterly*, 10(39): 264-249 (In Persian).
- Siahkali, H. (2002). "Comparison of Major Indicators in the Electricity Industry of Restructured Countries". 17<sup>th</sup>. International Electricity Conference, Iran, Tehran (In Persian).
- Shukla, U. K., & Thampy, A. (2011). "Analysis of Competition and Market Power in the Wholesale Electricity Market in India". *Energy Policy*, 39: 2699-2710.
- Vassilopoulos, P. (2003). *Models for the Identification of Market Power in Wholesale Electricity Markets*. University Paris IX-Dauphine U.F.R sciences of organization.

## Measuring the Level of Competitiveness in the Iranian Electricity Industry, Structural and Non-Structural Approach Aimed at Achieving Sustainable Economic Growth

Maedeh Azarbayejani<sup>1</sup>  
Mostafa Emadzadeh<sup>2</sup>  
Majid Sameti<sup>3</sup>

Received: 10-06-2022

Accepted: 24-06-2022

### Introduction:

According to the models of growth, renewable and non-renewable energy affect economic growth, but the consumption of renewable energy due to less pollution, contributes to sustainable growth. So, countries strive to create the conditions for the use of renewable energy, such as electricity. By balancing competition in market such as the electricity market, on the micro level surplus of consumer and producer welfare is maximized without government intervention, and the incentive for the private sector to enter the market increases. On the macro level, due to lower prices and increased production, electricity consumption as renewable energy increases and reduces environmental degradation and increases sustainable growth. Over the past decades, in the electricity industry, natural monopoly conditions have been established in the sectors of production, transmission and distribution, and the surplus of consumer and producer welfare has not been maximized, so government intervention was justified. In recent years, due to technological advances and the elimination of natural monopolies, the incentive for the private sector to enter the electricity sector has been strengthened. The purpose of this article is to measure the degree of competition in 9 electricity companies in Iran during the period 2011-2019.

### Methodology:

In order to measure the degree of competition in Iran's electricity industry, two structural approaches, i.e., Entropy coefficient and non-structural Panzar-Rosse were used.

The entropy measure is used as an alternative to variance, in fact entropy is the inverse measure of concentration, when entropy increases, concentration decreases:

$$E = \sum_{i=1}^n S_i \cdot \log\left(\frac{1}{S_i}\right) \quad , \quad 0 \leq E \leq \log(n) \quad (1)$$

$S_i$  is the market share and the value of this index is equal to zero for the monopoly market and increases nonlinearly as the market becomes more competitive.

- 
1. Ph.D. candidate in Economics, Islamic Azad University, Isfahan Branch (Khorasgan), Isfahan, Iran, E-mail: maedeh.azarbaiejani@khuisf.ac.ir
  2. Professor of Economics, Sheikhabahaei University, Isfahan, Iran, Corresponding Author, E-mail: emadzadeh@shbu.ac.ir
  3. Professor of Economics, Isfahan University, Isfahan, Iran, E-mail: sameti.majid.ui@gmail.com

Measurement of degree of competition by Panzar-Ross method, using the GMM method is as follows:

$$\ln(\text{TR}_{it}) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(Q_{it}) + \beta_L \ln(W_{L_{it}}) + \beta_K \ln(W_{K_{it}}) + \beta_E \ln(W_{E_{it}}) \quad (2)$$

$W_{L_{it}}$  is the labor input price,  $W_{K_{it}}$  is the capital input price,  $W_{E_{it}}$  is the energy input price of the power generation company  $i$  in the time period  $t$ .  $\text{TR}_{it}$  is total revenue,  $Q_{it}$  is production of the  $i$ -th power generation company at time  $t$ . In the dynamic specification, the Panzar-Rosse criterion for evaluating the market structure is defined as follows:

$$\text{PRH} = \frac{\sum_{i=1}^3 \beta_i}{1 - \alpha_1} \quad (3)$$

If  $\sum_{i=1}^3 \beta_i = 1$ , the market is competitive and a decrease (increase) in the price of inputs causes the same decrease (increase) in marginal cost and marginal revenue. If  $0 < \sum_{i=1}^3 \beta_i < 1$ , the market has monopolistic competition and is between competition and monopoly.

### **Results and Discussion:**

The calculation of entropy coefficient, which is one of the structural methods in measuring competitiveness, obtained a number equal to 0.215 for the Iranian electricity industry during 2011-2019. Considering that the mentioned number is between zero and one, it shows that the concentration in Iran's electricity industry has decreased during the period under review and this industry has been placed in a state between competitive and monopoly. In other words, the conditions of the electricity industry have moved out of the traditional state and full monopoly, although it still needs to establish arrangements to become more competitive and close to full competition. On the other hand, Panzar-Rosse non-structural method was also estimated and its index was calculated, which obtained a value of 0.253. This amount of Panzar-Rosse non-structural index also confirms the results of the non-structural approach in Iran's electricity industry. Due to the fact that the results of both structural and non-structural approaches in calculating the level of competitiveness in Iran's electricity industry confirm each other, more confidence is created regarding the obtained result.

### **Conclusion:**

Considering the important and effective role of electricity in other industries of the country, the existence of more competition that leads to a decrease in the price and increase in the production of electricity, from a micro point of view, it has led to an increase in consumer and producer surplus, and from a macro point of view, it has also led to a reduction in environmental pollution. Reducing the exploitation of non-renewable energies and as a result of intergenerational justice and ultimately the realization of sustainable growth and development. Although the results of the calculation of competitiveness indicators indicate that the electricity industry is moving away from the monopoly state and moving towards the

competitive state, more efforts should be made in order to increase the degree of competition and achieve complete competition in the country.

In this way, the country's economic managers and policy makers should increase the number of power plants in Iran's electricity network while removing the existing legal obstacles on the path of restructuring from monopoly to full competition in the country's electricity industry in order to reduce the level of concentration and monopoly in Iran's electricity market. On the other hand, creating a suitable environment for the correct and healthy competition of electricity companies, improving the productivity of production inputs and using the optimal combination of inputs through research and development, as well as short-term and long-term planning to improve the level of production and improve the cost structure, and encouraging and supporting elites and inventors in line with the development of new electricity production plans and technologies such as solar electricity technology can help to make the structure of the electricity industry more competitive.

**Keywords:** Competition, Market Power, Electricity Market, Sustainable Economic Growth.

**JEL Classification:** C62, D42, L94, O57





Contents	Page
■ Investigating the Effects of Energy Subsidies on Achieving Sustainable Development using Multiple Attribute Decision Making (MADM) Models and TOPSIS & VIKOR Evaluation Methods - Case Study of Iran, China, India, Saudi Arabia, Russia, Germany, USA and Japan <i>Ali Mohammadipour (Ph.D.)</i> .....	1
■ Simulation and Application of Parametric Corrections to Improve the Financial Misalignment of the Iranian Pension System <i>Naeim Shokri (Ph.D.), Abbas Assari Arani (Ph.D.), Ali Asgary (Ph.D.), Amirhossein Mozayani (Ph.D.) and Nematollah Akbari (Ph.D.)</i> .....	41
■ The Effects of Financial Sanctions on Iranian Economy <i>Leila Torki (Ph.D.) and Baran Mazaheri (M.A.)</i> .....	69
■ Exchange Rate Changes and their Impact on Some Macroeconomic Variables for the Iranian Economy under Sanctions <i>Parviz Davodi (Ph.D.) and Mohamadreza Sezavar (Ph.D.)</i> .....	99
■ The Effects of Sanctions and Oil Revenues on Exchange Rate Pass-Through <i>Mohammadjavad Khosrosereshki (Ph.D.) and Alireza Keikha (Ph.D.)</i> .....	119
■ Determining the Key Sectors of Yazd Province based on Multi Regional Input-Output Table <i>Farnaz Dehghan Banadkuki (M.A.) and Zahra Nasrollahi (Ph.D.)</i> .....	143
■ Nonlinear Threshold Effect of Medium-High Technology Exports on Total Factor Productivity in the Selected Developing and developed Countries: Panel Smooth Transition Regression (PSTR) Model <i>Susan Etemadinia (M.A.) and S. Jamaledin M. Zonouzi (Ph.D.)</i> .....	171
■ An Analysis of the Relationship between Economic Growth, Energy Consumption, and Ecological Footprint in Some Selected Developed and Developing Countries <i>Azam Esfahani (Ph.D.), Sara Ghobadi (Ph.D.) and Karim Azarbajejani (Ph.D.)</i> ...	203
■ The Asymmetric Effects of Economic Policy Uncertainty and Oil Price on Carbon Dioxide Emissions in Iran <i>Narges Sanjari Konarsandal (M.A.), Behnam Elyaspour (Ph.D.), and Roohollah Babaki (Ph.D.)</i> .....	233
■ Measuring the Level of Competitiveness in the Iranian Electricity Industry, Structural and Non-Structural Approach Aimed at Achieving Sustainable Economic Growth <i>Maedeh Azarbajejani (Ph.D.), Mostafa Emadzadeh (Ph.D.) and Majid Sameti (Ph.D.)</i> .....	261

In the name of Allah  
**Quarterly Journal of  
The Economic Research (Sustainable Growth and Development)**

---

<b>Publisher:</b>	<b>The Economic Research Center (ERC) Tarbiat Modares University.</b>
Executive Manager:	Parastoo Mohammadi, Assistant Professor of Economics
Editor in Chief:	Majid Sameti, Professor of Economics

---

Editorial Board:	Majid Ahmadian, Professor of Economics
	Hossein Asgharpour, Professor of Economics
	Abbas Assari Arani, Associate Professor of Economics
	Yadoallah Dadgar, Professor of Economics
	Morteza Ezzati, Associate Professor of Economics
	Mostafa Emadzadeh, Professor of Economics
	Abdolmajid Jalaiee, Professor of Economics
	Saeid Rasekhi, Professor of Economics
	Srdjan Redzepagic, Professor of Economics
	Hossein Sadeghi, Associate Professor of Economics
	Mostafa Salimifar, Professor of Economics
	Majid Sameti, Professor of Economics
Mansour Zaranejad, Professor of Economics	
Kazem Yavari, Professor of Economics	

---

Assistant Editors.	Dr. Lotfali Agheli kohneshahri Dr. Amir Hossein Mozayani
--------------------	---

---

Editorial Staff Secretary:	Mohammad Nowrouzi
----------------------------	-------------------

---

English Editor:	Dr. Lotfali Agheli kohneshahri
-----------------	--------------------------------

---

Persian Editor:	Seyed Mohammad Hasan Mostafavi
-----------------	--------------------------------

---

Journal Expert.	Maryam Talebi
-----------------	---------------

---

Type & layout.	Maryam Talebi
----------------	---------------

---

Address:	The Economic Research Center, Tarbiat Modares University P.O. Box : 14115-316, Tehran, Islamic Republic of Iran Tel: + 98 21 82883907, Fax: +98 21 82883911 & +98 21 88008571
E-mail:	Jerc@modares.ac.ir
Website:	<a href="http://ecor.modares.ac.ir/">http://ecor.modares.ac.ir/</a>



Quarterly Journal Of

# The Economic Research

(Sustainable Growth and Development)

Vol.22, No.4, Winter, 2022

ISSN: 1735-6768



- ◆ **Investigating the Effects of Energy Subsidies on Achieving Sustainable Development using Multiple Attribute Decision Making (MADM) Models and TOPSIS & VIKOR Evaluation Methods - Case Study of Iran, China, India, Saudi Arabia, Russia, Germany, USA and Japan**  
Ali Mohammadipour (Ph.D.).....1-40
- ◆ **Simulation and Application of Parametric Corrections to Improve the Financial Misalignment of the Iranian Pension System**  
Naeim Shokri (Ph.D.), Abbas Assari Arani (Ph.D.), Ali Asgary (Ph.D.), Amirhossein Mozayani (Ph.D.) and Nematollah Akbari (Ph.D.)..... 41-67
- ◆ **The Effects of Financial Sanctions on Iranian Economy**  
Leila Torki (Ph.D.) and Baran Mazaheri (M.A.).....69-98
- ◆ **Exchange Rate Changes and their Impact on Some Macroeconomic Variables for the Iranian Economy under Sanctions**  
Parviz Davodi (Ph.D.) and Mohamadreza Sezavar (Ph.D.)..... 99-117
- ◆ **The Effects of Sanctions and Oil Revenues on Exchange Rate Pass-Through**  
Mohammadjavad Khosrosereshki (Ph.D.) and Alireza Keikha (Ph.D.) ..119-142
- ◆ **Determining the Key Sectors of Yazd Province based on Multi Regional Input-Output Table**  
Farnaz Dehghan Banadkuki (M.A.) and Zahra Nasrollahi (Ph.D.)... 143-170
- ◆ **Nonlinear Threshold Effect of Medium-High Technology Exports on Total Factor Productivity in the Selected Developing and developed Countries: Panel Smooth Transition Regression (PSTR) Model**  
Susan Etemadinia (M.A.) and S. Jamaledin M. Zonouzi (Ph.D.) .... 171-202
- ◆ **An Analysis of the Relationship between Economic Growth, Energy Consumption, and Ecological Footprint in Some Selected Developed and Developing Countries**  
Azam Esfahani (Ph.D.), Sara Ghobadi (Ph.D.) and Karim Azarbayejani (Ph.D.) ..203-232
- ◆ **The Asymmetric Effects of Economic Policy Uncertainty and Oil Price on Carbon Dioxide Emissions in Iran**  
Narges Sanjari Konarsandal (M.A.), Behnam Elyaspour (Ph.D.), and Roohollah Babaki (Ph.D.) ..... 233-260
- ◆ **Measuring the Level of Competitiveness in the Iranian Electricity Industry, Structural and Non-Structural Approach Aimed at Achieving Sustainable Economic Growth**  
Maedeh Azarbayejani (Ph.D.), Mostafa Emadzadeh (Ph.D.) and Majid Sameti (Ph.D.) .....261-281