مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و پنجم، شماره دو، اردیبهشت ماه ۱۴۰۲(۶۹- ۵۵)

تأثیرپذیری غیرخطی رقابت‌پذیری و نوآوری بنگاه از سخت‌گیری در مقررات زیست‌محیطی؛ آزمون فرضیه پورتر

امیدعلی عادلی[1*]

oa.adeli@qom.ac.ir

یزدان گودرزی فراهانی[2]

علی اکبر ابراهیمی نژاد رفسنجانی[3]

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش:۹۹/۸/۲۷

چکیده

زمینه و هدف: یکی از برجسته‌ترین فرضیات حوزه اقتصاد محیط‌زیست، فرضیه پورتر است که توسط مایکل پورتر (۱۹۹۵) مطرح شد. این فرضیه بدین مسئله اشاره دارد که اگر کشوری مقررات محیط‌زیستی (ER) سخت‌گیرانه‌ای را نسبت به رقبایش به کار گیرد، در بلندمدت به صادرکننده فنّاوری‌های نوین زیست‌محیطی بدل خواهد شد. با توجه به اهمیت این فرضیه برای سیاست‌گذاران و بنگاه‌ها، مطالعات بسیاری برای اثبات یا رد این فرضیه انجام شده است. بر این اساس هدف پژوهش حاضر آزمون فرضیه پورتر (تأثیر پذیری رقابت پایری و نوآوری بنگاه از سختگیری در مقررات زیست محیطی) است

روش بررسی: در این پژوهش با استفاده از روش رگرسیون انتقال ملایم پنلی برای دوره زمانی ۲۰۰۰- ۲۰۱۵ فرضیه پورتر برای ۲۵ کشور عضو OECD آزمون شد.

یافته‌ها: نتیجه به‌دست‌آمده بیانگر این بوده است که متغیر شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی در بخش خطی و غیرخطی مدل دارای اثرات مثبت و معنی‌داری برافزایش در تعداد فنّاوری‌های منتخب حوزه محیط‌زیست بوده است. ضریب متغیر برآورد شده به این صورت بوده که شدت اثرگذاری این متغیر در بخش خطی برابر با ۰/۱۴۲ و در بخش غیرخطی برابر با ۰/۲۱۳ بوده است. همچنین سرعت گذار بین دو رژیم رشد شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی، با توجه به پارامتر گذار تخمین زده شده معادل ۳/۱۷ است.

۱- دانشیار، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه قم، قم، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۲- استادیار، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه قم، قم، ایران.

۳- دانشجوی دکتری اقتصاد اسلامی، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه قم، قم، ایران.

بحث و نتیجه‌گیری: تحلیل نتایج نشان می‌دهد زمانی که رشد شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی پایین باشد شدت اثرگذاری متغیرهای مستقل و کنترلی بر تعداد فنّاوری‌های منتخب حوزه محیط‌زیست متفاوت خواهد شد. با توجه به تجربه کشورهای تو سعه‌یافته، بهبود و ضعیت نظام قانونی و حقوق مالکیت، افزایش کمک‌های ر سمی و دولتی برای تو سعه در حوزه محیط‌زیست و افزایش بودجه دولتی تحقیق و توسعه در حوزه محیط زیست می‌تواند نقش مؤثری بر بهبود رقابت‌پذیری و افزایش در نوآوری بنگاه در کنار سخت‌گیری در قوانین زیست محیطی ایفا کند.

واژه های کلیدی: اقتصاد محیط‌زیست، اقتصاد دانش‌بنیان، نوآوری، مقررات زیست‌محیطی، رقابت‌پذیری، فرضیه پورتر.

J. Env. Sci. Tech., Vol 25, No. 2, May, 2023

Nonlinear affect in Competitiveness and Firm Innovation by Environmental Policy Stringency; testing the Porter's Hypothesis

Omidali Adeli [1 *]
oa.adeli@qom.ac.ir
Yazdan Godarzi Farahani[2]
Ali Akbar Ebrahimenejad Rafsanjani[3]

Admission Date:November 17, 2020 Date Received: January 14, 2020

Abstract

Background and Objective: One of the most prominent hypothesis in environmental economics is the Porter hypothesis. The Porter hypothesis argues that more stringent environmental policies can actually have a net positive effect on the competitiveness of regulated firms because such policies promote cost-cutting efficiency improvements, which in turn reduce or completely offset regulatory costs, and foster innovation in new technologies that may help firms achieve international technological leadership and expand market share. Given the importance of this hypothesis to policymakers and firms, many studies have been conducted to prove or disprove this hypothesis.

Material and Methodology: in this study, we used panel smooth transition regression for 25 OECD members during 2000-2015.

Findings: the results indicated that the weighted indicator of environmental policy stringency in linear and nonlinear part of the model had positive and significant effects on increasing the number of selected environmental technologies. The coefficient of variation was estimated to be 0.142 in the linear part and 0.213 in the nonlinear part. The speed of transition between the two regimes of weighted growth index of environmental policies, according to the estimated transition parameter, is 3.17.

Discussion and Conclusion: Analysis of results shows that when the weight index growth of environmental policies is low, the severity of the impact of independent and control variables on the number of selected environmental technologies will vary. Given the experience of developed countries, improving the state of the legal system and property rights, increasing official and state aid for environmental development, and increasing state funding for environmental research and development can play an effective role in improving competitiveness and enhancing enterprise innovation.

Key words: Environmental economics, knowledge base economy, innovation, environmental regulation. Competiveness, porter hypothesis.

1-Associate Professor, Faculty of Economic and Administrative Sciences, University of Qom. Qom, Iran. *(*Corresponding Author*)
2- Assistant Professor, Faculty of Economic and Administrative Sciences, University of Qom. Qom, Iran.
3- PhD student in Islamic Economics, Faculty of Economic and Administrative Sciences, University of Qom. Qom, Iran.

مقدمه

از زمان وضع اولین قوانین محیط‌زیستی در دهه ۱۹۷۰، بحث‌های گسترده‌ای پیرامون تأثیر بالقوه این قوانین بر رقابت‌پذیری بنگاه‌ها صورت گرفته است. ازجمله دغدغه‌های سیاست‌گذاران و سرمایه‌گذاران در این رابطه همواره این مطلب بوده است که در شرایطی که تجارت آزاد و نیز امکان جابجایی سرمایه وجود دارد، وضع قوانین سخت‌گیرانه زیست‌محیطی احتمال انتقال صنایع آلاینده به مناطق و کشورهایی که دارای قوانین سهل‌انگارانه هستند را افزایش خواهد داد. مطلب فوق باعث نگرانی زیادی در میان کشورهایی که اقدام به وضع قوانین زیست‌محیطی خصوصاً در حوزه تغییرات آب و هوایی کرده بودند، ایجاد کرد؛ زیرا الزام آن‌ها به کاهش آلودگی توسط صنایع، ممکن بود تولیدکنندگانی که صنایع آن‌ها مشمول این قوانین شده است را به سمت نوعی عدم مزیت رقابتی در اقتصاد جهانی سوق دهد.

تأثیرگذاری سیاست‌های نامتقارن بر رقابت‌پذیری بنگاه‌ها در یک بازار یکسان، توسط دو فرضیه متفاوت در دانش اقتصاد محیط‌زیست مورد بررسی قرار می‌گیرد. فرضیه پناهگاه آلودگی[1] و فرضیه پورتر.[2] فرضیه پناهگاه آلودگی پیش‌بینی می‌کند که سیاست‌های سخت‌گیرانه بیشتر در حوزه محیط‌زیست، منجر به افزایش هزینه‌های تطبیق[3] شده و در طول زمان صنایع آلاینده را به سمت مناطقی که در آن‌ها هزینه کاهش آلودگی برای بنگاه کمتر است سوق می‌دهد که از این امر به پناهگاه (پناهندگی) آلودگی تعبیر می‌شود (۱). در مقابل این فرضیه، فرضیه پورتر (پورتر و وندرلیند، ۱۹۹۵)[4] وجود دارد که بیان می‌دارد که وضع قوانین سخت‌گیرانه محیط‌زیستی، اثر مثبت بر روی رقابت‌پذیری بنگاه مشمول آن قوانین دارد زیرا وضع این قوانین، انگیزه کاهش هزینه‌ها را در پی خواهد داشت.

نوآوری مطالعه حاضر در این موضوع است که با استفاده از فرضیه پورتر به بررسی تأثیرپذیری غیرخطی رقابت‌پذیری و نوآوری بنگاه از مقررات زیست‌محیطی سخت‌گیرانه در گروهی از کشورهای درحال‌توسعه و عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی[5] پرداخته می شود و بر این اساس پیشنهادهایی برای کشور ارائه خواهد شد. ساختار پژوهش حاضر از پنج بخش تشکیل‌شده است. در ادامه و در بخش دوم به بررسی ادبیات نظری تحقیق پرداخته شده است. در بخش سوم روش شناسی تحقیق در خصوص رگرسیون پنلی انتقال ملایم اشاره گردید. بخش چهارم اختصاص به برآورد مدل تجربی تحقیق دارد. درنهایت در بخش انتهایی به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری پرداخته‌شده است.

زمینه و هدف

فرضیه پورتر، عدم تقارن و رقابت‌پذیری بنگاه

به‌منظور بررسی فرضیه پورتر و سنجش رقابت‌پذیری بنگاه‌ها در قبال سخت‌گیری در قوانین زیست‌محیطی سه نوع اثر مطرح می‌شود. ازآنجاکه سخت‌گیری قانونی باهدف وادار کردن بنگاه‌ها به کاهش سطح آلایندگی طراحی می‌شوند عمدتاً منجر به تحمیل هزینه به بنگاه‌ها می‌گردند که با توجه به ساختار هزینه‌ای و درآمدی بنگاه‌ها و بخش‌ها، هزینه‌های مستقیم یا غیرمستقیم بنگاه افزایش می‌یابد که بدان اثر مرتبه اول گفته می‌شود. بنگاه در پاسخ به این هزینه‌ها تغییراتی در حجم تولید، قیمت محصولات، سرمایه‌گذاری در بهره‌وری و سرمایه‌گذاری در کاهش آلودگی اعمال می‌کند که به آن اثر مرتبه دوم گفته می‌شود. اثر مرتبه سوم به اثراتی گفته می‌شود که حول مفاهیم رقابت‌پذیری بنگاه شکل‌گرفته‌اند ازجمله پیامدهای اقتصادی، تکنولوژیک، بین‌المللی و زیست‌محیطی. در جدول ۱ به این مفاهیم اشاره‌شده است.

1- pollution haven hypothesis
2- Porter Hypothesis
3- Compliance cost
4- Porter and van der Linde
5-Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)

جدول ۱- اثرات رقابت‌پذیری ناشی از سخت‌گیری در قوانین زیست‌محیطی

Table 1. Competitiveness Effects Due to Stringency of Environmental Regulations

اثر مرتبه اول	اثر مرتبه دوم	اثر مرتبه سوم (سنجش رقابت پذیری)			
اثرات هزینه‌ای	واکنش بنگاه	خروجی‌های اقتصادی	خروجی‌های تکنولوژیک	خروجی‌های بین‌المللی	خروجی‌های زیست‌محیطی
– تغییر در هزینه‌های نسبی – (هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم)	– حجم تولید – قیمت محصولات – سرمایه‌گذاری در بهره‌وری – سرمایه‌گذاری در کاهش آلودگی	– سودآوری – اشتغال – سهم از بازار	– نوآوری محصول – نوآوری فرآیند – فنّاوری‌های ذخیره نهاده – بهره‌وری کلی عوامل (TFP)[1]	– جریان تجارت – مکان یابی سرمایه‌گذاری – سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI)[2]	– سطح و شدت آلودگی – انتشار و نشت آلودگی

برگرفته از دشلپریتو و سیتو[3] ۲۰۱۷

سنجش سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی (EPS)

پس از مطرح‌شدن دو فرضیه پناه‌گاه آلودگی و پورتر، پژوهشگران مختلف به‌منظور آزمون این دو فرضیه اقدام به طراحی شاخص‌هایی برای سنجش میزان سخت‌گیری در قانون‌گذاری زیست‌محیطی نمودند. ابتدایی‌ترین پراکسی که در این حوزه مورداستفاده قرارگرفته است PACE[4] بود که تحت عنوان هزینه‌های لازم برای رسیدن به حد قانونی استاندارد (سطح آلودگی قانونی) به‌عنوان سهمی از ارزش‌افزوده بنگاه مطرح شد. بعدها شاخص‌های دیگری نیز برای این منظور طراحی و مورداستفاده قرار گرفت که دربرگیرنده مواردی از جمله: درآمدهای مالیات از بخش انرژی یا محیط‌زیستی، ظرفیت انرژی های تجدید پذیر، نرخ بازیافت، تعدد قوانین زیست‌محیطی و سایر شاخص‌های ترکیبی بوده‌اند (۲)، (۳).

شاخص سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی (EPS)[5] که یک شاخص ترکیبی است، اولین بار میزان سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی را برای ۲۸ کشور عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی از طریق وزن دهی به ۱۴ ابزار سیاستی بازاری[6] و غیر بازاری[7] در حوزه محیط‌زیست در بازه ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۲ نشان داد (۴). این شاخص که بر اساس کشورها و به‌صورت مقایسه‌ای طراحی‌شده است، عددی بین صفر تا شش است، صفر نشان‌دهنده کمترین میزان سخت‌گیری و شش بیشترین میزان سخت‌گیری است. این شاخص در سال‌های بعد برای پنج کشور عضو پیمان بریکس[8] نیز محاسبه شد. سیاست‌های بازاری[9] عبارت‌اند از مالیات، طرح‌های خریدوفروش آلودگی؛[10] پرداخت تعرفه[11] و سیستم سپرده- بازپرداخت.[12] همچنین ابزارهای و سیاست‌های غیر بازاری نیز عبارت‌اند از تعیین استاندارد آلودگی برای آلاینده‌های مختلف و یارانه بخش

1- Total factor productivity
2- Foreign direct investment
3- Dechezlepretre and Sato
4- Pollution abatement and control expenditures
5- Environmental Policy Stringency Index
6- Market-based policies
7- Non-market policies
8- Brazil, Russia, India, China and South Africa. (BRICS)
9- market based policies
10- emission trading scheme
11- feed-in tariff (FIT)
12- deposit-refund system (DRS)

تحقیق و توسعه که وزن دهی این ابزارها شاخص ترکیبی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی را تشکیل می‌دهند.

نوآوری و تنظیم‌گری زیست‌محیطی

به دلیل کاهش چشمگیر هزینه‌های بلندمدت کنترل آلودگی در صورت استفاده از فنّاوری‌های جدید، می‌توان بیان داشت از منظر اقتصادی احتمال آنکه قانون‌گذاری زیست‌محیطی بتواند برای تغییرات تکنولوژیکی انگیزه لازم را ایجاد کند، زیاد است. از منظر سیاسی نیز نوآوری‌های ایجاد شده ناشی از این قوانین، مقبولیت این قوانین را افزایش می‌دهد. در اقتصاد دانش‌بنیان امروز، رقابت‌پذیری بنگاه‌ها بسیار تحت تأثیر نوآوری است تا حدی که می‌توان از آن به‌عنوان اصلی‌ترین مفهوم رشد اقتصادی، یادکرد (۵). در سالیان اخیر تحقیقات گسترده‌ای به‌منظور سنجش این رابطه در حال شکل‌گیری است (۸-۶). در همین رابطه «فرضیه نوآوری‌های تحمیلی»[1] که به Hicks (1932) برمی‌گردد به همین مسئله اشاره دارد که بنگاه‌های مشمول قانون‌های زیست‌محیطی هنگامی‌که باقیمت بالایی برای انتشار آلودگی (به‌عنوان یک هزینه) به نسبت سایر هزینه‌های تولید مواجه‌اند در چنین صورتی برای استفاده از فنّاوری‌های نوین و کاهنده آلودگی انگیزه پیدا خواهند کرد (۹). در ادامه به برخی از پژوهش‌های تجربی داخلی و خارجی و متغیرهای بکار رفته به‌منظور بررسی رابطه نوآوری تکنولوژیک و تنظیم‌گری زیست‌محیطی در قالب جدول ۲ خواهیم پرداخت.

جدول ۲ - پژوهش‌های مطرح در سنجش تأثیرگذاری تنظیم‌گری زیست‌محیطی بر نوآوری

Table 2. Main studies in assessing the impact of environmental regulation on innovation

نویسنده	متغیر وابسته	متغیرهای توضیحی	روش تخمین	نتیجه پژوهش
کنلر و مندرسون[2] (۲۰۱۲)	– تحقیق و توسعه – مخارج سرمایه‌ای (زیست‌محیطی و کل)	– مخارج عملگرهای زیست‌محیطی – مخارج کنترل آلودگی در انتهای زجیره ارزش – ارزش‌افزوده – سهم کسب و کار – درجه باز بودن تجاری	GMM	– عدم پشتیبانی از فرضیه درمجموع – پشتیبانی از فرضیه در مورد تحقیق و توسعه
رباشکینا و دیگران[3] (۲۰۱۵)	– ثبت اختراع – تحقیق و توسعه – بهره‌وری کلی عوامل تولید	– PACE – ارزش‌افزوده – مخارج دولت در تحقیق و توسعه – سهام تحقیق و توسعه – سهام ثبت اختراع – شدت صادرات	2SLS and IV-GMM	– پشتیبانی از فرضیه در مورد ثبت اختراع – عدم پشتیبانی از فرضیه در تحقیق و توسعه
مورالس و دیگران[4] (۲۰۱۶)	– ثبت اختراع – تحقیق و توسعه	– EPS – ارزش‌افزوده – شدت صادرات	quintile	– پستیبانی از فرضیه در کوانتایل‌های مختلف از متغیرهای وابسته

1- Induced innovation hypothesis
2- Kneller and Manderson
3- Rubashkina et al.
4- Morales-Lage et al.

	– بهره وری کلی عوامل تولید	– سهام تحقیق و توسعه و ثبت اختراع – مخارج دولت در تحقیق و توسعه – تعداد اختراعات کاربردی شده – نرخ نوسان نیروی کار		
پژوهش‌های داخلی				
اعظمی و دیگران (۱۳۹۶)	– مخارج تحقیق و توسعه – ثبت اختراعات	– PACE – مخارج صرف شده برای کاهش آلودگی – سود بنگاه	– سیستم معادلات همزمان 3SLS	– تأیید فرضیه پورتر

روش پژوهش

معرفی متغیرهای تحقیق

در پژوهش حاضر به آزمون تأثیرپذیری رقابت‌پذیری بنگاه از حیث نوآوری و بهبود تکنولوژیک به‌واسطه سخت‌گیری در سیاست‌های زیست‌محیطی پرداخته شده است (خروجی‌های تکنولوژیک از اثر مرتبه سوم)؛ به همین منظور از داده‌های ۲۵ کشور عضو OECD طی ۱۶ سال از ۲۰۰۰ – ۲۰۱۵ استفاده شده است که این کشورها عبارت‌اند از استرالیا، بلژیک، کانادا، دانمارک، جمهوری چک، فنلاند، فرانسه، آلمان، یونان، مجارستان، ایرلند، ایتالیا، ژاپن، کره جنوبی، مکزیک، هلند، نروژ، لهستان، پرتغال، سوئد، سوئیس، ترکیه، انگلستان و آمریکا. همچنین در این پژوهش برای نخستین بار ضمن استفاده از شاخص سخت‌گیری قوانین زیست‌محیطی، تأثیرگذاری غیرخطی عوامل و تعیین تابع انتقال و حد آستانه‌ای موردبررسی قرارگرفته است. در ادامه ضمن بیان روش پژوهش و انجام آزمون‌های مرتبط، به برآورد داده‌ها و تفسیر نتایج پرداخته شده است.

همچنین به‌منظور سنجش تأثیرپذیری غیرخطی رقابت‌پذیری و نوآوری بنگاه از مقررات زیست‌محیطی سخت‌گیرانه، به تبعیت از مورالس و دیگران[1](۲۰۱۶) (۱۰) - جانسون و دیگران[2](۲۰۱۰) (۱۱) از مجموعه متغیرهای زیر استفاده‌شده است.

۱. **متغیر وابسته**: IN_{it} تعداد فنّاوری‌های منتخب حوزه محیط‌زیست[3] کشور i در دوره t (متغیر وابسته)

۲. **متغیر مستقل**: EPS_{it} شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی[4] کشور i در دوره t (متغیر مستقل)

۳. **متغیرهای کنترل**: ODA_{it} کمک‌های رسمی و دولتی برای توسعه در حوزه محیط‌زیست[5] در کشور i در دوره t، GDP_{it} تولید ناخالص داخلی[6] کشور i

1- Morales-Lage et al.
2- Johnstone et al.
3- Selected environment-related technologies
4- Index of Environmental policy stringency EPS
5- Official Development Assistance allocated to the Environment sector ODA
6- Gross domestic product ($US billion) GDP

در دوره t، T_{it} خالص تجارت بین‌الملل[1] کشور i در دوره t، GB_{it} تخصیص بودجه دولتی محیط‌زیست برای تحقیق و توسعه[2]

همچنین به‌منظور سنجش جایگاه ملزومات نهادی توسعه و رقابت‌پذیری، برخی متغیرهای کلیدی نهادی ازجمله درجه آزادی تجارت بین‌الملل، وضعیت قانون‌گذاری، سیستم قانونی و حق مالکیت و نیز اندازه دولت به‌عنوان متغیر کنترل در مدل واردشده‌اند که بدان‌ها اشاره می‌شود.

RE_{it} وضعیت قانون گذاری[3] در کشور i در دوره t، LS_{it} وضعیت نظام قانونی و حقوق مالکیت[4] در کشور i در دوره t، SG_{it} اندازه دولت[5] در کشور i در دوره t، FT_{it} وضعیت آزادی تجارت بین‌الملل[6] در کشور i در دوره t

داده‌های این پژوهش از منابع «بانک داده بانک جهانی»[7]، «شاخص‌های آزادی اقتصادی مؤسسه فریز»[8] و «پورتال آمار و داده کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی»[9] جمع‌آوری‌شده است.

مدل PSTR

مدل PSTR توسط فون و همکاران (۲۰۰۴)، گونالز و همکاران (۲۰۰۵) و کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶) ارائه و توسعه داده‌شده است (۱۴-۱۲). این مدل به‌عنوان یکی از برجسته‌ترین مدل‌های تغییر رژیمی نه‌تنها شکل تابع خاص و محدودکننده را بر رابطه میان متغیرها تحمیل نمی‌کند، بلکه رابطه غیرخطی محتمل میان متغیرها را با استفاده از تابع انتقال و بر مبنای مشاهدات متغیر آستانه‌ای به صورت پیوسته مدل سازی می‌کند. همچنین این مدل به ضرایب تخمینی اجازه می‌دهد تا برای کشورهای مختلف و در طول زمان تغییر یابند که این ویژگی راه حل مناسبی برای فائق آمدن بر مشکل ناهمگنی در پارامترهای تخمینی است (۱۵).

برای بررسی نحوه تأثیرگذاری سخت‌گیری مقررات زیست‌محیطی بر رقابت‌پذیری و نوآوری بنگاه در چارچوب مدل رگرسیونی انتقال ملایم پانل، یک مدل PSTR با یک تابع انتقال و یک حد آستانه‌ای به‌صورت مدل (۱) تصریح خواهد شد.

$$IN_{it}=\mu+\beta_1 EPS_{it}+\beta_2 ODA_{it}+\beta_3 GDP_{it}+\beta_4 T_{it}+\beta_5 GB_{it}+\beta_6 RE_{it}+\beta_7 LS_{it}+\beta_8 SG_{it}+\beta_9 FT_{it}$$
$$+\left[\alpha_1 EPS_{it}+\alpha_2 ODA_{it}+\alpha_3 GDP_{it}+\alpha_4 T_{it}+\alpha_5 GB_{it}+\alpha_6 RE_{it}+\alpha_7 LS_{it}+\alpha_8 SG_{it}+\beta_9 FT_{it}\right]G(q_{it};\gamma,c)+\varepsilon_{it}$$

که در آن $i=1,\dots,n$ و $t=1,\dots,T$ بیانگر مقاطع و طول دوره زمانی داده‌های پنل است. μ_i *بیانگر اثرات مقاطع و* ε_t جمله خطا است که $N(0,\sigma_E^2)$ و $i.i.d$ فرض می‌شود. تابع انتقال $G(q_{it};\gamma,c)$ یک تابع پیوسته و کران‌دار بین صفر و یک است که توسط مقادیر آستانه‌ای تعیین می‌شوند. به پیروی از گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) تابع انتقال به‌صورت معادله (۲) تصریح می‌شود:

$$G(q_{it};\gamma,c)=\left[1+\exp\left(-\gamma\prod_{j=1}^{m}(q_{it}-c_j)\right)\right]^{-1}$$

در تابع لجستیک فوق، γ پارامتر شیب است که سرعت تعدیل از یک رژیم به رژیم دیگر را نشان می‌دهد. q_{it} متغیر انتقال و $c=(c_1,\dots,c_m)$ نیز یک بردار از پارامترهای حد آستانه‌ای یا مکان‌های وقوع تغییر رژیم است. ازآنجایی‌که تابع انتقال به‌طورمعمول دارای یک یا دو حد آستانه‌ای $(m=1 m=2)$ است، ویژگی پیوسته و کران‌دار بودن تابع انتقال با دو رژیم حدی وجود دارد، به‌این‌ترتیب که با میل کردن پارامتر شیب به سمت بینهایت، درصورتی‌که $q_{it}c$ باشد، تابع انتقال مقدار عددی

1- Net international trade ($US billion)
2- Environmentally Government budget allocations for R&D
3- Regulation
4- Legal System & Property Rights
5- Size of Government
6- Freedom to Trade Internationally
7- World Bank Open Data
8- Economic Freedom Index of Fraser Institute
9- OECD Statistics

یک($G = 1$) داردو درصورتی‌که $q_{it} < c$باشد، تابع انتقال مقدار عددی صفر ($G = 0$)دارد. با فرض $m = 2$ در صورت میل کردن پارامتر شیب به سمت بینهایت با یک تابع انتقال سه رژیمی مواجه خواهیم شد که دو رژیم بیرونی آن مشابه و متفاوت از رژیم میانی است. به این معنی که برای مقادیر بزرگ‌تر و کوچک‌تر از متغیر انتقال، تابع انتقال عدد یک($G = 1$) و در غیر این صورت مقداری صفر($G = 0$) دارد (۱۵).

در صورت میل کردن پارامتر شیب یا سرعت انتقال میان رژیمی به سمت صفر، مدل PSTR به یک رگرسیون خطی با اثرات ثابت تبدیل خواهد شد. در این صورت و با توجه به این مشاهدات متغیر انتقال و پارامتر شیب به‌صورت پیوسته میان دو حالت حدی $G = 1$ و $G = 0$ تغییر می‌یابد. از طرفی همان‌گونه که ذکر شد یکی از ویژگی‌های برجسته این مدل، برآورد ضرایب متغیرهای توضیحی متفاوت برای مقاطع و در طول زمان است که این ویژگی مشکل ناهمگنی متعارف در داده‌های تابلویی را به‌صورت کامل حل می‌کند. برای این منظور، کولیتاز و هاهارولین (۱۶) برای محاسبه کشش‌های هر مقطع در طول زمان دو حال را معرفی کرده‌اند. در حالت اول متغیر انتقال (q_{it}) متفاوت از متغیرهای توضیحی است که از طریق معادله زیر (۳) محاسبه می‌شود:

$$e_{it} = \frac{\partial \mathrm{IN}_{it}}{\partial eps} = \beta_1 + \alpha \quad G(q_{it};\gamma,c)$$

در حالت دوم متغیر انتقال (q_{it}) به‌عنوان یکی از متغیرهای توضیحی در مدل لحاظ می‌شود که در مطالعه حاضر از این حال استفاده‌شده و به‌صورت رابطه زیر (۴) است:

$$e_{it} = \frac{\partial \mathrm{IN}_{it}}{\partial EPS_{it}} = \beta_1 + \alpha_1(q_{it};\gamma,c)$$

$$\left[\alpha_1 \mathrm{EPS}_{it} + \alpha_2 \mathrm{ODA}_{it} + \alpha_3 \mathrm{GDP}_{it} + \alpha_4 \mathrm{T}_{it} + \alpha_5 \mathrm{GB}_{it} + \alpha_6 \mathrm{RE}_{it} + \alpha_7 \mathrm{LS}_{it} + \alpha_8 SG_{it} + \beta_9 FT_{it}\right] \frac{\partial G(\mathrm{q}_{it};\gamma,c)}{\partial EPS_{it}}$$

جدول ۳- آزمون ریشه واحد *IPS* و *LLC*

Table 3. IPS and LLC Unit Root Test

متغیر	آزمون IPS		آزمون LLC	
	آماره آزمون	Prob	آماره آزمون	Prob
IN_{it} تعداد فنّاوری‌های منتخب حوزه محیط‌زیست	۲/۸۴	۰/۹۹	-۱/۰۸	۰/۵۵
EPS_{it} شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی	۳/۴۱	۰/۹۹	-۱/۱۲	۰/۲۴
ODA_{it} کمک‌های رسمی و دولتی برای توسعه در حوزه محیط‌زیست	-۱/۰۹	۰/۱۴	-۱/۲۲	۰/۱۱
GDP_{it} لگاریتم تولید ناخالص داخلی	۱/۲۶	۰/۹	-۰/۲۰	۰/۱۸
T_{it} خالص تجارت بین‌الملل	۱/۴۵	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۴
GB_{it} تخصیص بودجه دولتی محیط‌زیست برای تحقیق و توسعه	۰/۹۵	۰/۸۳	۱/۱۰	۰/۱۹
RE_{it} وضعیت قانون‌گذاری	۱/۱۸	۰/۳۸	۰/۶۹	۰/۳۱
LS_{it} وضعیت نظام قانونی و حقوق مالکیت	۱/۳۱	۰/۴۴	۱/۱۹	۰/۲۳
$\boldsymbol{SG}_{it}$ اندازه دولت	۱/۸۷	۰/۵۹	۰/۶۷	۰/۱۹
$\boldsymbol{FT}_{it}$ وضعیت آزادی تجارت بین‌الملل	-۱/۱۹	۰/۱۹	-۱/۰۵	۰/۱۵

تصریح و آزمون‌های مدل

آزمون ریشه واحد

قبل از مدل‌سازی تحقیق برای جلوگیری از انجام رگرسیون‌های کاذب در تحقیق ابتدا مانایی متغیرها موردبررسی قرارگرفته که برای این منظور از آزمون ایم، پسران و شین (IPS) و لوین، لین و چو (LLC)[1] استفاده شده است. نتایج جدول (۳) نشان‌دهنده این است که تمامی متغیرهای تحقیق ریشه واحد داشته و نامانا است و با یک‌بار تفاضل گیری مانا می‌شوند.

آزمون هم انباشتگی

در ادامه قبل از برآورد مدل، صحت وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای تحقیق را با استفاده از آزمون هم انباشتگی بررسی می‌نماییم. پدرونی (۱۹۹۹، ۲۰۰۴) هفت آزمون هم انباشتگی را در دو گروه کلی پیشنهاد کرد که به عرض از مبدأ و ضرایب روند زمانی اجازه داده می‌شود که در بین واحدهای فردی متفاوت باشند نتایج آزمون هم‌انباشتگی به صورت جدول ۴ است.

جدول ۴- نتایج آزمون هم انباشتگی پنلی

Table 4. Panel Cointegration Test Results

– آماره‌های آزمون	– متغیر وابسته تعداد فنّاوری‌های منتخب حوزه محیط‌زیست	
– آماره‌ها	– با روند زمانی	– بدون روند زمانی
– آماره- v پنلی	(۰/۵۴) –	(۰/۹۱) –
– آماره- ρ پنلی	(۰/۰۰) –	(۰/۰۰) –
– آماره- PP پنلی	(۰/۰۴) –	(۰/۰۱) –
– آماره- ADF پنلی	(۱/۰۰) –	(۱/۰۰) –
– آماره ρ گروهی	(۰/۰۰) –	(۰/۰۱) –
– آماره PP گروهی	(۰/۰۱) –	(۰/۰۰) –
– آماره ADF گروهی	(۰/۰۰) –	(۰/۰۰) –

منبع: یافته‌های تحقیق، اعداد داخل پرانتز مقدار سطح معنی‌داری را نشان می‌دهد

همان‌طور که اطلاعات جدول نشان می‌دهند، برای دو حالت موردنظر، اکثر مقادیر سطح خطای گزارش‌شده برای آماره‌های پدرونی کمتر از ۵ درصد هستند و فرضیه صفر رد می‌شود بنابراین می‌توان بیان کرد که رابطه بلندمدت بین متغیرها وجود داشته است.

برآورد مدل رگرسیون انتقال ملایم

به‌منظور بررسی تأثیرپذیری غیرخطی رقابت‌پذیری و نوآوری بنگاه از مقررات زیست‌محیطی سخت‌گیرانه در این تحقیق مدل رگرسیون انتقال ملایم (STR) که نوعی از مدل‌های غیرخطی است انتخاب‌شده است. برای تصریح مدل غیرخطی باید دو مرحله زیر را انجام داد:

۱. تصریح یک مدل خطی و آزمون فرضیه صفر خطی بودن در مقابل غیرخطی بودن با استفاده از متغیرهای گذار مختلف،

۲. پس از اطمینان در مورد غیرخطی بودن مدل و تعیین بهترین متغیر گذار، تعیین نوع مدل غیرخطی برای تخمین الگو.

به‌عنوان نقطه شروع، به‌منظور مدل‌سازی رفتار غیرخطی (با توجه به کوچک بودن حجم نمونه و معیارهای آکایک، شوارتز

1- Levin, Lin and Chu

و ...)، مدل خطی برآورد می‌شـــود. در مرحله بعد، طبق فرایند مدل‌سازی، به آزمون فرض صفر خطی بودن در مقابل غیرخطی بودن پرداخته می‌شود. به پیروی از کار صورت گرفته‌شده توسط گرنجر و تراســـور تا (۱۹۹۳)، فرضـــیه خطی بودن رابطه بین متغیرها در مقابل دو مدل پارامتری غیرخطی (مدل رگرســـیونی غیرخطی لاجســـتیک $(LSTR)$ و مدل رگرســـیونی غیرخطی نمایی $(ESTR)$) آزمون می‌شود.

$$Y_{it} = \beta_0' Z_{it} + \sum_{j=1}^{3} \beta_j' \tilde{Z}_{it} S_{it}^{j} + u_t \,.\, i = 1,2,3,\dots,N, \qquad t = 1.2.3.\dots.T$$

که $z_t \,.\, u_{it} \sim iid(۰.\sigma^{۲})$ یک بردار از متغیرهای توضـــیحی، $z_{it} = (۱.\tilde{z}_{it}')'$ ، که $\tilde{z}_{it}$ یک بردار $(m \times ۱)$ اســـت؛ s_{it} متغیر گذار؛ و F تابع گذار اســـت که مقدار آن بین صـــفر و یک محدود است که خود می‌تواند به یکی از دو صورت لاجستیک و یا نمایی باشد. در ساختن مدل‌های STR، آزمون به صورت زیر انجام می‌شود:

در این تحقیق، پس از تخمین مدل با متغیرهای گذار مختلف، متغیر شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی به‌عنوان متغیر گذار انتخاب شـــد زیرا نتایج تخمین برای آن رضایت‌بخش‌تر از سایر متغیرها بود. پس از انتخاب متغیر گذار، گام بعدی برای تخمین مدل غیرخطی، انتخاب نوع مدل اســـت که باید در بین مدل‌های STR مختلف برای تصـــریح مدل یکی را انتخاب و اســـتفاده نمود. انتخاب بین مدل‌های STR مختلف یعنی $LSTR۱$ و $LSTR۲$ $(ESTR)$ با توجه به آنچه در ادبیات رگرسیون‌های غیرخطی آمده است به شرح زیر صورت می‌گیرد:

$$H_{.۲}: \beta_{۱}=۰ \mid \beta_{۲}=\beta_{۳}=۰. \qquad H_{.۳}: \beta_{۲}=۰ \mid \beta_{۳}=۰. \qquad H_{.۴}: \beta_{۳}=۰$$

برای متغیر گذار (s_t) انتخاب‌شـــده، اگر فرض $H_{.۴}$ یا $H_{.۲}$ رد شـــود مدل $LSTR$ و اگر فرض $H_{.۳}$ رد شـــود مدل $ESTR$ انتخاب می‌شـــود. اگر هر ســـه فرض رد شـــوند، مدل $LSTR$ $(ESTR)$ زمانی انتخاب می‌شود که فرض $H_{.۴}$ یا $H_{.۲}$ نسبت به فرض $H_{.۳}$ با قدرت بیشـــتر (کمتر) رد شـــود. البته این امکان نیز وجود دارد که اگر $P-Value$ حاصل از فرض‌های صفر به هم نزدیک باشـــند مدل با هر دو الگوی $LSTR$ و $ESTR$ تخمین زده‌شـــده و ســـپس در مرحله ارزیابی مدل به انتخاب الگوی بهینه پرداخته می‌شود. مدل در صورتی $LSTR۲$ خواهد بود که $\beta_{۳j} \neq ۰$ و $\beta_{۴j} = ۰ \,, j = ۱, \dots, p$ حداقل برای یک j باشـــد. اگر مدل $LSTR۱$ باشـــد، $\beta_{۲j} = ۰$ ، حداقل برای یک j. برای مثال، اگر $H_{.۴}$ رد شود مدل $LSTR۱$ می‌باشد. اگر $H_{.۴}$ پذیرفته شـــود و $H_{.۳}$ رد شـــود، مدل $LSTR۲$ یا $ESTR$ انتخاب می‌شـــود. همان‌طور که پیش‌ازاین ذکر گردید یکی از پاسخ‌های ممکن، غیرخطی بودن ارتباط متغیرها بوده است. در صورت تأیید غیرخطی بودن مدلی که متغیر انتقال مناسب را در بردارد، باید فرم تابعی مناسب برای تابع انتقال موردبررسی قرار گیرد. همان‌طور که گفته شد تابع انتقال به دو فرم LSTR1 و LSTR2 است؛ بنابراین بر اساس آزمون‌هایی که قبلاً اشاره شد فرم تابعی مناسب برای تابع انتقال تعیین می‌گردد. لازم به ذکر است که مقادیر ارائه‌شده در جدول ۵ سطح عدم اطمینان آماره F (Prob F) را نشـــان می‌دهد. بر این اســـاس ســـتون اول نشـــان‌دهنده ســـطح عدم اطمینان در رد فرضـــیه خطی بودن و ســـتون بعدی به ترتیب مربوط به ســـطح اطمینان رد فرضـــیات H_{02}، H_{03} و H_{04} هستند.

جدول ۵- نتایج آزمون‌های خطی بودن، تعیین متغیر انتقال و فرم تابعی مناسب

Table 5. Results of Linearity Tests, Determination of Transfer Variables and Appropriate Functional From

متغیر انتقال	سطح معنی‌داری				فرم تابعی
	فرضیه H_0	فرضیه H_{02}	فرضیه H_{03}	فرضیه H_{04}	پیشنهادی
تعداد فنّاوری‌های منتخب حوزه محیط‌زیست	۰/۵۱	۰/۹۲	۰/۳۱	۰/۰۳	Linear
اندازه دولت	۰/۰۰	۰/۲۳	۰/۰۰	۰/۰۷	LSTR2
شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۰۰	۰/۰۵	LSTR1
لگاریتم تولید ناخالص داخلی	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۷	LSTR2
خالص تجارت بین‌الملل	۰/۰۲	۰/۲۳	۰/۵۱	۰/۰۰	LSTR2

بر اساس نتایج ستون اول فرضیه H_0 مبنی بر خطی بودن مدل، با در نظر گرفتن میزان محصول تولیدی به‌عنوان متغیر انتقال در سطح اطمینان ۹۹ درصد رد می‌شود. همچنین مقدار p-value در این آزمون برای متغیر شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی کمتر از دیگر متغیرها است؛ بنابراین متغیر شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی به‌عنوان متغیر انتقال مناسب انتخاب می‌شود. نتایج حاصل از سه ستون دیگر حاکی از رد فرضیات H_{02}، H_{03} و H_{04} با در نظر گرفتن متغیر شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی به‌عنوان متغیر انتقال است. بر این اساس فرم تابعی مناسب پیشنهادشده برای تابع انتقال به‌صورت LSTR1 است. تأیید این فرم تابعی برای تابع انتقال نشان‌دهنده وجود یک حد آستانه است. عوامل مؤثر بر استفاده از فنّاوری‌های منتخب حوزه محیط‌زیست حول یک سطح از شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی که همان نقطه حد آستانه است، دچار تغییر رژیم شده و این تغییر رژیم به‌صورت ملایم اتفاق می‌افتد. در ادامه نتایج تخمین مدل غیرخطی با استفاده از الگوی LSTR1، در جدول (۶) به شرح زیر نمایش داده‌شده است. در این تخمین متغیر شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی در مدل LSTR1 به‌عنوان متغیر گذار بهینه تعیین‌شده است.

جدول ۶- برآورد الگوهای غیرخطی مدل

Table 6. Estimation of Nonlinear regression Models

متغیر	ضریب (سطح معنی‌داری)	
	بخش خطی مدل	بخش غیرخطی مدل
عرض از مبدأ	۰/۱۲۱ (۰/۰۰)	۰/۱۲۱ (۰/۰۲)
شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی	۰/۱۴۲ (۰/۰۰)	۰/۲۱۳ (۰/۰۳)
کمک‌های رسمی و دولتی برای توسعه در حوزه محیط‌زیست	۰/۲۷۶ (۰/۰۴)	۰/۴۳۲ (۰/۰۲)
لگاریتم تولید ناخالص داخلی	۰/۱۰۴ (۰/۰۲)	۰,۲۱۵ (۰,۰۰)
خالص تجارت بین‌الملل	۰/۰۵۸ (۰/۰۳)	۰,۱۱۷ (۰,۰۱)
تخصیص بودجه دولتی محیط‌زیست برای تحقیق و توسعه	۰/۱۵۱ (۰/۰۲)	۰,۱۰۳ (۰,۰۰)

وضعیت قانون‌گذاری	(۰/۴۵) ۰/۰۳۸	(۰,۳۵) ۰,۰۱۶
وضعیت نظام قانونی و حقوق مالکیت	(۰/۰۰) ۰/۱۹۱	(۰,۰۰) ۰,۰۸۷
اندازه دولت	(۰/۲۳) ۰/۱۰۵	(۰,۴۶) ۰,۰۹۷
وضعیت آزادی تجارت بین‌الملل	(۰/۱۸) ۰/۰۸۵	(۰,۱۵) ۰,۰۳۳
آماره‌های خوبی برازش مدل	ضریب C (۰/۶۸)	ضریب گاما (۳/۱۷)
ضریب تعیین: ۰/۷۲ - آماره F: ۳۴/۷۷ - آماره دوربین واتسون: ۱/۹۲		

با توجه به این که تمامی متغیرهای تحقیق به‌جز اندازه دولت، وضعیت آزادی تجارت بین‌الملل و وضعیت قانون‌گذاری در سطح خطای پنج درصد، اختلاف معنی‌داری از صفر دارند، نتیجه بیانگر این است که متغیر شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی در بخش خطی و غیرخطی مدل دارای اثرات مثبت و معنی‌داری برافزایش در تعداد فنّاوری‌های منتخب حوزه محیط‌زیست بوده است. ضریب متغیر برآورد شده به این صورت بوده که شدت اثرگذاری این متغیر در بخش خطی برابر با ۰/۱۴۲ و در بخش غیرخطی برابر با ۰/۲۱۳ بوده است. نتایج به‌دست‌آمده از آزمون‌های تشخیصی مدل بیانگر فقدان خودهمبستگی و مشکل واریانس ناهمسانی در جملات اخلال مدل است. همان‌طور که در قسمت‌های قبلی اشاره شد، مدل غیرخطی دارای دو رژیم حدی LG (متناظر با رشد پایین شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی) و HG (متناظر با رشد بالای شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی) خواهد بود. تحلیل‌ها نشان می‌دهند، هنگامی‌که شدت شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی پایین است آنچه بیشتر در ارزیابی قوانین سخت‌گیرانه در استفاده از فنّاوری‌های زیست‌محیطی لحاظ می‌شود متغیر شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی، تولید ناخالص داخلی و کمک‌های رسمی و دولتی برای توسعه در حوزه محیط‌زیست است. سرعت گذار بین دو رژیم رشد شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی، با توجه به پارامتر گذار تخمین زده‌شده معادل ۳/۱۷ است. معادلات بالا نشان می‌دهد زمانی که رشد شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی پایین باشد شدت اثرگذاری متغیرهای مستقل و کنترلی بر تعداد فنّاوری‌های منتخب حوزه محیط‌زیست متفاوت خواهد شد. به‌عبارت‌دیگر زمانی که رشد شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی به حدود ۳/۱۷ درصد برسد رفتار این تابع تغییر خواهد کرد. با توجه به این که مدل بر اساس $LSTR$ همراه با $K = 1$ برآورد شده، (مدل$LSTR1$) قابلیت مدل‌سازی رفتار متقارن متغیرها را دارد. متغیر گذار به اندازه‌گیری فاز یا دوره تغییرات می‌پردازد. مدل $LSTR1$ می‌تواند برای توصیف فرآیندهایی که ویژگی‌های پویایی از یک رژیم به رژیم دیگر متفاوت بوده (فرآیندهایی که در دوره‌های رونق رفتاری متفاوت از دوره‌های رکودی دارند) و انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر به‌صورت ملایم صورت می‌پذیرد، مدلی قابل‌اتکا و مناسب باشد. از سوی دیگر، مدل $LSTR2$ $(K = 2)$ برای شرایطی مناسب است که فرآیند تعدیل پویا و در مقادیر بالا و پایین متغیر گذار رفتاری مشابه داشته و فقط در مقادیر میانی رفتاری متفاوت از خود نشان دهند.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

فرضیه پورتر در مقابل فرضیه پناهگاه آلودگی، دو مسیر متفاوت از یکدیگر در مقابل سیاست‌گذاران حوزه محیط‌زیست قرار می‌دهد. دلالت فرضیه پورتر، توسعه فناوری‌های زیست‌محیطی در پی افزایش سخت‌گیری در قوانین زیست‌محیطی است که مورد آزمون‌های مختلف قرارگرفته است. کشورهای مختلف به‌منظور مشخص کردن رویکرد خود در حوزه مقررات زیست‌محیطی به تلاش‌های علمی گسترده‌ای مبادرت ورزیده‌اند تا بتوانند نسبت خود با فرضیات متفاوت این حوزه (پناهگاه آلودگی و پورتر) و کم و کیف استفاده از ابزارهای سیاستی را

مشخص کنند. طراحی شاخص‌ها و سنجه‌های مختلف برای اندازه‌گیری شدت سخت‌گیری در قوانین زیست‌محیطی و برآورد تأثیر آن بر ویژگی‌های کلان اقتصاد ازجمله رقابت‌پذیری بنگاه، بخشی از این تلاش‌ها است که فقدان این مسئله در فضای علمی کشور، پژوهشگران را به سمت استفاده از داده‌های سایر کشورها سوق می‌دهد.

در پژوهش حاضر آزمون داده‌های ۲۵ کشور عضو OECD با استفاده از رگرسیون پنل غیرخطی صورت پذیرفته است. نتایج این پژوهش بیانگر این بوده است که متغیر شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی در بخش خطی و غیرخطی مدل دارای اثرات مثبت و معنی‌داری برافزایش در تعداد فنّاوری‌های منتخب حوزه محیط‌زیست بوده است. ضریب متغیر برآورد شده به این صورت بوده که شدت اثرگذاری این متغیر در بخش خطی برابر با ۰/۱۴۲ و در بخش غیرخطی برابر با ۰/۲۱۳ بوده است. همچنین سرعت گذار بین دو رژیم رشد شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی، با توجه به پارامتر گذار تخمین زده‌شده معادل ۳/۱۷ است. به‌عبارت‌دیگر زمانی که رشد شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی به حدود ۳/۱۷ درصد برسد رفتار این تابع تغییر خواهد کرد.

از طرفی به‌منظور تحلیل تأثیرگذاری متغیرهای نهادی بر تعداد فنّاوری‌های منتخب حوزه محیط‌زیست، برآورد مدل نشان داد متغیر وضعیت نظام قانونی و حقوق مالکیت دارای اثر مثبت و معنی‌دار است که لزوم توجه به‌نظام قانونی و حقوق مالکیت به‌منظور افزایش اثربخشی فرضیه پورتر را نشان می‌دهد. همچنین تحلیل‌ها نشان می‌دهند، هنگامی‌که شدت شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی پایین است آنچه بیشتر در ارزیابی قوانین سخت‌گیرانه در استفاده از فنّاوری‌های زیست‌محیطی لحاظ می‌شود، متغیر شاخص وزنی سخت‌گیری سیاست‌های زیست‌محیطی، تولید ناخالص داخلی و کمک‌های رسمی و دولتی برای توسعه در حوزه محیط‌زیست است. درنهایت می‌توان با توجه به تجربه کشورهای توسعه‌یافته ابراز داشت، استفاده از قوانین حمایتی و تخصیص بودجه دولتی برای محیط‌زیست برای تحقیق و توسعه می‌تواند نقش مؤثری بر رقابت پذیری و افزایش در نوآوری بنگاه در کنار استفاده از مقررات زیست‌محیطی سخت‌گیرانه ایفا کند.

References

1. Levinson, A., and M. Taylor. 2008. Unmasking the pollution haven effect. International Economic Review 49(1):223–54.
2. Antoine Dechezleprêtre, Misato Sato, The Impacts of Environmental Regulations on Competitiveness, Review of Environmental Economics and Policy, Volume 11, Issue 2, summer 2017, Pages 183–206 63:1056–64.
3. Brunel, C., and A. Levinson. 2013. Measuring environmental regulatory stringency. OECD Trade and Environment Working Papers no. 2013/05. Paris: OECD Publishing.
4. Botta, E. and T. Kozluk (2014): ‘‘Measuring environmental policy stringency in OECD countries: A composite index approach’’, OECD Economics Department Working Papers, No. 1177, OECD Publishing.
5. Aghion, P., and P. Howitt. 1992. A model of growth through creative destruction. Econometrica 60(2):323–51.
6. Carraro, C., E. De Cian, L. Nicita, E. Massetti, and E. Verdolini. 2010. Environmental policy and technical change: a survey. International Review of Environmental and Resource Economics 4(2):163–219
7. Popp, D., R. Newell, and A. Jaffe. 2010. Energy, the environment, and technological change. In Handbook of the Economics of Innovation, vol. 2, ed. B. H. Hall and N. Rosenberg, 873–937. Amsterdam: Elsevier) .

8. Ambec, S., M. Cohen, S. Elgie, and P. Lanoie. 2013. The Porter hypothesis at 20: can environmental regulation enhance innovation and competitiveness? Review of Environmental Economics and Policy 7(1):2–22.
9. Hicks, J.R. (1932) the Theory of Wages. Macmillan, London.
10. Morales-Lage, Rafael & Bengochea-Morancho, Aurelia & Martínez-Zarzoso, Inmaculada, 2016. "Does environmental policy stringency foster innovation and productivity in OECD countries? " Center for European, Governance and Economic Development Research Discussion Papers 282, University of Goettingen, Department of Economics.
11. Johnstone, N., I. Hascic, and D. Popp (2010), "Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts", Environmental and Resource Economics 45, 133-155.
12. Colletaz, G., and Hurlin, C., (2006), "Threshold Effects of the Public Capital Productivity: An International Panel Smooth Transition Approach", Working Paper, 1/2006, LEO, Universitéd' Orléans.
13. Gonzalez, A., Terasvirta, T., Van Dijk, D., (2005), "Panel Smooth Transition Regression Models", SEE/EFI Working Paper Series in Economics and Finance, No. 604.
14. Fok, D., Van Dijk, D., Franses, P., (2004), "A Multi-Level Panel STAR Model for US Manufacturing Sectors", Working Paper, University of Rotterdam.
15. Taghavi, Mahdi and Shakeri, Abbas and Mohammadi, Teimour and Sadeqi, AliAkbar (2015). Non-linear Relationship between Income and Energy Intensity in Selected Countries of MENA Region with an Emphasis on the Role of Financial Development and Openness. Iranian Journal of Economic Research, Volume: 20 Issue: 64: 1-26. (In Persion)