فصلنامه پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار) ـ سال بیست و دوم ـ شماره اول ـ بهار ۱۴۰۱ ـ صفحات ۳۱-۱

زنجیره‌های جهانی ارزش و بهبود عملکرد زیست‌محیطی در کشورهای در حال توسعه

کاظم بیابانی خامنه[۱]
رضا نجارزاده[۲]
حسن درگاهی[۳]
لطفعلی عاقلی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۷ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۰/۵/۳

چکیده

امروزه همگام با افزایش ادغام تجاری کشورها و گسترش پراکندگی بین‌المللی تولید، زنجیره‌های جهانی ارزش (GVCs) حجم بزرگی از تجارت را به‌خود اختصاص داده‌اند و مشارکت در شبکه‌ای از شرکای تجاری در بالادست و پایین‌دست، زنجیره ارزش ظرفیت‌های قابل‌توجهی از جمله بهبود جریان ورود دانش، روش‌ها و تکنولوژی‌های تولید پیشرفته‌تر، بویژه برای کشورهای درحال‌توسعه داشته است. از این رو، دور از انتظار نیست که GVCs و مشارکت در آن از منظر زیست‌محیطی نیز برای کشورها دارای ظرفیت‌های بالقوه مفید باشد. در همین راستا، تحقیق حاضر به مطالعه نقش GVCs در عملکرد زیست‌محیطی کشورها پرداخته است. به این منظور، با استفاده از نمونه‌ای شامل ۶۵ کشور درحال توسعه و ۳۶ کشور توسعه‌یافته و به‌روش اقتصادسنجی داده‌های تابلویی فضایی، خودهمبستگی فضایی، همگرایی شرطی و اثرات مستقیم و سرریز مشارکت در GVCs برای کشورها در قالب تجارت دوجانبه ارزش‌افزوده جنوب - جنوب، شمال- جنوب و شمال- شمال برآورد شده است. نتایج تحقیق، نشان می‌دهد که برای تمام کشورها، همگرایی شرطی و خودهمبستگی فضایی مبتنی بر GVCs وجود دارد، اگرچه برای تجارت شمال- شمال کشورهای توسعه‌یافته با شدت بیشتری برقرار است. همچنین مطابق برآوردها، مشارکت در GVCs در صورتی که تجارت دوجانبه ارزش‌افزوده شامل کشورهای توسعه‌یافته باشد، اثرات سرریز بر کشورهای شریک تجاری دارد، اما در تجارت جنوب - جنوب کشورهای درحال‌توسعه، این اثر از نظر آماری، قابل پذیرش نیست. بنابراین، برقراری روابط تجاری تحت GVCs با کشورهای توسعه‌یافته، می‌تواند یک سیاست بالقوه مفید برای بهبود عملکرد زیست‌محیطی کشورهای درحال‌توسعه، تلقی شود.

کلمات کلیدی: زنجیره‌های جهانی ارزش، شدت کربن، اقتصادسنجی فضایی، تجارت ارزش‌افزوده
طبقه بندی JEL: F18, F14, F64

---

۱. دانشجوی دکتری تخصصی علوم اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس kazem.biabany@modares.ac.ir
۲. دانشیار دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس (نویسنده مسؤول) najarzar@modares.ac.ir
۳. دانشیار دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی دانشگاه شهید بهشتی h-dargahi@sbu.ac.ir
۴. دانشیار پژوهشکده اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس aghelik@modares.ac.ir

۱. مقدمه

در سه دهه اخیر، چگونگی اثرگذاری تجارت بر محیط‌زیست و انتشار گازهای گلخانه‌ای، ازجمله مباحث مورد مجادله اقتصاددانان بوده و پاسخ به این سؤال که «تجارت برای محیط‌زیست خوب است یا بد؟»، هنوز ساده نیست. در این بین، جدای از بحث چگونگی اثرگذاری تجارت بر محیط‌زیست، بحث همگرایی بالقوه شاخص‌های زیست‌محیطی کشورها به سبب ادغام و توافق‌نامه‌های تجاری نیز مطرح شده است (Apergis & Payne, 2020; Baghdadi *et al*., 2013). از دیگر سو، با تحولات شگرفی که در تجارت و فرایندهای جهانی‌شدن بویژه ظهور زنجیره‌های جهانی ارزش[1] و پراکندگی بین‌المللی تولید[2] به وجود آمده، زمینه‌های بیشتری برای ادغام تجاری کشورها و حتی تعمیق جریانات دانش و تکنولوژی میان آنها پدیدار شده است.

از این رو در تحقیق حاضر، به‌دنبال پاسخ به چهار سؤال زیر بوده‌ایم:

۱- بین عملکرد زیست محیطی شرکای تجاری GVCs با یکدیگر، همبستگی وجود دارد؟

۲- GVCs می‌تواند بستری برای همگرایی شرطی عملکرد زیست‌محیطی کشورها باشد؟

۳- میزان مشارکت در GVCs، چه تأثیری بر عملکرد زیست‌محیطی کشورها دارد؟

۴- تفکیک تجارت GVCs بین و میان کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه، چه تفاوتی در نتایج ایجاد می‌کند؟

اهمیت سؤالات و ضرورت تحقیق، از آنجا است که تا حدی روشن می‌کند، این شکل جدید تجارت آیا منشأای برای کمرنگ شدن تفاوت در عملکرد زیست‌محیطی کشورها (بویژه کشورهای درحال توسعه) است و تعمیق مشارکت کشورها در GVCs، می‌تواند به‌عنوان یک استراتژی و بستری برای کاهش تخریب محیط‌زیست باشد، یا اینکه این‌گونه نبوده و محیط‌زیست (بویژه در کشورهای درحال توسعه) از آن، نفعی نخواهد برد.

لازم به ذکر است، از آنجا که توماکوس و الکسوپولوس (Thomakos & Alexopoulos, 2016) اذعان داشته‌اند که شدت کربن[3]، بیشترین توضیح‌دهندگی را در شاخص عملکرد زیست‌محیطی[4] کشورها داشته و اینها دو روی یک سکه‌اند، پس تغییرات شدت کربن، پروکسی خوبی از تغییرات عملکرد زیست‌محیطی کشورها است. بنابراین، اگر مشخص شود که نقش GVCs در تحولات شدت کربن کشورها چگونه است، می‌توان تا حد خوبی، آن را به عملکرد زیست‌محیطی آنها تعمیم داد و سیاست‌های تجاری، مقررات زیست‌محیطی و توافقات چندجانبه مقابله با تغییرات اقلیمی (نظیر

1. Global Value Chains
2. International Fragmentation of Production
3. Carbon Intensity
4. Environmental Performance Index

توافق پاریس) را در راستای بهره‌مندی مناسب از ظرفیت‌های GVCs تنظیم نمود. همچنین نتایج تحقیق، می‌تواند به طور مشخص برای کشورهای درحال‌توسعه از جمله ایران، جهت تنظیم سیاست-های تجاری با ملاحظات زیست‌محیطی، حائز اهمیت باشد.

نوآوری این تحقیق، در مطالعه نقش زنجیره‌های جهانی ارزش و تأثیر آن در عملکرد زیست محیطی کشورها با تعریف وابستگی میان کشورها در قالب تجارت GVCs و تفکیک تجارت ارزش افزوده بین و میان کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه است. همچنین لازم به ذکر است که در ایران تابه‌حال، تحقیقی به این حوزه نپرداخته و به طور کلی، موضوع GVCs در تحقیقات اقتصادی داخلی، جدید است.

ادامه مقاله حاضر، به این صورت سازماندهی شده است: در بخش دوم، خلاصه‌ای از مبانی نظری و در بخش سوم، پیشینه‌ای از تحقیقات قبلی مرور می‌شود. در بخش چهارم، روش‌شناسی تحقیق برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها معرفی شده و سپس در بخش پنجم، نتایج به‌دست آمده، مورد بررسی قرار می‌گیرند. نهایتاً بخش آخر، به نتیجه‌گیری از تحقیق اختصاص دارد.

۲. ادبیات نظری

دیدگاه‌های مختلفی درباره پیوند تجارت - محیط‌زیست در ادبیات اقتصادی وجود دارد. بخشی، به اثرات مثبت تجارت بر محیط‌زیست از طریق انتقال و توسعه تکنولوژی و اثرات سرریز[1] آن اشاره دارند و دسته‌ای دیگر از ادبیات، فرضیه پناهگاه‌های آلودگی[2] و تخریب بالقوه محیط‌زیست کشورهای درحال‌توسعه توسط کشورهای توسعه‌یافته را مطرح می‌کنند. البته برخی نیز تجارت را برای محیط‌زیست مضر می‌دانند؛ زیرا معتقدند که تجارت، مقیاس آن دسته از فعالیت‌های اقتصادی که ذاتاً مخرب محیط‌زیست هستند را افزایش می‌دهد و کشورهای آلاینده را به تخصص یافتن در بخش‌های با شدت آلایندگی بیشتر، متمایل می‌کند (Copeland & Taylor, 2013; Weber *et al.*, 2021).

بنابراین طبق ادبیات اقتصادی، تجارت تیغ دو لبه‌ای است که، هم می‌تواند به حفاظت از محیط زیست کمک کند، مثلاً از طریق توسعه و سرریز تکنولوژی‌های حافظ محیط‌زیست (Lovely & Popp, 2011; Wu *et al.*, 2019) و هم، می‌تواند زمینه‌ای برای تخریب آن باشد، آن‌طور که فرضیه پناهگاه‌های آلودگی و فرضیه وفور عوامل تولید[3] آلاینده مطرح می‌کنند (Antweiler *et al.*, 2001; Cherniwchan *et al.*, 2017).

1. Spillover Effects
2. Pollution Haven Hypothesis
3. Factor Endowment Hypothesis

در دهه‌های اخیر نیز با گسترش انواع توافقنامه‌های تجاری و البته ظهور GVCs، که بیش از نیمی از تجارت در قالب آن صورت می‌گیرد (WDR, 2020)، تجارت بین‌الملل، دچار تحولاتی قابل توجه در ساختار و سازمان شده، شبکه‌های تولید بین‌المللی و جریانات عظیم در تجارت دوجانبه (بخصوص تجارت کالاهای واسطه‌ای) خلق شده‌اند. این موج جدید جهانی‌شدن نیز مرزهای دانش، ساختار تولید و مزیت نسبی بین کشورهای مختلف را بازترسیم و روابط بین کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه را متحول نموده است (Baldwin, 2017).

GVCs، ورود نوآوری‌های فنی، مهارت‌ها و دانش را از کشورهای پیشرفته به کشورهای درحال توسعه، بهبود داده (Jangam & Rath, 2020) و به کشورهای درحال‌توسعه، اجازه داده است تا بدون الزام به توسعه صنایع جانبی و تولید محلی، تمام نهاده‌های تولید، وارد بازارهای جهانی شوند (Rodrik, 2018) و بتوانند از منافع بالقوه آن بهره ببرند. با این‌حال، اگرچه پیش از این نیز کشورها در تجارت بین‌الملل مشارکت داشته‌اند (مثلاً کشورهای درحال‌توسعه برای تولید و عرضه کالاها در بازار داخلی، به واردات قطعات و تکنولوژی اقدام می‌کردند)، اما تفاوتی که اکنون وجود دارد، انطباق آنها با شبکه‌های تولید بین‌المللی و شدت یافتن جریان‌های اطلاعاتی دانش (Taglioni *et al.*, 2016) و حتی سرریز شدن بیشتر دانش نسبت به تجارت سنتی است (Piermartini & Rubínová, 2014).

دانش در داخل زنجیره تأمین، آسان‌تر جریان می‌یابد، زیرا بنگاه برون‌سپار برای اطمینان یافتن از تولید کارای[1] نهاده‌ها و انطباق آن با فرایندهای تولید خود، دانش و تکنولوژی لازم را به بنگاهِ تولیدکننده نهاده خود منتقل می‌کند (Piermartini & Rubínová, 2014).

به طور کلی، این ظرفیت وجود دارد که گسترش GVCs با تخصیص مجدد منابع کمیاب به بهره‌ورترین فعالیت‌ها، کارآیی یک اقتصاد را از طریق ارتقاء کارآیی ایستا[2] (اصلاح فرایندها و ظرفیت-های موجود) و هم از طریق کارآیی پویا[3] (ایجاد فرایندها و ظرفیت‌های جدید) بهبود دهد. در نتیجه انتظار می‌رود، آن‌طور که کومریتز (Kummritz, 2016) نشان داد، درآمد سرانه، سرمایه‌گذاری، بهره‌وری و تولید ارزش‌افزوده داخلی، رشد کند. همچنین مشارکت در زنجیره تامین[4] و شبکه تولید بین‌المللی، می‌تواند تنوع دسترسی به نهاده‌ها، مزایای یادگیری ضمن انجام کار، صرفه‌های ناشی از مقیاس و پیشرفت و سرریز تکنولوژیکی را برای کشورها به ارمغان بیاورد و حتی به صنعتی شدن و

1. Efficient
2. Static Efficiency
3. Dynamic Efficiency
4. Supply Chain

توسعه بخش خدمات آنها شتاب دهد (Bernhardt & Pollak, 2016; Gunnella *et al.*, 2019; Ignatenko *et al.*, 2019; Kummritz, 2016; Pigato *et al.*, 2020; Taglioni *et al.*, 2016).

مارکوسن (Markusen, 1984) نیز افزایش کارآیی فنی[1] جهان را با رشد بنگاه‌های چندملیتی (که یکی از عناصر GVCs هستند)، محتمل می‌داند و شواهدی از سرریز تکنولوژی به سبب فعالیت‌های آنها نیز یافت شده است (Keller, 2010). بااین‌وجود، مشارکت در GVCs، پیامدها و اثراتی فراتر از رشد اقتصادی نیز دارد؛ ازجمله اینکه، با رشد GVCs و تجارت نهاده‌های واسطه‌ای، تجارت جنوب - جنوب[2] رشد می‌یابد (Hanson, 2012)، تعمیق GVCs، می‌تواند انتقال و انتشار شوک‌ها، همزمانی[3]سیکل‌های تجاری جهانی و تحول در الگوهای تخصص را شدت دهد یا حتی با تغییر سیاست‌های تجاری در تجارت بین‌الملل، همراه شود (Gunnella *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2017).

در این میان، مسأله‌ای که در ادبیات اخیر، کمتر به آن توجه شده، چگونگی اثرپذیری عملکرد زیست‌محیطی کشورها از GVCs و نقش آن در پدیده‌های زیست‌محیطی است.

اگر آن‌گونه که پیش‌بینی می‌شود، GVCs همگرایی در تکنیک‌های تولید را تسهیل کند (Rodrik, 2018)، ادغام در GVCs، با پیشرفت و انتقال تکنولوژیکی به افزایش درآمد کشورها و در نتیجه، احتمالاً به همگرایی برخی شاخص‌های اقتصادی آنها کمک خواهد نمود (Ignatenko *et al.*, 2019).

شواهد موجود نیز نشان می‌دهند که تجارت، ادغام تجاری و همکاری‌های منطقه‌ای، به افزایش همگرایی در کارآیی انرژی، شدت انرژی و عملکرد زیست‌محیطی کشورها کمک می‌کند (Qi *et al.*, 2019; Wan *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2019). در این میان، ادغام تجاری، لازمه‌اش تغییر و تحولاتی در قوانین، الزامات و استانداردهای (حتی استانداردها، قوانین و مقررات زیست‌محیطی) موجود در کشورها است تا جریانات تجاری، با اصطکاک‌های کمتری اتفاق بیافتند (Nicoletti *et al.*, 2003).

هولزنگر و همکاران (Holzinger *et al.*, 2008) نیز نشان دادند که افزایش پیوندهای بین‌المللی، به همگرایی سیاست‌های زیست‌محیطی کشورها منجر می‌شود. همچنین گسترش شرکت‌های چندملیتی، می‌تواند به مدیریت پایدار[4]، انتقال دانش و توسعه استانداردهای تولید دارای شدت کربن کمتر، کمک کند (Gonzalez & Ugarte, 2015).

---

1. Technical Efficiency
2. South-South Trade
3. Synchronization
4. Sustainable Management

از سوی دیگر، علاوه بر اینکه تجارت با برابر نمودن قیمت عوامل تولید، ممکن است به همگرایی کشورها کمک کند، تجارت با افزایش سرریز تکنولوژی و دانشِ با کارآیی زیست‌محیطی بیشتر نیز می‌تواند به بهبود عملکرد زیست‌محیطی کشورها منتهی شود. در خلال پیشرفت‌های تکنیکی، سرریز، نفوذ و انتقال فناوری‌های پاک‌تر، به کشورهایی که درجه کارآیی انرژی- محیط‌زیست کمتری دارند، بویژه کشورهای درحال‌توسعه، زمینه بهبود عملکرد زیست‌محیطی بیشتر، فراهم می‌شود (Gerlagh & Kuik, 2014; Huang *et al.*, 2020; Jaffe *et al.*, 2002; Wan *et al.*, 2015)

ژیانگ و همکاران (Jiang *et al.*, 2019) اذعان دارند که کشورهای دارای شرکای تجاری با مزیت تکنولوژیکی، کربن کمتری منتشر نموده‌اند؛ چون این فرصت را داشته‌اند که منابع موجود تولید شده را با شریک تجاری مهم خود سهیم شوند. به‌علاوه، جریانات دانش میان بنگاه‌های مشارکت‌کننده در GVCs، می‌تواند پیشرفت‌های تکنولوژیکی حافظ محیط‌زیست را تسریع کند. حتی تولیداتی نظیر آنچه به گسترش فناوری‌های تولید و مصرف انرژی‌های پاک و با کارآیی انرژی بیشتر کمک می‌کنند نیز با گسترش GVCs، اقتصادی‌تر و کم‌هزینه‌تر خواهند شد (WDR, 2020). از این رو، با گسترش GVCs و تعمیق مشارکت در آن، به‌طور بالقوه، فرصت بیشتری برای همگرایی عملکرد زیست‌محیطی کشورها به وجود می‌آید، اگرچه پذیرش یا رد چنین فرضیه‌هایی، به آزمون‌های تجربی نیاز دارد؛ که یکی از اهداف تحقیق حاضر است.

۳. پیشینه تحقیق

بنابر دانسته محققان، تا زمان نگارش این تحقیق، مطالعه‌ای که نقش GVCs را در همگرایی عملکرد زیست‌محیطی کشورها بررسی کرده باشد، منتشر نشده است؛ اما در مطالعاتی، به بررسی نقش و اثرات تجارت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر همگرایی شدت انرژی و انتشار کربن، پرداخته‌اند. به طور مثال، وان و همکاران (Wan *et al.*, 2015)، با یک رویکرد داده‌های پنلی فضایی، اثرات سرریز ناشی از تجارت بر همگرایی بهره‌وری انرژی ۱۶ کشور اتحادیه اروپا را ارزیابی کرده‌اند. نتایج مطالعه آنها، حاکی از آن است که بهره‌وری انرژی دو کشور شریک تجاری، همبستگی دارد (وجود خودهمبستگی فضایی). آنها ضمن تأیید همگرایی، دریافتند که کشورهای با اتکای بیشتر بر تجارت، رشد بهره‌وری انرژی و نرخ همگرایی بیشتری دارند؛ زیرا تجارت به رقابت و نفوذ تکنولوژی منجر می‌شود. درنتیجه، پدیده رقابت تا قهقرا[1]، بروز نمی‌کند.

ژیانگ و همکاران (Jiang *et al.*, 2018) همگرایی شدت انرژی را در استان‌های چین برای دوره ۲۰۱۵-۲۰۰۳ با رگرسیون فضایی، بررسی نموده و نتیجه گرفته‌اند که عدم توجه به سرریزهای

1. Race to the Bottom

فضایی، همگرایی مشروط را کم- برآورد می‌کند. آنها استدلال می‌کنند که کاهش شدت انرژی، نه تنها به عوامل داخلی هر استان بستگی دارد، بلکه اثرات سرریز فضایی در همسایگان بویژه سرریز تکنولوژی و دانش و روابط داده- ستانده‌ای نیز آن را تسریع می‌کند و FDI در کاهش شدت انرژی نقش مهمی دارد.

هونگ و همکاران (Huang *et al.*, 2019)، با بررسی ۶۱ کشور در دوره ۲۰۱۶-۱۹۹۲ با مدل رگرسیون انتقال ملایم پنلی PSTR،[1] نتیجه گرفتند که یک اثر آستانه غیرخطی از جهانی شدن (شاخص KOF)، بر همگرایی مشروط شدت انرژی وجود دارد و با گذشتن جهانی شدن از حد آستانه، سرعت همگرایی بیشتر می‌شود. آنها افزایش تعاملات کشورها از طریق تجارت، تعاملات سیاسی، اجتماعی و همکاری‌های بین منطقه‌ای را برای کاهش شدت انرژی توصیه می‌کنند.

ژین- ژانگ و همکاران (Xin-gang *et al.*, 2019)، نقش FDI در کاهش اختلاف کارآیی انرژی مناطق چین با مدل‌های اقتصادسنجی فضایی را در دوره ۲۰۱۴-۲۰۰۵ بررسی کردند. نتایج مطالعه آنها، حاکی از عدم وجود همگرایی مطلق است، اما همگرایی مشروط شدت انرژی وجود دارد و FDI، آن را تقویت می‌کند. همچنین وجود اثرات سرریز فضایی FDI پذیرفته می‌شود.

هونگ و همکاران (Huang *et al.*, 2019)، همگرایی شدت کربن استان‌های چین را با استفاده از یک رویکرد رگرسیون فضایی پویا در دوره ۲۰۱۶-۲۰۰۰ بررسی نمودند. آنها وجود همگرایی شدت کربن در چین را نتیجه گرفته و بیان نمودند که FDI و بازبودن تجاری و اثرات سرریز فضایی، به کاهش شدت کربن کمک می‌کند.

آواد (Awad, 2019)، با برآورد رگرسیون‌های هم‌انباشته پنلی، اثرات تجارت ۴۶ کشور آفریقایی با خارج از قاره آفریقا را بر انتشار CO_2 و PM_{10} در سال‌های ۲۰۱۷-۱۹۹۰ بررسی نموده و نتیجه گرفت که تجارت، کیفیت محیط‌زیست قاره آفریقا را بهبود می‌دهد؛ زیرا آفریقا از طریق مکانیسم‌های تجارت با غلبه بر چالش‌هایی نظیر فقر و نزاع‌ها، به اهداف توسعه پایدار دست می‌یابد.

کی و همکاران (Qi *et al.*, 2019)، همگرایی شدت انرژی در ۵۶ کشور راه ابریشم جدید[2] را در یک مدل پنل انتقال ملایم و با تمرکز بر نقش تجارت چین با این کشورها در همگرایی ارزیابی نمودند. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که تجارت، همگرایی شدت انرژی را تسهیل نموده و کشورهای دارای تجارت دوجانبه بزرگ یا سهم بالای واردات تکنولوژی از چین، نرخ همگرایی سریع‌تری دارند. این تحقیق، شواهدی از اثر سرریز تکنولوژی نیز گزارش می‌کند.

1. Panel Smooth Transition Regression
2. Belt and Road Initiative

اخیراً نیز مطالعاتی، به‌طور مشخص، به ارزیابی اثرات GVCs بر محیط‌زیست و انرژی پرداخته‌اند. کالتنگر و همکاران (Kaltenegger *et al.*, 2017)، اثرات جهانی شدن زنجیره‌های ارزش را بر ردپای انرژی در ۴۰ کشور با روش تحلیل تجزیه ساختاری[1] مطالعه نمودند. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که ردپای انرژی جهانی در دوره ۲۰۰۹-۱۹۹۵ حدود ۲۹ درصد رشد کرده و رشد فعالیت‌های اقتصادی، مهمترین دلیل این افزایش بوده، و در مقابل، کاهش شدت انرژی بخشی، اصلی‌ترین عامل کاهش شتاب مصرف انرژی است. تغییر GVCs، ۷/۵ درصد ردپای انرژی جهانی را افزایش داده که ۵/۵ درصد به‌دلیل افزایش ارتباطات پیشین و ۱/۸ درصد به‌دلیل تغییر ترکیب منطقه‌ای نهاده‌های واسطه‌ای است. همچنین جهش اقتصاد جهانی به سمت شرق آسیا باعث افزایش ردپای انرژی جهانی شده اما ترکیب بخشی[2] GVCs، تأثیر ناچیزی بر ردپای انرژی داشته است.

لیو و همکاران (Liu *et al.*, 2018)، به بررسی اثرات موقعیت ۱۴ صنعت تولیدی چین در GVCs و کارآیی انرژی و محیط‌زیست آنها در دوره ۲۰۰۹-۱۹۹۵ با رگرسیون پنلی پرداخته و نتیجه گرفته‌اند که یک رابطه بازخوردی مثبت بین آنها وجود دارد و افزایش در موقعیت GVCs باعث ۳۵ درصد بهبود کارآیی انرژی و محیط‌زیست بوده است. محققان، افزایش مخارج تحقیق و توسعه و بهبود ظرفیت‌های جذب دانش را برای حرکت به سمت بالادست GVCs و درنتیجه، بهبود محیط‌زیست توصیه نموده‌اند.

سون و همکاران (Sun *et al.*, 2019)، تأثیر موقعیت در GVCs بر کارآیی کربن ۶۰ کشور را در دوره ۲۰۱۱-۲۰۰۰ با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون پنلی بررسی کردند. آنها نتیجه گرفتند که با بهبود موقعیت در GVCs، کارآیی انرژی بهبود یافته و درنتیجه، کارآیی کربن نیز بیشتر می‌شود، ضمن اینکه بهبود موقعیت در صنایع تکنولوژی بر نسبت به صنایع کاربر و منابع‌بر، تأثیر مثبت بیشتری دارد.

یاسمین و همکاران (Yasmeen *et al.*, 2019)، به ارزیابی اثرات تجارت ارزش‌افزوده در ۳۹ کشور بر آلاینده‌های هوا در دوره ۲۰۰۹-۱۹۹۵ پرداختند. نتایج رگرسیون‌های پنلی آنها، حاکی از وجود رابطه U معکوس بین تجارت ارزش‌افزوده و آلاینده‌ها بوده و همچنین اثر تجارت بر مونوکسید کربن، بیشتر از دیگر آلاینده‌ها است. آنها نتیجه گرفتند که در سطوح اولیه رشد تجارت ارزش‌افزوده، آلودگی محیط‌زیست بیشتر می‌شود اما نهایتاً، با رشد تجارت ارزش‌افزوده و پیشرفت روش‌های تولید، آلودگی کاهش می‌یابد.

با توجه به تحقیقات پیشین، می‌توان نقطه تمایز و نوآوری تحقیق حاضر را از چند منظر دانست. اول، تحقیق حاضر برای اولین بار در تحقیقات داخلی، به مطالعه اثرات GVCs می‌پردازد. دوم، در

1. Structural Decomposition Analysis
2. Sectoral Composition

تحقیقات پیشین، به نقش GVCs در همگرایی شاخص‌های زیست‌محیطی پرداخته نشده است. سوم، در این تحقیق، اثر مشارکت در GVCs، بر عملکرد زیست‌محیطی کشورها ارزیابی شده است. چهارم، تجارت بین و میان کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته، از هم تفکیک شده و به طور مجزا مورد بررسی قرار گرفته است. پنجم، برخلاف اکثر مطالعاتی که از اقتصادسنجی فضایی بهره می‌برند، در این تحقیق، از فاصله جغرافیایی برای مدل‌سازی وابستگی کشورها استفاده نشده و وابستگی کشورها در قالب تجارت دوجانبه ارزش‌افزوده آنها تعریف شده است.

۴. روش شناسی

در سال‌های اخیر، مدل‌سازی تعاملات متقابل کارگزاران اقتصادی، به یک امر متداول در مدل‌سازی اقتصادی تبدیل شده است. انسلین(Anselin, 2003)، پدیده‌هایی مثل وجود اثرات همسایگی، اثرات گروه‌های همتا و رقابت تا قهقرا را از جمله نمونه‌های تعاملات متقابل کارگزاران دانسته و استفاده از مدل‌های تعاملی و فضایی را برای تحلیل چنین شرایطی پیشنهاد می‌کند.

در این تحقیق نیز تجارت دوجانبه ارزش‌افزوده بین کشورها در قالب زنجیره‌های جهانی ارزش و اثرات سرریز آن بر شرکای تجاری، مورد توجه است. با این حال، مسأله‌ای که در اقتصادسنجی متداول وجود دارد، آن است که امکان دارد، با وجود تعاملات فضایی، تخمین‌ها یا کارا[1] نباشند و یا حتی اریب[2] شوند. درنتیجه، استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی فضایی[3] که تعاملات فضایی و وابستگی‌های خاصی که در داده‌ها وجود دارند را بتواند توضیح دهد، ضروری می‌شود.

به صورت کلی، سه نوع مدل اقتصادسنجی فضایی پنل دیتا به‌طور متداول مورد استفاده قرار می‌گیرند: مدل خودرگرسیو فضایی[4] (SAR)، مدل خطای فضایی[5] (SEM) و مدل دربین فضایی[6] (SDM) (LeSage & Pace, 2009). در مدل SAR، فرض می‌شود که مقدار مشاهده شده متغیر وابسته در یک مقطع، علاوه‌بر رگرسورهای برونزا، توسط میانگین وزنی فضایی متغیرهای وابسته همسایگان آن متأثر می‌شود. تصریح رگرسیون این‌گونه است:

$$y_{it} = \rho \sum_{j=1}^{N} w_{ij} y_{jt} + x_{it}\beta + \mu_i + \varepsilon_{it} \qquad (۱)$$

1. Efficient
2. Biased
3. Spatial Econometrics
4. Spatial Autoregressive
5. Spatial Error Model
6. Spatial Durbin Model

که در آن، y متغیر وابسته برای مقطع i در زمان t است. $\sum_{j=1}^{N} w_{ij}y_{jt}$ اثرات تعاملی درونزای متغیر وابسته y_{it} و متغیر وابسته y_{jt} در مقاطع همسایه (N مقطع) را نشان می‌دهد، و ρ ضریب خودرگرسیو فضایی است که اندازه همبستگی فضایی همزمان بین یک مقطع و مقاطع همسایه را اندازه می‌گیرد. x_{it} ماتریسی از متغیرهای مستقل و توضیح دهنده است که بردار β اندازه اثر این متغیرهای مستقل (رگرسورهای برونزا) را نشان می‌دهد. μ_i اثرات ثابت هستند که اثرات خاص هر مقطع را ضبط می‌کنند. جزء خطای ε_{it} نیز فرض می‌شود که توزیعی مستقل و یکتا با میانگین صفر و واریانس ثابت دارد. w_{ij} ماتریس وزن‌های فضایی است. این ماتریس را می‌توان، هم براساس معیارهای اقتصادی و هم، براساس معیارهای جغرافیایی ساخت، که در بخش ۵ توضیح داده می‌شود.

در مدل دوم یعنی SEM، اثرات تعاملی بین اجزاء خطا نیز لحاظ می‌شوند. اهمیت این مدل، زمانی بیشتر می‌شود که متغیرهایی مستقلی که در رگرسیون حضور ندارند، بر اثرات تعاملی مقاطع موثر باشند. تصریح مدل این‌گونه است:

$$y_{it} = x_{it}\beta + \mu_i + \lambda \sum_{j=1}^{N} w_{ij}\varphi_{jt} + \varepsilon_{it} \qquad (۲)$$

که در آن، φ_{jt} جزء خطای خودهمبسته فضایی است و λ ضریب خود همبستگی فضایی که اثرات پسماندهای مقطع‌های مجاور را بر پسماندهای هر مقطع اندازه می‌گیرد. مدل SDM، حاصل ادغام دو مدل SEM و SAR است:

$$y_{it} = \rho \sum_{j=1}^{N} w_{ij}y_{jt} + x_{it}\beta + \mu_i + \sum_{j=1}^{N} w_{ij}x_{jt}\gamma + \varepsilon_{it} \qquad (۳)$$

در این مدل، γ بردار ضرایب خودهمبستگی فضایی متغیرهای توضیحی است. در این رگرسیون، اگر $\gamma = 0$ و $\rho \neq 0$ شود، مدل یک SAR خواهد بود و اگر $\gamma = -\beta\rho$ شود، مدل تبدیل به SEM خواهد شد. بنابراین، مدل SDM یک تصریح عمومی دربردارنده دو مدل دیگر است و قابل آزمون نیز خواهد بود (LeSage & Pace, 2009).

نکته دیگر، آن است که به‌دلیل همبستگی فضایی در رگرسیون‌های فضایی، ضرایب متغیرهای توضیحی دقیقاً اثر نهایی متغیرها را منعکس نمی‌کند و به‌دلیل وجود پیوندهای فضایی و بازخورد همزمان[1]، دو اثر مستقیم و اثر غیرمستقیم (اثر سرریز فضایی) در مدل وجود دارد. بنابراین، به‌جای تفسیر ضرایب برآوردهای نقطه‌ای[2]، باید به برآورد اثرات مستقیم و غیرمستقیم اقدام کرد. در یک SDM داریم:

1. Contemporaneous Feedback
2. Point Estimates

$$E(Y_t) = (I_n - \rho W)^{-1}\mu + (I_n - \rho W)^{-1}(X_t\beta + WX_t\gamma) \quad (۴)$$

که در آن، I_n ماتریس واحد $n \times n$ بوده و ماتریس تکاثر فضایی $(I_n - \rho W)^{-1}$ برابر است با:

$$(I_n - \rho W)^{-1} = I_n + \rho W + \rho^2 W^2 + \rho^3 W^3 + \cdots \quad (۵)$$

بنابراین، ماتریس مشتقات جزئی متغیر وابسته در مقاطع مختلف نسبت به متغیر توضیحی kام در مقاطع دیگر، در هر زمان t برابر است با:

$$\left[\frac{\partial E(Y)}{\partial x_{1k}} \cdots \frac{\partial E(Y)}{\partial x_{Nk}}\right] = \begin{bmatrix} \frac{\partial E(y_1)}{\partial x_{1k}} & \cdots & \frac{\partial E(y_1)}{\partial x_{Nk}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial E(y_N)}{\partial x_{1k}} & \cdots & \frac{\partial E(y_N)}{\partial x_{Nk}} \end{bmatrix} = (I_n - \rho W)^{-1} \begin{bmatrix} \beta_k & w_{12}\gamma_k & \cdots & w_{1n}\gamma_k \\ w_{21}\gamma_k & \beta_k & \cdots & w_{2n}\gamma_k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1}\gamma_k & w_{n2}\gamma_k & \cdots & \beta_k \end{bmatrix} \quad (۶)$$

به طور خلاصه نیز می‌توان نوشت:

$$\frac{\partial E(Y)}{\partial x_k} = (I_n - \rho W)^{-1} S \quad (۷)$$

بنابراین، میانگین اثرات مستقیم یک واحد تغییر در متغیرهای توضیحی x_k بر Y با میانگین عناصر قطری ماتریس S، میانگین اثرات کل از طریق میانگین گرفتن جمع سطرها یا ستون‌های ماتریس S و در آخر، میانگین اثرات غیرمستقیم یا همان اثرات سرریز فضایی نیز از تفاضل اثرات مستقیم و کل به‌دست می‌آید. به طور صوری:

اثر کل:

$$\frac{1}{n}\sum_{i,j}^{n} \frac{\partial E(y_i)}{\partial x_{kj}} = \frac{1}{n} I_n'[(I_n - \rho W)^{-1} S] I_n \quad (۸)$$

اثر مستقیم:

$$\frac{1}{n}\sum_{i}^{n} \frac{\partial E(y_i)}{\partial x_{ki}} = \frac{1}{n} trace[(I_n - \rho W)^{-1} I_n \beta] \quad (۹)$$

اثر غیرمستقیم:

$$\left(\frac{1}{n} I_n'[(I_n - \rho W)^{-1} S] I_n\right) - \left(\frac{1}{n} trace[(I_n - \rho W)^{-1} I_n \beta]\right) \quad (۱۰)$$

با توجه به موارد ذکر شده، نهایتاً از طریق برآورد SDM ذیل نقش GVCs و اثر مشارکت در آن بر همگرایی شدت کربن کشورها، قابل ارزیابی خواهد بود:

$$\ln\frac{CI_{it}}{CI_{it-1}} = \beta \ln CI_{it-1} + \rho\sum_{j=1}^{N} w_{ij}\ln\frac{CI_{jt}}{CI_{jt-1}} + \theta\ln GVC_{it-1} + \pi\ln x_{it-1} + \sum_{j=1}^{N} w_{ij}\ln GVC_{it-1}\,\delta + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (۱۱)$$

که در آن، CI متغیر شدت کربن، GVC شاخص مشارکت در $GVCs$ و x برداری از دیگر متغیرهای توضیح‌دهنده شدت کربن نظیر درآمد سرانه حقیقی (Y)، نرخ شهرنشینی (UR) و یا شدت انرژی (EI) خواهند بود (سایر اجزا مانند معادله ۱ هستند). بعد از برآورد رگرسیون فوق به روش حداکثر راست‌نمایی، چنانچه گفته شد، برای تفسیر نتایج رگرسیون اثرات مستقیم، غیرمستقیم (سرریز) و اثرات کل برای هر متغیر، باید محاسبه شوند. همچنین اثر کل متغیر $\ln CI_{it-1}$ را اگر B بنامیم، برای برقراری همگرایی شرطی باید $-1 < \mathrm{B} < 0$ و معنادار باشد، نرخ همگرایی شرطی نیز از $-\ln(\mathrm{B}+1)$ به‌دست می‌آید (LeSage & Fischer, 2008).

لازم به ذکر است که رگرسیون‌های فوق برای ۳ گروه کشوری شامل کشورهای درحال توسعه، کشورهای توسعه یافته و کل کشورها برآورد خواهند شد. از آنجا ماتریس وزن فضایی (w_{ij}) برای ۳ گروه فوق متفاوت خواهد بود، مدلی که شامل تمام کشورهای درحال توسعه و توسعه یافته است، تجارت دوجانبه ارزش‌افزوده و مشارکت در GVCs را بین تمام کشورها مدل‌سازی کرده که شامل تجارت شمال- جنوب، جنوب - جنوب و شمال- شمال خواهد بود. مدلی که تنها شامل کشورهای درحال توسعه است، به اصطلاح تجارت جنوب - جنوب خواهد بود، زیرا در ماتریس وزن فضایی، تنها تجارت دوجانبه بین این کشورها لحاظ می‌شود. نهایتاً، مدلی که تنها کشورهای توسعه یافته را دارد، نشان‌دهنده تجارت شمال- شمال خواهد بود و در ماتریس وزن فضایی، تنها تجارت دوجانبه بین کشورهای توسعه یافته منظور می‌شود. انتظار داریم که با این تفکیک تجارت دوجانبه ارزش‌افزوده و مشارکت در GVCs، بتوانیم شناخت بهتری از ظرفیت‌های بالقوه تجارت GVCs و اثرات زیست محیطی آن به‌دست آوریم.

۵. داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در تحقیق، مشتمل بر داده‌های مرتبط با شاخص‌های کلان اقتصاد کشورها و داده‌های مربوط به تجارت مبتنی بر GVCs هستند. متغیر شدت کربن به‌عنوان متغیر تحت بررسی، از تقسیم میزان انتشار کربن‌دی‌اکسید (کیلوگرم) به ارزش دلاری GDP (قیمت ثابت ۲۰۱۰) در هر

سال به‌دست می‌آید. همچنین از متغیرهای درآمد سرانه حقیقی (ارزش دلاری GDP به قیمت ثابت ۲۰۱۰ تقسیم بر جمعیت)، شدت انرژی (میزان مصرف انرژی به کیلوگرم معادل نفت خام تقسیم بر ارزش دلاری GDP به قیمت ثابت ۲۰۱۰) و نرخ شهرنشینی (جمعیت شهری تقسیم بر کل جمعیت) به‌عنوان متغیرهای توضیح‌دهنده شدت کربن در مدل‌سازی استفاده خواهد شد.

مأخذ داده‌ها، بانک اطلاعات WDI بانک جهانی[1] است و از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۴ را برای ۱۰۱ کشور شامل می‌شود.[2] از این ۱۰۱ کشور، ۶۵ کشور در گروه کشورهای در حال توسعه و در حال گذار قرار می‌گیرند و ۳۶ کشور دیگر، توسعه یافته هستند.[3]

برای محاسبه مشارکت GVCs، مانند اسلم و همکاران (Aslam *et al.*, 2017)، از رویکرد پیشنهادی کوپمن و همکاران (Koopman *et al.*, 2014) استفاده می‌کنیم؛ به این صورت که مشارکت در GVCs برای هر کشور i در زمان t برابر است با:

$$GVC_{it} = \frac{DVX_{it} + FVA_{it}}{Gross\ Exports_{it}} \qquad (۱۲)$$

که در آن، FVA ارزش‌افزوده خارجی[4] و DVX ارزش‌افزوده غیرمستقیم[5] و Gross Export ارزش کل صادرات یک کشور در هر دوره است.[6] این شاخص، شدت مشارکت GVCs یک کشور را مستقل از اندازه اقتصاد آن اندازه می‌گیرد. داده‌های مربوط به FVA و DVX و کل صادرات، از بانک اطلاعاتی UNCTAD-EORA (Casella *et al.*, 2019) استخراج شده‌اند.

---

1. http://databank.worldbank.org

۲. علت انتخاب این تعداد کشور و دوره زمانی، موجود بودن داده‌ها بوده است؛ زیرا در رگرسیون‌های پنل دیتای فضایی، داده جاافتاده نباید وجود داشته باشد. به عبارتی دیگر، تنها از پنل دیتای متوازن باید استفاده نمود که تمام کشورها به تعداد یکسان، دوره زمانی در نمونه داشته باشند.

۳. گروه بندی کشورها مطابق گزارش World Economic Situation and Prospects سازمان ملل متحد انجام شده است.

4. Foreign Value-Added

5. Indirect Domestic Value-Added

۶. ارزش افزوده خارجی، شامل نهاده‌های تولید شده در کشورهای دیگر (وارداتی) است که در صادرات کشور واردکننده مورد استفاده قرار می‌گیرد. ارزش افزوده غیرمستقیم نیز بخشی از ارزش افزوده داخلی صادر شده به کشورهای دیگر (نهاده صادراتی) است که به‌عنوان نهاده در صادرات کشورهای دیگر استفاده می‌شود. صادرات ناخالص یا همان کل صادرات نیز شامل تجارت مبتنی بر GVCs و تجارت سنتی یا همان آمار صادراتی است که توسط گمرگ کشورها گزارش می‌شود.

درنهایت، همان‌طور که در بخش ۴ اشاره شد، یک ماتریس وزن فضایی که فاصله فضایی بین کشورها (مقاطع) در نمونه تحقیق را نشان می‌دهد، باید تعریف و ساخته شود. این ماتریس وزنی که ماتریس فاصله نیز نامیده می‌شود، می‌تواند به صورت جغرافیایی ساخته شود تا فاصله جغرافیایی کشورها را نشان دهد یا به صورت اقتصادی ساخته شود که مبتنی بر مفاهیم اقتصادی، فاصله کشورها را نمایش دهد.

در این تحقیق نیز مشابه تحقیقاتی نظیر کانلی و همکاران (Conley & Topa, 2002)، وان و همکاران (Wan *et al.*, 2015)، ژیانگ و همکاران (L. Jiang *et al.*, 2018) و سرون و ابیت (Servén & Abate, 2020) از فاصله اقتصادی برای ساخت ماتریس وزن فضایی استفاده می‌شود. سرون و ابیت (Servén & Abate, 2020)، ماتریس فاصله اقتصادی بین جفت کشورها را با استفاده از اندازه تجارت دوجانبه آنها ساختند، اما در تحقیق حاضر، ماتریس وزن فضایی اقتصادی با استفاده از تجارت دوجانبه ارزش‌افزوده که در قالب GVCs انجام می‌گردد، ساخته می‌شود:[۱]

$$w_{ij} = \frac{Exports_{ij} + Imports_{ij}}{\sum_{K=1}^{K=N} Exports_{ik} + \sum_{K=1}^{K=N} Imports_{ik}} \qquad (۱۳)$$

که در آن، $Exports$ صادرات ارزش‌افزوده از کشور i به کشور j ، $Imports$ واردات ارزش‌افزوده کشور i از کشور j و N تعداد کل کشورها است. هرچه مقدار w بین دو کشور بیشتر باشد، فاصله آن دو کشور، کمتر و نزدیکی آنها بیشتر خواهد بود. با توجه به اینکه رگرسیون‌ها برای سه گروه کشوری برآورد خواهند شد، سه ماتریس وزن فضایی نیز برای هرکدام ساخته می‌شود. در ماتریس وزن فضایی که شامل تمام ۱۰۱ کشور است، ماتریس وزن فضایی دارای ۱۰۱ سطر و ستون بوده و همچنین جمع هر سطر آن برابر ۱ می‌شود[۲]. به همین ترتیب، ماتریس وزن فضایی برای کشورهای در حال توسعه، دارای ۶۵ سطر و ستون و برای کشورهای توسعه یافته، دارای ۳۶ سطر و ستون خواهد بود. از آنجا که ماتریس وزن فضایی زمان- نامتغیر[۳] است، از جمع ارزش صادرات و واردات ارزش‌افزوده کشورها در طول دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۹۷ برای ساخت ماتریس وزنی استفاده خواهد شد. داده‌های تجارت ارزش‌افزوده نیز از بانک اطلاعاتی UNCTAD-EORA (Casella *et al.*, 2019) استخراج شده‌اند که با استفاده از جداول داده- ستانده جهانی محاسبه می‌شوند.

---

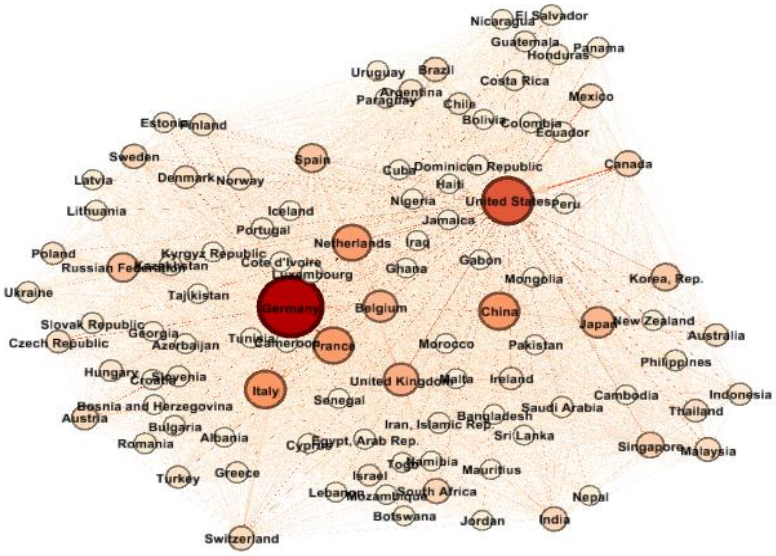
۱. تفاوت تجارت دوجانبه و تجارت دوجانبه ارزش افزوده، دقیقاً به مفهوم GVCs مرتبط است. تجارت دوجانبه شامل تجارت سنتی و تجارت مبتنی بر GVCs بوده، در حالی که تجارت مبتنی بر GVCs، تجارت ارزش افزوده است.

۲. که استانداردسازی سطری نامیده می‌شود.

3. Time-Invariant

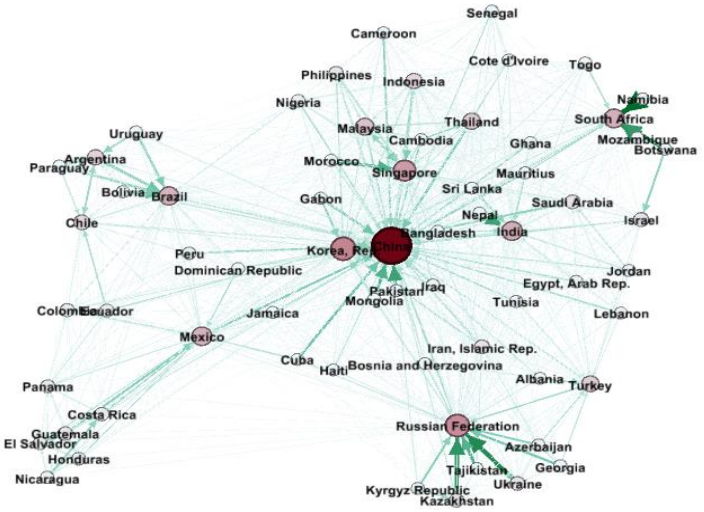
نمودار ۱، گراف ارتباط بین کشورها را مطابق با معادله ۱۳ نشان می‌دهد. در گراف گره‌ها، همان کشورها و یال‌های بین کشورهای i و j جریان تجاری بین آنها است که استحکام هر یال برابر w_{ij} است (استحکام یال‌ها با ضخامت آنها در گراف نمایان شده است). همچنین در گراف، اندازه گره‌ها، درجه وزنی هر گره را نشان می‌دهد و کشورهای با w_{ij} بزرگتر، به یکدیگر نزدیک هستند.

نمودار ۱. شبکه تجارت GVCs بین ۱۰۱ کشور مطابق ماتریس وزن فضایی



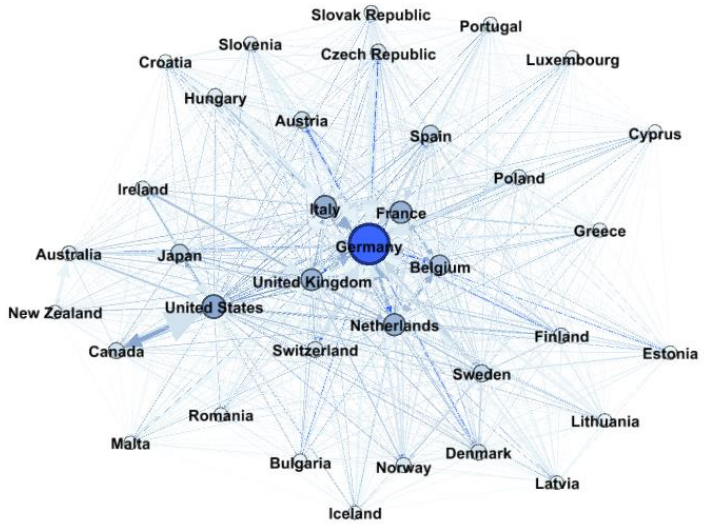
مأخذ: محاسبات تحقیق

نمودار ۲. شبکه تجارت GVCs بین ۶۵ کشور درحال‌توسعه مطابق ماتریس وزن فضایی



مأخذ: محاسبات تحقیق

نمودار ۳. شبکه تجارت GVCs بین ۳۵ کشور توسعه یافته مطابق ماتریس وزن فضایی



مأخذ: محاسبات تحقیق

۶. نتایج

نتایج برآورد رگرسیون‌های SAR، SEM و SDM برای نمونه شامل تمام کشورها، کشورهای در حال توسعه و کشورهای توسعه یافته، به‌ترتیب، در جداول ۱، ۳ و ۵ ارائه شده‌اند. چون در رگرسیون فضایی، اثرات سرریز فضایی وجود دارد، برای تفسیر ضرایب متغیرها، باید اثرات مستقیم، غیرمستقیم و اثر کل آنها مطابق معادلات ۸ الی ۱۰ محاسبه شوند، که نتایج در جداول ۲، ۴ و ۶ ارائه، و همچنین برای مقایسه، نتایج رگرسیون اثرات ثابت سنتی (روش FE) نیز گزارش شده‌اند تا تفاوت درنظر گرفتن اثرات فضایی ملاحظه شود.

قبل از تفسیر نتایج، آزمون‌های تصریح و انتخاب مدل را بررسی می‌کنیم. طبق نتایج آزمون والد، معناداری تمام رگرسیون‌ها پذیرفته می‌شود. با بررسی نتایج آزمون‌های انتخاب مدل، ملاحظه می‌شود که مطابق آزمون هاسمن، رگرسیون اثرات ثابت به اثرات تصادفی در تمام ۳ گروه کشوری ارجحیت دارد. در آزمون‌های انتخاب مدل در نمونه شامل تمام کشورها، بین SDM و SAR رگرسیون SAR و بین SEM و SDM نیز رگرسیون SEM رد شده، و بنابراین، بهترین رگرسیون SDM می‌باشد. به همین ترتیب، برای کشورهای درحال توسعه، رگرسیون SAR و برای کشورهای توسعه یافته، رگرسیون SDM، بهترین رگرسیون است.

اکنون به تفسیر نتایج برآوردها می‌پردازیم. برای استنتاج بهتر نتایج و امکان مقایسه بهتر نتایج بین گروه‌های کشوری، در جدول ۷ نتیجه برآورد پارامترهای اصلی ۴۸ رگرسیون[1] برآورد، و به تفکیک گروه‌های کشوری گزارش شده‌اند، که تفسیر آنها به شرح ذیل است. ضریب ρ حاکی از وجود خودهمبستگی فضایی مثبت در قالب رگرسیون (ضریب λ در SEM نیز همین را نشان می‌دهد) که در تمام گروه‌های کشوری نیز معنی‌دار است؛ به این معنی که شدت کربن در هر سه گروه کشوری، همبستگی فضایی مبتنی بر GVCs دارد. به عبارت دیگر، کشورهایی که تجارت ارزش‌افزوده دوجانبه بیشتری با یکدیگر دارند، در شدت کربن با هم همبستگی داشته‌اند. با این حال، همبستگی در کشورهای توسعه یافته، بیشتر از کشورهای در حال توسعه است.

در تمام رگرسیون‌ها، نرخ همگرایی بزرگتر از صفر و کوچکتر از یک است و همگرایی شرطی از نظر آماری رد نمی‌شود. درنتیجه، همگرایی شرطی شدت کربن مبتنی بر GVCs در هر سه گروه

---

۱. همان‌طور که در جداول مشاهده می‌شود، در رگسیون‌های مختلف، متغیرهای مستقل مختلفی به کار رفته‌اند. علت این امر، برآورد رگرسیون‌ها با کنترل اثرات متغیرهای مختلف است. به‌طور مثال، یک رگرسیون با لحاظ متغیر درآمد سرانه، یک رگرسیون با متغیر شدت انرژی و یک رگرسیون با لحاظ متغیر شهرنشینی برآورد شده است، در حالی که یک رگرسیون نیز با لحاظ نمودن همزمان هر سه متغیر، برآورد شده تا اثرات منفرد متغیرها، با ثابت نگه داشتن دیگر متغیرها برآورد و اثرات متقابل متغیرها، کنترل شود.

کشوری پذیرفته شده است. مجدداً ملاحظه می‌شود که نرخ همگرایی شرطی در کشورهای توسعه یافته، بیشتر از کشورهای در حال توسعه است. به عبارت دیگر، در قالب تجارت شمال- شمال، نرخ همگرایی شدت کربن، بیشتر از تجارت جنوب - جنوب است.

با بررسی برآوردهای اثرات مستقیم و غیرمستقیم و اثر کل شاخص مشارکت در GVCs بر شدت کربن، ملاحظه می‌شود که هر سه اثر آن برای سه گروه کشوری، منفی است؛ اما اثر مستقیم مشارکت در GVCs بر شدت کربن در اغلب رگرسیون‌ها از نظر آماری معنی‌دار نیست. در مقابل، اثر غیرمستقیم (سرریز) و اثرکلی مشارکت در GVCs بر شدت کربن در مدل‌های شامل تمام کشورها و مدل‌های کشورهای توسعه یافته از نظر آماری، معنادار و منفی است (با این حال، برای کشورهای در حال توسعه، تنها در یک رگرسیون معنی دار است). نتیجه قابل استنباط از این تفاوت موجود بین تجارت جنوب - جنوب، تجارت شمال- شمال و تجارت شمال- جنوب، این است که افزایش مشارکت کشورهای در حال توسعه در تجارت ارزش‌افزوده GVCs، با دیگر کشورهای در حال توسعه (تجارت جنوب - جنوب) تأثیر معناداری بر شدت کربن آنها ندارد، اما افزایش مشارکت GVCs و تجارت ارزش‌افزوده با کشورهای توسعه یافته، می‌تواند به بهبود شدت کربن کشورهای در حال توسعه منجر شود (بویژه به‌دلیل وجود اثرات سرریزی از کشورهای توسعه یافته).

درنتیجه، به طور کلی، می‌توان اذعان داشت که افزایش مشارکت در GVCs، به کاهش شدت کربن و همگرایی شرطی آن کمک می‌کند، اما برای کشورهای در حال توسعه، مهم است که طرف‌های تجاری در گروه کشورهای توسعه یافته باشند. بویژه اینکه اثر غیرمستقیم، به‌طور سرریز و در قالب تجارت دوجانبه ارزش‌افزوده (یا همان تجارت مبتنی بر GVCs) نیز وجود دارد، یعنی افزایش مشارکت کشورها در تجارت GVCs، به کاهش شدت کربن یکدیگر منجر می‌شود. این‌گونه هرچه کشورها در GVCs مشارکت بیشتری داشته باشند، رشد شدت کربن آنها کاهش خواهد یافت و حتی این بهبود به کشورهای شریک آنها در تجارت GVCs سرریز می‌شود.

چنانچه گفته شد، تعمیق مشارکت در GVCs، می‌تواند پیشرفت تکنولوژیکی، یادگیری ضمن انجام کار، سرریز دانش، رشد اقتصادی و رفاه بیشتر به همراه داشته باشد. این تحولات بالقوه، چه با بهبود کارآیی مصرف انرژی، و چه از طریق حرکت به سمت استفاده از انرژی‌های پاک‌تر و یا حتی افزایش تقاضای وضع قوانین و مقررات حافظ محیط‌زیست، به بهبود شدت کربن کشورها بخصوص کشورهای درحال توسعه، می‌توانند کمک کنند.

در آخر، نگاهی به نتایج اثرات متغیرهای کنترلی خواهیم داشت. اثر مستقیم منفی Ln(CI) نشان می‌دهد، در هر دوره که شدت کربن یک کشور بالاتر باشد، رشد شدت کربن دوره بعد آن، کمتر خواهد بود و اثر غیرمستقیم منفی آن، نشان می‌دهد که اثر سرریز بر کشورهای دیگر نزدیک به آن

کشور در قالب GVCs، وجود دارد. از این رو، اثر کل Ln(CI) حاکی از همگرایی شرطی شدت کربن کشورها است. چنین اثری از هر دو کانال مستقیم و غیرمستقیم برای متغیر درآمد سرانه حقیقی (Y) نیز وجود دارد.

پس افزایش درآمد سرانه حقیقی کشورها (که با رشد اقتصادی و رفاه همراه است)، هم رشد شدت کربن خود آنها را کاهش می‌دهد و هم، در قالب GVCs، بر رشد شدت کربن کشورهای نزدیک، اثر سرریز کاهنده می‌گذارد. درخصوص نرخ شهرنشینی (UR)، نتایج نشان می‌دهد که هر سه اثر آن مثبت و معنادار هستند و درنتیجه، افزایش جمعیت شهری، احتمالاً مصرف انرژی‌های فسیلی و انتشار CO_2 را بیش از رشد GDP افزایش می‌دهد. بنابراین رشد شهرنشینی رشد شدت کربن کشورها را به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از طریق تأثیر بر کشورهای شریک تجاری آنها رشد می‌دهد و عاملی برای اختلاف در رشد شدت کربن کشورها است.

برای متغیر شدت انرژی Ln(EI) نیز مشاهده می‌شود که بدون متغیرهای مستقل درآمد سرانه و شهرنشینی، افزایش شدت انرژی با افزایش رشد شدت کربن همراه می‌شود؛ اما با کنترل سطح درآمد سرانه و شهرنشینی، ضریب شدت انرژی معنادار نبوده و عامل تعیین‌کننده رشد شدت کربن و همگرایی شرطی آن نیست. با این حال، متغیرهای شهرنشینی و شدت انرژی در رگرسیون‌های مربوط به کشورهای توسعه یافته از نظر آماری، معنی‌دار نیستند که نشان می‌دهد، تغییرات شدت کربن در این کشورها در دوره بررسی، مستقل از شهرنشینی و شدت انرژی آنها بوده است.

جدول ۱. نتایج برآورد رگرسیون‌ها برای نمونه شامل تمام ۱۰۱ کشور

متغیر وابسته $Ln(CI_t/CI_{t-1})$		مدل															
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
روش		FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM
رگرسورهای اصلی	$Ln(CI)_{t-1}$	-۰/۲۰[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۰[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۲[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۱[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۰[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۰[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۳[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۲[a] [۰/۰۱]	-۰/۱۷[a] [۰/۰۱]	-۰/۱۷[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۳[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۱[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۱[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۲[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۵[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۳[a] [۰/۰۱]
	$Ln(Y)_{t-1}$	-۰/۰۶[a] [۰/۰۱]	-۰/۰۶[a] [۰/۰۱]	-۰/۰۳[b] [۰/۰۱]	-۰/۰۳[b] [۰/۰۱]									-۰/۱۰[a] [۰/۰۱]	-۰/۱[a] [۰/۰۲]	-۰/۰۷[a] [۰/۰۱]	-۰/۰۶[a] [۰/۰۲]
	$Ln(EI)_{t-1}$					۰/۰۵[a] [۰/۰۱]	۰/۰۵[a] [۰/۰۱]	۰/۰۳ [۰/۰۱]	۰/۰۲ [۰/۰۱]					-۰/۰۱ [۰/۰۲]	-۰/۰۱ [۰/۰۲]	-۰۸/۰۰ [۰/۰۲]	-۰۴/۰۰ [۰/۰۲]
	$Ln(UR)_{t-1}$									۰/۰۱ [۰/۰۴]	۰/۰۱ [۰/۰۴]	۰/۲۰[a] [۰/۰۵]	۰/۱۵[a] [۰/۰۵]	۰/۱۷[a] [۰/۰۵]	۰/۱۷[a] [۰/۰۵]	۰/۲۶[a] [۰/۰۵]	۰/۲۳[a] [۰/۰۵]
	$Ln(GVC)_{t-1}$	-۰/۰۳[c] [۰/۰۲]	-۰/۰۳[c] [۰/۰۱]	-۰۷/۰۰ [۰/۰۱]	-۰/۰۲ [۰/۰۱]	-۰/۰۵[a] [۰/۰۱]	-۰/۰۵[a] [۰/۰۱]	-۰/۰۰۹ [۰/۰۲]	-۰/۰۲ [۰/۰۲]	-۰/۰۶[a] [۰/۰۲]	-۰/۰۶[a] [۰/۰۱]	-۰/۰۱ [۰/۰۲]	-۰/۰۳[c] [۰/۰۱]	-۰/۰۵[b] [۰/۰۲]	-۰/۰۴[b] [۰/۰۱]	-۰/۰۱۷ [۰/۰۲]	-۰/۰۳[c] [۰/۰۱]
رگرسورهای فضایی	ρ		۰/۴۰[a] [۰/۰۷]		۰/۳۸[a] [۰/۰۷]		۰/۴۰[a] [۰/۰۷]		۰/۳۸[a] [۰/۰۷]		۰/۴۰[a] [۰/۰۷]		۰/۳۷[a] [۰/۰۷]		۰/۴۰[a] [۰/۰۷]		۰/۳۷[a] [۰/۰۷]
	λ			۰/۴۷[a] [۰/۰۶]				۰/۵۱[a] [۰/۰۶]				۰/۵۹[a] [۰/۰۵]				۰/۵۳[a] [۰/۰۶]	
	$WLn(GVC)_{t-1}$				-۰/۱۶[a] [۰/۰۴]				-۰/۲۰[a] [۰/۰۴]				-۰/۲۸[a] [۰/۰۴]				-۰/۲۱[a] [۰/۰۴]
آماره آزمون والد		۶۲	۲۳۱	۲۵۳	۲۴۴	۵۸	۲۱۷	۲۱۷	۲۴۲	۵۵	۲۰۸	۲۹۱	۲۵۱	۳۹	۲۴۳	۲۹۲	۲۶۵

متغیر وابسته $Ln(CI_t/CI_{t-1})$		مدل ۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
روش		FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM
(p-value)		(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)	(۰/۰۰)
Pseudo R^2		۰/۱۶	۰/۳۷	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۱۰	۰/۳۵	۰/۳۷	۰/۳۸	۰/۰۸	۰/۳۴	۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۱۵	۰/۳۶	۰/۳۸	۰/۳۹
آزمون‌های انتخاب مدل	Hausman test	chi۲(۳) =۱٦٦/۱	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۳) =۱۵۸/٤	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(٤) =۱۵۱/۵	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(٤) =۱۷٦/٦	Prob > chi۲ = ۰/۰۰
	SAR vs SDM	chi۲(۱) = ۱۱/۸	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۱) =۲۳/۱	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۱) =۳۸/٦	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۱) =۱۹/٦	Prob > chi۲ = ۰/۰۰
	SEM vs SDM	chi۲(۱) = ۱۳/٦	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۱) =۲۷/۹	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۱) =٤٤/۷	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۱) =۲۲/۸	Prob > chi۲ = ۰/۰۰

a: p-value <۰/۰۱, b: p-value <۰/۰۵, c: p-value <۰/۱

*مقادیر داخل براکت‌ها، انحراف معیار هستند.

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۲. برآورد اثرات مستقیم، غیرمستقیم و اثرات کل برای نمونه شامل تمام ۱۰۱ کشور

متغیر وابسته $Ln(CI_t/CI_{t-1})$		مدل ۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
روش		FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM
اثر مستقیم	$Ln(CI)_{t-1}$	-۰/۲۰^{a}	-۰/۲۱^{a}	-۰/۲۲^{a}	-۰/۲۱^{a}	-۰/۲۰^{a}	-۰/۲۰^{a}	-۰/۲۳^{a}	-۰/۲۲^{a}	-۰/۱۷^{a}	-۰/۱۷^{a}	-۰/۲۳^{a}	-۰/۲۱^{a}	-۰/۲۱^{a}	-۰/۲۲^{a}	-۰/۲۵^{a}	-۰/۲۳^{a}
	$Ln(Y)_{t-1}$	-۰/۰۶^{a}	-۰/۰۶^{a}	-۰/۰۳^{b}	-۰/۰۳^{b}									-۰/۱۰^{a}	-۰/۱۰^{a}	-۰/۰۷^{a}	-۰/۰۶^{a}
	$Ln(EI)_{t-1}$					۰/۰۵^{a}	۰/۰۵^{a}	۰/۰۳	۰/۰۲					-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۰۸	-۰/۰۰۳
	$Ln(UR)_{t-1}$									۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۲۰^{a}	۰/۱۵^{a}	۰/۱۷^{a}	۰/۱۷^{a}	۰/۲۶^{a}	۰/۲۳^{a}
	$Ln(GVC)_{t-1}$	-۰/۰۳^{c}	-۰/۰۳^{c}	-۰/۰۰۷	-۰/۰۲	-۰/۰۵^{a}	-۰/۰۵^{c}	-۰/۰۰۹	-۰/۰۲	-۰/۰۶^{a}	-۰/۰۶^{a}	-۰/۰۱	-۰/۰۳^{c}	-۰/۰۵^{b}	-۰/۰۴^{a}	-۰/۰۱۷	-۰/۰۳^{c}
اثر غیرمستقیم	$Ln(CI)_{t-1}$		-۰/۱۴^{a}		-۰/۱۳^{a}		-۰/۱۴^{a}		-۰/۱۴^{a}		-۰/۱۲^{a}		-۰/۱۳^{a}		-۰/۱۵^{a}		-۰/۱۵^{a}
	$Ln(Y)_{t-1}$		-۰/۰۴^{b}		-۰/۰۲^{c}			۰/۵۱^{a}							-۰/۰۷^{b}		-۰/۰۴^{a}
	$Ln(EI)_{t-1}$						۰/۰۳^{b}		۰/۰۱						-۰/۰۰۷		-۰/۰۰۲
	$Ln(UR)_{t-1}$										۰/۰۰۷		۰/۰۹^{b}		۰/۱۲^{b}		۰/۱۴^{b}
	$Ln(GVC)_{t-1}$		-۰/۰۲		-۰/۲۸^{a}		-۰/۰۳^{b}		-۰/۳^{b}		-۰/۰۴^{b}		-۰/۴۷^{a}		-۰/۰۳^{c}		-۰/۳۶^{a}
اثر کل	$Ln(CI)_{t-1}$	-۰/۲۰^{a}	-۰/۳۵^{a}	-۰/۲۲^{a}	-۰/۳۵^{a}	-۰/۲۰^{a}	-۰/۳۵^{a}	-۰/۲۳^{a}	-۰/۳۶^{a}	-۰/۱۷^{a}	-۰/۳۵^{a}	-۰/۲۳^{a}	-۰/۳۴^{a}	-۰/۲۱^{a}	-۰/۳۷^{a}	-۰/۲۵^{a}	-۰/۳۹^{a}
	$Ln(Y)_{t-1}$	-۰/۰۶^{a}	-۰/۱۱^{a}	-۰/۰۳^{b}	-۰/۰۵^{b}									-۰/۱۰^{a}	-۰/۱۷^{a}	-۰/۰۷^{a}	-۰/۱۰^{a}
	$Ln(EI)_{t-1}$					۰/۰۵^{a}	۰/۰۸^{b}	۰/۰۳	۰/۰۴					-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۰۸	-۰/۰۰۶
	$Ln(UR)_{t-1}$									۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۲۰^{a}	۰/۲۵^{a}	۰/۱۷^{a}	۰/۲۹^{a}	۰/۲۶^{a}	۰/۳۷^{a}
	$Ln(GVC)_{t-1}$	-۰/۰۳^{c}	-۰/۰۵^{c}	-۰/۰۰۷	-۰/۳۰^{a}	-۰/۰۵^{a}	-۰/۰۹^{a}	-۰/۰۰۹	-۰/۳۶^{a}	-۰/۰۶^{a}	-۰/۱۰^{a}	-۰/۰۱	-۰/۵۱^{a}	-۰/۰۵^{b}	-۰/۰۸^{c}	-۰/۰۱۷	-۰/۴۰^{a}
نرخ همگرایی		۰/۲۲	۰/۴۳	۰/۲۴	۰/۴۳	۰/۲۲	۰/۴۳	۰/۲۶	۰/۴۴	۰/۱۸	۰/۴۳	۰/۲۶	۰/۴۱	۰/۲۳	۰/۴۶	۰/۲۸	۰/۴۹

a: p-value <۰/۰۱, b: p-value <۰/۰۵, c: p-value <۰/۱

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۳. نتایج برآورد رگرسیون‌ها برای نمونه شامل ۶۵ کشور در حال توسعه (تجارت جنوب - جنوب)

متغیر وابسته $Ln(CI_t/CI_{t-1})$		مدل															
		۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲
روش		FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM
رگرسورهای اصلی	$Ln(CI)_{t-1}$	-۰/۲۶[a] [۰/۰۲]	-۰/۲۶[a] [۰/۰۲]	-۰/۲۶[a] [۰/۰۲]	-۰/۲۶[a] [۰/۰۲]	-۰/۲۶[a] [۰/۰۲]	-۰/۲۶[a] [۰/۰۲]	-۰/۲۶[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۶[a] [۰/۰۲]	-۰/۲۳[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۳[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۳[a] [۰/۰۲]	-۰/۲۲[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۷[a] [۰/۰۲]	-۰/۲۷[a] [۰/۰۲]	-۰/۲۷[a] [۰/۰۱]	-۰/۲۷[a] [۰/۰۲]
	$Ln(Y)_{t-1}$	-۰/۰۶[a] [۰/۰۱]	-۰/۰۶[a] [۰/۰۱]	-۰/۰۶[b] [۰/۰۲]	-۰/۰۶[a] [/۰۱]									-۰/۱۱[a] [۰/۰۲]	-۰/۱۱[a] [۰/۰۲]	-۰/۱۱[a] [۰/۰۳]	-۰/۱۱[a] [۰/۰۲]
	$Ln(EI)_{t-1}$					۰/۰۵[b] [۰/۰۲]	۰/۰۵[b] [۰/۰۲]	۰/۰۴[b] [۰/۰۲]	۰/۰۴[b] [۰/۰۲]					-۰/۰۱ [۰/۰۳]	-۰/۰۲ [۰/۰۳]	-۰/۰۷ [۰/۰۳]	-۰/۰۱ [۰/۰۳]
	$Ln(UR)_{t-1}$									۰/۰۱ [۰/۰۵]	۰/۰۰۷ [۰/۰۵]	۰/۰۸ [۰/۰۶]	۰/۰۳ [۰/۰۵]	۰/۲۱[a] [۰/۰۶]	۰/۲۰[a] [۰/۰۶]	۰/۲۱[a] [۰/۰۷]	۰/۲۱[a] [۰/۰۶]
	$Ln(GVC)_{t-1}$	-۰/۰۰۶ [۰/۰۲]	-۰/۰۰۵ [۰/۰۲]	-۰/۰۰۰۸ [۰/۰۲]	-۰/۰۰۷ [۰/۰۲]	-۰/۰۲ [۰/۰۲]	-۰/۰۲ [۰/۰۲]	-۰/۰۱ [۰/۰۲]	-۰/۰۲ [۰/۰۲]	-۰/۰۳ [۰/۰۲]	-۰/۰۳ [۰/۰۲]	-۰/۰۲ [۰/۰۲]	-۰/۰۳ [۰/۰۲]	-۰/۰۲ [۰/۰۲]	-۰/۰۲ [۰/۰۲]	-۰/۰۱۴ [۰/۰۲]	-۰/۰۲ [۰/۰۲]
رگرسورهای فضایی	ρ		۰/۱۸[a] [۰/۰۶]		۰/۱۷[b] [۰/۰۶]		۰/۱۶[b] [۰/۰۶]		۰/۱۵[a] [۰/۰۶]		۰/۱۵[b] [۰/۰۶]		۰/۱۴[b] [۰/۰۷]		۰/۱۷[a] [۰/۰۷]		۰/۱۶[b] [۰/۰۷]
	λ			۰/۲۰[a] [۰/۰۷]				۰/۲۲[a] [۰/۰۷]				۰/۲۶[a] [۰/۰۷]				۰/۱۹[a] [۰/۰۷]	
	$WLn(GVC)_{t-1}$				-۰/۰۴ [۰/۰۳]				-۰/۰۶[c] [۰/۰۳]				-۰/۰۷[b] [۰/۰۳]				-۰/۰۴ [۰/۰۳]
آماره آزمون والد (p-value)		۵۲ (۰/۰۰)	۱۷۶ (۰/۰۰)	۱۷۵ (۰/۰۰)	۱۷۸ (۰/۰۰)	۴۹ (۰/۰۰)	۱۶۵ (۰/۰۰)	۱۷۱ (۰/۰۰)	۱۶۹ (۰/۰۰)	۴۷ (۰/۰۰)	۱۵۸ (۰/۰۰)	۱۵۸ (۰/۰۰)	۱۶۵ (۰/۰۰)	۳۳ (۰/۰۰)	۱۸۷ (۰/۰۰)	۱۸۶ (۰/۰۰)	۱۹۰ (۰/۰۰)
Pseudo R^2		۰/۱۵	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۱۴	۰/۳۹	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۱۲	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۱۳	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۴۱
آزمون‌های انتخاب مدل	Hausman test	chi۲(۳) =۱۴۱	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۳) =۱۳۱	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۳) =۳/۸۱	chi۲(۳) =۱۳۱	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۳) =۱۲۶	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۳) =۵/۵۵	Prob > chi۲ = ۰/۰۱	chi۲(۳) =۱۶۵	chi۲(۴) =۱۵۱	Prob > chi۲ = ۰/۰۰		
	SAR vs SDM	chi۲(۱) = ۱/۵	Prob > chi۲ = ۰/۲۱	chi۲(۱) =۳/۸۱	Prob > chi۲ = ۰/۰۵	chi۲(۱) =۵/۵۵	Prob > chi۲ = ۰/۰۱	chi۲(۱) =۱/۶	Prob > chi۲ = ۰/۲								
	SEM vs SDM	chi۲(۱) = ۱/۶	Prob > chi۲ = ۰/۲۰	chi۲(۱) =۴/۳۳	Prob > chi۲ = ۰/۰۳	chi۲(۱) =۶/۳۱	Prob > chi۲ = ۰/۰۱	chi۲(۱) =۲/۳۵	Prob > chi۲ = ۰/۱۲								

a: p-value <۰/۰۱, b: p-value <۰/۰۵, c: p-value <۰/۱

*مقادیر داخل براکت‌ها، انحراف معیار هستند.

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۴. برآورد اثرات مستقیم، غیرمستقیم و اثرات کل برای نمونه شامل ۶۵ کشور در حال توسعه (تجارت جنوب - جنوب)

متغیر وابسته $Ln(CI_t/CI_{t-1})$		مدل																
		۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲
روش		FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM
اثر مستقیم	$Ln(CI)_{t-1}$	-۰/۲۶[a]	-۰/۲۶[a]	-۰/۲۶[a]	-۰/۲۶[a]	-۰/۲۶[a]	-۰/۲۶[a]	-۰/۲۶[a]	-۰/۲۶[a]	-۰/۲۲[a]	-۰/۲۲[a]	-۰/۲۳[a]	-۰/۲۳[a]	-۰/۲۷[a]	-۰/۲۷[a]	-۰/۲۷[a]	-۰/۲۷[a]
	$Ln(Y)_{t-1}$	-۰/۰۶[a]	-۰/۰۶[a]	-۰/۰۶[b]	-۰/۰۶[a]									-۰/۱۱[a]	-۰/۱۱[a]	-۰/۱۱[a]	-۰/۱۱[a]
	$Ln(EI)_{t-1}$					۰/۰۵[b]	۰/۰۵[b]	۰/۰۴[b]	۰/۰۴[b]					-۰/۰۱	-۰/۰۱	-۰/۰۷	-۰/۰۱
	$Ln(UR)_{t-1}$									۰/۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۲۱[a]	۰/۲۱[a]	۰/۲۱[a]	۰/۲۱[a]
	$Ln(GVC)_{t-1}$	-۰/۰۰۶	-۰/۰۰۵	-۰/۰۰۸	-۰/۰۰۵	-۰/۰۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۱	-۰/۰۲	-۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۰۲	-۰/۰۳	-۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۱۴	-۰/۰۲
اثر غیرمستقیم	$Ln(CI)_{t-1}$		-۰/۰۵[b]		-۰/۰۵[b]		-۰/۰۵[b]		-۰/۰۴[b]		-۰/۰۴[b]		-۰/۰۴[c]		-۰/۰۶[b]		-۰/۰۵[b]
	$Ln(Y)_{t-1}$				-۰/۰۱[c]										-۰/۰۲[c]		-۰/۰۲[c]
	$Ln(EI)_{t-1}$						۰/۰۱		۰/۰۰۹						-۰/۰۰۴		-۰/۰۰۳
	$Ln(UR)_{t-1}$										۰/۰۰۰۶		۰/۰۰۵		۰/۰۴[c]		۰/۰۴[c]
	$Ln(GVC)_{t-1}$		-۰/۰۰۱		-۰/۰۵		-۰/۰۰۵		-۰/۰۸[b]		-۰/۰۰۶		-۰/۰۹[b]		-۰/۰۰۴		-۰/۰۵
اثر کل	$Ln(CI)_{t-1}$	-۰/۲۶[a]	-۰/۳۱[a]	-۰/۲۶[a]	-۰/۳۱[a]	-۰/۲۶[a]	-۰/۳۱[a]	-۰/۲۶[a]	-۰/۳۱[a]	-۰/۲۲[a]	-۰/۲۶[a]	-۰/۲۳[a]	-۰/۲۷[a]	-۰/۲۷[a]	-۰/۳۳[a]	-۰/۲۷[a]	-۰/۳۲[a]
	$Ln(Y)_{t-1}$	-۰/۰۶[a]	-۰/۰۸[a]	-۰/۰۶[b]	-۰/۰۷[a]									-۰/۱۱[a]	-۰/۱۴[a]	-۰/۱۱[a]	-۰/۱۳[a]
	$Ln(EI)_{t-1}$					۰/۰۵[b]	۰/۰۶[b]	۰/۰۴[b]	۰/۰۵[b]					-۰/۰۱	-۰/۰۲	-۰/۰۷	-۰/۰۲
	$Ln(UR)_{t-1}$									۰/۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۲۱[a]	۰/۲۵[a]	۰/۲۱[a]	۰/۲۶[a]
	$Ln(GVC)_{t-1}$	-۰/۰۰۶	-۰/۰۰۶	-۰/۰۰۸	-۰/۰۵	-۰/۰۲	-۰/۰۳	-۰/۰۱	-۰/۱۰[b]	-۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۰۲	-۰/۱۲[a]	-۰/۰۲	-۰/۰۲	-۰/۰۱۴	-۰/۰۸
نرخ همگرایی		۰/۳۰	۰/۳۷	۰/۳۰	۰/۳۷	۰/۳۰	۰/۳۷	۰/۳۰	۰/۳۷	۰/۲۴	۰/۳۰	۰/۲۶	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۴۰	۰/۳۱	۰/۳۸

a: p-value <۰/۰۱, b: p-value <۰/۰۵, c: p-value <۰/۱

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۵. نتایج برآورد رگرسیون‌ها برای نمونه شامل ۳۶ کشور توسعه یافته (تجارت شمال-شمال)

متغیر وابسته $Ln(CI_t/CI_{t-1})$		مدل															
		۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵	۴۶	۴۷	۴۸
روش		FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM
رگرسورهای اصلی	$Ln(CI)_{t-1}$	-۰/۱۷[a] [۰/۰۲]	-۰/۱۶[a] [۰/۰۲]	-۰/۲۶[a] [۰/۰۲]	-۰/۱۹[a] [۰/۰۲]	-۰/۱۶[a] [۰/۰۳]	-۰/۱۶[a] [۰/۰۳]	-۰/۲۰[a] [۰/۰۳]	-۰/۱۸[a] [۰/۰۳]	-۰/۱۴[a] [۰/۰۲]	-۰/۱۳[a] [۰/۰۱]	-۰/۱۹[a] [۰/۰۲]	-۰/۱۸[a] [۰/۰۲]			-۰/۲۵[a] [۰/۰۳]	-۰/۱۸[a] [۰/۰۲]
	$Ln(Y)_{t-1}$	-۰/۰۵[c] [۰/۰۳]	-۰/۰۵[b] [۰/۰۲]	-۰/۱۱[a] [۰/۰۲]	-۰/۰۲ [۰/۰۲]									-۰/۰۶[b] [۰/۰۳]	-۰/۰۶[b] [۰/۰۳]	-۰/۱۲[a] [۰/۰۳]	-۰/۰۲ [۰/۰۳]
	$Ln(EI)_{t-1}$					۰/۰۳ [۰/۰۳]	۰/۰۳ [۰/۰۳]	۰/۰۲ [۰/۰۳]	۰/۰۰۶ [۰/۰۳]					-۰/۰۰۵ [۰/۰۳]	-۰/۰۰۳ [۰/۰۳]	-۰/۰۳ [۰/۰۳]	-۰/۰۰۶ [۰/۰۳]
	$Ln(UR)_{t-1}$									-۰/۰۷ [۰/۱۱]	-۰/۰۵ [۰/۱۰]	۰/۱۵ [۰/۱۱]	۰/۰۱ [۰/۱۰]	-۰/۱۲ [۰/۱۲]	-۰/۱۰ [۰/۱۱]	۰/۰۹ [۰/۱۱]	-۰/۰۱ [۰/۱۱]
	$Ln(GVC)_{t-1}$	-۰/۲۷ [۰/۰۵]	-۰/۲۲[a] [۰/۰۴]	-۰/۱۰ [۰/۰۶]	-۰/۰۶ [۰/۰۶]	-۰/۳۰[a] [۰/۰۵]	-۰/۲۵[a] [۰/۰۴]	-۰/۱۴[c] [۰/۰۷]	-۰/۰۶ [۰/۰۷]	-۰/۲۸[a] [۰/۰۵]	-۰/۲۴[a] [۰/۰۵]	-۰/۱۳[c] [۰/۰۷]	-۰/۰۶ [۰/۰۲]	-۰/۲۴[a] [۰/۰۶]	-۰/۲۰[a] [۰/۰۵]	-۰/۰۹ [۰/۰۷]	-۰/۰۶ [۰/۰۷]
رگرسورهای فضایی	ρ		۰/۵۶[a] [۰/۰۶]		۰/۵۵[a] [۰/۰۶]		۰/۵۶[a] [۰/۰۶]		۰/۵۵[a] [۰/۰۶]		۰/۵۶[a] [۰/۰۶]		۰/۵۵[a] [۰/۰۶]		۰/۵۶[a] [۰/۰۶]		۰/۵۵[a] [۰/۰۶]
	λ			۰/۷۱[a] [۰/۰۵]				۰/۶۹[a] [۰/۰۷]				۰/۷۲[a] [۰/۰۶]				۰/۷۲[a] [۰/۰۵]	
	$WLn(GVC)_{t-1}$				-۰/۳۰[a] [۰/۰۹]				-۰/۳۳[a] [۰/۰۹]				-۰/۳۳[a] [۰/۰۸]				-۰/۳۰[a] [۰/۰۹]

آماره ازمون والد (p-value)		۱۹ (۰/۰۰)	۱۴۲ (۰/۰۰)	۲۲۸ (۰/۰۰)	۱۵۵ (۰/۰۰)	۱۸ (۰/۰۰)	۱۳۸ (۰/۰۰)	۱۲۶ (۰/۰۰)	۱۵۴ (۰/۰۰)	۱۸ (۰/۰۰)	۱۳۷ (۰/۰۰)	۲۱۰ (۰/۰۰)	۱۵۴ (۰/۰۰)	۱۱ (۰/۰۰)	۱۴۳ (۰/۰۰)	۲۵۶ (۰/۰۰)	۱۵۵ (۰/۰۰)
Pseudo R^2		۰/۱۷	۰/۳۸	۰/۳۱	۰/۳۲	۰/۱۸	۰/۳۲	۰/۳۱	۰/۳۳	۰/۱۸	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۱۵	۰/۳۱	۰/۲۹	۰/۳۲
آزمون‌های انتخاب مدل	Hausman test	chi۲(۳) =۵۲	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۳) =۴۶/۳	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۳) =۴۵	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۴) =۵۲/۶	Prob > chi۲ = ۰/۰۰								
	SAR vs SDM	chi۲(۱) = ۱۱/۲۷	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۱) =۱۴/۱۱	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۱) =۱۴/۹۴	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۱) =۱۵۵	Prob > chi۲ = ۰/۰۰								
	SEM vs SDM	chi۲(۱) = ۲۴/۶۱	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۱) =۳۱/۸۷	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۱) =۳۰/۳۸	Prob > chi۲ = ۰/۰۰	chi۲(۱) =۱۹/۹۶	Prob > chi۲ = ۰/۰۰								

a: p-value <۰/۰۱, b: p-value <۰/۰۵, c: p-value <۰/۱

*مقادیر داخل براکت‌ها، انحراف معیار هستند.

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۶. برآورد اثرات مستقیم، غیرمستقیم و اثرات کل برای نمونه شامل ۳۶ کشور توسعه یافته (تجارت شمال- شمال)

متغیر وابسته $Ln(CI_t/CI_{t-1})$		مدل															
		۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵	۴۶	۴۷	۴۸
روش		FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM	FE	SAR	SEM	SDM
اثر مستقیم	$Ln(CI)_{t-1}$	-۰/۱۷^{a}	-۰/۱۷^{a}	-۰/۲۶^{a}	-۰/۱۹^{a}	-۰/۱۶^{a}	-۰/۱۶^{a}	-۰/۲۰^{a}	-۰/۱۹^{a}	-۰/۱۴^{a}	-۰/۱۳^{a}	-۰/۱۹^{a}	-۰/۱۸^{a}	-۰/۱۷^{a}	-۰/۱۷^{a}	-۰/۲۵^{a}	-۰/۱۹^{a}
	$Ln(Y)_{t-1}$	-۰/۰۵^{c}	-۰/۰۵^{b}	-۰/۱۱^{a}	-۰/۰۲									-۰/۰۶^{b}	-۰/۰۶^{b}	-۰/۱۲^{a}	-۰/۰۳
	$Ln(EI)_{t-1}$					۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۰۵					-۰/۰۰۵	-۰/۰۰۳	-۰/۰۳	-۰/۰۰۶
	$Ln(UR)_{t-1}$									-۰/۰۷	-۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۰۱	-۰/۱۲	-۰/۱۰	۰/۰۹	-۰/۰۱
	$Ln(GVC)_{t-1}$	-۰/۲۷	-۰/۲۳^{a}	-۰/۱۰	-۰/۰۷	-۰/۳۰^{a}	-۰/۲۵^{a}	-۰/۱۴^{c}	-۰/۰۷	-۰/۲۸^{a}	-۰/۲۴^{a}	-۰/۱۳^{c}	-۰/۰۷	-۰/۲۴^{a}	-۰/۲۰^{a}	-۰/۰۹	-۰/۰۷
اثر غیرمستقیم	$Ln(CI)_{t-1}$		-۰/۲۲^{a}		-۰/۲۴^{a}		-۰/۲۱^{a}		-۰/۲۳^{a}		-۰/۱۷^{a}		-۰/۲۳^{a}		-۰/۲۲^{a}		-۰/۲۴^{a}
	$Ln(Y)_{t-1}$		-۰/۰۷^{c}		-۰/۰۳										-۰/۰۸^{c}		-۰/۰۳
	$Ln(EI)_{t-1}$						۰/۰۳		۰/۰۰۶						-۰/۰۰۴		-۰/۰۰۷
	$Ln(UR)_{t-1}$										-۰/۰۷		۰/۰۲		-۰/۱۴		-۰/۰۲
	$Ln(GVC)_{t-1}$		-۰/۲۹^{a}		-۰/۷۷^{a}		-۰/۳۳^{a}		-۰/۸۲^{a}		-۰/۳۱^{a}		-۰/۸۳^{a}		-۰/۲۶^{a}		-۰/۷۴^{a}
اثر کل	$Ln(CI)_{t-1}$	-۰/۱۷^{a}	-۰/۳۹^{a}	-۰/۲۶^{a}	-۰/۴۴^{a}	-۰/۱۶^{a}	-۰/۳۷^{a}	-۰/۲۰^{a}	-۰/۴۲^{a}	-۰/۱۴^{a}	-۰/۳۱^{a}	-۰/۱۹^{a}	-۰/۴۱^{a}	-۰/۱۷^{a}	-۰/۴۰^{a}	-۰/۲۵^{a}	-۰/۴۳^{a}
	$Ln(Y)_{t-1}$	-۰/۰۵^{c}	-۰/۱۳^{b}	-۰/۱۱^{a}	-۰/۰۵									-۰/۰۶^{b}	-۰/۱۵^{b}	-۰/۱۲^{a}	-۰/۰۶
	$Ln(EI)_{t-1}$					۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۱					-۰/۰۰۵	-۰/۰۰۸	-۰/۰۳	-۰/۰۱
	$Ln(UR)_{t-1}$									-۰/۰۷	-۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۰۳	-۰/۱۲	-۰/۲۵	۰/۰۹	-۰/۰۳
	$Ln(GVC)_{t-1}$	-۰/۲۷	-۰/۵۲^{a}	-۰/۱۰	-۰/۸۴^{a}	-۰/۳۰^{a}	-۰/۵۸^{a}	-۰/۱۴^{c}	-۰/۸۹^{a}	-۰/۲۸^{a}	-۰/۵۵^{a}	-۰/۱۳^{c}	-۰/۹۰^{a}	-۰/۲۴^{a}	-۰/۴۷^{a}	-۰/۰۹	-۰/۸۲^{a}
نرخ همگرایی		۰/۱۸	۰/۴۹	۰/۳۰	۰/۵۷	۰/۱۷	۰/۴۶	۰/۲۲	۰/۵۴	۰/۱۵	۰/۳۷	۰/۲۱	۰/۵۲	۰/۱۸	۰/۵۱	۰/۲۸	۰/۵۶

a: p-value <۰/۰۱, b: p-value <۰/۰۵, c: p-value <۰/۱

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۷. مقایسه نرخ همگرایی و اثر کل مشارکت در GVCs بین ۳ گروه کشوری

مدل	۴	۸	۱۲	۱۶	۱۸	۲۲	۲۸	۳۰	۳۶	۴۰	۴۴	۴۸
کشورهای نمونه	۱۰۱ کشور				۶۵ کشور در حال توسعه				۳۶ کشور توسعه یافته			
ρ	۰/۳۸[a] [۰/۰۷]	۰/۳۸[a] [۰/۰۷]	۰/۳۷[a] [۰/۰۷]	۰/۳۷[a] [۰/۰۷]	۰/۱۸[a] [۰/۰۶]	۰/۱۶[b] [۰/۰۶]	۰/۱۴[b] [۰/۰۷]	۰/۱۷[a] [۰/۰۷]	/۵۵[a] [۰/۰۶]	/۵۵[a] [۰/۰۶]	-۰/۰۶ [۰/۰۲]	۰/۵۵[a] [۰/۰۶]
اثر مستقیم مشارکت در GVCs	-۰/۰۲ [۰/۰۱]	-۰/۰۲ [۰/۰۱]	-۰/۰۳[c] [۰/۰۱]	-۰/۰۳[c] [۰/۰۱]	-۰/۰۰۵ [۰/۰۲]	-۰/۰۲ [۰/۰۲]	-۰/۰۳ [۰/۰۲]	-۰/۰۲ [۰/۰۲]	-۰/۰۷ [۰/۰۶]	-۰/۰۷ [۰/۰۶]	-۰/۰۷ [۰/۰۲]	-۰/۰۷ [۰/۰۶]
اثر غیرمستقیم مشارکت در GVCs	-۰/۲۸[a] [۰/۰۸]	-۰/۳[b] [۰/۰۷]	-۰/۳۶[a] [۰/۰۹]	-۰/۴۷[a] [۰/۰۹]	-۰/۰۰۱ [۰/۰۰۵]	-۰/۰۰۵ [۰/۰۰۵]	-۰/۰۹[b] [۰/۰۳]	-۰/۰۰۴ [۰/۰۰۶]	-۰/۷۷[a] [۰/۱۹]	-۰/۸۲[a] [۰/۱۷]	-۰/۸۳[a] [۰/۱۹]	-۰/۷۴[a] [۰/۲۱]
اثر کلی مشارکت در GVCs	-۰/۳۰[a] [۰/۰۸]	-۰/۳۶[a] [۰/۰۷]	-۰/۵۱[a] [۰/۰۹]	-۰/۴۰[a] [۰/۰۹]	-۰/۰۰۶ [۰/۰۲]	-۰/۰۳ [۰/۰۲]	-۰/۱۲[a] [۰/۰۴]	-۰/۰۲ [۰/۰۲]	-۰/۸۴[a] [۰/۱۸]	-۰/۸۹[a] [۰/۱۷]	-۰/۹۰[a] [۰/۱۹]	-۰/۸۲[a] [۰/۲۱]
نرخ همگرایی	۰/۴۳	۰/۴۴	۰/۴۱	۰/۴۹	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۱	۰/۴۰	۰/۵۷	۰/۵۴	۰/۵۲	۰/۵۶

a: p-value <۰/۰۱, b: p-value <۰/۰۵, c: p-value <۰/۱

*مقادیر داخل براکت‌ها، انحراف معیار هستند.

مأخذ: محاسبات تحقیق

۶. نتیجه‌گیری

زنجیره‌های جهانی ارزش که ساختار و فرایندهای تولید را در اکثر کشورهای درحال‌توسعه و توسعه‌یافته دچار تحول نموده، شکل جدیدی از تجارت است که به کشورها اجازه داده تا بتوانند در وظایف تولیدی از مزیت‌های نسبی خود بهره‌برداری کنند و از تجارت نفع ببرند. در کنار منافعی که تجارت و بخصوص GVCs و مشارکت در آن برای کشورها از نظر رشد اقتصادی دارد، منافع و مضرات آن برای محیط‌زیست نیز از جمله مباحث مورد بحث در ادبیات اقتصادی است.

تحقیق حاضر در همین چهارچوب، به مطالعه نقش GVCs در عملکرد زیست‌محیطی کشورها پرداخته و بررسی نموده که آیا تجارت در قالب GVCs، زمینه‌ای برای همگرایی شدت کربن بین کشورها است یا خیر. همچنین ارزیابی تأثیر تعمیق مشارکت در GVCs بر رشد شدت کربن، دیگر هدف تحقیق بوده است. به منظور مدل‌سازی و تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۱۰۱ کشور در سال‌های ۱۹۹۷-۲۰۱۴، از روش‌های آمار فضایی استفاده و فاصله اقتصادی کشورها نیز بر حسب شدت تجارت ارزش‌افزوده دوجانبه آنها در قالب GVCs تعریف شد.

نتایج تحلیل‌های آماری، شواهدی نمایان می‌کنند از اینکه شدت کربن در کشورهایی که در تجارت GVCs بیشتری با یکدیگر بوده، همبستگی و رفتار خوشه‌ای در قالب GVCs داشته‌اند. این همبستگی اگرچه، هم در تجارت کشورهای توسعه یافته و هم، در تجارت کشورهای در حال توسعه پذیرفته شده است، با این حال، شدت همبستگی در تجارت کشورهای توسعه یافته بیشتر است.

همچنین در کشورهای توسعه یافته و هم در کشورهای درحال توسعه، همگرایی شرطی در شدت کربن پذیرفته شده است، اگرچه نرخ همگرایی در کشورهای توسعه یافته، بیشتر است.

دیگر نتیجه مهم تحقیق، آن است که افزایش مشارکت GVCs در قالب تجارت شمال- شمال (کشورهای توسعه یافته)، به بهبود شدت کربن آنها بویژه از طریق اثر سریز بر شرکای تجاری کمک می‌کند، در حالی که این نتیجه، از نظر آماری برای تجارت جنوب - جنوب (کشورهای در حال توسعه) قابل پذیرش نیست. با این حال، برآوردها نشان می‌دهد که کشورهای در حال توسعه، با برقراری رابطه تجاری مبتنی بر GVCs و افزایش مشارکت GVCs در قالب تجارت با کشورهای توسعه یافته، می‌توانند از اثرات سرریز کشورهای توسعه یافته برای بهبود شدت کربن خود بهره‌برداری کنند. بنابراین، به‌طور خلاصه، مهمترین نتایج تحقیق را به شرح ذیل می‌توان برشمرد:

- کشورهای شریک در تجارت GVCs، در عملکرد زیست محیطی با یکدیگر همبستگی دارند.
- همگرایی شرطی عملکرد زیست محیطی در بستر تجارت GVCs وجود دارد، اما نرخ همگرایی در کشورهای توسعه یافته، بیشتر است.
- در تجارت شمال- شمال (تجارت درون کشورهای توسعه یافته)، مشارکت در GVCs، اثرات سرریز زیست‌محیطی مثبت بر کشورهای شریک تجاری دارد.
- در تجارت جنوب - جنوب (تجارت درون کشورهای در حال توسعه)، اثرات سرریز زیست‌محیطی مشارکت GVCs معنادار نیستند.
- در تجارت شمال- جنوب (تجارت بین کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه)، مشارکت در GVCs، اثرات سرریز زیست محیطی مثبت بر کشورهای شریک تجاری دارد.

بر اساس نتایج به‌دست آمده، می‌توان اذعان داشت که این شکل نوین تجارت، ظرفیت‌هایی را بویژه برای کشورهای درحال‌توسعه مهیا می‌کند تا از دانش و تکنولوژی شرکای تجاری خود (مشخصاً کشورهای توسعه یافته)، در جهت کسب منافع اقتصادی و محیط‌زیستی بهره‌برداری کنند. در این بین در قالب GVCs، لزوم انطباق فرایندهای تولید محلی با فرایندهای جهانی، محرک ارتقاء فرایندهای تولید و تطبیق آنها با ساختار تولید جهانی خواهد بود. به‌علاوه محتمل است که سیاست-های زیست‌محیطی کشورها نیز در این بستر تجاری، بیش از پیش همگرا شود. به‌طور مثال، می‌توان به بنگاه‌های چندملیتی اشاره نمود. این بنگاه‌ها که فرایندهای تولید خود را درون GVCs برون-سپاری می‌کنند، احتمالاً علاوه بر انتقال تکنولوژی و دانش به شرکای خود در کشورهای دیگر، آنها را به رعایت قوانین و مقررات خاصی نظیر استانداردهای حافظ محیط‌زیست ملزم می‌کنند.

بنابراین، مطابق با نتایج تحقیق، GVCs بستری برای بهبود عملکرد زیست‌محیطی کشورها (حداقل کاهش رشد شدت کربن) بوده و ظرفیت‌های بالقوه‌ای برای همگرایی کشورها در شاخص‌های

زیست‌محیطی دارد. به این ترتیب، توصیه سیاستی منتج از تحقیق، منظور نمودن ظرفیت‌های GVCs در سیاست‌های زیست‌محیطی و اقدامات مقابله با تغییرات اقلیم است.

نتایج این تحقیق، نشان می‌دهد که حتی با وقوع پدیده نشت کربن، به‌واسطه تعمیق GVCs، کارآیی کربن در کشورها بهبود می‌یابد که خود، گامی مهم و اساسی (هرچند ناکافی) در پیشبرد اهداف زیست‌محیطی است. همچنین، سیاستگذاران در کشورهای درحال‌توسعه بویژه ایران، باید توجه داشته باشند که افزایش شدت تجارت ارزش‌افزوده با کشورهایی که در مسیر بهبود کارآیی کربن قرار دارند و بویژه کشورهای توسعه یافته، یک استراتژی مناسب برای بهبود عملکرد زیست‌محیطی آنها خواهد بود.

مشارکت این مقاله در ادبیات تجربی تجارت-محیط‌زیست، بررسی همبستگی و همگرایی شرطی شدت کربن کشورها در بستر تجارت GVCs بود. با این حال، لازم است که تحقیقات بیشتری در این حوزه بویژه درخصوص میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و گازهای آلاینده نظیر SO_2 انجام شود تا شناخت بیشتری از نقش GVCs در همگرایی عملکرد زیست‌محیطی کشورها حاصل شود. همچنین مسأله وجود عوامل/شوک‌های مشترک[1] در مدل‌های اقتصادسنجی فضایی و چگونگی برآورد مدل‌ها با در نظر گرفتن این عوامل مشترک، از دیگر نکاتی است که می‌تواند در تحقیقات آتی، مورد توجه محققان قرار گیرد.

1. Common Factors/Shocks

منابع و مآخذ

Anselin, L. (2003). Spatial externalities, spatial multipliers, and spatial econometrics. *International Regional Science Rev.*, *26*(2): 153-166. https://doi.org/10.1177/016001 7602250972

Antweiler, W.; Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2001). Is free trade good for the environment?. *American Econ. Rev.*, *91*(4), 877-908. https://doi.org/10.1257/aer.91.4.877

Apergis, N., & Payne, J. E. (2020). NAFTA and the convergence of CO_2 emissions intensity and its determinants. *International Econ.*, *161*(August 2019): 1-9. https://doi.org/10.1016/j.inteco.2019.10.002

Aslam, A.; Novta, N., & Rodrigues-Bastos, F. (2017). *Calculating Trade in Value Added. WP/17/178, July 2017*.

Awad, A. (2019). Does economic integration damage or benefit the environment? Africa's experience. *Energy Policy*, *132*(June): 991-999. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.06.072

Baghdadi, L.; Martinez-Zarzoso, I., & Zitouna, H. (2013). Are RTA agreements with environmental provisions reducing emissions?. *Jour. of International Economics*, *90*(2): 378-390. https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2013.04.001

Baldwin, R. (2017). The great convergence: Information technology and the New Globalization. *Ekonomicheskaya Sotsiologiya* (Vol. 18, Issue 5). https://doi.org/10.17323/1726-3247-2017-5-40-51

Bernhardt, T., & Pollak, R. (2016). Economic and social upgrading dynamics in global manufacturing value chains: A comparative analysis. *Environment and Planning A*, *48*(7): 1220-43. https://doi.org/10.1177/0308518X15614683

Casella, B.; Bolwijn, R.; Moran, D., & Kanemoto, K. (2019). UNCTAD insights: Improving the analysis of global value chains: The UNCTAD-Eora Database. *Transnational Corporations*, *26*(3): 115-142. https://doi.org/10.18356/3aad0f6a-en

Cherniwchan, J.; Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2017). Trade and the environment: New methods, measurements, and results. *Annual Review of Economics*, *9*(1): 59-85. https://doi.org/10.1146/annurev-economics-063016-103756

Conley, T. G., & Topa, G. (2002). Socio-economic distance and spatial patterns in unemployment. *Journal of Applied Econometrics*, *17*(4): 303-327.

Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2013). Trade and the environment: Theory and evidence. In *Trade and the Environment: Theory and Evidence*. https://doi.org/10.2307/3552527

Gerlagh, R., & Kuik, O. (2014). Spill or leak? Carbon leakage with international technology spillovers: A CGE analysis. *Energy Economics*, *45*: 381-388. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.07.017

Gonzalez, J. L., & Ugarte, C. (2015). Participation of developing countries in global value chains. *Transition Studies Review*, *22*(1).

Gunnella, V.; Al-Haschimi, A.; Benkovskis, K.; Chiacchio, F.; de Soyres, F.; Di Lupidio, B.; Fidora, M.; Franco-Bedoya, S.; Frohm, E.; Gradeva, K.; Lopez-Garcia, P.; Koester, G.; Nickel, C.; Osbat, C.; Pavlova, E.; Schmitz, M.; Schroth, J.; Skudelny, F.; Tagliabracci, A.; …, & Dorrucci, E. (2019). The impact of global value chains on the euro area economy. *ECB Occasional Paper*, *221*. https://doi.org/10.2866/870210

Hanson, G. H. (2012). The rise of middle kingdoms: Emerging economies in global trade. *Journal of Economic Perspectives*, *26*(2): 41-64. https://doi.org/10.1257/jep.26.2.41

Holzinger, K.; Knill, C., & Sommerer, T. (2008). Environmental policy convergence: The impact of international harmonization, transnational communication, and regulatory competition. *International Organization*, *62*(4): 553-587. https://doi.org/10.1017/S002081830808020X

Huang, J.; Liu, C.; Chen, S.; Huang, X., & Hao, Y. (2019). The convergence characteristics of China's carbon intensity: Evidence from a dynamic spatial panel approach. *Science of the Total Environment*, *668*: 685-695. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.413

Huang, R.; Chen, G.; Lv, G.; Malik, A.; Shi, X., & Xie, X. (2020). The effect of technology spillover on CO_2 emissions embodied in China-Australia trade. *Energy Policy*, *144*(June 2019), 111544. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111544

Huang, Z.; Zhang, H., & Duan, H. (2019). Nonlinear globalization threshold effect of energy intensity convergence in Belt and Road countries. *Journal of Cleaner Production*, *237*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117750

Ignatenko, A.; Raei, F., & Mircheva, B. (2019). Global Value Chains: What are the Benefits and Why Do Countries Participate?. IMF Working Paper European Department Global Value Chains: What are the Benefits and Why Do Countries Participate ? *IMF Working Paper*.

Jaffe, A. B.; Newell, R. G., & Stavins, R. N. (2002). Environmental policy and technological change. *Environmental and Resource Economics*, *22*(1): 41-70.

Jangam, B. P., & Rath, B. N. (2020). Cross-country convergence in global value chains: Evidence from club convergence analysis. *International Economics*, *163*(December 2018): 134-146. https://doi.org/10.1016/j.inteco.2020.06.002

Jiang, L.; Folmer, H.; Ji, M., & Zhou, P. (2018). Revisiting cross-province energy intensity convergence in China: A spatial panel analysis. *Energy Policy*, *121*(June): 252-263. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.06.043

Jiang, M.; An, H.; Gao, X.; Liu, S., & Xi, X. (2019). Factors driving global carbon emissions: A complex network perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, *146*(January): 431-440. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.04.012

Kaltenegger, O.; Löschel, A., & Pothen, F. (2017). The effect of globalisation on energy footprints: Disentangling the links of global value chains. *Energy Economics*, *68*: 148-168. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.01.008

Keller, W. (2010). International trade, foreign direct investment, and technology spillovers. In *Handbook of the Economics of Innovation* (1st ed., Vol. 2, Issue 1). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)02003-4

Koopman, R.; Wang, Z., & Wei, S. J. (2014). Tracing value-added and double counting in gross exports. *American Economic Review*, *104*(2), 459-494. https://doi.org/10.1257/aer.104.2.459

Kummritz, V. (2016). Do Global Value Chains Cause Industrial Development? In *CTEI Working Paper No 2016-01*.

LeSage, J., & Fischer, M. (2008). Spatial growth regressions: Model specification, estimation and interpretation. *Spatial Economic Analysis*, *3*(3): 275-304. https://doi.org/10.1080/17421770802353758

LeSage, J., & Pace, R. K. (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*. Chapman and Hall/CRC. https://doi.org/10.1201/9781420064254

Liu, H.; Li, J.; Long, H.; Li, Z., & Le, C. (2018). Promoting energy and environmental efficiency within a positive feedback loop: Insights from global value chain. *Energy Policy*, *121*(June): 175-184. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.06.024

Lovely, M., & Popp, D. (2011). Trade, technology, and the environment: Does access to technology promote environmental regulation? *Journal of Environmental Economics and Management*, *61*(1): 16-35. https://doi.org/10.1016/j.jeem.2010.08.003

Markusen, J. R. (1984). Multinationals, multi-plant economies, and the gains from trade. *Journal of International Economics*, *16*(3-4): 205-226.

Nicoletti, G.; Golub, S. S.; Hajkova, D.; Mirza, D., & Yoo, K.-Y. (2003). *Policies and international integration: influences on trade and foreign direct investment* (No. 359; OECD Economics Department Working Papers). https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1787/062321126487

Piermartini, R., & Rubínová, S. (2014). Knowledge spillovers through international supply chains. In *WTO Staff Working Papers*.

http://ideas.repec.org/p/zbw/wtowps/ersd201411.html

Pigato, M.; Black, S. J.; Dussaux, D.; Mao, Z.; McKenna, M.; Rafaty, R., & Touboul, S. (2020). *Technology Transfer and Innovation for Low-Carbon Development*. Washington, DC: World Bank. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1500-3

Qi, S. Z.; Peng, H. R., & Zhang, Y. J. (2019). Energy intensity convergence in Belt and Road Initiative (BRI) countries: What role does China-BRI trade play?. *Journal of Cleaner Production*, *239*, 118022. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118022

Rodrik, D. (2018). *New Technologies, Global Value Chains, and Developing Economies*. Oxford. United Kingdom. https://doi.org/10.3386/w25164

Servén, L., & Abate, G. D. (2020). Adding space to the international business cycle. *Journal of Macroeconomics*, *65*. https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2020.103211

Sun, C.; Li, Z.; Ma, T., & He, R. (2019). Carbon efficiency and international specialization position: Evidence from global value chain position index of manufacture. *Energy Policy*, *128* (November 2018), 235-242. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.058

Taglioni, D.; Winkler, D.; Taglioni, D., & Winkler, D. (2016). Making Global Value Chains Work for Development. In *Making Global Value Chains Work for Development* (Issue 143, pp. i-xxii). The World Bank. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0157-0_fm

Thomakos, D. D., & Alexopoulos, T. A. (2016). Carbon intensity as a proxy for environmental performance and the informational content of the EPI. *Energy Policy*, *94*(2016): 179-190. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.03.030

Wan, J.; Baylis, K., & Mulder, P. (2015). Trade-facilitated technology spillovers in energy productivity convergence processes across EU countries. *Energy Economics*, *48*(2015): 253-264. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.12.014

Wang, H.; Chen, Z.; Wu, X., & Nie, X. (2019). Can a carbon trading system promote the transformation of a low-carbon economy under the framework of the porter hypothesis? Empirical analysis based on the PSM-DID method. *Energy Policy*, *129*(100): 930-938. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.03.007

Wang, Z.; Wei, S.-J.; Yu, X., & Zhu, K. (2017). Measures of Participation in Global Value Chains and Global Business Cycles. *NBER Working Paper*, *April*: 1-33. https://econpapers.repec.org/RePEc:nbr:nberwo:23222%0Ahttp://www.nber.org/papers/w23222%0Ahttp://www.nber.org/papers/w23222.pdf

WDR (2020). *World Development Report 2020: Trading for Development in the Age of Global Value Chains*. Washington, DC: World Bank.

https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1457-0

Weber, S.; Gerlagh, R.; Mathys, N. A., & Moran, D. (2021). CO_2 embodied in trade: trends and fossil fuel drivers. *Environmental Science and Pollution Research*: 1-19. https://doi.org/10.1007/s11356-020-12178-w

Wu, J.; Wei, Y. D.; Chen, W., & Yuan, F. (2019). Environmental regulations and redistribution of polluting industries in transitional China: Understanding regional and industrial differences. *Journal of Cleaner Production*, *206*: 142-155. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.042

Xin-gang, Z.; Yuan-feng, Z., & Yan-bin, L. (2019). The spillovers of foreign direct investment and the convergence of energy intensity. *Journal of Cleaner Production*, *206*: 611-621. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.225

Yasmeen, R.; Li, Y., & Hafeez, M. (2019). Tracing the trade-pollution nexus in global value chains: Evidence from air pollution indicators. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*(5): 5221-33. https://doi.org/10.1007/s11356-018-3956-0