



فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری

صفحه‌ی اصلی وب سایت مجله:

www.jqe.scu.ac.ir

شاپا الکترونیکی: ۴۲۷۱-۲۷۱۷


شاپا چاپی: ۵۸۵۰-۲۰۰۸



دانشگاه شهیدچمران ایروان

بررسی تاثیر سرریزهای تکنولوژی بر آلودگی محیط زیست با رهیافت مدل تخریب

عاطفه اسکندری نسب*¹، محمد رضا زارع مهرجردی**، سید عبدالمجید جلایی***
* دانشجوی دوره دکتری اقتصاد منابع طبیعی و محیط زیست، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. (نویسنده‌ی مسئول).
** دانشیار اقتصاد کشاورزی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
*** استاد اقتصاد، گروه اقتصاد دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

اطلاعات مقاله	طبقه‌بندی JEL: Q5, C22
تاریخ دریافت: ۱۵ شهریور ۱۴۰۰	واژگان کلیدی:
تاریخ بازنگری: ۲۴ بهمن ۱۴۰۰	شوگ نفت، سرریز تکنولوژی، آلودگی محیط زیست، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای
تاریخ پذیرش: ۲۸ بهمن ۱۴۰۰	آدرس پستی: کرمان، بلوار ۲۲ بهمن، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
ارتباط با نویسنده (گان) مسئول: ایمیل: atrfeh.eskandari.nasab6140	کد پستی: ۷۶۱۶۹۱۴۱۱۱
0000-0002-5973-8208 	

قدردانی: نویسنده‌ها از داور محترم به واسطه ارائه نظرات مفید تشکر و قدردانی می‌نمایند.
تضاد منافع: نویسندگان مقاله اعلام می‌کنند که در انتشار مقاله ارائه شده تضاد منافی وجود ندارد.
منابع مالی: نویسنده‌ها از دانشگاه شهید باهنر کرمان به واسطه ارائه کمک‌های مالی تشکر می‌نمایند.

چکیده

جریان سرریزهای تکنولوژی به کشورها در چند دهه اخیر مورد توجه قرار گرفته است چرا که این سرریزها منجر به افزایش دانش، انتقال تکنولوژی و ایجاد مزیت رقابتی می‌گردند. واضح است که رشد اقتصادی عمدتاً با افزایش آلودگی محیط زیست همراه است. در این مطالعه به بررسی اثر سرریزهای تکنولوژی از دو کانال سرمایه گذاری مستقیم خارجی و واردات کالاهای واسطه ای و سرمایه ای بر آلودگی محیط زیست کشورهای منتخب و نو ظهور اقتصادی از چهار قاره آسیا، اروپا، آفریقا و آمریکا طی دوره زمانی ۲۰۱۷-۲۰۰۰ پرداخته شده است. با توجه به نقش جغرفیا و فواصل کشورها و همچنین دقت نظر مدل های اقتصاد سنجی فضایی، روش سنجی فضایی انتخاب و به عنوان نوآوری تحقیق در نظر گرفته شده است. نتایج اثرات سرریزهای تکنولوژی بر آلودگی محیط زیست با استفاده از روش اقتصادسنجی فضایی ارائه شده است. نتایج حاصل شده بیانگر اثر منفی و معنادار سرریزهای تکنولوژی از کانال سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر آلودگی محیط زیست بوده است. همچنین اثر سرریز تکنولوژی از کانال واردات کالاهای سرمایه ای و واسطه ای بر آلودگی محیط زیست طبق نتایج بدست آمده منفی و معنادار می‌باشد.

ارجاع به مقاله:

اسکندری نسب، عاطفه، زارع مهرجردی، محمد رضا و جلائی، سید عبدالمجید. (۱۴۰۳). بررسی تاثیر سرریزهای تکنولوژی بر آلودگی محیط زیست با رهیافت مدل تخریب. فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی های اقتصادی سابق)، ۲۱(۴)، ۹۶-۱۲۱.

 [10.22055/fjce.2022.38476.2402](https://doi.org/10.22055/fjce.2022.38476.2402)



© 2025 Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

۱- مقدمه

با رشد اقتصادی بین‌الملل در عرصه اقتصاد جهانی، جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به عنوان یکی از مولفه‌های رشد و توسعه اقتصادی کشورها در نظر گرفته شد. از منافع حاصل از جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی می‌توان به افزایش رشد اقتصادی، انتقال فناوری، ایجاد اشتغال و افزایش توان رقابتی اشاره کرد. رشد سریع این پدیده توسط شرکت‌های چند ملیتی منجر به تغییرات قابل توجه در آزادسازی رژیم‌های تجاری و سرمایه‌گذاری، مقررات زدایی و خصوصی سازی در بسیاری از کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه می‌شود.

سرریز تکنولوژی یکی از مهمترین عوامل اثرگذار بر رشد و توسعه اقتصادی می‌باشد. بر اساس مطالعات انجام شده اغلب بنگاه‌هایی که از طریق جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی وارد اقتصاد میزبان می‌شوند به طور نسبی از فناوری مدرن و پیشرفته‌تری نسبت به بنگاه‌های داخلی برخوردار هستند و این امر منجر به سرریز (فناوری، روش‌های نوین مدیریت، آموزش نیروی کار محلی) به اقتصاد میزبان می‌شود به طوری که سرریز مولفه‌های مذکور منجر به افزایش فضای رقابتی و توان رقابتی بین صنایع در اقتصاد میزبان و سطح بین الملل می‌شود. تاثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی زمانی بیشتر خواهد بود که اقتصاد میزبان ظرفیت جذب سرریزهای سرمایه‌گذاری خارجی را داشته باشد و ارتباط مناسبی میان سرمایه‌گذاران خارجی و داخلی وجود داشته باشد. (Shahabadi, et al., 2013)

بررسی پیامد های زیست محیطی ناشی از افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و صنعتی شدن در کشور های در حال توسعه به یکی از موضوعات بحث برانگیز در مسائل زیست محیطی تبدیل شده است و بر اساس بسیاری از مطالعات تجربی، کشورهای در حال توسعه برای جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از برخی استانداردهای زیست محیطی خود چشم پوشی می‌کنند. از طرفی شرکت‌های چند ملیتی تمایل دارند در کشورهای در حال توسعه‌ای سرمایه‌گذاری کنند که

استانداردهای زیست محیطی آسان‌تری دارند، در نتیجه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با کاهش کیفیت محیط زیست کشور میزبان همراه است. (Sadeghi & Seadat, 2005)

مدل تخریب یکی از انواع مدل‌های ریاضی است. این مدل یک سیستم تصمیم‌گیری حمایتی مبتنی بر دانش می‌باشد. و با استفاده از این مدل می‌توان عوامل تخریب، شدت تخریب و درجه آسیب‌پذیری محیط زیست را نشان داد. تا بدین ترتیب بتوان در پروژه‌های آبی از بروز تخریب جلوگیری کرده و راه‌های جلوگیری از آن را در کوتاه‌مدت نیز نشان داد. همچنین می‌توان به صورت کمی‌درجات توسعه در گذشته، امکان توسعه در آینده و تبعات آن را بطور ساده نشان داد. (Makhdoum, 2002)

بنابراین باتوجه به آنچه در ارتباط با سرریزهای تکنولوژی، آلودگی محیط زیست و مدل تخریب بیان شد سوالات اصلی تحقیق این است که:

- سرریز تکنولوژی از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تاثیر معکوس و معناداری بر آلودگی محیط زیست دارد.
- سرریز تکنولوژی از کانال واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای تاثیر معکوس و معناداری بر آلودگی محیط زیست دارد.

در این مطالعه به کمک روش‌های اقتصادسنجی فضایی^۱ ارتباط بین سرریز تکنولوژی و آلودگی محیط زیست مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای تحلیل جامع‌تری از اثر گذاری سرریزی تکنولوژی بر محیط زیست، مطالعه‌ای مقایسه‌ای بین ایران و کشورهای منتخب و نو ظهور اقتصادی که در دو دهه گذشته سهم قابل توجهی از سرمایه‌گذاری داشته‌اند انجام می‌شود.

برای پاسخ به این سوالات چارچوب مقاله به گونه‌ایست که در بخش دوم به ادبیات تحقیق و در بخش سوم به تصریح مدل و مبانی نظری پرداخته می‌شود. سپس در بخش چهارم برآورد مدل و در بخش پنجم نتیجه‌گیری ارائه می‌شود.

¹ Spatial Measurement

۱- ادبیات موضوع

۱-۱- ادبیات داخلی

حسینی نسب و پایکاری (۱۳۹۱) در مطالعه خود به بررسی رابطه میان رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه طی سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۸۰ با استفاده از روش داده های تلفیقی و مبانی نظری منحنی کوزنتس پرداخته اند. نتایج مطالعه بیانگر این است که در کشورهای در حال توسعه تنها آلودگی اب با منحنی کوزنتس مطابقت دارد و آلودگی هوا در این کشورها از منحنی کوزنتس پیروی نمی کند. اما در کشورهای توسعه یافته هر دو نوع آلودگی آب و هوا با منحنی کوزنتس مطابقت دارند. (Hosseini Nasab & Payekari, 2013)

اقنوم و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه خود به بررسی رابطه بین طرح جنگلداری و میزان تخریب طی چند دهه اخیر با استفاده از مدل تخریب و مدل فازی تخریب که یکی از ابزارها برای کمی سازی است پرداخته اند. استفاده از مدل تخریب علاوه بر مشخص کردن مناطق آسیب پذیر و مقاوم در برابر فعالیت های انسانی و میزان تخریب در گذشته، امکان توسعه در آینده را نیز نشان می دهد، نتایج حاصل از اجرای این مدل بیانگر این است که منطقه مورد مطالعه ۱۰۰ درصد نیازمند بازسازی می باشد. (Aghnoom et al., 2015) (Aghnoom, Fegghi,) (Makhdoum, & Jabbarian Amiri, 2014)

واثقی و جلایی (۱۳۹۵) در مطالعه ای با عنوان بررسی اثر سرریز تکنولوژی بر انتشار گاز CO₂ در ایران پرداخته اند و نتایج تحقیق نشان می دهد که متغیر سرریز تکنولوژی نه تنها اثر مثبت و معناداری بر انتشار CO₂ دارد، بلکه نقطه چرخش منحنی زیست محیطی کوزنتس را نیز در درآمد سرانه بالاتر امکان پذیر می کند. (Vaseghi & Jalae, 2017)

بهمنی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهش خود به بررسی تاثیر سرریز تکنولوژی از کانال سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر بهره وری نیروی کار در صنایع کارخانه ای ایران با استفاده از روش داده های تابلویی پرداخته اند و نتایج بیانگر این است

که سرریز تکنولوژی ناشی از سرمایه گذاری مستقیم خارجی اثری مثبت و معناداری بر بهره وری نیروی کار دارد. (Bahmani et al., 2017)

شافعی و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه خود به بررسی اثر سرریز های تکنولوژی بر انتشار CO2 در کشورهای منتخب در حال توسعه آسیا با استفاده از مدل داده‌های تلفیقی فضایی پرداخته اند که نتایج این پژوهش نشان می دهد که سرریز فضایی آلاینده دی اکسید کربن قادر به توضیح حدود ۲۳ درصد از انتشار دی اکسید کربن در کشورهای مورد بررسی می باشند و وجود رابطه N شکل درآمد سرانه و تولید گازی دی اکسید کربن در کشورهای مورد بررسی تایید گردید. (Shafei et al., 2019)

لیلیان و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعه خود به ارائه الگوی سرمایه گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی کش. رهای در حال توسعه با نقش میانجی سرمایه انسانی و فناوری اطلاعات و ارتباطات در دوره زمانی ۲۰۱۸-۲۰۰۰ در کشورهای در حال توسعه در سه قاره آسیا، آفریقا و آمریکای جنوبی با استفاده از روش معادلات ساختاری با رویکرد حداقل مربعات جزئی (pls) پرداخته اند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که در کشورهای با درآمد بالا برای افزایش بهره وری نیاز به سطح بالای سرمایه انسانی و نیروی کار ماهر دارند که این موضوع از طریق سرریزهای تکنولوژی و فناوری اطلاعات امکان پذیر است و این عاملی مثبت در رشد اقتصادی می باشد. (Leylian et al., 2020)

لیلیان و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهش خود به ارزیابی اثرات کوتاه مدت و بلند مدت سرمایه گذاری مستقیم خارجی، سرمایه توسعه انسانی و توسعه مالی بر رشد اقتصادی گروه های مختلف درآمدی کشورهای در حال توسعه طی دوره ۲۰۱۹-۲۰۰۰ پرداخته اند و نتایج تحقیق بیانگر این است که سرمایه گذاری مستقیم خارجی به تنهایی بر رشد اقتصادی کشورهای با درآمد بالا تاثیری ندارد اما در کنار سرمایه انسانی و توسعه مالی تاثیر مثبت بر رشد اقتصادی این کشورها دارد همچنین اثر تعادلی سرمایه گذاری مستقیم خارجی توسعه مالی بر رشد اقتصادی در کوتاه مدت و بلند مدت در این کشورها مثبت است. (Leylian et al., 2021)

۲-۱- ادبیات خارجی

آجیده و آدنی (۲۰۱۰) در مطالعه خود به بررسی رابطه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، رشد اقتصادی و محیط زیست در نیجریه با استفاده از روش ARDL در دوره ۲۰۰۱-۱۹۷۰ پرداخته‌اند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که رابطه بلندمدتی بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی وجود ندارد در حالی که رابطه بلندمدت مثبت و معنی‌داری بین جریان ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و کیفیت محیط زیست (میزان انتشار سرانه CO₂) برقرار است و فرضیه‌ی لنگرگاه آلودگی تایید می‌شود. (Ajideh & Adeny, 2010)

کیم و بیک (۲۰۱۱) به بررسی پیامدهای زیست محیطی رشد اقتصادی با استفاده از آزمون کرانه‌های ARDL پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد طی فرایند رشد و توسعه اقتصادی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه میزان انتشار CO₂ به ترتیب کاهش و افزایش می‌یابد. یکی از عوامل اصلی آلودگی محیط زیست، افزایش تقاضای انرژی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بوده است، اما سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر اندکی بر انتشار CO₂ داشته است. (Kim & Beak, 2011)

برنارد و لسیج (۲۰۱۱) با بررسی سرریزهای دانش با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی فضایی از داده‌های دوره زمانی ۲۰۰۰-۱۹۹۲ استفاده کردند. آن‌ها بیان کردند که تخمین سرریزها بدون در نظر گرفتن بعد فضایی تورش‌دار و ناسازگار می‌باشند و براین اساس از روش توبیت فضایی استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که در ۹۴ منطقه آسیا، بزرگ‌ترین اثرهای مستقیم و غیرمستقیم سرریز تکنولوژی مرتبط با فعالیت تحقیق و توسعه بخش خصوصی است و این پیامدهای خارجی با فاصله از منبع پیامدها کاهش می‌یابند و نتایج آن‌ها به استراتژی‌های بهینه‌ی منطقه‌ای اشاره می‌نمایند. (Bernard & LeSage, 2011)

پاو و تسای (۲۰۱۳) در پژوهش خود به بررسی رابطه بلند مدت و علیت پویا بین انتشار دی‌اکسیدکربن، مصرف انرژی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و تولید ناخالص داخلی با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی پانلی و آزمون علیت گرنجی

برای کشورهای برزیل، روسیه، هند و چین بررسی شد. نتایج بیانگر این مطلب است که در تعادل بلندمدت انتشار دی‌اکسیدکربن نسبت به مصرف انرژی باکاهش و نسبت به سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بی‌کاهش است و در بلندمدت تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی باعث افزایش انتشار CO₂ می‌شوند و متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بی‌معنا است. همچنین نتایج بدست‌آمده فرضیه منحنی کوزنتس را در کشورهای مورد تحقیق تایید می‌نماید. (Pao & Tsai, 2011) آلفارو و چاوین (۲۰۱۷) در مطالعه خود به بررسی تاثیر سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر توسعه اقتصادی کشورهای میزبان پرداخته‌اند. نتایج بیانگر تاثیر مثبت سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر توسعه اقتصادی می‌باشد، زیرا به دلیل وجود محدودیت مالی در کشوری در حال توسعه و تمایل کشورها برای جذب سرمایه گذاری مستقیم خارجی و ایجاد رقابت بین شرکت داخلی و خارجی، این موضوع باعث افزایش تولید و بهبود کیفیت تولید می‌شود. (Alfaro & Chvin, 2017)

۲- تصریح مدل

۲-۱- مدل جاذبه

مدل‌های جاذبه بر اساس روابطی که در زمینه علوم اجتماعی بکار برده شده، بوجود آمده‌اند. علت نام‌گذاری خاص این مدل‌ها این است که در آن، روابط متقابل انسانی بر اساس مفهوم جاذبه نیوتونی استوار گردیده است. قابلیت این مدل در برآورد فعالیت‌ها بر حسب مکان آنها می‌باشد، به عبارت دیگر این مدل‌ها را می‌توان به عنوان مدل‌های فعالیت مکان، و همچنین به عنوان مدل‌های تعیین روابط متقابل به کار برد.

مطالعات نشان داده است که حجم تجارت بین کشورها تعیین کننده سطح فعالیت، درآمد اقتصادی و گستردگی موانع تجارت کشورها می‌باشد. همچنین پتانسیل تجاری بیانگر ظرفیت‌های صادراتی و تقاضاهای وارداتی در سطح اقتصاد کلان می‌باشد، و در یک تجزیه و تحلیل کلی ترکیب متغیرهای کلان اقتصادی مانند

تولید ناخالص داخلی و مساحت جغرافیایی نیز از پیش‌بینی‌کننده‌های قوی پتانسیل تجاری هستند. (Eskandari, 2015)

معادله جاذبه معمولا به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$M_{ijk} = \alpha_k y_i^{\beta_k} y_j^{\gamma_k} N_i^{\delta_k} N_j^{\epsilon_k} U_{ijk} \quad (1)$$

M_k واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای، y_i و y_j درآمد در کشورهای i و j ، N_i و N_j جمعیت در کشورهای i و j ، d_{ij} مسافت بین کشورهای i و j ، و U_{ijk} جمله خطا می‌باشد.

ساده‌ترین مدل جاذبه، از مرتب‌کردن سیستم مخارج کاب-داگلاس بدست می‌آید. فرض کنید هر کشوری در تولید کالای خودش کاملا تخصص یافته است. بنابراین یک کالا برای هر کشور وجود دارد و تعرفه‌ها یا هزینه حمل و نقل برای کشورها وجود ندارد. تابع درآمد خرج شده روی تولید کشور i را با b_i نمایش می‌دهیم و در همه کشورها ثابت است (یعنی همه کشورها ترجیحات کاب-داگلاس یکسانی دارند). با تجزیه و تحلیل مقطعی، قیمت‌ها در مقادیر تعادلی ثابت‌اند و واحدهایی که به صورت یکدست می‌باشد انتخاب می‌شوند.

مصرف کالای i در کشور j از نظر مقدار و ارزش (واردات کالای i توسط کشور j) عبارت است از:

$$M_{ij} = b_i Y_j \quad (2)$$

که Y_j درآمد در کشور j می‌باشد.

$$Y_i = b_i \left(\sum_j Y_j \right) \quad (3)$$

با جایگزینی در (۲)، معادله زیر به دست می‌آید:

$$M_{ij} = Y_i Y_j \sum Y_j \quad (4)$$

این ساده‌ترین شکل مدل جاذبه است. اگر ما ساختار خطا را نادیده بگیریم، تعمیم معادله (۴) را می‌توان با حداقل مربعات معمولی به صورت نمادهایی روی

Y_i و Y_j نامقید تخمین زد. در یک داده مقطعی یکدست عبارت مخرج مقیاسی بی‌ربط است. کشش‌های درآمدی تولید شده (با چشم پوشیدن از ارباب) نباید به طور قابل ملاحظه‌ای از یک اختلاف داشته باشد. شکل تبعی معادله جاذبه، و جزء اصلی قدرت توضیحی توسط مدل سیستم مخارج در برگرفته شده‌اند.

براساس مدل رومر، تولید با استفاده از تعداد زیادی نهاده جانشین ناقص صورت می‌پذیرد، زیرا فرآیند فنی از اختراع نهاده‌های جدید به واسطه فعالیت تحقیق و توسعه سرچشمه می‌گیرد. در این راستا دو کشور داخلی و خارجی در نظر گرفته می‌شود. در کشور داخلی، اقتصاد در برگیرنده سه بخش تحقیق و توسعه، کالای واسطه‌ای و کالای نهایی است. در بخش کالای نهایی، کالای y تحت رقابت کامل تولید می‌شود. بر این اساس تابع تولید به صورت زیر می‌باشد:

$$Y = A H_y^\alpha \left[\int_0^N x_i^\beta di + \int_0^{N^*} x_i^{*\beta} di^* \right], \alpha, \beta > 0 \quad (5)$$

که A بیانگر کل سطح بهره‌وری، H_y نماینده سرمایه انسانی به کار گرفته شده در بخش کالای نهایی و x_i و x_i^* به ترتیب نشان‌دهنده مقدار N نهاده واسطه داخلی و خارجی می‌باشند. همچنین N و N^* به ترتیب نماینده تعداد نهاده‌های واسطه داخلی و خارجی می‌باشند. کالاهای واسطه‌ای در بخش تحقیق و توسعه تکامل یافته یا اختراع می‌شوند و این کالاها از دو تولیدکننده داخلی و خارجی خریداری می‌گردند. به علاوه، تولید در بخش تحقیق و توسعه به سرریزهای بین‌المللی تحقیق و توسعه از طریق تجارت، سرمایه‌گذاری سرمایه انسانی در این بخش و موجودی دانش فنی کشور داخلی وابسته می‌باشد. (Eskandari, 2015)

۲-۲- روش محاسبه سرریزهای تکنولوژی

سرریز تکنولوژی نوعی پیامد خارجی می‌باشد که با انتقال دانش پیشرفته و تکنولوژی از کشور خارجی به کشور داخلی نقش محوری در فرایند توسعه ایفا می‌کند. به عبارت دیگر سرریز تکنولوژی، سرریز دانش فنی و اطلاعاتی است که توانایی تبدیل شدن به محصول تجاری را دارد. سرریزهای تکنولوژی از کانال‌های مختلفی وارد

کشورها می‌شوند که می‌توان به کانال واردات و کانال جریان ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اشاره کرد.

با توجه به مطالعات انجام شده، می‌توان از شاخص‌های متفاوتی جهت محاسبه سرریزهای تکنولوژی استفاده کرد و بر طبق کارهای کرسپو و همکاران (۲۰۰۴) و مینگ یانگ و همکاران (۲۰۰۶) شاخص‌های سرریز تکنولوژی به صورت زیر تعریف می‌شود:

(Crespo, et al., 2004 & Mingyong, et al., 2006)

$$S_{it} = \sum_{j \neq i} \frac{m_{ijt}}{m_{it}} \quad (۶)$$

که در آن m_{ijt} واردات کشور j به کشور i و m_{it} واردات کشور i است.

$$S_{it} = \sum_{j \neq i} m_{ijt} \frac{R\&D_{jt}}{y_{jt}} \quad (۷)$$

y_{jt} تولید ناخالص ملی (GDP) کشور j و R&D تحقیق و توسعه می‌باشند. همچنین در معادله زیر FDI_{ijt} سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی کشور j به کشور i و FDI_{it} سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی کل در کشور i می‌باشد.

$$S_{it} = \sum_{j \neq i} \frac{FDI_{ijt}}{FDI_{it}} \quad (۸)$$

۳-۲- مدل تخریب

برای ارزیابی اثرات توسعه بر محیط زیست می‌توان از مدل تخریب مخدوم (Makhdoum, 2002) استفاده کرد. این مدل یکی از انواع مدل‌های ریاضی است که به ارزیابی آثار توسعه بر محیط‌زیست در منطقه مورد بررسی می‌پردازد در حقیقت این مدل بیانگر عوامل تخریب، شدت تخریب و درجه آسیب‌پذیری محیط زیست است تا بدین ترتیب بتوان در پروژه‌های آتی از بروز تخریب محیط زیست جلوگیری کرده و راه‌های جلوگیری از آن را در کوتاه‌مدت نیز نشان داد، رابطه‌ی تخریب عبارت است از:

$$H = (\sum I + Dp) / V_0 \quad (۹)$$

H = ضریب تخریب هر واحد نشانزد

$$I = \sum \text{مجموع شدت عوامل تخریب هر واحد نشانزد}$$

$$Dp = \text{تراکم فیزیولوژیک (نسبت جمعیت بر وسعت زمین‌های قابل کشت)}$$

$$V0 = \text{آسیب‌پذیری بوم‌شناختی.}$$

هدف اصلی این پژوهش بررسی اثر سرریزهای تکنولوژی بر آلودگی محیط زیست کشورهای منتخب و نو ظهور اقتصادی است. در پژوهش حاضر، جهت برآورد تاثیر سرریزهای تکنولوژی بر آلودگی محیط زیست، با استفاده از مدل جاذبه، تابع محصول دانش، منحنی کوزنتس و شاخص‌های سرریز تکنولوژی چهار چوب الگو به صورت مدل زیر بیان می‌شود و سپس ضریب تخریب به عنوان یک پراکسی وارد مدل شده و تاثیر آن بر آلودگی محیط زیست سنجیده می‌شود. در گام بعد، در مورد مدل مورد استفاده توضیحاتی داده خواهد شد.

$$CO_2 = F(FDI, GDP, G, R\&D, Import, Stock, Population) \quad (10)$$

FDI: سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی

GDP: تولید ناخالص داخلی

G: مخارج دولت

R&D: هزینه تحقیق و توسعه

Import: واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای

Stock: موجودی سرمایه

Population: جمعیت فعال

در این پژوهش کشورهای منتخب و نو ظهور اقتصادی در ۴ قاره جهان می‌باشد (چین، هند، روسیه، مالزی، ترکیه، کره جنوبی، ایتالیا، برزیل، آفریقای جنوبی) بنابراین این کشورها به عنوان صاحبان تکنولوژی و منبع سرریز در نظر گرفته می‌شوند که طی دوره ۲۰۱۷-۲۰۰۰ از سایت بانک جهانی و مرکز آمار ایران و ترازنامه انرژی استخراج شده است و همچنین به سبب استفاده از روش اقتصاد سنجی فضایی، مبانی نظری این روش نیز آورده شده است.

۳- برآورد مدل و تحلیل داد ها

۳-۱- اقتصاد سنجی فضایی

امروزه در بسیاری از مطالعات علمی مانند مطالعات تجاری، بازرگانی و... می توان از داده ها و مشاهدات مکانی و منطقه ای استفاده کرد. با در نظر گرفتن عاملی مانند فضا می توان از بروز خطا در برآورد و تخمین و پیش بینی جلوگیری کرد. این موضوع بیانگر قابلیت و کاربرد بهتر اقتصاد سنجی فضایی نسبت به اقتصاد سنجی مرسوم است. تفاوت اصلی اقتصاد سنجی فضایی در بکارگیری اطلاعات آماری است که بعد مکان (مجاورت و فاصله) در آنها دخالت دارد. از طرفی استفاده از داده های مکانی و منطقه ای باعث بروز دو مساله خواهد شد: (۱) وابستگی فضایی بین مشاهدات (۲) ناهمسانی فضایی. قضیه گاوس مارکوف فرض می کند که متغیرهای توضیحی در نمونه گیری های تکراری ثابت هستند، وابستگی فضایی این فرض را نقض میکند. به طور مشابه ناهمسانی فضایی فرض گاوس مارکوف مبنی بر وجود تنها یک رابطه خطی مشخص با واریانس ثابت بین مشاهدات نمونه ای را نقض می کند. (LeSage, 1999)

وابستگی فضایی و تاثیرات آن بین مشاهدات باید با افزایش فاصله بین مشاهدات کاهش یابد. همچنین واحدهایی که در همسایگی یا مجاورت یکدیگر هستند نسبت به مکانها که دورتر از یکدیگر هستند، باید درجه وابستگی فضایی بالاتری را نشان دهند.

وابستگی فضایی پدیده ای است که در داده های نمونه ای دارای بعد مکان روی می دهد، به طوری که مشاهده ای مربوط به مکان i می تواند به مشاهده دیگری در مکان j وابسته باشد. به بیان دیگر:

$$Y_i = f(Y_j), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad i \neq j \quad (11)$$

توجه کنید که این وابستگی می تواند میان مشاهدات مختلف و اجزاء اخلاص وجود داشته باشد، به این معنا که شاخص i می تواند هر مقداری از ۱ تا n را اختیار کند. چرا انتظار می رود اطلاعات نمونه ای مشاهده شده در یک نقطه از فضا وابسته به

مقادیر مشاهده شده در مکان‌های دیگر باشد. دو دلیل عمده وجود دارد. اولاً، جمع‌آوری داده‌ها از مشاهدات مرتبط با واحدهای فضایی مانند کدپستی، شهرستان‌ها، ایالات، نواحی سرشماری و ... ممکن است بر خطای اندازه‌گیری تأثیرگذار باشند. اگر مرزهای مرتبط با جمع‌آوری اطلاعات به درستی منعکس کننده ماهیت فرآیند ایجاد اطلاعات نمونه‌ای نباشند، این امر رخ خواهد داد. به عنوان مثال نرخ بیکاری و اقدامات نیروی کار را در نظر بگیرید. از آن‌جا که نیروی کار متحرک است و می‌تواند به شهرستان و یا ایالات هم‌جوار برای یافتن شغل برود، اندازه‌گیری نیروی کار یا نرخ بیکاری بر اساس مکانی که در آن زندگی می‌کنند، می‌تواند نشان‌دهنده وابستگی مکانی باشد. دلیل دوم و شاید مهم‌تر که انتظار می‌رود وابستگی فضایی وجود داشته باشد، این است که ابعاد فضایی فعالیت‌های اجتماعی- جمعیتی، اقتصادی و یا منطقه‌ای ممکن است مهم‌ترین مشکل مدل‌سازی باشد. علوم منطقه‌ای مبتنی بر این فرض است که مکان و فاصله، نیروهای مهمی در زمینه جغرافیای انسانی و فعالیت‌های بازار می‌باشند. تمامی این مفاهیم در نظریات علوم منطقه‌ای مرسوم شده که متکی بر مفاهیم تعامل فضایی و اثرات انتشار، ترتب مکانی و سرریزهای فضایی می‌باشند. در نتیجه روابط میان مشاهدات واقع در هر نقطه از فضا در حال تغییر است.

اصطلاح ناهمسانی فضایی در اطلاعات آماری دارای بعد مکانی روی میدهد و بیانگر این است که با حرکت در مشاهده، توزیع داده‌های نمونه‌ای دارای میانگین و واریانس ثابت نخواهد بود. فرض می‌کنیم دارای یک رابطه خطی به صورت زیر هستیم:

$$Y_i = X_i \beta_i + \varepsilon_i \quad (۱۲)$$

که در آن i بیانگر مشاهدات به دست آمده نقطه در فضا، X_i بیانگر بردار $(n \times k)$ از متغیرهای توضیحی همراه با مجموعه پارامترهای β_i مربوط به آن، Y_i متغیر وابسته در مشاهده یا مکان i و ε_i بیانگر خطای تصادفی در رابطه مذکور است. بیان دیگر این مفهوم به صورت زیر است:

$$Y_i = f_i(X_i \beta_i + \varepsilon_i) \quad (۱۳)$$

بنابراین، نمی‌توان انتظار برآورد مجموعه‌ای β پارامتری از بردار β با توجه به یک نمونه از مشاهدات و تخمین منحصر به فردی برای هر نقطه در فضا را داشت. به طور کلی ناهمسانی فضایی نیز این فرض گاوس-مارکف را که تنها یک رابطه خطی مشخص با واریانس ثابت بین مشاهده‌های نمونه‌ای وجود دارد، را نقض می‌نماید. اگر با حرکت بین داده‌های نمونه‌ای فضایی، رابطه تغییر یابد یا واریانس متغیر باشد، شیوه‌های برآوردی اقتصادسنجی فضایی به خوبی این تغییرات را مدل‌سازی می‌نمایند یکی از مفاهیم اساسی مرتبط با فاصله، وقفه فضایی است. وقفه‌های فضایی مشابه انتقال به عقب در تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی هستند، به طوری که $\beta_{yt} = y_{t-1}$ بیانگر وقفه مرتبه اول و $\beta_{yt} = y_{t-p}$ نشانگر وقفه مرتبه p ام است. برخلاف سری‌های زمانی که وقفه در محدوده زمان شکل می‌گیرد، در اقتصاد سنجی فضایی به معنای انتقال در طول فضا است.

اولین آزمون برای تشخیص خودهمبستگی فضایی در اجزا اخلاص مدل‌های رگرسیونی، آماره موران^۲ نامیده می‌شود. این آزمون نشان‌دهنده همبستگی فضایی در اجزا اخلاص است. آماره موران از رابطه زیر به دست می‌آید، که در آن e نشان‌دهنده اجزای اخلاص رگرسیون است. توزیع مجانبی آماره موران بر اساس باقی‌مانده‌های حداقل مربعات، با توزیع نرمال استاندارد پس از تعدیل آماره موران و کسر میانگین از آن و تقسیم بر انحراف معیار آماره مطابقت دارد.

$$I = e'W \quad (14)$$

روش دیگر، آزمون ضریب لاگرانژ است که بر اساس باقیمانده حداقل مربعات و محاسبات مربوط به ماتریس وزنی فضایی W اجرا می‌شود. آماره LM به شکل زیر است که در آن e نشان‌دهنده اجزا اخلاص می‌باشد.

$$LM = (1/T)[e' We] \delta^2 \sim \chi^2(1) \quad (15)$$

² Moran

$$T = \text{tr}(W + W) * W \quad (۱۶)$$

این آزمون با استفاده از تابع Imerror اجرا می‌شود. در نهایت، آزمونی بر اساس اجزای اخلاص مدل وقفه فضایی را می‌توان جهت بررسی این مطلب مورد استفاده قرار داد که آیا گنجاندن عامل وقفه فضایی منجر به حذف خودهمبستگی فضایی در اجزای اخلاص این مدل شده است یا خیر. این آزمون از چهار آزمون مذکور، از این جهت که در این آزمون قادر به وارد کردن متغیر وقفه فضایی در مدل می‌باشند، متفاوت است. بر خلاف سایر آزمون‌ها که مبتنی بر حداقل مربعات اجزا اخلاص هستند، آزمون وابستگی فضایی مشروط بر داشتن پارامتر غیر صفر ρ است. می‌توان این آزمون را به صورت زیر مشاهده نمود:

$$Y = \rho CY + X\beta + u \quad (۱۷)$$

$$u = \lambda Wu + \varepsilon \quad \varepsilon \sim N(0, \delta^2 I_n) \quad (۱۸)$$

که در آن، مقدار پارامتر λ کانون توجه این آزمون است. در این پژوهش برای تشخیص خودهمبستگی فضایی در اجزا اخلاص از آزمون ضریب لاگرانژ برای تشخیص مدل مناسب برای رفع خودهمبستگی فضایی استفاده می‌گردد.

برای تخمین مدل نیاز به یک ماتریس وزنی استاندارد است که بیانگر وابستگی فضایی بین کشورهای منتخب می‌باشد. بدین منظور برای تهیه این ماتریس مربعی با ابعاد $T \times T$ (T نماینده تعداد مقاطع می‌باشد)، از اطلاعات طول و عرض جغرافیایی استفاده می‌شود و برای هر کشور یک سطر و ستون در نظر گرفته شده است تا براساس مختصات طول و عرض جغرافیایی، فاصله هر کشور از کشورهای همسایه‌اش تعیین گردد.

اغلب مدل‌های اقتصاد سنجی بر فرض پایایی سری‌ها استوار است. ایستایی یک متغیر به معنای وجود میانگین، واریانس و کوواریانس ثابت در طول زمان می‌باشد. وجود ریشه واحد در متغیرها ممکن است منجر به نتایج رگرسیون‌های کاذب گردیده و از این‌رو نتایج به‌دست آمده گمراه‌کننده باشد. به

همین دلیل در بررسی‌های تجربی، قبل از هرگونه تخمین و تجزیه و تحلیل‌های اقتصادسنجی، ریشه واحد متغیرهای مدل مورد آزمون قرار می‌گیرند تا در صورت وجود ریشه واحد، از آزمون‌های هم‌جمعی استفاده شده و کاذب بودن رگرسیون بررسی شود. به‌منظور آزمون پایایی متغیرها از آزمون ریشه واحد متداول داده‌های پانل لوین، لین و چو استفاده می‌شود که نتایج در جدول ۱ ارائه شده است.

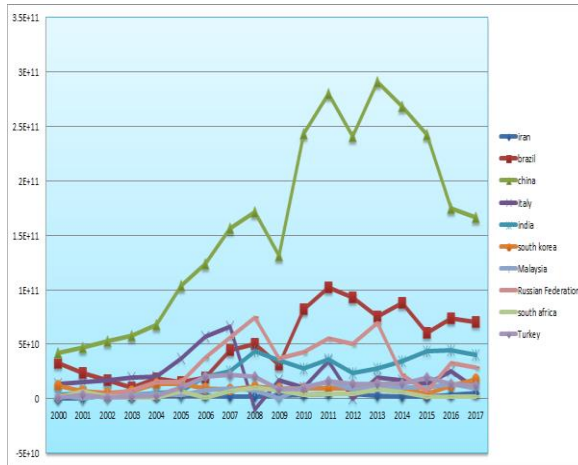
جدول ۱. آزمون ریشه واحد مدل آلودگی
مأخذ: یافته‌های تحقیق

Table 1. Pollution unit root test

Source: Research Calculations

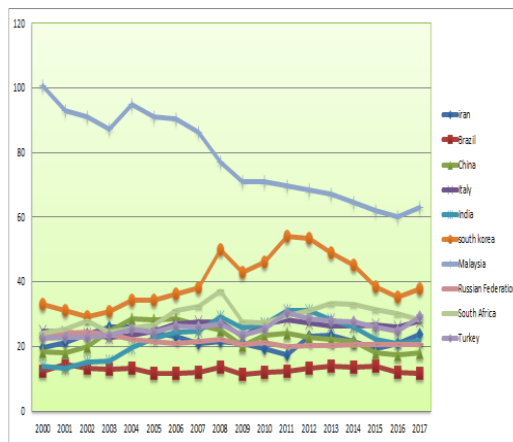
متغیر	آماره LLC	سطح معنی‌داری	درجه هم‌انباشتگی
CO2	-۳/۳۱	۰/۰۰	I(0)
FDI	-۲/۶۵	۰/0۰	I(0)
GDP	-۱/۴۴	۰/۰۷	I(0)
G	-۴/۴۲	۰/۰۰	I(0)
Import	-۲/۱۰	۰/01	I(0)
R&d	-۱/۶۸	۰/۰۴	I(0)
Stock	-۱/۸۷	۰/03	I(0)
Population	-۶/۳۱	۰/۰۰	I(0)
DEGREATION	-۱/۴۲	۰/۰۷	I(0)

فرضیه صفر در آزمون ریشه واحد داده‌های ترکیبی لوین، لین و چو وجود ریشه واحد می‌باشد که با توجه به جدول ۱ می‌توان بیان داشت با احتمال ۹۵ درصد فرض صفر در تمام متغیرها رد شده و نشان‌دهنده مانایی آن‌ها در سطح می‌باشد. قبل از اینکه مدل تصریح شده برآورد گردد لازم است روند دو شاخص اصلی تحقیق که کانال‌های سرریز تکنولوژی هستند معرفی شود. نمودار ۱ و نمودار ۲ روند این دو متغیر را نشان می‌دهند.



نمودار ۱. روند سرمایه گذاری مستقیم خارجی
مأخذ: یافته‌های تحقیق

Figure 1. Channel of Foreign direct investment
Source: Research Calculations



نمودار ۲. روند واردات کالاهای وارداتی و واسطه ای
مأخذ: یافته‌های تحقیق

Figure 2. Channel of intermediary and capital goods imports
Source: Research Calculations

نمودار ایباینگر روند سرمایه گذاری مستقیم خارجی کشورهای مورد بررسی در سال‌های (۲۰۱۷-۲۰۰۰) است. و نمودار ۲ نیز نشان دهنده روند واردات کالاهای سرمایه ای و واسطه ای است.

۲-۳- آزمون‌های ضریب لاگرانژ

فرض صفر آزمون Lmerror بیانگر عدم همبستگی فضایی در اجزای اخلال است و آزمون lmlag بیانگر عدم وابستگی فضایی در مشاهدات متغیرهای وابسته می‌باشد. از دو آزمون Lmerror و Lmlag جهت انتخاب مدل استفاده می کنیم که معناداری آزمون Lmlag به معنای استفاده از مدل SAR و معناداری آزمون Lmerror به معنای استفاده از مدل SEM می باشد. در صورت معناداری هر دو آزمون از آزمون های Lmlag-Robust و Lmerror-Robust استفاده می نماییم.

جدول ۲. آزمون ضریب لاگرانژ با ضریب تخریب
مأخذ: یافته‌های تحقیق

Table 2. Lagrange coefficient test with the demolition coefficient

Source: Research Calculations

احتمال	مقدار	آزمون
۰/۰۰	۸۰/۹۹	Lm Lag – Panel
۰/۰۰	۱۳۱ /۱۵	Lm Error – Panel
۹/۸۸۱۳E-۱۴	۵۵ /۳۸	Lm Error – Robust – Panel
۰/۰۲	۵ /۲۳	Lm Lag – Robust – Panel

جدول ۳. آزمون ضریب لاگرانژ بدون ضریب تخریب
مأخذ: یافته‌های تحقیق

Table 3. Lagrange coefficient test without the demolition coefficient

Source: Research Calculations

احتمال	مقدار	آزمون
۰/۰۰	۸۸ / ۶۹	Lm Lag – Panel
۰/۰۰	۱۳۴/۳۰	Lm Error – Panel
۳/۳۲۴۰E-۱۳	۵۳/۰۰۶	Lm Error – Robust – Panel
۰/۰۵	۶/۳۹	Lm Lag – Robust – Panel

با توجه به نتایج حاصل از برآورد ضریب لاگرانژ، آماره Chail در آزمون Lm Lag panel - و Lmerror بیشتر از مقدار $6/635$ است و بیانگر معناداری آزمون Lmerror می باشد بنابراین مدل برآوردی، مدل SEM می‌باشد.

جدول ۴. مدل SEM با ضریب تخریب

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Table 4. SEM test with the demolition coefficient

Source: Research Calculations

متغیر	ضرایب	آماره t	احتمال
C	۲/۱۸۹۳	۳/۸۲۵	0/00
FDI	-۰/۰۰۰۰۱	-۱/۷۹۹	۰/۰۷
GDP	۰/۰۰۰۰۱	۵/۳۹۱	۰/۰۰
G	۰/۰۲۵۷۸	۶/۲۸۳	۰/۰۰
Import	-۰/۰۰۰۸۹۷	-۶/۱۰۹	۰/۰۰
R&D	-۰/۱۳۴۰۷	-۳/۱۹۵	۰/۰۰
Stock	۰/۰۰۰۳۸	۰/۸۰۰	۰/۴۲
Population	۰/۰۵۶۴	۶/۵۲۳	۰/۰۰

R- Squared = ۰/۸۱۴

log- likelihood = ۲۵/۸۸

جدول ۵. مدل SEM بدون ضریب تخریب

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Table 5. SEM test without the demolition coefficient

Source: Research Calculations

متغیر	ضرایب	آماره t	احتمال
C	۱/۹۳۰۱	۳/۲۵۸	۰/۰۰
FDI	-۰/۰۰۰۰۱	-۱/۹۴۵	۰/۰۵
GDP	۰/۰۰۰۰۱	۵/۴۸۰	۰/۰۰
G	۰/۰۲۶۶۳	۶/۴۷۱	۰/۰۰
Import	-۰/۰۰۰۸۹۱	-۶/۱۱۷	۰/۰۰
R&D	-۰/۱۴۷۳	-۳/۴۶۳	۰/۰۰
Stock	۰/۰۰۰۳۵	۰/۷۵۲	۰/۴۱
Population	۰/۰۶۰۶	۶/۷۲۸	۰/۰۰
Degradation	-۰/۰۰۰۵۹	-۱/۵۶۵	۰/۱۱

R-squared = ۰/۸۱۶

log-likelihood = ۲۷/۰۹

از آنجائیکه هر کشوری برای دستیابی به رشد اقتصادی و جبران عقب ماندگی نیازمند به استفاده و جذب سرمایه و تکنولوژی کشورهای توسعه یافته می باشد، یکی از روش های تامین مالی وجود منابع سرمایه ای مازاد در کشورهای توسعه یافته و مهمتر از آن وجود فرصت سرمایه گذاری در کشورهای در حال توسعه با منابع طبیعی سرشار می باشد. با توجه به نتایج حاصل از برآوردها در این پژوهش می توان گفت که اثر سرریزهای تکنولوژی از کانال سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر آلودگی محیط زیست، اثری منفی و معناداری می باشد. دلیل مشخصی که می توان برای رابطه بین کانال سرریز تکنولوژی از طریق سرمایه گذاری مستقیم خارجی و انتشار سرانه CO₂ بیان نمود این است که کشورهای مورد مطالعه ارادی و یا غیر ارادی توانسته اند سرمایه گذاری خارجی را در مسیر توجه به محیط زیست را مدیریت کنند. طبق مشاهدات تجربی، تجارت خارجی از طریق واردات کالاهای سرمایه ای و واسطه ای نرخ رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه را افزایش داده است. به علت پایین بودن قیمت نسبی کالاهای سرمایه ای در کشورهای توسعه یافته در مقایسه با کشورهای در حال توسعه، این امکان برای کشورهای در حال توسعه میسر میشود تا با واردات این کالاها، ضمن بهره مندی از انتقال فناوری کشورهای طرف تجاری خود، زمینه رشد اقتصادی را بیشتر فراهم آورند. با توجه به اینکه سرریزهای تکنولوژی از کانال واردات کالاهای واسطه ای و سرمایه ای تاثیر مثبتی بر تولید و اشتغال و کاهش تورم دارند و این موضوع باعث شده است که با واردات ماشین آلات جدید و خطوط تولید، دانش فنی و قطعاتی که در تولید کالاهای نهایی استفاده می شوند، حجم تولید افزایش یافته و تولید با فناوری و دانش روز صورت پذیرد. البته باید توجه داشت که سرریزهای تکنولوژی، از کانال واردات کالاهای واسطه ای و سرمایه ای باید منطبق با شرایط و کیفیت محیط زیست باشند، در نتیجه کشورهای گیرنده بهتر است به دنبال تکنولوژی های پاک باشند.

بر اساس نتایج حاصل از برآورد اثر سرریزهای تکنولوژی از کانال واردات کالاهای واسطه ای و سرمایه ای بر آلودگی محیط زیست اثر منفی و معنادار می باشد،

یعنی با افزایش واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای می‌توان به بهبود و کیفیت محیط‌زیست کمک کرد. علت رابطه معکوس بین سرریزهای تکنولوژی از کانال واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای و آلودگی محیط زیست به این دلیل است که در اکثر کشورهای مورد مطالعه، سهم کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای از واردات که می‌توانند در کیفیت تولید نقش کلیدی داشته‌اند است. منابع طبیعی از مهمترین عوامل ورود سرریزهای تکنولوژی به کشوری در حال توسعه می‌باشند. بخش اعظم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی توسط کشورهای توسعه یافته به منظور تامین جریان مستمر از منابع طبیعی و محصولات اولیه با قیمت پایین انجام می‌گیرد. نگرانی‌های دولت‌ها در زمینه محیط زیست در ابعاد ملی، منطقه‌ای و جهانی هنگامی مشهود گردید که با توسعه صنعتی و استفاده از منابع محدود تجدید پذیر و غیر قابل تجدید پذیر رو به افزایش نهاد.

همچنین نتایج بدست آمده بیانگر این موضوع می‌باشد که سرریزهای تکنولوژی از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در هر دو حالت برآورد مدل، اثر منفی و معناداری بر آلودگی محیط زیست دارند اما مقدار عددی این متغیر در هر دو حالت با ضریب تخریب و بدون ضریب تخریب کوچک است. همچنین اثر سرریزهای تکنولوژی از کانال واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای در هر دو حالت برآورد مدل دارای تاثیر منفی و معناداری بر آلودگی محیط زیست می‌باشند البته باید توجه کرد که مقدار عددی این متغیر در حالتی که مدل بدون ضریب تخریب است کمتر از حالتی است که ضریب تخریب به عنوان یک پراکسی وارد مدل می‌شود.

تاثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه بر طبق نتایج بدست آمده در هر دو حالت برآورد مدل منفی و معنا دار می‌باشد و مقدار عددی این متغیر در حالتی که ضریب تخریب وارد مدل نشده است بیشتر از حالتی است که ضریب تخریب به عنوان یک پراکسی وارد مدل می‌شود.

۴- نتیجه گیری

هدف اصلی مقاله بررسی تاثیر سرریزهای تکنولوژی بر آلودگی محیط زیست در ایران و کشورهای منتخب بوده است و طبیعی است که فرضیه اصلی تحقیق به این صورت بوده است که سرریزهای تکنولوژی می توانند باعث تشدید آلودگی محیط زیست شوند. در مسیر تحقیق جهت آزمون فرضیه از روش اقتصادسنجی فضایی استفاده شده است. برای تعیین نقش سرریزهای تکنولوژی از دو شاخص کلیدی سرمایه گذاری مستقیم خارجی و واردات کالاهای واسطه ای و سرمایه ای استفاده شده است. نتایج نشان دهنده این است که ضریب سرمایه گذاری مستقیم خارجی منفی می باشد. بنابراین سرریز تکنولوژی از کانال سرمایه گذاری مستقیم خارجی باعث کاهش آلودگی محیط زیست میشود. همچنین سرریزهای تکنولوژی از کانال واردات کالاهای واسطه ای و سرمایه ای تاثیر منفی و معنی داری بر آلودگی محیط زیست دارد. نتایج نشان می دهد که ضریب واردات کالاهای سرمایه ای و واسطه ای منفی می باشد که با افزایش واردات کالاهای واسطه ای و سرمایه ای آلودگی محیط زیست کاهش می یابد. بنابراین بطور خاص کانال های سرریز تکنولوژی (سرمایه گذاری مستقیم خارجی و واردات کالاهای سرمایه ای و واسطه ای) برای کشورهای مورد مطالعه میتوانند علاوه بر اینکه در خدمت رشد اقتصادی باشند به نوعی باعث تعدیل آلودگی محیط زیست نیز شوند.

همچنین با توجه به ضرایب بدست آمده برای هر دو کانال سرریز تکنولوژی توجیه سیاستی برای کشورهای پذیرنده تکنولوژی این است که اگر کاهش آلودگی محیط زیست در اولویت آنها است مسیر استفاده از تکنولوژی خارجی را از کانال واردات کالاهای واسطه ای و سرمایه ای در اولویت اول و استفاده از سرمایه گذاری مستقیم خارجی را در اولویت دوم قرار دهند. همچنین با توجه به نتایج برآوردی اثر ضریب تخریب بر آلودگی محیط زیست بی معنی می باشد.

Acknowledgments: The authors would like to thank the kind referee for the helpful suggestions on this paper.

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Funding: Special thanks to Shahid Bahonar University of Kerman for supporting this research.

References

- Aghnoum, M., Fegghi, J., Makhdoum, M., & Jabbarian Amiri, B. (2014). Assessing the Environmental Impacts of Forest Management Plan Based on Matrix and Landscape Degradation Model. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16(4), 841-850. Retrieved from <http://jast.modares.ac.ir/article-23-5194-en.html> [in persian]
- Ajideh, B., & Adeny, O. (2010): FDI and the Environment in Developing Economics: Evidence from Nigeria. *Environmental Research Journal*, No. 4, 291-297.
- Alfaro, L., & Chvin, J. (2017): Foreign Direct Investment Finance and Economic Development. *Encyclopedia of International Economics and Global trade*, 2, 231-259.
- Bahmani, M., Hasankhani, M. and Shakibae, A. (2017). Evaluation the FDI Spillover Effects on Labor Productivity in Iran's Manufacturing Sector. *Journal of Industrial Economics researches*, 1(2), 87-100. doi: 10.30473/indeco.2019.18618.1025 [in persian]
- Bernard, A., & LeSage, J. (2011): Quantifying Knowledge spillovers using Spatial Econometric Models. *Journal of Regional Science*, 3, 471-496.
- Crespo, J., Martin, C. & Velázquez, F. (2004): The Role of International Technology Spillovers in the Economic Growth of the OECD Countries. *Journal of Global Economy*, 4 (2), 1-18.
- Eskandari, S. (2015). *Convergence analysis of gas exporting countries in the process of gas OPEC formation with spatial econometric approach and technology overflow analysis*. (Unpublished doctoral dissertation). Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. [in persian]
- Hosseini Nasab, A., & Payekari, S. (2013). Investigating the Impact of Economic Growth and Trade Liberalization on Environmental Pollution, *Economics Journal*, 8(9). [in persian]

- Kim, H., & Beak, J. (2011): The Environmental Consequence of Economic Growth Revisited. *Economics Bulletin*, 31, 1121-1198.
- Leylian, N., Ebrahimi, M., Zare, H. & Haghghat, A. (2023). Assessing the short run and long run effects of foreign direct investment, human capital and financial development on the economic growth of different income groups in developing countries (application of the panel cointegration approach). *Quarterly Journal of Quantitative Economics (JQE)*, 20(3), 35-77. doi: 10.22055/jqe.2021.36604.2339 [in Persian]
- Leylian, N., Ebrahimi, M., Zare, H., & Haghghat, A. (2022). Presenting the foreign direct investment model and economic growth of developing countries with the mediating role of human capital and information and communication technology. *Quarterly Journal of Quantitative Economics (JQE)*, 19(3), 125-153. doi: 10.22055/jqe.2021.32814.2225 [in persian]
- LeSage, James P. (1999): *The Theory and Practice of Spatial Econometrics*, University of Toledo, 28.
- Makhdoum, M. F. (2002): Degradation model: A quantitative EIA instrument, Acting as a decision support system (DSS) for environmental management. *Environ. Manage.* 30, 151- 156.
- Marin, A., & Bell, M. (2006): Technology Spillovers from Foreign Direct Investment (FDI): The Active Role of MNC Subsidiaries in Argentina in the 1990s. *Journal of Development Studies* 42 (4), 678-697.
- Mingyong, L., Shuijun, P., & Qun, B. (2006): Technology Spillovers, Absorptive Capacity and Economic Growth. *Journal of chin Economic Review*, 17, 300-320.
- Pao, T., & Tsai, C-M. (2011): Modeling and Forecasting the Co2 Emissions, Energy Consumption and economic Growth in Brazil. *Energy*, 36, 2450-2458.
- Sadeghi, H., & Seadat, R. (2005). Population growth, economic growth and environmental impacts in Iran. *Iranian Journal of Economic Research*, 64, 163-180. [in persian]
- Sepehr, H., Makhdoum, M., Faryadi, S., & Ramezani, M. (2016). Assessment of land quality in protected areas using the degradation model (Case study: Turan Protected Complex). *Environmental research*, 6, 13-119. [in persian]
- Shafei, S., Bakhshoodeh, M., & Farajzdeh, Z. (2019). The Effect spillovers of technology on Space emissions CO2 of Selected in Developing

- Countries in Asia, *Journal of Environmental Science and Technology*, https://jest.srbiau.ac.ir/article_12224.html?lang=en. [in persian]
- Shahabadi, A., Valinia, A., & Ansari, Z. (2013). Impact of technology overflows due to foreign direct investment on the performance of the industrial sector. *journal of science and technology parks & incubators*, 9 (33), 13-25. <http://www.roshdefanavari.ir/en/Article/20066> [in persian]
- Vaseghi, A., & Jalae, A. (2017). Investigation of technology overflows on CO2 emissions in Iran. *Journal of Environmental Sciences*, 4 (1), 117-124. https://envs.sbu.ac.ir/article_97659.html?lang=en [in persian]