

آثار آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسید کربن) در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس

محمد مهدی برقی اسگویی

دانشجوی دوره دکتری اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس mahdi_oskooee@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۱۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۲/۲۴

چکیده

()

/ / /
/ / /

/ / / / / / /

F18 Q56 : JEL

۱- مقدمه

در ادبیات اقتصادی، ارتباط میان تولید ناخالص داخلی سرانه و تخریب محیط زیست به صورت U معکوس، به منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC)^۱ معروف است. در طی سال‌های اخیر مطالعات متعددی از جمله مطالعه شافیک^۲ (۱۹۹۴)، لدن و سنگ^۳ (۱۹۹۴)، گروسمن و کروگر^۴ (۱۹۹۵) و کل و دیگران^۵ (۱۹۹۷) به بررسی منحنی EKC پرداخته‌اند، اما مطالعات رو به رشد و فزاینده درباره ادبیات منحنی زیست محیطی کوزنتس، وجود رابطه منحصر به فرد بین درآمد سرانه و آلودگی را ضعیف و شکننده اعلام کرده و تفسیر دقیق تری در این زمینه ارائه داده‌اند. یکی از انتقادهای اساسی وارد بر منحنی زیست محیطی کوزنتس، عدم توجه آن به الگوی تجاری است، حال آن‌که الگوی تجاری منتج از فرضیه پناهگاه آلاینده‌گی (PHH)^۶ به‌عنوان یکی از دلایل اصلی کاهش آلودگی در کشورهای با سطح درآمد بالا و افزایش آلودگی در کشورهای با سطح درآمد پایین مطرح می‌شود. به طوری که بر اساس فرضیه پناهگاه آلاینده‌گی، تفاوت در شدت و اعمال سیاست‌های زیست محیطی بین کشورهای مختلف، منجر به ایجاد مزیت نسبی در تولید کالاهایی با شدت آلودگی بیشتر در کشورهایی خواهد شد که سیاست‌های زیست محیطی ملایم تری در آن‌ها اعمال می‌شود، در حالی که کشورهایی با سیاست‌های زیست محیطی شدید در تولید کالاهای پاک تخصص پیدا می‌کنند و تولیداتی با شدت آلودگی بالا را از کشورهای دیگر وارد می‌نمایند.

اگر چه برخی از مطالعات از جمله مطالعه بیردسال و ویلر^۷ (۱۹۹۳)، جف و دیگران^۸ (۱۹۹۵)، جانیک و دیگران^۹ (۱۹۹۷)، مانی و ویلر^{۱۰} (۱۹۹۸)، به بررسی فرضیه پناهگاه آلاینده‌گی پرداخته‌اند و در این راستا نتایج متعددی به دست آمده است اما در مطالعات مذکور دلالت واضحی مبنی بر این موضوع که فرضیه پناهگاه آلاینده‌گی و چگونگی تأثیر آن بر منحنی زیست محیطی کوزنتس به چه نحوی می‌باشد، اشاره‌ای نشده است. لذا این مطالعه با توجه به هدف اصلی آن در خصوص بررسی ارتباط بین فرضیه پناهگاه آلاینده‌گی و منحنی

1- Environmental Kuznets Curve.

2- Shafik.

3- Selden & Song.

4- Grossman & Kruger.

5- Cole & et al, 1997.

6 - Pollution Haven Hypothesis.

7 - Birdsall and Wheeler.

8 - Jaffwe & et al.

9 - Janicke & et al.

10 - Mani and Wheeler.

زیست‌محیطی کوزنتس، نقش مهمی در ادبیات مربوط به تعامل تجارت و محیط‌زیست ایفاء می‌کند.

به‌طور کلی بر اساس سازمان این مقاله، در قسمت بعدی به‌مفهوم منحنی زیست‌محیطی کوزنتس و فرضیه پناهگاه آلاینده‌گی پرداخته می‌شود و در قسمت دوم، تجارت و تأثیر آن بر منحنی زیست‌محیطی کوزنتس و فرضیه پناهگاه آلاینده‌گی مورد بررسی قرار می‌شود. قسمت سوم به معرفی مدل و داده‌ها می‌پردازد و در قسمت چهارم تخمین مدل انجام می‌شود. بخش آخر نیز به خلاصه و نتیجه‌گیری اختصاص می‌یابد.

۲- مفهوم منحنی زیست‌محیطی کوزنتس و فرضیه پناهگاه آلاینده‌گی

سیمون کوزنتس^۱ (۱۹۵۵) در مطالعه‌ای با عنوان رشد اقتصادی و نابرابری درآمد، منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را برای اولین بار مطرح کرد. به عقیده وی، در مسیر توسعه اقتصادی، رابطه بین درآمد سرانه و نابرابری درآمد، به شکل U معکوس است. به‌طوری‌که بر اساس این فرضیه، در مراحل اول توسعه اقتصادی، هم‌زمان با افزایش درآمد سرانه، نابرابری توزیع درآمد افزایش و پس از رسیدن به سطح معین یا نقطه برگشت^۲، نابرابری توزیع درآمد به تدریج کاهش می‌یابد. در دهه ۱۹۹۰، با مشاهده شواهدی مبنی بر وجود رابطه بین شاخص‌های مختلف تخریب محیط‌زیست و درآمد سرانه به‌صورت U معکوس، شبیه رابطه موجود بین درآمد سرانه و نابرابری درآمد در منحنی کوزنتس اولیه، منحنی کوزنتس در مطالعات مربوط به محیط‌زیست نیز وارد و رابطه مذکور بین رشد اقتصادی و شاخص‌های مربوط به آلاینده‌گی (کیفیت محیط‌زیست) به‌صورت U معکوس، به منحنی زیست‌محیطی کوزنتس معروف شد. اولین مطالعه تجربی درباره EKC، توسط گروسمن و کروگر^۳ در سال ۱۹۹۱ در قالب گزارش مطالعاتی با عنوان اثرات زیست‌محیطی موافقتنامه تجارت آزاد آمریکای شمالی^۴ انجام گرفت که این گزارش مبنای مطالعات بعدی در این زمینه به‌شماره آمد. صادقی و سعادت (۱۳۸۳)، در مطالعه‌ای به‌منظور بررسی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در ایران، آثار رشد اقتصادی بر وضعیت محیط‌زیست را با استفاده از آزمون علیت هشیائو^۵، مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند.

1- Kuznets.

2- Turning Point.

3- Grossman and Krueger.

4- North American Free Trade Agreement.(NAFTA).

5- Hisiao.

نتایج مطالعه آنان نشان می‌داد که رشد اقتصادی در تخریب منابع زیست‌محیطی ایران مؤثر بوده است.

بر اساس دیدگاه بسیاری از متخصصان اقتصاد محیط‌زیست، منطق وجود رابطه بین درآمد سرانه و شاخص‌های تخریب محیط‌زیست به صورت منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، به‌طور شهودی قابل استدلال است. به عقیده آنان، در مراحل اولیه فرآیند صنعتی شدن، با توجه به اولویت بالای تولید ملی و سطح اشتغال نسبت به محیط‌زیست پاک، استفاده از منابع طبیعی و انرژی برای رسیدن به رشد اقتصادی بالا، افزایش و در نتیجه انتشار آلودگی گسترش می‌یابد. در این مرحله، با توجه به درآمد سرانه پایین، بنگاه‌های اقتصادی قادر به تأمین مالی هزینه‌های کاهش آلودگی نیستند و به نوعی آثار زیست‌محیطی رشد اقتصادی نادیده گرفته می‌شوند. اما در مراحل بعدی فرآیند صنعتی شدن، پس از رسیدن اقتصاد به سطح معینی از درآمد ملی سرانه، هم‌زمان با افزایش درآمد سرانه، توجه به وضعیت محیط‌زیست از اهمیت و ارزش بیشتری برخوردار می‌شود. به‌طوری‌که در چنین وضعیتی با توجه به اهمیت بالای محیط‌زیست، از یک‌سو نهادها و سازمان‌های مرتبط با محیط‌زیست، با وضع قوانین و مقررات زیست‌محیطی مناسب و از سوی دیگر با توجه به استطاعت مالی بنگاه‌های اقتصادی برای تأمین مالی هزینه‌های مرتبط با تغییر فناوری به سمت فناوری دوستار محیط‌زیست^۱ و نیز پرداخت عوارض و مالیات لازم به‌منظور بهبود محیط‌زیست، شاخص‌های آلودگی محیط‌زیست کاهش می‌دهند. به‌عبارتی دیگر، در این مرحله از فرآیند توسعه اقتصادی، نظر به این که افراد جامعه ارزش بیشتری به محیط‌زیست قائل بوده و حاضر به پرداخت هزینه‌هایی برای محافظت و احیای آن هستند، لذا در چنین شرایطی، کاهش درآمدی تقاضا برای محیط‌زیست مطلوب، بیشتر از یک بوده و محیط‌زیست پاک به‌عنوان یک کالای لوکس مطرح است.

هم‌چنین در خصوص ارتباط بین سیاست‌های زیست‌محیطی، تحرک سرمایه و الگوی تجاری در یک اقتصاد باز، شدت سیاست‌های زیست‌محیطی بر اساس فرضیه پناهگاه آلاینده‌گی (PHH)^۲ و مکان‌یابی مجدد صنایع، تحرک سرمایه و الگوی تجاری بین کشورهای جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و به تبع آن میزان انتشار آلاینده‌گی را دستخوش تغییر می‌کند. براساس این فرضیه، از آنجایی که کشورهای توسعه یافته سیاست‌های زیست‌محیطی شدیدی را نسبت به کشورهای در حال توسعه اعمال می‌کنند، از این رو، صنایع آلوده‌کننده فعال در کشورهای توسعه یافته، عملیات و فرآیند تولید خود را از کشورهای توسعه یافته به کشورهای در حال

1- Environmental Friendly Technology.

2- Pollution Haven Hypothesis.

توسعه با سیاست‌های زیست‌محیطی ملایم، انتقال می‌دهند و بدین ترتیب کشورهای در حال توسعه به پناهگاهی برای جذب صنایع آلوده‌کننده تبدیل می‌شوند. تبدیل کشورهای در حال توسعه با سیاست‌های زیست‌محیطی ملایم به پناهگاه صنایع آلوده‌کننده، با توجه به دسترسی این کشورها به مزیت نسبی قابل توجه است. چرا که بر اساس نظریه مزیت نسبی، کشوری در تولید کالاها و خدماتی تخصص پیدا کرده و صادر خواهد کرد که به‌طور نسبی آن کالاها و خدمات را نسبت به کشورهای دیگر با هزینه کم‌تری تولید کند و در مقابل کالاها و خدماتی را وارد خواهد کرد که آن کالاها و خدمات را به‌طور نسبی با هزینه بیشتری نسبت به کشورهای دیگر تولید می‌کند. از این‌رو، چنان‌که وضع استانداردهای زیست‌محیطی پایین در یک کشور به‌عنوان منبع مزیت نسبی مطرح و عاملی جهت انتقال صنایع آلوده‌کننده به این کشورها محسوب شود، در آن صورت فرضیه PHH تأیید شده و این امر سبب ایجاد تغییراتی در الگوی تجاری بین کشورها می‌شود. به‌طور کلی، براساس فرضیه پناهگاه آلاینده‌ها، صنایع با شدت آلاینده‌ها بالا، در حال انتقال از اقتصادهای توسعه یافته به سوی جهان در حال توسعه می‌باشند. به‌عبارت دیگر، کشورهای در حال توسعه با توجه به دستمزدهای پایین و نیز با توجه به برخورداری از قوانین زیست‌محیطی ملایم، در خصوص تولیدات مرتبط با صنایع آلاینده، نسبت به کشورهای توسعه یافته از جذابیت بالایی برای جلب این صنایع برخوردارند، که این امر به مزیت نسبی تولیدات آلاینده در کشورهای در حال توسعه منتهی می‌شود. هم‌چنین انتقال این صنایع به سوی کشورهای در حال توسعه، با توجه به این‌که کشورهای در حال توسعه نیازمند تأمین مالی فرآیند توسعه صنعتی خود می‌باشند، مورد استقبال قرار می‌گیرد. در چنین فرایندی، با انتقال صنایع آلاینده به سوی کشورهای در حال توسعه، این کشورها به صادرکنندگان صنایع آلاینده و در مقابل کشورهای توسعه یافته، به واردکنندگان محصولات این صنایع تبدیل می‌شوند. اما با توجه به پیش‌بینی‌های مذکور در خصوص انتقال صنایع آلاینده به کشورهایی با سیاست‌های زیست‌محیطی ملایم، لازم به ذکر است که در پاره‌ای از موارد، مطالعات تجربی، فرضیه پناهگاه آلاینده‌ها را تأیید نمی‌کنند.

استدلالات مختلفی در این خصوص که چرا علی‌رغم پیش‌بینی مبانی تئوریک مرتبط با فرضیه پناهگاه آلاینده‌ها، برخی از شواهد تجربی فرضیه مذکور را تأیید نمی‌کنند، مطرح‌اند. به عقیده توبی^۱ (۱۹۹۰)، اگر چه به‌صورت مطلق، هزینه پرداخت شده توسط بعضی از بنگاه‌های اقتصادی در کشورهای توسعه یافته بابت حفاظت از محیط‌زیست زیاد به نظر می‌رسد، اما این هزینه‌ها غالباً کمتر از ۲ درصد هزینه‌های کل بنگاه‌ها را به خود اختصاص می‌دهند، از

1- Tobey.

این‌رو، کاهش رقابت‌پذیری بنگاه‌ها در اثر اعمال قوانین زیست‌محیطی شدید، بسیار کم است. استدلال دیگر برای توجیه وجود شواهد تجربی کم درباره مکان‌یابی مجدد صنایع آلاینده مربوط به کشورهای توسعه یافته در کشورهای در حال توسعه، وابستگی این صنایع به بازار داخلی آنان در کشورهای توسعه یافته است. از طرفی، کشورهایی با قوانین زیست‌محیطی ملایم، ممکن است دارای ویژگی‌های معینی هم‌چون فساد، نبود ساخت‌های مناسب، ناعلمی‌نایی، ریسک بالا و بی‌ثباتی قوانین باشند که وجود این ویژگی‌ها حتی علی‌رغم وجود قوانین و مقررات زیست‌محیطی ملایم در این کشورها مانع از سرمایه‌گذاری و انتقال صنایع سنگین به سوی کشورهای در حال توسعه می‌شود. برخی از صاحبان صنایع نیز با در نظر گرفتن اعتبار بین‌المللی خود و واکنش بعضی از سازمان‌های مدافع محیط‌زیست که به صورت تبلیغات منفی، سطح فروش آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند، تمایلی به کسب مزیت نسبی از طریق انتقال صنایع آلاینده به کشورهایی با سیاست‌های زیست‌محیطی ملایم نشان نمی‌دهند.

۳- تجارت، منحنی زیست‌محیطی کوزنتس و فرضیه پناهگاه آلاینده

در طی دهه‌های اخیر، مسائل زیست‌محیطی از جنبه‌های مختلفی مورد توجه قرار گرفته است. آغاز موج توجه عمومی به مسائل زیست‌محیطی طی دهه ۱۹۶۰، به وقوع پیوست و تمرکز عمده این توجهات روی آلودگی‌های صنعتی، به واسطه رشد روز افزون اقتصادهای صنعتی بود. در اواخر دهه ۷۰، میلادی مسائل مربوط به تجارت و محیط‌زیست اوج گرفت و طرفداران محیط‌زیست در اعتراض به وضعیت اسفناک محیط‌زیست ناشی از توسعه روزافزون تجارت، مخالفت‌ها و نشست‌های گسترده‌ای در نقاط مختلف جهان ساماندهی کردند. به عقیده آن‌ها، در اثر آزادسازی تجاری، حجم فعالیت‌های اقتصادی (از جمله فعالیت‌های آلاینده) گسترش یافته و استفاده از منابع و انرژی به شکل نامناسبی افزایش می‌یابد. هم‌چنین طرفداران محیط‌زیست و مخالفان آزادسازی تجارت، اذعان داشتند که گسترش تجارت آزاد و افزایش فشارهای رقابتی بین بنگاه‌های داخلی و رقبای خارجی، به ملایم شدن سیاست‌های زیست‌محیطی مناسب منتهی می‌شود و حتی تصویب و اجرای قوانین زیست‌محیطی ملی را در مواجهه با فرایند آزادسازی تجاری با تاخیر همراه می‌کند. اما برخی از طرفداران تجارت آزاد، نه تنها با این دیدگاه که آزادسازی تجاری سبب تخریب محیط‌زیست‌اند، مخالف بلکه آزادسازی تجاری را موجب بهبود وضعیت محیط‌زیست معرفی می‌کنند. بر اساس استدلال آن‌ها، با توجه به واکنش کشورها به فشارهای رقابتی ناشی از گسترش تجارت آزاد و دسترسی به مزیت نسبی، استفاده از منابع، کارا شده‌است و بدین ترتیب اتلاف منابع و انرژی و آلاینده‌ها به

آن‌ها کاهش می‌یابد. با وجود این، گروسمن و گروکر^۱ (۱۹۹۱)، در مطالعه‌ای، آثار آزاد سازی تجاری روی وضعیت محیط‌زیست را به سه اثر مقیاس، اثر ترکیب و اثر فناوری تفکیک کردند. در این مطالعه، اثر مقیاس، بیان‌گر تغییر در اندازه فعالیت‌های اقتصادی، اثر ترکیب، بیان‌گر تغییر در ترکیب یا سبد^۲ کالاهای تولیدی و اثر فناوری بیان‌گر تغییر در فناوری تولید، به خصوص تغییر به سمت فناوری پاک است. بنابراین، به دنبال آزادسازی تجاری، اثر مقیاس، به افزایش تخریب محیط‌زیست و اثر فناوری، به کاهش تخریب محیط‌زیست تمایل دارند. تأثیر اثر ترکیب نیز به نوع مزیت نسبی بستگی دارد. به طوری که با توجه به مزیت نسبی در یک کشور، اگر کشوری در کالاهای آلاینده مزیت داشته و در تولید آن کالاها تخصص پیدا کند، در آن صورت اثر ترکیب به واسطه تغییر ترکیب کالاهای تولیدی کشور به سمت کالاهای آلاینده، آثار منفی روی محیط‌زیست بر جای می‌گذارد و اگر به واسطه وجود مزیت نسبی کشوری در کالاهای پاک، ترکیب کالاهای تولیدی آن کشور به سمت کالاهای پاک تغییر کند، در آن صورت اثر ترکیب آثار مثبتی روی محیط‌زیست بر جای خواهد گذاشت. به طور کلی به دنبال آزادسازی تجاری، اگر اثر فناوری بر اثر مقیاس و اثر ترکیب (در حالت کشوری با مزیت نسبی در صنایع آلاینده) غالب شود و یا اگر اثر فناوری همراه با اثر ترکیب (در حالت کشوری با مزیت نسبی در صنایع پاک) بر اثر مقیاس غالب شود، در آن صورت آزاد سازی تجاری منجر به نتایج زیست‌محیطی مثبت می‌شود.

بر اساس مطالب فوق الذکر، از بین سه اثر مقیاس، ترکیب و اثر فناوری مطرح شده در مطالعه گروسمن و گروکر، اثر ترکیب بیش از دو اثر دیگر، مرتبط با منحنی زیست‌محیطی کوزنتس و فرضیه پناهگاه آلاینده‌گی است. از این رو، بخشی از مطالعات مرتبط با تعامل تجارت و محیط‌زیست در زمینه اثر ترکیب است، که در مواردی با توجه به مطالعات مذکور، اثر ترکیب حاصل از تجارت آزاد، از طریق فرآیند فرضیه پناهگاه آلاینده‌گی، وضعیت آلاینده‌گی و منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این خصوص، استرم^۳ (۱۹۹۸)، معتقد است که طی سال‌های اخیر، شماری از فعالیت‌های مربوط به تولید کالاهای کارخانه‌ای، از کشورهای توسعه یافته به کشورهای در حال توسعه جابه‌جا شده‌اند. بر اساس مطالعه وی، کشورهای پیشرفته در راستای فرایند رشد و توسعه اقتصادی، با روی آوردن به بخش خدمات، بخش عمده‌ای از فعالیت‌های اقتصادی خود را از فعالیت‌های صنعتی به بخش خدمات منتقل کرده‌اند، که این امر به‌عنوان یکی از علل اصلی رابطه درآمد ملی و آلودگی به صورت معکوس،

1-Grossman and Krueger.

2 - Bundle.

3 - Stern.

مطرح است. لذا بر این اساس در منحنی EKC، برخلاف دیدگاه سنتی که رشد اقتصادی (پس از نیل اقتصاد به نقطه معینی از درآمد ملی همراه با حداکثر آلودگی) به عنوان عامل مستقیم در کاهش آلودگی مطرح است، رشد اقتصادی به طور مستقیم عامل کاهش آلودگی در کشورهای توسعه یافته محسوب نمی شود، بلکه به دنبال افزایش درآمد ملی، تقاضا برای استانداردهای زیست محیطی در این کشورها، از کشش درآمدی بالایی برخوردار می شود، که این امر جابه جایی صنایع آلاینده از کشورهای توسعه یافته به کشورهای در حال توسعه را موجب می شود و بدین ترتیب منجر به کاهش آلودگی در کشورهای توسعه یافته و انتقال آلودگی ها به کشورهای در حال توسعه می شود.

۴- معرفی مدل و داده ها

با توجه به مطالب عنوان شده در بخش مبانی نظری و مطالعات تجربی انجام شده درباره منحنی زیست محیطی کوزنتس و فرضیه پناهگاه آلودگی، ارتباط بین درآمد سرانه (y) و متغیرهای کنترل به صورت بردار (Z) با کیفیت زیست محیطی (q) به صورت زیر در نظر گرفته می شود:

$$q = \alpha + \beta f(y_{it}) + \gamma Z_{it} + u_{it} \quad (1)$$

حال در این مطالعه به منظور برآورد میزان انتشار آلودگی (دی اکسید کربن) متغیرهای مربوط به شاخص های آزادسازی تجاری و درآمد سرانه را به صورت رابطه زیر در نظر می گیریم:

$$\text{Lnc}_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{LnY}_{it} + \alpha_2 \text{LnM}_{it} + \alpha_3 \text{LnPX}_{it} + \alpha_4 \text{LnPM}_{it} + \alpha_5 \text{LnT}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

به طوری که در آن:

C_i : میزان انتشار آلودگی (دی اکسید کربن)

Y : درآمد سرانه

M : سهم تولیدات کارخانه ای^۱ از تولید ناخالص ملی

PX : سهم صادرات کالاهای مربوط به صنایع آلاینده از کل صادرات

PM : سهم واردات کالاهای مربوط به صنایع آلاینده از کل واردات

T : شاخص درجه باز بودن اقتصاد به صورت نسبت مجموع واردات و صادرات به تولید

ناخالص داخلی

در معادله فوق، علامت Ln بیانگر لگاریتم بر مبنای عدد نپرین و اندیس های i و t،

به ترتیب معرف کشور و سال می باشند.

آمار مورد نیاز برای برآورد مدل، از داده‌های بانک جهانی و لوح فشرده^۱ WDI طی دوره زمانی ۲۰۰۲-۱۹۹۲ تهیه شده است.

۵- برآورد مدل با استفاده از روش پانل دیتا^۲

در این مقاله، معادله (۲) برای چهار گروه از کشورها، شامل کشورهای با درآمد سرانه پایین، کشورهای با درآمد سرانه متوسط پایین، کشورهای با درآمد سرانه بالا و کشورهای با درآمد سرانه بالا، برآورد شده است، به طوری که بر اساس طبقه بندی بانک جهانی، کشورهای با درآمد ناخالص ملی^۳ سرانه ۸۷۵ دلار و پایین جزء کشورهای با درآمد سرانه پایین، کشورهای با درآمد ناخالص ملی سرانه ۸۷۶ الی ۳۴۶۵ دلار جزء کشورهای با درآمد سرانه متوسط پایین، کشورهای با درآمد ناخالص ملی سرانه ۳۴۶۶ الی ۱۰۷۲۵ دلار، جزء کشورهای با درآمد سرانه متوسط بالا، و کشورهای با درآمد ناخالص ملی سرانه ۱۰۷۲۶ دلار به بالا جزء کشورهای با درآمد سرانه بالا در نظر گرفته می‌شوند.^۴ از آنجایی که داده‌های مربوط به مطالعه حاضر به صورت ترکیبی از داده‌های مقطعی و سری زمانی‌اند، لذا با توجه به آزمون اثرات فردی^۵، جهت برآورد مدل از روش پانل دیتا (Panel Data) استفاده می‌شود.

جدول (۱) نتایج برآورد مدل از طریق روش اثرات ثابت را برای کشورهای با درآمد سرانه پایین، کشورهای با درآمد سرانه متوسط پایین، کشورهای با درآمد سرانه متوسط بالا و کشورهای با درآمد سرانه بالا نشان می‌دهد.

نتایج مدل با استفاده از رویکرد اثرات ثابت، نشان می‌دهد که افزایش درآمد سرانه در کشورهای با درآمد سرانه بالا و کشورهای با درآمد سرانه متوسط به بالا، کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن را سبب می‌شود و در سایر کشورها رابطه مثبتی بین درآمد سرانه و انتشار آلاینده‌گی وجود دارد. هم‌چنین، با توجه به تخمین انجام شده، افزایش سهم تولیدات کارخانه‌ای از تولید ناخالص داخلی (M) و افزایش سهم صادرات کالاهای مربوط به صنایع آلاینده از کل صادرات (PX)، در همه گروه‌های درآمدی کشورها به افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن منجر می‌شود.

1 - World Development Indicators.

۲- روش پانل دیتا در پیوست ب توضیح داده شده است.

3- Gross National Income (GNI)

۴- پیوست الف، طبقه‌بندی کشورها را در بانک جهانی بر اساس درآمد سرانه نشان می‌دهد.

۵- برای ملاحظه آزمون اثرات فردی به پیوست ج مراجعه شود.

جدول ۱ - برآورد مدل از طریق روش اثرات ثابت

متغیر توضیحی	کشورهای با درآمد سرانه بالا	کشورهای با درآمد سرانه متوسط به بالا	کشورهای با درآمد سرانه متوسط به پایین	کشورهای با درآمد سرانه پایین
LnY	-۰/۳۶۵ (-۶/۶۰)*	-۱/۰۳۲ (-۴/۴۱)*	۰/۷۱۲ (۵/۳۰)*	۰/۶۰۱ (۵/۹۵)*
LnM	۰/۰۸۹ (۱/۸۸)***	۰/۱۳۴ (۱/۷۱)***	۰/۰۶۴ (۱/۶۱)	۰/۱۰۳ (۲/۱۷)**
LnPX	۰/۱۳۲ (۳/۷۶)*	۰/۰۳۳ (۲/۵۲)**	۰/۰۱۳ (۱/۹۱)**	۰/۰۰۷ (۱/۹۹)**
LnPM	-۰/۰۵۱ (-۱/۷۹)**	-۰/۰۴۹ (-۱/۱۹)	-۰/۱۳۴ (-۳/۴۱)*	۰/۰۰۲ (۱/۱۸)
LnT	-۰/۰۹۳ (-۱/۵۲)	-۰/۰۳۸ (-۲/۸۸)*	۰/۰۱۹ (۱/۱۵)	۰/۰۲۱ (۱/۹۹)**
تعداد کشورها	۲۲	۲۶	۲۵	۲۵
تعداد مشاهدات	۲۴۲	۲۸۶	۲۷۵	۲۷۵
R ²	۰/۹۴	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۸۶
D.W	۱/۱۹	۱/۷۶	۱/۶۷	۱/۸۹

به ترتیب نشان گر معنی دار بودن متغیرها در سطح ۹۹، ۹۵ و ۹۰ درصد است.
- متغیر وابسته: انتشار گاز دی اکسید کربن

حال آن که افزایش سهم واردات کالاهای مربوط به صنایع آلاینده از کل واردات (PM)، تأثیر منفی بر انتشار آلاینده‌گی بر جای می‌گذارد. شاخص‌های مربوط به آزادسازی تجاری نیز در کشورهای با درآمد سرانه بالا و کشورهای با درآمد متوسط به بالا، رابطه معکوسی با انتشار دی اکسید کربن را نشان می‌دهند، حال آن‌که در سایر گروه‌های کشوری (کشورهای با درآمد سرانه پایین و کشورهای با درآمد متوسط به پایین) رابطه شاخص‌های مربوط به آزادسازی تجاری و انتشار دی اکسید کربن مثبت است.

در جدول (۲)، نیز نتایج برآورد مدل از طریق روش اثرات تصادفی برای کشورهای با درآمد سرانه پایین، کشورهای با درآمد متوسط به پایین، کشورهای با درآمد سرانه متوسط به بالا و کشورهای با درآمد سرانه بالا نشان داده شده است. نتایج برآورد مدل با استفاده از رویکرد اثرات تصادفی نشان می‌دهد که متغیر درآمد سرانه در کشورهای با درآمد سرانه بالا اثر منفی روی انتشار آلاینده‌ها دارد که این امر منطبق با

جدول ۲- برآورد مدل از طریق روش اثرات تصادفی

متغیر توضیحی	کشورهای با درآمد سرانه بالا	کشورهای با درآمد سرانه متوسط به بالا	کشورهای با درآمد سرانه متوسط به پایین	کشورهای با درآمد سرانه پایین
C	۱/۷۱۵ (۳/۸۳)	-۰/۸۹۹ (-۴/۳۲۰)	۱/۳۷۷ (۴/۱۲)	۰/۱۰۷ (۱/۴۳)
LnY	-۰/۰۴۷ (-۱/۲۴)	۰/۰۳۲ (۲/۵۹)	۰/۰۴۴ (۶/۲۹)	۰/۲۰۳ (۱/۸۷)
LnM	-۰/۱۳۷ (-۲/۲۹)	۰/۴۱۳ (۳/۸۹)	۰/۰۹۶ (۶/۰۲)	۰/۶۹۹ (۲/۸۷)
LnPX	-۰/۲۱۴ (-۳/۲۹)	۰/۳۷۳ (۳/۴۸)	۰/۲۰۱ (۲/۳۱)	۰/۰۳۱ (۱/۶۵)
LnPM	-۰/۰۰۵ (-۲/۱۲)	-۰/۲۹۲ (-۵/۶۴)	-۰/۰۵۲ (-۱/۱۰۱)	-۰/۰۲۳ (-۱/۴۶)
LnT	-۰/۳۴۵ (-۴/۴۳)	۰/۰۶۳ (۱/۹۹)	۰/۰۴۹ (۲/۱۷)	۰/۰۸۴ (۳/۶۵)
تعداد کشورها	۲۲	۲۶	۲۵	۲۵
تعداد مشاهدات	۲۴۲	۲۸۶	۲۷۵	۷۵۲
R ^۲	۰/۹۵	۰/۶۲	۰/۹۲	۰/۷۳
D.W	۱/۸۴	۱/۶۹	۱/۹۷	۲/۱۲

، ، به ترتیب نشان گر معنی دار بودن متغیرها در سطح ۹۹، ۹۵ و ۹۰ درصد است.

- متغیر وابسته: انتشار گاز دی اکسید کربن

قسمت نزولی منحنی کوزنتس است در حالی که در سایر گروه‌های کشوری، افزایش درآمد سرانه منجر به افزایش انتشار دی اکسید کربن می‌شود. افزایش سهم تولیدات کارخانه‌ای از تولید ناخالص داخلی (M) و افزایش سهم صادرات کالاهای مربوط به صنایع آلاینده از کل صادرات (PX)، در همه کشورهای به غیر از کشورهای با درآمد سرانه بالا، تأثیر منفی بر انتشار گاز دی اکسید کربن بر جای می‌گذارد و می‌توان چنین استنباط کرد که نوع تکنولوژی تولید در این

کشورها منطبق بر استانداردها و معیارهای زیست‌محیطی است. هم‌چنین شاخص‌های مربوط به آزادسازی تجاری در کشورهای با درآمد سرانه بالا، رابطه معکوسی با انتشار دی‌اکسیدکربن را نشان می‌دهند. اما به‌طور کلی در سه گروه دیگر از کشورها، رابطه شاخص‌های مربوط به آزادسازی تجاری و انتشار دی‌اکسیدکربن مثبت است. به‌عبارت دیگر، در کشورهای با درآمد سرانه بالا، آزادسازی تجاری منجر به کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن در این کشورها می‌شود، حال آن‌که در سایر کشورها آزادسازی تجاری انتشار دی‌اکسیدکربن را افزایش می‌دهد. در زمینه واردات صنایع آلاینده نیز افزایش سهم واردات کالاهای مربوط به صنایع آلاینده از کل واردات (PM)، تأثیر منفی بر انتشار آلاینده‌گی بر جای می‌گذارد.

بر اساس آزمون هاسمن با توجه به این‌که مقدار آماره هاسمن محاسبه شده (۴/۲۳)، از مقدار عددی چی - دو (λ^2) (جدول در سطح ۵ درصد، بیشتر است، لذا فرضیه صفر مبنی بر استفاده از روش اثر تصادفی برای تخمین مدل رد شده و روش اثرات ثابت برای برآورد مدل معتبر و قابل استناد است.^۱

در جدول (۳)، نتایج برآورد مدل از طریق روش اثرات ثابت و تصادفی برای کل کشورهای مورد مطالعه لحاظ شده است. نتایج این جدول نشان‌گر این واقعیت است که رابطه مثبتی بین درآمد سرانه و انتشار آلاینده‌گی وجود دارد. هم‌چنین، رابطه شاخص‌های آزادسازی تجاری و انتشار دی‌اکسیدکربن منفی است. به‌عبارت دیگر، با افزایش آزادسازی تجاری در جهان، انتشار دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد. بنابراین، بر اساس برآورد معادله (۲) از طریق روش اثرات تصادفی و اثرات ثابت، اگر چه رابطه مثبتی بین درآمد سرانه و انتشار دی‌اکسیدکربن مشاهده می‌شود، اما رابطه بین شاخص‌های آزادسازی تجاری و انتشار دی‌اکسیدکربن منفی است. این بدان معنی است که با افزایش درآمد سرانه، انتشار دی‌اکسیدکربن در جهان افزایش می‌یابد. اما گسترش آزادسازی تجاری سبب بهبود وضعیت محیط‌زیست از نظر انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود. هم‌چنین افزایش سهم تولیدات کارخانه‌ای از تولید ناخالص داخلی (M)، و افزایش سهم صادرات کالاهای مربوط به صنایع آلاینده از کل صادرات (PX)، منجر به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن و افزایش سهم واردات کالاهای مربوط به صنایع آلاینده از کل واردات (PM)، منجر به کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود.

۱- آزمون هاسمن در پیوست د به تفسیر توضیح داده شده است.

جدول ۳ - برآورد مدل از طریق روش اثرات ثابت و تصادفی برای کل کشورهای مورد مطالعه

متغیر توضیحی	اثرات ثابت	اثرات تصادفی
C	-	-۲/۵۲۳ (-۵/۱۹) *
LnY	۰/۵۹۴ (۴/۴۶) *	۰/۳۱۲ (۴/۱۷) *
LnM	۰/۰۱۵ (۱/۶۷) **	۰/۰۵۵ (۱/۲۶)
LnPX	۰/۰۸۳ (۱/۲۹) *	۰/۰۲۱ (۱/۸۲) ***
LnPM	-۰/۰۳۱ (-۲/۲۶۵) **	۰-/۰۲۲ (-۲/۸۶) **
LnT	-۰/۰۲۷ (-۴/۲۴) *	-۰/۰۱۶ (-۱/۵۰)
تعداد کشورها	۹۸	۹۸
تعداد مشاهدات	۱۰۷۸	۱۰۷۸
R ²	۰/۹۶	۰/۸۹
D.W	۱/۷۵	۱/۷۶

، ، به ترتیب نشان گر معنی دار بودن متغیرها در سطح ۹۹، ۹۵ و ۹۰ درصد است.
- متغیر وابسته: انتشار گاز دی اکسید کربن

۶- جمع بندی و نتیجه گیری

اگر چه از منظر بسیاری از اقتصاددانان، آزادسازی تجاری به عنوان عامل مثبت و مؤثری در رشد اقتصادی و افزایش رفاه مطرح است، اما طی دهه های اخیر در برخی از کشورها، تجارت رو به رشد بدون در نظر گرفتن ملاکها و استانداردهای زیست محیطی و صرفاً به منظور دسترسی به بازار محصولات سایر کشورها، به استفاده گسترده و ناصحیح از منابع و انرژی، تحت فناوری های غیردوستانه با محیط زیست منجر شده و آلودگی های فراوانی در جهان از جمله انتشار گازهای گلخانه ای (دی اکسید کربن) در پی داشته است. تغییر آب و هوا ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه ای به عنوان یکی از عوامل مهم در تغییر وضعیت آب و هوایی جهان مطرح است، حال آن که یک تغییر کوچک در وضعیت آب و هوایی در بسیاری موارد می تواند منشاء تغییرات بزرگ در شدت و میزان وقوع رخداد های شدید اقلیمی و بلایای طبیعی و آسیب های اقتصادی شد. چنان چه به عقیده بسیاری از کارشناسان مسائل زیست محیطی، طی

دهه‌های نه چندان دور، بر اساس روند فعلی انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان، کره زمین با بحرآن‌های شدید زیست‌محیطی و آب و هوایی رو برو خواهد شد.

بر اساس مبانی نظری در خصوص اقتصاد محیط‌زیست، درآمد سرانه به‌عنوان یکی از عوامل اساسی مؤثر بر انتشار آلاینده‌گی و کیفیت محیط‌زیست مطرح است، به‌طوری که در دهه ۱۹۹۰، با مشاهده شواهدی مبتنی بر وجود رابطه بین شاخص‌های مختلف تخریب محیط‌زیست و درآمد سرانه به‌صورت U معکوس، منحنی کوزنتس در مطالعات مربوط به محیط‌زیست نیز وارد و رابطه مذکور بین رشد اقتصادی و شاخص‌های مربوط به آلاینده‌گی (کیفیت محیط‌زیست) به‌صورت U معکوس، به منحنی زیست‌محیطی کوزنتس معروف شد. حال این که در مقاله حاضر، شاخص‌های آزادسازی تجاری در کنار متغیر درآمد سرانه، به‌منظور بررسی فرضیه پناهگاه آلاینده‌گی و تأثیر آن بر روی انتشار دی‌اکسیدکربن در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس لحاظ شده است.

با توجه به نتایج حاصل از برآورد مدل بر اساس رهیافت اثرات ثابت در خصوص گروه‌های مختلف کشوری از لحاظ درآمد سرانه، کشش متغیر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن نسبت به متغیر درآمد سرانه در کشورهای با درآمد سرانه بالا، درآمد سرانه متوسط به بالا، درآمد سرانه متوسط به پایین و درآمد سرانه پایین به‌ترتیب برابر است با: ۰/۳۶۵-، ۱/۰۳۲-، ۰/۷۱۲ و ۰/۶۰۱- لذا افزایش درآمد سرانه در کشورهای با درآمد سرانه بالا و درآمد سرانه متوسط بالا منجر به کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن و در کشورهای با درآمد سرانه پایین و درآمد سرانه متوسط به پایین، منجر به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود. هم‌چنین، با توجه به این که شاخص‌های آزادسازی تجاری در کشورهای با درآمد سرانه بالا و درآمد سرانه متوسط به بالا رابطه منفی با انتشار دی‌اکسیدکربن داشته و در سایر گروه‌های کشوری این رابطه مثبت است، به‌طوری که کشش متغیر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن نسبت به صادرات صنایع آلاینده، واردات صنایع آلاینده و شاخص درجه باز بودن اقتصاد در کشورهای با درآمد سرانه بالا به‌ترتیب ۰/۱۳۲، ۰/۰۵۱- و ۰/۰۹۳- و در کشورهای با درآمد سرانه متوسط بالا به‌ترتیب ۰/۰۳۳، ۰/۰۴۹- و ۰/۰۳۸- و کشش متغیر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن نسبت به متغیرهای مذکور در کشورهای با درآمد سرانه متوسط پایین به‌ترتیب ۰/۱۳۴/۰۱۳، ۰/۰۱۹- و در کشورهای با درآمد سرانه پایین به‌ترتیب ۰/۰۰۷، ۰/۰۰۲ و ۰/۰۲۱ است، از این‌رو، آلاینده‌گی بالای الگوی تجاری کشورهای با درآمد سرانه پایین نسبت به کشورهای با درآمد سرانه بالا تأیید کننده فرضیه پناهگاه آلاینده‌گی و مکان‌یابی مجدد صنایع آلاینده در کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه یافته است. بر اساس نتایج برآورد مدل از طریق روش اثرات ثابت بر روی کل کشورهای مورد مطالعه، رابطه مثبتی بین درآمد سرانه و شاخص‌های آزادسازی تجاری با میزان انتشار دی‌اکسیدکربن

برقرار است، که این امر نشان‌گر افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن به‌دنبال افزایش درآمد سرانه و گسترش آزادسازی تجاری است.

فهرست منابع

- ۱- صادقی، حسین و سعادت، رحمان، (۱۳۸۳) رشد اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی در ایران (یک تحلیل علی)، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۶۴، صفحات ۱۸۰-۱۶۳
- 2- Birdsall, N., Wheeler, D., 1993. Trade policy and industrial pollution in Latin America: Where are the pollution havens? *Journal of Environment and Development* 2 (1), 137-149.
- 3- Cole, M.A., Rayner, A.J., Bates, J.M., 1997. The environmental Kuznets curve: an empirical analysis. *Environment and Development Economics* 2 (4), 401-416.
- 4- Copeland, B.R., Taylor, M.S., 1997. A simple model of trade, capital mobility, and the environment. NBER Working Paper 5878, Cambridge, MA
- 5- Dessus, S. and Bussolo, M., 1998, Is There a Trade-off Between Trade Liberalization and Pollution Abatement? A CGE Assessment Applied to Costa Rica, *Journal of Policy Modeling* 20,11-31.
- 6- Ekins, P., 1997. The Kuznets curve for the environment and economic growth: examining the evidence. *Environment and Planning A* 29, 805- 830.
- 7- Grossman, G.M., Krueger, A.B., 1991. Environmental impacts of a North American free trade agreement. National Bureau of Economic Research Working Paper, vol. 3914. NBER, Cambridge, MA.
- 8- Grossman, G.M., Krueger, A.B., 1995. Economic growth and the environment. *Quarterly Journal of Economics*, May, 353- 357.
- 9- He, J., 2005. Impacts environment tax de l'industrialisation et du commerce international en Chine: cas de l'émission industrielle de SO₂. Ph.D. Dissertation, CERDI/Université d'Auvergne, Clermont-Ferrand, France. pp 310.
- 10- Harris, M.N., Konya, L., Matyas, L., 2002. Modelling the impact of environmental regulations on bilateral trade flows: OECD, 1990-96. *World Economy* 25 (3), 387-405.
- 11- Jaffe, A.B., Peterson, S.R., Portney, P.R., Stavins, R.N., 1995. Environmental regulation and the competitiveness of US manufacturing: what does the evidence tell us? *Journal of Economic Literature* 33, 132- 163.
- 12- Janicke, M., Binder, M., Monch, H., 1997. 'Dirty industries': patterns of change in industrial countries. *Environmental and Resource Economics* 9, 467- 491
- 13- Kuznets, P., Simon, P., 1955. Economic growth and income inequality. *American Economic Review* 45, 1- 28.
- 14- Mani, M., Wheeler, D., 1998. In search of pollution havens? Dirty industry in the world economy, 1960-1995. *Journal of Environment and Development* 7 (3), 215 -247

- 15- Pearce, D., 1995. The greening of the GATT: some economics considerations. In: Cameron, J. Demaret, P., Geradin, D. Eds., Trade and Environment: The Search for Balance, London Cameron, May
- 16- Repetto, R., 1995. Jobs, Competitiveness and Environmental Regulation: What are the real issues? World Resources Institute, Washington, DC.
- 17- Roca, J., Alcantara, V., 2001. Energy intensity, CO2 emissions and the environmental Kuznets curve. The Spanish case. *Energy Policy* 29, 553–556.
- 18- Rothman, D.S., 1998. Environmental Kuznets curves-real progressor passing the buck? A case for consumption-based approaches. *Ecological Economics* 25, 177–194.
- 19- Selden, T.M., Song, D., 1994. Environmental quality and development: is there a Kuznets curve for air pollution emissions? *Journal of Environmental Economics and Management* 27 (2), 147– 162.
- 20- Shafik, N., 1994. Economic development and environmental quality:an econometric analysis. *Oxford Economic Papers* 46, 757– 773.
- 21- Siebert, H., 1992. *Economics of the Environment*. Springer- Verlag, New York
- 22- Sterm, D.I., 1998. Progress on the Environmental Kuznets Curve? *Environment and Development Economics* 3 (2), 173– 196.
- 23- Suri, V., Chapman, D., 1998. Economic growth, trade and energy:implications for the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics* 25 (2), 195– 208.
- 24- Tobey, J. (1990), “The Effects of Domestic Environmental Policies on Patterns of World trade: an Empirical Test,” *Kyklos* 43(2): 191-209.
- 25- Yang- Yen, 2001. Trade liberation and pollution: a general equilibrium analysis of carbon dioxide emission in Taiwan. *Economic Modeling* 18, 435-454.

پیوست الف

طبقه‌بندی کشورها بر اساس درآمد سرانه

<u>high income</u>	<u>high middle income</u>	<u>Low middle income</u>	<u>Low income</u>
Australia	Algeria	Barbados	Bangladesh
Austria	Bolivia	Belize	Benin
Belgium	Brazil	Chile	Burkina Faso
Canada	Cameroon	Costa Rica	Comoros
Denmark	Colombia	Croatia	Cote d'Ivoire
Finland	Ecuador	Dominica	Ethiopia
France	Egypt, Arab Rep.	Estonia	Gambia
Germany	El Salvador	Grenada	Ghana
Greece	Georgia	Hungary	Guinea
Hong Kong	Guatemala	Latvia	Haiti
Ireland	Honduras	Lithuania	India
Italy	Indonesia	Malaysia	Kenya
Japan	Iran, Islamic Rep.*	Mauritius	Madagascar
Korea, Rep.	Jamaica	Mexico	Malawi
Netherlands	Jordan	Panama	Mali
New Zealand	Kazakhstan	Poland	Mozambique
Norway	Macedonia, FYR	Seychelles	Niger
Slovenia	Moldova	Slovak Republic	Nigeria
Spain	Nicaragua	South Africa	Pakistan
Sweden	Paraguay	St. Kitts and Nevis	Papua New Guinea
United Kingdom	Peru	St. Vincent and the Grenadines	Senegal
United States	Philippines	Trinidad and Tobago	Tanzania
	Sri Lanka	Turkey	Vietnam
	Suriname	Uruguay	Yemen, Rep.
	Thailand	Venezuela, RB	Zimbabwe
	Tunisia		

پیوست ب

۱- مدل‌های پانل دیتا

چارچوب اصلی برای مدل‌های پانل دیتا به صورت زیر است:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta' X_{it} + \xi_{it} \quad (ب-۱)$$

که در آن k ، متغیر توضیحی (بدون احتساب عرض از مبدأ) در بردار X_{it} وجود دارد. اختلاف بین مقطع‌ها (بنگاه‌ها، کشورها، مسیرها و...) در عرض از مبدأ (α_i) نشان داده شده است. که در طول زمان ثابت فرض می‌شود. اگر α_i برای تمام بنگاه‌ها ثابت فرض شود، روش حداقل مربعات معمولی، برآوردهای کارا و سازگاری از α و β را به دست خواهد داد. ولی اگر فرض شود که در بین مقاطع، اختلاف وجود دارد باید از روش‌های دیگری برای برآورد استفاده کرد. به طور کلی دو روش و چارچوب مختلف به صورت روش اثرات ثابت^۱ و روش اثرات تصادفی^۲ برای بررسی مدل‌های پانل دیتا به کار گرفته می‌شوند.

۲- روش اثرات ثابت

روش متداول در قالب ریزی مدل پانل دیتا، بر این فرض استوار است که اختلاف بین واحدها را می‌توان به صورت تفاوت در عرض از مبدأ نشان داد و بنابراین در رابطه (ب-۱)، هر یک از α_i ها یک پارامتر ناشناخته است که باید برآورد شود. با فرض این که y_i و X_i شامل T مشاهده برای واحد نام بوده و i بردار جزء اخلاص با ابعاد $T \times 1$ باشد، در این حالت رابطه (2.a) به صورت زیر قابل بازنویسی است:

$$Y_{it} = i\alpha_i + X_i \beta + \xi_i \quad (ب-۲)$$

$i=1, 2, 3, \dots$

رابطه (ب-۲)، به صورت ماتریسی عبارت است از:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i & 0 & 0 \dots 0 \\ 0 & i & 0 \dots 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & i \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \times \beta + \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \vdots \\ \xi_n \end{bmatrix} \quad (ب-۳)$$

1 - Fixed Effect.

2- Random Effect.

هم‌چنین رابطه بالا را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$Y = \begin{bmatrix} d_1 & d_2 & \dots & d_n & X \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} + \xi \quad (4 - ب)$$

که d_i متغیر مجازی برای نشان دادن نامین مقطع است. حال اگر ماتریس D به صورت

$$D = \begin{bmatrix} d_1 & d_2 & \dots & d_n \end{bmatrix} \text{ با ابعاد } nT \times n \text{ تعریف شود در آن صورت داریم:}$$

$$Y = D\alpha + X\beta + \xi \quad (5 - ب)$$

که رابطه فوق با عنوان حداقل مربعات مجازی (LSDV)¹ نامیده می‌شود.

مدل اخیر یک مدل رگرسیونی خطی کلاسیک² بوده و هیچ شرط جدیدی برای تجزیه و تحلیل آن لازم نیست و می‌توان مدل را با استفاده از روش OLS با k برآوردگر³ در X و n ستون در D ، به عنوان یک مدل چندمتغیره با $n+k$ پارامتر برآورد کرد. لازم به ذکر است که در روش اثرات ثابت، می‌توان عرض از مبدأ را طوری برآورد کرد که نه تنها در مقاطع مختلف، بلکه در زمان‌های مختلف نیز متفاوت از هم باشند.

۳- روش اثرات تصادفی

در این رهیافت، جزء ثابت مشخص‌کننده مقاطع مختلف به صورت تصادفی بین واحدها و مقاطع توزیع گردیده است. لذا با توجه به این موضوع، مدل اثرات تصادفی به صورت زیر خواهد بود:

$$Y_{it} = \alpha + \beta X'_{it} + U_i + \xi_{it} \quad (6 - ب)$$

معادله (۶ - ب)، دارای k برآوردگر به اضافه یک عرض از مبدأ است. در این معادله، مؤلفه U_i مشخص‌کننده جزء تصادفی مربوط به i امین واحد است، که در طول زمان ثابت است. حال با توجه به وجود دو رهیافت متفاوت برای برآورد مدل از طریق روش پانل دیتا، به منظور تشخیص برآورد مدل با یکی از روش‌های اثرات ثابت یا اثرات تصادفی از آزمون هاسمن⁴ استفاده می‌شود.

در مطالعات کاربردی می‌توان U_i را آن دسته از ویژگی‌های خاص مربوط به هر مقطع در نظر گرفت که در مدل وارد نشده‌اند. باید توجه داشت که در این حالت واریانس‌های مربوط به

- 1- Least square Dummy Variable.
- 2- Classical Linear Regression Model.
- 3- Regressor.
- 4- Hausman Test.

مقاطع مختلف با هم یکسان نبوده و به این ترتیب مدل ما دچار ناهمسانی واریانس^۱ است، لذا به منظور برآورد به جای روش حداقل مربعات معمولی (OLS)، باید از روش حداقل مربعات تعمیم یافته (GLS)^۲ استفاده کرد. به طور کلی، با توجه به موارد مذکور، لازم است ابتدا نوع روش تخمین مدل مشخص شود. در این خصوص به منظور تعیین وجود یا عدم وجود عرض از مبدا جداگانه برای هر یک از جفت کشورها، از آماره F استفاده می‌شود و در صورت وجود عرض از مبدا جداگانه برای هر یک از کشورها، برآورد مدل از طریق روش اثرات ثابت یا اثرات تصادفی انجام می‌شود.

حال در این قسمت بر اساس آماره F و آزمون هاسمن، به تعیین نوع تخمین مدل برای چهار گروه از کشورها، با ویژگی مرتبط با درآمد سرانه، به صورت کشورهایی با درآمد سرانه پایین، کشورهایی با درآمد سرانه متوسط پایین، کشورهایی با درآمد سرانه متوسط بالا و کشورهایی با درآمد سرانه بالا، پرداخته می‌شود. با محاسبه آماره F بر اساس مجموع جملات خطا (RSS)^۳ برای رگرسیون مقید و غیرمقید (به ترتیب از برآورد مدل از طریق روش اثرات ثابت و حداقل مربعات معمولی) درباره چهار گروه از کشورها، روش تخمین از طریق روش حداقل مربعات معمولی رد می‌شود، از این رو، تخمین مدل به صورت پانل دیتا و از طریق روش اثرات ثابت و تصادفی انجام می‌گیرد.

پیوست ج - آزمون اثرات فردی

در مدل‌های مربوط به داده‌های ترکیبی به صورت زیر:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta' X_{it} + \xi_{it}$$

اثرات فردی یا اختلاف بین ویژگی‌های مقطعی (که در این مطالعه منظور از مقطع، چهار گروه کشوری بر اساس درآمد سرانه است). در عرض از مبدا (α_i) نشان داده می‌شوند، لذا در صورت عدم وجود اختلاف در ویژگی‌های مقطعی، مدل فوق با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی قابل برآورد است، اما در صورت وجود اثرات فردی، بایستی از روش پانل دیتا برای برآورد مدل استفاده کرد، از این رو، به منظور تعیین وجود عرض از مبدا جداگانه برای هر یک از گروه‌های کشوری از آماره F به صورت زیر استفاده می‌شود:

$$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_K = \alpha$$

$$H_1 : \alpha_i \neq \alpha_j$$

(ج - ۱)

-
- 1- Heteroscedasticity.
 - 2- Generalized Least Square.
 - 3- Residual Sum of Squares.

$$F_{(N-1, N.T-N-K)} = \frac{(RSS_R - RSS_{UR}) / (N-1)}{RSS_{UR} / (N.T - N - K)}$$

در رابطه فوق، N تعداد کشورها در هر گروه، K تعداد متغیرهای توضیحی، T دوره زمانی، RSS_R و RSS_{UR} ، به ترتیب مجموع جملات خطا در تخمین مدل بر اساس روش حداقل مربعات معمولی و روش پانل دیتا می‌باشند. با مقایسه F محاسبه شده با F جدول، تخمین مدل از طریق روش حداقل مربعات معمولی و روش پانل دیتا انجام می‌شود.

پیوست د- آزمون هاسمن

به منظور تشخیص تخمین مدل از طریق رهیافت اثرات ثابت یا تصادفی در روش پانل دیتا از آماره هاسمن به صورت زیر استفاده می‌شود:

$$H = n\hat{q}'(A \text{ var}(\hat{q}))^{-1}\hat{q} \quad (د-۱)$$

$$\hat{q} = \hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE}$$

که در آن \hat{q} ، تفاضل ضرایب برآورد شده برای متغیرهای توضیحی لحاظ شده در روش اثرات ثابت (FE) و اثرات تصادفی (RE)، $A \text{ var}(\hat{q})$ ، واریانس مجانبی \hat{q} و n تعداد مشاهدات است. آماره هاسمن دارای توزیع چپ - دو با درجه آزادی β (تعداد ضرایب تخمین زده شده) است. بدین ترتیب با مقایسه H محاسبه شده با χ^2 جدول، تخمین مدل از طریق رهیافت اثرات ثابت و اثرات تصادفی انجام می‌گیرد.