

## تحلیل اثر تجارت بر انتشار آلودگی در میان گروهی از کشورهای در حال توسعه

فرزانه طاهری\*<sup>۱</sup>، سیدنعمت‌اله موسوی<sup>۱</sup>، زکریا فرج‌زاده<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۳/۱۲

### چکیده

این مطالعه با هدف تحلیل اثر تجارت بر انتشار آلودگی صورت گرفت. برای این منظور داده‌های گروهی از کشورهای منتخب در حال توسعه به همراه ایران به صورت داده‌های ترکیبی مورد استفاده قرار گرفت. این داده‌ها دوره‌ی ۱۹۹۰-۲۰۰۸ را شامل می‌شود. یافته‌های مطالعه شامل معادلات انتشار آلودگی یا عوامل تعیین‌کننده‌ی انتشار آلودگی و معادله‌ی درآمد سرانه یا تولید سرانه می‌باشد. شاخص آلودگی نیز انتشار دی‌اکسیدکربن می‌باشد. یافته‌های مطالعه نشان داد که در میان کشورهای منتخب، افزایش سرمایه با افزایش انتشار آلودگی همراه نیست. اما افزایش تجارت موجب افزایش انتشار آلودگی می‌شود. از سوی دیگر افزایش سطح تجارت با افزایش درآمد سرانه همراه است. محاسبه‌ی مقادیر کشش‌ها نیز نشان داد که افزایش سطح تجارت به میزان ۱۰٪ از طریق افزایش مقیاس تولید در بلندمدت به‌طور متوسط بیش از ۲/۲٪ افزایش انتشار آلودگی را به همراه دارد.

طبقه‌بندی *JEL*: Q23, Q56, F18

واژه‌های کلیدی: آلودگی، دی‌اکسیدکربن، تجارت.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

۱- به ترتیب مربی و دانشیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت.

۲- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز.

\* نویسنده‌ی مسئول مقاله: Taheri\_f@yahoo.com

### پیشگفتار

آزادسازی تجاری به‌عنوان فرآیندی تعریف می‌شود که در آن تغییری در سیستم تجاری یک کشور ایجاد شود تا دخالت‌های دولت به حداقل خود برسد (Nawazish, 1998). پیرامون اثرات، منافع و زیان‌های حاصل از آزادسازی عقاید مختلفی وجود دارد. بر این اساس، برخی معتقدند آزادسازی تجاری از پتانسیلی برخوردار است که قادر است صنعتی شدن را در کشورهای در حال توسعه و در حال انتقال، تسریع و سود قابل توجهی را برای کشورها بوجود آورد. مطالعات متعدد نیز وجود دارد که البته اغلب آنها بر اثر مثبت تجارت بر رشد اقتصادی تأکید دارند. اما در عین حال نیز توافق نسبی وجود دارد مبنی بر این که افزایش تجارت موجب افزایش رشد اقتصادی و رفاه گروه‌های جامعه می‌شود؛ اما از سوی دیگر به دلیل افزایش استفاده از منابع زیست محیطی موجب تخریب محیط زیست نیز می‌شود. گروهی بر این باورند که افزایش تجارت چنان منافی به دنبال دارد که می‌توان هزینه‌های ناشی از تخریب محیط زیست را نیز تأمین نمود (Strutt & Anderson, 1999). Anderson and Blackhurst (1992) و Cordon (1997) معتقدند که حتی با وجود اثرات خارجی زیست محیطی منفی ناشی از آزادسازی تجاری، رفاه افزایش خواهد یافت. به این ترتیب مشاهده می‌شود که افزایش رفاه به دنبال افزایش سطح تجارت امری بدیهی به نظر می‌رسد. اما این افزایش رفاه متضمن افزایش استفاده از منابع زیست محیطی نیز خواهد بود. برخی از مطالعات نیز معتقدند که اثرات زیست محیطی در مورد کشورهای در حال توسعه به‌طور خاص حایز اهمیت است، زیرا صنایع دارای آلودگی بیشتر به سوی کشورهای در حال توسعه در حال گسترش است (Low and Yeats, 1992; Bridesall and Wheeler, 1992).

بر اساس تئوری مزیت نسبی انتظار می‌رود که با افزایش سطح تجارت، تولید کارتر از گذشته صورت گیرد و از این طریق موجب افزایش درآمد در سطح اقتصاد شود. بنابراین افزایش تولید حادث خواهد شد که این امر به نوبه‌ی خود موجب افزایش استفاده از نهاده‌های تولیدی شده و ممکن است موجب افزایش انتشار آلودگی شود. به عبارتی، تغییر در مقیاس تولید یکی از منابع بالقوه تغییر سطح انتشار آلودگی خواهد بود. اما از سوی دیگر ممکن است با افزایش تولید در ترکیب محصولات تولیدی نیز تغییراتی رخ دهد. به این ترتیب که ممکن است کشور در تولید محصولاتی تخصص یابد که دارای پتانسیل آلودگی کمتر یا بیشتر هستند. این تغییر در ترکیب می‌تواند موجب افزایش یا کاهش در سطح آلودگی شود. اثر دیگری که انتظار می‌رود بر میزان انتشار حایز اهمیت باشد، میزان تغییر درآمد و تغییر در تکنولوژی تولید است. انتظار می‌رود با افزایش درآمد، مصرف افزایش یابد و البته موجب افزایش انتشار آلودگی زیست محیطی شود. اما به دنبال افزایش درآمد، ممکن است تقاضا برای کیفیت بالاتر محیط زیست نیز بیشتر شده و موجبات

بهبود کیفیت محصولات تولیدی را فراهم آورد. البته وضع قوانین سخت‌گیرانه نیز در این حوزه می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. در مطالعات اخیر، منابع مختلف انتشار آلودگی و نحوه ارتباط تجارت و محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است. البته در میان مطالعات داخلی هنوز مطالعات به‌طور جزئی به منابع انتشار آلودگی ناشی از تجارت نپرداخته‌اند.

گروهی از مطالعات علی‌رغم استفاده از ابزار جامع مانند تعادل عمومی قابل محاسبه اما کل انتشار یک آلاینده در اقتصاد در نتیجه آزادسازی تجاری را ارزیابی نموده‌اند. تفکیک دیگری که می‌توان در میان مطالعات قایل شد، تحلیل رابطه‌ی میان تجارت و محیط زیست در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه می‌باشد. این تفکیک به‌ویژه با توجه به فرضیه‌ی پناهگاه آلودگی بسیار حایز اهمیت است. از میان کشورهای در حال توسعه، در کاستاریکا مشخص شد که انتشار آلاینده‌های اکسید سولفور، اکسید نیتروژن، اکسید کربن، ترکیبات ارگانیک فرار و ذرات معلق پس از آزادسازی تجاری و افزایش سطح تجارت افزایش می‌یابد (Dessus and Bussolo, 1998). در شیلی نیز یافته‌ها نشان داد که افزایش تجارت پس از آزادسازی موجب افزایش انتشار اغلب آلاینده‌ها می‌شود (Van der Mensbrugge et al., 1998). از جمله مطالعات مربوط به کشورهای توسعه یافته نیز مطالعه‌ی (Faehn and Holmoy, 2003) در نروژ می‌باشد. در این مطالعه که همانند دو مطالعه‌ی قبل از الگوی تعادل عمومی نیز استفاده نموده است، مشخص گردید در اثر آزادسازی تجاری میزان انتشار دی‌اکسید سولفور، مونواکسید کربن و ذرات معلق به میزان ۱ تا ۲٪ افزایش می‌یابد. یافته‌های مطالعه‌ی (Adkins and Garbaccio, 2007) نیز که با استفاده از یک الگوی تعادل عمومی چندمنطقه‌ای به تحلیل توسعه‌ی تجارت در سطح جهان بر روی محیط زیست پرداخت، نشان داد که آزادسازی تجاری موجب افزایش انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود. برخلاف مطالعات فوق، یافته‌های مطالعه‌ی (Kang and Kim, 2004) در مورد کشورهای کره و ژاپن نشان داد که توافق تجاری میان این دو کشور با کاهش انتشار آلودگی همراه خواهد بود. یافته‌های (Chintrakarn and Millimet, 2004) نیز نشان داد که افزایش سطح تجارت در میان ایالت‌های آمریکا موجب کاهش اغلب آلاینده‌ها می‌شود.

براساس مطالعات مرور شده‌ی فوق، هرچند افزایش انتشار آلودگی در اثر افزایش سطح تجارت بیشتر مورد انتظار است، اما باید توجه داشت که به‌طور قطع نمی‌توان اظهار نظر کرد. گروهی بر این باور هستند که با تفکیک کشورها می‌توان به اظهار نظر قطعی‌تر دست یافت. به این معنی که انتظار می‌رود با تغییر در ترکیب تولید در اثر افزایش تجارت تولیدهای آلاینده‌تر در کشورهای در حال توسعه از تمرکز بیشتری برخوردار باشد. بر این اساس آنها فرضیه‌ی پناهگاه آلودگی را مطرح می‌کنند. برخی از مطالعات از جمله مطالعه‌ی (Cole, 2004) به آزمون این فرضیه

پرداخته‌اند. در این مطالعه، کشورهای توسعه‌یافته شامل ژاپن، ایالات متحده، بریتانیا و کشورهای در حال توسعه شامل آمریکای لاتین و آسیا بود. صنایع نیز به تفکیک صنایع دارای آلودگی بالا و پایین نیز مورد توجه قرار گرفتند. یافته‌ها نشان داد که فرضیه‌ی یاد شده تنها در برخی از سال‌ها و برای برخی از کشورها مصداق دارد. مطالعه‌ی (Mangi et al., 2009) حالت خفیفی از این فرضیه را نشان می‌دهد. در این مطالعه مشخص شد که آزادسازی تجاری و افزایش سطح تجارت، موجب کاهش انتشار دی‌اکسید سولفور و دی‌اکسید کربن در میان کشورهای عضو OECD می‌شود؛ در حالی که انتشار آنها در میان کشورهای غیرعضو افزایش می‌یابد. اما از سوی دیگر انتشار BOD در میان هر دو گروه افزایش نشان داد. البته در این مطالعه به اهمیت نوع داده‌ها و مسایلی مانند درون‌زایی نیز اشاره شد. (Baek et al 2009) نیز معتقد است افزایش سطح تجارت موجب افزایش انتشار آلودگی در کشورهای در حال توسعه می‌شود، در حالی که بر سطح انتشار آلودگی کشورهای توسعه‌یافته اثر منفی دارد. یافته‌های برقی اسکویی (۱۳۸۷) نشان داد که افزایش تجارت و درآمد سرانه در میان کشورهای دارای درآمد سرانه‌ی بالا و کشورهای دارای درآمد سرانه‌ی متوسط بالا، موجب کاهش انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود، اما در میان کشورهای دارای درآمد سرانه‌ی متوسط پایین و کشورهای دارای درآمد سرانه‌ی پایین، افزایش سطح تجارت و همچنین درآمد سرانه موجب افزایش انتشار دی‌اکسید کربن خواهد شد. این مطالعه که به دنبال آزمون فرضیه‌ی پناهگاه آلاینده‌ی بود، نشان داد که این فرضیه در مورد کشورهای دارای درآمد سرانه‌ی پایین صادق است.

در مطالعات فوق، منابع تغییر انتشار آلودگی شامل تغییر در مقیاس تولید یا اثر مقیاسی، ترکیب تولید یا اثر ترکیبی و تکنولوژی تولید یا اثر فنی پس از آزادسازی مورد توجه قرار نگرفته است. در حالی که گروهی دیگر از مطالعات به منظور تبیین دقیق‌تر تغییرات انتشار آلودگی در نتیجه‌ی تغییر سطح تجارت، آن را به چند جزء تقسیم نموده‌اند. یافته‌های مطالعه‌ی (Cole and Elliot 2003) در میان گروهی از کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته، نشان داد که اثرات ترکیبی در مقایسه با اثرات مقیاسی و فنی از اهمیت کمتری برخوردار است. یافته‌های این مطالعه حاکی از افزایش انتشار دی‌اکسید کربن در اثر افزایش سطح تجارت و کاهش انتشار دی‌اکسید سولفور و اکسید نیتروژن می‌باشد. یافته‌های مطالعه‌ی (Mangi et al., 2009) نیز نشان داد که اثرات ترکیبی تجارت موجب افزایش انتشار دی‌اکسید سولفور و دی‌اکسید کربن در میان هر دو گروه کشورهای عضو و غیرعضو OECD می‌شود. اما در میان کشورهای عضو اثرات ناشی از مقیاس تولید قادر است تمام افزایش در انتشار ناشی از اثرات ترکیبی را خنثی نماید.

مطالعات داخل مسایل یاد شده را کمتر مورد توجه قرار داده‌اند و عمده بررسی‌ها به تحلیل و آزمون فرضیه‌ی زیست محیطی کوزنتس محدود است. از جمله‌ی مطالعات داخلی، مطالعه‌ی واثقی و اسماعیلی (۱۳۸۸) می‌باشد که به تحلیل نظری زیست محیطی کوزنتس در ایران پرداختند. در این مطالعه، مشخص گردید در کوتاه مدت و بلندمدت فرضیه زیست محیطی کوزنتس صادق است. با توجه به اهمیت داده‌ها و همچنین کشورهای منتخب، در این مطالعه گروهی از کشورهای در حال توسعه انتخاب شده است. همگن بودن گروه در قالب کشورهای در حال توسعه با توجه به مطالعات مرور شده حایز اهمیت است. چرا که ممکن است اثر تجارت بر آنها لزوماً یکسان نباشد. افزون بر این، استفاده از داده‌های ترکیبی سری زمانی - مقطعی با توجه به گستردگی تغییرات، امکان تخمین کارا تر پارامترها را فراهم می‌نماید (بالتاجی، ۲۰۰۸). هدف این مطالعه نیز تحلیل اثر تجارت بر روی انتشار دی اکسید کربن به عنوان معیاری از آلودگی می‌باشد. در تحلیل اثر تجارت بر روی اجزای آن نیز تمرکز شده است.

### مبانی نظری

در خصوص اثر آزادسازی تجارتی بر روی محیط زیست سه فرضیه دیده می‌شود. این فرضیه‌ها عبارت از فرضیه‌ی مقیاس، فرضیه‌ی ترکیب و فرضیه‌ی تکنیک (Grossman and Krueger, 1993; Copeland and Taylor, 2004) می‌باشد. متناظر با این فرضیات، اثرات تعریف می‌گردد. اثر مقیاس حاکی است که با افزایش میزان تجارت، تولید نیز افزایش یافته و موجب افزایش انتشار آلاینده‌های زیست محیطی خواهد شد. در خصوص اثر تجارت بر تولید نیز اعتقاد بر این است که افزایش تجارت موجب کارا تر شدن تولید از طریق تخصصی تر شدن آن شده و لذا موجب افزایش تولید خواهد شد.

در تحلیل اثر ترکیبی تجارت تغییر در ترکیب تولید مورد توجه قرار می‌گیرد. به دنبال افزایش تجارت، انتظار می‌رود که ترکیب تولید در اقتصاد تغییر یابد و لذا موجب تغییر در میزان انتشار آلودگی شود. اما جهت آن بستگی دارد که سهم تولیدات دارای آلاینده‌ی بیشتر افزایش یا کاهش یابد. از جمله فرضیه‌ها در مورد این اثر، فرضیه‌ی پناهگاه آلاینده‌ی<sup>۱</sup> می‌باشد که بر اساس این فرضیه، اعتقاد بر این است که برخی از کشورها در تولید کالاهای دارای آلاینده‌ی بیشتر تخصص پیدا می‌کنند (Cole, 2004).

اثر فنی نیز از دو کانال مستقیم و غیرمستقیم می‌تواند بر انتشار آلودگی اثرگذار باشد. اثر مستقیم آن به وضع قوانین دقیق و سخت‌گیرانه نسبت داده می‌شود که انتظار می‌رود پس از آزادسازی

---

1- Pollution Haven Hypothesis

تجاری به اجرا درآید. اثر غیرمستقیم آن نیز می‌تواند ناشی از افزایش درآمد باشد. به عبارت دیگر به دنبال افزایش درآمد، انتظار می‌رود که تمایل به پرداخت برای محیط‌زیست سالم‌تر افزایش یابد. البته افزایش درآمد از طریق افزایش مصرف نیز می‌تواند موجب افزایش آلودگی شود. بر اساس مطالب یاد شده، تغییرات آلودگی را می‌توان به صورت رابطه‌ی ساده‌ی زیر نوشت (Vennemo et al., 2008).

$$\dot{e}_i = \dot{\alpha}_i + \dot{\beta}_i + \dot{x}$$

که در آن  $e$ ،  $\alpha$ ،  $\beta$  و  $x$  به ترتیب میزان انتشار آلودگی کل در بخش  $i$ ، میزان انتشار آلودگی به ازاء هر واحد محصول یا نهاده در بخش  $i$ ، سهم بخش  $i$  در تولید کل و کل تولید می‌باشد. افزون بر موارد یاد شده، انتظار می‌رود که کشورهای دارای نسبت سرمایه- نیروی کار بالاتر از آلودگی بالاتری برخوردار باشند (Cole and Elliot 2003). این اثر بر روی انتشار آلودگی با ورود بیشتر به عرصه‌ی اقتصاد جهانی و آزادسازی تجاری تقویت نیز خواهد شد. زیرا پس از آزادسازی تجاری، کشورها در تولید کالاهایی که در تولید آنها مزیت دارند؛ متمرکز خواهند شد.

## مواد و روش‌ها

بر اساس مطالب یاد شده در بخش قبل، الگوی مورد استفاده شاخص زیست محیطی را می‌توان تابعی از عوامل زیر در نظر گرفت (Managi et al., 2009):

(۱)

$$\ln E_{it} = c_1 + \alpha_1 \ln E_{it-1} + \alpha_2 S_{it} + \alpha_3 S_{it}^2 + \alpha_4 (k/L)_{it} + \alpha_5 (k/L)_{it}^2 + \alpha_6 (k/L)_{it} S_{it} + \alpha_7 T_{it} + \alpha_8 (Rk/L)_{it} T_{it} + \alpha_9 (Rk/L)_{it}^2 T_{it} + \alpha_{10} RS_{it} T_{it} + \alpha_{11} RS_{it}^2 T_{it} + \alpha_{12} (RK/L)_{it} RS_{it} T_{it}$$

ه در آن:

$E$ : میزان شاخص زیست محیطی بعنوان مثال میزان انتشار  $CO_2$

$S$ : تولید ناخالص سرانه

$K$ : سرمایه

$L$ : نیروی کار

$T$ : نسبت تجارت (صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی)

$RK$ : نسبت سرمایه به سرمایه متوسط جهانی

$RS$ : نسبت تولید ناخالص داخلی به متوسط جهانی است.

در این رابطه انتظار بر آن است که اثر متقابل تجارت و تولید با سایر متغیرها بر روی انتشار آلودگی موثر باشد. همچنین  $t$  و  $\dot{t}$  به ترتیب به زمان و کشور یا بخش اشاره دارد.

در رابطه‌ی فوق  $S$  و  $S^2$  اثر درآمد و تولید را بر روی انتشار آلودگی نشان می‌دهند. این دو عبارت اثر مقیاسی- فنی را در بر می‌گیرند (Cole and Elliot 2003). در معادله‌ی فوق سایر متغیرها (به جز عرض از مبدأ و متغیر با وقفه آلودگی سرانه) اثرات ترکیبی را شامل می‌شوند. انتظار می‌رود که مزیت نسبی یک کشور در عوامل تولید بر سطح انتشار آلاینده‌ها در آن کشور موثر باشد. مجموعه متغیرهای یاد شده را می‌توان شامل سه گروه دانست که عبارت از موجودی عوامل تولید (که نیروی کار و سرمایه را شامل می‌شود)، شدت مقررات زیست محیطی و میزان باز بودن تجاری یا میزان تجارت در اقتصاد (Antweiler et al, 2011; Cole and Elliot 2003) می‌باشد. کشوری که دارای سرمایه‌ی بیشتر است، بر روی تولید محصولات سرمایه‌بر تمرکز خواهد یافت و کشور دارای نیروی کار بیشتر، به تولید کالاهای کاربر روی خواهد آورد. با توجه به اینکه انتظار می‌رود تمرکز بیشتر بر روی محصولات سرمایه‌بر موجب افزایش انتشار آلودگی شود؛ لذا کشورهای دارای نسبت بالاتر سرمایه- نیروی کار دارای سطح انتشار بالاتری خواهند بود (Cole and Elliot 2003). این اثر توسط جملات دارای عبارت  $k/L$ ،  $Rk/L$  و  $RS_{it}$  نمایندگی می‌شود (Managi et al., 2009).

ممکن است یک کشور علی‌رغم برخورداری از مزیت نسبی در تولیدات سرمایه‌بر اما به دلیل قوانین محدودکننده، قادر به استفاده از مزیت خود نباشد. به بیان دیگر علی‌رغم اثر مثبت جمله  $k/L$  اما به دلیل قوانین محدودکننده اثر منفی نیز بر انتشار آلودگی مشاهده شود. این اثر توسط  $(k/L)_{it} S_{it}$  نمایندگی می‌شود (Managi et al., 2009).

انتظار می‌رود افزایش در سطح تجارت نیز افزایش تولید محصولات سرمایه‌بر و لذا آلوده‌کننده را به همراه داشته باشد. به همین ترتیب در کشورهای فاقد مزیت نسبی در تولید محصولات سرمایه‌بر موجب کاهش انتشار آلودگی خواهد شد. این اثر توسط جملات  $(Rk/L)_{it} T_{it}$  و  $(Rk/L)_{it}^2 T_{it}$  برآورد می‌شود. افزون بر این، ممکن است افزایش سطح تجارت موجب شود تا تولید کالاهای سرمایه‌بر از یک کشور دارای قوانین محدودکننده به کشور دارای قوانین کمتر محدودکننده منتقل شود. این اثر نیز توسط جملات دارای عبارت  $RS_{it}$  ارزیابی خواهد شد.

همانطور که عنوان شد، متغیر تولید ناخالص داخلی به‌عنوان متغیر درون‌زا مورد استفاده قرار خواهد گرفت؛ لذا این متغیر نیز در قالب معادله‌ی زیر مورد استفاده خواهد گرفت:

$$\ln S_{it} = c_2 + \beta_1 S_{it-1} + \beta_2 T_{it} + \beta_3 (k/L)_{it} + \beta_4 \ln P_{it} + \beta_5 \ln Sch_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

در رابطه‌ی فوق  $P$ : جمعیت  $Sch$ : متغیر بیانگر سرمایه انسانی است که می‌توان آن را بر حسب سطح تحصیلات در نظر گرفت.

Managi et al (2009) کل اثرات رابطه‌ی (۱) را به دو گروه اثر مقیاسی-فنی ( $Y_{it}$ ) و اثر ترکیبی ( $C_{it}$ ) تقسیم نموده‌اند:

$$Y_{it} = \alpha_2 S_{it} + \alpha_3 S_{it}^2 \quad (3)$$

$$C_{it} = \alpha_4 (k/L)_{it} + \alpha_5 (k/L)_{it}^2 + \alpha_6 (k/L)_{it} S_{it} + \alpha_7 T_{it} + \alpha_8 (Rk/L)_{it} T_{it} + \alpha_9 (Rk/L)_{it}^2 T_{it} + \alpha_{10} RS_{it} T_{it} + \alpha_{11} RS_{it}^2 T_{it} + \alpha_{12} (RK/L)_{it} RS_{it} T_{it} \quad (4)$$

اثرات ارایه شده توسط رابطه‌ی (۴) خود به دو اثر ترکیبی مستقیم ناشی از تجارت ( $TC_{it}$ ) و اثر غیرمستقیم ناشی از تجارت ( $OC_{it}$ ) تقسیم می‌شود.

$$TC_{it} = \alpha_7 T_{it} + \alpha_8 (Rk/L)_{it} T_{it} + \alpha_9 (Rk/L)_{it}^2 T_{it} + \alpha_{10} RS_{it} T_{it} + \alpha_{11} RS_{it}^2 T_{it} + \alpha_{12} (RK/L)_{it} RS_{it} T_{it} \quad (5)$$

$$OC_{it} = \alpha_4 (k/L)_{it} + \alpha_5 (k/L)_{it}^2 + \alpha_6 (k/L)_{it} S_{it} \quad (6)$$

حال کشش انتشار آلودگی نسبت به اثر مقیاسی ° فنی ( $\delta_{ST}^S$ ) تجارت با استفاده از معادله تولید ناخالص داخلی یعنی معادله‌ی (۲) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\delta_{ST}^S = \frac{\partial Y_{it}}{\partial T_{it}} = \frac{\partial Y_{it}}{\partial S_{it}} \frac{\partial S_{it}}{\partial T_{it}} = (\alpha_2 S_{it} + 2\alpha_3 S_{it}) \beta_2 S_{it} \quad (7)$$

همچنین کشش انتشار آلودگی نسبت به اثرات ترکیبی مستقیم ( $\delta_{TC}^S$ ) و غیرمستقیم ( $\delta_{OC}^S$ ) تجارت به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\delta_{TC}^S = [(\alpha_{10} + 2\alpha_{11} RS_{it} + \alpha_{12} (RK/L)_{it}) \beta_2 RS_{it} + \alpha_7 + \alpha_8 (Rk/L)_{it} + \alpha_9 [(Rk/L)_{it}]^2 + \alpha_{10} RS_{it} + \alpha_{11} RS_{it}^2 + \alpha_{12} (RK/L)_{it} RS_{it}] T_{it} \quad (8)$$

$$\delta_{OC}^S = (\alpha_6 (K/L)_{it}) \beta_2 S_{it} \quad (9)$$

اثرات ترکیبی ارایه شده در معادله‌ی (۸) خود به دو بخش اثرات ترکیبی مستقیم ناشی از جریان تجارت ( $\delta_{DTC}^S$ ) و اثرات ترکیبی القایی ناشی از تغییر ترکیب که منتج از تغییر درآمد است ( $\delta_{ITC}^S$ ) تقسیم می‌شود:

$$\delta_{ITC}^S = [(\alpha_{10} + 2\alpha_{11} RS_{it} + \alpha_{12} (RK/L)_{it}) \beta_2 RS_{it} T_{it} \quad (10)$$



$$\delta_{DTC}^S = [\alpha_7 + \alpha_8 (Rk/L)_i + \alpha_9 [(Rk/L)_i]^2 + \alpha_{10} RS_{it} + \alpha_{11} RS_{it}^2 + \alpha_{12} (RK/L)_i RS_{it}] T_{it} \quad (11)$$

در روابط فوق، بالانویس S به کوتاه مدت اشاره دارد و روابط مربوط به کشش‌های بلندمدت متناظر با کشش‌های کوتاه‌مدت به صورت زیر قابل ارایه است:

$$\delta_{TC}^L = \delta_{TC}^S \left( \frac{1}{(1-\beta_1)(1-\alpha_1)} \right) \quad (12)$$

$$\delta_{OC}^L = \delta_{OC}^S \left( \frac{1}{(1-\beta_1)(1-\alpha_1)} \right) \quad (13)$$

$$\delta_{PC}^L = \delta_{PC}^S \left( \frac{1}{(1-\beta_1)(1-\alpha_1)} \right) \quad (14)$$

$$\delta_{DTC}^L = \delta_{DTC}^S \left( \frac{1}{1-\alpha_1} \right) \quad (15)$$

## داده‌ها

در این مطالعه، داده‌های مورد استفاده به صورت ترکیبی مقطعی-سری زمانی می‌باشد که از پایگاه اطلاعاتی سازمان ملل جمع‌آوری شد. متغیرهای مطالعه شامل مقادیر انتشار دی‌اکسیدکربن به عنوان معیاری از آلودگی، درآمد سرانه، واردات، صادرات، سرمایه، نیروی کار، جمعیت و نرخ ثبت نام در مقطع متوسطه می‌باشد.

کشورهای منتخب گروهی از کشورهای در حال توسعه می‌باشد که عبارت از آلبانی، الجزایر، آرژانتین، برزیل، بلغارستان، شیلی، کلمبیا، کاستاریکا، مصر، ایران، جامائیکا، اردن، قزاقستان، قرقیزستان، لبنان، مالزی، مکزیک، مراکش، نیجریه، پاکستان، پاراگوئه، پرو، رومانی، عربستان سعودی، آفریقای جنوبی، سوریه، تایلند، تونس، ترکیه، امارات متحده عربی، اروگوئه، ونزوئلا و یمن می‌باشند. دوره‌ی منتخب برای برآورد با استفاده از داده‌های ترکیبی کشورها نیز شامل ۱۹۹۰-۲۰۰۸ می‌باشد.

## نتایج و بحث

پیش از برآورد معادلات، چند آزمون مورد استفاده قرار گرفت که به منظور رعایت اختصار یافته‌های آنها ارایه نشده است. ابتدا آزمون ایستایی انجام شد که حاکی از ایستایی تمامی متغیرها در دوره منتخب بود. سپس آزمون همگنی نمونه منتخب از کشورها یا آزمون قابلیت تخمین ترکیبی (پانل بودن) انجام شد. این آزمون نیز حکایت از همگن بودن نمونه و امکان استفاده از آنها در تخمین ترکیبی داشت. در ادامه نیز آزمون هاسمن به منظور انتخاب از میان دو الگوی اثرات ثابت و اثرات تصادفی انجام شد که یافته‌های این آزمون نیز منجر به انتخاب الگوی اثرات ثابت شد.

در جدول (۱) یافته‌های حاصل از برآورد معادله‌ی (۱) یا معادله‌ی عوامل تعیین‌کننده‌ی انتشار آلودگی ارایه شده در بخش روش تحقیق آمده است. لازم به ذکر است که این معادله به روش 2SLS برآورد گردیده است. در معادله‌ی (۱) تولید ناخالص سرانه به‌عنوان متغیر درون‌زا مطرح است (Managi et al., 2009). به اعتقاد بالتاجی (۲۰۰۸) متغیر وابسته با وقفه نیز باید به‌عنوان متغیر درون‌زا در نظر گرفته شود.

از میان متغیرهای مورد استفاده در تخمین، تنها ضریب سه متغیر آلودگی سرانه با یک وقفه، حاصل ضرب تولید ناخالص سرانه در نسبت سرمایه به نیروی کار و حاصل ضرب شاخص باز بودن در مجذور شاخص نسبی نسبت سرمایه به نیروی کار اثر معنی‌داری نشان نمی‌دهند. متغیر تولید ناخالص سرانه و مجذور آن اثر مثبت و معنی بر انتشار آلودگی سرانه نشان می‌دهند. به عبارت دیگر اثر مقیاس بر آلودگی معنی‌دار می‌باشد و چنین اثری وجود دارد. انتظار می‌رود با افزایش تولید سرانه، میزان انتشار آلودگی به ازاء هر فرد در میان کشورهای منتخب نیز افزایش یابد.

به اعتقاد Cole and Elliot (2003) انتظار می‌رود که افزایش نسبت سرمایه- نیروی کار موجب افزایش انتشار آلودگی سرانه شود. اما در یافته‌های جدول (۱) مشاهده می‌شود که این نسبت بر انتشار آلودگی اثر منفی دارد. به بیان دیگر با انباشت بیشتر سرمایه انتظار می‌رود که تولید در این کشورها منجر به کاهش انتشار آلودگی شود. این یافته حاکی از آن است که انباشت سرمایه در این کشورها در صنایع کمتر آلاینده صورت می‌گیرد و لزوماً در جهت افزایش تولید کالاهای آلوده‌کننده پیش نمی‌روند. ضریب متغیر توان دوم نسبت یاد شده مثبت می‌باشد. به این معنی که با افزایش نسبت سرمایه- نیروی کار، انتظار می‌رود اثر کاهندگی انتشار آلودگی سرانه رو به افزایش باشد. به بیان دیگر کاهش انتشار آلودگی سرانه در اثر افزایش نسبت یاد شده با نرخ صعودی صورت خواهد گرفت.

توأم شدن متغیر نسبت سرمایه- نیروی کار با متغیر تولید ناخالص سرانه که نشان‌دهنده‌ی شدت محدودیت‌ها می‌باشد، دارای اثر مثبت اما فاقد اهمیت آماری است. علامت مثبت مطلوب و مورد انتظار است، اما فاقد اهمیت آماری می‌باشد. به این معنی که کشورهای دارای مزیت نسبی بالاتر در

استفاده از سرمایه که به دنبال تولید کالاهای سرمایه‌برتر هستند، دارای قوانین محدودکننده‌ی حایز اهمیت نمی‌باشند. عدم معنی‌دارای این متغیر به دو دلیل مورد انتظار است. نخست اینکه اغلب کشورهای منتخب در زمره‌ی کشورهای دارای آلودگی بالا محسوب نمی‌شوند و عضو پروتکل‌های کاهش انتشار آلاینده‌ها نمی‌باشند. دوم آنکه بر اساس علامت متغیر سرمایه- نیروی کار استفاده از سرمایه‌ی بیشتر در این کشورها، لزوماً در جهت افزایش انتشار آلودگی پیش نمی‌رود. اثر سه متغیر یاد شده، همان‌طور که در معادله‌ی (۶) نیز مشاهده شد؛ به‌عنوان اثرات غیرمستقیم تجارت شناخته می‌شود. به بیان دیگر تجارت از طریق تغییر در نسبت سرمایه- نیروی کار بر انتشار آلودگی سرانه اثر گذار است.

گروه بعدی از متغیرها، شامل متغیرهایی است که اثر تجارت را در خود جای داده‌اند. این متغیرها همان‌طور که در رابطه‌ی (۵) نیز مشاهده شد، اثر مستقیم تجارت را نشان می‌دهند. زیرا در تمامی این جملات متغیر تجارت یا همان شاخص درجه باز بودن اقتصاد دخالت دارد.

افزایش سطح تجارت موجب افزایش انتشار آلودگی سرانه می‌شود. به این معنی که با افزایش سطح تجارت یا افزایش باز بودن اقتصاد تمرکز بر روی تولید محصولات آلوده‌کننده‌تر افزایش می‌یابد. اثر خود تجارت بر روی انتشار آلودگی توسط متغیر میزان باز بودن اقتصاد مشخص شده است که اثر افزایشی بر انتشار آلودگی دارد. به همین ترتیب اثر متقابل تجارت و نسبت سرمایه- نیروی کار نیز مثبت می‌باشد. حاصلضرب شاخص باز بودن در شاخص نسبی نسبت سرمایه به نیروی کار این متغیر را نمایندگی می‌کند. اثر متغیر یاد شده مثبت می‌باشد. به این معنی که افزایش سطح تجارت همراه با افزایش نسبت سرمایه- نیروی کار موجب افزایش انتشار آلودگی سرانه می‌شود. اما از سوی دیگر متغیر حاصلضرب شاخص باز بودن در مجذور شاخص نسبی نسبت سرمایه به نیروی کار اثر منفی نشان می‌دهد. به این معنی که اثر افزایش متقابل تجارت و نسبت سرمایه- نیروی کار بر افزایش انتشار آلودگی سرانه با نرخ کاهنده می‌باشد. به عبارت دیگر در سطوح بالاتر افزایش تجارت و نسبت سرمایه- نیروی کار میزان افزایش انتشار آلودگی سرانه کاهش می‌یابد. البته اثر متغیر یاد شده از اهمیت آماری لازم برخوردار نمی‌باشد.

همان‌طور که پیش‌تر عنوان شد، اثر قوانین محدودکننده‌ی انتشار آلودگی در قالب متغیر شاخص نسبی تولید ناخالص سرانه قابل تعقیب است. توأم شدن این متغیر با متغیر تجارت یا باز بودن اقتصاد، حاکی است که وضع قوانین محدودکننده در یک کشور موجب کاهش اثرگذاری تجارت بر انتشار آلودگی سرانه شده و موجب کاهش انتشار آلودگی می‌شود. به بیان دیگر افزایش انتشار ناشی از افزایش سطح تجارت به دلیل وضع قوانین محدودکننده، می‌تواند محدود شود. افزون بر آن، این متغیر اثر افزایشی نیز دارد و با افزایش مقدار متغیر حاصلضرب شاخص باز بودن در

شاخص نسبی تولید ناخالص سرانه اثر آن بر کاهش انتشار افزایش می‌یابد و در سطوح بالاتر این متغیر انتظار می‌رود که میزان کاهش انتشار سرانه افزایش یابد.

اثر قوی متغیر شاخص تولید ناخالص سرانه نسبی که نشان‌دهنده‌ی قوانین محدودکننده است، باعث شده است تا توأم شدن آن با متغیر حاصل ضرب شاخص باز بودن در شاخص نسبی نسبت سرمایه به نیروی کار جهت اثرگذاری آن بر انتشار آلودگی را تغییر ندهد. زیرا متغیر حاصل ضرب شاخص باز بودن در شاخص نسبی نسبت سرمایه به نیروی کار، همان‌طور که در جدول (۱) نیز مشاهده می‌شود؛ به تنهایی بر انتشار آلودگی اثر مثبت دارد. البته در خصوص این متغیر باید توجه داشت که به صورت اندازه مقادیر نسبت به متوسط جهانی آنها مورد استفاده قرار گرفته است. به این معنی که دو متغیر تولید ناخالص سرانه و نسبت سرمایه-نیروی کار به صورت مقادیر آنها نسبت به متوسط جهانی مورد استفاده قرار گرفته است و لذا در تشریح نتایج به دست آمده، باید مورد توجه قرار گیرد. علامت منفی متغیر حاصل ضرب شاخص باز بودن در شاخص نسبی تولید ناخالص سرانه و شاخص نسبی نسبت سرمایه به نیروی کار نشان‌دهنده‌ی آن است که نسبت به متوسط جهانی در کشورهای منتخب علی‌رغم افزایش سطح تجارت اما افزایش نسبت سرمایه-نیروی کار تمرکز بیشتری بر روی کاهش انتشار آلودگی داشته است. افزون بر این، قوانین محدودکننده‌ی زیست محیطی در این کشورها در مقایسه با متوسط جهانی آنها را نیز می‌توان بازدارنده‌تر عنوان نمود.

یکی از متغیرهای مهم، متغیر با وقفه‌ی انتشار آلودگی سرانه می‌باشد. این متغیر نشان‌دهنده‌ی اثر سایر متغیرهای توضیحی مورد استفاده در تصریح انتشار آلودگی سرانه در دوره‌ی قبل می‌باشد. در صورتی که این متغیر حایز اهمیت آماری باشد، به معنی آن خواهد بود که متغیرهای توضیحی مورد استفاده افزون بر همان دوره در دوره‌ی بعد نیز بر انتشار آلودگی سرانه اثر خواهند داشت. اثر مثبت و مقدار مطلق کمتر از واحد ضریب متغیر با وقفه انتشار سرانه‌ی آلودگی مبتنی بر انتظار است؛ اما اثر آن از اهمیت آماری برخوردار نمی‌باشد. به عبارت دیگر، سایر متغیرهای توضیحی بر انتشار آلودگی سرانه تنها در همان دوره‌ی موثر هستند و اثر آنها در دوره‌های بعدی بر انتشار آلودگی سرانه معنی‌دار نمی‌باشد. همچنین نشان‌دهنده‌ی آن است که فرآیند تعدیل در اثرگذاری متغیرهای توضیحی بر انتشار آلودگی سرانه وجود ندارد و رابطه‌ی کوتاه مدت و بلندمدت با یکدیگر یکسان هستند.

تصریح به دست آمده، قادر است ۹۹٪ از تغییرات در انتشار آلودگی سرانه‌ی کشورهای منتخب را توضیح دهد.

در جدول (۲) نیز برآوردهای حاصل از معادله‌ی درآمد که به‌عنوان معادله‌ی (۲) در بخش روش تحقیق ارائه شد، آمده است. لازم به ذکر است که این معادله به صورت لگاریتمی دو طرفه برآورد

شده است. لذا مقادیر ضرایب به دست آمده را می توان به عنوان کشش تولید یا درآمد سرانه نسبت به هر یک از متغیرهای مربوطه تفسیر نمود. این تصریح نیز همانند تصریح ارائه شده در جدول (۱) با استفاده از روش 2SLS برآورد گردید.

همان طور که در جدول (۲) نیز مشاهده می شود، به جز متغیر جمعیت اثر سایر متغیرها حایز اهمیت آماری می باشد. البته در خصوص اثر جمعیت نیز باید ذکر کرد که ممکن است به دلیل استفاده از متغیر تولید ناخالص سرانه به جای تولید ناخالص کل اثر جمعیت از اثرگذاری معنی دار بازمانده باشد. در چنین شرایطی، متغیر جمعیت با هدف نشان دادن اثرات مقیاس جمعیت استفاده می شود. مطابق انتظار افزایش درجه باز بودن اقتصاد یا مشارکت بیشتر کشورهای منتخب در تجارت بین المللی موجب افزایش تولید ناخالص سرانه خواهد شد. نوعاً افزایش سطح تجارت به معنی افزایش سطح تخصص تولید و همچنین برخورداری از صرفه های حاصل از مقیاس بوده و موجب افزایش سطح تولید می شود. بر اساس ضریب به دست آمده، انتظار می رود با ۱۰٪ افزایش در نسبت تجارت به تولید ناخالص داخلی که به عنوان شاخص تجاری یا شاخص باز بودن اقتصاد مورد استفاده قرار گرفته است، میزان تولید ناخالص سرانه بیش از ۱/۱٪ افزایش یابد. به عبارت دیگر تلاش کشورهای منتخب در جهت مشارکت بیشتر در عرصه تجاری و افزایش آزادسازی تجاری می تواند گامی در جهت افزایش تولید ناخالص سرانه این کشورها باشد.

افزایش نسبت سرمایه- نیروی کار نیز هر چند که دارای ضریب پایینی است، اما دارای اثر مثبت می باشد و انتظار می رود ۱۰٪ افزایش در نسبت سرمایه- نیروی کار حدود ۰/۳٪ به افزایش تولید ناخالص مساعدت نماید. البته در اینجا باید دقت نمود که سرمایه به صورت سرمایه ی سرانه ی نیروی کار بیان می شود، در حالی که تولید ناخالص سرانه بر حسب کل جمعیت محاسبه شده است.

اثر متغیر شاخص سرمایه ی انسانی که به صورت نرخ ثبت نام در مقطع متوسطه لحاظ شده است، برخلاف انتظار منفی و در سطح معنی داری ۱۰٪ حایز اهمیت آماری می باشد. به این معنی که افزایش نرخ ثبت نام در این مقطع بر تولید ناخالص سرانه در میان کشورهای منتخب اثر منفی دارد. نمونه ای از چنین رابطه ای توسط معدلی (۱۳۹۰) برای گروهی از کشورهای در حال توسعه و (Managi et al., 2009) نیز گزارش شده است. از دلایل احتمالی در این خصوص، می توان به عدم انطباق آموزش ها در کشورهای منتخب با ساختار تولید آنها اشاره نمود. به این معنی که ممکن است میان آموزش ها و مهارت هایی که افراد کسب می کنند و ساختار تولید آنها انطباق لازم وجود ندارد. دلیل دیگر می تواند نقص در نظام اشتغال و عدم اشتغال افراد در زمینه های تخصصی مربوطه باشد.

ضریب متغیر با وقفه تولید ناخالص که در این مطالعه از اهمیت بالایی نیز برخوردار است، هم از نظر مقدار و هم از نظر معنی‌داری دارای اهمیت بالایی است. این ضریب نشان‌دهنده‌ی فرآیند تعدیل قابل ملاحظه می‌باشد. به این معنی که انتظار می‌رود متغیرهای توضیحی مورد استفاده پس از یک دوره‌ی اثر قابل ملاحظه‌ای بر تولید ناخالص داشته باشد. این متغیر حاکی از تفاوت در اثرات کوتاه مدت و بلندمدت و وجود فرآیند تعدیل می‌باشد. تصریح ارایه شده در جدول (۲) نیز قادر است با استفاده از متغیرهای مورد استفاده ۹۸٪ از تغییرات در درآمد ناخالص سرانه‌ی کشورهای منتخب در دوره‌ی ۲۰۰۸-۱۹۹۰ را توضیح دهد.

با استفاده از معادلات برآورد شده که نتایج آنها در جداول (۱) و (۲) ارایه شد، می‌توان کشش آلودگی نسبت به تجارت را به تفکیک اثرات مقیاسی- فنی و اثرات ترکیبی ارایه نمود. در جدول (۳) کشش به‌دست آمده ارایه شده است. با توجه به تنوع و تعدد کشش‌های محاسبه شده، بهتر است ابتدا در قالب گروه‌های کلی بحث شود. از همین رو مقادیر کشش‌های به‌دست آمده در قالب دو بخش ارایه شده است. ابتدا مقادیر کشش آلودگی نسبت به تجارت در قالب دو گروه کشش آلودگی نسبت به اثرات مقیاسی- فنی و نسبت به اثرات ترکیبی آمده است. افزایش شدت تجارت یا سطح تجارت از طریق افزایش مقیاس تولید در اقتصاد موجب افزایش انتشار آلودگی سرانه می‌شود. انتظار می‌رود ۱۰٪ افزایش در شدت تجارت در کوتاه مدت از طریق تغییر مقیاس تولید موجب افزایش انتشار آلودگی به میزان کمتر از ۸٪ شود. به همین ترتیب در بلندمدت انتظار می‌رود ۱۰٪ افزایش در شدت تجارت انتشار آلودگی ناشی از مقیاس تولید را بیش از ۲٪ افزایش دهد.

افزایش شدت تجارت از طریق تغییر در ترکیب محصولات تولیدی نیز هرچند به مقدار بسیار اندک اما موجب افزایش انتشار آلودگی می‌شود. به این ترتیب که انتظار می‌رود ۱۰٪ افزایش در شدت تجارت موجب افزایش انتشار آلودگی به میزان ۲٪ شود. نکته حایز اهمیت آن است که در بلندمدت میزان انتشار آلودگی سرانه ناشی از اثرات ترکیبی بهبود می‌یابد. به‌گونه‌ای که مقدار فوق به حدود ۱٪ کاهش می‌یابد.

حال به تحلیل اجزای کشش آلودگی نسبت به اثرات ترکیبی می‌پردازیم که در بخش دوم جدول (۳) ارایه شده است. اثرات ترکیبی خود در قالب دو گروه اثرات مستقیم و اثرات غیرمستقیم قابل بحث است. در گروه اثرات مستقیم انتظار می‌رود در اثر تغییر در ترکیب محصولات فعال در تجارت رخ دهد. به این ترتیب که با تغییر در شدت تجارت ترکیب محصولات حاضر در تجارت تغییر نموده و موجب تغییر انتشار آلودگی خواهد شد. در حالی که در گروه اثرات غیرمستقیم به‌دلیل تغییر در ترکیب، محصولاتی رخ می‌دهد که در جریان تجارت نقشی ندارند؛ اما ترکیب این محصولات نیز دچار تغییر می‌شود. این تغییر غیرمستقیم در ترکیب ناشی از تغییر در الگوی استفاده از عوامل

تولید شامل نیروی کار و سرمایه می‌باشد. بر حسب مقادیر بسیار اندک به‌دست آمده برای کشش انتشار آلودگی ناشی از اثرات ترکیبی غیرمستقیم می‌توان گفت که افزایش تجارت از طریق اثرات ترکیبی غیرمستقیم بر انتشار آلودگی تأثیری نخواهد داشت.

اثرات مستقیم نیز خود در قالب دو اثر ناشی از جریان تجارت و ناشی از جریان القایی تجارت پدیدار می‌شود. جریان القایی از کانال درآمد اثرگذار خواهد بود. به بیان دیگر تغییر در ترکیب محصولات تجاری افزون بر اثر مستقیم آنها، از طریق تغییر در درآمد نیز موجب اثری ملزوم بر اثر مستقیم خود خواهند شد.

در میان کشورهای منتخب تغییر ترکیب محصولات تولیدی پس از افزایش شدت تجارت موجب کاهش انتشار آلودگی سرانه خواهد شد. به بیان دیگر افزایش تجارت ترکیب محصولات تولیدی فعال در جریان تجارت را به سوی کاهش انتشار آلودگی پیش خواهد برد. انتظار می‌رود ۱۰٪ افزایش در شدت تجارت در کوتاه مدت از طریق تغییر ترکیب محصولات تولیدی به‌طور مستقیم انتشار آلودگی سرانه را حدود ۰/۱٪ کاهش دهد. این رقم در بلندمدت کمتر از ۰/۳٪ می‌باشد. همچنین انتظار می‌رود که پس از افزایش شدت تجارت از طریق اثر القایی ناشی از درآمد، ترکیب محصولات به‌گونه‌ای تغییر یابد که موجب افزایش انتشار آلودگی سرانه شود. بر اساس کشش‌های به‌دست آمده، انتظار می‌رود که در کوتاه مدت و بلندمدت ۱۰٪ افزایش در شدت تجارت از طریق اثر یاد شده انتشار آلودگی سرانه را حدود ۰/۳۱٪ افزایش دهد.

در ردیف انتهایی جدول نیز مقادیر کل کشش‌ها آمده است. همان‌طور که در این جدول مشاهده می‌شود، انتظار می‌رود ۱۰٪ افزایش در شدت تجارت کشورهای منتخب، انتشار آلودگی سرانه را در کوتاه مدت حدود ۱٪ و در بلندمدت حدود ۲/۳٪ افزایش دهد. همان‌طور که عنوان شد، مهم‌ترین منشا این افزایش، افزایش در سطح تولید است که البته هر دو اثر مقیاسی و فنی را در بر می‌گیرد. به بیان دیگر استفاده از تکنولوژی با آلودگی بالا در کنار افزایش سطح تولید پس از افزایش سطح تجارت موجب افزایش انتشار آلودگی خواهد شد.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

اثر تجارت بر انتشار آلودگی همواره مورد توجه بوده است. به‌ویژه که با طرح فرضیه پناهگاه آلودگی، اهمیت انتشار آلودگی در جریان آزادسازی تجاری در میان کشورهای در حال توسعه اهمیت بیشتری یافته است. البته به موازات اثر منفی تجارت بر انتشار آلودگی اثر مطلوب آن بر تولید یا درآمد نیز مورد توجه بوده است. علی‌رغم این تلاش‌ها، توجه کمی به کانال‌های مختلف اثرگذاری تجارت بر انتشار آلودگی شده است. در این مطالعه تلاش شد تا کل اثر برجای مانده از

تجارت بر انتشار آلودگی به مولفه‌های جزئی‌تر تقسیم شود. در این مطالعه نیز مشخص گردید که افزایش سطح تجارت بر افزایش تولید یا درآمد اثر مثبت دارد. به‌گونه‌ای که انتظار می‌رود با افزایش نسبت درجه باز بودن اقتصاد که به‌عنوان معیاری از سطح تجارت مورد استفاده قرار گرفت، به میزان ۱۰٪ درآمد یا تولید ناخالص بیش از ۱/۱٪ افزایش یابد. این میزان، اثر بدون وقفه و آنی تجارت بر تولید ناخالص است. وجود فرآیند تعدیل معنی‌دار در معادله‌ی تولید ناخالص (جدول ۲) به معنی اثر مثبت این شاخص همراه با سایر متغیرها با تأخیر زمانی نیز می‌باشد. به عبارت دیگر اثر تجارت بر تولید ناخالص فراتر از مقدار یاد شده می‌باشد. اما از سوی دیگر اثر مطلوب تجارت بر تولید با افزایش انتشار آلودگی نیز همراه است و آن‌گونه که مقادیر کشش‌ها نشان می‌دهد، عمده افزایش انتشار آلودگی پس از افزایش تجارت ناشی از افزایش سطح تولید و نوع تکنولوژی تولید (اثر مقیاسی - فنی) است تا تغییر در ترکیب محصولات تولیدی و می‌توان تقریباً همه‌ی افزایش انتشار آلودگی پس از افزایش تجارت را به افزایش تولید (و تکنولوژی تولید) نسبت داد تا تغییر در ترکیب محصولات تولیدی. البته سطح تولید همراه خود اثرات فنی را نیز در بر می‌گیرد و از آن به‌عنوان اثرات مقیاسی - فنی یاد می‌شود. در مطالعه‌ی Managi et al., (2009) نیز اثرات مقیاسی - فنی ناشی از تجارت در میان گروهی از کشورهای بر انتشار آلودگی مثبت ظاهر شد، اما در مقایسه با اثرات ترکیبی سهم کمتری داشت. حال آن‌که در این مطالعه، اثرات مقیاسی - فنی بسیار حایز اهمیت می‌باشد. البته در مطالعه‌ی یاد شده، گروه بسیار گسترده‌تر و البته ناهمگن‌تر از کشورهای مورد استفاده قرار گرفته است. بر اساس این بخش از یافته‌ها، پیشنهاد می‌شود که کشورهای منتخب به‌منظور کاهش انتشار آلودگی به‌جای تمرکز بر ترکیب تجارت بر استفاده از تکنولوژی‌های کمتر آلاینده تمرکز یابند. با توجه به اثر نچندان حایز اهمیت، تغییر ترکیب محصولات بر انتشار آلودگی، کشورها می‌توانند با بهره‌گیری از ترکیب تجاری مبتنی بر مزیت نسبی از مزیت تجارت بهره‌گرفته و سطح تولید و درآمد خود را افزایش دهند. از دیگر یافته‌های حایز اهمیت مطالعه، اثر مطلوب افزایش سرمایه بر تولید و اثر کاهنده‌ی آن بر انتشار آلودگی است. به بیان دیگر انباشت بیشتر سرمایه در این کشورها، می‌تواند ضمن افزایش سطح تولید به کاهش انتشار آلودگی نیز مساعدت نماید. لذا پیشنهاد می‌شود در جهت افزایش بیشتر سرمایه به‌ویژه از طریق منابع مالی خارجی اقدام نمایند.



**References:**

1. Adkins, L. G., and Garbaccio, R. F. (2007). Coordinating Global Trade and Environmental Policy: The role of pre-existing distortions. National Center for Environmental Economics U.S. Environmental Protection Agency. Washington, D.C. United States.
2. Anderson, K., and Blackhurst, R. (1992). The Greening of World Trade Issues, Ann Arbor: University of Michigan Press and London: Harvester Wheatsheaf.
3. Antweiler, W., Copeland, B. and Taylor, B. (2001). Is free trade good for the environment?, American Economic Review. 91 (4): 877° 908.
4. Baek, J., Cho, Y. and Koo, W. W. (2009). The environmental consequences of globalization: A country-specific time-series analysis. Ecological Economics, 68, 2255° 2264.
5. Baltagi, B.H. (2008). Econometric. 4<sup>th</sup> edition. Wiley, New York.
6. Barghi Oskooee, M. M. (2008). Impacts of trade liberalization on greenhouse gas emission (CO<sub>2</sub>) in Environmental Kuznets curve framework. Journal of Economic Researches, 82: 1-21.
7. Birdsall, N. and Wheeler, D. (1993). Trade policy and industrial pollution in Latin America: Where are the pollution Havens?. Journal of Environment and Development, 2(1): 137-150.
8. Chintrakarn, P. and Millimet, D. L. (2004). The environmental consequences of trade: Evidence from subnational trade flows. Journal of Environmental Economics and Management, 52: 430-453.
9. Cole, M. A. (2004). Trade, the pollution haven hypothesis and environmental Kuznets curve: Examining the linkages. Ecological Economics, 48: 71-81.
10. Cole, M.A and Elliot, R.J.R. (2003). Determining the trade-environment composition effect: the role of capital, labor and environmental regulations, Journal of Environmental Economics and Management. 46 (3): 363° 383.
11. Copeland, B.R., Taylor, M.S. (2004). Trade, growth and the environment. Journal of Economic Literature, 42: 7° 72.
12. Corden, W.M. (1997). Trade Policy and Economic Welfare (second edition). Oxford: Clarendon Press.

13. Dessus, S., and Bussolo, M. (1998). Is there a trade-off between trade liberalization and pollution abatement?. *Journal of Policy Modeling*, 20(1), 11-31.
14. Fæhn, T., and Holmøy, E. (2003). Trade liberalization and effects on pollutive emissions to air and deposits of solid waste. A general equilibrium assessment for Norway. *Economic Modeling*, 20, 703-727.
15. Grossman, G.M., Krueger, A.B., 1993. Environmental impacts of a North American free trade agreement. In: Garber, P.M. (Ed.), *The U.S.-Mexico Free Trade Agreement*. MIT Press, Cambridge, USA.
16. Kang, S. I., and Kim, J. J. (2004). A quantitative analysis of the environmental impact induced by free trade between Korea and Japan. 7th annual Conference on Global economic analysis, trade, poverty, and the environment. Washington, D.C. United States.
17. Low, P., and Yeats, A. (1992). Do dirty industries migrate? *International Trade and the Environment* (P. Low, Ed.). World Bank Discussion Paper No. 159. Washington: The World Bank.
18. Managi., S, Hibi, A. and Tsurumi, T. (2009). Does trade openness improve environment alquality? *Journal of Environmental Economics and Management*, 58: 346° 363.
19. Moaddeli, F. (2011). Measuring aggregate returns to social capital in the selected countries: Estimates based on the augmented augmented-Solow model. MSc. Thesis. Shiraz University. Shiraz. Iran.
20. Nawazish, A. (1998). Globalization, its impact on the economies of OIC countries and the role of the private sector. *Journal of Economic Cooperation among Islamic Countries*. 19: 1-2.
21. Strutt, A., and Anderson, K. (1999). Estimating environmental effects of trade agreements with global age models: A GTAP application to Indonesia. CIES Discussion Paper No. 99/26. Centre for International Economic Studies. <http://www.adelaide.edu.au/cies>.
22. UN data, (2011). < <http://data.un.org>>.
23. Van der Mensbrugge, D., Roland-Holst, D., Dessus, S. and Beghin, J. (1998). the interface between growth, trade, pollution and natural resource use in Chile: evidence from an economy wide model. *Agricultural Economics*, 19: 87-97.

24. Vennemo, H., Aunan, K., He, J., Hu, T., Li, S. and Rypd3al, K. (2008). Environmental impacts of China's WTO-accession. *Ecological Economics*, 64: 893-911.
25. Waseghi, E. and Esmaeili, A. (2009). Investigating factors determining CO<sub>2</sub> emission in Iran: Environmental Kuznets curve analysis. *Journal of Environmental Studies*, 52: 99-110.



**پیوست ها:**

**جدول (۱): نتایج حاصل از برآورد عوامل تعیین کننده انتشار آلودگی در میان کشورهای منتخب**

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t
عرض از مبدأ	۶/۱۳۵۸***	۱/۰۵۴۸	۵/۸۱۷
آلودگی سرانه با یک وقفه	۰/۱۳۰۸	۰/۱۴۶۸	۰/۸۹۰
تولید ناخالص سرانه	۰/۰۰۰۲***	۲/۹۵×۱۰ <sup>-۵</sup>	۶/۱۴۷
مجدور تولید ناخالص سرانه	۴/۴۹×۱۰ <sup>-۹***</sup>	۱/۰۲×۱۰ <sup>-۹</sup>	-۴/۴۰۸
نسبت سرمایه به نیروی کار	-۵/۶۳×۱۰ <sup>-۹**</sup>	۲/۵۸×۱۰ <sup>-۶</sup>	-۲/۱۷۹
مجدور نسبت سرمایه به نیروی کار	۵/۰۸×۱۰ <sup>-۹*</sup>	۳/۰۷×۱۰ <sup>-۱۱</sup>	۱/۶۵۵
حاصلضرب تولید ناخالص سرانه در نسبت سرمایه به نیروی کار	۹/۳۰×۱۰ <sup>-۱۱</sup>	۱/۷۷×۱۰ <sup>-۱۰</sup>	۰/۵۲۴
شاخص درجه باز بودن اقتصاد	۰/۲۵۸۲**	۰/۱۲۳۲	۲/۰۹۷
حاصلضرب شاخص باز بودن در شاخص نسبی نسبت سرمایه به نیروی کار	۱/۶۱۷۴***	۰/۵۴۲۰	۲/۹۸۴
حاصلضرب شاخص باز بودن در مجدور شاخص نسبی نسبت سرمایه به نیروی کار	-۰/۱۸۵۵	۰/۲۳۱۲	-۰/۸۰۲
حاصلضرب شاخص باز بودن در شاخص نسبی تولید ناخالص سرانه	-۱/۷۶۲۰***	۰/۳۸۳۱	-۴/۵۹۹
حاصلضرب شاخص باز بودن در مجدور شاخص نسبی تولید ناخالص سرانه	۰/۹۰۰۰***	۰/۲۴۵۱	۳/۶۷۲
حاصلضرب شاخص باز بودن در شاخص نسبی تولید ناخالص سرانه و شاخص نسبی نسبت سرمایه به نیروی کار	-۰/۸۷۲۰*	۰/۵۱۳۶	-۱/۶۹۸
$R^2=۰/۹۹$			

**جدول (۲): نتایج حاصل از برآورد عوامل تعیین کننده تولید ناخالص سرانه**

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t
عرض از مبدأ	۳/۰۸۰	۲/۱۲۴	۱/۴۴۹
تولید ناخالص سرانه با یک وقفه	۰/۶۴۷***	۰/۱۳۰	۴/۹۸۷
درجه باز بودن اقتصاد	۰/۱۱۲***	۰/۰۴۰	۲/۸۳۳
نسبت سرمایه به نیروی کار	۰/۰۲۹***	۰/۰۱۰	۲/۹۰۶
جمعیت	۰/۰۲۲	۰/۱۳۷	۰/۱۶۲
شاخص سرمایه انسانی	-۰/۰۸۸*	۰/۰۵۰	-۱/۷۵۳
$R^2=۰/۹۸$			

جدول (۳): کشش های کوتاه مدت و بلندمدت انتشار آلودگی

بلندمدت	کوتاهمدت	کشش آلودگی نسبت به تجارت	
۰/۲۲۱۸	۰/۰۷۸۱	کشش آلودگی نسبت به اثرات مقیاسی - فنی ناشی از تجارت	$\delta_{ST}$
۰/۰۰۴۸	۰/۰۲۱۶	کشش آلودگی نسبت به اثرات ترکیبی ناشی از تجارت	$\delta_{TC} = \delta_{ITC} + \delta_{DTC} + \delta_{OC}$
۰/۲۲۶۶	۰/۰۹۹۷	کشش کل آلودگی نسبت به تجارت	$\delta_T$

ادامه جدول (۳): کشش های کوتاه مدت و بلندمدت انتشار آلودگی

بلندمدت	کوتاهمدت	کشش آلودگی نسبت به تجارت	
۰/۲۲۱۸	۰/۰۷۸۱	کشش آلودگی نسبت به اثرات مقیاسی - فنی ناشی از تجارت	$\delta_{ST}$
-۰/۰۲۷۷	-۰/۰۰۹۸	کشش آلودگی نسبت به اثرات ترکیبی مستقیم ناشی از جریان خود تجارت	$\delta_{ITC}$
۰/۰۳۰۸	۰/۰۳۰۸	کشش آلودگی نسبت به اثرات ترکیبی مستقیم ناشی از جریان القایی تجارت	$\delta_{DTC}$
۰/۰۰۱۷	۰/۰۰۰۶	کشش آلودگی نسبت به اثرات ترکیبی غیرمستقیم ناشی از تجارت	$\delta_{OC}$
۰/۲۲۶۶	۰/۰۹۹۷	کشش کل آلودگی نسبت به تجارت	$\delta_T$

