

## مقدمه

مسائل آلودگی بین دو کشور یا بیشتر مطرح شده باشد.

برای بررسی این موضوع، جهانی را با دو کشور  $X$  و  $Y$  که دو کالای  $A$  و  $B$  را تولید می کنند در نظر می گیریم. فرض کنیم هر کشور گیرنده قیمت ثابت جهانی بوده که خارج از کنترل وی است و همچنین فرض کنیم که تجارت آزاد موجب سود مثبت برای هر دو کشور می شود. منحنیهای ارائه شده در نمودار ۱ منحنیهای عرضه و تقاضای کالا  $A$  را در دو کشور  $X$  و  $Y$  نشان می دهد. در غیاب تجارت بین کشورها، کشور  $X$  مقدار  $Ax$  را با قیمت  $Px$  تولید و مصرف می نماید و کشور  $Y$ ،  $Ay$  را به قیمت  $Py$  تولید و مصرف می کند.

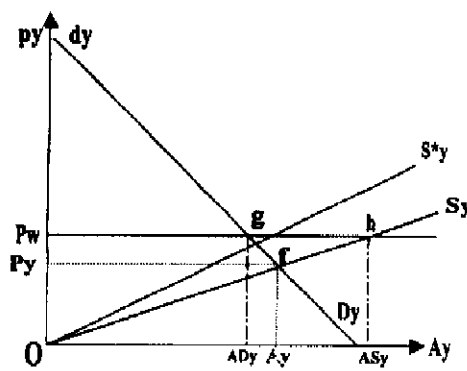
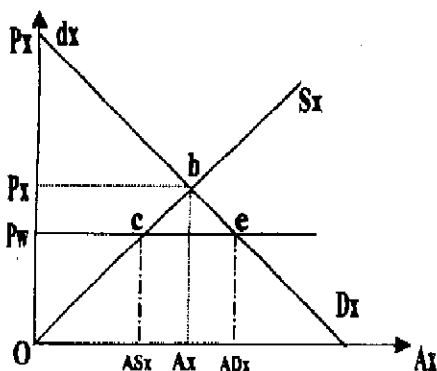
اگر با فرض وجود تجارت آزاد قیمت در  $Pw$  تعیین شود تحت چنین شرایطی کشور  $X$  واردکننده و کشور  $Y$  صادرکننده کالای  $A$  خواهد بود. حال مازاد رفاه مصرف کننده و تولید کننده را در هر دو کشور بررسی می کنیم. کشور  $X$  تولید خود را به  $ASx$  کاهش خواهد داد در صورتی که مصرف داخلی به  $ADx$  افزایش می یابد. مازاد رفاه مصرف کننده از  $Px \cdot dx$  به  $Pw \cdot dx$  افزایش می یابد و مازاد رفاه تولید کننده از  $Px \cdot b$  به  $Pw \cdot b$  کاهش می یابد و میزان خالص اضافه رفاه در جامعه به اندازه  $ceb$  خواهد شد. پس کشور  $X$  که یک کشور واردکننده است از مبادله کالای  $A$  اضافه رفاه به دست می آورد. کشور  $Y$  هم که صادر کننده کالای  $A$  است از تجارت اضافه رفاه کسب خواهد نمود. کشور  $Y$ ، به میزان  $ASy$  تولید می کند و مصرف داخلی اش نیز به اندازه  $ADy$  است. مازاد رفاه مصرف کننده در کشور  $Y$  از  $Py \cdot dy$  به  $Pw \cdot dy$

در بیشتر مباحث مربوط به آلودگی محیط زیست، تنها آلودگی داخل مرزهای یک کشور مورد مطالعه قرار می گیرد و براساس این فرض که خسارت ناشی از آلودگی به ساکنان همان جامعه و ایجاد کنندگان آلودگی وارد می شود میزان بهینه آلودگی و ابزارهای کنترل برای یک کشور مورد بحث قرار می گیرد. این درحالی است که ایجاد آلودگی در کشور منجر به آلودگی محیط زیست سایر کشورها نیز می گردد. در عمل، محیط زیست هر کشور و محیط زیست تمامی کشورها نه تنها به رفتار خود آن کشور، بلکه به رفتار سایر کشورها نیز بستگی دارد. برخی آلودگیها به صورت طبیعی بین مرزها جریان پیدا می کند. برای نمونه، اکسید نیتروژن ( $NO_2$ ) یا اکسید سولفور ( $SO_2$ ) می تواند بین مرزها هزاران مایل منتقل شود. این نوع آلودگیها منجر به تخریب محیط زیست می شود. گازهای گلخانه ای، بارانهای اسیدی، از بین رفتن لایه اوزون، آلودگی اقیانوسها و غیره نمونه هایی از آلودگی محیط زیست است که می تواند بین مرزها جریان پیدا کند و مشکلات گوناگون جهان را به دنبال داشته باشد. در این نوشته می خواهیم ببینیم که تجارت و آلودگی محیط زیست چه ارتباطی با هم دارند.

## تجارت و محیط زیست

اقتصاددانان معتقدند که تجارت آزاد بین کشورها در بلندمدت رفاه اقتصادی را به دنبال می آورد. ولی در برخی شرایط ممکن است آزادی تجارت منجر به رفاه نشود و این زمانی است که

نمودار ۱



- ۱- آلودگی ناشی از تولید در کشور X به کشور Y منتقل شود ولی آلودگی از کشور Y به کشور X منتقل نشود (انتشار يك طرفه آلودگی)؛
- ۲- آلودگی ناشی از تولید در کشورهای X و Y به همديگر منتقل می شود (انتشار دو طرفه آلودگی).

### رفتار ناهماهنگ و رفتار هماهنگ

رفتار ناهماهنگ که به آن رفتار شخصی نیز گفته می شود اشاره به وضعیتی دارد که در آن هر کشور بهترین شرایط را برای خود برمی گزیند بدون اینکه به نتیجه آن برای کشورهای دیگر توجهی داشته باشد. این حرکت کمی گمراه کننده خواهد بود زیرا این بهترین وضعیت برای کشور با هماهنگی بین کشورها نیز قابل دسترسی است.

در حالت انتخاب رفتار ناهماهنگ و هماهنگ توسط کشورها سه حالت عدم انتشار آلودگی، انتشار يك طرفه آلودگی و انتشار دو طرفه آلودگی را مورد بحث و بررسی قرار خواهیم داد. در رفتار ناهماهنگ کشور آلوده کننده در حالتی که انتشار آلودگی وجود دارد بدون توجه به اثرات انتشار خود تصمیم گیری می کند و انتخابهای خویش را مشخص می سازد. تحت چنین شرایطی هر کشور تابع مطلوبیت خود را بدون توجه به تابع مطلوبیت سایر کشورها پیشینه می کند.

رفتار ناهماهنگ برای کشورها تنها گزینه ممکن و قابل دسترس نیست. آنها از طریق هماهنگی با سایر کشورها می توانند به صورت

کاهش می یابد. ولی اضافه رفاه تولیدکننده از  $OfPy$  به  $OhPw$  افزایش می یابد و خالص اضافه رفاه برابر با  $fng$  است. بدون در نظر گرفتن پیامدهای خارجی این امر، تجارت آزاد رفاه هر دو کشور را افزایش می دهد. ولی اگر از تولید کالای A پیامدهای خارجی منفی از قبیل آلودگی ناشی شود وضع به چه صورت خواهد بود؟ فرض کنیم تولید کالای A فقط برای ساکنان کشور تولیدکننده پیامد خارجی داشته باشد یا به عبارت دیگر فرض کنیم انتقال آلودگی بین کشورها وجود ندارد. این امر موجب می شود کشور واردکننده تحت چنین شرایطی نیز تولید کالای A را کاهش دهد تا پیامد خارجی زیست محیطی نیز برای وی کاهش پیدا کند. ولی کشور صادرکننده با افزایش تولید خود هزینه های پیامد خارجی را برای خویش بالا می برد و این امر باعث می شود فایده خارجی تجارت آزاد برایش کاهش پیدا کند. ممکن است افزایش پیامد خارجی منفی بیشتر از فایده مازاد رفاه باشد و در نهایت رفاه در این جامعه کاهش یابد که تحت چنین شرایطی کشور می تواند با وضع مالیات به مقدار بهینه تولید و آلودگی دست پیدا کند. در این صورت نرخ مالیات با برابر قرار دادن خسارت نهایی با فایده نهایی  $MD=MB$  تعیین می شود. تا اینجا حالتی را بررسی کردیم که آلودگی بین کشورها جریان پیدا نمی کرد.

حال اگر فرض کنیم آلودگی ناشی از تولید، بین کشورها جریان داشته باشد آنگاه دو حالت پیش می آید.

○ محیط زیست هر کشور و محیط زیست تمام کشورها نه تنها به رفتار خود آن کشور بلکه به رفتار سایر کشورها نیز بستگی دارد.

عدم انتشار آلودگی	انتشار یک سوپه آلودگی	انتشار دو سوپه آلودگی
$U_x = U_x(M_x)$ $U_y = U_y(M_y)$	$U_x = U_x(M_x)$ $U_y = U_y(M_x, M_y)$	$U_x = U_x(M_x, M_y)$ $U_y = U_y(M_x, M_y)$
$\frac{du_x}{dM_x} = 0, \frac{du_y}{dM_y} = 0$ $M^* x, M^* y$ تعیین می گردد	$\frac{du_x}{dM_x} = 0, \frac{du_y}{dM_y} = 0$ $M^* x, M^* y$ تعیین می گردد	$\frac{du_x}{dM_x} = 0, \frac{du_y}{dM_y} = 0$ $M^* x, M^* y$ تعیین می گردد
$\frac{\partial u}{\partial M_x} = 0 \Rightarrow \frac{\partial u_x}{\partial M_x} = 0$ $\frac{\partial u}{\partial M_y} = 0 \Rightarrow \frac{\partial u_y}{\partial M_y} = 0$	$\frac{\partial u}{\partial M_x} = 0 \Rightarrow \frac{\partial u_x}{\partial M_x} + \frac{\partial u_y}{\partial M_x} = 0$ $\frac{\partial u}{\partial M_y} = 0 \Rightarrow \frac{\partial u_y}{\partial M_y} = 0$	$\frac{\partial u}{\partial M_x} = 0 \Rightarrow \frac{\partial u_x}{\partial M_x} + \frac{\partial u_y}{\partial M_x} = 0 \Rightarrow \frac{\partial u_x}{\partial M_x} = -\frac{\partial u_y}{\partial M_x}$ $\frac{\partial u}{\partial M_y} = 0 \Rightarrow \frac{\partial u_y}{\partial M_y} + \frac{\partial u_x}{\partial M_y} = 0 \Rightarrow \frac{\partial u_y}{\partial M_y} = -\frac{\partial u_x}{\partial M_y}$

توسط کشور X یعنی  $Mx$  مطلوبیت نهایی کشور X نیز کاهش پیدا می کند. به همین خاطر منحنی  $Mu_x^y$  همواره نزولی است. همچنین با افزایش آلودگی کشور X یعنی  $Mx$  چون این آلودگی بین کشور X و Y جریان پیدا می کند مطلوبیت نهایی کشور Y نیز با افزایش آلودگی کشور X کاهش می یابد که این موضوع را منحنی  $-Mu_x^y$  - نشان می دهد.

نقطه  $Mx$  را می توان سطح آلودگی توسط کشور X البته در راه حل هماهنگ دانست که تحت چنین شرایطی اثر پیامد خارجی روی کشور Y نادیده گرفته شده است. در مقابل  $M^*x$  میزان آلودگی را تحت شرایط هماهنگ نشان می دهد. توجه کنید که در این سطح آلودگی مطلوبیت نهایی حاصل برای کشور X از یک واحد اضافی آلودگی، با مطلوبیت نهایی زبان حاصل شده برای کشور Y برابر است. می توان  $-Mu_x^y$  - را خسارت نهایی Y از آلودگی کشور X دانست.

پیامد کارا بوسیله جبران یا پرداختیها حاصل می شود. در توافقات عمومی به این راه حل مستقیم برای حالت آلودگی بین المللی توجه می شود و درباره آن توافق همگانی وجود دارد. توجه کنید اگر انتشار آلودگی به صورت دوطرفه بین کشورهای X و Y صورت گیرد پیامد هماهنگ ایجاب می کند که هر دو کشور از اثرات آلودگی خود نسبت به کشور دیگر آگاهی داشته باشند و بنابراین باید شروط زیر برقرار باشد:

$$\frac{\partial ux}{\partial Mx} = - \frac{\partial uy}{\partial Mx} \quad \frac{\partial uy}{\partial My} = - \frac{\partial ux}{\partial My}$$

اگر کشورها به وجود واحدی معتقد باشند می توان به راه حل هماهنگ برای رسیدن به کارایی کامل در دو کشور دست یافت. وانگهی اگر هیئتی فوق دولتی و مافوق محدودیت ملی وجود داشته باشد آنگاه بایستی کل فواید خالص بیشینه گردد و با اجرای نتایج حاصل می توان به کارایی دست یافت.

### سناریوهای مختلف

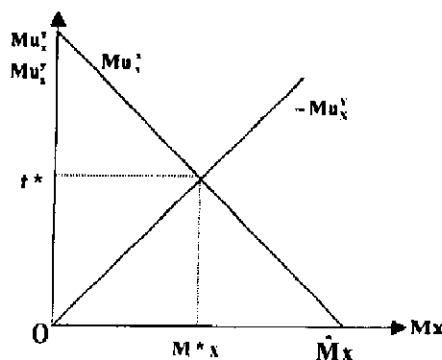
در این قسمت می خواهیم سناریوهای مختلفی را که در زمینه اثرات مقابل تجارت و آلودگی محیط زیست وجود دارد مطرح سازیم و مورد بحث و بررسی قرار دهیم.

بهتری عمل کنند. تحت چنین شرایطی رفتار هماهنگ اشاره به حالتی دارد که دو کشور سطح آلودگی شان را بطور مشترک چنان مشخص می سازند که جمع مطلوبیتشان بیشینه گردد. فرایند تصمیم گیری مشترک چنان صورت می گیرد که گویی در دنیا تنها یک کشور وجود دارد که به صورت عقلایی رفتار می نماید و سطح آلودگی خود را مشخص می سازد.

در حالت عدم انتقال یا انتشار آلودگی عمل یک کشور روی سایر کشورها بی تاثیر است و رفتار هماهنگ با رفتار ناهماهنگ هیچ تفاوتی ندارد. مطلوبیت کل تحت چنین شرایطی تماماً بوسیله هر کشور با رفتار انفرادی و شخصی حاصل می شود. پس در حالت عدم انتقال آلودگی پیامد رفتار هماهنگ و ناهماهنگ یکسان است. اما این موضوع در دو حالت دیگر حقیقت ندارد. اول حالتی را بررسی می کنیم که انتشار آلودگی تنها از یک کشور به کشور دیگر صورت می گیرد. رفتار هماهنگ با انتخاب سطوح آلودگی در کشور X و Y بطور مشترک با بیشینه ساختن جمع مطلوبیت دو کشور X و Y یعنی ماکزیم نمودن تابع  $U = Ux + Uy$  حاصل می شود. در حالت رفتار هماهنگ از آنجا که  $Uy$  تابعی از انتشار آلودگی کشور X و Y است در فرایند بهینه یابی باید توجه داشت که انتشار آلودگی کشور X باید به گونه ای باشد که  $\frac{duy}{dMx} = - \frac{dix}{dMx}$  یا به عبارت دیگر  $Mu_x^y = -Mu_x^x$  این شرط بیشینه سازی را با کمک نمودار ۲ می توان بهتر نشان داد. توجه کنید که  $Mu_x^y$  تغییر در مطلوبیت کشور Y در اثر تغییر در آلودگی کشور X است.

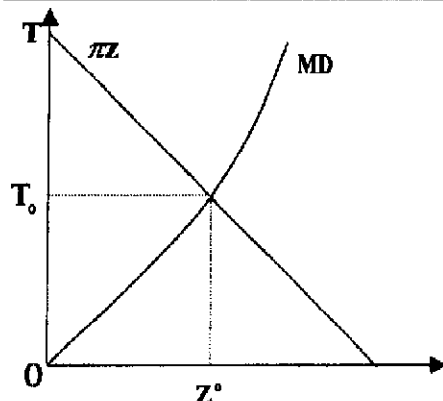
نمودار ۲ نشان می دهد که با افزایش آلودگی

### نمودار ۲



○ گازهای گلخانه ای، بارانهای اسیدی، از بین رفتن لایه اوزون و آلودگی اقیانوسها نمونه هایی از آلودگی محیط زیست است که می تواند بین مرزها جریان پیدا کند.

### نمودار ۳



آلودگی

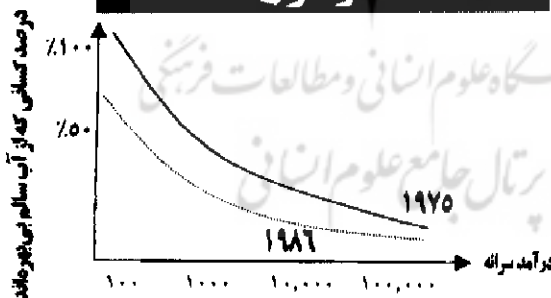
$$T = PF_z(K, Z) = \pi_z$$

$$\pi_z(P, K, Z) = MD(I, Z)$$

$$\alpha P(K/Z)^{1-\alpha} = \mu Z^{\gamma-1} I$$

می شود خسارت نهایی (MD) بستگی به سطح درآمد کشور دارد. شفیق در سال ۱۹۹۴ با استفاده از مشاهدات ۸۶ کشور مختلف رابطه بین درآمد سرانه و تقاضای کالاهای زیست محیطی را بررسی نمود. این بررسی ها برای سالهای ۱۹۷۵ و ۱۹۸۶ به عمل آمد. از نتیجه مطالعات، نمودار ۴ حاصل می شود. روی محور عمودی در صد افراد بدون آب سالم و محور افقی در آمد سرانه را به دلار نشان می دهد.

### نمودار ۴



در رابطه با تجارت و آلودگی محیط زیست لازم است مدل هکشر- اوهلین نیز مورد توجه قرار گیرد. او بیان می کند که کشورهایی که نیروی کار بیشتری دارند به تولید محصولات کاربر مانند لباس خواهند پرداخت و کشوری که سرمایه زیادی دارد به تولید کالاهای سرمایه بر مانند اتومبیل، و کشوری که ظرفیت بالایی در آلودگی دارد به تولید اینگونه کالاها خواهد پرداخت. صنایع آلوده ساز به همین گروه سوم از کشورها جریان پیدا می کند. البته شایان ذکر است که طبق مطالعات به عمل آمده

در سناریوی اول، تولید کالای آلوده کننده تنها برای ساکنان همان کشور پیامد خارجی دارد و برای کشور واردکننده هزینه پیامد خارجی کاهش می یابد. این همان حالت عدم انتقال آلودگی است که قبلاً مورد بررسی قرار گرفت. این امر منجر به کاهش فایده خارجی تجارت آزاد برای کشور صادرکننده می شود و این کشور می تواند با وضع مالیات به مقدار بهینه تولید و آلودگی دست پیدا کند. تحت چنین شرایطی کشور نرخ مالیات را از برابر قرار دادن خسارت نهایی با فایده نهایی  $MD=MB$  به دست می آورد. مدل های مختلفی این موضوع را مورد بررسی قرار داده است که در اینجا با استفاده از مدل ارائه شده در مقاله کاپلند (Copeland, 2000) به این موضوع اشاره مختصری می کنیم.

کاپلند دو کشور را در نظر می گیرد که دو کالای X (کالای آلوده کننده) و کالای Y (کالای تمیز) را تولید می کنند و فرض می نماید که برای تولید کالای تمیز Y از نیروی کار (L) استفاده می شود ولی برای تولید کالای کثیف (X) از سرمایه (K) و کیفیت محیط زیست (Z) استفاده می شود یا به عبارت دیگر، تولید کالای X آلودگی محیط زیست را به همراه دارد. همچنین فرض می کند قیمت کالای Y برابر با واحد و قیمت کالای X برابر با Px است، او از توابع زیر برای بررسی این موضوع استفاده نموده است:

$$Y = L$$

$$X = F(K, Z) = \min(\delta K, K^{\alpha} Z^{\beta}) \quad \delta > 0, \quad 0 < \alpha < 1$$

$$u = \ln(X^{\gamma} Y^{1-\gamma}) - \mu Z^{\gamma} \quad \mu > 0, \quad \gamma \geq 1$$

$$I = Y + P_x X = L + P_f(K, Z)$$

تابع تولید کالای Y  
تابع تولید کالای X  
تابع مطلوبیت  
محدودیت بودجه

دولت میزان آلودگی را با توجه به بیشینه کردن مطلوبیت مصرف کننده تعیین می کند یا به عبارت دیگر، دولت پیامد خارجی را به وسیله انتخاب آلودگی با توجه به مالیات بر آلودگی که برابر با خسارت نهایی است داخلی می نماید. خسارت نهایی بستگی به درآمد و آلودگی دارد:

$$T = \mu Z^{\gamma-1} I \equiv MD(I, Z)$$

بنگاهها آلودگی را به وسیله برابر قرار دادن فایده نهایی آلودگیهاشان ( $\pi Z$ ) با قیمت انتشار یک واحد آلودگی T تعیین می کنند.

همچنان که در مدل Copeland مشاهده

پس مشخص می شود که با افزایش درآمد در هر سطحی از میزان آلودگی، خسارت نهایی افزایش می یابد و در این صورت در کشور، نرخ مالیات بر آلودگی نیز بیشتر و سطح آلودگی در آن کمتر خواهد شد. این موضوع را می توان به دو کشور غنی و فقیر تعمیم داد. کشورهای غنی کالاهای تمیز را تولید خواهند کرد و کالاهای کثیف را وارد خواهند نمود و این کالاهای کثیف در کشورهای فقیر تولید و از آنها صادر خواهد شد.

کاملاً مشخص است که این سیاست زیست محیطی (یعنی مالیات بر آلودگی) روی رابطه مبادله اثر خواهد گذاشت. برای بررسی رابطه بین تجارت و آلودگی محیط زیست باز می توان از مدل کاپلند استفاده نمود. با توجه به مدل ارائه شده توسط وی نسبت عرضه  $(\frac{X}{Y})$  برابر است با:

$$RS = \frac{F(K, Z)}{L}$$

نسبت تقاضا یا تقاضای نسبی  $(\frac{X}{Y})$  نیز برابر است با:

$$RD = \frac{B}{(1-B)P}$$

برای پیدا کردن قیمت نسبی  $X$  باید تقاضا و عرضه نسبی را برابر در نظر بگیریم. با حل این برابری به رابطه زیر دست پیدا می کنیم:

$$P = \frac{BL}{(1-B)F(K, Z)}$$

افزایش آلودگی نسبت عرضه  $X$  را افزایش می دهد و از آنجا قیمت نسبی کاهش پیدا می کند. پس می توان نوشت  $\frac{dp}{dz} < 0$  است.

حال الگوی تجارت را برای دو کشوری که سطح درآمد متفاوتی دارند مورد بررسی قرار می دهیم. نسبت عرضه دو کشور با استفاده از عرضه نسبی  $(RS)$  به صورت زیر حاصل می شود.

$$\frac{X}{Y} = \left( \frac{K^b}{k^* b} \right) \left( \frac{I^*}{I} \right)^{\frac{\alpha}{(1-\alpha)}}$$

در اینجا  $\frac{X}{Y}$  عرضه نسبی داخلی و  $\frac{X^*}{Y^*}$  عرضه نسبی خارجی است. با فرض افزایش درآمد داخلی نسبت به درآمد خارجی خواهیم داشت:

کشورهای با درآمد پایین چنین ظرفیت بالایی دارند و کشورهای با سطح درآمد بالاتر سطح بالایی از کیفیت محیط زیست را تقاضا خواهند نمود. برای بررسی این موضوع مدل هکشر-اوهلین به صورت زیر بیان می شود:

$$X_{ij} = \alpha_i + B_{ir} E_{ir} + B_{ir} E_{ir} + \dots + B_{ik} E_{ik} + \delta_i R_j + U_{ij}$$

$X_{ij}$  خالص صادرات کشور  $i$  به کشور  $j$  آ.

$E_{jk}$  موجودی کشور  $j$  از عامل  $k$  آ.

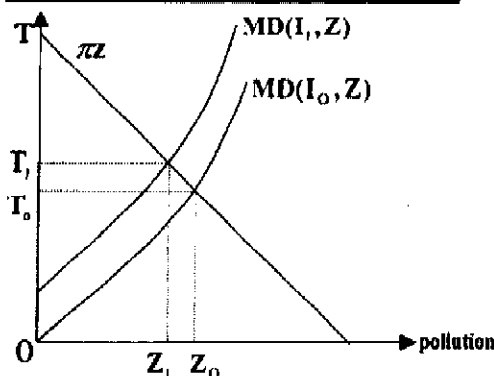
$R_j$  قوانین زیست محیطی در کشور  $j$  آ.

$U_{ij}$  جمله اخلاص

اگر مدل فوق به صورت مقطعی برای کشورها مورد برآزش قرار گیرد اثر قوانین زیست محیطی روی تجارت به وسیله علامت  $\delta_i$  مشخص می شود. جیمز توبی در سال ۱۹۹۰ با استفاده از آمارهای ۲۳ کشور صنعتی و در حال توسعه، خالص صادرات پنج صنعت آلوده ساز را با استفاده از ۱۱ ترکیب مختلف موجودی منابع مورد آزمون قرار داد و آنگاه به بر آورد پارامتر  $\delta_i$  پرداخت. او متوجه شد که کشورهایی که قوانین زیست محیطی ضعیفی دارند  $\delta_i$  برای آنها منفی، و صنایع آنها با مزیت هزینه مواجه است و کالاهای آلوده ساز را تولید و صادر می نمایند برعکس، کشورهای با قوانین زیست محیطی قوی محصولات صنایع کثیف را وارد خواهند نمود.

پس بسته به قوانین زیست محیطی هر کشور، صنایع آلوده ساز بین کشورها جریان پیدا می کند. برای نمونه در قاره آمریکا کشورهای کانادا و آمریکا صنایع آلوده ساز خود را به کشوری همچون مکزیک که قوانین زیست محیطی ضعیفی دارند منتقل می سازند.

## نمودار ۵



$$\text{if } I = I_0 \Rightarrow \alpha p(k/z)^{1-\alpha} = \mu z^{\alpha-1} I_0$$

$$\text{if } I = I_1 \Rightarrow \alpha p(k/z)^{1-\alpha} = \mu z^{\alpha-1} I_1$$

○ رفتار ناهماهنگ اشاره به وضعی دارد که در آن هر کشور بهترین شرایط را برای خود برمی گزیند بی اینکه به نتیجه آن برای کشورهای دیگر توجهی داشته باشد.



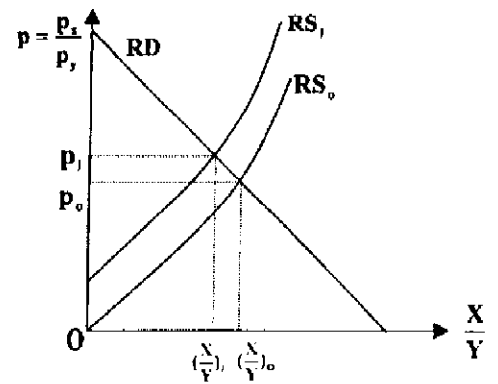
آلودگی به کشور دیگر جریان می‌یابد. چون کالا در کشور دیگر مصرف می‌شود کشور واردکننده می‌تواند تعرفه‌ای بر واردات وضع نماید.

### استفاده از تعرفه

در ابتدا يك وضعیت خیلی ساده را با وجود دو کشور بررسی می‌کنیم. يك کشور، صنعتی دارد که کالایی را که آلوده‌ساز است تولید و به کشور دیگر صادر می‌کند. بدبختانه صنایع آلودگی‌هایی ایجاد می‌کنند که تماماً به کشور دیگر یا همان کشور قربانی صادر می‌شود (برای مثال چون کارخانه در مرز قرار گرفته است و تمام آلودگی به داخل کشور قربانی جریان می‌یابد). به منظور از بین بردن مشکل آلودگی، کشور قربانی بر واردات آن کالا تعرفه وضع می‌کند که میزان تعرفه برابر با کل خسارت آلودگی تقسیم بر مقدار کالاهای وارد شده است. ممکن است درآمد تعرفه که به وسیله کشور قربانی جمع‌آوری می‌شود دقیقاً برابر با میزان خسارتی باشد که توسط کشور آلوده‌ساز به وی وارد می‌شود. آیا این روش کار است؟ پاسخ منفی است مگر در يك سلسله موارد خاص که کل کالاهای تولیدی به کشور قربانی صادر شود و خسارت نهایی برابر با متوسط خسارت از آلودگی باشد. در این حال، وضع تعرفه می‌تواند روش کارآمدی باشد. در این حالت کشور قربانی کنترل کاملی روی تولیدکننده کالا دارد و چون کشور قربانی يك انحصارگر است در غیاب آلودگی نیز می‌تواند تعرفه مالیاتی وضع نماید. در نتیجه، کنترل کارای آلودگی کار مشکلی است.

يك مثال ساده را مورد بررسی قرار می‌دهیم. فرض کنید خسارت متوسط و نهایی از آلودگی با هم برابر و آلودگی نیز به صورت مستقیم در ارتباط با مقدار تولید باشد (متناسب با تولید کالا تولید شود). کاهش آلودگی اغلب با کاهش محصول تولیدی امکان‌پذیر است یعنی فرض می‌شود تغییر تکنولوژی به منظور کاهش آلودگی رخ نمی‌دهد. همچنین فرض می‌کنیم کالا در کشور تولیدکننده آلودگی نیز، به همان میزان کشور قربانی مصرف می‌شود. سرانجام فرض می‌کنیم کشور قربانی از قدرت انحصاری خود برای وضع تعرفه استفاده کند و آلودگی يك پیامد خارجی باشد. نمودار ۷ این وضعیت را در دو بازار آلوده‌کننده و بازار قربانی

## نمودار ۶



از آنجا که عرضه نسبی X در کشور با درآمد بالاتر کوچکتر است پس در کشور با درآمد بالا عرضه نسبی به وسیله منحنی RSI در نمودار ۶ نشان داده شده است. دلیل این امر ظرفیت تولیدی پایین در کشور با درآمد بالاتر است. محیط زیست عامل کمیاب نسبی محسوب شده است و بدین خاطر قیمت‌های مجوز آلودگی، بالاتر از کشورهای با درآمد پایتتر است. نتیجتاً کشور با درآمد بالاتر مزیت نسبی در تولید کالای تمیز دارد و کشور خارجی مزیت نسبی در تولید کالای کثیف. اگر کشورها به تجارت بپردازند قیمت نسبی X در خارج افزایش پیدا خواهد کرد و آلودگی در کشور خارجی بیشتر خواهد شد. به عبارت دیگر، قیمت نسبی X در کشور تولیدکننده کاهش خواهد یافت و از آنجا آلودگی در کشور مزبور کاهش پیدا خواهد نمود. بنابراین تجارت ما را به تغییر انتشار آلودگی جهانی هدایت می‌کند و برخی فعالیت‌های آلودگی‌زا را از کشور ثروتمند به کشور فقیر منتقل می‌سازد. پس تجارت، آلودگی را در کشورهای فقیر افزایش و در کشورهای غنی کاهش می‌دهد.

در بالا اثر سیاست زیست‌محیطی (ترخ مالیات بر آلودگی) روی سطح آلودگی و تجارت میان کشورهای ثروتمند و فقیر مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه بحث می‌خواهیم اثر سیاست تجاری (مانند ترخ تعرفه) را روی سطح آلودگی و تجارت مورد بحث و بررسی قرار دهیم.

در سناریوی دوم آلودگی بین دو کشور جریان دارد ولی دو کشور مبادلات تجاری یا یکدیگر دارند و کالاهای آلوده‌ساز در کشوری تولید می‌شود و

○ رفتار هماهنگ با انتخاب سطح آلودگی در دو کشور بطور مشترک که جمع مطلوبیت دو کشور را بیشینه سازد حاصل می‌شود.

نمایش می دهد.

نمودار ۷ هزینه نهایی خصوصی تولید کالا و تقاضای کالا در هر دو کشور را نشان می دهد. سیاست اولین-بهترین انتشار آلودگی، وضع مالیات پیگویی به اندازه  $t^*$  روی کل تولیدات است که برابر با خسارت نهایی ناشی از آلودگی است. این امر هزینه نهایی تولید در هر دو بازار را افزایش می دهد (همچنان که در نمودار نشان داده شده است). فقط برای مصرف کنندگان قیمت (ارزش) نهایی کالا افزایش می یابد که شامل هزینه نهایی خصوصی (MC private) به علاوه خسارت نهایی آلودگی ( $t^*$ ) کالایی خواهد بود که مصرف می کنند. فروش کالاها به اندازه  $q^*v, q^*v$  در دو کشور خواهد بود و این سطح تولید کارآمد است. حال فرض می کنیم که وضعیت اولین-بهترین پیامد خارجی محلی از اعراب نداشته باشد. در مقابل، هیچگونه حق آلودگی بوسیله کشور آلوده کننده وجود ندارد و این امر اورا به تولید سطح  $q_p$  راهنمایی می کند. کشور قربانی به هر واحد از کالای وارداتی به اندازه  $t^+$  مالیات می بندد که کل درآمد مالیاتی ( $t^+(q_p+q_v^+)$ ) برابر با کل خسارت یعنی  $t^+(q_p+q_v^+)$  می باشد که در شکل نشان داده شده است.

چرا این روش نسبت به روش پیامد خارجی روش کارآمدی نیست؟ به عبارت دیگر، چرا بهینه پار تویی را نشان نمی دهد. یکی از دلایل این امر آن است که مصرف کنندگانی در کشور قربانی وجود دارند، کسانی که از مصرف کالاها توسط آنها جلوگیری می شود اما برای آنان ارزش کالا از ارزش کالا برای مصرف کنندگان در کشور آلوده کننده بیشتر شده است. زیرا مصرف کننده به اندازه نقطه A در بازار کشور آلوده کننده کالا مصرف خواهد نمود (چون

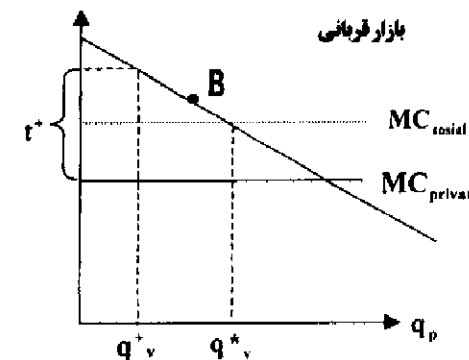
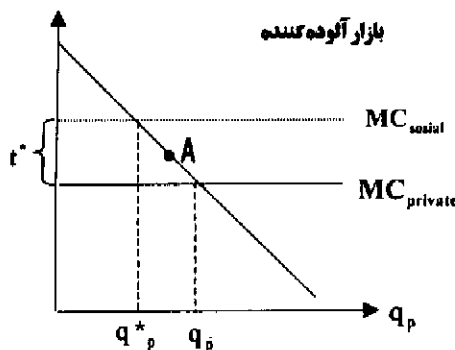
برای آنان قیمت پایین تر است) در صورتی که در کشور قربانی مصرف کنندگان به اندازه نقطه B کالا مصرف نخواهند کرد. هنوز ارزش نهایی کالا برای کشور قربانی (B) بیشتر از ارزش نهایی کالا برای کشور آلوده ساز (A) است. در حقیقت با وضع مالیات پیگویی مصرف کنندگان در وضعیت (A) کالایی را مصرف خواهند کرد چون ارزش مصرفی کوچکتر از هزینه نهایی اجتماعی تولید کالا می شود. پس می توان بحث بهینه پار تویی را با توجه به تعداد مصرف کنندگان مطرح نمود. با توجه به نمودار ۷ مقدار تولید کارآمد (که مستقیماً متناسب با مقدار آلودگی است)  $q_p^*+q_v^*$  است اما مقداری که با توجه به سطح تعرفه فرایج تولید می شود برابر با  $q_p+q_v^+$  است. این دو مقدار متفاوت باهمدیگر است. کارایی در ایجاد آلودگی و اقماعاً نیاز به این دارد که کل مصرف کنندگان کالای کشیف به هزینه کل اجتماعی شان توجه داشته باشند. این يك مسأله اساسی در ارتباط با تعرفه فرایج است. مشکل زمانی به وجود می آید که بیشتر از دو کشور وجود داشته باشد. اگر تعداد بیشتری کشور مصرف کننده وجود داشته باشد هر کشوری تعرفه ای با توجه به خسارت وارد به کشور خودش وضع می نماید و به خسارت وارد بر کشور دیگر توجهی ندارد. بنابراین ناهمبندی یا ناهماهنگی برای رفتن به سمت کارایی وجود دارد. خلاصه اینکه تعرفه فرایج می تواند مستقیماً به مشکل آلودگی بین کشوری کمک نماید اما نمی تواند بطور هماهنگ بر کل مشکل غلبه نماید.

سومین سناریو مربوط به گروهی از کشورهاست که مسأله آلودگی عمومی دارند و هر کشور مقداری آلودگی تولید می کند و خسارتی از میزان کل آلودگی متحمل می شود مانند گرم شدن کره زمین. اگر تولید

### ○ بسته به قوانین زیست

محیطی هر کشور، صنایع آلوده ساز بین کشورها جریان پیدامی کند. برای نمونه در قاره آمریکا کشورهای کانادا و آمریکا صنایع آلوده ساز خود را به کشوری چون مکزیک که قوانین زیست محیطی ضعیفی دارد منتقل می سازند.

### نمودار ۷



کالای A برای ساکنان سایر کشورها نیز آلودگی ایجاد نماید آنگاه می توان نشان داد که آلودگی جهانی با اتخاذ رفتار هماهنگ و بیشینه کردن جمع مطلوبیت کشورها کمتر از زمانی است که کشورها رفتار ناهماهنگ در پیش می گیرند.

پس رفتار هماهنگ منجر به کارایی داخلی و جهانی می شود و می توان نشان داد که با اتخاذ سیاست مناسب می توان به کارایی در اقتصاد داخلی و در سطح جهان دست یافت و اگر رفتار ناهماهنگ باشد نا کارایی حتی در داخل ایجاد می شود.

هول در مقاله خود تحت عنوان «نا کارایی داخلی به دلیل ناهماهنگی در سیاستهای زیست محیطی» با استفاده از مدل ساده زیر به بررسی این موضوع پرداخته است. در این مدل ساده او فرض می کند که N کشور وجود دارد و  $S = (S_1, \dots, S_N)$  کالایین کشورها مبادله می شود. هر کشور  $K$  ابزار سیاست گذاری دارد که با آن می تواند آلودگیهایش را تغییر دهد. او از اندیسه های زیرین برای کشورها و از اندیسه های بالا برای کالاها و ابزارهای سیاست گذاری استفاده می کند. علامات به کار رفته به صورت زیر خواهد بود: بر دار سیاست گذاری کشور  $Z = (Z_1, \dots, Z_N)$  نشان داده شده است و بر دار کل سیاستها  $S = (S_1, \dots, S_N)$  بر دار قیمت کالاها می باشد.  $P = (P_1, \dots, P_N)$  نشان داده شده و آلودگیهای کشور  $E = (E_1, \dots, E_N)$  نشان داده شده و مجموع آلودگیها بر  $E = (\sum_j e_j)$  است. سطح رفاه کشور  $U$  به وسیله  $U$  نشان داده می شود.

مدل وی در معادلات زیر خلاصه می شود:

$$\begin{aligned} (1) \quad & U_j = U_j(S_j, P(S), E) \\ (2) \quad & e_j = e_j(S_j, P(S)) \\ (3) \quad & E = \sum_j e_j(S_j, P(S)) = E(S, P(S)) \end{aligned}$$

معادله (1) معادله فرم کاهش یافته است و نشان می دهد که حتی وقتی کل بازارهای جهانی و مجموع آلودگیها ثابت در نظر گرفته شده باشد سیاست انتخابی کشورها اثر مستقیمی بر سطح رفاه کشور دارد. سطح رفاه هر کشور همچنین به قیمت کالاها می مبادله شده جهانی بستگی دارد که خود تابعی از سیاستهای انتخابی به وسیله کلیه کشورهاست.

با توجه به معادله (2) آلودگیهای ناشی از هر کشور هم به سیاستهای انتخابی در کشور و قیمت کالاها می که در جهان مبادله می شود بستگی دارد. سرانجام

سطح رفاه هر کشور در ارتباط با کیفیت زیست محیطی یا مجموع آلودگیهاست که به وسیله رابطه (3) بیان شده است. توجه داشته باشید که انتشار آلودگی از کشور زیستگویی به سیاستهای انتخابی خود کشور و قیمت کالاها می مبادله شده جهانی دارد. این فرض روشن و قاطعی در مدل است که در بقیه مدلها چندان مورد توجه قرار نمی گیرد. استفاده از سوختهای فسیلی و بنابراین انتشار کربن، بستگی به قیمت جهانی سوختها و قیمت جهانی کالاها انرژی بر دارد. اگر قیمت کالاها انرژی بر بالا باشد، تولید کالاها انرژی بر افزایش می یابد. این امر استفاده کشورها از انرژی را افزایش و این نیز خود، انتشار کربن را افزایش خواهد داد. سیاست انتخابی برخی کشورها نیز بر قیمت بین المللی اثر می گذارد که اثراتش می تواند به صورت زیر باشد. اگر یک کشور تقاضایش را برای سوختهای فسیلی به وسیله مالیات بر کربن کاهش دهد، قیمت های سوخت در سطح جهانی کاهش پیدا خواهد کرد. این کاهش قیمت سوخت منجر به افزایش تقاضای سایر کشورها و بنابراین آلودگی های دی اکسید کربن خواهد شد. دومین مکانیزم انتشار کربن ناشی از قیمت های کالاها قابل مبادله انرژی بر است. اگر استفاده از سوختهای فسیلی از طریق مالیات بر کربن در بخش تولید کالاها کاهش یابد، تولید کالاها قابل مبادله انرژی بر در کشورهایی که مالیات بر کربن وضع نموده اند کاهش خواهد یافت. در نتیجه، این امر منجر به کاهش آلودگی دی اکسید کربن در این کشورها می شود. به هر حال، کاهش عرضه کالاها قابل مبادله انرژی بر در این کشور باعث افزایش قیمت جهانی اینگونه کالاها می گردد. بنابراین عرضه اینگونه کالاها و آلودگی های ناشی از آن در سایر کشورها افزایش خواهد یافت. هول پس از بیان مدل به بررسی اثرات رفتار هماهنگ و ناهماهنگ کشورها بر آلودگی می پردازد و نتیجه می گیرد که در داخل کشور زمانی سیاست زیست محیطی کار است که این سیاست برای بخشهای مختلف اقتصادی برای نمونه، بین بخش کشاورزی و صنعتی پایین مصرف کنندگان و تولید کنندگان یکسان باشد. در نهایت، هول این موضوع را به کل جهان تعمیم می دهد و می گوید اتخاذ سیاست یکسان در تمامی کشورها برای کنترل آلودگی می تواند سیاست کار آمدی باشد

تجارت، مابا به تغییر  
انتشار آلودگی جهانی  
هدایت می کند و برخی  
فعالیت های آلودگی را از  
کشور ثروتمند به کشور فقیر  
منتقل می کند.

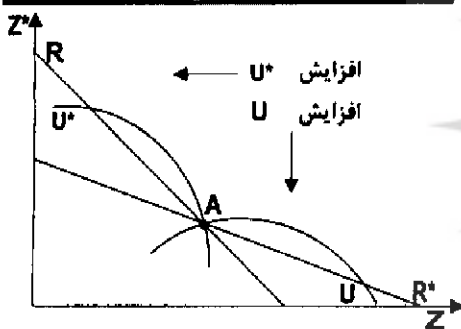


توجه کنید که سطح آلودگی هر کشور به کل آلودگی موجود بستگی دارد پس می‌توانیم توابع عکس‌العمل را داشته باشیم.

افزایش آلودگی خارجی، منحنی خسارت نهایی برای کشور داخلی (MD) را به سمت بالا منتقل می‌سازد و این منجر به عکس‌العمل در کشور داخلی می‌گردد. از آنجا که آلودگی کشور داخلی و خارجی جایگزین استراتژیک هستند منحنیهای واکنش شیب منفی خواهند داشت.

تعادل نش در سطوح آلودگی در نقطه A در نمودار ۹ نشان داده شده است. منحنی بی تفاوتی آلودگی برای هر کشور از این نقطه گذشته است و همچنان انتظار می‌رود تعادل ناهماهنگ ناکارا باشد چون هر کشور از اثرات آلودگی بر سایر کشورها چشم‌پوشی می‌کند. هر دو کشور می‌توانند با هماهنگی آلودگی جهانی را کاهش دهند.

نمودار ۹



در زمینه اثرات تجارت بر آلودگی محیط زیست مطالعات تجربی نیز صورت پذیرفته است. مطالعه‌ای توسط آنتویلر، تیلور و کابلند در سال ۲۰۰۱ صورت گرفته است. مطالعه دیگری توسط لاکالا در سال ۲۰۰۱ صورت گرفته البته در این مطالعه نتایج با مقاله قبلی مورد مقایسه نیز قرار گرفته است.

مزیت عمده مقاله این است که از ۲۵۵۶ داده برای ۸۶ کشور جهان استفاده کرده است. متغیر وابسته در این مقاله انتشارات دی‌اکسید گوگرد کشورهاست و از متغیرهای مستقل گوناگون برای بررسی این موضوع عیب‌ساز بیان مبانی تئوریک استفاده شده است.

کشش شدت تجاری کل کشورها مثبت است ولی این کشش برای کشورهای توسعه یافته منفی و برای کشورهای در حال توسعه مثبت است یعنی شدت تجاری کشورهای در حال توسعه باعث آلودگی می‌گردد.

و آلودگی را کنترل نماید. ولی این امر امکان‌پذیر نیست مگر با اتخاذ رفتار هماهنگ به وسیله کلیه کشورها که این خود نیازمند توافقات در زمینه محیط زیست است.

اکنون آلودگی جهانی را مورد بررسی قرار می‌دهیم. تحت چنین شرایطی کشورها تحت تأثیر آلودگی خارجی هستند و مستقیماً از آنها تأثیر می‌پذیرند. در این قسمت از مدل کابلند و تیلور که در سال ۱۹۹۵ مطرح شده است استفاده می‌کنیم. فرض کنید کشور داخلی کشور غنی و کشور خارجی کشور فقیر باشد. تابع مطلوبیت W برای هر کشور بستگی به سطح آلودگی داخلی و خارجی دارد. کابلند و تیلور فرض می‌کنند که اثر آلودگی روی کیفیت محیط زیست جهانی بستگی به مکان انتشار آلودگی ندارد.

$$W = \ln\left(\frac{I}{p^B}\right) - \frac{\mu(Z + Z^*)^\gamma}{\gamma}$$

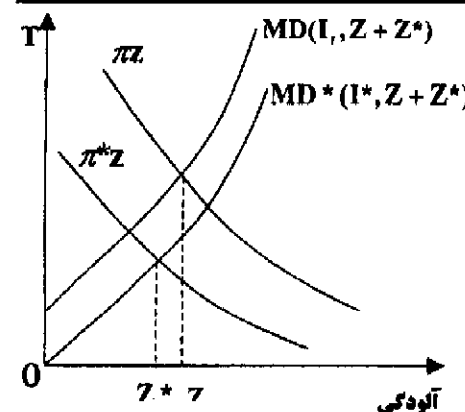
ابتدا فرض می‌کنیم تجارت بین کشورها وجود ندارد ولی کشورها به دلیل جریان آلودگی ارتباط درونی یا هم دارند. شرط بهینه انتخاب آلودگی در کشور داخلی و خارجی به صورت زیر خواهد بود.

$$\pi_Z = \mu(Z + Z^*)^{\gamma-1} I = MD(I, Z + Z^*)$$

$$\pi_Z^* = \mu(Z + Z^*)^{\gamma-1} I^* = MD(I^*, Z + Z^*)$$

شرط فوق را می‌توان با نمودار ۸ نشان داد. توجه کنید که همانند آلودگی منطقه‌ای، قیمت سایه حق انتشار در کشور داخلی بیشتر از کشور خارجی است ولی ممکن است سطح آلودگی بیشتر یا کمتر باشد که این امر بستگی به عامل درآمد یا موجودی کشورها دارد.

نمودار ۸



○ اتخاذ سیاست‌های یکسان در همه کشورها برای کنترل آلودگی می‌تواند سیاست کارآمدی باشد و آلودگی را کنترل نماید. اما این امر امکان‌پذیر نیست مگر با رفتارهای هماهنگ همه کشورها که این خود نیازمند توافقات بین‌المللی زیست محیطی است.

می‌سازد. کشورهای دارای قوانین زیست‌محیطی ضعیف، به دلیل دارا بودن مزیت نسبی در تولید کالاهای کثیف به تولید اینگونه کالاها، و کشورهای با قوانین زیست‌محیطی قوی به تولید کالاهای تمیز خواهند پرداخت و آنها را با یکدیگر مبادله خواهند کرد. نتیجه دیگر اینکه ایجاد آلودگی همراه با تولید کالا است چرا که در تولید کالاها از عاملی مانند سرباره استفاده می‌شود که این عامل آلودگی ایجاد می‌نماید. همچنین متوجه شدیم که قوانین زیست‌محیطی تا حدودی منجر به کاهش آلودگی محیط زیست می‌شود از سویی دیدیم که رفتار هماهنگ ماریه سطح کار آمد تولید آلودگی رهنمون می‌سازد. پس بایستی کشورها تلاش کنند در اقدامی هماهنگ با توجه به پیمانهای منطقه‌ای و جهانی به وضع قوانین زیست‌محیطی بپردازند و آنها را اجرا نمایند تا شاهد کاهش آلودگی در جهان و رفع معضلات گوناگون آن باشیم.

### منابع و مأخذ:

1. Roger Priman, Yue Ma, James Megilray, Michael Common, *Natural Resource & Environmental Economics*, second edition, England, 1999.
2. W. Antwiler, B.R. Copeland, M.S. Taylor (2001), "Is Free Trade Good for the Environment" *American Economic Review*, 91 (4), 877-908.
3. Michad Hoel, "Domestic Inefficiencies Caused by Trans-boundary Pollution Problems when there is no International Coordination of Environmental Policies", *Memorandum*, No. 17, 2001.
4. Aie - Rie Lee, James A. Norris, "Attitudes Toward Environmental Issues in East Europe", *International Journal of Public Opinion Research*, Vol. 12 No. 2.
5. Michael Heol, *International Trade and the Environment: How to end the Carbon Leakge*; January 7. 2000, Email: michael. Hoel @ econ.uio.no.
6. Brian R. Copeland, "Trade and Environment: Policy Linkages; Environment and Development", *Economics* 5 (2000), pp. 405-432.
7. Tero Lakkala, "The Effect of Trade on the Environment: Empirical Evidence from Sulfur Emissions", November 28, 2001, Email: tela @ iki.fi.
8. Charles D. Kolstad, *Environmental Economic*, Oxford University Press, 2000.

علامت متغیر مجازی کمونیستی مثبت است یعنی کشورهای کمونیست باعث آلودگی جهانی یا انتشار دی‌اکسید گوگرد می‌شوند که دلیل این امر می‌تواند در آمد پایین آنها و کم بودن تقاضای آنها برای کیفیت محیط زیست پائین بودن تکنولوژی تولید و ضعف در قوانین محیط زیستی باشد.

متغیر دامی هلسینکی علامت منفی دار یعنی پیمان هلسینکی که برای محدود ساختن بارانهای اسیدی و آلودگی، امضا شده است باعث کاهش آلودگی شده و این پیمان تا حدودی در کاهش آلودگی موفق بوده است.

متغیر روند نیز علامت منفی به خود گرفته است. هر چند که این بار امر خیلی کوچک است ولی این امر رشد تکنولوژی و رشد دانش در مورد اثرات منفی روی دی‌اکسید گوگرد در انسان می‌دهد.

علامت متغیر ذخیره گازی منفی است. چون گاز جانشینی نزدیک برای سایر منابع سوختی است و چون آلودگی آن کمتر است پس اگر ذخیره گاز کشور بیشتر باشد استفاده از این منبع به جای سایر منابع باعث کاهش دی‌اکسید گوگرد می‌شود.

علامت قیمت نفت به عنوان متغیر مستقل مثبت است زیرا در صورت بالا بودن قیمت نفت کشورهای دیگر مانند زغال سنگ استفاده می‌نمایند که آلودگی بیشتری ایجاد می‌کند و افزایش قیمت نفت باعث افزایش دی‌اکسید گوگرد می‌شود.

علامت متغیرهای درجه حرارت و بارندگی منفی است زیرا با بالا بودن درجه حرارت مصرف سوخت در کشورها کاهش می‌یابد. همچنین بارندگی زیاد باعث تمیز شدن هوا و کاهش آلودگی می‌شود.

علامت نسبت K به L برای کلیه کشورهای مثبت است. و این نشانگر این است که استفاده از K همراه با آلودگی برای کشورهاست.

### خلاصه و نتیجه گیری

با توجه به مطالعات صورت گرفته در کشورهای مختلف در ارتباط با آلودگی محیط زیست و تجارت بین الملل روشن می‌شود که رابطه متقابل و ارتباط تنگاتنگی بین تجارت و آلودگی محیط زیست وجود دارد بدین صورت که تجارت بر آلودگی محیط زیست اثر می‌گذارد و قوانین زیست‌محیطی وضع شده در کشورهای گوناگون، تجارت و ترکیب کالاهای تولیدی مبادله شده میان کشورهای مشخص

○ هم تجارت بر آلودگی محیط زیست اثر می‌گذارد و هم قوانین زیست محیطی وضع شده در کشورهای گوناگون، تجارت و ترکیب کالاهای تولیدی مبادله شده میان کشورهای مشخص می‌سازد.