



The Role of Emission and Pollution Vulnerability Asymmetries in Pollution Reduction Policies: Study of Tax and Environmental Standard Policies

Mehdi Fadaee * Assistant professor, Department of Economics, Institute for Management and Planning Studies, Tehran, Iran

Sama Azari  M.Sc. in Socio-economic systems engineering, Institute for Management and Planning Studies, Tehran, Iran

Abstract

Finding economic and policy-making tools to protect the environment in the presence of increasing trade competition among countries has always been a regional and international concern in recent decades. In this study, we first introduce, review and investigate the relevant environmental policies in the existing environmental economic literature. Then, in the framework of a non-cooperative static game model, we focus on market-based policies and command and control regulations as pollution abatement policies, and examine which of the two emission tax and emission standard policies from the private, social and environmental points of view has a better performance in the presence of pollution production asymmetries or asymmetry of the vulnerability of countries to pollution. The results show that both competitive environmental taxation and the emission standards, in the stated asymmetric conditions, can reduce pollution emissions and increase social welfare. But a comparison of the two policies shows that the tax policy, which is an interventionist policy in the market, has less positive effects on welfare and the environment than the standard regulations. Even firms often prefer to operate under a standard pollution policy rather than a tax policy, unless their emissions are lower than those of their competitor.

Keywords: Environmental Policy, Pollution Tax, Command and Control Regulations, Emission Standards, Environmental Asymmetry.

JEL Classification: Q55 L13 .C72.

* Corresponding Author: m.fadaee@imps.ac.ir



نقش عدم تقارن انتشار و آسیب پذیری آلودگی بر سیاست‌های کاهش آلودگی: مطالعه سیاست‌های مالیات و استاندارد زیست محیطی

مهدی فدائی * ID

استادیار، گروه اقتصاد، موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی، تهران، ایران

سما آذری ID

کارشناس ارشد مهندسی سیستم‌های اقتصادی اجتماعی، موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی، تهران، ایران

چکیده

انتخاب و گزینش ابزارهای اقتصادی و سیاست گذاری به منظور حفاظت از محیط زیست در شرایط رقابت روزافزون تجاری میان کشورها، همواره دغدغه‌ای منطقه‌ای و بین‌المللی در دهه‌های اخیر بوده است. در این مطالعه، ضمن معرفی، مرور و بررسی سیاست‌های زیست محیطی مربوطه در ادبیات اقتصادی موجود در چارچوب یک مدل بازی ایستای غیرهمکارانه بر دو سیاست مبتنی بر بازار و مقررات فرمان و کنترل متمرکز شده و بررسی می‌کنیم که کدام یک از دو سیاست مالیات بر انتشار آلودگی و وضع استاندارد انتشار آلودگی از دیدگاه خصوصی، اجتماعی و زیست محیطی در حضور وجود عدم تقارن آلاینده‌ها و آسیب‌پذیری کشورها از آلودگی، عملکرد بهتری دارد. نتایج نشان می‌دهند که هر دو سیاست وضع مالیات رقابتی زیست محیطی و وضع مقررات استاندارد انتشار آلودگی -در شرایط نامتقارنی‌های بیان شده- می‌تواند منجر به کاهش انتشار آلودگی و افزایش رفاه اجتماعی شود. مقایسه این دو سیاست بیان می‌کند که سیاست وضع مالیات که سیاستی مداخله‌گرانه در بازار محسوب می‌شود، نسبت به مقررات استاندارد انتشار اثرات مثبت رفاهی و زیست محیطی کمتری دارد. حتی بنگاه‌ها نیز در اغلب مواقع ترجیح می‌دهند تحت سیاست استاندارد آلودگی فعالیت کنند تا سیاست وضع مالیات، مگر زمانی که ضریب انتشار آلودگی‌شان به اندازه کافی از بنگاه رقیب کمتر باشد.

کلیدواژه‌ها: سیاست گذاری محیط زیست، مالیات آلودگی، مقررات فرمان و کنترل، استاندارد انتشار، عدم تقارن زیست محیطی.

طبقه‌بندی JEL: Q55، L13، C72.

۱- مقدمه

مصائب محیط‌زیستی امروزه تبدیل به یک دغدغه مشترک برای تمام کشورها شده که منجر به وضع مجموعه‌ای از مقررات بین‌المللی زیست‌محیطی و همکاری‌های بین‌دولت‌ها در این زمینه شده است. در حقیقت، پیشرفت اقتصادی و توسعه تولید باعث ایجاد آلودگی می‌شوند که گاه خسارات جبران‌ناپذیری به سلامت انسان و محیط‌زیست وارد می‌کنند. پیامد این آلودگی‌ها و خسارات، کاهش رفاه و در نتیجه کاهش رضایتمندی جامعه است. بنابراین، دولت‌ها و سیاست‌گذاران به دنبال سیاست‌ها و راهکارهایی به منظور کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و تبعات رفاهی آن هستند.

با توجه به طیف گسترده مشکلات زیست‌محیطی، حفاظت از محیط‌زیست تبدیل به چالشی شده است که اغلب سیاست‌واحدی برای آن وجود ندارد و انتخاب مناسب قوانین و مقررات زیست‌محیطی اهمیت زیادی در حفاظت از محیط‌زیست و تضمین اجرایی شدن آن دارد. در این بین، محققان این حوزه همواره درصدد یافتن، معرفی و نهادینه کردن ابزارها و سیاست‌هایی جهت کنترل و برقراری تعادل میان مشکلات محیط‌زیستی و رشد اقتصادی بوده‌اند. هدف اصلی نهادینه کردن این ابزارها و سیاست‌های زیست‌محیطی، بالا بردن آگاهی تصمیم‌گیران اقتصادی در سطح کشورها است تا بتوانند ملاحظات محیط‌زیستی را با به کارگیری سیاست مناسب اقتصادی در برنامه‌ریزی‌های کلان و بین‌المللی ادغام کنند. سازوکارها و انگیزه‌های اقتصادی نیز نقشی مهم در شکل‌گیری رویکرد تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران داشته و تاثیر غیرقابل‌انکاری در اثربخشی این تصمیم‌ها و مقررات خواهند داشت. در این مطالعه، با توجه به این موارد، ضمن معرفی مرور و بررسی سیاست‌های زیست‌محیطی مربوطه در ادبیات اقتصادی موجود بر دو سیاست مبتنی بر بازار^۱ و مقررات فرمان و کنترل^۲ متمرکز شده و بررسی می‌کنیم که کدام یک از دو سیاست استاندارد انتشار^۳ آلودگی و مالیات بر انتشار آلودگی^۴ از دیدگاه خصوصی و اجتماعی و زیست‌محیطی عملکرد بهتری دارد.

1- Market-based Environmental Policy

2- Command-and-Control Regulations

3- Emission Standard

4- Emission Tax

۲- پیشینه پژوهش

مطالعات گوناگونی در زمینه آثار اقتصادی و رفاهی سیاست‌های مرتبط با کنترل آلودگی و حفظ محیط‌زیست انجام شده است. محیط‌زیست یک کالای عمومی محسوب می‌شود و اقتصاددانان محیط‌زیست مطالعاتی را برای تعیین تاثیرات نظری یا تجربی سیاست‌های زیست‌محیطی بر اقتصاد انجام می‌دهند (هانلی و همکاران^۱، ۲۰۰۷). اقتصاد محیط‌زیست یک رشته تخصصی به نسبت جدید در اقتصاد است و بسیاری از نویسندگان تاریخچه موضوع (به عنوان مثال پیرس^۲، ۲۰۰۲) شروع آن در شکل فعلی را دهه ۱۹۶۰ و مقارن با اولین جنبش‌های عمومی سبز به ویژه در کشورهای غربی می‌دانند. البته اولین مطالعات مرتبط با این حوزه به دهه‌ها قبل بازمی‌گردد.

مارشال^۳ در ۱۸۹۰ روشی را برای تحلیل اقتصادی موارد ناشی از تخریب محیط‌زیست با ارائه مفهومی به نام صرفه‌های جانبی معرفی کرد. پیگو^۴ در سال ۱۹۲۰ مفهوم آثار خارجی^۵ که یکی از مباحث اصلی در اقتصاد محیط‌زیست است را مطرح کرد و پس از آن کپ^۶ در سال ۱۹۵۰ بحث آثار خارجی را مورد مطالعه قرار داد.

باتور^۷ در سال ۱۹۵۸ ادعا کرد که اثرات خارجی حاصل از شکست بازار^۸ است. در بررسی این ادعا، بامول و اوتس (۱۹۷۵)^۹ با در نظر گرفتن و تایید روش بوکانان و استابل‌بین^{۱۰} (۱۹۶۲) به این نتیجه می‌رسند که در واقع آثار خارجی باید بر اساس پیامد و اثر آن تعریف شود، نه مفهوم کلی ناتوانی و شکست بازار. نتیجه این ارتباط آثار خارجی و مسائل زیست‌محیطی، وضع مقرراتی برای کنترل و کاهش انتشار آلودگی و تبعات زیست‌محیطی توسط سیاست‌گذاران اقتصادی شد. در مقابل، برخی از اقتصاددانان مانند

1- Hanley N., Shogren J. F. & White B.

2- Pearce, D.

3- Marshall, A.

4- Pigou, A.C.

5- Externalities

6- Kap, E.

7- Bator, F.M.

8- Market Failure

9- Baumol, W.J. & Oates, W.E.

10- Buchanan, H. & Stubblebine, D.

رز^۱ (۱۹۸۳)، شمالنزی^۲ (۱۹۹۳) و والی و وایت^۳ (۱۹۹۴) و یافه و همکاران^۴ (۱۹۹۵) مقررات زیست محیطی را به عنوان فشاری بر هزینه بنگاه‌ها و کاهش دهنده سرعت بهره‌وری قلمداد می‌کردند؛ زیرا این مقررات منابع را از سرمایه‌گذاری‌های مولد و به سمت فعالیت‌های کنترل آلودگی منحرف می‌کنند.

آثار خارجی مرتبط با آلودگی در اغلب موارد محدود به یک کشور یا منطقه خاص نمی‌شود. به همین دلیل، مساله آلودگی برون‌مرزی مطرح می‌شود که موضوع بحث بسیاری از مجامع بین‌المللی قرار گرفته و رویکرد ضرورت وجود اقدامات بین‌المللی هماهنگ برای مقابله با این مشکل، به طور گسترده‌ای پذیرفته شده است. به عنوان مثال، در طول سه دهه گذشته، این بحث موضوع تعدادی از مجامع بین‌المللی نظیر ریودوژانیرو^۵ سال ۱۹۹۲، کیوتو^۶ سال ۱۹۹۸ و ژوهانسبورگ^۷ ۲۰۰۱ برای مذاکرات چندجانبه در اقدامات سیاسی هماهنگ بوده است. از این‌رو، در دهه‌های اخیر، دغدغه‌های زیست محیطی به سمت مذاکرات تجاری معطوف شده است.

بعضی از نویسندگان، مانند دلی و گودلند^۸ (۱۹۹۴) استدلال کرده‌اند که تجارت آزاد و سرمایه سیال برای محیط‌زیست زیان‌آور است. آزاکو^۹ (۱۹۷۹)، کوپلند^{۱۰} (۲۰۰۰) و کوپلند و تیلور^{۱۱} (۲۰۰۴) نیز روابط بین تجارت بین‌الملل و آلودگی و سیاست‌های زیست محیطی را تحلیل می‌کنند. گراسمن و کروگر^{۱۲} (۱۹۹۱) در پژوهشی نشان داده‌اند که تجارت ممکن است برای محیط‌زیست مفید باشد؛ زیرا با افزایش درآمد واقعی، کشورها می‌توانند برای سیاست‌های زیست محیطی بیشتر هزینه کنند. در

-
- 1- Rose, A.
 - 2- Schmalensee, R.
 - 3- Walley, N. & Whitehead, B.
 - 4- Jaffe, A.B. et al.
 - 5- Rio de Janeiro
 - 6- Kyoto
 - 7- Johannesburg
 - 8- Daly, H. & Goodl, R.
 - 9- Asako, K.
 - 10- Copel, B.R.
 - 11- Copel, B.R. & Taylor, S.
 - 12- Grossman, G.M. & Krueger, A.B.

واقع این نتیجه در راستای مطالعات کیم و همکاران^۱ (۲۰۱۸)، هائو و همکاران^۲ (۲۰۱۵)، لی و اوه^۳ (۲۰۱۵) و تقوایی و شیرازی^۴ (۲۰۱۴) است که بیان می کنند در سطوح بالاتر درآمدی، رشد اقتصادی ممکن است باعث کاهش آلودگی محیط زیست شود. هر چند، بنابر نتیجه المولعلی و همکاران^۵ (۲۰۱۵) و تقوایی و حاجیانی^۶ (۲۰۱۵) در ایران این گونه نبوده است.

در ارتباط با توافقات تجاری و سیاست های زیست محیطی بین المللی، ادرینگتون^۷ (۲۰۱۰) در مطالعه ای نتیجه گرفت مذاکرات تجاری باید شامل توافقاتی روی سیاست های زیست محیطی نیز باشد. اما، برت^۸ (۱۹۹۷)، کارارو^۹ (۱۹۹۹) و رویو و آلف^{۱۰} (۲۰۰۶) دریافتند که وقتی یک ائتلاف بزرگ شکل می گیرد، دستاوردهای مشارکت کنندگان در ائتلاف نسبت به عدم مشارکت اندک است. البته نحوه مدل سازی ارزیابی توافقات بین المللی زیست محیطی (IEA)^{۱۱} متفاوت است؛ در حالی که در مطالعه کارارو و سینیسکالو^{۱۲} (۱۹۹۳) همه بازیکنان سطح کاهش انتشار خود را به طور همزمان انتخاب می کنند در مطالعات برت (۱۹۹۴)، جیامانتودی و سارتزتاکیس^{۱۳} (۲۰۰۶ و ۲۰۱۸) و رویو و آلف (۲۰۰۶) ائتلا به عنوان یک رهبر استکلبرگ^{۱۴} عمل می کند. مک گینتی^{۱۵} (۲۰۰۷) بازی کاهش آلودگی برت (۱۹۹۴) برای کشورهای مقارن را به کشورهای نامتقارن گسترش داد. باتابیال^{۱۶} (۲۰۰۰) نیز در مطالعه خود حالتی از IEA را در نظر گرفت که اطلاعات کاملی در مورد بنگاه های آلاینده کشورهای شرکت کننده

-
- 1- Kim, Y. et al.
 - 2- Hao, Y. et al.
 - 3- Lee, S. & Oh, D.W.
 - 4- Taghvaei, V.M. & Shirazi, J.K.
 - 5- Al-mulali U.
 - 6- Taghvaei, V.M. & Hajiani, P.
 - 7- Ederington, J.
 - 8- Barrett, S.
 - 9- Carraro, C.
 - 10- Rubio, S.J. & Ulph, A.
 - 11- International Environmental Agreements
 - 12- Carraro, C. & Siniscalco, D.
 - 13- Diamantoudi, E. & Sartzetakis, E.S.
 - 14- The Stackelberg Leader
 - 15- McGinty, M.
 - 16- Batabyal, A.

در توافق وجود ندارد. همچنین برای موردی که امضاکنندگان توافق و سایر کشورها به طور همزمان سیاست‌های زیست‌محیطی خود را اتخاذ می‌کنند، اجرای همکاری برای کشورهای نامتقارن در مطالعاتی توسط کارارو و سینیسکالکو (۱۹۹۳) و پتراکیس و زپادیس^۱ (۱۹۹۶) بررسی شده است (بنشکرون و لانگ^۲، ۲۰۱۲).

کلستاد^۳ (۲۰۰۷) نقش عدم اطمینان و یادگیری در مورد هزینه‌ها و عواید محیط‌زیست را در نظر می‌گیرد و نشان می‌دهد عدم اطمینان سیستماتیک به خودی خود اندازه IEA را کاهش می‌دهد. یادگیری، بسته به پارامترهای مساله، تاثیر بیشتری در افزایش یا کاهش اندازه IEA دارد. یکی از مهم‌ترین مطالعات در این زمینه در چارچوب یک بازی استاتیک استاندارد توسط بنشکرون و ایلدیز^۴ (۲۰۱۱) صورت گرفته و اثر تجارت آزاد که سبب افزایش فعالیت‌های اقتصادی می‌شود را بر پایداری توافقنامه بین‌المللی زیست‌محیطی بررسی کرده است.

به منظور پاسخگویی به شرایطی که کشورها قصدی برای توافق بین‌المللی به منظور کاهش آلودگی فرامرزی^۵ ندارند، بخش دیگری از ادبیات اقتصاد محیط‌زیست در قالب بازی‌های غیرهمکارانه^۶ ایجاد و در حال گسترش است. مطالعات مارکوسن^۷ (۱۹۷۵)، کوپلند (۱۹۹۴ و ۱۹۹۶)، لودما و ووتون^۸ (۱۹۹۴)، بیگین و همکاران^۹ (۱۹۹۷) و هاتزی پانایوتو و همکاران^{۱۰} (۲۰۰۲ و ۲۰۰۵) بخشی از آنها هستند.

هول^{۱۱} (۱۹۹۱) توسط یک مدل بازی استاتیک به بررسی سیاست کشورها در جهت کاهش آلودگی می‌پردازد و نشان می‌دهد کاهش آلودگی یک طرفه یک کشور کمی به معضلات زیست‌محیطی نکرده و حتی می‌تواند منجر به افزایش آلودگی کل شود و

1- Petrakis, E. & Xepapadeas, A.

2- Benckroun, H. & Long, N.V.

3- Kolstad, C.D.

4- Benckroun, H. & Yildiz, H.M.

5- Transboundary Pollution

6- Non-cooperative Games

7- Markusen, J.R.

8- Ludema, R.D. & Wooton, I.

9- Beghin, J., et al.

10- Hatzipanayotou, P., et al.

11- Hoel, M.

رفاه را کاهش دهد. داکتر ولانگ^۱ (۱۹۹۳) نیز با استفاده از یک بازی پویا و بین دو کشور، سیاست‌های کنترل آلودگی را تحلیل می‌کند.

روبیو و کازینو^۲ (۲۰۰۲) دامنه نتیجه‌گیری داکتر و لانگ (۱۹۹۳) را در مورد کارایی تعادل‌های بازی پویای غیرهمکارانه کنترل بین‌المللی آلودگی ارزیابی کردند. لیست و میسون^۳ (۲۰۰۱) هم با در نظر گرفتن بازیگران نامتقارن و استراتژی بهترین دومین^۴، سعی در پاسخ به این سوال دارند که آیا مقررات زیست‌محیطی برای آلاینده‌های فرامرزی باید به صورت محلی باشد یا مرکزی. هاتزی پانایوتو و همکاران (۲۰۰۲ و ۲۰۰۴) نیز یک مدل تعادل عمومی تجارت بین‌المللی برای دو اقتصاد کوچک باز را بررسی کردند و بنشکرون و مارتین هران^۵ (۲۰۱۲) تاثیر آینده‌نگری در یک بازی آلودگی فرامرزی را مطالعه کرده‌اند.

نیز و شولز^۶ (۱۹۸۵) اشاره کرده‌اند که علاوه بر مساله کارآیی استاتیک، میزان تاکید ابزارهای سیاست‌گذاری بر به کارگیری تکنولوژی جدید در جهت حفاظت کارآمد از محیط‌زیست یکی از مهم‌ترین معیارهایی است که می‌توان با آن در مورد عملکرد محیط‌زیست قضاوت کرد. در حقیقت آن‌ها به انگیزه‌های خصوصی تغییر تکنولوژی ناشی از به کارگیری سیاست زیست‌محیطی اشاره کرده‌اند. سیاست‌های اقتصادی کنترل آلودگی زیست‌محیطی طیف گسترده‌ای از مقررات و ابزارهای سیاستی را شامل می‌شود که ممکن است سبب ایجاد انگیزه تغییر تکنولوژی به سمت تکنولوژی‌های پاک‌تر نیز بشوند. دو دسته از مهم‌ترین این سیاست‌ها، مقررات استاندارد انتشار یا به طور ساده تعیین سقف مشخصی برای انتشار آلودگی و سیاست تعیین مالیات یا عوارض زیست‌محیطی است.

در یکی از اولین مطالعات بررسی و مقایسه سیاست‌های قیمتی و مقداری، وایتزمن^۷ (۱۹۷۵) نتیجه می‌گیرد که هیچ‌یک از این دو سیاست لزوماً بر دیگری برتری ندارد.

1- Dockner, E. & Long, N.V.

2- Rubio, S.J. & Casino, B.

3- List, J.A. & Mason, C.F.

4- Second-Best

5- Benchekroun, H. & Martin-Herran, G.

6- Kneese, A.V. & Schulze, W.D.

7- Weitzman, M.L.

سیبرت و همکاران^۱ (۱۹۸۰) روابط تحلیلی بین سطوح جایگزین استانداردهای انتشار در هر کشور و هرگونه تغییر احتمالی ناشی از تجارت را بررسی می‌کند. آلف (۱۹۹۹) نیز با استفاده از یک بازی سه مرحله‌ای نشان می‌دهد که از نظر توسعه صادرات، مالیات بر انتشار آلودگی موثرتر از استاندارد انتشار آلودگی است.

مگی و فورد^۲ (۱۹۷۲) تحلیلی از پیامدهای مالیات جایگزین کاهش آلودگی برای شرایط تجارت در ایالات متحده ارائه می‌دهند. به گفته بهاگواتی^۳ (۱۹۹۶)، مالیات بر تولید کارآمدترین راه حل برای کنترل آلودگی تولید است. در مقابل، کنراد^۴ (۱۹۹۳) با بهره‌گیری از مقاله برنדר و اسپنسر (۱۹۸۵)، اذعان می‌دارد که در یک رقابت ناقص که صادرات از صنایع آلاینده سود قابل توجهی دارد، دولت آن کشور به عمد مالیات بر آلودگی را پایین‌تر از آسیب نهایی قرار داده تا صنعت داخلی نسبت به رقیب خارجی از مزیت رقابتی برخوردار شود. برت (۱۹۹۴) نیز با استفاده از استانداردهای انتشار آلودگی به عنوان جانشینی برای سیاست‌های زیست‌محیطی به نتیجه مشابهی می‌رسد.

فالرتون و متکلف^۵ (۲۰۰۱) با استفاده از یک مدل تعادل عمومی به بررسی شرایط اثرگذاری سیاست‌های مختلف زیست‌محیطی بر رفاه اجتماعی پرداخته‌اند. لاهیری و اونو^۶ (۲۰۰۷) نیز اثرات مالیات انتشار و استاندارد انتشار نسبی را بر روی سطح رفاه و آلودگی تحت ساختارهای بازار انحصار چند جانبه^۷ مقایسه می‌کنند. ایبرت^۸ (۱۹۹۸) هم استانداردهای انتشار آلودگی نسبی را تحت یک مدل متقارن انحصار چندگانه کورنو^۹ تجزیه و تحلیل می‌کند.

هلفاند^{۱۰} (۱۹۹۱) در مدلی دریافت که استاندارد انتشار نسبی - نسبت انتشار آلودگی به تولید - ممکن است باعث افزایش آلودگی شود. اسپولبر^{۱۱} (۱۹۸۵) ثابت می‌کند هنگامی

-
- 1- Siebert, H. et al.
 - 2- Magee, S.P. & Ford, W.F.
 - 3- Bhagwati, J.
 - 4- Conrad, K.
 - 5- Fullerton, D. & Metcalf, G.E.
 - 6- Lahiri, S. & Ono, Y.
 - 7- Oligopoly
 - 8- Ebert, U.
 - 9- Cournot
 - 10- Helf, G.E.
 - 11- Spulber, D.F.

که ورود و خروج بنگاه‌ها آزاد است، استاندارد انتشار منجر به آلودگی بیش از حد می‌شود، اما تحت تعداد مشخصی از بنگاه‌ها این مساله صدق نمی‌کند. امیر و همکاران^۱ (۲۰۱۸) در یک مدل زیست‌محیطی تحت رقابت کورنو انگیزه‌های تحقیق و توسعه ایجاد شده توسط دو ابزار فرمان و کنترل و استانداردهای عملکرد و انتشار را بررسی می‌کند. در نهایت فوجی‌وارا^۲ (۲۰۱۲) به بررسی چگونگی تاثیر یکپارچه‌سازی بازار بر تعادل سیاست‌های غیرهمکارانه زیست‌محیطی و رفاه ناشی از آن در چارچوب یک مدل متقابل تجاری با آلودگی فرامرزی پرداخته است.

پژوهش‌ها و مطالعات بیان شده در این بخش تنها پاره‌ای از مطالعات گسترده و ادبیات موجود این حوزه است و طبعاً مطالعه حاضر ادعایی مبنی بر مرور کامل و همه‌جانبه این ادبیات ندارد.

۳- روش تحقیق

۳-۱- مدل پژوهش

همان‌گونه که پیشتر بیان شده، هدف این مطالعه بررسی و مقایسه دو سیاست استاندارد انتشار آلودگی و وضع مالیات زیست‌محیطی از نظر خصوصی، اجتماعی و زیست‌محیطی است. برای این منظور، این دو سیاست را در قالب دو سناریو مختلف مدل‌سازی کرده و در هر یک از سناریوها، استراتژی بهینه بنگاه‌ها و سیاست‌گذاران و تعادل بازی به دست می‌آوریم.

در این پژوهش، دنیا را به سه کشور تقسیم می‌کنیم؛ دو کشور صادرکننده کالا و کشور سوم واردکننده کالا است. در هر یک از دو کشور صادرکننده، بنگاهی وجود دارد که کالای مصرفی q_i ($i=1,2$) را تولید می‌کند که مشابه و همگن با محصول بنگاه موجود در کشور دیگر است. دو کشور در یک رقابت کورنو در حال تولید و صادر کردن محصولات خود به کشور سوم هستند^۳. تابع معکوس تقاضا کشور سوم را خطی و به صورت رابطه (۱) در نظر می‌گیریم.

1- Amir R. et al.

2- Fujiwara, K.

۳- به منظور پرهیز از تاثیرگذاری مطلوبیت ناشی از مصرف بر سیاست کنترل آلودگی در این مطالعه فرض شده است که تمام تولید محصول هر کشور به خارج از کشور صادر خواهد شد.

$$p = a - \sum_{i=1}^2 q_i \quad (1)$$

فناوری بنگاه‌ها دارای بازده به مقیاس ثابت با هزینه نهایی ثابت و یکسان $c \in [0, a)$ است (رابطه (۲)). بنابراین، سود بنگاه i که با π_i نشان می‌دهیم برابر خواهد بود با رابطه (۳):

$$C_i = cq_i, i = 1, 2 \quad (2)$$

$$\pi_i = (p - c)q_i, i = 1, 2 \quad (3)$$

تولید بنگاه‌ها همراه با آلودگی است و بنگاه‌ها از فناوری آلاینده^۱ نامتقارن در تولید محصول استفاده می‌کنند. از این رو، جریان انتشار آلودگی هر بنگاه را به صورت $E_i = e_i q_i$ در نظر می‌گیریم که در آن e_i میزان انتشار آلودگی به ازای هر واحد تولید و E_i کل انتشار آلودگی بنگاه است. با توجه به تفاوت‌های جغرافیایی و اقلیمی، فرض می‌کنیم که آلودگی ایجاد شده توسط بنگاه‌ها، طبق رابطه (۴)، دو کشور را به میزان متفاوتی تحت تاثیر قرار می‌دهد.

$$D_i = d_i(e_i q_i + s e_{-i} q_{-i})^2, i = 1, 2 \quad (4)$$

در این رابطه D_i تابع زیان^۲ وارد شده به رفاه کشور i است. ضریب s بیانگر نسبت برون‌ریز آلودگی تولید شده در هر کشور است که از مرز کشور فراتر رفته و وارد کشور دیگر می‌شود. e_i و e_{-i} به ترتیب ضرایب انتشار آلودگی بنگاه i و بنگاه دیگر و در نهایت d_i مبین تاثیرپذیری فیزیکی و روانی رفاهی هر کشور از آلودگی است. همان‌گونه در رابطه (۴) مشخص است، فرض شده که تابع زیان آلودگی، تابعی محدب است؛ به این معنی که زیان نهایی افزایش هر واحد آلودگی صعودی است. در نهایت با توجه به موارد یاد شده رفاه اجتماعی کشور i را با W_i و به صورت رابطه (۵) نشان می‌دهیم.

$$W_i = \pi_i - D_i, i = 1, 2 \quad (5)$$

1- Brown Technology

2- Damage Function

با توجه به مدل بیان شده در ادامه این بخش ابتدا شرایطی را بررسی می‌کنیم که در آن دو بنگاه تولید کننده محصول در یک رقابت دو جانبه کورنو^۱ در حال تولید و صادر کردن محصولات خود به کشور سوم هستند و دولت‌های دو کشور هیچ سیاست زیست محیطی و تجاری محدود کننده‌ای را بر فعالیت بنگاه‌ها وضع نمی‌کنند. سپس در بخش‌های آتی این وضعیت را با دو سناریو اعمال مالیات/ تعرفه زیست محیطی و نیز وضع استاندارد انتشار آلودگی مقایسه می‌کنیم.

۳-۲- حالت معیار^۲

در حالتی که هیچ مقررات محدود کننده‌ای بر فعالیت بنگاه‌ها وجود ندارد، هر دو بنگاه در یک رقابت کورنو، اقدام به تولید و صادرات محصول خود به کشور سوم می‌کنند. بنابراین، هدف هر بنگاه بیشینه‌سازی سود خود از طریق تعیین میزان تولید تعادلی خواهد بود (رابطه (۶)):

$$\max_{q_i} \pi_i = (a - q_i - q_{-i} - c)q_i \quad (6)$$

با اعمال شرایط مرتبه اول و برقراری شرایط مرتبه دوم، میزان تعادلی تولید و سود هر بنگاه به صورت رابطه (۷) خواهد بود.

$$q_i^b = \frac{1}{3}(a - c) \quad \text{و} \quad \pi_i^b = \frac{1}{9}(a - c)^2 \quad (7)$$

بالانویس b نیز مین تولید و سود در حالت معیار است. با توجه به تعادل حاصل شده و با در نظر گرفتن رابطه‌های (۴) و (۵)، رفاه کشور در حالت معیار برابر است با رابطه (۸):

$$W_i^b = \frac{1}{9}(a - c)^2(1 - d_i(e_i + se_{-i}))^2. \quad (8)$$

در ادامه به بررسی و استخراج تعادل بازی غیرهمکارانه^۳ دو کشور به منظور کنترل آلودگی از طریق دو سیاست وضع مالیات زیست محیطی و استاندارد انتشار آلودگی خواهیم پرداخت و نتایج حاصله را با یکدیگر و نیز با حالت معیار به دست آمده، مقایسه خواهیم کرد.

1- Duopoly Cournot Competition

2- Benchmark

3- Non-cooperative Games

۴- وضع مالیات زیست‌محیطی

با توجه به اینکه تولید بنگاه صادرکننده محصول همراه با آلودگی است و این آلودگی رفاه جامعه را کاهش می‌دهد، سیاست‌گذار می‌تواند از طریق اعمال سیاست وضع مالیات زیست‌محیطی، میزان تولید و انتشار آلودگی را کاهش دهد. در حقیقت، سیاست‌گذار با یک رابطه مبادله^۱ سود بیشتر و آلودگی کمتر مواجه است. نرخ مالیات بالاتر، انتشار آلودگی بنگاه داخلی را کاهش داده که اثر مثبت بر رفاه دارد، اما همزمان قدرت رقابت و به دنبال آن، سود بنگاه داخلی را نیز کاهش می‌دهد که اثری منفی بر رفاه جامعه خواهد داشت. تعیین نرخ مالیاتی که در این رابطه، رفاه جامعه را در تعادل بازی با کشور دیگر حداکثر کند، وظیفه سیاست‌گذار است. با این توضیحات، چارچوب مدل در این شرایط این گونه خواهد بود که طی یک بازی دو مرحله‌ای^۲، ابتدا در مرحله اول سیاست‌گذاران هر دو کشور سیاست کنترل آلودگی خود را از طریق اعلام نرخ مالیات وارد بر تولید بنگاه داخلی اعلام می‌کنند و در مرحله دوم با در نظر گرفتن سیاست اعلامی، دو بنگاه وارد رقابت تولید و بیشینه‌سازی سود خود می‌شوند. از این رو، با توجه به اینکه بازی برای بنگاه‌ها (در تعامل با سیاست‌گذاران) یک بازی با اطلاعات کامل^۳ خواهد شد از طریق استدلال معکوس^۴ ابتدا مرحله دوم این بازی - که رقابت میان بنگاه‌ها است - را بررسی می‌کنیم و سپس با در نظر گرفتن تولید تعادلی بنگاه‌ها، مساله حداکثر سازی رفاه جامعه به منظور استخراج نرخ تعادلی مالیات دو کشور را حل می‌کنیم.

در مرحله دوم، هر یک از دو بنگاه مشاهده می‌کنند که در مرحله اول سیاست‌گذار چه نرخ مالیاتی را وضع کرده است. بنابراین، مساله حداکثرسازی سود بنگاه i عبارت خواهد بود با (رابطه (۹)):

$$\max_{q_i} \pi_i = (a - q_i - q_{-i} - c)q_i - t_i q_i \quad (9)$$

-
- 1- Trade-off
 - 2- Two-stage Game
 - 3- Perfect-information
 - 4- Backward Induction

نتیجه تعادل رقابت کورنو میان دو بنگاه، مقدار تولید تعادلی رابطه (۱۰) خواهد بود که از احراز شرایط مرتبه اول و دوم حاصل شده است.

$$q_i^t = \frac{1}{3}(a - c - 2t_i + t_{-i}) \quad (10)$$

بالانویس t بیانگر مقادیر تعادلی در حالت سیاست وضع مالیات است. پس از استخراج تعادل در مرحله دوم بازی به مرحله اول برگشته و با جای گذاری مقادیر تعادلی تولید در تابع سود و تابع زیان اجتماعی ناشی از آلودگی، مساله حداکثر سازی رفاه اجتماعی را به صورت رابطه (۱۱) می نویسیم.

$$\begin{aligned} \max_{t_i} W_i^t = & \frac{1}{9} [(a - c - 2t_i + t_{-i})(a - c + t_i + t_{-i}) \\ & - d_i(e_i(a - c - 2t_i + t_{-i}) \\ & + se_{-i}(a - c + t_i - 2t_{-i}))^2] \end{aligned} \quad (11)$$

هر دو کشور به طور همزمان از طریق رابطه (۱۱)، سیاست مالیاتی خود را تعیین می کنند. تعادل بازی میان دو کشور توسط حل همزمان $\partial W_i^t / \partial t_i = 0, i = 1, 2$ به دست می آید که در رابطه (۱۲) نشان داده شده است.

$$t_i = \frac{(a-c)(2d_i(2e_i-se_{-i})(e_i(2d_{-i}(s^2-1)(se_i-2e_{-i})e_{-i}+1)+2se_{-i})+2d_{-i}e_{-i}(se_i-2e_{-i})-1)}{2d_i(2e_i-se_{-i})(e_i(2d_{-i}e_{-i}(se_i-2e_{-i})(s^2-1)+3)-2se_{-i})+2d_{-i}(2se_i-3e_{-i})(se_i-2e_{-i})+5} \quad (12)$$

با جای گذاری این مقادیر در رابطه (۱۰) و سپس در تابع سود بنگاه و رفاه جامعه، مقادیر سود و رفاه اجتماعی در این حالت به دست خواهد آمد که با توجه به سهولت محاسبه و نیز بزرگ بودن مقادیر حاصله از درج آن‌ها در اینجا خودداری می شود.

۵- مقررات استاندارد انتشار آلودگی

در این بخش به بررسی یک سیاست دیگر کنترل انتشار آلودگی می پردازیم و فرض می کنیم که دولت‌ها به منظور کنترل و کاهش انتشار آلودگی، سقف مشخصی برای میزان انتشار آلودگی مجاز توسط بنگاه را به عنوان استاندارد انتشار آلودگی تعیین می کنند. براساس این سیاست، بنگاه‌ها اجازه انتشار آلودگی بیش از استاندارد تعیین شده

را نداشته و در صورتی که میزان تولید آلودگی بیش از استاندارد تعیین شده باشد، خود بنگاه باید هزینه و وظیفه پاک‌سازی آن را متحمل شود. در واقع از طریق این سیاست، دولت به جای مداخله در بازار و تغییر قیمت‌ها به طور مستقیم بر میزان انتشار آلودگی متمرکز شده و بیش از سقف بهینه اجتماعی انتشار آلودگی به بنگاه اجازه انتشار نمی‌دهد. همانند بخش قبلی، در این حالت نیز با یک بازی دو مرحله‌ای مواجه هستیم که در مرحله اول دولت میزان استاندارد انتشار را تعیین و در مرحله بعدی با در نظر گرفتن استاندارد اعلام شده، بنگاه‌ها در یک رقابت مقداری، میزان تولید خود را انتخاب می‌کنند. بنابراین، طبق استدلال معکوس، ابتدا به سراغ مرحله دوم رفته و تعادل رقابت بنگاه‌ها را که از حل رابطه (۱۳) حاصل خواهد شد، به دست می‌آوریم.

$$\max_{q_i} \pi_i = (a - q_i - q_{-i} - c)q_i - k(e_i q_i - z_i)^2 \quad (13)$$

در رابطه (۱۳)، z_i میزان استاندارد تعیین شده توسط دولت بر انتشار آلودگی بنگاه داخلی و $k(e_i q_i - z_i)^2$ هزینه‌ای است که بنگاه در صورت انتشار آلودگی بیش از استاندارد تعیین شده باید پردازد. فرم درجه دو هزینه پاک‌سازی مازاد انتشار بیان می‌کند که هزینه پاک‌سازی واحدهای بالاتر، بیشتر است. با توجه به فرم درجه دو یاد شده، در ادامه، فرض می‌شود میزان استاندارد تعیین شده کمتر از میزان انتشار آلودگی است؛ در غیر این صورت هزینه پاک‌سازی آلودگی صفر در نظر گرفته می‌شود. مطابق معمول با استفاده از شرط مرتبه اول (و برقراری شرط مرتبه دوم) مقادیر تعادلی رقابت میان دو بنگاه، برابر است با (رابطه (۱۴)):

$$q_i^e = \frac{(a - c)(2A_{-i} - 1) + 2k(2e_i z_i A_{-i} - e_{-i} z_{-i})}{4A_i A_{-i} - 1} \quad (14)$$

که در آن e نشان‌دهنده شرایط وضع استاندارد انتشار آلودگی بوده و $A_i = kz_i^2 + 1$ است.

با جای‌گذاری مقادیر تولید در تابع رفاه اجتماعی زیر، سیاست‌گذاران دو کشور با حل همزمان این مساله، میزان استاندارد انتشار بهینه تعادلی را به دست می‌آورند.

$$\max_{z_i} W_i^e = (a - q_i^e - q_{-i}^e - c)q_i^e - k(e_i q_i^e - z_i)^2 - d_i(e_i q_i^e + s e_{-i} q_{-i}^e)^2 \quad (15)$$

در نتیجه با حل همزمان $\partial W_i^e / \partial z_i = 0, i = 1, 2$ مقدار تعادلی سطح استاندارد انتشار آلودگی، z_i^* حداکثرکننده رفاه هر کشور به صورت تابعی از پارامترهای $a, c, e_i, e_{-i}, s, d_i, d_{-i}$ و k به دست می‌آید که به دلیل بزرگ بودن اندازه این تابع از درج آن پرهیز کرده و در ادامه با استفاده از تحلیل عددی به مقایسه نتایج سناریوهای مختلف می‌پردازیم.^۱

۶- تحلیل عددی

پس از استخراج تعادل در سناریوهای مختلفی که پیشتر بیان شد در این بخش قصد داریم به مقایسه اثرات به کارگیری دو سیاست وضع مالیات و استاندارد انتشار آلودگی بپردازیم. با توجه به تعدد تعداد پارامترهای مدل و نیز بزرگی و پیچیده بودن مقادیر متغیرهای حاصل شده از تعادل، این مقایسه و ارزیابی را با استفاده از تحلیل عددی انجام خواهیم داد. برای این منظور در ادامه این بخش برای دو پارامتر a و c به ترتیب مقادیر ۱۰ و ۱ را در نظر می‌گیریم و ارزیابی نتایج را با مقادیر مختلف سایر پارامترها انجام می‌دهیم. در ادامه، ابتدا به بررسی و ارزیابی سیاست وضع مالیات انتشار آلودگی می‌پردازیم، سپس اثربخشی سیاست وضع مقررات استاندارد انتشار آلودگی را بررسی کرده و در پایان دو سیاست یاد شده را با یکدیگر مقایسه می‌کنیم.

۶-۱- بررسی اثر وضع مالیات زیست‌محیطی

با استفاده از نتایج به دست آمده در بخش ۴ در این قسمت نتایج و اثربخشی سیاست وضع مالیات را بررسی می‌کنیم. در ابتدا بر عدم تقارن تاثیرپذیری کشورها از آلودگی تمرکز کرده و با ثابت در نظر گرفتن سایر شرایط اثر وضع مالیات را بر تولید، نرخ مالیات، سود بنگاه، رفاه جامعه و انتشار آلودگی ارزیابی می‌کنیم. در ادامه به ارزیابی اثر عدم تقارن بنگاه‌ها از نظر فناوری انتشار آلودگی بر موارد ذکر شده می‌پردازیم.

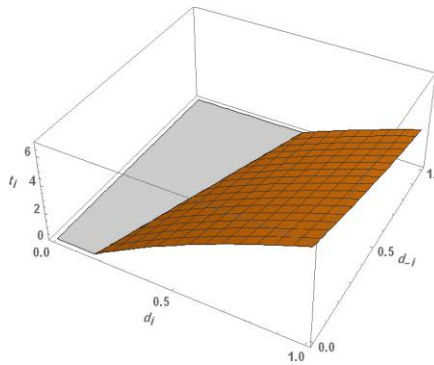
۶-۱-۱- عدم تقارن آسیب‌پذیری زیست‌محیطی و مالیات زیست‌محیطی

۱- فایل کامل محاسبات این مطالعه که در نرم‌افزار Mathematica انجام شده در صورت تمایل ارائه خواهد شد.

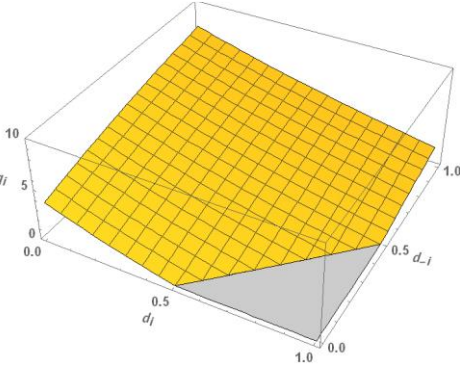
فرض می‌کنیم که نرخ آلودگی ایجاد شده توسط هر بنگاه یکسان و برابر ۱ بوده ($e_i = 1$) و این آلودگی به طور کامل فرامرزی است؛ یعنی $s = 1$ و تغییرات متغیرها را در حضور تغییر مقادیر مختلف $d_i \in (0,1)$ دو کشور در قالب نمودار (۱) نشان می‌دهیم.

نمودار ۱. اثر عدم تقارن آسیب‌پذیری زیست‌محیطی در شرایط وضع مالیات

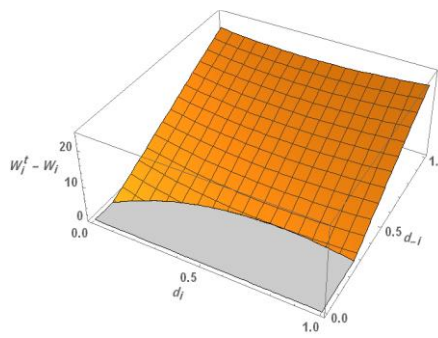
b-۱. نرخ مالیات زیست‌محیطی در کشور i



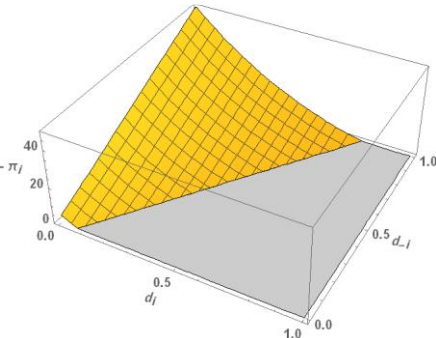
a-۱. میزان تولید بنگاه i



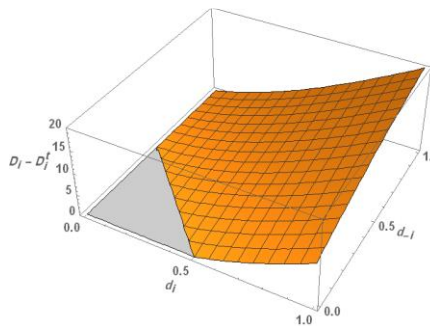
d-۱. مازاد رفاه بنگاه i نسبت به وضعیت معیار



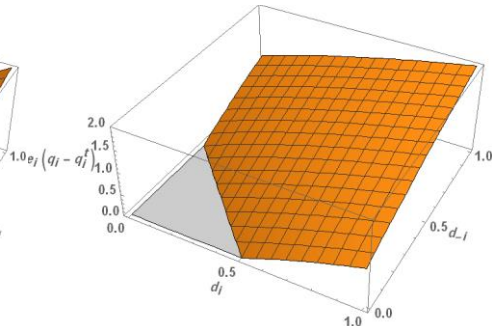
c-۱. مازاد سود بنگاه i نسبت به وضعیت معیار



f-۱. کاهش زیان زیست‌محیطی کشور i نسبت به وضعیت معیار



e-۱. کاهش انتشار آلودگی بنگاه i نسبت به وضعیت معیار



منبع: یافته‌های پژوهش

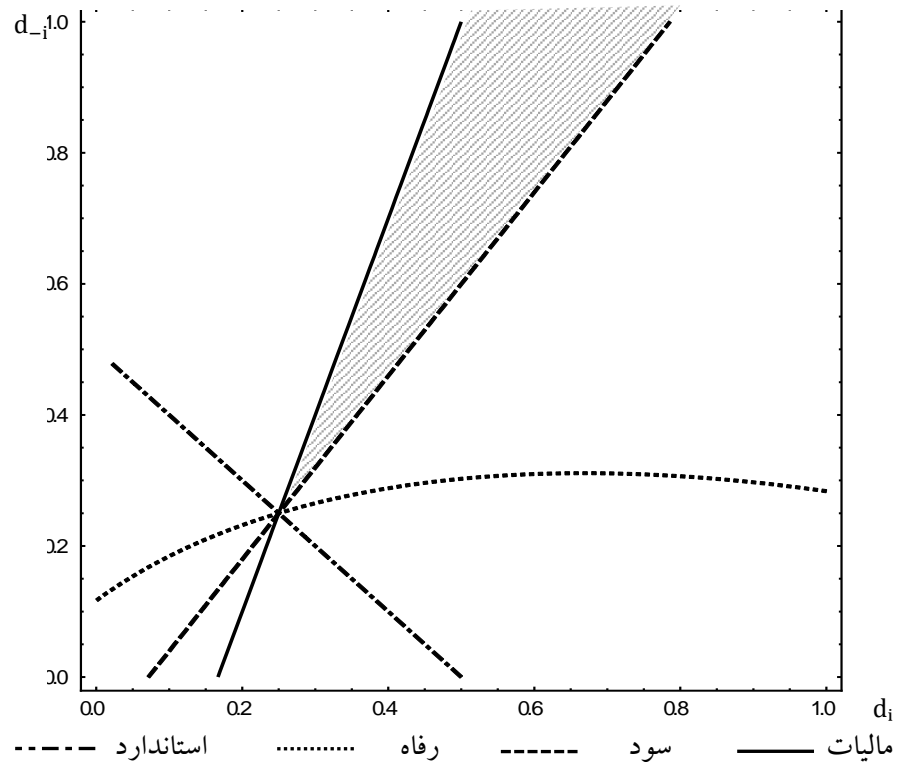
نمودار ۱-ا در واقع، ناحیه شدنی جواب را به ما نشان می‌دهد. با در نظر گرفتن مقادیر سایر پارامترها که پیشتر بیان شدند، تنها بازه‌ای از d_i جهت ارزیابی نتایج قابل قبول که در آن بازه تولید نامنفی باشد. نمودار ۱-ب نیز نشان می‌دهد با افزایش تاثیرپذیری کشور i از آلودگی منتشر شده، نرخ مالیات توسط سیاست‌گذار افزایش می‌یابد. این افزایش نرخ با افزایش تاثیرپذیری کشور خارجی از آلودگی به دلیل اتخاذ سیاست مالیاتی سخت‌گیرانه‌تر در آن کشور موجب اندکی کاهش در مالیات انتشار آلودگی داخلی می‌شود. در واقع سیاست‌گذار داخلی از اعمال مقررات زیست‌محیطی شدیدتر کشور خارجی به نفع بنگاه داخلی بهره‌برداری می‌کند. این سیاست‌گذاری سبب می‌شود در صورتی که ضریب آسیب‌پذیری کشور داخلی از آلودگی به اندازه کافی کوچک و این ضریب در کشور خارجی به اندازه کافی بزرگ باشد، بنگاه داخلی از اعمال مالیات زیست‌محیطی توسط کشورها نه تنها متضرر نشده، بلکه منتفع نیز شود؛ این موضوع در نمودار ۱-ج نشان داده شده است. در واقع عدم تقارن شدید کشورها از نظر زیان‌پذیری زیست‌محیطی می‌تواند یکی از طرفین تولید را بهره‌مند کند و طرفی که در کشوری قرار گرفته یا آسیب کمتری از آلودگی می‌بیند و یا اینکه خود وزن کمتری به این آسیب می‌دهند.

نتیجه برقراری تعادل سیاست مالیات زیست‌محیطی در نمودار ۱-د نمایش داده شده است. اگر اهمیت زیان آلودگی در رفاه کشور رقیب به اندازه کافی بزرگ باشد به دلیل سیاست‌گذاری سخت‌گیرانه در آن کشور، اعمال مالیات زیست‌محیطی در کشور داخلی موجب ارتقای رفاه اجتماعی خواهد شد. در نهایت، نتایج نمودارهای ۱-ا و ۱-ب نشان می‌دهد در صورتی که میزان زیان‌پذیری کشورها از آلودگی به اندازه کافی بزرگ باشد، سیاست مالیات زیست‌محیطی منجر به کاهش انتشار آلودگی و به دنبال آن کاهش زیان زیست‌محیطی خواهد شد. در واقع، این نتیجه بیانگر آن است که در سطوح بالای خسارات زیست‌محیطی، سیاست کنترل آلودگی بر سیاست توسعه تجاری ارجحیت دارد، چراکه منجر به افزایش رفاه خواهد شد.

نمودار (۲) به طور همزمان، نتایج اعمال سیاست مالیات زیست‌محیطی بر سود بنگاه، رفاه جامعه و انتشار آلودگی را نشان می‌دهد. نمودارهای رسم شده در این شکل مکان

هندسی نقاطی است که مقادیر مالیات، سود، رفاه و انتشار آلودگی بر روی آن‌ها صفر است. سمت راست منحنی مالیات که با خط ممتد نشان داده شده، مقدار مالیات وضع شده کشور I مثبت است. به همین ترتیب سمت چپ منحنی سود و بالای منحنی رفاه که به ترتیب با خط چین و نقطه چین نمایش داده شده‌اند، مقادیر سود بنگاه و رفاه جامعه در حالت وضع مالیات زیست محیطی نسبت به پیش از آن بیشتر است. در سمت راست منحنی آلودگی نیز میزان انتشار آلودگی در این سناریو کمتر از حالت معیار خواهد بود.

نمودار ۴. اثر مالیات زیست محیطی بر سود بنگاه، رفاه جامعه و انتشار آلودگی در فضای d_i و d_{-i}



منبع: یافته‌های پژوهش

ناحیه هاشور خورده در نمودار (۲)، نشان‌دهنده نقاطی است که اعمال مالیات مثبت زیست محیطی نه تنها رفاه کشور را افزایش می‌دهد، بلکه سود بنگاه داخلی را نیز افزایش و انتشار آلودگی را کاهش می‌دهد. در واقع این نتیجه از عدم تقارن کشورها از آسیب‌پذیری زیست محیطی ناشی از انتشار آلودگی حاصل شده است. در زیر این ناحیه

هاشور خورده و بالای منحنی رفاه، مالیات زیست محیطی منجر به افزایش رفاه و کاهش انتشار آلودگی خواهد شد، اما سود بنگاه داخلی نیز در این ناحیه کاهش خواهد یافت. تغییر ضریب برون ریز آلودگی (s) نیز بر فضای جواب مساله تاثیر گذار خواهد بود و می توان نشان داد با کاهش این ضریب (که به معنای کاهش انتشار فرامرزی آلودگی است)، مالیات زیست محیطی افزایش، سود بنگاه کاهش و رفاه جامعه افزایش خواهد یافت.

۶-۱-۲- عدم تقارن انتشار آلودگی و مالیات زیست محیطی

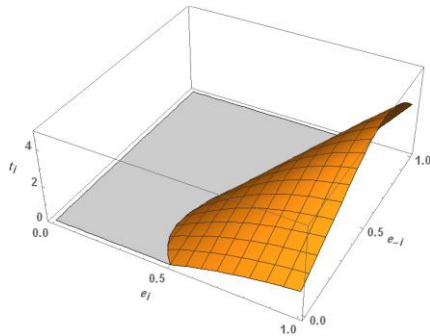
در این قسمت فرض می کنیم که کشورها از نظر درجه آسیب پذیری انتشار آلودگی یکسان بوده و ضریب زیان زیست محیطی هر دو برابر ۱ است ($d_i = 1$) و این آلودگی به طور کامل فرامرزی است؛ یعنی $s = 1$ و تغییرات متغیرها را در حضور تغییر مقادیر مختلف $e_i \in (0,1)$ دو کشور در قالب نمودار (۳) نشان می دهیم.

نمودارهای $a-3$ و $c-3$ نشان می دهند که هر چه ضریب انتشار آلودگی یک بنگاه کمتر و ضریب متناظر بنگاه رقیب بیشتر باشد، تولید و سود بنگاه افزایش خواهد یافت. این امر به دلیل سیاست مالیاتی وضع شده توسط دولت های دو کشور است. همان گونه که در نمودار $b-3$ مشخص است با افزایش ضریب انتشار آلودگی، دولت نرخ مالیات را افزایش می دهد؛ البته این نرخ برای مقادیر بالای ضریب انتشار بنگاه خارجی کاهش خواهد شد. نکته قابل تامل در این نمودار، مقادیر منفی نرخ مالیات در بازه ای است که ضریب انتشار بنگاه داخلی، فارغ از میزان انتشار بنگاه خارجی، پایین است. در واقع، در چنین شرایطی با توجه به پایین بودن میزان آلودگی زیست محیطی، دولت داخلی به جای مقررات سخت گیرانه زیست محیطی، تصمیم به حمایت تجاری از بنگاه داخلی می گیرد. در مجموع این سیاست گذاری مالیاتی در صورتی که ضریب انتشار آلودگی بنگاه خارجی به اندازه کافی بزرگ باشد و یا انتشار آلودگی بنگاه داخلی بسیار بزرگ باشد، منجر به افزایش رفاه اجتماعی خواهد شد که در نمودار $d-3$ نمایان است.

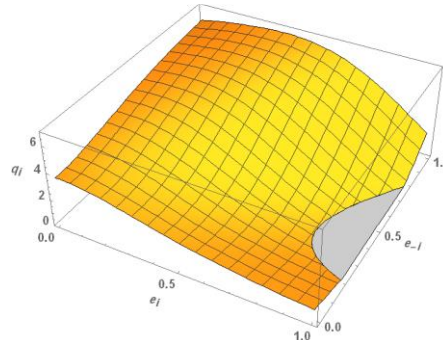
نمودارهای $e-3$ و $f-3$ نشان می دهند در صورتی که دو بنگاه از نظر فناوری انتشار آلودگی به اندازه کافی نامتقارن باشند، اعمال سیاست مالیات زیست محیطی سبب کاهش آلودگی و نیز کاهش زیان های زیست محیطی می شود.

نمودار ۳. اثر عدم تقارن انتشار آلودگی در شرایط وضع مالیات

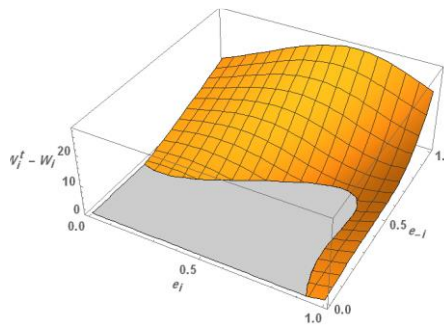
۳-ب. نرخ مالیات زیست‌محیطی در کشور i



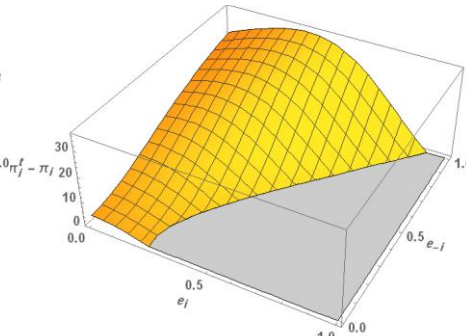
۳-ا. میزان تولید بنگاه i



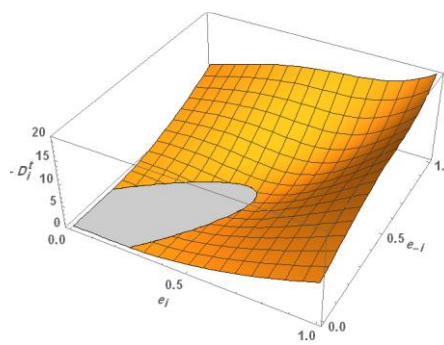
۳-د. مازاد رفاه بنگاه i نسبت به وضعیت معیار



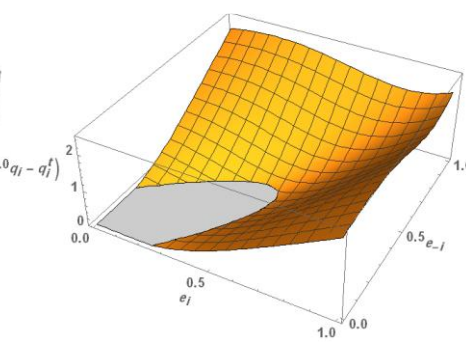
۳-ج. مازاد سود بنگاه i نسبت به وضعیت معیار



۳-ف. کاهش زیان زیست‌محیطی کشور i نسبت به وضعیت معیار



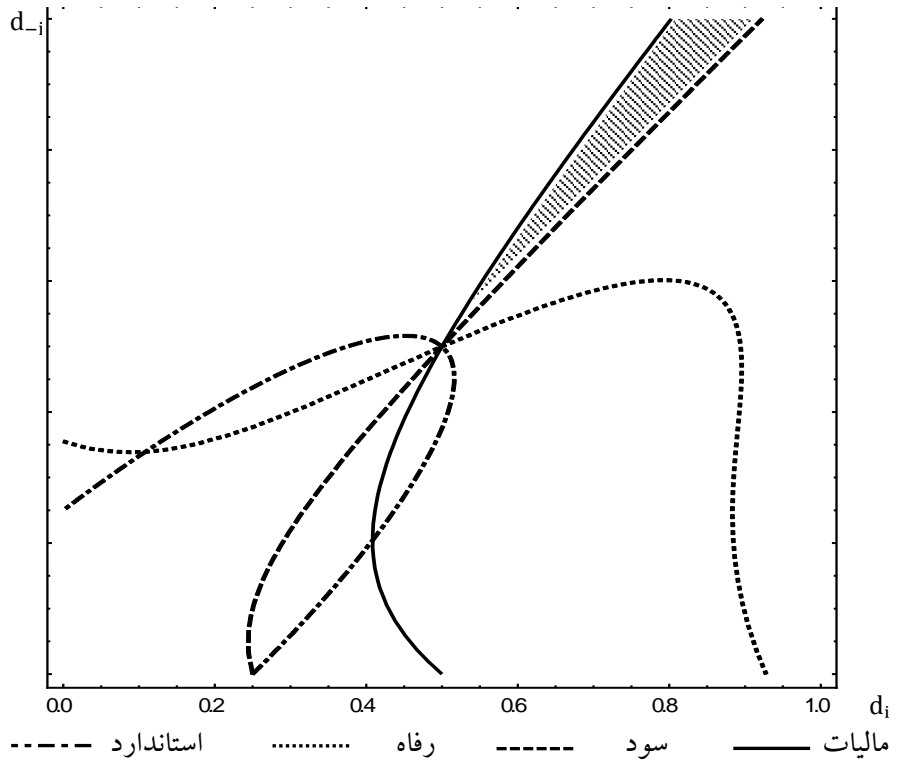
۳-ع. کاهش انتشار آلودگی بنگاه i نسبت به وضعیت معیار



منبع: یافته‌های پژوهش

در نمودار (۴)، خطوط رسم شده مکان هندسی نقاطی را نشان می‌دهند که مقادیر مالیات، سود، رفاه و انتشار آلودگی روی آن‌ها صفر است.

نمودار ۴. اثر مالیات زیست‌محیطی بر سود بنگاه، رفاه جامعه و انتشار آلودگی در فضای d_i و d_{-i}



منبع: یافته‌های پژوهش

همانند نمودار (۲)، ناحیه هاشورخورده در نمودار (۴) نشان‌دهنده نقاطی است که اعمال مالیات مثبت زیست‌محیطی منجر به افزایش رفاه اجتماعی و سود بنگاه داخلی می‌شود و در ناحیه زیر منطقه هاشورخورده و بالای منحنی رفاه، مالیات زیست‌محیطی منجر به افزایش رفاه و کاهش انتشار آلودگی خواهد شد، اما سود بنگاه داخلی را کاهش خواهد داد.

در نهایت از بررسی‌های این قسمت می‌توان نتیجه گرفت که اعمال مالیات زیست‌محیطی می‌تواند رفاه اجتماعی را افزایش و انتشار آلودگی را کاهش دهد. عدم تقارن آسیب‌پذیری جامعه و یا عدم تقارن انتشار آلودگی بنگاه‌ها، سبب می‌شود که رفاه

به نفع کشوری که انتشار آلودگی و یا تاثیرپذیری کمتری از آلودگی دارد افزایش یابد. این عدم تقارن می تواند سبب شود که حتی اعمال مالیات زیست محیطی دو جانبه، بنگاه کم آلاینده تر را بهره مند کند.

۶-۲- بررسی اثر وضع استاندارد انتشار آلودگی

در این قسمت به بررسی نتایج سیاست وضع استاندارد انتشار آلودگی می پردازیم. همانند قسمت قبلی، ابتدا بر عدم تقارن تاثیرپذیری کشورها از آلودگی تمرکز کرده و در ادامه به ارزیابی اثر عدم تقارن بنگاه ها از نظر انتشار آلودگی خواهیم پرداخت.

۶-۲-۱- عدم تقارن آسیب پذیری زیست محیطی و استاندارد آلودگی

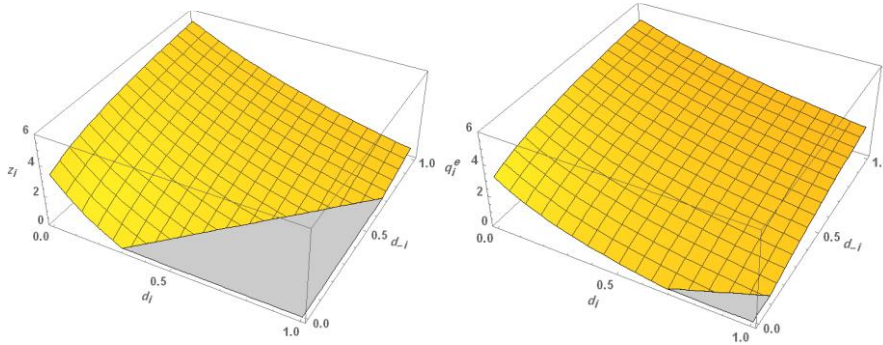
فرض می کنیم نرخ آلودگی ایجاد شده توسط هر بنگاه یکسان و برابر ۱ بوده ($e_i = 1$) و این آلودگی به طور کامل فرامرزی است؛ یعنی $s = 1$. همچنین فرض می شود $k = 1$ و تغییرات متغیرها را در حضور تغییر مقادیر مختلف $d_i \in (0,1)$ دو کشور در قالب نمودار (۵) نشان می دهیم.

همان گونه که در نمودارهای ۵-ا و ۵-ب مشخص است، میزان تولید بنگاه ها برای بازه بزرگی از ضرایب اثرپذیری کشورها از آلودگی مثبت بوده و نیز میزان استاندارد آلودگی وضع شده توسط هر کشور با کاهش زیان پذیری داخلی و افزایش زیان پذیری آلودگی کشور خارجی، افزایش می یابد. ناحیه مثبت مقادیر استاندارد انتشار آلودگی، ناحیه قابل قبول و قابل بررسی در این سناریو است.

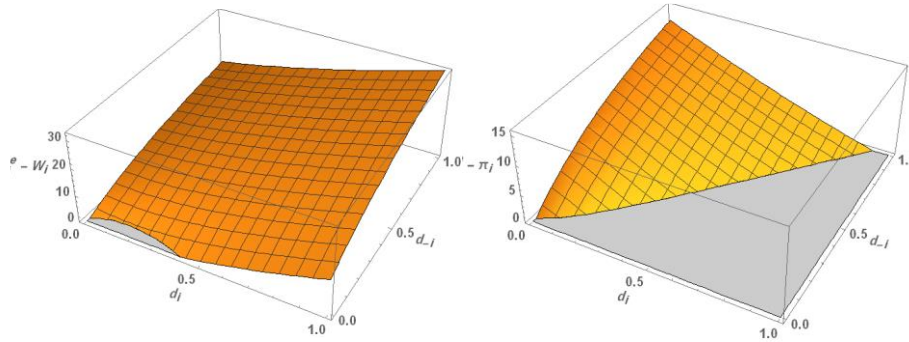
بنگاه ها نیز در صورت وضع استاندارد زیست محیطی می توانند از عدم تقارن تاثیرپذیری کشورها از آلودگی منتفع شوند. در واقع، هر چه این عدم تقارن به سمت آسیب پذیری کمتر کشور داخلی باشد، بنگاه داخلی در مقایسه با وضعیت معیار سود بیشتری کسب خواهد کرد؛ این موضوع در نمودار ۵-ج نمایش داده شده است. استاندارد زیست محیطی، همان گونه که در نمودار ۵-د نشان داده شده است به طور حتم منجر به بهبود رفاه خواهد شد، مگر اینکه ضریب اثرپذیری کشور رقیب از آلودگی بسیار ناچیز بوده و ضریب متناظر داخلی نیز به اندازه کافی کوچک باشد. نمودارهای ۵-ه و ۵-ف نیز نشان می دهند که وضع مقررات استاندارد آلودگی سبب کاهش انتشار و نیز خسارات رفاهی ناشی از آن خواهد شد. البته در ناحیه ای که هر دو کشور اثرپذیری ناچیزی از

آلودگی داشته باشند، این امر اتفاق نخواهد افتاد که البته نتیجه‌ای منطقی است، چراکه در چنین شرایطی نیازی به مقررات گذاری زیست محیطی نیز نیست.

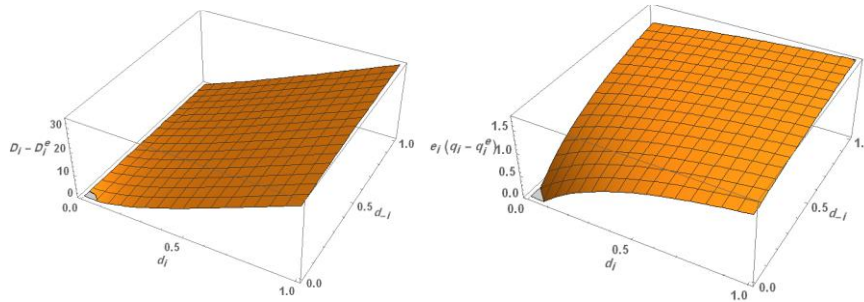
نمودار ۵. اثر عدم تقارن آسیب پذیری زیست محیطی در شرایط وضع استاندارد آلودگی
 a-۵. میزان تولید بنگاه i b-۵. استاندارد زیست محیطی در کشور i



c-۵. مازاد سود بنگاه i نسبت به وضعیت معیار d-۵. مازاد رفاه بنگاه i نسبت به وضعیت معیار



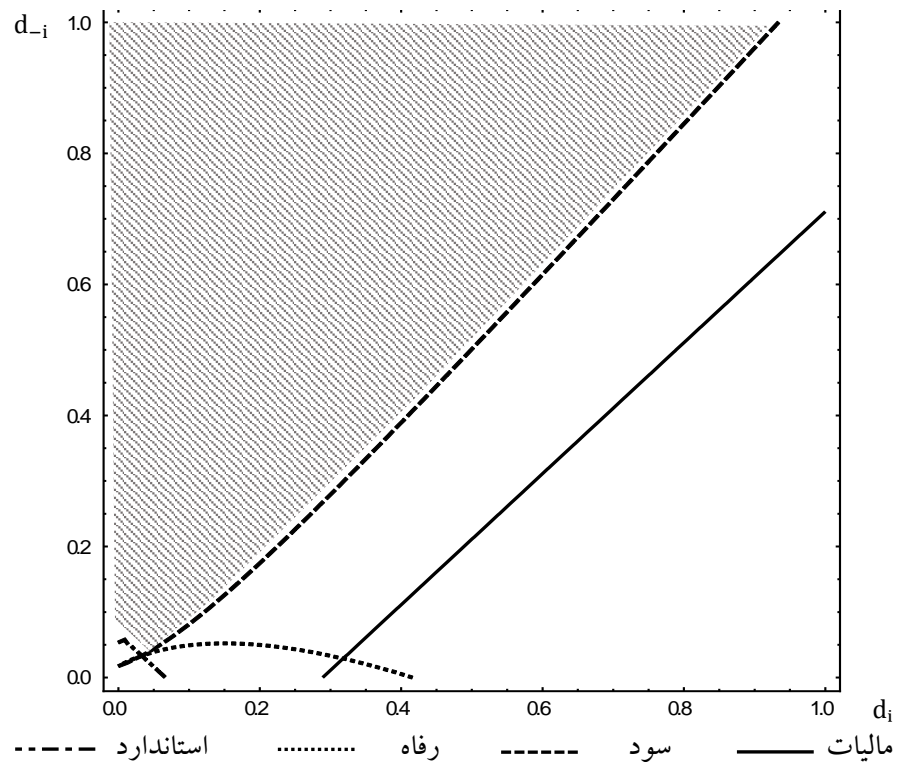
e-۵. کاهش انتشار آلودگی بنگاه i نسبت به وضعیت معیار f-۵. کاهش زیان زیست محیطی کشور i نسبت به وضعیت معیار



منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج اعمال مقررات استاندارد انتشار بر سود بنگاه، رفاه جامعه و انتشار آلودگی به طور همزمان، در نمودار (۶) نشان داده شده است. خطوط رسم شده در این نمودار، مکان هندسی نقاطی است که مقادیر استاندارد انتشار آلودگی، سود، رفاه و انتشار آلودگی روی آن‌ها صفر است. سمت چپ منحنی استاندارد که با خط ممتد نشان داده شده، ناحیه مثبت مقادیر انتشار و قابل قبول مساله است. به همین ترتیب در سمت چپ منحنی سود و بالای منحنی رفاه که به ترتیب با خط چین و نقطه چین نمایش داده شده‌اند، مقادیر سود بنگاه و رفاه جامعه در حالت وضع مالیات زیست محیطی نسبت به پیش از آن بیشتر است.

نمودار ۶. اثر استاندارد زیست محیطی بر سود بنگاه، رفاه جامعه و انتشار آلودگی در فضای d_i و d_{-i}



منبع: یافته‌های پژوهش

به این ترتیب، ناحیه هاشورخورده در نمودار (۶) نشان‌دهنده نقاطی است که اعمال استاندارد انتشار آلودگی نه تنها رفاه کشور را افزایش می‌دهد، بلکه سود بنگاه داخلی را نیز افزایش و انتشار آلودگی را کاهش می‌دهد. در واقع این نتیجه از عدم تقارن کشورها از

آسیب‌پذیری زیست‌محیطی ناشی از انتشار آلودگی حاصل شده است. در زیر این ناحیه هاشورخورده و بالای منحنی رفاه، مالیات زیست‌محیطی منجر به افزایش رفاه و کاهش انتشار آلودگی خواهد شد، اما سود بنگاه داخلی نیز در این ناحیه کاهش خواهد یافت. تغییر ضریب برون‌ریز آلودگی (s) نیز بر فضای جواب مساله تاثیرگذار خواهد بود و می‌توان نشان داد با کاهش این ضریب (که به معنای کاهش انتشار فرامرزی آلودگی است)، میزان استاندارد انتشار آلودگی وضع شده توسط دولت‌ها افزایش خواهد یافت.

۶-۲-۲- عدم تقارن انتشار آلودگی و استاندارد آلودگی

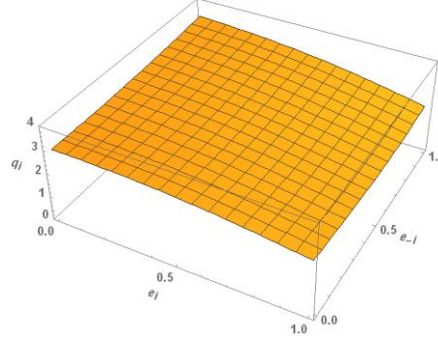
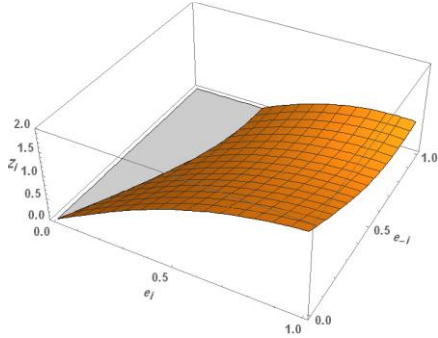
اینک فرض می‌کنیم درجه آسیب‌پذیری انتشار آلودگی کشورها یکسان بوده و ضریب زیان زیست‌محیطی هر دو برابر ۱ ($d_i = 1$) و این آلودگی به طور کامل فرامرزی است؛ $s = 1$. همچنین فرض می‌کنیم $k = 1$. حال تغییرات متغیرها را در حضور تغییر مقادیر مختلف $e_i \in (0,1)$ دو کشور در قالب نمودار (۷) نشان می‌دهیم.

نتایج نشان داده شده در نمودارهای فوق بیانگر آن است که با افزایش آلاینده‌گی بنگاه داخلی و کاهش آلاینده‌گی بنگاه خارجی، دولت‌ها میزان استاندارد انتشار را با هدف دادن قدرت رقابتی به بنگاه داخلی، افزایش می‌دهند. سود بنگاه نیز در شرایط وجود عدم تقارن کافی میان تکنولوژی انتشار آلودگی دو بنگاه، می‌تواند نسبت به حالت معیار افزایش یابد. با مقدار در نظر گرفته شده برای ضریب آسیب‌پذیری کشورها در تمام بازه مورد بررسی رفاه اجتماعی افزایش و انتشار آلودگی کاهش خواهد یافت. در نهایت از نمودارهای $b-v$ و c می‌توان دریافت که ناحیه‌ای از ضرایب انتشار آلودگی دو بنگاه وجود دارد که در آن ناحیه استاندارد وضع شده توسط کشورها مثبت و سود بنگاه و رفاه اجتماعی نیز افزایش و انتشار آلودگی کاهش خواهد یافت.

نمودار ۷. اثر عدم تقارن انتشار آلودگی در شرایط وضع استاندارد آلودگی

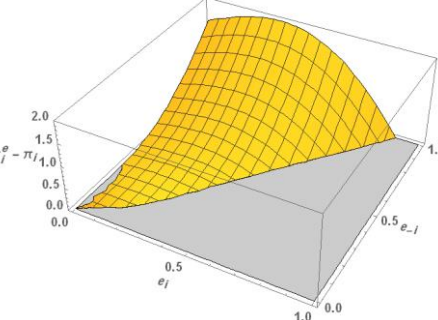
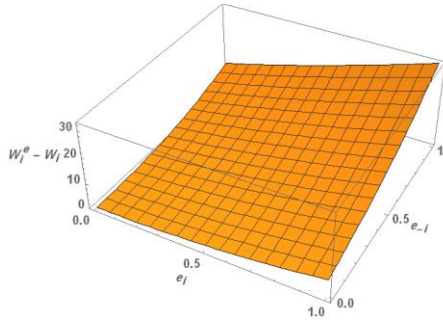
b-۷. استاندارد زیست محیطی در کشور i

a-۷. میزان تولید بنگاه i



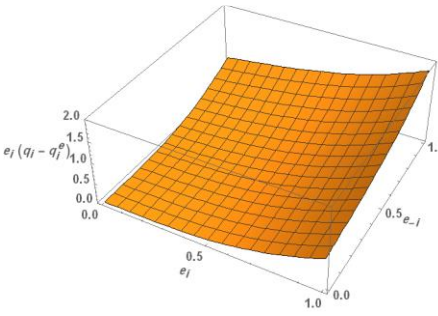
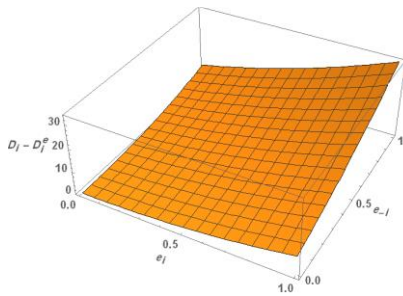
d-۷. مازاد رفاه بنگاه i نسبت به وضعیت معیار

c-۷. مازاد سود بنگاه i نسبت به وضعیت معیار



f-۷. کاهش زیان زیست محیطی کشور i نسبت به وضعیت معیار

e-۷. کاهش انتشار آلودگی بنگاه i نسبت به وضعیت معیار



منبع: یافته‌های پژوهش

۳-۶- مقایسه سیاست مالیات زیست محیطی و مقررات استاندارد انتشار

پس از بررسی نتایج اعمال دو سیاست وضع مالیات زیست محیطی و استاندارد انتشار آلودگی در یک رقابت بین المللی دوجانبه و مقایسه این دو سناریو با وضعیت معیار (یعنی

شرایطی که هیچ مقررات زیست محیطی وجود ندارد) در این قسمت قصد داریم به مقایسه نتایج این دو سیاست با یکدیگر پردازیم. با توجه به مطالب بیان شده در قسمت های قبلی باید توجه کرد که تنها ناحیه ای از مقادیر پارامترها برای مقایسه قابل قبول است که شرایط ارائه شده در رابطه (۱۶) را داشته باشد.

$$q_i^t \geq 0, q_i^e \geq 0, t_i \geq 0, z_i \geq 0; i = 1, 2 \quad (16)$$

با در نظر گرفتن این شرایط، در ادامه قصد داریم جهت نامساوی های $q_i^t \leq q_i^e, \pi_i^t \leq \pi_i^e, W_i^t \leq W_i^e, D_i^t \leq D_i^e$ را در حضور مقادیر مختلف پارامترهای مساله بررسی کنیم.

جهت مقایسه این دو سیاست به بررسی اثر عدم تقارن هر دو موضوع آسیب پذیری کشورها از آلودگی و ضریب انتشار آلودگی بنگاه ها خواهیم پرداخت. در این بخش - همانند دو قسمت قبلی - ابتدا بر عدم تقارن ضریب آسیب پذیری کشورها از آلودگی متمرکز شده و سپس در ادامه اثر عدم تقارن تکنولوژی تولید آلودگی بنگاه ها بر مقایسه دو سیاست را بررسی می کنیم.

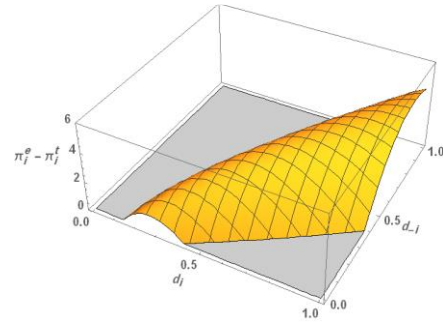
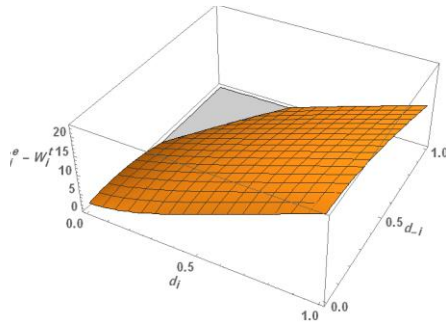
۶-۳-۱- مقایسه سیاست های کنترل آلودگی و نامتقارنی آسیب پذیری کشورها از آلودگی

فرض می کنیم نرخ آلودگی ایجاد شده توسط هر بنگاه یکسان و برابر ۱ بوده ($e_i = 1$) و نیز $s = 1$ است. مقایسه دو سیاست مالیات زیست محیطی و استاندارد انتشار آلودگی را در حضور تغییر مقادیر مختلف $d_i \in (0, 1)$ دو کشور در قالب نمودار (۸) نشان می دهیم. لازم به ذکر است، شرایط رابطه (۱۶) در ناحیه مشترک مثبت نمودارهای ۱-۵ و ۵-۱-۵ محقق می شود.

نمودار ۸. اثر عدم تقارن آسیب‌پذیری زیست‌محیطی در شرایط وضع استاندارد آلودگی

a-۸. تفاوت سود بنگاه i در دو سیاست

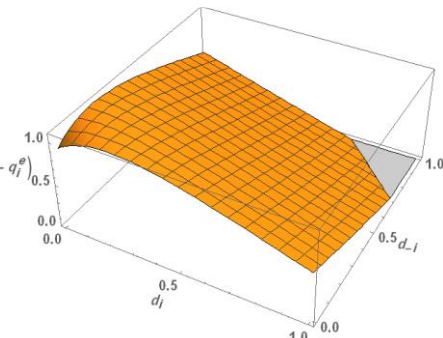
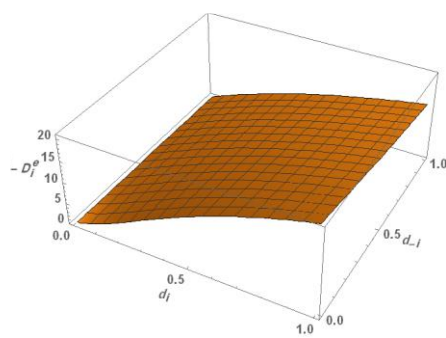
b-۸. تفاوت رفاه کشور i در دو سیاست



d-۸. تفاوت زیان زیست‌محیطی کشور i در دو

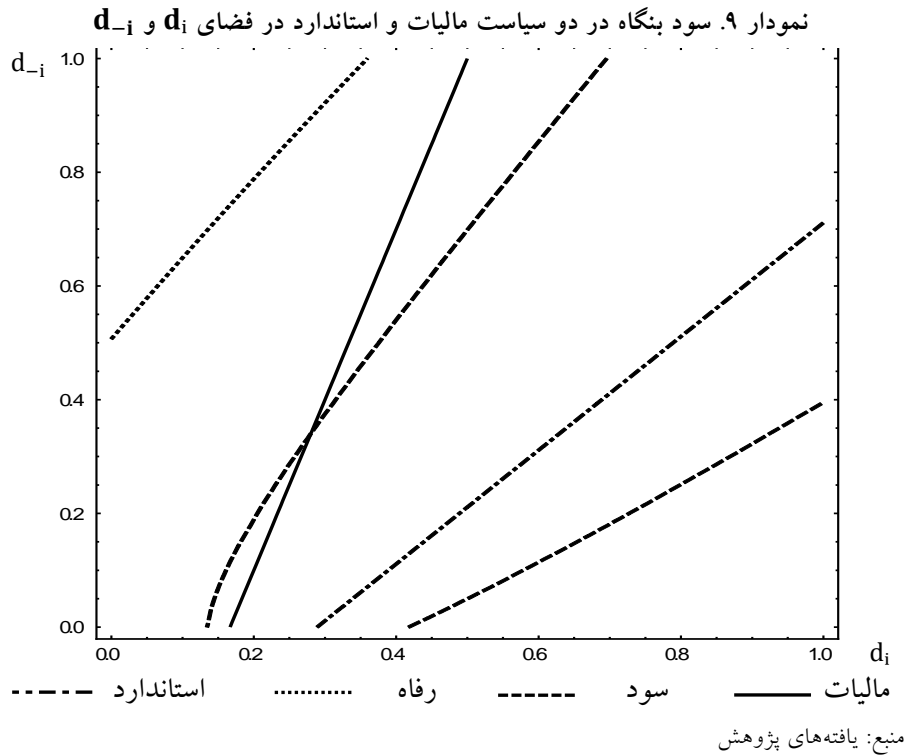
c-۸. تفاوت انتشار آلودگی بنگاه i در دو سیاست

سیاست



منبع: یافته‌های پژوهش

همان گونه که در نمودارهای b-۸ و d ملاحظه می‌شود در تمام ناحیه شدنی قابل مقایسه (ناحیه قابل قبول شرایط رابطه (۱۶)) در سناریوی وضع مقررات استاندارد انتشار نسبت به سیاست وضع مالیات، رفاه اجتماعی بیشتر و آسیب زیست‌محیطی کمتر است. مقایسه میزان انتشار آلودگی بنگاه‌ها در دو سیاست نیز که در نمودار c-۸ نشان داده شده است، بیان می‌کند انتشار آلودگی در وضعیت سیاست استاندارد زیست‌محیطی کمتر است، مگر آنکه تکنولوژی هر دو بنگاه بسیار آلاینده باشد. نمودار a-۸ نیز نشان می‌دهد که در بخشی از ناحیه شدنی، سود بنگاه i در سناریوی استاندارد آلودگی بیش از سود در وضعیت مالیات است؛ نمودار (۹) به طور دقیق‌تر این موضوع را نشان می‌دهد.



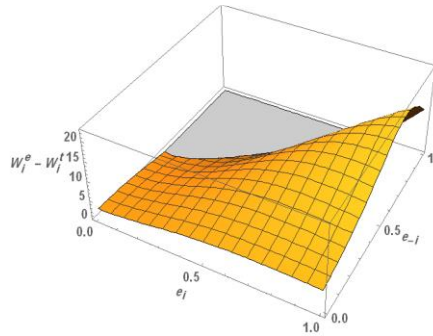
ناحیه خاکستری نمودار (۹)، مبین ناحیه شدنی مقایسه پذیر دو سیاست کنترل آلودگی است که در شرایط رابطه (۱۶) بیان شده‌اند. در سمت راست منحنی نقطه چین، رفاه در شرایط وضع استاندارد بیشتر و مابین دو منحنی خط چین سود بنگاه در این سیاست بیشتر خواهد بود. بنابراین، در سمت راست منحنی خط چین از بازه قابل مقایسه دو سیاست، سود بنگاه در سیاست وضع استاندارد زیست محیطی بالاتر و در سمت چپ این منحنی، سود در شرایط وضع مالیات زیست محیطی بیشتر خواهد بود. به طور تقریبی می‌توان ادعا کرد هر چه عدم تقارن آسیب زیست محیطی کشورها بیشتر باشد، بنگاه‌ها مالیات زیست محیطی به سیاست استاندارد انتشار ترجیح می‌دهند.

۶-۳-۲- مقایسه سیاست‌های کنترل آلودگی و نامتقارنی آلاینده‌گی بنگاه‌ها
 حال درجه آسیب‌پذیری کشورها را یکسان فرض کرده و ضریب زیان زیست محیطی هر دو را برابر ۱ ($d_i = 1$) قرار می‌دهیم. همچنین مجدد فرض می‌کنیم آلودگی به طور کامل

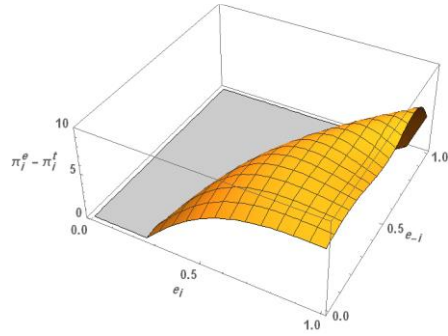
فرامرزى است؛ $s = 1$. حال تغییرات متغیرها را در حضور تغییر مقادیر مختلف $e_i \in (0,1)$ دو کشور در قالب نمودار (۱۰) نشان می‌دهیم. این مقادیر، پارامترها و بازه تعیین شده شرایط رابطه (۱۶) را در ناحیه مشترک مثبت نمودارهای ۳- a و b محقق می‌کنند.

نمودار ۱۰. مقایسه سیاست‌های کنترل آلودگی در شرایط نامتقارنی آلاینده‌ی بنگاه‌ها

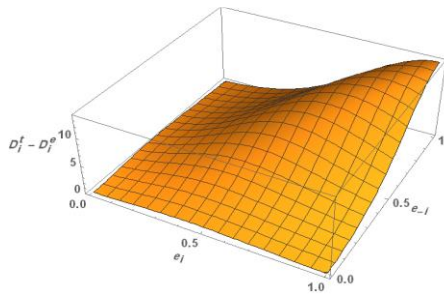
۱۰- b . تفاوت رفاه کشور i در دو سیاست



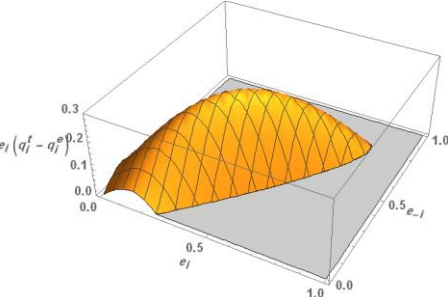
۱۰- a . تفاوت سود بنگاه i در دو سیاست



۱۰- d . تفاوت زیان زیست‌محیطی کشور i در دو سیاست



۱۰- c . تفاوت انتشار آلودگی بنگاه i در دو سیاست



منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به نمودارهای فوق با در نظر گرفتن شرایط مقایسه پذیر بودن دو سناریو (روابط (۱۶))، می‌توان دریافت با افزایش ضریب انتشار آلودگی بنگاه i ، سود وی و رفاه اجتماعی i در سیاست استاندارد زیست‌محیطی نسبت به وضع مالیات افزایش می‌یابد. همچنین خسارات زیست‌محیطی نیز با افزایش ضریب انتشار بنگاه در سیاست استاندارد نسبت به مالیات روندی کاهنده دارد. اما میزان انتشار آلودگی بنگاه i با افزایش ضریب و عدم تقارن انتشار نسبت به بنگاه رقیب در سیاست وضع استاندارد نسبت به مالیات

افزایش می‌یابد، چراکه کشورها در سیاست مالیات زیست‌محیطی با افزایش ضریب انتشار بنگاه داخلی نرخ مالیات را به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهند.

۷- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

انتخاب و گزینش ابزارهای اقتصادی و سیاست‌گذاری به منظور حفاظت از محیط‌زیست همواره دغدغه‌ای منطقه‌ای و بین‌المللی در دهه‌های اخیر بوده است. با گسترش تجارت میان کشورها و رشد تولید، توجه به مصائب محیط‌زیستی در چارچوب همکاری‌ها و نیز رقابت‌های بین‌المللی بیشتر شده است. در این پژوهش به منظور توجه به این مسأله -ضمن معرفی مطالعات متنوعی که طی سالیان گذشته در این حوزه در سطح دنیا انجام شده است- به ارزیابی و مقایسه عملکرد دو سیاست اقتصادی و وضع مالیات زیست‌محیطی و مقررات استاندارد انتشار آلودگی، به منظور کنترل و کاهش زیان‌های آلودگی در چارچوب یک مدل ایستای بازی غیرهمکارانه پرداختیم که در آن در یک دنیای سه کشوری، دو کشور هر یک دارای بنگاهی هستند که تولید محصول همگن آن‌ها با آلودگی همراه است و این بنگاه‌ها محصول خود را در یک رقابت کورنو به بازار کشور ثالث صادر می‌کنند. در حقیقت، مسأله کلیدی که در این مطالعه سعی در تمرکز بر آن داشتیم، بررسی این نکته بود که عدم تقارن آلاینده‌گی بنگاه‌ها و نیز عدم تقارن آسیب‌پذیری کشورها از آلودگی، چه اثری بر عملکرد و انتخاب سیاست مناسب زیست‌محیطی دارد.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد وضع مالیات رقابتی زیست‌محیطی توسط هر یک از کشورهای صادرکننده محصول در صورت وجود عدم تقارن کافی در ضریب آلاینده‌گی دو تولیدکننده، منجر به کاهش انتشار آلودگی و خسارات زیست‌محیطی خواهد شد. اما این مالیات، تنها در شرایطی می‌تواند منجر به افزایش رفاه اجتماعی شود که آلاینده‌گی بنگاه کشور رقیب به اندازه کافی بزرگ باشد؛ چراکه در چنین شرایطی است که بنگاه خارجی تحت سیاست مالیات زیست‌محیطی دولت کشورش با کاهش مزیت رقابتی مواجه خواهد شد و در نتیجه سود بنگاه داخلی افزایش یافته و سبب افزایش مجموع رفاه اجتماعی کشور خواهد شد.

وضع استاندارد انتشار آلودگی به طور معمول منجر به کاهش آلودگی و افزایش رفاه اجتماعی خواهد شد، اما دولت‌ها در شرایطی اقدام به وضع استاندارد انتشار می‌کنند که

ضریب آسیب‌پذیری زیست‌محیطی کشور در مقایسه با کشور دیگر به اندازه کافی کوچک باشد. همچنین افزایش عدم تقارن انتشار آلودگی بنگاه‌ها به نفع بنگاه داخلی، سبب وضع استاندارد آلودگی بیشتر داخلی نیز خواهد شد.

مقایسه این دو سیاست نشان داد که سیاست وضع مالیات که سیاستی مداخله‌گرانه در بازار محسوب می‌شود، نسبت به مقررات استاندارد انتشار، اثرات مثبت رفاهی و زیست‌محیطی کمتری دارد. حتی بنگاه‌ها در اغلب مواقع ترجیح می‌دهند تحت سیاست استاندارد آلودگی فعالیت کنند تا سیاست وضع مالیات، مگر زمانی که ضریب انتشار آلودگی شان به اندازه کافی از بنگاه رقیب کمتر باشد.

در نهایت، هدف این مطالعه این نیست که توصیه‌ای سیاستی برای کنترل آلودگی در فضای رقابت بین‌المللی ارائه دهد، چراکه شرایط و عوامل متعددی ممکن است بر جهت نتایج استخراج شده از این مطالعه اثر بگذارند. به عنوان مثال، پویا در نظر گرفتن انباشت آلودگی، ناهمگنی محصولات، انگیزه‌های خصوصی تحقیق و توسعه منتج از سیاست زیست‌محیطی و موارد دیگر می‌توانند بر نتایج این مطالعه اثر بگذارند. هدف این مطالعه، در حقیقت این بود که بر عدم تقارن متغیرهای زیست‌محیطی موثر بر سیاست‌گذاری توجه کند و اهمیت آن را بر انتخاب سیاست‌ها و قدرت رقابت در بازارها نشان دهد.

تعارض منافع

تعارض منافع ندارم.

ORCID

Mehdi Fadaee



<http://orcid.org/0000-0002-4400-4009>

Sama Azari



<https://orcid.org/0000-0001-5250-935X>

References

- Al-Mulali, U.; Tang, C. F. and Ozturk, I. (2015). Does Financial Development Reduce Environmental Degradation? Evidence from a panel study of 129 Countries. *Environmental Science and Pollution Research*. 22(19). 14891-14900.
- Amir, R.; Gama, A. and Werner, K. (2018). On Environmental Regulation of Oligopoly Markets: Emission Versus Performance Standards. *Environmental and Resource Economics*. 70(1). 147-167.
- Asako, K. (1979). Environmental Pollution in an Open Economy. *Economic Record*. 55(4). 359-367.

- Bhagwati, J. (1996). *Trade and the Environment: Exploring the Critical Linkages*. Maury E. Bredahl, Nicole Ballenger, John C. Dunmore, and Terry R. Roe (eds.). Agriculture, Trade, and the Environment: Discovering and Measuring the Critical Linkages. 13-22.
- Barrett, S. (1994). Strategic Environmental Policy and International Trade. *Journal of Public Economics*. 54(3). 325-338.
- Batabyal, A. A. (2000). On the Design of International Environmental Agreements for Identical and Heterogeneous Developing Countries. *Oxford Economic Papers*. 52(3). 560-583.
- Bator, F. M. (1958). The Anatomy of Market Failure. *The Quarterly Journal of Economics*. 72(3). 351-379.
- Baumol, W. J. and Oates, W. E. (1975). The Theory of Environmental Policy: Externalities, Public Outlays and the Quality of Life. 10-13.
- Beghin, J. and Potier, M. (1997). Effects of Trade liberalisation on the Environment in the Manufacturing Sector. *World Economy*. 20(4). 435-456.
- Bencheikroun, H. and Claude, D. (2007). Tax Differentials and the Segmentation of Networks of Cooperation in Oligopoly. *The BE Journal of Theoretical Economics*. 7(1). 1-11.
- Bencheikroun, H. and LONG, N. V. (2012). Collaborative Environmental Management: A Review of the Literature. *International Game Theory Review*. 14(04). 1240002.
- Bencheikroun, H. and Martin-Herran, G. (2016). The Impact of Foresight in a Transboundary Pollution Game. *European Journal of Operational Research*. 251(1). 300-309.
- Bencheikroun, H. and Yildiz, H. M. (2011). Free Trade, Autarky and the Sustainability of an International Environmental Agreement. *The BE Journal of Economic Analysis & Policy*. 11(1). 1-28.
- Buchanan, J. M. and Stubblebine, W. C. (1962). *Externality*. In Classic papers in natural resource Economics Palgrave. Macmillan. London. 138-154.
- Carraro, C. (Ed.). (1999). *International Environmental Agreements on Climate Change*. Springer Science & Business Media. Vol. 13.
- Carraro, C. and Siniscalco, D. (1993). Strategies for the International Protection of the Environment. *Journal of Public Economics*. 52(3). 309-328.
- Conrad, K. and Schröder, M. (1993). Choosing Environmental Policy Instruments Using General Equilibrium Models. *Journal of Policy Modeling*. 15(5-6). 521-543.
- Copeland, B. R. (2000). Trade and Environment: Policy Linkages. *Environment and Development Economics*. 5(4). 405-432.
- Copeland, B. R. and Taylor, M. S. (2004). Trade, Growth, and the Environment. *Journal of Economic Literature*. 42(1). 7-71.
- Daly, H. and Goodland, R. (1994). An Ecological-Economic Assessment of Deregulation of International Commerce Under GATT Part I. *Population and Environment*. 15(5). 395-427.

- Diamantoudi, E. and Sartzetakis, E. S. (2006). Stable International Environmental Agreements: An Analytical Approach. *Journal of Public Economic Theory*. 8(2). 247-263.
- Diamantoudi, E. and Sartzetakis, E. S. (2018). International Environmental Agreements- the Role of Foresight. *Environmental and Resource Economics*. 71(1). 241-257.
- Dockner, E. J. and Van Long, N. (1993). International Pollution Control: Cooperative Versus Noncooperative Strategies. *Journal of Environmental Economics and Management*. 25(1). 13-29.
- Ebert, U. and Von Dem Hagen, O. (1998). Pigouvian Taxes Under Imperfect Competition if Consumption Depends on Emissions. *Environmental and Resource Economics*. 12(4). 507-513.
- Ederington, J. (2010). Should Trade Agreements include Environmental Policy?. 84-102.
- Fujiwara, K. (2012). Market Integration, Environmental Policy, and Transboundary Pollution from Consumption. *The Journal of International Trade & Economic Development*. 21(4). 603-614.
- Fullerton, D. and Metcalf, G. E. (2001). Environmental Controls, Scarcity Rents, and Pre-existing Distortions. *Journal of Public Economics*. 80(2). 249-267.
- Grossman, G. M. and Krueger, A. B. (1991). *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*. National Bureau of Economic Research. No. w3914.
- Hanley, N.; Shogren, J. F. and White, B. (2016). *Environmental Economics: in Theory and Practice*. Macmillan International Higher Education.
- Hatzipanayotou, P.; Lahiri, S. and Michael, M. S. (2002). Can Cross-border Pollution Reduce Pollution? *Canadian Journal of Economics/Revue Canadienne D'économique*. 35(4). 805-818.
- Hatzipanayotou, P.; Lahiri, S. and Michael, M. S. (2005). Reforms of Environmental Policies in the Presence of Cross-border Pollution and Public-Private Clean-up. *Scandinavian Journal of Economics*. 107(2). 315-333.
- Helfand, G. E. (1991). Standards Versus Standards: The Effects of Different Pollution Restrictions. *The American Economic Review*. 81(3). 622-634.
- Hoel, M. (1991). Global Environmental Problems: the Effects of Unilateral Actions Taken by one Country. *Journal of Environmental Economics and Management*. 20(1). 55-70.
- Jaffe, A. B.; Peterson, S. R.; Portney, P. R. and Stavins, R. N. (1995). Environmental Regulation and the Competitiveness of US Manufacturing: What does the Evidence Tell Us?. *Journal of Economic Literature*. 33(1). 132-163.
- Kim, Y.; Tanaka, K. and Ge, C. (2018). Estimating the Provincial Environmental Kuznets Curve in China: A Geographically Weighted Regression Approach. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*. 32(7). 2147-2163.

- Kneese, A. V. and Schulze, W. D. (1985). Ethics and Environmental Economics. In *Handbook of Natural Resource and Energy Economics*. Vol. 1. 191-220.
- Kolstad, C. D. (2007). Systematic Uncertainty in Self-enforcing International Environmental Agreements. *Journal of Environmental Economics and Management*. 53(1). 68-79.
- Lahiri, S. and Ono, Y. (2007). Relative Emission standard Versus Tax Under Oligopoly: The Role of Free Entry. *Journal of Economics*. 91(2). 107-128.
- Lee, S. and Oh, D. W. (2015). Economic growth and the Environment in China: Empirical Evidence Using Prefecture Level Data. *China Economic Review*. 36. 73-85.
- List, J. A. and Mason, C. F. (2001). Optimal Institutional Arrangements for Transboundary Pollutants in a Second-best World: Evidence from a Differential Game with Asymmetric Players. *Journal of Environmental Economics and Management*. 42(3). 277-296.
- Ludema, R. D. and Wooton, I. (1994). Cross-border Externalities and Trade Liberalization: The Strategic Control of Pollution. *Canadian Journal of Economics*. 27(4). 950-966.
- Magee, S. P. and Ford, W. F. (1972). Environmental Pollution, the Terms of Trade and Balance of Payments of the United States. *Kyklos*. 25(1). 101-118.
- Markusen, J. R. (1975). Cooperative Control of International Pollution and Common Property Resources. *The Quarterly Journal of Economics*. 89 (4). 618-632.
- Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*. by Alfred Marshall. Macmillan and Company.
- McGinty, M. (2007). International Environmental Agreements Among Asymmetric Nations. *Oxford Economic Papers*. 59(1). 45-62.
- Pearce, D. (2002). An Intellectual History of Environmental Economics. *Annual Review of Energy and the Environment*. 27(1). 57-81.
- Petrakis, E. and Xepapadeas, A. (2003). Location Decisions of a Polluting Firm and the Time Consistency of Environmental Policy. *Resource and Energy Economics*. 25(2). 197-214.
- Pigou, A. C. (1920). *The Economics of Welfare*. Macmillan. New York.
- Rubio, S. J. and Casino, B. (2002). A Note on Cooperative Versus Non-cooperative Strategies in International Pollution Control. *Resource and Energy Economics*. 24(3). 251-261.
- Rose, A. (1983). Modeling the Macro Economic Impact of Air Pollution Abatement. *Journal of Regional Science*. 23(4). 441-459.
- Rubio, S. J. and Ulph, A. (2006). Self-enforcing International Environmental Agreements Revisited. *Oxford Economic Papers*. 58(2). 233-263.
- Schmalensee, R. (1993). The costs of Environmental protection. MIT-CEEPR 93-015WP.
- Siebert, H.; Walter, I. and Zimmermann, K. (Eds.). (1980). *Regional Environmental Policy: The Economic Issues*. Macmillan.

- Spulber, D. F. (1985). Effluent Regulation and Long-run Optimality. *Journal of Environmental Economics and Management*. 12(2). 103-116.
- Taghvaei, V. M. and Hajiani, P. (2015). Environment, Energy, and Environmental Productivity of Energy: A Decomposition Analysis in China and the US. In Second European Academic Research Conference on Global Business, Economics, Finance and Banking. 3-5.
- Taghvaei, v. M. and shirazi, j. K. (2014). Analysis of the Relationship Between Economic Growth and Environmental Pollution in Iran (Evidence from Three Sections of Land, Water and Atmosphere). *Indian J. Sci. Res.* 7(1). 031-042.
- Walley, N. and Whitehead, B. (1994). It's Not Easy Being Green. *Reader in Business and the Environment*. 36(81). 4.
- Weitzman, M. L. (1974). Prices vs. quantities. *The Review of Economic Studies*. 41(4). 477-491.