فصلنامه پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار) ـ سال نوزدهم ـ شماره اول ـ بهار ۱۳۹۸ ـ صفحات ۸۲-۵۳

سیاست بهینه زیست محیطی، نااطمینانی و کیفیت نهادی: مطالعه موردی ایران

علی حسین صمدی [۱]
منصور زیبایی [۲]
جعفر قادری [۳]
پریسا بهلولی [٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۷ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۷/۴/۱۶

چکیده

دخالت دولت و اجرای سیاست های زیست محیطی، یکی از راه کارهای کاهش عوارض جانبی ناشی از تولید و در راستای دستیابی به توسعه پایدار است. بدون شک، کیفیت نهادی نیز یک عامل مهم تأثیرگذار در انتخاب سیاست بهینه زیست محیطی است. لذا مقاله حاضر، به شناسایی سیاست بهینه زیست محیطی از بین ابزارهای رایج دخالت دولت (اخذ مالیات بر انتشار آلودگی و سیاست مجوز انتشار آلودگی) در شرایط وجود نااطمینانی زیست محیطی و اقتصادی و در درجات مختلف کیفیت نهادی، پرداخته است. دستاورد نظری مقاله حاضر، این است که کیفیت نهادی را وارد یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی کرده و تأثیر آن بر انتخاب سیاست زیست محیطی را بررسی نموده است. یافته های تجربی مقاله حاضر، نشان می دهد که در درجات مختلف کیفیت نهادی، سیاست مجوز انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر انتشار آلودگی، برتری دارد. همچنین نتایج نشان داده است که با بهبود وضعیت کیفیت نهادی و در صورتی که تنها تکانه زیست محیطی باشد، سیاست بهینه، سیاست مالیات بر آلودگی است.

واژگان کلیدی: الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی، مالیات بر آلودگی، مجوز انتشار آلودگی، رفاه اجتماعی، کیفیت نهادی، ایران

طبقه بندی JEL: C61, D69, H21, Q58

---

۱. دانشیار بخش اقتصاد، دانشگاه شیراز (نویسنده مسئول) asamadi@rose.shirazu.ac.ir
۲. استاد بخش اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شیراز zibaei@ shirazu.ac.ir
۳. دانشیار بخش اقتصاد، دانشگاه شیراز jghaderi@rose.shirazu.ac.ir
۴. دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه شیراز Parisa_bahlouli@yahoo.com

۱. مقدمه

انتشار آلودگی، یکی از عوارض جانبی ناشی از تولید و تأثیرگذار بر رفاه جامعه است. انتشار آلودگی به دلیل افزایش فعالیت‌های اقتصادی، از یک طرف، باعث افزایش رفاه اجتماعی می‌شود و از طرف دیگر، منجر به تنزل کیفیت محیط‌زیست شده، رفاه اجتماعی را کاهش می‌دهد. دولت‌ها با اجرای سیاست‌های کنترل آلودگی (مالیات بر آلودگی و مجوزهای آلودگی)، موجب کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی شده و یا دست کم، آثار منفی کارکردهای انسان بر محیط‌زیست (آلودگی‌ها و تخریب محیط‌زیست) را کاهش می دهند. در نتیجه مطلوبیت فردی و رفاه اجتماعی افزایش خواهد یافت. از سوی دیگر، کیفیت نهادی (برای مثال ساختار حکمرانی)، یکی از مهم‌ترین مجراهای اثرگذاری تولید و اثرات جانبی تولید بر رفاه اجتماعی (از مجرای قوانین زیست‌محیطی اعمال‌شده) است.

بررسی عملکرد محیط زیست، بر اساس شاخص عملکرد محیط زیست (EPI) نشان می دهد که ایران در سال ۲۰۰۶ رتبه ۵۳ (از ۱۳۳ کشور) ، در سال ۲۰۰۸ رتبه ۶۷ (از ۱۴۹ کشور) ، در سال ۲۰۱۰ رتبه ۷۸ (از ۱۶۳ کشور)، در سال ۲۰۱۲ رتبه ۱۱۴ (از ۱۳۲ کشور)، در سال ۲۰۱۴ رتبه ۸۳ (از ۱۷۸ کشور) و در سال ۲۰۱۶ رتبه ۱۰۵ (از ۱۸۰ کشور) را داشته است (گزارش دوسالانه شاخص عملکرد محیط زیست ۲۰۱۶-۲۰۰۶)[۱]. این ارقام همچنین روند صعودی انتشار آلودگی طی دوره ۲۰۱۶-۱۹۶۵ و روند نسبتاً شدید آن طی دوره ۲۰۱۶-۱۹۹۹، حکایت از بدتر شدن وضعیت محیط زیست در ایران دارد.

یکی از دلایل بدتر شدن وضعیت محیط زیست در ایران را می توان به عدم توجه کافی به اتخاذ یک سیاست زیست محیطی مناسب نسبت داد. کیفیت نهادی ضعیف و ساختار نهادی رانت محور نیز باعث شده است که در کنار افزایش فعالیت های اقتصادی، میزان انتشار آلودگی افزایش یافته و کیفیت محیط زیست و در نهایت، رفاه اجتماعی تنزل یابند. لذا در مقاله حاضر، از بین سیاست های رایج زیست محیطی، به شناسایی سیاست بهینه زیست محیطی- با در نظر گرفتن وضعیت کیفیت نهادی و براساس معیار بیشینه رفاه اجتماعی- پرداخته شده است.

ساماندهی بخش های مختلف مقاله حاضر، به صورت زیر است: پس از مقدمه، در بخش دوم، مطالعات پیشین، مرور، و در بخش سوم، به مبانی نظری پرداخته شده، بخش چهارم، به معرفی و تصریح الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی اختصاص یافته، در بخش پنجم، شبیه سازی، مقدار دهی و برآورد الگو ارائه شده، و نتیجه گیری و پیشنهادها، در بخش پایانی آمده است.

---

۱. علت کاهش رتبه ایران و بدتر شدن وضعیت طی این سال ها، عموماً به واسطه شاخص های بهداشت و سلامت محیط، انتشار دی اکسید گوگرد، سرانه انتشار آن و انتشار کربن در هر واحد تولید برق بوده است.

۲. مروری بر مطالعات پیشین

مطالعات مرتبط با مسائل زیست محیطی بسیار متنوع است. این مطالعات با الگوهای متعددی (الگوهای اقتصاد سنجی، الگوهای رشد درونزا و برونزای تصادفی و معین، الگوهای تعادل عمومی محاسبه پذیر و پویای تصادفی و سایر روش های ریاضی و آماری) انجام شده اند. با توجه به هدف تحقیق حاضر، در ادامه، تنها مطالعات مرتبط با شناسایی سیاست بهینه زیست محیطی ارائه و بررسی می شوند.

مطالعات وایتزمن (Weitzman, 1974)، مهتدی (Mohtadi, 1996)، فیشر و استرینگ بورن (Fischer & Springborn, 2011)، دیسو و کارنیزووا (Dissouu & Karnizova, 2012)، آنجلوپولوس و همکاران (Angelopoulos *et al.*, 2012)، هوتل (Heutel, 2012) و برتشگر و وینوگرادوا (Bretschger, & Vinogradova, 2017)، از نمونه مطالعاتی است که در زمینه شناسایی سیاست های بهینه زیست محیطی انجام شده است.

مطالعه وایتزمن (Weitzman, 1974)، از اولین مطالعات در زمینه شناسایی و ارزیابی سیاست بهینه زیست محیطی با استفاده از الگوی رشد درونزا است. وی در مطالعه خود، تکانه ای در نظر نگرفته است. نتایج مطالعه وی، نشان داد که برای رتبه بندی سیاست مالیات بر آلودگی و مجوزهای آلودگی، اختلاف کشش بین سود نهایی[1] و هزینه نهایی[2] مقررات زیست محیطی حائز اهمیت بوده و تعیین کننده است. وی بیان می کند، زمانی که کشش سود نهایی بیشتر از کشش هزینه های نهایی باشد، ابزار قیمت به ابزار مجوزها، برتری دارد.

مهتدی (Mohtadi, 1996) نیز با استفاده از یک الگوی رشد درونزا، به بررسی سیاست بهینه زیست محیطی از بین دو سیاست مالیاتی و سیاست مجوز های آلودگی برای رسیدن به رشد درازمدت پرداخته و سیاست ترکیبی کنترل های مقداری و مالیات (یارانه) را برای رسیدن به سطح بالاتری از رفاه اجتماعی معرفی می کند. وی در الگوسازی، تکانه ها را مد نظر قرار نداده است.

فیشر و استرینگ بورن (Fischer & Springborn, 2011) به مقایسه سیاست های زیست محیطی مالیات بر آلودگی و مجوزهای آلودگی و مقررات عددی در چارچوب الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی پرداخته اند. این پژوهشگران در مطالعه خود، تنها تکانه های اقتصادی را به عنوان منبع نااطمینانی در نظر گرفته اند.

دیسو و کارنیزووا (Dissouu & Karnizova, 2012) در رتبه بندی سیاست های زیست محیطی مالیات بر آلودگی و مجوزهای آلودگی، با استفاده از الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی، بیان

1. Marginal Revenue
2. Marginal Cost

می کنند که در صورت وارد کردن تکانه به بخش های غیر انرژی، هیچکدام از سیاست ها بر دیگری اولویت ندارد، در صورتی که در بخش انرژی، سیاست مالیاتی بر سیاست مجوزها اولویت دارد. همانند سایر مطالعات، تکانه مد نظر، تنها تکانه اقتصادی بوده است.

آنجلوپولوس و همکاران (Angelopoulos *et al.*, 2012) نیز با تدوین یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی به مقایسه سیاست مالیات بر آلودگی با نتایج حاصل از تخصیص رمزی[1] به عنوان سیاست بهینه اول پرداخته اند. آنها مطالعه خود را با در نظر گرفتن شرایط نااطمینانی اقتصادی و زیست محیطی[2] انجام داده اند.

هوتل (Heutel, 2012) با تدوین یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی، واکنش سیاست زیست محیطی به ادوار تجاری را در شرایط وجود نااطمینانی اقتصادی مورد بررسی قرار داده است. در این مطالعه، مالیات بر آلودگی، تنها در اقتصاد غیر متمرکز به عنوان سیاست زیست محیطی، الگوسازی شده است. وی نشان می دهدکه هر دو سیاست مالیات بر آلودگی و سیاست مجوز انتشار آلودگی، موافق ادوار تجاری[3] عمل می کنند. اثر هر دو سیاست در طول دوره رونق، افزایش و در طول دوره رکود، کاهش می یابد. با توجه به اینکه اثر افزایش نرخ مالیات، بهبود کیفیت محیط زیست و اثر افزایش مجوز انتشار آلودگی، کاهش کیفیت محیط زیست است، در نگاه اول، به نظر می رسد، این دو نتیجه با یکدیگر در تعارض باشند. در صورتی که این دو نتیجه، سازگار با یکدیگر هستند، زیرا سیاست مجوز انتشار آلودگی، اجازه می دهد تا تولید گازهای گلخانه ای در طول رونق، افزایش و در طول رکود، کاهش یابد. همان نتیجه را می توان با مالیات بر انتشار آلودگی گرفت که در آن، نرخ مالیات در طول دوره رونق افزایش و تولید گازهای گلخانه ای، کاهش می یابد.

برتشگر و وینوگرادوا (Bretschger, & Vinogradova, 2018) با استفاده از الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی، واکنش انتشار آلودگی به تکانه فناوری (نااطمینانی اقتصادی) و تکانه های سیاست گذاری (نااطمینانی نهادی) در اقتصاد آمریکا را مورد بررسی قرار داده اند. نتایج نشان می دهد که تکانه فناوری، موجب کاهش انتشار آلودگی می شود؛ ولی تأثیر آن در تغییرات انتشارها، کمتر از ۱۰ درصد است.

مطالعه مهتدی (Mohtadi, 1996) در فضای اطمینان صورت گرفته است. اما سایر مطالعات بررسی شده به نوعی به بحث نااطمینانی توجه کرده اند. در مطالعات فیشر و استرینگ بورن (Fischer & Springborn, 2011)، دیسو و کارنیزووا (Dissouu & Karnizova, 2012) و

1. Ramsey
2. Environmental Uncertainity
3. Business Cycles

آنجلوپولوس و همکاران (Angelopoulos *et al.*, 2012)، تنها منبع نااطمینانی تکانه های اقتصادی (به عنوان معیاری از نااطمینانی اقتصادی[1])، در نظر گرفته شده است. تنها آنجلوپولوس و همکاران (Angelopoulos *et al.*, 2012)، علاوه بر نااطمینانی اقتصادی، از تکانه های زیست محیطی (به عنوان معیاری از نااطمینانی زیست محیطی) استفاده کرده اند. همچنین برتشگر و وینوگرادوا (Bretschger, & Vinogradova, 2017) نیز به تکانه های فناوری و سیاست گذاری توجه کرده اند.

اگرچه این تکانه ها و نااطمینانی های ناشی از آنها مهم است، اما نااطمینانی های رفتاری یا نهادی[2]نوع دیگری از نااطمینانی است که از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بر این اساس در مطالعه حاضر، منابع نااطمینانی اقتصادی، زیست محیطی و نهادی در نظر گرفته شده و نااطمینانی نهادی، الگوسازی شده است.

۳. مبانی نظری

هدف اصلی همه جوامع، دستیابی به توسعه پایدار است. آسیب های زیست محیطی ناشی از فعالیت های اقتصادی، مهمترین عوارض جانبی ناشی از تولید و مؤثر بر رفاه جامعه است که با توسعه پایدار منافات دارد. انتشار آلودگی، یکی از این عوارض بوده و همراه با افزایش فعالیت های اقتصادی و به دنبال آن، تنزل کیفیت محیط زیست، تأثیر مثبت افزایش تولید و رشد اقتصادی بر رفاه اجتماعی را کاهش می دهد. تخصیص بهینه منابع، تحقق وضعیت پارتو و دستیابی به مقدار بیشینه رفاه اجتماعی، زمانی حاصل می شود که هزینه نهایی اجتماعی ناشی از فعالیت یک بنگاه با منافع اجتماعی حاصل از آن، برابر شود. هزینه نهایی اجتماعی شامل هزینه های داخلی و هزینه های خارجی است.

هزینه های خارجی توسط یک بنگاه، زمانی ظاهر می شود که فعالیت این بنگاه برای جامعه ایجاد ضرر کند (برای مثال آلودگی محیط زیست). در چارچوب سازوکار بازار، توجهی به هزینه‌های خارجی نشده و تخصیص منابع بر اساس هزینه های خصوصی صورت می گیرد. مؤسسات ذی نفع، بهای واقعی بهره برداری از منابع زیست محیطی و آلودگی های حاصل از آن را نمی‌پردازند، اما هزینه هایی بر دوش سایر اقشار جامعه تحمیل می کنند. مشکل دیگری که وجود دارد، این است که بسیاری از کالاهای زیست محیطی، کالاهای عمومی می باشند و عمومیت کالاهای مزبور، دلیلی است مبنی بر اینکه چرا بازار درگیر داد و ستد کالاها و خدمات زیست محیطی نمی شود. چنین شرایطی منجر به عدم تحقق وضعیت بهینه پارتو و شکست بازار در تخصیص بهینه منابع می شود.

1. Economic Uncertainity
2. Institutional or Behavial Uncertainity

بر این اساس، دولت می باید در راستای بیشینه کردن رفاه اجتماعی، در سازوکار بازار دخالت کرده و از طریق به کارگیری ابزارهای زیست محیطی، تخصیص منابع را بر اساس برابری منافع و هزینه های اجتماعی هدایت نماید (Dresner & Ekins, 2004).

به طور کلی، دو رهیافت دستور و نظارت (کنترل)[1] و انگیزه های مبتنی بر بازار[2] برای دخالت دولت وجود دارد. در رهیافت دستور و نظارت، دولت می تواند استانداردهای زیست محیطی را تعیین، و مقرراتی را جهت تضمین رعایت آن استانداردها طرح ریزی کند. مقررات معمولاً حاوی دستوری است که آلوده گر را موظف می کند تا از سطح کیفیت زیست محیطی تعیین شده، تجاوز نکند و مشتمل بر سیستم نظارتی است که رعایت و تقویت استانداردها را کنترل می کند. به دلیل اینکه مقررات نسبت به دیگر ابزارهای نظارت، هزینه بیشتر می برد و با اصل مقدار کمینه هزینه ها مغایرت دارند، معمولاً رهیافت انگیزه های مبتنی بر بازار در بیشتر جوامع مورد توجه قرار می گیرد. لذا ضروری است که پیرامون شیوه های انگیزه های مبتنی بر بازار، توجه بیشتری صورت پذیرد (David & Desgagn, 2005).

به منظور ایجاد انگیزه در کارگزاران اقتصادی برای کاهش آلودگی، ابزارهای مبتنی بر بازار، از قیمت یا دیگر متغیرهای اقتصادی استفاده می کنند. در این روش، برخی انگیزه های اقتصادی وجود دارند که می‌توان از آنها در تشویق و ترغیب رفتار های مثبت زیست محیطی استفاده کرد. این ابزارها شامل مالیات ها[3]، یارانه ها[4] و مجوزهای قابل عرضه به بازار[5] هستند (Barker &Lewney, 1991). مالیات بر انتشار آلودگی (یارانه‌ها) در بسیاری از کشورها اجرا می‌شود و هدف از آن، ایجاد انگیزه لازم برای به‌کارگیری فناوری سالم‌تر است. مالیات بر انتشار آلودگی، از این نظر که مالیات های انگیزه ای هستند و برای افزایش درآمد مالیاتی طرح ریزی نمی شوند، آلوده گر را وادار می کنند تا به فناوری های غیر آلاینده روی آورده و از پرداخت مالیات بپرهیزد (Pearce & Turner, 1990).

ابزار دیگر که از آن به عنوان سهمیه قابل مبادله ایجاد آلودگی یا مجوزهای قابل خرید و فروش نام می‌برند، در واقع مؤسسات و کارخانجات را وادار می سازد تا در سطح استاندارد تعیین شده، ایجاد آلودگی کنند. ویژگی اصلی این مجوزها آن است که آلوده گران می توانند با یکدیگر به مبادله این مجوز ها بپردازند. لذا خرید مجوزها، این امکان را برای آلوده گرانی که با هزینه های گزاف کاهش آلودگی مواجه اند، فراهم می آورد، تا اقدام به خرید مجوزهای دیگران بنماید. در این شرایط، خریداران

1. Command and Control
2. Market-Based Incentives
3. Charges
4. Subsidies
5. Marketable Permits

مجوزها نسبت به فروشندگان آن، آلودگی بیشتری به وجود می آورند. در کل استانداردهای زیست محیطی بدون تغییر باقی می ماند.

با این اوصاف، با اجرای سیاست های زیست محیطی توسط دولت، مؤسسات به گونه ای عمل می کنند که از سطح تولید مطلوب بازار به سمت سطح تولید مطلوب اجتماعی حرکت کنند و در راه دستیابی به توسعه پایدار قدم برمی دارند. حال دولت باید از بین رایج ترین سیاست های انگیزه ای مبتنی بر بازار سیاستی را که بیشترین رفاه اجتماعی را به دنبال داشته باشد، انتخاب کند.

وجود نااطمینانی در دنیای واقعی، کلیه تصمیم گیری ها را تحت تأثیر قرار می دهد. نااطمینانی، فضایی است که تصمیم فعالان اقتصادی اعم از خانوارها، بنگاها و دولت را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Giordani *et al.*, 2010). نااطمینانی می تواند ریشه در وقایع پیش بینی نشده اقتصادی (تغییر در فناوری تولید، تغییرات در بهره وری تولید، بهبود در مهارت کارگران و ...) داشته باشد، یا ناشی از وقایع پیش بینی نشده زیست محیطی (تغییر در قوانین زیست محیطی و بروز خشکسالی و انتشار شدید آلودگی در نتیجه استفاده از مواد نامناسب در فرایند تولید و ...) باشد.(Kama& Schubert, 2004)

با تغییر در فناوری تولید، بهره وری کل عوامل تغییر می یابد که به عنوان یک منبع نااطمینانی اقتصادی بوده، و ممکن است منبع نااطمینانی ناشی از تأثیر ناگهانی فعالیت های اقتصادی بر محیط زیست (فناوری کاهش آلودگی) باشد. در نتیجه، به ازای تولید میزان ثابتی از محصول، میزان آلودگی تغییر می یابد. این منبع به عنوان نااطمینانی زیست محیطی شناخته می شود (Angelopoulos *et al.*, 2012). از این رو، در نظر نگرفتن شرایط نااطمینانی، تصویر درستی از واقعیت ارائه نخواهد کرد.

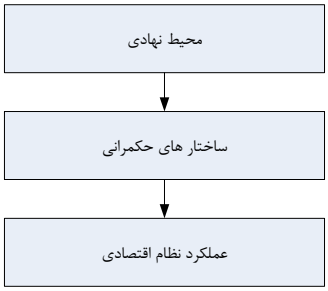
برای موفقیت سیاست های اقتصادی و زیست محیطی، لازم است که کیفیت نهادی[1] جامعه قوی بوده و ساختار نهادی[2] جامعه، تولید محور (و نه رانت محور) باشد. کیفیت نهادی پایین و ساختار نهادی رانت محور، حکایت از ساختارهای حکمرانی ضعیف دارد. در چنین فضایی، رفتارهای فرصت طلبانه کارگزاران اقتصادی افزایش یافته و در کنار نااطمینانی های اقتصادی و زیست محیطی، منجر به شکل گیری نااطمینانی نهادی یا رفتاری[3] می شود (Williamson, 2000).

همان طور که پیکان های بین متغیرها در نمودار (۱) نشان داده است، کیفیت نهادی، از مجرای ساختارهای حکمرانی بر عملکرد نظام اقتصادی مانند نوآوری صنایع، کیفیت محیط زیست، هزینه های مبادله[4]، رشد اقتصادی، رفاه اجتماعی، مؤثر واقع می شوند (Hodgson, 2006). در جامعه ای با کیفیت نهادی پایین، ممکن است دولت سیاستی را در جهت بهبود وضعیت و دستیابی

1. Institutional Quality
2. Institutional Structure
3. Behavioral and Institutional Uncertainty
4. Trancsactions Costs

به مقدار بیشینه رفاه اجتماعی اتخاذ کند، و به هدف خود دست نیابد.

ساختارهای حکمرانی در یک جامعه با توجه به کارکردهای ممکن کننده و محدود کننده خود در پیش بینی پذیری رفتارها تأثیر گذاشته و نا اطمینانی درباره کنش ها و واکنش های بنگاه ها و دولت در بازار را تحت تأثیر قرار دهند.



نمودار ۱. نهادها مهم اند

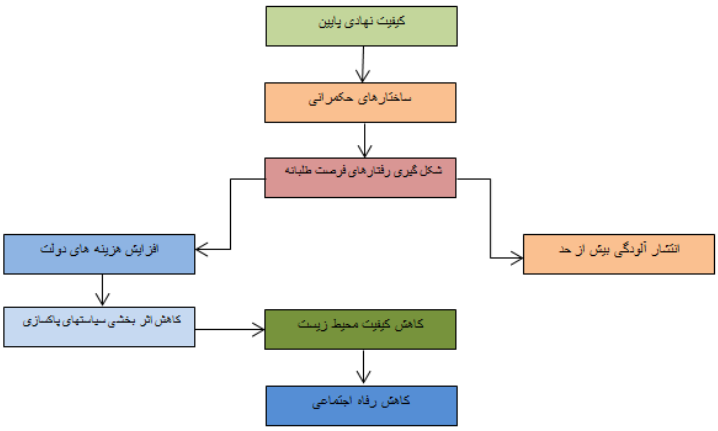
منبع: Hodgson, 2006: 16

در شرایط خوشبینانه، افزایش روزافزون تولید می تواند برای کشورها رفاه اجتماعی را در پی داشته باشد و در روان سازی چرخه فعالیت های اقتصادی تعیین کننده باشد؛ در صورتی که این کیفیت نهادی حاکم بر کشورهاست که می تواند منافع ناشی از تولید را به واسطه انتشار آلودگی و کاهش کیفیت محیط زیست به انحراف کشیده و موجب کاهش رفاه اجتماعی شود و یا به واسطه اعمال صحیح قوانین و سیاست های بهینه زیست محیطی و بالا بودن کیفیت نهادی، موجب افزایش رفاه اجتماعی شود. در واقع، سودمندی نسبی قوانین اعمال شده، به وضعیت کیفیت نهادی و ساختارهای حکمرانی بستگی دارد. کیفیت نهادی بالا منجر به موقعیتی می شود که در آن، فعالان اقتصادی به فعالیت هایی با آلایندگی کمتر می پردازند و اثر بخشی سیاست های اعمالی دولت که با هدف پاکسازی محیط زیست انجام می گیرد، افزایش می یابد، در حالی که کیفیت نهادی پایین، با ایجاد و گسترش روحیه رانتی و فراگیر شدن فعالیت های فرصت طلبانه در جامعه، منجر به گرایش به فعالیت هایی با آلایندگی بیشتر می شود و اثر بخشی سیاست های دولت که با هدف پاکسازی محیط زیست انجام می گیرد، کاهش می یابد؛ لذا رفتارهای اقتصادی تغییر می کنند و انتخاب ها و تصمیمات اقتصادی به انحراف کشیده می شوند.

در چنین شرایطی، بنگاه ها به دنبال پرداخت مالیات کمتر (دریافت یارانه بیشتر) و یا کتمان اطلاعات ناشی از انتشار آلودگی خواهند رفت. بنگاه ها از این موقعیت استفاده کرده و آلودگی بیشتر

از سطح کارآمد آن را انتشار خواهند داد. از دیگر سو، ساختار حکمرانی ضعیف باعث گسترش پدیده رانت جویی خواهد شد. گسترش این پدیده، خسارت قابل توجهی به کشور بویژه فراموشی اهداف توسعه بلندمدت و بی توجهی به مسأله محیط زیست (به عنوان یک مؤلفه از چهار مؤلفه توسعه پایدار) وارد خواهد کرد. رانت جویی باعث ادعای گروه های فساد قدرتمند و در نهایت، تنزل سطح درآمد تعادلی درازمدت و رفاه اجتماعی خواهد شد.کیفیت نهادی پایین و ساختار نهادی رانت محور باعث افزایش هزینه های مبادله در جامعه و همچنین کاهش اثر بخشی سیاست های زیست محیطی می شود. در چنین شرایطی، کیفیت محیط زیست و در نهایت، سطح زندگی خانوارها و رفاه اجتماعی کاهش خواهد یافت.

در نتیجه ضعف ساختارهای حکمرانی، بنگاه ها با استفاده از رفتار فرصت طلبانه، مبادرت به انتشار آلودگی بیشتر از حد مجاز کرده و موجب افزایش مخارج دولت می شوند. افزایش مخارج دولت (مخارجی که از تصریح قرارداد و نظارت بر رعایت آن ناشی می شوند)، کاهش اثربخشی سیاست های زیست محیطی اعمال شده را در پی خواهد داشت که از مسیر کاهش کیفیت محیط زیست، رفاه اجتماعی را متأثر می کند (نمودار ۲).



نمودار ۲. مجراهای اثرگذاری کیفیت نهادی بر رفاه اجتماعی

منبع: یافته های تحقیق

در واقع، اجرای سیاست های زیست محیطی در جامعه ای با کیفیت نهادی پایین و وجود رفتارهای فرصت طلبانه از سوی بنگاه ها، موجب ایجاد هزینه های ضمانت اجرا و هزینه های نظارتی (هزینه های

مبادله) می شود که از هزینه های سیاستی به حساب می آید. افزایش روحیه فرصت طلبی افراد و به دنبال آن، افزایش هزینه های مبادله، موجب افزایش فزاینده این هزینه ها می شود. در شرایطی که در یک جامعه، سیاست بهینه بدون توجه به مسائل نهادی انتخاب شود، شناسایی و اعمال سیاست های زیست محیطی نمی تواند جامعه را به هدف خود که دستیابی به مقدار بیشینه رفاه اجتماعی است، سوق دهد.

۴. تصریح الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی

با عنایت به تفاوت دو رویکرد ادوار تجاری حقیقی و کینزین های جدید در تعدیل قیمت ها، در صورتی که نقشی برای دولت از نظر اجرای سیاست های پولی و مالی در نظر گرفته نشود، استفاده از رویکرد ادوار تجاری حقیقی رایج است. با توجه به اینکه در الگوهای زیست محیطی، نقش دولت تنها در بهبود کیفیت زیست محیطی با اعمال سیاست مالیاتی یا مجوزهای آلودگی است، لذا در مقاله حاضر که برای ایران طراحی شده، الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی با رویکرد ادوار تجاری حقیقی، در نظر گرفته شده است.

۴-۱. الگوی سیاست زیست محیطی مجوز انتشار آلودگی

فرض می شود اقتصاد شامل افراد زیادی با طول عمر نامحدود و ترجیحات یکسان و با افق برنامه ریزی نامحدود هستند. بنابراین معادله رفاه مصرف کننده نوعی، نماینده تابع رفاه جامعه خواهد شد. تابع رفاه در مطالعات متعددی به شیوه های مختلف تدوین، و در ادبیات اقتصاد محیط زیست، اغلب از شکل تابعی (۱) استفاده شده است[۱].

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, Q_t) \qquad (۱)$$

که در آن، $0 < \beta < 1$ نرخ رجحان زمانی، c_t سطح مصرف سرانه، E_0 عملگر انتظارات بر اساس اطلاعات موجود در زمان صفر و Q_t نماینده متغیر محیط زیست است. برخی از محققان (مانند سورتز (Soretz, 2003 & 2007)؛ ژانگ و همکاران (Zhang *et al*., 2006)؛ پاترول (Pautrel, 2007)؛ هاگدورن (Hagedorn, 2010) به جای متغیر زیست محیطی از متغیر میزان آلودگی و برخی دیگر (مانند کاما و شوبرت (Kama & Schubert, 2004)؛ و آنجلوپولوس و همکاران (Angelopoulos

۱. چارچوب اصلی الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی این تحقیق، با الهام از مطالعه آنجلوپولوس و همکاران (Angelopoulos *et al*., 2012) ساخته شده است. این پژوهشگران تنها نااطمینانی اقتصادی و نااطمینانی زیست محیطی را در نظر گرفته اند، اما در مطالعه حاضر، علاوه بر این نااطمینانی ها، نااطمینانی نهادی یا رفتاری نیز الگوسازی شده است که از دستاوردهای نظری این مقاله محسوب می شود.

(*et al.*, 2012 از متغیر کیفیت محیط زیست استفاده کرده اند. همچنین شکل تابعی تابع مطلوبیت در برخی از مطالعات مانند دنگ و هوانگ (Deng & Huang, 2009؛ گریمود و روگ (Grimaud & Rougé, 2003) جدایی پذیر و در برخی دیگر مانند کاما و شوبرت (Kama & Schubert, 2004) ؛ ژانگ و وانگ (Zhang & Wang, 2006)؛ گرادوس و اسمولدرز (Smulders & Gradus, 1996) ؛ اوت و سورتز (Ott & Soretz, 2004) جدایی ناپذیر در نظر گرفته شده است.

در مقاله حاضر، از کیفیت محیط زیست به جای متغیر آلودگی به عنوان نماینده متغیر زیست محیطی استفاده شده است. بر اساس یافته های کاما و شوبرت (Kama & Schubert, 2004)، جدایی ناپذیر گرفتن شکل تابعی تابع مطلوبیت در این حالت، نتایج بهتری را در زمینه بیشینه سازی مطلوبیت به دست خواهد داد. بر این اساس تابع مطلوبیت، تابعی از مصرف سرانه و متغیر کیفیت محیط زیست در نظر گرفته می شود و این تابع، به صورت جدایی ناپذیر مد نظر است. یکی از رایج ترین توابع مطلوبیت جدایی ناپذیر، تابع مطلوبیت با کشش جانشینی ثابت (CES) است؛ بنابراین:

$$u(c_t, Q_t) = \frac{\left[(c_t)^{\mu}(Q_t)^{1-\mu}\right]^{1-\sigma}}{1-\sigma} \qquad (۲)$$

که در آن، σ معکوس کشش جانشینی بین دوره ای مصرف کننده نمونه (نرخ هموار کننده مصرف یا ضریب ثابت ریسک گریزی نسبی فرد) است. هر چه مقدار σ بزرگتر باشد، کشش جانشینی مصرف بین دوره ای مصرف کوچکتر خواهد بود و مصرف کنندگان در مقایسه با آینده، بیشتر نگران هستند ($\sigma \geq 1$)[۱]. براین اساس، در مطالعه حاضر فرض شده که درجه ریسک گریزی افراد بالا است. همچنین Q_t کیفیت محیط زیست، c_t مصرف سرانه، μ و $1-\mu$ وزن های داده شده به مصرف و کیفیت محیط زیست است. تابع مطلوبیت فوق از ویژگی ریسک گریزی نسبی ثابت[۲] برخوردار است. از آنجا که به منظور شناسایی سیاست بهینه زیست محیطی، ضروری است کشش مطلوبیت نهایی طی زمان ثابت باشد (Barro & Martin, 2004)، از این نوع تابع مطلوبیت استفاده شده، و فرض بر این است که خانوار نمونه با قید بودجه واقعی (۳) روبرو باشد.

$$k_{t+1} - (1-\delta^k)k_t + c_t + q_t\bar{p}_t = [1+(1-\gamma)q_{t-1}]A_t k_t^{\alpha} \qquad (۳)$$

که در آن، $0<\alpha<1$ کشش تولید نسبت به موجودی سرمایه و A_t بهره‌وری کل عوامل تولید است. k_{t+1} موجودی سرمایه در انتهای دوره و k_t موجودی سرمایه در ابتدای دوره و $0 \leq \delta^k \leq 1$ نرخ استهلاک سرمایه است. q_t قیمت مجوز انتشار آلودگی تخصیص داده شده به

---

۱. همانند مطالعه (Angelopoulos *et al.*, 2012)، σ بزرگتر از یک درنظر گرفته شده است. در مطالعات داخلی نیز عسگری (۱۳۸۲) و هراتی و همکاران (۱۳۹۳)، مقدار σ را بزرگتر از یک فرض کرده اند.

2. Constant Coefficient of Relative Risk Aversion (CRRA)

بنگاه ها بوده و $\bar{p}_t$ نیز تعداد مجوزهای اختصاص داده شده به بنگاه ها برای انتشار آلودگی در دوره t است. فرض بر این است که هر بنگاه برای انتشار آلودگی به تعدادی مجوز برابر با مقدار انتشار آلودگی برآوردی نیاز دارد و اقدام به خرید آن مجوزها از دولت می کند. دولت ها نیز از درآمدهای ناشی از فروش مجوزها برای پاکسازی محیط زیست استفاده می کنند. به طور خاص، در مقاله حاضر، فرض شده است که در هر دوره از زمان، دولت تعدادی مجوز انتشار آلودگی $(\bar{p}_t)$ صادر می کند و با قیمت (q_t) به فروش می رساند. مجوزها در دوره جاری به فروش می روند اما می‌توانند توسط بنگاه ها در دوره آینده نیز مورد استفاده قرار بگیرند. بنابراین در خصوص تأمین مالی دولت برای پاکسازی محیط زیست می توان نوشت:

$$g_t = q_t \bar{p}_t \tag{۴}$$

خانوار نماینده به دنبال بیشینه کردن مطلوبیت مورد انتظار (رابطه ۱) با در نظر گرفتن محدویت منابع (۳) و در واقع، انتخاب دنباله $\{c_t, k_{t+1}\}_{t=0}^{\infty}$ بوده، و لذا شرط مرتبه اول عبارت است از:

$$\frac{\partial u_t}{\partial c_t}(1+\alpha q_t E_t\left[Q_{t+1}A_{t+1}k_{t+1}^{\alpha-1}\right]) = \beta E_t\left[\frac{\partial u_{t+1}}{\partial c_{t+1}}\left(1-\delta^k+\alpha A_{t+1}k_{t+1}^{\alpha-1}\right)\right] \tag{۵}$$

نکته مهم دیگر، تصریح رابطه ای برای کیفیت محیط زیست است. برای این متغیر، آنجلوپولوس و همکاران (۲۰۱۲)، رابطه شماره (۶) را در نظر گرفته اند:

$$Q_{t+1} = \delta^q Q_t - \bar{p}_{t-1} + vg_t \tag{۶}$$

در واقع، فرض بر آن است که کیفیت محیط زیست در هر دوره ای (Q_{t+1}) تابعی از میزان کیفیت محیط زیست در دوره قبل($\delta^q Q_t$، δ^q پارامتر درجه پایداری محیط زیست و $0 \le \delta^q \le 1$)، مجوز انتشار آلودگی ($\bar{p}_{t-1}$) و تلاش و اقدامات دولت برای پاکسازی محیط زیست در دوره قبل برای کاهش آلودگی (g_t، υg_t میزان مخارج دولت برای کاهش آلودگی- رابطه (۴)- و υ پارامتر اثربخشی سیاست های دولت جهت پاکسازی محیط زیست با $\upsilon \ge 0$) است. روشن است که هر چه درجه پایداری محیط زیست و اثر بخشی سیاست های دولت در پاکسازی محیط زیست بیشتر باشد، کیفیت محیط زیست بهبود خواهد یافت.

همچنین فرض بر این است که جریان آلودگی (p_t) از طریق رابطه شماره (۷) تعیین می شود:

$$p_t = \phi_t y_t = \phi_t A_t k_t^{\alpha} \tag{۷}$$

در این مقاله، تعداد مجوزهای انتشار آلودگی ($\bar{p}_t$) به صورت رابطه (۸) تصریح شده است:

$$\overline{p}_t = [1+(1-\gamma)q_t]\phi_{t+1}y_{t+1} \qquad (۸)$$

که در آن، $0 \le \gamma \le 1$ پارامتر کیفیت نهادی است. ϕ_{t+1} شاخص فناوری آلودگی با میزان نسبت انتشار آلودگی به تولید است و $y_{t+1} = A_{t+1}k_{t+1}^{\alpha}$ تولید در دوره آتی[۱] است.

بر اساس اطلاعات نویسندگان، این نوع نااطمینانی (نااطمینانی نهادی یا رفتاری[۲]) اولین بار در الگوسازی های زیست محیطی در نظر گرفته می شود. هر چند نهادها تغییر می کنند اما تغییرات آنها کند است. در صورت وقوع انقلاب، جنگ و حوادث غیر مترقبه مانند سیل و زلزله می توان از تکانه نهادی استفاده کرده و یک معادله تصادفی برای آن نوشت. در صورتی که کیفیت نهادها بسیار قوی باشد ($\gamma = 1$)، رابطه شماره (۸) که تعداد مجوزهای منتشر شده توسط دولت است، به صورت $\overline{p}_t = \phi_{t+1}y_{t+1}$ خواهد بود. اما با $\gamma = 0$ (کیفیت نهادی بسیار ضعیف) رابطه شماره (۸) به $\overline{p}_t = (1+q_t)\phi_{t+1}y_{t+1}$ تبدیل می شود و بر تعداد مجوزهای صادره توسط دولت برای انتشار آلودگی افزوده خواهد شد، لذا بر میزان آلودگی افزوده شده و بنابراین، کیفیت محیط زیست کاهش خواهد یافت.

در واقع، فرض بر این است که کیفیت نهادی ضعیف باعث تخریب بیشتر محیط زیست شده و رفاه اقتصادی را کمتر خواهد کرد. این وضعیت در اغلب کشورهای در حال توسعه وجود دارد. وضعیت اغلب کشورهای در حال توسعه و در حال گذار، به گونه ای است که شاخص کیفیت نهادی آنها بین صفر و ۰/۵، و در واقع، به صفر نزدیک تر است تا یک ($0 \le \gamma \le 0.5$). در چنین شرایطی در رابطه (۸) برای شاخص کیفیت نهادی (γ)، مقداری بین صفر و ۰/۵ را می توان جایگذاری کرد.

فضای ترسیم شده تا اینجا، فضای اطمینان بوده، ولی در دنیای واقعی با انواع نااطمینانی روبرو هستیم. این فضای نااطمینانی، بر تصمیم گیری فعالان اقتصادی (خانوار، بنگاه و دولت) اثر می گذارد (Giordani *et al.*, 2010). این مسأله در مطالعه آنجلوپولوس و همکاران (Angelopoulos *et al.*, 2012) مورد توجه قرار گرفته و یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی ادوار تجاری حقیقی طراحی شده است.

در این مقاله، فرض بر آن است که تغییر در فناوری تولید، بهره وری کل عوامل تولید را تغییر داده و منبع نااطمینانی اقتصادی خواهد شد. همچنین همانند (Angelopoulos *et al.*, 2012) فرض می شود که تغییر فناوری کاهش آلودگی، منبع نااطمینانی زیست محیطی باشد. بر این اساس، فرض بر این است که بهره وری کل عوامل تولید A_t و شاخص فناوری آلودگی (میزان نسبت انتشار آلودگی به تولید) ϕ_t از فرآیند خود رگرسیونی مرتبه اول $AR(1)$ به ترتیب از رابطه های (۹) و (۱۰) پیروی کنند.

---

۱. در مقاله حاضر، تولید سرانه بخش خصوصی، تابعی از سرمایه سرانه است.

2. Behavioral or Institutional Uncertainty

$$A_{t+1} = \bar{A}^{(1-\rho_a)} A_t^{\rho_a} e^{\varepsilon_{t+1}^a} \quad (۹)$$

$$\emptyset_{t+1} = \bar{\emptyset}^{(1-\rho_\emptyset)} \emptyset_t^{\rho_\emptyset} e^{\varepsilon_{t+1}^\emptyset} \quad (۱۰)$$

که در آن، $\bar{A}$ و $\bar{\phi}$ مقادیری ثابت و ρ_a و ρ_ϕ بین صفر و یک بوده و پارامترهای فرآیند خودرگرسیونی هستند. $\varepsilon^\phi, \varepsilon^a$ (به ترتیب معرف تکانه های بهره وری و زیست محیطی) نیز فرآیندهای تصادفی بوده و به صورت رابطه (۱۱) تعریف می شوند:

$$\varepsilon^a \sim iid(0, \sigma_a^2)$$
$$\varepsilon^\emptyset \sim iid(0, \sigma_\emptyset^2) \quad (۱۱)$$

سیستم معادلات توضیح داده شده را می توان به صورت روابط (۱۲) تا (۲۰) نوشت که یک سیستم معادلات نا خطی است. این معادلات با استفاده از روش های مختلف لگاریتم خطی کردن مانند روش اوهلیک، حول مقادیر تعادلی پایا خطی می شوند[۱].

$$\frac{\partial u_t}{\partial c_t}\left(1 + \alpha q_t E_t\left[Q_{t+1} A_{t+1} k_{t+1}^{\alpha-1}\right]\right) = \beta E_t\left[\frac{\partial u_{t+1}}{\partial c_{t+1}}\left(1 - \delta^k + \alpha A_{t+1} k_{t+1}^{\alpha-1}\right)\right] \quad (۱۲)$$

$$Q_{t+1} = \delta^q Q_t - \bar{p}_{t-1} + v q_t \bar{p}_t \quad (۱۳)$$

$$y_t = A_t k_t^\alpha \quad (۱۴)$$

$$k_{t+1} - (1-\delta^k) k_t + c_t + q_t \bar{p}_t = \frac{\bar{p}_{t-1}}{\phi} \quad (۱۵)$$

$$g_t = q_t \bar{p}_t \quad (۱۶)$$

$$\bar{P}_t = \left[1 + (1-\gamma) q_t\right] \phi_{t+1} y_{t+1} \quad (۱۷)$$

$$c_{t+1} = c^{(1-\rho_c)} c_t^{\rho_c} e^{\varepsilon_{t+1}^a \varepsilon_{t+1}^\phi} \quad (۱۸)$$

$$A_{t+1} = \bar{A}^{(1-\rho_a)} A_t^{\rho_a} e^{\varepsilon_{t+1}^a} \quad (۱۹)$$

$$\emptyset_{t+1} = \bar{\emptyset}^{(1-\rho_\emptyset)} \emptyset_t^{\rho_\emptyset} e^{\varepsilon_{t+1}^\emptyset} \quad (۲۰)$$

۲-۴. الگوی سیاست مالیات بر انتشار آلودگی

همانند آنجلوپولوس و همکاران (Angelopoulos *et al.*, 2012)، فرض بر این است که خانوار نمونه

---

۱. در صورت نیاز به جزئیات بیشتر به نویسنده مراجعه شود.

با قید بودجه واقعی روبرو است:

$$k_{t+1}-(1-\delta^k)k_t+c_t=(1-\tau_t)y_t=(1-\tau_t)A_tk_t^{\alpha} \qquad (۲۱)$$

که در آن،

$y_t=A_tk_t^{\alpha}$ تولید جاری، k_{t+1} موجودی سرمایه در انتهای دوره و k_t موجودی سرمایه در ابتدای دوره، $0\le\delta^k\le1$ نرخ استهلاک سرمایه، $0<\alpha<1$ کشش تولید نسبت به موجودی سرمایه، $0<\tau_t<1$ نرخ مالیات بر آلودگی و A_t بهره‌وری کل عوامل تولید است. فرض بر آن است که خانوارها به دنبال بیشینه کردن مطلوبیت مورد انتظار خود با در نظر گرفتن محدویت بودجه یا همان منابع هستند. خانوار در دوره t، به میزان c_t مصرف و به اندازه $k_{t+1}-(1-\delta^k)k_t$ پس انداز یا سرمایه گذاری می نماید و همچنین به مقدار τ در همان دوره، به دولت مالیات پرداخت می کند.

خانوار نماینده به دنبال بیشینه کردن مطلوبیت مورد انتظار (رابطه ۱)، با در نظر گرفتن محدودیت منابع (۲۱) و در واقع، انتخاب دنباله $\{c_t,k_{t+1}\}_{t=0}^{\infty}$ بوده، و شرط مرتبه اول عبارت است از:

$$\frac{U'(C_t)}{U'(C_{t+1})}=\beta[(1-\tau_{t+1})A_{t+1}\alpha k_{t+1}^{\alpha-1}+(1-\delta^k)] \qquad (۲۲)$$

فرض بر این است که تأمین مالی دولت برای اجرای سیاست پاک‌سازی محیط‌زیست از طریق مالیات بر آلودگی (τ_t) صورت می‌گیرد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$g_t=\tau_ty_t=\tau_tA_tk_t^{\alpha} \qquad (۲۳)$$

نکته مهم دیگر، تصریح رابطه ای برای کیفیت محیط‌زیست در وضعیت اعمال سیاست زیست محیطی مالیات بر آلودگی است. برای این متغیر، آنجلوپولوس و همکاران (۲۰۱۲) رابطه شماره (۲۴) را در نظر گرفته اند:

$$Q_{t+1}=\delta^qQ_t-P_t+\upsilon g_t \qquad (۲۴)$$

همچنین فرض بر این است که جریان آلودگی (p_t) از طریق رابطه شماره (۲۵) تعیین می شود:

$$P_t=\phi_ty_t=\phi_tA_tk_t^{\alpha} \qquad (۲۵)$$

که در آن، ϕ شاخص فناوری آلودگی (نسبت انتشار آلودگی به تولید) بوده و بقیه متغیرها همانند قبل است.

رابطه کیفیت محیط زیست (۲۴) را به‌صورت زیر تعدیل می‌کنیم:

$$Q_{t+1}=\delta^qQ_t-[1+(1-\gamma)\tau_t]\emptyset_ty_t+Vg_t \qquad (۲۶)$$

که در آن، γ پارامتر کیفیت نهادی بوده و $0\le\gamma\le1$ است. در واقع، فرض ضمنی سایر مطالعات بر این بوده که کیفیت نهادها بسیار قوی $(\gamma=1)$ است. با $\gamma=1$ (کیفیت نهادی بسیار قوی)

رابطه شماره (۲۶) به رابطه شماره (۲۵) تبدیل شده و آلودگی $p_t = \phi_t y_t$ خواهد شد. اما با $\gamma = 0$ (کیفیت نهادی بسیار پایین) $p_t = (1+\tau_t)\phi_t y_t$ شده و بر میزان آلودگی افزوده می گردد و بنابراین کیفیت محیط‌زیست کاهش خواهد یافت. در واقع، فرض بر این است که کیفیت نهادی پایین باعث تخریب بیشتر محیط‌زیست شده و رفاه اجتماعی را کاهش خواهد داد. بنابراین، سیستم معادلات (۱۲) الی (۲۰) به صورت روابط ۲۷ تا ۳۵ تغییر پیدا می کند:

$$\frac{U'(C_t)}{U'(C_{t+1})} = \beta[(1-\tau_{t+1})A_{t+1}\alpha k_{t+1}^{\alpha-1} + (1-\delta^k)] \quad (۲۷)$$

$$Q_{t+1} = \delta^q Q_t - P_t + Vg_t \quad (۲۸)$$

$$y_t = A_t k_t^{\alpha} \quad (۲۹)$$

$$k_t - (1-\delta^k)k_t + c_t = (1-\tau_t)A_t k_t^{\alpha} \quad (۳۰)$$

$$g_t = \tau_t A_t k_t^{\alpha} \quad (۳۱)$$

$$p_t = [1 + (1-\gamma)\tau_t]\emptyset_t y_t \quad (۳۲)$$

$$C_{t+1} = C^{(1-\rho_c)} c_t^{\rho_c} \quad (۳۳)$$

$$A_{t+1} = \bar{A}^{(1-\rho_a)} A_t^{\rho_a} e^{\varepsilon_{t+1}^{a}} \quad (۳۴)$$

$$\emptyset_{t+1} = \bar{\emptyset}^{(1-\rho_\emptyset)} \emptyset_t^{\rho_\emptyset} e^{\varepsilon_{t+1}^{\emptyset}} \quad (۳۵)$$

۳-۴. نحوه محاسبه رفاه اجتماعی

با استفاده از رابطه شماره (۳۶) می توان بیشینه رفاه اجتماعی را در شرایط مختلف نا اطمینانی (اقتصادی و زیست‌محیطی) و در درجات مختلف کیفیت نهادی (ضعیف و قوی) در دو حالت اعمال سیاست زیست محیطی مالیات بر آلودگی و سیاست زیست محیطی مجوز بر انتشار آلودگی محاسبه کرد. همچنین بر اساس روابط (۱۲) تا (۲۰) و (۲۷) تا (۳۵) و مقادیر خطی شده آنها می‌توان تأثیر تکانه های اقتصادی و زیست‌محیطی با درجات مختلف کیفیت نهادی بر رفاه اجتماعی را مورد بررسی قرار داد. با استفاده از تقریب خطی مرتبه دوم تیلور، بیشینه تابع رفاه اجتماعی به‌صورت رابطه شماره (۳۶) قابل‌محاسبه است. می توان با محاسبه مقادیر شبیه سازی شده برای $\tilde{C}_t$ و $\tilde{Q}_t$ و محاسبه پارامترهای a1 تا a5 با محاسبه تابع مطلوبیت در حد میانگین، میزان حداکثر رفاه را به دست آورد.

$$W_0 = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(C,Q) \cong \frac{u(C,Q)}{1-\beta} + E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ a_1 \tilde{C}_t + a_2 \tilde{Q}_t + a_3 (\tilde{C}_t)^2 + a_4 (\tilde{Q}_t)^2 + a_5 (\tilde{C}_t \tilde{Q}_t) \right\} \quad (۳۶)$$

که در آن، $\tilde{c}_t$ و $\tilde{Q}_t$ بر اساس رابطه $\tilde{x}_t \equiv \ln(\frac{x_t}{\bar{x}}) \cong (x_t - \bar{x})/\bar{x}$ به دست می آید. همچنین:

$$a_1 \equiv \mu(1-\sigma)u(C,Q)$$
$$a_2 = (1-\mu)(1-\sigma)u(C,Q)$$
$$a_3 = \frac{[\mu^2(1-\sigma)^2 - (1-\sigma)\mu]u(C,Q)}{2}$$
$$a_4 = \frac{[(1-\sigma)^2(1-\mu)^2 - (1-\sigma)(1-\mu)]u(C,Q)}{2}$$
$$a_5 = \mu(1-\mu)(1-\sigma)^2\, u(C,Q)$$

در ادامه، پس از شبیه سازی و مقدار دهی الگو به محاسبه بیشینه رفاه اجتماعی در شرایط اعمال سیاست زیست محیطی مالیات بر آلودگی و مجوز انتشار آلودگی، پرداخته شده است.

۵. شبیه سازی، مقدار دهی و برآورد الگو

۵-۱. داده ها

در مقاله حاضر، مقادیر پارامترهای مقداردهی شده[1] در جدول (۱) و مقادیر متغیرهای حاصل از حل معادلات در وضعیت پایا در جدول (۲) آورده شده است. همچنین از داده‌های دوره ۱۳۹۳-۱۳۵۷ استفاده‌شده است. این داده‌ها به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ بوده و پس از لگاریتم گیری و استفاده از فیلتر هودریک-پرسکات[2] (با $\lambda = 100$) روند زدایی شده اند.

۵-۲. نتایج الگو در دو حالت اعمال سیاست زیست محیطی مالیات بر انتشار آلودگی و مجوزهای انتشار آلودگی

در این بخش، پس از بررسی اعتبار الگوها، به محاسبه میزان رفاه اجتماعی در شرایط اعمال سیاست زیست محیطی مالیات بر انتشار آلودگی و مجوز انتشار و در درجات مختلف نااطمینانی اقتصادی و زیست محیطی در درجات مختلف شاخص کیفیت نهادی پرداخته شده است.

۵-۲-۱. اعتبارسنجی الگو

به‌منظور بررسی و ارزیابی میزان موفقیت الگو در شبیه‌سازی و همچنین قابلیت اعتماد به نتایج آن، از معیارهای میانگین، انحراف معیار و ضریب خودهمبستگی استفاده شده است. این گشتاورها برای مقادیر واقعی و شبیه‌سازی شده محاسبه و مقایسه می‌شوند. هر چقدر مقدار گشتاورهای شبیه‌سازی‌شده (حاصل از حل عددی الگو) به مقدار گشتاورهای مقادیر واقعی نزدیک‌تر باشد، می‌توان

1. Calibration
2. Hodrick-Prescott

نتیجه گرفت که الگوی طراحی‌شده، مناسب بوده و می‌توان به نتایج آن اعتماد کرد. نتایج این محاسبات در جدول (۳) و مقادیر آنها نسبت به تولید ناخالص داخلی سرانه در جدول (۴) آورده شده است. همان گونه که ملاحظه می شود، گشتاورهای مقادیر واقعی و شبیه‌سازی‌شده متغیرهای هر دو الگو به هم نزدیک هستند، بنابراین می‌توان به نتایج الگو اعتماد کرد.

جدول ۱. پارامترهای مقداردهی شده

پارامتر یا متغیر	نماد	مقدار	منبع
سهم مصرف در تابع مطلوبیت	μ	۰/۸	هراتی و همکاران (۱۳۹۰)
ضریب ثابت ریسک گریزی نسبی	σ	۲/۷	عسگری (۱۳۸۲)
کشش تولید نسبت به سرمایه	α	۰/۳	هراتی و همکاران (۱۳۹۳)
نرخ رجحان زمانی	β	۰/۰۹	کیا رسی (۱۳۸۶)
نرخ استهلاک سرمایه	δ^k	۰/۰۳۷	امینی و نشاط (۱۳۸۴)
بهره‌وری کل عوامل تولید	A	۰/۳۸	هراتی و همکاران (۱۳۹۳)
(نرخ استهلاک محیط‌زیست)درجه پایداری محیط‌زیست	δ^q	۰/۰۷	هراتی و همکاران (۱۳۹۳)
شاخص فنّاوری آلودگی(شدت آلودگی)	$\emptyset$	۰/۶۸۴	هراتی و همکاران (۱۳۹۳)
شاخص اثربخشی مخارج دولتی بر کیفیت محیط‌زیست	v	۰/۲۸	باقر زاده (۱۳۹۲)
شاخص کیفیت نهادی(شاخص حکمرانی خوب)	γ	۰/۳۷	آمار بانک جهانی (۲۰۱۵)

جدول۲. مقادیر متغیرها در وضعیت پایا

پارامتر یا متغیر	واحد	نماد	مقدار	منبع
پارامتر فرآیند خود رگرسیونی تابع مصرف	-	ρ_c	۰/۴۷	محاسبات تحقیق
پارامتر فرآیند خود رگرسیونی بهره‌وری	-	ρ_a	۰/۳۷	محاسبات تحقیق
پارامتر فرآیند خود رگرسیونی شاخص فنّاوری آلودگی	-	$\rho_\emptyset$	۰/۹۷	محاسبات تحقیق
میانگین روند بلندمدت مصرف سرانه[1]	میلیارد ریال	$\bar{c}$	۰/۵۴۵۷	محاسبات تحقیق
میانگین روند بلندمدت موجودی سرانه سرمایه[1]	میلیارد ریال به قیمت ثابت ۱۳۸۳	$\bar{k}$	۴/۷۶۶۵۳۷	محاسبات تحقیق
میانگین روند بلندمدت نسبت انتشار به تولید[1]	kg per 2010 US$ of GDP	$\bar{\emptyset}$	۱/۹۴۴۰۷۲	محاسبات تحقیق
میانگین روند بلندمدت فناوری کل عوامل تولید[1]	TFP level at current PPPs (USA=1)	$\bar{A}$	۰/۷۸۰۳۳۱	محاسبات تحقیق
کیفیت محیط‌زیست در بلندمدت	رتبه ایران در گزارش عملکرد محیط‌زیست	$\bar{Q}$	۶۶/۳۲	گزارش جهانی عملکرد محیط‌زیست ۲۰۱۶

پارامتر یا متغیر	واحد	نماد	مقدار	منبع
مقدار بهینه مالیات بر آلودگی	-	$\bar{t}$	۰/۱۵	هراتی (۱۳۹۳)
قیمت مجوز بر انتشار آلودگی به ازای هر تن دی اکسید کربن	میلیون ریال	$\bar{q}$	۳/۲۹	گزارش بانک جهانی (۲۰۱۲)
مقدار مجاز انتشار آلودگی بر اساس پیمان کیوتو	میلیون تن	$\bar{\bar{p}}$	۷۱۲	سازمان حفاظت محیط زیست

جدول۳. مقایسه گشتاورهای به‌دست‌آمده از الگوها با گشتاورهای واقعی با کیفیت نهادی (۰/۳۷) در شرایط نااطمینانی زیست‌محیطی و اقتصادی (۰/۰۵)

متغیر	الگو	میانگین		انحراف معیار		خودهمبستگی مرتبه اول	
		واقعی	شبیه‌سازی‌شده	واقعی	شبیه‌سازی‌شده	واقعی	شبیه‌سازی‌شده
تولید ناخالص داخلی سرانه (میلیارد ریال)	اول	۰/۳۳	۰/۲۶	۲/۲۳	۰/۰۶	۰/۳۶	۰/۳۴۹۹
	دوم	۰/۳۳	۰/۳۴	۲/۲۳	۵/۹۳	۰/۳۶	-۰/۰۰۹۷
مخارج دولتی سرانه (میلیارد ریال)	اول	۶/۳	۷/۴۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۱۷	۰/۰۸۱۶
	دوم	۶/۳	۷/۹۰	۰/۰۰۱	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۳۲۷۳
موجودی سرمایه سرانه (میلیارد ریال)	اول	۰/۸۵	۰/۸۸	۴/۵۲	۰/۱۹	۰/۰۳	۰/۲۶۹۲
	دوم	۰/۸۵	۱/۱	۴/۵۲	۱۹/۷۲	۰/۰۳	-۰/۰۱۰۷
شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید	اول	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۱	۰/۱۳	۰/۰۰۲	۰/۳۷	۰/۳۵۹۰
	دوم	۰/۰۱۵	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۲۶	۰/۳۷	۰/۳۵۹۰
انتشار آلودگی (متر تن سرانه)	اول	۶/۶۴	۶/۴۱	۰/۰۴	۰/۰۰۰۰۷	-۰/۰۳	-۰/۰۳۰۱
	دوم	۶/۶۴	۶/۴۱	۰/۰۴	۰/۰۰۷	-۰/۰۳	-۰/۰۵۰۵
شدت آلودگی(کیلو تن به GDP)	اول	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۲	-۰/۰۳	-۰/۰۴۰۲
	دوم	۰/۰۱۵	۰/۰۰۲	۰/۰۱	۰/۲۴	-۰/۰۳	-۰/۰۴۰۲
شاخص کیفیت محیط‌زیست	اول	۰/۵۲	۰/۶	۰/۰۱۸	۰/۰۰۰۱	۰/۱۴	۰/۳۵۸۹
	دوم	۰/۵۲	۰/۶۰	۰/۰۱۸	۰/۰۱	۰/۱۴	-۰/۵۱۰۸

- الگوی اول: مالیات بر آلودگی
- الگوی دوم: مجوز انتشار آلودگی

منبع: محاسبات تحقیق

جدول۴. مقایسه گشتاورهای نسبی به‌دست‌آمده از الگوها با گشتاورهای واقعی با کیفیت نهادی (۰/۳۷) در شرایط نااطمینانی زیست‌محیطی و اقتصادی (۰/۰۵)

متغیر	الگو	میانگین		انحراف معیار		خودهمبستگی مرتبه اول	
		واقعی	**شبیه‌سازی‌شده**	**واقعی**	**شبیه‌سازی‌شده**	**واقعی**	**شبیه‌سازی‌شده**
مخارج دولتی سرانه (میلیارد ریال)	اول	۱۹/۰۹	۲۰/۵۵	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۴۷	۰/۲۳
	دوم	۱۹/۰۹	۲۳/۲۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۴۷	-۳۳/۷۴
موجودی سرمایه سرانه (میلیارد ریال)	اول	۲/۵۷	۲/۴۴	۲/۰۲	۳/۱۶	۰/۰۸	۰/۷۷
	دوم	۲/۵۷	۳/۲۳	۲/۰۲	۳/۳۲	۰/۰۸	۱/۱
شاخص بهره‌وری کل	اول	۰/۰۴۵	۰/۰۰۰۳۸	۰/۰۵۸	۰/۰۳۳	۱/۰۲	۱/۰۲

متغیر	الگو	میانگین		انحراف معیار		خودهمبستگی مرتبه اول	
		واقعی	شبیه‌سازی‌شده	واقعی	شبیه‌سازی‌شده	واقعی	شبیه‌سازی‌شده
عوامل تولید	دوم	۰/۰۴۵	۰/۰۲۹	۰/۰۵۸	۰/۰۴۳	۱/۰۲	-۳۷/۰۱
انتشار آلودگی (متر تن سرانه)	اول	۲۰/۱۲	۲۴/۶۵	۰/۰۱۷	۰/۰۰۱۱	-۰/۰۸۳	-۰/۰۸۶
	دوم	۲۰/۱۲	۱۸/۸۵	۰/۰۱۷	۰/۰۰۱۱	-۰/۰۸۳	۵/۲
شدت آلودگی (کیلو تن به GDP)	اول	۰/۰۴۵	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۴۴	۰/۰۳۳	-۰/۰۸۳	-۰/۱۱۴
	دوم	۰/۰۴۵	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۴۴	۰/۰۴	-۰/۰۸۳	۴/۱۴
شاخص کیفیت محیط‌زیست	اول	۱/۶	۱/۶۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۳۸	۱/۰۲
	دوم	۱/۶	۱/۷۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۳۸	۵۲/۶۵

منبع: محاسبات تحقیق

۲-۲-۵. رفاه اجتماعی

برای شناسایی سیاست بهینه زیست محیطی از بین سیاست های مالیات بر انتشار آلودگی و مجوز انتشار، باید رفاه اجتماعی در هر دو سیاست، محاسبه و مقایسه شوند. در ادامه، به این موضوع پرداخته شده است.

۱-۲-۲-۵. رفاه اجتماعی در شرایط اعمال سیاست زیست محیطی مالیات بر آلودگی

مقدار بیشینه رفاه اجتماعی در شرایط مختلف کیفیت نهادی (با مقادیر مختلف برای پارامتر کیفیت نهادی از ۰/۰۵ تا ۰/۶) و در درجات مختلف نااطمینانی اقتصادی و زیست‌محیطی (۰ ، ۰/۰۱ و ۰/۰۵) در شش حالت مختلف ($\sigma_\emptyset$ و σ_a متفاوت) محاسبه شده است. نتایج این محاسبات در جدول شماره (۵) آورده شده است[۱].

جدول ۵. مقدار بیشینه رفاه اجتماعی در درجات مختلف کیفیت نهادی (۰/۰۵ تا ۰/۶) در شرایط مختلف نااطمینانی زیست‌محیطی و اقتصادی با اعمال سیاست مالیات بر آلودگی

σ_a	$\sigma_\emptyset$	γ=۰/۰۵	γ =۰/۱	γ =۰/۲	γ=۰/۳	γ=۰/۴	γ=۰/۵	γ=۰/۶
۰	۰/۰۱	-۴۴۸/۸۲	-۲۴۲/۶۰	-۳۰۴۷/۴۰	-۲۷۷۱/۲۳	-۱۶۶۲/۴۲	-۱۵۴۰/۶۷	-۲۰۴۹/۹۷
۰/۰۱	۰	-۳۷۰۷/۵۸	-۳۰۸۷/۴۶	-۲۴۸۲/۶۰	-۳۰۸۷/۴۶	-۲۱۱۹/۴۳	-۱۹۵۱/۶۱	-۲۴۲۸/۱۲
۰/۰۱	۰/۰۱	-۳۳۷۲/۴۷	-۲۸۴۷/۸۹	-۲۱۸۰/۹۰	-۲۸۵۰/۳۰	-۱۴۷۶/۳۲	-۱۳۸۴/۴۲	-۲۱۳۴/۰۲
۰/۰۱	۰/۰۵	-۲۹۳/۶۱	-۱۶۲۰/۹۲	-۲۷۱۲/۸۶	-۲۶۰۸/۷۵	-۱۳۱۳/۸۰	-۱۱۵۹/۷۳	-۱۹۳۹/۶۴
۰/۰۵	۰/۰۱	-۳۵۶۲/۲۸	-۲۸۵۳/۵۲	-۲۱۹۰/۷۶	-۲۸۵۴/۳۲	-۱۷۹۲/۶۲	-۱۷۱۳/۱۶	-۲۱۱۲/۵۰
۰/۰۵	۰/۰۵	-۳۳۷۲/۴۷	-۲۸۴۷/۸۹	-۲۱۸۰/۹۰	-۲۸۵۰/۳۰	-۱۶۳۸/۵۵	-۱۴۸۳/۲۸	-۲۰۵۶/۸۰

- σ_a و $\sigma_\emptyset$ به ترتیب، تکانه اقتصادی و تکانه زیست محیطی هستند.
- γ: کیفیت نهادی است.

منبع: محاسبات تحقیق

---

۱. با توجه به وضعیت کیفیت نهادی فعلی ایران (۰/۳۷)، پایین ترین میزان کیفیت نهادی ۰/۰۵ و بالاترین مقدار آن (۰/۶۰) در نظر گرفته شده است. همچنین درجات مختلف نااطمینانی اقتصادی و زیست محیطی با پیروی از آنجلوپولوس و همکاران (۲۰۱۲)، (۰، ۰/۰۱ و ۰/۰۵) در نظر گرفته شده است.

برای تمامی حالات مختلف نااطمینانی اقتصادی و زیست محیطی، با تغییر در درجه کیفیت نهادی از ۰/۰۵ تا ۰/۶ میزان رفاه اجتماعی به شکل نوسانی در حال افزایش است. با عنایت به میزان شاخص کیفیت نهادی ۰/۳۷ در ایران و با توجه به ارقام جدول (۵)، وقتی شاخص کیفیت نهادی از ۰/۳ به ۰/۴ افزایش پیدا می کند، در تمام حالات نااطمینانی اقتصادی و زیست محیطی، ر فاه اجتماعی افزایش می یابد. حتی وقتی شاخص کیفیت نهادی در ایران، بهبود یافته و به رقم ۰/۵ می رسد، باز رفاه اجتماعی به روند افزایشی خود ادامه می دهد. همچنین نتایج مندرج در جدول (۵) نشان می دهد، با افزایش شاخص کیفیت نهادی از ۰/۵ به ۰/۶ در حالات مختلف نااطمینانی اقتصادی و زیست محیطی، اعمال سیاست مالیات بر آلودگی، تأثیر منفی بر رفاه اجتماعی دارد.

۲-۲-۲-۵. رفاه اجتماعی در شرایط اعمال سیاست زیست محیطی مجوز بر انتشار آلودگی

نتایج این سیاست در جدول شماره (۶) آورده شده است.

جدول۶. مقدار بیشینه رفاه اجتماعی در درجات مختلف کیفیت نهادی (۰/۰۵ تا ۰/۶) در شرایط مختلف نا اطمینانی زیست‌محیطی و اقتصادی با اعمال سیاست مجوز بر انتشار آلودگی

σ_a	$\sigma_\emptyset$	γ=۰/۰۵	γ =۰/۱	γ =۰/۲	γ=۰/۳	γ=۰/۴	γ=۰/۵	γ=۰/۶
۰	۰/۰۱	-۶۶۹/۲۶	-۱۳۶۵/۶۷	-۱۳۹۶/۴۵	-۱۲۹۵/۳۵	-۸۸۲/۷۱	-۸۳۲/۸۷	-۱۶/۶۷
۰/۰۱	۰	-۳۰۷۹/۹۳	-۳۰۸۷/۴۵	-۳۰۷۹/۰۹	-۳۰۸۸/۲۹	-۳۰۶۴/۰۶	-۳۰۸۹/۹۶	-۳۰۸۸/۲۹
۰/۰۱	۰/۰۱	-۲۸۳۷/۴۶	-۲۷۵۴/۶۳	-۲۷۳۵/۶۹	-۲۸۳۶/۶۶	-۲۵۲۲/۵۶	-۲۸۵۴/۳۴	-۲۸۵۵/۹۵
۰/۰۱	۰/۰۵	-۲۲۰۲/۷۸	-۱۰۶۴/۳۷	-۱۰۸۶/۱۰	-۱۱۷۵/۷۴	-۶۱۹/۵۷	-۱۴۸۱/۰۰	-۲۸۱۴/۲۴
۰/۰۵	۰/۰۱	-۲۸۴۲/۲۷	-۲۸۵۴/۳۳	-۲۸۵۳/۵۲	-۲۸۵۵/۱۳	-۲۸۲۷/۰۳	-۲۸۵۷/۵۵	-۲۸۵۵/۱۳
۰/۰۵	۰/۰۵	-۲۸۳۷/۴۶	-۲۷۵۴/۶۳	-۲۷۳۵/۶۹	-۲۸۳۶/۶۶	-۲۵۲۲/۵۶	-۲۸۵۴/۳۴	-۲۸۵۵/۹۵

یادداشت ها:

- σ_a و $\sigma_\emptyset$ به ترتیب تکانه اقتصادی و تکانه محیطزیست است.
- γ کیفیت نهادی را نشان می‌دهد.
- به دلیل بالا بودن درجه ریسک گریزی در ایران بر اساس رابطه (۲) مقدار رفاه اجتماعی در رابطه (۳۶) منفی خواهد بود.

منبع: محاسبات تحقیق

در شرایط اعمال سیاست مجوز انتشار آلودگی، وقتی تکانه های اقتصادی بیشتر یا برابر با تکانه های زیست محیطی است، با بهبود شاخص کیفیت نهادی، تغییر چندانی در رفاه اجتماعی مشاهده نمی شود. چنانچه تکانه زیست محیطی از تکانه اقتصادی بیشتر باشد، با بهبود شاخص

کیفیت نهادی، میزان رفاه اجتماعی به شکل نوسانی تغییر و در حالت کلی، افزایش می یابد. با توجه به جدول شماره (۶) در حالتی که شاخص کیفیت نهادی از ۰/۳ به ۰/۴ افزایش می یابد، در شرایطی که تکانه های اقتصادی بیشتر و یا برابر با تکانه های زیست محیطی باشد، شاهد تغییر در رفاه اجتماعی نخواهیم بود.

وقتی شاخص رفاه اجتماعی به ۰/۶ می رسد، اعمال سیاست مجوز انتشار آلودگی، رفاه اجتماعی را تغییر نمی دهد. فقط زمانی که تکانه زیست محیطی بیشتر از تکانه اقتصادی است، با بهبود شاخص کیفیت نهادی از ۰/۳ به ۰/۴، سیاست مجوز انتشار آلودگی بر رفاه اجتماعی، تأثیر مثبت گذاشته و سپس این تأثیر از بین می رود.

در تمامی حالات مختلف نااطمینانی اقتصادی و زیست محیطی، با تغییر در درجه کیفیت نهادی از ۰/۰۵ تا ۰/۶، میزان تغییر در رفاه اجتماعی به شکل نوسانی در حال تغییر است. همانند شرایط اعمال سیاست مالیات بر آلودگی، در شرایط اعمال سیاست مجوز انتشار آلودگی، فارغ از میزان نااطمینانی اقتصادی و زیست محیطی، وقتی درجه کیفیت نهادی به ۰/۴ می رسد، میزان رفاه اجتماعی افزایش می یابد.

وقتی تکانه زیست‌محیطی بیشتر از تکانه اقتصادی است، یعنی در شرایطی که درجه بیشتری از نااطمینانی زیست‌محیطی داریم، رفاه اجتماعی بیشتر است. زمانی که درجه مساوی از نااطمینانی اقتصادی و زیست‌محیطی (σ_ϕ =۰/۰۱ و σ_a = ۰/۰۱ یا σ_ϕ =۰/۰۵ و σ_a = ۰/۰۵) وجود دارد، با بهبود کیفیت نهادها، رفاه اجتماعی تغییر چندانی پیدا نمی کند.

۳-۵. شناسایی سیاست بهینه زیست محیطی

شناسایی سیاست بهینه زیست محیطی با پیروی از آنجلوپولوس و همکاران (۲۰۱۲)، از طریق رابطه (۳۷) امکان پذیر است:

$$\xi_{ij} \cong \frac{1}{\mu(1-\sigma)} \log\left(W_t^i / W_t^j\right) \qquad (۳۷)$$

که در آن، W_t^i و W_t^j به ترتیب، میزان رفاه اجتماعی در دو وضعیت اعمال سیاست مالیات بر انتشار آلودگی و مجوز انتشار آلودگی است. σ درجه ریسک گریزی افراد ($\sigma \geq 1$) و μ وزن داده شده به مصرف است.

سه حالت زیر برای رابطه شماره (۳۷) قابل تصور است:

۱- منفی بودن ξ_{ij} ($\xi_{ij} < 0$): چنانچه از نظر جبری، میزان رفاه در سیاست مالیات بر آلودگی (W_t^i) بیشتر از سیاست مجوز انتشار آلودگی (W_t^j) باشد، آنگاه $\log(W_t^i/W_t^j)$ مثبت شده و در نهایت، مقدار ξ_{ij} به علت منفی بودن ضریب ($\frac{1}{\mu(1-\sigma)}$)، منفی می شود. در این حالت، سیاست مالیات

بر انتشار آلودگی بر سیاست مجوز انتشار آلودگی ترجیح داده می شود.

۲- صفر بودن ξ_{ij} ($\xi_{ij} = 0$): طبیعی است که در صورت مساوی شدن رفاه در هر دو سیاست ($W_t^i = W_t^j$) مقدار ξ_{ij} مساوی صفر شده و هیچیک از سیاست ها به یکدیگر برتری نخواهند داشت.

۳. مثبت بودن ξ_{ij} ($\xi_{ij} > 0$): اگر از نظر جبری در رابطه (۳۷) میزان رفاه در سیاست مجوز انتشار آلودگی (W_t^j) بیشتر از سیاست مالیات بر انتشار آلودگی (W_t^i) باشد، آنگاه مقدار ξ_{ij} مثبت شده و در این صورت، سیاست مجوز انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر آلودگی برتری خواهد داشت.

نتایج حاصل بر اساس محاسبه رابطه (۳۷) در جدول شماره (۷) آورده شده است.

جدول۷. شناسایی سیاست بهینه زیست محیطی در درجات مختلف کیفیت نهادی (۰/۰۵ تا ۰/۶) در شرایط مختلف نا اطمینانی زیست‌محیطی و اقتصادی

σ_a	σ_ϕ	γ=۰/۰۵	γ =۰/۱	γ =۰/۲	γ=۰/۳	γ=۰/۴	γ=۰/۵	γ=۰/۶
۰	۰/۰۱	۰/۱۲۵۵۷	۰/۵۵۱۷	-۰/۲۴۹۱	-۰/۲۴۲۸	-۰/۲۰۲۱	-۰/۱۹۶۴	-۱/۵۳۴۸
۰/۰۱	۰	-۰/۰۵۹۲	-۰/۰۰۰۰۰۰۸	۰/۰۶۸۷	۰/۰۰۰۰۸	۰/۱۱۷۷	۰/۱۴۶۷	۰/۰۷۶۸
۰/۰۱	۰/۰۱	-۰/۰۵۵۱	-۰/۰۱۰۶	۰/۰۷۲۳	-۰/۰۰۱۵	۰/۱۷۱۰	۰/۲۳۹۴	۰/۰۹۳۰
۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۶۴۳۵	-۰/۱۳۴۳	-۰/۲۹۲۳	-۰/۲۵۴۵	-۰/۲۴۰۰	۰/۰۷۸۰	۰/۱۱۸۸
۰/۰۵	۰/۰۱	-۰/۰۷۲۱	-/۰۰۰۰۹	۰/۰۸۴۴	۰/۰۰۰۰۹	۰/۱۴۵۴	۰/۱۶۳۳	۰/۰۹۶۱
۰/۰۵	۰/۰۵	-۰/۰۵۵۱	-۰/۰۱۰۶	۰/۰۷۲۳	-۰/۰۰۱۵	۰/۱۳۷۷	۰/۲۰۹۰	۰/۱۰۴۸

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به مقادیر ξ_{ij} در جدول شماره (۷)، می توان هر کدام از دو سیاست را در سطوح مختلف کیفیت نهادی و با اعمال تکانه های مختلف اقتصادی و زیست محیطی با یکدیگر مقایسه کرد. بر اساس ارقام جدول (۷)، می توان بیان کرد:

۱- در حالتی که مقدار پارامتر کیفیت نهادی پایین (γ=۰/۰۵) و تکانه زیست محیطی بزرگتر از تکانه اقتصادی ($\sigma_a < \sigma_\phi$) است (سطر ۱ و ۴ جدول ۷) ξ_{ij} مثبت شده و سیاست مجوز بر انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر آلودگی برتری دارد. در صورتی که برای تکانه های اقتصادی مساوی و یا بیشتر از تکانه های زیست محیطی به دلیل منفی شدن ξ_{ij} سیاست مالیات بر آلودگی بر سیاست مجوز بر انتشار آلودگی ، برتری دارد.

۲- در حالتی که مقدار پارامتر کیفیت نهادی برابر با γ=۰/۱ است، تنها در حالتی که تکانه فقط زیست محیطی است، ξ_{ij} مثبت شده و سیاست مجوز بر انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر انتشار آلودگی ترجیح دارد. در بقیه موارد، به دلیل منفی شدن ξ_{ij} سیاست مالیات بر انتشار آلودگی بر

سیاست مجوز بر انتشار آلودگی، برتری دارد.

۳- در حالتی که مقدار پارامتر کیفیت نهادی برابر با γ=۰/۲ بوده و تکانه زیست محیطی بزرگتر از تکانه اقتصادی ($\sigma_a < \sigma_\phi$) است، ξ_{ij} منفی شده و سیاست مالیات بر انتشار آلودگی بر سیاست مجوز بر انتشار آلودگی ترجیح دارد، در صورتی که برای تکانه های اقتصادی مساوی و یا بیشتر از تکانه های زیست محیطی به دلیل مثبت شدن ξ_{ij} سیاست مجوز بر انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر انتشار آلودگی، برتری دارد.

۴- در حالتی که مقدار پارامتر کیفیت نهادی برابر با γ=۰/۳ است، در حالتی که تکانه اقتصادی بیشتر از تکانه زیست محیطی است ξ_{ij} مثبت شده و سیاست مجوز بر انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر انتشار آلودگی ترجیح دارد. در بقیه موارد بدلیل منفی شدن ξ_{ij} سیاست مالیات بر انتشار آلودگی بر سیاست مجوز انتشار آلودگی ارجحیت دارد.

۵- در حالتی که مقدار پارامتر کیفیت نهادی برابر با γ=۰/۴ بوده و تکانه زیست محیطی بزرگتر از تکانه اقتصادی ($\sigma_a < \sigma_\phi$) است، ξ_{ij} منفی شده و سیاست مالیات بر آلودگی بر سیاست مجوز بر انتشار آلودگی ترجیح دارد در صورتی که برای تکانه های اقتصادی مساوی و یا بیشتر از تکانه های زیست محیطی بدلیل مثبت شدن ξ_{ij} سیاست مجوز بر انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر آلودگی برتری دارد.

۶- در حالتی که مقدار پارامتر کیفیت نهادی برابر با γ=۰/۵ و یا γ=۰/۶ است، تنها در حالتی که تکانه فقط زیست محیطی است ξ_{ij} منفی شده و سیاست مالیات بر انتشار آلودگی بر سیاست مجوز انتشار آلودگی ترجیح دارد. در بقیه موارد بدلیل مثبت شدن ξ_{ij} سیاست مجوز بر انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر انتشار آلودگی برتری دارد.

نتایج مطالعه حاضر حکایت از این دارد که با افزایش کیفیت نهادی و در صورتی که تکانه های اقتصادی بیشتر و یا مساوی با تکانه های زیست محیطی باشد، سیاست بهینه، سیاست مجوز بر انتشار آلودگی است و وقتی تنها تکانه زیست محیطی باشد، سیاست بهینه، سیاست مالیات بر انتشار آلودگی است.

سیاست مالیات بر آلودگی در کشوری مانند ایران که زیرساخت های نهادی ضعیفی دارد و ساختارهای قانونی برای دفاع از حق و حقوق افراد کامل نیست، حتی اگر به لحاظ نظری هم مناسب باشد، در عمل مناسب نیست. این موضوع بیانگر آن است که در اقتصاد ایران، سیاست مجوز بر انتشار آلودگی از بین ابزارهای رایج در مسائل مربوط به محیط زیست، بیشترین کارآیی را داشته و می توان از طریق این سیاست به کنترل آلودگی پرداخت. فقط در حالات خاص با نااطمینانی اقتصادی بالا و یا نااطمینانی اقتصادی برابر با نااطمینانی زیست محیطی و در درجات نااطمینانی رفتاری (کیفیت نهادی) پایین، سیاست زیست محیطی مالیات بر آلودگی به عنوان سیاست بهینه بر سیاست زیست

محیطی مجوز بر انتشار آلودگی، برتری می یابد.

لازم به توضیح است که اگر تکانه زیست محیطی تنها تکانه موجود باشد، سیاست مالیات بر آلودگی، بهینه خواهد بود. در تبیین علت آن، می‌توان گفت از یک‌سو، سیاست‌های زیست محیطی و تلاش های معطوف به حفظ منافع عمومی با کاستن از میزان انتشار آلودگی و بهبود کیفیت محیط زیست، باعث کاهش خسارت های رفاهی ناشی از عوارض جانبی ناشی از تولیدشده و روی رفاه اجتماعی تأثیر مثبت می‌گذارد. از سوی دیگر، با افزایش بهره‌وری، میزان تولید و به‌تبع آن، مصرف خانوارها افزایش‌یافته و نتیجه نهایی این تغییر در مصرف و کیفیت محیط‌زیست باعث افزایش رفاه اجتماعی می‌شود.

۶. نتیجه گیری و پیشنهاد

رشد اقتصادی در کشورهای جهان منجر به روند رو به افزایش انتشار مواد آلاینده در طی سالیان اخیر شده، و موجب آن است که بحران‌های زیست‌محیطی به عنوان یکی از مهمترین چالش‌های پیش‌روی دولت‌ها در قرن بیست و یکم شناخته شود. دولت‌ها می‌کوشند تا با اتخاذ سیاست‌ها و برنامه‌های مختلف از جمله سیاست مالیات بر آلودگی و سیاست مجوز انتشار آلودگی، بر مشکلات زیست‌محیطی فائق آیند.

کشور ایران از لحاظ میزان آلایندگی محیط‌زیست در جایگاه مناسبی قرار ندارد. این موضوع ضرورت اتخاذ رویکردی جدید در خصوص حفاظت از محیط‌زیست و جلوگیری از انتشار آلاینده‌ها را نشان می‌دهد. بر همین اساس در مقاله حاضر، به شناسایی سیاست بهینه زیست محیطی در شرایط وجود نااطمینانی های زیست محیطی و اقتصادی و با در نظر گرفتن شرایط نهادی در چارچوب الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی پرداخته شده است.

نتایج نشان داد که در درجات مختلف کیفیت نهادی، سیاست مجوز بر انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر آلودگی برتری دارد. در تعداد محدودی از حالات (در شرایطی با نااطمینانی اقتصادی بالا و یا نااطمینانی اقتصادی برابر با نااطمینانی زیست محیطی) و در درجات نااطمینانی پایین، سیاست مالیات بر آلودگی می تواند رفاه اجتماعی را بیشینه کرده و به عنوان سیاست بهینه انتخاب شود. با افزایش کیفیت نهادی، سیاست مجوز بر انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر آلودگی برتری می یابد. وقتی تکانه های اقتصادی بیشتر از تکانه های زیست محیطی باشد، سیاست بهینه، سیاست مجوز بر انتشار آلودگی است و وقتی تکانه های زیست محیطی بیشتر از تکانه های اقتصادی باشد، سیاست بهینه، سیاست مالیات بر آلودگی است.

بر این اساس، پیشنهاد می‌شود برای بهبود کیفیت محیط زیست با توجه به افزایش فعالیت های

اقتصادی در اقتصاد ایران، دولت سیاست مجوز بر انتشار آلودگی را با جدیت دنبال کند.

همچنین با عنایت به اینکه با بهبود کیفیت نهادی، سیاست مجوز بر انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر آلودگی برتری دارد، پیشنهاد می شود دولت به ارتقاء کیفیت نهادی اهتمام ورزد تا امکان بهره مندی از مزایای سیاست مجوز بر انتشار آلودگی (افزایش رفاه اجتماعی) فراهم شود. با توجه به تأثیر مثبت مخارج پاک سازی دولت بر کیفیت محیط زیست، پیشنهاد می شود که دولت به صورت سالانه، بودجه ای متناسب با وضعیت زیست محیطی ایران برای پاک سازی محیط زیست در نظر بگیرد.

منابع و مآخذ

امینی، علیرضا و حاجی محمد، نشاط (۱۳۸۴). برآورد سری زمانی موجودی سرمایه در اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۸۱-۱۳۳۸. *مجله برنامه و بودجه*، شماره ۹۰: ۸۶-۵۳.

باقرزاده، علی (۱۳۹۱). تحلیل ارتباط تحقیق و توسعه، سرمایه انسانی و بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش صنعت ایران. *فصلنامه مدیریت صنعتی*، سال هفتم، شماره ۲۲: ۱۲۶-۱۱۷.

رنانی، محسن (۱۳۸۴). بازار یا نابازار، بررسی موانع نهادی نظام اقتصادی بازار در اقتصاد ایران. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، مرکز مدارک علمی.

عسگری، احسان (۱۳۸۲). کاربرد و سازگاری الگوی رشد درون زا در اقتصاد ایران: الگوی کینگ-ریبلو. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان.

کیارسی، مهراب (۱۳۸۶). نرخ بهینه مالیات و مخارج دولتی در چارچوب الگوی سه بخشی رشد درون‌زا. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان.

هراتی،جواد؛ اسلاملوئیان، کریم و قطمیری، محمد علی (۱۳۹۱). تعیین مالیات زیست‌محیطی بهینه در الگوی رشد تعمیم یافته باوجود انتقال تکنولوژی پاک و کیفیت محیط‌زیست : نمونه ی اقتصاد ایران. *تحقیقات مدلسازی اقتصادی*، شماره۷: ۱۲۶-۹۷.

هراتی،جواد؛ اسلاملوئیان، کریم؛ قطمیری، محمد علی و امینی، تکتم (۱۳۹۳). بررسی ارتباط رشد آلودگی در چارچوب الگوی رشد درون‌زای تعمیم یافته: یک الگوی کالیبره شده برای اقتصاد ایران. *مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، سال دوم، شماره ۱۰، تابستان: ۵۸-۳۳.

Angelopoulos, K., Economides, G., and Philippopoulos, A. (2012). First and Second best allocations under economic and environmental uncertainty. *International Tax Public Finance*, https://doi.org/10.1007/s10797-012-9234-z.

Barker, T., and Lewney, R. (1991). Macroeconomic improvem of environmental policies: The carbon tax and regulation of water quality. *Department of Applied Economics, University of Camridge*.

Barro, R. J. and Sala-i-Martin, X. (2004) *Economic Growth*. 2nd Edition, MIT, Cambridge.

Bretschger, L., and Vinogradova, A. (2018). Best policy response to environmental shocks: Applying a stochastic framework. *Journal of Environmental Economics and Management*, https://doi.org/10.1016/j.jeem.2017.07.003

David, M., and Sinclair-Desgagn, B. (2005). Environmental regulation and the eco-industry. *Journal of Regulatory Economics*, 28(2): 141-155.

Deng, X., and Huang, J. (2009). Scott Rozelle and Emi Uchida, economic growth and the expansion of urban land in China. *Urban Studies*, 47: 813-843.

Dresner, S., and Ekins, P. (2004). Towards the design of an environmentally and socially conscious water metering tariff. *PSI Working Paper, London: Policy*

Studies Institute.

Dissouu, Y., and Karnizova, L. (2012). Emissions cap or emissions tax? A multi-sector business cycle analysis. *Working Paper, Univivercity of Ottawa*.

Dugger, W. M. (1995). Douglass C. North's new institutionalism. *Journal of Economic Issuse*, 29(2):453-458.

Fischer, C., and Springborn, M. (2011). Emissions targets and the real business cycle: Intensity targets versus caps or taxes. *Journal of Environmental Economics and Management*, 62: 352-366.

Giordani, P., Brunialti, G., and Bacaro, G. (2010). Functional traits of epiphytic lichens as potential indicators of environmental conditions in forest ecosystems. *Ecological Indicators*, 18: 413-420.

Grafton, Q., Adamowicz, W., Dupont, D., Nelson, H., Robert, J., and Renzetti, S. (2004). *The Economics of Environment and Natural Resources*. Blackwell Publishing.

Grimaud, A., and Rougé, L. (2003). Non-renewable resources and growth with vertical innovations: Optimum, equilibrium and economic policy. *Journal of Environmental Economics and Management*, 45: 433-453.

Gradus, R., and Smulders, S. (1993). The trade-off between environmental care and long-term growth-pollution in three prototype growth models. *Journal of Economics*, 58(1): 25-51.

Hamilton, K., and Giovanni, R. (2006). From curse to blessing, natural resource and institutional quality, environment matters. The Word Bank Group: 24-27.

Hodgson, G. M. (2006). What are Instutions? *Journal of Economic Issues*, 40(1): 1-25.

Hagedorn, G. M. (2010). Ramsey tax cycles. *Review of Economic Studies*, 77: 1042-71.

Heutel, G. (2012). How should environmental policy respond to business cycles? Optimal policy under persistent productivity shocks. *Review of Economic Dynamics*, 15: 244-264.

Kama, A. A. L., and Schubert, K. (2004). Growth, environment and uncertain future preferences. *Environmental and Resource Economics*, 28: 31-53.

Kaufmann, D., Kraay, A., and Mastruzzi, M. (2010) The worldwide governance indicators: Methodology and analytical issues. *World Bank Policy Research Working Paper*, No. 5430.

Michel, P., and Rotillen, G. (1995). Disutility of pollution and endogenous growth. *Environmental and Resource Economics*, 6(3): 279-300.

Mohtadi, H. (1996). Environment, growth and optimal policy design. *Journal of Public Economics*, 63: 119-140.

Ott, I., and Soretz, S. (2004). Growth and welfare effects of tax cuts: The Case of a productive public input with technological risk. *Empirica*, 31: 117-135.

Pautrel, X. (2007). Pollution, health and life expectancy: How environmental

policy can promote growth. CCMP-Climate Change Modelling and Policy, Electronic copy available at: http://ssrn.com/ abstract =1077151.

Philippopoulos, A., and Economides, G. (2008). Growth enhancing policy is the means to sustain the environment. *Review of Economic Dynamics*, 11(1): 207-219.

Pearce, D. W., and Turner, R. K. (1990). Economics of Natural Resources and the Environment, Harvester Wheatsheaf, Hemel Hempstead, London, 378 pp.

Smulders, S., and Gradus, R. (1996). Pollution abatement and long- term growth . *European Journal of Political Economy*, 12(3): 505- 532.

Soretz, S. (2007). Efficient dynamic pollution taxation in an uncertain environment. *Environmental & Resource Economics*, 36: 57-84.

Soretz, S. (2003). Stochastic pollution and environmental care in endogenous growth model. *The Manchester School*, 71: 448-469.

Tornell, A., and Lane, P. R. (1999). The voracity effect. *American Economic Review*, 89: 22-46.

Weitzman, M. L. (1974). Prices vs. quantities, *The Review of Economic Studies*. 41(4): 477-491.

Williamson, O.E. (2000). The new institutional economics and organization theory. *Journal of Economics Litrature*, 38: 595-613.

Zhang, X.; Shigeng, H., and Wang, H, (2006). A stochastic growth model with environmental pollution. *Journal of Systems Science and Complexity*, 19(3): 414-422.