

## سیاست بهینه زیست محیطی، نااطمینانی و کیفیت نهادی:

### مطالعه موردی ایران

علی حسین صمدی<sup>۱</sup>

منصور زیبایی<sup>۲</sup>

جعفر قادری<sup>۳</sup>

پریسا بهلولی<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۷

#### چکیده

دخالت دولت و اجرای سیاست‌های 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. یافته‌های تجربی مقاله حاضر، نشان می‌دهد 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

asamadi@rose.shirazu.ac.ir

zibaei@shirazu.ac.ir

jghaderi@rose.shirazu.ac.ir

Parisa\_bahlouli@yahoo.com

۱. دانشیار بخش اقتصاد، دانشگاه شیراز (نویسنده مسئول)

۲. استاد بخش اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شیراز

۳. دانشیار بخش اقتصاد، دانشگاه شیراز

۴. دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه شیراز

## 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 می‌دهند. 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 اعمال شده) است.

بررسی عملکرد محیط زیست، بر اساس شاخص عملکرد محیط زیست (EPI) نشان می‌دهد 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)<sup>۱</sup>. 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 می‌توان 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 فعالیت‌های اقتصادی، میزان انتشار آلودگی افزایش یافته و کیفیت محیط زیست و در نهایت، رفاه اجتماعی تنزل یابند. لذا در مقاله حاضر، از بین سیاست‌های رایج زیست محیطی، به شناسایی سیاست بهینه زیست محیطی - با در نظر گرفتن وضعیت کیفیت نهادی و براساس معیار پیشینه رفاه اجتماعی - پرداخته شده است.

ساماندهی بخش‌های 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، شبیه‌سازی، مقدار دهی و برآورد الگو ارائه شده، و نتیجه‌گیری و پیشنهادها، در بخش پایانی آمده است.

۱. علت کاهش رتبه ایران و بدتر شدن وضعیت طی این سال‌ها، عموماً به واسطه شاخص‌های بهداشت و سلامت محیط، انتشار دی‌اکسید 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 روش‌های ریاضی و آماری) انجام شده‌اند. با توجه به هدف تحقیق حاضر، در ادامه، تنها مطالعات مرتبط با شناسایی سیاست بهینه زیست محیطی ارائه و بررسی می‌شوند.

مطالعات وایتزمن (Weitzman, 1974)، مهتدی (Mohtadi, 1996)، فیشر و استرینگ بورن (Fischer & Springborn, 2011)، دیسو و کارنیزووا (Dissou & Karnizova, 2012)، آنجلوپولوس و همکاران (Angelopoulos *et al.*, 2012)، هوتل (Heutel, 2012) و برتشرگر و وینوگرادوا (Bretschger, & Vinogradova, 2017)، از نمونه مطالعاتی است که در زمینه شناسایی سیاست‌های 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، تکانه‌ای 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<sup>۱</sup> و هزینه نهایی<sup>۲</sup> مقررات زیست محیطی حائز اهمیت بوده و تعیین کننده است. وی بیان می‌کند، زمانی که کشش سود نهایی بیشتر از کشش هزینه‌های 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 مجوزهای آلودگی برای رسیدن به رشد درازمدت پرداخته و سیاست ترکیبی کنترل‌های مقداری و مالیات (یارانه) را برای رسیدن به سطح بالاتری از رفاه اجتماعی معرفی می‌کند. وی در الگوسازی، تکانه‌ها را مد نظر قرار نداده است.

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

دیسو و کارنیزووا (Dissou & Karnizova, 2012) در رتبه بندی سیاست‌های 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<sup>۱</sup> به عنوان سیاست بهینه اول پرداخته اند. آنها مطالعه خود را با در نظر گرفتن شرایط نااطمینانی اقتصادی و زیست محیطی<sup>۲</sup> 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 دهد که هر دو سیاست مالیات بر آلودگی و سیاست مجوز انتشار آلودگی، موافق ادوار تجاری<sup>۳</sup> 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 (Dissou & Karnizova, 2012) و

1. Ramsey
2. Environmental Uncertainty
3. Business Cycles

آنجلوپولوس و همکاران (Angelopoulos *et al.*, 2012)، تنها منبع نااطمینانی تکانه‌های اقتصادی (به عنوان معیاری از نااطمینانی اقتصادی<sup>۱</sup>)، در نظر گرفته شده است. تنها آنجلوپولوس و همکاران (Angelopoulos *et al.*, 2012)، علاوه بر نااطمینانی اقتصادی، از تکانه‌های زیست محیطی (به عنوان معیاری از نااطمینانی زیست محیطی) استفاده کرده‌اند. همچنین برتشرگر و وینوگرادوا (Bretschger, & Vinogradova, 2017) نیز به تکانه‌های فناوری و سیاست‌گذاری توجه کرده‌اند. اگرچه این تکانه‌ها و نااطمینانی‌های ناشی از آنها مهم است، اما نااطمینانی‌های رفتاری یا نهادی نوع دیگری از نااطمینانی است که از اهمیت ویژه‌ای 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. آسیب‌های زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های 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 فعالیت‌های اقتصادی و به دنبال آن، تنزل کیفیت محیط زیست، تأثیر مثبت افزایش تولید و رشد اقتصادی بر رفاه اجتماعی را کاهش می‌دهد. تخصیص بهینه منابع، تحقق وضعیت پارتو و دستیابی به مقدار بیشینه رفاه اجتماعی، زمانی حاصل می‌شود که هزینه نهایی اجتماعی ناشی از فعالیت یک بنگاه با منافع اجتماعی حاصل از آن، برابر شود. هزینه نهایی اجتماعی شامل هزینه‌های داخلی و هزینه‌های خارجی است.

هزینه‌های خارجی توسط یک بنگاه، زمانی ظاهر می‌شود 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 هزینه‌های خصوصی صورت می‌گیرد. مؤسسات ذی نفع، بهای واقعی بهره‌برداری از منابع زیست محیطی و آلودگی‌های حاصل از آن را نمی‌پردازند، اما هزینه‌هایی بر دوش سایر اقشار جامعه تحمیل می‌کنند. مشکل دیگری که وجود دارد، این است که بسیاری از کالاهای زیست محیطی، کالاهای عمومی می‌باشند و عمومیت کالاهای مزبور، دلیلی است مبنی بر اینکه چرا بازار درگیر داد و ستد کالاها و خدمات زیست محیطی نمی‌شود. چنین شرایطی منجر به عدم تحقق وضعیت بهینه پارتو و شکست بازار در تخصیص بهینه منابع می‌شود.

1. Economic Uncertainty
2. Institutional or Behavioral Uncertainty

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)<sup>۱</sup> و انگیزه های مبتنی بر بازار<sup>۲</sup> 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 می توان از آنها در تشویق و ترغیب رفتارهای مثبت زیست محیطی استفاده کرد. این ابزارها شامل مالیات ها<sup>۳</sup>، یارانه ها<sup>۴</sup> و مجوزهای قابل عرضه به بازار<sup>۵</sup> هستند (Barker & Lewney, 1991). مالیات بر انتشار آلودگی (یارانه ها) در بسیاری از کشورها اجرا می شود و هدف از آن، ایجاد انگیزه لازم برای به کارگیری فناوری سالم تر 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 می برند، 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 مجوزها 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 می‌آورند. در کل استانداردهای زیست محیطی بدون تغییر باقی می‌ماند.

با این اوصاف، با اجرای سیاست‌های زیست محیطی توسط دولت، مؤسسات به گونه‌ای عمل می‌کنند که از سطح تولید مطلوب بازار به سمت سطح تولید مطلوب اجتماعی حرکت کنند و در راه دستیابی به توسعه پایدار قدم برمی‌دارند. حال دولت باید از بین رایج‌ترین سیاست‌های انگیزه‌ای مبتنی بر بازار سیاستی را که بیشترین رفاه اجتماعی را به دنبال داشته باشد، انتخاب کند.

وجود ناطمینانی در دنیای واقعی، کلیه تصمیم‌گیری‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ناطمینانی، فضایی است که تصمیم‌فعالان اقتصادی اعم از خانوارها، بنگاه‌ها و دولت را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Giordani et al., 2010). ناطمینانی می‌تواند ریشه در وقایع پیش‌بینی نشده اقتصادی (تغییر در فناوری تولید، تغییرات در بهره‌وری تولید، بهبود در مهارت کارگران و ...) داشته باشد، یا ناشی از وقایع پیش‌بینی 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)

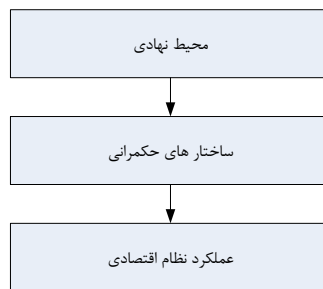
با تغییر در فناوری تولید، بهره‌وری کل عوامل تغییر می‌یابد که به عنوان یک منبع ناطمینانی اقتصادی بوده، و ممکن است منبع ناطمینانی ناشی از تأثیر ناگهانی فعالیت‌های اقتصادی بر محیط زیست (فناوری کاهش آلودگی) باشد. در نتیجه، به ازای تولید میزان ثابتی از محصول، میزان آلودگی تغییر می‌یابد. این منبع به عنوان ناطمینانی زیست محیطی شناخته می‌شود (Angelopoulos et al., 2012). از این رو، در نظر نگرفتن شرایط ناطمینانی، تصویر درستی از واقعیت ارائه نخواهد کرد.

برای موفقیت سیاست‌های اقتصادی و زیست محیطی، لازم است که کیفیت نهادی<sup>۱</sup> جامعه قوی بوده و ساختار نهادی<sup>۲</sup> 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 ناطمینانی‌های اقتصادی و زیست محیطی، منجر به شکل‌گیری ناطمینانی نهادی یا رفتاری<sup>۳</sup> می‌شود (Williamson, 2000).

همان‌طور که پیکان‌های بین متغیرها در نمودار (۱) نشان داده است، کیفیت نهادی، از مجرای ساختارهای حکمرانی بر عملکرد نظام اقتصادی مانند نوآوری صنایع، کیفیت محیط زیست، هزینه‌های مبادله<sup>۴</sup>، رشد اقتصادی، رفاه اجتماعی، مؤثر واقع می‌شوند (Hodgson, 2006). در جامعه‌ای 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. Transactions 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

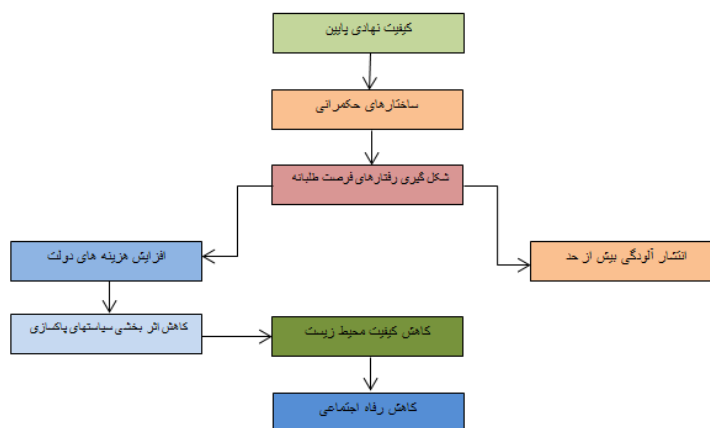
در شرایط خوشبینانه، افزایش روزافزون تولید می تواند برای کشورها رفاه اجتماعی را در پی داشته باشد و در روان سازی چرخه فعالیت های اقتصادی تعیین کننده باشد؛ در صورتی که این کیفیت نهادی حاکم بر کشورهاست که می تواند منافع ناشی از تولید را به واسطه انتشار آلودگی و کاهش کیفیت محیط زیست به انحراف کشیده و موجب 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 آلایندهی 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 آلایندهی 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.<sup>۱</sup>

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, Q_t) \quad (1)$$

که در آن،  $0 < \beta < 1$  نرخ ربحان 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.

(2012, *et al.*) 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 یافته‌های کاما و شوبرت (Kama & Schubert, 2004)، جدایی ناپذیر گرفتن شکل تابعی تابع مطلوبیت در این حالت، نتایج بهتری را در زمینه پیشینه 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:

$$u(c_t, Q_t) = \frac{[(c_t)^\mu (Q_t)^{1-\mu}]^{1-\sigma}}{1-\sigma} \quad (2)$$

که در آن،  $\sigma$  معکوس کشش جانشینی بین دوره ای مصرف کننده نمونه (نرخ هموار کننده مصرف یا ضریب ثابت ریسک گریزی نسبی فرد) است. هر چه مقدار  $\sigma$  بزرگتر باشد، کشش جانشینی مصرف بین دوره ای مصرف کوچکتر خواهد بود و مصرف کنندگان در مقایسه با آینده، بیشتر نگران هستند ( $\sigma \geq 1$ )<sup>۱</sup>. براین اساس، در مطالعه حاضر فرض شده که درجه ریسک گریزی افراد بالا است.

همچنین  $Q_t$  کیفیت محیط زیست،  $C_t$  مصرف سرانه،  $\mu$  و  $1-\mu$  وزن های داده شده به مصرف و کیفیت محیط زیست است. تابع مطلوبیت فوق از ویژگی ریسک گریزی نسبی ثابت<sup>۲</sup> 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.

$$k_{t+1} - (1-\delta^k)k_t + c_t + q_t \bar{p}_t = [1 + (1-\gamma)q_{t-1}]A_t k_t^\alpha \quad (3)$$

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)،  $\sigma$  بزرگتر از یک در نظر گرفته شده است. در مطالعات داخلی نیز عسگری (۱۳۸۲) و هراتی و همکاران (۱۳۹۳)، مقدار  $\sigma$  را بزرگتر از یک فرض کرده اند.

2. Constant Coefficient of Relative Risk Aversion (CRRA)

بنگاه‌ها بوده و  $\bar{p}_t$  نیز تعداد مجوزهای اختصاص داده شده به بنگاه‌ها 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 می‌کند. دولت‌ها نیز از درآمدهای ناشی از فروش مجوزها برای پاکسازی محیط زیست استفاده می‌کنند. به طور خاص، در مقاله حاضر، فرض شده است که در هر دوره از زمان، دولت تعدادی مجوز انتشار آلودگی ( $\bar{p}_t$ ) صادر می‌کند و با قیمت ( $q_t$ ) به فروش می‌رساند. مجوزها در دوره جاری به فروش می‌روند اما می‌توانند توسط بنگاه‌ها در دوره آینده نیز مورد استفاده قرار بگیرند. بنابراین در خصوص تأمین مالی دولت برای پاکسازی محیط زیست می‌توان نوشت:

$$g_t = q_t \bar{p}_t \quad (4)$$

خانوار نماینده به دنبال بیشینه کردن مطلوبیت مورد انتظار (رابطه ۱) با در نظر گرفتن محدودیت

منابع (۳) و در واقع، انتخاب دنباله  $\{c_t, k_{t+1}\}_{t=0}^{\infty}$  بوده، و لذا شرط مرتبه اول عبارت است از:

$$\frac{\partial u_t}{\partial c_t} (1 + \alpha q_t E_t [Q_{t+1} A_{t+1} k_{t+1}^{\alpha-1}]) = \beta E_t \left[ \frac{\partial u_{t+1}}{\partial c_{t+1}} (1 - \delta^k + \alpha A_{t+1} k_{t+1}^{\alpha-1}) \right] \quad (5)$$

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

$$Q_{t+1} = \delta^q Q_t - \bar{p}_{t-1} + v g_t \quad (6)$$

در واقع، فرض بر آن است که کیفیت محیط زیست در هر دوره‌ای ( $Q_{t+1}$ ) تابعی از میزان کیفیت محیط زیست در دوره قبل ( $Q_t$ ،  $\delta^q$ ) پارامتر درجه پایداری محیط زیست و  $0 \leq \delta^q \leq 1$ ، مجوز انتشار آلودگی ( $\bar{p}_{t-1}$ ) و تلاش و اقدامات دولت برای پاکسازی محیط زیست در دوره قبل برای کاهش آلودگی ( $v g_t$ )، میزان مخارج دولت برای کاهش آلودگی - رابطه (۴) - و پارامتر اثربخشی سیاست‌های دولت جهت پاکسازی محیط زیست با  $U \geq 0$  است. روشن است که هر چه درجه پایداری محیط زیست و اثر بخشی سیاست‌های 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 می‌شود:

$$p_t = \phi_t y_t = \phi_t A_t k_t^\alpha \quad (7)$$

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

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

که در آن،  $0 \leq \gamma \leq 1$  پارامتر کیفیت نهادی است.  $\phi_{t+1}$  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<sup>۱</sup> است.

بر اساس اطلاعات نویسندگان، این نوع نااطمینانی (نااطمینانی نهادی یا رفتاری<sup>۲</sup>) 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  $\bar{p}_t = \phi_{t+1} y_{t+1}$  خواهد بود. اما با  $\gamma = 0$  (کیفیت نهادی بسیار ضعیف) رابطه شماره (۸) به  $\bar{p}_t = (1 + q_t) \phi_{t+1} y_{t+1}$  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 ( $0 \leq \gamma \leq 0.5$ ). در چنین شرایطی در رابطه (۸) برای شاخص کیفیت نهادی ( $\gamma$ )، 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)  $\phi_t$  از فرآیند خود رگرسیون 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

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

$$\phi_{t+1} = \bar{\phi}^{(1-\rho_\phi)} \phi_t^{\rho_\phi} e^{\varepsilon_{t+1}^\phi} \quad (۱۰)$$

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

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

$$\varepsilon^\phi \sim iid(0, \sigma_\phi^2)$$

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 اوهرلیک، حول مقادیر تعادلی پایا خطی می شوند<sup>۱</sup>.

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

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

$$y_t = A_t k_t^\alpha \quad (۱۴)$$

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

$$g_t = q_t \bar{p}_t \quad (۱۶)$$

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

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

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

$$\phi_{t+1} = \bar{\phi}^{(1-\rho_\phi)} \phi_t^{\rho_\phi} e^{\varepsilon_{t+1}^\phi} \quad (۲۰)$$

## ۴-۲. 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:

$$k_{t+1} - (1 - \delta^k)k_t + c_t = (1 - \tau_t)y_t = (1 - \tau_t)A_t k_t^\alpha \quad (21)$$

که در آن،

$y_t = A_t k_t^\alpha$  تولید جاری،  $k_{t+1}$  موجودی سرمایه در انتهای دوره و  $k_t$  موجودی سرمایه در ابتدای دوره،  $0 \leq \delta^k \leq 1$  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 محدودیت 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  $\tau$  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:

$$\frac{U'(c_t)}{U'(c_{t+1})} = \beta[(1 - \tau_{t+1})A_{t+1}\alpha k_{t+1}^{\alpha-1} + (1 - \delta^k)] \quad (22)$$

فرض بر این است که تأمین مالی دولت برای اجرای سیاست پاک‌سازی محیط‌زیست از طریق

مالیات بر آلودگی ( $\tau_t$ ) صورت می‌گیرد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$g_t = \tau_t y_t = \tau_t A_t k_t^\alpha \quad (23)$$

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:

$$Q_{t+1} = \delta^q Q_t - P_t + \nu g_t \quad (24)$$

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

$$P_t = \phi_t y_t = \phi_t A_t k_t^\alpha \quad (25)$$

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

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

$$Q_{t+1} = \delta^q Q_t - [1 + (1 - \gamma)\tau_t]\phi_t y_t + \nu g_t \quad (26)$$

که در آن،  $\gamma$  پارامتر کیفیت نهادی بوده و  $0 \leq \gamma \leq 1$  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 می‌گردد 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 می‌کند:

$$\frac{u'(C_t)}{u'(C_{t+1})} = \beta[(1 - \tau_{t+1})A_{t+1}\alpha k_{t+1}^{\alpha-1} + (1 - \delta^k)] \quad (27)$$

$$Q_{t+1} = \delta^q Q_t - P_t + Vg_t \quad (28)$$

$$y_t = A_t k_t^\alpha \quad (29)$$

$$k_t - (1 - \delta^k)k_t + c_t = (1 - \tau_t)A_t k_t^\alpha \quad (30)$$

$$g_t = \tau_t A_t k_t^\alpha \quad (31)$$

$$p_t = [1 + (1 - \gamma)\tau_t]\phi_t y_t \quad (32)$$

$$C_{t+1} = C^{(1-\rho_c)} c_t^{\rho_c} \quad (33)$$

$$A_{t+1} = \bar{A}^{(1-\rho_a)} A_t^{\rho_a} e^{\varepsilon_{t+1}^a} \quad (34)$$

$$\phi_{t+1} = \bar{\phi}^{(1-\rho_\phi)} \phi_t^{\rho_\phi} e^{\varepsilon_{t+1}^\phi} \quad (35)$$

### ۳-۴. نحوه محاسبه رفاه اجتماعی

با استفاده از رابطه شماره (۳۶) می‌توان بیشینه رفاه اجتماعی را در شرایط مختلف نا اطمینانی (اقتصادی و زیست محیطی) 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 تکانه‌های اقتصادی و زیست محیطی 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 به صورت رابطه شماره (۳۶) قابل محاسبه است. می‌توان با محاسبه مقادیر شیب سازگی شده برای  $\tilde{Q}_t$  و  $\tilde{C}_t$  و محاسبه پارامترهای  $a_1$  تا  $a_5$  با محاسبه تابع مطلوبیت در حد میانگین، میزان حداکثر رفاه را به دست آورد.

$$W_0 = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(C, Q) \cong \frac{u(C, Q)}{1-\beta} + E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \{a_1 \tilde{C}_t + a_2 \tilde{Q}_t + a_3 (\tilde{C}_t)^2 + a_4 (\tilde{Q}_t)^2 + a_5 (\tilde{C}_t \tilde{Q}_t)\} \quad (36)$$



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

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

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<sup>۱</sup> 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 استفاده شده است. این داده‌ها به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ بوده و پس از لگاریتم گیری و استفاده از فیلتر هودریک-پرسکات<sup>۲</sup> (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 ناطمینانی اقتصادی و زیست محیطی در درجات مختلف شاخص کیفیت نهادی پرداخته شده است.

### ۵-۲-۱. اعتبارسنجی الگو

به منظور بررسی و ارزیابی میزان موفقیت الگو در شبیه سازی و همچنین قابلیت اعتماد به نتایج آن، از معیارهای میانگین، انحراف معیار و ضریب خودهمبستگی استفاده شده است. این گشتاورها برای مقادیر واقعی و شبیه سازی شده محاسبه و مقایسه می شوند. هر چقدر مقدار گشتاورهای شبیه سازی شده (حاصل از حل عددی الگو) به مقدار گشتاورهای مقادیر واقعی نزدیک تر باشد، می توان

1. Calibration
2. Hodrick-Prescott

نتیجه گرفت که الگوی طراحی شده، مناسب بوده و می توان 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 شبیه سازی شده متغیرهای هر دو الگو به هم نزدیک هستند، بنابراین می توان به نتایج الگو اعتماد کرد.

### جدول ۱. پارامترهای مقداردهی شده

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

### جدول ۲. مقادیر متغیرها در وضعیت پایا

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

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

### جدول ۳. مقایسه گشتاورهای به دست آمده از الگوها با گشتاورهای واقعی با کیفیت نهادی (۰/۳۷) در شرایط نااطمینانی زیست محیطی و اقتصادی (۰/۰۵)

متغیر	الگو	میانگین		انحراف معیار		خودهمبستگی مرتبه اول
		واقعی	شبیه سازی شده	واقعی	شبیه سازی شده	
تولید ناخالص داخلی سرانه (میلیارد ریال)	اول	۰/۳۳	۰/۲۶	۲/۲۳	۰/۰۶	۰/۳۴۹۹
	دوم	۰/۳۳	۰/۳۴	۲/۲۳	۵/۹۳	-۰/۰۰۹۷
مخارج دولتی سرانه (میلیارد ریال)	اول	۶/۳	۷/۴۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۸۱۶
	دوم	۶/۳	۷/۹۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۳۲۷۳
موجودی سرمایه سرانه (میلیارد ریال)	اول	۰/۸۵	۰/۸۸	۴/۵۲	۰/۱۹	۰/۲۶۹۲
	دوم	۰/۸۵	۱/۱	۴/۵۲	۱۹/۷۲	-۰/۰۱۰۷
شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید	اول	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۱	۰/۱۳	۰/۰۰۲	۰/۳۵۹۰
	دوم	۰/۰۱۵	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۲۶	۰/۳۵۹۰
انتشار آلودگی (متر تن سرانه)	اول	۶/۶۴	۶/۴۱	۰/۰۴	۰/۰۰۰۷	-۰/۰۳۰۱
	دوم	۶/۶۴	۶/۴۱	۰/۰۴	۰/۰۰۷	-۰/۰۵۰۵
شدت آلودگی (کیلو تن به GDP)	اول	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۲	-۰/۰۴۰۲
	دوم	۰/۰۱۵	۰/۰۰۲	۰/۰۱	۰/۲۴	-۰/۰۴۰۲
شاخص کیفیت محیط زیست	اول	۰/۵۲	۰/۶	۰/۰۱۸	۰/۰۰۰۱	۰/۳۵۸۹
	دوم	۰/۵۲	۰/۶۰	۰/۰۱۸	۰/۰۱	-۰/۵۱۰۸

- الگوی اول: مالیات بر آلودگی

- الگوی دوم: مجوز انتشار آلودگی

منبع: محاسبات تحقیق

### جدول ۴. مقایسه گشتاورهای نسبی به دست آمده از الگوها با گشتاورهای واقعی با کیفیت نهادی (۰/۳۷) در شرایط نااطمینانی زیست محیطی و اقتصادی (۰/۰۵)

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

متغیر	الگو	میانگین		انحراف معیار		خودهمبستگی مرتبه اول	
		واقعی	شبه‌سازی شده	واقعی	شبه‌سازی شده	واقعی	شبه‌سازی شده
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	۰/۰۱۱	-۰/۰۸۳	-۰/۰۸۶
شدت آلودگی (کیلو تن به GDP)	دوم	۲۰/۱۲	۱۸/۸۵	۰/۰۱۷	۰/۰۱۱	-۰/۰۸۳	۵/۲
شاخص کیفیت محیط‌زیست	اول	۰/۰۴۵	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۴۴	۰/۰۲۳	-۰/۰۸۳	-۰/۱۱۴
	دوم	۰/۰۴۵	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۴۴	۰/۰۴	-۰/۰۸۳	۴/۱۴
	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.

### ۲-۲-۱. 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 ۰/۰۶) و در درجات مختلف نااطمینانی اقتصادی و زیست محیطی (۰، ۰/۰۱ و ۰/۰۵) در شش حالت مختلف ( $\sigma_a$  و  $\sigma_\theta$  متفاوت) محاسبه شده است. نتایج این محاسبات در جدول شماره (۵) آورده شده است.<sup>۱</sup>

### جدول ۵. مقدار بیشینه رفاه اجتماعی در درجات مختلف کیفیت نهادی (۰/۰۵ تا ۰/۰۶) در شرایط مختلف نااطمینانی زیست محیطی و اقتصادی با اعمال سیاست مالیات بر آلودگی

$\sigma_a$	$\sigma_\theta$	$\gamma=۰/۰۵$	$\gamma=۰/۱$	$\gamma=۰/۲$	$\gamma=۰/۳$	$\gamma=۰/۴$	$\gamma=۰/۵$	$\gamma=۰/۶$
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	-۲۳۷۲/۴۷	-۲۸۴۷/۸۹	-۲۱۸۰/۹۰	-۲۸۵۰/۳۰	-۱۶۳۸/۵۵	-۱۴۸۳/۲۸	-۲۰۵۶/۸۰

-  $\sigma_a$  و  $\sigma_\theta$  به ترتیب، تکانه اقتصادی و تکانه زیست محیطی هستند.

-  $\gamma$ : 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 می‌کند، در تمام حالات نااطمینانی اقتصادی و زیست محیطی، رفاه اجتماعی افزایش می‌یابد. حتی وقتی شاخص کیفیت نهادی در ایران، بهبود یافته و به رقم ۰/۵ می‌رسد، باز رفاه اجتماعی به روند افزایشی خود ادامه می‌دهد. همچنین نتایج مندرج در جدول (۵) نشان می‌دهد، 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.

۲-۲-۵. رفاه اجتماعی در شرایط اعمال سیاست زیست محیطی مجوز بر انتشار آلودگی  
نتایج این سیاست در جدول شماره (۶) آورده شده است.

جدول ۶. مقدار بیشینه رفاه اجتماعی در درجات مختلف کیفیت نهادی (۰/۵ تا ۰/۶) در

شرایط مختلف نااطمینانی زیست محیطی و اقتصادی با اعمال سیاست مجوز بر انتشار آلودگی

$\sigma_a$	$\sigma_\theta$	$\gamma=0/05$	$\gamma=0/1$	$\gamma=0/2$	$\gamma=0/3$	$\gamma=0/4$	$\gamma=0/5$	$\gamma=0/6$
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

یادداشت‌ها:

-  $\sigma_a$  و  $\sigma_\theta$  به ترتیب تکانه اقتصادی و تکانه محیط‌زیست است.

-  $\gamma$  کیفیت نهادی را نشان می‌دهد.

- به دلیل بالا بودن درجه ریسک‌گریزی 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 تکانه‌های اقتصادی بیشتر یا برابر با تکانه‌های زیست محیطی است، با بهبود شاخص کیفیت نهادی، تغییر چندانی در رفاه اجتماعی مشاهده نمی‌شود. 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 زیست محیطی بیشتر از تکانه اقتصادی است، یعنی در شرایطی که درجه بیشتری از نااطمینانی زیست محیطی داریم، رفاه اجتماعی بیشتر است. زمانی که درجه مساوی از نااطمینانی اقتصادی و زیست محیطی ( $\sigma_\phi = 1/01$  و  $\sigma_a = 1/05$  یا  $\sigma_\phi = 1/05$  و  $\sigma_a = 1/05$ ) 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:

$$\xi_{ij} \cong \frac{1}{\mu(1-\sigma)} \log(W_t^i/W_t^j) \quad (37)$$

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.  $\sigma$  درجه ریسک‌گریزی افراد ( $\sigma \geq 1$ ) و  $\mu$  وزن داده شده به مصرف است. سه حالت زیر برای رابطه شماره (۳۷) قابل تصور است:

۱- منفی بودن  $\xi_{ij}$  ( $\xi_{ij} < 0$ ): 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  $\xi_{ij}$  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 می‌شود.

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

۳- مثبت بودن  $\xi_{ij}$  ( $\xi_{ij} > 0$ ): 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  $\xi_{ij}$  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.

#### جدول ۷. شناسایی سیاست بهینه زیست محیطی در درجات مختلف کیفیت نهادی (۰/۰۵ تا ۰/۶) در شرایط مختلف نا اطمینانی زیست محیطی و اقتصادی

$\sigma_a$	$\sigma_\phi$	$\gamma=0/05$	$\gamma=0/1$	$\gamma=0/2$	$\gamma=0/3$	$\gamma=0/4$	$\gamma=0/5$	$\gamma=0/6$
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	۰/۰۰۰۰۰۸	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	-۰/۰۷۳۱	-۰/۰۰۰۰۹	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  $\xi_{ij}$  در جدول شماره (۷)، می‌توان هر کدام از دو سیاست را در سطوح مختلف کیفیت نهادی و با اعمال تکانه‌های مختلف اقتصادی و زیست محیطی با یکدیگر مقایسه کرد. بر اساس ارقام جدول (۷)، می‌توان بیان کرد:

۱- در حالتی که مقدار پارامتر کیفیت نهادی پایین ( $\gamma=0/05$ ) و تکانه زیست محیطی بزرگتر از تکانه اقتصادی ( $\sigma_a < \sigma_\phi$ ) است (سطر ۱ و ۴ جدول ۷)  $\xi_{ij}$  مثبت شده و سیاست مجوز بر انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر آلودگی برتری دارد. در صورتی که برای تکانه‌های اقتصادی مساوی و یا بیشتر از تکانه‌های زیست محیطی به دلیل منفی شدن  $\xi_{ij}$  سیاست مالیات بر آلودگی بر سیاست مجوز بر انتشار آلودگی، برتری دارد.

۲- در حالتی که مقدار پارامتر کیفیت نهادی برابر با  $\gamma=0/1$  است، تنها در حالتی که تکانه فقط زیست محیطی است،  $\xi_{ij}$  مثبت شده و سیاست مجوز بر انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر انتشار آلودگی ترجیح دارد. در بقیه موارد، به دلیل منفی شدن  $\xi_{ij}$  سیاست مالیات بر انتشار آلودگی بر

سیاست مجوز بر انتشار آلودگی، برتری دارد.

۳- در حالتی که مقدار پارامتر کیفیت نهادی برابر با  $\gamma=0/2$  بوده و تکانه زیست محیطی بزرگتر از تکانه اقتصادی ( $\sigma_a < \sigma_\phi$ ) است،  $\xi_{zz}$  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  $\xi_{zz}$  سیاست مجوز بر انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر انتشار آلودگی، برتری دارد.

۴- در حالتی که مقدار پارامتر کیفیت نهادی برابر با  $\gamma=0/3$  است، در حالتی که تکانه اقتصادی بیشتر از تکانه زیست محیطی است  $\xi_{zz}$  مثبت شده و سیاست مجوز بر انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر انتشار آلودگی ترجیح دارد. در بقیه موارد بدلیل منفی شدن  $\xi_{zz}$  سیاست مالیات بر انتشار آلودگی بر سیاست مجوز انتشار آلودگی ارجحیت دارد.

۵- در حالتی که مقدار پارامتر کیفیت نهادی برابر با  $\gamma=0/4$  بوده و تکانه زیست محیطی بزرگتر از تکانه اقتصادی ( $\sigma_a < \sigma_\phi$ ) است،  $\xi_{zz}$  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  $\xi_{zz}$  سیاست مجوز بر انتشار آلودگی بر سیاست مالیات بر آلودگی برتری دارد.

۶- در حالتی که مقدار پارامتر کیفیت نهادی برابر با  $\gamma=0/5$  و یا  $\gamma=0/6$  است، تنها در حالتی که تکانه فقط زیست محیطی است  $\xi_{zz}$  منفی شده و سیاست مالیات بر انتشار آلودگی بر سیاست مجوز انتشار آلودگی ترجیح دارد. در بقیه موارد بدلیل مثبت شدن  $\xi_{zz}$  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 کارایی 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 می‌یابد.

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 تلاش‌های معطوف به حفظ منافع عمومی با کاستن از میزان انتشار آلودگی و بهبود کیفیت محیط زیست، باعث کاهش خسارت‌های رفاهی ناشی از عوارض جانبی ناشی از تولیدشده و روی رفاه اجتماعی تأثیر مثبت می‌گذارد. از سوی دیگر، با افزایش بهره‌وری، میزان تولید و به تبع آن، مصرف خانوارها افزایش یافته و نتیجه نهایی این تغییر در مصرف و کیفیت محیط‌زیست باعث افزایش رفاه اجتماعی می‌شود.

#### ۶. نتیجه‌گیری 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 آلودگی 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 نااطمینانی‌های 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 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 می‌تواند 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 می‌یابد. وقتی تکانه‌های اقتصادی بیشتر از تکانه‌های زیست محیطی باشد، سیاست بهینه، سیاست مجوز بر انتشار آلودگی است و وقتی تکانه‌های زیست محیطی بیشتر از تکانه‌های اقتصادی باشد، سیاست بهینه، سیاست مالیات بر آلودگی است.

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

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 مأخذ

- 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 درون‌زا در اقتصاد ایران: الگوی کینگ-ریبلو. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان.
- کیارسی، مهرباب (۱۳۸۶). نرخ بهینه مالیات و مخارج دولتی در چارچوب الگوی سه بخشی رشد درون‌زا. پایان‌نامه 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: نمونه‌ی اقتصاد ایران. *تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، شماره ۷: ۹۷-۱۲۶.
- هراتی، جواد؛ اسلاملوئیان، کریم؛ قطمیری، محمد علی و امینی، تکتتم (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 improvement of environmental policies: The carbon tax and regulation of water quality. *Department of Applied Economics, University of Cambridge*.
- Barro, R. J. and Sala-i-Martin, X. (2004) *Economic Growth*. 2<sup>nd</sup> 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.*

- Dissou, Y., and Karnizova, L. (2012). Emissions cap or emissions tax? A multi-sector business cycle analysis. *Working Paper, Univercity of Ottawa.*
- Dugger, W. M. (1995). Douglass C. North's new institutionalism. *Journal of Economic Issue*, 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 Economic Literature*, 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.