

## تحلیل اثرات هزینه‌های تخصیصی دولت در حوزه سلامت و ممانعت از انتشار آلاینده‌ها بر رشد اقتصادی: رویکرد رشد درونزا

حجت ایزدخواستی<sup>۱</sup>

یاسر بلاغی اینالو<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۱۵

### چکیده

کیفیت محیط زیست و سلامت در یک کشور، نقش مهمی بر بهره‌وری نیروی کار، تولید و رفاه خانوار دارد. آلودگی از طریق کاهش کیفیت زندگی و افزایش هزینه‌های سلامت، منجر به کاهش بهره‌وری نیروی کار، تولید و رفاه خانوار و نیز باعث نارسایی مکانیزم بازار می‌شود. در این شرایط، یک روش دولت برای درونی کردن پیامدهای جانبی منفی، اعمال قوانین و مقررات به منظور ممانعت از انتشار آلاینده‌ها است. در این تحقیق، اثرات هزینه‌های تخصیصی دولت در حوزه سلامت و جلوگیری از انتشار آلاینده‌ها در چارچوب یک الگوی رشد درونزا بررسی شده است. نتایج نظری و تجربی حاصل از حل الگو در وضعیت یکنواخت و تحلیل حساسیت صورت گرفته، بیانگر این است که اختصاص بخش بیشتری از مخارج تخصیصی دولت به حوزه سلامت و ممانعت از انتشار آلاینده‌ها، به جای پرداخت‌های انتقالی به خانوار، باعث افزایش نرخ رشد اقتصادی شده است. همچنین، از لحاظ نظری، افزایش در مخارج تخصیصی دولت در حوزه سلامت به جای مخارج ممانعت از انتشار آلاینده‌ها، اثر مبهمی بر نرخ رشد اقتصادی دارد، اما از لحاظ تجربی باعث افزایش نرخ رشد اقتصادی شده است.

واژگان کلیدی: آلودگی هوا، هزینه‌های عمومی سلامت، رشد اقتصادی، توسعه پایدار

طبقه بندی JEL: Q53, I15, H51, O44, O29

۱. استادیار اقتصاد دانشکده اقتصاد و علوم سیاسی دانشگاه شهید بهشتی (نویسنده مسئول) h\_izadkhasti@sbu.ac.ir

۲. دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان yaser831@gmail.com

## ۱. مقدمه

در بحث توسعه پایدار، رشد اقتصادی، سلامت و کیفیت محیط زیست به عنوان عوامل مهم، مورد توجه سیاستگذاران است (Shieh, Chen, Chang & Lai, 2014). بنابراین، وضعیت سلامت و کیفیت محیط زیست به عنوان عوامل مهم اثرگذار بر تولید، ایجاد درآمد و ثروت خواهند بود. تعریف سلامت از دیدگاه سازمان بهداشت<sup>۱</sup> جهانی، برخورداری از آسایش جسمی، روانی و اجتماعی است. در ادبیات اقتصادی، این موضوع به اثبات رسیده است که هرچه کشوری از نظر وضعیت سلامت در شرایط بهتری قرار داشته باشد، بر بهره وری نیروی کار و فعالیت های اقتصادی اثرگذار خواهد بود (Eglin, 2001).

همچنین، کیفیت محیط زیست از حوزه های مؤثری است که خود بر سلامت افراد نیز اثرگذار است و کاهش کیفیت آن، باعث مخدوش شدن وضعیت سلامت افراد در جامعه و در نتیجه، کاهش بهره وری نیروی کار و رشد اقتصادی خواهد شد. آلودگی هوا اخیراً به عنوان یکی از اصلی ترین معضلات زندگی در شهرهای بزرگ، به صورتی بوده که در سال های اخیر، به خطر جدی برای سلامت افراد تبدیل شده است. این نوع آلودگی شامل هیدروکربن ها، دی اکسید کربن، دی اکسید گوگرد، مونواکسید کربن، نیترات ها و ذرات معلق در هوا است (ترابی و وارثی، ۱۳۸۸).

میزان آلودگی هوا ناشی از انتشار ذرات قابل استنشاق (PM<sub>2.5</sub>) در جهان، از ۳۰/۸۱ به ۳۱/۵۳ میکروگرم در متر مکعب از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳، و میزان انتشار این آلودگی در ایران، از ۳۱/۸۳ به ۳۱/۸۸ میکروگرم در متر مکعب از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۳ رسیده است (WDI<sup>۲</sup>, 2016). بنابراین، سطح بالاتر آلودگی هوا باعث بیماری هایی از قبیل سکته قلبی و سرطان و مرگ های زودرس می شود.

بر اساس گزارش سازمان جهانی سلامت، آلودگی هوا در مناطق شهری باعث مرگ زودرس ۳/۷ میلیون نفر در سال ۲۰۱۲ در جهان شده است (WHO<sup>۳</sup>, 2014). در کشورهای با درآمد پایین و متوسط، ۸۸ درصد مرگ های زودرس در نتیجه آلودگی های هوا بوده است (Bretschger and Vinogradova, 2016). هزینه آلودگی هوا در نتیجه مرگ و میر در یک سال در اروپا حدود ۱/۶ تریلیون دلار برآورد شده که باعث مرگ زودرس حدود ۶۰۰ هزار نفر شده است (WHO, 2015).

با افزایش میزان آلودگی، هزینه های عمومی سلامت در کشورهای OECD از ۱۷/۲۵ به ۱۷/۸۵ درصد کل هزینه های دولت از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۴ افزایش یافته است. در همین دوره، در کشورهای

- 
1. World Health Organization
  2. World Development Indicator
  3. World Health Organization

اروپایی، هزینه‌های عمومی سلامت از ۱۵/۷۷ به ۱۶/۰۹ درصد افزایش یافته است. هزینه‌های عمومی سلامت در ایران در دوره مذکور از ۱۲/۷۲ به ۱۷/۵۳ درصد کل هزینه‌های دولت افزایش یافته است (WDI, 2016). این امر نشان دهنده آن است که آلودگی هوا همچنان می‌تواند به عنوان یکی از دلایل افزایش هزینه‌های سلامت در کشورها باشد. بنابراین، اثرات آلودگی هوا از طریق کاهش کیفیت زندگی و افزایش هزینه‌های سلامت باعث افزایش مرگ و میر، افزایش بیماری‌ها و هزینه‌های مربوط به درمان آن و کاهش سطح رفاه جامعه می‌شود.

بنابراین، دولت در هر کشوری در راستای درونی کردن پیامدهای جانبی<sup>۱</sup> زیست محیطی و کنترل آلودگی به منظور بهبود کیفیت محیط زیست و سلامت افراد جامعه به روش‌های مختلفی عمل می‌کند. این روش‌ها شامل اعمال مالیات‌های مستقیم زیست محیطی (مالیات پیگویی)، مالیات‌های غیرمستقیم زیست محیطی و یا اعمال قوانین و مقررات به منظور ممانعت از انتشار آلاینده‌ها است (McMorran and Nellor, 1994). بر این اساس، دولت می‌تواند با وضع مالیات بر انتشار آلودگی و مجوزهای انتشار آلودگی، کنترل‌های مقدراری با اعمال قوانین و مقررات و یا سیاست‌های ترکیبی اقدام کند.

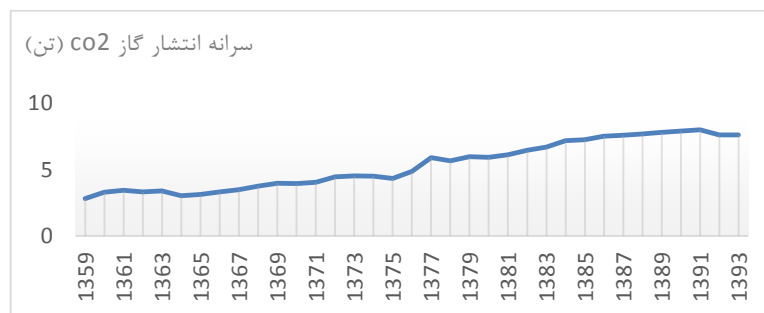
بنابراین، مساله اصلی این پژوهش، بررسی اثرات هزینه‌های تخصیصی دولت در حوزه سلامت و ممانعت از انتشار آلاینده‌ها بر رشد اقتصادی در چارچوب یک الگوی رشد درونزا در ایران است. همچنین، محاسبات، کالیبره کردن، برآوردها و مسیر بهینه با استفاده از نرم افزارهای GAMS؛ Excel و Microfit انجام شده است. نوآوری مقاله تصریح و حل الگوی رشد بر اساس هزینه‌های تخصیصی دولت در حوزه سلامت و ممانعت از انتشار آلاینده‌ها است. در ادامه، تحلیل تجربی و تحلیل حساسیت متغیرهای الگو در سناریوهای مختلف انجام و مسیر بهینه رشد اقتصادی ایران با استفاده از نرم افزار Gams استخراج شده است.

در ادامه در بخش دوم، به بیان ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق پرداخته می‌شود. در بخش سوم، الگوی رشد درونزا مطرح می‌شود. در بخش چهارم، کالیبره کردن، تحلیل حساسیت الگو و تحلیل رشد بلندمدت، صورت می‌گیرد. در نهایت، به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات در بخش پنجم پرداخته می‌شود.

## ۲. ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق

### ۲-۱. مبانی نظری

بر اساس گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۰۷، از بین آلوده کننده های زیست محیطی که سبب تغییرات آب و هوایی می شوند، دی اکسید کربن، ۵۸٫۸ درصد کل گازهای گلخانه ای را به خود اختصاص داده، در ایران نیز انتشار گاز آلاینده دی اکسید کربن روندی صعودی داشته، و روند تغییرات انتشار دی اکسید کربن سرانه طی سال های ۱۳۵۹ تا ۱۳۹۳ در نمودار (۱) نشان داده شده است.



نمودار ۱. میزان انتشار سرانه گاز دی اکسید کربن (تن)

مأخذ: آمارهای بانک جهانی

با توجه به نمودار (۱) روند انتشار سرانه دی اکسید کربن افزایشی است و مقدار انتشار سرانه آن از ۲/۸ به ۷/۶۳ تن از سال ۱۳۵۹ تا ۱۳۹۳ رسیده است. یکی از اهداف دخالت دولت در اقتصاد در چارچوب مفهوم توسعه پایدار، تخصیص بهینه و هماهنگ منابع با شرایط زیست محیطی است. تخصیص بهینه منابع، بر اساس بهینه پارتو<sup>۱</sup> و دستیابی به حداکثر رفاه اجتماعی، زمانی حاصل می شود که هزینه نهایی اجتماعی ناشی از فعالیت اقتصادی یک فرد یا یک واحد اقتصادی، با منافع نهایی اجتماعی حاصل از آن برابر گردد<sup>۲</sup>. هزینه های جانبی به عنوان بخشی از هزینه های اجتماعی، زمانی ظاهر می شود که فعالیت واحدهای اقتصادی برای سایر واحدهای اقتصادی دیگر و به طور کلی برای جامعه، ایجاد ضرر می کنند (پایتختی اسکویی و ناهیدی، ۱۳۸۳). بنابراین، پیامدهای جانبی مثبت از قبیل انجام سرمایه گذاری های زیربنایی، سرمایه گذاری در حوزه سلامت و آموزش می تواند باعث افزایش انباشت سرمایه و رشد اقتصادی شود.

### 1. Pareto Efficient

۲. هزینه نهایی اجتماعی شامل هزینه های نهایی خصوصی و هزینه های جانبی است.

از طرف دیگر، پیامدهای جانبی منفی از قبیل آلودگی‌های زیست محیطی می‌تواند آثار منفی بر حوزه سلامت افراد، بهره‌وری نیروی کار و در نتیجه، بر رشد اقتصادی داشته باشد. در نتیجه، آلودگی‌های زیست محیطی باعث می‌شود که در چارچوب مکانیزم بازار، وضعیت بهینه پارتو تحقق پیدا نکند و موجب ناتوانی یا شکست بازار<sup>۱</sup> می‌شود. بنابراین، دولت در هر کشوری در راستای درونی کردن پیامدهای جانبی زیست محیطی و کنترل آلودگی به منظور بهبود کیفیت محیط زیست و سلامت افراد جامعه، به روش‌های مختلفی عمل می‌کند. این روش‌ها شامل اعمال مالیات‌های مستقیم زیست محیطی (مالیات پیگویی)، مالیات‌های غیرمستقیم زیست محیطی و یا اعمال قوانین و مقررات به منظور ممانعت از انتشار آلاینده‌ها است (McMorran and Nellor, 1994).

اخذ مالیات از واحد اقتصادی به میزان ضرر و زیان وارد شده به جامعه است تا به اندازه‌ای که از فایده خالص اجتماعی کاسته شده است، از واحد اقتصادی مالیات اخذ و جهت جبران آسیب‌های اجتماعی و در راستای افزایش منافع اجتماعی، صرف شود. در صورت تحقق این شرایط است که واحد اقتصادی برای حفظ خالص منافع خود، نسبت به کاهش هزینه‌های مالیاتی خود اقدام و راهکارهایی جهت کاهش آلودگی‌های زیست محیطی انتخاب خواهد نمود و در مجموع این فرایند موجب کاهش هزینه‌های اجتماعی ناشی از آلودگی‌ها می‌شود (طهماسبی و امیری، ۱۳۹۱). در جدول (۱) شاخص‌های مخارج سلامت مناطق مختلف جهان و کشورهای منتخب در سال ۲۰۱۴ گزارش شده است.

جدول ۱. شاخص‌های نسبت مخارج سلامت در کشورهای منتخب در سال ۲۰۱۴

کشورها	کل مخارج سلامت (درصد تولید ناخالص داخلی)	مخارج عمومی سلامت (درصدی از کل مخارج)	مخارج سرانه سلامت (دلار)
کشورهای OECD	۱۲/۳۵	۱۷/۸۵	۴۷۴۱/۴
اتحادیه اروپا	۱۰/۰۳	۱۶/۰۹	۳۶۱۲/۹
خاورمیانه و شمال آفریقا	۵/۲۹	-	۴۳۳/۳
آمریکای لاتین و حوزه کارائیب	۷/۲۳	-	۷۱۴/۱
آسیا و اقیانوسیه	۶/۹	-	۶۴۳/۴
ژاپن	۱۰/۲۲	۲۰/۲۸	۳۷۰۲/۹
آمریکا	۱۷/۱۴	۲۱/۲۹	۹۴۰۲/۵
انگلیس	۹/۱۱	۱۶/۵۲	۳۹۳۴/۸
فرانسه	۱۱/۵۳	۱۵/۶۸	۴۹۵۸/۹

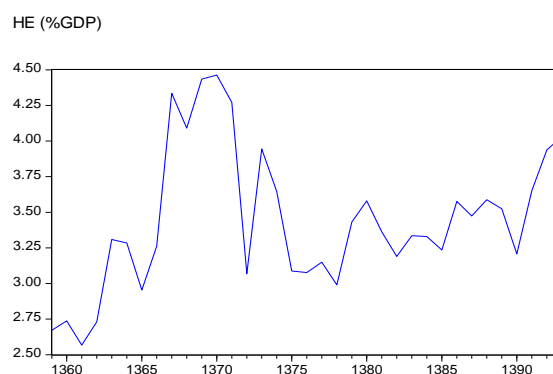
## 1. Market Failure

کشورها	کل مخارج سلامت (درصد تولید ناخالص داخلی)	مخارج عمومی سلامت (درصدی از کل مخارج)	مخارج سرانه سلامت (دلار)
آلمان	۱۱/۲۹	۱۹/۶۴	۵۴۱۰/۶
ایتالیا	۹/۲۴	۱۳/۶۵	۳۲۵۷/۷
کره	۷/۳۷	۱۲/۲۸	۲۰۶۰/۲
ایران	۶/۸۹	۱۷/۵۳	۳۵۰/۷

مأخذ: آمارهای بانک جهانی (۲۰۱۶)

نسبت هزینه های سلامت به تولید ناخالص داخلی در ایران در دوره ۹۳-۱۳۵۹ در نمودار (۲)

ارائه شده است.



نمودار ۲. روند مخارج سلامت (درصد تولید ناخالص داخلی) در ایران

مأخذ: آمارهای بانک جهانی

بخشی از مخارج دولت مربوط به مخارج عمومی در حوزه سلامت است. بنابراین، دولت می تواند از طریق افزایش مخارج عمومی سلامت و مخارج ممانعت از انتشار آلاینده ها، بر رشد اقتصادی اثرگذار باشد. با افزایش مخارج عمومی در حوزه سلامت، بهره وری نیروی کار افزایش می یابد و باعث افزایش تولید و رشد اقتصادی می شود (Agenor, 2008). از طرف دیگر، با افزایش تولید، آلودگی های زیست محیطی افزایش می یابد و باعث کاهش سطح رفاه خانوار می شود. بنابراین، دولت از طریق افزایش مخارجی که صرف ممانعت از انتشار آلودگی می کند، سطح انتشار آلودگی در فرایند تولید را کاهش می دهد (Tai, Chao & Hu, 2015).

## ۲-۲. مطالعات خارجی

وانگ، زایو و باتاچاریا (Wang, Zhao, and Bhattacharya, 2015) در مقاله ای با عنوان سیاست های بهینه سلامت و محیط زیست در چارچوب یک الگوی رشد - آلودگی، به تحلیل پس انداز احتیاطی، بیمه سلامت و سیاست های زیست محیطی در یک الگوی نسل های همپوشان (OLG) دو دوره ای پرداخته اند. نتایج حاصل از آن، بیانگر این است که پس انداز بیشتر باعث انباشت سرمایه بیشتر، و انباشت سرمایه بیشتر باعث افزایش تولید و افزایش آلودگی می شود. بنابراین، افزایش آلودگی از طریق آثار منفی که بر سلامت افراد دارد، باعث کاهش رفاه می گردد.

تایی، چاوو و هو (Tai, Chao & Hu, 2015) در مقاله ای با عنوان آلودگی، سلامت و رشد اقتصادی، در چارچوب یک الگوی رشد، به تحلیل اثرات کمک های خارجی در حوزه سلامت و بهبود کیفیت محیط زیست بر رشد اقتصادی پرداخته اند. نتایج حاصل از آن، بیانگر این است که تخصیص کمک های خارجی در حوزه های سلامت، ممانعت از انتشار آلودگی یا پرداخت های انتقالی، اثرات متفاوتی بر رشد اقتصادی داشته است.

ماین لیم و همکاران (Min Lim *et al.*, 2014)، به بررسی مسائل مربوط به علیت کوتاه مدت و بلندمدت در مصرف نفت، تولید گازهای گلخانه ای و رشد اقتصادی در فیلیپین با استفاده از تکنیک های سری زمانی و داده های سالانه برای دوره زمانی ۲۰۱۲-۱۹۶۵ پرداخته اند. یافته های مهم تحقیق، یک علیت یک سویه بین مصرف نفت و انتشار گازهای گلخانه ای را نشان می دهد، و بدان معنا است که کشور فیلیپین، نیاز به بهبود بهره وری در مصرف نفت به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه ای دارد.

کولونیس (Kulionis, 2013)، به بررسی رابطه علی بین مصرف انرژی تجدیدپذیر، تولید ناخالص داخلی و انتشار گازهای گلخانه ای در دانمارک با استفاده از داده های سالیانه ۲۰۱۲-۱۹۷۲ پرداخته اند. نتایج آزمون هم انباشتگی یوهانسون در این پژوهش بیانگر این است که هیچگونه هم انباشتگی بین متغیرها وجود نداشته، همچنین، آزمون علیت گرنجر نشان دهنده یک علت یک سویه از مصرف انرژی تجدیدپذیر به انتشار گازهای گلخانه ای است.

آروری و همکاران (Arouri *et al.*, 2012)، در مطالعه ای تحت عنوان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تولید گازهای گلخانه ای CO<sub>2</sub> در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا با استفاده از مدل پانل ریشه واحد و تکنیک هم انباشتگی، به بررسی رابطه بین تولید گازهای گلخانه ای دی اکسیدکربن، مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی برای ۱۲ کشور خاورمیانه و شمال آفریقا (منطقه منا) طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۸۱ پرداخته اند. نتایج حاصل از آن، بیانگر این است که مصرف انرژی در بلندمدت تأثیر مثبت و قابل توجهی بر تولید گاز دی اکسید کربن داشته است.

آنگ (Ang, 2007)، در مقاله ای به بررسی رابطه علی پویا بین انتشار گاز دی اکسیدکربن، مصرف انرژی و تولید در کشور فرانسه در دوره ۲۰۰۰-۱۹۶۰ پرداخته است. نتایج حاصل از آن، بیانگر این است که رشد اقتصادی علیت بلندمدت مصرف انرژی و آلودگی محیط زیست بوده و یک رابطه علی یک طرفه از سوی مصرف انرژی به رشد تولید در کوتاه مدت برقرار است. همچنین یافته های این مطالعه نشان داده است که با افزایش استفاده از انرژی، انتشار دی اکسیدکربن نیز افزایش یافته است.

### ۳-۲. مطالعات داخلی

فتاحی و همکاران (۱۳۹۴)، در مقاله ای تحت عنوان تحلیل تجربی رابطه بین آلودگی هوا و هزینه های عمومی سلامت با رویکرد داده های تابلویی پویا در دوره زمانی ۲۰۱۱-۱۹۹۵ به بررسی تأثیر آلودگی هوا بر هزینه های عمومی سلامت پرداخته اند. نتایج بیانگر این است که آلودگی هوا، درآمد سرانه، نرخ شهرنشینی، بار تکفل و اندازه دولت باعث افزایش هزینه های عمومی سلامت شده است، اما بیکاری باعث کاهش هزینه های عمومی سلامت شده است.

فتاحی، عساری، صادقی و اصغرپور (۱۳۹۲)، به بررسی تأثیر آلودگی هوا بر هزینه های عمومی سلامت با استفاده از روش داده های تابلویی در منتخبی از کشورهای در حال توسعه در دوره ۲۰۱۱-۱۹۹۵ پرداخته اند. نتایج حاصل از آن، بیانگر این است که بین میزان آلودگی هوا و هزینه های سلامت، رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.

هراتی و اسلاملوئیان و قطمیری (۱۳۹۲) در مطالعه ای تحت عنوان بررسی ارتباط شدت آلودگی، تجارت و رشد اقتصادی در ایران: یک الگوی سیستم معادلات همزمان، با استفاده از روش حداقل مربعات سه مرحله ای (3SLS)<sup>۱</sup> ارتباط همزمان شدت آلودگی، رشد اقتصادی و متغیرهای تجاری در ایران طی دوره ۸۸-۱۳۴۵ را در قالب الگوی سیستم معادلات همزمان مورد بررسی قرار دادند. نتایج، بیانگر وجود رابطه غیرخطی بین رشد اقتصادی و شدت انتشار آلودگی و نیز عدم برقراری شرط پایداری توسعه در اقتصاد ایران بوده است.

مقدسی و طاهری (۱۳۹۱)، در مطالعه ای تحت عنوان پیامدهای اقتصادی و زیست محیطی مالیات بر آلودگی، به تحلیل آثار اقتصادی و زیست محیطی مالیات بر آلودگی ناشی از سوخت و فرایند تولید در ایران با استفاده از الگوی تعادل عمومی مبتنی بر ماتریس حسابداری اجتماعی ۱۳۷۸ و داده های مربوط به سطح انتشار آلاینده های منتخب سال ۱۳۸۸ پرداخته اند. یافته های حاصل از آن، بیانگر این است که دریافت مالیات بر آلودگی از آلاینده های منتشر شده از مصرف سوخت و



تولید، تولید ناخالص داخلی را کمتر از ۱,۵ درصد و مصرف خانوارها را حدود ۲,۵ درصد کاهش می‌دهد؛ در حالی که انتشار آلاینده‌ها حدود ۳ درصد کاهش می‌یابد.

مزینی و مرادحاصل (۱۳۹۱) با استفاده از داده‌های تابلویی به تحلیل ارتباط بین سه حوزه محیط زیست، سلامت و رشد اقتصادی در ۴۰ کشور منتخب و ایران پرداخته‌اند. نتایج حاصل از آن، بیانگر این است که اگرچه رشد اقتصادی بر ارتقای سطح سلامت تأثیر مثبتی دارد، اما تبعات زیست محیطی ناشی از رشد اقتصادی مثبت می‌تواند بخشی از آثار مثبت رشد اقتصادی بر سطح سلامت را خنثی کند.

### ۳. الگوی رشد درونزا

الگوی تحقیق شامل متغیرهای خانوار، بنگاه‌های تولیدی و دولت است. به پیروی از آگنور (Agenor, 2008)، تولید کالای  $Y$  به صورت تابعی از سرمایه فیزیکی  $K$  و سطح سلامت نیروی کار به صورت رابطه زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$Y = H^\beta K^{1-\beta} \quad (1)$$

طبق فرض، تابع تولید از تکنولوژی کاب-داگلاس تبعیت می‌کند و تولید نهایی عوامل، مثبت و کاهنده است. به عبارت دیگر، مشتق اول تابع تولید نسبت به سرمایه فیزیکی و سطح سلامت نیروی کار، مثبت ( $f'(\cdot) > 0$ ) و مشتق دوم تابع تولید نسبت به سرمایه فیزیکی و سطح سلامت نیروی کار، منفی است ( $f''(\cdot) < 0$ ). با افزایش مخارج عمومی در حوزه سلامت، بهره‌وری نیروی کار افزایش می‌یابد و باعث افزایش تولید و رشد اقتصادی می‌شود. از طرف دیگر، با افزایش تولید، آلودگی‌های زیست محیطی افزایش می‌یابد و باعث کاهش سطح رفاه خانوار می‌شود. بنابراین، دولت از طریق افزایش مخارجی که صرف ممانعت از انتشار آلودگی می‌کند، سطح انتشار آلودگی در فرایند تولید را کاهش می‌دهد. بنابراین، به پیروی از تایی، چاوو و هو (Tai, Chao & Hu, 2015)، رشد آلودگی به صورت تابعی از مخارج صرف شده دولت به منظور ممانعت از انتشار آلودگی و سطح تولید ناخالص داخلی بیان می‌شود:

$$\dot{P} = \left(\frac{G_M}{Y}\right)^{-\mu} Y = G_M^{-\mu} Y^{1+\mu} \quad (2)$$

که در آن،  $\dot{P}$  نرخ رشد آلودگی در طول زمان است ( $\dot{P} = (dP/dt)/P$ ).  $G_M$  هزینه‌های صرف شده دولت به منظور جلوگیری از انتشار آلودگی،  $Y$  سطح تولید ناخالص داخلی و  $\mu$  کشش رشد آلودگی نسبت به هزینه‌های صرف شده به منظور ممانعت از انتشار آلاینده‌ها است. بر اساس این رابطه، رشد آلودگی‌ها با افزایش تولید ناخالص داخلی افزایش می‌یابد و با افزایش هزینه‌های صرف

شده دولت به منظور ممانعت از انتشار آلودگی کاهش می یابد. افزایش مخارج عمومی در حوزه سلامت، باعث بهبود وضعیت سلامت افراد می شود. از طرف دیگر، افزایش آلودگی های زیست محیطی باعث بدتر شدن وضعیت سلامت افراد می شود. بنابراین، دولت از طریق افزایش مخارجی که صرف ممانعت از انتشار آلودگی می کند، سطح انتشار آلودگی در فرایند تولید را کاهش می دهد. بنابراین، در الگوی طرح شده، رشد سلامت خانوار به صورت تابعی از مخارج صرف شده دولت در حوزه سلامت و سطح آلودگی بستگی دارد:

$$\dot{H} = G_H^{1+\omega} P^{-\omega} \quad (۳)$$

که در آن،  $G_H$  نشان دهنده مخارج صرف شده توسط دولت به سلامت افراد است. بر اساس این رابطه، رشد سلامت خانوار با افزایش مخارجی که دولت به بخش سلامت تخصیص می دهد، افزایش می یابد.  $\omega$  کشش رشد سلامت نسبت به میزان انتشار آلاینده ها است. همچنین، با افزایش انتشار آلودگی ها، رشد سلامت خانوار کاهش می یابد. در این تحقیق، فرض شده که دولت به اندازه مخارجی که صرف سلامت می کند، به همان اندازه نیز صرف ممانعت از انتشار آلودگی می کند. هدف خانوار حداکثر کردن رفاه خود، که برابر مجموع تنزیل شده مطلوبیت های لحظه ای آنها می باشد:

$$\text{Max } W = \int_0^{\infty} U(C, H, P) e^{-\rho t} dt \quad (۴)$$

که در آن،  $W$  تابع رفاه خانوار است و جمع تنزیل شده مطلوبیت های آنی  $U$  است.  $C$  مصرف،  $H$  سطح سلامت، و  $P$  سطح آلودگی و  $\rho$  نرخ ربحان زمانی با نرخ تنزیل ذهنی است که فرض می شود مثبت بوده، همچنین فرض شده تابع مطلوبیت، پیوسته، خوش رفتار<sup>۲</sup>، اکیداً مقعر و فزاینده نسبت به مصرف و سلامت و کاهنده نسبت به آلودگی است. به منظور تحلیل الگو، تابع مطلوبیت به فرم کاب-داگلاس و به صورت رابطه زیر مشخص می شود:

$$U(C, H, P) = \psi \ln C + \xi \ln H - \eta \ln P \quad \xi, \eta > 0 \quad (۵)$$

که در آن،  $\psi$ ،  $\xi$  و  $\eta$  به ترتیب اهمیت مصرف، مخارج سلامت و میزان آلودگی در تابع مطلوبیت خانوار است. خانوار نماینده تابع مطلوبیت خود را نسبت به محدودیت بودجه زیر حداکثر می کند:

$$\dot{K} = Y - C + TR \quad (۶)$$

۱. تابع مطلوبیت آنی، تابع مطلوبیت خانوار نماینده در هر لحظه از زمان است.

۲. فرض شده تابع مطلوبیت  $u$ ، خوش رفتار (well behaved) است؛ به طوری که:

$$u'(0) = \infty, u'(\infty) = 0, u' > 0, u'' < 0$$

که در آن،  $Y$  تولید ناخالص داخلی،  $C$  مصرف،  $\dot{K}$  تغییر در موجودی سرمایه و  $TR$  پرداخت های انتقالی دولت به خانوارها است. درآمدهای خرج نشده ناشی از تولید و پرداخت های انتقالی، منجر به سرمایه گذاری در اقتصاد می شود. تابع هامیلتونین<sup>۱</sup>، متناظر با حداکثرسازی در شکل ارزش حال آن، به صورت زیر تشکیل می شود:

$$L = \{ \delta \ln C + \xi \ln H - \eta \ln P \} e^{-\rho t} + \mu_t [H^\beta K^{1-\beta} - C + T] \quad (7)$$

که در آن،  $\mu_t$  متغیر هم وضعیت، ارزش نهایی یک واحد سرمایه در زمان  $t$  و  $\lambda(t)$  ضریب لاگرانژ<sup>۲</sup> است و به صورت  $\lambda_t = \mu_t e^{\rho t}$  تعریف، و شرایط مرتبه اول حداکثر سازی، به صورت زیر حاصل می شود:

$$\frac{\partial L}{\partial C_t} = 0 \Rightarrow \frac{\psi}{C_t} = \lambda_t \quad (8-1)$$

$$\frac{\partial L}{\partial H_t} = 0 \Rightarrow \frac{\xi}{H} = \lambda_t \beta H_t^{\beta-1} K_t^{1-\beta} \quad (8-2)$$

$$\frac{\partial L}{\partial H_t} = -\frac{d\mu_t}{dt} \Rightarrow [(1-\beta)H_t^\beta K_t^{-\beta}] \lambda_t = -\dot{\lambda}_t + \rho \lambda_t \quad (8-3)$$

که در آن،  $\mu_t = \lambda_t e^{-\rho t}$ . شرط تعادلی (۸-۱) بیانگر برابر بودن مطلوبیت نهایی مصرف با ضریب لاگرانژ است. شرط (۸-۲) بیانگر برابر بودن مطلوبیت نهایی سلامت با تولید نهایی سلامت است. شرط تراگردی<sup>۳</sup> یا شرط کرانه پایانی به منظور رد بازی پونزی<sup>۴</sup> به صورت زیر بیان می شود<sup>۵</sup>:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda_t K_t e^{-\rho t} = 0 \quad (8-4)$$

با ترکیب روابط (۸-۱) و (۸-۳) و حذف  $\lambda_t$ ، رابطه مربوط به نرخ رشد مصرف به صورت زیر حاصل می شود:

### 1. Hamiltonian

۲. به ضریب لاگرانژ متغیر هم وضعیت (Co-State Variable) گفته می شود و بیانگر این است که اگر مقدار محدودیت تغییر کند، مقدار مطلوب تابع هدف به اندازه ضریب لاگرانژ تغییر خواهد کرد. در مفهوم اقتصادی، ضریب لاگرانژ بیانگر تغییر در مطلوبیت کل به ازای یک واحد تغییر در درآمد است.

### 3. Transversality Condition

### 4. Non-Ponzi Game (NPG)

۵. در مسائل کنترل بهینه، اگر نقطه پایانی برنامه معین نشده باشد، در جواب بهینه برای مشخص کردن کامل مسیر جواب، یک شرط نهایی مربوط به نقطه پایانی وجود دارد که به طور قاطع، مسیر بهینه را از سایر مسیرهای مجاز متمایز می کند. این شرط نهایی به شرط تراگردی معروف است.

$$\frac{\dot{C}}{C} = (1 - \beta) \left(\frac{H}{K}\right)^\beta - \rho \quad (9)$$

رابطه (۹) قاعده استاندارد رمزی-کینز برای رشد مصرف را بیان می کند. قاعده رمزی کینز همان معادله اولر است که باید در مسیر بهینه برقرار باشد. این شرط توسط رمزی استخراج شده و شامل یک توضیح مربوط به آن به وسیله کینز است. بر اساس این رابطه، اگر بهره وری نهایی سرمایه بزرگ تر (کوچک تر) از نرخ ترجیح زمانی باشد، خانوارها مصرف آینده خود را افزایش (کاهش) خواهند داد. در ادامه، فرض می شود که دولت به جای مالیات بر آلودگی، از طریق مخارج تخصیصی خود برای ممانعت از انتشار آلاینده ها و افزایش مخارج مربوط به سلامت افراد استفاده کند. بر این اساس، به پیروی از تایی، چاوو و هو (Tai, Chao & Hu, 2015) و چاترج و ترنووسکی (Chatterjee and Turnovsky, 2007) فرض شده مقدار هزینه های تخصیصی دولت به منظور ممانعت از انتشار آلاینده ها، سلامت خانوار و پرداخت های انتقالی به خانوار  $G_A$ ، به صورت درصدی از تولید ناخالص ملی ( $Y$ ) در نظر گرفته می شود. بنابراین:

$$G_A = \varphi * Y \quad (10)$$

در ادامه، فرض می شود که  $U$  درصدی از مخارج تخصیصی دولت است که صرف هزینه های مربوط به سلامت و جلوگیری از انتشار آلودگی می شود.  $(1 - U)$  نیز درصد باقیمانده است که به صورت پرداخت های انتقالی توسط دولت به خانوار پرداخت می شود. به علاوه، فرض شده که  $\delta$  درصدی از هزینه های تخصیصی دولت به بخش سلامت و  $(1 - \delta)$  درصد باقیمانده است که صرف جلوگیری از انتشار آلودگی می شود. بر این اساس:

$$G_H = \delta \nu G_A \quad (11)$$

$$G_M = (1 - \delta) \nu G_A \quad (12)$$

$$TR = (1 - \nu) G_A \quad (13)$$

که در آنها،  $G_H$  هزینه های صرف شده در حوزه سلامت،  $G_M$  هزینه های صرف شده به منظور جلوگیری از انتشار آلودگی و  $TR$  پرداخت های انتقالی دولت به خانوار است. بر اساس سه رابطه مطرح شده، فرض شده که با افزایش تولید ناخالص داخلی در یک کشور، سهم هزینه های تخصیصی دولت به سلامت خانوار، ممانعت از انتشار آلودگی و پرداخت های انتقالی به خانوار افزایش می یابد. بر اساس روابط (۱۱) تا (۱۳)، کل هزینه های تخصیصی دولت به بخش سلامت، ممانعت عمومی از انتشار آلودگی و پرداخت های انتقالی به صورت رابطه زیر تعیین می شود:

$$G_H + G_M + TR = G_A \quad (1-14)$$

با فرض تعادل در بودجه دولت، کل درآمدها و مخارج دولت برابر خواهند بود، بنابراین:

$$G_A + G_O = T + O \quad (2-14)$$

که در آن،  $G_A$  هزینه های تخصیصی دولت به منظور ممانعت از انتشار آلاینده ها، سلامت خانوار و پرداخت های انتقالی،  $G_O$  سایر هزینه های دولت،  $T$  درآمدهای مالیاتی و  $O$  سایر درآمدهای دولت است.

#### ۴. کالیبره کردن، تحلیل حساسیت و تحلیل رشد بلندمدت

در این بخش، ابتدا به استخراج معادلات مربوط به سیستم پویای اقتصادی پرداخت می شود. سپس، مقدار تعادلی متغیرهای نسبت مصرف به سرمایه فیزیکی  $x^{ss}$ ، نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت  $y^{ss}$  و نسبت آلاینده های منتشره شده به مخارج سلامت  $z^{ss}$ ، به دست آورده می شود. در نهایت، به تحلیل نقش مخارج تخصیصی دولت به بخش سلامت و ممانعت از انتشار آلاینده ها بر تعادل بلندمدت اقتصاد پرداخته می شود. در ادامه، به منظور کالیبره کردن الگو، تحلیل حساسیت نسبت به پارامترهای الگو و تحلیل رشد بلندمدت، به پیروی از فاتاگامی، موریتا و شیباتا (Futagami, Morita, and Shibata, 1993) و فیاگ (Faig, 1995) متغیرهای نسبت مصرف به سرمایه فیزیکی، نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت و نسبت آلاینده ها به مخارج سلامت، به صورت زیر تعریف می شود:

$$x = \frac{C}{K}, \quad y = \frac{K}{H}, \quad z = \frac{P}{H} \quad (15)$$

بر اساس متغیرهای جدید تعریف شده، معادلات مربوط به سیستم پویای اقتصادی به صورت زیر استخراج می گردد:

$$\frac{\dot{x}}{x} = \frac{\dot{C}}{C} - \frac{\dot{K}}{K} = x - [\beta + \phi(1-\nu)]y^{-\beta} - \rho \quad (16)$$

$$\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{H}}{H} = [1 + \phi(1-\nu)]y^{-\beta} - x - (\nu\phi\delta)^{1+\omega} y^{(1+\omega)(1-\beta)} z^{-\omega} \quad (17)$$

$$\frac{\dot{z}}{z} = \frac{\dot{P}}{P} - \frac{\dot{H}}{H} = [\nu\phi(1-\delta)]^{-\mu} y^{1-\beta} z^{-1} - (\nu\phi\delta)^{1+\omega} y^{(1+\omega)(1-\beta)} z^{-\omega} \quad (18)$$

معادله (۱۶) بیانگر رشد نسبت مصرف به سرمایه فیزیکی است و به نسبت مصرف به سرمایه فیزیکی  $x$ ، نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت  $y$  و پارامترهای الگو بستگی دارد. معادله (۱۷) رشد نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت است و به نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت،

نسبت مصرف به سرمایه فیزیکی  $x$ ، نسبت آلاینده ها به مخارج سلامت  $z$  و پارامترهای الگو بستگی دارد. معادله (۱۸) رشد نسبت آلاینده ها به مخارج سلامت است و به نسبت آلاینده ها به مخارج سلامت  $z$ ، نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت  $y$  و پارامترهای الگو بستگی دارد.

#### ۴-۱. وضعیت یکنواخت

در وضعیت یکنواخت<sup>۱</sup> متغیرها به نرخ رشد ثابتی می رسند. بنابراین، با قرار دادن  $\dot{x} = \dot{y} = \dot{z} = 0$  در معادلات (۱۶) تا (۱۸)، مقدار متغیرهای نسبت مصرف به سرمایه فیزیکی  $x^{ss}$ ، نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت  $y^{ss}$  و نسبت انتشار آلاینده ها به مخارج سلامت  $z^{ss}$  در وضعیت یکنواخت، به ترتیب به صورت زیر حاصل می شوند:

$$x^{ss} = [\beta + \phi(1-\nu)] \left\{ (1-\beta)^{-\omega} (\nu\phi\delta)^{-(1+\omega)} [\nu\phi(1-\delta)]^{-\mu\omega} \right\}^{\frac{-\beta}{1-\omega\beta}} + \rho \quad (۱۹)$$

$$y^{ss} = \left\{ (1-\beta)^{1-\omega} (\nu\phi\delta)^{-(1+\omega)} [\nu\phi(1-\delta)]^{-\mu\omega} \right\}^{\frac{1}{1-\omega\beta}} \quad (۲۰)$$

$$z^{ss} = \frac{[\nu\phi(1-\delta)]^{-\mu}}{(1-\beta)} \left\{ (1-\beta)^{1-\omega} (\nu\phi\delta)^{-(1+\omega)} [\nu\phi(1-\delta)]^{-\mu\omega} \right\}^{\frac{1}{1-\omega\beta}} \quad (۲۱)$$

معادله (۱۹) نسبت مصرف به سرمایه فیزیکی، معادله (۲۰) نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت و معادله (۲۱) نسبت آلاینده ها به مخارج سلامت در وضعیت یکنواخت است که به صورت تابعی از پارامترهای الگو هستند. علامت بالای متغیرها  $ss$  است که مربوط به مقدار متغیرها در وضعیت یکنواخت است. با جایگزینی نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت در وضعیت یکنواخت  $y^{ss}$ ، بر اساس معادله (۲۰)، در قاعده استاندارد رمزی-کینز در معادله (۹)، معادله رشد تعادلی مصرف در وضعیت یکنواخت  $\gamma^{ss}$ ، به صورت تابعی از پارامترهای الگو حاصل می شود:

$$\begin{aligned} \gamma^{ss} &= \gamma_Y^{ss} = \gamma_H^{ss} = \gamma_K^{ss} = \gamma_C^{ss} = (1-\beta)y^{-\beta} - \rho \\ &= \left\{ (1-\beta)^{1-\omega} (\nu\phi\delta)^{-(1+\omega)} [\nu\phi(1-\delta)]^{-\mu\omega} \right\}^{\frac{-\beta}{1-\omega\beta}} - \rho \end{aligned} \quad (۲۲)$$

که در آن، رشد تعادلی مصرف در وضعیت یکنواخت به صورت تابعی از پارامترهای الگو است.

## ۲-۴. کالیبره کردن و تحلیل حساسیت الگو

در ادامه، با استفاده از دیفرانسیل گیری از روابط تعادلی نسبت به  $v$  و  $\delta$ ، اثرات تخصیص مخارج دولت در حوزه سلامت و ممانعت از انتشار آلاینده‌ها بر نرخ رشد بلندمدت در وضعیت یکنواخت، بر اساس روابط زیر تحلیل می‌شود:

$$\frac{\partial \gamma^{ss}}{\partial v} = \beta(1-\beta)(y^{ss})^{-(\beta+1)} \frac{\Lambda}{1-\omega\beta} \frac{1+\omega(1+\mu)}{v} > 0 \quad (23)$$

$$\frac{\partial \gamma^{ss}}{\partial \delta} = -\beta(1-\beta)(y^{ss})^{-(\beta+1)} \frac{\Lambda}{1-\omega\beta} \left[ \frac{-(1+\omega)}{\delta} + \frac{\mu\omega}{(1-\delta)} \right] \begin{matrix} > \\ < \end{matrix} 0 \quad (24)$$

که در آن،  $\Lambda = \left\{ (1-\beta)^{1-\omega} (v\phi\delta)^{-(1+\omega)} [v\phi(1-\delta)]^{-\mu\omega} \right\}^{\frac{1}{1-\omega\beta}} > 0$ . علامت رابطه (۲۳) می‌تواند مثبت یا منفی باشد. اگر  $\frac{(1+\omega)}{\delta} > \frac{\mu\omega}{(1-\delta)}$  باشد، علامت آن مثبت و اگر  $\frac{(1+\omega)}{\delta} < \frac{\mu\omega}{(1-\delta)}$  باشد، علامت آن منفی است. معادله (۲۳) بیانگر این است که با اختصاص

بخش بیشتری از مخارج دولت به بخش سلامت و ممانعت از انتشار آلاینده‌ها، به جای پرداخت‌های انتقالی به خانوار باعث افزایش نرخ رشد اقتصادی می‌شود؛ زیرا باعث کاهش انتشار آلاینده‌ها بر اساس معادله (۲)، بهبود وضعیت سلامت خانوار بر اساس معادله (۳) و در نهایت، افزایش تولید بر اساس معادله (۱) می‌شود. به عبارت دیگر، ارزش بالاتر  $v$  در ارتباط با ارزش بالاتر بازدهی سرمایه فیزیکی است که منجر به تعویق انداختن مصرف جاری به وسیله خانوار نماینده و افزایش سرمایه گذاری جاری می‌شود. در نتیجه، رشد اقتصادی تعادلی افزایش می‌یابد.

از لحاظ نظری، افزایش در مخارج تخصیصی دولت در حوزه سلامت ( $\delta$ )، به جای مخارج ممانعت از انتشار آلاینده‌ها ( $1-\delta$ )، اثر مبهمی بر نرخ رشد اقتصادی در رابطه (۲۴) دارد. زیرا با افزایش در مخارج تخصیصی به مخارج سلامت، دو اثر متضاد بر نرخ رشد تعادلی دارد. از یک طرف، با افزایش  $\delta$ ، بازدهی سرمایه فیزیکی کاهش می‌یابد و منجر به کاهش سرمایه گذاری جاری خانوار نماینده و در نهایت، کاهش نرخ رشد تعادلی می‌شود. از طرف دیگر، افزایش در  $\delta$  منجر به درآمد بیشتر و در نتیجه، افزایش مخارج سلامت و در نتیجه، افزایش نرخ رشد تعادلی خواهد شد.

با قرار دادن  $\partial \gamma^{ss} / \partial \delta = 0$  در معادله (۲۴)، نرخ بهینه مخارج تخصیصی دولت به حوزه سلامت که حداکثر کننده نرخ رشد تعادلی است، حاصل می‌شود:

$$\delta^* = \frac{1+\omega}{1+(1+\mu)\omega} \quad (25)$$

بر اساس این رابطه، نرخ بهینه مخارج تخصیصی دولت به حوزه سلامت به پارامترهای  $\omega$  و  $\mu$  بستگی دارد. با توجه به اینکه مقادیر متغیرها در وضعیت یکنواخت، تابعی از پارامترهای الگو هستند، با جایگذاری مقادیر پارامترها، مقادیر متغیرها در وضعیت یکنواخت حاصل می شود و می توان با تغییر پارامترهای مربوطه به تحلیل حساسیت متغیرهای الگو نسبت به آنها پرداخت. مقدار پارامترهای الگوی تحقیق به منظور مقداردهی پارامترها و تحلیل حساسیت متغیرهای الگوی در جدول (۲) گزارش شده است.

جدول ۲. مقادیر پارامترهای به کار رفته در الگوی تحقیق

پارامتر	تعریف	مقادیر	منبع
$\rho$	نرخ رجحان زمانی	۰/۱	دلالی اصفهانی و همکاران (۱۳۸۷)
$\beta$	کشش تولید نسبت به نیروی کار	۰/۲۹	هراتی و همکاران (۱۳۹۱)
$\varphi$	مخارج تخصیصی دولت در حوزه سلامت، آلودگی و پرداخت انتقالی (%GDP)	۲/۷	WDI, 2013
$U$	درصد مخارج تخصیصی دولت به حوزه سلامت و ممانعت از انتشار آلودگی	۰/۵	مقدار پارامتر در وضعیت پایه
$\delta$	درصد مخارج تخصیصی دولت به حوزه سلامت	۰/۵	مقدار پارامتر در وضعیت پایه
$\mu$	کشش رشد آلودگی نسبت به مخارج ممانعت از انتشار آلاینده ها <sup>۱</sup>	۰/۰۶۸	برآورد تحقیق <sup>۲</sup>
$\omega$	کشش رشد سلامت نسبت به انتشار آلاینده ها	۰/۰۰۶۷	برآورد تحقیق

مأخذ: گردآوری بر اساس تحقیقات انجام شده و یافته های تحقیق

نتایج حاصل از مقداردهی پارامترها و تحلیل حساسیت متغیرهای الگو در جدول (۳) گزارش شده است. محاسبات، کالیبره کردن، برآوردها و مسیر بهینه با استفاده از نرم افزارهای GAMS, Excel و Microfit انجام شده است.

۱. در این پژوهش میزان انتشار گاز دی اکسید کربن به عنوان شاخص آلاینده ها در نظر گرفته شده است.  
 ۲. در برآورد ضریب مربوطه، فرض شده که دولت مخارجی که صرف حوزه سلامت می کند، به همان اندازه نیز صرف ممانعت از انتشار آلاینده ها می کند.



جدول ۳. مقدار تعادلی متغیرها در وضعیت یکنواخت در حالت پایه

$\delta^*$	$\gamma^{SS}$	$z^{SS}$	$y^{SS}$	$x^{SS}$	متغیرها پارامترها
۰/۹۹۹۵	۰/۵۳۴۵	۲/۹۱۲۸	۱/۴۷۳۵	۰/۱۷۰۳۴	( $\delta = 0/5, U = 0/5$ )

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در وضعیت یکنواخت در حالت پایه، فرض شده که ۵۰ درصد از مخارج تخصیصی دولت صرف هزینه‌های مربوط به سلامت و جلوگیری از انتشار آلودگی می‌شود و ۵۰ درصد مابقی نیز به صورت پرداخت‌های انتقالی به خانوار پرداخت می‌شود. همچنین، فرض شده که از ۵۰ درصد مخارج تخصیصی اول به بخش سلامت و ۵۰ درصد مابقی صرف جلوگیری از انتشار آلودگی می‌شود. نتایج حاصل از مقداردهی در جدول (۳) بیانگر این است که نسبت مصرف به سرمایه فیزیکی  $x^{SS}$ ، نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت  $y^{SS}$ ، نسبت آلاینده‌ها به مخارج سلامت  $z^{SS}$  و رشد تعادلی مصرف  $\gamma^{SS}$  در وضعیت یکنواخت، به ترتیب برابر ۰/۱۷۰۳۴، ۱/۴۷۳۵، ۲/۹۱۲۸، ۰/۵۳۴۵، همچنین، نرخ بهینه مخارج تخصیصی دولت به حوزه سلامت - حداکثر کننده نرخ رشد تعادلی -  $\delta^*$ ، برابر ۰/۹۹۹۵ است.

#### ۳-۴. سناریوها

##### الف) سناریوی اول

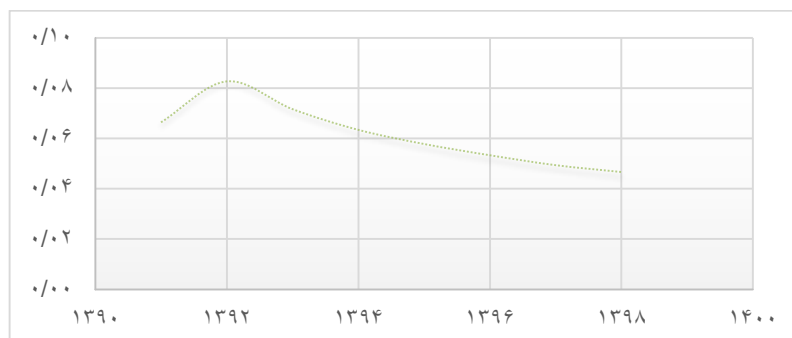
در سناریوی اول، به تحلیل اثرات افزایش مخارج تخصیصی دولت در حوزه سلامت و جلوگیری از انتشار آلودگی ( $U$ ) به جای پرداخت‌های انتقالی ( $1-U$ ) بر نسبت مصرف به سرمایه فیزیکی  $x^{SS}$ ، نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت  $y^{SS}$ ، نسبت آلاینده‌ها به مخارج سلامت  $z^{SS}$  و رشد تعادلی مصرف در وضعیت یکنواخت پرداخته می‌شود. نتایج تجربی حاصل از تحلیل حساسیت صورت گرفته نسبت به افزایش مخارج تخصیصی دولت (افزایش  $U$ ) در جدول (۴) گزارش شده است. نتایج حاصل شده، بیانگر این است که با افزایش سهم مخارج تخصیصی دولت به حوزه سلامت و جلوگیری از انتشار آلودگی از ۱۰ درصد به ۹۰ درصد باعث افزایش نسبت مصرف به سرمایه فیزیکی  $x^{SS}$ ، از ۰/۱۴۵۴۸۲ به ۰/۱۸۰۵۷، کاهش نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت  $y^{SS}$  از ۱/۴۸۹۳۰۹ به ۱/۴۶۷۵۰۳، کاهش نسبت آلاینده‌ها به مخارج سلامت  $z^{SS}$  از ۳/۲۸۴۹۴۵ به ۲/۷۸۷۷۰۱ و افزایش نرخ رشد تعادلی  $\gamma^{SS}$  از ۰/۵۳۲۵۴۷ درصد به ۰/۵۳۵۲۵۸ درصد رسیده است.

جدول ۴. نتایج تحلیل حساسیت متغیرها نسبت به افزایش سهم مخارج دولت در حوزه سلامت و ممانعت از انتشار آلاینده ها (افزایش  $U$ ) و کاهش پرداخت های انتقالی

$\gamma^{SS}$	$z^{SS}$	$y^{SS}$	$x^{SS}$	پارامترها متغیرها
۰/۵۳۲۵۴۷	۳/۲۸۴۹۴۵	۱/۴۸۹۳۰۹	۰/۱۴۵۴۸۲	$(\delta = 0/5, U = 0/1)$
۰/۵۳۳۴۰۱	۳/۱۱۹۱۸۵	۱/۴۸۲۳۹۶	۰/۱۵۵۲۳۲	$(\delta = 0/5, U = 0/2)$
۰/۵۳۳۹۰۱	۳/۰۲۶۱۲۷	۱/۴۷۸۳۶۶	۰/۱۶۱۶۵۲	$(\delta = 0/5, U = 0/3)$
۰/۵۳۴۲۵۶	۲/۹۶۱۷۸۹	۱/۴۷۵۵۱۴	۰/۱۶۶۴۸	$(\delta = 0/5, U = 0/4)$
۰/۵۳۴۵۳۲	۲/۹۱۲۸۲۹	۱/۴۷۳۳۰۵	۰/۱۷۰۳۴۱	$(\delta = 0/5, U = 0/5)$
۰/۵۳۴۷۵۷	۲/۸۷۳۴۲۷	۱/۴۷۱۵۰۳	۰/۱۷۳۵۳۶	$(\delta = 0/5, U = 0/6)$
۰/۵۳۴۹۴۸	۲/۴۳۴۷۳۹	۱/۴۶۹۹۸۱	۰/۱۷۶۲۳۹	$(\delta = 0/5, U = 0/7)$
۰/۵۳۵۱۱۳	۲/۸۱۲۳۳۶	۱/۴۶۸۶۶۴	۰/۱۷۸۵۵۹	$(\delta = 0/5, U = 0/8)$
۰/۵۳۵۲۵۸	۲/۷۸۷۷۰۱	۱/۴۶۷۵۰۳	۰/۱۸۰۵۷	$(\delta = 0/5, U = 0/9)$

مأخذ: یافته های تحقیق

در سناریوی اول، مخارج تخصیصی دولت در حوزه سلامت و جلوگیری از انتشار آلودگی ( $U$ ) به جای پرداخت های انتقالی ( $1-U$ )، افزایش یافته است. همچنین، در این سناریو مسیر رشد بهینه در نمودار (۳)، نشان داده شده است.



نمودار ۳. مسیر رشد تعادلی در سناریوی اول ( $\eta = 0.5, \xi = 0.5, U = 0.6$ ).

محور افقی سال و محور عمودی نرخ رشد اقتصادی است.

مأخذ: یافته های تحقیق

بر اساس نمودار (۳) در سناریوی اول، با افزایش مخارج تخصیصی دولت در حوزه سلامت و جلوگیری از انتشار آلودگی ( $U$ ) به جای پرداخت های انتقالی ( $1-U$ )، حداکثر نرخ رشد بهینه ۸/۲۶ درصد حاصل شده و در مسیر بلندمدت به نرخ ۴/۳۹ درصد رسیده است.

### ب) سناریوی دوم

در سناریوی دوم، به تحلیل اثرات افزایش مخارج تخصیصی دولت در حوزه سلامت (افزایش  $\delta$ ) به جای مخارج ممانعت از انتشار آلاینده ها ( $1-\delta$ )، بر نسبت مصرف به سرمایه فیزیکی  $x^{ss}$ ، نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت  $y^{ss}$ ، نسبت آلاینده ها به مخارج سلامت  $z^{ss}$  و رشد تعادلی مصرف پرداخته می شود. نتایج حاصل از تحلیل حساسیت صورت گرفته در جدول (۵) گزارش شده است. نتایج حاصل شده، بیانگر این است که با افزایش سهم مخارج تخصیصی دولت به حوزه سلامت از ۱۰ درصد به ۹۹ درصد، باعث افزایش نسبت مصرف به سرمایه فیزیکی  $x^{ss}$  از ۰/۱۴۳۹۳۲ به ۰/۱۸۵۸۵۴، کاهش نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت  $y^{ss}$  از ۷/۴۶۷۹۱۱ به ۰/۷۴۱۰۲۷، کاهش نسبت آلاینده ها به مخارج سلامت  $z^{ss}$  از ۱۴/۱۴۱۴۲ به ۱/۹۱۴۱۱۳ و افزایش نرخ رشد تعادلی مصرف  $\gamma^{ss}$  از ۰/۲۹۶۳۰۶ درصد به ۰/۶۷۴۴۷۳ درصد شده است.

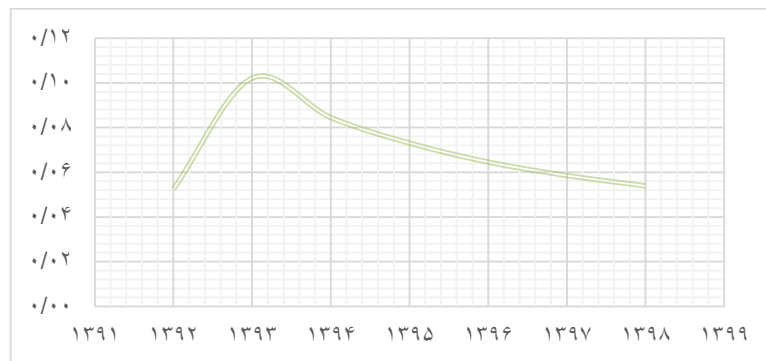
### جدول ۵. نتایج تحلیل حساسیت متغیرها نسبت به افزایش سهم مخارج دولت در حوزه

#### سلامت (افزایش $\delta$ )

$\gamma^{ss}$	$z^{ss}$	$y^{ss}$	$x^{ss}$	متغیرها پارامترها
۰/۲۹۶۳۰۶	۱۴/۱۴۱۴۲	۷/۴۶۷۹۱۱	۰/۱۴۳۹۳۲	$(\delta = 0.1, U = 0.5)$
۰/۳۸۵۳۷۶	۷/۰۹۴۹۲۶	۳/۷۱۱۸۰۹	۰/۱۵۳۸۰۶	$(\delta = 0.2, U = 0.5)$
۰/۴۶۴۴۸۷	۴/۷۶۰۴۳۶	۲/۴۶۶۰۱۶	۰/۱۶۰۵۸۱	$(\delta = 0.3, U = 0.5)$
۰/۴۹۴۴۵۲	۳/۶۰۱۲۵۵	۱/۸۴۵۰۴	۰/۱۶۵۸۹۸	$(\delta = 0.4, U = 0.5)$
۰/۵۳۴۵۳۲	۲/۹۱۲۸۲۹	۱/۴۷۲۳۰۵	۰/۱۷۰۳۴۱	$(\delta = 0.5, U = 0.5)$
۰/۵۶۹۲۷۱	۲/۴۶۱۷۱۳	۱/۲۲۵۹۴۲	۰/۱۷۴۱۹۲	$(\delta = 0.6, U = 0.5)$
۰/۶۰۰۱۱۳	۲/۱۴۹۷۸۴	۱/۰۴۹۵۴۴	۰/۱۷۷۶۱۱	$(\delta = 0.7, U = 0.5)$
۰/۶۲۷۹۶۱	۱/۹۳۲۲۷۵	۰/۹۱۷۴۵۹	۰/۱۸۰۶۹۸	$(\delta = 0.8, U = 0.5)$
۰/۶۵۳۴۰۹	۱/۷۹۹۶۲۲	۰/۸۱۴۹۴۶	۰/۱۸۳۵۱۹	$(\delta = 0.9, U = 0.5)$
۰/۶۷۴۴۷۳	۱/۹۱۴۱۱۳	۰/۷۴۱۰۲۷	۰/۱۸۵۸۵۴	$(\delta^* = 0.99, U = 0.5)$

مأخذ: یافته های تحقیق

در سناریوی دوم، مخارج تخصیصی دولت در حوزه سلامت (افزایش  $\delta$ ) به جای مخارج ممانعت از انتشار آلاینده ها ( $1-\delta$ )، افزایش یافته و در این سناریو، مسیر رشد بهینه در نمودار (۵)، نشان داده شده است.



نمودار ۴. مسیر رشد تعادلی در سناریوی دوم ( $\delta = 0.6, \xi = 0.5, \eta = 0.5$ ).

محور افقی سال و محور عمودی نرخ رشد اقتصادی است.

مأخذ: یافته های تحقیق

بر اساس نمودار (۴) در سناریوی دوم، با افزایش در مخارج تخصیصی دولت در حوزه سلامت ( $\delta$ )، به جای مخارج ممانعت از انتشار آلاینده ها ( $1-\delta$ )، حداکثر نرخ رشد بهینه نسبت به سناریوی اول از  $8/26$  به  $10/2$  درصد افزایش یافته است و در مسیر بلندمدت به نرخ  $5/38$  درصد رسیده است. بنابراین، افزایش در مخارج تخصیصی دولت در حوزه سلامت ( $\delta$ )، به جای مخارج ممانعت از انتشار آلاینده ها ( $1-\delta$ )، باعث بهبود سلامت و افزایش بهره وری نیروی کار و در نهایت، افزایش نرخ رشد تعادلی نسبت به سناریوی اول شده است.

##### ۵. نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات

آلودگی هوا از طریق کاهش کیفیت زندگی و افزایش هزینه های سلامت منجر به کاهش بهره وری نیروی کار و تولید می شود. بنابراین، یکی از اهداف دخالت دولت در اقتصاد در راستای تحقق توسعه پایدار، تخصیص بهینه و هماهنگ منابع با شرایط زیست محیطی است. دولت با اعمال مالیات های مستقیم و غیرمستقیم زیست محیطی و یا اعمال قوانین و مقررات به منظور ممانعت از انتشار آلاینده ها به دنبال درونی کردن پیامدهای جانبی منفی تولید است.

در این پژوهش، نقش دولت در چارچوب یک الگوی رشد درونزا از طریق مخارج خود به حوزه سلامت و ممانعت از انتشار آلاینده‌ها، به جای پرداخت‌های انتقالی به خانوار تحلیل شده است. نتایج حاصل از تحلیل حساسیت صورت گرفته نسبت به افزایش سهم مخارج تخصیصی دولت به حوزه سلامت و جلوگیری از انتشار آلودگی (افزایش  $\nu$ )، بیانگر افزایش نسبت مصرف به سرمایه فیزیکی، کاهش نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت، کاهش نسبت آلاینده‌ها به مخارج سلامت و افزایش نرخ رشد تعادلی مصرف شده است. همچنین، نتایج حاصل از تحلیل حساسیت صورت گرفته نسبت به افزایش سهم مخارج تخصیصی دولت به حوزه سلامت (افزایش  $\delta$ )، بیانگر افزایش نسبت مصرف به سرمایه فیزیکی، کاهش نسبت سرمایه فیزیکی به مخارج سلامت، کاهش نسبت آلاینده‌ها به مخارج سلامت و افزایش نرخ رشد اقتصادی شده است.

بنابراین، بر اساس نتایج حاصل شده، پیشنهاد می‌شود که دولت بهتر است به جای پرداخت مستقیم یارانه به منظور کاهش اثرات جانبی آلودگی به افراد، سهم مخارج تخصیصی خود در حوزه سلامت و ممانعت از انتشار آلودگی را افزایش دهد. همچنین، بهتر است سهم مخارج تخصیصی در حوزه سلامت نسبت به مخارج تخصیصی به منظور ممانعت از انتشار آلودگی افزایش یابد تا باعث افزایش رشد اقتصادی بلندمدت شود.

## منابع و مأخذ

- ترابی، تقی و وارثی، محسن (۱۳۸۸). بررسی آلاینده‌های زیست محیطی صنایع کشور با استفاده از رویکرد داده-ستاده (مورد خاص دی اکسید کربن). فصلنامه علوم محیط زیست، دوره ۱۰، شماره ۳: ۷۷-۹۲.
- دلالی اصفهانی، رحیم؛ رنایی، محسن؛ سامتی، مرتضی و اسماعیل زاده، رضا (۱۳۸۷). رشد بهینه اقتصادی پایا و هزینه های عمومی در ایران: یک تحلیل پویا. پژوهش های اقتصادی، ۳۰: ۴۰-۱۵.
- فتاحی، مریم؛ عساری، عباس؛ صادقی حسین و اصغریپور، حسین (۱۳۹۴). تحلیل تجربی رابطه بین آلودگی هوا و هزینه های عمومی سلامت: رویکرد داده های تابلویی. فصلنامه مدل سازی اقتصادی، سال ۹، شماره ۳: ۴۳-۶۰.
- مقدسی، رضا و طاهری، فرزانه (۱۳۹۱). پیامدهای اقتصادی و زیست محیطی مالیات بر آلودگی. تحقیقات اقتصاد کشاورزی، جلد ۴، شماره ۳: ۷۷-۱۱۱.
- مزینی، امیر حسین و مرادحاصل، نیلوفر (۱۳۹۱). بررسی اثرات متقابل رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست بر سلامت. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۵۲: ۳۰-۱۷.
- هراتی، جواد؛ اسلاملوئیان، کریم و قطمیری، محمدعلی (۱۳۹۲). بررسی ارتباط شدت آلودگی، تجارت و رشد اقتصادی در ایران: یک الگوی سیستم معادلات همزمان. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال ۱۰، شماره ۳۶: ۱-۳۳.
- Agenor, P. R. (2008). Health and infrastructure in a model of endogenous growth. *Journal of Macroeconomics*, 30: 1407-22.
- Aisa, R. & Pueyo, F. (2006). Government Health Spending and Growth in a model of Endogenous Longevity. *Economics Letters*, 90: 249-253.
- Ang, J.B. (2007). CO2 emission, energy consumption, and output in france. *Energy Policy*, 35: 4772-78.
- Aroui, A., Youssef, B., & Mhenni, H. (2012). Energy consumption, economic growth and co2 emission middle east and north african countries. *Energy Policy*, 45: 126-135.
- Bhattacharya, J. & Qiao, X. (2007). public and private expenditures on health in a growth model. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 31: 2519-35.
- Bretschger, L. & Vinogradova, A. (2016). Human Development at Risk: Economic Growth with Pollution-Induced Health Shocks. [www.ethz.ch/content/dam](http://www.ethz.ch/content/dam).
- Chakraborty, S. (2004). Endogenous lifetime and economic growth. *Journal of Economic Theory*, 116: 119-137.
- Chatterjee, S., & Turnovsky, S. J. (2007). Foreign aid and economic growth: The role of flexible labor supply. *Journal of Development Economics*, 84: 507-533.
- Faig, M. (1995). A simple economy with human capital: Transitional dynamics, technology shocks, and fiscal policies. *Journal of Macroeconomics*, 17: 421-46.

- Futagami, K., Morita, Y., & Shibata, A. (1993). Dynamic analysis of an endogenous growth model with public capital. *Scandinavian Journal of Economics*, 95: 607-625.
- Eglin, R. (2001). Keeping the T in the WTO: Where to next on environment and labor standards?. *North American Journal of Economics and Finance*, 12: 173-191.
- Kulionis, V. (2013). The relationship between renewable energy consumption, CO2 emission and economic growth in Denmark. University essay Fromlunds Universitet/Economisk-Historiska institutionen.
- McMorran, T., & Nellor, D.C.L. (1994). Tax policy and the environmental: the theory and practice. Fiscal Affairs Department, IMF Working Paper.
- Min Lim, L., Ye, K., & Khoon Yoo, S. (2014). Oil consumption CO2 emission, and economic growth: Evidence from the Philipines, *Sustainability*, 6: 967-979.
- Shieh, J. Y.; Chen, J. H.; Chang, S. H., & Lai, C. C. (2014). Environmental consciousness, economic growth, and macroeconomic instability. *International Review of Economics and Finance*, 34: 151-160.
- Tai, M.Y.; Chi-Chur Chao, & Hu, S.W. (2015). Pollution, health and economic growth. *North American Journal of Economics and Finance*, Vol. 32: 155-161.
- Van Zon, A., & Muysken, J. (2001). Health and endogenous growth. *Journal of Health Economics*, 20: 1169-85.
- Wang, M.; J. Zhao, & Bhattacharya, J. (2015). Optimal health and environmental policies in a pollution-growth nexus. *Journal of Environmental Economics and Management*, 71; 160-179.
- World Health Organization (2014). Ambient (Outdoor) Air Quality And Health. Fact sheet N\_313, [www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/).
- World Bank, World Development Indicators. 2012.
- World Bank, World Development Indicators. 2013.