

تخمین اقتصاد سایه‌ای و بررسی اثرات آن روی آلودگی هوا مطالعه موردی: اقتصاد ایران

زهرا نصراللهی^۱
سمانه طالعی اردکانی^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۷/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱/۲۹

چکیده

اقتصاد سایه‌ای، بخش مهم و انکارناپذیر اقتصاد تمام کشورها بخصوص کشورهای در حال توسعه است. اکثر واحدهای فعال در این بخش از اقتصاد، دارای اثرات جانبی منفی زیست‌محیطی می‌باشند. با توجه به طرح مباحث توسعه پایدار و فشارهای جهانی رو به رشد به منظور اتخاذ سیاست‌هایی در جهت حفظ و حمایت از محیط‌زیست، توجه به عواملی که سلامت محیط‌زیست را در معرض تهدید قرار می‌دهد، از اهمیت جدی برخوردار می‌باشد.

مقاله حاضر ضمن اینکه برای نخستین بار به بررسی تأثیر متغیرهای شاخص سیاسی و نسبت جمعیت فعال به کل جمعیت بر متغیر پنهان اقتصاد سایه‌ای می‌پردازد، اولین مطالعه‌ای است که علاوه بر بررسی اثرات مستقیم متغیرهای علی اقتصاد سایه‌ای، به بررسی اثر برهم‌کنش این متغیرها بر روی متغیر پنهان اقتصاد سایه‌ای به منظور تخمین روند و حجم آن با کاربرد نرم‌افزار مدل‌سازی لیزرل می‌پردازد؛ و با توجه به اینکه در ایران، موضوع اثرات منفی فعالیت‌های اقتصاد سایه‌ای روی محیط‌زیست تا کنون مورد توجه قرار نگرفته و در سایر کشورها نیز ادبیات موجود در این حوزه بسیار محدود بوده و عمدتاً مباحث به صورت کلی و نظری مطرح شده است، برای اولین بار به بررسی ارتباط اقتصاد سایه‌ای و آلودگی هوا پرداخته است. نتایج حاصل از مطالعه حاضر مبین این است که میانگین نسبت حجم اقتصاد سایه‌ای به تولید ناخالص داخلی طی دوره مورد بررسی (۱۳۸۶-۱۳۵۴) معادل ۱۲/۲۵ درصد بوده و به طور متوسط، به ازای هر یک واحد افزایش در اندازه اقتصاد سایه‌ای، آلودگی هوا به مقدار ۰/۱۷ درصد افزایش می‌یابد.

واژگان کلیدی: اقتصاد سایه‌ای، آلودگی هوا، مدل علل چند گانه - آثار چند گانه، نرم‌افزار لیزرل.

طبقه بندی JEL: E26, O17, Q53, C61

۱. Nasrolaz@yahoo.com

۱. استادیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه یزد

۲. Samaneh.Talei@gmail.com

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه یزد

مقدمه

اقتصاد سایه‌ای شامل تمامی فعالیت‌های معینی است که، هم از جنبه اقتصادی مولد و هم، کاملاً قانونی می‌باشند اما به دلایل مختلفی مانند اجتناب از پرداخت مالیات بر درآمد، ارزش افزوده یا دیگر مالیات‌ها، خودداری از پرداخت هزینه‌های تأمین اجتماعی، اجتناب از رعایت معیارهای قانونی مشخص مانند حداقل دستمزد، بیشترین ساعات کار، معیارهای حفاظتی یا بهداشتی و اجتناب از رعایت روش‌های اداری مشخص مانند تکمیل پرسش‌نامه‌های اداری یا دیگر فرم‌های اداری عمداً از چشم مقامات عمومی پنهان نگهداشته می‌شود (System of National Accounts, 1993).

بخش عمده‌ای از واحدهای اقتصادی فعال در بخش اقتصاد سایه‌ای، در صنایع و بخش‌های خدماتی و تولیدی با شدت آلودگی‌زایی بالا مشغول به فعالیت هستند (Blackman, 2000). اکثر این واحدهای فعال، دارای مقیاس کوچک و بیشتر فعالیت‌هایشان دارای اثرات جانبی منفی زیست محیطی می‌باشد؛ به طوری که در کشورهای در حال توسعه، اغلب واحدهای فعال غیرکارا و آلوده‌زا در بخش اقتصاد سایه‌ای، منابع عمده انتشار کربن هستند (Morgenstern, Krupnick & Zhang, 2004).

دلایلی وجود دارد که نشان می‌دهد شدت آلودگی‌زایی واحدهای اقتصادی فعال در بخش سایه‌ای بیشتر از واحدهای اقتصادی بخش رسمی است، برخی از این دلایل عبارتند از:

الف) تعداد بسیار زیاد واحدهای اقتصادی فعال در بخش سایه‌ای اقتصاد؛

ب) استفاده واحدهای اقتصادی فعال در بخش سایه‌ای از نهاده‌های غیرکارا، فقدان دسترسی به تجهیزات و زیرساخت‌های بهداشتی مانند فاضلاب‌ها، خدمات انهدام پسماندها، کشف و خنثی‌سازی ضایعات، عدم نصب تجهیزات کنترل آلودگی؛

ج) عدم آگاهی و دانش لازم کارکنان فعال در این بخش، در مورد اثرات جانبی منفی فعالیت این واحدها بر کیفیت محیط‌زیست و سلامت افراد در معرض آلودگی؛

د) تلاش واحدهای اقتصادی فعال در بخش سایه‌ای برای کاهش هزینه‌ها، صرف‌نظر از آثار منفی زیست محیطی آن به علت عدم وجود موانع ورود به این بخش و رقابت شدید اقتصادی؛

ه) منبع مهم ایجاد اشتغال در کشورهای در حال توسعه و بخصوص در بخش‌های فقیرنشین شهرها (Blackman, 2000).

گرچه واحدهای اقتصادی فعال در هر دو بخش رسمی و سایه‌ای باعث ایجاد آلودگی صنعتی می‌شوند اما بنا به دلایل مذکور و نظر به اینکه این واحدها دسترسی به تکنولوژی سالم زیست محیطی نداشته و اغلب از تکنولوژی از رده خارج استفاده می‌کنند (Chaudhuri, 2005) بنابراین، سهم عمده‌ای از آلودگی را به خود اختصاص داده‌اند و آلودگی ایجاد شده توسط واحدهای اقتصادی این بخش، به طور معناداری بیشتر از آلودگی ایجاد شده توسط بخش رسمی می‌باشد (Baksi and Bose, 2008).

با توجه به پنهان بودن اقتصاد سایه و عدم وجود اطلاعات قابل اتکاء در مورد واحدهای اقتصادی فعال در این بخش، علی‌رغم سهم بسیار زیاد این واحدها در ایجاد اثرات جانبی منفی و مخرب زیست‌محیطی، تلاش‌های معطوف به کنترل آلودگی در کشورهای در حال توسعه، بر واحدهای اقتصادی فعال در بخش رسمی متمرکز شده است (Blackman, 2000).

یکی از مهمترین اثرات جانبی این واحدها، تأثیر بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن بیش از حد مجاز، در هوا می‌باشد که کیفیت محیط‌زیست و سلامتی افرادی را که در همسایگی این واحدها زندگی می‌کنند تحت تأثیر پیامدهای منفی خود قرار می‌دهد. با توجه به گستردگی فعالیت این گونه واحدهای فعال در بخش اقتصاد سایه‌ای کشورهای در حال توسعه، بررسی آثاری که این واحدها بر بخش‌های مختلف از جمله محیط‌زیست به جای می‌گذارند بسیار حائز اهمیت می‌باشد (Blackman, 2000; Chaudhuri, 2005).

اما در ایران تا به حال به بررسی این ارتباط پرداخته نشده است و اندک مطالعاتی که در سایر کشورها صورت گرفته است عمدتاً به صورت کلی و نظری بوده است. مقاله حاضر، اولین مطالعه‌ای است که به بررسی ارتباط اقتصاد سایه‌ای و آلودگی هوا در اقتصاد ایران پرداخته است.

ساختار مقاله حاضر به صورت زیر است، در ادامه به بررسی تأثیر اجرای سیاست زیست‌محیطی در صورت وجود اقتصاد سایه پرداخته می‌شود. در قسمت بعدی، پیشینه اندازه‌گیری اقتصاد سایه‌ای به روش متغیر پنهان و همچنین مطالعات صورت گرفته در حوزه ارتباط اقتصاد سایه و آلودگی، مورد اشاره قرار می‌گیرد، در بخش سوم، ضمن معرفی الگو و روش تحقیق، به برآورد حجم سری زمانی اقتصاد سایه طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۵۴ در ایران پرداخته شده و در قسمت پایانی مقاله، ارتباط بین اقتصاد سایه و آلودگی به صورت تجربی مورد بررسی قرار گرفته است.

اجرای سیاست زیست‌محیطی در صورت وجود بخش سایه‌ای

مطالعه باکسی و باوس (Baksi & Bose, 2008)، از جمله معدود مطالعاتی است که به بررسی نظری اجرای سیاست زیست‌محیطی بر آلودگی هوا در صورت وجود اقتصاد سایه پرداخته است.

فرض کنید اقتصاد دارای هر دو بخش رسمی (بخش ۱) و بخش سایه‌ای (بخش ۲) باشد. واحدهای تولیدی هر دو بخش، کالای واسطه‌ای آلوده‌زا تولید می‌کنند. تولید کالای نهایی توسط m تولیدکننده بخش رسمی اقتصاد در بازاری با ساختار انحصار چندجانبه ($m \geq 1$) و با استفاده از کالای واسطه‌ای به عنوان نهاده تولید، صورت می‌گیرد. بنابراین واحدهای فعال در بخش رسمی اقتصاد هر دو کالای واسطه‌ای و نهایی، در حالی که واحدهای فعال در بخش اقتصاد سایه‌ای صرفاً کالای واسطه‌ای را تولید می‌کنند. با استفاده از هر واحد کالای واسطه‌ای، یک واحد کالای نهایی

تولید می‌شود (تابع تولید با نسبت ثابت). قیمت کالای واسطه‌ای توسط واحدهای تولیدی بخش رسمی تعیین شده و بخش سایه‌ای این قیمت را به صورت داده شده در نظر می‌گیرد. بدون اعمال سیاست‌های کاهنده آلودگی، تولید یک واحد از کالای واسطه‌ای، یک واحد آلودگی ایجاد می‌کند. سیاست زیست‌محیطی دولت به دلیل عدم شناسایی بنگاه‌های فعال در اقتصاد سایه‌ای فقط بر روی واحدهای تولیدی بخش رسمی اعمال می‌شود. هر واحد تولیدی فعال در بخش رسمی، ملزم به کاهش آلودگی ناشی از فرایند تولید خود می‌باشد. واحدهای تولیدی فعال در بخش سایه‌ای به دلیل پنهان بودن، هیچ‌گونه کاهش آلودگی را متقبل نمی‌شوند. تقاضا برای کالای نهایی خطی، $p = a - X$ که $a > 0$ و X مقدار کالای موجود در بازار است. قانون‌گذار در مرحله اول اجرای سیاست زیست‌محیطی، حجم انتشار آلودگی مجاز را برای واحدهای بخش رسمی مشخص می‌کند. پس از اجرای این سیاست، هر واحد بخش رسمی در مورد اینکه چه تعداد کالای واسطه‌ای را خود تولید کند و چه تعداد را از واحدهای تولیدی فعال در بخش سایه‌ای خریداری کند، تصمیم‌گیری می‌کند (با توجه به این فرض که با استفاده از هر واحد کالای واسطه‌ای، یک واحد کالای نهایی تولید می‌شود، کل تعداد کالای واسطه‌ای معادل کل تولید است).

در مرحله بعد، بنگاه‌های حاشیه‌ای^۱ وارد بخش سایه‌ای شده و کالای واسطه‌ای تولید می‌کنند. برای سادگی، فرض شده هر واحد در بخش سایه‌ای یک واحد از کالای واسطه‌ای را تولید می‌کند (واحدهای تولیدی فعال در بخش سایه‌ای معمولاً دارای مقیاس تولید کوچک هستند). هزینه تولید هر یک از واحدهای اقتصادی بخش سایه‌ای می‌باشد. این بنگاه‌ها دارای توابع هزینه ناهمگن $[c_2, c_2 + w]$ هستند. شمار کل واحدهای تولیدی که به طور بالقوه می‌توانند وارد بخش سایه‌ای شوند N_1 است و تابع چگالی احتمال به صورت $N_1/w \equiv N$ می‌باشد. فرض کنید قیمت کالای واسطه‌ای تعیین شده توسط بخش رسمی ρ باشد. بنابراین، سود هر واحد بخش سایه‌ای به صورت $\pi_2 = \rho - c$ تعریف می‌شود. تا زمانی که سود آخرین بنگاه وارد شده به بازار برابر صفر شود، ورود به بخش سایه‌ای ادامه می‌یابد. هزینه نهایی آخرین بنگاه ورودی برابر $c = \rho$ می‌باشد. تعداد واحدهای تولیدی فعال در بخش سایه‌ای برابر کل تولید بخش سایه‌ای (X_2) است و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$X_2 = (\rho - c_2)N \quad (1)$$

مجموع سود همه واحدهای بخش سایه‌ای Π_2 می‌باشد و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\Pi_2 \equiv \int_{c_2}^p (\rho - c) N dc = \frac{1}{2} N (\rho - c_2)^2 \quad (2)$$

تمام m واحد تولیدی در بخش رسمی مشابه فرض شده‌اند. در مرحله بعدی، هر واحد بخش رسمی جهت حداکثر کردن سود خود، تعداد کالای واسطه‌ای که خود باید تولید کند (x_1) و همچنین تعداد کالای واسطه‌ای که از واحدهای بخش سایه‌ای باید خریداری کند (x_2) را انتخاب می‌کند. تابع سود هر واحد فعال در بخش رسمی اقتصاد به صورت $\pi_1 = (a - \chi - x)x - c_1 \gamma x_1 - \rho x_2$ در تابع سود مذکور، $(a - \chi - x)x$ بیانگر درآمد کل (TR)، $x = x_1 + x_2$ محصول تولید شده توسط بنگاه رسمی، χ کل محصول تولید شده توسط $(m - 1)$ واحد تولیدی بخش رسمی اقتصاد می‌باشد. هزینه کل هر واحد رسمی از تولید x_1 واحد کالای واسطه‌ای معادل $TC_1 = c_1 \gamma x_1$ و هزینه کل هر یک از این واحدها از خرید x_2 واحد کالای واسطه‌ای از بخش سایه‌ای معادل $TC_2 = \rho x_2$ است.

همچنین هزینه نهایی هر واحد تولیدی در بخش رسمی، از تولید کالای واسطه‌ای $MC_1 = c_1 \gamma$ است که $\gamma \geq 1$ سطح کاهش آلودگی^۱ تعیین شده توسط دولت در اولین مرحله می‌باشد. هر واحد از کالای واسطه‌ای تولید شده توسط واحدهای بخش رسمی منجر به انتشار خالص $1/\gamma$ واحد آلودگی بعد از کاهش آلودگی می‌شود. بنابراین $1/\gamma$ شدت انتشار آلودگی هر واحد بخش رسمی از تولید کالای واسطه‌ای می‌باشد. سطح بالاتر کاهش آلودگی (شدت انتشار آلودگی کمتر)، منجر به افزایش هزینه عملیاتی واحدهای فعال در بخش رسمی اقتصاد می‌شود. با توجه به درآمد کل هر واحد رسمی، درآمد نهایی هر یک از این واحدها به صورت $MR = a - \chi - 2x$ تعریف می‌شود. به علاوه با استفاده از معادله (۱) می‌توان TC_2 را به صورت زیر تعریف کرد:

$$TC_2 = \rho x_2 = \left(\frac{\chi_2 + x_2}{N} + c_2 \right) x_2$$

که χ_2 تعداد کل کالای واسطه‌ای خریداری شده از بخش سایه‌ای توسط $(m - 1)$ واحد تولیدی در بخش رسمی می‌باشد؛ به طوری که $\chi_2 + x_2 = X_2$ و بنابراین، هزینه نهایی هر واحد رسمی از حصول کالای واسطه‌ای بخش سایه‌ای معادل زیر است:

$$MC_2 = \frac{2x_2 + \chi_2 + c_2 N}{N}$$

توجه کنید که $MC_1 = c_1 \gamma \geq MC_2$ برای همه $(c_1 \gamma N - \chi_2 - c_2 N)$ ، $x_2 \leq \frac{1}{2}$ یا با استفاده از این رابطه که $\chi_2 = (m-1)x_2$ ، $MC_1 \geq MC_2$ برای همه x_2 کمتر یا مساوی است با:

$$\frac{c_1 \gamma - c_2}{1+m} N \equiv x_2^* \quad (۳)$$

تا زمانی که تعداد محصول حداکثر کننده سود از تولید کالای نهایی، کمتر از x_2^* است، واحد اقتصادی فعال در بخش رسمی، کالای واسطه‌ای مورد نیاز خود را به جای اینکه خود تولید کند، از واحدهای فعال در بخش سایه‌ای خریداری خواهد کرد. تعداد محصولی که سود تولید کالای نهایی را حداکثر می‌کند، توسط $MR = MC_1$ یا $x = \frac{1}{2}(a - \chi - c_1 \gamma)$ به دست می‌آید. با توجه به $\chi = (m-1)x$ داریم:

$$x^* = \frac{a - c_1 \gamma}{1+m} \quad (۴)$$

در نتیجه، مقدار بهینه تولید کالای واسطه‌ای برای هر واحد بخش رسمی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$x_1^* = x^* - x_2^* = \frac{a + c_2 N - c_1 \gamma (1+N)}{1+m} \quad (۵)$$

به منظور در نظر گرفتن موقعیتی که هر دو بخش اقتصاد تولیدکننده کالای واسطه‌ای هستند، فرض شده که ارزش پارامترهایی همچون x_1^* و x_2^* که از معادلات (۳) و (۵) به دست می‌آید، مثبت باشد. این فرض محدودیت زیر را روی سطح کاهش آلودگی (γ) تحمیل می‌کند^۱:

$$\frac{c_2}{c_1} \equiv \gamma_{\min} < \gamma < \frac{a + c_2 N}{c_1 (1+N)} \equiv \gamma_{\max}$$

توجه کنید که تعداد کل نهاده^۲ استفاده شده و محصول تولید شده (x^*) مستقل از پارامترهای بخش سایه‌ای (c_2, N) می‌باشد. ضریب تأمین‌منبع از خارج بنگاه^۳ توسط بنگاه‌های

۱. γ_{\max} به مفهوم بالاترین سطح آلودگی‌گاهی می‌باشد. موقعی که $x_1^* = 0$ برابر صفر گردد، بدین مفهوم است که هزینه واحدهای فعال در بخش رسمی اقتصاد از تولید کالای واسطه‌ای حداکثر شده و بنابراین، بالاترین سطح آلودگی‌گاهی ممکن اعمال گردیده است. لذا حداکثر سطح آلودگی‌گاهی به صورت $\gamma_{\max} = \frac{a + c_2 N}{c_1 (1+N)}$ تعریف می‌شود.

2. Input

3. Outsourcing ratio

فعال در بخش رسمی، به عنوان نسبتی از کل نهاده ورودی حاصل شده از بخش سایه‌ای، به صورت مقابل تعریف می‌شود:

$$\frac{x_2^*}{x^*} = \frac{c_1 \gamma - c_2}{a - c_1 \gamma} N$$

یک سیاست زیست‌محیطی سخت‌گیرانه (یک γ بالاتر)، هزینه واحدهای فعال در بخش رسمی را از تولید کالای واسطه‌ای افزایش می‌دهد. این امر، تعداد کل کالای واسطه‌ای استفاده شده و کالای نهایی تولید شده، x^* توسط واحدهای رسمی را کاهش می‌دهد (اثر مقیاس)^۱. همچنین با افزایش γ ، واحدهای فعال در بخش رسمی اقتصاد، کالای واسطه‌ای (x_1^*) کمتری تولید کرده و سعی خواهند کرد، کالای واسطه‌ای مورد نیاز خود را از خارج بنگاه تأمین کنند (اثر ترکیب)^۲. با افزایش γ ، برآیند این دو اثر منجر به افزایش ضریب تأمین‌منبع از خارج بنگاه (x_2^*/x^*) می‌شود. با استفاده از معادلات (۱)، (۳) و (۴)، می‌توان قیمت‌های تعادلی کالای‌های واسطه‌ای و نهایی را به ترتیب به صورت زیر به دست آورد:

$$\rho^* = \frac{m x_2^*}{N} + c_2 = \frac{m c_1 \gamma + c_2}{1 + m} \quad (۶)$$

$$p^* = a - m x^* = \frac{a + m c_1 \gamma}{1 + m} \quad (۷)$$

قیمت تعادلی که بنگاه اقتصادی فعال در بخش رسمی برای خرید هر واحد کالای واسطه‌ای از بنگاه‌های بخش سایه‌ای پرداخت می‌کند (ρ^*)، کمتر از هزینه نهایی تولید کالای واسطه‌ای توسط واحدهای اقتصادی بخش رسمی اقتصاد ($c_1 \gamma$) می‌باشد که برای اثبات آن، از معادله (۶) داریم^۳:

$$MC_1 - \rho^* = c_1 \gamma - \frac{m c_1 \gamma + c_2}{1 + m} = \frac{c_1 \gamma - c_2}{1 + m} > 0$$

نتایج بالا، انعکاسی از قدرت انحصار^۴ خرید بازار می‌باشد که واحدهای بخش رسمی اقتصاد وقتی کالای واسطه‌ای مورد نیاز خود را از بخش سایه‌ای خریداری می‌کنند، از آن بهره‌مند می‌شوند. با افزایش m و رقابتی‌تر شدن بازار، اختلاف $MC_1 - \rho^*$ کاهش می‌یابد؛ به طوری که وقتی

1. Scale effect

2. Composition effect

۳. به منظور در نظر گرفتن موقعیتی که هر دو بخش اقتصاد تولیدکننده کالای واسطه‌ای هستند، فرض شده که ارزش پارامترهایی همچون x_1^* و x_2^* که از معادلات (۳) و (۵) به دست می‌آید، مثبت باشد. بنابراین، در $MC_1 - \rho^* = c_1 \gamma - \frac{m c_1 \gamma + c_2}{1 + m} = \frac{c_1 \gamma - c_2}{1 + m} > 0$ مخرج کسر مثبت بوده و به دلیل این فرض که واحدهای فعال در بخش سایه‌ای نیز تولیدکننده کالای واسطه‌ای هستند و $x_2^* > 0$ است، صورت کسر نیز مثبت می‌باشد.

4. Monopsony

$m \rightarrow \infty$ میل می‌کند، $MC_1 \rightarrow \rho^*$ میل پیدا خواهد کرد. مقدار تعادلی آلودگی ایجاد شده از تولید کالای واسطه‌ای کثیف^۱ توسط هر دو واحدهای موجود در بخش رسمی و سایه‌ای (Z)، با استفاده از معادلات (۳) و (۵) به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$Z \equiv \frac{m x_1^*}{\gamma} + m x_2^* = \frac{m}{\gamma(1+m)} (a + c_2 N - c_1 \gamma (1+N) + \gamma N (c_1 \gamma - c_2)) \quad (۸)$$

در صورت وجود بخش اقتصاد سایه‌ای:

الف) با افزایش سطح γ ، تا زمانی که $\gamma < \sqrt{\frac{a + c_2 N}{c_1 N}} \equiv \gamma_1$ باشد، در ابتدا سطح کل آلودگی کاهش می‌یابد اما زمانی که $\gamma > \gamma_1$ شود، منجر به افزایش میزان آلودگی خواهد شد.
 ب) در صورت ($\gamma > 1$)، افزایش در هزینه عملیاتی واحدهای بخش سایه‌ای (c_2)، منجر به کاهش سطح کل آلودگی می‌شود.
 ج) افزایش در شمار واحدهای فعال در بخش رسمی اقتصاد (m)، منجر به افزایش در سطح کل آلودگی می‌شود.
 برای اثبات، از معادله (۸)، داریم:

$$\text{الف) } \frac{\partial Z}{\partial \gamma} = \frac{m}{(1+m)\gamma^2} (\gamma^2 N c_1 - a - c_2 N) \leq 0 \quad \text{اگر و فقط اگر } \gamma_1 \equiv \sqrt{\frac{a + c_2 N}{c_1 N}} \leq \gamma$$

$$\text{ب) } \frac{\partial Z}{\partial c_2} = -m N \frac{\gamma - 1}{(1+m)\gamma} \leq 0$$

ج) در صورتی که هر دو بخش رسمی و سایه‌ای، تولید کننده کالای واسطه‌ای باشند، فرض شده که ارزش پارامترهای x_1^* و x_2^* که توسط معادلات (۳) و (۵) به دست آمد، مثبت می‌باشد. بنابراین، از مثبت بودن ارزش x_1^* داریم: $a + c_2 N - c_1 \gamma (1+N) > 0$ و از مثبت بودن ارزش x_2^* داریم: $\gamma c_1 - c_2 > 0$ ، لذا با توجه به مثبت بودن صورت و مخرج کسر $\frac{\partial Z}{\partial m}$ ، افزایش در شمار واحدهای فعال در بخش رسمی اقتصاد (m)، منجر به افزایش در سطح کل آلودگی می‌شود؛ یعنی:

$$\frac{\partial Z}{\partial m} = \frac{a + c_2 N - c_1 \gamma (1+N) + \gamma N (\gamma c_1 - c_2)}{(1+m)^2 \gamma} > 0$$

الف) بیانگر این نکته است که کل آلودگی، غیریکنواخت و محدب^۲ در سطح آلودگی کاهی γ می‌باشد. یک سیاست زیست محیطی سخت‌گیرانه‌تر (بالاتر بودن γ)، که صرفاً بر روی واحدهای

1. Dirty
2. Convex

فعال در بخش رسمی اقتصاد اعمال می‌شود، دارای دو اثر می‌باشد. این دو اثر، سطح آلودگی را در دو جهت مخالف تحت تأثیر قرار داده و اثر نهایی به برآیند آنها بستگی دارد. به عبارت دیگر، اثر مقیاس (پایین تر بودن x^* و x_1^*/γ)، تمایل به کاهش کل آلودگی، اما اثر ترکیب تمایل به افزایش کل آلودگی دارد. به این دلیل که واحدهای فعال در بخش رسمی اقتصاد اقدام به کاهش تولید کالای واسطه‌ای کرده و منابع مورد نیاز خود را از طریق واحدهای بخش سایه‌ای (با فرایند تولید با آلودگی بالاتر) تأمین می‌کنند. بنابراین، زمانی که $\gamma < \gamma_1$ باشد و سیاست زیست‌محیطی با شدت بیشتری اعمال شود، آلودگی ایجاد شده توسط هر دو بخش رسمی و سایه‌ای اقتصاد کاهش می‌یابد.

وضعیت عکس، زمانی است که $\gamma > \gamma_1$ باشد و بنابراین، اثر سیاست کاهش آلودگی بر روی واحدهای فعال در بخش رسمی اقتصاد به صورت U شکل می‌باشد. در صورت عدم وجود بخش سایه‌ای در این تحلیل، اثر ترکیب غایب بوده و همواره با اجرای سیاست زیست‌محیطی سخت-گیرانه، میزان کل آلودگی کاهش خواهد یافت (به عنوان مثال، اگر $N = 0$ باشد آنگاه، برای همه سطوح γ ، $\frac{\partial Z}{\partial \gamma} < 0$ خواهد بود). لذا، چنانچه صرفاً سیاست‌های زیست‌محیطی بر روی واحدهای فعال در بخش رسمی اعمال شود، منجر به منبع‌یابی بیشتر آنها از بنگاه‌های بخش سایه‌ای شده و بر اساس اثبات قسمت الف، با افزایش حجم اقتصاد سایه‌ای، آلودگی زیست‌محیطی بیشتر می‌شود.

پیشینه تحقیق

اندازه‌گیری اقتصاد سایه‌ای به روش متغیر پنهان

در مطالعه‌ای، فرزنگان با استفاده از متغیرهای جریمه برای قاچاق، اختلاف نرخ ارز در بازار رسمی و غیررسمی، موانع تعرفه‌ای، تولید ناخالص داخلی سرانه و نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه، نرخ بیکاری، درجه باز بودن اقتصاد، نرخ سواد و محاسبه شاخص کیفیت مؤسسات، به عنوان علل تجارت غیرقانونی ایران و همچنین متغیرهای درآمد حقیقی دولت، شاخص قیمت وارداتی و نرخ رشد مصرف تولیدات پتروشیمی، به عنوان متغیرهای منعکس کننده آثار تجارت غیرقانونی در اقتصاد، به برآورد تجارت غیر قانونی ایران پرداخته است. وی با استفاده از داده‌های سری زمانی ۱۹۷۰-۲۰۰۲ نشان می‌دهد که متوسط قاچاق طی دوره زمانی مذکور تقریباً ۱۳ درصد از کل تجارت ایران می‌باشد (Farzanegan, 2009).

در مطالعه‌ای، شکیبایی و رئیس‌پور به برآورد سری زمانی اقتصاد سایه‌ای طی دوره زمانی ۱۳۸۰-۱۳۵۰ با رویکرد مدل علل چندگانه- شاخص چندگانه پویا^۱ پرداختند. متغیرهای بار مالیاتی، مصارف دولت، نرخ بیکاری، سهم خوداشتغالی از کل نیروی کار و شاخص غیرقانونی بودن، به عنوان علل اقتصاد سایه‌ای و متغیرهای تولید ناخالص داخلی و نقدینگی در حال گردش خارج از بانک‌ها، به عنوان شاخص‌های اقتصاد سایه‌ای در نظر گرفته شده است. نتایج حاصل از این پژوهش، گسترش اقتصاد سایه‌ای را طی سال‌های اخیر تأیید می‌کند (شکیبایی و رئیس‌پور، ۱۳۸۶).

در مطالعه‌ای، مداح و پژوهان با روش مدل‌سازی معادله ساختاری، حجم قاچاق طی سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۵۰ را برآورد کردند. آنها به برآورد روند قاچاق با استفاده از سه متغیر علی نرخ جرمه برای قاچاق، نسبت نرخ ارز رسمی به غیررسمی، تعرفه وارداتی و دو متغیر درآمد دولت و شاخص قیمت وارداتی به عنوان آثار قاچاق پرداختند. در این مطالعه، روند قاچاق در دوره مورد بررسی پر نوسان و سیر صعودی آن طی سال‌های مذکور تأیید شده است (پژویان و مداح، ۱۳۸۵).

در مطالعه‌ای، عرب‌مازار یزدی (۱۳۸۰) برای اولین بار در ایران از ادبیات مربوط به متغیرهای غیر قابل مشاهده (مدل‌یابی معادله ساختاری) در الگوسازی اقتصادسنجی جهت تخمین حجم اقتصاد سیاه طی سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۴۷ استفاده کرد. متغیرهای بار مالیاتی، محدودیت‌های تجاری، رشد قیمت کالای مصرفی، بیکاری و درآمد سرانه به عنوان علل اقتصاد سیاه و متغیرهای مخارج سرانه خانوار، اختلاف بین نرخ ارز در بازار رسمی و غیررسمی، تقاضا برای پول و مصرف انرژی، به عنوان آثار اقتصاد سیاه در نظر گرفته شده است. نتایج این تحقیق، نشان دهنده افزایش روند قاچاق بخصوص طی سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۶۷ است (عرب‌مازار یزدی، ۱۳۸۰).

مطالعات صورت گرفته در زمینه ارتباط اقتصاد سایه و آلودگی

از جمله مطالعات صورت گرفته در حوزه ارتباط اقتصاد سایه و آلودگی، مقاله بلکمن و بنیستر (Blackman & Bannister, 1998) است که به تحلیل اقتصادی پذیرش پروپان^۲ به عنوان سوختی تمیزتر در مقایسه با سوخت‌های مورد استفاده در کوره‌های آجرپزی سنتی فعال در بخش اقتصاد سایه‌ای مکزیک پرداخته است. در واقع این مقاله، نتایج تحلیل اقتصادی ترویج پروپان در میان کوره‌های آجرپزی سنتی در شهر "سیدی‌جوآرز"^۳ مکزیک^۳ که منبع عمده‌ای از آلودگی هوا - به علت استفاده از سوخت‌های ارزان و ناکارا - را تشریح می‌کند. دو نتیجه کلیدی این مقاله این

-
1. DYMIMIC: Dynamic Multip Indicators- Multip Causes
 2. Propan
 3. Cd. Juarez

است که : الف) حتی در مواقعی که پذیرش تکنولوژی پاک، هزینه‌های متغیر را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد، پذیرش این تکنولوژی از طریق شدت رقابت میان واحدهای اقتصادی سایه‌ای رواج پیدا می‌کند. ب) فشار جامعه که توسط واحدهای رقیب و سازمان‌های محلی بر بنگاه‌های فعال در بخش اقتصاد سایه‌ای اعمال می‌شود، مشوق‌هایی را برای پذیرش تکنولوژی پاک به منظور کاهش آلودگی زیست‌محیطی به وجود می‌آورد (Ibid).

در مقاله دیگری، سیاست "کنترل آلودگی دیگ‌های بخار کوچک آلوده‌زا"^۱ در شهر "تایوان"^۲ چین مورد بررسی قرار گرفته است. در این مقاله، با استفاده از روش تابع خسارت^۳، سود خالص ناشی از اعمال سیاست کنترل آلودگی دیگ‌های بخار کوچک محاسبه شده است. در این روش، ابتدا میزان و تغییرات انتشار آلودگی و سپس تغییرات کیفیت هوا و اثرات آن بر سلامتی انسان مورد بررسی قرار گرفته و سپس این اثرات به ارزش پولی تبدیل شده و با مقایسه آن با هزینه اجرای سیاست، سود یا زیان خالص، محاسبه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده در این مقاله، اجرای این سیاست در شهر "تایوان"، سود خالص مثبت به همراه داشته است (Morgenstern, Krupnick & Zhang, 2004).

در مطالعه ای، فرزندگان به بررسی تئوری حجم اقتصاد سایه بر آلودگی آب و هوا در ۱۳۹ کشور پرداخته و در آن، نقش فعالیت های اقتصاد سایه بر آلودگی آب ثابت شده است. نویسنده به این نتیجه رسیده که با افزایش هر یک درصد در اندازه اقتصاد سایه، آلودگی آب ۰/۱۷ درصد افزایش می یابد (Farzanegan, 2010).

در مطالعه دیگری، فرزندگان و همکاران، با استفاده از روش پانل به بررسی اثر حجم اقتصاد سایه بر سطح آلودگی بیش از ۱۰۰ کشور طی سال های ۱۹۹۹-۲۰۰۵ پرداختند. در این مقاله، به بررسی نقش فساد بر اقتصاد سایه نیز پرداخته شده است. نویسندگان به این نتیجه رسیده‌اند که روابط میان اقتصاد سایه و آلودگی به سطح فساد بستگی دارد (Farzanegan et al., 2011). در ادامه مقاله، ضمن تشریح چگونگی تخمین اقتصاد سایه در ایران، رابطه تجربی بین اقتصاد سایه و آلودگی در ایران مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۱. بر طبق گزارش بانک جهانی (W.B., 1996)، ۳۵ درصد زغال‌سنگ استفاده شده در چین متعلق به دیگ‌های بخار با اندازه‌های کوچک و متوسط بوده است.

2. Taiyuan

3. Damage Function Approach

معرفی الگو و روش تخمین اقتصاد سایه‌ای

در مقاله حاضر، برای پرهیز از مشکلات و معایب روش‌هایی که در تخمین حجم اقتصاد سایه‌ای وجود دارد، از ادبیات مربوط به متغیرهای پنهان در الگوسازی اقتصادسنجی استفاده شده است. مدل شاخص‌های چندگانه - علل چندگانه که حالت خاصی از الگوی مدلیابی معادلات ساختاری است، این امکان را فراهم می‌آورد که همزمان از چند علت و چند شاخص برای تخمین حجم اقتصاد سایه (به عنوان متغیر پنهان)، استفاده شود. فرمول‌بندی ریاضی الگوی شاخص‌های چندگانه - علل چندگانه که شامل متغیرهای مشاهده شده مدل، تحت عناوین متغیرهای علی و معلولی (شاخص‌ها) و متغیر پنهان اقتصاد سایه‌ای می‌باشد، در قالب دو معادله صورت می‌گیرد: در معادله نخست، چگونگی اثرپذیری شاخص‌ها از اقتصاد سایه‌ای تبیین شده و در دومین معادله، رابطه تبعی اقتصاد سایه‌ای و علل آن تصریح شده است. چنانچه در نظر بگیریم: η متغیر پنهان حجم نسبی اقتصاد سایه‌ای، y بردار $(p \times 1)$ از شاخص‌های نشان دهنده آثار اقتصاد سایه‌ای بر حوزه‌های مختلف، x بردار $(q \times 1)$ علل پیدایش اقتصاد سایه‌ای باشد و λ و γ بردارهای به ترتیب، $(p \times 1)$ و $(q \times 1)$ از عوامل باشند، الگوی مذکور به صورت زیر است:

$$\eta = \gamma_1 x_1 + \gamma_2 x_2 + \dots + \gamma_q x_q + \zeta \quad (1)$$

$$y_1 = \lambda_1 \eta + \varepsilon_1, y_2 = \lambda_2 \eta + \varepsilon_2, \dots, y_p = \lambda_p \eta + \varepsilon_p \quad (2)$$

که در آن ζ خطای ساختاری و ε خطاهای اندازه‌گیری می‌باشد. معادله‌های (۱) و (۲) را می‌توان این گونه نوشت:

$$\eta = \gamma' X + \zeta \quad (3)$$

$$y = \lambda \eta + \varepsilon \quad (4)$$

در این معادله‌ها، خطاهای تصادفی ε و ζ به ترتیب، $(p \times 1)$ و اسکالر هستند و همگی به صورت نرمال توزیع شده‌اند و در تمامی متغیرها امید انتظاری صفر دارند. بنابراین، در معادله‌های (۳) و (۴) فرض شده که $E(\varepsilon \varepsilon') = 0$ است و $E(\varepsilon \varepsilon')$ و $E(\zeta \zeta')$ به ترتیب، به صورت θ^2 و σ^2 تعریف می‌شود. با جایگزین نمودن معادله (۳) در معادله (۴)، الگوی فوق به صورت یک سیستم معادلات رگرسیونی به شکل $y = \lambda (\gamma' x + \zeta) + \varepsilon = \Pi' x + v$ در می‌آید. فرم خلاصه شده ماتریس ضرایب و بردار جملات اخلال به ترتیب، به صورت $\Pi = \lambda \gamma', v = \lambda \zeta + \varepsilon$ می‌باشد و بنابراین، ماتریس کوواریانس به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\hat{\Sigma} = \text{cov}(v) = E(v v') = E[(\lambda \zeta + \varepsilon)(\lambda \zeta + \varepsilon)'] = \lambda \lambda' \sigma^2 + \theta^2$$

این سیستم معادلات جهت تخمین مدل با مشکل شناسایی رو به رو است ولی با مقید کردن یکی از عناصر λ به یک مقدار از پیش طراحی شده، عوامل آن قابل تخمین خواهند بود؛ و پارامترهای مدل بر اساس حداقل کردن تابع زیر تخمین زده می‌شوند:

$$F_{ML} = \ln |\Sigma| - \ln |S| + tr [(S)(\Sigma^{-1})] - K$$

که در آن، $\ln|S|$ نمادی برای لگاریتم طبیعی دترمینان ماتریس کوواریانس نمونه است. $\ln|\Sigma|$ نمادی برای لگاریتم طبیعی دترمینان ماتریس کوواریانس باز تولید شده است. با استفاده از این اصل که کوواریانس بین دو متغیر می‌تواند به طور کامل ترکیب‌زدایی^۱ شود و همچنین با استفاده از برآوردهای انجام شده برای پارامترهای مختلف، می‌توان مجدداً ماتریس کوواریانس مشاهده شده را ایجاد کرد. $tr [(S)(\Sigma^{-1})]$ نیز اثر ماتریس حاصل از ضرب دو ماتریس کوواریانس نمونه و وارون ماتریس باز تولید شده است. K نیز مرتبه ماتریس کوواریانس مشاهده شده است.

البته در صورت مقید کردن یکی از عناصر λ به یک مقدار از پیش طراحی شده، تنها می‌توان مقادیر نسبی عوامل را تخمین زد. بنابراین با استفاده از تخمین بردار γ و معادله سوم یاد شده فوق، می‌توان به یک سری زمانی از اعداد رتبه‌بندی شده (اردینال)، برای حجم اقتصاد سایه‌ای دست یافت. چنانچه بتوان با استفاده از اطلاعات فرعی دیگری، حجم اقتصاد سایه‌ای را در یک یا چند نقطه نمونه برآورد کرد، با کمک سری زمانی مذکور، سری زمانی کاردینال از اقتصاد سایه‌ای در دوره مورد بررسی، قابل برآورد خواهد بود. در مطالعه حاضر، برای تخمین الگوی مذکور از روش حداکثر راست‌نمایی، مدل علل چندگانه-آثار چند گانه^۲ و بسته نرم‌افزاری لیزرل استفاده شده است.

متغیرهای توضیحی (علل) مدل اقتصاد سایه‌ای^۳

نرخ بیکاری: رشد بیکاری در کشور، انگیزه فعالیت در حوزه‌های اقتصاد سایه‌ای را افزایش می‌دهد. اما در ادبیات اقتصاد سایه‌ای، جهت اثر گذاری این متغیر مبهم است؛ زیرا نرخ بیکاری شاخصی از عملکرد عمومی اقتصاد به شمار می‌رود و افزایش آن می‌تواند حاکی از ورود به دوره رکود اقتصادی و کاهش تقاضای نیروی کار، چه برای فعالیت‌های رسمی و چه، برای فعالیت‌های اقتصاد سایه‌ای باشد.

بار مالیات مستقیم و نرخ رشد بار مالیات مستقیم: اکثر مطالعات صورت گرفته در زمینه اقتصاد سایه‌ای، اثر بار مالیات را به عنوان یکی از علل اصلی انگیزه فرار مالیاتی و حضور در اقتصاد سایه‌ای تأیید می‌کند (Dell' Anno, 2007 & Schneider, 2005). متغیر بار مالیاتی بر انتخاب

1. Decomposition

2. MIMIC Model

۳. در جدول (۵) ضمیمه شده، به معرفی متغیرها، محاسبه و منبع آن پرداخته شده است.

ساعت کار - فراغت اثر گذار بوده و تحریک کننده عرضه نیروی کار در بخش اقتصاد سایه‌ای می‌باشد، همچنین وضع مالیات و عوارض به شکل‌های گوناگون توسط دولت، این زمینه را فراهم می‌سازد تا بسته به انسجام و کارآمدی نظام مالیاتی، فرهنگ مالیاتی موجود در جامعه و نیز نرخ مالیات و عوارض دریافتی، پنهان‌سازی فعالیت‌های اقتصادی به منظور گریز از پرداخت مالیات و عوارض، کمابیش صورت گیرد. بنابراین علاوه بر متغیر بار مالیات مستقیم به پیروی از فری و وک-هانمان (Frey & Weck-Hannemann, 1984)، متغیر رشد بار مالیات مستقیم (با این فرض که افراد به سطوح قبلی مالیات عادت کرده‌اند و بیشتر نسبت به تغییرات آن واکنش نشان می‌دهند) در بردار علل مورد آزمون قرار گرفته است. انتظار می‌رود با افزایش بار مالیات مستقیم و رشد آن، فرار مالیاتی افزایش یافته و در نتیجه، اقتصاد سایه‌ای گسترش یابد.

نرخ تورم: می‌توان انتظار داشت با افزایش سطح عمومی قیمت کالاهای مصرفی، خانوارهای بیشتری دچار ناتوانی در تأمین درآمد کافی برای گذراندن زندگی از طریق انجام فعالیت‌های قانونی شوند که این امر می‌تواند عامل مهمی در روی آوردن افراد به فعالیت‌های اقتصاد سایه‌ای به شمار آید.

نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه: چنانچه نرخ رشد تولید ناخالص داخلی در اقتصاد رسمی، پایین باشد، انگیزه افراد جهت حضور در فعالیت‌های اقتصاد سایه‌ای افزایش می‌یابد. به عبارتی دیگر، پایین‌تر بودن سطح فعالیت در اقتصاد رسمی باعث می‌شود افراد امکان کمتری برای اشتغال و کسب درآمد کافی در بخش رسمی اقتصاد داشته باشند؛ بنابراین انتظار می‌رود هر چه نرخ رشد تولید ناخالص داخلی کمتر باشد، حجم اقتصاد سایه‌ای بزرگتر باشد. از سوی دیگر، از آنجا که این شاخص بیانگر وضعیت عمومی اقتصاد کشور است، رشد آن بیانگر بهبود شرایط اقتصادی کشور و گسترش کسب و کار در تمامی حوزه‌های فعالیت اقتصادی از جمله فعالیت‌های اقتصاد سایه‌ای می‌باشد. به بیان دیگر، وقتی که رشد تولید ناخالص داخلی سرانه تنها نشانگر رشد اقتصادی کشور بوده و حاکی از توسعه اقتصادی-اجتماعی نباشد، می‌توان انتظار داشت با افزایش آن، حجم فعالیت‌های اقتصاد سایه‌ای افزایش پیدا کند. بنابراین، جهت اثرگذاری این متغیر بر روی اقتصاد سایه‌ای با ابهام مواجه است.

نسبت جمعیت فعال به کل جمعیت: با افزایش نسبت جمعیت فعال به کل جمعیت در کشور، افراد بیشتری توانایی و تمایل انجام کار در اقتصاد را دارند. چنانچه با افزایش جمعیت فعال در یک جامعه، مشاغل به صورت کافی و متناسب افزایش نداشته باشد، افراد مجبور به جستجوی کار در مشاغل اقتصاد سایه‌ای می‌شوند. در مقاله حاضر، برای اولین بار به بررسی نقش این متغیر بر روی حجم فعالیت‌های اقتصاد سایه‌ای پرداخته شده است.

شاخص سیاسی: شاخص سیاسی نمایانگر نوع حکومت و تغییرات وضع حکومتی ایجاد شده در کشور می‌باشد. مقدار عددی این شاخص بین -10 و $+10$ می‌باشد؛ به طوری که بازه عددی

(۱۰- تا ۶-) بیانگر نوع حکومت استبدادی و بازه عددی (۶+ تا ۱۰+) بیانگر نوع حکومت دموکراسی می‌باشد (Marshall & Jaggers, 2009). به دلیل نوسانات گسترده سیاسی اتفاق افتاده در نظام حکومتی کشور به ترتیب به صورت جابه‌جایی از رژیم سلطنتی به نظام جمهوری اسلامی، جنگ با عراق و افزایش مداخله دولت در امور سیاسی - اقتصادی، انتخابات مختلف، طی دوره مورد مطالعه، مقاله حاضر، به بررسی نقش این متغیر و اثرات اقتصادی - سیاسی اتخاذ شده در کشور بر روی فعالیت‌های سایه‌ای، پرداخته است. بررسی نقش متغیر شاخص سیاسی در راستای فعالیت‌های غیررسمی موضوع جدیدی است که اخیراً مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است (Dreher & Schneider, 2010).

متغیرهای آثار مدل اقتصاد سایه‌ای

مصرف انرژی: افزایش یا کاهش تولید کالا و خدمات، چه در بخش رسمی صورت گیرد و چه، در بخش غیررسمی، به اندازه‌ای که نیازمند عوامل تولید از جمله نهاده انرژی باشد، بر میزان مصرف آنها اثر می‌گذارد. میزان مصرف انرژی به عنوان متغیر بیان کننده آثار اقتصاد غیررسمی در ایران، در مقاله های مختلف تأیید شده است (Farzanegan, 2009). در این تحقیق، از شاخص مذکور به عنوان شاخص نشان دهنده آثار حضور فعالیت‌های اقتصاد سایه‌ای بر بازار عوامل تولید استفاده شده است.

حجم سپرده های دیداری: مبنای استفاده از این متغیر، روش‌های پولی تخمین اقتصاد سایه‌ای است. در روش نسبت نقد، فرض می‌شود تمام مبادلات در اقتصاد غیررسمی با پول نقد صورت می‌گیرد. لذا نمی‌توان منکر این موضوع شد که به دلیل پایین بودن ریسک معاملات نقدی، این نوع مبادلات در حجم بالایی به صورت نقد انجام می‌شود. بدین جهت افزایش حجم سپرده های دیداری را می‌توان به عنوان یکی از شاخص‌های منعکس کننده رشد اقتصاد سایه‌ای در نظر گرفت^۱.

نرخ مشارکت مردان: طبق مطالعات تجربی اشنايدر و همکاران (Schneider, Braithwaite & Reinhart, 2001) مشاغل در ارتباط با اقتصاد سایه‌ای معمولاً توسط مردان صورت می‌گیرد. بنابراین هر گاه اقتصاد سایه‌ای افزایش یابد، می‌توان انتظار داشت که مردان بیشتری از اقتصاد رسمی خارج شده و به اقتصاد سایه‌ای روی آورده‌اند^۲.

۱. در مقاله حاضر، پس از آزمون و بررسی متغیرهای مختلف، شاخص سپرده‌های دیداری به عنوان متغیر مرجع در نظر گرفته شد و عدد ۱ به آن نسبت داده شد.

۲. با توجه به اینکه فعالیت‌های اقتصاد سایه‌ای با فعالیت‌های خودتولیدی (Do-it-yourself) تفاوت دارد و در فعالیت‌های خودتولیدی، هم زنان و هم مردان مشارکت دارند، لذا یکی از آثار اقتصاد سایه‌ای، صرفاً کاهش نرخ مشارکت مردان در نظر گرفته شده است. برای اطلاع بیشتر از این تفاوت به (Buhn, Karmann & Schneider, 2007) مراجعه شود.

از آنجایی که در مدل‌یابی معادله ساختاری، هدف از تخمین، به دست آوردن یک مدل برازنده داده‌هاست؛ در چارچوب روش شناسی پژوهش چندین مدل در دوره زمانی ۱۳۸۶-۱۳۵۴ طراحی و برآورد شده است. در جدول (۱)، تصریح‌های متفاوتی از الگوی مورد نظر که با استفاده از متغیرهای علل و شاخص‌های ذکر شده و به کمک نرم‌افزار لیزرل تخمین زده شده ارائه گردیده^۱ و قبل از تخمین مدل، مانایی متغیرهای مورد استفاده در مدل مورد بررسی قرار گرفته است.

آزمون ایستایی: استفاده از روش‌های اقتصادسنجی، مبتنی بر فرض ایستایی متغیرهای سری زمانی موجود در مدل می‌باشد. برای بررسی مانایی سری زمانی موجود در مدل از تست ریشه واحد^۲ استفاده شده است. با توجه به ضعف تست‌های ریشه واحد معمول مانند تست ریشه واحد دیکی-فولر^۳ به علت عدم توجه به شکست ساختاری^۴ در متغیر سری زمانی، از نرم افزار StataSE 10 و تست اندریوز^۵ جهت بررسی مانایی متغیرهای مدل استفاده شده که در جدول زیر نتایج آن گردیده و همچنین بر اساس آزمون همجمعی جوهانسون، وجود بردار همجمعی بین مجموعه‌ای از متغیرهای اقتصادی مورد استفاده در مدل، اثبات و نتایج این آزمون در جدول (۴) ضمیمه ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج تست ریشه واحد و شکست ساختاری مدل اقتصاد سابه

نتیجه	شمار LAG	ارزش بحرانی: ۵%	ارزش بحرانی: ۱%	اماره t	نقطه شکست ساختار	نماد متغیر
I(1)	۰	-۵.۰۸	-۵.۵۷	-۲.۴۳	۱۳۶۹	UNEM
I(1)	۰	-۵.۰۸	-۵.۵۷	-۴.۸۸	۱۳۷۶	POLITY
I(1)	۲	-۵.۰۸	-۵.۵۷	-۴.۸۴	۱۳۶۸	RGDPPCG
I(۰)	۰	-۵.۰۸	-۵.۵۷	-۵.۱۳	۱۳۶۷	TAXATION
I(۰)	۱	-۵.۰۸	-۵.۵۷	-۵.۳۴	۱۳۷۳	INFLATIO
I(۰)	۱	-۵.۰۸	-۵.۵۷	-۶.۴۴	۱۳۶۵	GTAXTION
I(1)	۰	-۵.۰۸	-۵.۵۷	-۳.۰۹	۱۳۶۴	NAPOPULA
I(1)	۲	-۵.۰۸	-۵.۵۷	-۴.۹۱	۱۳۷۷	PCONSUM
I(1)	۰	-۵.۰۸	-۵.۵۷	-۳.۴۸	۱۳۶۴	SDEPOSIT
I(1)	۱	-۵.۰۸	-۵.۵۷	-۲.۵۵	۱۳۷۲	MPART

مأخذ: یافته‌های تحقیق

۱. قبل از تخمین تصریح‌های دوازده‌گانه از مدل اصلی، تست‌های مانایی، شکست ساختاری و همچنین همجمعی بر روی متغیرهای مورد استفاده در مدل MIMIC انجام شده است. به دلیل وجود داشتن محدودیت در تعداد صفحات مقاله، صرفاً نتایج تخمین مدل آورده شده و نتایج تست‌های قبل از تخمین مدل در مقاله حاضر ارائه نگردیده است. نتایج تمامی تست‌های قبل از تخمین مدل در صورت درخواست موجود می‌باشد.

2. Unit Root Test
3. Dickey-Fuller
4. Structural Breaks
5. Zandrews Test

جدول ۲. تخمین تصریح‌های دوازده‌گانه از مدل اصلی

S12	S11	S10	S9	S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	Variables
												Causes
-	-	-	-۰۸ (۱۳۷)	-۱۱ (۱۵۴)	-۱۱ (۱۶۳)	-۰۹ (۱۳۳)	-۰۹ (۱۳۰)	-۰۷ (۱۱۰)	-۱۰ (۱۴۱)	-۱۱ (۱۵۴)	-۱۱ (۱۴۸)	LN(UNEM)
-۰۶ (۵۷۹)	-۰۶ (۶۱۱)	-۰۶ (۶۶۶)	-۰۵ (۶۳۳)	-۰۷ (۶۸۷)	-۰۷ (۶۸۰)	-۰۷ (۶۸۳)	-۰۹ (۶۱۱)	-۰۵ (۶۳۰)	-۰۵ (۶۳۰)	-۰۹ (۶۱۳)	-۰۷ (۶۸۰)	LN(TAXATIONLN)
-۱۲ (۲۱۹)	-۱۱ (۲۰۴)	-۱۲ (۲۰۰)	-۱۹ (۲۸۷)	-۲۰ (۲۷۱)	-۲۱ (۲۵۵)	-۱۸ (۲۶۳)	-۱۷ (۲۶۳)	-۱۶ (۲۵۶)	-۱۹ (۲۷۱)	-۱۹ (۲۷۵)	-۲۰ (۲۵۴)	LN(INFLATIO)
-	-	-	-۱۳ (۱۶۳)	-۱۳ (۱۰۸)	-۱۳ (۱۱۳)	-۱۳ (۱۵۴)	-۱۵ (۲۱۱)	-۱۳ (۲۰۴)	-۱۳ (۱۹۴)	-۱۳ (۲۰۳)	-۱۷ (۲۱۰)	LN(NAPOULA)
-۰۵ (۵۷۷)	-۰۵ (۵۹۴)	-۰۵ (۵۸۸)	-۰۹ (۵۵۶)	-۰۶ (۵۳۵)	-۰۷ (۵۵۰)	-۰۷ (۵۶۳)	-۰۷ (۵۵۴)	-۰۸ (۵۳۳)	-۰۷ (۵۳۳)	-۰۵ (۵۳۸)	-۰۶ (۵۳۵)	POLITY
-۱۲ (۴۶۶)	-۱۲ (۴۸۱)	-۱۲ (۴۰۶)	-۱۴ (۴۰۰)	-۱۴ (۳۷۷)	-۱۴ (۳۳۳)	-۱۴ (۳۶۶)	-۱۵ (۳۳۵)	-۱۶ (۳۰۰)	-۱۶ (۳۵۹)	-۱۵ (۳۳۵)	-۱۴ (۳۰۲)	RGDPGCG
-۱۳ (۴۱۴)	-۱۶ (۴۰۰)	-۱۶ (۱۶۳)	-۱۸ (۴۰۰)	-۲۰ (۳۱۹)	-۱۴ (۳۱۱)	-۱۹ (۳۰۹)	-۱۱ (۳۵۸)	-۱۳ (۳۷۷)	-۱۳ (۳۸۳)	-۱۲ (۳۶۵)	-۲۰ (۱۹۷)	GTXACTION
												Intention terms
-۱۴ (۳۳۳)	-۱۵ (۳۶۸)	-۱۲ (۲۰۴)	-۰۹ (۱۵۷)	-۰۷ (۱۳۷)	-۰۵ (۱۰۱)	-۰۸ (۱۴۱)	-۰۸ (۱۵۱)	-۰۹ (۱۶۹)	-۰۸ (۱۵۱)	-۰۷ (۱۳۶)	-۰۷ (۱۰۹)	POL*RGD
-۰۳ (۰۰۵)	-۰۳ (۰۰۴)	-۰۳ (۰۰۴)	-۰۱ (۰۰۴)	-۰۲ (۰۰۴)	-۰۲ (۰۰۴)	-۰۳ (۰۰۵)	-	-	-	-	-۰۲ (۰۰۴)	LN(INF)*POL
-۰۹ (۰۰۹)	-۱۶ (۱۸۴)	-۱۵ (۱۵۳)	-۰۴ (۰۰۴)	-۰۹ (۱۰۰)	-	-۱۰ (۱۱۴)	-۰۹ (۱۰۴)	-۰۹ (۱۰۷)	-۰۹ (۱۰۵)	-۰۸ (۱۰۲)	-۰۹ (۰۰۲)	LN(TAX)*RGD
-۰۲ (۰۰۲)	-۰۷ (۱۰۷)	-۰۴ (۰۰۱)	-۰۲ (۰۰۳)	-۰۷ (۱۰۹)	-۰۲ (۰۰۳)	-۰۶ (۰۵۸)	-۰۵ (۰۸۷)	-۰۶ (۰۹۳)	-۰۶ (۱۰۶)	-۰۶ (۱۰۱)	-۰۷ (۰۸۶)	LN(UNE)*RGD
-۰۱ (۰۰۳)	-۰۱ (۰۰۳)	-۰۰ (۰۰۰)	-	-۰۴ (۰۰۰)	-	-	-	-	-۰۴ (۰۰۰)	-۰۴ (۰۰۵)	-۰۰ (۰۰۰)	LN(INF)*RGD
-۰۱ (۰۰۸)	-	-۰۴ (۰۰۱)	-	-	-	-	-	-	-	-	-۰۰ (۰۰۴)	LN(NAP)*RGD
-۰۳ (۰۰۶)	-۰۲ (۰۰۳)	-۰۲ (۰۰۳)	-	-۰۴ (۰۰۸)	-۰۵ (۰۰۸)	-۰۵ (۰۰۹)	-۰۳ (۰۰۷)	-	-	-۰۳ (۰۰۶)	-۰۴ (۰۰۸)	LN(UME)*INF
-	-۰۸ (۱۰۴)	-۰۹ (۱۰۵)	-	-۰۷ (۱۰۳)	-۰۳ (۰۰۰)	-۰۷ (۱۰۳)	-۰۶ (۱۰۳)	-۰۶ (۱۰۳)	-۰۶ (۱۰۹)	-۰۶ (۱۰۹)	-۰۷ (۱۰۳)	LN(UNE)*GTA
												Indicators
-۰۷ (۲۵۱۵)	-۸ (۲۵۰)	-۸ (۲۵۱۸)	-۷ (۲۴۸۹)	-۸ (۲۵۳۶)	-۷ (۲۵۲۸)	-۸ (۲۵۱۴)	-۸ (۲۵۴۱)	-۸ (۲۵۳۳)	-۷ (۲۴۹۸)	-۷ (۲۵۰۹)	-۸ (۲۵۰۰)	LN(PCONSUM)
-۰۴ (۰۰۰)	-۰۵ (۰۰۰)	-۰۵ (۰۰۰)	-۰۴ (۰۰۰)	-۰۵ (۰۰۰)	-۰۵ (۰۰۰)	-۰۵ (۰۰۰)	-۰۵ (۰۰۰)	-۰۵ (۰۰۰)	-۰۴ (۰۰۰)	-۰۵ (۰۰۰)	-۰۵ (۰۰۰)	LN(SDEPOSIT)
-۱۰۶ (۰۰۰)	-۱۰۵ (۰۰۳)	-۱۰۵ (۰۰۳)	-۱۰۶ (۰۰۳)	-۱۰۵ (۰۰۳)	-۱۰۵ (۰۰۳)	-۱۰۵ (۰۰۳)	-۱۰۵ (۰۰۳)	-۱۰۵ (۰۰۳)	-۱۰۶ (۰۰۳)	-۱۰۵ (۰۰۳)	-۱۰۵ (۰۰۳)	LN(MPART)
												Goodness of Fit Indices:
-۰۹۱	-۰۹۱	-۰۹۱	-۰۹۲	-۰۹۱	-۰۹۱	-۰۹۱	-۰۹۱	-۰۹۱	-۰۹۱	-۰۹۱	-۰۹۱	GFI
-۰۹۳	-۰۹۳	-۰۹۳	-۰۹۵	-۰۹۳	-۰۹۴	-۰۹۴	-۰۹۵	-۰۹۴	-۰۹۴	-۰۹۴	-۰۹۴	NFI
-۰۹۸	-۰۹۸	-۰۹۸	-۰۹۹	-۰۹۸	-۰۹۸	-۰۹۹	-۰۹۹	-۰۹۸	-۰۹۸	-۰۹۸	-۰۹۸	IFI
-۰۹۷	-۰۹۸	-۰۹۷	-۰۹۹	-۰۹۸	-۰۹۸	-۰۹۸	-۰۹۸	-۰۹۸	-۰۹۷	-۰۹۸	-۰۹۸	CFI
-۰۸۸	-۰۹۰	-۰۸۵	-۰۹۵	-۰۸۷	-۰۹۱	-۰۹۱	-۰۹۳	-۰۹۱	-۰۸۸	-۰۸۹	-۰۸۷	NNFI
۱۰۹	۱۰۴	۱۰۸	۱۰۲	۱۰۴	۱۰۶	۱۰۳	۱۰۲	۱۱۲	۱۱۳	۱۰۴	۱۰۲	Normed Chi-square (Chi-square/df)
-۰۵	-۰۴	-۰۵	-۰۳	-۰۴	-۰۴	-۰۳	-۰۳	-۰۶	-۰۶	-۰۴	-۰۳	RMSEA

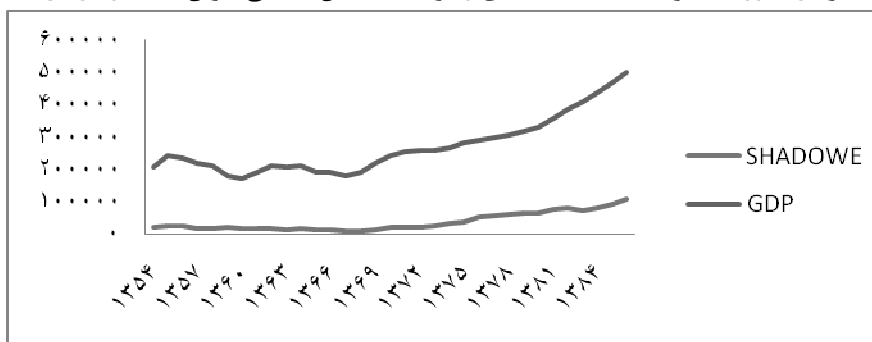
توضیح: اعداد بالا، راه حل‌های استاندارد شده و مقادیر داخل پرانتز مقدار آماره t می‌باشد.

ماخذ: محاسبات تحقیق از نرم‌افزار Lisrel 8.50

انتخاب الگوی برتر، تخمین روند و حجم اقتصاد سایه‌ای

در اولویت‌بندی مدل‌ها جهت انتخاب بهترین مدل، معیارهای شاخص‌های برازندگی، انطباق نتایج به دست آمده با مبانی نظری و معنادار بودن پارامترهای برآوردی، مورد توجه قرار گرفته و بنابراین، الگوهای (۹) به عنوان مبانی محاسبات بعدی برای به دست آوردن روند سری زمانی اقتصاد سایه‌ای انتخاب شده است. همان‌گونه که در تشریح الگو و روش تحقیق بیان شد، برای تبدیل سری زمانی اردینال اقتصاد سایه‌ای به سری زمانی کاردینال، باید از اطلاعات فرعی دیگری استفاده کرد. بدین منظور در مقاله حاضر، از اطلاعات مربوط به مطالعه اشرف‌زاده و مهرگان (۱۳۷۸)^۱ استفاده شده است. بر اساس نتایج مطالعه مذکور، میانگین اندازه اقتصاد سایه‌ای طی دوره ۱۳۷۴-۱۳۴۸ معادل ۱۳۵۵/۴۵ میلیارد ریال بوده است. این رقم به اندازه اقتصاد سایه‌ای محاسبه شده توسط وی، برای سال ۱۳۶۸ بسیار نزدیک می‌باشد. بر اساس نتایج مطالعه مذکور، در سال ۱۳۶۸ حجم اقتصاد سایه‌ای معادل ۴/۵۳ درصد تولید ناخالص داخلی بوده است. در مقاله حاضر، از این عدد به عنوان رقم مبنا برای تخمین حجم اقتصاد سایه‌ای طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۵۴ استفاده شده است.

نمودار ۱. روند تحولات اقتصاد سایه‌ای و تولید ناخالص داخلی ایران (میلیارد ریال)



در نمودار فوق، روند سری زمانی اقتصاد سایه‌ای نمایش داده شده است. به دلیل صعودی بودن روند سری زمانی مذکور طی چند سال اخیر و با توجه به اینکه اکثر واحدهای موجود در این بخش از اقتصاد دارای اثرات منفی زیست‌محیطی هستند، بررسی اثرات این بخش از اقتصاد بر روی محیط‌زیست از اهمیت بالایی برخوردار است. نه تنها در ایران تا کنون به این موضوع پرداخته نشده

۱. به دلیل نزدیک‌ترین بودن تعریف صورت گرفته برای متغیر پنهان اقتصاد سایه‌ای در مطالعه اشرف‌زاده و مهرگان با تعریف اقتصاد سایه‌ای در مقاله حاضر، از اطلاعات مربوط به مطالعه مذکور جهت تبدیل سری زمانی اردینال اقتصاد سایه‌ای به سری زمانی کاردینال، استفاده شده است.

بلکه در سایر کشورها نیز ادبیات موجود در این حوزه بسیار محدود بوده و عمدتاً مباحث به صورت کلی و نظری مطرح شده است.

داده‌ها^۱ و مدل آلودگی هوا

متغیر وابسته مدل، آلودگی هوا می‌باشد. با توجه به اینکه در بسیاری از مطالعات صورت گرفته در زمینه آلودگی هوا، متغیر دی‌اکسید کربن (به عنوان یکی از مهمترین گازهای موثر بر تغییر کیفیت محیط‌زیست)^۲ و به عنوان شاخص آلودگی هوا مد نظر قرار گرفته در مقاله حاضر، از متغیر دی‌اکسید کربن سرانه به عنوان شاخص آلودگی هوا استفاده شده است. متغیرهای مستقل مدل شامل اقتصاد سایه‌ای، درآمد سرانه ملی، جریان ورودی سرمایه‌گذاری خارجی در ایران، مصرف سوخت-های فسیلی، میزان اعطای اعتبارات بانکی به بخش خصوصی، باز بودن اقتصاد و تعداد خودروهای تولیدی و وارداتی کل کشور می‌باشد. به منظور برآورد رابطه میان اقتصاد سایه‌ای و آلودگی هوا از مدل زیر استفاده شده است:

$$CO_2PC = \alpha_1 + \alpha_2 SHADOWE + \alpha_3 Controls + \varepsilon$$

که CO₂PC متغیر آلودگی (میزان انتشار دی‌اکسید کربن سرانه به هزار تن)، SHADOWE متغیر اقتصاد سایه‌ای و Controls سایر متغیرهای اثر گذار بر آلودگی می‌باشد. قبل از تخمین مدل، مانایی متغیرهای مورد استفاده در مدل مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۳. نتایج تست ریشه واحد و شکست ساختاری برای متغیرهای مدل آلودگی

نماد متغیر	نقطه شکست ساختار	آماره t	ارزش بحرانی: ۱%	ارزش بحرانی: ۵%	شمار LAG	نتیجه
CO ₂ PC	۱۳۵۹	-۷.۰۷	-۵.۵۷	-۵.۰۸	۰	I(۰)
SHADOWE	۱۳۷۰	-۴.۴۴	-۵.۵۷	-۵.۰۸	۰	I(۱)
INCPC	۱۳۶۷	-۴.۱۰	-۵.۵۷	-۵.۰۸	۰	I(۱)
MINCPC	۱۳۶۵	-۲.۶۹	-۵.۵۷	-۵.۰۸	۱	I(۱)
FDI	۱۳۸۱	-۷.۶۴	-۵.۵۷	-۵.۰۸	۰	I(۰)
FOSSIL	۱۳۷۹	-۶.۸۱	-۵.۵۷	-۵.۰۸	۰	I(۰)
CREDIT	۱۳۷۴	-۴.۳۵	-۵.۵۷	-۵.۰۸	۱	I(۱)
TRADE	۱۳۶۳	-۳.۷۶	-۵.۵۷	-۵.۰۸	۱	I(۱)
CAR	۱۳۶۴	-۴.۶۲	-۵.۵۷	-۵.۰۸	۰	I(۱)

مأخذ: محاسبات تحقیق

۱. در جدول (۵) ضمیمه شده، به معرفی متغیرها، محاسبه و منبع آن پرداخته شده است.

۲. ترازنامه انرژی، ۱۳۸۲

تخمین مدل و ارائه نتایج

مدل توصیف شده طی سری زمانی ۱۳۸۶-۱۳۵۴ تخمین زده شده و نتایج آن در جدول (۳) ارائه شده است. همان طور که در جدول مشاهده می‌شود، متغیر اقتصاد سایه‌ای بر اساس تحلیل نظری فوق و به دلایلی از قبیل عدم دسترسی به تکنولوژی پاک و اعتبارات لازم به منظور نصب تجهیزات کاهنده آلودگی و به دلیل وجود رقابت جهت کاهش قیمت تمام شده، صرف‌نظر از آلودگی‌های زیست‌محیطی ایجاد شده، در الگوهای ۲، ۳ و ۴، بر طبق انتظار، دارای ضریب مثبت و معنادار بوده است. میانگین ضریب اقتصاد سایه معادل ۰/۱۷ درصد است؛ یعنی به طور متوسط به ازای هر یک واحد افزایش در اندازه اقتصاد سایه‌ای، آلودگی هوا به مقدار ۰/۱۷ درصد افزایش می‌یابد. متغیر درآمد سرانه ملی و مجذور آن، هر دو در مدل وارد شده است. با توجه به نتایج برآورد الگوی مورد نظر، دو جریان متفاوت در مورد رابطه درآمد سرانه ملی وجود دارد. با توجه به اینکه این متغیر با توان دوم نیز در مدل به کار رفته است، اثر خالص این متغیر بر آلودگی هوا به صورت زیر می‌باشد:

$$\eta = \frac{\partial (\ln(CO_2 PC))}{\partial (\ln(INCPC))} = \alpha_1 + 2\alpha_2 \ln(INCPC)$$

که η کشش درآمد-آلودگی، α_1 مقدار ضریب درآمد سرانه ملی (INCPC) و α_2 مقدار ضریب مجذور درآمد سرانه ملی می‌باشد. طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۵۴ مقدار عددی این کشش معادل ۰/۱۵ شده است. بنابراین، اثر خالص متغیر درآمد سرانه بر روی آلودگی هوا مثبت می‌باشد؛ به طوری که با افزایش یک درصد درآمد سرانه ملی، میزان آلودگی هوا به میزان ۰/۱۵ درصد افزایش می‌یابد. متغیر سرمایه‌گذاری خارجی دارای اثر مثبت و در الگوی (۳) دارای اثر معنادار آماری در سطح پنج درصد بوده است. علامت مثبت این پارامتر نیز با تئوری اقتصادی سازگار می‌باشد؛ زیرا کشورهای توسعه یافته، غالباً تکنولوژی آلوده‌زا و از رده خارج خود را به کشورهای در حال توسعه منتقل کرده که منجر به آلودگی محیط‌زیست می‌شود. متغیر مصرف سوخت‌های فسیلی در تمامی الگوها دارای اثر مثبت و معنادار بوده که کاملاً با تئوری سازگاری است؛ زیرا با افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی که دارای آلودگی زیادی می‌باشد، انتظار می‌رود که میزان آلودگی هوا افزایش یابد.

متغیر اعتبارات بانکی تخصیصی به بخش خصوصی به عنوان شاخص توسعه مالی وارد مدل شده است. با توجه به عدم معناداری آماری این متغیر، در الگوی نهایی (الگوی ۴) این متغیر از مدل حذف شده است. متغیر تعداد خودروهای کشور دارای ضریب مثبت است، اما به لحاظ اینکه این ضریب از نظر آماری معنادار نبود، در سایر مدل‌ها نیز این متغیر وارد نشده است. متغیر باز بودن تجارت نیز در الگوهای (۱) و (۲) به لحاظ آماری معنادار نبوده و بنابراین در مدل نهایی یعنی مدل (۴)، این متغیر وارد نشده است.

بنابراین بر اساس مدل نهایی (مدل ۴)، نقش مثبت متغیر اقتصاد سایه‌ای و نقش اثرگذار متغیرهای درآمد سرانه ملی، سرمایه‌گذاری خارجی و مصرف سوخت‌های فسیلی روی آلودگی هوا تأیید شده است. تمامی مدل‌های تخمین زده شده دارای ثبات طی دوره زمانی مورد بررسی هستند، به طوری که نتایج تست CUSUM و مجذور آن^۱ این موضوع را تصدیق می‌کند.

جدول ۴. برآورد نتایج الگوهای لگاریتمی

S4	S3	S2	S1	Independent variables
۰.۱۷۰ (۳.۹۶۰)	۰.۱۷۱ (۳.۹۵۴)	۰.۱۸۵ (۳.۰۹۳)	۰.۱۳۹ (۱.۱۴۰)	Log (SHADOWE)
-۱.۶۴۷ (-۲.۷۹۴)	-۱.۶۶۴ (-۲.۸۰۹)	-۱.۶۸۴ (-۲.۸۳۶)	-۱.۷۸۱ (-۲.۷۶۸)	Log (INCPC)
۰.۵۹۳ (۳.۲۰۶)	۰.۶۰۱ (۳.۲۳۳)	۰.۵۷۵ (۳.۰۵۳)	۰.۵۹۶ (۳.۰۲۱)	Log (MINCPC)
۰.۰۵۴ (۱.۸۲۶)	۰.۰۵۹ (۱.۹۵۰)	۰.۰۴۷ (۱.۴۶۰)	۰.۰۴۰ (۱.۱۱۲)	Log (FDI)
۱۵.۲۳۵ (۲.۸۷۱)	۱۴.۸۹۳ (۲.۷۸۶)	۱۲.۶۶۸ (۲.۱۶۸)	۱۳.۵۷ (۲.۱۷۳)	Log (FOSSIL)
...	-۰.۹۱ (-۰.۸۷۲)	-۰.۰۸۱ (-۰.۷۷۰)	-۰.۱۰۵ (-۰.۸۷۳)	Log (CREDIT)
...	...	۰.۰۸۷ (۰.۹۵۱)	۰.۰۸۱ (۰.۸۵۹)	Log (TRADE)
...	۰.۰۳۵ (۰.۴۳۶)	Log (CAR)
۰.۸۵۷	۰.۸۶۱	۰.۸۶۶	۰.۸۶۷	R- squared
۰.۸۳۱	۰.۸۲۹	۰.۸۲۹	۰.۸۲۳	Adjusted R- squared

مقادیر داخل پرانتز مقدار آماره t می‌باشد.

مأخذ: محاسبات تحقیق از نرم‌افزار EViews 6

راهکار پیشنهادی جهت کنترل آلودگی اقتصاد سایه‌ای

از آن جایی که واحدهای اقتصادی بخش سایه‌ای، به طور رسمی ثبت نشده اند، نظارت بر آنها مشکل است. بنابراین یک روش غیر مستقیم برای کنترل آلودگی این واحدها، وضع مالیات بر انتشار آلودگی، در صورت تجاوز سطح آلودگی موجود از حد مجاز، بر واحدهای رسمی اقتصاد می‌باشد. به عبارت دیگر، در این حالت قانون‌گذار مالیاتی را روی مابه‌التفاوت آلودگی منتشر شده و سطح مجاز آلودگی بر بنگاه‌های فعال در بخش رسمی اقتصاد اعمال می‌نماید. با توجه به اینکه فرایند تولید کالاهای واسطه‌ای در هر دو بخش رسمی و سایه‌ای با آلوده‌زایی همراه می‌باشد اما آلودگی ایجاد شده در فرایند تولید بخش سایه‌ای بیشتر است، این انتظار وجود دارد که با اعمال این گونه مالیات‌ها، واحدهای اقتصادی بخش رسمی به استفاده کمتر از تولیدات واحدهای اقتصادی بخش سایه‌ای (که با آلوده‌زایی بالایی همراه است) ملزم شوند؛ تا بدین وسیله میزان اختلاف میان سطح آلودگی موجود و مجاز حداقل شود. این امر باعث کمتر شدن مالیات پرداختی توسط واحدهای

1. CUSUM test & CUSUM of square test

۲. به دلیل وجود داشتن محدودیت در تعداد صفحات مقاله، نتایج این تست‌ها در مقاله ارائه نشده است

رسمی اقتصاد می‌شود. بنابراین اجرای این مالیات به عنوان مشوق غیر مستقیم تلقی شده و منجر به بهبود کیفیت محیط زیست می‌شود.

جدول ۵. آزمون‌های تعیین تعداد بردارهای همگرایی برای متغیرهای مدل اقتصاد سایه

فرضیه صفر	آماره آزمون حداکثر مقادیر ویژه ($\max \lambda$)	آماره اثر (λ_{trace})	مقدار بحرانی ۹۵ درصد	احتمال (درصد)
None*	۰/۸۵	۲۰۹/۴۴	۱۲۵/۶۱	۰/۰۰
At most 1*	۰/۷۵	۱۴۹/۹۴	۹۵/۷۵	۰/۰۰
At most 2*	۰/۷۴	۱۰۶/۹۵	۶۹/۸۱	۰/۰۰
At most 3*	۰/۶۵	۶۵/۰۴	۴۷/۸۵	۰/۰۰
At most 4*	۰/۵۰	۳۲/۶۱	۲۹/۷۹	۰/۰۲
At most 5	۰/۲۸	۱۰/۷۷	۱۵/۴۹	۰/۲۲
At most 6	۰/۰۲	۰/۶۷	۳/۸۴	۰/۴۱

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۶. آزمون‌های تعیین تعداد بردارهای همگرایی برای متغیرهای مدل آلودگی

فرضیه صفر	آماره آزمون حداکثر مقادیر ویژه ($\max \lambda$)	آماره اثر (λ_{trace})	مقدار بحرانی ۹۵ درصد	احتمال (درصد)
None*	۰/۸۸	۱۷۳/۲۴	۹۵/۷۵	۰/۰۰
At most 1*	۰/۷۷	۱۰۷/۳۶	۶۹/۸۱	۰/۰۰
At most 2*	۰/۶۵	۶۰/۵۸	۴۷/۸۵	۰/۰۰
At most 3	۰/۳۹	۲۷/۱۹	۲۹/۷۹	۰/۰۹
At most 4	۰/۲۱	۱۱/۷۶	۱۵/۴۹	۰/۱۶
At most 5*	۰/۱۲	۴/۳۱	۳/۸۴	۰/۰۳

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۷. منبع داده‌ها و تعریف متغیرهای مدل

نماد متغیر	تعریف	مجلسه / تبدیلات	ماخذ
UNEM	نرخ بیکاری	فرم لگاریتمی استاندارد شده	بانک مرکزی ایران
POLITY	شاخص سیاسی (از ۱۰- پایین‌ترین دموکراسی تا ۱۰+ بالاترین دموکراسی)	استاندارد شده	http://www.systemicpeace.org/inscr/inscr.htm
RGDPPCG	نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه	استاندارد شده	ترازنامه انرژی ایران
TAXATION	نسبت مجموع مالیات بر درآمد و مالیات بر شرکت‌ها به تولید ناخالص داخلی	فرم لگاریتمی استاندارد شده	بانک مرکزی ایران
INFLATIO	نرخ تورم	فرم لگاریتمی استاندارد شده	بانک مرکزی ایران
GTAXTION	نرخ رشد بار مالیات مستقیم	استاندارد شده	بانک مرکزی ایران
NAPOPUL A	نسبت افراد بالای ۱۰ سال که هم توانایی و هم تمایل انجام کار را داشته باشند به کل جمعیت	فرم لگاریتمی استاندارد شده	بانک مرکزی ایران
PCONSUM	مصرف تولیدات پتروشیمی	فرم لگاریتمی استاندارد شده	ترازنامه انرژی ایران
SDEPOSIT	حجم سپرده‌های دپوزی	فرم لگاریتمی استاندارد شده	بانک مرکزی ایران
MPART	نسبت جمعیت شاغل مرد ۱۵-۶۵ ساله به کل عرضه نیروی کار مرد	فرم لگاریتمی استاندارد شده	World Bank (2010)
CO2PC	میزان انتشار دی‌اکسیدکربن سرانه (هزار تن)	فرم لگاریتمی	World Bank (2010)
SHADOWE	اقتصاد سایه‌ای	فرم لگاریتمی	محاسبات تحقیق
INPCP	درآمد سرانه ملی	فرم لگاریتمی	بانک مرکزی ایران
MINPCP	مجذور درآمد سرانه ملی	فرم لگاریتمی	بانک مرکزی ایران
FDI	جریان ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (درصدی از GDP)	-	World Bank (2010)
FOSSIL	مصرف انرژی سوخت‌های فسیلی (درصدی از کل)	فرم لگاریتمی	World Bank (2010)
CREDIT	میزان اعتبارات داخلی به بخش خصوصی (درصدی از GDP)	فرم لگاریتمی	World Bank (2010)
TRADE	مجموع صادرات و واردات کالا و خدمات (درصدی از GDP)	فرم لگاریتمی	World Bank (2010)
CAR	تعداد خودروهای تولیدی و وارداتی کل کشور	فرم لگاریتمی	مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی (وابسته به وزارت نفت) http://eia.iies.org/conservation/trans2.asp

1. Polity IV Index

فهرست منابع

- اسدی کیا، هبوا؛ اویار حسین، رضا؛ صالح، ایرج و رفیعی، حامد (۱۳۸۸) رابطه رشد اقتصادی و آلودگی هوا در ایران با نگاهی بر تأثیر برنامه های توسعه؛ سومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست تهران، مهر ماه.
- اشرف زاده، حمید رضا و مهرگان، نادر (۱۳۷۹) تخمین حجم فعالیت های زیرزمینی در ایران با استفاده از روش تقاضا برای اسکناس و مسکوک در گردش؛ سومین همایش ملی بررسی پدیده قاچاق کالا و راه های پیشگیری از آن، دانشگاه تربیت مدرس.
- پژویان، جمشید، مداح، مجید (۱۳۸۳) بررسی اقتصادی قاچاق در ایران؛ پژوهش نامه اقتصادی ۶: ۷۰-۴۳.
- پژویان، جمشید و مراد حاصل، نیاوفر (۱۳۸۶) بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا؛ فصل نامه پژوهش های اقتصادی، سال هفتم، شماره چهارم: ۱۶۰-۱۴۱.
- دفتر برنامه ریزی انرژی (۱۳۸۲) ترازنامه انرژی، وزارت نیرو.
- شکیبایی، علیرضا و رئیس پور، علی (۱۳۸۶) بررسی روند تحولات اقتصاد سایه ای در ایران با رویکرد DYMIMIC؛ فصل نامه پژوهش های اقتصادی، سال ششم، شماره سوم.
- عرب مازار یزدی، علی (۱۳۸۰) اقتصاد سیاه در ایران، اندازه، علل و آثار آن در سه دهه اخیر؛ مجله برنامه و بودجه ۶۲ و ۶۳: ۱۰۲-۶۱.
- Afsah, S.; Blackman, A. & Ratunanda, D. (2000) How Do Public Disclosure Pollution Control Program Work? Evidence from Indonesia; Mimeo, Washington, D.C.: Resources for the Future.
- Anderson, R. C. (2002) Incentive-Based Policies for Environmental Management in Developing Countries; Washington D.C.: Resources for the Future.
- Baksi, S., Bose, P. (2008) Environmental policy in the presence of an informal sector; Working Paper.
- Biswas, A; Farzanegan, M.R. & Thum, M. (2011) Pollution, Shadow Economy and Corruption: Theory and Evidence. https://editorialexpress.com/cgi-bin/conference/download.cgi?db_name=IIPF67&paper_id=128.
- Blackman, A. (2009) Alternative Pollution Control Policies in Developing Countries; Mimeo, Washington, D.C.: Resources for the Future.

- Blackman, A. (2000) Informal sector Pollution Control: What Policy Options Do We Have?, *World Development*, 12: 2067-2082.
- Blackman, A. & Bannister, G. (1998) Community Pressure and Clean Technologies in the Informal sector: An Econometric Analysis of the Adoption of Propane by Traditional Mexican Brickmakers; *Journal of Environmental Economics and Management*, 35: 1-21.
- Blackman, A. & Bannister, G. J. (1997) Pollution control in informal sector: the Ciudad Juarez Brickmakers's Project; *Natural Resources Journal*, 37: 829-856.
- Blackman, A. & Bannister, G. J. (1996) Cross-border Environment Management and the Informal Sector: The Ciudad Juarez Brickmakers' Project; Mimeo, Washington D.C.: Resources for the Future.
- Blackman, A.; Newbold, S.; Shih, J. & Cook, J. (2000) The benefits and costs of informal sector pollution control: traditional Mexican brick kilns; Mimeo, Washington D.C.: Resources for the Future.
- Buehn, A. & Farzanegan, M. R. (2008) Smuggling around the world: evidence from a structure equation modeling; Dresden University of Technology, working paper. Available at: <http://www.uni-graz.at/socialpolitik/papers/Farzanegan.pdf>.
- Buehn, A.; Karmann, A. & Schneider, F. (2007) Size and Development of the Shadow Economy and of Do-it-Yourself Activities: The Case of Germany; Working Paper No. 14.
- Buehn, A. & Schneider, F. (2009) Corruption and the Shadow Economy: A Structural Education Model Approach; Discussion paper No. 4182.
- Buhn, A. & Schneider, F. (2008) Cointegration and error Correction: An Application to the French Shadow Economy; Discussion paper, IZA DP No. 3306.
- Chaudhuri, K.; Schneider, F., & Chattopadhyay, S. (2006) The size and development of the shadow economy: An empirical investigation from states of India; *Journal of development*, 80: 428-443.

- Chaudhuri, S. (2005) Pollution and welfare in the presence of informal sector: is there any trade-off; Working Paper, University of Calcutta.
- Dell' Anno, R., (2008) What is the Relationship between Unofficial and Official economy? An analysis in Latin American Countries; *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences*, 12: 185-203.
- Dell' Anno, R.; Gomez, M. & Alanon, A. (2007) Shadow Economy in three different Mediterranean Countries: France, Spain and Greece; *A MIMIC Approach, Empirical Economy*, 33(1): 51-84.
- Dell' Anno, R. (2003) Estimating the Shadow Economy in Italy: A Structural Equation Approach; Discussion paper, University of Salerno, Departeman of Economics and Statistics.
- Dell' Anno, R., & Schneider, F. (2003) The shadow economy of Italy and other OECD countries: What do we know?; *Journal of finance and public choice*, 21(2-3): 97-120.
- Dreher, A., & Schneider, F. (2010) Corruption and the shadow economy: an empirical Analysis; *Public Choice* 144: 215–238.
- Frzanegan, M. R. (2010) The effects of the shadow economy on the environment: an empirical investigation; *Fourth world congress of environmental and resource Economists*, Montreal, Canada.
- Farzanegan. M. R. (2009) Illegal Trade in the Iranian economy: evidence from structural equation model; *European Journal of Political Economy*, 25(4): 489-507.
- Frey, B. S. and Week – Hanneman, H. (1984) The hidden economy as an unobservable variable ;*European review*. 26: 33-53.
- Gillespie, K. (2003) Smuggling and Global Firm; *Journal of International Management*, 317-333.
- Hui- Kuang Yu, T., Han- Min Wang, D., & Chen, S. (2005). A Fuzzy Logic Approach to Modeling the Underground Economy in Taiwan; *Physica A*, (362): 471-479.

- Karanfil, F., & Ozkaya, A. (2007) Estimation of real GDP and Unrecorded Economy in Turkey Based on Environmental Data; *Energy Policy*. 35: 4902-4908.
- Macias, J. B. (2008) Modeling the Informal Economy in Mexico: A Structural Equation Approach; MPRA Paper No. 8504. Online at <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/8504/>.
- Marshall, M. G., & Jaggers, K. (2009) Polity IV project: political regime characteristics and transitions, 1800–2009. <http://www.systemicpeace.org/polity/polity4.htm>
- Mels, Gerhatd (2006) LISREL for Windows: Getting Started Guide; Lincolnwood, IL: Scientific Software International, Inc.
- Morgenstern, R.; Krupnick, A. & Zhang, x. (2004) The Ancillary Carbon Benefits of SO2 Reductions from a small – Billor Policy in Taiyuan, PRC; *The Journal of Environment Development*, 13: 140-155.
- Osborne, J.W. (2002) Notes on the use of data transformations; *Practical Assessment, Research & Evaluation* 8 Available at: <http://www.pareonline.net/getvn.asp?v=8&n=6>.
- Prokhorov, A. (2001) The Russian Underground Economy As a Hidden Variable; Presented at Midwest Slavic Conference, Cleveland, Ohio, March 29-31.
- Reisinger, Y., & Turner, L. (1999) Structural Equation Modeling With Lisrel: Application in Tourism; *Tourism Management* 20: 71-88.
- Russell, B. (2010) Revenue Administration: Managing the Shadow Economy; International Monetary Fund. Fiscal Affairs Department
- Schneider, F. (2008) The Shadow Economy in Germany: A Blessing or a Curse for the Official Economy?; *Economic Analysis & Policy*, 38(1): 89-111.
- Buhn, A.; Karmann, A. & Schneider, F. (2007) Size and development of the shadow economy and of do-it-yourself activities in Germany; Working Paper No.2021.
- Schneider, F. (2006) Shadow Economies and Corruption all over the World: What do we really know?; Working Paper No. 0617.

-
- Schneider, F. (2005) Shadow economies around the world: what do we really know?; *European Journal of Political Economy* 21: 598-642.
- Schneider, F (2004) The Size of the Shadow Economies of 145 Countries all over the World: First Results over the Period 1999 to 2003; IZA DP NO. 1431.
- Schneider, F., Braithwaite & Reinhart (2001) Individual Behavior in Australia's Shadow Economy: Facts, Empirical Findings and some Mysteries; Working Paper No. 19, Australia: Australian National University.
- Schneider, F. & Enste, D. (2000) Shadow Economy: Size, Causes, and Consequences; *Journal of Economic Literature*, 38: 77-114.