

بهره‌وری سبز اقتصاد ایران با رویکرد زیست‌محیطی

حبیب شهبازی^{۱*}

habib_susa@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۱۳

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۱/۲۷

چکیده

در ادبیات اقتصادی به منظور ارزیابی سیاست‌های برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان و دولت‌ها شاخص‌های مختلفی ارائه شده است. یکی از مهم‌ترین این شاخص‌ها بهره‌وری کلی عوامل تولید است که در آن میزان تمام محصولات به میزان تمام نهاده‌ها سنجیده می‌شود. اگر در این شاخص رشد وجود داشته باشد، به معنی آن است که سیاست‌های مدیران در استفاده از نهاده‌ها مؤثر بوده است. محاسبه و سنجش بهره‌وری دارای اهمیت زیادی است به گونه‌ای که هم محاسبه آن امکان‌پذیر باشد و هم به واقعیت‌های اقتصاد نزدیک باشد. یکی از مسائلی که بر بهره‌وری اثرگذار است مسائل زیست‌محیطی از جمله انتشار آلودگی‌ها است. اگر در محاسبه بهره‌وری چنین مسئله‌ای در نظر گرفته نشود، محاسبه بهره‌وری را به شدت مخدوش خواهد کرد و موجب گمراهی مدیران و سیاست‌گذاران می‌شود.

در این مطالعه با استفاده از الگوی مانده سولو تعمیم‌یافته، علاوه بر محاسبه بهره‌وری سبز اقتصاد ایران، بهره‌وری بدون حضور متغیر آلودگی با سناریوهای مختلف برآورد و با سایر مطالعات مقایسه گردید. در نهایت کوشش انتشار آلودگی و قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی محاسبه گردید. نتایج نشان می‌دهد رشد بهره‌وری سبز برای دوره ۹۱-۱۳۵۸ به‌طور متوسط ۱/۲۸- درصد بوده است که بدون حضور اثر انتشار آلودگی برابر ۱/۰۲- درصد خواهد بود. بنابراین بدون حضور آثار انتشار آلودگی، بهره‌وری بطور متوسط ۰/۲۶ واحد درصد، بیش‌تر برآورد می‌شود. بنابراین بدون لحاظ نمودن آثار زیست‌محیطی، موجب گمراهی برنامه‌ریزان خواهد شد. هم‌چنین کوشش انتشار آلودگی ۰/۳۱۱۴۲ برآورد شده است. بر این اساس قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی برای اقتصاد ایران بطور متوسط حدود ۱/۰۳ میلیون ریال در هر تن برآورد گردید.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری سبز، انتشار آلودگی، قیمت سایه‌ای، ایران.

Green Productivity of Iran with Environmental Approach

Habib Shahbazi^{1*}

habib_susa@yahoo.com

Abstract

In economic literature, policy planners and decision-makers and governments to evaluate the various indicators presented various indices. One of the most important indices is Total Factor Productivity where ratio of all products to all inputs is measured. If there is growth, it means that the manager policies have been effective in the use of inputs. Calculation and measurement of TFP is importance so that both calculations of it should be possible and it closed to reality of economy. One of affective problem on TFP is environmental issues such as pollution emission. If this issue is not considered in the calculation of TFP, Calculated TFP will severely flawed and mislead the managers and policy makers.

In this study by using extended Solow residual model, in addition of Iran's green TFP calculation, TFP without pollution emission variable by using several scenarios are estimated and compared with other studies. Finally, pollution emission elasticity and shadow price of it are estimated.

Results indicate green TFP growth for yeas of 1978-2012 is -1.28 percent that in without pollution emission variable scenario is -1.02. So, difference between with and without pollution emission variable scenarios is 0.26 unit percent. So, if environmental issues are not considered in TFP, it will be misleading for planner.

Also pollution emission elasticity are specified 0.31142. Accordingly, pollution emission shadow price of Iran's economic are estimated 1.03 Mil Rls/tonne.

Keywords: Green TFP, Pollution emission, Shadow price, Iran.

1- Assistant professor of agricultural economics, Department of Agricultural Economics, Sayyed Jamaledin Asadabadi University (SJAU), Hamedan, Iran.* (*Corresponding Author*)

زمینه و هدف

در ادبیات اقتصادی به منظور ارزیابی سیاست‌های برنامه‌ریزان، تصمیم‌گیرندگان و دولت‌ها شاخص‌های مختلفی ارائه شده است. از این شاخص‌ها می‌توان به شاخص رشد اقتصادی، شاخص نرخ تورم، نرخ بیکاری یا اشتغال، ضریب نابرابری درآمد اشاره کرد. این شاخص‌های هر کدام به بررسی جنبه‌ای از اقتصاد می‌پردازد که مرتبط با دیگر بخش‌ها نیز می‌باشد. برای مثال نرخ بیکاری ارتباط تنگاتنگی با رشد اقتصادی و تولید دارد. بنابراین ارزیابی رشد اقتصادی یا تولیدات می‌تواند نشانی از رشد اشتغال یا بیکاری باشد. یکی از شاخص‌های مهم در هر نظام اقتصادی، نسبت میزان تولیدات به میزان نهاده‌های به-کاررفته در فرایند تولید است. این شاخص را بهره‌وری می‌خوانند. بهره‌وری در حقیقت میزان نهاده مورد استفاده در تولید یک واحد محصول و با میزان تولید به‌دست‌آمده از یک واحد نهاده است. بهره‌وری شاخصی است که میزان رشد محصول را به‌صورت یک جانبه (تنها از دید تولید) بررسی نمی‌کند و تلاش دارد تا میزان رشد محصول را در ارتباط میزان رشد استفاده از نهاده در نظر بگیرد. بهره‌وری انواع مختلفی دارد که هر کدام کاربردهای مختلفی در ارزیابی واحدهای تولید یا اقتصاد دارد که از آن‌ها می‌توان به بهره‌وری جزئی نهاده، بهره‌وری چند نهاده‌ای و بهره‌وری کلی عوامل تولید اشاره کرد. در حقیقت بهره‌وری جزئی نهاده، به میزان تولید حاصل از یک واحد از یک نهاده خاص گفته می‌شود. رشد در این شاخص به معنی، افزایش بهره‌وری آن نهاده خاص است. اما همیشه پیشرفت فناوری، عامل افزایش شاخص بهره‌وری نهاده نیست. مثلاً جایگزینی نهاده‌ها می‌تواند عامل افزایش بهره‌وری جزئی باشد که حاصل از یک فعالیت باری پیشرفت فناوری نیست. بهره‌وری چند نهاده‌ای نیز همانند بهره‌وری جزئی نهاده است تنها بجای یک نهاده چند نهاده در آن در نظر گرفته می‌شود. اما یکی از مهم‌ترین شاخص‌های بهره‌وری، بهره‌وری کلی عوامل تولید است که در آن میزان تمام محصولات به میزان تمام نهاده‌ها سنجیده می‌شود. یعنی اگر در این شاخص رشد وجود داشته باشد، به معنی این است که سیاست مدیران در استفاده

از نهاده‌ها مثبت بوده است. برای این منظور همواره کشورها و سازمان‌های ملی (برای مثال سازمان ملی بهره‌وری در ایران) و بین‌المللی (برای مثال سازمان بهره‌وری آسیایی) بهره‌وری در سطوح مختلف اقتصاد را هر ساله مورد برآورد و سنجش قرار می‌دهند و روند آن در طی سال‌های مختلف رصد می‌نمایند. این امر آن‌چنان اهمیت دارد که در هدف‌گذاری برنامه چهارم توسعه کشور، از ۸ درصد رشد اقتصادی هدف، ۲/۵ درصد از محل افزایش بهره‌وری برنامه‌ریزی شده بود. اما آنچه در این هدف‌گذاری‌ها و اهداف، اهمیت دارد ارزیابی و سنجش بهره‌وری به گونه‌ای است که هم محاسبه آن امکان‌پذیر و هم به واقعیت‌های نظام اقتصادی نزدیک باشد. یکی از مسائلی که بر بهره‌وری هر نظام اقتصادی اثرگذار است مسائل زیست‌محیطی از جمله انتشار آلودگی‌ها است. آلودگی‌ها آثار مثبت سیاست‌های افزایش بهره‌وری را کاهش می‌دهند، در نتیجه اگر در محاسبه بهره‌وری چنین مسئله‌ای در نظر گرفته نشود، محاسبه بهره‌وری را به شدت مخدوش خواهد کرد و موجب گمراهی مدیران و سیاست‌گذاران می‌شود. برآورد بهره‌وری در ایران در سطوح مختلف از جمله کل اقتصاد، زیر بخش‌های اقتصادی (از جمله کشاورزی و صنعت) و محصول در مطالعات زیادی صورت گرفته است. برای مثال بانک مرکزی ج.ا. ایران (۱)، خاوری‌نژاد (۲)، کمیجانی و شاه‌آبادی (۳)، مقدم‌تبریزی و ولی‌زاده‌نوز (۴)، نایی و همکاران (۵) و سازمان ملی بهره‌وری (۶)، بهره‌وری کلی عوامل تولید اقتصاد ایران، بانک مرکزی ج.ا. ایران (۱)، حسینی و همکاران (۷) و سازمان ملی بهره‌وری (۶)، بهره‌وری کلی عوامل تولید بخش کشاورزی، حکیمی‌پور و همکاران (۸)، امیرتیموری و خلیلیان (۹) و سازمان ملی بهره‌وری (۶)، بهره‌وری کلی عوامل تولید بخش صنعت را برآورد کرده‌اند. علاوه بر این مطالعات، مطالعات زیادی نیز به برآورد بهره‌وری کلی عوامل تولید یک محصول پرداخته‌اند که از آن جمله می‌توان به سلامی و شهبازی (۱۰)، در بهره‌وری تولید گندم آبی (بخش کشاورزی)، نصر اصفهانی و رضوی (۱۱)، در بهره‌وری شرکت‌های خودروسازی (بخش صنعت) اشاره کرد. اما

شد. در بخش بعد به بررسی روش‌شناسی محاسبه بهره‌وری اقتصاد ایران با در نظر گرفتن آثار انتشار آلودگی می‌پردازد.

روش بررسی

در این بخش به بررسی چگونگی محاسبه بهره‌وری کلی عوامل تولید اقتصاد ایران با در نظر گرفتن آثار انتشار آلودگی پرداخته می‌شود. سپس چگونگی محاسبه کشش انتشار آلودگی و قیمت سایه‌ای آن ارایه می‌شود. برای این منظور، ابتدا فرض می‌شود منحنی تبدیل حداکثر مقدار تولید (کالای خوب- Y) و انتشار آلودگی (کالای بد- R) در فضای $(Y, R) \in R_+^N$ نسبت به بردار نهاده‌های X در فضای R_+^M ، بصورت زیر باشد:

$$H(Y, R, X, t) = 1 \quad (1)$$

که در آن، t شاخصی از زمان است. بر اساس الگوی ارائه شده توسط برنت و همکاران (۱۲)، بردار نهاده‌های X شامل نیروی کار و موجودی سرمایه می‌شود یعنی $X = (L, K)$. بنابراین H توصیف‌کننده ترکیب محصول و نهاده‌ها در زمانی که تولید کارا است، می‌باشد. H غیرکاهشی در نهاده‌ها و انتشار آلودگی و غیرافزایشی در محصول نهایی است یعنی $H_Y \leq 0$ و $H_R, H_X \geq 0$ است. این مسئله بیان‌گر آن است که محصول بیشتر، تنها با قبول افزایش انتشار آلودگی امکان‌پذیر است زیرا $dY/dR = -H_R/H_Y > 0$ و یا برعکس، انتشار آلودگی تنها با پذیرش محصول کمتر، کاهش می‌یابد.

مشق لگاریتمی تابع تبدیل نسبت به زمان، که به عنوان پیشرفت فناوری یا رشد بهره‌وری کل عوامل تولید تفسیر می‌شود، برابر مجموع وزنی محصولات منهای مجموع وزنی نهاده‌ها است. دیفرانسیل کل رابطه (۱) به صورت رابطه (۲) می‌باشد.

$$\frac{d \ln H}{dt} = - \sum_i \frac{H_{Y_i} Y_i}{H} \frac{d \ln Y_i}{dt} - \sum_i \frac{H_{R_i} R_i}{H} \frac{d \ln R_i}{dt} + \sum_i \frac{H_{X_i} X_i}{H} \frac{d \ln X_i}{dt} \quad (2)$$

که در آن، چنان‌چه وزن محصول و نهاده‌ها به صورت کشش نوشته شود، رابطه (۲) به صورت رابطه (۳) تبیین می‌شود.

نکته مهم در این مطالعات نبود آثار زیست‌محیطی در محاسبه بهره‌وری کلی عوامل تولید می‌باشد. اما مطالعات خارجی‌ای وجود دارد که بهره‌وری را با در نظر گرفتن آثار زیست‌محیطی مانند آلودگی برآورد و محاسبه نموده‌اند. (۱۲ و ۱۳)، بهره‌وری کلی عوامل تولید را با در نظر گرفتن اثر زیست‌محیطی (به صورت تولید کالای بد)، در کشورهای عضو سازمان همکاری‌ها و توسعه اقتصادی (OECD) محاسبه کردند. نتایج آن‌ها علاوه بر برآورد کشش انتشار دی‌اکسیدکربن برابر ۰/۰۶۹، نشان داد که اثر انتشار دی‌اکسیدکربن بر بهره‌وری کلی عوامل تولید در روسیه، ایرلند، بریتانیا و سوئد بسیار زیاد است به طوری که تقریباً بهره‌وری کلی عوامل تولید با در نظر گرفتن اثر انتشار آلودگی ۰/۷ واحد درصد کمتر از بهره‌وری کلی عوامل تولید بدون نظر گرفتن اثر انتشار آلودگی در بریتانیا و ایرلند است. در مطالعه‌ای مشابه، دنگ و موروگین (۱۴)، بهره‌وری در کشورهای شرق آسیای محاسبه نمود. نتایج این مطالعه نشان داد بهره‌وری کلی عوامل تولید با در نظر گرفتن اثر انتشار آلودگی برای کشورهای چین و فیلیپین، تایلند و اندونزی به ترتیب ۱/۲، ۲/۵، ۱/۱ و ۱/۲ واحد درصد کمتر از بهره‌وری کلی عوامل تولید بدون نظر گرفتن اثر انتشار آلودگی است. دیگر مطالعات در این زمینه می‌توان به آیکن و پاسوکاران (۱۵)، محاسبه بهره‌وری صنعت ساخت ایالات متحده (اثر آلودگی هوا)، کوئستا و همکاران (۱۶)، در محاسبه اثر کارایی زیست‌محیطی و فیر و همکاران (۱۷)، اشاره نمود. بر اساس آن‌چه اشاره شد، می‌توان اهمیت بررسی اثر انتشار آلودگی را بر شاخص بهره‌وری که یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی سیاست‌های اقتصادی است، را مشاهده کرد.

بنابراین با توجه به این‌که تاکنون مطالعه‌ای در مورد برآورد بهره‌وری اقتصاد ایران با در نظر گرفتن آثار انتشار آلودگی (بهره‌وری سبز)، صورت نگرفته است، این مطالعه به دنبال محاسبه بهره‌وری اقتصاد ایران و مقایسه آن با بهره‌وری محاسباتی بدون در نظر گرفتن آثار انتشار آلودگی است. همچنین علاوه بر محاسبه بهره‌وری سبز، کشش انتشار آلودگی و قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی در این مطالعه محاسبه خواهد

$$R: \frac{\partial \ell}{\partial R} = -\tau - \lambda H_R = 0 \quad (6)$$

با حل رابطه (۵) و (۶)، رابطه (۷) بوجود خواهد آمد.

$$-\tau = P_Y \frac{H_R}{H_Y} = -P_Y \frac{dY}{dR} = P_R < 0 \quad (7)$$

یعنی در سطح بهینه، تولیدکنندگان محصول بد (انتشار آلودگی) حتی اگر مالیاتی بپردازند که برابر با درآمد از دست‌رفته ناشی از کاهش انتشار آلودگی باشد، این مقدار برابر با هزینه کاهش نهایی R یا قیمت سایه‌ای تولیدکننده (P_R) است که علامت منفی خواهد داشت. در حقیقت، قیمت محصول بد یا انتشار آلودگی، منفی است و هزینه کاهش نهایی انتشار آلودگی به صورت درآمد پیشین از کالاهای تولیدی است اگر از یک واحد اضافی انتشار آلودگی اجتناب ورزیده شود. در این حالت، قیمت مربوط به انتشار آلودگی در قالب بهره‌وری، هزینه نهایی روبروی تولیدکننده برای حصول کاهش مورد نیاز با سیاست‌های مختلف محدودکردن انتشار آلودگی می‌باشد که بصورت زیر می‌باشد.

$$\frac{d \ln H}{dt} = \sum \frac{P_{Y_i} Y_i}{\rho} \frac{d \ln Y_i}{dt} + \sum \frac{P_{R_i} R_i}{\rho} \frac{d \ln R_i}{dt} + \sum \frac{P_{X_i} X_i}{\gamma} \frac{d \ln X_i}{dt} \quad (8)$$

که در آن، $\rho = \sum P_{Y_i} Y_i + \sum P_{R_i} R_i$ است که مجموع ارزش کل محصولات و کالای بد و $\gamma = \sum P_{X_i} X_i$ هزینه کل نهاده‌ها است. در این مطالعه R انتشار دی‌اکسیدکربن CO_2 ، می‌باشد (تنها آمار کامل موجود مورد انتشار آلودگی، انتشار دی‌اکسیدکربن است. البته آمار و اطلاعات اکسید نیترات NO_X و اکسید سولفور SO_X بصورت بسیار محدود برای کشور وجود دارد). نهاده‌ها شامل نیروی کار (L)، موجودی سرمایه (K)، می‌باشد که با توسعه الگوی باقیمانده سولو (۱۸)، به دست آمده است. اگر تمامی قیمت‌ها (محصول و نهاده‌ها) مشخص باشند، اندازه‌گیری بهره‌وری با استفاده از سهم هزینه‌های نهاده‌ها و سهم ارزش محصولات امکان‌پذیر می‌باشد. اما به ندرت قیمت آلودگی یا کالای بد مشخص است، مگر این که سیستم مبادله انتشار آلودگی یا

$$\frac{d \ln H}{dt} = -\sum_i \varepsilon_{HY_i} \frac{d \ln Y_i}{dt} - \sum_i \varepsilon_{HR_i} \frac{d \ln R_i}{dt} - \sum_i \varepsilon_{HX_i} \frac{d \ln X_i}{dt} \quad (3)$$

که در آن، چنانچه رشد محصول بیش‌تر از رشد وزنی نهاده‌ها و انتشار آلودگی (محصول بد) باشد، رشد مثبت بهره‌وری وجود خواهد داشت. البته اگر علامت کشش کالا و خدمات (ε_{HY_i}) منفی و کشش انتشار آلودگی (ε_{HR_i}) و نهاده‌ها (ε_{HX_i}) مثبت باشند. به منظور تفسیر رابطه (۳) بایستی به نقش انتشار آلودگی به عنوان کالای بد توجه شود. برای این منظور از الگوی رشد مستمر که در آن تمامی نهاده‌ها و محصولات همانند بهره‌وری با نرخ ثابتی رشد می‌کنند، استفاده می‌شوند. بر این اساس، رشد کم‌تر در محصول بد یعنی انتشار آلودگی تنها وقتی رشد نهاده‌ها یا بهره‌وری بیش‌تر یا رشد محصولات کندتر باشد، رخ می‌دهد. هر چه تغییر مورد نیاز در نرخ رشد نهاده‌ها، محصولات یا بهره‌وری کم‌تر باشد، کشش انتشار آلودگی کم‌تر خواهد بود. یعنی، کاهش در رشد تولید محصول بد، آسان‌تر قابل حصول است یا هزینه کم‌تری خواهد داشت، اگر کشش محصول بد، نسبتاً کم باشد. فناوری جدیدی که به تولیدکننده اجازه می‌دهد رشد وزنی محصول بد (انتشار آلودگی) را بیش‌تر از رشد وزنی محصول کاهش دهد، رشد بهره‌وری را در پی خواهد داشت. این مسئله به عنوان تغییر فناوری زیست‌محیطی مثبت، شناخته می‌شود.

مسئله بعدی این است که وزن محصولات یا کشش آن‌ها معادل سهم آن‌ها در ارزش است در حالی که کشش نهاده‌ها و از آن رو وزن آن‌ها در بهره‌وری، معادل سهم آن‌ها در هزینه است، اگر تولیدکننده به دنبال حداکثرکردن سود بصورت رابطه (۴) باشد.

$$Max \ell = P_Y Y - \tau R - P_X X - \lambda (H(Y, R, X, T) - 1) \quad (4)$$

بر اساس شرایط مرتبه اول، روابط (۵) و (۶) که به ترتیب مشتق رابطه (۴) نسبت به تولید محصول (Y) و انتشار آلودگی (R) است، وجود خواهد داشت.

$$Y: \frac{\partial \ell}{\partial Y} = P_Y - \lambda H_Y = 0 \quad (5)$$

که در آن، سهم محصول بد (انتشار آلودگی) در ارزش محصول بصورت میانگین متوالی در طی سال گرفته شده است. به منظور برآورد، کشش آلودگی و قیمت سایه‌ای آن، ابتدا بر اساس روابط (۱۱)، رشد بهره‌وری محاسبه می‌شود. کشش کالای بد (انتشار آلودگی) می‌تواند مستقیماً از سهم ارزش آلودگی به ارزش کل تولیدات به دست آید که نیازمند داشتن قیمت انتشار آلودگی است. این قیمت یا وجود ندارد یا برای تمامی آلودگی‌ها به دست آورده نشده است. بنابراین برآورد کشش کالا و محصول بد (انتشار آلودگی) برای رابطه (۱۲)، می‌تواند به طور مستقیم بدست آید. اما می‌توان از الگوی اقتصادسنجی تعمیم‌یافته نیز استفاده کرد. چنانچه رابطه (۲) با توجه به $\frac{P_R R}{\rho} + \frac{P_Y Y}{\rho} = 1$ ، بازنویسی شود، رابطه (۱۲)، وجود خواهد داشت.

$$\frac{d \ln Y}{dt} = \frac{\rho}{P_Y Y} \frac{d \ln H}{dt} + \frac{\rho}{P_Y Y} \frac{d \ln Z}{dt} + \left(1 + \frac{\rho}{P_Y Y}\right) \frac{d \ln R}{dt} \quad (12)$$

که در آن، بردار عوامل تولید شامل نیروی کار و سرمایه می‌باشد. که با ساده‌سازی رابطه (۱۲)، رابطه (۱۳) بدست می‌آید.

$$\hat{Y}_t = \alpha_0 + \alpha_1 \hat{Z}_t + \alpha_2 \hat{R}_t + \nu_t \quad (13)$$

که در آن، α_0 عرض از مبدا، ν_t جزء اخلال است. البته بر اساس الگوی باقیمانده سولو $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ می‌باشد. بنابراین با توجه به اینکه

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= 1 - (\rho / P_Y Y) = \\ &= \left[(P_R R / P_Y Y) - ((P_Y Y + P_R R) / P_Y Y) \right] \\ &= -(P_R R / P_Y Y) \end{aligned}$$

است، کشش محصول بد (انتشار آلودگی) با استفاده از برآورد رابطه (۱۳)، به صورت $\varepsilon_{HR} = \alpha_2 / 1 - \alpha_1$ در رابطه (۱۴) خواهد بود.

مالیات برای انتشار آلودگی وجود داشته باشد. اگر چنین سیستمی وجود نداشته باشد، وزن‌ها با استفاده از الگوی اقتصادسنجی شناسایی می‌شوند. برای مقایسه بهره‌وری کل عوامل تولید سنتی (که با الگوی اولیه باقیمانده سولو بدست آمده است) با روش توسعه‌یافته بالا، فرض می‌شود که تنها یک محصول مانند GDP وجود دارد و هیچ محصول بدی تولید نمی‌شود. اگر نهاده‌ها تنها نیروی کار و موجودی سرمایه باشد، رابطه (۹) وجود خواهد داشت.

$$\begin{aligned} \frac{d \ln TFP}{dt} &= \frac{d \ln H^T}{dt} = \frac{d \ln Y}{dt} - \\ &= \left[\frac{wL}{\gamma'} \frac{d \ln L}{dt} + \frac{u_K K}{\gamma'} \frac{d \ln K}{dt} \right] \\ &= \frac{d \ln Y}{dt} - \frac{d \ln Z}{dt} \end{aligned} \quad (9)$$

که در آن، T نشان‌دهنده حالتی خاصی از تابع تبدیل است که در آن تنها یک محصول و دو نهاده وجود دارد. در رابطه (۹)، W دستمزد نیروی کار، u_K هزینه استفاده از سرمایه می‌باشد. هزینه کل منابع برابر با $\gamma' = wL + u_K K$ می‌باشد. $d \ln Z / dt$ در حقیقت نرخ ترکیبی از رشد نهاده‌ها است.

الگوی سنتی باقیمانده سولو و رشد بهره‌وری توسعه یافته که به رشد بهره‌وری کلی عوامل تولید سبز (Green Total Factor Productivity-GTFP) اشاره دارد که با بازنویسی رابطه (۸) و بر اساس قالب نظری برنت و همکاران (۱۲) بصورت رابطه (۱۰) می‌باشد:

$$\frac{d \ln H}{dt} = \left[\frac{P_{Y_i} Y_i}{\rho} - 1 \right] \frac{d \ln Y}{dt} + \sum_i \frac{P_{R_i} R_i}{\rho} \frac{d \ln R_i}{dt} + \frac{d \ln Y}{dt} + \frac{\gamma'}{\gamma} \frac{d \ln Z}{dt} \quad (10)$$

که با مرتب‌سازی رابطه (۱۰) بر اساس الگوی بهره‌وری، رابطه الگوی سنتی بهره‌وری و بهره‌وری سبز به صورت زیر خواهد بود.

$$\begin{aligned} \frac{d \ln GTFP}{dt} &= \frac{d \ln TFP}{dt} - \\ &= \sum_i \frac{P_{R_i} R_i}{\rho} \left(\frac{d \ln Y}{dt} - \frac{d \ln R_i}{dt} \right) + \\ &= \left(1 - \frac{\gamma'}{\gamma} \right) \frac{d \ln Z}{dt} \end{aligned} \quad (11)$$

بود. سپس علاوه بر برآورد ککش انتشار آلودگی، قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی در ایران محاسبه می‌شود.

یافته‌ها

در این بخش ابتدا بهره‌وری اقتصاد ایران بدون توجه به انتشار آلودگی محاسبه می‌شود. برای این منظور ابتدا رابطه (۱۳) بدون حضور متغیر انتشار آلودگی با فرض وجود بازده ثابت به مقیاس محاسبه می‌شود. برآورد الگوی (۱۳) با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی توسط نرم‌افزار شازم (Shazam) صورت گرفته‌است. آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته برای ایستایی متغیرها، آزمون تجزیه واریانس به منظور تعیین رابطه همخطی، آزمون بروش پاگان با هدف تعیین وجود ناهمسانی واریانس در جزء اخلال و همچنین آزمون دوربین واتسون برای تعیین وجود خودهمبستگی در جزء اخلال صورت گرفته‌است. به منظور آزمون معنی‌داری متغیرها از آزمون t استفاده شده‌است.

در این الگو تنها متغیر موجودی سرمایه خالص ایران و نهاده نیروی کار (تعداد شاغلین) لحاظ شده است. بر اساس گزارش بانک مرکزی ج.ا. ایران (۱۹) موجودی سرمایه خالص ایران با استفاده از تشکیل سرمایه ثابت به قیمت ثابت ۱۳۸۳ محاسبه شده است. به این ترتیب، ککش (ضریب) متغیر موجودی سرمایه خالص (از محل ماشین‌آلات و ساختمان)، ۰/۷۶۲۶۳ و برای نهاده نیروی کار (تعداد شاغلین) ۰/۲۳۷۳۷ به دست آمده است (جدول ۱). در برخی مطالعات، روش‌های دیگری برای محاسبه سهم متغیر سرمایه و نیروی کار مطرح شده است. برای مثال تهامی‌پور و شاهمرادی (۲۲) برای محاسبه سهم نیروی کار، از تقسیم «جبران خدمات کارکنان» به علاوه نیمی از «درآمد مختلط خالص» به ارزش افزوده کشور با استفاده از جدول داده-ستانده پرداخته‌اند. همچنین ضریب موجودی سرمایه خالص را از کسر «سهم نیروی کار» محاسباتی از عدد یک، بدست آورده‌اند. بر این اساس باتوجه به جدول داده-ستانده ۱۳۸۰ مرکز آمار ایران، سهم نیروی کار ۰/۳۲۳۸۲ و سهم موجود سرمایه ۰/۶۷۶۱۸ محاسبه می‌شود. همچنین امینی (۲۳) با استفاده از ماتریس حسابداری اجتماعی ۱۳۷۵ بانک مرکزی ج.ا. ایران سهم نیروی کار را ۰/۳۷ و سهم

$$\varepsilon_{HR} = -\frac{P_R R}{\rho} = \frac{-\frac{P_R R}{P_Y Y}}{\frac{\rho}{P_Y Y}} \quad (14)$$

$$= \frac{\alpha_r}{\frac{P_Y Y + P_R R}{P_Y Y}} = \frac{\alpha_r}{1 + \frac{P_R R}{P_Y Y}} = \frac{\alpha_r}{1 - \alpha_r}$$

همچنین با برآورد رابطه (۱۳)، قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی با توجه به این که $\alpha_r = -(P_R R / P_Y Y)$ است، با استفاده از رابطه (۱۵) محاسبه می‌شود.

$$P_R = -\alpha_r \frac{P_Y Y}{R} \quad (15)$$

که در آن، P_R قیمت سایه‌ای آلودگی، $P_Y Y$ ارزش تولید ناخالص داخلی کشور و R مقدار انتشار آلودگی است. همانطور که مشاهده می‌شود، قیمت سایه‌ای آلودگی منفی می‌باشد.

بنابراین در این مطالعه ابتدا با استفاده از رابطه (۹) بهره‌وری اقتصاد ایران بدون توجه به مسئله انتشار آلودگی برآورد می‌شود. سپس با استفاده از رابطه (۱۱) بهره‌وری سبز اقتصاد ایران با توجه به مسئله انتشار آلودگی محاسبه می‌گردد.

داده‌ها و اطلاعات این مطالعه شامل موجودی سرمایه، تعداد شاغلین بخش کشاورزی، ارزش تولید ناخالص داخلی کشور و انتشار دی‌اکسیدکربن است که موجودی سرمایه اقتصاد ایران به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ بر حسب میلیارد ریال بر گرفته از گزارش موجودی سرمایه بانک مرکزی ج.ا. ایران (۱۹)، تعداد شاغلین کشور برگرفته از آمار نیروی کار و شاغلین مرکز آمار ایران، ارزش تولید ناخالص داخلی کشور به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ بر حسب میلیارد ریال بر گرفته از گزارش حساب‌های اقتصادی بانک مرکزی ج.ا. ایران (۲۰) و مقدار انتشار دی‌اکسیدکربن بر حسب هزار تن برگرفته از گزارش شاخص توسعه جهانی بانک جهانی (۲۱) می‌باشد. بنابراین در این مطالعه با استفاده از داده‌های بالا، بهره‌وری اقتصاد ایران با و بدون توجه به مسئله انتشار آلودگی برآورد می‌شود. مقایسه بهره‌وری سبز برآورده شده با بهره‌وری سنتی محاسبه شده در این مطالعه و سایر مطالعات از دیگر بخش‌های این مطالعه خواهد

نیروی کار (تعداد شاغلین)، متغیر میزان انتشار CO_2 لحاظ شده است. به این ترتیب ضریب برای متغیر موجودی سرمایه خالص (از محل ماشین‌آلات و ساختمان)، $0/64295$ ، برای نهاده نیروی کار $0/11957$ و برای متغیر میزان انتشار دی‌اکسیدکربن، $0/23747$ بدست آمده است (جدول ۱).

موجودی سرمایه $0/63$ برآورد کرده است. پس از برآورد تابع تولید اقتصاد ایران بدون حضور اثر انتشار آلودگی، تابع تولید اقتصاد ایران با در نظر گرفتن متغیر انتشار آلودگی (انتشار CO_2) با استفاده از رابطه (۱۳) در نرم‌افزار شازم برآورد گردید. در این الگو علاوه بر متغیر موجودی سرمایه خالص و نهاده

جدول ۱- برآورد تابع تولید ملی (رابطه ۱۳)

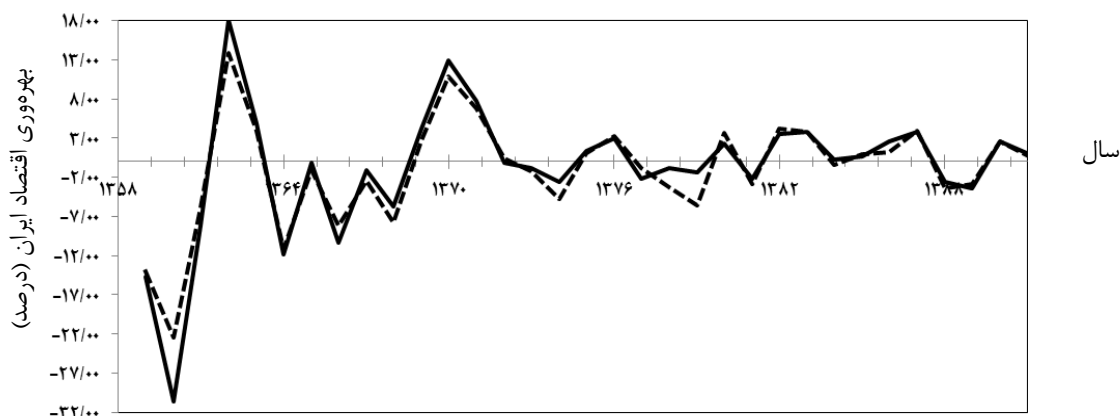
Table 1- Estimation of national production function (Relation 13)

سناویوی برآوردی	متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	آماره خوبی برازش
نبود آثار	موجودی سرمایه	$0/76263^{**}$	$0/3469$	$2/198$	$R^2=0/8867$
انتشار آلودگی	نیروی کار	$0/23737^{***}$	$0/0349$	$6/842$	$JB=2/6013$
وجود آثار انتشار آلودگی	موجودی سرمایه	$0/64295^{***}$	$0/03387$	$18/98$	$R^2=0/9180$
	نیروی کار	$0/11957^{***}$	$0/03334$	$3/587$	$JB=7/3583$
	انتشار دی‌اکسیدکربن	$0/23747^{***}$	$0/06694$	$3/548$	

مأخذ: یافته‌های پژوهش

می‌شود. نتایج برآورد الگو برای حالت بهره‌وری سبز (با وجود آثار انتشار آلودگی) و برای حالت بهره‌وری بدون آثار انتشار آلودگی در شکل (۱) نشان داده شده است.

پس از برآورد سهم نهاده، رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در دو حالت با و بدون وجود اثر انتشار آلودگی به ترتیب بر اساس رابطه (۱۱) و (۹) برای دوره ۱۳۵۷-۱۳۹۱ محاسبه



شکل ۱- برآورد بهره‌وری در دو حالت با و بدون حضور اثر انتشار آلودگی (خط مقطع: با حضور متغیر انتشار آلودگی و خط پیوسته: بدون حضور متغیر انتشار آلودگی)

Figure 1-Estimation of productivity in case of with and without pollution emission impact (Dash line: with pollution emission impact and Solid line: without pollution emission impact)

سال‌های ۱۳۶۰-۱۳۶۲ رشد بسیاری داشته است به طوری که از $22/48$ به $13/93$ درصد در حالت با حضور متغیر انتشار آلودگی و از $30/57$ به $18/11$ درصد در حالت بدون حضور

بررسی بهره‌وری اقتصاد ایران در هر دو حالت با و بدون حضور متغیر انتشار آلودگی روند نوسان‌داری را نشان طی دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد. بر اساس شکل (۱)، رشد بهره‌وری بین

سازمان ملی بهره‌وری (۶)، ۱/۳۲ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده اختلاف ۰/۵۰ واحد درصد بین برآورد رشد بهره‌وری سبز با رشد بهره‌وری بدون حضور آثار انتشار آلودگی است. میانگین نرخ رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در دوره ۱۳۸۴-۱۳۷۶، در مطالعه حاضر در حالت با حضور آثار انتشار آلودگی ۰/۰۳- درصد و در حالت بدون حضور آثار انتشار آلودگی بر اساس برآورد جدول (۱)، ۰/۴۴ درصد، بر اساس ضرایب جدول داده ستانده و ماتریس حسابداری اجتماعی، ۰/۴۳ درصد، بانک مرکزی ج.ا. ایران (۱)، ۰/۸۲ و ۰/۰۶ درصد، خاوری‌نژاد (۲)، ۰/۵۹ درصد، ناییبی و همکاران (۵)، ۰/۳۵ درصد و سازمان ملی بهره‌وری (۶)، ۰/۸۲ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده اختلاف ۰/۴۷ واحد درصد بین برآورد رشد بهره‌وری سبز با رشد بهره‌وری بدون حضور آثار انتشار آلودگی است. آنچه بسیار مهم است در برآورد بهره‌وری بدون توجه به انتشار آلودگی، رشد فزاینده بهره‌وری وجود دارد که با در نظر گرفتن اثر انتشار آلودگی، رشد کاهشی برای آن به‌دست می‌آید. میانگین نرخ رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در دوره ۱۳۸۲-۱۳۵۸، در مطالعه حاضر در حالت با حضور آثار انتشار آلودگی ۱/۴۸- درصد و در حالت بدون حضور آثار انتشار آلودگی بر اساس برآورد جدول (۱)، ۱/۲۴- درصد، بر اساس ضرایب جدول داده ستانده و ماتریس حسابداری اجتماعی ۱/۲۶- درصد، مقدم و ولی‌زاده (۴)، ۰/۶۴- درصد می‌باشد که نشان‌دهنده اختلاف ۰/۲۴ واحد درصد بین برآورد رشد بهره‌وری سبز با رشد بهره‌وری بدون حضور آثار انتشار آلودگی است. میانگین نرخ رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در دوره ۹۱-۱۳۷۶، در مطالعه حاضر در حالت با حضور آثار انتشار آلودگی ۰/۴۴- درصد و در حالت بدون حضور آثار انتشار آلودگی بر اساس برآورد جدول (۱)، ۰/۰۵- درصد، بر اساس ضرایب جدول داده ستانده و ماتریس حسابداری اجتماعی ۰/۱۱ و ۰/۶۷ درصد، سازمان ملی بهره‌وری (۶)، ۰/۵۸ درصد می‌باشد که نشان‌دهنده اختلاف ۰/۳۹ واحد درصد بین برآورد رشد بهره‌وری سبز با رشد بهره‌وری بدون حضور آثار انتشار آلودگی است. میانگین نرخ رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در دوره ۱۳۸۶-

متغیر انتشار آلودگی رسیده است. پس از آن، بین سال‌های ۱۳۶۹-۱۳۶۴ رشد بهره‌وری منفی است. اما سال ۱۳۷۰ به یک‌باره مقدار آن مثبت برابر ۱۰/۸۳ و ۱۲/۹۱ درصد در دو حالت با و بدون حضور اثر انتشار آلودگی می‌شود. پس از سال ۱۳۷۲ رشد بهره‌وری، روند نسبتاً ثابتی را طی کرده است به طوری که انحراف معیار آن ۳/۶۶ و ۳/۱۴ درصد در دو حالت با و بدون حضور اثر انتشار آلودگی می‌باشد.

به منظور مقایسه بهره‌وری محاسباتی با حضور اثر انتشار آلودگی در این مطالعه با حالت بدون حضور اثر انتشار آلودگی و با روش‌های مختلف (در سه حالت برآورد ضرایب بر اساس محاسبه مطالعه حاضر، برآورد بر اساس جدول داده ستانده و برآورد بر اساس ماتریس حسابداری اجتماعی) و مقایسه آن با مقادیر محاسباتی در سایر مطالعات (بانک مرکزی ج.ا. ایران (۱)، خاوری‌نژاد (۲)، مقدم و ولی‌زاده (۴)، ناییبی و همکاران (۵) و سازمان ملی بهره‌وری (۶)) جدول (۲) ارائه شده است.

همانطور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، میانگین نرخ رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در دوره ۱۳۹۱-۱۳۵۸، در مطالعه حاضر در حالت با حضور آثار انتشار آلودگی ۱/۲۸- درصد و در حالت بدون حضور آثار انتشار آلودگی بر اساس برآورد جدول (۱)، ۱/۰۲- درصد، بر اساس ضرایب جدول داده ستانده ۰/۹۶- درصد، بر اساس ماتریس حسابداری اجتماعی، ۰/۹۳- درصد می‌باشد که نشان‌دهنده اختلاف ۰/۲۶ واحد درصد بین برآورد رشد بهره‌وری سبز با رشد بهره‌وری بدون حضور آثار انتشار آلودگی است. با توجه به اینکه مطالعات مختلف دوره زمانی متفاوتی را ارزیابی کرده‌اند، میانگین دوره‌های مختلف برای مطالعات مختلف در جدول (۲) بررسی شده است. میانگین نرخ رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در دوره ۱۳۸۶-۱۳۷۶، در مطالعه حاضر در حالت با حضور آثار انتشار آلودگی ۰/۴۴ درصد و در حالت بدون حضور آثار انتشار آلودگی بر اساس برآورد جدول (۱)، ۰/۹۴ درصد، بر اساس ضرایب جدول داده ستانده ۰/۹۹ درصد، بر اساس ماتریس حسابداری اجتماعی، ۱/۰۲ درصد، بانک مرکزی ج.ا. ایران (۱)، ۰/۸۳ و ۰/۱۶ درصد، ناییبی و همکاران (۵)، ۰/۴۴ درصد و

نایبی و همکاران (۵)، ۰/۱۶ درصد می باشد که نشان دهنده اختلاف ۰/۴۸ واحد درصد بین برآورد رشد بهره‌وری سبز با رشد بهره‌وری بدون حضور آثار انتشار آلودگی است.

۱۳۷۱، در مطالعه حاضر در حالت با حضور آثار انتشار آلودگی ۰/۲۱ درصد و در حالت بدون حضور آثار انتشار آلودگی بر اساس برآورد جدول (۱)، ۰/۶۹ درصد، بر اساس ضرایب جدول داده ستانده و ماتریس حسابداری اجتماعی ۰/۷۳ و ۰/۷۵ و

جدول ۲- مقایسه نتایج مطالعات مختلف در مورد رشد شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید اقتصاد ایران (درصد)

Table 2-Comparison of some study results about Iran's TFP growth index (Percent)

پایه	دوره مطالعه	میانگین دوره										
		۵۸-۹۱	۷۶-۸۶	۷۶-۸۴	۵۷-۸۲	۷۶-۹۱	۷۱-۸۶	برنامه اول	برنامه دوم	برنامه سوم	برنامه چهارم	برنامه پنجم*
مطالعه حاضر (با حضور متغیر انتشار آلودگی)												
نتایج جدول (۱)	-۹۱ ۵۸	-۱/۲۸	۰/۴۴	-۰/۰۳	-۱/۴۸	-۰/۴۴	۰/۲۱	۲/۴۴	-۱/۰۹	۱/۶۷	۰/۴۰	-۴/۱۰
مطالعه حاضر (بدون حضور متغیر انتشار آلودگی)												
نتایج جدول (۱)	-۹۱ ۵۸	-۱/۰۲	۰/۹۴	۰/۴۴	-۱/۲۴	-۰/۰۵	۰/۶۹	۳/۵۴	-۰/۰۱	۱/۵۲	-۰/۶۰	-۳/۸۱
جدول داده ستانده	-۹۱ ۵۸	-۰/۹۶	۰/۹۹	۰/۴۳	-۱/۲۶	۰/۱۱	۰/۷۳	۳/۵۱	-۰/۰۹	۱/۶۳	۰/۸۶	-۳/۴۴
ماتریس حسابداری اجتماعی	-۹۱ ۵۸	-۰/۹۳	۱/۰۲	۰/۴۳	-۱/۲۶	۰/۶۷	۰/۷۵	۳/۴۹	-۰/۱۴	۱/۶۸	۱/۰۰	-۳/۲۴
سایر مطالعات (بدون حضور متغیر انتشار آلودگی)												
بانک مرکزی ج.ا.ایران (۱)	-۸۶ ۷۶		۰/۸۳ (۰/۳۹)	۰/۸۲ (۰/۸۵)						۱/۳۴ (-۰/۳۳)		
بانک مرکزی ج.ا.ایران (۱)	-۸۶ ۷۶		۰/۱۶ (-۰/۲۸)	۰/۰۶ (۰/۰۹)						۰/۶۲ (-۱/۰۵)		
خاوری نژاد (۲)	-۸۴ ۷۶			۰/۵۹ (۰/۶۲)						۱/۲۲ (-۰/۴۵)		
مقدم و ولی زاده (۴)	-۸۲ ۵۵				-۰/۶۴ (۰/۸۴)			۳/۵۰ (۱/۰۶)	۰/۱۴ (۱/۲۳)	۱/۶۵ (-۰/۰۲)		
سازمان ملی بهره‌وری (۶)	-۹۲ ۷۵		۱/۳۲ (۰/۸۸)	۰/۸۲ (۰/۸۵)		۰/۵۸ (۱/۰۲)				۱/۷۴ (۰/۰۷)	۱/۶۳ (۱/۲۳)	-۳/۰۰ (۱/۱۰)
نایبی و همکاران (۵)	-۸۶ ۷۱		۰/۴۴ (۰/۰۰)	۰/۳۵ (۰/۳۸)		۰/۱۶ (-۰/۰۵)			۰/۳۶ (۱/۴۵)	۰/۳۶ (-۱/۳۱)		

مأخذ: بانک مرکزی ج.ا.ایران (۱)، خاوری نژاد (۲)، مقدم و ولی زاده (۴)، نایبی همکاران (۵)، سازمان ملی بهره‌وری (۶) و یافته‌های پژوهش *تنها سال‌های ۹۲-۱۳۹۰ می باشد.

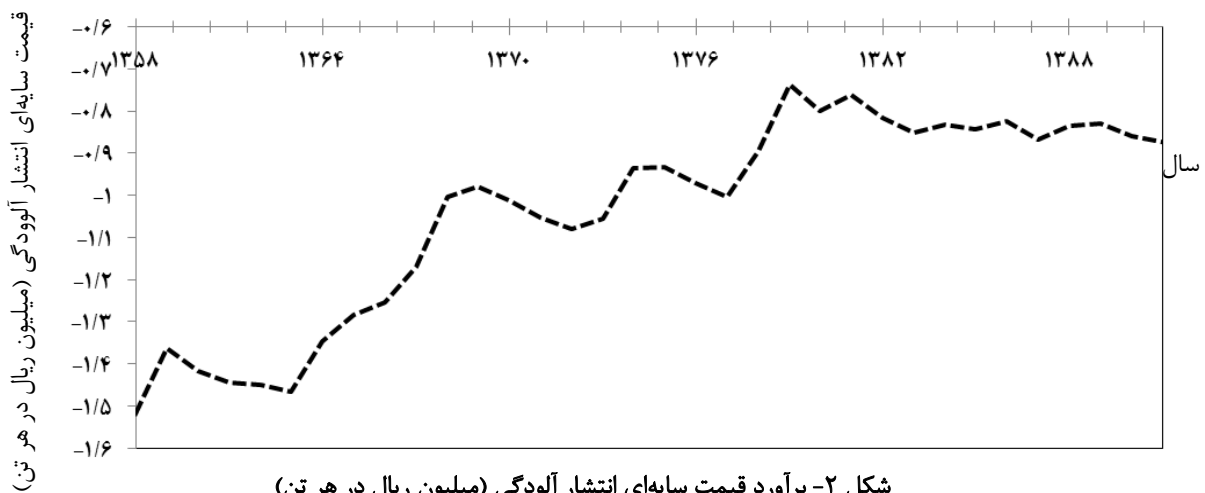
اعداد داخل پرانتز میزان اختلاف بهره‌وری سبز با بهره‌وری بدون حضور متغیر انتشار آلودگی است.

بر اساس برآورد جدول (۱) با استفاده از رابطه (۱۴)، کسش انتشار آلودگی به صورت زیر می‌باشد.

$$\varepsilon_{HR} = \frac{0/23747}{1 - 0/23747} = 0/31142$$

یعنی با یک درصد افزایش یا کاهش در میزان آلودگی، ۰/۳۱۱۴۲ درصد تولید ناخالص داخلی افزایش و کاهش می‌یابد. یعنی اگر دولت در یک برنامه‌ریزی ۵۰ ساله بخواهد تولید ناخالص داخلی را ۱۰ درصد افزایش دهد، میزان انتشار آلودگی به میزان ۳/۱۱ درصد افزایش خواهد یافت. هم‌چنین بر اساس رابطه (۱۵) قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی برای دوره ۱۳۹۱-۱۳۵۳ به دست می‌آید که در شکل (۲) روند آن نشان داده شده است.

مقایسه بالا نیز برای برنامه‌های اول تا چهارم و سه سال ابتدایی برنامه پنجم توسعه نیز صورت گرفته است. همان‌طور که مشاهده می‌شود اختلاف در برنامه اول ۱/۱۰، برنامه دوم ۱/۰۸، برنامه سوم، ۰/۱۵، برنامه چهارم ۰/۲۰ و برنامه پنجم اختلاف ۰/۲۹ واحد درصدی بین برآورد بهره‌وری سبز اقتصاد ایران و برآورد بهره‌وری بدون حضور متغیر انتشار آلودگی وجود دارد. در جدول (۲)، میزان اختلاف بهره‌وری سبز برآوردی با بهره‌وری محاسباتی در سناریوهای مختلف بدون اثر انتشار آلودگی ارایه شده است. همان‌طور که مشاهده کرد بطور متوسط بهره‌وری سبز میزان کم‌تری از بهره‌وری بدون حضور اثر انتشار آلودگی دارد (جدول ۲).



شکل ۲- برآورد قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی (میلیون ریال در هر تن)

Figure 2- Estimation of pollution emission shadow price (Mil Rials per ton)

(۲)، قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی از ۱/۵۱- میلیون ریال در هر تن در سال ۱۳۵۸ تا ۰/۷۹- میلیون ریال در هر تن در سال ۱۳۹۱ در نوسان بوده است. در طی سال‌های مورد مطالعه دارای میانگین ۱/۰۳- و انحراف معیار ۰/۰۰۳ میلیون ریال در هر تن بوده است. با توجه به محاسبات قیمت سایه‌ای طی سال ۹۱-۱۳۵۸، قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی، ۱/۰۳ میلیون ریال در هر تن بوده است که با فرض هر دلار، ۳۰۰۰۰ ریال، قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی حدود ۳۵ دلار خواهد شد. این مقدار برای کشورهای عضو سازمان همکاری‌ها و توسعه اقتصادی، در

بررسی روند قیمت انتشار آلودگی نشان می‌دهد قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی، روند کاهنده ولی با نوسانی را در طی دوره ۱۳۹۱-۱۳۵۷ داشته است. این روند در طی سال‌های ۱۳۶۹-۱۳۶۳، شتاب بیشتری داشته است اما پس از آن تا سال ۱۳۷۳، روند افزایشی را پیموده است. پس از سال ۱۳۷۷، روند کاهشی قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی ادامه پیدا کرده است و در سال ۱۳۷۹، با مبلغ ۰/۷۴- میلیون ریال در هر تن کم‌ترین قیمت را در طی دوره مورد مطالعه ایجاد کرده است. پس از آن تا سال ۱۳۹۱، روند نسبتاً ثابتی طی شده است. براساس شکل

اقتصاد پیش‌رونده، اجتناب‌ناپذیر است اما با توجه به برآورد کشش انتشار آلودگی، می‌توان حجم و مقدار آن را برای آینده پیش‌بینی کرد. داشتن نگاهی واقعی و دقیق از آنچه در آینده اتفاق می‌افتد، می‌تواند به دولت‌ها کمک کند تا برنامه‌ریزی‌ها و قوانین مناسبی در جهت کنترل و کاهش انتشار آلودگی اجرا نمود. همچنین برآورد قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی به برنامه‌ریزان کمک می‌کند که در محاسبه تولیدات بویژه تولید ملی، آثار مخرب زیست‌محیطی را وارد نمایند و تصویر دقیق‌تری از واقعیت‌های اقتصادی کشور داشته باشند.

در یک جمع‌بندی، بر اساس نتایج تحقیق، لحاظ نمودن آثار زیست‌محیطی بویژه انتشار آلودگی در محاسبه شاخص‌های اقتصادی از جمله بهره‌وری در تدقیق ارزیابی سیاست‌های اجرایی دولت‌ها و برنامه‌ریزان کمک می‌کند بخصوص که در این مطالعه نشان داده شده است که عدم لحاظ آثار زیست‌محیطی موجب بزرگنمایی آثار مثبت سیاست‌های اجرایی مدیران می‌شود که موجب گمراهی آن‌ها خواهد شد. همچنین بر اساس برآورد کشش انتشار آلودگی، می‌توان علاوه بر پیش‌بینی مقدار آتی آن، برنامه‌ریزی‌ها و قوانین مناسبی در جهت کنترل و کاهش انتشار آلودگی اجرا نمود.

منابع

- ۱- بانک مرکزی ایران، «شاخص بهره‌وری اقتصادی ایران ۱۳۷۶-۱۳۸۶»، ۱۳۹۴. <http://www.cbi.ir/datedlist/4274.aspx>.
- ۲- خاوری‌نژاد، ابوالفضل، «شاخص بهره‌وری اقتصاد ایران»، فصلنامه حساب‌های اقتصادی ایران، ۱۳۸۵، جلد ۱، شماره ۱: صفحات ۲۴-۳۹.
- ۳- کمیجانی، اکبر و شاه‌آبادی، ابوالفضل، «بررسی اثر فعالیت‌های R&D داخلی و خارجی (از طریق تجارت خارجی) بر بهره‌وری کل عوامل تولید»، پژوهشنامه بازرگانی، ۱۳۸۰، شماره ۱۸: صفحات ۲۹-۶۵.

سال ۲۰۱۳ از کم‌تر از ۵۰ دلار تا حدود ۵۰۰ دلار برآورد شده است. در ایران شاکری و همکاران (۲۴)، قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی دی‌اکسید کربن را ۸۸/۳۱۳ ریال در هر کیلو برای بخش حمل و نقل طی سال‌های ۸۹-۱۳۷۵ برآورد کرده‌اند و یا اسماعیلی و محسن‌پور (۲۵) قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی اکسیدهای نیتروژن و گوگرد نیروگاه‌های کشور برای سال‌های ۸۴-۱۳۶۰ را به ترتیب ۱۴۹۹۰/۹ و ۱۷۶۷۸/۳ ریال برآورد کرده‌اند. البته آنچه مشهود است این است که قیمت سایه‌ای انتشار آلودگی با افزایش درآمد خالص داخلی رابطه‌ای مستقیم دارد و هر کشوری که سطح درآمدی و در نتیجه سطح توسعه‌یافتگی آن بیش‌تر است دارد، دارای قیمت سایه‌ای بالاتری برای انتشار آلودگی است.

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه، رشد بهره‌وری سبز برای دوره ۹۱-۱۳۵۸ بطور متوسط ۱/۲۸- درصد بوده است که بدون حضور اثر انتشار آلودگی برابر ۱/۰۲- درصد خواهد بود. بنابراین بدون حضور آثار انتشار آلودگی، بهره‌وری بطور متوسط ۰/۲۶ واحد درصد، بیش‌تر برآورد می‌شود. این به معنی آن است برآورد بهره‌وری بدون در نظر گرفتن آثار زیست‌محیطی موجب می‌گردد که اولاً برآورد نادرستی از شاخص بهره‌وری بدست آید که این امر، ارزیابی سیاست‌های اجرایی برنامه‌ریزان، سیاست‌گذاران و دولت‌ها مخدوش می‌نماید. ثانیاً با توجه به اینکه اغلب، مقدار بهره‌وری بدون وجود آثار زیست‌محیطی، بیشتر از بهره‌وری سبز برآورد می‌شود، عدم حضور متغیر انتشار آلودگی در محاسبه بهره‌وری موجب می‌گردد که برنامه‌ریزان سیاست‌اجرایی را خود را موفق‌تر احساس کنند و بر ادامه آن اصرار ورزند که این مسئله موجب افزایش آلودگی و آثار مخرب زیست‌محیطی می‌شود. بنابراین پیشنهاد می‌گردد سازمان‌های متولی برآورد بهره‌وری، در برآورد بهره‌وری کشور، آثار زیست‌محیطی را لحاظ نمایند و ارزیابی بهره‌وری سبز را در دستور کار خود قرار دهند. برآورد کشش انتشار آلودگی نشان می‌دهد که افزایش تولیدات کشور، افزایش انتشار آلودگی را در پی خواهد داشت. بنابراین، افزایش انتشار آلودگی در کشوری با

- خودروسازی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها»، نشریه علمی پژوهشی مدیریت فردا، ۱۳۸۹، شماره ۲۵، صفحات ۹۷-۱۰۸.
- 12- Brandt, N., Schreyer, P. & Zipperer, V., 2013. Productivity measurement with natural capital, s.l.: OECD Economics Department Working Papers.
- 13- Brandt, N., Schreyer, P. & Zipperer, V., 2014. Productivity Measurement with Natural Capital and Bad Outputs, Paris: OECD Publishing
- 14- Dang, T. & Mourougane, A., 2014. Adjusting Productivity for Pollution in Selected Asian Economies, Paris: OECD Publishing.
- 15- Aiken, D. & Pasurka, C. J., 2003. Adjusting the Measurement of US Manufacturing Productivity for Air Pollution Emissions Control. Resource and Energy Economics, Volume 25, pp. 329-351.
- 16- Cuesta, R. A., Knox Lovell, C. A. & Zofio, J. L., 2009. Environmental Efficiency Measurement with Translog Distance Functions: A parametric Approach. Ecological Economics, Volume 68, pp. 2232-2242.
- 17- Färe, R., Grosskopf, S., Knox Lovell, C. & Yaisawarng, S., 1993. Derivation of Shadow Prices for Undesirable Outputs: A Distance Function Approach. The Review of Economics and Statistics, 75(2), pp. 374-380.
- 18- Solow, R., 1957. Technical change and aggregate production function. The Review of Economic and Statistics, 5(3), pp. 312-320.
- ۱۹- بانک مرکزی ج.ا. ایران، «موجودی سرمایه ایران <http://www.cbi.ir/showitem/12007.aspx>»، ۱۳۹۴، ۱۳۵۳-۱۳۹۱.
- ۴- مقدم تبریزی، ناهید و ولی‌زاده زنوز، پروین، «بررسی بهره‌وری در اقتصاد ایران»، مجله روند، ۱۳۸۵، شماره ۴۹: صفحات ۱۵-۴۱.
- ۵- نائبی، حمید رضا، ابراهیمی، رضا و آزادگان، علی اصغر، «اندازه‌گیری و تحلیل عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری کل عوامل در اقتصاد ایران با استفاده از روش باقیمانده‌ی سولو»، نشریه علوم اقتصادی، ۱۳۸۹، جلد ۹، شماره ۱: صفحات ۱۲۱-۱۴۰.
- ۶- سازمان ملی بهره‌وری ایران، «آمازنامه شاخص بهره‌وری، ۱۳۷۷-۱۳۹۲»، ۱۳۹۴، <http://nipo.spac.ir/Portal/Home/ShowPage.aspx>
- ۷- حسینی، سیدصدفدر، شهبازی، حبیب و عباسی‌فر، اکرم، «بررسی اثر سرریز تحقیقات بر بهره‌وری (مطالعه موردی بخش کشاورزی ایران)»، مدیریت بهره‌وری، ۱۳۹۴، شماره ۳۳: صفحات ۴۷-۷۶.
- ۸- حکیمی‌پور، نادر، عوضعلیپور، محمدصادق و قائمی، ذبیح‌الله، «ارزیابی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولیدی صنایع بزرگ در استانهای ایران با استفاده از شاخص مالکوکویست»، مجله پژوهش‌های مدیریت عمومی، ۱۳۹۱، شماره ۱۵: صفحات ۱۳۵-۱۶۱.
- ۹- امیرتیموری، سمیه، خلیلیان، صادق، «رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش‌های مهم اقتصاد ایران طی برنامه‌های اول، دوم و سوم توسعه»، مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۳۸۹، شماره ۷۱: صفحات ۱۶۲-۱۴۱.
- ۱۰- سلامی، حبیب اله و شهبازی، حبیب، «اندازه‌گیری و تجزیه رشد بهره‌وری تولید گندم آبی کشور: مقایسه روش‌های روند زمانی، شاخص عمومی و شاخص دیویژیا»، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۱۳۸۹، جلد ۴۱، شماره ۲: صفحات ۱۲۵-۱۳۷.
- ۱۱- نصر اصفهانی، محمد، و رضوی، سید عبدالله، «بررسی و مقایسه کارایی و بهره‌وری شرکتهای

۲۴- شاکری، عباس، موسوی، میرحسین و صفرزاده، قادر، «برآورد قیمت سایه ای آلاینده های زیست محیطی ناشی از مصرف سوخت دربخش حمل و نقل با استفاده از تابع تصادفی مسافت»، اولین کنفرانس ملی زیر ساختهای حمل و نقل، تهران، پژوهشکده حمل و نقل، دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۹۲.

۲۵- اسماعیلی، عبدالکریم و محسن پور، رباب «محاسبه شاخص بهره‌وری نیروگاه‌های کشور با ملاحظات زیست‌محیطی»، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۳۹۴، جلد ۱۰، شماره ۴، صفحات ۶۹-۸۶.

۲۰- بانک مرکزی ایران، «گزارش تولید ملی به قیمت جاری ۱۳۳۸-۱۳۹۱»، ۱۳۹۴، <http://www.cbi.ir/simplelist/5796.aspx>.

21-World bank, 2015. World Development Indicators. [Online], Available at: <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>, [Accessed 28 July 2015].

۲۲- تهمی پور، مرتضی، شاهمرادی، منوچهر، «اندازه‌گیری رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی و بررسی سهم آن از رشد ارزش افزوده»، فصلنامه اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۱۳۸۶، شماره ۱۵: صفحات ۳۱۷-۳۳۲.

۲۳- امینی، علیرضا، «اندازه‌گیری و تحلیل روند بهره‌وری به تفکیک بخش‌های اقتصادی ایران»، فصلنامه برنامه‌ریزی و بودجه، ۱۳۸۳، شماره ۷۳: ۹۳-۱۱۰.