GNPسبز و روش‌های محاسبه آن[1]

لطفعلی عاقلی[2] حسین صادقی[3]

چکیده

در این مقاله ، ضمن اشاره به نقایص سیستم حساب‌های ملی (SNA) در توجه به محیط زیست و منابع طبیعی و با ذکر مطالعات تجربی از احتساب استهلاک منابع طبیعی در حساب‌های ملی، اهمیت برهم‌کنش محیط زیست و اقتصاد مورد توجه قرار می‌گیرد. سپس با ارائه یک مدل کینزی، روند GNP سبز نشان داده می‌شود. GNP سبز (ENP) عبارت است از:

$ENP=GNP-D_m(t)-D_n(t)$

که Dها استهلاک منابع هستند. برای محاسبه استهلاک، تعدیل هارتویک در سه سطح (منابع پایان‌پذیر، منابع پایان‌ناپذیر و آلودگی‌ها) ارایه می‌شود. در نهایت روش‌های کاربردی سنجش استهلاک منابع طبیعی مطرح می‌گردد و با برآورد این استهلاک، از GNP متعارف به GNP سبز می‌رسیم.

واژه‌های کلیدی: *حساب‌های ملی، ENP (GNP سبز)، استهلاک منابع طبیعی، محیط زیست.*

---

[1] - تاریخ دریافت: ٨٠/١١/٣ تاریخ تصویب نهایی: ٨١/٧/٢٩

[2] - دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس

[3] - عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

حساب‌های ملی شامل برآورد ارزش کالاها و خدمات تولید شده در اقتصاد در دوره زمانی مشخص (ارزش افزوده) و یا ارزش درآمدهای به‌دست آمده در تولید آن کالاها یا خدمات (توزیع درآمد) و یا ارزش مخرج صرف شده روی مصرف یا سرمایه‌گذاری آنها (مخارج) است. فعالیت‌های مندرج در حساب‌های ملی بیشتر محدود به معاملات بازاری می‌شود. مجموعه ارزش کالاها و خدمات نهایی تولید شده به وسیله عوامل تولید مقیم یک کشور، خواه در داخل کشور یا در کشورهای دیگر تولید شده باشد تولید ناخالص ملی نامیده می‌شود. تولید ناخالص ملی را می‌توان مجموع تولید ناخالص داخلی و کلیه درآمدهای حاصل از عوامل تولید داخلی در خارج منهای کلیه پرداخت‌ها به عوامل خارجی شاغل در کشور دانست (کردبچه، ۱۳۷۸)، لذا اگر خالص درآمد عوامل تولید از خارج را با Fy و تولید ناخالص داخلی را با GDP نشان دهیم خواهیم داشت:

$$GNP=GD+Fy \quad (1)$$ [1]

نرخ رشد GNP (GDP) به عنوان معیار پیشرفت اقتصادی برمبنای حساب‌های ملی برآورد می‌شود. از زمان اولین انتشار این حساب‌ها حدود ۶۰ سال می‌گذرد. سیستم حساب‌های SNA فعلی، الگوی کلان‌کینزی رامنعکس می‌سازد و متغیرهای کلان تحلیل کینزی شامل مصرف، سرمایه‌گذاری و پس‌انداز در این سیستم تعریف و ارزیابی می‌شوند.

چارچوب حساب‌های ملی در توجه به منابع طبیعی و محیط زیست از سه نقص برخوردار است:

اول حساب‌های ملی، استهلاک سرمایه‌های ساخت انسان[2] شامل تجهیزات و ماشین‌آلات را ثبت می‌کنند ولی از انواع دیگر سرمایه به ویژه سرمایه طبیعی شامل آب، خاک، هوا، منابع تجدیدناپذیر، حیات‌وحش و مانند آنها صرف‌نظر می‌کنند.

دوم محیط زیست و منابع طبیعی در ترازنامه‌ها نیستند.

سوم خسارات زیست‌محیطی[3] (با عنوان تخریب محیط زیست) در محاسبه درآمد ملی به حساب نمی‌آیند.

به این ترتیب، سیستم فعلی حساب‌های ملی نمی‌تواند تاثیر تحولات زیست‌محیطی را روی رفاه یا درآمد اندازه بگیرد (لوتز، ۱۹۹۳). با احتساب محیط زیست و یا سبزکردن حساب‌های ملی، تعبیر ما از حساب‌های ملی متعارف تعدیل می‌شود و از GNP به GNP سبز می‌رسیم.

موضوع تعدیل حساب‌های ملی برای دخالت دادن بحث توسعه پایدار و محاسبه GNP سبز در ادبیات اقتصادی مورد توجه قرار گرفته است (هارتویک، ۱۹۹۰)، (وایتزمن ۱۹۷۶)، (سولر ۱۹۸۶)، (احمد و همکاران، ۱۹۸۹) و (لوتز ۱۹۹۳).

با استفاده از داده‌های بخش نفت و جنگل‌داری،حساب‌های ملی اندونزی تعدیل شده و افت و ذخایر نفتی، فرسایش شدید خاک و پوشش جنگلی مورد بررسی قرار گرفته است. نتیجه این‌که نرخ رشد تولید خالص ملی (برحسب تعدیل زیست‌محیطی) معادل ۴ درصد بوده در حالی‌که رشد GNP در فاصله ۸۴-۱۹۷۱ برابر ۷/۱ درصد بوده است. (رپتو و همکاران، ۱۹۸۹ و ۱۹۸۷).

در کارستاریکا، مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که افزایش مقدار جنگل‌زدایی، فرسایش خاک و تاثیر روی شیلات سالانه حدود ۵ درصد از GNP کاهش می‌دهد. همچنین استهلاک منابع طبیعی از ۲۶ درصد تشکیل سرمایه ناخالص در ۱۹۷۰ به ۳۹ درصد در ۱۹۸۹ افزایش نشان می‌دهد. چارچوب متعارف حساب‌های ملی تشکیل سرمایه ناخالص واقعی را تا ۷۰ درصد بیش از حد واقعی برآورد کرده بود (رپتو، ۱۹۹۳).

در زیمباوه، در فاصله ۷۸-۱۹۷۴ از الگوی وابستگی به منابع به خاطر تخریب زیست‌محیطی به نحوی تغییر کرد که سهم بخش معدن از GNP از ۷/۶ درصد تا ۵/۵ درصد سقوط کرد و سهم بخش کشاورزی به زیر ۱۰/۹ درصد افت کرد. برداشت هیزم در این فاصله حدود ۳ میلیون تن کاهش نشان داد (آجر، ۱۹۹۳).

درحالی‌که GNP حقیقی سرانه آمریکا در طی ۹۰-۱۹۵۰ به طور یکنواختی رشد داشته است شاخص رفاه اقتصادی پایدار روی مسیر با شیب کم قرار گرفته است (دالی و کاب، ۱۹۹۰).

محیط زیست و اقتصاد بر هم کنش دارند. ناتوانی در سیاستگزاری محیط زیست و توسعه منجر به نادیده انگاشتن این بر هم کنش می‌شود. اقتصاددانان محیط زیست و محیط زیست‌گرایان برای ارزیابی این کنش و واکنش متقابل، ابزارهای تحلیلی خاص خود را دارند. اقتصاددانان محیط زیست کالاها و خدمات زیست‌محیطی کمیاب را وارد نظام ارزشگذاری پولی می‌نمایند. به پیشنهاد آنها، عملکردهای زیست‌محیطی مشابه کالاهایی است که قابل تبدیل به پول است. در مقابل محیط

---

[1] -این فرمول از کردبچه (۱۳۷۸) اخذ شده است.

[2] - Man-made Capital

[3] - Environmental degradation

زیست‌گرایان با کالابودن محیط زیست مخالفند. برای اینها محیط زیست یک میراث تقسیم‌ناپذیر ملی و جهانی است.

محیط زیست طبیعی به عنوان موجودی سرمایه تلقی می‌شود برای تمیز این سرمایه از سرمایه ساخت انسان، سرمایه طبیعی و محیط زیست مفهوم یکسانی دارند. می‌دانیم کالاهای سرمایه‌ای از دیگر کالاها در دو بعد متمایز هستند: اول: آنها با دوام بوده دوم: جریانی از خدمات طی زمان ارائه می‌کنند. سرمایه زیست‌محیطی هم‌چنین است. خدمات زیست‌محیطی سه دسته‌اند:

الف- تدارک مواد خام، از هوا گرفته تا مواد معدنی؛

ب- مخزنی برای جذب ضایعات و آلودگی‌ها؛

ج-آثار زیبایی شناختی مثل منظرها (مناظر)، تفرج‌گاه‌ها و...

ارزشگذاری منابع طبیعی دارایی‌های ساخت انسان متفاوت است. دارایی‌های ساخت انسان (Km) مانند ساختمان‌ها و تجهیزات و ماشین‌الات به عنوان سرمایه مولد ارزیابی شده و از طریق استهلاک، ارزش آنها کم می‌شود. منابع طبیعی به این صورت ارزیابی نمی‌شوند. چون ارزش حقیقی طبیعت قابل بیان به پول نیست شاخص‌های فیزیکی یا شاخص‌های کیفیت زندگی، توسعه انسانی یا توسعه پایدار معرفی شده‌اند. این شاخص‌ها برای افزایش کارایی سیاستگزاری زیست‌محیطی باید به آستانه‌های زیست‌محیطی یا ظرفیت‌های نگهداشت محیط ارتباط داده شوند.

تصور غلط مرسوم این است که منابع طبیعی به خاطر وفور ارزش نهایی ندارند. از سوی دیگر منابع طبیعی (هدایای طبیعت) تلقی می‌شوند. درحالی‌که چنین نیست و به همان دلیل که ماشین مستلهک می‌شود مثلا خاک‌ها هم مستهلک می‌شوند. به این ترتیب، نرخ‌های سریع‌تر رشد اقتصادی به قیمت بهره‌برداری شدید از منابع طبیعی تمام می‌شود.

نتیجه طبقه‌بندی دوگانه در سنجش و تحلیل برهم‌کنش محیط زیست و کارکردهای اقتصادی، رشد و توسعه است. این طبقه‌بندی دو دیدگاه از نقش محیط زیست در رابطه با پایداری فعالیت‌های اقتصادی مطرح می‌سازد: از یک طرف پایداری اقتصادی به منظور حفظ بلندمدت تولید اقتصادی، درآمد یا مصرف از طریق حفظ سرمایه طبیعی (K_n) و سرمایه تولید شده (K_p) است. از طرف دیگر پایداری زیست‌محیطی به معنی مدیریت بهینه منابع محیط‌زیست طی توسعه است و ارتباط بین کیفیت زیست‌محیطی و فعالیت اقتصادی پایدار را نشان می‌دهد. توسعه پایدار زیست‌محیطی سطحی از فعالیت اقتصادی است که کیفیت زیست‌محیطی را دست نخورده باقی بگذارد (بارتلموس، ۱۹۹۹).

با بسط سرمایه‌ها به دارایی‌های طبیعی تولید شده، زمین، خاک، مواد معدنی، جنگل‌ها، آب، ماهی و به‌طور کلی محیط‌زیست، مفهوم پایداری عملکرد اقتصادی قابل تعریف است. پایداری فعالیت اقتصادی برحسب حفظ سرمایه طبیعی تولید نشده و سرمایه تولید شده به‌کار رفته در تولید کالاها و خدمات قابل تغییر است. قیمت‌گذاری سرمایه طبیعی تولید نشده در حساب‌های ملی، تولید ناخالص ملی زیست‌محیطی شده (ENP) یا GNP سبز را می‌دهد. روند صعودی ENP پایداری رشد اقتصادی را نشان می‌دهد. رشد اقتصادی پایدار به مفهوم ENP غیرکاهنده است. روند تخلیه و تخریب منابع از طریق پیشرفت فناوری، جانشینی عوامل تولید، اکتشاف منابع طبیعی و تغییر در الگوهای مصرف و تولید تعدیل می‌شود. GNP سبز در واقع GNP تعدیل شده بر مبنای دارایی‌های زیست‌محیطی است.

مواد و روش‌ها

حساب‌های استهلاک بیانگر این واقعیت هستند که اگر موجودی سرمایه حفظ و جایگزین نشود امکانات مصرف آینده افت خواهد کرد. اگر ترازنامه کشور در دو مقطع زمانی نشان‌دهنده تخلیه یک دارایی باشند حساب‌های درآمد و تولید برای سال‌های مورد بررسی نشان‌دهنده مصرف سرمایه (استهلاک) خواهد بود. (تامپاپیالی و همکاران، ۱۹۹۷).

اگر استهلاک سرمایه‌های ساخت انسان را با D_m و استهلاک سرمایه زیست‌محیطی (طبیعی) را با D_n نشان دهیم GNP سبز به صورت $GNP-D_m-D_n$ قابل تعریف است:

$$\text{Gneen GNP}=GNP-D_m-D_n \quad (۲)^{۱}$$

GNP سبز در واقع در آمد پایدار را نشان می‌دهد. طبق تعاریف کینز و هاتلینگ از درآمد دایمی یک کالای سرمایه‌ای، درآمد ملی پایدار است اگر:

- هیچ کاهشی در موجودی سرمایه زیست‌محیطی (طبیعی) نباشد.

- ارزش استهلاک زیست‌محیطی کمتر از فایده ایجاد شده به‌وسیله موجودی سرمایه زیست‌محیطی (طبیعی) باشد. اگر تمام مواهب طبیعی از دست رفته به وسیله سرمایه‌گذاری احیا

---

۱ -منبع فرمول‌های ۱۰-۲ تامپاپیالی وهمکاران(۱۹۹۷) است.

شود و فواید مثبت استهلاک ایجادکند یک ایستایی خواهیم داشت. درآمد پایدار اختلاف بین فایده اقتصادی ($GNP-D_m$) و استهلاک سرمایه طبیعی (D_n) است:

$$ENP=Y(t)=GNP(t)-D_m(t)-D_n(t) \quad (۳)$$

GNP تولید ناخالص ملی و ENP تولید ناخالص زیست‌محیطی است.

در این صورت داریم:

$$GNP(t)-D_m(t)=\alpha(t)+\beta(t)Y(t) \quad (۴)$$

Y درآمد ملی و α و β پارامترها را نشان می‌دهند.

درواقع اگر تابع مصرف را به شکل زیر نمایش دهیم:

$$(t)=C_0(t)+\beta(t)\,Y(t) \quad (۵)$$

C تابع مصرف را نشان می‌دهد و C_0 پارامتر مصرف مستقل است.

خواهیم داشت:

$$GNP(t)-D_m(t)=C_0(t)+\beta(t)Y(t)+ig(t)-D_m(t)+G(t)+(X-M)(t) \quad (۶)$$

ig سرمایه‌گذاری ناخالص، G مخرج دولتی، X صادرات و M واردات را نشان می‌دهد.

به این ترتیب از مقایسه روابط (۴)، (۵) و (۶) معلوم می‌شود که:

$$\alpha(t)=C_0(t)+G(t)+i^n(t)+(X-M)(t) \quad (۷)$$

که در آن: $\beta(t),\ i^n(t)=ig(t)-D_m(t)$

حال اگر به‌طور کلی $Dn(t)=F[GNP(t)-D_m(t)]$ باشد که $F>0$ و $F'>0$ ، می‌توان به عنوان مثال شکل تبعی زیر را درنظر گرفت:

$$D_n(t)=e^{\gamma}(t)(GNP(t)-D_m(t))=e^{\gamma}(t)[\alpha(t)+\beta(t)Y(t)] \quad (۸)$$

γ ضریبی است که در قسمت بعد تعریف شده است.

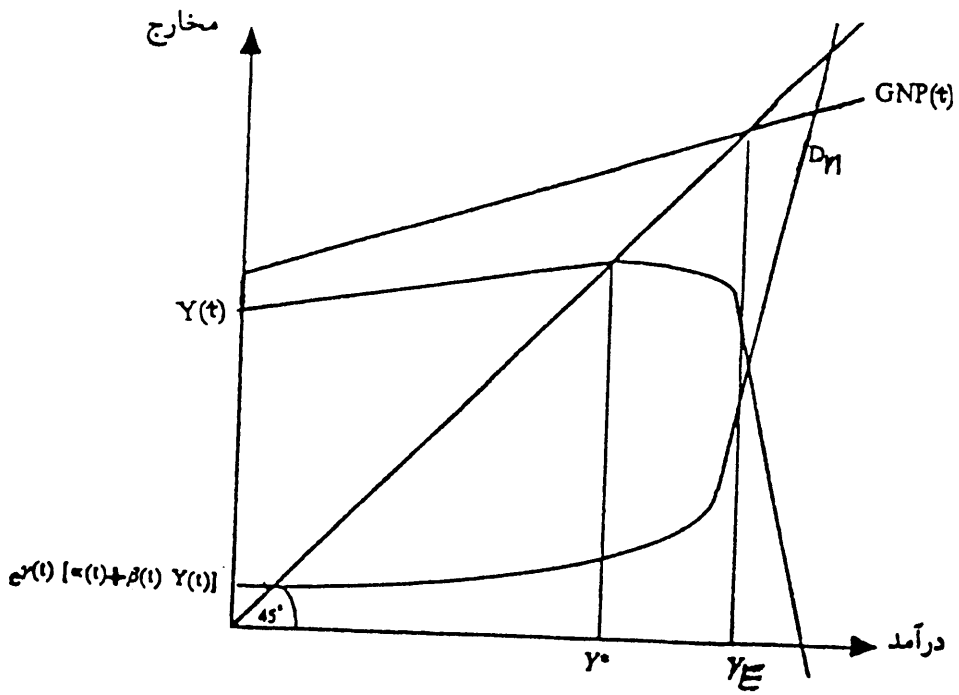
در نتیجه:

$$\gamma(t)=\frac{LnD_n(t)}{GNP(t)-D_m(t)} \quad (۹)$$

به این ترتیب:

$$Y(t)=\alpha(t)+\beta(t)\,Y-e^{\gamma}(t)[\alpha(t)+\beta(t)\,Y(t) \quad (۱۰)$$

از نظر نموداری، روابط مذکور را در شکل ۱ می‌توان ملاحظه کرد.



شکل ۱- درآمد پایدار در یک مدل کینزی

نحوه محاسبه D_n در سه سطح توسط هارتویک (۱۹۹۰) نشان داده شده است.

الف- منابع پایان‌پذیر: برای این منابع در هر دوره باید رانت‌های هاتلینگ استخراج منابع طبیعی را از NNP کسر کرد. فرض می‌شود تمام نهاده‌ها به قیمت سایه‌ای ارزیابی می‌شوند.

اگر C مصرف کل، K موجودی سرمایه ساخت انسان S, (Km) موجودی منابع تجدیدناپذیر، R میزان استخراج جاری از L,S= نیروی کار (با نرخ رشد n)، U= مطلوبیت، r= نرخ تنزیل باشد مسئله اقتصادی، حداکثرکردن تابع مطلوبیت تنزیل شده مصرف است.

$$\text{Max} \int U(C)e^{-rt}dt \qquad (۱۱)^{۱}$$

$$\text{S.t.} \overset{0}{K} = F(K,L,R) - Cf(R,S), \overset{0}{S} = -R \qquad (۱۲)$$

$\overset{0}{S}$ تغییر در S را نشان می‌دهد. F(..) تابع تولید کل است f(..) هزینه استخراج منابع پایان‌پذیر است. معادله اول در (۱۲) می‌گوید که نرخ تغییر در موجودی سرمایه ساخت انسان یعنی $\overset{0}{K}$ برابر تابع تولید منهای مصرف منهای هزینه استخراج منابع است. معادله دوم بیان می‌کند که نرخ تغییر در موجودی منابع تجدیدناپذیر یعنی S مساوی با تولید سالیانه R است (رشدی در کار نبوده و اکتشاف جدیدی نیست). تعدیل GNP به نام ENP از دید هارتویک چنین است:

(۱۳)

$$ENP = C + \overset{0}{K} - [F_R - f_R]R = GNP - D_m - [F_R - f_R]R$$

که F_R، ارزش تولید نهایی (قیمت) و f_R هزینه نهایی استخراج است. عبارت داخل کروشه رانت هاتلینگ است و روش صحیح محاسبه مقدار کاهش از $GNP-D_m$ است. اگر به جای هزینه نهایی، هزینه متوسط در دسترس باشد با فرض این‌که منطقه اقتصادی جای است که MC>AC (هزینه نهایی بیش از هزینه متوسط است)، در این صورت ENP (GNP سبز) کمتر از حد برآورد خواهد شد.

ب- منابع تجدیدپذیر: در مورد این منابع رشد توده زنده تابع اندازه جمعیت و نرخ برداشت (H) است. هارتویک منابع تجدیدپذیر را با دخالت دادن یک جمله در تابع مطلوبیت معرفی می‌کند و تابع مطلوبیت را به صورت U=U(C,E) می‌نویسد که E ماهی است. تابه هزینه ماهیگیری هم F(E,Z) است که Z موجودی ماهی است. در این صورت:

$$\overset{0}{K} = F(K,L) - C - f(E,Z) \qquad (۱۴)$$

$$\overset{0}{Z} = g(Z) - E \qquad (۱۵)$$

که g(z) تابع رشد طبیعی است. اگر برداشت بیش از نرخ رشد باشد g(z)<E آنگاه $\overset{0}{Z} =< 0$. کسر بهینه هارتویک در مورد این منابع عبارت است از:

$$ENP = NNP - (\frac{UE}{UC} - f_E)\overset{0}{Z} \qquad (۱۶)$$

یعنی تغییر در موجودی ماهی (Z) با جمله داخل پرانتز ارزش‌گذاری می‌شود: در واقع جمله داخل پرانتز نسبت مطلوبیت‌های نهایی (قیمت‌های رقابتی) منهای هزینه‌های نهایی ماهیگیری است. اگر $\overset{0}{Z} < 0$ باشد بر NNP افزوده می‌شود و اگر $\overset{0}{Z} > 0$ از NNP کسر می‌شود.

در رابطه (۱۶) بایستی تمام متغیرها در سطح بهینه اجتماعی محاسبه شوند و اگر صید ماهیان با نرخ رشد سالانه صورت پذیرد هیچ تعدیلی برای NNP لازم نیست چون $\overset{0}{Z} = 0$.

ج- آلودگی‌ها: آلودگی به صورت یک موجودی که آثار منفی روی تولید اعمال می‌کند مدل‌بندی می‌شود و تولید بر این موجودی می‌افزاید:

$$\overset{0}{X} = -bx + \gamma F(K,L,X) \qquad (۱۷)$$

در اینجا آلودگی (یعنی X)، با نرخ طبیعی b منتشر می‌شود و به تولید با نسبت γ افزوده می‌شود. اگر b=0 باشد ظرفیت جذب آلودگی صفر است. اگر آلودگی با کاهش تولید کم شود تعدیل NNP چنین است:

$$ENP = NNP - V.\overset{0}{X} \qquad (۱۸)$$

که در آن:

$$V = \frac{\overset{0}{U}_{cl}/U_c + \rho - F}{\gamma F_k} \qquad (۱۹)$$

این عبارت، ارزش بازدهی آلودگی را برحسب بازدهی سرمایه در اقتصاد نشان می‌دهد. به علاوه اگر آلودگی مستقیم با تابع هزینه f(b) مجاز باشد تعدیل ساده‌تر چنین است:

$$ENP = NNP - \frac{\sigma f(b)}{\sigma x}.\overset{0}{X} \qquad (۲۰)$$

---

[۱] -منبع فرمول‌های ۲۰-۱۱ هارتویک (۱۹۹۰) می‌باشد.

جزء دوم رابطه فوق تغییر در موجودی آلودگی (مقدار کاهش آلودگی) ضربدر هزینه نهایی کنترل آلودگی است.

دو روش اصلی برای ارزیابی استهلاک منابع طبیعی گسترش یافته است:

الف- روش ارزش فعلی رانت‌های آینده مربوط به منبع؛

ب- قیمت خالص یا رانت در واحد منابع ضربدر تغییرات در موجود منبع.

در روش ارزش فعلی، تمام رانت‌های انتظاری آینده مربوط به یک منبع (مثلا، جنگل، شیلات و...) محاسبه می‌شود. اگر P قیمت محصول، q مقدار برداشت و TC کل هزینه‌ها باشد آنگاه رانت Π به این صورت بیان می‌شود:

$$\Pi_t = P_t q_t - TC_t \qquad (۲۱)$$ [1]

ارزش فعلی رانت‌های انتظاری در صورتی که افق بی‌نهایت برای تصمیم‌گیری قایل شویم عبارت است از:

$$V_t = \frac{\Pi_t}{r} \qquad (۲۲)$$ [2]

که r نرخ تنزیل اجتماعی است. تغییر در ارزش فعلی منبع بین دوره‌های t و t-1، ارزش تغییر خالص در موجودی منبع و یا به عبارت دیگر استهلاک است:

$$V_t - V_{t-1} = \frac{\Pi_t - \Pi_{t-1}}{r} \qquad (۲۳)$$

لذا تغییر ارزش فعلی رانت‌ها ($\Delta V = V_t - V_{t-1}$) بیانگر استهلاک منبع طبیعی است.

یکی از رویکردهای روش ارزش فعلی، روش الصرافی می‌باشد. این روش را الصرافی (۱۹۸۹) ابداع کرده است. با فرض این‌که P قیمت منبع، AC هزینه استخراج، R مقدار منبع استخراج شده، r نرخ تنزیل و n تعداد سال‌های باقیمانده از عمر یک منبع پایان‌پذیر باشد آنگاه ارزش فعلی کل رانت‌های منبع RR=(P-AC)R مساوی است با:

$$\sum_{n=0}^{n} \frac{RR}{(1+i)^n} = \frac{RR[1-(1.1+r)^{n+1}]}{1-(1.1+r)} \qquad (۲۴)$$ [3]

درآمد پایدار (S) بنا به تعریف الصرافی، بخشی از رانت منبع است که اگر به‌طور نامتناهی دریافت شود یک ارزش فعلی دقیقا مساوی با ارزش فعلی جریان رانت منبع در طول عمر آن خواهد داشت:

$$\sum_{i=0}^{\infty} \frac{SI}{(1+r)^n} = \frac{SI(1+r)}{r} = \frac{SI}{1-(1.1+r)} \qquad (۲۵)$$

اگر روابط (۲۴) و (۲۵) مساوی هم فرض شوند:

$$SI = RR[1 - \frac{1}{(1+r)^{n+1}}] \qquad (۲۶)$$

و هزینه‌های استعمال نشان‌دهنده استهلاک موجودی منبع خواهند بود:

$$RR - SI = RR\frac{1}{(1+r)^{n+1}} = (P-AC)R.\frac{1}{(1+r)^{n+1}} \qquad (۲۷)$$

معمولا r>0 و n>0 لذا هزینه‌های استعمال جزیی از کل رانت منبع (P-AC)R خواهند شد. اگر نرخ تنزیل را بالا بگیریم هزینه استعمال پایین آمده و استهلاک کم خواهد شد.

روش دوم که بنام روش قیمت خالص (Net Price) معروف شده است ابداع رپتو و همکاران (۱۹۸۹) می‌باشد. در این روش رانت خالص، هزینه تولید تلقی می‌شود. رانت در واحد کمیت استخراج شده و فروش رفته سالانه با نرخ بهره (به خاطر افزایش کمیابی) منبع افزایش می‌یابد (WRI، ۱۹۹۱). درآمد فزاینده ناشی از فروش یک واحد، اثر عامل تنزیل را خنثی می‌کند. ارزش یک منبع معدنی چنین می‌باشد:

$$P_{t-1} = P(1+i) \qquad (۲۸)$$ [4]

که P رانت در واحد مقدار استخراج شده (رانت متوسط) در سال است. در این صورت ارزش فعلی قیمت‌های خالص (R_t) عبارت است از:

$$V_t = R_t + (\frac{1}{1+i})R_{t+1} + ... \frac{1}{(1+i)^n}R_{t+n} + ... \qquad (۲۹)$$

به عبارت دیگر:

$$V_t = P_tQ_t + \frac{1}{1+i}Q_{t+1} \times P_t(1+i) + ... \frac{1}{(1+i)^n}Q_{t+n} \times P_t(1+i)^n + ... \qquad (۳۰)$$

$$V_{t+1} = (Q_t + Q_{t+1} + ... + Q_{t+n})P_t = QP_t \qquad (۳۱)$$

$$V_{t+1} - V_t = (Q - Q_t)P_t(1+i) - QP_t \qquad (۳۲)$$

---

[1] - از تعریف رانت به دست آمده است.

[2] -از تعریف رانت به دست آمده است.

[3] - فرمول‌های۲۴-۲۷ از الصرافی (۱۹۸۹) اخذ شده است.

[4] - فرمول‌های۲۸-۳۲ از رپتو و همکاران (۱۹۸۹) اخذ شده‌اند.

رابطه ۳۲ نشان‌دهنده ارزش استهلاک است. در روابط مذکور Q و Q_t به ترتیب کل مقدار منبع در سال t (کل ذخایر) و میزان منبع استخراج شده در زمان t است.

نتایج

نفت، گاز و زغال‌سنگ از منابع اساسی پایان‌پذیر محسوب می‌شوند و آب، جنگل‌ها و مراتع، شیلات و امثال آنها جزو منابع تجدیدپذیر تلقی می‌شوند. خاک و سیستم‌های اکولوژیک نیز در ردیف منابع نیمه تجدیدپذیر قرار می‌گیرند.

چنانچه نفت با روند تصاعدی استخراج شده و صادر شود و در صورتی که اکتشافات جدیدی اتفاق نیفتد به دلیل ویژگی پایان‌پذیری، نسل آینده دچار خسران خواهند شد. محاسبه GNP سبز با استفاده از داده‌های استهلاک در بخش نفت و گاز و زغال‌سنگ امکان‌پذیر می‌باشد. در واقع این منابع، در ردیف سرمایه‌های طبیعی تجدیدناپذیر قرار دارند و مقدار استهلاک آنها از دید هاتلینگ، رانت مربوط به استخراج می‌باشد.

داده‌های قیمت، تولید (استخراج) و هزینه متوسط (به جای هزینه نهایی) محاسبه رانت را میسر می‌سازد.

جنگل‌ها و مراتع نقش‌های متفاوتی شامل تلطیف هوا، جلوگیری از فرسایش خاک و زیستگاه حیات‌وحش ایفا می‌کنند، از نظر اقتصادی، غیر از منافع مستقیم جنگل‌ها، تثبیت دی‌اکسیدکربن و تامین اکسیژن بسیار حیاتی است. نتیجه تخریب جنگل‌ها و مراتع خود را به شکل فرسایش خاک، جمع‌شدن رسوبات پشت سدها و وقوع سیلاب‌های مهم نمایان می‌کند. الگوهایی وجود دارد که مقدار استهلاک منابع جنگلی را هم به حساب می‌آورد (کیرنز ۲۰۰۱). محاسبه ارزش اقتصادی آب‌های از جریان اقتصادی خارج شده در واقع استهلاک در بخش شیلات قابل محاسبه است و گامی به سوی تخمین GNP سبز می‌باشد.

خاک هم از منابع نیمه تجدیدپذیر و محیطی به شمار می‌آید. پوشش گیاهی در واقع مبتنی بر خاک است، حفاظت خاک از دو بعد فرسایش و آلودگی بررسی می‌شود. تشکیل یک سانتی‌متر خاک زراعی، بسته به شرایط بین ۱۰۰ تا ۷۰۰ سال طول می‌کشد. فرسایش خاک که در واقع حاصل از بین رفتن پوشش گیاهی است، تعادل زیست‌محیطی را به‌هم زده و از سوی دیگر سیلاب‌های مخرب را به‌دنبال دارد. محاسبه ارزش اقتصادی فرسایش خاک در واقع استهلاک خاک را تشکیل می‌دهد و یکی دیگر از اجزای GNP سبز را به حساب می‌آورد.

هوا از دیگر منابع طبیعی مهم است که اهمیت حیاتی دارد. هوا در شرایط عادی هیچ استهلاکی ندارد اما در شرایط افزایش جمعیت، تغییر الگوی مصرف، غیراستاندارد بودن سوخت اتومبیل‌ها و خروجی دودکش‌ها شاهد آلودگی گسترده خواهد بود. آلودگی هوا فشار چشمگیری بر محیط زیست وارد ساخته و آثار رسوبی بر انسان، حیوان، گیاه و ساختمان به جای می‌گذارد. این پدیده در شهرهای بزرگ نمود بیشتری دارد در صورتی که بتوان هزینه‌های اجتماعی این آلودگی رامحاسبه کرد، به نوعی استهلاک و یا به عبارت بهتر تخریب وضعیت هوای خوب به هوای غیرقابل تنفس حساب شده است.

بر این اساس با برآورد استهلاک در بخش‌های نفت و گاز و زغال‌سنگ (معادن)، جنگل‌ها و مراتع، آب شیلات، خاک، هوا، استهلاک منابع عمده طبیعی (سرمایه‌های زیست‌محیطی) حساب شده و امکان دستیابی به شاخص GNP سبز را می‌دهد.

فرمول‌های ۲ تا ۲۲ مربوط به بحث نظری است و بقیه فرمول‌ها تا ۳۲ بحث کاربردی را نشان می‌دهند. به طور مثال اگر قیمت هر بشکه نفت را ۲۶ دلار[1] ، هزینه استخراج ۶ دلار در بشکه، نفت استخراجی را در روز ۳/۵ میلیون بشکه، نرخ تنزیل را ۵ درصد و تعداد سال‌های باقیمانده را ۶۵ سال فرض کنیم ارزش فعلی رافت‌های نفتی عبارت خواهد بود:

(طبق فرمول ۲۴)

$$\sum_{n=0}^{65}\frac{(26-6)3.5\times365}{(1+0.05)^n}=\frac{25550[1-(1.1+0.05)^{66}]}{1-(1.1+0.05)}$$

$$=\frac{70\times0.96\times365}{0.0476}=515294 \text{ میلیون دلار}$$

به این ترتیب طبق فرمول ۲۷ هزینه‌های استعمال که بیانگر استهلاک هستند به این ترتیب درخواهند آمد:

$$RR-SI=(26-6)3.5\frac{\times365}{(1+0.05)^{66}}=2.79\times365$$

$$=1020 \text{ میلیون دلار}$$

همچنین براساس روش ابداعی رپتو و همکاران(۱۹۸۹) اگر رانت در واحد مقدار استخراجی را مطابق مفروضات فوق 26-6=20

[1] - قیمت اعلام شده برای نفت برنت دریای شمال در ۱۹ اوت ۲۰۰۲ برای تحویل در ماه سپتامبر است.

دلار در هر بشکه بگیریم با فرض استخراج روزانه ۳/۵ میلیون بشکه در روز و مطابق فرمول ۳۱ میزان استهلاک عبارت است از:

$$V_{t+1}-V=[90000-(3.5\times 365)]\times 20(1.05)-90000$$

$$20\times=63172/5 \text{ میلیون دلار}$$

که ۹۰۰۰۰ اشاره به ۹۰ میلیارد بشکه ذخایر نفتی ایران تا سال ۱۳۷۸ دارد. ۳۶۵ نیز تعداد ایام سال را نشان می‌دهد. اختلاف بین میزان استهلاک محاسبه شده در دو روش فوق، قابل توجه است که حاکی از مفروضات دو روش می‌باشد. به نظر می‌رسد در روش روپتو به علت ذخایر تخمینی با ارزش‌گذاری بالاتر، مقدار استهلاک بیش از حد برآورد می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

حساب‌های ملی متعارف که شاخص GNP (تولید ناخالص ملی) را ارایه می‌نمایند، استهلاک سرمایه‌های طبیعی (زیست‌محیطی) را به حساب نمی‌آورند. با احتساب محیط زیست در حساب‌های ملی از GNP مرسوم به GNP سبز می‌رسیم.

محیط زیست، موجودی سرمایه طبیعی است و خدمات مختلفی در طول زمان ارائه می‌کند. در برخی کشورها منابع زیست محیطی، منابع رشد اقتصادی را تامین می‌کنند و در برخی دیگر هزینه‌های جاری و عمرانی را تحت پوشش قرار می‌دهند. ارزش‌گذاری منابع طبیعی با منابع دیگر (کار و سرمایه) متفاوت است. در واقع با قیمت‌گذاری سرمایه‌ای طبیعی تولید نشده، تولید ناخالص ملی زیست‌محیطی شده یا GNP سبز به دست می‌آید.

در این مقاله طی یک الگوی کلان کینز روند تغییرات GNP سبز به طور ریاضی و نموداری تحلیل شد و برای محاسبه هزینه‌های زیست‌محیطی، تعدیل هارتویک در سه سطح ارائه شد. روش‌های کاربردی محاسبه استهلاک منابع طبیعی شامل روش ارزش فعلی رانت‌های آینده از منابع و روش قیمت خالص می‌باشد. در عمل یکی از این روش‌ها یا ترکیب آنها قابل استفاده است.

در مثال‌های عددی که بیان شد، روش رپتو به علت ارزش‌گذاری بالاتر ذخایر، مقدار استهلاک را دور از تصور و با تخمین بیش از اندازه، بیان می‌کند درحالی‌که روش الصرافی، موجودی استهلاک را نسبتا معقول استخراج می‌نماید. ضمن اینکه کاربرد روش الصرافی، به‌دلیل پایه قوی استدلالی، منطقه به نظر می‌رسد. لذا روش پیشنهادی الصرافی برای منابع پایان‌پذیر ایران قابل توصیه است.

منابع

۱-کردبچه حمید، ۱۳۷۸. اقتصاد کلان. همدان، انتشارات نورعلم.

2-Adger, N. 1993. Sustainable National Income and Natural Resource Degradation in Zibmbawe. Sustainable Environmental Economics and Management. London. Belhaven Press.

3-Ahmad, Y., S. Elserafy and Lutz, E (eds). 1989. Environmental Accounting for Sustainable Development: A UNDP World Bank Symposium. Washington, D.C. World Bank.

4-Bartelmus, P. 1999. Green Accounting for a Sustainable Economy Policy Use and Analysis of Environmental Accounts in the Philippines. Ecological Economics, Vol 26: 155-170.

5-Cairns, R. D. 2001. Seeing the Trees as a forest: What Counts in Green Accounting. Ecological Economics. Vol 36. 61-69.

6-Daly, H and Cobb, J. 1990. For the common Good. London. Green Print.

7-Elserafy, S. 1989. The Proper Calculation of Income for depletable Natural Resources in Yusuf Ahmad, Salah Elserafy, and Ernst Lutz, eds, Environmental Accounting for Sustainable Development. Tashington D.C. World Bank.

8-Hartwick, J.M. 1990. Natural resources, National Accounting and Economic Depreciation. Journal of Public Economic . Vol. 43: 291-304.

9-Lutz, E. 1993. Toward improved Accounting for the Environment: An Overview. In Toward a Framwork for Integrated Environmental & Economic Accounting Washington D. C. World Bank. 10-Maler, K.G. 1991. National Accounts and Envionmental Resources. Environmental Resources Economics. Vol 1:1-16.

11-Repetto, R. 1987. Population, Resources and Environment: An Uncertain Future Population Bulletin 42 (2).
12-Repetto. R;Margrth, W; Wells, M; Beer, C; and Rossini, F; 1989. Wasting Assets: Natural Resources in the National Income Accounts. Washington D.C. World Resources Institue.
13-Repetto, R 1993 . How to Account for Environmental degradation: in Forestry and the Environment: Economic Perspectives. By Adamovicz, W.L. & W. White and W.E. Philips.
14-Solow, R.M. 1986. On the Intergenerational Allocation of Natural Resources. Scandinavian Journal of Economics. Vol 88(1):140-149.
15-Thampapialli, D.J. and H-E Uhlin. 1997. Environmental Capital and Sustainable Income: Basic coneepts and Empirical Tests. Cambridge Journal of Economics, 21: 379-394.
16-Weitzman, M. L. 1976. On the Welfare Singificance of National Product in a Dynamic Economy. Quarterly Journal of Economics. Vol 90: 156-162.
17-World Resources Institute, 1991. Accounts Overdue: Natural Resources Depreciation in Costa Rica Washington, D.C.

Green GNP and its Calculation Methods

L. Agheli[1] H. Sadeghi[2]

Abstract

In this paper, the defects of System of Nationl Accounts (SNA) concerning environment and natural resources are indicated, empirical studies on natural resources depreciation calculation in SNA are introduced, and importance of interaction between environment and economics is discussed. Then, by presenting a Kynesian model, the green GNP s trend is shown. For accounting depreciation, Hartwick s adjustment at three levels (deplete able resources, renewable resources and pollutions) is presented. Finally, the practical methods to assess depreciation accounting for natural resources are discussed. Estimating the depreciation led us from conventional GNP to reach green GNP.

Keywords: National Accounts, ENP (Green GNP), Natural Resources Depreciation, Environment.

[1] - Ph.D. Student, Tarbiat-e-Modarres University
[2]-Faculty Member, Tarbiate-e-Modarres University