فصلنامه مدلسازی اقتصادی (سال چهارم، شماره ۲ «پیاپی ۱۲»، زمستان ۱۳۸۹، صفحات ۱۸-۱)

محیط زیست و رشد اقتصادی پایدار: مطالعه موردی ایران

داود بهبودی [*] *سکینه سجودی* [**]

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۸/۲۰ **تاریخ پذیرش:۹۰/۱۰/۱۶**

چکیده

هدف این مطالعه بررسی اثرات متقابل رشد اقتصادی و محیط زیست با استفاده از الگوهای رشد و روش معادلات همزمان می‌باشد. نتایج تخمین تابع تولید و تابع آلودگی زیست محیطی (انتشار CO2) به صورت هم زمان و با استفاده از روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای (2SLS) طی دوره ۱۳۵۰ تا ۱۳۸٦ نشان می‌دهد که با وجود تاثیر مثبت محیط زیست بر رشد تولید ناخالص داخلی، آلودگی زیست محیطی در فرایند رشد اقتصادی افزایش می‌یابد. هم چنین نتایج نشان دهنده ی بی‌معنی بودن تاثیر اعتبارت صرف شده برای حفاظت زیست محیطی بر افزایش کیفی محیط زیست می‌باشد.

طبقه بندی JEL: C62; H23; J24;O15; O41 .

واژگان کلیدی: آلودگی محیط زیست؛ رشد اقتصادی پایدار؛ مخارج حفاظت از محیط زیست.

Archive of SID

*دانشیار دانشگاه تبریز،گروه اقتصاد، تبریز،ایران،پست الکترونیکی:
dbehbudi@tabrizu.ac.ir

**دانشجوی دوره دکترای علوم اقتصادی دانشگاه تبریز پست الکترونیکی:
sakinehsojoodi@gmail.com

www.SID.ir

۱- مقدمه

بحران جهانی نفت در دهه ۱۹۷۰ باعث گردید تا توجه محققـان در کـشورهای توسـعه یافته علاوه بر عوامل تعیین کننده رشد اقتصادی به آثار ناشی از رشد نیز معطوف گردد. برای مثال نهادی مشهور به کلوب رم [۱] براساس این استدلال که جمعیت جهان در حال افزایش است و منابع انرژی که حیات بشر به انها وابسته است محدود می‌باشد، عنوان نمود که رشداقتصادی بایستی محدود شود(میدوزوهمکاران[۲]، ۱۹۷۲). اگر چه این نتیجه گیری بسیار بدبینانه بود و چندان مورد پذیرش قرار نگرفت، اما هشداری به طرفـداران فعالیتهای اقتصادی نامحدود بشری بود. پس از آن توجه بسیاری از محققـان بـه مـساله فرسایش منابع زیست محیطی به واسطه رشد اقتصادی جلب شد[۳].

اولین مطالعه نظری منسجم در مورد ارتباط رشد اقتصادی و محیط زیـست درسـال ۱۹۷۱ توسط دی‌آرج[٤](۱۹۷۱) ارائه شد که درآن با استفاده از مدل رشـدهـارود وجـود رابطه علی بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست نـشان داده شـده بـود. فورسـتر[٥] (۱۹۷۲) مطالعه مشابهی را در چارچوب مـدل رشـد نئوکلاسـیک انجـام داد کـه در آن موجودی آلودگی زیست محیطی به عنوان یک نهاده در تابع تولیـد وارد شـده و خـود متغیر موجودی آلودگی نیز تابعی از سرمایه فیزیکی در نظر گرفته شده بود. نتـایج ایـن مطالعه نشان داد که یک مسیرتعادلی رشد وجود دارد که در طی آن آلودگی ایجاد شـده به واسطه سرمایه‌های فیزیکی توسط محیط زیست جبران شده و موجودی سرمایه‌هـای زیست محیطی ثابت می‌ماند. بدیهی است که این مسیر رشد بـسیار پـایین تـر از مـسیر رشد اقتصادی است که بدون ملاحظات زیست محیطی تعیین می‌شود، چرا که در مسیر رشد پایدار به محیط زیست فرصت خـود بازیـابی و تـرمیم داده مـی‌شـود و ایـن امـر مستلزم کاهش سرعت رشد اقتصادی می‌باشد. فورستر (۱۹۷۳) در مطالعـه دیگـری بـه بررسی اثر سیاستهای کاهش آلودگی بر رشد اقتصادی پرداخت و این بار علاوه بر تابع

1 - Club of Rome
2 - Meadows et al.
3 - Dasgupta and Heal, 1974; Solow, 1974; Stiglitz,1974
4 - D'Arge
5 - Forster

Archive of SID

www.SID.ir

تولید، تابع مطلوبیت را نیز به محیط زیست مرتبط ساخت و نشان داد که در این حالت حتی سطح رشد تعادلی بسیار پایین تر از حالتی است که تنها تابع تولید وابسته به کیفیت محیط زیست می‌باشد. پس از یک دوره افول، در دهه اخیر موج جدیدی از مطالعاتی که رابطه رشد و محیط زیست را مورد بررسی قرار دهند جریان یافته است. برخی از این مطالعات به بررسی تاثیر رشد اقتصادی بر محیط زیست پرداخته اند که به مطالعات **EKC** مشهور شده اند[1]، براساس این مطالعات در مراحل ابتدایی رشد اقتصادی، افزایش در سطح تولید منجر به تخریب محیط زیست می‌شود ولی در مراحل بالاتر رشد، تقاضا برای استانداردهای زیست محیطی افزایش می‌یابد و یک رابطه مثبت بین رشد تولید و کیفیت محیط زیست برقرار می‌شود. بنابراین بر اساس فرضیه **EKC** یک رابطه به شکل U معکوس بین رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست وجود دارد. یکی از ایرادات عمده مطالعات **EKC** عدم توجه به تاثیر متقابل کیفیت محیط زیست بر رشد اقتصادی می‌باشد[2]. در این مطالعات تنها تاثیر رشد اقتصادی برکیفیت محیط زیست مورد بررسی قرار می‌گیرد درحالی که کیفیت محیط زیست نیز به نوبه خود و به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر رشد اقتصادی تاثیر می‌گذارد. در کنار این مطالعات، تعداد محدودی از مطالعات سعی کرده اند تا رابطه دو سویه کیفیت محیط زیست و رشد اقتصادی را با بهره گیری از الگوهای رشد توجیه نمایند. در این مطالعات سعی شده تا شرایط دست یابی به رشد پایدار که در آن رشد اقتصادی با درنظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی در مسیر تعادلی خود قرار می‌گیرد، شناسایی گردد. سان[3](۲۰۰٤) به بررسی تاثیر حفاظت از محیط زیست بر رشد پایدار پرداخته و نشان داده است که برای دست یابی به رشد پایدار یک اثر آستانه‌ای از حفظ محیط زیست ضروری می‌باشد. به عبارت دیگر اثر نهایی حفاظت از محیط زیست بایستی به قدر کافی بزر گ باشد تا رشد اقتصادی در مسیر پایدار قرار گیرد. همچنین استاکی[4](۱۹۹۸)،

1- Grossman and Krueger(1991); Shafik and Bandyopadhyay(1992); Panayotou(1993)
2- Pearson (1994), Stern et al.(1996), Arrow et al.(1995), Stern(1998), Ekins(2000), de Bruyn (2000)
3- Sun
4- Stokey

Archive of SID

www.SID.ir

آگیون و هوایت[1](۱۹۹۸) و بروک و تیلور[2](۲۰۰٤) از جمله ایـن مطالعـات هـستند کـه نشان دادند یک رابطه دو سویه بین آلودگی زیـست محیطـی و رشـد اقتـصادی وجـود دارد. همچنین این مطالعات به نقش سرمایه انسانی در تعـدیل رابطـه آلـودگی زیـست محیطی و رشد اقتصادی تاکید نموده اند. در این مطالعـه نیـز بـا اسـتفاده از الگوهـایی مشابه با این سه مطالعه که برگرفته از مطالعه دنگ و هوانگ[3] (۲۰۰۹) مـی‌باشـد رابطـه بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست مورد بررسـی قـرار گرفتـه و نقـش سـرمایه انسانی در این رابطه مورد تحلیل نظری و تجربی قرار می‌گیرد. به این منظـور ابتـدا بـه ارائه مبنای تئوریکی موضوع در چارچوب مدلهای رشد نئوکلاسیک و درونزا پرداختـه شده و سپس با استفاده از روش معادلات همزمان به تحلیل تجربـی موضـوع در ایـران پرداخته می‌شود و در نهایت به جمع بندی نتایج و ارائه راه کارهـای سیاسـتی مبـادرت می‌شود.

۲- الگوی نظری رابطه بین آلودگی زیست محیطی و رشد اقتصادی

یک اقتصاد بسته را در نظر بگیریـد کـه درآن افـراد دارای عمـر نامحـدود بـوده و هـم مصرف کننده و هم تولید کننده می‌باشند. به منظور ساده سـازی مـساله رشـد جمعیـت وارد الگو نشده و جمعیت در تمامی دوره‌ها معادل ۱ در نظر گرفته شده است. مـصرف کنند گان از مصرف کالاهای مصرفی و کیفیت محیط زیست کسب مطلوبیت مـی‌کننـد، بنابراین هدف آنها حداکثر سازی تابع مطلوبیت در طول عمر نامحدود خود می‌باشد.

$$Maximize \quad W = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} U(C, P) dt \qquad (۱)$$

$$= \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \left(\frac{C^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} - \emptyset \frac{P^{1+\theta} - 1}{1+\theta} \right) dt \qquad \emptyset, \sigma, \theta > 0$$

که در رابطه فوق C، P و ρ به ترتیب نشان دهنده مقدار مصرف، موجـودی آلـودگی انباشت شده و نرخ ترجیح زمانی می‌باشد. تابع تولید در این اقتصاد مـشابه تـابع تولیـد نئوکلاسیکی بوده و مطابق با فروض استاکی (۱۹۹۸) شـامل سـرمایه انـسانی و شـدت

1- Aghion and Howitt
2- Brock and Taylor
3 - Deng and Huang

Archive of SID

www.SID.ir

آلودگی نیز می‌باشد.

$$Y = AK^{\alpha}H^{1-\alpha}z \qquad 0 < \alpha < 1 \qquad (۲)$$

به طوری که:

Y: میزان تولید؛A : بهره وری کل عوامل

K: موجودی سرمایه فیزیکی؛ H : سرمایه انسانی و

z: نشان دهنده شاخصی است که استانداردهای زیست محیطی تکنولوژی تولید را نشان می‌دهد که آن را به عنوان شدت آلودگی هم می‌توان در نظر گرفت و مقدار آن در بازه[۱و۰] قرار دارد. هرچه مقدارzافزایش یابد، میزان تولید کالاها بالا می‌رود ولی در کنار آن آلودگی نیز افزایش می‌یابد (استاکی، ۱۹۹۸). معادله انباشت سرمایه فیزیکی به شکل زیر می‌باشد:

$$\dot{K} = Y - C \qquad (۳)$$

با توجه به اینکه نرخ استهلاک تاثیری در نرخ رشد تعادلی ندارد در این معادله از آن صرفنظر شده است. تغییر در موجودی آلودگی زیست محیطی از تفاضل آلودگی ناشی از فرایند تولید با کیفیت زیست محیطی ترمیم یافته توسط خود محیط زیست تشکیل شده است:

$$\dot{P} = AK^{\alpha}H^{1-\alpha}z^{\gamma} - \eta P = Yz^{\gamma-1} - \eta P \qquad \gamma > 1, \eta > 0 \qquad (٤)$$

که $AK^{\alpha}H^{1-\alpha}z^{\gamma}$ نشان دهنده انتشار آلودگی کل و η نرخ خود ترمیمی محیطزیست می‌باشد(دنگ و هوانگ، ۲۰۰۹).

۲-۱- تعادل الگو بر اساس مدل رشد نئوکلاسیکی

در این قسمت اثر آلودگی زیست محیطی بر مسیر تعادلی رشد اقتصادی در چارچوب مدل رشد نئوکلاسیکی مورد بررسی قرار می‌گیرد. بنابراین فرض می‌شود که رشد سرمایه انسانی ($\mu > ۰$) برونزا است. بنابراین برای دست یابی به نرخ رشد تعادلی متغیرها با مساله بهینه یابی پویا به شکل زیر مواجه هستیم (بروک و تیلور، ۲۰۰٤):

$$s.t. \qquad Y = AK^{\alpha}H^{1-\alpha}z, \quad \dot{H} = \mu H \qquad (۵)$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$P^{\cdot} = \gamma z^{\gamma-1} - \eta P \quad K^{\cdot} = Y - C,$$

تابع همیلتونین جاری برای مساله فوق به شکل زیر خواهد بود:

$$H = \frac{C^{1-\sigma}-1}{1-\sigma} - \emptyset\frac{P^{1+\theta}-1}{1+\theta} + q(Y-C) + \lambda(\gamma z^{\gamma-1} - \eta P) \qquad (٦)$$

با حل این مساله به شرایط مرتبه اول(۷) و(۸) و رابطه اولر (۹) و (۱۰) می‌توان دست یافت:

$$\frac{\partial H}{\partial C} = C^{-\sigma} - q = 0 \qquad (۷)$$

$$\frac{\partial H}{\partial z} = q.\frac{Y}{z} + \lambda.\gamma\gamma z^{\gamma-2} = 0 \qquad (۸)$$

$$q^{\cdot} = \rho q - q.\alpha\frac{Y}{K} - \lambda.\alpha\frac{\gamma z^{\gamma-1}}{K} \qquad (۹)$$

$$\lambda^{\cdot} = \rho\lambda + \emptyset P^{\theta} + \eta\lambda \qquad (۱۰)$$

با به کارگیری اصول حداکثر سازی پانتریاگین [1] می‌توان نرخ رشد Y، C و K را به صورت زیر به دست آورد:

$$g_Y = g_C = g_K = \frac{(1+\theta)(\gamma-1)(1-\alpha)\mu}{(1+\theta)(\gamma-1)(1-\alpha)+\theta+\sigma} < \mu \qquad (۱۱)$$

و نرخ تغییر در z و P:

$$g_z = (1-\alpha)(g_K - \mu) = -\frac{\theta+\sigma}{(1+\theta)(\gamma-1)}g_Y < 0 \qquad (۱۲)$$

$$g_P = \frac{1-\alpha}{1+\theta}g_Y \qquad (۱۳)$$

و چنان چه $(1-\sigma)g_K < \rho$ باشد شرط ترانسورسالیتی برقرار خواهد بود. این رابطه زمانی برقرار خواهد بود که یا $\sigma \geq 1$ یا این که g_K چندان بزرگ نباشد. در این حالت مسیر رشد بلند مدت پایدار خواهد بود. در غیاب ملاحظات زیست محیطی نرخ رشد Y، C و K برابر نرخ رشد سرمایه انسانی(μ) خواهد بود ولی به خاطر تاثیر منفی ناشی از آلودگی زیست محیطی نرخ رشد بلند مدت کمتر از این مقدار می‌باشد (رابطه ۱۱). براساس رابطه ۱۲ در مسیر تعادلی رشد، شدت آلودگی z با نرخ ثابتی کاهش می‌یابد که

1 - Pontryagin maximum principle

Archive of SID

www.SID.ir

نشان دهنده پاک‌تر شدن تکنولوژی تولید همزمان با افزایش رشد اقتصادی است. با کاهش شدت آلودگی، نرخ رشد Y و K به نرخ رشد H یعنی μ نزدیک‌تر می‌شود. مطابق با رابطه ۱۳ در صورتی که $\sigma \geq 1$ باشد، با افزایش نرخ رشد اقتصادی از میزان نرخ رشد آلودگی زیست محیطی کاسته می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با ورود آلودگی در الگوی نئوکلاسیک از میزان رشد اقتصادی کاسته می‌شود ولی با افزایش رشد اقتصادی از شدت آلودگی کاسته می‌شود هم چنین وجود سرمایه انسانی باعث جبران بخشی از اثر آلودگی بر محیط زیست می‌شود و تضمین کننده وجود سیر نزولی برای شدت آلودگی در مسیر رشد تعادلی می‌باشد (بروک و تیلور، ۲۰۰٤).

۲-۲- تعادل الگو بر اساس مدل رشد درونزا

حالتی را درنظر بگیرید که نرخ رشد سرمایه انسانی درونزا باشد، مطابق با ایده اوزاوا-لوکاس[1] در این حالت سرمایه انسانی به ۲ بخش قابل تقسیم می‌باشد، u درصد آن وارد فرایند تولید شده و در آن مصرف می‌شود و u-۱ درصد درجهت انباشت سرمایه انسانی به کار گرفته می‌شود. بناراین تابع تولید و معادله انباشت سرمایه انسانی در رابطه ۵ به شکل زیر تغییر می‌نمایند و سایر معادلات مانند قبل خواهند بود (آگیون و هوایت، ۱۹۹۸).

$$Y = AK^{\alpha}(uH)^{1-\alpha}z$$

$$H^{\cdot} = \mu(1-u)H$$

بنابراین مساله حداکثر سازی به شکل زیر خواهد بود(همان):

$$H = \frac{C^{1-\sigma}-1}{1-\sigma} - \emptyset\frac{P^{1+\theta}-1}{1+\theta} + q(Y-C) + \lambda(Yz^{\gamma-1} - \eta P) + v.\mu(1-u)H \qquad (١٤)$$

و شرایط مرتبه اول و معادله اولر جدید به صورت زیر خواهد بود (همان):

$$\frac{\partial H}{\partial C} = C^{-\sigma} - q = 0$$

$$\frac{\partial H}{\partial z} = q.\frac{Y}{z} + \lambda.\gamma Yz^{\gamma-1} = 0 \qquad (١٥)$$

1- Uzawa (1965) and Lucas (1988)

Archive of SID

www.SID.ir

$$\frac{\partial H}{\partial u} = q(1-\alpha)\frac{Y}{u} + \lambda(1-\alpha)\frac{\gamma_2 Y^{\gamma-1}}{u} - v\mu H = 0$$

$$\dot{q} = \rho q - q_0\alpha\frac{Y}{K} + q\delta - \lambda_0\alpha\frac{\gamma_2 Y^{\gamma-1}}{K}$$

$$\dot{\lambda} = \rho\lambda + \theta P^{\theta} + \eta\lambda \qquad (۱۶)$$

$$\dot{v} = \rho v - q(1-\alpha)\frac{Y}{H} - \lambda(1-\alpha)\frac{\gamma_2 Y^{\gamma-1}}{H} - v.\mu(1-u)$$

و بنابراین نرخ رشد Y، C و K و نرخ تغییر در شدت آلودگی و موجودی آلودگی نیز به صورت زیرخواهد بود (دنگ و هوانگ، ۲۰۰۹):

$$g_Y = g_C = g_K = \frac{(1+\theta)(\gamma-1)(1-\alpha)(\mu-\rho)}{(1+\theta)(\gamma-1)(1-\alpha)\sigma+\theta+\sigma} \qquad (۱۷)$$

$$g_E = (1-\alpha)(\sigma g_Y - (\mu-\rho)) = -\frac{\theta+\sigma}{(1+\theta)(\gamma-1)} g_Y < 0 \qquad (۱۸)$$

$$g_P = \frac{1-\sigma}{1+\theta} g_y \qquad (۱۹)$$

$$g_H = \left(1 + \frac{\theta+\sigma}{(1+\theta)(\gamma-1)(1-\alpha)}\right) g_Y \qquad (۲۰)$$

لازمه رشد اقتصادی اینست که $g_y > 0$، در حالی که رشد پایدار نیازمند کاهش آلودگی به عبارت دیگر $g_p < 0$ است. بنابراین در مدل درونزا در مسیر رشد پایدار بایستی $\mu>\rho$ و $\sigma>1$ برقرار باشد (دنگ و هوانگ، ۲۰۰۹). شرط $\mu>\rho$ نشان می‌دهد که نرخ رشد سرمایه انسانی بایستی بزرگتر از نرخ ترجیح زمانی باشد. به عبارت دیگر برای دست یابی به نرخ رشد مثبت، نرخ رشد سرمایه انسانی بایستی به قدر کافی بزرگ باشد تا علاوه بر جبران بازده نزولی سرمایه‌های فیزیکی، اثر منفی انتشار آلودگی را نیز جبران نماید. شرط دوم $\sigma>1$تضمین می‌نماید که در طول مسیر رشد تعادلی کیفیت محیط زیست ارتقاء می‌یابد و به عبارتی مسیر رشد تعادلی یک مسیر پایدارمی باشد (همان). لازمه این امر استفاده از تکنولوژی تولید پاک تر همراه با افزایش درآمد ملی می‌باشد. رابطه ۱۶ نیز نشان می‌دهد که شدت آلودگی در طول مسیر رشد پایدار کاهش می‌یابد(همان). کاهش شدت آلودگی تا حدودی سنگینی بار سرمایه انسانی را در جبران بازده نزولی سرمایه فیزیکی و آلودگی کم می‌نماید. بنابراین $\sigma>1$ تضمینی است برای

Archive of SID

www.SID.ir

این که با حرکت درمسیر رشد پایدار نرخ رشد Y، C و K به نرخ رشد سرمایه انسانی همگرا شود. در ادامه نقش پارامترهای حاضر در الگوی فوق یعنی نرخ رشد سرمایه انسانی (μ)، توان شدت آلودگی (γ)، نرخ ترجیح زمانی (ρ)، وزن آلودگی زیست محیطی در تابع مطلوبیت (θ) و کشش جانشینی مصرف بین دوره‌ای ($1/\sigma$) در رشد پایدار با دقت و تامل بیشتری مورد بحث قرار می‌گیرد. چرا که تغییر هریک از این متغیرها منجر به تغییر مسیر رشد پایدار می‌شود. مشتق گیری از رابطه ۱۷ نسبت به هریک از این پارامترها به روابط زیر دست می‌یابیم.

$\partial g_y/\partial\mu > 0$: افزایش نرخ رشد انباشت سرمایه انسانی باعث افزایش نرخ رشد اقتصادی پایدار می‌شود. با در نظر گرفتن اثر آلودگی زیست محیطی، تولید نهایی اجتماعی سرمایه فیزیکی سریعتر از قبل به مرحله نزولی می‌رسد و تولید را کاهش می‌دهد. بنابراین لازمه رشد اقتصادی بلند مدت تداوم رشد سرمایه انسانی می‌باشد. این نتیجه بیانگر ضرورت اجرای سیاستهای گسترش آموزشهای حرفه‌ای و ارتقاء توانایی-های تخصصی نیروی انسانی را توسط دولتها نشان می‌دهد (دنگ و هوانگ، ۲۰۰۹).

$(\partial g_y/\partial\gamma) > 0$: با افزایش توان شدت آلودگی، رشد اقتصادی پایدار در سطح بالاتری قرار می‌گیرد. با توجه به این که z در بازه [۱و۰] قرار دارد با افزایش γ مقدار z^{γ} کمتر می‌شود و در نتیجه آلودگی ناشی ازمقدار معین تولید کاهش می‌یابد. همان طور که قبلا" نیز اشاره شد z نشان دهنده شاخص زیست محیطی تکنولوژی تولید است. می‌توان مقدار γ را به عنوان احساس مسئولیت بنگاه‌ها در قبال محیط زیست در نظر گرفت. بدیهی است که هرچه احساس مسئولیت بنگاه‌ها بالا باشد سعی خواهند کرد تا تولید آنها خسارت کمتری را به محیط زیست وارد نماید. در نتیجه آگاه سازی بنگاه‌ها در مورد عواقب تخریب محیط زیست و هم چنین وضع قوانینی که بنگاه‌ها را در مقابل محیط زیست مسئولیت پذیرتر نموده و مقید به رعایت استانداردهای زیست محیطی نماید (کاهش z) می‌تواند در افزایش نرخ رشد اقتصادی پایدار موثر واقع شود (همان).

$\partial g_y/\partial\rho < 0$: هرچه نرخ ترجیح زمانی بزرگتر باشد، نرخ رشد در مسیر پایدار کمتر خواهد بود. با کاهش نرخ ترجیح زمانی مصرف کنندگان تمایل دارند تا آینده را

Archive of SID

www.SID.ir

نزدیک به حال ارزیابی نمایند و این امر باعث خواهد شد تا آنها دید بلند مدت داشته باشند و به جای توجه به رشد کوتاه مدت به رشد بلند مدت توجه نمایند. به عبارت دیگر با افزایش ρ تمایل به مصرف در زمان حال افزایش می‌یابد و این امر منجر به استفاده بی رویه از منابع و تخریب سریع محیط زیست محیطی شده و فرصت جبران را از سرمایه انسانی صلب می‌نماید. افزایش آگاهی مردم نسبت به اهمیت پایداری در رشد و ضرورت استفاده بهینه از منابع جهت دستیابی به پایداری می‌تواند در کاهش نرخ ترجیح زمانی موثر واقع شود (همان).

$\partial g_y/\partial\theta > 0$: با افزایش اهمیت کیفیت محیط زیست برای مصرف کنندگان مقدار رشد اقتصادی پایدار افزایش می‌یابد. با توجه به این که دولت‌ها درپی برآورده نمودن حداکثر رفاه برای عموم مردم هستند، بنابراین زمانی که مصرف کنندگان افزایش سطح کیفیت محیط زیست یا حفاظت از آن را تقاضا نمایند دولت‌ها سعی خواهند کرد تا اقداماتی را در جهت هدایت تکنولوژی تولید جامعه به سمت تکنولوژی‌های سبز به انجام برسانند و در فعالیت‌های خود نیز به توسعه سبز پایبند باشند. بنابراین θ نشان دهنده آگاهی‌های زیست محیطی مصرف کنندگان در یک جامعه می‌باشد.

$\partial g_y/\partial\sigma < 0$: هرچه σ بیشتر باشد کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف، $1/\sigma$ کمتر خواهد بود و مصرف کنندگان درمورد امروز بیش از آینده نگران خواهند بود و به بلند مدت کمتر توجه خواهند نمود،این عمر باعث کاهش سرمایه گذاری و رشد خواهد شد(همان).

۳- تحلیل تجربی موضوع در ایران

در این قسمت بر اساس مطالب پیش گفته به ارائه الگو و تحلیل تجربی موضوع در ایران پرداخته می‌شود و سپس نتایج بدست آمده با مبانی تئوریک مقایسه شده و نتیجه گیری به عمل می‌آید. مطابق با مطالعات پیشین[1] در این مطالعه از معادلات زیر جهت تصریح الگوی اقتصادسنجی مطالعه استفاده می‌شود.

1-Stokey(1998); Aghion and Howitt(1998): Brock and Taylor(2004); Deng and Huang(2009)

Archive of SID

www.SID.ir

$$y = f(k, h, z) \quad (۲۱)$$

$$z = f(a, y) \quad (۲۲)$$

که در روابط ۱۹ و ۲۰ ، y تولید سرانه، k و h موجودی سرمایه فیزیکی و انسانی، z شدت آلودگی و a سرمایه گذاری برای جبران آلودگی‌های زیست محیطی را نشان می‌دهد. رابطه ۱۹ فرم عمومی تابع تولید تصریح شده در رابطه ۲ را دارا می‌باشد که در آن سطح تولید به سرمایه فیزیکی، انسانی و شدت آلودگی وابسته است. رابطه ۲۰ نیز نشان می‌دهد که شدت آلودگی تابعی از تولید و میزان سرمایه گذاری‌های جبرانی جهت حفظ محیط زیست می‌باشد. با توجه به فرم عمومی توابع مورد اشاره، می‌توان روابط اقتصاد سنجی را به صورت معادلات ۲۳ و ٢٤ تصریح نمود:

$$Lny = a_0 + a_1 Lnk + a_2 Lnh + a_3 Lnz + u_1 \quad (۲۳)$$

$$Lnz = \beta_0 + \beta_1 Lny + \beta_2 (Lny)^2 + \beta_3 Lna + u_2 \quad (۲٤)$$

به طوری که در آنها:

Lny: لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت ۱۳۷٦؛

Lnk: لگاریتم موجودی سرمایه سرانه نیروی کار به قیمت ثابت ۱۳۷٦؛

Lnh: لگاریتم نسبت فارع التحصیلان دوره متوسطه به کل جمعیت؛

Lnz: لگاریتم انتشار سرانه گاز CO2 بر حسب تن؛

Lna: لگاریتم مخارج دولتی جهت حفظ محیط زیست به قیمت ثابت ۱۳۷٦

می باشد. خاطر نشان می‌سازد آمار تولید ناخالص داخلی سرانه و موجودی سرمایه از بانک مرکزی و داده‌های آماری نیروی کار، فارع التحصیلان دوره متوسطه و مخارج دولتی جهت حفظ محیط زیست از مرکز آمار ایران و انتشار سرانه گاز CO2 ازگزارش‌های بانک جهانی جمع آوری شده است. دستگاه معادلات همزمان فوق به روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای (2SLS) تخمین زده شده و نتایج بدست آمده در جدول (۱) گزارش شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- نتایج برآورد مدل معادلات همزمان ۲۱ و ۲۲

معادله ۲۱	عرض از مبدا	Lnk	Lnz	Lnh	DW	Adjusted R-sq.
ضریب	۲/۷	۰/٤۲	۰/۸٦	۰/۰۳	۱/۸۷	۰/۹٤
t (Prob.)	۵/۱ (۰/۰۰۰)	٤/۵ (۰/۰۰۰)	٦/۸ (۰/۰۰۰)	۱/۰۷ (۰/۲۸۲)		
معادله ۲۲	عرض از مبدا	Lny	Lna	(Lny)^2	DW	Adjusted R-sq.
ضریب	۱/۰۲	۱۰/۵۳	۰/۰۰۲	۰/۳۲	۲/۲۰	۰/٦۲
t (Prob.)	٤/۱۹ (۰/۰۰۰)	۸/۷۰ (۰/۰۰۰)	۲/۰٤ (۰/۰۲۵)	۱/۷۱ (۰/۰۵۱)		

براساس نتایج بدست آمده، ضریب لگاریتم موجودی سرمایه سرانه نیروی کار مثبت و معنی دار می‌باشد که با توجه به فرم لگاریتمی الگو مقدار این ضریب کشش تولید سرانه نسبت به نهاده موجودی سرمایه سرانه نیروی کار را نشان می‌دهد. ضریب لگاریتم سرمایه انسانی مثبت بوده ولی معنی دار نمی‌باشد.

برای بررسی استحکام نتیجه گیری فوق در قسمت پایانی این بخش از متغیر جایگزین - لگاریتم مخارج آموزشی دولت - برای سرمایه انسانی استفاده خواهد شد. ضریب لگاریتم شدت آلودگی مثبت و معنی دار می‌باشد و مقدار آن نشان دهنده اهمیت کیفیت نهاده محیط زیست در تابع تولید می‌باشد. به عبارت دیگر، با توجه به مفهوم این نهاده (آلودگی ناشی از تولید) ضریب مثبت این متغیر به این معنی است که استفاده از نهاده محیط زیست (که به شکل تخریب آن بوده) مانند سایر نهاده‌ها، تاثیر مثبت بر رشد تولید داشته است. از این مطلب می‌توان موارد زیر را نتیجه گرفت:

ـ تکنولوژی تولید دارای استانداردهای زیست محیطی پایینی می‌باشد به طوری که تخریب محیط زیست یک نهاده ضروری برای ایجاد تولید می‌باشد.

ـ به دلیل سیاست‌گذاری‌های رشد محور، بکارگیری تکنولوژی آلاینده رو به افزایش است و این امر باعث تخریب با شتاب بالای منابع زیست محیطی می‌شود.

Archive of SID

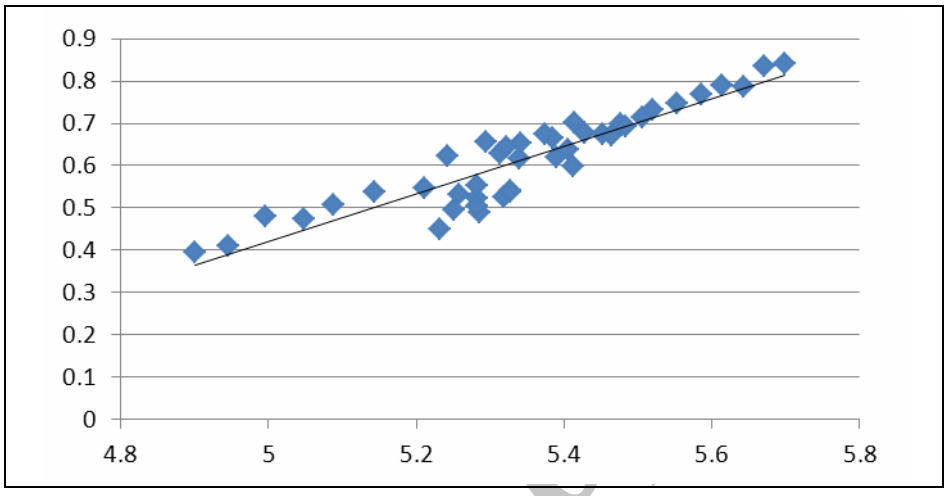
www.SID.ir

بنابراین مسیر رشد اقتصادی کشور از مسیر رشد پایدار –که در آن تکنولوژی تولید روز به روز پاک تر می‌شود – دور می‌باشد. از تخمین رابطه ۲۲ نیز نتایج مشابهی را می‌توان به دست آورد. براساس نتایج تخمین این رابطه، ضریب لگاریتم GDP سرانه و مجذور این متغیر هر دو مثبت بوده و معنی دار می‌باشند. این پدیده نشان دهنده وجود رابطه مثبت بین GDP سرانه و آلودگی هوا (انتشار سرانه گاز CO2) می‌باشد. این نتیجه با وجود رابطه‌ای به شکل U معکوس (فرضیه EKC) مغایرت دارد و نشان می‌دهد که با گذشت زمان و به دلیل ایجاد صنایع کارخانه‌ای با شدت آلودگی بالا، انحراف قیمتی وسیع بویژه در قیمت حامل‌های انرژی در دوره مورد بررسی، افزایش حمایت‌های یارانه‌ای شدید از برخی صنایع و نبود سیاست‌های مناسب حفظ محیط زیست و عدم حمایت کافی در این خصوص، همراه با افزایش تولید، آلودگی زیست محیطی نیز به صورت فزاینده‌ای افزایش یافته است. پرداخت یارانه‌های پنهان سنگین انرژی به صنایع و تولید کنندگان در دوره مورد بررسی باعث شده تا تولید کنندگان به تکنولوژی‌های انرژی‌بر و آلاینده اقبال نشان دهند. از این رو در فرایند تولید، نهاده انرژی و محیط زیست به تدریج جایگزین نهاده‌های سرمایه‌ای و تجهیزات با هزینه اولیه بالا نمایند. این امر منجر به عدم کارایی در مصرف انرژی، افزایش شدت انرژی و نیز ایجاد مخاطرات زیست محیطی در کشور شده است که نتایج تجربی ناشی از تخمین مدل نیز تاییدی بر این موضوع می‌باشد. این نتایج لزوم هدایت بخش تولیدی کشور به سمت تکنولوژی‌های انرژی اندوز و پاک را نمایان تر می‌نماید. نمودار شماره ۱ که به فرض ثبات سایر عوامل رابطه مستقیم لگاریتم تولید سرانه و لگاریتم انتشار سرانه گاز CO_2 را نشان می‌دهد، نیز این مطلب را تایید می‌نماید.

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار ۱: رابطه لگاریتم تولید ناخالص داخلی (محورافقی) سرانه و لگاریتم انتشار سرانه گاز CO_2 (محورعمودی) (۱۳۵۰ تا ۱۳۸٦)



منبع: بانک مرکزی، حسابهای ملی و بانک جهانی، گزارش شاخص‌های توسعه، ۲۰۰۹

بر اساس نتایج جدول ۱ ضریب متغیر Lna مثبت و معنی دار می‌باشد. اما مقدار این ضریب بسیار پایین می‌باشد که این امر ناشی از پایین بودن سقف اعتبارات اختصاص یافته به امر حفاظت از محیط زیست و همچنین تخصیص ناکارای این اعتبارات می‌باشد. دنگ و هوانگ (۲۰۰۹) بیان می‌نمایند که تجارب بین‌المللی نشان می‌دهد که چنان چه سهم مخارج سرمایه گذاری برای حفظ محیط زیست حدود ۱/۵ درصد GDP باشد، آلودگی محیط زیست کنترل می‌شود و در صورتی که این رقم به ۲ الی ۳ درصد برسد، محیط زیست از لحاظ کیفی ارتقاء می‌یابد. این در حالی است که در سال ۱۳۸۸ تنها ۰/۰٤ درصد (حدود ۱۱۲ میلیارد تومان) تولید ناخالص داخلی کشور برای حفاظت محیط زیست هزینه می‌شود.[1] بنابراین افزایش سهم فعالیت‌های حفاظت از محیط زیست در کل بودجه کشور و نیز استفاده بهینه و کارا از این منابع در هدایت

۱- قانون بودجه عمومی ۱۳۸۸، اعتبارات دولت در جهت حفظ و نگهداری محیط زیست

Archive of SID

www.SID.ir

رشد اقتصادی کشور به مسیر بلند مدت می‌تواند مفید باشد. مقادیر ضریب تعیین بدست آمده برای هر الگو نشان دهنده خوبی برازش بوده و آماره دوربین واتسون بدست آمده نیز نشان دهنده عدم وجود مشکل خودهمبستگی سریالی در الگوها است.

همچنان که قبلا" اشاره شد در این بخش برای بررسی استحکام نتایج به جای شاخص سرمایه انسانی از لگاریتم مخارج آموزشی دولت استفاده شده و الگوی تحقیق مجددا" تخمین زده شده است، نتایج این تخمین در جدول شماره ۲ گزارش شده است نتایج به دست آمده نتیجه‌گیری‌های پیشین را تایید می‌کند. از این رو به نظر می‌رسد سرمایه انسانی مانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه در ایران نیز تاثیر معنی داری بر رشد اقتصادی کشور نداشته است.

جدول۲- نتایج برآورد مدل معادلات همزمان ۲۱ و ۲۲ با متغیر جایگزین برای سرمایه انسانی

معادله ۲۱	عرض از مبدا	Lnk	Lnz	Lnh	DW	Adjusted R-sq.
ضریب	۱/۱۱	۰/٤۹	۰/۸۳	۰/۱۱	۲/۰۱	۰/۹۵
t (Prob.)	۷/۵٦ (۰/۰۰۰)	۵/۲۹ (۰/۰۰۰)	٦/۰٤ (۰/۰۰۰)	۰/٦۷ (۰/۲٦۲)		
معادله ۲۲	عرض از مبدا	Lny	Lna	(Lny)^2	DW stat	Adjusted R-sq.
ضریب	۱/۲۵	۹/۲٤	۰/۰۰۲	۰/۲۱	۲/۲۲	۰/٦۳
t (Prob.)	۰/۸۲ (۰/٤۱۵)	٤/۵۵ (۰/۰۰۰)	۱/۸۹ (۰/۰۳۲)	۰/٤۸ (۰/۱۹۸)		

٤- جمع بندی

در این مطالعه ابتدا در چارچوب الگوهای رشد نئوکلاسیک و درونزا رابطه تئوریک بین محیط زیست و رشد اقتصادی پایدار مورد بررسی قرار گرفت. که در چارچوب آنها سرمایه انسانی می‌تواند در تقلیل اثرات منفی رشد اقتصادی بر محیط زیست نقش تعیین کننده‌ای داشته باشد. همچنین شرایط رشد اقتصادی پایدار درمدل رشد نئوکلاسیک عبارت است از این که بایستی $\mu>0$ و $\sigma>1$ باشد. در الگوی درون زا علاوه بر آن بایستی $\mu>\rho$ باشد که ناشی از درونزا بودن رشد سرمایه انسانی می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

سپس با استفاده از الگوی معادلات همزمان و روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای به تخمین رابطه دو سویه بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست در مورد ایران پرداخته شد. نتایج تجربی نشان دهنده افزایش آلودگی زیست محیطی در فرایند رشد اقتصادی ایران می‌باشد که نشان دهنده عدم پایداری فرایند رشد اقتصادی کشور می‌باشد. همچنین نتایج نشان دهنده بی‌معنی بودن تاثیر اعتبارت زیست محیطی بر افزایش کیفی محیط زیست می‌باشد. با توجه به این نتایج سیاستی زیر قابل برداشت می‌باشد.

ـ هدایت تولید کنندگان به سمت استفاده از تکنولوژی‌های حامی محیط زیست؛

ـ کاهش حمایتهای دولتی از صنایعی که استانداردهای زیست محیطی را در فرایند تولید رعایت نمی‌کنند؛

ـ اعمال جریمه‌های مختلف به صنایعی که استانداردهای زیست محیطی را در فرایند تولید رعایت نمی‌کنند؛

ـ افزایش آگاهی‌های عموم از عواقب تخریب محیط زیست و ارتقاء فرهنگ عمومی در قبال محیط زیست.

ـ کاهش یارانه‌های مصرفی و سایر انگیزه‌هایی که باعث عدم صرفه جویی در مصرف انرژی‌های مخرب محیط زیست می‌شوند؛

ـ افزایش اعتبارات تخصیص یافته به حفاظت از محیط زیست و به کار گیری بهینه و کارای این منابع؛

ـ پیشگامی دولت درحرکت به سمت تکنولوژهای سبز و پاک به ویژه در تولید حامل‌های انرژی به ویژه برق؛

ـ کاهش مصرف حامل‌های انرژی مخرب محیط زیست در امور عمومی.

فهرست منابع

ـ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، حساب‌های ملی، سالهای مختلف

ـ مرکزآمارایران، سالنامه آماری، سالهای مختلف

ـ سازمان مدیریت و برنامه ریزی، گزارش‌های اقتصادی، سالهای اقتصادی

Archive of SID

www.SID.ir

- Aghion P and P. Howitt, 1998 Endogenous Growth Theory, Cambridge, MA: MIT Press
- Brock, W.A. and M. Scott Taylor, 2004, The Green Solow Model, NBER Working Paper Series 10557.
- Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C. S., Jansson, B-O., Levin, S., Mäler, K-G., Perrings, C., and D. Pimentel, 1995. Economic growth, carrying capacity, and the environment. Science, 268: 520-521.
- D'Arge, Ralph C., 1971, Essay on Economic Growth and Environmental Quality. The Swedish Journal of Economics, Vol. 73 (1):25-41.
- Dasgupta, P. and G. M. Heal, 1974, The Optimal Depletion of Exhaustible Resources. Review of Economic Studies, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, pp. 3-28.
- de Bruyn, S. M., 1997. Explaining the environmental Kuznets curve: structural change and international agreements in reducing sulphur emissions. Environment and Development Economics, 2: 485-503.
- Deng, Haibin and Jing Huang, 2009, Environmental Pollution and Endogenous Growth: Models and Evidence from China. International Conference on Environmental Science and Information Application Technology, ESIAT 2009, Wuhan, China, 72-79.
- Ekins, P., 1997. The Kuznets curve for the environment and economic growth: examining the evidence. Environment and Planning A, 29: 805-830.
- Forster B. A., 1972, A Note on Economic Growth and Environmental Quality. The Swedish Journal of Economics, June, 281-285.
- Forster, B. A., 1973, Optimal Capital Accumulation in A Polluted Environment. Southern Economic Journal, Vol.39, 544-54.
- Grossman, G. and Kreuger, A., 1991, Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. Paper prepared for the Conference on United States-Mexico Free Trade Agreement.
- Lucas, R. (1988), On the Mechanics of Economic Development. Journal of Monetary Economics, 22(1), 3-42.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L. and Randers, J. (1972) Limits to Growth. New York: Universe Books.
- Panayotou, T., 1993, Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development, Working Paper WP238 Technology and Employment Programme, Geneva: International Labor Office.
- Pearson, P. J. G., 1994. Energy, externalities, and environmental quality: will development cure the ills it creates. Energy Studies Review, 6: 199-216.
- Seldon, Thoma M, and Daqing Song, 1994, Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? Journal of Environmental Economics and Management 27(2):147-162.
- Shafik and Bandyopadhyay, 1992, Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence, World Bank Policy Research Working Paper, WPS 904, Washington DC: World Bank.
- Solow, R., 1974, Intergenerational Equity and Exhaustible Resources. Review of

Archive of SID

www.SID.ir

Economic Studies, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, pp. 29-46.

- Stern, D. I., Common, M. S., and Barbier, E. B., 1996. Economic growth and environmental degradation: the environmental Kuznets curve and sustainable development. World Development, 24, 1151-1160.
- Stern, D. I., 1998. Progress on the environmental Kuznets curve?, Environment and Development Economics, 3: 173-196.
- Stokey, Nancy, 1998, Are There Limits to Growth? International Economic Review 39(1):1-31.
- Sun, G., 2004, Pollution, Environmental Protection and Sustainable Development, Shijie Jingji Wenhui (World Economic Forum), 5, 47-58.
- Stiglitz, J., 1974, Growth with Exhaustible Natural Resources: Efficient and Optimal Growth Paths. Review of Economic Studies, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, pp. 123-137.
- Uzawa, H. (1965), Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth, International Economic Review 6, 18-31.
- World Bank (2008), World Development Indicators, WDC.

Archive of SID

www.SID.ir