بررسی اثر رشد اقتصادی بر مصرف منابع آب در چارچوب منحنی زیست‌محیطی کوزنتس

محمد حیدری[۱*]، امیر خادم‌علیزاده[۲] و مرتضی خورسندی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۷

چکیده

افزایش جمعیت و نیاز به آب برای تولیدات کشاورزی و صنایع آب‌بر، اهمیت آب را برای کشورهای در حال توسعه از جمله ایران دو چندان کرده است. با این حال تا کنون مطالعات اندکی به بررسی رابطه رشد اقتصادی و مصرف آب پرداخته اند. هدف این پژوهش بررسی رابطه رشد اقتصادی و مصرف آب با بررسی داده‌های ۶۰ کشور از نقاط گوناگون جهان است که در دوره ۲۰۱۲-۱۹۹۲ و با رویکرد داده های تلفیقی (پانل) با اثرات ثابت انجام شده است. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که رابطه‌ای زنگوله‌ای میان رشد اقتصادی و مصرف آب وجود دارد که با فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس سازگار می‌باشد؛ به گونه‌ای که با افزایش درآمد سرانه، مصرف آب تا نقطه بیشینه افزایش یافته و با ادامه رشد اقتصادی، مصرف آب کاهش می یابد. دو متغیر کنترلیِ «نسبت زمین های کشاورزی» و هم‌چنین، «نسبت جمعیت شهرنشین» نیز به عنوان دو عامل کلیدی مصرف آب در این پژوهش برای کشورهای منتخب و ایران مورد بررسی قرار گرفت که نسبت زمین های کشاورزی در آزمونِ انجام گرفته، متغیری بی معنی در طول زمان بوده و نسبت جمعیت شهرنشین با مصرف آب رابطه مثبت و معناداری داشت. بر این اساس محدودیت منابع آبی در بلند مدت نباید مانع رشد کشاورزی باشد و هم‌چنین، انجام اقدام‌هایی که مانع از مهاجرت روستا به شهر می‌شود، می تواند در کنترل مصرف آب موثر باشد.

طبقه‌بندی JEL: Q15، Q25، O44

واژه‌های کلیدی: رشد اقتصادی، مصرف آب، منحنی زیست محیطی کوزنتس.

[۱]- دانشجوی دکتری، اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی (ره)، تهران، ایران.

[۲] - استادیار، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی (ره)، ، تهران، ایران.

[۳] - دانشیار، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی (ره)، ، تهران، ایران.

*- نویسنده مسئول مقاله: m_heidari@atu.ac.ir

پیش‌گفتار

آب، یکی از مهم‌ترین موضوع‌های چالشی زندگی انسان‌ها در سده اخیر است. افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش مصرف خانگی آب و هم‌چنین، افزایش نیاز به آب برای تولیدات کشاورزیِ بیش‌تر برای تامین مواد غذایی، مصرف آب را در سرتاسر جهان افزایش داده است. از سوی دیگر، حرکت به سمتِ رشد و توسعه در کشورها سبب شده است تا در مسیر توسعه، از صنایع آب‌بر استفاده شود. این مسائل به خودیِ خود می‌تواند آب را برایِ کشورهای در حال توسعه، به مسئله‌ای حیاتی بدل کند. از سوی دیگر، برخی پژوهش‌ها به بررسی رابطه میان «مصرف آب» و «رشد اقتصادی» پرداخته‌اند (کاتز[1]،۲۰۰۸؛ کول[2]،۲۰۰۴). این پژوهش‌ها رابطه‌ای زنگوله‌ای میان رشد اقتصادی و مصرف آب را نشان می دهند. بر مبنای این پژوهش‌ها، با افزایش رشد اقتصادی، مصرف آب افزایش می‌یابد، اما در مراحل بالاتر، این افزایش در رشد اقتصادی سبب می‌شود مصرف آب کاهش پیدا کند. این مسئله را تعبیری دیگر از منحنی زیست محیطی کوزنتس[3] (EKC) می‌نامند. در این پژوهش به بررسی رابطه بین مصرف سرانه آب[4] و رشد سرانه اقتصادی در کشورهای منتخب و ایران پرداخته شده است که می‌تواند روند استفاده از تمام منابع آبی کشور اعم از نزولات آسمانی و مقدار بارندگی سالانه کشور و برداشت از ذخیره آب های زیرزمینی را در گذشته و حال، هم‌زمان با تغییرات رشد اقتصادی کشور، فراروی پژوهشگران و تصمیم‌گیران قرار داده و پایه علمی مناسبی را برای پیش بینی این روند در آینده کشور در دسترس آنها قرار دهد و زمینه پژوهش‌های آتی را برای پژوهشگران عرصه اقتصاد آب فراهم آورد. به بیان دیگر، هدف اصلی این پژوهش، پاسخ به این پرسش است که « چه رابطه‌ای بین سرانه مصرف آب و رشد اقتصادی سرانه در کشورهای منتخب وجود دارد؟» با پاسخ به این پرسش می‌توان به بررسی فرضیه این پژوهش که عبارت است از: «بین مصرف سرانه آب و رشد اقتصادی سرانه در کشورهای منتخب، رابطه‌ای به شکل U وارون وجود دارد که با EKC سازگار است» پرداخت. در صورت اثبات این فرضیه، می‌توان دریافت که مشکل کم آبی بین کشورهای منتخب پژوهش، چه زمانی کاهش پیدا می‌کند. و از آن‌جا که ایران در بین این کشورها قرار گرفته است، می تواند پاسخی برای زمانِ کاهش بحران کم‌آبی و بحران‌های زیست محیطی ناشی از آن (مانند ریزگردها و بیابان زایی) در ایران بدست آورد. بنابراین، عمده‌ترین اهداف پژوهش عبارتند از:

۱- بدست آوردن رابطه سرانه مصرف آب و درآمد سرانه در ایران و کشورهای منتخب.

---

[1] - Katz
[2] -Cole
[3] -Environmental Kuznets Curve
[4] -Water Consumption Per Capita

۲- آگاهی از مقدار نقطه آستانه‌ای که پس از آن، مصرف سرانه آب در ایران کاهش می‌یابد.

ادبیات پژوهش

کمبود آب موضوعی جهانی است، «سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد»[1] (فائو) پیش‌بینی کرده است که تا سال ۲۰۲۵ میلادی ۱/۹ میلیارد نفر با کمبود آب مطلق زندگی می‌کنند و دو سوم از جمعیت جهان در شرایط تنش خواهد بود (بانک جهانی، ۲۰۰۹). مساله کمبود آب به تنهایی مطرح نیست بلکه این موضوع پیامدها و چالش‌هایی چون مهاجرت، ناهنجاری‌های اجتماعی، جنگ و پیامدهای زیست محیطی را هم به همراه می‌آورد (زارع، ۱۳۹۳). در این بخش پیشینه علمی پژوهش‌های نظری و تجربی مربوط به داخل و خارج از کشور به تفصیل خواهد آمد.

پژویان و مرادحاصل (۱۳۸۶) در تحقیقی با عنوان «بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا» با استفاده از روش داده‌های تلفیقی (پانل) اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا در قالب فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس برای ۶۷ کشور با گروههای درآمدی متفاوت (شامل ایران) را مورد آزمون قرار داده‌اند. نتایج این پژوهش، برقراری منحنی زیست محیطی کوزنتس و وجود رابطه U وارون میان رشد درآمد سرانه و آلودگی را در کشورهای مورد بررسی تائید می‌کند.

عباسی‌فر (۱۳۸۸) «بررسی رابطه آلودگی آب و رشد اقتصادی در کشورهای درحال توسعه و توسعه‌یافته» در دو گروه از کشورها برای داده های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۱، بر اساس مبانی نظری منحنی زیست محیطی کوزنتس را مورد بررسی قرار داده است. نتایج نشان داده است که شرایط اقتصادی حاکم بر هر دو گروه از کشورها منطبق با منحنی کوزنتس بوده و از آن پیروی می‌کند.

فطرس و همکاران (۱۳۸۹) «شواهد تجربی آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی کشورهای عضو اوپک» را بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهند که در مراحل اولیه رشد اقتصادی این کشورها، آلودگی هوا افزایش یافته است، اما، با تداوم رشد و واردات فناوری‌های کم‌تر آلاینده، کیفیت زیست محیطی این کشورها بهبود یافته است. بنابراین، فرضیه زیست محیطی کوزنتس در این کشورها صادق می‌باشد.

جودی و بهبودی (۱۳۸۹) به «بررسی اثرات متقابل رشد اقتصادی و محیط زیست با استفاده از الگوهای رشد و روش معادلات هم‌زمان» پرداخته‌اند. نتایج تخمین تابع تولید و تابع آلودگی زیست محیطی (انتشارCO2) به صورت هم زمان و با استفاده از روش کم‌ترین مربعات دو مرحله‌ای (2SLS) در دوره ۱۳۵۰ تا ۱۳۸۶ نشان می‌دهد که با وجود تاثیر مثبت محیط زیست بر رشد تولید ناخالص داخلی، آلودگی زیست محیطی در فرایند رشد اقتصادی افزایش می‌یابد.

[1]- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

بلالی و همکاران (۱۳۹۲) به «بررسی رابطه بین متغیرهای اقتصادی و آلودگی زیست محیطی ناشی از بخش نفت در قالب منحنی زیست محیطی کوزنتس» پرداخته و بدین منظور از متغیرهای اقتصادی ارزش افزوده بخش نفت، دی اکسیدکربن منتشر شده ناشی از مصرف انرژی و متغیر نوسانات قیمت نفت در سال‌های ۱۳۳۹ تا ۱۳۸۸ ایران استفاده کرده است. نتایج پژوهش نشان‌دهنده وجود رابطه زنگوله‌ای شکل بین ارزش افزوده بخش نفت و دی اکسیدکربن تولید شده ناشی از مصرف آن است که بر همین اساس، فرضیه کوزنتس در بخش انرژی را مورد تأیید قرار می‌دهد.

کول[۱] (۲۰۰۴) سعی کرده است با پاسخ به این سوال که «آیا یک رابطه سیستماتیک میان بین مصرف آب و درآمد وجود دارد؟» از لحاظ نظری به بررسی امکان وجود یک رابطه U وارون در این مورد بپردازد. وی به این نتیجه رسید که وجود یک رابطه معکوس میان رشد اقتصادی و مصرف آب امکان وجود خواهد داشت و این مسئله برای کشورهای توسعه یافته صادق است، اما به نظر می‌رسد کشورهای در حال توسعه، برای سال های زیادی در مرحله افزایش مصرف آب در مقابل افزایش رشد اقتصادی خواهند بود. به عبارت دیگر، کشورهای در حال توسعه تا نقطه بازگشت منحنی، راه درازی را در پیش خواهند داشت.

باربیر[۲] (۲۰۰۴) با استفاده از مدل‌های رشد و با داده‌های مقطعی کشورهای منتخب به این نتیجه می‌رسد که امروزه برای بیش‌تر اقتصادهای جهان، نرخ استفاده از آبِ شیرین، هنوز محدود کننده رشد نیست. با این حال برای تعداد محدودی از کشورها ممکن است کمبود آب، رشد اقتصادی را به طور متوسط یا شدید تحت تاثیر قرار دهد.

یو[۳] (۲۰۰۷) به بررسی رابطه علیت بین مصرف آب شهری و رشد اقتصادی منطقه‌ای در یک منطقه از کره با استفاده از مدل‌های هم‌انباشتگی و تصحیح خطا پرداخته و برای این منظور از داده‌های ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۱ استفاده کرده است. نتیجه این مطالعه نشان داده است که یک رابطه علیت یک طرفه از سمت رشد اقتصادی منطقه به مصرف آب شهری وجود دارد.

دوارت و همکاران[۴] (۲۰۱۳) با استفاده از روش PSTR[۵] در بین ۶۵ کشور و برای داده‌های ۱۹۶۲ تا ۲۰۰۸ به بررسی مصرف آب و درآمد سرانه پرداخته‌اند. در این پژوهش، از دو متغیر دیگر، به غیر از درآمد سرانه برای توضیح مصرف آب استفاده شده است، که عبارتند از: مقدار بارش و آزادی

---

[1] -Cole
[2]- Barbier
[3]- Yoo
[4] -Duarte et al
[5]- Panel Smooth Transition Regression

سیاسی. این پژوهش در نهایت به رابطه‌ای غیر خطی بین مصرف سرانه آب و درآمد سرانه رسیده که به صورت U وارون بوده است. در نتیجه، وجود منحنی زیست محیطی کوزنتس برای مصرف آب در این مطالعه تائید شده است.

کَزکارو و همکاران[1] (۲۰۱۳) با استفاده از جدول داده-ستانده به این نتیجه رسیده‌اند که با رشد تقاضا در اسپانیا میان سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۷، مصرف آب در این کشور تقریبا ۳ برابر رشد داشته است. که این رشد تقاضای مصرف آب، به دلیل افزایش مصرف خانگی و همچنین افزایش صادرات است.

کاتز[2] (۲۰۱۴) با انتخاب سه مجموعه داده گوناگون اعم از ۱۴۶ کشور جهان، کشورهای OECD[3] و ۴۸ ایالت کشور آمریکا و با انجام روش‌های داده مقطعی و پانل در برداشت آب و بکارگیری هر دو روش کم‌ترین مربعات و تحلیل رگرسیون ناپارامتری و هم‌چنین، استفاده از سطح درآمد سرانه و مصرف کلی آب، به این نتیجه می‌رسد که با وجود این‌که بعضی از این روش‌ها، وجود EKC را تائید می‌کند، اما نتایج به شدت وابسته به مجموعه داده‌ها و روش‌های آماری است.

گوران و همکاران[4] (۲۰۱۶) به بررسی نقش مصرف منابع آب بر رشد اقتصادی در ۳۸ کشور جنوب صحرای آفریقا پرداخته‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهد که رشد اقتصادی در این کشورها عمدتا توسط آب و نیروی کار هدایت می‌شود. هم‌چنین، در این پژوهش نشان داده می‌شود که بهره‌وری در برداشت آب و استفاده از نیروی کار به پیشرفت‌های فن‌آوری در این کشورها منجر می‌شود.

مواد و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده برای ۲۰ سال، از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۲ است که با استفاده از آمار و داده‌های موجود در شاخص‌های WDI[5] وبسایت بانک جهانی برای کشورهای منتخب استخراج شده است. جامعه آماری مورد مطالعه مجموعه‌ای ۶۰ کشوری از کشورهایی است که علاوه بر موجود بودن اطلاعات مورد نیاز، گستره‌های جغرافیایی متفاوتی داشته و در ۵ قاره پخش می‌باشند. همچنین این کشورها از لحاظ توسعه یافتگی و درحال توسعه بودن نیز باید متفاوت باشند تا نتایج حاصله تنها مختص به گروهی خاص نباشد.

1- Cazcarro et al
2- Katz
3- Organization for Economic Co-operation and Development
4- Ngoran et al
5- World Development Indicators

هنگامی‌که داده‌های مورد استفاده جهت تخمین روابط به صورت پانل (تابلویی) هستند، لازم است پیش از برآورد الگو، مشخص شود که از دو مدل Pooling Data یا Panel Data، کدام‌یک برای برآورد و استنتاجات آماری مناسب‌تر می‌باشند. بدین منظور ابتدا باید با تلفیق تمامی داده‌ها به صورت Pool، الگو را برآورد کرده و مجموع مجذورات باقی‌مانده‌ها را بدست آوریم. در مرحله بعد الگو را به صورت پانل با عرض از مبدأهای متفاوت برای هر مقطع (Fixed Effect) برآورد کرده و مجموع مجذورات باقیمانده‌های این روش را نیز بدست آوریم. سپس با استفاده از آماره آزمون F که به صورت زیر محاسبه می‌شود و به F لیمر معروف است، روش مناسب انتخاب می‌شود.

آماره آزمون لیمر، جهت انتخاب نوع مدل:

$$F = \frac{(SSR_{pool} - SSR_{panel})/q}{SSR_{panel}/(N-K)} \quad (۱)$$

در رابطه بالا، F آماره آزمون لیمر، SSR_{pool} مجموع مجذورات باقیمانده‌های مدل pool، q تعداد محدودیت‌ها، SSR_{panel} مجموع مجذورات باقیمانده‌های مدل پانل، N تعداد داده‌ها و k درجه آزادی می‌باشد. اگر آماره آزمون بدست آمده، از مقدار بحرانی F جدول در سطح معنی‌داری آزمون (در این‌جا ۰/۰۵) بیش‌تر باشد، در این صورت مدل پانل مناسب‌تر خواهد بود.

برای برآورد مدل به روش پانل دو الگوی گوناگون وجود دارد، اثرات ثابت و اثرات تصادفی. آزمون هاسمن به ما در انتخاب یکی از این دو الگو کمک می‌کند. درصورتیکه احتمال بدست آمده کم‌تر از سطح معنی داری (در اینجا ۰/۰۵) باشد، باید از روش اثرات ثابت استفاده کرد و اگر این احتمال بیش‌تر از سطح معنی داری (در این‌جا ۰/۰۵) باشد، روش اثرات تصادفی ملاک عمل خواهد بود.

با تخمین الگو، فرضیه تحقیق که وجود منحنی زیست محیطی کوزنتس برای مصرف آب در مجموعه کشورهاست، تائید یا رد می‌شود. در صورت تائید این فرض، نقطه بیشینه منحنی که بعد از آن مصرف آب کاهش می‌یابد با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$y = \frac{-\beta_1}{2\beta_2} \quad (۲)$$

که در آن β_1 و β_2 ضرایب درآمد سرانه در الگو هستند.

مدل عمومی پژوهش‌ها در حوزه منحنی کوزنتس، به گونه‌ای است که در آن متغیر وابسته (که غالبا از انواع آلودگی است) با توان‌های گوناگون درآمد سرانه (یا تولید ناخالص داخلی) و متغیرهای دیگر توضیحی، در ارتباط است. در این پژوهش که مبتنی بر رابطه رشد اقتصادی و مصرف آب است، با توجه به نکاتی که در زیر می‌آیند و هم‌چنین، با توجه به داده‌های موجود و لزوم همگن بودن متغیرهای معادله، در نهایت به الگوی زیر رسیده شد:

$$WATER_i = \beta_0 + \beta_1 INC_i + \beta_2 INC_i^2 + \beta_3 INC_i^3 + \beta_4 LAND + \beta_5 URBAN + \varepsilon \quad (۳)$$

در ادامه به توضیح هر یک از این متغیرها و دلایل تجربی حضور آن‌ها در معادله خواهیم پرداخت.

$WATER_i$: نمایانگر آن مقدار آبی است که به طور سرانه از منابع سطحی و زیرزمینی برداشت شده و در بخش‌های گوناگون (اعم از کشاورزی، صنعتی و مصارف خانگی) استفاده می‌شود. برای این شاخص از داده‌های بانک جهانی که به صورت مطلق بود استفاده شده و بر جمعیت کشورها در همان سال تقسیم شده است. واحد این متغیر، متر مکعب بر نفر در هر سال است.

INC_i: نمایانگر درآمد سرانه است که عبارت است از تولید ناخالص داخلی تقسیم بر تعداد جمعیت. تولید ناخالص داخلی، جمع ارزش افزوده ناخالص تمام بخش های اقتصاد است به اضافه مالیات تولید و منهای هر یارانه‌ای که مشتمل بر ارزش تولیدات نباشد. این شاخص بر اساس دلار امریکا و به قیمت‌های سال ۲۰۱۰ از داده‌های بانک جهانی استخراج گردیده است.

توان اول و دوم این متغیر برای تبیین شکل زنگوله‌ای منحنی کوزنتس است. به این ترتیب که در صورت مثبت بودن ضریبِ توان اول و منفی بودن ضریبِ توان دوم، حالت زنگوله‌ای یا U وارون بدست می‌آید. در صورتی که توان سوم معنی‌دار بوده و غیر صفر باشد، منحنی کوزنتس به شکل N درخواهد آمد، اگر چه تاکنون در تحقیقات انجام شده این اتفاق نیفتاده است و توان سوم درآمد، یا بی معنی بوده و یا صفر شده است.

$LAND_i$: نمایانگر نسبت زمین‌های کشاورزی موجود در یک کشور، به کل زمین‌های آن کشور است. از آن جا که کشاورزی، یکی از اصلی‌ترین متغیرهای مصرف آب بوده و بیش‌ترین سهم مصرف آب در کشورهای متوسط و کم درآمد متعلق به بخش کشاورزی است، در نتیجه این متغیر به مدل اضافه شده است تا نسبتِ مقدار زمین کشاورزی بر کل زمین‌ها، بر مصرف آب سنجیده شود.

$URBAN_i$: این متغیر، نشان دهنده نسبتِ جمعیتِ شهرنشینی در یک کشور، نسبت به کل جمعیت است. نسبت جمعیت شهرنشینی افزون بر این‌که متغیری موثر در مصرف آب است، می‌تواند به عنوان شاخصی جهت سنجش مقدار صنعتی بودن کشورها شناخته شود. در مراحل اولیه صنعتی شدن، با هجوم نیروی کار از روستا به شهر روبه‌رو هستیم که به افزایش نسبت جمعیت شهرنشین می‌انجامد. مطابق پژوهش‌های انجام شده، افزایش جمعیتِ شهرنشین، سبب افزایش در مصرف آب می‌شود (یو، ۲۰۰۷؛ کزکارو و همکاران، ۲۰۱۳).

نتایج و بحث

به طور کلی، یک فرایند تصادفی هنگامی مانا (بدون ریشه واحد) نامیده می‌شود که میانگین و واریانس در طی زمان ثابت باشد و مقدار کوواریانس بین دو دوره زمانی، تنها به فاصله یا وقفه بین دو دوره بستگی داشته و ارتباطی به زمان واقعی محاسبه کوواریانس نداشته باشد (گجراتی، ۱۳۹۲).

در این پژوهش، تنها از آزمون لوین، لین و چو[1](LLC) برای بررسی مانایی استفاده شده است، که نتایج آن در زیر آمده است:

بر اساس آنچه در روش پژوهش ذکر شد، برای انتخاب مدل، از آزمون لیمر (معادله ۱) استفاده شد:

با توجه به اینکه آماره آزمون F از سطح معنی‌داری بیش‌تر است، پس از روش پانل استفاده می‌کنیم.

نتایج آزمون هاسمن، برای معادله‌ی این پژوهش به صورت جدول ۳ می‌باشد:

با توجه به اینکه همه متغیرها مانا هستند، پس بدون استفاده از آزمون‌های هم‌انباشتگی، با استفاده از روش اثرات ثابت، اقدام به برآورد الگو شده است. همان‌گونه که ذکر شد، داده‌های این برآورد متعلق به دوره ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۲ بوده و طی دوره‌های ۵ ساله استخراج شده است. در جدول ۴، نتایج بدست آمده از برآورد مدل مشاهده می‌شود:

بر اساس الگوی برآورد شده، مشاهده می‌شود ضرایب درآمد سرانه و نسبت جمعیت شهرنشین به کل جمعیت، در بازه ۹۵ درصد معنی‌دار و قابل قبول است. رابطه مثبت ضریب درآمد سرانه (INC) بیانگر این است که با افزایش درآمد سرانه، مصرف سرانه آب افزایش پیدا می‌کند. از سوی دیگر، منفی بودن ضریبِ (INC2) بیانگر رابطه زنگوله‌ای شکل میان مصرف سرانه آب و درآمد سرانه است. از این رو، منحنی زیست محیطی کوزنتس و رابطه رشد اقتصادی و مصرف آب برای ۶۰ کشور مورد مطالعه، اثبات می‌شود.

در رابطه با توان سوم درآمد سرانه (INC3)، با توجه به اینکه عدد حاصل (۵/۵۹E-۱۲) تقریبا صفر است، در نتیجه تاثیری در شکل منحنی ندارد. یعنی منحنی به حالتِ N شکل درنخواهد آمد.

وجود رابطه مثبت میان نسبت جمعیت شهرنشین و مصرف سرانه آب نشان دهنده این امر است که گسترش شهرنشینی، بر مصرف آب تاثیر بسیاری دارد، به بیان دیگر، یک درصد افزایش در نسبت جمعیتِ شهرنشین، سبب افزایش یازده واحد مصرف آب سرانه می‌شود.

---

[1] -Levin, Lin and Chu

متغیر «نسبت زمین کشاورزی به کل زمین» نیز، بر خلاف انتظار، معنی دار نیست. این مسئله می‌تواند حاکی از این امر باشد که در بلند مدت، نسبت زمین کشاورزی تاثیری بر مصرف آب نخواهد داشت.

علت بی تاثیر بودن نسبت زمین های کشاورزی به کل زمین در مصرف آب را می‌توان در بهبود فناوری و شیوه‌های نوین آبیاری جستجو کرد. بر اساس گزارش یونسکو۱ (۲۰۰۳)، در کشورهای با درآمد سرانه بالا، مقدار آب اختصاص یافته شده به کشاورزی ۳۰ درصد از کل آب است، در صورتی که در کشورهایی با درآمد سرانه پایین‌تر، این مقدار به ۸۲ درصد می‌رسد.

با افزایش درآمد سرانه، کشاورزان به سمت شیوه های نوین آبیاری و بهبود فناوری می‌روند که این مسئله، سبب کاهش مصرف آب می‌شود. این کاهش مصرف آب ممکن است مصرف آبِ افزایش یافته توسط زمین های کشاورزی جدید را جبران کند. در نتیجه می‌توان گفت در درازمدت، مقدار زمین‌های کشاورزی، متغیر تاثیرگذاری در مصرف آب نیست.

با توجه به اثبات منحنی زیست محیطی کوزنتس، می‌توان نقطه بازگشت را بدست آورد. نقطه بازگشت، آن مقداری از درآمد سرانه است که در آن مصرف سرانه آب به بیشینه رسیده و پس از آن، با افزایش درآمد سرانه، مصرف سرانه آب کاهش می یابد. با توجه به این‌که می‌توان INC3 را صفر در نظر گرفت، بر اساس رابطه (۲)، نقطه بازگشت پذیری منحنی با جای‌گذاری ضرایب، عبارت است از ۳۲۸۰۷ دلار، با قیمت پایه سال ۲۰۱۰. یعنی هرگاه درآمد سرانه کشورهای مورد مطالعه، به این مقدار برسد، با ادامه روند رشد اقتصادی، مصرف آب در این کشورها کاهش خواهد یافت.

برای درک بهتر موقعیت کشورهای مورد مطالعه، از تحلیل توصیفی متغیر درآمد سرانه کمک می‌گیریم:

با توجه به این‌که میانه درآمد سرانه، از نقطه حاصل پایین‌تر است، می‌توان نتیجه گرفت بیش از نیمی از کشورها از این نقطه عبور نکرده‌اند و در واقع به این سطح از درآمد نرسیده‌اند.

ایران نیز فاصله بسیار زیادی با نقطه مطلوب دارد. درآمد سرانه ایران در سال ۲۰۱۲ ، بر مبنای سال پایه ۲۰۱۰، ۵۹۵۱ دلار بوده است. در نتیجه ایران تا رسیدن به نقطه مطلوب نیازمند این است تا درآمد سرانه اش بیش از ۵/۵ برابر رشد داشته باشد که این امر تا سالیان درازی قطعا محقق نخواهد شد. مطابق با یافته‌های پژوهش، ایران با توجه به اختصاص بیش‌ترین سهم آب به کشاورزی، هنوز تا رسیدن به نقطه‌ای که سهم صنعت در مصرف آب افزایش یابد فاصله زیادی دارد.

برای درک بیش‌تر نتایج بدست آمده و قابل مقایسه بودن آن، لازم است آمار و ارقام مرتبط با مصرف آب در نقاط گوناگون جهان مورد بررسی قرار گیرد:

---

[1] UNESCO

تقاضای آب با توجه به کاربردهای گسترده آن به سه دسته تقاضای آب کشاورزی، صنعتی و شهری تقسیم می‌شود که در هر کدام از این گروهها، آب کاربردهای گوناگونی دارد، بخش عمده آب استحصال شده صرف کشاورزی می‌شود و آب برداشتی در صنعت به گونه عمده بمنظور خنک کردن سیستم های تولیدی، ایجاد بخار و تبدیل بخار به آب مورد استفاده قرار می‌گیرد. تقاضای آب شهری شامل انواع تقاضای آب برای کاربردهای خانگی، عمومی و تجاری است. تقاضای عمومی آب، شامل آب عرضه شده به پارک ها، بیمارستان‌ها، مدارس و دیگر مکان های عمومی است و تقاضای تجاری آب، شامل آب مصرفی انبارها، فروشگاه‌ها، رستوران‌ها، هتل‌ها و دیگر موارد مشابه می‌شود. تقاضا برای آب در بخش‌های کشاورزی و صنعتی به واقع تقاضا برای یک عامل تولیدی یا کالای واسطه‌ای است و تقاضا برای آب خانگی تقاضا برای یک کالای نهایی مصرفی است (پژویان و حسینی،۱۳۸۲).

بر اساس جدول بالا، کشورهایی با سطح درآمد بالاتر نسبت به کشورهای جهان سوم مصرف آب شرب و صنعتی بیش‌تری دارند، اما به مقدار قابل ملاحظه‌ای در کشاورزی از آب کم‌تری استفاده می‌کنند. از اصلی‌ترین دلایل بالا بودن سهم آب کشاورزی در کشورهای در حال توسعه و یا توسعه نیافته مشکل پایین بودن راندمان آبیاری است که استمرار آن می تواند به خسارت‌های بیش‌تری بیانجامد و فاصله وضعیت این کشورها را از شرایط لازم برای توسعه پایدار، بیش از پیش کند.

یکی از مهم‌ترین متغیرهای مورد بحث در این پژوهش، برداشت سالانه آب است. برداشت سالانه آب شیرین در آمارها، به کل برداشت آب، بدون در نظر گرفتن تلفات تبخیر آب از حوزه ذخیره‌سازی اشاره دارد. برداشت‌ها برای کشاورزی و صنعت شامل کل برداشت‌ها برای آبیاری و پرورش دام و برای استفاده های صنعتی از جمله برداشت برای سیستم‌های حرارتی و نیز خنک‌کننده می‌باشد. برداشت برای مصارف خانگی نیز شامل آب آشامیدنی، استفاده یا عرضه شهرداری‌ها و نیز استفاده برای خدمات عمومی، موسسات تجاری و خانه‌ها می باشد.

در جدول ۷، مقدار برداشت آب شیرین سالانه در مناطق گوناگون جهان آمده است:

بر اساس جدول بالا، بیش‌ترین برداشت متعلق به شرق آسیاست که بیش‌ترین جمعیت را نیز در خود جای داده است. پس از آن نیز به ترتیب جنوب آسیا، اروپا و آسیای مرکزی، آمریکای شمالی، آمریکای لاتین و در نهایت خاورمیانه و شمال آفریقا و جنوب صحرای آفریقا قرار دارد.

نکته مهمی‌که در این جدول نیز به چشم می خورد، تاثیر جمعیت بر مقدار برداشت آب است. به نظر می رسد مهم‌ترین متغیر در برداشت آب، مقدار جمعیت در آن منطقه است. از آن رو که این جمعیت افزون بر مصرف آشامیدنی، مصرف صنعتی و کشاورزی را نیز در کنار خود به وجود می‌آورد.

یکی دیگر از مهم‌ترین عوامل استفاده از آب، مقدار رشد و توسعه یافتگی یک کشور است. با رشد اقتصادی و افزایش درآمد سرانه، افزون بر این‌که شیوه‌های کشاورزی مدرن و مکانیزه می‌شود، که این خود در کاهش مصرف آب سهم چشمگیری دارد، سهم صنعت و خدمات در اقتصاد افزایش می‌یابد. این دو مورد به دلیل مصرف کم‌تری که از آب دارند، سبب می‌شوند تا مصرف آب در کشورهایی با درآمد بیش‌تر، نسبت به کشورهای کم درآمدتر کاهش یابد.

در جدول بالا، همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، با حرکت از «درآمد متوسط رو به پایین» به سمت «پردرآمد» مقدار برداشت آب شیرین کاهش پیدا می‌کند.

در مورد کشورهای با درآمد کم که کم‌ترین مقدار برداشت از آب را دارند، می‌توان این نکته را گفت که به دلیل سطحِ بسیار پایین درآمد این کشورها، در بخش‌های کشاورزی و خدمات بسیار ضعیف‌اند و تولید چندانی ندارند. در نتیجه مصرف آب آن‌ها بسیار پایین است. البته، مسائل جغرافیایی نیز در این زمینه بی تاثیر نیست.

در این تقسیم بندی، ایران در زمره کشورهای «درآمد رو به متوسط بالا» قرار گرفته است. این کشورها با برداشت از حدود یک سوم منابع آب شیرین جهان، سهمی به سزا در برداشت از این منابع دارند. با افزایش درآمد سرانه این کشورها و ورود به زمره کشورهای «پر درآمد»، می‌توان امید داشت در مقدار این برداشت، کاهش صورت بگیرد.

نتیجه گیری و پیشنهادها

هدف از این نوشتار بررسی وجود رابطه‌ی میان رشد اقتصادی و مصرف آب در بین کشورهای منتخب این بررسی (از جمله ایران) بود. برای این منظور ابتدا به ارائه کلیاتی در زمینه‌ی آب و مصرف و توزیع آن در نقاط گوناگون جهان پرداخته شد، سپس در ادامه به پژوهش‌هایی در رابطه با مصرف آب و رشد اقتصادی اشاره شد که در آن‌ها نیز وجود منحنی زیست محیطی کوزنتس، اثبات شده بود. در نهایت، با معرفی مدل، به بررسی رابطه مصرف آب و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب (از جمله ایران) پرداخته شد. پس از آزمون فرضیه پژوهش، وجود رابطه ای به صورت U وارون میان رشد اقتصادی سرانه و مصرف سرانه آب در خصوص کشورهای منتخب (از جمله ایران) رد نشد. هم‌چنین، مطابق با نتایج حاصل، نقطه بیشینه درآمد سرانه ۳۲۸۰۷ دلار آمریکا (بر مبنای سال پایه ۲۰۱۰) بدست آمد. نسبت زمین های کشاورزی به کل زمین های موجود؛ در مدل مورد بررسی، متغیری بی معنی بود و بر اساس نتایج بدست آمده از مدل، نسبت جمعیت شهرنشین به کل جمعیت، اثر مستقیمی بر مصرف آب داشته و افزایش نرخ شهرنشینی سبب افزایش مصرف آب می‌شود.

از آن جایی که تا کنون مطالعه ای به زبان فارسی بر رابطه رشد اقتصادی و مصرف آب نپرداخته بود، این پژوهش توانسته است ادبیاتِ مرتبط با این موضوع را به زبان فارسی وارد کند. با توجه به پژوهش‌های اندکی که در این زمینه حتی در سطح جهان انجام گرفته است، وجود متغیر «نسبت زمین‌های کشاورزی به کل زمین‌های موجود» نوآوری دیگر این پژوهش است. بر خلاف انتظار و با وجودی که بیش‌ترین مصرف آب در جهان متعلق به زمین‌های کشاورزی است (جدول ۶) این متغیر در بلندمدت بی‌معنی است و اثری بر مصرف آب ندارد. از این رو، می‌توان به عنوان راهکاری سیاستی بیان کرد که محدودیت منابع آبی نباید مانع رشد کشاورزی باشد، بلکه رشد فناوری و استفاده از شیوه‌های نوین آبیاری می تواند مصرف آب را کاهش دهد و در بلندمدت این دو (رشد زمین های زیر کشت و مصرف منابع آب) رابطه معنا داری با یکدیگر ندارند.

هم‌چنین، از آنجایی که افزایش نرخ شهرنشینی سبب افزایش مصرف آب می‌شود، توجه به روستاها و جلوگیری از مهاجرت به شهر می تواند نقش موثری در کنترل مصرف آب داشته باشد.

منابع

- بلالی, ح.، زمانی، ا.، و یوسفی، ع. (۱۳۹۲). رابطه رشد اقتصادی و آلودگی زیست محیطی در بخش نفت با تاکید بر نوسانات قیمت آن (مطالعه موردی ایران). فصلنامه برنامه و بودجه، سال هجدهم، شماره۳، صص ۴۹-۶۵.

- پژویان, ج.، مرادحاصل، ن. (۱۳۸۶). بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، سال هفتم، شماره چهار، صص ۱۴۱-۱۶۰.

- پژویان، ج.، حسینی، ش. (۱۳۸۲). برآورد تابع تقاضای آب خانگی (مطالعه موردی شهر تهران)، پژوهش های اقتصادی ایران،شماره۱۶، صص۶۷-۴۷.

- عباسی فر، ز. (۱۳۸۸). بررسی رابطه آلودگی آب و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی(ره).

- فطرس، م.، غفاری، ه.، و شهبازی، آ. (۱۳۸۹). مطالعه رابطه آلودگی هوا و رشد اقتصادی کشورهای صادرکننده نفت، فصلنامه پژوهش های رشد و توسعه اقتصادی، سال اول، شماره اول، صص ۵۹-۷۷.

- گجراتی، د. (۱۳۹۲). مترجم: ابریشمی، ح، مبانی اقتصاد سنجی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ص ۹۰۹.

- مهرآبی بشرآبادی، ح.، جلائی اسفندآبادی، ج.، باغستانی، ع.، و شرافتمند، ح. (۱۳۸۹)، تأثیر آزادسازی تجاری بر آلودگی محیط زیست در ایران، تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی در ایران، شماره ۱، صص۱۱-۱۹.

Refrences

- Barbier, E. (2004). Water and Economic Growth, Economic Record, 80: pp. 1-16.

- Cazcarro, I., Durate, R., & Sanchez-choliz, J. (2013). Economic Growth and the Evolution of Water Consumption in Spain: A Structural Decomposition Analysis, Ecological Economics, 96: pp. 51-61.

- Cole, M.A. (2004). Economic Growth and Water Use, Applied Economics Letters, 11: pp. 1-4.

- Durate, R., Pinilla, V., & Serrano, A. (2013). Is There an Environmental Kuznets Curve for Water Use? A Panel Smooth Transition Regression Approach, Economic Modelling, 31: pp. 518-527.

- Grossman, G.E., & Krueger, A.B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement, NBER Working Paper No.3914, Issued in November 1991

- Grossman, G.E., & Krueger, A.B. (1995). Economic Growth and the Environment, Quarterly Journal of Economics, 2: pp.353–377.

- Katz, D. (2014). Water Use and Economic Growth: Reconsidering the Environmental Kuznets Curve (EKC) relationship, Journal of Cleaner Production, 88: pp 1-9.

- Katz, D.l. (2008). Water Economics Growth and Conflict: Three Studies. University Of Michigan, Online Available: https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/60789

- Ngoran, S.D.,Xue, X., & Wesseh, J.K. (2016). Signature of Water Resource Consumption on Sustainable Economic Growth in Sub-Saharan African Countries, International Journal of Sustainable Built Environment, 4: pp. 114-122.

- Orubo O.C., Omotor, D.G. (2011). Environmental Quality and Economic Growth: Searching for Environmental Kuznets Curves for Air and Water Pollutants in Africa, Energy Policy, 39: pp. 4178-4188.

- Pnaayotou, T. (1993). Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development, Working paper WP238. Technology and Environment program, International Labor Office, Geneva.

- Shafik, N., & Bandyopadhyay, S. (1992). Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence, World Bank Policy Research Working Paper.

- UNESCO. (2003). Water for People, Water for Life, United Nations World Water Development Report.
- World Bank. (2005). World Development Report.
- Yoo, S., (2007). Urban Water Consumption and Regional Economic Growth: The Case of Taejeon, Korea, Water Resource Management, 21: pp. 1353-1361.

پیوست‌ها

نام کشورهای مورد مطالعه

ارمنستان	استرالیا	اتریش
آذربایجان	بلاروس	بلژیک
برزیل	بلغارستان	کانادا
چین	شیلی	ساحل عاج
قبرس	جمهوری چک	دانمارک
دومینیکن	مصر	استونی
فنلاند	فرانسه	آلمان
یونان	گویان	مجارستان
ایسلند	هند	ایران
ایرلند	ژاپن	قزاقستان
لاتویا	کنیا	قرقیزستان
لبنان	لیبی	لیتوانی
مالزی	مالت	مراکش
هلند	نروژ	پاکستان
لهستان	پرتغال	پورتوریکو
کره جنوبی	رومانی	اسپانیا
سوئد	سوئیس	تاجیکستان
ترینیداد و توباگو	تونس	ترکیه
ترکمنستان	اوکراین	انگلستان
آمریکا	ازبکستان	یمن

جدول ۱ - آزمون ریشه واحد متغیرها.

نام متغیر	LLC prob	نتیجه
Water	۰/۰۰۰۰	مانا
INC	۰/۰۰۰۰	مانا
INC2	۰/۰۰۰۰	مانا
INC3	۰/۰۰۰۰	مانا
Urban	۰/۰۰۰۰	مانا
Land	۰/۰۰۰۰	مانا

ماخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۲ - نتایج آزمون لیمر.

آماره آزمونF	احتمال (Prob)	نتیجه
۷۳/۱۳۰۲۸۶	۰/۰۰۰	استفاده از روش پانل

ماخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۳ - نتایج آزمون هاسمن.

آماره آزمون $\chi 2$	احتمال (Prob)	نتیجه
۱۸/۹۳۶۱۲۹	۰/۰۰۶۶	روش اثرات ثابت

ماخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۴ - برآورد الگو به روش اثرات ثابت.

نام متغیر	ضریب تخمینی	آماره t	احتمال (Prob)
C	-۸۹۳/۱۵۸۶	-۲/۴۱۹۵۷۲	۰/۰۱۶۸
INC	۰/۰۶۸۲۳۹	۴/۴۹۴۱۵۱	۰/۰۰۰۰
INC2	-۱/۰۴E-۰۶	-۵/۵۳۵۳۳۷	۰/۰۰۰۰
INC3	۵/۵۹E-۱۲	۵/۶۵۹۳۶۲	۰/۰۰۰۰
Land	۲/۶۰۶۶۷۴	۰/۶۰۲۱۲۷	۰/۵۴۸۰
Urban	۱۱/۸۱۱۳۵	۴/۰۲۲۳۰۵	۰/۰۰۰۱

ماخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۵ - توصیفات آماری متغیر درآمد سرانه.

نام متغیر	حداقل	حداکثر	میانه	میانگین
درآمد سرانه	۳۶۶/۱۹۱۶	۹۱۵۹۳/۶۳	۹۲۲۸/۵۳۶	۱۸۰۱۹/۷۹

ماخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۶ - سهم مصارف آب در بخش‌های گوناگون.

نوع مصرف	کل دنیا	کشورهای برخوردار	کشورهای با درآمد متوسط و یا کم
شرب	۸	۱۱	۸
صنعت	۲۲	۵۹	۱۰
کشاورزی	۷۰	۳۰	۸۲

ماخذ: گزارش یونسکو، ۲۰۰۳

جدول ۷ - مقدار برداشت سالانه آب شیرین در مناطق گوناگون جهان (میلیارد لیتر)

منطقه	مقدار برداشت آب شیرین
کل جهان	۳۹۰۸/۵
شرق آسیا و اقیانوس آرام	۱۰۸۵
اروپا و آسیای مرکزی	۵۲۹/۵
آمریکای لاتین و کارائیب	۳۲۶/۶
خاورمیانه و شمال آفریقا	۳۰۹/۸
امریکای شمالی	۵۱۷/۲
جنوب آسیا	۱۰۲۳/۴
جنوب صحرای آفریقا	۱۱۷

ماخذ: بانک جهانی

جدول ۸- مقدار برداشت اب شیرین بر حسب سطح درآمد مناطق جهان (میلیارد لیتر).

منطقه	مقدار برداشت آب شیرین	درصد
درآمد متوسط رو به پایین	۱۵۷۰/۲۰	۴۱
درآمد متوسط رو به بالا	۱۲۳۸/۳۰	۳۲
پر درآمد	۹۷۰/۷	۲۵
درامد کم	۹۱/۵	۲

ماخذ: بانک جهانی