

Factors Affecting the Water Consumption of the Industrial Sector in the Provinces of Iran:

Evidence of the Environmental Kuznets Hypothesis

Asma Shirkhani^{*}, Ali Sayehmiri^{}**

Mohammad Oshani^{*}**

Abstract

The water crisis is one of the main problems in Iran. Therefore, the development of national policies and monitoring and control in the integrated management of water resources should be socially desirable, environmentally sustainable and economically efficient. In this study, using the data from the period 2013 to 2014 and the generalized moments method (GMM), in addition to investigating the hypothesis of the Kuznets environmental curve, taking into account the water consumption in the provinces of Iran, to investigate the effect of the value-added variables of industry and trade (As economic factors), urbanization, government size (as social factors), annual rainfall and temperature (as ecological factors) on water consumption in the industrial sector of Iran's provinces have been studied. The results of the research show that there is no significant relationship between the amount of trade, the added value of the industrial sector and its square with the water consumption of the industrial sector in the provinces

* Master of Economic Energy, Faculty of Literature and Human Science, Ilam University,
asma.shirkhani2018@gmail.com

** Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Literature and Human Science, Ilam University (Corresponding Author), a.sayehmiri@ilam.ac.ir

*** Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Literature and Human Science, Ilam University, oshani.ff@gmail.com

Date received: 03/05/2022, Date of acceptance: 01/11/2022



Copyright © 2010, IHCS (Institute for Humanities and Cultural Studies). This is an Open Access article. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

of Iran and the non-confirmation of the Kuznets environmental curve hypothesis in the industrial sector. The results also show a significant inverse effect of government size and temperature and a significant positive effect of urbanization and precipitation on water consumption in the industrial sector in Iran's provinces. Therefore, it is necessary for the industries of each province to carry out industrial planning according to their local natural, social and economic conditions and according to the capacity of water resources and be under strict supervision and stricter rules should be applied to the use of water resources.

Keywords: Sustainable Development, Kuznets Hypothesis, Water Consumption, Industry Sector,

JEL Classification: Q01, F60, Q25, L00

عوامل مؤثر بر مصرف آب بخش صنعت در استان‌های ایران:

شواهدی از فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس

اسما شیرخانی*

علی سایه‌میری**، محمد اوشنی***

چکیده

بحران آب یکی از مسایل اصلی ایران است، بنابراین تدوین سیاست‌های ملی منابع آبی باید از نظر اجتماعی مطلوب، از نظر محیط‌زیستی پایدار و از نظر اقتصادی کارآمد باشد. در این مطالعه با استفاده از داده‌های دوره ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۴ و روش گشتاورهای تعمیم‌یافته علاوه بر فرضیه زیست محیطی کوزنتس با در نظر گرفتن مصرف آب در استان‌های ایران، به بررسی تأثیر متغیرهای ارزش‌افزوده صنعت و تجارت (به‌عنوان عوامل اقتصادی)، شهرنشینی، اندازه دولت (به‌عنوان عوامل اجتماعی)، میزان بارش و دمای سالانه (به‌عنوان عوامل اکولوژی) بر مصرف آب بخش صنعت استان‌های ایران پرداخته شده است. نتایج تحقیق حاکی از عدم رابطه معنادار بین میزان تجارت، ارزش‌افزوده بخش صنعت و مجذور آن با مصرف آب بخش صنعت در استان‌های ایران و عدم تأیید فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس در بخش صنعت است. نتایج همچنین نشان دهنده تأثیر معکوس معنادار اندازه دولت و میزان دما و تأثیر مثبت معنادار شهرنشینی و میزان بارش بر مصرف آب بخش صنعت در استان‌های ایران است. بنابراین

* کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ایلام،

asma.shirkhani2018@gmail.com

** دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ایلام (نویسنده مسئول)،

a.sayehmiri@ilam.ac.ir

*** استادیار گروه اقتصاد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ایلام، oshani.ff@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۱۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۰



لازم است صنایع هر استان با توجه به شرایط طبیعی، اجتماعی و اقتصادی محلی خود و متناسب با ظرفیت منابع آب برنامه‌ریزی صنعتی انجام داده و تحت نظارت دقیق قرار گیرند و قوانین سخت‌گیرانه‌تری نسبت به استفاده از منابع آب اعمال شود.

کلیدواژه‌ها: توسعه پایدار، فرضیه کوزنتس، مصرف آب، بخش صنعت.

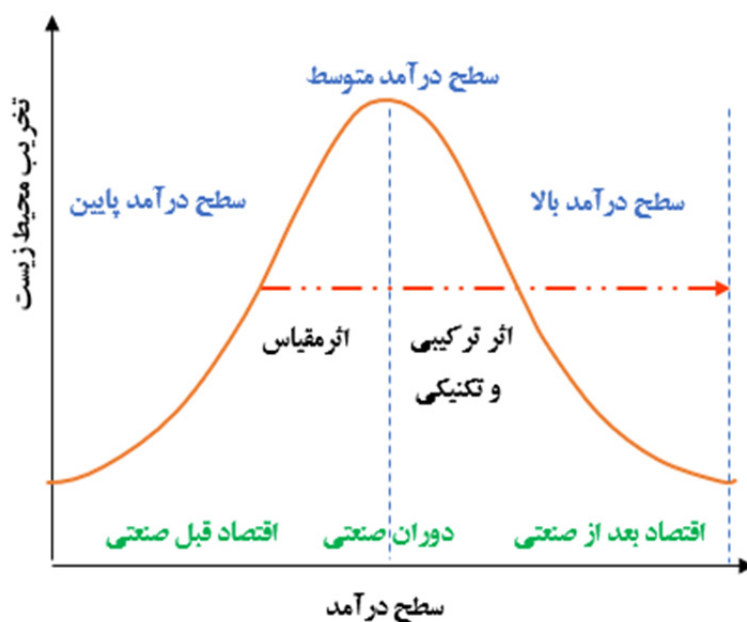
طبقه‌بندی JEL: Q01, F60, Q25, L00

۱. مقدمه

منابع طبیعی در تأمین مواد اولیه برای تولید کالاها و خدمات در نظام اقتصادی بسیار حیاتی‌اند؛ آن‌ها قادر به ایجاد تغییرات اساسی در سیستم تولید، الگوی مصرف و رفاه استان‌ها هستند و جزء جدایی‌ناپذیر هر بحث در مورد رشد یا توسعه اقتصادی به‌شمار می‌روند. بسیاری از مناطق جهان تضاد شدیدی بین توسعه پایدار اقتصادی و در دسترس بودن منابع تجربه کرده‌اند (ژانگ و همکاران (Zhang et al, 2018؛ ۱)؛ که کشور ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست. این موضوع بحث‌های قابل توجهی را در مورد نقش منابع طبیعی در توسعه اقتصادی پایدار برانگیخته است. محققان متعددی بر این باورند که منابع طبیعی را نمی‌توان به راحتی با تلاش انسان جایگزین کرد و کل موجودی منابع طبیعی باید به بهای کاهش رشد اقتصادی حفظ شود (سلدن و سونگ (Selden and Song, 1994؛ آرائو و همکاران (Arrow et al, 1995؛ باربیر (Barbier, 1997؛ کول و همکاران (Cole et al, 1997؛ آکینس و همکاران (Ekins et al, 2003؛ دتیز و نیومایر (Dietz and Neumayer, 2007؛ ددوار (Dedeurwaerdere, 2014)؛ اما برخی دیگر از محققان معتقدند که سیستم اقتصادی در نهایت با بهبود کارایی، تجدید ساختار صنعتی و مدیریت کارآمد منابع طبیعی یا ابزارهای سیاسی، بر کاهش منابع و تخریب محیط‌زیست غلبه خواهد کرد (بکرمن (Beckerman, 1992؛ لوپز (Lopez, 1994؛ پانایاتو (Panayotou, 1995؛ استرن و همکاران (Stern et al, 1996؛ آندرونی و لوینسون (Andreoni and Levinson, 2001). امنیت آب نه تنها مستلزم وجود و دسترسی کافی به کیفیت ایمن و قابل قبول برای مصارف خانگی است، بلکه به توزیع عادلانه آن هم مرتبط است (مائو و همکاران (Mao et al, 2022). نخستین بار، کوزنتس (Kuznets) در سال ۱۹۵۵، رابطه بین نابرابری درآمدی و رشد اقتصادی را بررسی کرد و موفق به استخراج منحنی U وارونه برای ارتباط بین این دو متغیر شد، پس از آن و با استفاده از

عوامل مؤثر بر مصرف آب بخش صنعت در ... (اسما شیرخانی و دیگران) ۱۶۳

ایده کوزنتس، اقتصاددانان زیادی تلاش کردند تا ارتباط بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست را تبیین کنند. مفهوم (Environmental Kuznets Curve) (EKC) (ابتدا توسط گروگر و گروسمن (1991) Grossman and Krueger) مطرح شد. در فرضیه EKC، بیان می‌شود که در مراحل ابتدای رشد اقتصادی کشورها، تخریب محیط‌زیست (در این جا مصرف آب) افزایش می‌یابد و این تخریب تا رسیدن به سطح درآمد متوسط ادامه دارد اما بعد از آن، ثروتمندتر شدن کشورها، می‌تواند سبب کاهش اثرات سوء زیست‌محیطی شود. مطالعات مختلفی (از جمله؛ حیدری و همکاران، ۱۳۹۹؛ کول (Cole، 2004؛ کاتز (Katz، 2015)) بیان می‌دارند که بررسی تأثیر درآمد سرانه بر مصرف سرانه آب اساساً مبتنی بر تجزیه و تحلیل رابطه U معکوس کوزنتس است و می‌توان با کمی اغماض منحنی کوزنتس را برای مطالعه رابطه درآمد و استفاده از منابع آب (در اینجا مصرف آب) بکار برد. نمودار (۱) فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس را نشان می‌دهد.



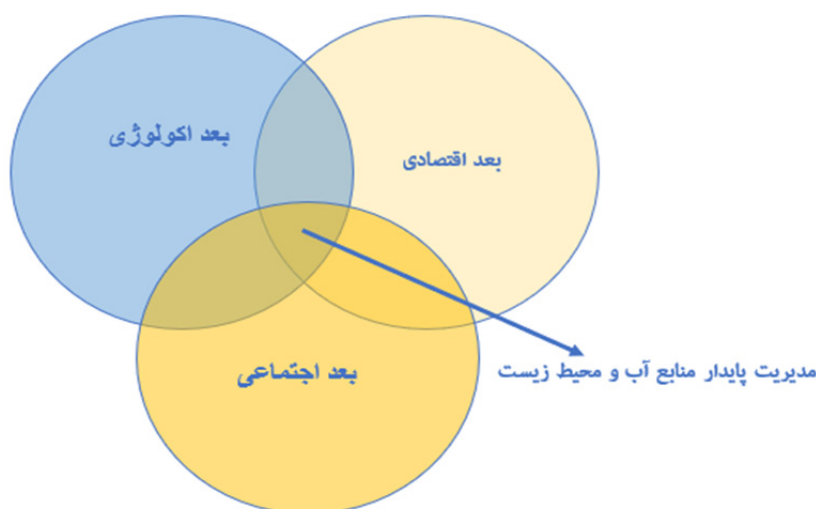
شکل ۱. منحنی زیست‌محیطی کوزنتس

منبع: سارکودی و استرزوف (2019) (Sarkodie and Strezov)

بر اساس نمودار (۱) منحنی زیست‌محیطی کوزنتس ارتباط درآمد سرانه و تخریب محیط‌زیست (در اینجا مصرف آب) در قالب منحنی شکل وارون به سه اثر یا عامل نسبت

داده می‌شود که عبارت‌اند از: اثر مقیاس (SE) (Scale Effect)، اثر ترکیبی (CE) (Composition Effect) و اثر تکنیکی (TE) (Technical Effect). اثر مقیاس؛ بیانگر حالتی است که در آن با افزایش مقیاس اقتصادی و ثابت بودن سایر عوامل، میزان آلودگی افزایش خواهد یافت، قسمت صعودی منحنی کوزنتس حاصل اثر مذکور است، اثر ترکیبی دلالت بر آن دارد که همگام با توسعه اقتصادی و افزایش درآمد سرانه، ساختار یا سهم بخش‌های مختلف اقتصاد به نفع صنایع و بخش‌های پاک‌تر (مانند بخش خدمات یا صنایعی با تکنولوژی پیشرفته) تغییر می‌کند. از آنجایی که شدت به‌کارگیری استفاده از منابع طبیعی در این فعالیت‌ها پایین‌تر است، این امر منجر به کاهش نسبی استفاده از این منابع (در اینجا آب شیرین) خواهد شد. نهایتاً مطابق اثر تکنیکی (در اینجا آب شیرین) با افزایش درآمد، تقاضای فزاینده‌ای برای مقررات و ضوابط زیست‌محیطی شکل می‌گیرد. بر اثر این مقررات و ضوابط سخت‌گیرانه، شدت به‌کارگیری و استفاده از منابع طبیعی نظیر منابع آب شیرین کاهش می‌یابد و به‌علاوه تکنیک تولید در راستای کاهش آلودگی‌ها اصلاح و تقویت می‌شود. از این رو طیف گسترده‌ای از استراتژی‌ها، از جمله بهبود فناوری، تعدیل اقتصادی، تدوین سیاست، حکمرانی خوب و ایجاد زیرساخت‌های مناسب برای حفاظت از منابع طبیعی در کشورهای مختلف استفاده می‌شود (بیرکمن و همکاران (Birkmann et al, 2010؛ چائو (Chu, 2016؛ هتز (Hetz, 2016). ساختار صنعتی یکی از عوامل اساسی است که به رشد اقتصادی با استفاده از منابع مربوط می‌شود، زیرا صنایع واحدهای نهایی مصرف‌کننده منابع در فرآیند تولید هستند و ترکیبات مختلف بخش‌ها با شدت منابع مختلف در مقیاس استفاده متفاوت است. چندین مطالعه بهینه‌سازی ساختار صنعتی را به‌عنوان یک معیار انطباقی در پاسخ به محدودیت‌های منابع و محیط بررسی می‌کند (سانکریستوبال (San Cristóbal, 2010؛ هریستو-ورساکیلیس و همکاران (Hristu-Varsakelis et al, 2010؛ ژو و همکاران (Zhou et al, 2013؛ می و همکاران (Mi et al, 2015). ارتقای ساختار صنعتی به معنای درجه هماهنگی بین صنایع مختلف و برقراری ارتباط بین ساختار نهاده و ستاده در سیستم تولید است (هونگ و همکاران (Hong et al, 2019؛ ۲). بحران آب یکی از مسایل اصلی اقتصاد ایران در حال حاضر محسوب می‌شود. با این حال، منابع آب به‌ندرت به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار در توسعه اقتصادی در نظر گرفته شده است که نشان‌دهنده عدم آگاهی از اهمیت آن است. برای استان‌های که تضاد شدید بین رشد اقتصادی و دسترسی به آب را تجربه می‌کنند، اگرچه این تضاد لزوماً بر توسعه منطقه‌ای کنونی تأثیر نمی‌گذارد، اما در تأثیرگذاری بر توسعه پایدار در

بلندمدت بسیار مهم خواهد بود (ژانگ و همکاران (Zhang et al, 2018). نظامی و همکاران (2021) (Nizami et al) بر نقش دولت تأکید دارند و معتقدند نقش دولت در ترویج استفاده پایدار از منابع آب در بخش صنعت شامل مدیریت کلی آب در سطح ملی و استانی است. آنها معتقدند اگرچه وظیفه دولت تأمین آب برای همه و حفاظت از محیط‌زیست منابع آبی است، اما عمده وظیفه صنایع کاهش مصرف آب و کاهش تأثیر آن بر محیط‌زیست است.



شکل ۲. دستیابی به مدیریت پایدار منابع آب و محیط‌زیست
منبع: نظامی و همکاران (2021) (Nizami et al)

نظامی و همکاران (2021) (Nizami et al) با ارائه شکل (۱) توضیح دادند که علاوه بر تدوین سیاست‌های ملی منابع آب و نظارت بر مقررات مدیریت آب، دولت‌ها اغلب مسئول تخصیص آب برای مصارف رقابتی هستند. برای انجام مؤثر این وظیفه و برای حمایت از تلاش‌های بخش خصوصی در جهت استفاده پایدار از آب، آنها بیان داشتند که دولت‌ها ابتدا باید نحوه عملکرد صنعت را برای تدوین سیاست‌ها و قوانین تشویق‌کارایی و شفافیت در استفاده صنعتی از آب درک کنند؛ زیرا هدف این سیاست‌ها یک برد سه‌گانه در مشارکت عمومی - خصوصی است بنابراین این سیاست‌ها باید از نظر اجتماعی مطلوب، از نظر محیط‌زیستی پایدار و از نظر اقتصادی هم برای دولت و هم برای صنعت مناسب باشند. از این‌رو حکمرانی آب یک موضوع مهم است که توسعه و مدیریت منابع آب را در سطوح مختلف جامعه تنظیم می‌کند و منابع را به سمت وضعیت مطلوب هدایت می‌کند

(پال وست (Pahl-Wostl، 2017؛ ۲۹۱۹). مطالعه حاضر از جنبه‌های مختلف به ادبیات اقتصادی موجود کمک می‌کند: اول اینکه، این اولین مطالعه در نوع خود است که به بررسی رابطه ارزش افزوده بخش صنعت و مصرف آب استان‌های ایران در چارچوب فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس با استفاده از داده‌های پانل می‌پردازد، دوم همان‌گونه که در شکل (۱) نمایش داده شده است دستیابی به مدیریت پایدار منابع آب و محیط‌زیست تحت تأثیر عوامل اقتصادی، اجتماعی و اکولوژی است که در تحقیق حاضر متغیرهای ارزش افزوده بخش صنعت و تجارت (به نماینده عوامل اقتصادی)، جمعیت و اندازه دولت (به عنوان نماینده عوامل اجتماعی) و میزان بارش و دمای سالانه (به عنوان نماینده عوامل اکولوژی) وارد مدل مورد استفاده در تحقیق شده‌اند که تاکنون در مطالعات مرتبط با آب نادیده گرفته شده است، در نهایت، در تحقیق حاضر یک بحث سیاسی در زمینه موضوع تحقیق ارائه می‌شود که به سیاست‌گذاران کشور کمک خواهد کرد. تحقیق حاضر در شش بخش سازمان‌دهی شده است، در بخش حاضر علاوه بر بیان مساله، اهمیت و ضرورت انجام تحقیق ارائه شد، در بخش دوم، ادبیات موضوع تحقیق ارائه می‌گردد؛ در بخش سوم به روش تحقیق و در بخش چهارم به برآورد مدل و نتایج آن پرداخته می‌شود. در نهایت در بخش پنجم به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات مرتبط با نتایج تحقیق پرداخته می‌شود.

۲. ادبیات موضوع

در سال‌های اخیر مساله کمبود آب به تنهایی مطرح نیست، بلکه پیامدها و چالش‌های همراه این موضوع همچون مهاجرت، ناهنجاری‌های اجتماعی، جنگ و پیامدهای زیست‌محیطی نیز موجبات دغدغه کارشناسان شده است (حیدری و همکاران، ۱۳۹۹؛ ۱۶۵) که این محدودیت‌های زیست‌محیطی و اقتصادی ناشی از کمبود آب می‌تواند تولید و رشد اقتصادی را محدود کند (پارتا (Partha، 2001؛ ساچز و همکاران (Sachs et al، 2004)؛ بنابراین؛ تطبیق در دسترس بودن و تقاضای آب یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی در قرن بیست و یکم است (ورسمارتی و همکاران (Vörösmarty et al، 2010؛ روچستروم و همکاران (Rockström et al، 2009). آب مصرف‌شده در فرآیند تولید یک محصول کشاورزی یا صنعتی را «آب مجازی» موجود در محصول می‌نامند. اگر کشوری یک محصول پر مصرف آب را به کشور دیگری صادر کند، آب را به صورت مجازی صادر می‌کند. به این ترتیب برخی از کشورها از دیگر کشورها در مورد نیاز آبی خود کمک می‌گیرند. برای کشورهای کم‌آب، دستیابی به امنیت آبی

با واردات محصولات پرمصرف آب به جای تولید تمام محصولات آب خواه در داخل می تواند جذاب باشد. علاوه بر این کشورهای غنی از آب می توانند از منابع آبی فراوان خود با تولید محصولات پرمصرف آب برای صادرات سود ببرند. تجارت آب واقعی بین مناطق پر آب و فقیر به دلیل فواصل زیاد و هزینه های مرتبط به طور کلی غیرممکن است، اما تجارت محصولات پرمصرف آب (تجارت آب مجازی) واقع بینانه است؛ بنابراین تجارت آب مجازی بین کشورها و حتی قاره ها می تواند به طور ایده آل به عنوان ابزاری برای بهبود بهره وری مصرف جهانی آب، دستیابی به امنیت آب در مناطق کم آب جهان و کاهش محدودیت های محیط زیست با استفاده از بهترین مکان های تولید مورد استفاده قرار گیرد (زیمرو و رنو (Zimmer and Renault, 2003; Jia et al, 2006) معتقدند که رشد جمعیت و توسعه اقتصادی دو نیروی محرکه اصلی تقاضای آب هستند. آن ها بیان می دارند در کشورهای در حال توسعه، رشد سریع جمعیت همراه با اشتیاق برای توسعه اقتصاد ملی، به طور معمول از طریق صنعتی شدن، تقاضای زیادی برای آب اضافی ایجاد کرده است. این وضعیت منبای بسیاری از پیش بینی ها در مورد افزایش قابل توجه استفاده از آب در صنعت بوده است (از جمله ژانگ (Zhang, 1999). وانگ و همکاران (Xiao-jun et al, 2012) افزایش مداوم مصرف آب صنعتی جهانی را پیش بینی کردند و این نتایج توسط فلورک و همکاران (Flörke et al, 2013) تأیید شد. افزایش زیاد مصرف آب صنعت به دلیل نیاز به سرمایه گذاری در تأسیسات تأمین آب، فشار بیشتری را بر منابع آبی و منابع مالی کشورها وارد می کند. بدیهی است که در بسیاری از کشورها رقابت بر سر منابع آبی منجر به انتقال مستمر آب کشاورزی به بخش صنعت و خانگی شده است. محققان به اجماع رسیده اند که ارتقای صرفه جویی در مصرف آب و افزایش سرمایه گذاری در پروژه های حفاظت از آب، اقداماتی است که به کشورهای توسعه یافته کمک کرده است تا بر محدودیت های منابع آب محدود در توسعه اجتماعی-اقتصادی خود غلبه کنند (جیا و همکاران، (Jia et al, 2006; ۳). با این حال، چنین پروژه هایی ممکن است مستلزم سرمایه گذاری های هنگفتی باشد که کشورهای در حال توسعه را که با فقر درآمد روبه رو هستند به چالش می کشد (وانگ و همکاران (Wang et al, 2015); بنابراین، کشورهای در حال توسعه به جای ساخت پروژه های صرفه جویی در مصرف آب، سعی در حل بحران کم آبی از طریق قوانین اداری دارند (فوجی و همکاران، (Fujii et al, 2012; ۳). به عنوان مثال، چین کنترل شدیدی را بر مصرف آب توسط صنایع اعمال کرده است و نتایج نشان می دهد که این کنترل ها مؤثر هستند اما کافی نیستند (شانگ و همکاران (Shang et al, 2016; ۲). در کنار مدیریت منابع

آب دما و بارش دو مورد از متداول‌ترین و احتمالاً مؤثرترین متغیرهای آب و هوایی مؤثر بر مصرف آب هستند. مطالعات مختلفی بر اهمیت سطوح آستانه دما و بارندگی در مدل‌سازی تقاضای آب تأکید دارند (سارکر و همکاران (Sarker et al, 2013؛ ۳). به‌عنوان مثال میدمت و میائو (Maidment and Miaou) (1986) بیان می‌دارند که بارندگی یک اثر پویا دارد به این معنا که در ابتدا تقاضای آب را کاهش می‌دهد، اما این اثر با گذشت زمان کاهش می‌یابد. از سال ۱۹۹۰ به بعد منحنی کوزنتس در بحث محیط‌زیست کاربرد فراوان یافت که در آن، رابطه آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی (تولید سرانه) مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و تحت عنوان منحنی کوزنتس محیط‌زیست مشهور است. روک (Rock) (1998) بیان می‌دارد در رابطه با مسئله مصرف آب و منابع آن، جوامع سه فاز مختلف را طی می‌کنند. در فاز اول که مراحل اولیه توسعه اقتصادی و اجتماعی است، میزان منابع آب و لزوم حفظ و یا تجدید آن چندان مورد نظر جوامع نیست و مدیریت هدف‌داری در مورد آن دیده نمی‌شود. در این مرحله جامعه از میزان عرضه آب و کاهش منابع آبی نگرانی ندارد. در فاز دوم که همراه با رشد و توسعه اقتصادی است، افزایش جمعیت و نیاز به مواد غذایی و تولیدی در جامعه بیشتر می‌شود و چون حجم منابع آبی در دسترس ثابت هستند، نیازهای بشری نسبت به منابع موجود آب افزایش می‌یابند. در مرحله سوم، بحث مصرف آب و نحوه مدیریت آن اهمیت می‌یابد. در این مرحله هزینه دسترسی به آب شرب و تازه برای جامعه افزایش یافته و جامعه بدنبال حل مشکلات کم‌آبی و احیای منابع زیر زمینی و یا حداقل مدیریت بهینه منابع آبی است. مرحله اول و دوم را می‌توان در قالب منحنی کوزنتس در رابطه مستقیم بین مصرف آب و تولید اقتصادی توضیح داد (معبودی و حسنونند، ۱۳۹۸؛ ۴۴). افزایش تولید و درآمد و افزایش سطح توسعه جامعه با افزایش مصرف آب همراه است. اما زمانی که اقتصاد با مسایل بهینگی در مصرف آب و حداقل کردن هزینه‌های مصرف آب همراه با تولید بیشتر روبه‌رو می‌شود، اقتصاد به نقطه چرخش منحنی کوزنتس نزدیک می‌شود. اتخاذ سیاست‌های مناسب مدیریت مصرف آب در بخش‌های مختلف و استفاده از فناوری‌های مناسب باعث می‌شوند تا اقتصاد رابطه‌ای منفی بین مصرف منابع آبی و درآمد را تجربه کند. در این مرحله که فاز سوم روک (Rock) (1998) است همراه با افزایش رشد و سطح توسعه اقتصادی میزان مصرف منابع آبی کاهش می‌یابند. مطالعات مختلفی (از جمله، ارباب و عباسی فر، ۱۳۸۸؛ معبودی و حسنونند، ۱۳۹۸؛ حیدری و همکاران، ۱۳۹۹؛ کول (Cole)، 2004؛ باربیر (Barbier)، 2004؛ دوارت و همکاران (Duarte et al, 2013؛ کاتز (Katz)، 2015؛ زو و

عوامل مؤثر بر مصرف آب بخش صنعت در ... (اسما شیرخانی و دیگران) ۱۶۹

همکاران (Zhao et al, 2017 و هائو و همکاران (Hao et al, 2019) در سال‌های اخیر به بررسی فرضیه زیست محیطی کوزنتس با در نظر گرفتن مصرف آب پرداخته‌اند؛ با این حال، منابع آب به‌ندرت به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار در توسعه اقتصادی استان‌های کشور با توجه به فرضیه زیست محیطی کوزنتس در نظر گرفته شده است که نشان‌دهنده عدم آگاهی از اهمیت آن است. در ادامه این بخش پیشینه علمی پژوهش‌های نظری و تجربی مربوط به مصرف آب و رشد اقتصادی در چارچوب فرضیه زیست محیطی کوزنتس ارائه می‌شود.

حیدری و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله خود اثر رشد اقتصادی بر مصرف منابع آب در چهارچوب منحنی زیست محیطی کوزنتس را با استفاده از داده‌های بازه زمانی ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۲ در ۶۰ کشور و رویکرد داده‌های تلفیقی با اثرات ثابت مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که رابطه‌ای زنگوله‌ای میان رشد اقتصادی و مصرف آب وجود دارد که با فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس سازگار است؛ به‌گونه‌ای که با افزایش درآمد سرانه، مصرف آب تا نقطه بیشینه افزایش یافته و با ادامه رشد اقتصادی، مصرف آب کاهش می‌یابد. دو متغیر کنترلی نسبت زمین‌های کشاورزی و همچنین، نسبت جمعیت شهرنشین نیز به‌عنوان دو عامل کلیدی مصرف آب در پژوهش آن‌ها برای کشورهای منتخب و ایران مورد بررسی قرار گرفت که نسبت زمین‌های کشاورزی در آزمون انجام گرفته، متغیری بی‌معنی در طول زمان بوده و نسبت جمعیت شهرنشین با مصرف آب رابطه مثبت و معناداری داشت.

معبودی و حسونند (۱۳۹۸) در مقاله خود با عنوان ارتباط ارزش افزوده اقتصادی و مصرف آب در بخش کشاورزی و صنعت، با استفاده از داده‌های سری زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۵ و روش Bootstrap رگرسیون کوانتایل به بررسی رابطه بین مصرف آب و ارزش افزوده بخش‌های کشاورزی و صنعت بر پایه فرضیه منحنی کوزنتس پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که طی دوره مورد مطالعه رابطه U شکل بین مصرف آب و ارزش افزوده بخش کشاورزی وجود دارد که با فرضیه منحنی کوزنتس سازگار است؛ اما رابطه بین ارزش افزوده و مصرف آب در بخش صنعت به‌صورت خطی مثبت و معنادار است. از این رو، فرضیه منحنی کوزنتس در بخش صنعت تأیید نمی‌شود.

ارباب و عباسی فر (۱۳۸۸) بر اساس منحنی زیست محیطی کوزنتس؛ رابطه آلودگی آب و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته را با استفاده از روش پانل و داده‌های بازه زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۱ مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق او نشان می‌دهد که شرایط اقتصادی حاکم بر هر دو گروه از کشورها منطبق با منحنی کوزنتس بوده و از آن پیروی می‌کند.

آن‌ها بیان کردند که تمام کشورهای توسعه‌یافته از نقطه برگشت منحنی عبور کرده‌اند. به بیان دیگر رابطه آلودگی آب و درآمد سرانه آن‌ها منفی است و با افزایش رشد اقتصادی و درآمد سرانه این کشورها، کیفیت آب بهبود یافته است. سطح درآمد سرانه کشورهای در حال توسعه در نقطه بازگشت فنی کوزنتس ۹۰۱ دلار بوده است. بررسی آماری آن‌ها نشان می‌دهد که بسیاری از کشورهای این گروه از جمله ایران هنوز به نقطه برگشت فنی کوزنتس خود نرسیده‌اند؛ بنابراین رابطه درآمد ملی سرانه و آلودگی آب مثبت است و با رشد اقتصادی و افزایش درآمد ملی سرانه، سطح آلودگی آب افزایش می‌یابد.

کول (Cole) (2004) در مقاله خود با عنوان رشد اقتصادی و مصرف آب سعی کرده است به این سؤالات پاسخ دهد؛ اول، آیا یک رابطه سیستماتیک بین مصرف آب و درآمد وجود دارد یا خیر؟ دوم، آیا رابطه U شکل معکوس بین مصرف آب و رشد اقتصادی وجود دارد؟ او به این نتیجه رسید که وجود یک رابطه معکوس میان رشد اقتصادی و مصرف آب امکان وجود خواهد داشت و این مسئله برای کشورهای توسعه‌یافته صادق است، اما به نظر می‌رسد کشورهای در حال توسعه، برای سال‌های 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 (Barbier) (2004) در مقاله خود با عنوان آب و رشد اقتصادی با استفاده از مدل‌های رشد و با داده‌های مقطعی کشورهای منتخب به دنبال پاسخ به این سؤال است که آیا کمبود آب ممکن است محدودیت‌های را بر رشد اقتصادی تحمیل کند. نتایج تحقیق او نشان می‌دهد که اگرچه رابطه U معکوس بین مصرف آب و رشد اقتصادی وجود دارد، با این حال برای تعداد محدودی از کشورها کمبود آب ممکن است رشد اقتصادی را تحت تأثیر قرار دهد.

دوارت و همکاران (Duarte et al) (2013) با استفاده از روش PSTR 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 عبارت‌اند از: مقدار بارش و آزادی سیاسی. این پژوهش در نهایت به رابطه‌ای غیرخطی بین مصرف سرانه آب و درآمد سرانه رسیده که به صورت U معکوس بوده است. در نتیجه وجود منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای مصرف آب در این مطالعه تأیید شده است.

کاتز (Katz) (2015) در مقاله خود با عنوان استفاده از آب و رشد اقتصادی؛ بازنگری در رابطه منحنی کوزنتس زیست‌محیطی با انتخاب سه مجموعه داده گوناگون اعم از ۱۴۶ کشور

عوامل مؤثر بر مصرف آب بخش صنعت در ... (اسما شیرخانی و دیگران) ۱۷۱

جهان، کشورهای OECD و ۴۸ ایالت کشور آمریکا و با انجام روش‌های داده مقطعی و پانل در برداشت آب و به‌کارگیری هر دو روش حداقل مربعات و تحلیل رگرسیون ناپارامتری وجود فرضیه زیست محیطی کوزنتس را تأیید کرد. او همچنین تأکید کرد که نتایج به‌شدت وابسته به مجموعه داده‌ها و روش‌های آماری است.

زو و همکاران (Zhao et al) (2017) در مقاله خود با عنوان نوع رابطه کوزنتس بین مصرف آب و رشد اقتصادی در چین با استفاده از داده‌های بازه زمانی ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۴ رابطه بین مصرف آب و رشد اقتصادی را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها از ۵ عامل جمعیت، ثروت، فناوری، شهرنشینی و ساختار صنعتی به‌عنوان محرک‌های مصرف آب استفاده کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که جمعیت و فناوری مهم‌ترین عوامل مصرف آب در چین هستند و همچنین رابطه کوزنتس بین مصرف آب و رشد اقتصادی در چین وجود دارد.

هائو و همکاران (Hao et al) (2019) با استفاده از داده‌های بازه زمانی ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۴، ۲۹ استان کشور چین به بررسی رابطه مصرف آب و رشد اقتصادی در چارچوب فرضیه محیط‌زیستی کوزنتس پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که رابطه بین مصرف سرانه آب و تولید ناخالص داخلی در چین به شکل N است.

۳. روش تحقیق

مدل عمومی پژوهش‌ها در حوزه منحنی کوزنتس، به‌گونه‌ای است که در آن متغیر وابسته (که غالباً از انواع آلودگی است) با توان‌های گوناگون درآمد سرانه (تولید ناخالص داخلی) و متغیرهای دیگر توضیحی در ارتباط است (حیدری و همکاران، ۱۳۹۹؛ ۱۶۶). با این وجود همان‌گونه که دونگ و هائو (Dong and Hao) (2018) (۲۱۰) بیان می‌دارند استفاده از جامعه آماری (کشور، استان یا شهر) و متغیرهای متفاوت می‌تواند نتایج متفاوتی در بحث منحنی کوزنتس زیست محیطی به همراه داشته باشد؛ بنابراین در پژوهش حاضر برای اولین بار علاوه بر بررسی فرضیه زیست محیطی کوزنتس با در نظر گرفتن مصرف آب در ۳۰ استان کشور ایران (شامل استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، اصفهان، ایلام، بوشهر، تهران، چهارمحال و بختیاری، خراسان جنوبی، خراسان رضوی، خراسان شمالی، خوزستان، زنجان، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، قزوین، قم، کردستان، کرمان، کرمانشاه، کهگیلویه و بویراحمد، گلستان، گیلان، لرستان، مازندران، مرکزی، هرمزگان، همدان و یزد) به بررسی تأثیر متغیرهای رشد اقتصادی، تجارت (به نماینده عوامل اقتصادی)، جمعیت و اندازه دولت

(به‌عنوان نماینده عوامل اجتماعی)، میزان بارش و دما سالانه (به‌عنوان نماینده عوامل اکولوژی) بر مصرف آب بخش صنعت در این استان‌ها پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است که با توجه به دسترس نبودن داده‌های مصرف آب برای رسیدن به این اهداف دوره ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۴ در نظر گرفته شده است و استان البرز با توجه به نبود داده از جامعه آماری حذف شده است.

از جمله روش‌های اقتصادسنجی مناسب برای حل یا کاهش مشکل درون‌زا بودن شاخص‌ها و همبستگی بین متغیرهای تحقیق تخمین مدل با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) (Generalized Method of Moments) داده‌های تابلویی پویا (Dynamic Panel Data) است. به کار بردن روش GMM داده‌های تابلویی پویا دارای مزیت‌هایی مانند لحاظ نمودن ناهمسانی فردی و داشتن اطلاعات بیشتر، حذف تورش‌های موجود در رگرسیون‌های مقطعی است که نتیجه آن تخمین‌های دقیق‌تر با کارایی بالاتر و هم‌خطی کمتر در GMM خواهد بود. روش GMM داده‌های تابلویی پویا هنگامی به کار می‌رود که تعداد برش مقطعی (N) بیشتر از تعداد زمان و سال‌ها (T) باشد ($N > T$) که در مطالعه حاضر نیز این‌گونه است یعنی تعداد استان‌ها بیشتر از تعداد زمان است (بوند (Bond, 2002؛ بالتاجی (Baltagi, 2008)). برای برآورد مدل در شیوه (GMM) پانل دیتای پویا دو روش وجود دارد. ۱) تخمین زننده روش گشتاورهای تعمیم‌یافته تفاضلی مرتبه اول که شامل حذف اثرات ویژه فردی مستقل از زمان با گرفتن تفاضل مرتبه اول است و توسط آرلانو و باند (Arellano and Bond) (1991) مطرح شد که روش (GMM) تفاضلی مرتبه اول DGMM نامیده می‌شود. آرلانو و باور (Arellano and Bover) (1995) و بلوندل و باند (Blundell and Bond) (1998) با ایجاد تغییری در روش GMM تفاضلی مرتبه اول، روش GMM ارتگنال (متعامد) که با OGMM نشان داده می‌شود را ارائه نمودند که در روش DGMM از تفاضل و در روش آرلانو و باور (Arellano and Bover) (1995) از روش اختلاف از تعامد استفاده می‌شود. در روش آرلانو و بوند (Arellano and Bond) (1991) از تمام مجموع وقفه‌های موجود به‌عنوان متغیر ابزاری استفاده می‌شود اما در روش OGMM از سطوح وقفه دار به‌عنوان متغیر ابزاری استفاده می‌گردد. این روش نسبت به روش DGMM دارای مزایایی مانند افزایش دقت و کاهش تورش محدودیت حجم نمونه، تخمین‌های کارآمدتر و دقیق‌تر است (بالتاجی (Baltagi, 2008)). بدین جهت در این تحقیق از روش مذکور برای برآورد مدل استفاده می‌شود.

سازگاری تخمین زنده فوق به معتر بودن ابزارها بستگی دارد که آزمون سارگان معتبر بودن ابزارها را آزمون می‌کند، در این آزمون فرض H_0 عدم همبستگی بین متغیرهای ابزاری با اجزا اخلال را نشان می‌دهد و مبتنی بر معتبر بودن مدل است و فرض جایگزین H_1 همبستگی بین متغیرهای ابزاری با اجزا اخلال را نشان می‌دهد و مبتنی بر نامعتبر بودن مدل است و آزمون دوم مرتبه خودهمبستگی جملات را بررسی می‌نماید در واقع آزمون همبستگی پسماندها مرتبه اول $AR(1)$ و مرتبه دوم $AR(2)$ است. عدم رد فرضیه صفر هر دو آزمون شواهدی را مبنی بر فرض عدم خودهمبستگی در جملات خطای تفاضل‌گیری شده و معتبر بودن ابزارها فراهم خواهد نمود.

فرم کلی مدل مورد استفاده به صورت لگاریتمی در نظر گرفته شده است، مزیت این امر علاوه بر برآورد بهتر مدل، این است که می‌توان نتایج حاصل را به صورت کشش تفسیر نمود به گونه‌ای که ضرایب متغیرها نشان‌دهنده کشش آن متغیر نسبت به متغیر وابسته (مصرف آب) است. مدل عمومی پژوهش حاضر به صورت زیر است.

$$WATER_{it} = B_0 + B_1GDP_{it} + B_2GDP_{it}^2 + B_{it}X_{it} + U_{it} \quad (1)$$

به ترتیبی که؛ $WATER_{it}$: نمایانگر آن مقدار آبی (میلیون مترمکعب) است که از منابع سطحی و زیرزمینی برداشت شده و در بخش صنعت استان i در زمان t استفاده شده و اطلاعات آن از شرکت مدیریت منابع آب ایران^۱ استخراج شده است. GDP_{it} : نشان‌دهنده ارزش افزوده (میلیون ریال) بخش صنعت استان i در زمان t و از مرکز آمار استخراج شده است. GDP_{it}^2 : نشان‌دهنده مجذور ارزش افزوده بخش صنعت استان i در زمان t است که برای آزمون منحنی U معکوس کوزنتس استفاده شده و اگر در این مطالعه، علامت ارزش افزوده بخش صنعت، مثبت و علامت مجذور آن، منفی باشد، این رابطه تأیید می‌شود. X_{it} : نشان‌دهنده متغیرهای کنترلی تحقیق از جمله شهرنشینی (هزار نفر)، تجارت (میلیون ریال) و اندازه دولت که بر اساس مطالعاتی مانند کمیجانی و همکاران (2014) (Komyjani et al) و تیموتی و همکاران (2015) (Timothy et al) به صورت نسبت مخارج جاری و عمرانی دولت در هر استان بر تولید ناخالص داخلی آن استان تعریف شده است که از مرکز آمار استخراج شده و دو متغیر میانگین دمای سالانه و میزان بارش برف و باران سالانه استان‌ها که از سایت توتیمپو^۲ استخراج شده‌اند. در جدول (۱) آمار توصیفی متغیرهای پژوهش ارائه شده است.

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش
منبع: یافته‌های پژوهش

متغیر	میانگین	میانه	بیشینه	کمینه	تعداد مشاهدات
مصرف آب	۳۱/۶۱	۲۳/۷۰	۲۰۵/۳۹	۰/۰۴۰	۴۱۸
ارزش افزوده صنعت	۲۳۳۵۰۹۹۲	۷۳۲۲۸۹۵	۳۲۰۰۰۰۰۰	۱۸۳۴۲۱	۴۲۰
اندازه دولت	۲/۵۹	۱/۷۴	۱۶/۶۰	۰/۰۷۰	۳۰۰
شهرنشینی	۱۷۳۱	۱۰۷۴	۱۲۲۳۱	۳۱۵	۳۰۰
بارش	۳۱۳	۲۴۶	۱۷۹۶	۲۰/۳۲	۲۸۴
دما	۱۶/۹۶	۱۶/۵۰	۲۷/۷۰	۹/۱۰	۲۸۹
تجارت	۴۷۶۵۳۴۵	۲۴۲۸۱۳۰	۴۲۶۰۰۸۰۶	۳۵۳۷۰۴	۲۷۱

۴. برآورد مدل و تحلیل نتایج

در این بخش، ابتدا به منظور جلوگیری از بروز مشکل رگرسیون کاذب، آزمون ایستایی متغیرها با استفاده از آزمون‌های ایم، پسران و شین (K. Im; H. Pesaran and Y. Shin) (IPS)، فیشر دیکی فولر تعمیم یافته (Fisher-Augmented Deyki Fuller) (ADF) و فیشر-فیلیپس پرون (Fisher-Phillips Peron) (PP) انجام شده است. این سه آزمون، مهم‌ترین آزمون‌های ریشه واحد در داده‌های پانل می‌باشند. در این آزمون‌ها، روند بررسی ایستایی مشابه است و با رد فرضیه H_0 ، نا ایستایی یا وجود ریشه واحد متغیرها رد می‌شود. همان‌طور که نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم یافته در جدول (۲) نشان می‌دهد، همه متغیرهای استفاده شده در این پژوهش (به جز متغیرهای ارزش افزوده صنعت و اندازه دولت)، در سطح مانا هستند. لذا برای این متغیرها، آزمون ریشه واحد مرتبه اول انجام گردید که نتایج آن در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۲. نتایج آزمون ریشه واحد در سطح
منبع: یافته‌های پژوهش

آزمون متغیر	ایم، پسران و شین		فیشر-دیکی فولر تعمیم یافته		فیشر-فیلیپس پرون	
	آماره	احتمال	آماره	احتمال	آماره	احتمال
مصرف آب	-۲/۶۷۴۲۴	۰/۰۰۳۷	۸۸/۷۸۲۷	۰/۰۰۹۳	۷۴/۳۰۴۲	۰/۱۰۱۳
ارزش افزوده صنعت	۳/۷۹۲۷۰	۰/۹۹۹۹	۲۴/۶۶۴۹	۱/۰۰۰۰	۵۸/۹۳۷۴	۰/۵۱۴۶

عوامل مؤثر بر مصرف آب بخش صنعت در ... (اسما شیرخانی و دیگران) ۱۷۵

۱۱/۱۲۳۳	۱/۰۰۰۰	۱۴/۶۷۸۶	۱/۰۰۰۰	۳/۹۷۰۱۷	۱/۰۰۰۰	اندازه دولت
۱۵۲/۱۶۴	۰/۰۰۰۰	۱۲۸/۱۱۹	۰/۰۰۰۰	۷/۶۱۲۰۷	۰/۰۰۰۰	شهرنشینی
۱۳۵/۹۱۷	۰/۰۰۰۰	۱۱۹/۵۲۷	۰/۰۰۰۰	-۶/۶۴۲۵۰	۰/۰۰۰۰	بارش
۲۱۹/۴۲۷	۰/۰۰۰۰	۱۷۸/۳۱۷	۰/۰۰۰۰	-۱۰/۷۸۱۰	۰/۰۰۰۰	دما
۲۲۷/۵۷۱	۰/۰۰۰۰	۱۷۴/۸۳۷	۰/۰۰۰۰	-۷/۰۶۹۰۷	۰/۰۰۰۰	تجارت

جدول ۳. آزمون ریشه واحد تفاضل مرتبه اول

منبع: یافته‌های پژوهش

آزمون		ایم، پسران و شین		فیشر - دیکی فولر تعمیم یافته		فیشر - فیلیس پرون	
متغیر		آماره	احتمال	آماره	احتمال	آماره	احتمال
ارزش افزوده صنعت		-۱۰/۰۵۳۱	۰/۰۰۰۰	۲۰۳/۸۲۴	۰/۰۰۰۰	۲۲۸/۷۶۲	۰/۰۰۰۰
اندازه دولت		-۱۲/۸۳۵۸	۰/۰۰۰۰	۲۷۴/۴۷۳	۰/۰۰۰۰	۵۰۴/۳۰۶	۰/۰۰۰۰

از آنجایی که متغیرهای استفاده شده در تحقیق حاضر، در درجات مختلفی از $I(0)$ و $I(1)$ ، پایا می‌شوند، پس از بررسی ایستایی متغیرها، هم‌انباشتگی (همگرایی) پانلی برای بررسی روابط بلندمدت اقتصادی متغیرها و عدم وجود رگرسیون کاذب، مورد آزمون قرار می‌گیرد. در پژوهش حاضر، از آزمون کائو استفاده شده است که در این آزمون، فرضیه صفر، عدم وجود هم‌انباشتگی است.

جدول ۴. نتایج آزمون هم‌انباشتگی

منبع: یافته‌های پژوهش

نام آزمون	احتمال	آماره t
آزمون هم‌انباشتگی کائو	۰/۰۴۸۴	-۱/۶۶۰۲۰۹

مطابق نتایج جدول (۴)، فرضیه صفر رد شده و بین متغیرها، رابطه بلندمدت وجود دارد. در این صورت، رگرسیون برآوردی، کاذب نیست. بعد از بررسی ایستایی و هم‌انباشتگی متغیرها، نتایج برآورد مدل به روش گشتاورهای تعمیم یافته متعامد (OGMM) در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول ۵. نتایج برآورد مدل به روش گشتاورهای تعمیم یافته متعامد (OGMM)
منبع: یافته‌های پژوهش

نام متغیر	ضریب رگرسیون	خطای استاندارد	آماره t	مقدار احتمال
وقفه مصرف آب	۰/۳۲۰۹۳۵*	۰/۱۴۷۳۶۳	۲/۱۷۷۸۴۹	۰/۰۳۰۷
ارزش افزوده	-۲/۹۱۲۱۳۸	۲/۴۵۵۱۳۸	-۱/۱۸۶۱۴۰	۰/۲۳۷۱
مجذور ارزش افزوده	۰/۰۶۲۸۶۳	۰/۰۷۶۴۳۱	۰/۸۲۲۴۸۵	۰/۴۱۱۹
اندازه دولت	-۰/۲۸۷۳۶۵*	۰/۱۳۳۵۶۵	-۲/۱۵۱۵۰۴	۰/۰۳۲۷
شهرنشینی	۷/۰۹۱۶۹۹*	۳/۴۱۱۰۳۳	۲/۰۷۹۰۴۸	۰/۰۳۹۰
بارش	۰/۰۹۵۶۸۳**	۰/۰۵۶۴۳۵	۱/۶۹۵۴۶۱	۰/۰۹۱۷
دما	-۱/۸۲۰۳۴۹*	۰/۹۱۳۶۹۷	-۱/۹۹۲۲۸۹	۰/۰۴۷۸
تجارت	۰/۰۴۲۳۲۰	۰/۰۹۱۹۰۵	۰/۴۶۰۴۷۷	۰/۶۴۵۷
J-statistic	۱۸۷۸۷۴۶			
Prob (J-statistic)	۰/۵۹۸۷۷۲			
AR (1)	۰/۹۸۱۰	AR (2)	۰/۶۵۶۶	
سارگان	۰/۵۸			

* ** به ترتیب نشان دهنده معناداری در سطح ۹۵ و ۹۰ درصد است.

بعد از تخمین مدل جهت تأیید اعتبار متغیرهای ابزاری آزمون سارگان انجام شد که نتیجه این آزمون (احتمال ۰/۵۸) بیانگر عدم وجود همبستگی سریالی بین ابزارها و جمله خطا است. علاوه بر آن آزمون همبستگی پسماندها مرتبه اول AR(1) و مرتبه دوم AR(2) نیز صحت اعتبار نتایج مدل را تأیید می‌کند. بنابراین مدل با موفقیت برازش شده و نتایج آن قابل اتکا است. نتایج جدول (۵)، نشان دهنده تأثیر معکوس ارزش افزوده بخش صنعت بر مصرف آب در مراحل اولیه توسعه اقتصادی است؛ به این معنی که با افزایش رشد اقتصادی، مصرف آب کاهش پیدا می‌کند. از سوی دیگر نتایج نشان می‌دهد که مجذور ارزش افزوده، تأثیر مثبت بر مصرف آب دارد (اگرچه این روابط معنادار نیستند)؛ بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس (رابطه U معکوس) بین رشد اقتصادی و مصرف آب برای استان‌های مورد مطالعه، اثبات نمی‌شود. این نتیجه با نتیجه مطالعه معبودی و حسونند (۱۳۹۹) مشابهت دارد و با مطالعه حیدری و همکاران (۱۳۹۹) در تضاد است. همان‌گونه که دونگ و هائو (Dong and Hao) (2018) بیان می‌دارند استفاده از جامعه آماری (کشور، استان یا شهر)،

روش و متغیرهای متفاوت می‌تواند نتایج متفاوتی در بحث منحنی کوزنتس به همراه داشته باشد بنابراین دلیل این امر را می‌توان استفاده از جامعه آماری، روش (پانل دیتا) و بازه زمانی متفاوت در این مطالعات بیان کرد. نتایج جدول (۵) همچنین نشان‌دهنده تأثیر معکوس و معنی‌دار اندازه دولت بر مصرف آب بخش صنعت است، به گونه‌ای که با افزایش یک درصدی اندازه دولت، مصرف آب بیش از ۰/۲۸ درصد کاهش می‌یابد. این نتیجه با نتیجه ما و لی (Ma and Li) (2022) مشابهت دارد. شهرنشینی تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف آب دارد، به گونه‌ای که با افزایش یک درصد شهرنشینی میزان مصرف آب بیش از ۷ درصد افزایش می‌یابد. این نتیجه با نتیجه مطالعه زو و همکاران (Zhao et al) (2017) (برای کشور چین) و حیدری و همکاران (۱۳۹۹) مشابهت دارد. میزان بارش سالانه تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف آب دارد، به گونه‌ای که با افزایش یک درصدی میزان بارش میزان مصرف آب بیش از ۰/۰۹ درصد افزایش می‌یابد. این نتیجه با نتیجه مطالعه دوارت و همکاران (Duarte et al) (2013) مشابهت دارد، همان‌گونه که آن‌ها بیان می‌دارند کشورهای (در اینجا استان‌هایی) که با کمبود آب مواجه هستند سرانه آب کمتری مصرف می‌کنند. میزان دما تأثیر معکوس و معناداری بر مصرف آب دارد؛ به گونه‌ای که با افزایش یک درصد دما مصرف آب بیش از ۱/۸۲ درصد کاهش می‌یابد. در نهایت نتایج تحقیق نشان می‌دهد که میزان تجارت تأثیر معناداری بر مصرف آب ندارد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

منابع آب به‌ندرت به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار در توسعه اقتصادی در نظر گرفته شده است که نشان‌دهنده عدم آگاهی از اهمیت آن است. برای استان‌های که تضاد شدید بین رشد اقتصادی و دسترسی به آب را تجربه می‌کنند، اگرچه این تضاد لزوماً بر توسعه منطقه‌ای کنونی تأثیر نمی‌گذارد، اما در تأثیرگذاری بر توسعه پایدار در بلندمدت بسیار مهم خواهد بود. دولت‌ها علاوه بر تدوین سیاست‌های ملی منابع آب و نظارت بر مقررات مدیریت آب، اغلب مسئول تخصیص آب برای مصارف رقابتی هستند؛ که این سیاست‌ها باید از نظر اجتماعی مطلوب، از نظر محیط‌زیستی پایدار و از نظر اقتصادی هم برای دولت و هم برای صنعت مناسب باشند. مطالعات مختلفی (از جمله؛ حیدری و همکاران، ۱۳۹۹؛ کول (Cole)، 2004؛ کاتز (Katz)، ۲۰۱۵) بیان می‌دارند که بررسی تأثیر درآمد سرانه بر مصرف سرانه آب اساساً مبتنی بر تجزیه و تحلیل رابطه U معکوس کوزنتس است و می‌توان با کمی اغماض منحنی کوزنتس را برای مطالعه

رابطه درآمد و استفاده از منابع آب (در اینجا مصرف آب) بکار برد. در پژوهش حاضر برای اولین بار با استفاده از داده‌های بازه زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۴ و روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) علاوه بر بررسی فرضیه زیست محیطی کوزنتس با در نظر گرفتن مصرف آب در استان‌های کشور ایران، به بررسی تأثیر متغیرهای تجارت، رشد اقتصادی (به‌عنوان عوامل اقتصادی)، جمعیت، اندازه دولت (به‌عنوان عوامل اجتماعی)، میزان بارش و دما سالانه (به‌عنوان عوامل اکولوژی) بر مصرف پرداخته شد. نتایج تحقیق حاکی از عدم تأیید فرضیه زیست محیطی کوزنتس برای رابطه ارزش افزوده بخش صنعت و مصرف آب است. نتایج همچنین نشان‌دهنده تأثیر معکوس و معنی‌دار اندازه دولت بر مصرف آب بخش صنعت است، به‌گونه‌ای که با افزایش یک‌درصدی اندازه دولت، مصرف آب بیش از $0/28$ درصد کاهش می‌یابد. شهرنشینی تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف آب دارد، به‌گونه‌ای که با افزایش یک درصد شهرنشینی میزان مصرف آب بیش از ۷ درصد افزایش می‌یابد. میزان بارش سالانه تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف آب دارد، به‌گونه‌ای که با افزایش یک‌درصدی میزان بارش میزان مصرف آب بیش از $0/09$ درصد افزایش می‌یابد. میزان دما تأثیر معکوس و معناداری بر مصرف آب دارد؛ به‌گونه‌ای که با افزایش یک درصد میزان دما مصرف آب بیش از $1/82$ درصد کاهش می‌یابد. در نهایت نتایج تحقیق نشان می‌دهد که میزان تجارت تأثیر معناداری بر مصرف آب ندارد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود هر استان و شهرستان‌های آن متناسب با شرایط طبیعی، اجتماعی و اقتصادی محلی خود به فناوری‌های مدیریت سهمیه آب مجهز شوند و سهمیه‌بندی آب تحت نظارت دقیق قانونی انجام شود و در مسیر رشد شهرنشینی به پیامدهای آن بر روی مصرف آب و ضرورت تأمین و منابع آن مد نظر قرار گیرد. علاوه بر این پیشنهاد می‌شود مجازات سخت‌تری برای استفاده فراتر از سهمیه آب اعمال شود و درعین حال فعالیت‌های اقتصادی باهدف بهبود بهره‌وری آب مانند صرفه‌جویی در مصرف آب و استفاده مجدد از پساب مورد تشویق قرار گیرد.

پی‌نوشت‌ها

1. <http://wrbs.wrm.ir>
2. <https://Tutiempo.net>

کتابنامه

ارباب، حمیدرضا و عباسی‌فر، زهره. (۱۳۸۸). بررسی رابطه آلودگی آب و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران ۱۶-۱، (۳) ۱.

حیدری، محمد، خادم‌علیزاده، امیر و خورسندی، مرتضی. (۱۳۹۹). بررسی اثر رشد اقتصادی بر مصرف منابع آب؛ در چارچوب منحنی زیست‌محیطی کوزنتس EKC (مطالعه موردی: کشورهای منتخب ۲۰۱۲-۱۹۹۲). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۱۲(۴۵)، ۱۶۳-۱۸۰.

معبودی، رضا و حسنونند، داریوش. (۱۳۹۸). ارتباط ارزش افزوده اقتصادی و مصرف آب در بخش کشاورزی و صنعت. علوم و مهندسی آب و فاضلاب، ۴(۱)، ۴۲-۵۱.

- Andreoni, J. and A. Levinson (2001). The simple analytics of the environmental Kuznets curve. *Journal of public economics* 80(2): 269-286.
- Arellano, M. and S. Bond (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies* 58(2): 277-297.
- Arellano, M. and O. Bover (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics* 68(1): 29-51.
- Arrow, K., B. Bolin, R. Costanza, P. Dasgupta, C. Folke, C. S. Holling, B.-O. Jansson, S. Levin, K.-G. Mäler and C. Perrings (1995). Economic growth, carrying capacity, and the environment. *Ecological economics* 15(2): 91-95.
- Baltagi, B. H. (2008). *Econometric analysis of panel data*, Springer.
- Barbier, E. B. (1997). Introduction to the environmental Kuznets curve special issue. *Environment and development economics* 2(4): 369-381.
- Barbier, E. B. (2004). Water and economic growth. *Economic Record* 80(248): 1-16.
- Beckerman, W. (1992). Economic growth and the environment: Whose growth? Whose environment? *World development* 20(4): 481-496.
- Birkmann, J., M. Garschagen, F. Kraas and N. Quang (2010). Adaptive urban governance: new challenges for the second generation of urban adaptation strategies to climate change. *Sustainability Science* 5(2): 185-206.
- Blundell, R. and S. Bond (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics* 87(1): 115-143.
- Bond, S. R. (2002). Dynamic panel data models: a guide to micro data methods and practice. *Portuguese economic journal* 1(2): 141-162.
- Chu, E. (2016). The political economy of urban climate adaptation and development planning in Surat, India. *Environment and Planning C: Government and Policy* 34(2): 281-298.

- Cole, M. A. (2004). Economic growth and water use. *Applied Economics Letters* 11(1): 1-4.
- Cole, M. A., A. J. Rayner and J. M. Bates (1997). The environmental Kuznets curve: an empirical analysis. *Environment and development economics* 2(4): 401-416.
- Dedeurwaerdere, T. (2014). *Sustainability science for strong sustainability*, Edward Elgar Publishing.
- Dietz, S. and E. Neumayer (2007). Weak and strong sustainability in the SEEA: Concepts and measurement. *Ecological economics* 61(4): 617-626.
- Dong, X.-Y. and Y. Hao (2018). Would income inequality affect electricity consumption? Evidence from China. *Energy* 142: 215-227.
- Duarte, R., V. Pinilla and A. Serrano (2013). Is there an environmental Kuznets curve for water use? A panel smooth transition regression approach. *Economic Modelling* 31: 518-527.
- Ekins, P., S. Simon, L. Deutsch, C. Folke and R. De Groot (2003). A framework for the practical application of the concepts of critical natural capital and strong sustainability. *Ecological economics* 44(2-3): 165-185.
- Flörke, M., E. Kynast, I. Bärlund, S. Eisner, F. Wimmer and J. Alcamo (2013). Domestic and industrial water uses of the past 60 years as a mirror of socio-economic development: A global simulation study. *Global Environmental Change* 23(1): 144-156.
- Fujii, H., S. Managi and S. Kaneko (2012). A water resource efficiency analysis of the Chinese industrial sector. *Environmental economics*(3, Iss. 3): 82-92.
- Grossman, G. M. and A. B. Krueger (1995). Economic growth and the environment. *The Quarterly journal of economics* 110(2): 353-377.
- Hao, Y., X. Hu and H. Chen (2019). On the relationship between water use and economic growth in China: New evidence from simultaneous equation model analysis. *Journal of cleaner production* 235: 953-965.
- Hetz, K. (2016). Contesting adaptation synergies: political realities in reconciling climate change adaptation with urban development in Johannesburg, South Africa. *Regional Environmental Change* 16(4): 1171-1182.
- Hong, H., J. Liu and A.-X. Zhu (2020). Modeling landslide susceptibility using LogitBoost alternating decision trees and forest by penalizing attributes with the bagging ensemble. *Science of the Total Environment* 718: 137231.
- Hristu-Varvakelis, D., S. Karagianni, M. Pempetzoglou and A. Sfetsos (2010). Optimizing production with energy and GHG emission constraints in Greece: An input-output analysis. *Energy Policy* 38(3): 1566-1577.
- Jia, S., H. Yang, S. Zhang, L. Wang and J. Xia (2006). Industrial water use Kuznets curve: evidence from industrialized countries and implications for developing countries. *Journal of Water Resources Planning and Management* 132(3): 183-191.

- Katz, D. (2015). Water use and economic growth: reconsidering the Environmental Kuznets Curve relationship. *Journal of cleaner production* 88: 205-213.
- Komyjani, A., H. Kyani and H. Hagshenas (2014). Investigating the impact of government size and quality on economic growth in Iran ARDL model. *Journal of Quantity economic* 4(1): 49-60.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American economic review* 45(1): 1-28.
- Lopez, R. (1994). The environment as a factor of production: the effects of economic growth and trade liberalization. *Journal of Environmental Economics and Management* 27(2): 163-184.
- Ma, W. and X. Li (2022). Impact of government subsidy on the optimal strategies of improving water use efficiency for a high-water-consumption manufacturer. *Kybernetes*.
- Maidment, D. R. and S. P. Miaou (1986). Daily water use in nine cities. *Water resources research* 22(6): 845-851.
- Mao, F., J. D. Miller, S. L. Young, S. Krause and D. M. Hannah (2022). Inequality of household water security follows a Development Kuznets Curve. *Nature communications* 13(1): 1-10.
- Mi, Z.-F., S.-Y. Pan, H. Yu and Y.-M. Wei (2015). Potential impacts of industrial structure on energy consumption and CO₂ emission: a case study of Beijing. *Journal of cleaner production* 103: 455-462.
- Nizami, A., J. Ali and S. Nguyen-Khoa (2021). Government-industry partnership for sustainable water use: Insights from Pakistan. *Sustainable Industrial Water Use: Perspectives, Incentives, and Tools*: 115.
- Pahl-Wostl, C. (2017). An evolutionary perspective on water governance: from understanding to transformation. *Water Resources Management* 31(10): 2917-2932.
- Panayotou, T. (1995). Environmental degradation at different stages of economic development. *Beyond Rio: The environmental crisis and sustainable livelihoods in the third world*: 13-36.
- Partha, D. (2001). *Human Well-Being and the Natural Environment*, Oxford University Press.
- Rock, M. T. (1998). Freshwater use, freshwater scarcity, and socioeconomic development. *The Journal of Environment & Development* 7(3): 278-301.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin, E. F. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffér, C. Folke and H. J. Schellnhuber (2009). A safe operating space for humanity. *nature* 461(7263): 472-475.
- Sachs, J., J. W. McArthur, G. Schmidt-Traub, M. Kruk, C. Bahadur, M. Faye and G. McCord (2004). Ending Africa's poverty trap. *Brookings Papers on Economic Activity* 2004(1): 117-240.
- San Cristóbal, J. R. (2010). An environmental/input-output linear programming model to reach the targets for greenhouse gas emissions set by the kyoto protocol. *Economic Systems Research* 22(3): 223-236.

- Sarker, R., S. Gato-Trinidad and M. Imteaz (2013). Temperature and rainfall thresholds corresponding to water consumption in Greater Melbourne, Australia. 20th International Congress on Modelling and Simulation (MODSIM2013), Adelaide, Australia.
- Sarkodie, S. A. and V. Strezov (2019). A review on environmental Kuznets curve hypothesis using bibliometric and meta-analysis. *Science of the Total Environment* 649: 128-145.
- Selden, T. M. and D. 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.
- Shang, Y., S. Lu, L. Shang, X. Li, Y. Wei, X. Lei, C. Wang and H. Wang (2016). Decomposition methods for analyzing changes of industrial water use. *Journal of Hydrology* 543: 808-817.
- Stern, D. I., M. S. Common and E. B. Barbier (1996). Economic growth and environmental degradation: the environmental Kuznets curve and sustainable development. *World development* 24(7): 1151-1160.
- Timothy, M., C. P. Khazamula, A. Francis, K. P. Tichaona, R. E. Nelson and M. Aluwani (2015). Comparative impact of public expenditure on agricultural growth: error correction model for South Africa and Zimbabwe. *Journal of Human Ecology* 50(3): 245-251.
- Vörösmarty, C. J., P. B. McIntyre, M. O. Gessner, D. Dudgeon, A. Prusevich, P. Green, S. Glidden, S. E. Bunn, C. A. Sullivan and C. R. Liermann (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *nature* 467(7315): 555-561.
- Wang, Z., X. Deng, X. Li, Q. Zhou and H. Yan (2015). Impact analysis of government investment on water projects in the arid Gansu Province of China. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 79: 54-66.
- Xiao-jun, W., Z. Jian-yun, S. Shahid, A. ElMahdi, H. Rui-min, B. Zhen-xin and M. Ali (2012). Water resources management strategy for adaptation to droughts in China. *Mitigation and adaptation strategies for global change* 17(8): 923-937.
- Zhang, G. (1999). *China's water supply and demand in the 21st Century*. Water and Hydropower, Beijing.
- Zhang, Z., X. Zhang and M. Shi (2018). Urban transformation optimization model: How to evaluate industrial structure under water resource constraints? *Journal of cleaner production* 195: 1497-1504.
- Zhao, X., X. Fan and J. Liang (2017). Kuznets type relationship between water use and economic growth in China. *Journal of cleaner production* 168: 1091-1100.
- Zhou, M., Q. Chen and Y. Cai (2013). Optimizing the industrial structure of a watershed in association with economic-environmental consideration: an inexact fuzzy multi-objective programming model. *Journal of cleaner production* 42: 116-131.
- Zimmer, D. and D. Renault (2003). Virtual water in food production and global trade: review of methodological issues and preliminary results. *Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*. Value of Water Research Report Series.