Journal of Iranian Economic Issues, Institute for Humanities and Cultural Studies (IHCS)
Biannual Journal, Vol. 11, No. 1, Spring and Summer 2024, 143-167
https://www.doi.org/10.30465/ce.2024.45155.1875

Water use and Economic Growth in Iran Provinces

Mahboobeh Heshmatpour*, Zahra Dehghan Shabani, Ebrahim Hadian*****

Abstract

Water resources are an important issue worldwide and play a fundamental role in the ecosystem. Water is a strategic economic resource that can bring systemic and long-term stability to the national economy and social development. In recent years, water shortages in many Iranian cities have become a significant problem that may threaten Iran's sustainable economic development. However, despite the importance of water, it has so far been neglected in the analysis of economic growth in the provinces of Iran. In this regard, the purpose of this study is to investigate the role of water in economic growth and, at the same time, the role of economic growth in water usage in the provinces of Iran, considering the importance of water resources in the country's economic growth. For this purpose, data from 28 provinces of the country during the period 2006 to 2018 has been used. Data analysis was performed using the econometric method of the simultaneous equation system. The results of the study indicate that GDP also has a significant and positive impact on water consumption. It should be noted that the Kuznets Environmental Curve, which examines the relationship between growth and water consumption in 28 provinces of Iran during the study period, has not been confirmed .Furthermore, the water consumption variable has a significant and positive effect GDP. Therefore, policymakers are recommended to implement policies aimed at restructuring industries towards those with lower water consumption, as well as implementing water conservation policies. They should also utilize newer technologies

* M.S. in Economics at Shiraz University, Shiraz, Iran, mahgoli.h@gmail.com
** Associate Professor of Economics at Shiraz University, Shiraz, Iran (Corresponding Author), zdehghan@shirazu.ac.ir
*** Professor of Economics at Shiraz University, Shiraz, Iran, ehadian@rose.shirazu.ac.ir
Date received: 10/04/2023, Date of acceptance: 03/09/2023

to improve water efficiency and enhance water transmission systems to protect water resources.

Keywords: Economic Growth, Simultaneous Equations Method, Water use, Iran's Provinces, Kuznets Curve.

JEL Classification: R11, Q25, C23.

بررسی مسائل اقتصاد ایران، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
دوفصل‌نامهٔ علمی (مقالهٔ پژوهشی)، سال ۱۱، شمارهٔ ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳

مصرف آب و رشد اقتصادی در استان‌های ایران

محبوبه حشمت‌پور*
زهرا دهقان شبانی**، **ابراهیم هادیان*****

چکیده

آب به عنوان یک منبع مهم در سراسر جهان مورد توجه قرار گرفته که اهمیت ویژه‌ای در تولید دارد. با توجه به مشکل کم آبی در ایران و این امر که در سال‌های اخیر مصرف سرانه آب در اکثر استان‌ها، روند صعودی داشته، بررسی اهمیت آب در رشد اقتصادی از موضوعات مهم در استان‌های ایران است. هدف پژوهش حاضر بررسی ارتباط سیستمی بین مصرف آب و رشد اقتصادی است. برای این منظور از داده‌های ۲۸ استان کشور طی دوره زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۷ و تکنیک سیستم معادلات همزمان در داده‌های تابلویی استفاده شده است. نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که تولید ناخالص داخلی واقعی نیز تاثیر مثبت و معنادار بر مصرف آب داشته است. لازم به ذکر است که منحنی زیست محیطی کوزنتس در بررسی ارتباط بین رشد و مصرف آب در ۲۸ استان ایران در محدوده زمانی مورد بررسی تایید نشده است. همچنین متغیر مصرف آب تاثیر مثبت و معنادار بر تولید ناخالص داخلی دارد. بنابراین به سیاستمداران توصیه می‌شود که سیاستهایی در جهت تعدیل ساختار صنعتی به سمت صنایع با مصرف آب پایین و سیاست‌های صرفه‌جویی در مصرف آب را اجرا نمایند و همچنین از فناوری های جدیدتر در زمینه افزایش بهره وری آب و همچنین بهبود سیستم های انتقال آب برای محافظت از آب استفاده کنند.

* کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه شیراز، evaznejadmehdi@yahoo.com
** دانشیار اقتصاد، دانشگاه شیراز (نویسندهٔ مسئول)، jghaderi@rose.shirazu.ac.ir
*** استاد اقتصاد، دانشگاه شیراز، ehadian@rose.shirazu.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۲

کلیدواژه‌ها: رشد اقتصادی، سیستم معادلات همزمان، مصرف آب، استان‌های ایران، منحنی کوزنتس.

طبقه بندی JEL: R11, Q25, C23

۱. مقدمه

آب یک منبع مهم در سطح جهان شناخته شده که نقش اساسی در اکوسیستم بازی می‌کند و یک منبع اقتصادی استراتژیک است که می‌تواند ثبات سیستمی بلند مدت را برای اقتصاد ملی و رشد اقتصادی به ارمغان آورد (هائو (Hao)و همکاران،۲۰۱۹ :ص ۹۵۳). در سالهای اخیر، افزایش قابل ملاحظه‌ای در مصرف آب در کشور به وجود آمده و کمبود آب را در بسیاری از شهرهای ایران به یک مسئله مهم و جدی تبدیل کرده است. بر اساس استانداردهای بین المللی، میزان برداشت از منابع تجدیدپذیر آب نباید بیش از ۴۰ درصد باشد، اما در حال حاضر میزان برداشت از منابع تجدیدپذیر کشور بیش از دو برابر استاندارد توصیه شده و در برخی استان‌ها حتی به بیش از ۱۰۰ درصد رسیده است (اسدی و همکاران، ۱۴۰۰:. ص ۱). این امر باعث شده که سرانه منابع آب شیرین داخلی تجدیدپذیر در ایران در سال ۲۰۲۰، به ۱۴۷۲ مترمکعب برسد[1] که کمتر از ۱۱۶ کشور جهان است (https://data.worldbank.org/indicator/ER.H2O.INTR.PC). بر طبق گزارش بانک جهانی، ایران در سال ۲۰۲۰ با شاخص تنش آبی ۸۱/۲۹ در بین ۱۷۷ کشور جهان در رتبه ۲۴ قرار گرفته‌است (https://data.worldbank.org/indicator/ER.H2O.FWST.ZS).

بنابراین باتوجه به مشکل کم آبی در ایران و این امر که منابع آب از اهمیت زیادی در فعالیت های اقتصادی برخوردار است، بررسی اهمیت آب در رشد اقتصادی از موضوعات مهم در استان‌های ایران است که مورد غفلت واقع شده است.

آب از یک طرف یکی از نهاده‌های تولید به‌ویژه در تولیدات بخش‌های کشاورزی و صنعت است، بنابراین افزایش مصرف آب در کنار سایر عوامل می‌تواند تولیدات این بخش‌ها را افزایش دهد و موجب رشد اقتصادی شود. از طرف دیگر بر اساس منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در مراحل ابتدایی رشد مصرف آب افزایش می‌یابد و با ادامه رشد اقتصادی و افزایش درآمد سرانه، روند رشد مصرف آب شروع به کاهش می‌کند. بنابراین ارتباط مصرف آب و رشد اقتصادی یک ارتباط همزمان است که باید مورد بررسی قرار گیرد.

در این راستا، مقاله حاضر به بررسی ارتباط همزمان مصرف آب و رشد اقتصادی در استان‌های ایران پرداخته است. هر چند در مطالعات انجام شده در ایران مانند احسانی و

همکاران (۱۳۹۵)، جهانبخش و همکاران (۱۴۰۰) و کریمی علویجه و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی تاثیر آب بر رشد اقتصادی پرداخته‌اند، اما این مطالعات در سطح ملی است و تاثیر آب بر رشد اقتصادی به صورت منطقه‌ای (استانی) مورد بررسی قرار نگرفته است. همچنین در مطالعات انجام شده، ارتباط همزمان آب و رشد اقتصادی مورد توجه قرار داده نشده است. در این تحقیق با بررسی ارتباط همزمان مصرف آب و رشد اقتصادی در استان‌های ایران این شکاف تحقیقاتی پر شده‌است.

مقاله حاضر در ۵ بخش اصلی سازماندهی شده است. بعد از مقدمه، در بخش ۲، مبانی نظری توضیح داده شده است در بخش ۳ مروری بر تحقیقات انجام شده صورت گرفته و در بخش ۴ الگوی تحقیق و برآورد مدل ارائه شده است. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری در بخش ۵ مقاله ارائه شده است.

۲. مبانی نظری ارتباط متقابل مصرف آب و رشد اقتصادی

۱.۲ مبانی نظری تاثیر رشد اقتصادی بر مصرف آب

رابطه بین رشد اقتصادی و مصرف آب موضوعی پیچیده و چندوجهی است که در حوزه‌های اقتصاد و مدیریت منابع آب به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است.

یکی از اصول نظری در رابطه با تاثیر گذاری رشد اقتصادی بر مصرف آب وجود داد، منحنی کوزنتس زیست محیطی است. به این صورت که یک رابطه U وارونه بین رشد اقتصادی و مصرف آب وجود دارد. با رشد اقتصادی سریع، مصرف آب ابتدا افزایش می‌یابد و سپس به یک نقطه برگشت می‌رسد. علت این است که در طی مرحله اولیه رشد اقتصادی با فرآیند تسریع شده صنعتی شدن و خصوصاً توسعه سریع صنایع با مصرف آب زیاد، تقاضا برای آب همراه با رشد اقتصادی افزایش می‌یابد. همچنین در مصارف خانگی نیز، تقاضای آب دارای کشش درآمدی مثبت است به این صورت که با افزایش درآمد، مصرف آب، به عنوان کالایی نرمال، افزایش می‌یابد علاوه بر این، افزایش درآمد میتواند باعث برداشت از منابعِ آبی گردد که در سطح پایین درآمدی، امکان استفاده از آنها فراهم نیست. بنابراین با افزایش رشد اقتصادی و درآمد، مصرف آب افزایش می‌یابد. در مراحل بعدی توسعه، شهروندان و سیاستمداران جامعه به تدریج به اهمیت توسعه پایدار پی می‌برند و در نتیجه ساختار صنعتی را تعدیل و به روزرسانی می‌کنند، سیاست‌های صرفه‌جویی در مصرف آب را اجرا می‌نمایند و همچنین از

فناوری‌های جدیدتر در زمینه افزایش بهره‌وری آب (مانند آبیاری قطره‌ای) و همچنین بهبود سیستم‌های انتقال آب (جهت کاهش هدر رفت آب در طی مسیربه علت نشتی و ...) برای محافظت از آب استفاده خواهند کرد. در نتیجه مقدار استفاده از آب به علت افزایش کارایی با ادامه رشد اقتصادی می‌تواند کاهش یابد (کاتز (Katz)، ۲۰۱۵ : ص.۲۰۶)

اصل نظری دیگر برای توضیح تاثیر رشد اقتصادی بر مصرف آب، پیوند آب–انرژی–غذا است. پیوند آب–انرژی–غذا یک اصل نظری است که پیوندهای نزدیک بین سیستم‌های آب، انرژی و غذا را بیان می کند. رشد اقتصادی اغلب منجر به افزایش تقاضا برای آب، انرژی و غذا می‌شود که می تواند بر منابع آب فشار بیاورد. مدیریت پیوند آب–انرژی–غذا از طریق مدیریت یکپارچه منابع آب، از جمله توسعه فناوری‌های آب، می تواند به تضمین رشد اقتصادی پایدار کمک کند (هوف (Hoff)، ۲۰۱۱: ص. ۵).

سومین اصل نظری، تفاوت‌های بخشی است. تأثیر رشد اقتصادی بر مصرف آب می‌تواند در بخش‌های مختلف اقتصادی متفاوت باشد. به عنوان مثال، در برخی از بخش‌ها مانند کشاورزی و تولید، رشد اقتصادی ممکن است به دلیل گسترش فعالیت‌های تولیدی منجر به افزایش مصرف آب شود. در بخش‌های دیگر، مانند خدمات، رشد اقتصادی ممکن است منجر به کاهش مصرف آب به دلیل پذیرش فناوری‌های کم مصرف شود. بنابراین بسته به اینکه در فرآیند رشد اقتصادی کدام بخش توسعه بیشتری می‌یابد، مصرف آب می‌تواند با افزایش رشد، زیاد یا کم شود.

۲.۲ مبانی نظری مصرف آب بر رشد اقتصادی

آب یک نهاده حیاتی در بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی مانند کشاورزی، صنعت و تولید انرژی است. بنابراین، در دسترس بودن و کیفیت آب می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر رشد اقتصادی داشته باشد.

یکی از اصول نظری که برای توضیح تأثیر مصرف آب بر رشد اقتصادی ارائه شده است، مفهوم «بهره‌وری آب» است. بهره‌وری آب به مقدار خروجی اقتصادی اطلاق می شود که می تواند به ازای هر واحد آب مصرفی تولید شود. بهبود بهره‌وری آب[۲] می‌تواند به افزایش رشد اقتصادی و در عین حال کاهش مصرف آب و بهبود پایداری منابع آب کمک کند (مولدن (Molden) و همکاران، ۲۰۱۰: ص. ۷).

اصل نظری دیگری که برای توضیح تأثیر مصرف آب بر رشد اقتصادی ارائه شده است، مفهوم «کمبود آب» است. کمبود آب زمانی اتفاق می‌افتد که تقاضا برای آب بیش از میزان آب موجود باشد که منجر به اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی می‌شود. کمبود آب می‌تواند منجر به کاهش بهره‌وری کشاورزی، افزایش قیمت مواد غذایی و کاهش رشد اقتصادی شود. بنابراین، مدیریت کمبود آب از طریق مدیریت موثر منابع آب می‌تواند به تضمین رشد اقتصادی پایدار کمک کند (سازمان ملل (United Nations)، ۲۰۱۸: ص ۱۷ و ۲۰). همچنین سطح بالای دسترسی به آب، نرخ رشد اقتصادی را از طریق بهبود سلامت افراد بالا می‌برد.

علاوه بر بهره‌وری آب و کمبود آب، عوامل دیگری نیز می‌توانند بر رابطه بین مصرف آب و رشد اقتصادی تأثیر بگذارند. به عنوان مثال، کیفیت آب می‌تواند بر فعالیت‌های اقتصادی مانند گردشگری، ماهیگیری و تفریح تأثیر بگذارد. آلودگی آب می تواند ارزش این فعالیت‌ها را کاهش دهد و منجر به زیان‌های اقتصادی شود. تغییرات آب و هوایی همچنین می‌تواند بر دسترسی و کیفیت منابع آب تأثیر بگذارد، که می‌تواند اثرات اقتصادی قابل توجهی داشته باشد، به ویژه در مناطقی که به شدت به فعالیت‌های اقتصادی پرمصرف آب متکی هستند (راس (Russ)، ۲۰۲۲: ص.۱۰۰۱۳۰).

۳. مروری بر تحقیقات انجام شده

مطالعات مختلفی به بررسی ارتباط بین آب و رشد اقتصادی پرداخته‌اند. این مطالعات به سه دسته قابل تقسیم است. در دسته اول تاثیر رشد اقتصادی بر مصرف آب مورد توجه قرار گرفته شده است. اکثر این مطالعات در چارچوب منحنی زیست محیطی کوزنتس به بررسی این موضوع پرداخته‌اند که نتایج متفاوتی در این مطالعات حاصل شده است. در برخی مطالعات فرضیه کوزنتس تایید شده و در برخی مطالعات این فرضیه مورد تایید قرار نگرفته است. در زیر بطور خلاصه این مطالعات آورده شده است:

کول (Cole) (۲۰۰۴) در مطالعه خود به این نتیجه رسید که یک رابطه U معکوس میان رشد اقتصادی و مصرف آب برای کشورهای توسعه یافته صادق است، اما کشورهای در حال توسعه، برای سال‌های زیادی در مرحله افزایش مصرف آب در مقابل افزایش رشد اقتصادی خواهند بود. یو (Yu) (۲۰۰۷)با استفاده از مدلهای هم انباشتگی و تصحیح خطا در یکی از

مناطق کره جنوبی طی دوره ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۱ به این نتیجه رسیدند که یک رابطه علیت یک طرفه از سمت رشد اقتصادی منطقه به مصرف آب شهری وجود دارد.

عباسی‌نژاد و گودرزی فراهانی در سال (۲۰۱۲) نشان دادند که در کشورهای اپک، کشورهایی که در آن محدودیت مطلق کمبود آب وجود ندارد، یک رابطه U وارونه بین رشد و میزان مصرف آب وجود دارد. در مقابل، برای اقتصاد کشورهایی که دارای محدودیت منابع آب می باشند، رابطه بین رشد و میزان مصرف آب احتمالاً پیچیده‌تر است.

دوراته (Duarte) و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از روش رگرسیون انتقال ملایم در داده‌های تابلویی در بین ۶۵ کشور طی سال‌های ۱۹۶۲ تا ۲۰۰۸ به این نتیجه رسید که رابطه بین مصرف سرانه آب و درآمد سرانه به صورت U وارونه بوده است. کاتز (۲۰۱۵) با انتخاب سه مجموعه داده شامل ۱۴۶ کشور جهان، کشورهای OECD و ۴۸ ایالت آمریکا با کارگیری دو روش حداقل مربعات و تحلیل رگرسیون ناپارامتری، به این نتیجه رسید که با وجود اینکه بعضی از این روش‌ها، وجود منحنی زیست محیطی کوزنتس را تائید می‌کند، اما نتایج به شدت وابسته به مجموعه داده‌ها و روشهای آماری است.

گیو (Gu) و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از داده‌های هشت منطقه چین در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۴ به این نتیجه رسید که رابطه بین سرانه مصرف آب صنعتی و تولید ناخالص داخلی به صورت منحنی U وارونه می‌باشد. ژائو (Zhao) و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از داده‌های استانی در چین طی دوره سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۴، به این نتیجه رسید که رابطه کوزنتس به شکل U وارون بین مصرف آب و رشد اقتصادی در چین در دو مقیاس ملی و منطقه‌ای وجود دارد.

ایسن (Esen) و همکاران (۲۰۲۰) اثرات آستانه رشد اقتصادی بر تنش آبی در منطقه یورو را در چارچوب فرضیه منحنی کوزنتس زیست محیطی بررسی می‌کند. در این مقاله از مدل رگرسیون آستانه پانل برای ۹ کشور اروپایی طی دوره ۱۹۹۵–۲۰۱۳ استفاده کرده است. یافته‌های این مقاله وجود آستانه‌ای برای رشد را تایید می‌کند و نشان می‌دهد که رشد زیر سطوح آستانه از نظر آماری تأثیر معنی‌داری بر تنش آبی ندارد، در حالی که نرخ رشد بالاتر از آستانه باعث افزایش تنش بر منابع آبی می شود.

وانگ و وانگ (Wang and Wang) (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی این موضوع که آیا رشد اقتصادی می‌تواند نابرابری در مصرف آب را کاهش دهد؟ در چین پرداختند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که با وجود رشد سریع اقتصاد چین، نابرابری در مصرف آب آن کاهش نیافته

است و ۳۸.۷۱ درصد از استان های چین مصرف سرانه آب آنها بیشتر از میانگین ملی بوده است، که عمدتاً در منطقه غربی قرار دارند.

حیدری (۱۳۹۷) با مرور مطالعاتی که تاکنون به بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و مصرف آب در نقاط مختلف جهان انجام شده است به این نتیجه دست یافت که در اغلب موارد رابطه ای زنگوله ای میان رشد اقتصادی و مصرف آب وجود دارد. حیدری (۱۳۹۹) با بررسی داده ۶۰ کشور در دوره ۱۹۹۲–۲۰۱۲ و با رویکرد داده‌های تابلویی با اثرات ثابت، به این نتیجه رسید که رابطه‌ی U وارونه میان رشد اقتصادی و مصرف آب وجود دارد.

جهان بخش و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای به بررسی رابطه بین تخریب منابع آب زیرزمینی با رشد و نابرابری اقتصادی در بخش کشاورزی ایران پرداختند. بدین منظور در چارچوب نظریه کوزنتس، یک تابع به فرم درجه دوم که در آن تخریب منابع آب زیرزمینی به عنوان تابعی از متغیرهای رشد و نابرابری اقتصادی در بخش کشاورزی در نظر گرفته شده است. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد که فرضیه زیست محیطی کوزنتس برقرار است به این صورت که در مراحل اولیه رشد، با افزایش رشد اقتصادی تخریب منابع افزایش و بعد از گذشتن از مقدار آستانه رشد، با افزایش رشد اقتصادی تخریب منابع کاهش می‌یابد.

در دسته دوم به بررسی تاثیر آب بر رشد اقتصادی پرداخته‌شده است، که در برخی مطالعات تاثیر مصرف آب، و در برخی دیگر تاثیر منابع آب و سرمایه گذاری در زیرساخت آب رسانی را مورد توجه قرار داده‌اند. که این مطالعات به نتایج متفاوتی دست یافته‌اند. در زیر خلاصه این مطالعات آورده شده است.

نگوران(Ngoran) و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله‌ای به بررسی نقش مصرف منابع آب بر رشد اقتصادی در ۳۸ کشور جنوب صحرای آفریقا پرداخته اند. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که رشد اقتصادی در این کشورها عمدتا توسط آب و نیروی کار هدایت می‌شود.

دانگوی و جیا (Dangui & Jia) (۲۰۲۲) در مقاله‌ای به بررسی عملکرد زیرساخت‌های آب در جنوب صحرای آفریقا و تاثیر سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آب بر رشد اقتصادی پرداختند. ایشان برای بررسی این موضوع از روش داده‌های تابلویی و اطلاعات سی و یک کشور جنوب صحرای آفریقا استفاده کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش عملکرد زیرساخت های آب موجب افزایش در رشد درآمد سرانه است.

ژو (Zhou) و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ایی به بررسی اثرات مستقیم و غیر مستقیم انطباق منابع آب و زمین بر رشد اقتصادی پایدار بخش کشاورزی در حوضه رودخانه زرد در چین

طی سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ پرداختند. ایشان برای بررسی از دو مدل ایستا و پویای دربین فضایی استفاده کردند. نتایج مدل ایستا نشان می‌دهد که تأثیر مستقیم ضریب تطبیق منابع آب و زمین کشاورزی بر رشد اقتصادی کشاورزی استان معنی‌دار نیست ولی اثر غیرمستقیم و کل اثر سرریز فضایی به طور قابل توجهی مثبت است. همچنین نتایج مدل دربین فضایی پویا نشان می‌دهد که اثر کل کوتاه‌مدت ضریب تطبیق منابع آب و زمین کشاورزی بر رشد اقتصادی کشاورزی به‌طور معنی‌داری مثبت است، در حالی که اثر کل بلندمدت به‌طور معنی‌داری منفی است.

احسانی و همکاران (۱۳۹۵) با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۳ و به کارگیری الگوی خود بازگشت برداری با وقفه‌های توزیعی به این نتیجه رسیدند که در کوتاه مدت و بلند مدت ارتباط مثبت بین منابع آب و رشد اقتصادی در ایران وجود دارد.

بابایی آهنگری و همکاران (۱۳۹۸) در کشورهای عضو اوپک طی سال های ۲۰۱۷-۲۰۰۷ با استفاده از روش اثرات ثابت در داده‌های تابلویی به این نتیجه رسید که مصرف منابع آب بر رشد اقتصادی کشورها تاثیر منفی دارد.

کریمی علویجه و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی تأثیر امنیت انرژی و آب بر رشد اقتصادی در ایران در بازه ز مانی ۱۳۹۷-۱۳۸۹ با استفاده از الگوی خودبازگشت برداری با متغیرهای برون‌زا پرداختند. نتایج برآورد الگو در کوتاه‌مدت و بلندمدت نشان می‌دهد که افزایش امنیت انرژی و امنیت آب، رشد اقتصادی ایران را افزایش می‌دهند. به گونه‌ای که در بلندمدت یک درصد افزایش امنیت انرژی، باعث افزایش ۰/۱۲ تا ۰/۵۶ درصدی رشد اقتصادی می‌شود.

در دسته سوم مطالعات، ارتباط متقابل بین رشد اقتصادی و مصرف آب مورد توجه قرار گرفته است. که دراین دسته تنها مقاله هائو و همکاران (۲۰۱۹) وجود دارد که با استفاده از داده‌های ۲۹ استان چین بین سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۴ به این نتیجه رسیدند که رابطه بین سرانه مصرف آب و سرانه تولید ناخالص داخلی N شکل است. همچنین ارتباط همزمان بین مصرف آب و رشد اقتصادی وجود دارد.

علی رغم این که، در ارتباط با تاثیر رشد اقتصادی بر مصرف آب مطالعات زیادی در داخل وخارج از ایران انجام شده است اما آنچه که این تحقیق را از مطالعات داخلی متمایز می‌سازد، این است که اولا، در تحقیقات گذشته تاثیر مصرف آب بر روی رشد اقتصادی به صورت ملی بررسی شده و مطالعه‌ای که به صورت منطقه‌ای به بررسی این موضوع پرداخته باشد، وجود ندارد. ثانیا، ارتباط متقابل بین مصرف آب و رشد اقتصادی در ایران مورد بررسی قرار نگرفته

است. نزدیک‌ترین مطالعه به مقاله حاضر، مقاله هائو (Hao)و همکاران (۲۰۱۹) که برای ۲۹ استان چین به بررسی ارتباط همزمان بین رشد اقتصادی و مصرف آب پرداخته است، اما این مطالعه علی رغم اینکه به صورت منطقه‌ای به بررسی این موضوع پرداخته است اما برای انتخاب متغیرهای موثر بر رشد اقتصادی از چارچوب مدل‌های رشد منطقه‌ای استفاده نکرده است. اما در مقاله حاضر این شکاف تحقیقاتی پر شده است و در چارچوب مدل‌های جغرافیایی اقتصادی جدید که یک مدل رشد منطقه‌ای است به متغیرهای موثر بر رشد اقتصادی پرداخته شده است.

۴. الگوی اقتصادسنجی بررسی اثر رشد اقتصادی بر مصرف آب

مدل این پژوهش برگرفته از مطالعه هائو (Hao)و همکاران (۲۰۱۹) است[۳] که به بررسی ارتباط همزمان رشد اقتصادی و مصرف آب در استان‌های ایران می‌پردازد. مدل رشد این پژوهش در چارچوب مدل رشد جغرافیایی اقتصادی جدید بصورت زیر طراحی شده است:

$$Ln(GDP_{it}) = \alpha_0 + \alpha_1 Ln(K_{it}) + \alpha_2 Ln(Cin_{it}) + \alpha_3 Ln(cpsy_{it}) + \alpha_4 Ln(ll_{it}) + \alpha_5 Ln(wc_{it}) + \varepsilon_{1it} \quad (۱)$$

که در آن $Ln(GDP_{1it})$، لگاریتم تولید ناخالص داخلی واقعی، $Ln(K_{it})$، لگاریتم ذخیره سرمایه واقعی، $\mathrm{Ln}(Cin_{it})$، لگاریتم تمرکز فعالیت های صنعتی، $\mathrm{Ln}(cpsy_{it})$ لگاریتم توسعه مالی، $Ln(wc_{it})$ لگاریتم مصرف آب، $\mathrm{Ln}(ll_{it})$ لگاریتم نیروی کار و ε_{1it} جمله خطا است.

طبق مبانی نظری ارائه شده، تولید استان تابعی از مصرف آب و مصرف آب تابعی از تولید است. بنابراین مصرف آب یک متغیر درونزا است و مدل زیر در چارچوب منحنی زیست محیطی کوزنتس بصورت زیر در نظر گرفته شده است:

$$Ln(CW_{it}) = \alpha_0 + \alpha_1 Ln(GDP_{it}) + \alpha_2 Ln(GDP_{it})^2 + \alpha_3 Ln(pd_{it}) + \alpha_4 Ln(pw_{it}) + \alpha_5 Ln(agi_{it}) + \alpha_6 Ln(urb_{it}) + \varepsilon_{1it} \quad (۲)$$

که در آن $Ln(wc_{it})$لگاریتم مصرف آب، $Ln(GDP_{it})$ لگاریتم تولید ناخالص داخلی واقعی، $Ln(GDP)^2$، توان دوم لگاریتم تولید ناخالص داخلی واقعی[۴] ، $Ln(pd_{it})$،لگاریتم چگالی جمعیت، $Ln(wp_{it})$، لگاریتم تولید آب، لگاریتم سهم بخش کشاورزی، $\mathrm{Ln}(E_{it})$ لگاریتم شهرنشینی و ε_{1it} جمله خطا است. در هر دو معادله زیرنویس i نشان‌دهنده استان‌های کشور و زیرنویس t بیانگر زمان که $t = 1380,\ldots, 1390$ است.

با در نظر گرفتن معادلات (۱) و (۲) الگوی اقتصادسنجی تحقیق که سیستم معادلات همزمان است به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

$$\begin{aligned} &Ln(GDP_{it}) = \alpha_0 + \alpha_1 Ln(K_{it}) + \alpha_2 Ln(Cin_{it}) + \alpha_3 Ln(cpsy_{it}) + \\ &\alpha_4 Ln(ll_{it}) + \alpha_5 Ln(wc_{it}) + \varepsilon_{1it} \\ &Ln(CW_{it}) = \alpha_0 + \alpha_1 Ln(GDP_{it}) + \alpha_2 Ln(GDP_{it})^2 + \alpha_3 Ln(pd_{it}) + \\ &\alpha_4 Ln(pw_{it}) + \alpha_5 Ln(agi_{it}) + \alpha_6 Ln(urb_{it}) + \varepsilon_{1it} \end{aligned} \qquad (۳)$$

۱.۴ منابع داده‌های آماری برای برآورد الگوهای سنجی

آمار تولید اسمی سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۷ که مربوط به ۲۸ استان ایران[5] است از گزارش حساب‌های منطقه‌ای مرکز آمار ایران جمع آوری گردید و با استفاده از شاخص قیمت مصرف کننده با سال پایه‌ی ۱۳۹۰ برای هر استان که از «درگاه بانک داده‌های اقتصادی و مالی وزارت اقتصاد و دارایی» استخراج شده، واقعی شده است. همچنین اطلاعات مصرف و تولید آب از سالنامه آماری استان‌های ایران جمع آوری شده است.

در پژوهش حاضر برای اندازه‌گیری تمرکز فعالیت‌های صنعتی از شاخص مطرح شده توسط ناکامورا و پل(Nakamora & Paul) (۲۰۰۹) استفاده شده که به صورت زیر است:

$$S_j^C = \frac{X_j}{\sum_{j=1}^{J} X_j} = \frac{X_j}{X_*} \qquad j = 1, \dots, J \qquad (۴)$$

X_* بیانگر ارزش‌افزوده بخش صنعت کشور و X_j ارزش‌افزوده بخش صنعت منطقه j است. S_j^C نشان دهنده میزان تمرکز بخش صنعت در منطقه j بوده که این شاخص مقداری بین صفر و یک را می پذیرد، در صورتی که صنعت به طور کامل در یک منطقه متمرکز شود این شاخص برابر یک و اگر صنعت با سهم‌های خیلی کوچک در یک تعداد مناطق بزرگی توزیع گردد، به سمت صفرمیل می‌کند. به منظور محاسبه این شاخص از آمار و اطلاعات حساب‌های منطقه‌ای مرکز آمار استفاده شده است.

به منظور محاسبه ذخیره سرمایه از اطلاعات تسهیلات اعتباری به بخش خصوصی و تملک دارایی‌های سرمایه‌ای استان استفاده شده‌است که با استفاده از روش نمایی که در زیر توضیح داده می‌شود، محاسبه گردیده‌است. در روش نمایی، ابتدا تابع نمایی $IN_t = IN_0 e^{\gamma t}$ برآورد می‌گردد که در این رابطه IN_t متغیر سرمایه‌گذاری ناخالص صورت گرفته در سال t و IN_0سرمایه‌گذاری ناخالص صورت گرفته در سال پایه (۱۳۷۹) است. تبدیل لگاریتمی تابع نمایی به شکل $Ln(IN_t) = Ln(IN_0) + \gamma t$ است که ضریب متغیر روند زمانی (γ)از تخمین

رابطه با روش حداقل مربعات خطا(OLS) محاسبه می‌شود. به منظور تعیین موجودی سرمایه در سال ۱۳۷۹، بدون در نظر گرفتن استهلاک سرمایه، از رابطه‌ی $K_0 = \frac{IN_0}{\gamma}$ استفاده می‌گردد. با در نظر گرفتن استهلاک سرمایه و کسر ۵ درصد از موجودی سرمایه به عنوان استهلاک، موجودی سرمایه در سال ۱۳۷۹ به قیمت جاری محاسبه می‌گردد. سپس با استفاده از تعریف K به صورت رابطه $K_t = \frac{K_{t-1}+I_t}{1+\delta}$ و مطابق موجودی سرمایه در سال پایه، مقادیر موجودی سرمایه برای سال‌های مختلف قابل محاسبه است (زراء نژاد و انصاری، ۱۳۸۶). در رابطه فوق، δ نشان دهنده نرخ استهلاک سرمایه و برابر ۵ درصد است. در این تحقیق برای شاخص توسعه مالی، از مبلغ تسهیلات پرداختی بانک‌ها به بخش غیردولتی به تولید ناخالص داخلی استفاده شده‌است. آمار مبلغ تسهیلات پرداختی بانک‌ها به بخش غیردولتی از سالنامه آماری مقدار آن محاسبه شده است.

در تحقیق حاضر داده های سهم بخش کشاورزی از تقسیم ارزش افزوده بخش کشاورزی به GDP استان به دست می‌آید که ارزش افزوده بخش کشاورزی از حساب‌های منطقه‌ایی استخراج شده است. داده‌های مربوط به نیروی کار و شهر نشینی از مرکز آمار ایران گردآوری شده‌است. متغیر چگالی جمعیت هر استان از تقسیم جمعیت بر مساحت استان بدست آمده‌است که آمار جمیعت و مساحت استان از سالنامه آماری استانهای مرکز آمار جمع آوری شده‌است.

۲.۴ برآورد مدل‌های پژوهش

۱.۲.۴ نتایج برآورد معادلۀ رشد اقتصادی

طبق معادله (۳) معادله رشد اقتصادی به صورت زیر است:

$$Ln(GDP_{1it}) = \alpha_0 + \alpha_1 Ln(K_{it}) + \alpha_2 Ln(Cin_{it}) + \alpha_3 Ln(cpsy_{it}) + \alpha_4 Ln(ll_{it}) + \alpha_5 Ln(wc_{it}) + \varepsilon_{1it}$$

در اقتصادسنجی داده‌های تابلویی فرض بر این است که داده‌های مورد استفاده، استقلال مقطعی دارند. این فرض همانند فرض‌های دیگر ممکن است برقرار نباشد، پس اولین مرحله در اقتصادسنجی داده‌های تابلویی قبل از انجام هرگونه آزمونی، تشخیص وابستگی یا استقلال مقطعی می‌باشد که در این پژوهش از آزمون وابستگی مقطعی پسران (۲۰۲۱) استفاده شده است و نتایج آن در جدول (۱) آمده است.

جدول ۱. نتایج آزمون وابستگی مقطعی پسران

متغیرها	آماره پسران	معناداری
Ln(wc)	۱۳/۶۳	۰/۰۰
Ln(k)	۲۱/۶۳	۰/۰۰
Ln(cin)	۳/۷۴	۰/۰۰
Ln(cpsy)	۹/۲۵	۰/۰۰
Ln(ll)	۲۶/۴۲	۰/۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش با استفاده از نرم افزار استتا ۱۶

در این آزمون فرضیه صفر، بیان‌گر عدم وجود وابستگی مقطعی در متغیرهای مورد آزمون است. همان‌گونه که نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد مقدار احتمال آماره آزمون پسران برای متغیرها کمتر از ۰/۰۵ است، بنابراین فرضیه صفر آزمون پسران رد می‌شود و وابستگی مقطعی در متغیرهای ذکر شده وجود دارد.

هرگاه وابستگی مقطعی در داده‌های تابلویی تأیید شود، استفاده از روش‌های مرسوم ریشه واحد تابلویی مانند آزمون‌های ایم، پسران و شین(Im, Pesaran & Shin) و لوین– لیو (Levin-Lin) و ... احتمال وقوع نتایج ریشه واحد کاذب را افزایش خواهد داد. برای رفع این مشکل آزمون‌های متعددی مانند آزمون ریشه واحد پسران (Pesaran) (۲۰۰۷) و آزمون ریشه واحد هادری و رائو(Hadri & Rao) (۲۰۰۸) وجود دارد. مزیت آزمون ایستایی هادری و رائو(Hadri & Rao) (۲۰۰۸) نسبت به آزمون ریشه واحد پسران این است که شکست ساختاری و وابستگی مقطعی را بطور همزمان در نظر می‌گیرد. از آنجا که دوره مورد بررسی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۷ است و هدفمندی یارانه ها، جهش نرخ ارز و نوسانات شدید قیمت نفت در این دوره اتفاق افتاده است، بنابراین احتمال وجود شکست ساختاری است. بنابراین در این مطالعه از آزمون ریشه واحد هادری و رائو (Hadri & Rao) (۲۰۰۸) استفاده شده است.

فرضیه‌ی صفر در این آزمون ایستایی در مورد متغیرهای مورد آزمون است. در صورتی که مقادیر بحرانی در سطوح ۹۹، ۹۷/۵، ۹۵ و ۹۰ درصد بیشتر از آماره‌ی ایستایی باشد در این صورت فرضیه‌ی صفر رد نمی‌شود، در نتیجه متغیر مورد نظر ایستا است. با توجه به نتایج جدول(۲)، مقادیر بحرانی همه متغیرهای مورد نظر بیشتر از آماره‌ی ایستایی می‌باشد، بنابراین فرضیه‌ی صفر رد نمی‌شود و همه متغیرها ایستا هستند.

جدول ۲. نتایج آزمون ریشه واحد هادری و رائو (Hadri & Rao) (۲۰۰۸)

متغیر	مقادیر بحرانی در سطوح اطمینان مختلف				معناداری	آمار ایستایی
	٪ ۹۹	٪ ۹۷/۵	٪ ۹۵	٪ ۹۰		
Ln(wc)	۱۸/۴۵	۱۳/۲۷	۱۱/۳۴	۹/۲۱	۱/۰۰۰	۰/۳۷۴
Ln(k)	۷/۳۱	۶/۲۹	۵/۳۷	۴/۹۶	۱/۰۰۰	۰/۲۲۴
Ln(cin)	۱۸/۵۲	۱۴/۲۳	۱۲/۹۲	۱۰/۷۲	۱/۰۰۰	۰/۴۲۸
Ln(cpsy)	۷/۶۳	۶/۳۴	۵/۹۲	۵/۶۳	۱/۰۰۰	۰/۲۹۴
Ln(ll)	۲۰/۲۹	۱۶/۵۶	۱۳/۹۳	۹/۳۴	۱/۰۰۰	۰/۳۵۹

منبع: یافته‌های پژوهش با استفاده از نرم افزار گاوس ۱۰

در سیستم معادلات همزمان قبل از برآورد مدل باید قابلیت تشخیص معادله، مشخص شود برای قابلیت تشخیص معادله از شرط درجه‌ای و رتبه‌ای استفاده می‌شود. با توجه به شرط درجه‌ای و رتبه‌ای در قابلیت تشخیص معادله در سیستم معادلات همزمان که در جدول (۳) آورده شده است، معادله رشد اقتصادی در سیستم معادلات بیش از حد مشخص است. بنابراین می‌توان آن را تخمین زد.

جدول ۳. قابلیت تشخیص معادله رشد اقتصادی

معادله رشد	تعداد متغیرهای درونزای معادله منهای یک (M-۱)	تعداد متغیرهای از پیش تعیین شده خارج مانده از معادله (K-k)	قابلیت تشخیص
شرط درجه‌ای	۱	۴	بیش از حد مشخص
	رتبه ماتریس متغیرهای (درونزا و از قبل تعیین شده) خارج از معادله		
شرط رتبه‌ای	۱		دقیقا یا بیش از حد مشخص
	شرط درجه‌ای و رتبه‌ای		بیش از حد مشخص

منبع: یافته‌های پژوهش

قدم بعد برآورد معادله رشد با استفاده از حداقل مربعات دو مرحله‌ای در داده‌های تابلویی است. نتایج برآورد الگو در جدول (۴) آورده شده است. برای مشخص شدن نوع تخمین مدل از آزمونF لیمر و هاسمن استفاده شده است. مقدار آماره F لیمر در جدول (۴) آورده شده که

بر اساس آن داده‌های تابلویی در مقابل Pooling تایید می‌شود. همچنین برای مشخص شدن نوع تخمین مدل داده‌های تابلویی (اثرات تصادفی یا اثرات ثابت) از آزمون هاسمن استفاده شده است. طبق مقدار آماره آزمون هاسمن که در جدول (۴) ذکر شده روش تخمین اثرات تصادفی انتخاب می‌شود.

جدول ۴. نتایج برآورد معادله رشد اقتصادی

متغیرها	ضریب	آماره t	احتمال
Intercept	۱۳/۱۳۴	۱۳/۲۲	۰/۰۰۰
Ln(wc)	۰/۱۱۴	۴/۲۸	۰/۰۰۰
Ln(k)	۰/۰۶۵	۱/۷۲	۰/۰۸۶
Ln(cin)	۰/۲۳۸	۷/۵۰	۰/۰۰۰
Ln(cpsy)	−۰/۰۶۴	−۵/۱۸	۰/۰۰۰
Ln(ll)	۰/۲۷۷	۳/۹۴	۰/۰۰۰
F-Limer test	۵۳/۹۷	−	۰/۰۰۰
Husman test	۴/۱۵	−	۰/۵۲۸
R2	۰/۷۶۱	−	−
Wald	۲۸۹/۷۰	−	۰/۰۰۰

منبع:یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم افزار استتا۱۶

طبق نتایج جدول (۴)، متغیر لگاریتم مصرف آب دارای تاثیر مثبت و معنادار بر تولید ناخالص داخلی واقعی دارد. بگونه ای که با افزایش ۱ درصد مصرف آب، تولید ناخالص داخلی واقعی ۰/۱۱ درصد افزایش می یابد. همانگونه که گلیک(Gleick) (۱۹۹۸) بیان می کند در کنار سایر نهاده های تولید، دسترسی به منابع آب تازه و قابل شرب از جنبه تحرک و رشد صنعت، رشد تولید محصولات مهم است. این نتیجه منطبق با مطالعات میرزایی (۱۳۹۱)، احسانی (۱۳۹۴)، نگوران (Negoran) (۲۰۱۶) و هائو (Hao) و همکاران (۲۰۱۹) است.

همچنین متغیر ذخیره سرمایه واقعی دارای تاثیر مثبت و معنادار بر تولید ناخالص داخلی است. با افزایش یک درصد در ذخیره سرمایه واقعی میزان تولید ناخالص داخلی ۰/۰۶ درصد افزایش می‌یابد. همچنین تاثیر نیروی کار بر افزایش تولید ناخالص داخلی مثبت و از نظر آماری معنادار است بگونه‌ای که با افزایش ۱ درصد نیروی کار تولید ناخالص داخلی ۰/۲۷ درصد

افزایش می یابد. نیروی کار و سرمایه دو عامل مهم تولید هستند بنابراین با افزایش این دو عامل تولید ناخالص داخلی و رشد اقتصادی افزایش می‌یابد.

همچنین اثر تمرکز فعالیت صنعتی بر رشد اقتصادی مثبت و معنادار است. با افزایش ۱ درصد تمرکز فعالیت صنعتی رشد اقتصادی ۰/۲۳ درصد افزایش می‌یابد. علت این امر طبق تئوری جغرافیای اقتصادی جدید این است که با افزایش تمرکز فعالیت صنعتی در یک استان، درآمد نیروی کار استان (در نتیجه ایجاد کالاهای متنوع) افزایش می یابد و این افزایش موجب افزایش تقاضا برای تولیدات استان می‌شود و افزایش تولید استان به معنی افزایش رشد است. این نتیجه منطبق با نتایج مطالعات دوث (Dauth) (۲۰۱۰)، مینروا و اوتاویانو(Minerva & Ottaviano) (۲۰۰۹)، برولهارت و اسبرگومی (Brulhart & Sbergomi) (۲۰۰۹)، اوتسوکا و یامانو(Otsuka & Yamano) (۲۰۰۸)، اسبرگومی (Sbergomi) (۲۰۰۲)، سامتی (۲۰۱۴)، فرهمند و ابوطالبی (۲۰۱۲)، دهقان شبانی (۱۳۹۱) است.

طبق نتایج جدول (۴)، شاخص توسعه مالی بر تولید ناخالص داخلی منفی و از نظر آماری معنادار است. علت تاثیر منفی شاخص توسعه مالی (تسهیلات پرداختی بانک‌ها به بخش غیردولتی به تولید ناخالص داخلی) می‌تواند به دلیل ضعف مدیریت نظام مالی، عدم شکل‌گیری بازارهای مالی منسجم و عدم نظارت صحیح سیستم بانکی بر تسهیلات اعطایی باشد. همچنین ممکن است که منابع مالی به درستی به بخش خصوصی هدایت نشده و در صورت هدایت، در فعالیت‌های غیر مولد و واسطه‌گری که بر تولید کالاها و خدمات اثر چندانی ندارد بکار گرفته شده است. این نتیجه با یافته‌های ایادی(Ayadi) و همکاران، (۲۰۱۵)، ساسی و گوائید(Sassi & Goaied) (۲۰۱۳)، ونانسیو (Venâncio) (۲۰۱۳)، الملکاوی (Al-Malkawi) و همکاران، (۲۰۱۲)، لیو و هسو(Liu & Hsu) (۲۰۰۶)، تقوی و همکاران(۱۳۹۰)، ابونوری و تیموری (۱۳۹۲) و موتمنی (۱۳۸۸) سازگار است.

۲.۲.۴ نتایج برآورد معادلۀ مصرف آب

طبق معادله (۳) معادله مصرف آب به صورت زیر است:

$$Ln(CW_{1it}) = \alpha_0 + \alpha_1 Ln(gdp_{it}) + \alpha_2 Ln(GDP)^2 + \alpha_3 Ln(pd_{it}) + \alpha_4 Ln(pw_{it}) + \alpha_5 Ln(agi_{it}) + \alpha_6 Ln(urb_{it}) + \varepsilon_{1it}$$

روش برآورد در این تحقیق چنانچه گفته شد، روش سیستم معادلات همزمان در داده‌های تابلویی است. قبل از برآورد مدل لازم است که آزمون‌های وابستگی مقطعی و مانایی مورد

بررسی قرار گیرد. نتایج آزمون وابستگی مقطعی پسران در جدول (5) آورده شده است، فرضیه صفر در این آزمون عدم وجود وابستگی مقطعی (وجود استقلال مقطعی) در متغیرهـای مـورد آزمون است. طبق نتایج این جدول، فرضیه صفر رد می‌شود و وابستگی مقطعی بین متغیرهـای مورد بررسی وجود دارد.

جدول ۵. نتایج آزمون وابستگی مقطعی پسران(Pesaran)

متغیرها	آماره آزمون پسران	معناداری
Ln(gdp)	۴۱/۲۹	۰/۰۰
Ln(pd)	۶۶/۷۰	۰/۰۰
Ln(pw)	۶۰/۰۷	۰/۰۰
Ln(agi)	۴۱/۰۷	۰/۰۰
Ln(urb)	۵۷/۶۶	۰/۰۰

منبع:یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم افزار استتا ۱۶

بر اساس اینکـه در داده هـا وابسـتگی مقطعـی وجـود دارد و همچنـین احتمـال شکسـت ساختاری نیز در دوره مورد بررسی است برای بررسی مانایی متغیرهای معادلـه مصـرف آب از آزمون هادری و رائو(Hadri & Rao) (۲۰۰۸) استفاده شده است. فرضیه‌ی صفر در این آزمـون، ایستایی متغیر مورد آزمون است. در صورتی که مقادیر بحرانی در سـطوح ۹۹، ۹۷/۵، ۹۵ و ۹۰ درصد بیشتر از آماره‌ی ایستایی باشد در این صورت فرضیه‌ی صفر رد نمی‌شود، در نتیجه متغیر مورد نظر ایستا است.

با توجه به نتایج جدول(۶)، مقادیر بحرانـی همـه متغیرهـای مـورد نظـر بیشـتر از آمـاره‌ی ایستایی می‌باشد، بنابراین فرضیه‌ی صفر رد نمی‌شود و همه متغیرها ایستا هستند.

جدول ۶. نتایج آزمون ریشه واحد هادری و رائو (Hadri & Rao) (۲۰۰۸)

متغیر	مقادیر بحرانی در سطوح اطمینان مختلف				احتمال	آماره ایستایی
	٪ ۹۹	٪ ۹۷/۵	٪ ۹۵	٪ ۹۰		
Ln(gdp)	۲۸/۳۴	۲۵/۳۱	۲۲/۳۴	۱۸/۲۶	۱/۰۰۰	۰/۷۵۲
Ln(pd)	۱۶/۹۴	۱۴/۳۲	۱۱/۲۴	۹/۳۱	۱/۰۰۰	۰/۴۷۴

Ln(pw)	۸/۶۳	۷/۲۴	۶/۳۱	۵/۱۷	۱/۰۰۰	۰/۲۶۹
Ln(agi)	۳۲/۲۵	۲۷/۳۲	۲۲/۳۱	۱۸/۲۹	۱/۰۰۰	۰/۷۵۳
Ln(urb)	۱/۳۳	۱/۱۴	۰/۹۳	۰/۸۴	۱/۰۰۰	۰/۱۴۴

منبع:یافته‌های تحقیق با استفاده از گوس ۱۰

با توجه به شرط درجه‌ای و رتبه‌ای در قابلیت تشخیص معادله در سیستم معادلات همزمان که در جدول (۷) آورده شده است، معادله مصرف آب در سیستم معادلات بیش از حد مشخص است. بنابراین می‌توان آن را تخمین زد.

جدول ۷. قابلیت تشخیص معادله مصرف آب

معادله رشد	تعداد متغیرهای درونزای معادله منهای یک (M-۱)	تعداد متغیرهای از پیش تعیین شده خارج مانده از معادله (K-k)	قابلیت تشخیص
شرط درجه‌ای	۱	۴	بیش از حد مشخص
	رتبه ماتریس متغیرهای (درونزا و از قبل تعیین شده) خارج از معادله		
شرط رتبه‌ای	۱		دقیقا یا بیش از حد مشخص
	شرط درجه‌ای و رتبه‌ای		بیش از حد مشخص

منبع: یافته های پژوهش

نتایج برآورد معادله مصرف آب در جدول (۸) آورده شده است. طبق آزمون F لیمر، داده‌های تابلویی در مقابل Pooling تایید می‌شود. این نتیجه اشاره به ناهمگنی و بافت متفاوت استان‌های ایران دارد. برای مشخص شدن نوع تخمین مدل داده‌های تابلویی (اثرات تصادفی یا اثرات ثابت) از آزمون هاسمن استفاده شده است.

جدول ۸. نتایج برآورد معادله مصرف آب

متغیرها	ضریب	آماره Z	احتمال
Intercept	-۲۴/۱۵۸	-۱/۵۶	۰/۱۱۸
Ln(gdp)	۲/۷۴۳	۱/۶۷	۰/۰۹۵
$Ln(gdp)^2$	-۰/۰۶۴	-۱/۵۰	۰/۱۳۴

متغیرها	ضریب	آماره Z	احتمال
Ln(pd)	۰/۱۶۹	۱/۳۶	۰/۱۷۵
Ln(pw)	۱/۰۹۱	۷/۳۱	۰/۰۰۰
Ln(agi)	۰/۲۰۸	۲/۸۰	۰/۰۰۵
Ln(urb)	−۱/۵۱۷	−۳/۳۱	۰/۰۰۱
F-Limer test	۷۱/۶۵	–	۰/۰۰۰
Husman test	۵/۹۱	–	۰/۴۳۲
R2	۰/۷۰۲	–	–
Wald	۱۵۱/۸۲	–	۰/۰۰۰

منبع:یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم افزار استتا۱۶

طبق مقدار آماره آزمون هاسمن که در جدول (۸) ذکر شده روش تخمین اثرات تصادفی انتخاب می‌شود. در این مدل متغیر لگاریتم تولید ناخالص داخلی واقعی دارای تاثیر مثبت و معنادار بر مصرف آب دارد. با افزایش یک درصد تولید ناخالص داخلی، مصرف آب ۲/۷۴ درصد افزایش می یابد. اما توان دوم متغیر لگاریتم تولید ناخالص داخلی بر مصرف اب از نظر آماری معنادار نیست. بنابراین منحنی زیست محیطی کوزنتس که ارتباط U شکل بین مصرف آب و رشد اقتصادی را در نظر می گیرد در ایران برقرار نیست و در ایران همواره با افزایش رشد و تولید مصرف آب افزایش می‌یابد. علت این امر توسعه سریع صنایع به ویژه صنایع آب بر در ایران است که موجب شده، تقاضا برای آب با افزایش رشد اقتصادی افزایش یابد. علاوه بر این، افزایش درآمد می‌تواند باعث برداشت از منابع آبی گردد که در سطح پایین درآمدی، امکان استفاده از آنها فراهم نیست. بنابراین با افزایش رشد اقتصادی و درآمد، مصرف آب افزایش می‌یابد.

از طرفی متغیر لگاریتم چگالی جمعیت بر مصرف آب تاثیر معنادار ندارد. متغیر لگاریتم تولید آب تاثیر مثبت و معنادار بر مصرف آب دارد. بگونه ای که با افزایش ۱ درصد تولید آب، میزان مصرف آب ۱/۰۹ درصد افزایش می‌یابد. همچنین متغیر لگاریتم سهم بخش کشاورزی تاثیر مثبت و معنادار بر مصرف آب دارد. با افزایش سهم بخش کشاورزی به میزان ۱ درصد، میزان مصرف آب ۰/۲۰ درصد افزایش می یابد. علت این امر این است که بخش کشاورزی در

ایران بیشترین مصرف آب را دارد و با افزایش سهم این بخش در هر استان، مصرف آب استان افزایش می‌یابد.

در این مدل متغیر لگاریتم سهم بخش شهر نشینی تاثیر منفی و معنادار بر مصرف آب دارد. با افزایش ۱ درصدی شهرنشینی مصرف آب ۱/۵۱- درصد کاهش می یابد.

۵. نتیجه‌گیری

هدف این مطالعه بررسی ارتباط متقابل مصرف آب و رشد اقتصادی در استان‌های ایران است. برای این منظور از سیستم معادلات همزمان در داده‌های تابلویی استفاده شده که با استفاده از تکنیک حداقل مربعات دومرحله‌ای برآورد شده است.

بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق، متغیر لگاریتم مصرف آب دارای تاثیر مثبت و معنادار بر تولید ناخالص داخلی دارد. بنابراین عدم مصرف بهینه آب در بخش‌های تولیدی در کنار بروز کمیابی منابع آب تهدیدی برای توسعه اقتصادی کشور محسوب می‌شوند. مهمترین الزامات بخش آب در جهت تحقق اهداف بالا دستی می‌توان به اصلاح ساختار مدیریت آب، مدیریت جامع و یکپارچه منابع آب، اعتلای جایگاه مدیریت آب در نظام برنامه ریزی کشور و اعمال مدیریت حوزه‌ای و مدیریت عرضه و تقاضای آب در بخش‌های مختلف به صورت به هم پیوسته اشاره نمود. با توجه به اهمیت بخش آب در توسعه اقتصادی و اجتماعی کشور، لازم است که مدیریت بخشی منابع آب به سمت مدیریت یکپارچه منابع آب سوق یابد. بدین منظور، تنها با ادغام اطلاعات هیدرولوژی و اقتصادی می توان در جهت سیاستگذاری کل نگر در کشور گام برداشت. بنابراین پیشنهاد می‌گردد حساب اقماری منابع آب کشور توسط مرکز آمار با هماهنگی سازمانهای مرتبط با منابع آب تهیه گردد. این حساب، حاوی اطلاعاتی در زمینه الگوی مصرف آب و میزان دسترسی آب در بخش ها، تغییرات در موجودی آب و جریانات بازگشتی است. ایجاد حساب اقماری آب نیازمند تحقیقات بیشتر جهت عملیاتی نمودن آن در کشور است.

همچنین طبق نتایج تاثیر افزایش تولید بر مصرف اب در استان‌های ایران مثبت و معنادار است. بنابراین به سیاستمداران توصیه می شود که سیاستهایی در جهت تعدیل ساختار صنعتی به سمت صنایع با مصرف آب پایین و سیاست‌های صرفه‌جویی در مصرف آب را اجرا نمایند و همچنین از فناوری های جدیدتر در زمینه افزایش بهره وری آب و همچنین بهبود سیستم

های انتقال آب (جهت کاهش هدر رفت آب در طی مسیربه علت نشتی و ...) برای محافظت از آب استفاده کنند.

با توجه به مقدار و ضریب به دست آمده برای ضریب متغیر سهم بخش کشاورزی می‌توان به عنوان راهکاری سیاستی بیان کرد که رشد فناوری و استفاده از شیوه های نوین آبیاری می تواند مصرف آب را در بخش کاهش دهد و همچنین تولیدات محصولات کشاورزی را متناسب با ارزش اقتصادی آب، خصوصیات اقلیمی و ویژگی‌های جوی هر منطقه برنامه ریزی شود.

پی‌نوشت‌ها

۱. بر اساس شاخص فالکون مارک، کشورهای دارای سرانه آب تجدیدپذیر کمتر از ۱۷۰۰ مترمکعب در مرحله تنش آبی قرار دارند (اسدی و همکاران، ۱۴۰۰.: ص ۱).

۲. راه های مختلفی برای بهبود بهره‌وری آب در بخش‌های مختلف اقتصادی وجود دارد. به عنوان مثال، در کشاورزی، بهبود راندمان آبیاری، اتخاذ محصولات مقاوم به خشکی و حفظ خاک می‌تواند به کاهش مصرف آب و افزایش عملکرد محصول کمک کند. در بخش تولید، اتخاذ فناوری‌ها و شیوه‌های کارا آب می‌تواند مصرف آب را کاهش دهد و بازده تولید را افزایش دهد. در بخش انرژی، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر مانند انرژی باد و خورشید می‌تواند مصرف آب مرتبط با تولید سوخت فسیلی را کاهش دهد که به مقادیر زیادی آب نیاز دارد.

۳. لازم به ذکر است که در معادله‌ی رشد مقاله هائو و همکاران (۲۰۱۹)، متغیرهای منطقه‌ای موثر بر رشد اقتصادی وارد نشده است اما در مقاله حاضر، در چارچوب مدل‌های رشد جغرافیای اقتصادی جدید متغیرهای منطقه‌ای موثر بر رشد از جمله تمرکز فعالیت‌های صنعتی و توسعه مالی به مدل وارد شده است.

۴. بدلیل اینکه مدل در چارچوب منحنی ریست محیطی کوزنتس نوشته شده است توان دوم لگاریتم تولید ناخالص واقعی سرانه در مدل در نظر گرفته شده است.

۵. ۲۸ استان در نظر گرفته شده در این مطالعه شامل آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، اصفهان، ایلام، بوشهر، تهران، چهارمحال و بختیاری، خراسان، خوزستان، زنجان، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، قزوین، قم، کردستان، کرمان، کرمانشاه، کهگیلویه و بویراحمد، گلستان، گیلان، لرستان، مازندران، مرکزی، هرمزگان، همدان و یزد است.

کتاب‌نامه

ابونوری، عباسعلی و منیژه تیموری (۱۳۹۲). «بررسی اثر توسعه مالی بر رشد اقتصادی: مقایسه‌ای بین کشورهای UMI و OECD »، فصلنامه علمی پژوهشی، پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، سال سوم، شماره‌ی ۱۱، ص ۴۰-۳۰.

احسانی، محمد علی؛ تقی نژاد عمران، وحید؛ کرد رستمی، زهرا (۱۳۹۵). « بررسی اثر منابع آب بر رشد اقتصادی در ایران طی سالهای (۱۳۹۳-۱۳۶۳) ». دومین کنفرانس بین المللی مدیریت، حسابداری و اقتصاد. دی ماه ۱۳۹۵

بابایی آهنگری، سجاد و یداله زاده طبری، ناصر علی و معماریان، عرفان (۱۳۹۸) « تاثیر مصرف منابع آب بر رشد اقتصادی»، چهارمین کنفرانس ملی در مدیریت،حسابداری و اقتصاد با تاکید بر بازاریابی منطقه ای و جهانی.

تقوی، مهدی، محمدیان، عادل و حسین امیری (۱۳۹۰). «توسعه مالی و رشد اقتصادی در کشورهای منا با استفاده از روش پانل پویای GMM » ، مجله دانش مالی، تحلیل اوراق بهادار، شماره‌ی ۱۰، ص ۸۲-۶۳.

جهانبخش، آذین، حسین زاده فیروزی، جواد و باب اله حیاتی (۱۴۰۰). « رابطه بین تخریب منابع آب زیرزمینی با رشد و نابرابری اقتصادی در بخش کشاورزی ایران». دانشکده کشاورزی. دانشگاه تبریز

حیدری، محمد؛ خادم علیزاده، امیر؛ خورسندی، مرتضی (۱۳۹۹). « بررسی اثر رشد اقتصادی بر مصرف منابع آب در چارچوب منحنی زیست محیطی کوزنتس». تحقیقات اقتصاد کشاورزی، جلد ۱۲، شماره ۱، ص ۱۶۳-۱۸۰

دهقان شبانی، زهرا (۱۳۹۱). «تحلیل تاثیر تجمیع فعالیت‌های صنعتی بر رشد منطقه ای در ایران»، فصلنامه تحقیقات مدلسازی اقتصادی، شماره ۸، ص ۵۵-۲۳.

زراء نژاد، منصور، و انصاری، الهه. (۱۳۸۶). « اندازه گیری بهره وری سرمایه در صنایع بزرگ استان خوزستان». اقتصاد مقداری (بررسیهای اقتصادی)، شماره ۴ پیاپی ۱۵، ص ۱-۲۶.

فرهمند، شکوفه و مینا ابوطالبی (۱۳۹۱). «تاثیر تنوع و تخصص اقتصادی بر رشد اشتغال استانی در ایران»، مجله تحقیقات اقتصادی، دوره‌ی ۴۷، شماره ۳، ص ۴۵-۶۳.

کریمی علویجه، نوشین، فلاحی، محمد علی، احمدی شادمهری، محمد طاهر و نرگس صالح نیا (۱۴۰۰). «بررسی تأثیر امنیت انرژی و آب بر رشد اقتصادی ایران: کاربرد الگوی خودبازگشت برداری با متغیرهای برون‌زا». دانشکده علوم اداری و اقتصادی. دانشگاه فردوسی مشهد

موتمنی، مانی (۱۳۸۸). «بررسی رابطه توسعه مالی و رشد اقتصادی در ایران»، بررسی‌های بازرگانی، شماره‌ی ۳۴، صص ۶۶-۵۹.

میرزایی خلیل آبادی، حمید رضا (۱۳۹۱). «جایگاه بخش آب در اقتصاد استان کرمان». تحقیقات اقتصاد کشاورزی، جلد ۴، شماره ۲، صفحه ۶۹-۸۲

Abbasinejad, H. & Gudarzi Farahani, Y. (2012). Water and economic growth in OPEC country (Approach in the government management of resources operational). Procedia - *Social and Behavioral Sciences*, 31, 297 – 303

Binti Borhan, H., & Musa Ahmed, E. (2010). Pollution as one of the determinants of income in Malaysia: Comparison between single and simultaneous equation estimators of an EKC. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 7(3), 291-308.

Bruhlart M., Sbergami F. (2009). Agglomeration and Growth: Cross-Country Evidence. *Journal of Urban Economics*, 65: 48-63.

Cole, M. A. (2004). Economic growth and water use. *Applied Economics Letters*, 11(1), 1-4.

Dangui, K., & Jia, S. (2022). Water Infrastructure Performance in Sub-Saharan Africa: An Investigation of the Drivers and Impact on Economic Growth. *Water*, *14*(21), 3522.

Duarte, R., Pinilla, V., & Serrano, A. (2013). Is there an environmental Kuznets curve for water use? A panel smooth transition regression approach. *Economic Modelling*, 31, 518-527.

Esen, Ö., Yıldırım, D. Ç., & Yıldırım, S. (2020). Threshold effects of economic growth on water stress in the Eurozone. *Environmental Science and Pollution Research*, *27*, 31427-31438.

Gleick, P. H. (1998). Water in crisis: paths to sustainable water use. *Ecological applications*, 8(3), 571-579.

Gu, A., Zhang, Y., & Pan, B. (2017). Relationship between Industrial Water Use and Economic Growth in China: Insights from an Environmental Kuznets Curve. *Water*, 9(8), 556.

Hao, Y., Zhang, Q., Zhong, M., & Li, B. (2015). Is there convergence in per capita SO2 emissions in China? An empirical study using city-level panel data. *Journal of Cleaner Production*, 108, 944-954.

Hao, Y., Hu, X., & Chen, H. (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.

Hoff, H. (2011). Understanding the nexus: Background paper for the Bonn 2011 conference: The water. *Energy and Food Security Nexus*.

Katz, D. (2015). Water use and economic growth: reconsidering the Environmental Kuznets Curve relationship. *Journal of Cleaner Production*, 88, 205-213.

Minerva, A and Ottaviano (2009). Endogenous Growth Theories: Agglomeration Benefits and Transportation Costs, Handbook of Regional Growth and Development Theories. Great Britain by MPG Books Ltd, Bodmin, Cornwall.

Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P., Hanjra, M. A., & Kijne, J. (2010). Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. *Agricultural water management*, *97*(4), 528-535

Nakamura, R., & Paul, C. J. M. (2019). Measuring agglomeration. In *Handbook of regional growth and development theories* (pp. 386-412). Edward Elgar Publishing.

Ngoran, S. D., Xue, X. Z., & Wesseh Jr, P. K. (2016). Signatures of water resources consumption on sustainable economic growth in Sub-Saharan African countries. International Journal of Sustainable Built Environment, 5(1), 114-122.

Otsuka, A., & Yamano, N. (2008). Industrial Agglomeration Effects on Regional Economic Growth: A Case of Japanese Regions. Regional Economics Applications Laboratory (REAL) WP.

Russ, J., Zaveri, E., Desbureaux, S., Damania, R., & Rodella, A. S. (2022). The impact of water quality of GDP growth: Evidence from around the world. *Water Security*, *17*, 100130.

Rock, M. T. (1998). Freshwater use, freshwater scarcity, and socio-economic development. The Journal of Environment & Development, 7(3), 278-301.

Sameti, M., Fathabadi, M., & Ranjbar, H. (2015). Effects of Industrial Localization Economies and Urbanization on Economic Growth: The Evidences of Iranian Markets. *Economical Modeling*, 8(27), 17-36 .

Sbergami, F. (2002). Agglomeration and Economic Growth: Some Puzzles. Geneva: Graduate Institute of International Studies.

Serrano, A., & Valbuena, J. (2017). Production and consumption-based water dynamics: A longitudinal analysis for the EU27. *Science of the Total Environment*, 599, 2035-2045.

United Nations (2018). Sustainable Development Goal 6 Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation. United Nations, New York

Wang, Q., & Wang, X. (2021). Does economic growth help reduce inequality of water consumption? Insight from evolution and drivers of inequality in water consumption in China. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*, 37338-37353.

Xu, Y., Huang, K., Yu, Y., & Wang, X. (2015). Changes in water footprint of crop production in Beijing from 1978 to 2012: a logarithmic mean Divisia index decomposition analysis. *Journal of Cleaner Production*, 87, 180-187.

Zhao, X., Fan, X., & Liang, J. (2017). Kuznets type relationship between water use and economic growth in China. *Journal of Cleaner Production*, 168, 1091-1100.

Zhou, Y., Li, W., Li, H., Wang, Z., Zhang, B., & Zhong, K. (2022). Impact of water and land resources matching on agricultural sustainable economic growth: Empirical analysis with spatial spillover effects from Yellow River Basin, China. *Sustainability*, *14*(5), 2742.