Journal of Water and Wastewater Science and Engineering (JWWSE)
Vol. 9, No. 1, PP. 43-58, Spring 2024
DOI: 10.22112/JWWSE.2023.392530.1360

نشریه علمی
علوم و مهندسی آب و فاضلاب
سال نهم، شماره ۱، صفحات ۴۳-۵۸، بهار ۱۴۰۳

Research Paper

Analysis of Factors Affecting Water Poverty in Iran Using the (PLS-SEM) Approach

Sahar Safarpour[1], Majid Maddah[2*] and Seyed Hossein Sajadifar[3]

1- PhD Student, Department of Economics, Management and Administrative Sciences, Semnan University, Semnan, Iran.
2- Professor, Department of Economics, Management and Administrative Sciences, Semnan University, Semnan, Iran.
3- Water Economic and Environmental Researcher.
*Corresponding Author, Email: majid.maddah@semnan.ac.ir

Received: 18/04/2023
Revised: 10/06/2023
Accepted: 29/06/2023
© IWWA

Abstract

This article examines the criteria affecting water poverty, including driving forces, pressure, state and impact, and to identifies the factors affecting these criteria using the PLS-SEM method in 2011, 2015 and 2019. The findings from estimation of the model show that water poverty in the provinces of the country is affected by driving forces such as the unemployment rate, and the death rate of children under one years old. The state of water poverty is also affected by the pressure structure with variables such as the average annual height of rainfall, the consumption of chemical fertilizers per hectare of cultivated area. In addition, the structure of the state, which indicates environmental changes, has a negative and significant effect on the impacts of water poverty. Regarding the factors influencing water poverty in the years under review, it can be said that the most influencing factor on structures is the percentage of people covered by the social security organization with a coefficient of 0.796, the percentage of irrigated lands out of the total cultivated lands. with a coefficient of 0.893, total drinking water consumption with a coefficient of 0.888 and desert phenomena with a coefficient of 1.

Keywords: Water Poverty, Partial Least Squares, Structural Equation, Iran.

مقاله پژوهشی

تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر فقر آبی در ایران با استفاده از رویکرد (PLS-SEM)

سحر صفرپور[۱]، مجید مداح[۲*] و سید حسین سجادی‌فر[۳]

۱- دانشجوی دکتری گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.
۲- استاد گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.
۳- پژوهشگر اقتصاد آب و محیطزیست
*نویسنده مسئول، ایمیل: majid.maddah@semnan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۹
تاریخ اصلاح: ۱۴۰۲/۰۳/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۸
© انجمن آب و فاضلاب ایران

چکیده

این مقاله معیارهای مؤثر بر فقر آب شامل نیروهای محرک، فشار، وضعیت و اثر را مورد بررسی قرارداده و عوامل مؤثر بر این معیارها را با استفاده از روش (PLS-SEM) در مقاطع زمانی ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸ شناسایی می‌نماید. یافته‌های حاصل از برآورد مدل نشان می‌دهند که فقر آبی در استان‌های کشور متأثر از نیروهای محرک مانند نرخ بیکاری، نرخ مرگ و میر کودکان کمتر از یک‌سال است. هم‌چنین وضعیت فقر آبی متأثر از سازه فشار با متغیرهایی نظیر میانگین سالانه ارتفاع بارندگی، مصرف کود شیمیایی در هر هکتار سطح زیر کشت است. علاوه‌بر آن سازه وضعیت که نشان‌دهنده تغییرات محیطزیستی است اثر منفی و معناداری بر روی اثرات فقر آبی دارد. در خصوص عوامل اثرگذار بر فقر آب در سال‌های مورد بررسی می‌توان گفت که بیشترین عامل اثرگذار بر سازه‌ها درصد افراد تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی با ضریب ۰/۷۹۶، درصد اراضی زیر کشت آبی از کل زمین‌های زیر کشت با ضریب ۰/۸۹۳، مصرف آب شرب کل با ضریب ۰/۸۸۸ و پدیده‌های بیابانی با ضریب ۱ هستند.

کلمات کلیدی: فقر آبی، حداقل مربعات جزیی، معادلات ساختاری، ایران.

۱- مقدمه

توجه به امنیت آبی و مدیریت پایدار به همراه نگاهی ویژه به بحران‌های جدی جهانی در سال‌های آتی امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. تأمین و دستیابی به امنیت غذایی، انرژی، آب و محیط‌زیست از الویت‌های اساسی هر کشور برای رشد و شکوفایی است. یکی از شیوه‌های برخورد با مشکلات و بحران‌های موجود در بخش آب، شناسایی نقاط ضعف و ارائه راه‌کار برای برطرف کردن آن‌ها است. به‌منظور بهبود و ارتقا عملکرد بخش آب در هر کشور و استفاده بهینه از منابع آب موجود، باید عملکرد این صنعت به‌طور مستمر ارزیابی شده و نقاط قوت و ضعف آن مشخص شود. یکی از ابزارهای حرکت به‌سوی تمدن و رفاه عمومی و توسعه پایدار جوامع، استفاده بهینه از منابع طبیعی از جمله منابع آب است. عواملی هم‌چون رشد جمعیت، نیاز به غذای بیشتر، ضرورت ارتقای سطح بهداشت و رفاه اجتماعی، توسعه صنعتی و حفاظت اکوسیستم‌ها تقاضای آب را بیشتر می‌کند. تشدید بحران آب در سال‌های آتی با توجه به رشد جمعیت، توسعه صنایع، افزایش آلودگی‌ها، تخریب جنگل‌ها و پوشش گیاهی امری اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. رفع و حل این بحران نیازمند همکاری و اراده جهانی بوده و آینده‌نگری و برنامه‌ریزی برای منابع آبی در جهان امری ضروری و مهم است. در حال‌حاضر مدیریت مناسب و کارآمد منابع آبی تبدیل به یک موضوع فراتخصصی شده است و حصول اهداف بنیادی توسعه نظیر ریشه‌کنی فقر، توسعه عادلانه و حفاظت از محیط‌زیست بدون پرداختن دقیق و چندبعدی به مسئله مدیریت منابع آبی امری غیرممکن به‌نظر می‌رسد (آسیابی هیر و همکاران، ۱۳۹۵). بر این اساس انتخاب رویکرد مناسب برای مشکلات پیش‌روی مدیریت منابع آب ضرورت پیدا کرده و اتخاذ نگرشی واحد با عنوان مدیریت جامع منابع آب در این زمینه می‌تواند مؤثر واقع شود (آسیابی هیر و همکاران، ۱۳۹۵).

مطالعات مختلف نشان می‌دهد طی چند دهه گذشته بحث توسعه پایدار در زمینه منابع آب صرفا از یک موضوع تک بعدی فاصله گرفته و دارای ابعاد متنوع و پیچیده‌ای شده است. میان‌کنش منابع آب و توسعه پایدار دیگر فقط به سه بعد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیست محدود نمی‌شود و مسائلی نظیر سلامت بشر، تأمین غذا و انرژی، شهری شدن و توسعه صنعتی از طریق سیاست‌ها و اقدامات اجرایی به تقویت یا تضعیف توسعه پایدار خواهد انجامید (شریف‌زادگان و همکاران، ۱۳۹۵). کمیابی آب ممکن است منجر به کاهش کیفیت آب در دسترس شود و از این طریق بر سلامتی و تغذیه افراد به‌خصوص در مناطق روستایی که دسترسی به سیستم‌های بهداشتی انتقال آب نیز در سطح بهینه نیست، تأثیر مستقیم داشته باشد (Upadhyay, 2003). لذا با توجه به این‌که مفهوم فقر آبی از دیدگاه Sullivan (2002b)، از یک‌سو مباحث منابع آب و از سوی دیگر مباحثی از جنس برنامه‌ریزی و توسعه را تحت‌پوشش قرار می‌دهد، برای ادامه مسیر پژوهش پیش‌رو از الویت برخوردار است. این پژوهش با معرفی معیارهای مؤثر بر فقر آب شامل نیروهای محرک[۲]، فشار[۳]، وضعیت[۴] و اثر[۵] از طریق مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزیی (PLS-SEM)[۶] عوامل مؤثر بر فقر آبی در سطح استان‌های ایران برای مقاطع زمانی ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸ را شناسایی می‌کند.

این مقاله در پنج بخش سازماندهی شده است که پس از مقدمه در بخش دوم، مبانی نظری و پیشینه پژوهش ارائه می‌شود. بخش سوم روش مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزیی برای برآورد روابط بین متغیر پنهان فقر آب با شاخص‌های آن‌را معرفی می‌کند. در بخش چهارم نتایج حاصل از برآورد مدل ارائه می‌شود. بخش پنجم به نتیجه‌گیری تحقیق اختصاص دارد.

۲- بیان مسئله و پیشینه پژوهش

۲-۱- بیان مسئله

منابع آب وجه مشترک اهداف و چالش‌های توسعه پایدار است و کمبود آن یکی از معضلات بزرگ چندبعدی قرن حاضر است که می‌تواند سرمنشأ بسیاری از تحولات مثبت و منفی جهان قرارگیرد. براساس اظهارنظر کارشناسان منابع آب، دیگر آب یک کالای فراوان و فاقد ارزش اقتصادی نیست بلکه یک کالای بدون جایگزین و با ارزش اقتصادی زیاد در همه زمینه‌های مصرف است (آسیابی هیر و همکاران، ۱۳۹۵). وجود آب برای زندگی حیاتی است و تأمین آب کافی یک پیش‌نیاز بنیادی برای توسعه اقتصادی- اجتماعی جوامع انسانی است. امروزه تعدد نیازهای استفاده از آب مانند شرب، کشاورزی و صنعت در کنار نیازهای محیط‌زیستی اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. محدودیت منابع آب شیرین در بسیاری از کشورها یک معضل جدی به‌شمار می‌آید که رشد و توسعه کشورها را تحت تأثیر قرار داده است.

کمبود طبیعی، توزیع نامتوازن و اهمیت منابع آب در کنار مسائلی نظیر افزایش بی‌رویه جمعیت و مصارف آبی در کشورهای خاورمیانه، اقتصاد متکی بر کشاورزی، سوء مدیریت و فقدان

قوانین بین‌المللی حاکم بر آب‌های مشترک، از جمله عوامل تشدیدکننده این بحران هستند که آن‌را به یک منبع عمده ایجاد چالش تبدیل کرده‌اند (آسیابی هیر و همکاران، ۱۳۹۶). هم‌چنین تغییرات کوچک آب و هوایی می‌تواند مشکلات بسیار پیچیده‌ای را برای منابع آب به‌ویژه برای مناطق خشک و نیمه خشک ایجاد کند. از جمله تأثیرات مهم تغییر اقلیم، غیریکنواخت بودن توزیع بارش، گسترش خشکسالی‌ها و تداوم آن‌ها و در نهایت تأثیر منفی بر منابع آب در سطح جهان است که این امر سبب ایجاد تنش‌های سیاسی کشورها در زمینه منابع آب و حفظ آن در محدوده سرزمین خود شده است. از طرف دیگر، تأثیرات تغییر اقلیم بر روی منابع آب را به هیچ‌وجه نمی‌توان نادیده گرفت، بالارفتن درجه حرارت منجر به افزایش تقاضا برای آب کشاورزی برای تبخیر و تعرق بیشتر است، افزایش درجه حرارت و مقدار تبخیر و تعرق و هم‌چنین کاهش بارندگی باعث افزایش پدیده بیابان‌زایی و شوری خاک می‌شود. کاهش تغذیه آب‌های زیرزمینی و منابع آب‌های سطحی از جمله پیامدهای دیگر تغییر اقلیم است.

امنیت آبی مفهومی گسترده و نسبتا جدید است که برای اولین بار سازمان جهانی آب، با مطرح کردن آن به‌عنوان یک هدف اساسی اشاره می‌کند امنیت آبی زمانی برقرار است که هر فرد در جامعه به آب سالم با مقدار کافی و هزینه‌ای قابل‌قبول برای یک زندگی پاک، سالم و مولد دسترسی داشته باشد، با این اطمینان که محیط‌زیست محافظت شده و بهبود می‌یابد (سلامی و طاهری ریکنده، ۱۳۹۸). ایجاد امنیت در سطح یک کشور بستر مناسبی را برای رشد و بالندگی آن کشور فراهم می‌سازد. به‌دلیل عدم وجود الگوی مناسب و هدفمند، آشنایی با الگوهای مدیریتی و مصرفی به‌روز و نو در سطح جهان و البته واسنجی شده با شرایط متفاوت اقلیمی، اقتصادی و اجتماعی کشور ایران می‌تواند دریچه‌ای متفاوت و مناسب در زمینه مدیریت آب نسبت به گذشته به‌روی مسئولین و مردم کشور بگشاید. با توجه به وجود عوامل مختلف مؤثر بر وضعیت منابع آبی یک منطقه یا حوزه و هم‌چنین با توجه به حساسیت خاص مدیریت و توسعه منابع آبی، هرکدام از شاخص‌های موجودیت یا فقر آب دارای نقاط قوت و ضعف خاص خود هستند.

در سال‌های اخیر لزوم تدوین و ارائه شاخص‌های جدید جامع و چندبعدی برای ارزیابی وضعیت موجود و پیش‌بینی روند آتی منابع آب (سطحی و زیرزمینی) برای برنامه‌ریزی‌های ملی و منطقه‌ای از اهمیت بالایی برخوردار شده است. در این ارتباط برخی شاخص‌های سنجش بحران آب در کشورهای مختلف مثل شاخص فالکن مارک[۷]، شاخص سازمان ملل[۸] و شاخص مؤسسه بین‌المللی مدیریت آب[۹] نشان می‌دهند ایران در وضعیت بحرانی شدید و در آستانه تنش کمبود آب[۱۰] قرار دارد. در بین شاخص‌های گوناگون معرفی شده برای سنجش بحران آب، شاخص فقر آب[۱۱] از جامعیت بیشتری برخوردار است (آسیابی هیر و همکاران، ۱۳۹۵). این شاخص نشان‌دهنده تأثیر ترکیبی عوامل مؤثر بر کمبود و تنش منابع آبی است که امکان الویت‌بندی و تدوین نسخه‌های مدیریتی برای مناطق مختلف را فراهم می‌کند . هم‌چنین می‌توان از آن به‌عنوان یک شاخص عملکرد برای نظارت و ارزیابی سیاست‌های دولت در حوزه آب استفاده نمود (Pandey et al., 2011).

از مهم‌ترین مزایای شاخص فقر آب در نظر گرفتن ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی جوامع به‌همراه تغییرپذیری ابعاد مختلف منابع آب سطحی است که می‌تواند در مقیاس‌های مختلف مکانی استفاده شود. در شاخص فقر آب برخلاف شاخص‌های قبلی، ابعاد مختلف تأثیرگذار بر مدیریت و توسعه منابع آبی درنظر گرفته شده و ابزاری مؤثر و جامع برای تحلیل موجودیت منابع آب سطحی و ارتباط آن با نیازهای انسان و محیط‌زیست است. مهم‌ترین هدف این شاخص توجه به فقر است و با کنار هم گذاشتن ابعاد فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی مشخص می‌کند چه کسانی نمی‌توانند بهره اقتصادی کافی از منابع آب داشته باشند (Thakur et al., 2017). براساس تحقیق Sen (1999)، شاخص فقر آب توسط Sullivan (2002a) ارائه شده است. این شاخص به‌عنوان یک ابزار کاربردی در مدیریت منابع آب، می‌تواند در تعیین الویت‌ها و پایش تغییرات وضعیت منابع آب استفاده شود. شاخص فقر آب درک بهتری از روابط بین میزان آب در دسترس، سهولت برداشت آن و سطح رفاه جامعه فراهم می‌کند (آسیابی هیر و همکاران، ۱۳۹۵).

مرور پژوهش‌های مرتبط انجام شده نشان می‌دهد در حالی‌که مطالعات متعددی در خارج از کشور با هدف سنجش امنیت آبی و کمیابی آبی مناطق مختلف انجام شده اما در ایران مطالعه‌ای با هدف بررسی همه جانبه وضعیت امنیت آبی استان‌های مختلف کشور انجام نشده است. لذا پژوهش حاضر با پر کردن کمبودهای تجربی، به شناسایی عوامل مؤثر بر فقر آبی در استان‌های کشور می‌پردازد. در این تحقیق ۴ مؤلفه اصلی فقر آب شامل نیروهای محرک، فشار، حالت و اثر هستند که هر کدام از این مؤلفه‌ها دارای چندین زیر شاخص خواهند بود. نیروهای محرک (D)، به‌شکل توسعه اجتماعی، اقتصادی، یا محیط‌زیستی، فشارهایی (P) را روی محیط‌زیست اعمال می‌کنند، در نتیجه، وضعیت (S) محیط‌زیست تغییر می‌کند که می‌تواند شامل کاهش منابع طبیعی، کاهش

تنوع زیستی و تخریب کیفیت محیط‌زیست شود. سپس این تغییرات اثراتی (I) را روی اکوسیستم، سلامت بشر، و سایر مواد دارند (Caizhi et al., 2018). هدف از این پژوهش، شناسایی عوامل مؤثر بر فقر آب است.

۲-۲- پیشینه پژوهش

بررسی مطالعات گذشته نشان می‌دهد که ارزیابی وضعیت منابع آبی و سنجش امنیت آبی در مناطق مختلف مورد توجه بسیاری از محققان قرارگرفته است. پژوهش در خصوص شاخص فقر آبی پیش از سال ۲۰۰۰ آغاز شده است. از اولین پژوهش‌های انجام شده در این حوزه می‌توان به پژوهش Salameh (2000) اشاره نمود. وی فقر آبی را نسبت آب تجدیدپذیر در دسترس به حجم مورد نیاز برای تأمین مواد غذایی و مصارف خانگی در سال تحت شرایط اقلیمی یک منطقه تعریف کرده است. این دیدگاه، کمبود آب شرب را مرکز توجه قرار می‌دهد. Feitelson and Chenoweth (2002) فقر آبی را برای یک کشور یا منطقه شرایطی تعریف کردند که در آن امکان تأمین هزینه لازم برای دسترسی به آب پایدار برای همه مردم و در تمامی فصول وجود نداشته باشد. در این ساختار، فقر آبی مفهوم اصلی هزینه و توانایی مالی پرداخت درنظر گرفته می‌شود. در همین سال، Sullivan (2002) نظریه‌پرداز اصلی این حوزه از تعریف فقر آمار تیاسن بهره گرفته و فقر آبی را محرومیت از مجموعه عواملی تعریف می‌کند که کمبود منابع آب، تنها مؤلفه شناخته شده آن است. در مطالعات بعدی که در این حوزه صورت گرفت، Lawrence et al. (2002) فقر آبی را به‌عنوان یک شاخص چندبعدی و دارای مؤلفه‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی معرفی کردند (طالبی و امینی، ۱۳۹۷). هم‌چنین مطالعات دیگری در این زمینه انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعات زیر اشاره نمود.

Caizhi et al. (2018) رابطه علیت شاخص‌های فقر آب با استفاده از مدل DPSIR (نیروی محرک، فشار، حالت، اثر و پاسخ) را بررسی کردند. سپس سیستم شاخص و مدل معادلات ساختاری با هم ترکیب شدند و رویکرد حداقل مربعات جزیی برای مدل معادلات ساختاری، فرضیه‌ها را براساس رابطه علیت مدل DPSIR آزمون کردند. لازم‌به ذکر است که وزن هر متغیر با استفاده از مدل اصلاح شده و نرم‌افزار معادلات ساختاری به‌دست آمده و امتیازات فقر آب برای هر منطقه محاسبه شد. نتایج تجزیه و تحلیل اکتشافی فضایی حاکی از آن است که توزیع فقر آب در مناطق روستایی چین خوشه‌بندی کم- کم و بالا- بالا را نشان می‌دهد.

Sarami-Foroushani et al. (2023) شرایط دشت بهار همدان را از نظر حاکمیت آب زیرزمینی مورد تجزیه و تحلیل قراردادند. شاخص‌های حاکمیت آب زیرزمینی با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری (PLS-SEM) مورد ارزیابی قرارگرفت. به‌طور کلی وضعیت شاخص‌های حاکمیت آب‌های زیرزمینی در منطقه نشان داد که این شاخص‌ها همگی پایین‌تر از حد استاندارد بوده و از وضعیت مناسبی برخوردار نیستند. نتایج حاکی از آن بود که سازه‌های سیاست‌گذاری، اطلاعات و داده‌ها و مشارکت ذی‌نفعان بیشترین تأثیر را بر متغیر پنهان حکمرانی آب‌های زیرزمینی داشتند. در حالی‌که سازه‌های دیگر اثر متوسطی داشتند. از بین سه سازه حکمرانی آب، سازه کارایی با شاخص‌های اطلاعات و داده‌ها، بودجه، قانون‌گذاری و اقدامات ابتکاری بیشترین تأثیر را بر حاکمیت منابع آب زیرزمینی دشت بهار همدان داشت.

Yilret Nanle et al. (2022) پژوهشی را با هدف تعیین نوع رابطه بین متغیرهای مؤثر بر دسترسی ساکنان غیررسمی به آب در منطقه مورد مطالعه انجام دادند. در این تحقیق یک پرسشنامه ساختار یافته تهیه و بر روی نمونه‌ای متشکل از ۳۸۲ پاسخ‌دهنده که اکثرا زنان و دختران در پنج سکونت‌گاه غیررسمی شهر جوس بودند اجرا شد. این مطالعه با استفاده از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزیی رابطه بین متغیرها را تعیین کرد. نتایج حاکی از آن بود که هزینه و مقرون به‌صرفه بودن، فاصله فیزیکی و صف برای آب تأثیر منفی معناداری بر دسترسی ساکنان به آب دارند.

Manandhar et al. (2012) شاخص فقر آب برای ارزیابی منابع آبی در حوضه آبخیز رودخانه کالی گانداکی در نپال را بررسی کردند. در این پژوهش ۱۰ شاخص و ۱۲ متغیر تعیین شد. نتایج حاکی از آن بود که شاخص‌های دسترسی و منابع در سطح حوضه‌ی آبخیز و شاخص‌های مصرف و ظرفیت و محیط‌زیست در زیرواحدهای حوضه دارای تغییرات بیشتری هستند.

El-Gafy (2015) با استفاده از شاخص فقر آب و افزودن زیرشاخص‌ها در ابعادی مانند انرژی، بهره‌وری اقتصادی آب و سویه‌های جنسیتی این شاخص را توسعه دادند. سپس با بررسی روند تغییرات شاخص میان دولت‌های مختلف حاکم در مصر، الویت‌های مدنظرشان و تغییرات ناشی از آن‌را در شاخص فقر آبی نمایان کردند. Thakur (2017) شاخص فقر آب در حوضه بالادست رودخانه باگماتی در نپال را بررسی کردند. نتایج نشان داد که شاخص فقر آب می‌تواند به‌عنوان ابزاری مؤثر در مدیریت یکپارچه منابع آب و طرح جامع بهره‌برداری از آب به‌منظور

دستیابی به اهداف توسعه پایدار مورد استفاده قرارگیرد.

López Álvarez et al. (2015) با استفاده از شاخص فقر آبی منابع آب مناطق نیمه گرمسیری در هوآستکا پوتوسینا مکزیک را ارزیابی کردند. در این مطالعه از مجموع وزنی استاندارد شده شش مؤلفه منابع، دسترسی، مصارف، ظرفیت، کیفیت و محیطزیست استفاده شد. برای محاسبه این مؤلفه‌ها از متغیرهای منابع آب سطحی، منابع آب زیرزمینی، حجم مصرف، درصد جمعیتی که به آب آشامیدنی دسترسی دارند، درصد جمعیتی که به آب سالم دسترسی دارند، سهم اراضی آبی از کل زمین‌های کشاورزی، درآمد، نرخ مرگ و میر کودکان زیر پنج سال، شاخص آموزش، ضریب جینی، مصرف آب داخلی، مصرف آب کشاورزی، مصرف آب صنعتی، اراضی به‌کار گرفته شده، مناطق حفاظت‌شده و اطلاعات کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی استفاده شد. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که ارزش نهایی شاخص فقر آبی برای حوضه آبریز والس ریو برابر با ۵۹ از ۱۰۰ است.

Pan et al. (2014) امنیت آبی و ارزیابی مشکلات اصلی پیش‌روی مدیریت و بهره‌برداری آب در حوضه‌های رودخانه‌های هایه، شیول و شیانگ در استان گانسو چین را بررسی کردند. در این مطالعه از شاخص فقر آبی استفاده شد و پنج مؤلفه منابع، دسترسی، مصارف، ظرفیت و محیطزیست مورد استفاده قرارگرفت. مؤلفه منابع شامل متغیرهای منابع آب سرانه و ضریب جریان سطحی، مؤلفه دسترسی شامل متغیرهای تعداد پزشکان به ازای هر هزار نفر، عرضه آب سطحی و عرضه آب زیرزمینی، مؤلفه مصرف شامل متغیرهای آب مصرفی در بخش‌های خانگی، کشاورزی، صنعت و بوم شناختی، مؤلفه ظرفیت شامل متغیرهای سطح آموزش، تولید ناخالص داخلی، درآمد خالص سالانه روستاییان و درآمد قابل تصرف سالانه شهرنشینان، مؤلفه محیطزیست شامل متغیرهای نرخ رقیق‌سازی، تخریب مراتع، اراضی جنگلی حمایت شده، میزان مناطق دارای خاک شور، اراضی کویری و اراضی ماسه‌ای تثبیت شده بودند. نتایج حاکی از آن است که حوضه رودخانه شیول مناسب‌ترین وضعیت را از لحاظ فقر آبی دارد. وضعیت مؤلفه محیطزیست در حوضه رودخانه هایه و وضعیت مؤلفه‌های ظرفیت و منابع در حوضه رودخانه شیانگ مساعد نیست.

موضوع فقر آب در چند مطالعه داخلی نیز مورد توجه قرار گرفته است. طالبی و امینی (۱۳۹۷) وضعیت شهرستان قم و بخش‌های آن را ارزیابی کردند. در این مطالعه مبنای تعیین شاخص فقر آبی روش Sullivan (2002) بود که یک ترکیب خطی وزنی از اجزای آن شامل: منابع، مصارف، دسترسی، ظرفیت و محیطزیست است. نتایج حاکی از آن بود که در میان بخش‌های شهرستان از نظر ابعاد پنج‌گانه شاخص فقر آبی تفاوت وجود دارد. بخش مرکزی با شاخص ۱۲۶ پایین‌ترین رتبه و جعفرآباد با شاخص ۲۱۷/۶ بالاترین رتبه را در شاخص فقر آبی به خود اختصاص دادند.

آسیابی هیر و همکاران (۱۳۹۵) شاخص فقر آب را با درنظر گرفتن معیارهای منابع، مصارف، دسترسی، ظرفیت اجتماعی-اقتصادی و محیطزیست در سطح زیر حوضه در استان اردبیل با رویکردهای مختلف وزن‌دهی (وزن یکسان به معیارها و هربار تأکید بر یکی از معیارها در وزن‌دهی) محاسبه کردند. سپس حوضه‌های مختلف براساس وزن‌دهی‌های مختلف از نظر شاخص فقر آب الویت‌بندی شدند. نتایج حاکی از آن بود که محدوده تغییرات مقادیر شاخص فقر آب در حالت‌های مختلف وزن‌دهی بین ۲۲ تا ۶۵ متغیر است. در وزن‌دهی یکسان به معیارهای شاخص فقر آب، حوضه شمس آباد با مقدار ۲۹ بیشترین فقر آبی و حوضه پل سلطان با مقدار ۵۸ کمترین فقر آبی را داشتند. هم‌چنین مقدار متوسط شاخص فقر آب برای کل حوضه‌های مطالعه شده در استان مقدار ۴۳ به‌دست آمد که بر طبق طبقه‌بندی مرکز اکولوژی و هیدرولوژی والینگفورد، فقر آبی شدیدی دارد.

سلامی و طاهری ریکنده (۱۳۹۸) با استفاده از اطلاعات و آمار اجتماعی، اقتصادی و محیطزیستی در طول دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۷ و به‌کارگیری شاخص فقر آبی، سطح امنیت آبی استان‌های ایران را ارزیابی کردند. نتایج حاکی از آن بود که استان‌های سیستان و بلوچستان، قم، کرمان، هرمزگان و گلستان با ناامنی آبی شدید و استان‌های تهران و گیلان با امنیت آبی ضعیف روبه‌رو هستند. هم‌چنین استان‌های آذربایجان شرقی، زنجان، سمنان، کرمانشاه و لرستان در طبقه امنیت آبی بالا و استان‌های بوشهر، چهارمحال و بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد، کردستان و مرکزی در طبقه امنیت آبی کامل هستند.

جلیلی کامجو و نادمی (۱۳۹۸) تأثیر استخراج منابع آب زیرزمینی بر فقر مطلق در مناطق روستایی ایران طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۶۴ را با استفاده از تصریح مارکوف سوئیچینگ و تصریح دو رژیمی فقر مطلق بررسی کردند. نتایج برآورد مدل نشان داد که فقر روستایی در اقتصاد ایران دارای دو رژیم فقر پایین و بالا است که رژیم فقر پایین ماندگاری بیشتری نسبت به رژیم فقر بالا دارد. هم‌چنین استخراج منابع آب زیرزمینی در رژیم فقر روستایی بالا تأثیری غیرخطی و آستانه‌ای بر شاخص فقر مطلق روستایی دارد. به‌عبارت دیگر تا زمانی‌که این شاخص کمتر

از ۷۴/۴۶ باشد، افزایش آن توانسته است موجب کاهش فقر مطلق روستایی شود. اما پس از افزایش بی‌رویه استخراج منابع آب زیرزمینی و عبور از حد آستانه فوق، افزایش استخراج منابع آب زیرزمینی موجب افزایش فقر مطلق روستایی می‌شود. نتایج حاکی از آن بود که منابع آب زیرزمینی باید مبتنی بر یک مسیر بهینه استخراج بلندمدت به‌منظور نیل به توسعه پایدار مورد بهره‌برداری قرارگیرد.

رضایی (۱۴۰۱) با استفاده از روش پژوهش اسنادی و نظریه دو راهی اجتماعی، عامل‌های مؤثر در بروز رفتارهای همیارانه برای حفاظت از آب را تشریح کرد. او راه‌کارهایی نظیر آموزش، تعهد اخلاقی، برقراری ارتباطات، کمیابی، جهت‌گیری ارزش‌های اجتماعی و تحریم‌های اجتماعی را برای استفاده پایدار از این منبع ارائه داد. ثابتی و همکاران (۱۳۹۴) وضعیت آب در حوضه آبریز کارون بزرگ را با استفاده از ۵ مؤلفه منابع، دسترسی، مصرف، ظرفیت و محیط‌زیست بررسی کردند. نتایج حاکی از آن بود که شاخص‌های مصرف و ظرفیت شرایط نامطلوبی دارند. هم‌چنین نتایج مقایسه ۵ استانی که در این حوضه قرار گرفته‌اند نشان داد که استان چهارمحال و بختیاری با نمره ۳۹/۵ شرایط بهتری دارد و استان خوزستان با نمره ۳۵/۶ دارای فقر آبی زیاد است.

فلاحی (۱۳۹۶) میزان کمبود آب با استفاده از شاخص‌های مرسوم را بررسی کرد. در این پژوهش از سه شاخص فقر آبی، فالکن مارک و توسعه پایدار سازمان ملل برای تعیین میزان کمبود آب در استان کردستان استفاده شد. بدین منظور ابتدا مقادیر هریک از شاخص‌ها محاسبه و سپس نقشه کمبود آبی برای هر سه شاخص با استفاده از نرم‌افزار GIS ترسیم و در نهایت ماتریس همبستگی بین شاخص‌ها و معیارهای شاخص فقر آبی با نرم‌افزار SPSS حاصل شد. براساس نتایج شاخص فقر آبی، شهرستان سروآباد کمترین و شهرستان قروه دارای بیشترین مقدار عددی را داشتند. براساس نتایج شاخص فالکن مارک، شهرستان‌های سروآباد، کامیاران، دیوان‌دره، مریوان، بانه و سقز فاقد مشکل کمبود آب و شهرستان‌های دهگلان، قروه و سنندج جزء مناطق با تنش آبی شدید بودند. هم‌چنین براساس شاخص سازمان ملل، شهرستان‌های سروآباد، مریوان، بیجار، بانه و دیوان‌دره با مقدار کمتر از ۱۰ درصد از برداشت منابع آبی با بحران آب کم و شهرستان‌های سقز و کامیاران با مقدار برداشت بین ۲۰-۱۰ درصد از منابع آبی با بحران آب در حد متعادل و شهرستان‌های قروه، سنندج و دهگلان با مقدار برداشت بین ۴۰-۲۰ درصد از منابع آبی با بحران آب در حد متوسط تا شدید روبه‌رو بودند.

پاکروح و همکاران (۱۳۹۷) آب را به‌عنوان کالایی با ماهیت راهبردی و قدرت اثرگذاری بر تحولات سیاسی، اقتصادی، محیط‌زیستی و حتی نظامی دانستند. لذا با گذشت زمان و کمیابی بیشتر آب، تصمیم‌گیری برای آن، بیشتر تابع تصمیم‌های سیاسی خواهد شد. در این شرایط مدیریت کارآمد آب و حفظ منابع آبی برای آینده، بر چهار محور: جلب حمایت سیاسی به‌منظور بهبود خدمات آب و فاضلاب و مدیریت آن، درگیر ساختن مصرف‌کنندگان در چاره اندیشی برای تنگناهای آب، تحکیم مشارکت‌های منطقه‌ای و بین‌بخشی به‌منظور نیل به امنیت آبی و تحرک بخشیدن و جلب توجه مصرف‌کنندگان به بحران آب باید متمرکز شود. لذا نیل به موفقیت در چهار رویکرد فوق نیازمند ورود عرصه اجتماعی در مدیریت خدمات آب و فاضلاب است.

۳- روش تحقیق

در این تحقیق با توجه به ماهیت پنهان فقر آب از رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) برای تجزیه و تحلیل فقر آب و شناسایی عوامل مؤثر بر آن استفاده می‌شود. این رویکرد که بر اساس رابطه آماری بین متغیرهای پنهان[۱۴] و متغیرهای آشکار[۱۵] تعریف می‌شود، امکان برآورد اندازه متغیر پنهان را فراهم می‌آورد. مدل‌سازی معادلات ساختاری با دو نسل روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها معرفی شده است. نسل اول روش‌های مدل‌سازی معادلات ساختاری، روش‌های کوواریانس محور[۱۶] هستند که برای این‌کار به نمونه‌هایی با حجم بالا نیاز است. نسل دوم روش‌های مدل‌سازی معادلات ساختاری، روش‌های مؤلفه محور[۱۷] هستند که به‌روش حداقل مربعات جزیی (PLS) تغییر نام دادند.

روش نسل دوم مزایای مهمی نسبت به روش نسل اول دارد که مهم‌ترین آن عدم نیاز به حجم بالای نمونه و نرمال‌بودن توزیع داده‌ها است. هم‌چنین سازه‌ها حتی با یک شاخص نیز می‌توانند در مدل ترسیم شوند. مدل‌سازی معادلات ساختاری از دو بخش مدل اندازه‌گیری[۱۸] و مدل ساختاری[۱۹] تشکیل می‌شوند. مدل اندازه‌گیری چگونگی توضیح و تبیین متغیرهای پنهان توسط متغیرهای آشکار مربوطه را بررسی می‌نماید و مدل ساختاری نشان می‌دهد چگونه متغیرهای پنهان در پیوند با یکدیگر قرار گرفته‌اند. مدل اندازه‌گیری در مدل‌سازی معادلات ساختاری به دو بخش مدل با شاخص‌های انعکاسی[۲۰] و مدل با شاخص‌های سازنده[۲۱] تقسیم می‌شود. در مدل با شاخص‌های انعکاسی، سازه سازنده شاخص‌های خود است و در مدل با شاخص‌های سازنده، شاخص‌ها ویژگی‌های تعریف‌کننده سازه به‌شمار می‌روند.

تفاوت مهم بین دو مدل انعکاسی و سازنده در نوع رابطه بین

شاخص و سازه است. در مدل انعکاسی رابطه بین سازه و شاخص از نوع رگرسیون خطی ساده است که نشان‌دهنده تأثیر سازه بر تک‌تک شاخص‌ها است در حالی‌که در مدل سازنده، رگرسیون چندگانه بین سازه و شاخص‌هایش برقرار است، زیرا شاخص‌ها به‌صورت همزمان بر سازه تأثیر می‌گذارند. این تفاوت مهم باعث می‌شود که بارهای عاملی بین شاخص و سازه در مدل‌های سازنده تحت تأثیر هم‌خطی بین متغیرهای مستقل قرارگیرد در حالی‌که در مدل انعکاسی این موضوع صادق نیست (داوری و رضازاده، ۱۳۹۶). ضرایب مدل PLS با استفاده از وزن‌های حاصل از الگوریتم PLS و اعداد متغیرهای پنهان در یک روش تکراری برآورد می‌شوند (Henseler and Sarstedt, 2013).

برای برازش معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزیی از معیارهای مختلفی استفاده می‌شود. استفاده از آماره t معیاری است که به‌طور عمومی برای آزمون معنی‌داری بارهای عاملی در مدل‌های اندازه‌گیری و نیز رابطه بین سازه‌ها در مدل ساختاری کاربرد دارد. معیار دیگر برای بررسی برازش بخش اندازه‌گیری، معیار پایایی ترکیبی[۲۲] (CR) است. مقدار CR یک سازه از یک نسبت حاصل می‌شود که در صورت این کسر، واریانس بین یک سازه با شاخص‌هایش و در مخرج کسر، واریانس سازه با شاخص‌هایش به اضافه مقدار خطای اندازه‌گیری می‌آید. درصورتی‌که مقدار CR برای هر سازه بالای ۰/۷ شود نشان از پایداری درونی مناسب برای مدل‌های اندازه‌گیری دارد و مقدار کمتر از ۰/۶ عدم وجود پایایی را نشان می‌دهد (داوری و رضازاده، ۱۳۹۶). علاوه‌بر آن کیفیت مدل‌های اندازه‌گیری در روش PLS، با استفاده از معیار Communality (مقادیر اشتراکی) ارزیابی می‌شود. این معیار نشان می‌دهد که چه مقدار از تغییرپذیری شاخص‌ها توسط سازه مرتبط با خود تبیین می‌شود. مقدار Communality مربوط به هر شاخص از رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$Communality(Y) = (X)^2 \qquad (۱)$$

که X: بار عاملی[۲۳] و Y: متغیر شاخص هستند. لذا میانگین مقادیر اشتراکی شاخص‌ها در سازه‌ای با سه شاخص از رابطه (۲) محاسبه می‌شود.

$$AVE = \frac{\text{Communality}\ (Y_1)+\text{Communality}\ (Y_2)+\text{Communality}\ (Y_3)}{3} \qquad (۲)$$

که AVE: میانگین واریانس استخراج شد[۲۴] است. این معیار میزان همبستگی یک سازه با شاخص‌های خود را نشان می‌دهد که هرچه این همبستگی بیشتر باشد، برازش نیز بیشتر است (Barclay et al., 1995). Menger et al. (1996) معیار AVE را برای سنجش روایی همگرا معرفی کرده و اظهار داشتند که در مورد AVE مقدار بحرانی عدد ۰/۴ است. بدین معنی که مقدار AVE بالای ۰/۴ روایی همگرای قابل‌قبول سازه را نشان می‌دهد که با برقراری آن می‌توان گفت همبستگی بالایی بین سازه با شاخص‌های آن وجود دارد (مداح و سینائیان، ۱۳۹۹).

معیار مهم دیگری که با روایی واگرا مشخص می‌شود، میزان رابطه یک سازه با شاخص‌هایش در مقایسه رابطه آن سازه با سایر سازه‌ها است. به‌طوری‌که روایی واگرای قابل‌قبول یک مدل حاکی از آن است که یک سازه در مدل تعامل بیشتری با شاخص‌های خود دارد تا با سازه‌های دیگر. Fornell and Larcker (1981) بیان کردند که روایی واگرا وقتی در سطح قابل‌قبول است که میزان AVE برای هر سازه بیشتر از واریانس اشتراکی بین آن سازه و سازه‌های دیگر در مدل باشد. در مدل حداقل مربعات جزیی، بررسی این موضوع به‌وسیله یک ماتریس صورت می‌پذیرد که خانه‌های این ماتریس حاوی مقادیر ضرایب همبستگی بین سازه‌ها و جذر مقادیر AVE مربوط به هر سازه است. یک مدل در صورتی روایی واگرای قابل‌قبولی دارد که اعداد مندرج در قطر اصلی از مقادیر زیرین خود بیشتر باشند (داوری و رضازاده، ۱۳۹۶).

در ارزیابی مدل ساختاری یکی از رویه‌های ارزیابی، ارزیابی مدل ساختاری برای مسأله هم‌خطی است. برای ارزیابی هم‌خطی از معیار VIF[۲۶] استفاده می‌شود. نحوه محاسبه VIF به‌صورت زیر است.

$$VIF = \frac{1}{1-R^2} \qquad (۳)$$

اگر مقدار این معیار کمتر از ۰/۲ (VIF بالاتر از ۵) در سازه‌های پیش‌بین باشد نشان‌دهنده هم‌خطی است. اگر هم‌خطی به‌وسیله دستورالعمل تحمل (VIF) مشخص شد، حذف سازه‌ها، ادغام سازه‌های پیش‌بین در یک سازه، یا خلق سازه‌های مرتبه بالاتر برای برخورد با مسئله هم‌خطی باید مدنظر قرار گیرد (آذر و غلام‌زاده، ۱۳۹۸).

در ارزیابی برازش بخش ساختاری، علاوه‌بر استفاده از آماره t[۲۷] برای سنجش رابطه بین سازه‌ها در مدل ساختاری از معیار ضریب تعیین (R^2) نیز استفاده می‌شود. R^2 معیاری است که برای متصل کردن بخش اندازه‌گیری و بخش ساختاری مدل‌سازی معادلات ساختاری به‌کار می‌رود و نشان از تأثیری دارد که یک متغیر برون‌زا بر یک متغیر درون‌زا می‌گذارد. مقدار R^2 تنها برای سازه‌های درون‌زای مدل محاسبه می‌شود و در مورد سازه‌های

برون‌زا، مقدار این معیار صفر است. Chin (1981) سه مقدار ۰/۱۹، ۰/۳۳ و ۰/۶۷ را به‌عنوان مقدار ملاک برای مقادیر ضعیف، متوسط و قوی R^2 معرفی کرده است.

پس از بررسی برازش مدل‌های اندازه‌گیری و مدل ساختاری، مسئله ارزیابی برازش بخش کلی مدل‌های معادلات ساختاری مطرح می‌شود که برای این کار از معیار GOF[۲۹] استفاده می‌شود. معیار GOF طبق رابطه (۴) محاسبه می‌شود.

$$GOF = \sqrt{\overline{\text{Communalities}} * \overline{R^2}} \qquad (۴)$$

که $\overline{Communalities}$: نشان‌دهنده میانگین مقادیر اشتراکی هر سازه است و $\overline{R^2}$: نیز مقدار میانگین مقادیر ضریب تعیین سازه‌های درون‌زای مدل است. Wetzels et al. (2009) سه مقدار ۰/۰۱، ۰/۲۵ و ۰/۳۶ را به‌عنوان مقادیر ضعیف، متوسط و قوی برای GOF معرفی نمودند.

پس از بیان روش تحقیق با توجه به این‌که ویژگی‌های استانی نیز می‌توانند روی مدل اثر بگذارند، از متغیرهای مجازی استفاده می‌شود. برای درنظر گرفتن اثرات استانی و به‌منظور جلوگیری از پیچیدگی مدل استان‌های کشور به چند ناحیه تقسیم شدند که برای این‌کار و به‌منظور طبقه‌بندی اقلیمی با درنظر گرفتن عامل رطوبت، دما و جهت‌گیری باد ۶ ناحیه اقلیمی به‌شرح ذیل درنظر گرفته شده است: ناحیه اقلیمی مرطوب و معتدل (خزر)، ناحیه اقلیمی نیمه‌خشک کشور، ناحیه اقلیمی زاگرس، ناحیه اقلیمی بیابانی خیلی گرم ساحلی، ناحیه اقلیمی بیابانی معتدل تا شدید خیلی گرم داخلی، ناحیه اقلیمی بیابانی نیمه گرم تا گرم (حیدری و علیجانی، ۱۳۷۸).

پس از برآورد مدل با استفاده از روش حداقل مربعات جزیی رابطه بین فقر آب و متغیرهای مؤثر بر آن تحلیل می‌شود. دلایل انتخاب مدل PLS-SEM به ماهیت پنهان فقر آب و رابطه آن با متغیرهای آشکار باز می‌گردد که استفاده از رویکرد معادلات ساختاری را توجیه می‌کند. علاوه‌بر این، طبق نظر محققان، SEM قابلیت آن دارد تا به آزمون همزمان فرضیه‌های اقتصادی از روابط متعدد بین متغیر پنهان و علل و آثار آن با استفاده از یک روش آماری واحد بپردازد (Dell'Anno, 2020). لذا با توجه به آن‌که فقر آب یک پدیده چند بعدی است که اندازه آن تحت‌تأثیر عوامل مختلفی قراردارد، از مدل‌سازی معادلات ساختاری برای تحلیل روند آن استفاده شده است. هم‌چنین یکی از ویژگی‌های مهم مدل PLS-SEM، عدم نیاز به حجم بالای نمونه و نرمال بودن توزیع داده‌ها است که این روش را به‌لحاظ سادگی و سهولت در دسترسی به مدل مناسب از لحاظ شاخص‌های برازش در وضعیت بهتری نسبت به دیگر روش‌های آماری از جمله الگوی ارتباطات خطی ساختاری قرار می‌دهد (داوری و رضازاده، ۱۳۹۶).

۴- برآورد مدل و تحلیل تجربی

در این قسمت نتایج برآورد مدل فقر آب به روش PLS-SEM ارائه می‌شود.

۴-۱- برازش مدل‌های اندازه‌گیری و مدل ساختاری

آمارهای توصیفی تحقیق در جدول ۱ آورده شده است. در مرحله برآورد مدل فقر آب به‌روش حداقل مربعات جزیی، اطلاعات متغیرها در مقاطع زمانی ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸ مورد استفاده قرار گرفتند که در جدول ۲ معرفی می‌شوند.

جدول ۱- آمارهای توصیفی در مقاطع زمانی ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸

LVs	MVs	Min	Max	Mean	Std.Error
D	MO_{1390}	۱/۲۱۹	۸/۳۰۵	۳/۴۷۸	۱/۵۲۶
	U_{1390}	6	۱۹/۳	۱۲/۲۱۶	۳/۲۱۴
	U_{1394}	۷/۳	۱۷/۷	۱۱/۴۷۴	۲/۵۹۲
	U_{1398}	۶/۹	۱۵/۷	۱۰/۷۹۳	۲/۵۱۸
	GDP_{1390}	۳۰/۰۲	۲۰۷/۵۶	۶۲/۳۸۲	۳۲/۴۵۲
	PS_{1390}	۲۰/۳۵	۷۳/۷۴	۴۴/۷۶۸	۱۲/۹۳۷
	PS_{1394}	۲۶/۱۸	۹۰/۸۸	۵۳/۳۲۳	۱۴/۰۴۹
	$PGDP_{1394}$	۰/۶۰۹	۲۶/۶۳	۳/۲۲۵	۴/۵۹۷
	ED_{1394}	۱۴/۰۸	۲۳/۲۶	۱۷/۱۵۲	۱/۹۴۲
	ND_{1398}	۴/۲۶	۱۰/۶۹	۶/۸۱۴	۱/۵۴۳
P	R_{1390}	۶۰/۳۱	۱۲۳۱/۱۳	۳۲۶/۰۹۸	۲۴۲/۱۳۲
	R_{1394}	۶۸/۷	۹۷۷/۲	۳۳۸/۸۸۳	۲۰۸/۵۴۱
	R_{1398}	78	۸۵۰/۷	۳۲۴/۳۱۲	۱۷۴/۴۸۶

LVs	MVs	Min	Max	Mean	Std.Error
	IL_{1390}	۱۶/۶۹	۹۹/۹۸	۶۵/۵۹۵	۲۵/۷۶۲
	IL_{1394}	۱۵/۷۲	۹۹/۹۸	۶۵/۱۱۱	۲۶/۰۳۷
	IL_{1398}	۱۵/۷۲	۹۹/۹	۶۴/۹۸۷	۲۵/۱۷۸
	RG_{1390}	۰/۰۰۰۱۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۱۱۹
	RG_{1398}	۰/۰۰۰۱۱۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۱۰۲
	TCR_{1390}	۰/۳۵	۸۷/۶۹	۱۲/۷۳۴	۱۹/۴۱۱
	TCR_{1394}	۰/۲۷	۶۱/۱۷	۱۰/۹۸۵	۱۴/۷۶۴
	AW_{1390}	0	۰/۹۴	۰/۷۹۸	۰/۱۸۳
	$AGDP_{1390}$	0	۰/۰۰۰۰۰۴۱	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۰۹۴
	CP_{1398}	0	۰/۱۲۸	۰/۰۲۳۱	۰/۰۳۵۷
	FE_{1398}	۰/۰۸	۰/۲۵۵	۰/۱۴۳	۰/۰۴۶۵
S	PNW_{1390}	۰/۱۳۴	۰/۴۰۱	۰/۲۵	۰/۰۵۴۳
	SW_{1390}	۰/۱۰۵	۹۱/۳۳۸	۲۶/۱۱۶	۲۴/۹۷۲
	PGW_{1390}	۰/۰۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۰۹۸۸	۰/۰۰۰۰۵۵	۰/۰۰۰۰۲۱۱
	$PVDW_{1390}$	۰/۰۰۰۰۲۸	۰/۰۰۰۰۷۰۳	۰/۰۰۰۰۴۸	۰/۰۰۰۰۰۸۵۷
	$DVDW_{1394}$	۰/۰۰۰۰۰۰۰۹۹	۰/۰۰۰۰۰۰۱۹	۰/۰۰۰۰۰۱۵۴	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱۹۸
	TAW_{1394}	۴۵/۴۲	۱۴۰۶۷	۲۱۴۷/۳۲	۲۸۲۱/۰۸
	TAW_{1398}	۰	۲۹۲۹۸	۲۶۵۰/۶۴	۵۵۵۵/۲۹
	GNW_{1394}	۰/۱۳۹	۲۹/۳۰۲	۴/۰۸۲	۶/۶۸
	GNW_{1398}	۰	۳۲/۸۷	۳/۹۱۳	۶/۶۷۸
	PTW_{1394}	۰/۰۰۰۰۱۷	۰/۰۰۰۲۶۱	۰/۰۰۰۱۰۸	۰/۰۰۰۰۴۷
	P_{1398}	۱۱	۹۶	۴۸/۶۱	۲۱/۸۵۳
	GW_{1398}	۱۷/۲۴	۷۱۸/۱۳	۱۵۳/۶۸	۱۴۳/۱۴۳
	VDW_{1398}	۳۵/۷۹	۸۴۱/۹۹	۱۴۷/۷۸۷	۱۵۱/۲۵۷
	TW_{1398}	۰	۱۶۲۸	۲۷۱/۴۸	۳۴۴/۵۲۳
	TIW_{1398}	۰	۴۵۰۵	۲۱۳/۸	۷۸۸/۰۸۶
I	EN_{1390}	۰/۳۲۷	۲۷/۱۲۹	۶/۸۰۷	۵/۱۵۴
	EN_{1394}	۱/۶۲۸	۲۷/۴۸۸	۷/۱۶۳	۵/۲۷۴
	DPH_{1390}	۰/۰۰۲۶	۷۸۶/۰۵۵	۱۰۵/۰۸۵	۲۰۱/۴۵۴
	DPH_{1394}	۰/۰۰۲۶	۷۸۶/۰۵۵	۱۰۵/۰۸۵	۱۹۳/۳۸
	DPH_{1398}	۰/۰۰۲۵۷	۷۸۶/۰۵۵	۱۰۵/۰۸۵	۱۹۳/۳۸

جدول ۲- متغیرهای مفهومی مدل در مقاطع زمانی ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸

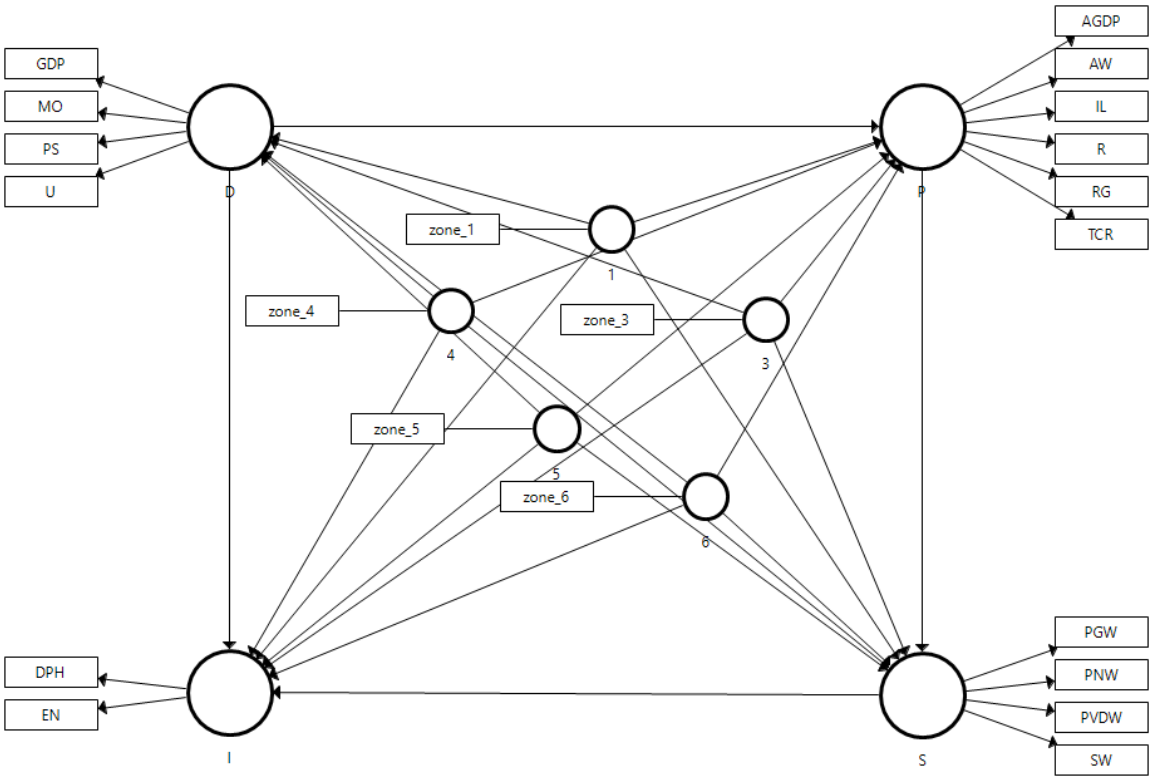
سال	D	P	S	I
۱۳۹۰	MO [0.208(0.000)]	R [0.844(0.000)]	PNW [0.553(0.000)]	EN [0.642(0.000)]
	U [0.624(0.000)]	IL [0.783(0.000)]	SW [0.392(0.000)]	DPH [0.905(0.000)]
	GDP [0.749(0.000)]	RG [0.621(0.000)]	PGW [0.756(0.000)]	
	PS [0.796(0.000)]	TCR [0.397(0.000)]	PVDW [0.571(0.000)]	
		AW [0.183(0.000)]		
		AGDP [0.517(0.000)]		
۱۳۹۴	U [0.452(0.000)]	R [0.723(0.000)]	DVDW [0.623(0.000)]	EN [0.580(0.000)]
	PGDP [0.143(0.000)]	IL [0.848(0.000)]	TAW [0.666(0.000)]	DPH [0.910(0.000)]
	PS [0.739(0.000)]	TCR [0.615(0.000)]	GNW [0.491(0.000)]	
	ED [0.503(0.000)]		PTW [0.650(0.000)]	
۱۳۹۸	U [0.629(0.000)]	R [0.686(0.000)]	P [0.119(0.000)]	DPH [1(0.000)]
	ND [0.934(0.000)]	IL [0.893(0.000)]	GW [0.685(0.000)]	
		CP [0.471(0.000)]	VDW [0.749(0.000)]	
		FE [0.410(0.000)]	TAW [0.121(0.000)]	
		RG [0.213(0.000)]	TW [0.888(0.000)]	
			TIW [0.494(0.000)]	
			GNW [0.753(0.000)]	

اطلاعات مربوط به متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش از وزارت نیرو، شرکت مدیریت منابع آب ایران، مرکز آمار ایران، سازمان ثبت احوال کشور، وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی (مرکز آمار و اطلاعات راهبردی)، وزارت جهاد کشاورزی (معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات) جمع‌آوری شده است. پس از بیان روش تحقیق، در چارچوب دلایل تجربی و نظری ارائه شده در قسمت ادبیات پژوهش و بر مبنای روش معادلات ساختاری متغیرهای فقر آب در هریک از سازه‌های مدل نهایی، بهترین برازش به‌صورت جدول ۲ معرفی می‌شود.

متغیرهای جدول ۲ به‌شرح زیر است.

MO: نرخ مرگ و میر کودکان کمتر از یکسال، U: نرخ بیکاری، PGDP: سهم استان‌ها از تولید ناخالص داخلی بدون نفت، GDP: سرانه تولید ناخالص داخلی بدون نفت، ND: تعداد پزشکان در هر ده هزار نفر، PS: درصد افراد تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی، ED: نرخ ثبت نام در آموزش و پرورش، R: میانگین سالانه ارتفاع بارندگی، IL: درصد اراضی زیر کشت آبی از کل زمین‌های زیر کشت، CP: مصرف سموم در هر هکتار زمین، FE: مصرف کود شیمیایی در هر هکتار سطح زیر کشت، RG: نسبت بارش به هر هکتار زمین کشاورزی، TCR: مجموع مصرف خانگی، کشاورزی، صنعتی و عمومی به بارش، AW: نسبت مصرف آب کشاورزی به کل مصارف، AGDP: سهم آب کشاورزی در تولید ناخالص داخلی، P: درصد جمعیت تحت پوشش خدمات جمع‌آوری و دفع بهداشتی فاضلاب شهری، PNW: سرانه تعداد انشعاب آب در نقاط شهری و روستایی، SW: مقدار منابع آب سطحی سالانه به ازای هر یک میلیون نفر، GW: حجم کل آب زیرزمینی، PGW: مقدار منابع آب زیرزمینی سالانه به ازای هر فرد، VDW: حجم کل فروش آب خانگی، PVDW: سرانه مصرف آب خانگی سالانه، DVDW: سرانه مصرف روزانه آب خانگی، TAW: مصرف آب کشاورزی کل، TW: آب شرب کل، TIW: آب صنعتی کل، GNW: مصرف آب فضای سبز، PTW: سرانه مصرف آب شرب کل، EN : درصد مساحت مناطق حفاظت شده تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست از کل مساحت استان و DPH: پدیده‌های بیابانی هستند. اعداد جلوی هر متغیر نیز نشان‌دهنده مقدار بار عاملی و اعداد داخل پرانتز نیز مقادیر P-Value هستند.

طبق تعاریف انجام شده در قسمت قبل، سازه‌های D، P، S و I از نوع انعکاسی هستند. نتایج حاصل از برآورد سازه‌ها با استفاده از نرم‌افزار SmartPLS3 به دست آمده است. نمودار مسیر حاصل از برآورد فقر آب در شکل ۱ و نتایج پارامترهای مدل نیز در جدول ۳ ارائه شده است.



شکل ۱- مسیر مدل فقر آب

جدول ۳- نتایج پارامترهای CR، AVE و R^2 در مقاطع زمانی ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸

سال	پارامتر	D	P	S	I
۱۳۹۰	CR	۰/۷۰۴	۰/۷۴۵	۰/۶۶۱	۰/۷۵۷
	AVE	۰/۴۰۶	۰/۳۶۲	۰/۳۳۹	۰/۶۱۵
	R^2	۰/۲۳۷	۰/۴۴۵	۰/۳۳۳	۰/۵۳۴
۱۳۹۴	CR	۰/۵۳۱	۰/۷۷۶	۰/۷۰۳	۰/۷۲۶
	AVE	۰/۲۵۶	۰/۵۴	۰/۳۷۴	۰/۵۸۲
	R^2	۰/۴۲۵	۰/۶۱۶	۰/۲۴۴	۰/۳۵۸
۱۳۹۸	CR	۰/۷۶۹	۰/۶۸۴	۰/۷۷	۱
	AVE	۰/۶۳۴	۰/۳۴۱	۰/۳۸	۱
	R^2	۰/۳	۰/۷۴۹	۰/۳۷	۰/۴۸۶

طبق اطلاعات مندرج در جدول ۳ متغیرهای مفهومی، بار عاملی متغیرها مثبت و معنی‌دار به‌دست آمده است که رابطه مستقیم بین متغیرها و سازه‌ها را تأیید می‌کند. در ادامه برای ارزیابی مدل اندازه‌گیری با شاخص‌های انعکاسی مقدار AVE سازه‌ها در مقاطع ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸ در جدول ۳ گزارش شد که اطلاعات مندرج در جدول ۳ حاکی از آن است که در مجموع روایی همگرای مناسب در مورد سازه‌ها وجود دارد.

یکی دیگر از معیارهای برازش مدل اندازه‌گیری معیار روایی واگرا است که نتایج آن در چارچوب ماتریس فورنل و لارکر در جدول‌های ۴ تا ۶ ارائه شده است. مشاهده می‌شود که عناصر روی قطر اصلی از مقادیر زیرین خود بیشتر است که این امر روایی واگرای قابل‌قبول مدل را نشان می‌دهد.

جدول ۴- ماتریس سنجش روایی واگرا به‌روش فورنل و لارکر در سال ۱۳۹۰

سازه‌ها	D	I	P	S
D	۰/۶۳۸			
I	۰/۳۶۶	۰/۷۸۴		
P	۰/۴۳۸	۰/۷۵۱	۰/۶۰۱	
S	۰/۰۳۵	-۰/۵۵۶	-۰/۵۵۹	۰/۵۸۲

جدول ۵- ماتریس سنجش روایی واگرا به‌روش فورنل و لارکر در سال ۱۳۹۴

سازه‌ها	D	I	P	S
D	۰/۵۰۶			
I	۰/۳۸۴	۰/۷۶۳		
P	۰/۳۹۵	۰/۴۷۰	۰/۷۳۵	
S	۰/۲۴۴	-/۰۵۰	۰/۱۱۱	۰/۶۱۲

جدول ۶- ماتریس سنجش روایی واگرا به‌روش فورنل و لارکر در سال ۱۳۹۸

سازه‌ها	D	I	P	S
D	۰/۷۹۶			
I	۰/۱۲۴	۱		
P	-۰/۰۸۲	۰/۶۲۴	۰/۵۸۴	
S	-۰/۱۵۸	-۰/۰۷۴	۰/۱۷۲	۰/۶۱۶

مدل فقر آب از یک مدل ساختاری تشکیل شده است که ارتباط بین سازه‌ها را تبیین می‌کند. در جدول ۷ اطلاعات مربوط به برآورد مدل ساختاری پژوهش ارائه شده است که طبق آن اثر معنی‌دار نیروهای محرک بر فشار و اثر و هم‌چنین اثر معنی‌دار فشار بر وضعیت و نیز اثر معنی‌دار وضعیت بر اثر تأیید می‌شود. در بررسی برازش مدل ساختاری مقدار R^2 اهمیت دارد که میزان

توضیح‌دهندگی متغیر درون‌زا توسط متغیر برون‌زا را نشان می‌دهد. مقادیر R^2 سازه‌ها در جدول ۳ نشان داده شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول ۳ می‌توان گفت متغیرهای برون‌زا به‌خوبی (قویا) تغییرات متغیر درون‌زا را توضیح می‌دهند.

با توجه به نتایج جدول ۷، علامت ضرایب مسیر در مقاطع ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸ مطابق انتظار بوده و لذا فرضیه‌های تحقیق تأیید می‌شوند. مقادیر VIF سازه‌های مدل نیز در جدول ۸ ارائه شده است.

جدول ۷- نتایج برآورد مدل ساختاری در مقاطع زمانی ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸

سال	مسیر	ضریب	p-Value	نتیجه
۱۳۹۰	P ← D	۰/۱۹۹	۰/۰۰۰	داری تأیید معنی
	S ← P	-۰/۵۲۸	۰/۰۰۰	داری‌تأیید معنی
	I ← S	-۰/۵۳۵	۰/۰۰۰	داری‌تأیید معنی
	I ← D	۰/۳۵۹	۰/۰۰۰	داری‌تأیید معنی
۱۳۹۴	P ← D	۰/۳۵۹	۰/۰۰۰	داری‌تأیید معنی
	S ← P	-۰/۲۲۲	۰/۰۰۰	داری‌تأیید معنی
	I ← S	-۰/۲۴۹	۰/۰۰۰	داری‌تأیید معنی
	I ← D	۰/۳۶۰	۰/۰۰۰	داری‌تأیید معنی
۱۳۹۸	P ← D	۰/۲۲۵	۰/۰۰۰	داری‌تأیید معنی
	S ← P	-۰/۵۷۳	۰/۰۰۰	داری‌تأیید معنی
	I ← S	-۰/۴۰۶	۰/۰۰۰	داری‌تأیید معنی
	I ← D	۰/۲۹۵	۰/۰۰۰	داری‌تأیید معنی

جدول ۸- مقادیر VIF سازه‌های مدل در مقاطع ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸

مسیر	۱۳۹۰	۱۳۹۴	۱۳۹۸
P ← D	۱/۳۱۱	۱/۷۴۰	۱/۴۲۹
S ← P	۱/۷۱۰	۲/۱۸۱	۳/۴۸۸
I ← S	۱/۲۹۸	۱/۲۹۰	۱/۴۱۶
I ← D	۱/۴۱۳	۱/۷۴۸	۱/۴۶۵

با توجه به این‌که مقادیر VIF برای سازه‌های مدل کوچکتر از ۵ است، نشان‌دهنده عدم هم‌خطی بوده و لذا سازه‌ها در مدل باقی می‌مانند. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهند که در سازه‌های نیروی محرک، فشار، وضعیت و اثر به‌ترتیب متغیرهای درصد افراد تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی، میانگین سالانه ارتفاع بارندگی، مقدار منابع آب زیرزمینی سالانه به‌ازای هر فرد و پدیده‌های بیابانی با ضریب اهمیت ۰/۷۹۶، ۰/۸۴۴، ۰/۷۵۶ و ۰/۹۰۵ به‌عنوان مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر فقر آبی در سال ۱۳۹۰ شناسایی می‌شوند. هم‌چنین در سال ۱۳۹۴ در سازه‌های نیروهای محرک، فشار، وضعیت و اثر به‌ترتیب متغیرهای درصد افراد تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی، درصد اراضی زیر کشت آبی از کل زمین‌های زیر کشت، مصرف آب کشاورزی کل و پدیده‌های بیابانی با ضریب اهمیت ۰/۷۳۹، ۰/۸۴۸، ۰/۶۶۶ و ۰/۹۱۰ نقش تعیین‌کننده‌ای در فقر آبی سال ۱۳۹۴ دارند. علاوه‌بر این متغیرهای تعداد پزشکان در هر ده هزار نفر، درصد اراضی زیر کشت آبی از کل زمین‌های زیر کشت، مصرف آب شرب کل و پدیده‌های بیابانی با ضریب اهمیت ۰/۹۳۴، ۰/۸۹۳، ۰/۸۸۸ و ۱ به‌عنوان مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر فقر آبی در سال ۱۳۹۸ معرفی می‌شوند.

در مجموع براساس نتایج تحقیق در سال‌های مختلف اولا، متغیرهای بیان‌گر نیروهای محرک، فشار، وضعیت و اثر، تغییرات فقر آبی در استان‌های کشور را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. ثانیا، متغیرهای درصد افراد تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی، درصد اراضی زیر کشت آبی از کل زمین‌های زیر کشت، پدیده‌های بیابانی به‌عنوان عوامل مشترک اثرگذار بر فقر آبی در سال‌های مختلف شناسایی شدند. هر چه درصد افراد تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی در استان‌ها بیشتر باشد امکان دسترسی افراد به منابع آبی با سهولت بیشتری انجام می‌شود و فقر آبی در سطح پایین‌تری قرار می‌گیرد. هم‌چنین هر چه درصد اراضی زیر کشت آبی از کل زمین‌های زیر کشت بیشتر باشد می‌توان پیش‌بینی

کرد که فشار بیشتری بر منابع آبی وارد می‌شود و احتمال وقوع فقر آبی افزایش می‌یابد. دیگر عامل تعیین‌کننده فقر آبی پدیده‌های بیابانی است که با گسترش آن یک استان با محدودیت‌های آبی بیشتری مواجه شده و نشانه‌هایی از فقر آبی در استان پدیدار می‌شود.

۴-۲- برازش مدل کلی

پس از بررسی برازش بخش اندازه‌گیری و بخش ساختاری، برازش بخش کلی مورد بررسی قرار می‌گیرد که برای این‌کار از معیار GOF استفاده می‌شود. این معیار اعتبار هر دو مدل اندازه‌گیری و ساختاری را بررسی می‌کند و قدرت توضیح‌دهندگی مدل را نشان می‌دهد. معیار GOF در ارزیابی مدل‌های PLS-SEM از اهمیت بالایی برخوردار است تا جایی‌که در برخی مطالعات تنها به مقدار بالای GOF اکتفا می‌شود (مداح و سینائیان، ۱۳۹۹). با استفاده از مقادیر $\overline{R^2}$ و $\overline{Communalities}$ محاسباتی در قسمت‌های قبل، مقدار GOF در هر یک از مقاطع ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸ به‌صورت زیر قابل محاسبه است.

در سال ۱۳۹۰:

$$GOF = \sqrt{\overline{\text{Communalities}} * \overline{R^2}} = \sqrt{0.430812 * 0.38725} = \sqrt{0.166831947} = 0.4084 \quad (۵)$$

لذا حاصل شدن مقدار ۰/۴۰۸۴ برای GOF نشان از برازش کلی قوی مدل دارد.

در سال ۱۳۹۴:

$$GOF = \sqrt{\overline{\text{Communalities}} * \overline{R^2}} = \sqrt{0.438014 * 0.41075} = \sqrt{0.1799142505} = 0.4241 \quad (۶)$$

لذا حاصل شدن مقدار ۰/۴۲۴۱ برای GOF نشان از برازش کلی قوی مدل دارد.

در سال ۱۳۹۸:

$$GOF = \sqrt{\overline{\text{Communalities}} * \overline{R^2}} = \sqrt{0.588618 * 0.47625} = \sqrt{0.2803293225} = 0.5294 \quad (۷)$$

لذا حاصل شدن مقدار ۰/۵۲۹۴ برای GOF نشان از برازش کلی قوی مدل دارد.

۵- نتیجه‌گیری

بنابر ماهیت چندبعدی مباحث منابع آب که در ابتدای پژوهش نیز ذکر شد، استفاده از یک ابزار چندبعدی در برنامه‌ریزی و مطالعه منابع آب ضروری می‌نماید. در پژوهش حاضر شناسایی معیارهای مؤثر بر فقر آب شامل نیروهای محرک، فشار، وضعیت و اثر در استان‌های کشور با درنظر گرفتن عوامل مؤثر بر آن صورت‌گرفت. در بررسی فقر آب، ابعاد مختلف تأثیرگذار بر مدیریت منابع آبی درنظر گرفته شده است و ابزاری مؤثر و جامع برای تحلیل موجودیت منابع آب (سطحی و زیر زمینی) و ارتباط آن با نیازهای انسان و محیط‌زیست است. از مهم‌ترین مزایای شاخص فقر آب، درنظر گرفتن ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی جوامع به‌همراه تغییرپذیری ابعاد مختلف منابع آب است که می‌تواند در مقیاس‌های مختلف مکانی استفاده شود. برای بررسی و ارزیابی از روش PLS-SEM از آزمون سیستم شاخص که با معادلات ساختاری ترکیب شده است استفاده شد. این مطالعه عوامل مؤثر بر فقر آب را در مقاطع زمانی ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸ نشان داد. نتایج برآورد اعتبار سازه شامل بار عاملی، AVE، روایی همگرا، روایی واگرا و شاخص های CR و GOF بیانگر کیفیت و برازش مناسب مدل اندازه‌گیری فقر آب است. نتایج حاصل از برآورد مدل نشان می‌دهند اولا، نیروهای محرک مثل نرخ مرگ و میر کودکان کمتر از یک‌سال، نرخ بیکاری، سرانه تولید ناخالص داخلی بدون نفت اثر مثبت و معنادار روی سازه‌های فشار و اثر فقر آبی در سطح استان‌های کشور دارند. ثانیا، سازه فشار شامل میانگین سالانه ارتفاع بارندگی، درصد اراضی زیر کشت آبی از کل زمین‌های زیر کشت، مصرف کود شیمیایی در هر هکتار سطح زیر کشت اثر منفی و معناداری روی وضعیت فقر آبی دارد. ثالثا، سازه وضعیت که بیان‌کننده تغییرات محیط‌زیستی است دارای اثر منفی و معنادار بر روی اثرات فقر آبی است. از متغیرهای بیان‌کننده تغییرات محیط‌زیستی می‌توان به درصد جمعیت تحت پوشش خدمات جمع‌آوری و دفع بهداشتی فاضلاب شهری، مقدار منابع آب سطحی سالانه به‌ازای هر یک میلیون نفر و حجم کل آب زیرزمینی اشاره کرد. از طریق نتایج به‌دست آمده در خصوص عوامل اثرگذار بر شاخص فقر آب در سال‌های مورد بررسی می‌توان گفت که بیشترین عامل اثرگذار بر سازه نیروهای محرک درصد افراد تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی در سال‌های

۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و تعداد پزشکان در هر ده هزار نفر در سال ۱۳۹۸ هستند که به‌ترتیب با ضریب اهمیت ۰/۷۹۶، ۰/۷۳۹ و ۰/۹۳۴ مشخص می‌شوند. درصد افراد تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی جانشینی برای توسعه‌یافتگی، اشتغال و تولید ناخالص داخلی است. تولید ناخالص داخلی با اشتغال همبستگی دارد و نماینده توسعه‌یافتگی است. با افزایش تولید ناخالص داخلی، تعداد شاغلین و درصد افراد تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی افزایش یافته که در نتیجه آن امکان دسترسی به منابع آبی برای افراد بیشتری فراهم می‌شود و به‌دنبال آن افراد کمتری در معرض فقر آبی قرار می‌گیرند. بیشترین عامل اثرگذار بر سازه فشار میانگین سالانه ارتفاع بارندگی در سال ۱۳۹۰ و درصد اراضی زیر کشت آبی از کل زمین‌های زیر کشت در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸ هستند که به‌ترتیب با ضریب اهمیت ۰/۸۴۴، ۰/۸۴۸ و ۰/۸۹۳ مشخص می‌شوند. یکی از عوامل مؤثر بر میزان آب مقدار بارندگی‌های سالانه است که به‌صورت منابع آب سطحی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در صورت کاهش میزان بارندگی مقدار برداشت از منابع آب‌های زیرزمینی افزایش یافته و لذا فشار بر منابع و مصارف بیشتر می‌شود که در نتیجه آن پیامدهای منفی در محیط‌زیست ظاهر خواهد شد. بیشترین عامل اثرگذار بر سازه وضعیت مقدار منابع آب زیرزمینی سالانه به‌ازای هر فرد در سال ۱۳۹۰، مصرف آب کشاورزی کل در سال ۱۳۹۴ و مصرف آب شرب کل در سال ۱۳۹۸ هستند که به‌ترتیب با ضریب اهمیت ۰/۷۵۶، ۰/۶۶۶ و ۰/۸۸۸ مشخص می‌شوند. هم‌چنین بیشترین عامل اثرگذار بر سازه اثر، پدیده‌های بیابانی است که در سال‌های ۱۳۹۰، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸ به‌ترتیب با ضریب اهمیت ۰/۹۰۵، ۰/۹۱۰ و ۱ مشخص شدند. لذا پیشنهاد می‌شود در راستای برقراری مدیریت یکپارچه منابع آب به‌طور مداوم با استفاده از رویکردهای جامع‌نگر وضعیت امنیت آبی مناطق ارزیابی شود تا منابع مالی محدود دولت به مناطق واقعی درگیر با مسائل ناشی از ناامنی‌های آبی اختصاص داده شود.

در نهایت با توجه به تجربه کشورهای مختلف در زمینه مدیریت منابع آب پیشنهاد می‌شود تا برای مدیریت فقر آبی بر روی روش‌های مبتنی بر استفاده بهینه از منابع موجود تمرکز شود. هم‌چنین برای مدیریت تقاضا، به‌جای گسترش منابع به‌روش‌های گوناگون نظیر انتقال بین حوضه‌ای که می‌تواند دست‌مایه افزایش عدم تعادل‌های سرزمینی، اختلافات داخلی، کنترل نکردن مصرف و بسیاری از نتایج ناگوار دیگر شود، برنامه‌ریزی‌های مناسب برای تقاضای شهروندان صورت‌گیرد.

۶- پی‌نوشت‌ها

1- Driving Forces
2- Pressure
3- State
4- Impact
5- Partial Least Squares Structural Equation Modeling
6- Falcon Mark Index
7- United Nations Index
8- Index of the International Institute for Water Management
9- Water shortage stress
10- Water Poverty Index
11- Latent Variable
12- Manifest Variable
13- Covariance-based SEM Techniques
14- Component-based SEM Techniques
15- Measurement Model
16- Structural Model
17- Reflective
18- Formative
19- Composite Reliability
20- Loading
21- Average Variance Extracted
22- Variance Inflation Factor
23- T-Value
24- Goodness of Fit

۷- مراجع

آذر، ع.، و غلام‌زاده، ر.، (۱۳۹۸)، *مدل‌سازی معادلات ساختاری کمترین مربعات جزیی (PLS-SEM)*، انتشارات نگاه دانش، تهران، ایران.

آسیابی هیر، ر.، مصطفی‌زاده، ر.، رئوف، م.، و اسمعلی عوری، ا.، (۱۳۹۵)، "شاخص فقر آب و اهمیت آن در مدیریت منابع آب"، *ترویج و توسعه آبخیزداری*، ۳(۱۱)، ۱۵-۲۲.

آسیابی هیر، ر.، مصطفی‌زاده، ر.، رئوف، م.، و اسمعلی عوری، ا.، (۱۳۹۶)، "ارزیابی چند معیاره تغییرات مکانی شاخص فقر آب در تعدادی از حوضه‌های آبخیز استان اردبیل"، *اکوهیدرولوژی*، ۴(۴)، ۹۹۷-۱۰۰۹، https://doi.org/10.22059/IJE.2017.63231.

پاکروح، ش.، و قنادی، م.، (۱۳۹۷)، "رویکرد اجتماعی و درون‌سازمانی، نیاز و ضرورت مدیریت آب کشور"، *نشریه علوم و مهندسی آب و فاضلاب*، ۳(۴)، ۶۵-۷۲، https://doi.org/10.22112/JWWSE.2019.151721.1113.

ثابتی، م.، جمالی، س.، و غیاثوند، غ.، (۱۳۹۴)، "به‌کارگیری شاخص فقرآبی در مقیاس محلی (مطالعه موردی: حوضه آبریز کارون بزرگ)"، *دهمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران*،

دانشگاه تبریز.

جلیلی کامجو، س. پ.، و نادمی، ی.، (۱۳۹۸)، "ارزیابی رابطه استخراج منابع آب زیرزمینی و فقر روستایی در ایران"، *تحقیقات اقتصادی*، ۵۴(۳)، ۵۲۵-۵۵۰، https://doi.org/10.22059/JTE.2019.72767.

حیدری، ح.، و علیجانی، ب.، (۱۳۷۸)، "طبقه‌بندی اقلیمی ایران با استفاده از تکنیک‌های آماری چند متغیره"، *پژوهش‌های جغرافیایی*، ۳۷، ۵۷-۷۴.

داوری، ع.، و رضازاده، آ.، (۱۳۹۶)، *مدل‌سازی معادلات ساختاری با نرم‌افزار PLS*، سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران، ایران.

رضایی، م.، (۱۴۰۱)، "بحران آب: دو راهی اجتماعی"، *نشریه علوم و مهندسی آب و فاضلاب*، ۷(۴)، ۴-۱۶، https://doi.org/10.22112/JWWSE.2022.330611.1311.

سلامی، ح.، و طاهری ریکنده، ع.، (۱۳۹۸)، "سنجش وضعیت امنیت آبی در استان‌های ایران"، *نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۳۳(۱)، ۷۵-۹۴، https://doi.org/10.22067/JEAD2.V0I0.77072.

شریف‌زادگان، م.ج.، ندایی طوسی، س.، و جمالی، ف.، (۱۳۹۵)، "شناسایی موانع توسعه منطقه‌ای با به‌کارگیری شاخص فقر آبی (نمونه موردی: استان قزوین)"، *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۸(۱)، ۱۵۱-۱۷۰، https://doi.org/10.22108/GEP.2017.98243.0.

طالبی، ح.، و امینی، ع.، (۱۳۹۷)، "بررسی ابعاد کم آبی با استفاده از روش شاخص فقر آبی (WPI) و تحلیل مقایسه‌ای آن در بخش‌های شهرستان قم"، *آمایش سرزمین*، ۱۰(۲)، ۳۴۵-۳۶۶، https://doi.org/10.22059/JTCP.2019.272853.669940.

فلاحی، گ.، (۱۳۹۶)، "ارزیابی معیارهای فالکن مارک و فقر آبی برای تعیین میزان کمبود آب در استان کردستان"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی (گروه مهندسی عمران)، دانشگاه کردستان، کردستان، ایران.

مداح، م.، و سینائیان، م.، (۱۳۹۹)، "تحلیل تجربی روند پول‌شویی در ایران (رهیافت روش معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزیی)"، *فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، ۱۱(۴۰)، ۹۹-۱۲۲، https://doi.org/10.29252/jemr.10.40.99.

Barclay, D., Higgins, C., and Thompson, R., (1995), "The Partial Least Squares (PLS) approach to causal modeling: Personal computer adoption and use as an illustration", *Technology Studies*, 2(2), 285-309.

Caizhi, S., Yongjie, W., Wei, Z., Liangshi, Z., and Wenxin, L., (2018), "A rural water poverty analysis in China using the DPSIR-PLS model", Springer Science, *Water Resources Management*, , 26(1), 89-107, https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.07.003.

Chin, W., (1998), "The partial least squares approach to structural equation modeling", In: G.A. Marcoulides (ed.), *Modern Methods for Business Research*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publisher, 295-336.

Dell'Anno, R., (2020), "Corruption around the world: an analysis by partial least squares, Structural equation modeling", Public Choice, 184(3), 327-350.

El-Gafy, I.K.E.D., (2015), "The water poverty index as an assistant tool for drawing strategies of the Egyptian water sector", *Ain Shams Engineering Journal*, 9(2), 173-186.

Fornell, C., and Larcker, D.F., (1981), "Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error", *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50.

Henseler, J., and Sarstedt, M., (2013), "Goodness-of-fit indices for partial least squares path modeling", *Computational Statistics*, 28(2), 565-580.

López Álvarez, B., Santacruz de León, G., Ramos Leal, J.A., and Morán Ramírez, J., (2015), "Water poverty index in subtropical zones: The case of Huasteca Potosina, Mexico", *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 31(2), 173-184.

Manandhar, S., Pandey, V.P., and Kazama, F., (2012), "Application of Water Poverty Index (WPI) in Nepalese context: A case study of Kali Gandaki River Basin (KGRB)", *Water Resources Management*, 26(1), 89-107.

Pan, Y.H., Gu, C.J., Ma, J.Z., Zhang, T.S., and Zhang, H., (2014), "Water poverty index in the inland river basins of Hexi Corridor, Gansu province", In: *Advanced Materials Research*, 864, 2371-2375, https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.864-867.2371.

Pandey, V.P., Babel, M.S., Shrestha, S., and Kazama, F., (2011), "A framework to assess adaptive capacity of the water resources system in Nepalese river basins", *Ecological Indicators*, 11(2), 480-488, https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.07.003.

Salameh, E., (2000), "Redefining the water poverty index", *Water International*, 25(3), 469-473, https://doi.org/10.1080/02508060008686855.

Sarami-Foroushani, T., Balali, H., Movahedi, R., Kurban, A., Varnik, R., Janeska Stamenkovska, I., and Azadi, H., (2023), "Importance of good groundwater governance in economic development: The case of western Iran", Groundwater for Sustainable Development, 21, 100892, https://doi.org/10.1016/j.gsd.2022.100892.

Sen, A., (1999), *Development as freedom*, Anchor Books, A Division of Random House, Inc., New York.

Sullivan, C., (2002a), "Calculating a water poverty index", *World Development*, 30(7), 1195-1210.

Sullivan, C., (2002b), "Derivation and testing of the water poverty index Phase 1", Centre for Ecology and Hydrology (CEH), Wallingford.

Thakur, J. K., Neupane, M., and Mohanan, A.A., (2017),

"Water poverty in upper Bagmati River basin in Nepal", *Water Science*, 31(1), 93-108, https://doi.org/10.1016/j.wsj.2016.12.001.

Upadhyay, B., (2003), "Water, poverty and gender: review of evidences from Nepal, India and South Africa", *Water Policy*, 5(5-6), 503-511, https://doi.org/10.2166/wp.2003.0032.

Wetzels, M., Odekerken-Schroder, G., and Van Oppen, C., (2009), "Using PLS path modeling for assessing hierarchical construct models: Guidelines and empirical illustration", *MIS* Quarterly, 33(1), 177-195, https://doi.org/10.2307/20650284.

Yilret Nanle, V., Latip, N.A., and Karim, R., (2022), "Residents water accessibility towards sustainability: The case of informal settlements of Jos Metropolis, Nigeria", *Journal of the Malaysian Institute of Planners*, 20(4), 87-100, https://doi.org/10.21837/pm.v20i23.1153.

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC-BY) license.