

 Hamid Ahmadi *

 Bahman Farhadi
Bansouleh

1. Assistant Professor, Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Social Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran, Iran. (Author Corresponding hamid_ahmadi@razi.ac.ir)
2. Associate Professor, Department of Water Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran. Email: bfarhadi2001@yahoo.com

Receive:

.././....

Acceptance:

.././....

Scholarly Analysis and Knowledge Dynamics of Global Water Crisis Research: Co-word Patterns and Conceptual Clusters

Abstract

Purpose: The objective of this study is to identify key concepts, research patterns, conceptual clusters, and the knowledge network structure of the water crisis domain on a global scale.

Methodology: : This applied research adopts a scientometric approach to analyze the conceptual structure of global studies on the water crisis. Using co-word analysis, it identifies relationships among key terms, while the K-means clustering technique organizes related concepts into thematic clusters. The study is based on a dataset of 23,980 articles retrieved from the Web of Science database, covering the period from 2000 to 2024. Data analysis was conducted using UCINET, NetDraw, and VOSviewer software, enabling the visualization of conceptual networks and the assessment of centrality metrics (degree, betweenness, and closeness). These methods helped uncover frequent and emerging concepts, reveal their interconnections, and provide a structured understanding of the current research landscape and gaps in the field of water crisis studies.

Findings The findings of the study revealed that the concepts "water stress," "water," and "drought" had the highest frequency among the examined scientific documents. Furthermore, concepts such as "water scarcity," "water quality," "water pollution," and "climate change" were also significantly repeated in the research literature. According to the results of this study, more than 100 new concepts related to the water crisis have emerged in the past decade.

Clustering results indicate that the water crisis can be categorized into 11 conceptual clusters. The first cluster, with 769 concepts, is the largest and focuses on the topic of drought. The second cluster (570 concepts) centers on water quality, and the third cluster (493 concepts) is dedicated to water resource management. In total, research in this field forms 8 independent clusters. Although the ninth cluster shares some similarities with the third cluster, their differences distinguish them from one another. The tenth and eleventh clusters, with a limited number of concepts, indicate less research focus on these areas.

The conceptual network analysis of this domain was conducted based on 3,005 nodes and 9,450 links. The average network density was 0.0335, with each concept linked to an average of 101 other concepts. According to the "degree centrality" index, the concepts "water" (7,080), "water stress" (6,551), and "drought" (4,027) play the most significant roles. Additionally, concepts such as "water scarcity," "water quality," "Water Consumption," "water pollution," and "climate change" exhibit high connectivity. The average degree centrality was 101.342 with a standard deviation of 265.340, and the network concentration was 1.461%, indicating a relatively balanced distribution of connections.

Based on the "betweenness centrality" index, the concepts "water" (13.121), "water stress" (9.057), and "drought" (4.847) play a key role in connecting concepts. The overall network concentration was 13.09% with a standard deviation of 0.343. In

Hamid Ahmadi *

Bahman Farhadi
Bansouleh

1. Assistant Professor , Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Social Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran, Iran. (Author Corresponding hamid_ahmadi@razi.ac.ir
2. Associate Professor, Department of Water Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran. Email: bahmanfarhadi2001@yahoo.com

Receive:

.././....

Acceptance:

.././....

the "closeness centrality" index, the concepts "water" (69.620), "water stress" (66.005), and "drought" (62.039) showed the highest proximity, while the average for this index was 46.212. The most significant co-occurrences with link strength include "efficiency–water" (158), "sanitation–water" (129), "water stress–drought" (105), "climate change–water scarcity" (104), and "pollution–water" (98).

Conclusion: The water crisis is a multidimensional and complex concept that requires in-depth examination from various perspectives. This study, through co-word and conceptual network analysis, has explored the knowledge structure of this domain. The findings indicate that key concepts such as "water stress," "drought," "water scarcity," "water quality," and "climate change" form the core of research in this field. Additionally, the emergence of new concepts reflects the dynamism and evolution of this scientific domain in addressing complex challenges such as climate change and the need for sustainable water resource management. These concepts represent the scientific community's efforts to provide effective and practical solutions.

The results of concept clustering show that research in the water crisis domain primarily focuses on central topics such as drought, water quality, and water resource management; however, attention has also been given to emerging and more specialized topics such as the impact of heatwaves and groundwater management. The diversity of conceptual clusters illustrates the inherent complexity of the water crisis and highlights the need for further research, particularly in the areas of environmental sustainability and innovative water technologies, to achieve comprehensive and efficient solutions.

In summary, the water crisis is a multifaceted phenomenon rooted in the complex interplay of human, natural, and climatic factors. This complexity has led to significant growth in related research. However, the findings reveal that the conceptual network of this domain remains somewhat fragmented, with considerable potential for establishing more meaningful connections between concepts and strengthening its theoretical coherence.

Keywords: Water Crisis, Co-Word Analysis, Concept Clustering, Research Articles, Conceptual network Structure

تحلیل دانش‌پژوهی و پویایی شناسی دانش حوزه مطالعات بحران آب در سطح جهانی: الگوهای هم‌واژگانی و خوشه‌های مفهومی

حمید احمدی *



بهمن فرهادی بانسوله



چکیده

چکیده:

هدف: این مطالعه به شناسایی مفاهیم کلیدی، الگوهای پژوهشی، خوشه‌های مفهومی و ساختار شبکه دانش حوزه بحران آب در سطح جهانی می‌پردازد.

روش‌شناسی: پژوهش حاضر از لحاظ هدف جزء پژوهش‌های کاربردی است و با رویکرد علم‌سنجی و با روش تحلیل هم‌واژگانی اجرا شده است. جامعه آماری شامل ۲۳,۹۸۰ مقاله است که از پایگاه اطلاعاتی wos در بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ گردآوری شد. برای تحلیل داده‌ها از تکنیک‌های تحلیل هم‌رخدادی واژگان، خوشه‌بندی K-means، و ترسیم شبکه مفهومی بر مبنای شاخص‌های مرکزیت رتبه، بینابینی و نزدیکی و با نرم‌افزارهای راور ماتریس، یوسی آی نت، نت دراو و ووس ویور استفاده شده است.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد مفاهیم «تنش آبی»، «خشکسالی»، «کمبود آب»، «کیفیت آب»، «آلودگی آب» و «تغییرات اقلیمی» بیشترین بسامد را در مقالات علمی داشته‌اند. نتایج خوشه‌بندی حاکی از این است بحران آب در ۱۱ خوشه مفهومی قرار می‌گیرد. تحلیل شبکه مفهومی دانش این حوزه بر اساس پژوهش‌های آن از ۳۰۵ گره و ۹۴۵۰ پیوند تشکیل شده است و میانگین تراکم شبکه ۰.۰۳۳۵ است که به‌طور میانگین هر مفهوم به‌طور متوسط با ۱۰۱ مفهوم دیگر پیوند خورده است. مهم‌ترین هم‌رخدادی‌ها شامل «بهره‌وری - آب»، «بهداشت - آب»، «تنش آبی - خشکسالی»، «تغییرات آب و هوایی - کمبود آب» و «آلودگی - آب» است.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش نشان داد در دهه اخیر بیش از ۱۰۰ مفهوم جدید مرتبط با بحران آب مطرح شده و مفاهیم کلیدی مانند «تنش آبی»، «خشکسالی»، «کمبود آب»، «کیفیت آب»، «آلودگی آب» و «تغییرات آب و هوایی» محور اصلی پژوهش‌ها هستند. تحلیل هم‌واژگانی تصویری جامع از ساختار دانش در حوزه «بحران آب» در سطح جهانی ارائه داد و نشان داد این بحران ریشه‌های انسانی، طبیعی و اقلیمی است و نیازمند اقداماتی هماهنگ در سطوح گوناگون است. این یافته‌ها به سیاست‌گذاران و پژوهشگران در تصمیم‌گیری و بررسی عمیق‌تر مفاهیم نوظهور کمک می‌کند.

واژگان کلیدی: بحران آب، مقالات پژوهشی، تحلیل هم‌واژگانی، خوشه‌بندی مفاهیم، ساختار شبکه مفهومی

1.

استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران (نویسنده مسئول)
hamid_ahmadi@razi.ac.ir

2.

دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: bfarhadi2001@yahoo.com

دریافت: 000/00/00
پذیرش: 000/00/00

مقدمه و بیان مسئله

بحران آب، یکی از جدی‌ترین چالش‌های پیش روی جهان در قرن بیست و یکم است. این بحران ابعاد گسترده‌ای دارد و عوامل متعددی در ایجاد و تشدید آن نقش دارند. از جمله مهم‌ترین این عوامل می‌توان به رشد سریع جمعیت، تغییرات اقلیمی، مدیریت ناکارآمد منابع آب و افزایش تقاضا برای آب در بخش‌های مختلف مانند کشاورزی، صنعت و مصارف خانگی اشاره کرد.

زودآیند ویرایش نشده

رشد سریع جمعیت، تقاضا برای آب را افزایش داده و فشار مضاعفی بر منابع آبی محدود وارد آورده است (Hossein et al., 2023). تغییرات اقلیمی نیز با تغییر الگوهای بارندگی، کاهش پوشش برف و افزایش خشکسالی‌ها، کمبود آب را تشدید کرده است (Madi & Elshazly, 2021). علاوه بر این، مدیریت ناکارآمد منابع آب، نهادهای پراکنده و سیاست‌گذاری‌های ناکافی، بر شدت بحران آب افزوده‌اند (He et al., 2014). از سوی دیگر، شهرنشینی و فعالیت‌های اقتصادی مانند صنعت و کشاورزی، با آلودگی آب و بهره‌برداری بیش از حد از منابع آبی، بر این بحران دامن زده‌اند (Lepcha et al., 2024).

پیامدهای این بحران گسترده است. کمبود آب آشامیدنی سالم و بهداشت نامناسب، سالانه جان میلیون‌ها نفر را به دلیل بیماری‌های مرتبط با آب می‌گیرد. همچنین، کمبود آب، فعالیت‌های اقتصادی به‌ویژه در بخش‌های کشاورزی و صنعت را مختل کرده و منجر به زیان‌های اقتصادی قابل توجه و افزایش رقابت بر سر منابع آبی شده است (Aimar, 2017). علاوه بر این، تنش‌های ژئوپلیتیکی ناشی از کمبود آب، به‌ویژه در مناطقی مانند خاورمیانه و جنوب آسیا، به درگیری بر سر منابع آبی مشترک دامن زده است (Boamah, 2020). بهره‌برداری بیش‌ازحد و آلودگی منابع آبی نیز اکوسیستم‌ها را تخریب کرده و تنوع زیستی را کاهش داده است (Lepcha et al., 2024). بحران آب نه تنها زندگی روزمره میلیون‌ها نفر را تحت تأثیر قرار داده، بلکه تهدیدی جدی برای توسعه پایدار، امنیت غذایی و سلامت جهانی است. این بحران نیازمند اقدام فوری و همکاری در سطوح محلی، ملی و بین‌المللی است تا اثرات آن به حداقل برسد.

بهبود مدیریت منابع آب از طریق حکمرانی مؤثر (Shevah, 2019) و بکارگیری فناوری‌های نوین امری ضروری است. پذیرش فناوری‌های پیشرفته در زمینه حفظ و بازیافت آب، به همراه سیستم‌های برداشت آب باران (Badran, 2017) و جلب مشارکت عمومی در برنامه‌های حفاظت از آب از جمله راهکارهای کلیدی محسوب می‌شوند. افزایش آگاهی عمومی درباره اهمیت منابع آب و نقش آن در پایداری بلندمدت (Lepcha et al., 2024) نیز از عوامل تعیین‌کننده در موفقیت این راهبردهاست. این رویکردها تاکنون در برخی مناطق جهان با موفقیت اجرایی شده‌اند یا در مراحل مختلف پیاده‌سازی قرار دارند. بی‌تردید، پژوهش‌های حوزه بحران تا کنون عمدتاً بر ابعاد گوناگون و متنوعی تمرکز داشته‌اند که هریک بیانگر ضرورتی اساسی در مواجهه با شرایط پیش‌بینی‌ناپذیر و تهدیدآمیز این حوزه است.

در کنار آن، بحران‌های اقتصادی و مالی که نظام‌های اقتصادی را به چالش کشیده‌اند، و نیز بحران‌های بهداشتی مانند همه‌گیری کووید-۱۹، ضرورت بازاندیشی در ساختارهای بهداشت و سلامت عمومی را برجسته کرده‌اند. همچنین، مسائلی چون تخریب محیط زیست، تغییرات اقلیمی و بحران‌های زیست‌محیطی، اهمیت پایداری را در کانون توجه قرار داده‌اند. از سوی دیگر، توجه به بحران‌های مدیریتی و سازمانی، به‌ویژه در زمینه فساد و ناکارآمدی نهادهای، و نیز نقش رسانه‌ها در شکل‌دهی به ادراک عمومی از بحران‌ها، ابعاد جدیدی از پژوهش‌های بحران را گشوده است (Aguirre & Cuervo Díez, 2023)، (García-Ávila et al., 2023). همه این موارد نشان می‌دهد که بحران، صرفاً یک رخداد گذرا نیست، بلکه پدیده‌ای پیچیده و میان‌رشته‌ای است که نیازمند فهمی عمیق، جامع و مبتنی بر واقعیت‌های اجتماعی، روان‌شناختی، سیاسی و فرهنگی است.

پژوهش‌های علمی نقش محوری در شناخت علل بحران آب، ارائه راهکارهای مبتنی بر شواهد و تدوین سیاست‌های مؤثر ایفا می‌کنند. با وجود حجم بالای پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، نبود یک تحلیل جامع از این مطالعات، مانع از ایجاد یک دیدگاه یکپارچه در مورد پژوهش‌های حوزه بحران آب شده است. تحلیل محتوای این پژوهش‌ها می‌تواند به شناسایی اولویت‌های پژوهشی و ترسیم نقشه راهی برای مطالعات آتی کمک شایانی کند. از آنجا که بحران آب یک چالش جهانی است، تبادل دانش و تجربیات بین کشورها و مناطق مختلف از اهمیت بالایی برخوردار است. درک تفاوت‌ها و شباهت‌ها در رویکردهای پژوهشی و سیاست‌گذاری در کشورهای مختلف، می‌تواند به تدوین استراتژی‌های مؤثرتر در سطح بین‌المللی کمک کند.

تحلیل محتوای پژوهش‌های موجود در حوزه بحران آب، فراتر از شناسایی واژگان کلیدی، می‌تواند به شناسایی شکاف‌های دانشی، روندهای غالب، و اولویت‌های پژوهشی در این حوزه منجر شود. چنین تحلیلی نقشی اساسی در ترسیم نقشه راه پژوهشی ایفا می‌کند؛ به‌ویژه در شرایطی که بحران آب به عنوان چالشی جهانی و میان‌رشته‌ای، در تعامل پیچیده‌ای با تغییر اقلیم، رشد جمعیت، توسعه ناپایدار و کمبود منابع قرار دارد (Bai et al., 2022).

مطالعات علم‌سنجی با تحلیل الگوهای هم‌اژگانی و خوشه‌های مفهومی در تولیدات علمی، می‌توانند شکاف‌های پژوهشی را شناسایی و مسیرهای روشنی برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی پژوهشی ترسیم کنند. به عنوان مثال، پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهند که نبود ارتباط مؤثر بین محققان و سیاست‌گذاران، یکی از چالش‌های اصلی در تبدیل یافته‌های علمی به سیاست‌های عملی است. همچنین حوزه‌هایی مانند تغییرات آب‌وهوایی، این شکاف منجر به تصمیم‌گیری‌های ناکارآمد شده است، درحالی‌که رویکردهای یکپارچه مانند "مدل دانش مشارکتی" می‌توانند با

تسهیل تعامل بین ذینفعان، راهکارهای مبتنی بر شواهد را تقویت کنند (Khoms et al., 2024). از سوی دیگر، تحلیل‌های علم‌سنجی نشان می‌دهند که تمرکز نامتوازن پژوهش‌ها بر برخی حوزه‌ها و غفلت از دیگر زمینه‌های حیاتی، نیازمند بازنگری در تخصیص منابع و اولویت‌بندی پروژه‌ها است (زاهدی، 1403). توجه به رویکردهای نوین علم‌سنجی در سیاست‌گذاری‌های علمی، می‌تواند به توزیع بهینه منابع پژوهشی و همراستایی با نیازهای ملی منجر شود. این تحلیل‌ها می‌توانند به عنوان چارچوبی برای تصمیم‌گیری‌های استراتژیک در حوزه‌های علمی و فناوری مورد استفاده قرار گیرند.

این مطالعه به تحلیل کمی محتوای پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه بحران آب در سطح جهانی می‌پردازد تا درک بهتری از وضعیت کنونی فراهم کند، شکاف‌های پژوهشی را شناسایی نماید و پیشنهادهایی برای تحقیقات آینده ارائه دهد. در این راستا، فنون علم‌سنجی به عنوان ابزارهایی کمی برای ارزیابی و تحلیل داده‌های علمی در مقیاس وسیع، نقشی کلیدی ایفا می‌کنند. نتایج این تحلیل می‌تواند ابزاری مؤثر برای محققان، سیاست‌گذاران و سازمان‌های بین‌المللی باشد تا در جهت مدیریت بهینه منابع آبی و مقابله با بحران‌های پیش‌رو گام بردارند. بر این اساس، پرسش اصلی این است که چگونه می‌توان با استفاده از رویکرد علم‌سنجی و تحلیل محتوای متون علمی، ساختار مفهومی پژوهش‌های جهانی مرتبط با بحران آب را شناسایی و تحلیل کرد تا به درک عمیق‌تری از وضعیت موجود و جهت‌گیری پژوهش‌های آینده در این حوزه دست یافت.

پرسش‌های پژوهش

با عنایت به این‌که لازمه مدیریت هدفمند علم و دانش، حصول شناخت و ارزیابی مستدلی از وضعیت کنونی یک حوزه علمی است به‌منظور دستیابی به هدف اصلی این پژوهش پرسش‌های زیر مطرح می‌شود:

1. مفاهیم پرتکرار در پژوهش‌های حوزه بحران آب در سطح جهانی کدامند؟
2. مفاهیم نوظهور در ادبیات پژوهشی حوزه بحران آب در سطح جهانی کدام‌ها است؟
3. خوشه‌بندی مفاهیم پژوهشی در حوزه بحران آب در سطح جهانی شامل چند خوشه است؟
4. ساختار شبکه مفهومی دانش در حوزه پژوهشی بحران آب در سطح جهانی چگونه ترسیم شده است؟

چارچوب نظری

بحران جهانی آب به کمبود فزاینده منابع آب در دسترس اشاره دارد که بر اثر ترکیبی از رشد جمعیت، تغییرات اقلیمی، مدیریت نادرست منابع آب و آلودگی ایجاد شده است. شهرنشینی سریع و گسترش کشاورزی، تقاضا برای آب را افزایش داده‌اند، در حالی‌که برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و آلودگی ناشی از پسماندهای صنعتی و کشاورزی، منابع آب را آلوده و کیفیت آن‌ها را کاهش داده‌اند (UNESCO, 2020). تغییرات اقلیمی نیز با تغییر الگوهای بارندگی، افزایش دوره‌های خشکسالی و کاهش ذخایر برفی و جریان رودخانه‌ها، این بحران را تشدید کرده است (Boretti & Rosa, 2019). افزون بر این، زیرساخت‌های ناکارآمد و ضعف در مدیریت و حکمرانی باعث توزیع ناعادلانه و استفاده ناپایدار از منابع آبی شده‌اند (Gleick, 2014). در نتیجه، بیش از دو میلیارد نفر در کشورهای با تنش بالای آبی زندگی می‌کنند (WWAP¹, 2021) که پیامدهای جدی برای امنیت غذایی، سلامت و توسعه اقتصادی در پی دارد.

مطالعاتی که از رویکردهای علم‌سنجی استفاده می‌کنند، با تحلیل نظام‌مند روندها، شکاف‌های دانش، نویسندگان تأثیرگذار و همکاری‌های بین‌المللی، بینش‌های ارزشمندی درباره تحولات پژوهش‌های مرتبط با بحران آب ارائه می‌دهند. این تحلیل‌ها به سیاست‌گذاران و محققان کمک می‌کنند تا موضوعات نوظهوری مانند حکمرانی آب، کم‌آبی ناشی از تغییرات اقلیمی و مدیریت پایدار آب را شناسایی کنند و در نتیجه پاسخ‌های هدفمندتر و بین‌رشته‌ای ارائه دهند (Zhang et al., 2022). با ترسیم خوشه‌های موضوعی، مطالعات علم‌سنجی نشان می‌دهند که کدام حوزه‌ها کمتر مورد پژوهش قرار گرفته‌اند یا بیش از حد پراکنده هستند و بدین‌ترتیب مسیر آینده تأمین مالی و توجه پژوهشی را هدایت می‌کنند (Zeraatpisheh et al., 2021). در مجموع، پژوهش‌های علم‌سنجی برنامه‌ریزی راهبردی را بهبود می‌بخشند، تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد را تقویت می‌کنند و دانش علمی را با تلاش‌های عملی برای پایداری منابع آب پیوند می‌زنند.

تحلیل هم‌آواگانی امکان ترسیم نقشه علمی و شناسایی خوشه‌های موضوعی را فراهم می‌سازد و به درک بهتر روندها و تحولات علمی در یک حوزه خاص منجر می‌شود (صفایی‌موحد و همکاران، ۱۴۰۲). این تحلیل برای درک تحول حوزه‌های علمی، هدایت اولویت‌های پژوهشی و شناسایی پیوندهای بین‌رشته‌ای ارزشمند است (Chen et al., 2020). در سال‌های اخیر از این تحلیل در مطالعات محیط‌زیستی و آب‌محور استفاده شده تا ارتباط موضوعاتی مانند «تغییرات اقلیمی»، «حکمرانی آب» و «پایداری» را در گفتمان علمی ردیابی کنند (Zhang

¹ World Water Assessment Programme

زودآیند ویرایش نشده

(& Ma, 2021).

تکنیک هم‌رخدادی واژگانی به عنوان یک روش علم‌سنجی، با تحلیل شبکه‌ای از کلمات کلیدی و ارتباطات معنایی بین آنها، به شناسایی خوشه‌های پژوهشی و روندهای تحقیقاتی در حوزه‌های مختلف کمک می‌کند. همانطور که حاجیان و زرجینی (1402) در پژوهش خود نشان دادند، این تکنیک در صنعت بیمه برای شناسایی مفاهیم کلیدی مانند «دادمکاو»، «مدیریت ریسک» و «شناسایی تقلب» استفاده شده و با ترسیم شبکه‌های هم‌استنادی، مجلات و پژوهش‌های معتبر را ارزیابی کرده‌اند.

خوشه‌بندی به معنای دسته‌بندی اعضای مجموعه بدون نظارت و دخالت است. تکنیک‌های خوشه‌بندی نقش برجسته‌ای در پژوهش‌های علم‌سنجی و کتاب‌سنجی دارند. به‌عنوان مثال از آن‌ها برای شناسایی گروه‌هایی از انتشارات، نویسندگان یا مجلات مرتبط استفاده می‌شود. تکنیک‌های خوشه‌بندی عمدتاً در زمینه‌هایی مانند آمار، علوم کامپیوتر و علوم شبکه توسعه یافته‌اند (Van Eck & Waltman, 2017). خوشه‌بندی مفهومی یک تکنیک دادمکاو متنی و علم‌سنجی است که اصطلاحات یا موضوعات مرتبط را بر اساس الگوهای تکرار و هم‌رخدایشان در ادبیات علمی، در دسته‌های موضوعی منسجم گروه‌بندی می‌کند. این روش به شناسایی حوزه‌های پژوهشی اصلی، مباحث نوظهور و سازماندهی ساختاری دانش در یک رشته کمک می‌کند (Cobo et al., 2011). در زمینه پژوهش‌های بحران آب، خوشه‌بندی مفهومی به محققان امکان می‌دهد موضوعات به هم پیوسته‌ای مانند «تغییرات اقلیمی»، «حکمرانی آب»، «بهرموری آبیاری» و «منازعات فرامرزی آب» را کشف کنند و تحول این مفاهیم را در طول زمان ردیابی نمایند (Zeraatpisheh et al., 2021). این بینش برای سیاست‌گذاران و پژوهشگرانی که به دنبال اولویت‌بندی اقدامات، تخصیص بودجه و طراحی رویکردهای بین‌رشته‌ای برای پایداری منابع آب هستند، بسیار ارزشمند است (Zhang & Ma, 2021).

تحلیل شبکه مفهومی یا نقشه علمی (که بیشتر با نام "نگاشت علمی هم‌اژگانی" نیز شناخته می‌شود برای نمایش ارتباطات میان مفاهیم کلیدی بر اساس هم‌رخدادی آن‌ها در متون علمی است. این فنون با ترسیم شبکه‌ای از کلیدواژه‌های پرتکرار، ساختار شناختی یک حوزه پژوهشی را آشکار می‌سازد (Cobo et al., 2011). ترسیم نقشه‌های علم، از زیرشاخه‌های حوزه علم‌سنجی است. این حوزه، از طریق پردازش، استخراج و مرتب‌سازی اطلاعات به ترسیم نقشه علمی می‌پردازد و امکان تحلیل، مسیریابی و نمایش دانش را فراهم می‌آورد؛ علاوه بر آن، این حوزه در جهت سهولت بخشیدن دسترسی به اطلاعات، آشکارسازی ساختار دانش و کمک به جستجوگران دانش برای رسیدن به نتایج موفقیت آمیز حرکت میکند (نوروزی چاکلی، 1393). در پژوهش‌های بحران آب، از این تحلیل برای ردیابی تعامل پویا بین مفاهیمی مانند «کم‌آبی»، «تاب‌آوری اقلیمی»، «حکمرانی» و «پایداری» استفاده شده است. این تحلیل به محققان و سیاست‌گذاران امکان می‌دهد شکاف‌های دانشی و ارتباطات بین‌رشته‌ای را شناسایی کنند (Zhang & Ma, 2021).

در پژوهش حاضر، برای تحلیل شبکه‌ای هم‌اژگانی یا مفهومی، از شاخص‌های تحلیل شبکه‌ای اجتماعی استفاده شد. این شاخص‌ها که بر مبنای شبکه‌های انسانی تعریف می‌شوند، شامل شاخص مرکزیت درجه¹، مرکزیت بینابینی² و مرکزیت نزدیکی³ هستند (Fu et al., 2018). مرکزیت درجه، تعداد ارتباطات مستقیم یک مفهوم با سایر مفاهیم در شبکه را نشان می‌دهد. هرچه عدد آن بیشتر باشد، مفهوم مورد نظر ارتباطات بیشتری دارد و از اهمیت بیشتری در شبکه برخوردار است. همچنین مرکزیت بینابینی نشان می‌دهد که یک مفهوم چقدر در مسیر بین سایر مفاهیم قرار دارد. مفاهیمی با مرکزیت بینابینی بالا، نقش واسطه و پل ارتباطی بین بخش‌های مختلف شبکه را ایفا می‌کنند و مرکز نزدیکی نشان می‌دهد که یک مفهوم چقدر به سایر مفاهیم در شبکه نزدیک است. مفاهیمی با مرکزیت نزدیکی بالا، به سرعت می‌توانند به سایر مفاهیم دسترسی پیدا کنند و در انتشار اطلاعات نقش مهمی دارند.

در این پژوهش، از شاخص‌های مرکزیت درجه، بینابینی و نزدیکی برای شناسایی مفاهیم تأثیرگذار در نقشه یا شبکه مفهومی حوزه پژوهشی "بحران آب" استفاده شد. همچنین از ماتریس هم‌رخدادی که از تحلیل هم‌اژگانی به دست می‌آید، برای الگوریتم‌های خوشه‌بندی مانند خوشه‌بندی سلسله مراتبی یا خوشه‌بندی K-means استفاده گردید (Sedighi, 2018) در ادامه روش اجرای این پژوهش با توجه به مطالب پیش گفته تشریح می‌گردد.

پیشینه پژوهش

¹ Degree Centrality² Betweenness Centrality³ Closeness Centrality

تاکنون پژوهش‌های متعددی با رویکرد علم‌سنجی در حوزه‌های مختلف آب در سطوح منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی انجام شده است. در اینجا، این پژوهش‌ها بر اساس تقسیم‌بندی موضوعی به‌صورت مختصر معرفی و نتایج کلی آن‌ها تشریح می‌شود.

پژوهش‌های علم‌سنجی در حوزه "مدیریت پایدار منابع آبی"، مانند پژوهش برزگری و دیگران (1400)، پژوهش حمیدی و همکاران (Hamidi et al., 2021)، پژوهش بانو و همکاران (Bao et al., 2023)، و همچنین پژوهش ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2019)، نشان‌دهنده تمرکز جهانی بر همگرایی علم، فناوری و سیاست‌گذاری برای مدیریت بهینه منابع آبی است. این مطالعات بر عوامل مؤثر بر توسعه علمی، رویکردهای نوین مانند شهر اسفنجی و مدیریت هوشمند آب در راستای اهداف توسعه پایدار تأکید دارند. تحلیل‌ها حاکی از توجه گسترده به ردیابی اکولوژیکی و تولیدات علمی در کشورهای مختلف برای دستیابی به پایداری منابع آبی است.

پژوهش‌های علم‌سنجی در حوزه "کیفیت آب" مانند پژوهش‌های موری‌را و همکاران (Moreira et al., 2023)، یکا و دینکا و همکاران (Nika & Dinka, 2022)، ناصر و همکاران (Naseer et al., 2022) و لی و همکاران (Li et al., 2020) نشان‌دهنده افزایش توجه به این حوزه در دو دهه اخیر است. مطالعاتی مانند تحلیل علم‌سنجی پژوهش‌های مرتبط با تأثیرات تغییرات آب و هوایی بر کیفیت آب و اثرات بارش‌های شدید باران بر کیفیت آب، بر نقش عوامل اقلیمی در تغییرات کیفی منابع آب تأکید دارند. از سوی دیگر، تحلیل علم‌سنجی پژوهش‌های مربوط به عوامل میکروبی در تجزیه و تحلیل کیفیت آب و شاخص‌های پایش زیستی کیفیت آب، نشان‌دهنده پیشرفت‌های علمی در شناسایی و رصد آلاینده‌های بیولوژیکی و شیمیایی است. به‌طور کلی، نتایج علم‌سنجی این حوزه حاکی از افزایش تولیدات علمی، تمرکز بر چالش‌های جهانی مانند تغییرات اقلیمی، و توسعه روش‌های نوین پایش و مدیریت کیفیت آب است که همگی بر ضرورت رویکردهای یکپارچه و چند رشته‌ای برای حفظ و بهبود کیفیت منابع آبی تأکید می‌کنند.

پژوهش‌های علم‌سنجی در حوزه "تصفیه آب" همچون پژوهش‌های نیشی و ساروجا (Nishy & Saroja, 2018)، والدیویزو و همکاران (Valdiviezo et al., 2021)، جاپیرا و همکاران (Jayapriya et al., 2021)، فو و همکاران (Fu et al., 2022) و موحد و همکاران (Mohed et al., 2023) نشان می‌دهد تولیدات علمی در این حوزه در دهه ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰ رشد خوبی داشته است. این مطالعات بر توسعه مواد و روش‌های نوآورانه برای حذف آلاینده‌ها تمرکز دارند و بر ضرورت استفاده از فناوری‌های پایدار و کارآمد برای مدیریت منابع آبی و پاسخگویی به چالش‌های زیست‌محیطی تأکید می‌کنند. پژوهش‌های علم‌سنجی در حوزه مرتبط با "آب آشامیدنی و بهداشتی" نشان‌دهنده افزایش توجه به این حوزه، به‌ویژه در دهه اخیر ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲، است. مطالعاتی مانند «دیدگاه‌ها و عملکردهای پایدار در مدیریت آب آشامیدنی» کری ساویلا و همکاران (Garcia-Ávila et al., 2023)، «روش‌های کلرزنی و ضدعفونی و محصولات جانبی آن، و بررسی متغیرهای کیفی آب در زمان» شینده و همکاران (Shindhe et al., 2021)، بر ضرورت بهبود فرایندهای تصفیه و مدیریت پایدار منابع آب تأکید دارند. همچنین، «تحلیل انتشارات در حوزه آب بهداشتی در کشور هند» از شارما (Sharma, 2021) نشان‌دهنده رشد قابل توجه پژوهش‌ها در این زمینه است که احتمالاً ناشی از چالش‌های مرتبط با دسترسی به آب سالم در این کشور می‌باشد. نتایج علم‌سنجی این حوزه حاکی از افزایش تولیدات علمی، تمرکز بر فناوری‌های نوین ضدعفونی، و تلاش برای ارائه راه‌حل‌های پایدار و کارآمد برای تأمین آب آشامیدنی سالم در سطح جهانی است که همگی بر اهمیت حفظ کیفیت و سلامت آب برای جوامع انسانی تأکید می‌کنند.

پژوهش‌های علم‌سنجی مرتبط با سایر حوزه‌های مختلف آب، از جمله «مسائل فنی لوله‌های آب» همچون پژوهش کنور (Konur, 2017)، «مدیریت فاضلاب» پژوهش داور آذر و همکاران (Davarazar et al., 2021)، «آلودگی آب» پژوهش ریاحی‌نیا (Reyhani et al., 2023)، و «ارتباط آب با رشد اقتصادی و پایداری» پژوهشی از بای و همکاران (Bai et al., 2022)، نشان‌دهنده گستردگی و تنوع موضوعات پژوهشی در این حوزه است.

مطالعاتی مانند «مدیریت فاضلاب در مقیاس جهانی» مانند پژوهش راویچاندران و ویوکاناندان (Ravichandran & Vivekanandan, 2021) و «پژوهش‌های مرتبط دیگری در مورد "آب" در کشورهای مراکش و هند» مانند پژوهش لرهول و همکاران (Lerhoul et al., 2021) و سینگ و همکاران (Singh et al., 2023)، بر چالش‌های منطقه‌ای و جهانی در تأمین و مدیریت پایدار منابع آب تأکید دارند. همچنین، تحلیل

زودآیند ویرایش نشده

پژوهش‌های مرتبط با «امنیت و حکمرانی آب در سطح جهانی» توسط آگویر و کوئرو دی (Aguirre & Cuervo Díez 2023) بر اهمیت همگرایی علم، فناوری، سیاست‌گذاری در این زمینه تأکید دارند. به‌طور کلی، نتایج پژوهش‌های علم‌سنجی این حوزه‌های مرتبط با مسائل بحران آب حاکی از افزایش تولیدات علمی، تمرکز بر پایداری، و نیاز به رویکردهای چند رشته‌ای و جامع برای مدیریت منابع آب در ابعاد محلی، منطقه‌ای و جهانی است.

در ایران نیز چند پژوهش با رویکرد علم‌سنجی در حوزه آب انجام شده است. در این میان، به‌طور اختصار می‌توان به پژوهش حاتمی و محمودی (1403) با عنوان «علم‌سنجی آلودگی آبهای سطحی: تحلیل روندها، چالش‌ها و راهکارهای نوین» پژوهش ریاحی نیا و همکاران (1402) با عنوان «تحلیل هم‌استنادی و هم‌رخدادی تولیدات علمی حوزه آلودگی آب» اشاره کرد. همچنین چند پژوهش دیگر در برخی از حوزه‌ها که تا حدودی می‌تواند با بحران آب در ابعاد ملی و جهانی مرتبط باشد، انجام شده است. از جمله:

اکبری، جاوید و غفاری (1402) با بهره‌گیری از رویکرد علم‌سنجی، تولیدات علمی حوزه مدیریت بحران و مخاطرات را در پایگاه اسکوپوس بررسی کردند. آن‌ها با ترسیم نقشه دانش، خوشه‌های موضوعی و روندهای پژوهشی را شناسایی نمودند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به‌عنوان الگویی برای تحلیل تولیدات علمی در حوزه بحران آب استفاده شود و به شناسایی شکاف‌های پژوهشی و اولویت‌بندی موضوعات کمک کند.

در مطالعه‌ای دیگر، بتولی و بتولی (1400) به ارزیابی تأثیر اجتماعی و علمی تولیدات پژوهشگران مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور پرداختند. چنین رویکردی برای بررسی تأثیر علمی و اجتماعی پژوهش‌های مربوط به بحران آب به‌ویژه در زمینه سیاست‌گذاری و آگاهی‌بخشی عمومی – بسیار سودمند خواهد بود.

همچنین، شه‌میرزادی و همکاران (1398) با تمرکز بر سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، به واکاوی شاخص‌های سنجش و ارزیابی علم، فناوری و نوآوری پرداختند. این مطالعه با تحلیل نظام‌مند شاخص‌های علمی و نوآورانه، چارچوبی برای سنجش اثربخشی فعالیت‌های پژوهشی در سازمان‌های دولتی ارائه می‌دهد. این چارچوب می‌تواند در بررسی اثربخشی پروژه‌ها و مطالعات علمی در حوزه مدیریت منابع آب نیز به کار گرفته شود، به‌ویژه در نهادهایی که در امر پژوهش و توسعه پایدار منابع طبیعی فعال هستند.

مرور پیشینه‌ها نشان می‌دهد عمده‌ترین تحلیل روند انتشارات علمی، شناسایی موضوعات کلیدی و حوزه‌های پژوهشی، بررسی همکاری‌های علمی، ارزیابی تأثیر و مرجعیت انتشارات علمی و تحلیل ساختار دانش در حوزه آب متمرکز بوده‌اند. در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴، حدود ۴۱ پژوهش با روش‌های علم‌سنجی در موضوعات مختلف آب انجام شده که نشان‌دهنده توجه روزافزون به این حوزه از دانش است. در این میان، بیشترین تمرکز پژوهش‌ها بر روی موضوع "کیفیت آب" بوده است. نتایج این پژوهش‌ها معمولاً به شناسایی نویسندگان و مؤسسات پیشرو، مجلات شاخص، تولیدات علمی باکیفیت، کشورهای پیشرو در تولید علم در حوزه آب و همچنین شناسایی واژگان و مفاهیم کلیدی منجر شده است. داده‌های مورد استفاده در اکثر این پژوهش‌ها از پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر مانند وب آو ساینس^۱ و اسکوپوس^۲ استخراج شده است.

برخلاف مطالعات پیشین که اغلب به ارائه داده‌های توصیفی بسنده کرده‌اند، این پژوهش با تمرکز بر ابعاد مفهومی و روابط بین مفاهیم، به شناخت دقیق‌تر و جامع‌تری از این حوزه دست یافته است. این رویکرد نه تنها به شناسایی شکاف‌های پژوهشی کمک می‌کند، بلکه چارچوبی تحلیلی برای مطالعات آینده فراهم می‌آورد. یکی از ویژگی‌های برجسته این پژوهش، پرهیز از ارائه داده‌های صرفاً کمی و تمرکز بر تحلیل کیفی و مفهومی است و با تلفیق روش‌های مختلف و نگاهی جامع، نه تنها به یک فهم نظام‌مند از وضعیت پژوهش‌های مرتبط با بحران آب دست یافته، بلکه زمینه‌ساز رویکردهای نوآورانه در مطالعات آتی نیز خواهد بود.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع کاربردی است و از فنون حوزه علم‌سنجی استفاده شده است. تحلیل هم‌اژگانی یا هم‌رخدادی واژگان خوشه‌بندی اطلاعات و شبکه مفهومی از جمله این فنون است که نمایانگر اهمیت روزافزون آن در تحلیل‌های حوزه علم‌سنجی می‌باشد و دارای کارکردهای متعددی از جمله مطالعه ساختار فکری نویسندگان، پژوهشگران، حوزه‌های دانش‌پژوهی، پویایی و حرکت علم و دانش و همچنین روشی برای تحلیل روابط مفهومی در متون و اسناد می‌باشد (احمدی و عصاره، 1396). در این مقاله داده‌های مورد استفاده شامل 23980 مقاله

¹ Web of Science (wos)

² Scopus

است که از پایگاه WOS در فاصله زمانی 2000 تا 2024 استخراج گردید. برای جستجوی جامع‌ترین اسناد مرتبط با حوزه "بحران آب" کلمات کلیدی بر اساس اصطلاحنامه‌های موجود و همچنین مشورت با متخصصان حوزه آب گزینش گردید و با عملکرد OR در فیلد موضوع پایگاه به فرمت زیر مورد جستجو قرار گرفت.

"Water Crisis" OR "Water Scarcity" OR "Water Stress" OR "Overextraction Water" OR "Water Rights" OR "Water Diplomacy" OR "Water Consumption" OR "Water Withdrawal" OR "Virtual Water" OR "Water Access" OR "Water Use" OR "Water Pollution"

با توجه به اینکه فرض بر این است که وجود کلمات کلیدی فوق در فیلد جستجوی ذکر شده، که بخشی از فیلدهای اصلی در فرآیند جستجو هستند، ضمن جلوگیری از حذف کاذب و جستجوی نتایج نامربوط، تا حد زیادی به جامعیت دست می‌یابد. داده‌های این پژوهش صرفاً از پایگاه وب آو ساینس استخراج شده است. از این لحاظ ممکن است در پایگاه‌های دیگری مانند اسکوپوس یا سایر پایگاه‌های تخصصی دیگری مقالاتی بوده باشد که در تحلیل این پژوهش نیامده باشد.

مراحل اجرا پژوهش در چند گام به شرح زیر است:

گام اول: برای استخراج مفاهیم از مدارک، دو روش وجود دارد: روش نخست، تحلیل محتوای دستی و روش دوم، متن‌کاوی خودکار. در روش دستی، واژگان و مفاهیم به‌صورت یکجا از عنوان، چکیده و کلیدواژگان توصیفگر استخراج می‌شوند. در پژوهش حاضر، از روش متن‌کاوی نیمه‌خودکار (تلفیقی) برای گردآوری داده‌های موردنیاز استفاده شد. به این ترتیب، علاوه بر استخراج یکجای کلیدواژگان توصیفگر، برای شناسایی مفاهیم از عناوین و چکیده‌ها از ابزار متن‌کاوی نرم افزار ووس ویور نسخه (1.6.3) نیز استفاده شد (Van Eck & Waltman, 2017).

گام دوم: آماده‌سازی و انتخاب نهایی مفاهیم، در این مرحله، معمولاً چهار عمل صورت می‌گیرد شامل یکدست‌سازی واژه‌ها، برچسب‌گذاری، تهیه سیاهه کلمات بازدارنده و انتخاب روش و عملی که به‌وسیله آن از میان واژه‌های استخراج شده اولیه، مفاهیم یا کلیدواژه‌های مهم انتخاب شود. برای تبدیل واژگان به مفاهیم و انتخاب نهایی در مرحله بعدی، از روشی با نام C-value استفاده شده است. روش C-value از جمله روش‌هایی است که تلفیقی از روش‌های زبانی و آماری را برای استخراج واژه‌های ترکیبی استفاده می‌کند. در پژوهش حاضر از روش زبانی C-value شامل برچسب‌گذاری بخشی از کلام، پالایه زبانی و سیاهه بازدارنده استفاده شد. برچسب‌گذاری بخشی از کلام، شامل اختصاص دادن برچسب‌های گرامری (نظیر اسم، صفت، فعل، حرف اضافه، ضمیر و ...) به هر واژه در متن است (احمدی و پرهام نیا، 1403). در این روش، سه پالایه زبانی در رابطه 1 در نظر گرفته شده است:

(1).

1. Noun+Noun
2. (Adj|Noun)+Noun
3. ((Adj|Noun) * ((Adj|Noun) * (Noun preposition)?) (Adj|Noun) *) Noun

بر اساس این پالایه‌ها، واژگان و یا کلیدواژگانی که در مرحله قبل به‌دست آمده بودند، از طریق آن‌ها نمایه‌سازی مفهومی شد و در واقع، برخی از واژگان، تبدیل به مفاهیم ترکیبی شدند. به عبارتی برای مفهوم‌سازی برخی از مفاهیم از این سه پالایه زبانی استفاده گردید.

گام سوم: در گام سوم برای ترسیم نقشه‌ها و خوشه‌بندی‌ها از ماتریس هم‌رخدادی واژگان استفاده شد. تحلیل ویژگی‌ها و شاخص‌های ماتریس هم‌رخدادی مهم‌ترین مرحله از تحلیل هم‌رخدادی واژگان است. در این پژوهش از طریق نرم‌افزار راور ماتریس¹ ماتریس‌های هم‌رخدادی مفاهیم یا واژگان استخراج شد.

گام چهارم: رتبه‌بندی مفاهیم، خوشه‌بندی، تحلیل و ترسیم نقشه یا شبکه مفهومی با داده‌های هم‌رخدادی، تجزیه و تحلیل داده‌ها در چند مرحله و با هدف پاسخگویی به پرسش‌های پژوهش انجام شد. در این فرآیند، تغییر فرمت و تبدیل داده‌ها متناسب با هر پرسش صورت گرفت و در برخی موارد از نرم‌افزارهای تخصصی استفاده گردید. برای نمونه، به‌منظور پاسخ به پرسش اول و تعیین فراوانی مفاهیم، از نرم‌افزار «راور ماتریس» بهره گرفته شد و همچنین ماتریس هم‌رخدادی با همین نرم‌افزار ایجاد گردید. در مرحله خوشه‌بندی و محاسبه وزن مفاهیم (تعیین مفاهیم متناظر)، از یک ماتریس متقارن 256×256 با حداقل بسامد 5 به عنوان نقطه برش استفاده شد. سپس، با کمک نرم‌افزار «نت‌دراو»، فرمت خروجی نرم‌افزار «ووس‌ویور» استخراج گردید تا نقشه‌های باکیفیت‌تری ترسیم شود. علاوه بر این، برای محاسبه شاخص‌های ساختار شبکه مفهومی، از بخش تحلیل شبکه

¹Ravar_matrix

زودآیند ویرایش نشده

در نرم‌افزار «یو.سی.آی.نت» استفاده شد. در نهایت، با انجام محاسبات و تحلیل‌های آماری، داده‌ها در قالب جداول و نقشه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند و پاسخ پرسش‌های پژوهش تحلیل شد.

یافته‌های پژوهش

پاسخ به پرسش اول پژوهش. مفاهیم پرتکرار در پژوهش‌های حوزه بحران آب در سطح جهانی کدامند؟ یافته‌ها نشان داد که از حدود 23,980 مقاله نمایه‌شده در پایگاه اطلاعاتی WOS در موضوع بحران آب، در مجموع 37,340 مفهوم یا کلیدواژه شناسایی شده است. این مفاهیم بایسامدهای مختلف در مقالات توسط نویسندگان مقاله یا توسط پایگاه داده برای نمایه‌سازی موضوعی تعیین شده‌اند در جدول (1)، فهرستی از 50 مفهوم پرتکرار ارائه شده است که جمع فراوانی آن‌ها بیش از 11 درصد از کل فراوانی مفاهیم شناسایی‌شده را شامل می‌شود. این مفاهیم به ترتیب بیشترین تا کمترین فراوانی مرتب شده‌اند و می‌توان آن‌ها را به‌عنوان مفاهیم کلیدی و پرکاربرد در حوزه مورد بررسی در نظر گرفت. این امر می‌تواند بیانگر جهت‌گیری پژوهش‌ها، اولویت‌های علمی، و روندهای رایج در ادبیات این حوزه باشد.

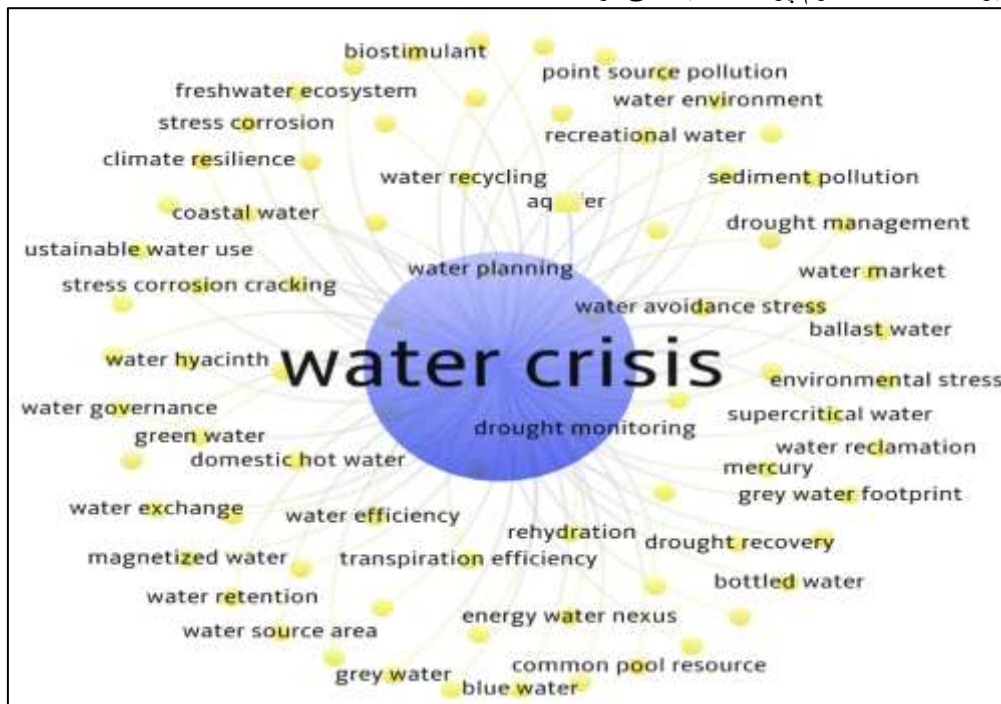
جدول 1، مفاهیم پربسامد پژوهش‌های حوزه بحران آب در ابعاد جهانی

رتبه	مفاهیم	فراوانی	رتبه	مفاهیم	فراوانی
1	Water Stress	1743	25	Water Management	210
2	Water	1545	26	Proline	204
3	Drought	984	27	Efficiency	202
4	Water Onsumption	656	28	Drinking Water	191
5	Water Scarcity	653	29	Water Supply	186
6	Water Quality	530	30	Groundwater	184
7	Water Pollution	615	32	Abiotic Stress	181
8	Climate Change	494	33	Growth	180
9	Pollution	446	34	Drought Olerance	179
10	Drought Stress	433	35	Sustainability	176
11	Photosynthesis	367	35	Surface Water	176
12	Heavy Metal	362	36	Sanitation	170
13	Irrigation	341	37	Agriculture	164
14	Stress	331	38	Deficit Irrigation	162
15	Water Deficit	314	39	Gas Exchange	161
16	Oxidative Stress	304	40	Abscisic Acid	152
17	Stomatal Onductance	264	41	Water Potential	150
18	Yield	230	41	Antioxidant Enzyme	150
19	Wheat	232	42	Temperature	147
20	Stress Corrosion	218	43	Maize	146
21	Water Footprint	217	44	Transpiration	143
22	Water Use Efficiency	214	44	Water Deficit Stress	143
23	Evapotranspiration	212	44	Remote Sensing	143
24	Water Resource	212	45	Chlorophyll	141
24	Salinity	211	46	Nitrogen	135

همان‌طور که در جدول 1 مشاهده می‌شود، مفاهیم تنش آبی، آب و خشکسالی بیشترین فراوانی را در میان مدارک علمی مورد بررسی به خود اختصاص داده‌اند. علاوه بر مفاهیم ذکر شده، مفاهیمی مانند کمبود آب، کیفیت آب، آلودگی آب و تغییرات اقلیمی نیز به طور چشمگیری در ادبیات پژوهشی تکرار شده‌اند. نکته قابل توجه دیگر،

تکرار کم بسیاری از مفاهیم است در این میان بیش از 75 درصد مفاهیم، تنها یک بار در پژوهش‌ها به کار رفته‌اند.

پاسخ به پرسش دوم پژوهش. مفاهیم نوظهور در ادبیات پژوهشی حوزه بحران آب در سطح جهانی کدام‌ها است؟ در ادامه یافته‌های پژوهش، در پاسخ به پرسش دوم، بر اساس نتایج تحلیل مفاهیم اسناد و مدارک حوزه بحران آب در سطح جهانی، مشخص شد که تقریباً در یک دهه اخیر، مفاهیم جدید و نوظهوری وارد ادبیات این حوزه شده‌اند. برای بدست آوردن این مفاهیم جدید، سه دوره زمانی مشخص شدند. طبق دروه اخیر (2015-2024) در شکل زیر، تعداد 80 مفهوم پربسامد دیده می‌شود.



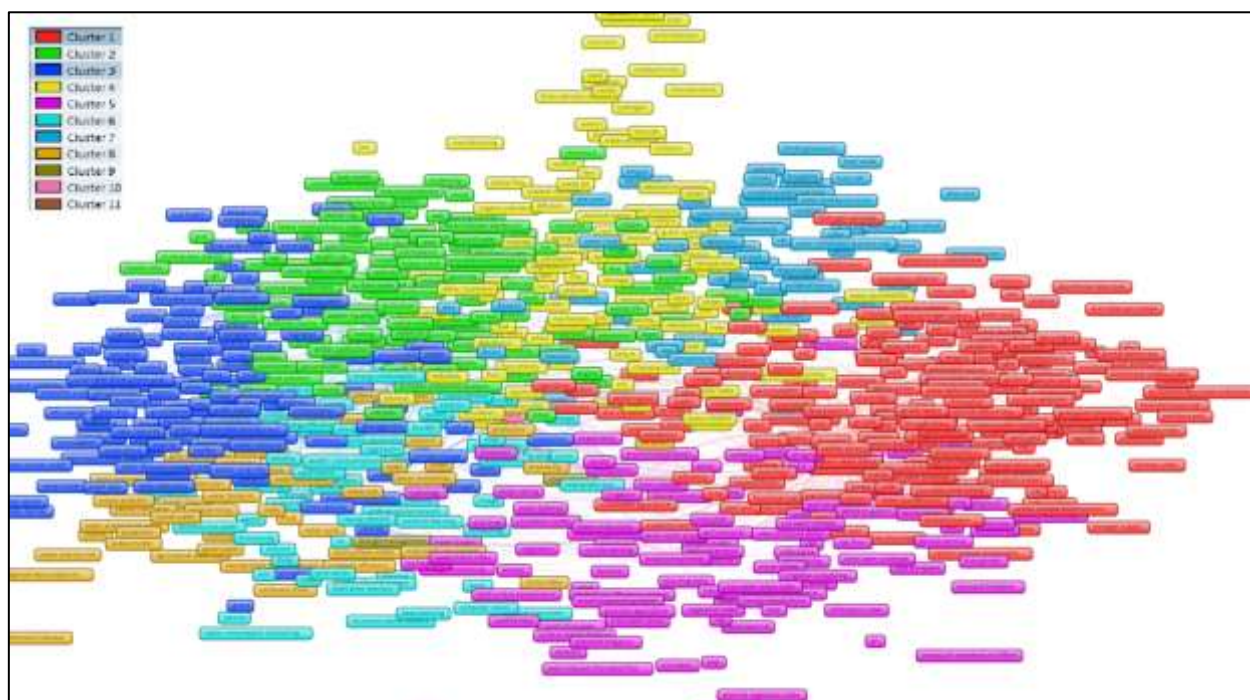
شکل 1. مفاهیم نوظهور پژوهشی‌های حوزه بحران آب در ابعاد جهانی

در شکل (1) مفاهیم مکرر همراه با "بحران آب" در اسناد علمی را نشان می‌دهد. این مفاهیم عمدتاً از 2015 وارد ادبیات علمی شده و اخیراً به موضوعات مهم پژوهشی تبدیل شده‌اند. برخی از آن‌ها نقش کلیدی در خوشه‌بندی‌های مرتبط با بحران آب دارند و در تحلیل داده‌ها استفاده می‌شوند. در این تحلیل فقط هم‌رخدادی با "بحران آب" بررسی شده است. ممکن است این مفاهیم پیش‌تر در حوزه‌های دیگر مطرح شده باشند، اما به دلیل هم‌رخدادی در پژوهش‌های بحران آب، به عنوان مفاهیم نوظهور این حوزه شناخته می‌شوند. تمرکز اصلی پژوهش شناسایی مفاهیم خاص مرتبط با بحران آب است.

پاسخ به پرسش سوم پژوهش. خوشه‌بندی مفاهیم پژوهشی در حوزه بحران آب در سطح جهانی شامل چند خوشه است؟

در ادامه بررسی نتایج تحلیل دانش مربوط به حوزه بحران آب، برای شناسایی الگوهای رایج ارتباط بین مفاهیم در مدارک بررسی شده و درک جامعی از موضوعات اصلی حاکم بر آن‌ها، خوشه‌های مفهومی مرتبط با پژوهش‌ها بررسی و شناسایی شدند. نتایج این خوشه‌بندی به وضوح در شکل (۲) قابل مشاهده است. این خروجی توسط نرم افزار VOSviewer 1.6.3 ترسیم شده است.

زودآیند ویرایش نشده



شکل 2. خروجی خوشه‌بندی مفاهیم پژوهش‌های حوزه بحران آب در ابعاد جهانی

خوشه‌بندی هوشمند انجام شده، منجر به شکل‌گیری ۱۱ خوشه اصلی برای پژوهش‌های مربوط به بحران آب شده است. این خوشه‌ها از تحلیل ماتریس هم‌خدادی ۳۰۸۰ مفهوم با حداقل ۵ بسامد به دست آمده‌اند. در نقشه ارائه شده، هر رنگ نشان‌دهنده یک خوشه است. برای درک بهتر، مشخصات کامل این خوشه‌ها در قالب جدولی با ۵ ستون (جدول ۳) ارائه شده است.

جدول ۳. خوشه‌های شکل گرفته مفاهیم پژوهش‌های حوزه بحران آب در ابعاد جهانی

شماره خوشه	رنگ خوشه	تعداد مفاهیم	مفاهیم با لاترین وزن	موضوع خوشه
پژوهش‌نامه علم		769	Water Stress, Drought, Drought Stress, Photosynthesis, Water Deficit, Yield, Efficiency, Stomatal Conductance, Growth, Wheat, Water Use Efficiency, Salinity, Quality, Proline, Abiotic Stress, Drought Tolerance, Water Potential, Plant, Gas Exchange, Nitrogen, Rice, Maize, Abscissic Acid, Antioxidant Enzyme, Water Deficit Stress, Acid, Chlorophyll, Antioxidant, Chlorophyll Fluorescence, Interaction, Protein, Water Relation, Gene Expression, Ratio, Activity, Alt Stress, Germination, Osmotic Adjustment, Root, Crop, Eaf Water Potential, Response, ...	تنش خشکسالی و تأثیر آن بر گیاهان زراعی (Drought stress and its impact on crop plants)
پژوهش‌نامه شاهد زودآیند		570	Water Pollution, Pollution, Water Quality, River, Heavy Metal, Index, Groundwater, Surface Water, Wastewater, Monitoring, Area, Sediment Contamination, Lake, Modeling, Risk Assessment, River Basin, Indicator, Modelling, Assessment, Risk, Water Basin, Fish, Reservoir, Microplastic, Quality Index, Principal Component Analysis, Source, Parameter, Approach, Eutrophication, Process, Concentration, Nutrient, Pollution Index, Bacterium, Phosphorus, Impact, Pesticide, Ecosystem, ...	کیفیت منابع برای حفظ اکوسیستم‌های آبی و سلامت انسان در برابر اثرات آلودگی (Quality of resources for protecting aquatic ecosystems and human health against pollution effects)
پژوهش‌نامه علمی-پژوهشی		493	water, water scarcity, climate change, management, water Resource, Water, Management, Consumption, Sustainability, Water Supply, Drinking Water, Agriculture, Sanitation, Environment, Access, Development, Policy, Technology, Health, Adaptation, Change, Water Access, Water Crisis, Behavior, Theory, Water Conservation, City, Cost,	مدیریت منابع آب در مواجهه با بحران آب و تغییرات اقلیمی (Water resources management in the face of water crisis and climate change)

	Water Security, Industry, Resilience, Community, Sugar, Strategy, Governance, Value, Ulnerability, ...			
مهندسی مواد خوردگی و محیط زیست تحت عوامل محیطی آبی (Corrosion and Environmental Materials Engineering under Aquatic Environmental Factors)	Tress, Method, Stress Corrosion, Effect, Soil, Simulation, Test, Distribution, Flow, Recovery, Alloy, Coefficient, Mechanism, Reduction, Stainless Steel, Structure, Level, Water Content, Treatment, Water Treatment, Characteristic, Adsorption, Condition, Oxidation, Dynamic, Corrosion, Load, Design, Pressure, Material	345		4
مدیریت آب در بخش کشاورزی و پایش منابع آب برای بهروری و روش‌های پایدار (Agricultural Water Management and Water Resources Monitoring for Productivity and Sustainable Practices)	Irrigation, Evapotranspiration, Deficit Irrigation, Transpiration, Remote Sensing, Crop Water Stress Index, Sensor, Soil Moisture, Water Productivity, Region, Cwsi, Canopy Temperature, Water Balance, Forest, Tree, Irrigation Scheduling, Winter Wheat, Grapevine, Hydrology, Stem Water Potential, Water Stress Index, Vegetation Index, ...	266		5
مدیریت و بهینه‌سازی منابع آب با فناوری‌های پیشرفته (Water Resources Management and Optimization Using Advanced Technologies)	Model, Water Consumption, Analysis, System, Energy, Optimization, Energy Consumption, Control, Water Demand, Desalination, Data, Machine Learning, Prediction, Detection, Algorithm, Regression, Measurement, Forecasting, Classification, Demand, Variability, Storage, Technique, Water Resources Management, Neural Network, Building, Energy Efficiency, Artificial Neural Network, Intensity, Internet, Economic Growth, Thing, , Point, Image, Estimation, Gradient, Problem..	227		6
تنش محیطی، فیزیولوژی و روانی بر سلامت موجودات زنده ناشی از آب‌های آلوده (Environmental, physiological, and psychological stress on living organisms' health caused by polluted water)	Oxidative Stress, Temperature, Factor, Rate, Heat Stress, Function, Disease, Pathway, Cell, Water Intake, Dehydration, Morphology, Cortisol, Rat, Diet, Delta, Behaviour, Inflammation, Broiler, Liver, Life, Water Temperature, Apoptosis, Mortality, Mouse, Receptor, Depression, Hydrogen Rich Water, Water Immersion Restraint Stress, Oxygen Consumption, Calcium, Glucose, Turkey, Water Avoidance Stress, Mineral Water, Corticosterone, Alcohol, Hormone, Barrier, ...	183		7
ارزیابی و مدیریت منابع آب با تمرکز بر بهربرداری آب، تجارت آب مجازی و ارتباط متقابل آب با انرژی، غذا و اقتصاد (Water Resources Assessment and Management with Focus on Water Utilization, Virtual Water Trade, and Water-Energy-Food-Economy Nexus)	Water Footprint, China, Water Use, Production, Virtual Water, Water Withdrawal, Water Availability, Life Cycle Assessment, Network, Uncertainty, Difference, Emission, Rogramming, Trade, Food, Allocation, Variation, Swat, Scale, Economy, Nvironmental Impact, Blue Water, Availability, Green Water, Water Transfer, Food Consumption, Virtual Water Trade, Arid Region, Pakistan, Footprint, Decision, Scenario Analysis, Input Output Analysis, Land Use Change, Carbon Footprint, Global Warming, Grey Water, .Otprint, Output Analysis, Output Model, Irrigation Efficiency, ...	165		8
مدیریت پایدار منابع آب با توجه به تأثیرات زیست محیطی، کشاورزی و تغییرات اقلیمی (Sustainable Water Resources Management Considering Environmental Impacts, Agricultural Demands, and Climate Change)	Measure, Regime, Frequency, Flood, Differential Game, Rural, Reservoir Operation, Bioenergy, Drought Management, Hierarchical Cluster Analysis, Policy Instrument, Transboundary Water Pollution, Agricultural Water Pollution, Gorges Reservoir, Metal Concentration, Plant Breeding, Principal Components Analysis, Saccharum Spp, Carotenoids, Climate Change Impact, Dry, Hca, Pollution Evaluation, Regional Difference, Surface Runoff, Beef Heifer, Carvacrol, Chemometric, Conflict Resolution, Contaminant Transport, Hydrological Drought, Water Environment Pollution...	32		9

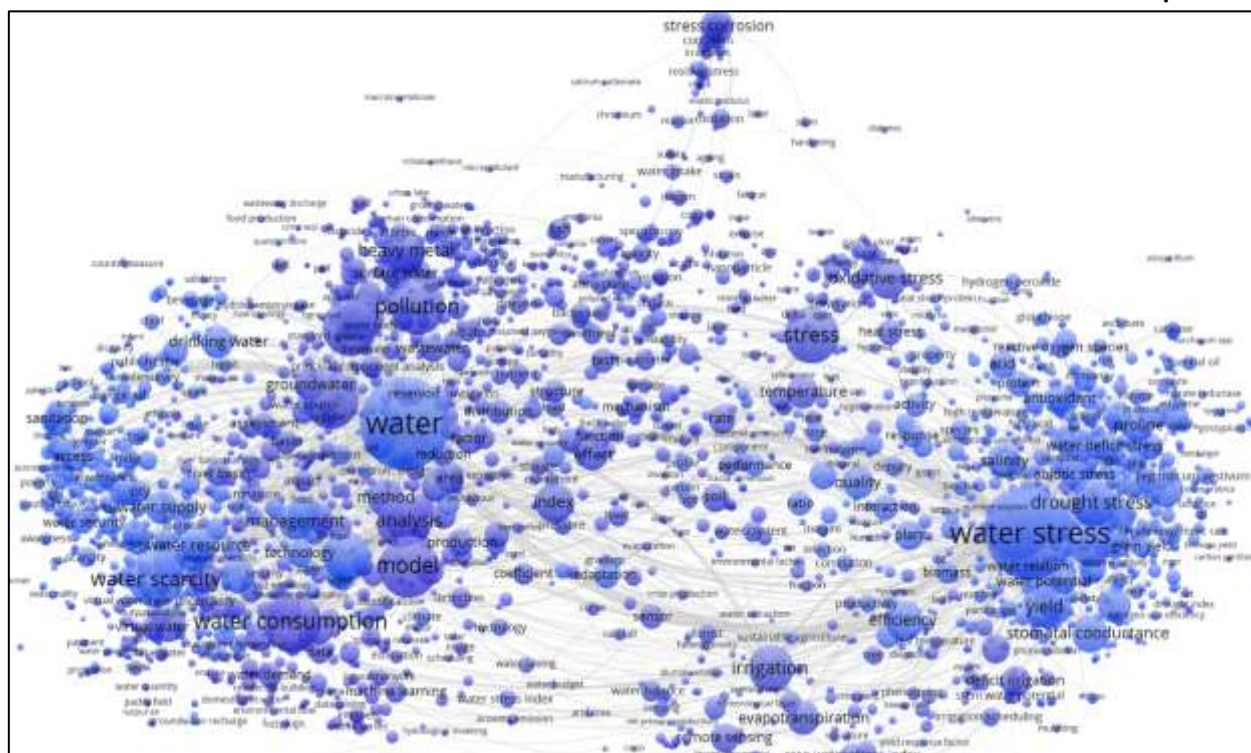
زودآیند ویرایش نشده

مدیریت آب‌های زیرزمینی در مناطق کارستی (Groundwater Management in Karst Regions)	Adaptation Strategy, Groundwater Management, Karst	3		10
اثرات موج گرما بر آب (Effects of Heat Waves on Water Resources)	Heatwave, Mitigation Strategy, Environmental Performance	3		11

برای تعیین موضوع اصلی هر خوشه، عواملی مانند تراکم، مرکزیت و فراوانی مفاهیم در نظر گرفته شد. مفاهیم پر تأثیر به عنوان «پُر وزن» شناخته شدند و موضوع خوشه از آن‌ها استنباط گردید. همان‌طور که جدول (3) نشان می‌دهد، خوشه اول با ۷۶۹ مفهوم بزرگترین است و به خشکسالی می‌پردازد. خوشه دوم (۵۷۰ مفهوم) کیفیت آب و خوشه سوم (۴۹۳ مفهوم) مدیریت منابع آب را بررسی می‌کنند. در مجموع پژوهش‌های بحران آب ۸ خوشه مستقل را تشکیل می‌دهند. خوشه نهم شباهت‌هایی با خوشه سوم دارد اما تفاوت‌هایی آن‌ها را متمایز می‌کند. به عنوان مثال، در خوشه سوم، با توجه به مسائل کلی تغییرات اقلیمی، مباحث مدیریت منابع آب مطرح شده است، در حالی که در خوشه نهم، علاوه بر تغییرات اقلیمی، امور کشاورزی نیز مورد بررسی قرار گرفته است. مورد توجه قرار گرفته است «خوشه‌های دهم و یازدهم با مفاهیم کم، نشان‌دهنده تمرکز کمتر پژوهش‌ها هستند.

پاسخ به پرسش چهارم پژوهش. ساختار شبکه مفهومی دانش در حوزه پژوهشی بحران آب در سطح جهانی چگونه ترسیم شده است؟

تحلیل شبکه مفهومی دانش حوزه پژوهشی بحران آب در ابعاد جهانی نشان می‌دهد این شبکه از ۳۰۰۵ گره و ۹۴۵۰ پیوند تشکیل شده است. در شکل (۳)، نقشه شبکه مفهومی این حوزه با نمایش حداکثر ارتباطات نشان داده شده است.



شکل ۳. نقشه شبکه مفهومی پژوهش‌های حوزه بحران آب در ابعاد جهانی

نقشه شبکه مفهومی شامل گره‌ها (مفاهیم/کلیدواژه‌ها) و لبه‌ها (روابط) است. اندازه گره‌ها نشان‌دهنده بسامد و دریافت لینک، و ضخامت لبه‌ها نشان‌دهنده قدرت و تعداد هم‌خدادی مفاهیم است. طول لبه‌ها نیز بیانگر نزدیکی معنایی بیشتر است. شاخص‌های مرکزیت درجه، مرکزیت بینابینی و مرکزیت نزدیکی برای تحلیل شبکه هم‌اژگانی به کار گرفته شده است. میانگین چگالی (تراکم) شبکه ۰.۰۳۳۵ است که نشان‌دهنده پراکندگی زیاد و

ارتباطات کم بین مفاهیم است. در جدول (4) ده مفهوم با بیشترین عدد در شاخص‌های درجه، بینابینی و نزدیکی ارائه می‌شود.

جدول 4، مفاهیم از نظر مرکزیت درجه، بینابینی و نزدیکی در حوزه دانش بحران آب در مقیاس جهانی

مفاهیم	مرکزیت درجه	مفاهیم	مرکزیت بینابینی	مرکز نزدیکی
Water	7080	Water	13.121	69.620
Water Stress	6551	Water Stress	9.057	66.005
Drought	4027	Drought	4.847	62.039
Water Scarcity	2647	Water Pollution	2.653	58.465
Water Quality	2481	Water Onsumption	2.362	56.240
Water Consumption	2479	Water Quality	2.313	59.039
Water Pollution	2284	Pollution	2.006	57.685
Pollution	2276	Climate Change	1.779	57.652
Climate Change	2063	Drought Stress	1.438	65.520
Irrigation	1663	Irrigation	1.244	56.394
مرکزیت شبکه	1.461%	مرکزیت شبکه	13.09%	47.02%
میانگین	101.342	میانگین	0.039	46.121
انحراف معیار	256.639	انحراف معیار	0.343	3.594

بر اساس شاخص «درجه مرکزیت»، مفاهیم «آب» (۷۰۸۰)، «تنش آبی» (۶۵۵۱) و «خشکسالی» (۴۰۲۷) بیشترین نقش را دارند. مفاهیم «کمبود آب»، «کیفیت آب»، «مصرف آب»، «آلودگی آب» و «تغییرات آب و هوایی» نیز ارتباطات بالایی نشان می‌دهند. میانگین درجه مرکزیت ۱۰۱.۳۴۲ و انحراف معیار ۲۶۵.۳۴۰ است. تمرکز شبکه ۱.۴۶۱٪ نشان می‌دهد توزیع ارتباطات نسبی است. بر اساس شاخص «مرکزیت بینابینی»، مفاهیم «آب» (۱۳.۱۲۱)، «تنش آبی» (۹.۰۵۷) و «خشکسالی» (۴.۸۴۷) نقش اتصالی مهمی دارند. تمرکز کل شبکه ۱۳.۰۹٪ و انحراف معیار ۰.۳۴۳ است. بر اساس شاخص «مرکزیت نزدیکی»، مفاهیم «آب» (۶۹.۶۲۰)، «تنش آبی» (۶۶.۰۰۵) و «خشکسالی» (۶۲.۰۳۹) بیشترین نزدیکی را نشان می‌دهند. میانگین این شاخص 46.212 است. در شبکه مفهومی بحران آب، از 3005 مفهوم با بسامد بالای 5، 1500 هم‌رخدادی شناسایی شد. جدول (5) 30 زوج با قوی‌ترین پیوندهای هم‌رخدادی را نشان می‌دهد.

جدول 5. هم‌رخدادی مفاهیم پژوهش‌های حوزه بحران آب در ابعاد جهانی

هم‌رخدادی مفاهیم	قدرت پیوند	هم‌رخدادی مفاهیم	قدرت پیوند
Efficiency	Water	Model	Water Consumption
Sanitation	Water	Stress	Water
Water Stress	Drought	Climate Change	Drought
Climate Change	Water Scarcity	Water Stress	Abscisic Acid
Pollution	Water	Water Footprint	Water Scarcity
Water Stress	Yield	Pollution	River
Access	Water	Consumption	Water
Water Stress	Photosynthesis	Water Stress	Stomatal Conductance
Drought	Photosynthesis	Sustainability	Water Scarcity
Pollution	Water Quality	Water Stress	Rice
Water Stress	Wheat	Drought	Wheat
Water Stress	Growth	Drought	Water Scarcity
Energy	Water	Water Stress	Irrigation
Model	Water	Water Management	Water Scarcity
Water	Model	Chlorophyll	Fluorescence

با توجه به داده‌های جدول فوق، در ستون «هم‌رخدادی» (Co-occurrence) دو مفهومی را نشان می‌دهد که در متون مربوط به بحران آب با هم ظاهر شده‌اند. ستون «قدرت پیوند» (Link strength) «میزان این هم‌رخدادی را نشان می‌دهد؛ عدد بزرگتر به معنای ارتباط قوی‌تر است. در این هم‌رخدادی مفهوم «آب» نقش محوری دارد

14

مدیریت منابع آبی می‌توان اثرات آن را کاهش داد و پایداری منابع آبی را برای نسل‌های آینده تضمین کرد. اینکه بیش از ۷۵ درصد مفاهیم فقط یک بار در پژوهش‌های این حوزه استفاده شده‌اند، نشان‌دهنده تنوع زیاد موضوعات فرعی و تخصصی در این حوزه پرچالش است. نتایج این پژوهش در مفاهیم پرکاربرد یا پرتکرار با نتایج چندین پژوهش دیگر همخوانی دارد.

در مفهوم پربسامد «تصفیه آب» با پژوهش جاپیرا و همکاران (Jayapriya et al., 2021)، در مفهوم «امنیت آب» با پژوهش آگویرو و کونروو (Aguirre & Cuervo 2023)، در مفهوم «کیفیت آب» با پژوهش‌های لرهول و همکاران (Lrhoul et al., 2021)، و ریاحی‌نیا و همکاران (Riahinia et al., 2023)، همسو است. همچنین در مفهوم پربسامد «تامین منابع آب» با پژوهش بای و همکاران (Bai et al., 2022)، در مفهومی همچون «آلودگی آب» با پژوهش نیکا و دینکا (Nyika and Dinka 2022) و لرهول و همکاران (Lrhoul et al., 2021)، در مفهومی همچون «حاکمیت و دیپلماسی آب» با پژوهش آگویرو و کونروو (Aguirre & Cuervo 2023)، در مفهوم «تصفیه فاضلاب» با پژوهش با کریسا ویلا و همکاران (García-Ávila et al., 2023)، در مفهوم «آب آشامیدنی» با پژوهش جاپیرا و همکاران (Jayapriya et al., 2021)، در مفهوم پربسامد «تغییرات اقلیمی» با پژوهش‌های چن و همکاران (Chen Et Al., 2018) و فروغی و همکاران (Farooqi et al., 2024) و در مفهوم «جذب آب» با پژوهش ریاحی‌نیا و همکاران (Riahinia et al., 2023) همسو است.

مفاهیم نوظهور

تحلیل هم‌آواگانی نشان می‌دهد که در دهه اخیر، مفاهیم نوظهوری وارد ادبیات بحران آب شده‌اند. وجود ۸۰ مفهوم جدید که با «بحران آب» هم‌رخدادی داشته‌اند، گویای چند نکته مهم است: ورود مفاهیم جدید نشان می‌دهد که این حوزه پژوهشی ایستا نبوده و به طور مداوم در حال تکامل و پیشرفت است. یافته‌های علمی جدید و تغییرات در نگرش‌ها و سیاست‌ها باعث ظهور مفاهیم جدید می‌شوند. هم‌رخدادی این مفاهیم جدید با «بحران آب» به طور مستقیم نشان می‌دهد که این مفاهیم در تلاش برای پاسخگویی به چالش‌های نوظهور و پیچیده‌تر مرتبط با بحران آب هستند. این چالش‌ها می‌توانند شامل مواردی مانند: تأثیرات تغییرات اقلیمی بر منابع آب (مانند تغییر الگوهای بارش، افزایش دما، ذوب یخچال‌ها، افزایش تقاضا برای آب به دلیل رشد جمعیت، توسعه کشاورزی و صنعتی، آلودگی‌های جدید منابع آب (مانند آلاینده‌های دارویی، میکروپلاستیک‌ها، مدیریت یکپارچه منابع آب، استفاده از فناوری‌های نوین، مسائل اجتماعی و اقتصادی مرتبط با دسترسی به آب و توزیع عادلانه آن و تمرکز بر رویکردهای جدید باشد. همچنین تمرکز بر رویکردهای جدیدی مانند: مدیریت یکپارچه منابع آب، مدیریت تقاضای آب، آب مجازی، انطباق با تغییرات اقلیمی، نقش فناوری‌های نوین باعث استفاده از این مفاهیم جدید در پژوهش‌های یک دهه اخیر است.

به طور خلاصه مفاهیم نوظهور در چند بعد قابل بررسی است: 1. ادغام رویکردهای پایداری و چرخشی؛ در سال‌های اخیر کری‌سا ویلا و همکاران (García-Ávila et al., 2023) و داور آذر (Davarazar et al., 2021) تغییر پارادایم به سمت اقتصاد چرخشی آب و ادغام عمیق ملاحظات پایداری در مدیریت منابع آب را مورد توجه قرار دادند. 2. تمرکز بر تنش‌ها و انعطاف‌پذیری در برابر تغییرات اقلیمی؛ در این میان پژوهش‌هایی در مورد تأثیر رویدادهای بارش شدید بر کیفیت آب و تأثیرات تغییرات اقلیمی بر تنوع زیستی دریایی توسط موری‌را و همکاران (Moreira et al., 2023) و لی و همکاران (Li et al., 2020) انجام شده است. 3. حاکمیت پیچیده و رویکردهای اقتصادی-اجتماعی. در این میان پژوهش بای و همکاران (Bai et al., 2022)، نشان‌دهنده درک فزاینده از ابعاد پیچیده اجتماعی، اقتصادی و نهادی بحران آب است. 4. پیشرفت‌های فناورانه هدفمند در تصفیه و پایش آب. در پژوهش ناصر و همکاران (Naseer et al., 2022) به مفاهیم مرتبط با فناوری در تصفیه آب اشاره شده است. 5. توجه به ابعاد اکوسیستمی و سلامت انسان. در این زمینه با پژوهش‌های نیکا و دینکا (Nyika and Dinka 2022) و شارما (Sharma, 2021) همسو است. پژوهش‌های نوظهور در بحران آب نشان‌دهنده درک چندبعدی‌تر و پیچیده‌تر از بحران آب بنابراین، ورود این مفاهیم به ادبیات علمی و بحث در دانشگاه‌ها نشان‌دهنده اهمیت و به‌روز بودن آن‌ها در جامعه علمی و پژوهشی است. این امر نشان می‌دهد که پژوهشگران و دانشگاهیان در تلاش برای درک بهتر چالش‌های جدید و ارائه راهکارهای مناسب برای آن‌ها هستند.

زودآیند ویرایش نشده

خوشه‌بندی مفاهیم

تحلیل ساختار دانش در حوزه بحران آب منجر به شناسایی 11 خوشه موضوعی متمایز شده است که گستردگی و تنوع پژوهش‌های این حوزه را به خوبی نشان می‌دهد. این خوشه‌بندی به درک بهتر تمرکزها و شکاف‌های پژوهشی کمک شایانی می‌کند.

بزرگترین خوشه به بررسی تنش خشکسالی و تأثیرات آن بر گیاهان زراعی اختصاص دارد. تمرکز اصلی این خوشه بر پیامدهای خشکسالی بر امنیت غذایی و سیستم‌های کشاورزی است. مطالعات این حوزه نشان می‌دهد که کاهش منابع آبی می‌تواند تا 40 درصد از عملکرد محصولات استراتژیک را کاهش دهد (Khan et al., 2025) و چالش‌های اقتصادی-اجتماعی جدی ایجاد کند. پژوهش‌های این خوشه عمدتاً بر توسعه راهکارهای سازگاری از جمله کشاورزی هوشمند و ارقام مقاوم به خشکی متمرکز هستند. اهمیت این موضوع بسیار زیاد است، زیرا خشکسالی می‌تواند باعث کاهش محصولات کشاورزی، ناامنی غذایی و مشکلات اقتصادی و اجتماعی شود.

دومین خوشه بزرگ به موضوع کیفیت آب و پیامدهای آلودگی‌های آبی می‌پردازد. این خوشه با بررسی آلاینده‌های نوظهور مانند میکروپلاستیک‌ها و فلزات سنگین، ارتباط مستقیمی بین سلامت اکوسیستم‌های آبی و بهداشت عمومی برقرار می‌کند. مطالعات این حوزه نشان می‌دهد که آلودگی آب سالانه منجر به 1.8 میلیون مورد مرگ و میر می‌شود (WHO, 2024) و تنوع زیستی آبریان را به شدت تهدید می‌کند. این موضوع حیاتی است، چرا که آب آلوده می‌تواند منجر به بیماری‌های مختلف و آسیب به محیط زیست شود.

خوشه سوم بر مدیریت منابع آب در شرایط تغییرات اقلیمی تمرکز دارد. این حوزه به دنبال توسعه راهکارهای انعطاف‌پذیر برای مقابله با بی‌ثباتی منابع آبی است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تغییرات اقلیمی می‌تواند تا 20 درصد از دسترسی به آب شیرین را تا سال 2050 کاهش دهد (Siegel & Siegel, 2021) که لزوم توجه به این حوزه را بیش از پیش آشکار می‌سازد. نتایج این خوشه با پژوهش فروغی و همکاران (Farooqi et al., 2024) همسو است.

خوشه چهارم به جنبه‌های فنی و مهندسی بحران آب پرداخته است. مسائلی نظیر خوردگی مواد در محیط‌های آبی، که می‌تواند به زیرساخت‌های آبی آسیب برساند و موجب آلودگی آب و افزایش هزینه‌ها شود، در این خوشه مسائلی مانند خوردگی سازه‌های آبی، فرسایش لوله‌های انتقال و مشکلات کیفی آب مورد بررسی قرار می‌گیرند. مطالعات نشان می‌دهد که سالانه حدود 30 درصد از آب انتقالی در سیستم‌های فرسوده هدر می‌رود (محمدی و همکاران، 1398).

خوشه پنجم بر بهینه‌سازی مدیریت آب در بخش کشاورزی متمرکز است. این حوزه به دنبال توسعه سیستم‌های پایش هوشمند و روش‌های آبیاری کارآمد است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که استفاده از فناوری‌های نوین می‌تواند تا 35 درصد در مصرف آب کشاورزی صرفه‌جویی ایجاد کند (Abdelmoneim et al., 2024).

خوشه ششم به بررسی فناوری‌های نوین در مدیریت منابع آب اختصاص دارد. این حوزه شامل توسعه سیستم‌های تصفیه پیشرفته، فناوری‌های نم‌زدایی و کاربرد هوش مصنوعی در پیش‌بینی نیاز آبی است. مطالعات نشان می‌دهد که فناوری‌های نوین می‌توانند تا 50 درصد کارایی سیستم‌های آبی را افزایش دهند. این خوشه تا حدود زیادی با خوشه چهارم هم‌پوشانی دارد. با این تفاوت، این خوشه موضوعی به فناوری‌های جدید در مدیریت منابع آب پرداخته است.

خوشه هفتم به تأثیرات تنش‌های محیطی، فیزیولوژیکی و روانی ناشی از آب‌های آلوده بر سلامت موجودات زنده می‌پردازد. این خوشه با خوشه دوم ارتباط دارد، اما بیشتر بر جنبه‌های انسانی، مانند استرس و تأثیرات روانی، تمرکز کرده است.

خوشه هشتم با تمرکز بر ابعاد اقتصادی و حکمرانی آب، به تحلیل شاخص‌های کلیدی مانند ردپای آب و تجارت مجازی آب می‌پردازد که نشان‌دهنده ارتباط پیچیده بین مصرف آب، تولید کالاها و الگوهای تجاری بین‌المللی است. همچنین، این حوزه ارتباط آب با امنیت انرژی را بررسی می‌کند، چنین مطالعاتی به‌ویژه در مناطق خشک که با کم‌آبی و رقابت بخش‌های مختلف مواجه هستند، از اهمیت راهبردی برخوردارند.

خوشه نهم به مدیریت پایدار منابع آب اختصاص دارد. این حوزه بر توسعه راهکارهای جامع برای حفاظت از منابع آبی با در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی تأکید دارد. پژوهش محمدی و اسدپوریان (1403) در ایران با نتیجه این خوشه همسویی دارد. با وجود اهمیت موضوع پایداری، تعداد مفاهیم این خوشه نسبتاً کم است و نشان

می‌دهد که پژوهش‌های بیشتری در این زمینه مورد نیاز است. شباهت این خوشه با خوشه سوم نشان می‌دهد که پایداری بخشی از مدیریت منابع آب است، اما به طور جداگانه نیز مورد توجه قرار گرفته است. خوشه دهم به چالش‌های خاص مدیریت آب‌های زیرزمینی در مناطق کارستی می‌پردازد. این حوزه به دلیل شرایط زمین‌شناسی ویژه، نیازمند راهکارهای تخصصی است.

خوشه یازدهم به بررسی تأثیر امواج گرمایی بر منابع آب اختصاص دارد. این حوزه نوظهور نشان می‌دهد که هر درجه افزایش دما می‌تواند از دسترسی به آب را کاهش دهد. پژوهش‌های این حوزه بر توسعه مدل‌های پیش‌بینی و راهکارهای سازگاری متمرکز است.

نتایج خوشه‌بندی مفاهیم در حوزه بحران آب هر کدام نمایانگر یک حوزه تخصصی یا رویکرد تحلیلی در مواجهه با این بحران هستند. این خوشه‌ها از مسائل زیربنایی مانند خشکسالی و کیفیت آب تا فناوری‌های نوین، ابعاد اقتصادی، حکمرانی و پایداری را در بر می‌گیرند و نشان‌دهنده گستردگی و تنوع ادبیات علمی بحران آب هستند. چنین طبقه‌بندی منسجمی به پژوهشگران کمک می‌کند تا تمرکزهای اصلی، پیوندهای موضوعی و خلأهای پژوهشی را بهتر شناسایی کرده، پژوهش‌های هدفمندتر و هماهنگ‌تری طراحی کرده و راهکارهای مؤثرتری برای مدیریت بحران آب ارائه دهند.

ساختار شبکه مفهومی

ساختار شبکه مفهومی بر اساس هم‌رخدادی مفاهیم در اسناد مرتبط با بحران آب ترسیم شده است. اندازه گره‌ها نشان‌دهنده فراوانی و دریافت لینک، و ضخامت لبه‌ها نشان‌دهنده قدرت و تعداد هم‌رخدادی مفاهیم است. طول لبه‌ها نیز بیانگر نزدیکی معنایی بیشتر است. بر اساس شاخص‌های تحلیل شبکه اجتماعی، مفاهیم «آب»، «تنش آبی» و «خشکسالی» بیشترین درجه مرکزیت را دارند، به این معنی که بیشترین ارتباط را با سایر مفاهیم دارند و نقش کلیدی در انسجام شبکه ایفا می‌کنند. میانگین درجه مرکزیت و انحراف معیار بالا نشان‌دهنده توزیع ناممکن ارتباطات است. تمرکز پایین شبکه بر اساس این شاخص نشان می‌دهد که ارتباطات نسبتاً توزیع شده‌اند و یک مفهوم کاملاً غالب وجود ندارد، هرچند مفهوم «آب» از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین، مفاهیم «آب»، «تنش آبی» و «خشکسالی» نیز بیشترین مرکزیت بینابینی را دارند، به این معنی که نقش مهمی در اتصال سایر مفاهیم به یکدیگر ایفا می‌کنند و به عنوان پل ارتباطی بین موضوعات مختلف عمل می‌کنند. تمرکز نسبتاً پایین شبکه از این لحاظ نیز نشان می‌دهد که قدرت واسطه‌ای بین مفاهیم تا حدی توزیع شده است. چگالی پایین (۰.۰۳۳۵) نشان می‌دهد که شبکه نسبتاً پراکنده و ارتباطات بین مفاهیم آن کم است. انحراف معیار بالا نیز این پراکندگی را تأیید می‌کند. تعداد گره‌ها (۳۰۵) و پیوندها (۳۰۶۶۶) نشان‌دهنده بزرگی و پیچیدگی شبکه است، اما چگالی پایین نشان می‌دهد که پتانسیل ارتباطات بیشتری در این حوزه وجود دارد که هنوز به طور کامل در پژوهش‌ها منعکس نشده است.

بحران آب مفهومی با ابعاد پیچیده است. این پژوهش با استفاده از تحلیل هم‌آزگانی و شبکه مفهومی، تصویری جامع از ساختار دانش در حوزه «بحران آب» در سطح جهانی ارائه می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهند که مفاهیم کلیدی مانند «تنش آبی»، «خشکسالی»، «کمبود آب»، «کیفیت آب»، «آلودگی آب» و «تغییرات آب و هوایی» محور اصلی پژوهش‌های مرتبط با بحران آب را تشکیل می‌دهند. همچنین، ظهور مفاهیم نوظهور در ادبیات بحران آب، نشان‌دهنده پویایی و تکامل این حوزه پژوهشی است که در پاسخ به چالش‌های پیچیده و نوظهور مرتبط با تغییرات اقلیمی، آلودگی‌های جدید و نیاز به مدیریت پایدار منابع آب شکل گرفته‌اند. این مفاهیم نوظهور بیانگر تلاش جامعه علمی و مدیریتی برای ارائه راهکارهای مؤثر و جامع به منظور مقابله با بحران آب در قرن حاضر هستند.

خوشه‌بندی مفاهیم نشان می‌دهد که پژوهش‌های بحران آب عمده‌تر بر موضوعات کلیدی مانند خشکسالی، کیفیت آب و مدیریت منابع آب متمرکز هستند، اما به موضوعات نوظهور و تخصصی‌تر مانند تأثیر موج گرما و مدیریت آب‌های زیرزمینی نیز توجه شده است. تنوع خوشه‌ها بیانگر پیچیدگی مفهومی این حوزه بحران آب است و نیاز به پژوهش‌های بیشتر، به‌ویژه در حوزه‌های پایداری و فناوری‌های نوین، برای ارائه راهکارهای جامع و مؤثر را نشان می‌دهد.

بحران آب مفهومی چندوجهی است که ریشه در ابعاد انسانی، طبیعی و اقلیمی دارد. به همین دلیل، پژوهش‌های مرتبط با این حوزه رشد چشمگیری داشته‌اند. با این حال، نتایج نشان می‌دهد که شبکه مفهومی این حوزه نسبتاً پراکنده است و ظرفیت بالایی برای ایجاد ارتباط بیشتر بین مفاهیم وجود دارد. در این میان، بای و همکاران (Bai et al., 2022) و فو و همکاران (Fu et al., 2022) تأکید کرده‌اند که بحران آب ماهیتی چندوجهی دارد؛ به‌گونه‌ای که همزمان تحت تأثیر عوامل انسانی، تنوع مقیاس‌ها و سطوح تحلیلی (از محلی و منطقه‌ای تا جهانی)، و تفاوت در اولویت‌ها و چالش‌های هر کشور یا اقلیم قرار می‌گیرد.

زودآیند ویرایش نشده

این ماهیت چند وجهی پژوهش‌های حوزه بحران آب موجب شده‌اند که مفاهیم و چارچوب‌های تحلیلی مورد استفاده در مطالعات مختلف، ناهمگون و پراکنده باشند. همچنین، فقدان چارچوب‌های نظری مشترک یا میان‌رشته‌ای منسجم در بسیاری از پژوهش‌ها، باعث تضعیف ارتباطات مفهومی شده است.

به طور کلی مزیت اصلی پژوهش حاضر نسبت به مطالعات پیشین در این است که برای نخستین بار، پژوهش‌های مرتبط با بحران آب را به صورت جامع بررسی کرده و نتایج آن طیف گسترده‌ای از مفاهیم را پوشش می‌دهد؛ در حالی که در پیشینه‌های موجود، تنها جنبه‌های خاصی از این بحران تحلیل شده است. همچنین، این پژوهش برای اولین بار یک خوشه‌بندی هوشمند و نظام‌مند از مسائل بحران آب ارائه می‌کند. بنابراین، یافته‌های این مطالعه از جامعیت بیشتری برخوردار بوده و تا حدی قابل‌استنادتر از سایر پژوهش‌های این حوزه است. یافته‌های این پژوهش فرصتی را برای پژوهشگران فراهم می‌کند تا مفاهیم مرتبط با بحران آب را به طور عمیق‌تر مطالعه کنند. به‌ویژه، خوشه‌های موضوعی و مفاهیم نوظهور شناسایی‌شده در این پژوهش می‌توانند به عنوان مسائل پژوهشی جدید برای پژوهشگران در آینده مطرح شوند. مدیریت مؤثر بحران آب نیازمند اقدامات هماهنگ در سطوح ملی و بین‌المللی با رویکردی جامع و عادلانه است. این یافته‌ها برای تصمیم‌گیران و سیاستگذاران، تصویری از اولویت‌های فعلی و فرصت‌های مغفول در سیاست‌گذاری منابع آب ارائه می‌دهد و تأکید می‌کند که مقابله مؤثر با بحران آب نیازمند رویکردی جامع، میان‌رشته‌ای و آینده‌نگر مبتنی بر شناسایی پیوندهای مفهومی، توسعه فناوری‌های نوین و ارتقای تاب‌آوری در برابر چالش‌های اقلیمی و زیست‌محیطی است.

پیشنهادهای اجرایی پژوهش

پژوهش‌های علمی برای پاسخ به نیازهای شناسایی شده، پر کردن شکاف‌های موجود و حل مسائل پژوهشی انجام می‌شوند. یافته‌های این پژوهش‌ها نه تنها به سوالات مطرح شده پاسخ می‌دهند، بلکه راهکارهایی برای اقدامات عملی و مطالعات بعدی ارائه می‌کنند. در ادامه با توجه به نتایج پژوهش حاضر ادامه پیشنهاداتی برای سیاست‌گذاران، و تصمیم‌گیران در سطح جهانی و ملی ارائه می‌شود.

1. با توجه به یافته‌های تحلیل هم‌اژگانی در حوزه بحران آب که نشان از ظهور مفاهیم نوظهور دارد، پیشنهاد می‌شود سیاستگذاران و تصمیم‌گیران این حوزه، راهبردهای نوین مدیریت بحران آب را با تأکید بر تغییرات اقلیمی، فناوری‌های پیشرفته و عدالت اجتماعی، و با بهره‌گیری از مفاهیم کلیدی مطرح‌شده در ادبیات پژوهشی دهه اخیر، تدوین کنند.

2. تحلیل هم‌رخدادی مفهومی در پژوهش حاضر نشان می‌دهد که سه محور «آب، تنش آبی و خشکسالی» ارتباط معناداری در ادبیات بحران آب دارند. با توجه به پیچیدگی و اثرات چندبعدی این مفاهیم، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده در دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی داخلی و بین‌المللی، به‌ویژه در کشورهای با اقلیم خشک و نیمه‌خشک، این سه‌گانه را به عنوان یک چارچوب پژوهشی یکپارچه مورد بررسی عمیق قرار دهند.

3. با توجه به یافته‌های نظام‌مند خوشه‌بندی موضوعی در پژوهش‌های بحران آب و با درک تفاوت‌های اقلیمی-هیدرولوژیکی کشورهای، پیشنهاد می‌شود دولت‌ها با اتخاذ رویکردی سیستمی، «چارچوب جامع تاب‌آوری آبی» را به عنوان پارادایمی جدید در مدیریت منابع آب اجرایی نمایند.

4. ایجاد سامانه ملی پایش و تحلیل داده‌محور برای مدیریت یکپارچه منابع آب بخصوص در ایران که در ناحیه تقریباً خشک کره زمین قرار دارد از جمله راهکارهایی است که می‌تواند با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین اطلاعات یک سامانه ملی برای پایش، تحلیل و پیش‌بینی تنش آبی، خشکسالی و تغییرات منابع آب زیرزمینی ایجاد کرد.

5. با توجه به یافته‌های پژوهش و شرایط خاص اقلیم خشک ایران، پیشنهادی می‌شود سیاستگذاران و دست‌اندرکاران حوزه آب "راهبردهای جامع مدیریت بحران آب در ایران: از فناوری‌های نوین تا حکمرانی عادلانه در اقلیم خشک" تدوین کنند.

6. تدوین چارچوب سیاست‌گذاری یکپارچه با رویکرد میان‌رشته‌ای در حوزه بحران آب در مراکز آموزشی و پژوهشی بخصوص در کشورهای با اقلیم خشک و نیمه خشک مانند ایران امری ضروری است.

پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

1. به منظور افزایش دقت و کاربردی بودن یافته‌ها، پیشنهاد می‌گردد مطالعات آینده با تکیه بر داده‌های داخلی ایران انجام شود تا امکان مقایسه سیستماتیک بین نتایج پژوهش حاضر و پژوهش آینده فراهم گردد.

2. با توجه به تحولات مفهومی پویا در حوزه بحران آب و ظهور مفاهیم نوظهور مرتبط با چالش‌های پیچیده این حوزه، پیشنهاد می‌شود پژوهشی میان‌رشته‌ای با هدف «تحلیل نظام‌مند نقش مفاهیم جدید در ادبیات بحران آب و ارزیابی تأثیر آن‌ها بر سیاست‌گذاری و مدیریت منابع آب در ایران» انجام شود.
3. همچنین به پژوهشگران بخصوص اعضای هیأت علمی دانشگاه پیشنهاد می‌شود با توجه به خوشه‌های موضوعی شکل گرفته و مفاهیم پر مستعد این حوزه، زمینه را برای انجام پایان‌نامه‌ها و طرح‌های پژوهشی در خوشه‌های مفهومی شکل گرفته فراهم کنند.
4. در روش تحلیل هم‌واژگانی تمرکز بر واژگان پرتکرار در متون پژوهشی است که می‌تواند به نادیده‌گرفتن بافت مفهومی عمیق‌تر، روابط معنایی پنهان و رویکردهای کیفی در مطالعات منجر شود. به همین دلیل پیشنهاد می‌شود مطالعاتی با رویکرد کیفی صورت گیرد.
5. تحلیل هم‌واژگانی نشان داد مفاهیم مدیریتی در پژوهش‌های حوزه آب کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. بنابراین پیشنهاد می‌شود مطالعات آتی با رویکردهای سیاست‌گذاری و مدیریت فناوری اطلاعات در حوزه منابع آب انجام شود.
6. با توجه به اهمیت راهبردی موضوعات "مدیریت آب‌های زیرزمینی در مناطق کارستی" و "اثرات موج گرما بر منابع آب" در تشدید بحران آب - به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران - پیشنهاد می‌شود این دو خوشه کم‌مطالعه شده در اولویت پژوهش‌های آینده قرار گیرند.
7. با توجه به پراکندگی شبکه مفهومی در حوزه بحران آب که نشان‌دهنده ظرفیت بالای توسعه ارتباطات بین‌مفهومی است، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌هایی در چارچوب یکپارچگی مفهومی برای مدیریت بحران آب با رویکرد تحلیل شبکه‌ای انجام شود.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل یک پژوهش مستقل است که توسط نویسندگان انجام شده و تحت هیچ سازمانی قرار نداشته است.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

فهرست منابع

- احمدی، ح.، و پرهام نیا، ف. (1403). تحلیل و ترسیم شبکه مفهومی پژوهش‌های حوزه مرجعیت علمی در ایران: تحلیل هم‌واژگانی. پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات، 39 (4)، 1257-1225.
<https://doi.org/10.22034/jipm.2024.2025232.1582>
- احمدی، ح.، و عصاره، ف. (1396). بررسی مفاهیم، تعاریف و کارکردهای تحلیل هم‌واژگانی. مطالعات ملی کتابداری و سازمان‌دهی اطلاعات، 28 (1)، 145-125.
<https://ensani.ir/file/download/article/20180114082414-9556-258.pdf>
- اکبری جاوید، م.، و غفاری، س. (1402). ترسیم نقشه دانش تولیدات علمی حوزه مدیریت بحران و مخاطرات در پایگاه اسکوپوس 1973-2020. پژوهش نامه علم سنجی، 9 (2)، 384-353.
https://rsci.shahed.ac.ir/article_3893.html
- بتولی، ح.، و بتولی، ز. (1400). ارزیابی تأثیر تولیدات علمی پژوهشگران با ابزار پلام‌ایکس: مطالعه موردی «مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور». پژوهش نامه علم سنجی، 7 (2)، 50-23.
<https://doi.org/10.22070/rsci.2020.5442.1380>
- برزگری، ف.، اکرمی، ص. و شرقی، ط. (1400). عوامل مؤثر بر توسعه و تولیدات علمی مفهوم مدیریت پایدار منابع آبی در کشورهای مختلف. مدیریت آب در کشاورزی، 8 (2)، 66-53.
<https://doi.org/10.24764531.1400.8.2.5.1>
- حاتمی، ز.، و محمودی، م. (1403). علم سنجی آلودگی آبهای سطحی: تحلیل روندها، چالش‌ها و راهکارهای نوین، [سیزدهمین همایش بین‌المللی ایده‌های نوین در معماری، شهرسازی، جغرافیا و محیط زیست پایدار]، مشهد،
<https://civilica.com/doc/2177217>
- حاجیان، ح.، و زرجینی، الف. (1402). تحلیلی بر کاربردهای داده‌کاوی در صنعت بیمه بر اساس شبکه هم‌رخدادی واژگان‌ها و شناسایی معتبرترین مجلات با شاخص استناد به پژوهش‌های علمی با استفاده از رویکرد علم سنجی. پژوهشنامه بیمه، 13 (1)، 86-71.
<https://doi.org/10.22056/ijir.2024.01.06>

زودآیند ویرایش نشده

- ریاحی‌نیا، ن.، دانیالی، س.، و عظیمی، ع. (1402). تحلیل هم‌استنادی و هم‌خدادی تولیدات علمی حوزه آلودگی آب. علم سنجی کاسپین، ۱۰ (۲)، ۴۲-۵۲. <http://cjs.mubabol.ac.ir/article-fa.html۱-۳۰۹>
- زاهدی، زهره. (1403). رویکردهای نوین علم سنجی در ارزیابی سیاستگذاری مسئولانه پژوهش. مطالعات کاربردی علم‌سنجی، 1(4)، 14-7. <https://doi.org/10.22091/apss.2024.12004.1029>
- شهمیرزادی، ط.، حریری، ن.، فهیم‌نیا، ف.، باب‌الحوائجی، ف.، و مطلبی، د. (1398). واکاوی شاخص‌های سنجش و ارزیابی علم، فناوری و نوآوری در سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. پژوهش‌نامه علم سنجی، 5 (1)، 47-66. <https://doi.org/10.22070/rsci.2018.639>
- محمدی، ی.، و اسدپوریان، ز. (1403). ترسیم نقشه علمی پژوهش‌های مدیریت منابع آب در کشور ایران با تأکید بر روندها، الگوها و جهت‌گیری آینده. علم سنجی کاسپین، ۱۱ (۱)، ۷۶-۹۲. <http://cjs.mubabol.ac.ir/article-1-337-fa.html>
- محمدی، ح.، حکیمی، خ.، و احمدی، الف. (1398). امکان سنجی اجرای پروژه‌های انتقال آب بین‌حوضه‌ای در ایران (مطالعه موردی: طرح انتقال آب بهشت‌آباد-فلات مرکزی). پژوهش‌های جغرافیای انسانی، 51 (4)، 1092-1073. <https://doi.org/10.22059/jhgr.2018.248156.1007603>
- نوروزی چاکلی، ع. (1393). آشنایی با علم‌سنجی (مبانی، مفاهیم، روابط و ریشه‌ها). سمت؛ دانشگاه شاهد.
- Ahmadi, H., & Osareh, F. (2017). A review of the concepts, definitions, and functions of co-word analysis. *National Studies on Librarianship and Information Organization*, 28(1), 125–145. <https://en-sani.ir/file/download/article/20180114082414-9556-258.pdf>. [In Persian].
- ahmadi, H. and Parhamnia, F. (2024). Analysis and drawing the conceptual network of researches in the field of scientific authority in Iran: co-word analysis. *Iranian Journal of Information Processing and Management*, 39(4), 1225-1257. <https://doi.org/10.22034/jipm.2024.2025232.1582> [In Persian].
- Abdelmoneim, A. A., Khadra, R., Elkamouh, A., Derardja, B., & Dragonetti, G. (2024). Towards affordable precision irrigation: An experimental comparison of weather-based and soil water potential-based irrigation using low-cost IoT-tensiometers on drip irrigated lettuce. *Sustainability*, 16(1), 306. <https://doi.org/10.3390/su16010306>
- Aguirre, K. A., & Paredes Cuervo, D. (2023). Water safety and water governance: A scientometric review. *Sustainability*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/su15097164>
- Aimar, A. (2017). Managing Water Crisis in the North African Region: With Particular Reference To Jijel Region. *Environmental Change and Human Security in Africa and the Middle East*, 219-237. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45648-5_12
- Akbari Javid, M., & Ghaffari, S. (2023). Knowledge Mapping of Crisis and Risk Management Scientific Products at Scopus During 1973 and 2020. *Scientometrics Research Journal*, 9(2, Autumn & Winter), 353–384. https://rsci.shahed.ac.ir/article_3893.html [In Persian]
- Badran, A. (2017). Climate change and water science policy in management. *Water, Energy & Food Sustainability in the Middle East: The Sustainability Triangle*, 3-19. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48920-9_1
- Bai, W., Yan, L., Liang, J., & Zhang, L. (2022). Mapping knowledge domain on economic growth and water sustainability: a scientometric analysis. *Water Resources Management*, 36(11), 4137-4159. <https://doi.org/10.1007/s11269-022-03245-7>
- Bao, F. Y., Martek, I., Wu, Q. H., Wang, Z. Q., Yang, Y., Chen, C., & Chan, A. P. (2023). Scientometric review of smart water management literature from the sustainable development goal perspective. *International journal of strategic property management*, 27(4), 218-232. <https://doi.org/10.3846/ijspm.2023.19936>

- barzagari, F., Akrami, S., & Sharghi, T. (2021). The Factors Affecting the Development and Scientific Production of Sustainable Management of Water Resources Concept in Different Countries. Document Type : Original Article. *Water Management in Agriculture*, 8(2), 53-66. https://wmaj.iaid.ir/article_136451.html [In Persian]
- Batouli, H., & Batouli, Z. (2021). Evaluating the impact of the scientific output of researchers using PlumX tools: A case study of the Research Institute of Forests and Rangelands. *Scientometrics Research Journal*, 7(2), 23–50. https://wmaj.iaid.ir/article_136451.html [In Persian]
- Boretti, A., & Rosa, L. (2019). Reassessing the projections of the world water development report. *NPJ Clean Water*, 2(1), 15. <https://doi.org/10.1038/s41545-019-0039-9>
- Chen, C., Song, M., & Heo, G. (2020). Mapping the research landscape of sustainable water governance: A co-word analysis. *Journal of Cleaner Production*, 270, 122489. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122489>
- Chen, D., Bi, B., Luo, Z. H., Yang, Y. W., Webber, M., & Finlayson, B. (2018). A scientometric review of water research on the Yangtze River. *Applied Ecology & Environmental Research*, 16(6). https://doi.org/10.15666/aeer/1606_79697987
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(7), 1382–1402. <https://doi.org/10.1002/asi.21525>
- Davarazar, M., Kamali, M., & Lopes, I. (2021). Engineered nanomaterials for (waste) water treatment-A scientometric assessment and sustainability aspects. *NanoImpact*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.nimpact.2021.100316>
- Farooqi, T. J. A., Irfan, M., Zhou, X., Pan, S., Atta, A., & Li, J. (2024). Advancing Knowledge in Forest Water Use Efficiency Under Global Climate Change Through Scientometric Analysis. *Forests*, 15(11). <https://doi.org/10.3390/f15111893>
- Frimpong Boamah, E. (2020). Governing to Deliver Safe and Affordable Water: Perspectives from Urban Planning and Public Policy. *Transforming Global Health: Interdisciplinary Challenges, Perspectives, and Strategies*, 1-18. https://doi.org/10.1007/978-3-030-32112-3_1
- Fu, C., Zeng, W., Ding, R., Mao, C., He, C., & Chen, G. (2017). *Social Network Analysis of China Computer Federation Co-author Network*. [International Conference on Human Centered Computing], (422-432). Cham: Springer International Publishing. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978>
- Fu, L., Mao, S., Chen, F., Zhao, S., Su, W., Lai, G., ... & Lin, C. T. (2022). Graphene-based electrochemical sensors for antibiotic detection in water, food and soil: A scientometric analysis in CiteSpace (2011–2021). *Chemosphere*, 297. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134127>
- García-Ávila, F., Cabello-Torres, R., Iglesias-Abad, S., García-Mera, G., García-Uzca, C., Valdiviezo-Gonzales, L., & Donoso-Moscoso, S. (2023). Cleaner production and drinking water: Perspectives from a scientometric and systematic analysis for a sustainable performance. *South African Journal of Chemical Engineering*, 45(1), 136-148. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2023.05.003>
- Gleick, P. H. (2014). Water, drought, climate change, and conflict in Syria. *Weather, Climate, and Society*, 6(3), 331–340. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-13-00059.1>
- Hamidi, A., Ramavandi, B., & Sorial, G. A. (2021). Sponge City—An emerging concept in sustainable water resource management: A scientometric analysis. *Resources, Environment and Sustainability*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.resenv.2021.100028>
- Hajiyan, H., & Zarjini, A. (2023). A comprehensive analysis of keywords co-occurrence network and the most cited journals on data mining techniques in insurance industry using scientometrics approach. *Iranian Journal of Insurance Research*, 13(1), 71-86. <https://doi.org/10.22056/ijir.2024.01.06>

زودآیند ویرایش نشده

- He, C., Zhang, L., Zhang, X., & Eslamian, S. (2014). Water security: Concept, measurement, and operationalization. In *Handbook of Engineering Hydrology* (pp. 545-554). CRC Press.
- Hosseini, M., Asha, R., Bakari, R., Islam, N. F., Jiang, G., & Sarma, H. (2023). Exploring eco-friendly approaches for mitigating pharmaceutical and personal care products in aquatic ecosystems: a sustainability assessment. *Chemosphere*, 316. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137715>
- Jayapriya, R. (2021). Scientometrics Analysis on Water Treatment During 2011 to 2020. *Indian Journal of Information Sources and Services*, 11(2), 58-63. <https://doi.org/10.51983/ijiss-2021.11.2.2889>
- Khan, A. A., Wang, Y. F., Akbar, R., & Alhoqail, W. A. (2025). Mechanistic insights and future perspectives of drought stress management in staple crops. *Frontiers in Plant Science*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1547452>
- Khomsi, K., Bouzghiba, H., Mendyl, A., Al-Delaimy, A. K., Dahri, A., Saad-Hussein, A., ... & Abbas, N. (2024). Bridging research-policy gaps: An integrated approach. *Environmental Epidemiology*, 8(1), e281. <https://doi.org/10.1097/EE9.0000000000000281>
- Konur, O. (2017). Scientometric overview regarding water nanopurification. In *Water Purification* (693-716). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804300-4.00020-4>
- Lepcha, R., Patra, S. K., Ray, R., Thapa, S., Baral, D., & Saha, S. (2024). Rooftop Rainwater Harvesting A Solution To Water Scarcity: A Review. *Groundwater for Sustainable Development*, 26, 101305. . <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2024.101305>
- Li, X., Li, Y., & Li, G. (2020). A scientometric review of the research on the impacts of climate change on water quality during 1998–2018. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(13). <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08176-7>
- Lrhoul, H., El Assaoui, N., & Turki, H. (2021). Mapping of water research in Morocco: A scientometric analysis. *Materials Today: Proceedings*, 45, 7321-7328. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.1222>
- Madi, A. I., & Elshazly, A. (2021, May). *Mitigating the Impacts of Climate Change on Water Scarcity and Drought: Wastewater Treatment as an Exemplary Solution in the Mediterranean*. [International Conference on Innovation in Urban and Regional Planning], (401-409). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68824-0_43
- Mare, R., Mare, C., Hadarean, A., Hotupan, A., & Rus, T. (2023). COVID-19 and water variables: Review and scientometric analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph20020957>
- Mauricio, F., Mauricio-Vilchez, C., Galarza-Valencia, D., Alvitez-Temoche, D., Espinoza-Carhuancho, F., & Mayta-Tovalino, F. (2024). Web of Science-Based Scientometric Assessment of the Importance of Filtered Water in Dentistry: Spatiotemporal Dynamics, Emerging Patterns, and Collaboration. *BioMed Research International*, 1. <https://doi.org/10.1155/2024/3279588>
- Mohamadi, H. R. , Hakimi Khorram, A. and Ahmadi, E. (2019). Feasibility Study of the Implementation of Inter-Basin Water Transfer Projects in Iran (Case study: Beheshtabad - Central Plateau Water Transfer Project). *Human Geography Research*, 51(4), 1073-1092. <https://doi.org/10.22059/jhgr.2018.248156.1007603> [In Persian]
- Mohammadi, Y., & Asadpourian, Z. (2024). Mapping the scientific landscape of Water Resources Management research in Iran focusing on trends, patterns, and future directions. *Caspian Scientometrics Journal*, 11(1), 76–92. <http://cjs.mubabol.ac.ir/article-1-337-fa.html> [In Persian].

- Moreira, C. V. M., Costa, M. R. A. D., & Becker, V. (2023). Impacts of extreme precipitation events in water quality: a scientometric analysis in global scale. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 35, e17. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X0223>
- Movahed, S. M. A., Calgaro, L., & Marcomini, A. (2023). Trends and characteristics of employing cavitation technology for water and wastewater treatment with a focus on hydrodynamic and ultrasonic cavitation over the past two decades: A Scientometric analysis. *Science of The Total Environment*, 858. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159802>
- Naseer, M. N., Dutta, K., Zaidi, A. A., Asif, M., Alqahtany, A., Aldossary, N. A., ... & Jaafar, J. (2022). Research Trends in the Use of Polyaniline Membrane for Water Treatment Applications: A Scientometric Analysis. *Membranes*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/membranes12080777>
- NESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). (2020). *United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change*.
- Nishy, P., & Saroja, R. (2018). A scientometric examination of the water quality research in India. *Environmental monitoring and assessment*, 190, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6601-y>
- Noroozi Chakoli, A. (2018). Introduction To Scientometric (Foundations, Concepts, Relations & Origins). Tehran: SAMT. **[In Persian]**
- Nyika, J., & Dinka, M. (2022). A scientometric study on quantitative microbial risk assessment in water quality analysis across 6 years (2016–2021). *Journal of Water and Health*, 20(2), 329-343. <https://doi.org/10.2166/wh.2022.228>
- Patil, J. P., & Sarkar, A. (2023). Contribution of female researchers in the water sector: A scientometric review. *Water Security*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2023.10015>
- Ravichandran, S., & Vivekanandhan, S. (2021). Scientometric analysis of waste water management research publications from scopus database during 2010-2019. *Library Philosophy and Practice*, 1-17. <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/5139>
- Riahinia N, Daniali S, Azimi A . (2023) Co-citation and co -occurrence analysis of scientific productions in water pollution field . *Caspian Journal of Scientometric*, 10 (2), 43 -52. <https://cjs.mubabol.ac.ir/article-1-309-fa.pdf>
- Sedighi, Z., & Boostani, R. (2018). Extracting prior knowledge from data distribution to migrate from blind to semi-supervised clustering. *Journal of AI and Data Mining*, 6(2), 287-295. <https://doi.org/10.22044/jadm.2017.5064.1611>
- Shaban, I. A., Eltoukhy, A. E., & Zayed, T. (2023). Systematic and scientometric analyses of predictors for modelling water pipes deterioration. *Automation in Construction*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104710>
- Shahmirzadi, T., Hariri, N., Fahimnia, F., Bab Al-Havaeji, F., & Matlabi, D. (2019). Investigation of Evaluating Indicators for Science, Technology and Innovation in the Agricultural Research, Education and Extension Organization. *Scientometrics Research Journal*, 5(1), 47–66. <https://doi.org/10.22070/rsci.2018.639> **[In Persian]**
- Sharma, A. K. (2021). A scientometric analysis of Indian publication output in clean water and sanitation during 2011-2020. *Library Philosophy and Practice*, 1-18. <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/5260/>
- Shevah, Y. (2019). Impact of persistent droughts on the quality of the Middle east water resources. In *Separation Science and Technology* , 11, 51-84. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815730-5.00003-X>
- Siegel, F. R., & Siegel, F. R. (2021). *Global Warming and Water 2050: More People, Yes; Less Ice, Yes; More Water, Yes; More Fresh Water, Probably; More Accessible Fresh Water? . The Earth's Human*

زودآیند ویرایش نشده

- Carrying Capacity: Limitations Assessed, Solutions Proposed*, (71-85). https://doi.org/10.1007/978-3-030-73476-3_7
- Singh, H., Arya, R., & Jaiswal, B. (2023). Tracking the Impact and Trends in Water Resources Research in India: A Scientometric Analysis. *Library of Progress-Library Science, Information Technology & Computer*, (2). <https://doi.org/10.48165/bpas.2023.43.2.5>
- Valdiviezo Gonzales, L. G., García Ávila, F. F., Cabello Torres, R. J., Castañeda Olivera, C. A., & Alfaro Paredes, E. A. (2021). Scientometric study of drinking water treatments technologies: Present and future challenges. *Cogent Engineering*, 8(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2021.1929046>
- Van Eck, N.J., Waltman, L., 2017. Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer. *Scientometrics* 111 (2), 1053–1070. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2300-7>
- Wang, G., Li, D., & Kumar, S. (2024). Scientometric analysis of water ecology research: Insights from Chinese ocean universities. *Desalination and Water Treatment*, 320. <https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100897>
- World Health Organization. (2024). *WHO Drug Information*, 38, World Health Organization.
- WWAP (World Water Assessment Programme). (2021). *The United Nations World Water Development Report 2021: Valuing Water*.
- Yuan, J., Yue, W., Su, C., Wu, Z., Ma, Z., Pan, Y., ... & Wu, Y. (2010). Patent activity on water pollution and treatment in China—a scientometric perspective. *Scientometrics*, 83(3), 639-651. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0126-7>
- Zahedi, Z. (2025). Novel Scientometrics approaches for responsible research evaluation and policy making. *Applied Scientometric Studies*, 1(4), 7-14. doi: 10.22091/apss.2024.12004.1029. making. *Applied Studies in Scientometrics*, 1(4), 7-14. <https://doi.org/10.22091/apss.2024.12004.1029> **[In Persian]**
- Zeraatpisheh, M., Kalantari, N., & Mahdavi-Mazdeh, M. (2021). Mapping global research trends in water crisis: A bibliometric and scientometric approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(35), 47920–47934. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13767-w>
- Zhang, X., & Zhou, G. (2019). A Scientometric Analysis of Ecological Footprint of Water Resources from 2006-2018. *Ekoloji Dergisi*, (107). https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A1%3A33399841/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Agcd%3A136264782&crl=f&link_origin=www.google.com
- Zhang, Y., & Ma, H. (2021). A bibliometric and co-word analysis of climate change and water security research. *Sustainability*, 13(4). <https://doi.org/10.3390/su13042002>.
- Zhang, Y., Wang, C., & Zhao, Y. (2022). A bibliometric analysis of global water scarcity research based on VOSviewer. *Water*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/w14050743>