Review Article

Journal of Aquifer and Qanat

Spring And Summer 2024, Vol. 5, No. 1, pp 217-230

10.22077/jaaq.2025.8495.1081

Analysis of Economic and Environmental Policies in Water Resource Management Using Water Accounting Systems

Maryam Mohammadrezaei[1]✉ | **Abbas Rahdan**[2]

1. PhD student in watershed management, Faculty of Rangeland and Watershed Management, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2. PhD student in watershed management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

✉Corresponding Author: Mrezaei501@yahoo.com

Received:
28 October 2024

Accepted:
02 November 2024

Published:
20 December 2024

Keywords:

Freshwater, sustainable development, economic-environmental policies, water accounting system, water resource management.

Extended abstract

Introduction

Water scarcity has emerged as one of the most pressing global challenges of the 21st century, driven by climate change, severe droughts, and increasing environmental pollution. Effective water resource management necessitates an integrated approach considering economic and ecological factors. The System of Environmental-Economic Accounting for Water (SEEAW) has been established as a vital international framework, merging environmental and financial data to optimize water resource management. As a crucial resource that covers nearly three-quarters of the Earth's surface, water is essential for a wide range of human needs, including drinking, sanitation, agriculture, and industrial activities. However, rising global temperatures and ongoing environmental degradation have made access to quality water increasingly challenging. This underscores the urgent need for comprehensive accounting systems that promote the sustainable management of water resources from economic, ecological, and social perspectives.

Material and Methods

This review study delves into the SEEAW framework and its applications through a systematic analysis of scientific literature published from 2009 to 2024.

Cite this article: Mohammadrezaei, M. & Rahdan, A. (2024). Analysis of economic and environmental policies in water resource management using water accounting systems, *Journal of Aquifer and Qanat Title*, 5 (1), 217-230. DOI: http//doi.org/10.22077/jaaq.2025.8495.1081

Copyright: © 2024 by the authors. Licensee Journal of Aquifer and Qanat. This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

The research methodology involved an extensive literature review using targeted keywords such as "Water Resource Management, " "Water Accounting, " "SEEAW, " "Economic Policies, " and "Climate Change." Articles were selected based on citation indices and scientific credibility to ensure a focus on high-quality sources. The chosen materials were analyzed and categorized according to various water accounting frameworks, with particular emphasis on the components of SEEAW, including definitions and accounting measures adopted by UN member states. Additionally, the study investigated the framework's applications across multiple industries, particularly in the mineral sector. This methodological approach provided a comprehensive understanding of how SEEAW integrates environmental and economic factors in the management of water resources.

Results and Discussion

The findings indicate that SEEAW provides a comprehensive and integrated framework for consistently and coherently organizing hydrological and economic information. The system has proven highly effective in reducing water consumption while enhancing productivity across various sectors. In water-intensive industries, such as mining, SEEAW facilitates consistent reporting of water usage and offers clear metrics for measuring water efficiency. However, implementing SEEAW encounters challenges, particularly distinguishing between treated and reused water and the necessity for context-specific definitions in different accounting scenarios. This study emphasizes the importance of monitoring water storage volumes in the industry and highlights the urgent need for science-based economic and environmental policies, especially in developing countries. SEEAW's capability to differentiate between treated and reused water establishes it as a valuable tool for comprehensive water resource management. By integrating economic and environmental dimensions, it provides a robust foundation for the development of sustainable water management policies and practices. By enabling informed decision-making through precise data, SEEAW has become an indispensable resource for policymakers and water managers worldwide, significantly advancing sustainable water management strategies.

مقاله مروری

مجله
آبخوان و قنات

دوره پنجم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۳، صفحات ۲۳۰-۲۱۷

10.22077/jaaq.2025.8495.1081

تحلیل سیاست‌های اقتصادی و زیست‌محیطی در مدیریت منابع آبی با استفاده از سیستم‌های حسابداری آب

مریم محمدرضایی[۱] ✉| عباس راهدان[۲]

۱. دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیز، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران.

۲. دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیز، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

✉نویسنده مسئول: Mrezaei501@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۸/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۹/۱۳
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۹/۳۰

کلیدواژه‌ها:
سیستم حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی آب (SEEAW)، مدیریت منابع آب، حسابداری آب، توسعه پایدار، سیاست‌های زیست‌محیطی.

چکیده

یکی از رویکردهای مؤثر در مدیریت منابع آب، سیستم‌های حسابداری آب هستند که با ترکیب اطلاعات اقتصادی و زیست‌محیطی، امکان بهینه‌سازی منابع آب را فراهم می‌کنند. چارچوب حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی برای آب (SEEAW) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین سیستم‌های بین‌المللی، ابزار کارآمدی برای مدیریت منابع آب است. استفاده از این سیستم‌ها در کاهش مصرف آب، بهبود بهره‌وری و توسعه پایدار تأثیرگذار است. پژوهش حاضر به معرفی چارچوب SEEAW، تاریخچه و اصول آن پرداخته و عملکرد این سیستم در مدیریت منابع آب و اقتصاد را بررسی می‌کند. هم‌چنین اجزای SEEAW شامل تعاریف و اقدامات حسابداری کشورهای عضو سازمان ملل و کاربرد آن در صنایع مختلف، به‌ویژه صنعت مواد معدنی، تحلیل می‌شود. چالش‌ها و فرصت‌های این سیستم در بهینه‌سازی مصرف آب و حفظ محیط‌زیست نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از SEEAW می‌تواند مصرف آب را کاهش دهد، بهره‌وری را بهبود بخشد و به توسعه پایدار منابع آبی کمک کند. علاوه بر این، نیاز به سیاست‌های اقتصادی و زیست‌محیطی مبتنی بر داده‌های علمی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه احساس می‌شود.

مقدمه

آب یکی از عناصر اساسی جهان هستی است که تقریباً سه چهارم کره زمین را پوشانده و به عنوان یک منبع حیاتی، نقش به سزایی در تأمین نیازهای انسان‌ها دارد. این ماده حیاتی به طور مستقیم در مصارف آشامیدنی، بهداشت، تولید غذا و هم‌چنین در فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین، دسترسی پایدار به منابع آبی سالم به عنوان یک پیش‌نیاز ضروری برای تأمین رفاه بشر در نسل‌های آینده به‌شمار می‌آید (حجازی و اسماعیلی کیا، ۲۰۱۳؛ نصراللهی و زارعی، ۲۰۱۸). اهمیت حیاتی آب بر کسی پوشیده نیست و با افزایش دما و گرم شدن کره زمین، وقوع خشکسالی‌های شدید، گسترش دوره‌های کم‌آبی و افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی، کمبود آب با کیفیت مناسب به یک چالش جدی تبدیل شده است (ابوالحسنی و خلیلی، ۲۰۱۶). در این راستا، یکی از مهم‌ترین مسائل جهانی قرن بیست و یکم، اطمینان از پایداری اقتصادی، محیط‌زیستی و اجتماعی در زمینه کم‌بود آب با کیفیت مناسب است؛ به منظور بهینه‌سازی مدیریت منابع آبی، انجام اصلاحات در رویه‌ها و شیوه‌های مدیریتی و هم‌چنین دسترسی به اطلاعات با کیفیت مرتبط با آب برای آگاه‌سازی تصمیم‌گیرندگان، اهمیت بیش‌تری پیدا کرده است (Schornagel et al., 2012; Candido et al., 2022).

با جدی‌تر شدن بحران آب، محققان و تصمیم‌گیرندگان در زمینه مدیریت منابع آبی به این نتیجه رسیده‌اند که حل این معضل و مدیریت پایدار منابع آب باید به صورت یکپارچه و جامع صورت پذیرد. در این راستا، اولین گام در مدیریت پایدار منابع آبی، ارزیابی وضعیت مدیریت موجود به‌گونه‌ای است که تمام سؤالات مرتبط با عرضه، تقاضا و تخصیص منابع از زوایای مختلف پاسخ داده شود. به همین دلیل، رویکرد حسابداری آب برای اولین بار مطرح و مورد بررسی قرار گرفت (Godfrey & Chalmers, 2012, Mohammad-Azari et al., 2021). سازمان‌های مختلف در تلاشند تا به شرکت‌ها و صنایع در زمینه استفاده صحیح و بهینه از آب و به‌طور کلی مدیریت پایدار آب کمک کنند در حسابداری آب، روش‌های متعددی وجود دارد که هدف اصلی آن‌ها سازمان‌دهی داده‌های مهم منابع آب و اقتصاد و ایجاد بستری مناسب برای استخراج شاخص‌های تحلیلی است؛ یکی از مهم‌ترین این چارچوب‌ها، سیستم حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی برای آب (SEEAW) است که توسط سازمان ملل توسعه یافته و ابزاری کارآمد برای مدیریت و گزارش‌دهی منابع آبی به‌ویژه در کشورهای صنعتی و در حال توسعه به‌شمار می‌آید؛ SEEAW با ارائه داده‌های دقیق در مورد جریان‌های آبی و تحلیل تأثیرات اقتصادی و زیست‌محیطی، به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا تصمیم‌گیری‌های بهتری در زمینه مدیریت آب اتخاذ کنند (Vardon et al., 2023).

برخی از پژوهش‌ها نیز به بررسی کاربردهای سیستم حسابداری آب پرداخته‌اند. به عنوان مثال، کوت و همکاران (Cote et al., 2009) چارچوبی برای حسابداری آب در صنعت معدن استرالیا توسعه دادند که گزارش‌دهی سازگار از مصرف آب را امکان‌پذیر می‌سازد. این چارچوب شامل تعریف اصطلاحات کلیدی، ارائه مجموعه‌ای از معیارها برای تراز آب، روش‌های محاسبه و پروتکل‌های گزارش‌دهی است. با استفاده از این چارچوب، معیارهای مصرف آب در چند سایت آزمایش شده و روش‌های آن برای محیط‌های مختلف معدنی و زیست‌فیزیکی قابل اعمال است (Cote et al., 2009). کنتراست و هونینک (Contreras& Hunink, 2015) در پروژه ASSET[1] به بررسی و ارزیابی تعاملات بین اقتصاد و سیستم هیدرولوژیکی در حوضه رودخانه سگورا پرداختند. آن‌ها از چارچوب حسابداری آب SEEA[2] استفاده کردند تا الگوهای دسترسی، استفاده و مصرف آب توسط بخش‌های مختلف را تحلیل کنند. هم‌چنین، شاخص‌های مدیریت آب را برای دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۰ ارزیابی کردند و نشان دادند که وابستگی به منابع آب خارجی و منابع غیرمتعارف (مانند آب‌شیرین‌کن‌ها) در حال افزایش است (Contreras& Hunink, 2015). اسکریوا-بو و همکاران (Escriva-Bou et al., 2016) به بررسی حسابداری منابع آب در کالیفرنیا پرداختند و نشان دادند که برای مدیریت مؤثر منابع محدود آب در ایالت، به یک سیستم حسابداری

[1] Accounting System for the Segura River and Transfers (ASSET)

[2] System of Environmental-Economic Accounting (SEEA)

جامع نیاز است. آن‌ها بر پیچیدگی‌های موجود، از جمله زیرساخت‌های به‌هم‌پیوسته و سیستم‌های حکومتی مستقل، تأکید کردند و به ضرورت هماهنگ‌سازی و بهبود سیستم حسابداری آب برای دستیابی به مدیریت پایدار منابع در سطوح ایالتی و حوضه‌های آبی اشاره کردند (Escriva-Bou et al., 2016). در مطالعه‌ای، حساب‌های آب بوتسوانا با استفاده از سیستم SEEA سازمان ملل به بررسی ارزش منابع آب و کارایی مصرف آن پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که برداشت و مصرف آب پایدار بوده و بخش‌های خودتأمین‌کننده بیش از ۵۰ درصد از آب برداشت‌شده را تشکیل می‌دهند. هم‌چنین، در حالی که کارایی مصرف آب افزایش یافته است، مصرف آب سرانه کاهش یافته که ممکن است به مشکلات تحویلی ناشی از اصلاحات در بخش آب اشاره داشته باشد (Setlhogile et al., 2017). باقری و بابائیان (Bagheri& Babaeian, 2020) به تحلیل امنیت آب در دشت رفسنجان پرداختند و آسیب‌پذیری سیستم منابع آب را نسبت به کمبود آب با استفاده از چارچوب SEEA نشان دادند. نتایج آن‌ها حاکی از وابستگی بیش از ۹۵ درصدی به آب‌های زیرزمینی و فشار بالای آب در این منطقه بود. علاوه بر این، گزینه‌های سیاستی برای کاهش آسیب‌پذیری و انتقال فعالیت‌های کشاورزی به صنعتی را پیشنهاد کردند (Bagheri& Babaeian, 2020). علاوه بر این، اسن و هین (Esen & Hein, 2020) از مدل هیدرولوژیکی SWAT[1] برای توسعه حساب‌های آب مطابق با سیستم SEEA در حوضه رودخانه Buyuk Menderes در ترکیه استفاده کردند. هدف آن‌ها تهیه جداول عرضه و مصرف آب و حساب‌های دارایی به‌منظور تطبیق مدل هیدرولوژیکی با اصول حسابداری آب SEEA بود. آن‌ها بررسی کردند که چگونه این حساب‌ها می‌توانند سیاست‌گزاری‌های مرتبط با مدیریت منابع آب را بهبود بخشند (Esen & Hein, 2020). به‌طور مشابه، دلاور و همکاران (Delavar et al., 2022) با استفاده از مدل SWAT و چارچوب WA+2[2]، منابع آب و تقاضای آن را در دوره‌های‌تر (۲۰۰۱-۱۹۸۵) و خشک (۲۰۱۵-۲۰۰۱) در حوضه رودخانه کرخه ایران بررسی کردند. نتایج نشان داد که کاهش ۱۰ درصدی بارش در دوره خشک باعث کاهش ۴ درصدی تبخیر طبیعی و افزایش ۲۴ درصدی تبخیر ناشی از فعالیت‌های کشاورزی شده است. علاوه بر این، برداشت آب‌های زیرزمینی و سطحی به‌ترتیب ۱۷ و ۱۸ درصد افزایش یافت که فشار بر منابع آبی منطقه را تشدید کرد (Delavar et al., 2022). د اولیورا و سوندر مان (Sondermann& de Oliveira, 2022) به بررسی نقش و محدودیت‌های شاخص WEI+ به‌عنوان ابزاری برای مدیریت منابع آب در حوضه‌های رودخانه‌ای با استفاده ترکیبی از آب‌های سطحی و زیرزمینی پرداختند. آن‌ها نشان دادند که WEI+[3] می‌تواند به بهبود تحلیل کمبود آب کمک کند و در مقایسه با دیگر شاخص‌های متداول، عملکرد بهتری در سنجش تنش آبی ارائه می‌دهد. با استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی، این مطالعه توانایی WEI+3را در پر کردن خلأهای اطلاعاتی در حسابداری آب و تجزیه و تحلیل وضعیت آب در حوضه رودخانه تاگوس نشان داد، جایی که در ماه‌های تابستان شرایط تنش آبی شدید مشاهده شد (Sondermann& de Oliveira, 2022). یونسی و همکاران (Younesi et al., 2024) به ارزیابی تأمین آب برای اهداف مختلف در میان خدمات اکوسیستم با استفاده از مدل SWAT پرداختند. نتایج نشان داد که ترکیب مدل SWAT در چارچوب حسابداری اکوسیستم، بینش‌های ارزشمندی را برای تسهیل تصمیم گیری آگاهانه ارائه می‌دهد (Younesi et al., 2024). به‌طور کلی، بررسی‌های انجام‌شده در زمینه سیستم‌های حسابداری آب نشان‌دهنده اهمیت و ضرورت استفاده از چارچوب‌های جامع برای مدیریت بهینه منابع آب است. این مطالعات نشان می‌دهند که با بهره‌گیری از اطلاعات دقیق و قابل اعتماد، می‌توان به بهبود کارایی مصرف آب و کاهش آسیب‌پذیری سیستم‌های آبی در برابر چالش‌های ناشی از تغییرات اقلیمی و فشارهای اقتصادی دست یافت.

به‌منظور نشان دادن مدیریت مؤثر آب و ایجاد زیرساخت‌های مناسب، وجود اطلاعات آبی با کیفیت بالا برای آگاهی از تصمیم‌گیری و اعمال سیاست‌های مناسب

[1] Soil and Water Assessment Tool (SWAT)
[2] Water Accounting Plus (WA+)
[3] Water Exploitation Index (WEI+)

بسیار حائز اهمیت است. با توجه به اهمیت موضوع، نیاز است که اطلاعات منابع آبی و اقتصادی به شیوه‌ای منسجم و سازگار سازمان‌دهی شوند تا با بررسی اثرات متقابل میان اقتصاد و محیط‌زیست در سطوح مختلف، هدف یاد شده مرتفع گردد. مقاله حاضر با تمرکز بر تحلیل سیاست‌های اقتصادی و زیست‌محیطی مرتبط با مدیریت منابع آب، به بررسی و تحلیل سیستم‌های حسابداری آب و به‌ویژه چارچوب SEEAW در صنعت مواد معدنی می‌پردازد. در این راستا، صنعت معدن به‌عنوان یکی از آب‌برترین صنایع و بخش مهمی از اقتصاد، نمونه مناسبی برای بررسی کاربرد SEEAW است. این صنعت به دلیل مصرف قابل توجه آب در فرآیندهای مختلف و هم‌چنین تأثیرات زیست‌محیطی آن بر منابع آبی، می‌تواند به خوبی اهمیت و کاربرد سیستم حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی آب را نشان دهد

روش انجام پژوهش

این مقاله به‌عنوان یک مطالعه مروری و توصیفی، با هدف بررسی سیستم حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی برای آب (SEEAW) تدوین شده است و از روش‌های مرسوم برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌های مطالعات پیشین استفاده می‌کند. فرآیند پژوهش در چند مرحله اصلی انجام شده است. ابتدا با استفاده از کلیدواژه‌هایی نظیر مدیریت منابع آب، حسابداری آب، SEEAW، سیاست‌های اقتصادی و تغییرات اقلیمی، منابع علمی (از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۴) جستجو و گردآوری شدند. سپس مقالات معتبر بر اساس شاخص‌های استنادی و اعتبار علمی انتخاب شدند. در مرحله بعد، اطلاعات گردآوری‌شده بر اساس چارچوب‌های مختلف حسابداری آب تحلیل و طبقه‌بندی شدند. مقاله حاضر به معرفی چارچوب SEEAW، تاریخچه و اصول آن پرداخته و عملکرد این سیستم در مدیریت منابع آب و ارتباط آن با اقتصاد را بررسی می‌کند. هم‌چنین، اجزای SEEAW شامل تعاریف و اقدامات حسابداری کشورهای عضو سازمان ملل و کاربرد آن در صنایع مختلف، به‌ویژه در صنعت مواد معدنی، تحلیل می‌شود. در نهایت، چالش‌ها و فرصت‌های استفاده از این سیستم در بهینه‌سازی مصرف آب و حفظ محیط‌زیست مورد بررسی قرار گرفته و تلاش شده تا با ارائه تحلیل جامع از SEEAW، درک بهتری از روابط پیچیده بین آب، اقتصاد و محیط‌زیست فراهم شود.

معرفی چارچوب حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی برای آب (SEEAW)

چارچوب حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی برای آب (SEEAW) به‌عنوان ابزاری نوین و کارآمد برای مدیریت و ارزیابی منابع آبی معرفی شده است؛ این چارچوب بر پایه سیستم حساب‌های ملی[1] (SNA) بنا شده و به منظور سازمان‌دهی اطلاعات هیدرولوژیکی و اقتصادی به‌صورت منسجم طراحی شده است. هدف اصلی SEEAW کمک به سیاست‌گزاران و مدیران در تخصیص بهینه منابع آبی، بهبود کارایی مصرف آب و ایجاد یک سیستم اطلاعاتی استاندارد برای هماهنگ‌سازی داده‌ها از منابع مختلف است (EC et al., 2009; UN et al., 2014). این چارچوب امکان مطالعه دقیق ارتباطات میان اقتصاد و محیط‌زیست را فراهم می‌آورد و ابزارهای لازم برای تجزیه و تحلیل یکپارچه و جامع از داده‌های مربوط به آب و اقتصاد را ارائه می‌دهد. در ادامه، تاریخچه، عملکرد و کاربرد این سیستم در صنایع مختلف بررسی خواهد شد.

چارچوب حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی برای آب (SEEAW)

سیستم حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی سازمان ملل متحد۲ (UN-SEEA) بر اساس سیستم حساب‌های ملی (SNA) طراحی شده است. SEEAW یک نظام حسابداری است که با هدف شفاف‌سازی اطلاعات و مدیریت بهینه منابع آبی ارائه شده است. این چارچوب مفهومی امکان سازمان‌دهی اطلاعات هیدرولوژیکی و اقتصادی را به‌صورت منسجم و سازگار فراهم می‌آورد و به سیاست‌گزاران کمک می‌کند تا تخصیص منابع کمیاب آب را به‌طور مؤثر انجام دهند. هم‌چنین، این سیستم بهبود کارایی مصرف آب و ایجاد یک سیستم اطلاعاتی استاندارد را که قادر به هماهنگ‌سازی داده‌ها از منابع مختلف است، ممکن می‌سازد. SEEAW به‌عنوان ابزاری برای مطالعه

---

[1] System of National Accounts (SNA)

[2] United Nations System of Environmental-Economic Accounting (UN- SEEA)

روابط میان اقتصاد و محیط‌زیست به سیاست‌گذاران و محققان کمک می‌کند تا تحلیل‌های جامع‌تری ارائه دهند (UN, 2012).

این چارچوب به‌طور مشابه با سیستم حساب‌های ملی عمل می‌کند و علاوه بر جمع‌آوری اطلاعات مربوط به موجودی آب و تغییرات ذخایر آبی، جریان‌های ورودی و خروجی آب را در بخش‌های مختلف اقتصاد و ارزش افزوده ناشی از آن بررسی می‌کند. هدف اصلی از طراحی این سیستم، برقراری ارتباط بین اطلاعات اقتصادی و هیدرولوژیکی و فراهم کردن ابزاری برای تجزیه و تحلیل یکپارچه این داده‌هاست.

تاریخچه سیستم حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی برای آب (SEEAW)

اولین نسخه سیستم حساب‌های ملی (SNA) در سال ۱۹۵۳ منتشر شد و ویرایش‌های بعدی آن در سال‌های ۱۹۶۸ و ۱۹۹۳ منتشر گردید. آخرین ویرایش این سیستم در سال ۲۰۰۸ منتشر شده است. یکی از مزیت‌های این سیستم، استحکام و انعطاف‌پذیری آن است که به‌ویژه در استفاده از حساب‌های اقماری آشکار می‌شود (Aspden, 2008; McCulla et al., 2015).

سیستم حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی (SEEA) یک چارچوب آماری جامع است که شامل مجموعه‌ای از جداول و حساب‌ها می‌باشد و امکان تهیه آمارهای سازگار و قابل مقایسه را فراهم می‌کند. این سیستم به تهیه نماگرهای‌ی برای سیاست‌گزاری‌ها، تحلیل‌ها و پژوهش‌ها کمک می‌کند و تحت حمایت سازمان ملل متحد، کمیسیون اروپا، سازمان هم‌کاری اقتصادی و توسعه[1] (OECD)، صندوق بین‌المللی پول[9] (IMF) و بانک جهانی منتشر شده است (Accounting, 2012).

اولین نسخه این سیستم در سال ۱۹۹۳ منتشر شد و کاربردهای حسابداری زیست‌محیطی و اقتصادی را در سیاست‌گزاری‌ها روشن کرد. اگرچه این سیستم در سال ۲۰۰۳ منتشر شد، اما به دلیل برخی کم‌بودها به‌عنوان یک استاندارد بین‌المللی پذیرفته نشد. در سال ۲۰۰۷، کمیسیون آمار سازمان ملل دستور بازنگری و اصلاح سیستم را داد و نسخه نهایی سیستم SEEAW در سال ۲۰۱۲ منتشر شد. از مزایای این سیستم، امکان ارائه اطلاعات به‌صورت فیزیکی و پولی به‌طور هم‌زمان است؛ با توجه به اهمیت آب در مباحث زیست‌محیطی، سیستم حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی (SEEAW) به‌عنوان یک دست‌نامه جداگانه برای بخش آب توسعه یافت. این دستورالعمل در سال ۲۰۰۵ به‌عنوان پیش‌نویس نهایی ارائه شد و نسخه نهایی آن پس از اصلاحات انجام شده در سال ۲۰۰۷ منتشر گردید. نسخه بازنگری شده و نهایی این سیستم نیز در سال ۲۰۱۲ ارائه شد (Accounting, 2012).

عملکرد سیستم حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی برای آب (SEEAW)

سیستم حسابداری اقتصادی و زیست‌محیطی آب (SEEAW) شامل دو بخش اصلی است. بخش اول شامل تعاریف، مفاهیم و اقدامات حسابداری است که ابزارهای حسابداری آب را که به‌طور بین‌المللی پذیرفته شده‌اند، ارائه می‌دهد. این بخش شامل مجموعه‌ای از جداول استاندارد است که شامل جداول عرضه و مصرف فیزیکی و هیبریدی و حساب‌های دارایی می‌باشد. این جداول به‌طور دقیق چگونگی تدوین حساب‌های آب را توضیح می‌دهند و توسط کشورها در سطح عملیاتی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. بخش دوم به اقدامات حسابداری تجربی اختصاص دارد که شامل روش‌هایی برای گزارش‌دهی کیفیت آب، ارزیابی منابع آب و مطالعات موردی استفاده از چارچوب SEEAW است. این ماژول‌ها هنوز به‌طور کامل در سطح بین‌المللی پذیرفته نشده‌اند و بیش‌تر جنبه تجربی دارند. هم‌چنین در این بخش نمونه‌هایی از کاربردهای حساب‌های آب ارائه شده است (Department of Economic and Social Affairs, 2012; UN, 2007b).

در نمودارهای SEEAW، جداول عرضه و مصرف آب فیزیکی با حساب‌های دارایی پیوند خورده‌اند. این چارچوب همانند SEEA است، اما به‌طور ویژه بر روی آب تمرکز دارد. جداول عرضه و مصرف فیزیکی جریان‌های آب ناشی از برداشت، استفاده و تأمین آب در اقتصاد و بازگشت به محیط زیست را توصیف می‌کنند. در عین حال، SEEA جداولی برای عرضه و مصرف آلاینده‌ها

[1] Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)

(حساب‌های انتشار) نیز معرفی می‌کند که جریان آلاینده‌ها را از اقتصاد به محیط زیست توصیف می‌کنند (Department of Economic and Social Affairs, 2012). شکل ۱ نمایانگر جریان آب بین اقتصاد و محیط‌زیست است و به‌صورت نموداری ساده طراحی شده است. این نمودار شامل دو بخش اصلی است: اقتصاد و سیستم منابع آب داخلی یک ناحیه که به آن "ناحیه مرجع[1]" گفته می‌شود و هر یک از این بخش‌ها در کادرهای جداگانه‌ای نمایش داده شده‌اند.

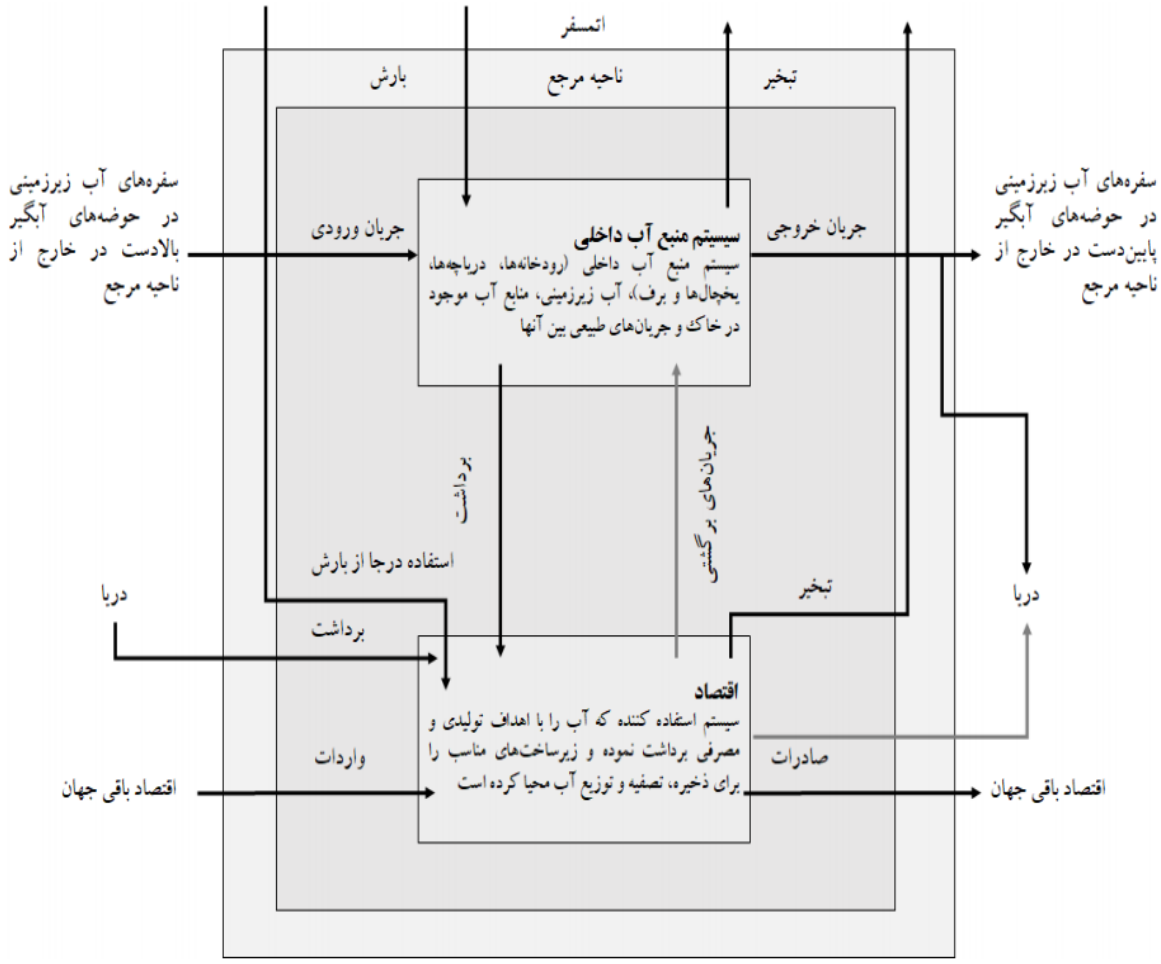
هم‌چنین، شکل ۱ تبادل آب با دریا و اتمسفر را به تصویر می‌کشد که خارج از سیستم منابع آب داخلی به شمار می‌آید و این تبادل نقش مهمی در چرخه آب ایفا کرده و بر جریان‌های آب در داخل ناحیه مرجع تأثیرگذار است. سیستم منابع آب داخلی شامل تمامی منابع آب داخلی از جمله آب‌های جاری، آب‌های زیرزمینی و آب موجود در خاک است که این منابع به‌عنوان پایه‌ای برای تأمین نیازهای اقتصادی در نظر گرفته می‌شوند. ناحیه اقتصاد، شامل مصرف‌کنندگان مقیم است که آب را برای اهداف تولیدی و مصرفی استفاده می‌کنند و زیرساخت‌های لازم برای ذخیره، تصفیه، توزیع و تخلیه آب نیز در این بخش فراهم شده است. سیستم منابع آب داخلی و اقتصاد یک ناحیه می‌تواند از طریق صادرات و واردات با مناطق دیگر تبادل آبی داشته باشد و این تبادل می‌تواند از طریق جریان ورودی به نواحی بالادستی و جریان خروجی از نواحی پایین‌دستی صورت گیرد. این سیستم شامل چهار نوع جریان آب است که به‌طور مختصر به آن‌ها اشاره می‌شود: جریان‌های درون محیط زیست، که شامل جریان‌های طبیعی بین آب‌های سطحی (رودها، دریاچه‌ها و یخچال‌ها) و آب‌های زیرزمینی (چاه‌ها و قنات‌ها) و آب خاک می‌باشد. جریان‌ها از محیط زیست به اقتصاد، که به برداشت آب از محیط‌زیست توسط واحدهای اقتصادی برای فعالیت‌های تولیدی و مصرفی اشاره دارد و آب از منابع داخلی (آب سطحی، آب زیرزمینی و آب خاک) برداشت می‌شود و ممکن است آب از دریا برای خنک‌سازی یا شیرین کردن نیز استفاده شود؛ جریان‌ها درون اقتصاد، که شامل نقل و انتقال آب بین واحدهای اقتصادی است و در اینجا، واحدی که آب را تأمین می‌کند، تأمین‌کننده و واحدی که آن را دریافت می‌کند، مصرف‌کننده محسوب می‌شود؛ و در نهایت، جریان‌ها از اقتصاد به محیط‌زیست، که تخلیه آب توسط فعالیت‌های اقتصادی به محیط‌زیست را نشان می‌دهد و در جدول عرضه به‌عنوان عرضه یک واحد اقتصادی به محیط‌زیست توصیف شده است (UN, 2012).

شکل ۲ نمایشی ساده از چارچوب حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی برای آب (SEEAW) است که به‌طور خاص بر روی آب تمرکز دارد و در آن، جداول عرضه و استفاده با حساب دارایی پیوند داده شده‌اند. کادرهای سفید در این شکل نمایان‌گر حساب‌های پولی هستند که بخشی از حساب‌های ملی (SNA) را تشکیل می‌دهند و شامل داده‌های مالی و اقتصادی مربوط به منابع آبی هستند. جعبه‌های خاکستری نیز حساب‌هایی را نشان می‌دهند که در چارچوب SEEA معرفی شده‌اند اما در SNA پوشش داده نمی‌شوند؛ این حساب‌ها به‌طور خاص به مدیریت منابع آب و تأثیرات زیست‌محیطی آن پرداخته و در واحدهای فیزیکی و پولی اندازه‌گیری می‌شوند. جداول تأمین و استفاده فیزیکی در این شکل جریان آب حاصل از برداشت، استفاده و تأمین در اقتصاد و بازگشت به محیط را توصیف می‌کنند و با جعبه‌های سایه‌دار نشان داده شده‌اند. این جداول به تحلیل دقیق جریان‌های آب در اقتصاد و تأثیر آن بر محیط‌زیست کمک کرده و به‌طور خاص، جریان‌های آب را که بخشی از حساب‌های اصلی ملی نیستند، توصیف می‌کنند.

هم‌چنین، SEEA جداول تأمین و استفاده از آلاینده‌ها را معرفی می‌کند که جریان آلاینده‌ها را از نظر فیزیکی و احتمالاً از نظر پولی، تولید شده توسط اقتصاد و تأمین شده برای محیط‌زیست توصیف می‌کند و این حساب‌ها به درک بهتر تأثیرات زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی کمک می‌کنند (UN, 2012).

---

[1] Reference area



شکل ۱. جریان آب بین اقتصاد و محیط زیست (برگرفته از سازمان ملل متحد، ۲۰۱۲).

Fig 1. Water flows between the economy and the environment (taken from United Nations, 2012).

شکل ۲. سیستم حسابداری اقتصادی- محیطی برای چارچوب آب (برگرفته از سازمان ملل متحد، ۲۰۱۲)

Fig. 2. Environmental-economic accounting system for the water framework (taken from United Nations, 2012)

کاربرد چارچوب حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی برای آب (SEEAW) در صنایع

SEEAW آب را در رابطه با جامعه و اقتصاد در نظر می‌گیرد، به‌ویژه آبی که در اقتصاد استفاده می‌شود یا میان اقتصاد و محیط زیست جریان دارد. این سیستم بر اساس ساکنان یک منطقه تحلیل می‌شود و مرزهای سیستم بر اساس مرزهای سیاسی تعیین می‌گردد. در چارچوب SEEAW، استفاده از آب توسط صنایع به‌طور دقیق تحلیل می‌شود و این چارچوب ویژگی‌های زیر را برای حساب آب مشخص می‌کند: ذخایر و جریان منابع آب در محیط زیست، فشارهای اقتصادی بر محیط زیست از نظر میزان برداشت آب و انتشار آلاینده‌ها، تأمین و استفاده از آب در فرایندهای تولید و مصرف خانگی، استفاده مجدد از آب در اقتصاد، هزینه‌های مرتبط با جمع‌آوری، تصفیه و توزیع آب، تأمین مالی این هزینه‌ها، پرداخت مجوزهای برداشت آب و استفاده از آن به‌عنوان منابع دفع فاضلاب، و همچنین سهم آب موجود و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های هیدرولیک در طول دوره حسابداری .در صنایع، به‌ویژه صنعت مواد معدنی، منابع آب ورودی به فرآیند تولید و استفاده مجدد از آب از اهمیت زیادی برخوردار است. SEEAW بین آب استفاده مجدد و بازیافتی تمایز قائل می‌شود. آب بازیافتی، آبی است که پس از استفاده برای استفاده بیشتر به یک کاربر جدید ارائه می‌شود و آب بازیافت شده در همان واحد صنعتی استفاده می‌گردد. این تعاریف با معیارهای GRI تفاوت دارند، اما SEEAW یک بستر قوی برای گزارش‌گری مداوم این مؤلفه‌ها ارائه می‌دهد (United Nations Statistics Commission, 2007c).

همچنین، SEEAW مفهوم آب تصفیه‌شده را معرفی می‌کند که آب‌هایی هستند که پس از خروج از صنایع، مقررات ملی مربوط به کیفیت آب شیرین را رعایت می‌کنند. این امر باعث ایجاد چالش‌هایی می‌شود، زیرا هیچ تعریف کلی برای آب شیرین وجود ندارد و استانداردهای مختلفی در سطح جهانی، از جمله دستورالعمل‌های سازمان بهداشت جهانی، برای اطمینان از کیفیت آب مصرفی انسان منتشر شده است (Edition, 2011).

جدول ۱ خلاصه‌ای از اطلاعات منابع آب را که در چارچوب حسابداری زیست‌محیطی-اقتصادی برای آب (SEEAW) جمع‌آوری شده است، ارائه می‌دهد (Vardon et al., 2012; Gutiérrez-Martín et al., 2017). این جدول به بررسی جنبه‌های مختلف مدیریت منابع آب پرداخته و شامل اطلاعات مهمی در خصوص برداشت، تخلیه و استفاده مجدد از آب می‌باشد. طبق این اطلاعات، برداشت آب توسط انواع منابع سطحی، زیرزمینی و خاک انجام می‌شود و تخلیه نیز به آب‌های سطحی و زیرزمینی مربوط می‌شود. هم‌چنین، این جدول تمایز بین استفاده مجدد و بازیافت آب را مشخص می‌کند، به این معنا که آب مورد استفاده مجدد به کاربر جدید (با یا بدون تصفیه) منتقل می‌شود، در حالی که بازیافت به آب مورد استفاده در همان تأسیسات اشاره دارد. استفاده غیرمتعارف از آب، به‌ویژه در نیروگاه‌ها، نیز مورد تأکید قرار گرفته است. با این حال، اطلاعات مربوط به ذخیره‌سازی آب در این چارچوب موجود نیست. این داده‌ها به مدیریت بهینه منابع آب و توسعه سیاست‌های پایدار کمک شایانی می‌کنند.

جدول ۱. خلاصه اطلاعات منابع آب در چارچوب حسابداری زیست محیطی – اقتصادی برای آب (SEEAW)

Table 1. Summary of water resources information in the Sustainable Environmental-Economic Accounting for Water (SEEAW) framework

اطلاعات منابع آب Information on water resources	چارچوب حسابداری زیست محیطی – اقتصادی برای آب SEEAW
برداشت توسط منبع Withdrawal by source	بله - انواع منبع آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی و خاک هستند. There are three water sources: surface water, groundwater, and soil moisture.
تخلیه Discharge	بله- تخلیه به آب‌های سطحی، زیرزمینی و خاک Yes - Discharge to surface water, groundwater, and soil.
تمایز بین استفاده مجدد و بازیافت Distinction between reuse and	بله - براساس ماهیت جریان استفاده مجدد Yes, this is based on the nature of the reuse process.

recycling	
استفاده مجدد از آب Water Reuse	آبی که مورد استفاده قرار گرفته و در اختیار کاربر جدید (با یا بدون تصفیه) قرار می‌گیرد. Water that has been used and is available for reuse, with or without treatment.
بازیافت آب Water Recycling	آب مورد استفاده مجدد در همان تأسیسات Water reconnected and reused within the same facility.
آب منحرف‌شده (استفاده غیر متعارف) Diverted Water (Unconventional Use)	بله - شامل نیروگاه برق، آب مورد استفاده برای خنک کننده است. Yes, this includes power plants and the water used for cooling.
ذخیره‌سازی Storage	خیر No

نتیجه‌گیری

در بررسی نیازهای اطلاعاتی مرتبط با آب از جنبه‌های مختلف، ایجاد یک مجموعه استاندارد برای جمع‌آوری و تجمیع داده‌های اقتصادی ضروری است. این مجموعه به ما این امکان را می‌دهد که اطلاعات را در چارچوبی منسجم برای تحلیل، تصمیم‌گیری و سیاست‌گزاری اقتصادی ارائه دهیم. حسابداری آب به اطلاعات صحیح و عادلانه بستگی دارد و این امر تصمیمات رسمی در حوزه آب را تسهیل می‌کند. در سطح بین‌المللی، چندین چارچوب برای ثبت و گزارش‌دهی اطلاعات آب توسعه یافته‌اند که هرچند همه تحت عنوان حسابداری آب شناخته می‌شوند، اما اهداف متفاوتی را دنبال می‌کنند.

چارچوب حساب‌های اقتصادی زیست‌محیطی برای آب (SEEAW) یک رویکرد یکپارچه برای نظارت بر منابع آبی است که دامنه وسیعی از آمار مربوط به آب را در بخش‌های مختلف در یک سیستم اطلاعاتی منسجم جمع‌آوری می‌کند.SEEAW نه‌تنها یک چارچوب مفهومی برای سازمان‌دهی اطلاعات هیدرولوژیکی و اقتصادی به شیوه‌ای منسجم و سازگار فراهم می‌کند، بلکه برخی از شاخص‌های آن به‌روشنی جریان‌های آبی که برای مصرف فرآورده نیستند را شناسایی می‌کند.

با این حال، درSEEAW به دلیل تمایز بین آب تصفیه‌شده و استفاده مجدد، تعریف مداوم آب به‌عنوان تصفیه‌شده یا مجدد استفاده‌شده چالش‌برانگیز است و باید با توجه به کاربرد و زمینه‌های حسابداری آب مشخص گردد. هم‌چنین، توجه به وضعیت ذخیره‌سازی حجم آب در صنایع از اهمیت بالایی برخوردار است. به‌طور کلی، بر اساس تحقیقات انجام‌شده، چارچوب SEEAW دارای شاخص‌های معتبری است که به کلیه سؤالات صنایع پاسخ می‌دهد و تنها چارچوبی است که بین آب تصفیه‌شده و آب مورد استفاده مجدد تمایز قائل می‌شود.

منابع

Abolhasani, L. and Khalili, A. (2016). Investigation of water accounting implementation methods, introduction and implementation of the most efficient method, Journal of Water and Sustainable Development, 3(1), 9-22. doi: 10.22067/jwsd.v3i1.59415. [In Persian].

Accounting, S. E. E. (2012). System of Environmental-Economic Accounting 2012.

Aspden, C. (2008). The revision of the 1993 System of National Accounts–what does it change? *Economic & Labour Market Review*, 2, 42-47. doi:10.1057/elmr.2008.26.

Bagheri, A., & Babaeian, F. (2020). Assessing water security of Rafsanjan Plain, Iran–Adopting the SEEA framework of water accounting. *Ecological Indicators*, 111, 105959. doi: 10.1016/j.ecolind.2019.105959.

Candido, L. A., Coêlho, G. A. G., de Moraes, M. M. G. A., & Florêncio, L. (2022). Review of decision support systems and allocation models for integrated water resources management focusing on joint water quantity quality. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 148(2), 03121001. doi: 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.000149.

Contreras, S., & Hunink, J. E. (2015). Water Accounting at the Basin Scale: Water Use and Supply (2000–2010) in the Segura River Basin Using the SEEA Framework. FutureWater: Cartagena, Spain. doi:10.13140/RG.2.1.2242.5444

Cote, C. M., Moran, C. J., Cummings, J., & Ringwood, K. (2009). Developing a water accounting framework for the Australian minerals industry. *Mining Technology*, 118(3-4), 162-176.

10.22054/ijer.2017.827.
doi:10.22111/ijbds.2021.6578 [In Persian].
Setlhogile, T., Arntzen, J., & Pule, O. B. (2017). Economic accounting of water: The Botswana experience. *Physics and Chemistry of the Earth*, Parts A/B/C, 100, 287-295.doi:10.1016/j.pce.2016.10.007.
Schornagel, J., Niele, F., Worrell, E., & Böggemann, M. (2012). Water accounting for (agro) industrial operations and its application to energy pathways. *Resources, Conservation and Recycling*, *61*, 1-15.doi: 10.1016/j.resconrec.2011.12.011.
Sondermann, M. N., & de Oliveira, R. P. (2022). Using the WEI+ index to evaluate water scarcity at highly regulated river basins with conjunctive surface and groundwater resources uses—*Science of The Total Environment*, 836, 155754. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.155754.
United Nations Statistics Division. (2007b). System of environmental-economic accounting for water (SEEAW) [online]. Available from: nhttp://unstats.un.org/unsd/envAccounting/seeaw.
United Nations Statistics Commission. (2007c). System of environmental- accounting for water: Final draft [online]. Available from: http://unstats.un.org/unsd/envaccounting EnvAcc_Brochure_FINALI.pdfm
UN. (2012). SEEA-Waterater: System of Environmental-Economic Accounting for Water. United Nations, New York. 216 pp.
UN, EU, FAO, IMF, OECD, WB. (2014). System of Environmental-Economic Accounting 2012: Central framework. United Nations, New York. 378 pp.
Vardon, M., Martínez-Lagunes, R., Gan, H., & Nagy, M. (2012). The system of environmental-economic accounting for water: development, implementation and use. Water Accounting, International Approaches to Policy and Decision Making. Edward Elgar, United Kingdom, 32-57.doi: 10.4337/9781849807500.
Vardon, M. J., Le, T. H. L., Martinez-Lagunes, R., Pule, O. B., Schenau, S., May, S., & Grafton, R. Q. (2023). Water accounts and accounting—Global Commission on the Economics of Water: Paris, France.
Younesi, M., Saadatpour, M., & Afshar, A. (2024). Integration of the system of environmental economic accounting-ecosystem accounting (SEEA-EA) framework with a semi-distributed hydrological and water quality simulation model. *Ecosystem Services*, 70, 101672.doi: https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101672.
doi:https://doi.org/10.1179/174328610X12682159814948.
Delavar, M., Eini, M. R., Kuchak, V. S., Zaghiyan, M. R., Shahbazi, A., Nourmohammadi, F., & Motamedi, A. (2022). Model-based water accounting for integrated assessment of water resources systems at the basin scale. *Science of the Total Environment*, 830, 154810. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154810
Department of Economic and Social Affairs. (2012). International Recommendations for Water Statistics. United Nations Publications. doi:
EC, IMF, OECD, UN, WB. (2009). System of National Accounts 2008. United Nations, New York. 664 pp.
Edition, F. (2011). Guidelines for drinking-water quality. WHO Chronicle, 38(4), 104-8.
Escriva-Bou, A., McCann, H., Hanak, E., Lund, J., & Gray, B. (2016). Accounting for California water. California *Journal of Politics and Policy*, 8(3). doi:10.5070/P2CJPP8331935.
Esen, S. E., & Hein, L. (2020). Development of SEEA water accounts with a hydrological model—the science *of the Total Environment*, 737, 140168. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140168
Godfrey, J. M., & Chalmers, K. (Eds.). (2012). Water accounting: International approaches to policy and decision-making. Edward Elgar Publishing.
Gutiérrez-Martín, C., Borrego-Marín, M. M., & Berbel, J. (2017). The economic analysis of water use in the water framework directive based on the system of environmental-economic accounting for water: A case study of the Guadalquivir river basin: water, 9(3), 180.doi:https://doi.org/10.3390/w9030180.
Hejazi, V., Esmaili Kia, Q. (2013). Water Accounting Systems. Accounting and Social Benefits, 11(3), 27-44. [In Persian].
McCalla, S. H., Moses, K. E., & Moulton, B. R. (2015). The National Income and Product Accounts and the System of National Accounts 2008. Surv. Curr. Bus, 17, 1-17.
Mohammad-Azari, S., Bozorg-Haddad, O., & Biswas, A. (2021). Water accounting. In Economical, Political, and Social Issues in Water Resources (pp. 1-28). Elsevier.
Nasrollahi, Z., Zarei, M. (2017). Prioritizing industrial activities in Yazd province with emphasis on the importance of water resources: Integrating input-output models and analytic hierarchy process. *Iranian Economic Research*, 22(71), 27-64. doi: