Advanced Technologies in Water Efficiency
homepage:https://atwe.razi.ac.ir
Online ISSN:2783-4964

Integrated assessment of the water resources system using water accounting framework in water stressed areas: A case study of Karkhe sofla.

Alimohammad Akhondali[1], Rahim Avarand[2]✉, Abdolrasol Shirvanian [3], Amin Khoramian [4]

[1] Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: aliakh@scu.ac.ir
[2] *Corresponding Author*, Department of Hydrology and water resources, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail:avarandrahim@gmail.com
[3] Department of Economic, Social and Extension Research, Fars Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran. E-mail: rasoolshirvanian@yahoo.com
[4] Department of Technical and Engineering Faculty of Water and Environmental Sciences. Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: khoramian.a@gmail.com

ABSTRACT

Water accounting systems provide essential data for managing decisions that aim to reduce poverty, enhance food security, safeguard public health, foster economic development, and protect ecosystem integrity. This study examines the Lower Karkheh area's water accounts for 1400 and 1401, both years marked by high water stress in the basin. With over 96% of water use attributed to agriculture, this sector significantly exacerbates water stress. In 1400, complete instability was noted, as demonstrated by comparing available and consumed water resources.Per capita renewable water availability increased from 1,302 cubic meters in 1400 to 1,812 cubic meters in 1401 due to better management downstream of the Karkheh Dam, with 169 million cubic meters more water released than in the previous year. Although the agricultural sector remains highly productive, the focus on short-term gains overlooks the strategic importance of sustainable water resources.

Keywords: Karkheh, SEEA, water accounting

Article Type: Research Article
Article history: Received: 20 July 2024 **Revised:** 28 September 2024 **Accepted:** 16 November 2024 **Published:** 21 December 2024

1.Introduction

The Water Environmental Economic Accounting System (SEEAW) is a comprehensive framework for integrating economic and environmental data on water. This system clarifies the conceptual and economic aspects of water, demonstrating the critical relationship between water and the economy and highlighting water resources' role in environmental health. Aligned with the United Nations System of National Accounts (SNA), SEEAW provides a framework for global macroeconomic statistics. Established by the United Nations Statistical Commission (UNSC) in 2007 and revised in 2011, the SEEAW system aids in establishing standards for water-related statistical data worldwide, including methodologies and application guidance (UNESCO Division of Water Sciences, 2011).

2. Methodology

The SEEA-W accounting framework categorizes water accounts into several types, including physical supply and use accounts, pollutant accounts, economic accounts, hybrid accounts, asset accounts, quality accounts, and water valuation (economic and social) (Edens et al, 2014). Two types of tables are used for compiling these accounts: standard tables, tested globally and widely accepted, and supplementary tables, still under review. Social and qualitative accounts are among those in the supplementary category. When assessing water resource systems, it is vital to select appropriate and accurate indicators. Indicators are tools that gauge the status of the studied system against desired goals. In water resource system evaluations, indicators are produced within specific frameworks, helping to provide a systematic understanding of resource status and usage. This refined text is now clearer, with improved flow and coherence, and is suitable for publication in an academic or professional journal. Let me know if you need further customization.

Figure 1. Flowchart of research steps

2.1. Introduction of the study area

The Karkheh River watershed is located between 46°23' to 49°12' E longitude and 33°40' to 35°00' N latitude. Approximately 17% of this watershed area lies within Khuzestan Province. Positioned in the western part of the country, the watershed extends across the central and western regions of the Zagros mountain range, covering about 50,764 square kilometers. This area consists of 27,645 square kilometers of mountainous terrain and 23,119 square kilometers of plains and foothills. Within the Karkheh basin in Khuzestan Province, the region spans over 1.2 million hectares. The Karkheh River's average discharge at Hamidieh station is approximately 132 cubic meters per second. Figure 2 illustrates the study area's location.

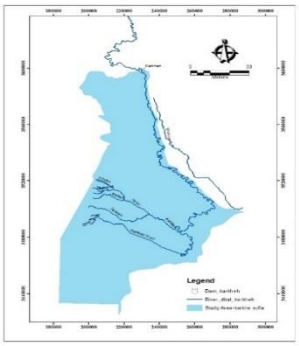


Figure 2. Map of the study area of Lower Karkheh

The Karkheh River can be divided into three sections based on its longitudinal slope. In the first section, extending approximately 100 kilometers downstream from the Karkheh Dam, the river has a steeper slope of about 0.08%, with numerous meanders. The second section spans another 100 kilometers to the Hamidieh regulatory dam, where the river slope decreases to about 0.013%. In the third section, from the Hamidieh dam to its endpoint in Sosangerd City, the river splits into two branches, Hofel and Nissan, with the slope dropping to around 0.002%. Numerous irrigation canals branch off from the river in this lower section, which continues into the Horul Azim Wetland as the elevation decreases.

3. Results and discussion

Implementing the extraction method for water security indicators alongside demographic and economic data poses significant challenges. Results from the relative water stress index and renewable water per capita indicate severe water stress in the study area for the year 1400 (2021/22), leading to instability and imbalance between water sources and uses. In 1401 (2022/23), however, water management efforts helped to stabilize the water balance, with a water stress index of 0.2 and consumption intensity nearing a borderline instability at 0.4.

However, water stress remains critical due to high water consumption in agriculture, where the economic efficiency of water use is lower. To address this, the economic sector's focus should shift away from agriculture to other industries. Presently, in the study area, water tariffs set by the government in 1401 are below cost recovery: agricultural water is priced at under 1,670 Rials per cubic meter, household and service water (post-treatment) under 2,650 Rials per cubic meter, and industrial water under 46,000 Rials per cubic meter. Such low rates discourage efforts to improve economic water efficiency. Annual growth in economic productivity of water was 0.6%, 0.65%, and 0.97% for agriculture, services, and industry, respectively. Effective water accounting could enhance reporting processes and serve as a valuable tool for evaluating water policy impacts.

3.1. Analysis of Water Security and Resource Management

The study of water security in the Lower Karkheh basin emphasizes the critical need for coordinated management between water supply and demand. In recent years, water stress in the area has escalated, particularly in 1400, when a combination of overuse and inefficient management practices led to acute water scarcity. This situation has highlighted the pressing need for sustainable practices that balance water availability with consumption needs across various sectors, especially agriculture, which accounts for over 96% of total water use. In 1401, strategic interventions, including regulated water releases downstream of the Karkheh Dam, resulted in notable improvements. Water availability per capita rose from 1,302 cubic meters in 1400 to 1,812 cubic meters in 1401, underscoring the positive impact of improved water management on regional stability. However, these short-term gains must be maintained through policies that prioritize long-term water sustainability, especially given the intense pressures from agricultural demand.

3.2. Economic Considerations in Water Management

Current water pricing structures in the Lower Karkheh region reflect significant underpricing, particularly within the agricultural sector. Set at a mere 1,670 Rials per cubic meter, agricultural water rates are insufficient to cover even basic supply costs, creating little incentive to optimize water usage or improve agricultural water productivity. In contrast, service sector water costs, after treatment, reach 2,650 Rials per cubic meter, while industrial water pricing is much higher, at around 46,000 Rials per cubic meter.This discrepancy highlights a potential policy gap, where subsidized rates for agriculture encourage overuse and inefficiency.To address these issues, the study recommends revising water tariffs to more accurately reflect the cost of supply, thereby fostering a shift toward higher economic productivity in water use. By adjusting prices, water-intensive industries, particularly agriculture, may be encouraged to adopt more efficient practices, potentially redirecting water resources toward sectors with higher economic returns.

3.3. Environmental Impact and Ecological Sustainability

Water stress and intensive agricultural activities in the Lower Karkheh basin also pose significant threats to local ecosystems. The Karkheh River and its surrounding wetlands, including the Horul Azim Wetland, are highly vulnerable to both water scarcity and pollution from agricultural

runoff. The wetland ecosystems are vital for biodiversity, providing habitats for various species and offering natural flood control benefits. Continued water shortages may lead to ecological degradation, adversely affecting both the local environment and communities' dependent on these resources.Therefore, a comprehensive approach that integrates environmental conservation with water resource management is essential. Restoration of natural habitats, combined with sustainable water practices, can help maintain ecological balance and preserve these critical ecosystems for future generations.

3.4. Recommendations for Policy and Future Research

Given the complex interplay between water resources, economic demands, and environmental concerns, the following recommendations are proposed: Enhanced Water Pricing Mechanisms: Revise water tariffs to align closer with the true cost of supply, particularly within agriculture. This policy change could encourage water savings and improve productivity.Increased Investment in Water-Efficient Technologies: Support and incentivize the use of water-saving technologies in agriculture, such as drip irrigation systems, to reduce overall demand.Strengthened Water Resource Governance: Establish a multi-sectoral governance model to coordinate water allocation across agricultural, industrial, and domestic sectors, with clear guidelines for sustainable usage. Environmental Conservation Initiatives: Implement targeted conservation efforts to protect wetland ecosystems, ensuring that policies support both human and ecological needs.Continued Research on Water-Economic-Ecological Links: Conduct further studies on the interconnections between water resources, economic activities, and ecosystem health, focusing on sustainable development in water-scarce regions.

4. Conclusion

This research underscores the urgent need for a holistic approach to water resource management in the Lower Karkheh basin. High agricultural water demand, coupled with insufficient economic incentives, continues to strain regional water security. By adopting integrated strategies that address water pricing, resource allocation, and environmental conservation, policymakers can help ensure a more sustainable and balanced future for the region.Water accounting frameworks like SEEA-W provide valuable insights into the relationships between water usage, economic productivity, and environmental impact. Implementing these frameworks enables more informed decisions, promoting not only economic growth but also environmental sustainability and social welfare. As such, water accounting should be further developed and applied in water-scarce areas to improve resource management and achieve sustainable development goals.

5. References

Edens, b., & Graveland, c. (2014). Experimental valuation of Dutch water resources according to SNA and SEEA. *Water Resources $ Economic*, 7, 66-81. https://doi.org/10.1016/j.wre.2014.10.003

UNESCO. (2011). Division of water Sciences. Digital library, Unesco. 1-4. https://www.unesco.org/archives/multimedia/producer/unesco,+division+of+water+sciences

6. Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

7. Acknowledgments

The authors thank Khuzestan Water and Electricity Organization for providing statistics and information for this article

Cite this article: Akhondali, A.M., Avarand, R., Shirvanian, A,R., & Khoramian, A. (2024). Integrated assessment of the water resources system using water accounting framework in water stressed areas: A case study of Karkhe sofla., *Advanced Technologies in Water Efficiency*, 4(4), 90-111. DOI: https://doi.org/10.22126/atwe.2024.10899.1133

Publisher: Razi University

© The Author(s)

فناوری های پیشرفته در بهره وری آب
وبگاه نشریه: https://atwe.razi.ac.ir شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۹۶۴

ارزیابی یکپارچه سیستم منابع آب بر اساس سیستم حسابداری اقتصادی– زیست‌محیطی آب (محدوده مطالعاتی کرخه سفلی)

علی محمد آخوندعلی[۱] ، رحیم آورند[۲]✉ ، عبدالرسول شیروانیان[۳] ، امین خرمیان[۴]

[۱] دانشکده مهندسی علوم آب و محیطزیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: aliakh@scu.ac.ir

[۲] گروه هیدرولوژی و منابع آب، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: avarandrahim1@gmail.com

[۳] بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویجی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران. رایانامه: rasoolshirvanian@yahoo.com

[۴] دانشکده مهندسی علوم آب و محیطزیست، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: khoramian.a@gmail.com

چکیده

کمبود آب یکی از نگرانی‌های اصلی مدیران منابع آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل تقاضای آب در بخش بزرگی از منابع آب تجدیدپذیر در بازه های زمانی و مکانی محسوب می‌گردد. سیستم حسابداری آب می تواند به عنوان داده‌های پایه‌ای مفید در تصمیمات مدیریتی جهت کاهش فقر، اطمینان از امنیت غذایی، سلامت جمعیت بشری، توسعه‌اقتصادی‌ونیزحفظ‌حیات‌اکوسیستمها مورداستفاده قرارگیرد. دراین تحقیق برای محدوده مطالعاتی کرخه سفلی با استفاده‌از چارچوب حساب‌های آب مربوط به منطقه متناظر با سالهای ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ که سالهای دارای تنش آبی در حوضه موردمطالعه بوده پرداخته شده است. بااستخراج نشانگرهای ابعاد مختلف منابع آب، اقتصادی و اجتماعی، به ارزیابی یکپارچه امنیت آبی محدوده مطالعاتی پرداخته شده است. باتوجه‌به نشانگرهای بعد منابع‌آب بخش کشاورزی با بیش از ۹۶ درصد مصرف آب بیشترین تأثیر را در تشدید تنش آبی محدوده دارد. باتوجه‌به نشانگر شدت مصرف آب در سالهای ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ و مقایسه میزان منابع آب موجود و مصرف شده، ناپایداری کامل در محدوده وجود دارد. سهم سرانه منابع آب تجدیدپذیر این محدوده‌از ۱۳۰۲ مترمکعب به‌ازای هر نفر در سال ۱۴۰۰ به ۱۸۱۲ مترمکعب به‌ازای هر نفر در سال ۱۴۰۱افزایش یافته‌است این درحالی است که مجموع خروجی سد کرخه و اسپیل کرخه در سال ۱۴۰۰ به میزان ۱۶۹ میلیون مترمکعب بیشتر از سال ۱۴۰۰ بوده است که دلیل آن مدیریت مصرف بهینه در پایین دست سد کرخه است. تغییرات حاشیه‌ای بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی نشان می‌دهد نیروی محرکه قوی اقتصادی در بخش کشاورزی در محدوده مطالعاتی کرخه سفلی باعث شده در این محدوده توجه زیادی به منافع کوتاه مدت در بخش کشاورزی نسبت به منافع استراتژیک منابع آب معطوف گردد. علیرغم کاهش روند مصرف آب در بخش خدمات وثابت بودن مصرف آب در صنعت، افزایش درآمد بخش خدمات و صنعت منجر به افزایش بهره وری اقتصادی آب در این بخشها می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: حسابداری اقتصادی اجتماعی آب، سیستم یکپارچه منابع آب، کرخه سفلی

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

سابقه مقاله: دریافت: ۳۰ تیر ۱۴۰۳ **اصلاح:** ۰۷ مهر ۱۴۰۳ **پذیرش:** ۲۶ آبان ۱۴۰۳ **چاپ الکترونیکی:** ۰۱ دی ۱۴۰۳

استناد: آخوندعلی، م. ع.، آورند، ر.، شیروانیان، ع. ر.، و خرمیان، ا. (۱۴۰۳). ارزیابی یکپارچه سیستم منابع آب بر اساس سیستم حسابداری اقتصادی– زیست‌محیطی آب (محدوده مطالعاتی کرخه سفلی)، *فناوری‌های پیشرفته در بهره‌وری آب*، ۴(۴)، ۱۱۱-۹۰. https://doi.org/10.22126/atwe.2024.10899.1133

ناشر: دانشگاه رازی © نویسندگان

مقدمه

یکی از مهم‌ترین مسائل جهانی در قرن بیست و یکم کمبود آب با کیفیت مناسب جهت پایداری اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی ملت‌هاست. افزایش رقابت برای استفاده از آب شیرین در کشاورزی، بخش‌های شهری و صنعتی به دلیل رشد جمعیت، منجر به فشار بی‌سابقه‌ای بر منابع آب در بسیاری از کشورها شده است. علاوه بر این کیفیت بد آب در کشورها دسترسی به منابع آب شیرین را بیشتر محدود نموده‌است (هوئکسترا[1]، ۲۰۱۹.، و مالوین و همکاران[2]، ۲۰۲۱)

ارزیابی منابع و مصارف آب یکی از مهم‌ترین اقداماتی است که برای افزایش آگاهی و شناخت درباره شرایط منابع آب کشور می‌توان انجام داد. نتایج این‌گونه بررسی‌ها ضمن تأمین اطلاعات و گسترش میزان و درجه آگاهی از شرایط متحول آب کشور، زمینه را برای اخذ تصمیمات معقول مدیریتی مهیا می‌سازد (سلیمانی ساردو و همکاران، ۱۴۰۰). در این راستا بحث تهیه بیلان منابع آب برای ارزیابی منابع و مصارف را می‌توان به‌گونه‌ای شمایی از حسابداری آب دانست. سیستم حسابداری اقتصادی – زیست‌محیطی آب مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها را برای ایجاد سیستم اطلاعاتی به شکلی یکپارچه جهت مطالعه تأثیرات مصرف و توسعه منابع آب ارائه می‌دهد. این سیستم چارچوبی مفهومی را بر اساس چشم‌اندازی جامع و یا سیستماتیک از مدیریت منابع آب پیشنهاد می‌نماید (یونسکو[3]، ۲۰۱۱).

سیستم حسابداری اقتصادی زیست‌محیطی آب (SEEAW)[4] چارچوبی کلی برای سازمان‌دهی داده‌های اقتصادی و محیطی مربوط به آب، محسوب می‌شود. این سیستم، مفاهیم ادراکی و اقتصادی مربوط به آب را تعریف می‌کند. این اطلاعات رابطه بین آب و اقتصاد و اهمیت منابع آب در محیط را نشان می‌دهد. سیستم مذکور، رابطه مستقیمی با داده‌های مربوط به آب در نظام حساب‌های ملی SNA برقرار می‌کند و چارچوبی را برای آمار اقتصاد کلان در سراسر جهان معرفی می‌نماید(مهدوی و همکاران، ۱۳۹۸).

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

سیستم حسابداری اقتصادی زیست‌محیطی آب در سال ۲۰۰۷ توسطUNSC تهیه شد که در حال حاضر نسخه بازبینی شده مربوط به سال ۲۰۱۱ آن در دسترس می‌باشد. انجمن UNSC بزرگترین هیات تصمیمگیری برای فعالیت های آماری بین المللی به خصوص برای تنظیم استانداردهای آماری، توسعه مفاهیم و روشها و پیاده سازی آنها در سطوح ملی و بین المللی می‌باشد (یونسکو، ۲۰۱۱). بخشی از پیاده سازی چارچوب حسابداری آب، IRWS [5] به‌صورت مجموعه‌ای از دستورالعملهای مورد توافق، برای تدوین اطلاعات قابل مقایسه بین‌المللی مرتبط با آب توسعه یافته است. دستورالعمل‌ها لیست توافق شده‌ای از موارد مرتبط با آب برای پشتیبانی از جمع‌آوری، تدوین و انتشار آمارهای آب و همچنین یکپارچه سازی آنها درون حساب‌های آب ارائه می‌نمایند (یونسکو، ۲۰۱۱).

بخش آماری ملل متحد با همکاری گروه لندن، سیستم حسابداری اقتصادی – زیست‌محیطی را برای آب توسعه دادند. این سیستم به‌عنوان یک چارچوب مفهومی برای سازماندهی اطلاعات فیزیکی و اقتصادی مرتبط با مصرف آب با استفاده از تعاریف، مفاهیم و طبقه‌بندی‌های سازگار با سیستم حساب‌های ملی توصیف می‌شود (دانگ و همکاران[6]، ۲۰۰۴).

این سیستم آماده‌سازی و تهیه اطلاعات را در بسیاری از سطوح از محلی و بومی تا حوضه رودخانه و سطوح ملی و یا چند ملتی را آسان می‌کند. حساب‌های SEEA-Water برای ارائه داده به منظورهای سیاست‌گذاری، مدیریت منابع آب، گزارش‌دهی برای سازمان‌های بین‌المللی، تحقیق و مدل‌سازی استفاده می‌شود (باقری و بابائیان[7]، ۲۰۲۰.، و بلازکوئز و همکاران[8]، ۲۰۲۳) . این حساب‌ها در اصل در سطح کلان در روش‌های مختلف مثلاً ورودی برای توسعه سیاست‌های ملی آب، قیمت‌گذاری آب، تخصیص، بهبود راندمان مصرف آب، حسابرسی و طراحی پروژه‌های آبی، پیش‌بینی تقاضای آب برای آینده، تحلیل‌های داده – ستانده، پیش‌بینی مفاهیم مربوط به بهسازی‌های مربوط به آب برای اقتصاد ملی، پیش‌بینی سیلاب و مدل‌سازی سناریوهای تغییر اقلیم مورداستفاده قرار می‌گیرند (یونسکو، ۲۰۱۱).

با استفاده از اصول حسابداری آب ارزش‌گذاری منابع آب مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی مرتبط با آب می‌تواند به‌عنوان بخشی از توسعه حساب‌های جامع اکوسیستمی انجام شود (ادنز و همکاران[9]، ۲۰۱۴.، کریمی و همکاران[10]، ۲۰۱۳.، کریمی و همکاران،

---

[1] Hoekstra
[2] Malvin et al
[3] UNESCO, Division of water Sciences
[4] System of Environmental-Economic Accounting for Water
[5] International Recommendations for Water Statistics
[6] Dang et al
[7] Bagheri & Babaeian
[8] Blazquez et al
[9] Edens et al
[10] Karimi et al

۲۰۱۳.، و کریموو و همکاران[1]، ۲۰۱۲) هدف اصلی رویکرد حسابداری آب، استخراج داده‌های مهم از منابع آب و اقتصاد، دسته‌بندی آنها در قالب تعدادی حساب، در کنار هم قراردادن حساب‌ها و ایجاد بستری مناسب جهت استخراج نشانگرهای تحلیلی است(کاترین و همکاران[2]، ۲۰۲۱.، چالمرز و همکاران[3]، ۲۰۱۲.، و فردوس[4]، ۲۰۲۰). نشانگرهای استخراج شده از چارچوب حسابداری آب به‌خصوص نشانگر کارایی آب به‌عنوان ابزار مهمی در تحلیل و ارزیابی سیستم‌های منابع آبی مورداستفاده قرار می‌گیرند.

روش پژوهش

معرفی منطقه موردمطالعه

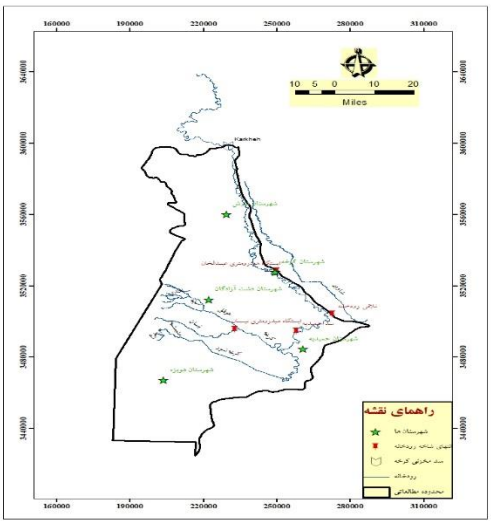
حوضه آبریز رودخانه کرخه در محدوده مختصات جغرافیائی ´۲۳ -۴۶° تا ´۱۲-۴۹° طول شرقی و ´۴۰-۳۳° تا ´۰۰-۳۵° عرض شمالی واقع شده است. ۱۷ درصد از وسعت این حوزه آبریز در استان خوزستان قرار دارد. این حوزه در غرب کشور در مناطق میانی و غربی رشته‌کوه‌های زاگرس واقع شده است. مساحت حوضه در حدود ۵۰۷۶۴ کیلومترمربع است که حدود ۲۷۶۴۵ کیلومترمربع آن را مناطق کوهستانی و ۲۳۱۱۹ کیلومترمربع آن را دشت‌ها و کوهپایه‌ها تشکیل می‌دهند.

زیر حوضه کرخه سفلی به مساحت ۱۲۰۱۰۰۰ هکتار کلاً در استان خوزستان واقع شده است. متوسط آبدهی دراز مدت رود کرخه در ایستگاه حمیدیه ۱۳۲ مترمکعب در ثانیه است. سهم استانهای ذینفع از مساحت حوضه آبریز کرخه در جدول (۱) بر اساس اطلاعات اخذ شده از معاونت مطالعات جامع منابع آب سازمان آب و برق خوزستان آورده شده است. موقعیت منطقه مطالعاتی در شکل (۲) نشان داده شده است. رودخانه کرخه از نظر شیب طولی به سه بازه تقسیم می شود در بازه اول که از پایین دست سدکرخه شروع و حدود ۱۰۰ کیلومتر طول دارد، شیب طولی رودخانه تندتر و حدود ۰/۰۸درصد است. در این بازه رودخانه حالت شریانی داشته و دارای مئاندرهای فراوان است در بازه دوم که شامل کیلومتر ۱۰۰ رودخانه تا سد تنظیمی انحرافی حمیدیه) کیلومتر ۲۰۰ رودخانه شیب رودخانه ملایم و حدود ۰/۰۱۳درصد است. در بازه سوم شامل پایین دست سد حمیدیه تا انتهای آن در شهر سوسونگرد محل تقسیم شدن رودخانه کرخه به دو شاخه هوفل و نیسان (شیب رودخانه باز کاهش یافته و در حدود ۰/۰۰۲ درصد است) تقسیم می‌گردد. رودخانه کرخه در شهر سوسنگرد به دو شاخه هوفل و نیسان تقسیم می شود. درشکل (۳) بازه های رودخانه کرخه تا هورالعظیم نشان داده شده است.

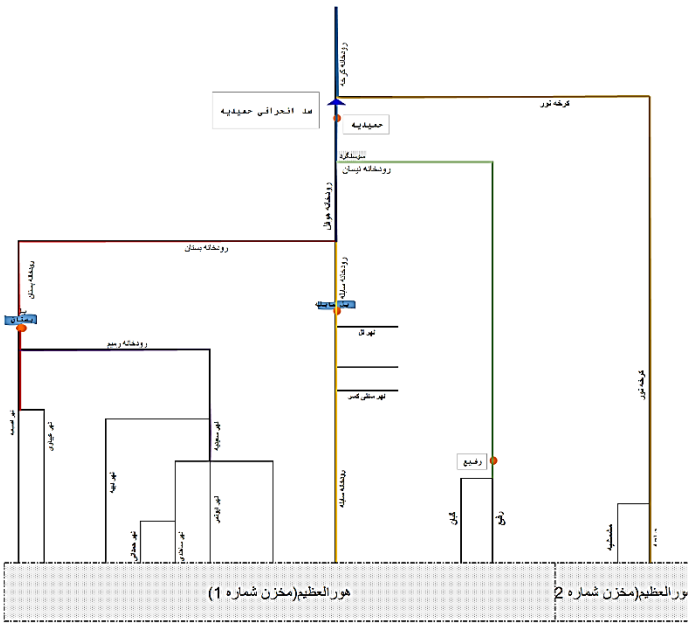
جدول ۱. وضعیت منابع آب سطحی و زیر زمینی بر اساس آماربرداری سال ۱۴۰۰ (میلیون مترمکعب)

منابع آب	سطحی	زیر زمینی
سد کرخه	۱۹۳۳	۰
اسپیل کرخه	۵۳۱	۰
زیر زمینی	۰	۷۷.۵

[1] Karimov et al
[2] Catherine et al
[3] Chalmers et al
[4] Firdaus



شکل ۱. نقشه محدوده مطالعاتی کرخه سفلی



شکل ۲. شمای کلی رودخانه، کانال ها و خروجی های مهم

منابع آب کرخه سفلی

منابع آب منطقه مطالعاتی شامل بخش آب‌ها سطحی که از سد مخزنی کرخه و همچنین از کانال اسپیل کرخه در غرب شبکه آبیاری دز استفاده می‌شود؛ بخش دیگر از آب‌های زیر زمینی که در قسمت شمال منطقه مطالعاتی که بسیار ناچیز است را شامل می‌گردد.

به‌منظور جبران کمبود منابع آبی اراضی پایین‌دست سد کرخه در سال ۱۴۰۰ به میزان ۵۳۱ میلیون مترمکعب از سد دز از طریق کانال موسوم به اسپیل کرخه منتقل شده است. همچنین ۴۵۰ میلیون مترمکعب از سد سیمره برای جبران کمبود آب اراضی حوضه کرخه رها سازی صورت گرفت.

مصارف نرمال ماهانه منطقه مطالعاتی

سهم مصرف آب بخش‌های مختلف در حوضه مطالعاتی بر اساس سال ۱۴۰۰ در جدول (۲) بر اساس اطلاعات اخذ شده از معاونت حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب سازمان آب و برق خوزستان نشان‌داده‌شده است.

جدول ۲.سهم مصرف آب بخشهای مختلف (میلیون مترمکعب)

نوع مصرف	آب سطحی	آب زیر زمینی
کشاورزی	١٦١٤/٨	١٠٨
شرب	٢٥٤/٩	١٤.٦
پرورش ماهی	٤٤/٦	٠

بخش کشاورزی با مصرف ۹۴ درصد از منابع آب سطحی و ۶ درصد آب زیر زمینی بیشترین سهم مصرف منابع آبی منطقه مطالعاتی را داراست. در جدول (۳)بر اساس آمار اخذ شده از جهاد کشاورزی استان خوزستان محصولات زراعی آمده است.

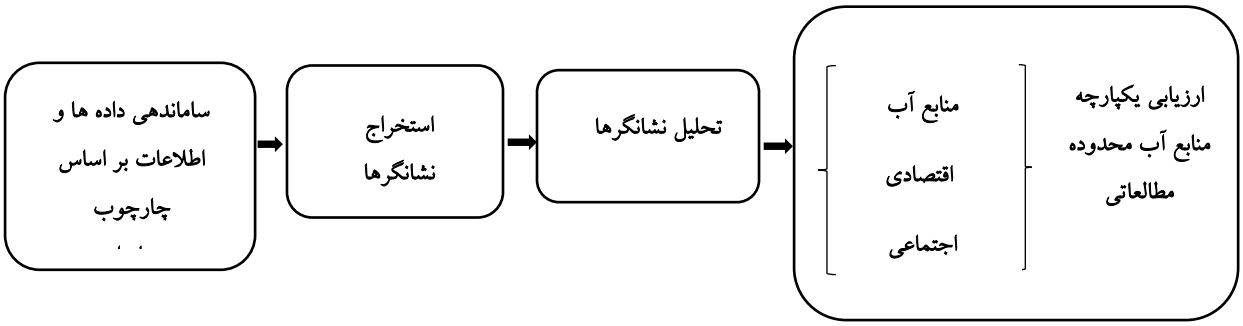
جدول ۳. مشخصات سطح کشت در منطقه (هکتار)

محصولات فصلی زراعی پاییزه												کشت‌های دائمی			
گندم	جو	چغندرقند	کلزا	گوجه‌فرنگی	سیب‌زمینی	پیاز	سایر سبزی و صیفی	شبدر	باقلا	جمع محصولات فصلی	یونجه دائمی	باغات	نیشکر	جمع کشت‌های دائمی	جمع کل
٤٦٠	٧	٠	٩١	٥	٠	٢	١١	١	٣	٥٨ ٠	٦	٢٧	٠	٣٣	٦١٣

حساب‌های چارچوب حسابداری SEEA-W شامل حساب‌های عرضه و مصرف فیزیکی، حساب آلاینده‌ها، حساب‌های اقتصادی و هیبریدی، حساب دارایی‌ها، حساب‌های کیفیت، و نهایتاً موضوع ارزش‌گذاری آب (اعم از اقتصادی و اجتماعی) هستند. به‌منظور تکمیل این حساب‌ها دو نوع جدول، جداول استاندارد و جداول تکمیلی هستند. جداول استاندارد در مطالعات موردی در کشورهای مختلف مورد آزمایش قرارگرفته‌اند و در مورد شکل ارائه آنها اجماع عمومی حاصل شده است. جداول تکمیلی هنوز در سطح استاندارد مورد اجماع جهانی قرار نگرفته و مطالعات موردی برای آنها هنوز ادامه دارد. از جداول این دسته می‌توان به حساب‌های کیفی و اجتماعی اشاره کرد.

ساختار پیمان‌های حساب‌های آب که در چارچوب حساب‌های زیست‌محیطی – اقتصادی سازمان ملل بکار رفته است، این امکان را فراهم می‌آورد تا با هر میزان فراوانی داده‌ها حساب‌های آب را تشکیل داد و به‌مرور با توسعه سیستم تولید و جمع‌آوری داده‌ها به تکمیل حساب‌ها پرداخت. عملیاتی نمودن و کاراتر کردن نحوه استخراج شاخص‌های امنیت آبی در تلفیق با داده‌های جمعیت و اقتصاد باتوجه‌به پتانسیل‌های اطلاعاتی یک چالش است. به‌منظور پیاده‌سازی این چارچوب، محدوده مطالعاتی کرخه سفلی به‌عنوان مطالعه موردی در این تحقیق در نظر گرفته شده است. جداول حسابداری آب این محدوده برای سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ تنظیم شدند و تغییرات امنیت آبی منطقه بر اساس آنها مورد ارزیابی قرار گرفت.

در ارزیابی موضوعات سیستم منابع آب، لازم است نشانگرهای مناسب و دقیقی برای این ارزیابی شناسایی و انتخاب شوند. نشانگرها ابزاری هستند که موقعیت سیستم موردمطالعه را در مقایسه با اهداف یا سطوح مطلوب آن مورد سنجش قرار می‌دهند. در ارزیابی سیستم‌های منابع آب به‌وسیله چارچوب‌ها، نشانگرها در انواع مختلفی تولید می‌شوند. در این تحقیق نشانگرهای تعیین وضعیت منابع آب محدوده موردمطالعه بر مبنای مفهوم امنیت آبی SEEA-W اساس چارچوب حسابداری در سه بعد منابع آب، بعد اقتصادی و بعد اجتماعی بر اساس فلوچارت شکل (۳) نشان‌داده‌شده است.



شکل ۳. فلوچارت مراحل انجام تحقیق

جمع‌آوری و محاسبه اطلاعات و داده‌های جداول حسابداری آب

نیاز آبی - تبخیر و تعرق

جهت برآورد نیاز آبی منطقه موردمطالعه از اطلاعات مربوط به تاریخ کاشت و برداشت، طول دوره رشد محصولات زراعی و باغی، ضرایب گیاهی بر اساس مطالعات صحرایی انجام‌شده در دشت و داده‌های هواشناسی روزانه بلندمدت ایستگاه سینوپتیک شوش، استفاده شده است (گزارش نیاز آبی حوزه کرخه حوضه کرخه، مشاور مهاب قدس). برای محاسبه نیاز ناخالص آبیاری از راندمان آبیاری متوسط منطقه استفاده‌شده است. با استفاده از رابطه تورنت – وایت رابطه (۱) مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه محاسبه و با مقدار بارندگی ماهانه مقایسه و نهایتاً مقدار تبخیر و تعرق واقعی تعیین می‌گردد.

(۱)

$$Im=\left(\frac{Tm}{5}\right)^{1.514}$$

$$I=\sum_{m=1}^{12} i_m$$

$$a=\left(675\times(10)^{-9}\times I^3\right)-\left(771\times(10)^{-7}\times I^2\right)+\left(179\times(10)^{-4}\times I\right)+0.492$$

$$ET=16Nm\left(\frac{10Tm}{I}\right)^{a}$$

Tm- متوسط دمای هوا بر حسب سلسیوس

Ti- دمای هوا در ماه موردنظر بر حسب سلسیوس

I- نمایه حرارتی سالانه

نفوذ از بارندگی

مقدار نفوذ ناشی از بارش از رابطه (۲) محاسبه می‌شود

$$F=0.8(P-C\times LogE)\text{^ }0.5$$ (۲)

F : نفوذ (میلیمتر)
E : تبخیر و تعرق پتانسیل (میلیمتر)
P بارندگی (میلیمتر)
C: درجه‌حرارت ماهانه (درجه سلسیوس)

آب سطحی ورودی از خارج حوضه و خروجی به خارج حوضه

آب سطحی ورودی از خارج حوضه توسط کانالی به طول حدود ۶ کیلومتر از کانال غرب شبکه آبیاری و زهکشی دز به کانال W2 به طول ۵ کیلومتر و از آن به کانال موسوم به اسپیل کرخه به طول ۱.۲ کیلومتر منتقل می‌گردد که این میزان ورودی به‌صورت روزانه از آمار سازمان آب و برق خوزستان به‌دست‌آمده است. آب خروجی به هورالعظیم از طریق ایستگاه‌های منتهی به هور شامل هوفل، نیسان و وصیله اندازه گیری شده است.

آب برداشتی

آب برداشت شده توسط بخش‌های خدمات و صنعت از آمار معاونت حفاظت از منابع آب سازمان آب و برق خوزستان به‌دست‌آمده است. لازم به توضیح است در خصوص برداشت از رودخانه توسط انهار سنتی جهت کشاورزی اگرچه در برخی سال‌ها آماربرداری توسط سازمان آب و برق خوزستان صورت‌گرفته ولی این آمار قابل‌اعتماد نمی‌باشد. در این تحقیق این آمارها از طریق داده‌های ثبت شده در ایستگاه‌های هیدرومتری صحت سنجی و اصلاح شده‌اند. در خصوص برداشت از آب زیرزمینی توسط چاه و چشمه و قنات برای کشاورزی، آمار سال‌های ۱۴۰۰ از بخش آب‌های زیر زمینی معاونت مطالعات جامع منابع آب سازمان آب و برق خوزستان اخذ شده است. سهم آب‌های زیر زمینی یک درصد حجم کل مصارف سالانه حوضه موردمطالعه را شامل می‌گردد.

آب برگشتی

مقدار آب برگشتی مصارف بخش‌های مختلف و آب مبادله شده بین آبخوان و رودخانه از گزارش‌های مطالعاتی مهندسین مشاور در محدوده موردمطالعه اقتباس شده است.

درآمد

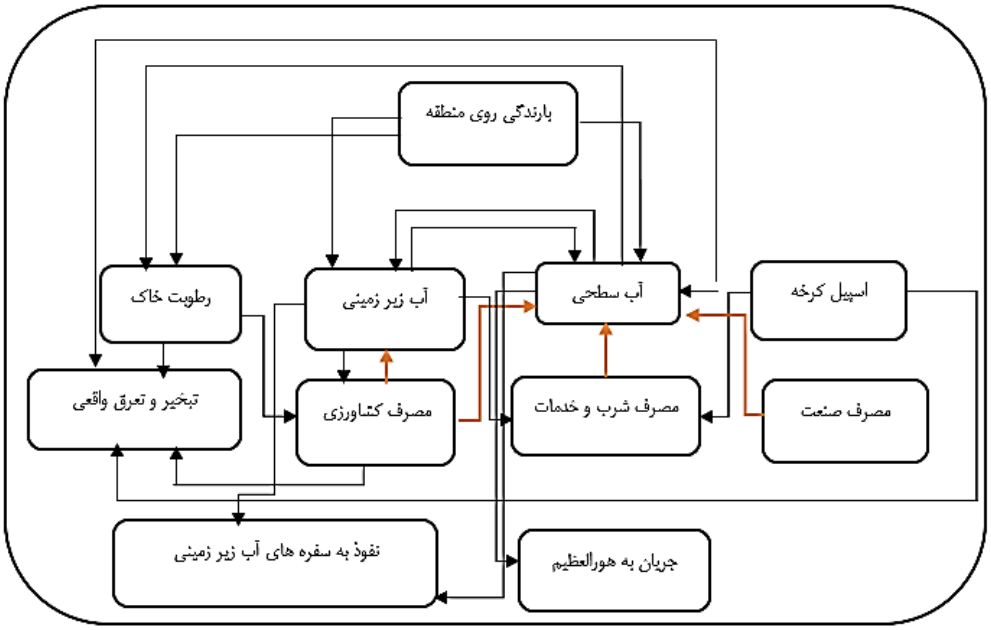
در تعیین درآمد خالص از مقدار درآمد ناخالص در بخش کشاورزی از نتایج تحقیقات جهاد کشاورزی تحت عنوان" هزینه تولید محصولات کشاورزی " استفاده شد و برای سایر بخش‌های اقتصادی از ارقام کلی ارائه شده در طرح مطالعات جامع استفاده شد و ازآنجایی‌که این ارقام ممکن است دقت کافی نداشته باشند در تولید نشانگرهای بهره‌وری نیروی کار و بهره‌وری اقتصادی آب از درآمد ناخالص استفاده شده است.

جمعیت و سطح کشت

داده‌های مربوط به جمعیت و کشاورزی که توسط مرکز آمار ایران تهیه می‌شود در مقیاس سیاسی است این داده‌ها با استفاده ازGIS به محدوده مطالعاتی مورد تحقیق از حوضه آبریز تفکیک شدند.

برای برآورد دقیق جریان مبادله شده بین سه بخش منابع آب (آب سطحی، زیرزمینی و رطوبت خاک) مطالعات دقیق‌تری در آینده ضرورت دارد. برای تخمین رطوبت خاک استفاده از داده‌های سنجش ماهواره‌ای مبتنی بر GIS پیشنهاد می‌گردد(سینگ و همکاران[1]، ۲۰۲۲). شکل (۳) اجزای بیلان منابع آب را نشان می‌دهد.

[1] Singh et al



شکل ۳. اجزای بیلان منابع آب منطقه مطالعاتی

یافته‌ها

تهیه جداول استاندارد حسابداری اقتصادی - اجتماعی آب

از داده‌های سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ که سالهای دارای تنش آبی حوضه موردمطالعه محسوب می‌شوندااقدام به تهیه حساب‌های عرضه و مصرف فیزیکی و هیبریدی و همچنین جدول دارایی‌ها مطابق با چارچوب حسابداری زیست‌محیطی و اقتصادی آب گردید.

جداول مصرف و عرضه فیزیکی بیانگر جریان‌های آبی بین محیطزیست و بخش اقتصادی و جداول عرضه و مصرف هیبریدی نشان‌دهنده درآمد ناخالص و هزینه کاربری‌های مختلف است. جدول دارایی‌ها، توصیف‌کننده ذخایر آبی در ابتدا وانتهای دوره حسابداری و تغییرات ذخایر در طول دوره است. نهایتاً جداول حساب اجتماعی نشان‌دهنده هزینه‌هاو منافع اجتماعی آب است.

طبقه‌بندی فعالیت‌های اقتصادی درواقع همان طبقه‌بندی استفاده شده در سیستم حسابداری ملی با نام استاندارد بین‌المللی طبقه‌بندی صنعتی و فعالیت‌های اقتصادی ISIC[1] است که در آن، ISIC36 مربوط به فعالیت جمع‌آوری، تصفیه و عرضه آب و ISIC37 مربوط به شبکه جمع‌آوری فاضلاب است. در این مقاله کاربری‌ها در قالب سه فعالیت کشاورزی، صنعت و خدمات دسته‌بندی شده‌اند. نشانگرهای پیشنهادی در این تحقیق مطابق جدول (۴) هستند که در ادامه با سایر نشانگرها به معرفی آنها پرداخته خواهد شد. به‌منظور تولید نشانگرهای اجتماعی پیشنهادی حسابداری SEEA-W و طراحی جداول حساب اجتماعی از نشانگرهای پیشنهادی بابائیان و همکاران (۱۳۹۵) جدول (۵) با سایر نشانگرها ارائه شده است.

[1] International Standard Industrial Classification

جدول ٤. نشانگرهای پیشنهادی

نشانگرها	جداول حسابداری مرتبط
کارایی اقتصادی آب در منطقه	جدول مصرف فیزیکی و عرضه هیبریدی
کارایی اقتصادی آب در کشاورزی	جدول مصرف فیزیکی و عرضه هیبریدی
کارایی اقتصادی آب در صنعت	جدول مصرف فیزیکی و عرضه هیبریدی
کارایی اقتصادی آب در شهر و خدمات	جدول مصرف فیزیکی و عرضه هیبریدی
حجم پساب تصفیه شده به کل پساب تولیدی	جدول عرضه فیزیکی
سهم مصرف در بخش کشاورزی به کل مصارف (درصد)	جدول عرضه فیزیکی
سهم مصرف در بخش صنعت به کل مصارف (درصد)	جدول عرضه فیزیکی
سهم مصرف در بخش شهر و خدمات به کل مصارف (درصد)	جدول عرضه فیزیکی
حجم منابع آب تجدیدپذیر داخلی (میلیون مترمکعب)	جدول دارایی‌ها
حجم منابع آب تجدیدپذیر خارجی (میلیون مترمکعب)	جدول دارایی‌ها
جریان انتقالی به خارج حوضه (میلیون مترمکعب)	جدول دارایی‌ها
مجموع منابع آب تجدیدپذیر طبیعی (میلیون مترمکعب)	جدول دارایی‌ها
وابستگی به منابع آب برون‌مرزی (درصد)	جداول مصرف فیزیکی و دارایی‌ها
سرانه آب تجدیدپذیر (میلیون مترمکعب بر نفر)	جدول مصرف فیزیکی
وابستگی به آب زیرزمینی درصد	جدول مصرف فیزیکی
شدت مصرف	جداول مصرف فیزیکی و دارایی‌ها
تنش آبی نسبی(RWSI)	جداول مصرف فیزیکی و دارایی‌ها
اهمیت نسبی کشاورزی در اقتصاد	جدول عرضه هیبریدی
بهره‌وری اشتغال در بخش کشاورزی (نفر بر میلیون مترمکعب)	–
بهره‌وری اشتغال در بخش صنعت (نفر بر میلیون مترمکعب)	–
بهره‌وری اشتغال در بخش خدمات (نفر بر میلیون مترمکعب)	–
بهره‌وری اشتغال در محدوده (نفر بر میلیون مترمکعب)	–

جدول ۵. نشانگرهای منابع آب، اقتصادی و اجتماعی آب در محدوده مطالعاتی در سالهای ۱۴۰۰ و۱۴۰۱

نشانگرها	فرمول	سال ۱٤۰۰	سال ۱٤۰۱	معیار به‌کاررفته	مقدار آستانه	ابعاد
حجم منابع آب تجدیدپذیر داخلی (میلیون مترمکعب)	بارندگی منهای تبخیر	۱٤۳٤	۲۵۸٤	ـــــــ	ـــــــ	زیست محیطی
حجم منابع آب تجدیدپذیر خارجی (میلیون مترمکعب)	حجم آب سالانه اسپیل کرخه	۵۳۱	۹۷۱	ـــــــ	ـــــــ	
جریان انتقالی به خارج حوضه (میلیون مترمکعب)	ورودی به هورالعظیم	٦۰۰	۷۷۷	ـــــــ	ـــــــ	
مجموع منابع آب تجدیدپذیر طبیعی (میلیون مترمکعب)	مجموع آب تجدیدپذیر منهای ورودی به هورالعظیم	۱۳٦۵	۲۷۷۸	ـــــــ	ـــــــ	
وابستگی به منابع آب برون‌مرزی (درصد)	نسبت تجدید پذیرخارجی به تجدیدپذیر طبیعی	۰/٤	۰/۳	جهانی	بزرگ‌تر از ۰/۵ وابستگی بالا (UNSD2012)	
وابستگی به منابع آب زیر زمینی (درصد)	نسبت برداشت آب زیر زمینی به کل آب برداشت شده*	۰/۰۱	۰/۰۱	جهانی	بزرگ‌تر از ۰/۵ وابستگی بالا (UNSD2012)	
شدت مصرف آب	کل مصرف به تجدیدپذیر داخلی	۰/٦	۰/٤	جهانی	بزرگ‌تر از ۰/٤ ناپایداری کامل بیلان در منطقه به دلیل عدم هماهنگی بین میزان منابع آب موجود و برداشت شده	
تنش آبی نسبی (RWSI)	کل مصرف به تجدیدپذیر طبیعی	۰/٦	۰/۲	جهانی	بزرگ‌تر از ۰/٤ تنش آبی شدید	

ادامه جدول ۵. نشانگرهای منابع آب، اقتصادی و اجتماعی آب در محدوده مطالعاتی در سالهای ۱۴۰۰ و۱۴۰۱

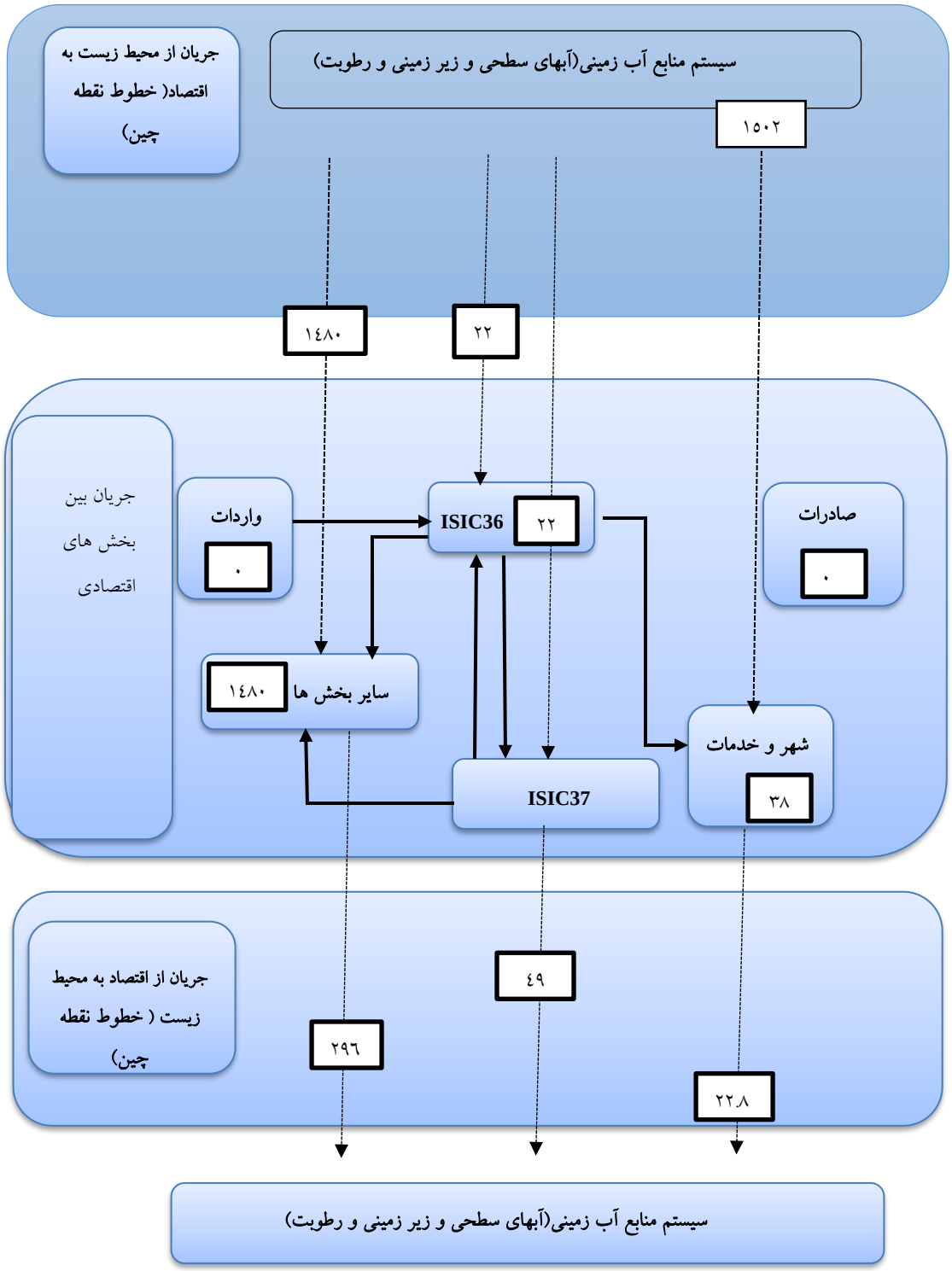
نشانگرها	فرمول	سال ۱۴۰۰	سال ۱۴۰۱	معیار به‌کاررفته	مقدار آستانه	ابعاد
سهم مصرف در کشاورزی به کل مصارف (درصد)	نسبت مصرف آب کشاورزی به کل مصارف	۹۶	۹۷	کشوری*	۹۶.۵	اقتصادی
سهم مصرف در صنعت و معدن به کل مصارف (درصد)	نسبت مصرف آب صنعت به کل مصارف	۰/۰	۰/۰	کشوری*	۰	
سهم مصرف در شهر و خدمات به کل مصارف (درصد)	نسبت مصرف آب خدمات به کل مصارف	۰/۰۴	۰/۰۳	کشوری*	۰/۰۴	
کارایی اقتصادی آب در منطقه (ریال بر مترمکعب)	درآمد ناخالص بر کل مصرف آب	۲۵۴۲۷	۷۴۲۷۹	کشوری*	۴۹۸۵۳	
کارایی اقتصادی آب در کشاورزی (ریال بر مترمکعب)	درآمد ناخالص کشاورزی بر مصرف آب کشاورزی	۱۴۲۰۳	۷۶۶۱۱	کشوری*	۴۵۴۰۷	
کارایی اقتصادی آب در صنعت (ریال بر مترمکعب)	درآمد ناخالص صنعت بر مصرف آب صنعت	۰/۰	۰/۰	کشوری*	۰	
کارایی اقتصادی آب در شهر و خدمات (ریال بر مترمکعب)	درآمد ناخالص خدمات بر مصرف آب خدمات	۶۸۱	۱۳۴۰	کشوری*	۱۰۲	
اهمیت نسبی کشاورزی دررسیدن به تعادل آبی	مصرف کشاورزی به منابع تجدیدپذیر طبیعی	۱/۷	۰/۶	کشوری*	۱/۲	
اهمیت نسبی کشاورزی در اقتصاد	درآمد ناخالص کشاورزی بر کل درآمد ناخالص	۱/۰	۱/۰	—	——	

ادامه جدول ۵. نشانگرهای منابع آب، اقتصادی و اجتماعی آب در محدوده مطالعاتی در سالهای ۱٤۰۰ و۱٤۰۱

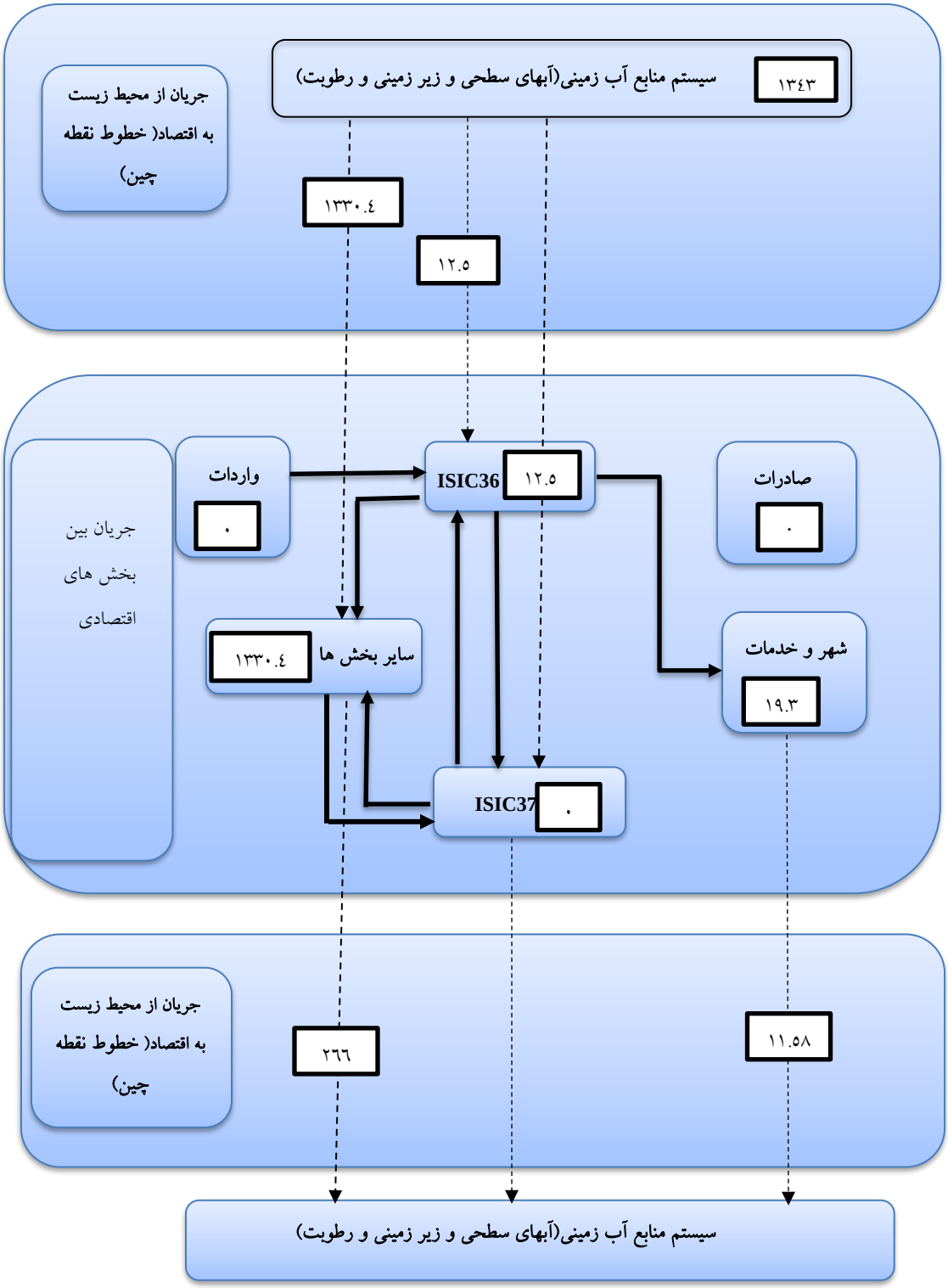
نشانگرها	فرمول	سال ۱٤۰۰	سال ۱٤۰۱	معیار به‌کاررفته	مقدار آستانه	ابعاد
سرانه آب تجدیدپذیر (مترمکعب به‌ازای هر نفر)	جمعیت منطقه بر حجم آب تجدیدپذیر	۱۳۰۲	۱۸۱۲	جهانی	۱۷۰۰	اجتماعی
اشتغال در بخش کشاورزی (درصد)	شاغل کشاورزی شهری و روستایی به کل شاغلین شهری و روستایی	۹٦/۷	۹٦/۷	کشوری*	۹٦/۷	
اشتغال در بخش صنعت (درصد)	درآمد ناخالص کشاورزی بر مصرف آب کشاورزی	۰	۰	کشوری*	۰	
اشتغال در بخش خدمات (درصد)	شاغل خدمات شهری و روستایی به کل شاغلین شهری و روستایی	۳/۳	۳/۳	کشوری*	۳/۳	
بهره‌وری اشتغال در بخش کشاورزی (نفر بر میلیون مترمکعب)	شاغل کشاورزی شهری و روستایی به مصرف کشاورزی	۱۲۰	۲۱۱	کشوری*	۱٦٥/٥	
بهره‌وری اشتغال در بخش صنعت (نفر بر میلیون مترمکعب)	شاغل صنعت شهری و روستایی به مصرف صنعت شهری و روستایی	۰	۰	کشوری*	۰	
بهره‌وری اشتغال در بخش خدمات (نفر بر میلیون مترمکعب)	شاغل خدمات شهری و روستایی به مصرف خدمات شهری و روستایی	۱۸۹۷	۳۷۳٤	کشوری*	۲۸۱٥/۷	
بهره‌وری اشتغال در محدوده (نفر بر میلیون مترمکعب)	کل شاغلین شهری و روستایی به کل آب مصرفی	۲۰۰	۳٥۷	کشوری*	۲۷۸/٥	
بهره‌وری نیروی کار در بخش کشاورزی (میلیون ریال بر نفر)	درآمد ناخالص کشاورزی به شاغل کشاورزی شهری و روستایی	۲۲۲	۳٦۳	کشوری*	۲۹۲	
بهره‌وری نیروی کار در بخش صنعت (میلیون ریال بر نفر)	درآمد ناخالص صنعت به "شاغل صنعت شهری و روستایی"	۰	۰	کشوری*	۰	
بهره‌وری نیروی کار در بخش خدمات (میلیون ریال بر نفر)	درآمد ناخالص خدمات به شاغل خدمات شهری و روستایی	۰/٥	۰/٤	کشوری*	۰/٤	
بهره‌وری نیروی کار در محدوده (میلیون ریال بر نفر)	درآمد ناخالص به کل شاغلین شهری و روستایی	٤٦۹	۷٦۷	کشوری*	٦۱۸	
سرانه درآمد (میلیون ریال بر نفر)	در آمد محدوده مطالعاتی به جمعیت محدوده مطالعاتی	٤۰/۷	٦٦/٥	کشوری*	٥٤	

*مقادیر نُرم کشوری هر نشانگر به‌صورت متوسط نشانگر موردنظر در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در نظر گرفته شده است (اطلاعات معاونت مطالعات جامع منابع آب سازمان آب و برق خوزستان).

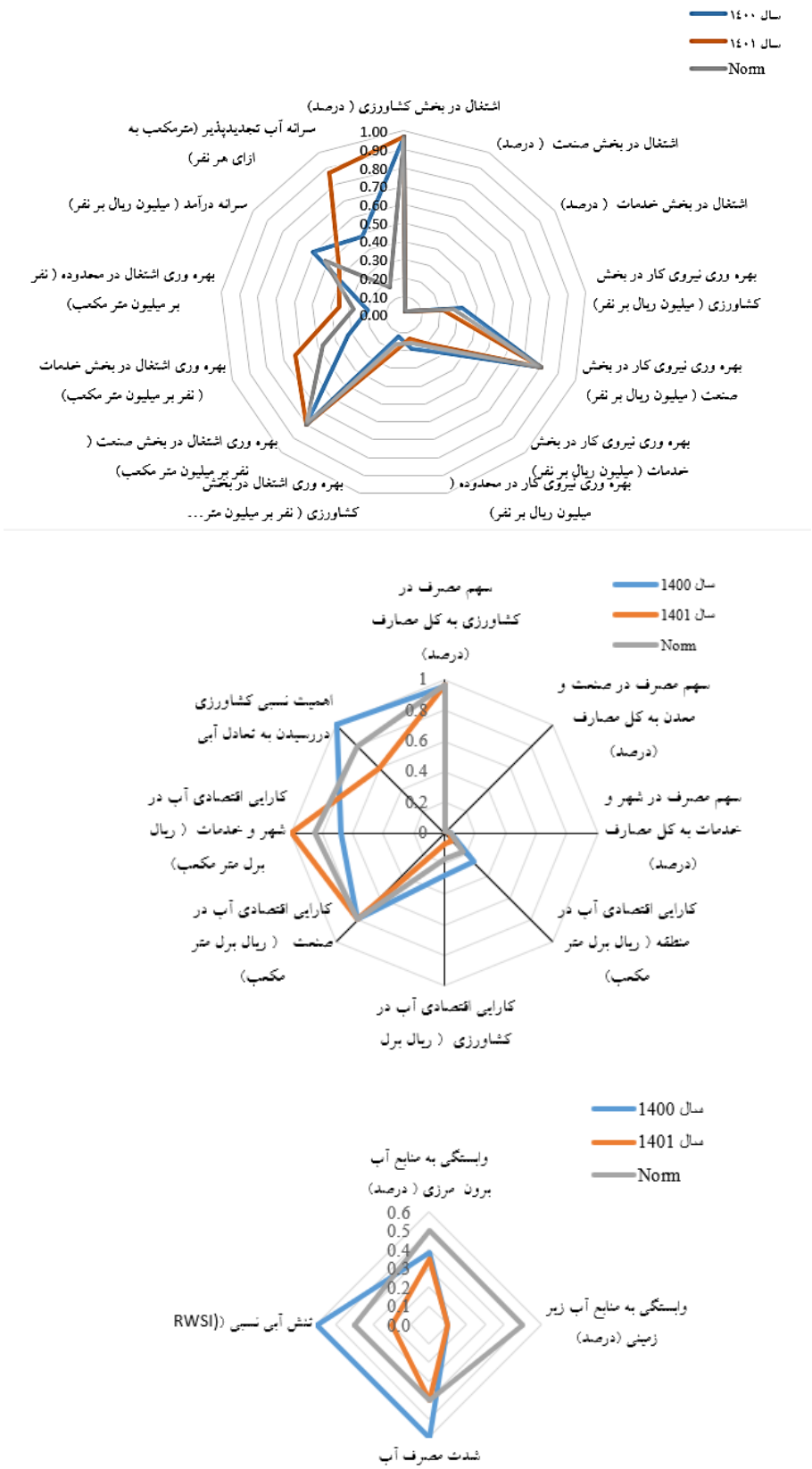
در اشکال (۵) و (۶) این مقاله سیستم منابع آب کل منطقه مطالعاتی در سالهای آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ نشان داده شده است. همچنین در شکل (۶) مقایسه نشانگرهای منطقه با نرمهای کشوری و جهانی روی نمودارهای رادار رسم گردیده‌و نمایش داده شده است (مقادیر نرم میانگین کشوری مربوط به تحقیق بابائیان و همکاران (۱۳۹۵)).



شکل ٤. جریان آب بین بخش‌های اقتصادی و محیطزیست در محدوده مطالعاتی سال ۱٤۰۰



شکل ۵. جریان آب بین بخش‌های اقتصادی و محیط‌زیست در محدوده مطالعاتی سال ۱٤۰۱



شکل٦. نشانگرهای مختلف منابع آب، اقتصادی و اجتماعی و مقایسه آنها با نرم کشوری و جهانی

بحث

با تکمیل جداول حسابداری آب، جریان آب بین بخش‌های اقتصادی و محیطزیست در محدوده مطالعاتی مشخص گردید. باتوجه‌به تمایز بین مصرف و برداشت آب در بحث‌های اخیر فائو در این تحقیق به تفسیر نشانگرهای پیشنهادی پرداخته می‌شود.

نشانگر کارایی اقتصادی آب در منطقه بیانگر نسبت درآمد ناخالص بر کل مصرف آب است. در سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ این نشانگر مقدار ۲۵٤۲۷ ریال بر مترمکعب و در سال آبی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ مقدار ۷٤۲۷۹ ریال بر مترمکعب برآورد گردید. در سال آبی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ این نشانگر به میزان ۲۴۴۲۶ ریال به ازای هر مترمکعب از نرم کشوری پیشی گرفت.

نشانگر کارایی اقتصادی آب در کشاورزی، میزان ارزش ریالی به‌دست‌آمده به‌ازای میزان آب مصرفی را نشان می‌دهد. با مقایسه این نشانگر در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ نشان می‌دهد که کدامیک از بخش‌های مختلف در سال به‌ازای مصرف آب کمتر، درآمد بیشتری را برای منطقه ایجاد کرده است . بر اساس محاسبه نشانگر در سالهای ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۱۴۲۰۳ و ۷۶۶۱۱ ریال بر مترمکعب برآورد گردید. باتوجه‌به اینکه قیمت محصولات زراعی در سال ۱۴۰۱ بیشتر از سال ۱۴۰۰ است قطعاً بازده اقتصادی آب در کشاورزی بیشتر برآورد شده است به همین دلیل در این حوضه علیرغم تنش آبی در دو سال یاد شده کشاورزان به بیشتر به کشاورزی روی آورده و کشت تابستانه شلتوک در این دو سال شدت گرفته است. عدم ایجاد سرمایه گذاری در بخش صنایع در این حوضه موجب شده به پیکره منابع آب در این حوضه و به زیستگاه های جانوران آبی و پرندگان در تالاب هورالعظیم و همچنین به درآمدهای اقتصادی ناشی از این تالاب بین المللی که یک پنجم مساحت آن در استان خوزستان واقع شده آسیب های جدی وارد گردد.

نشانگر کارایی اقتصادی آب در صنعت یکی دیگر از نشانگرهای مهم در حسابداری اقتصادی – محیط زیستی به‌حساب می‌آید. در حوضه موردمطالعه آب تخصیصی به بخش صنعت تقریباً صفر است و صنایع آب بر در این حوضه وجود ندارد. صنایع کوچک و مرغداری به‌صورت محدود در این حوضه وجود دارد که از بخش شرب و خدمات تأمین می‌گردد.

نشانگر کارایی اقتصادی آب در شرب و خدمات در این حوضه در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۶۸۱ و ۱۳۴۰ ریال بر مترمکعب برآورد گردید. همچنان که ملاحظه می‌شود درآمد حاصل از شرب و خدمات در هر دو سال کمتر از بخش کشاورزی است بطوری که درصد اختلاف در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۹۵ و ۹۸ درصد است.

نشانگر حجم پساب تصفیه شده به کل پساب تولیدی برای حوضه موردمطالعه قابل‌محاسبه نمی‌باشد؛ چون تصفیه‌خانه شمال و جنوب هویزه با فاضلاب ورودی سالانه ۳ میلیون مترمکعب در سال بیش از ۱۰ سال غیرفعال است و پساب‌های فاضلاب در نهایت به هورالعظیم منتهی می‌گردد.

نشانگر سهم مصرف آب در بخش کشاورزی به کل مصارف طبق برآورد انجام شده در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۹۶ و ۹۷ درصد است.

نشانگر سهم مصرف آب در بخش صنعت به کل مصارف صفر است. چون آب مصرفی در این بخش نزدیک به صفر است و در مقایسه با آب مصرفی کشاورزی بسیار ناچیز و در حد صفر است.

نشانگر سهم مصرف آب در بخش شرب و خدمات به کل مصارف در دو سال موردمطالعه ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۴ و ۳ درصد برآورد گردید.

نشانگر حجم منابع آب تجدیدپذیر داخلی، بیانگر حجم نزولات جوی منهای تبخیر است که برای سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب اعداد ۱۴۳۴ و ۲۵۸۴ میلیون مترمکعب برآورد شد.

نشانگر حجم منابع آب تجدیدپذیر خارجی، بیانگر حجم آب ورودی به حوضه موردمطالعه از خارج از حوضه به داخل حوضه موردنظر تعریف می‌شود. حجم منابع آب مورداستفاده از خارج از حوضه مورد تحقیق عبارتست از آب انتقالی از طریق کانال غربی سد دز به کانالی موسوم به اسپیل کرخه برای سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ به ترتیب ۵۳۱ و ۹۷۱ میلیون مترمکعب است. منابع آب تجدیدپذیر خارجی در سال آبی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ بیش از ۸۰ درصد نسبت به سال ۱۴۰۱-۱۴۰۰ بوده است.

نشانگر جریان انتقالی به خارج حوضه بیانگر حجم آب خارج شده در انتهای حوضه که در اینجا ورودی به تالاب هورالعظیم است. در سال آبی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ به ترتیب حجمی معادل ۶۰۰ و ۷۷۷ میلیون مترمکعب وارد تالاب هورالعظیم شده است که این اعداد احتمالاً اعداد واقعی ورودی به هورالعظیم نمی‌باشد و کمتر از این اعداد وارد هورالعظیم می‌گردد؛ چون موقعیت ایستگاه اندازه گیری آب ورودی به هورالعظیم با مخازن یک و دو فاصله داشته و در این فاصله از این آب استفاده کشاورزی می‌گردد.

نشانگر مجموع منابع آب تجدیدپذیر طبیعی بیانگر، مجموع آب تجدیدپذیر داخلی و خارجی منهای ورودی به هورالعظیم است. این نشانگر در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۱۳۶۵ و ۲۷۷۸ میلیون مترمکعب است که درصد اختلاف ۵۰ درصد نسبت به سال ۱۴۰۱ را نشان می‌دهد.

نشانگر وابستگی به منابع آب برون‌مرزی بیانگر، نسبت آب تجدید پذیر خارجی به تجدیدپذیر طبیعی است. این نشانگر در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۰/۳ و ۰/۴ برآورد گردید که در هر دو سال نسبت به نرم جهانی (بالای ۰.) پایین‌تر است و این یعنی حوضه موردمطالعه وابستگی به آب برون‌مرزی ندارد. هر چند در سال ۱۴۰۱ وابستگی به آب برون‌مرزی (اسپیل کرخه) نسبت به سال ۱۴۰۰ بیشتر است؛ ولی بر اساس تعریف جهانی وابستگی به آب برون‌مرزی در این حوضه وجود ندارد.

نشانگر سرانه آب تجدیدپذیر بیانگر، نسبت حجم آب تجدیدپذیر به جمعیت منطقه مطالعاتی است. این نشانگر در دو سال موردمطالعه ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۱۳۰۲ و ۱۸۱۲ مترمکعب به ازای هر نفر برآورد گردید. درصد اختلاف این نشانگر ۳۰ درصد نسبت به سال ۱۴۰۰ است. این موضوع عمدتاً به دلیل افزایش خروجی از سد کرخه، مدیریت مصارف در سال ۱۴۰۱ بوده‌است. برابر شاخص فالکن مارک هر کشوری با سرانه آب تجدیدپذیر کمتر از ۱۷۰۰ مترمکعب جزء کشورهایی با تنش آبی خواهد بود. چنانچه این مقدار کمتر از ۱۰۰۰ مترمکعب در سال برای هر نفر باشد در وضعیت کمبود آب به سر می‌برد. لذا در مقایسه با شاخص مذکور در سال ۱۴۰۰ حوضه موردمطالعه دارای تنش آبی بوده؛ ولی در سال ۱۴۰۱ بالاتر از شاخص فالکن مارک برآورد گردید.

نشانگر وابستگی به آب زیرزمینی بیانگر نسبت برداشت آب زیر زمینی به کل آب برداشت شده تعریف می‌گردد. در هر دوسال موردمطالعه این عدد ۰.۰۱ یا یک درصد است که در مقایسه با نرم جهانی (بالای ۰.۵ یا ۵۰ درصد) این حوضه موردمطالعه هیچ وابستگی به آب زیر زمینی ندارد و نشان می‌دهد ۹۹ درصد نیاز آبی منطقه از طریق آب‌های سطحی انتقالی به حوضه و سد کرخه تأمین می‌گردد.

نشانگر تنش آبی نسبی (RWSI) بیانگر، نسبت کل مصرف آب به آب تجدیدپذیری طبیعی است. این نشانگر برآوردی از فشارهای تقاضای آب از بخش‌های صنعت و معدن، کشاورزی، شهر و خدمات نسبت به عرضه آب تجدیدپذیر طبیعی بیان می‌کند. این نشانگر در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۰/۶ و ۰/۲ برآورد شد که در مقایسه با نرم جهانی (بیش از ۰/۴) در سال ۱۴۰۰ دارای تنش آبی شدید؛ ولی در سال ۱۴۰۱ بدون تنش آبی شدید بود.

نشانگر شدت مصرف آب، نسبت آب مصرفی به آب تجدیدپذیر داخلی تعریف می‌شود که نشان‌دهنده پایداری منابع آب است. این نشانگر در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۰/۶ و ۰/۴ برآورد گردید که در مقایسه با نرم جهانی (بزرگ‌تر از ۰/۴) در سال ۱۴۰۰ گویای ناپایداری کامل و عدم تعادل بیلان در منطقه به دلیل عدم هماهنگی بین میزان منابع آب موجود و مصرف شده است. در سال ۱۴۰۱ ناپایداری منابع آب منطقه را نشان می‌دهد.

نشانگر اهمیت نسبی کشاورزی در اقتصاد، بیانگر درآمد ناخالص کشاورزی بر کل درآمد ناخالص است. در هر دو سال موردمطالعه این نشانگر حدود یک است این یعنی درآمد ناخالص کشاورزی محور اقتصاد این حوضه مطالعاتی را در بردارد.

نشانگر بهره‌وری اشتغال در بخش کشاورزی، بیانگر شاغل کشاورزی شهری و روستایی به مصرف کشاورزی است. این نشانگر در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۱۲۰ و ۲۱۱ است. در مقایسه انجام شده درصد اختلاف بین دو سال مذکور ۸۰ درصد برآورد شد و نشان‌دهنده این است که درسال ۱۴۰۱ اراضی بیشتری توسط کشاورزان در منطقه زیر کشت رفته؛ چون تنش آبی در این سال نسبت به سال ۱۴۰۰ کاهش‌یافته است.

نشانگر بهره‌وری اشتغال در بخش صنعت، بیانگر شاغل صنعت شهری و روستایی به مصرف صنعت شهری و روستایی است. این نشانگر در دو سال موردمطالعه صفر میلیون مترمکعب بر نفر است؛ چون در این حوضه صنایع مورد توجهی وجود ندارد که اشتغال ایجاد نماید. باتوجه‌به اینکه بهره‌وری اقتصادی آب در بخش صنعت به‌مراتب بالاتر از کشاورزی است لیکن عدم سرمایه‌گذاری در بخش صنعت موجب شده هم منابع آب این حوضه و هم اشتغال دچار صدمات زیادی گردند.

نشانگر بهره‌وری اشتغال در بخش خدمات، بیانگر درآمد ناخالص خدمات به شاغل خدمات شهری و روستایی است. این نشانگر در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب ۰/۵ و ۰/۴ میلیون ریال بر نفر برآورد گردید. درصد اختلاف بهره‌وری اشتغال در بخش خدمات در سال ۱۴۰۱ به میزان ۳۰ درصد کاهش‌یافته است که ناشی از کاهش در آمد ناخالص این بخش است.

نتیجه‌گیری

اجرایی نمودن نحوه استخراج شاخص‌های امنیت آبی در تلفیق با داده‌های جمعیت و اقتصاد باتوجه‌به پتانسیل‌های اطلاعاتی، مسئله بسیار پر چالشی است. مقادیر به‌دست‌آمده برای نشانگر تنش آبی نسبی و سرانه آب تجدیدپذیر نشان می‌دهد که تنش آبی شدید در سال ۱۴۰۰ در محدوده مطالعاتی حکم‌فرما بود و موجب ناپایداری کامل و عدم تعادل بیلان آب در منطقه به دلیل عدم هماهنگی بین میزان منابع آب موجود و مصارف شده بود و این در حالی است که در سال ۱۴۰۱ با مدیریت مصرف این تعادل بیلان آب در منطقه برقرار شده به‌طوری که شاخص تنش آبی ۰ و شدت مصرف ۰/۴ در مرز ناپایداری کامل واقع شد. باتوجه‌به نشانگرهای بعد منابع آب، بحران تنش آب در محدوده مطالعاتی

حاکم است. باتوجه‌به مصرف بالای آب در بخش کشاورزی و بهره وری اقتصادی آب کمتر در این بخش باید تمرکز بخش اقتصادی را از کشاورزی به سمت سایر بخش‌ها سوق داد.

در حال حاضر قیمت آب در محدوده مطالعاتی بر اساس تعرفه سال ۱۴۰۱ تعیین شده توسط دولت در بخش کشاورزی کمتر از ۱۶۷۰ ریال بر مترمکعب و در بخش خدمات و خانگی بعد از فرایند تصفیه کمتر از۲۶۵۰ ریال بر مترمکعب و در بخش صنعت کمتر از ۴۶۰۰۰ ریال بر مترمکعب است. این ارقام بسیار کمتر از قیمت تمام‌شده است که خود عاملی برای رفع انگیزه برای افزایش بهره‌وری‌اقتصادی آب محسوب می‌گردد. رشد سالیانه بهره‌وری اقتصادی آب دربخشهای صنعت، خدمات و کشاورزی در یک سال اخیر به ترتیب ۴۵۶۸، ۲۳۴ و۴۷۷ ریال بر مترمکعب بوده‌است. حسابداری آب در این محدوده روند گزارش دهی در محدوده را تسهیل کرده و میتواند در آینده برای تحلیل اثرات اقدامات سیاست آب بسیار مفید باشد.

منابع

سلیمانی ساردو، فرشاد.، وکیلی تجره، فرزانه.، و رستمی خلج، محمد. (۱۴۰۰). مدیریت یکپارچه منابع آب جنوب استان کرمان با استفاده از مدل پویایی سیستم. نشریه علمی پژوهشی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۵(۲(۴۱))، ۲۱-۱۱. https://www. id.ir/paper/954350/fa

مهدوی، تقی.، باقری، علی.، و حسینی، سید عباس. (۱۳۹۸). ارزیابی یکپارچه سیستم منابع آب محدوده مطالعاتی عجبشیر بر اساس چارچوب حسابداری آب SEEA-water. *مجله تحقیقات آب و خاک ایران*، ۵۰(۶)، ۱۵۵۲-۱۵۳۵. https://doi.org/10.22059/ijswr.2019.264335.667996

بابائیان، فریبا.، باقری، علی.، و رفیعیان، مجتبی. (۱۳۹۵). تحلیل آسیب پذیری سیستم منابع آب نسبت به کم آبی با استفاده از چارچوب حسابداری آب (مطالعه موردی: محدوده مطالعاتی رفسنجان). مجله تحقیقات منابع آب ایران، ۱(۱۲)،۱۷-۱. https://www. wrr.ir/article_15625.html

References

Babaeian, F., Bagheri, A., & Rafieian, M. (2016). Vulnerability Analysis of Water Resources Systems to Water Scarcity Based on a Water Accounting Framework (Case Study: Rafsanjan Study Area). *Iran-Water Resources Research*, 12(1), 1-17. https://www.iwrr.ir/article_15625.html?lang=en [In Persian]

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

Blazquez, M.G.A., Veeren, R., Gacutan, J., James, P.A.S. (2023). Compiling preliminary SEEA Ecosystem Accounts for the OSPAR regional sea: experimental findings And lessons learned. *One Ecosystem*, 8, e108030. https://doi.org/10.3897/oneeco.8.e108030

Catherine, A., Farrell , L., Coleman , M. K-Q., Carl G.O., Eigenraam, M., Norton, D., O'Donoghue, C., Kinsella, S., Delargy, O., & Stout, J.C. (2021). Applying the System of Environmental Economic Accounting-Ecosystem Accounting (SEEA-EA) framework at catchment scale to develop ecosystem extent and condition accounts, *One ecosystem*, 6, e65582. https://doi.org/10.3897/oneeco.6.e65582

Chalmers, K., Godfrey, J., & Potter, B. (2012). Discipline-Informed Approaches to Water Accounting Australian Accounting Review. *College of Business and Economics*, Australian National University, Australia, 275-285. https://doi.org/10.1111/j.1835-2561.2012.00175.x

Dong, B., Molden, D., Loeve, R., Li, Y. H., Chen, C.D., & Wang, J. Z. (2004). Farm level practices and water productivity in Zhanghe Irrigation System. *Paddy and Water Environment*, 2(4), 217-226. https://doi.org/10.1007/s10333-004-0066-z

Edens, b., & Graveland, c. (2014). Experimental valuation of Dutch water resources according to SNA and SEEA. *Water Resources $ Economic*, 7, 66-81. https://doi.org/10.1016/j.wre.2014.10.003

Ersin Esen, s., Hein, L. (2020). Development of SEEA Water Accounts with a Hydrological Model. *Science of the Total Environmental*, 737, 140168. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140168

Firdaus, Z.F. (2020). Neraca arus energi Indonesia: Implementasi system of environmental – economic accounting (SEEA) dalam penyediaan indicator tujuan Pembangunan berkelanjutan di Indonesia. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2019(1). https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2019i1.259

Hoekstra, A.Y. (2019). Green-blue water accounting in a soil water balance. *Advances in Water Resources*, 129, 112-117. https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2019.05.012

Karimi, P., Bastiaanssen, W. G. M., & Molden, D. (2013). Water Accounting Plus (WA+) – a water accounting procedure for complex river basins based on satellite measurements. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17(7), 2459-2472. https://doi.org/10.5194/hess-17-2459-2013

Karimi, P., Bastiaanssen, W. G. M., Molden, D., & Cheema, M. J. M. (2013): Basin-wide water accounting using remote sensing data: the case of transboundary Indus Basin. *Hydrol. Earth Syst.Sci*, 17(7), 2473–2486. https://doi.org/10.5194/hess-17-2473-2013.14

Karimov, A., Molden, D., Khamzina, T., Platonov, A., & Ivanov, Yn. (2012). A water accounting procedure to determine the water savings potential of the Fergana Valley. *Agricultural Water Management*, 108, 61-72. https://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2011.11.010

Mahdavi, T., Bagheri, A., & Hoseyni, S. A. (2019). Integrated Assessment of Water Resources System in the Ajabshir Study Area, Based on SEEA-Water Accounting Framework. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, *50*(6), 1535-1552. https://doi.org/10.22059/ijswr.2019.264335.667996 [In Persian]

Malvin, S., kang, M., & Kang, D. (2021). Optimal Water Quality Sensor Placement by Accounting for Possible Contamination Events in Water Distribution Networks, *Water*, 13(15), 1999. http://dx.doi.org/10.3390/w13151999

Shahrokhi Sardo, M., & Jalalkamali, N. (2021). System Dynamic Model of Groundwater Exploitation Management and Artificial Recharging Performance (Case Study of Nessa Plain, Bam, Kerman). *Iranian Water Research Journal*, 15(2 (41)) , 109-118. https://sid.ir/paper/954350/en [In Persian]

Singh, V.G, Singh, S.K., Kumar, N., Kumar, P., Kumar, P., Gupta, P., Singh, K., Gašparovi´c, M., Lakhan Ray, R., & Saito, O. (2022). Water Accounting Using Satellite Products and Water Accounting plus Framework in a Semi-Arid Betwa River Basin, India. Water, 14(21). https://doi.org/10.5890/jeam.2023.03.004

UNESCO. (2011). Division of water Sciences. Digital library, *Unesco*. 1-4. https://www.unesco.org/archives/multimedia/producer/unesco,+division+of+water+sciences