

Research Paper

Analysis and Assessment of Water Security Index (WSI) in Neyshabour Plain Watershed

Maryam Yazdanparast¹, *Mehdi Ghorbani², Ali Salajegheh³, Reza Kerachian⁴

1. PhD Graduate, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

2. Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

3. Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

3. Professor, School of Civil Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.



Citation: Yazdanparast, M., Ghorbani, M., Salajegheh, A., & Kerachian, R. (2023). [Analysis and Assessment of Water Security Index (WSI) in Neyshabour Plain Watershed (Persian)]. *Journal of Rural Research*, 14(1), 116-135, <http://dx.doi.org/10.22059/jrr.2022.340867.1730>

doi: <http://dx.doi.org/10.22059/jrr.2022.340867.1730>

Received: 27 Mar. 2022

Accepted: 17 Sep. 2022

ABSTRACT

The failure and inefficiency of past water resources management policies have led to a movement to review, pathologize, and find ways to increase the efficiency of water resources management and subsequently increase water security. Since many factors affect water security, recognizing these factors can improve the performance of sustainable water resources management. Therefore, the purpose of this study is to determine the water security index (WSI) with the help of the watershed security assessment framework at the watershed scale to comprehensively analyze the water crisis and the consequences of this water shortage in the Neyshabour Plain. The statistical population of the study is 125 farmers in the area the sample size was determined using Cochran's formula and people were interviewed by random sampling method. Also, institutional factor questionnaires were completed by snowball sampling method from experts of water-related organizations. The results show that among the 5 main dimensions identified to assess water security, the water economy dimension has had an increasing trend during the 3 statistical periods studied (2012-2013, 2016-2017 and 2019-2020) and in 2019-2020, it has had the highest amount. But in general, the water security situation in the watershed of Neyshabour Plain has been decreasing over the past 10 years and is in a weak status. In this regard, if stakeholders in water resources management pay attention to the factors affecting the concept of water security, by using and implementing the framework presented in this study, it is possible to improve the compatibility capacity and develop effective operational plans with correct and timely pathology and achieve more stable and comprehensive management of water resources in the country's watersheds.

Key words:

Water Economy,
Water Security,
Neyshabour Plain,
Adaptive Capacity,
Water Resource
Management

Copyright © 2023, Journal of Rural Research. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0 International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

Extended Abstract

1. Introduction

W

ater is the most important factor in human life as a strategic resource for

sustainable economic and social development and as an important factor in creating divergence or convergence between governments and countries. Water and water governance in recent years has attracted much attention as a political concern. In response to the growing understanding of the water crisis, the literature on water gover-

* Corresponding Author:

Mehdi Ghorbani, PhD

Address: Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Tel: +98 (26) 32227765

E-mail: mehghorbani@ut.ac.ir

nance has grown rapidly over the past two decades. The concept of water governance encompasses the full complexity of regulatory processes and their interactions that pave the way for water management. Therefore, sustainable management of water resources and increasing water security, first of all, is a governance challenge. The concept of water security has become increasingly popular in both research and practice over the past decade. As a result, improving water security is rapidly becoming a key issue in the national and international policy and development agenda. In this regard, the purpose of this study is to determine the water security index (WSI) with the help of the assessment framework of watershed security status in the watershed scale in order to comprehensively analyze the water crisis and the consequences of water scarcity in the region.

2. Methodology

In the present study, which in terms of research method is a combination of descriptive and analytical methods, statistics and information required were collected from various organizational sources, libraries, as well as face-to-face interviews and questionnaires of experts from water-related departments and farmers of 9 villages that formed the key research community. The sample size was determined using Cochran's formula and taking into account the area of arable land and a total of 125 questionnaires were completed by farmers in target villages. Also, 28 questionnaires of institutional factors were completed by snowball sampling. Finally, in order to determine the water security index, in accordance with the boundaries of the studied system and the climatic situation and socioeconomic conditions of the *Neyshabour* Plain watershed, the water security assessment framework was used.

3. Results

The results show that the highest frequency of the age of farmers is related to the age group over 55 years, which constitutes 47.2% of people. Also, the highest frequency is related to the level of primary education and the lowest is related to the level of post-diploma. The results of the age group of experts of organizations related to water resources management show that the highest frequency is related to the age group over 55 years, which constitutes 46.43% of people. Also, the highest frequency is related to the bachelor's degree level and the lowest is related to the doctoral level.

The results of the study of dimensions and indexes show that the only growing dimension during the 3 statistical periods studied was the water economy dimension. Also,

the watershed health dimension indicates the decline of this index during the statistical period. Moreover, the results obtained from the scores obtained in the dimension of water availability indicate a decrease in this dimension during the statistical period. The results of the governance factor also do not show a favorable situation in *Neyshabour* Plain watershed.

4. Discussion

The study findings are reflective that the majority of farmers in the watershed of *Neyshabour* Plain are in the middle and old age group.

The finding of the analysis of the results of growing in the water economy dimension can be due to reviewing laws and legal mechanisms such as increasing water prices, increasing agricultural production prices, and installing meters and smart wells in the region. In addition, decrease in the watershed health dimension can be due to factors such as population growth and subsequent land use changes to meet infrastructure needs and subsequent food security.

Based on the finding of the governance factor, it is necessary to pay attention to the drivers of change and planning to go through the stages of change and reach an appropriate level of national and local harmony. In this regard, stakeholders must pay attention to the dimension affecting the concept of water security and improve the capacity for adaptation and formulate effective action plans to improve the potential to deal with future changes.

5. Conclusion

In this research, with the help of the water security assessment framework, the factors affecting water security were identified and the water security index (WSI) was determined at the watershed scale. The results of the studied dimensions and indexes show that in general, the water security index in the watershed of *Neyshabour* Plain during the 3 statistical periods under study has a downward trend and is in a weak and unsafe status and the study area in line with the results of [Su et al. \(2019\)](#) and [Jensen and Wu \(2018\)](#), is facing many problems in the field of water resources and the management and governance of water resources in this area should be fundamentally reviewed. Therefore, the implementation of general propulsion policies and cross-sectoral institutional approaches for sustainable management of water resources in this basin is needed.

Given that the watershed is the main unit in the integrated management of water resources and the conditions governing the six watersheds of the country are different, it is necessary that the new laws, and comprehensive studies take into account the conditions and challenges of each watershed separately and be compiled and adjusted according to the results of cultural and social studies in each of the mentioned areas.

Acknowledgments

This paper was extracted from the PhD thesis of the first author in Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Conflict of Interest

The authors declared no conflicts of interest

تحلیل و ارزیابی شاخص امنیت آب (WSI) در حوزه آبخیز دشت نیشابور

مریم یزدان پرست^۱، مهدی قربانی^۲، علی سلاجقه^۳، رضا کراچیان^۴

۱- دانش آموخته دکتری، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۲- دانشیار، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۳- استاد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۴- استاد، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

حکیده

تاریخ دریافت: ۰۷ فروردین ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش: ۲۶ شهریور ۱۴۰۱

ناکامی و ناکارآمدی سیاست‌های گذشته مدیریت منابع آب موجب شده تا حرکتی برای بازنگری، آسیب‌شناسی و یافتن راه‌هایی برای افزایش کارایی مدیریت منابع آب و به دنبال آن افزایش امنیت آب آغاز گردد. از آنجاکه عوامل زیادی بر امنیت آب تأثیرگذار است، شناخت این عوامل می‌تواند در ارتقای عملکرد مدیریت پایای منابع آب تأثیرگذار باشد. از این رو هدف از این پژوهش، تعیین شاخص امنیت آب (WSI) با کمک چهارچوب ارزیابی وضعیت امنیت آب در مقیاس حوزه آبخیز به منظور تجزیه و تحلیل جامع مسئله بحران آب و پیامدهای ناشی از این کم‌آبی در حوزه آبخیز دشت نیشابور است. جامعه آماری مورد مطالعه ۱۲۵ نفر از کشاورزان حوزه است که حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران تعیین و با روش نمونه‌گیری تصادفی با افراد مصاحبه گردید. همچنین پرسش‌نامه‌های عامل نهادی نیز با روش نمونه‌گیری گلوله برفی از کارشناسان سازمان‌های مرتبط با آب تکمیل گردید. نتایج نشان می‌دهد در بین ۵ معیار اصلی شناسایی شده جهت ارزیابی امنیت آب، معیار اقتصاد آب در طول ۳ دوره آماری مورد مطالعه (۱۳۹۰-۱۳۹۱، ۱۳۹۵-۱۳۹۶ و ۱۳۹۸-۱۳۹۹) روند افزایشی داشته و در سال آبی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است. اما به‌طور کلی روند وضعیت امنیت آب کلی در حوزه آبخیز دشت نیشابور طی ۱۰ سال گذشته روند کاهشی داشته و در وضعیت ضعیف قرار دارد. بنابراین، در صورت توجه سازمان‌های دست‌اندرکار در مدیریت منابع آب به معیارهای اثرگذار بر مفهوم امنیت آب، با بهره‌گیری و پیاده‌سازی چهارچوب ارائه‌شده در این پژوهش، می‌توان با آسیب‌شناسی صحیح و به‌موقع، ارتقای ظرفیت سازگاری و تدوین برنامه‌های عملیاتی مؤثر، به مدیریت پایاتر و جامع منابع آب در حوزه‌های آبخیز کشور دست یافت.

کلیدواژه‌ها:

اقتصاد آب، امنیت آب، دشت نیشابور، ظرفیت سازگاری، مدیریت منابع آب

مقدمه

(2018). آب و حکمرانی آب در سال‌های اخیر توجه زیادی را به‌عنوان یک نگرانی سیاسی به خود جلب کرده است. در پاسخ به درک رو به رشد از بحران آب، ادبیات مربوط به حکمرانی آب در طول دو دهه گذشته به‌سرعت در حال افزایش است (Woodhouse & Muller, 2017).

مفهوم حکمرانی آب، پیچیدگی کامل فرایندهای قانون‌گذاری و تعامل‌های آن‌ها که زمینه اجرای مدیریت آب را فراهم می‌سازد در برمی‌گیرد. حکمرانی آب، نقشی اجتماعی است که توسعه و مدیریت منابع آب و تأمین خدمات آب در سطوح مختلف جامعه را تنظیم می‌کند و منابع را به‌سوی وضعیتی مطلوب به‌دوراز شرایط نامطلوب پیش می‌برد به‌نحوی که نیازهای انسان و محیط‌زیست بی‌کم‌وکاست برطرف شود. از این‌رو مدیریت پایا منابع آب و افزایش امنیت آب، بیش از هر چیز یک چالش حکمرانی است

آب به‌عنوان مهم‌ترین و محوری‌ترین عنصر حیات بشر به‌صورت یک منبع استراتژیک برای توسعه پایدار اقتصادی و اجتماعی و به‌عنوان یک عامل مهم و ارزشمند در ایجاد واگرایی و یا همگرایی بین دولت‌ها و کشورها نقش‌آفرینی می‌کند (Ghorbani et al., 2015). همچنین نقش اساسی در حمایت از جوامع و اکوسیستم‌های عادلانه، پایدار و مولد دارد. تأمین آب سالم برای همه و مدیریت آب برای داشتن یک محیط‌زیست پایا، هدفی مشترک در سرتاسر جهان است که با چالش‌های متعددی روبه‌رو است. تنها مسیر برای تحقق این هدف، داشتن نظام‌های حکمرانی مطلوب آب است، زیرا کلید دستیابی به جامع‌نگری در سه بخش سیاست، مقررات و توانمندسازی برای هماهنگ‌سازی اهداف مختلف مدیریت منابع آب محسوب می‌شود (Ghorbani).

* نویسنده مسئول:

دکتر مهدی قربانی

نشانی: کرج، دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی.

تلفن: ۳۲۲۲۷۶۵ (۲۶) ۰۹۸+

پست الکترونیکی: mehghorbani@ut.ac.ir

(Pahl-Wostl, 2015; Ghorbani, 2018). از این رو، سازمان ملل تضمین امنیت آب را به عنوان یکی از هفده هدف توسعه پایدار (SDG)^۱ به رسمیت شناخته است (Gain et al., 2016).

مفهوم امنیت آب ظرف دهه گذشته هم در زمینه پژوهشی و هم در عمل محبوبیت روزافزونی یافته است. تنش‌هایی در بحث حمایت از مفهومی گسترده و جامع در مقابل یک قالب‌گیری عملیاتی محدود و تنگ‌نظرانه، چشم‌اندازهای کشورهای توسعه‌یافته در مقابل کشورهای در حال توسعه، قالب‌گیری علوم مهندسی/طبیعی در مقابل علوم اجتماعی و راه‌حل‌های ترجیحی هم‌ارز که به چالش‌های امنیت آب می‌پردازند وجود دارد. لذا در این راستا، گری و سادوف امنیت آب را برخورداری از کمیت و کیفیت مورد نیاز برای ارائه سطح قابل قبولی از خدمات به منظور تأمین سلامت، معیشت، اکوسیستم و تولید و همچنین میزان ریسک منطقی ناشی از خطرات مربوط به آب برای مردم، محیط‌زیست و اقتصاد تعریف نموده‌اند (Ghorbani, 2018). بنابراین، ارزیابی‌های سنتی از کمبود آب، معمولاً با نیازهای سیاست‌گذاران و دست‌اندرکاران مرتبط با منابع آب سازگار نیست و به ابعاد انسانی مانند ظرفیت‌های اجتماعی و نهادی توجه کمی می‌شود. ادغام فشارهای طبیعی و انسانی بر منابع آب (به عنوان مثال، افزایش جمعیت جهانی، تغییر آب‌وهوا و افزایش شهرنشینی)، یک نیاز اساسی برای درک جامع نظام‌های آب و انسان است (Gain et al., 2016). مطالعات توأم نظام‌های انسانی - محیطی در حال ایجاد یک درک عمومی از تعامل و بازخورد بین فرایندهای محیطی، فنی و اجتماعی است که می‌تواند عملکرد مدیریت آب را بهبود بخشد (Baldassarre et al., 2019). این مباحث مطالعه بازخورد دوطرفه بین نظام‌های انسانی و آب را در طیف گسترده‌ای از پدیده‌هایی که در نقاط مختلف جهان و در زمینه‌های مختلف پدیدار می‌شوند، در برمی‌گیرد (Gober & Wheeler, 2014).

مروری بر ادبیات موضوع

امنیت آب و سرنوشت بشر به شدت درهم‌تنیده شده‌اند به طوری که مسئله کمبود آب و عدم توزیع مکانی و زمانی یکسان منابع آبی به یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های قرن حاضر تبدیل شده است و رسیدن به پایایی در مدیریت منابع آبی به منظور دستیابی و تأمین نیازهای انسانی - محیطی یکی از ضروریات امنیت آب جهانی به شمار می‌رود، در نتیجه این موضوع مباحث و تحقیقات بسیاری را به خود اختصاص داده است. یادگاری و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از چهارچوب تحلیل توسعه نهادی، نهاد آب را در سه مؤلفه قوانین، سیاست‌ها و مدیریت سازمانی و اداری بخش آب مورد ارزیابی قرار دادند. همچنین عملکرد بخش آب در ابعاد فیزیکی، مالی، اقتصادی و عدالت را نیز ارزیابی نمودند و به این نتیجه رسیدند که از میان مؤلفه‌های

تشکیل‌دهنده نهاد آب، اثربخشی مدیریت سازمانی و اداری بخش آب بیش از اثربخشی قوانین و سیاست‌های بخش آب است همچنین بیان کردند که عملکرد فیزیکی بالاترین میزان تحقق را در مقایسه با سایر مؤلفه‌های مالی، اقتصادی و عدالت دارا است. قربانی (۲۰۱۸)، علاوه بر ارائه تعریفی جامع از حکمرانی آب که عبارت است از «عملکرد نهادهای جامعه اعم از نهادهای سیاسی، اجتماعی، حقوقی و اقتصادی برای مدیریت منابع و خدمات آب به نحوی که نیازهای انسان و محیط‌زیست بی‌کم‌وکاست برطرف شود»، حکمرانی آب را پیش شرط داشتن جامعه‌ای پایدار دانسته و با تشریح اهمیت و ضرورت حکمرانی آب، به نقش آن در حل مسائل آب و در نهایت حل مسئله پایداری پرداخته است.

سیمز^۲ و همکاران (۲۰۱۶) با شناسایی نگرانی‌های مرتبط با سیستم مدیریت فعلی منابع آب و بررسی چگونگی رفع این نگرانی‌ها با حرکت به سمت حکمرانی مشارکتی حوزه آبخیز، چهارچوبی جهت نیل به حکمرانی مشارکتی آب برای منطقه کلمبیا ارائه دادند.

کاستیلو^۳ و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از مدل GCAM به مدل‌سازی رابطه اقلیم، زمین، انرژی، آب و اقتصاد اجتماعی به منظور تعیین مسیرها و نیازهای زیربنایی امنیت آب در آمریکای لاتین و کارائیب پرداختند و بیان کردند مشکل منطقه، عدم وجود فیزیکی آب نیست، بلکه مشکل، عدم مدیریت صحیح درون مناطق و عدم مدیریت تقاضای روبه‌رشد است.

بینائیان و همکاران (۲۰۱۸) با ارزیابی امنیت اجتماعی آب در دهستان‌های کرمانشاه، به این نتیجه رسیدند که برگشت‌پذیری زیرساختی و ظرفیت مقابله با خشکسالی دارای بالاترین درجه اهمیت در شکل‌گیری مفهوم امنیت اجتماعی آب دارد و در مجموع بیان کردند که سطح امنیت اجتماعی آب در دهستان‌های منطقه مورد مطالعه پایین است.

بنابراین در زمینه امنیت آب می‌توان دریافت کرد که آب، قلب توسعه پایدار است. اهمیت آن برای بقای انسان، توسعه اقتصادی - اجتماعی و اکوسیستم سالم قابل‌انکار نیست. در هر سیستم، بخش‌های مصرف آب مانند خانگی، کشاورزی، صنعت و انرژی به هم پیوسته است. این بخش‌های به هم پیوسته هم مصرف‌کننده آب هستند و هم سبب آلودگی آن می‌شوند. از این رو به جهت تأمین منابع آب برای مردم و مصارف اقتصادی، منابع آب باید با پایداری اداره شوند. در نتیجه، بهبود امنیت آب، به سرعت در حال تبدیل شدن به یک نکته کلیدی در برنامه سیاست‌گذاری و توسعه در سطح ملی و بین‌المللی است. در این راستا هدف از این پژوهش، تعیین شاخص امنیت آب (WSI)^۴ با کمک چهارچوب

2. Simms

3. Castillo

4. Water Security Index

1. Sustainable Development Goal

ارزیابی وضعیت امنیت آب در مقیاس حوزه آبخیز به‌منظور تجزیه و تحلیل جامع مسئله بحران آب و پیامدهای ناشی از این کم‌آبی در منطقه است.

معیارها و شاخص‌های امنیت آب

به‌طور کلی می‌توان ابعاد امنیت آب را در ۳ معیار اصلی عنوان کرد: دسترسی، قابلیت وصول و پایداری (McNeill et al., 2017). اما از آنجاکه مفهوم امنیت آب پویا و چند معیاری است و تفسیر امنیت آب به‌صورت عددی (کمی‌سازی) به روشن شدن مفهوم و کاهش ابهام کمک می‌کند. ابعاد و شاخص‌های متعددی به‌منظور کمی‌سازی مفهوم امنیت آب ایجاد شده است. محققان مختلف مؤلفه‌های امنیت آب را متفاوت تعریف کرده‌اند که عبارت‌اند از: نیازهای اساسی، تولید محصولات کشاورزی، جریان محیط‌زیستی، مدیریت ریسک، استقلال، مصارف خانگی، اقتصاد، شهری، محیط‌زیست و مقاومت در برابر فجایع ناشی از آب. شاخص‌ها و اندیس‌های دیگری که برای اهداف مشابه مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارت‌اند از: شاخص اساسی نیاز انسان، شاخص تنش آب، شاخص پایداری حوزه آبخیز، شاخص تأمین آب، شاخص وضعیت امنیت آب و شاخص فقر آب (Thapa et al., 2018) که هر کدام از ابعاد و شاخص‌های امنیت آب برای سطح و مقیاس مشخصی قابل استفاده و کاربردی هستند. این بدان معناست که یک کشور باتوجه به یک معیار خاص در مقیاس ملی ممکن است از نظر آب ایمن باشد اما اگر در مقیاس محلی در نظر گرفته شود، وضعیت ممکن است بسیار متفاوت باشد (Cook & Baker, 2012). کوک و بیکر^۵ (۲۰۱۲) همچنین تأکید می‌کنند که اگرچه تجزیه و تحلیل مقیاس ملی می‌تواند نتیجه‌گیری‌های مهم و مفیدی را به دست آورد، اما مانع از تحلیل‌های دقیق از تغییرات مکانی و اجتماعی در مقیاس‌های حوزه‌ای و محلی امنیت آب می‌شود. علاوه بر این، برخی از شاخص‌های توسعه یافته برای مقیاس ملی ممکن است برای مقیاس محلی مناسب نباشد و عملیاتی کردن شاخص‌های امنیت آب به‌صورت محلی بر اساس ارزیابی مقیاس ملی اساساً دارای نقص است.

در نتیجه از آنجاکه آبخیز واحد اصلی تولید آب و واحد اصلی ساختاری برای برنامه‌ریزی اقدامات حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی با محوریت آب و خاک است، لزوم توجه به آبخیز به‌عنوان یک اکوسیستم یکپارچه و توجه به همه اجزای این اکوسیستم اعم از آب، زمین، موجودات زنده شامل گیاهان، جانوران و انسان‌هایی که در آبخیز زندگی می‌کنند، در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی امری ضروری است (Sadoddin et al., 2017). باین حال نمونه‌های بسیار کمی از ارزیابی امنیت آب در مقیاس حوزه‌ای و محلی وجود دارد. ارزیابی محلی برای عملی کردن مفهوم امنیت آب بسیار ضروری است زیرا اجرای مفاهیمی مانند افزایش امنیت آب معمولاً به

رویکرد «پایین به بالا» نیاز دارد (Babel et al., 2017).

لذا در پژوهش حاضر به‌منظور تعیین شاخص امنیت آب، مطابق با مرز سیستم مورد مطالعه و وضعیت اقلیمی و شرایط اقتصادی - اجتماعی حوزه آبخیز دشت نیشابور، از چهارچوب ارزیابی امنیت آب مطابق با معیارها و شاخص‌های کلیدی اثرگذار بر مفهوم امنیت آب (Babel & Shine, 2018) به شرح زیر استفاده گردید.

معیار اول: در دسترس بودن آب

در دسترس بودن آب معیار اساسی امنیت آب است که با در دسترس بودن آب در حوضه برای حفظ انواع فعالیت‌های انسانی شامل خانگی، کشاورزی، تجاری، تفریحی و موارد دیگر همراه است. شاخص مورد استفاده برای نشان دادن این معیار، «بهره‌برداری پایدار از حوزه آبخیز» است، که به میزان آب موجود در حوضه می‌پردازد تا انجام فعالیت‌های مختلف به‌صورت پایدار باشد و توسط ۳ متغیر: ۱- آب در دسترس ۲- کمبود آب و ۳- تغییرات آب تعیین گردیده است.

معیار دوم: اقتصاد آب

این معیار جنبه اقتصادی امنیت آب را در نظر می‌گیرد و درصدد است تا ارزش اقتصادی آب مورد استفاده در کلیه فعالیت‌های تجاری در حوضه را ارزیابی کند. یک شاخص واحد، «ارزش اقتصادی آب»، برای نشان دادن این معیار مشخص شده است. این شاخص چگونگی استفاده معقول از آب را از نظر منافع اقتصادی روشن می‌کند و توسط ۲ متغیر: ۱- میزان درآمد تجاری و صنعتی و ۲- میزان درآمد کشاورزی، شیلات و علوم دامی به ازای میزان مصرف آب، محاسبه شده است.

معیار سوم: خطرات آب

این معیار برای تعیین آثار سیل و خشکسالی در حوضه در نظر گرفته شده است. از این‌رو، برای نشان دادن این معیار از دو شاخص استفاده می‌شود. اولین شاخص «عامل خشکسالی» برای ارزیابی آثار خشکسالی در حوضه و اقدامات انجام‌شده برای کاهش آثار آن است. شاخص دوم «عامل سیل» برای ارزیابی آثار سیلاب در حوضه، و اقدامات انجام‌شده برای کاهش آثار آن است.

متغیرهای مورد استفاده برای محاسبه شاخص خشکسالی: ۱- مناطق مستعد خشکسالی ۲- تناوب وقوع خشکسالی و ۳- نسبت مساحت اراضی تحت آبیاری با روش‌های صرفه‌جویانه به مساحت کل اراضی است. همچنین متغیرهای مورد استفاده برای محاسبه شاخص سیل: ۱- مناطق مستعد سیل ۲- تناوب وقوع سیل و ۳- درصد جمعیت ساکن در مناطق مستعد خطر سیل است.

معیار چهارم: سلامت حوزه آبخیز

5. Cook & Baker

یا خیر، است. همچنین باتوجه به نقش پررنگ و لزوم مشارکت ذی‌نفعان کلیدی در مسائل مرتبط با آب در حوزه، شاخص سوم «حمایت مردمی» است (عامل حمایت عمومی) که آن نیز از طریق پرسش‌نامه موردسنجش قرار گرفته است.

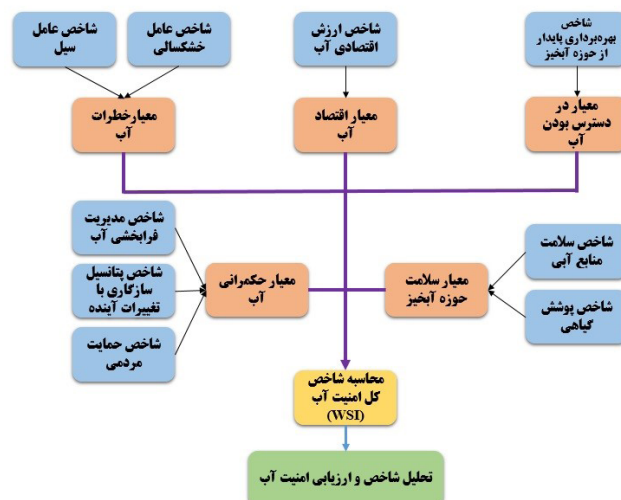
ارزیابی امنیت آب

به‌منظور ارزیابی امنیت آب، باید این مفهوم را کمی نمود. برای کمی کردن امنیت آب در پژوهش حاضر، از روش تجمیع استفاده گردیده است. بدین منظور نخست، متغیرهای اندازه‌گیری شده برای هر شاخص با استفاده از مقادیر مرجع، کسرهای منطقی و نظر کارشناسی بین محدوده ۱ تا ۵ نرمال شد. سپس با استفاده از وزن‌های برابر، جمع گردید. این بدان معنی است که هر متغیر که به یک شاخص کمک می‌کند به یک اندازه مهم است. تجمیع متغیرها باعث می‌شود که هر شاخص نمره ۱ تا ۵ را به دست آورد. سپس شاخص‌ها برای نشان دادن نمره معیار جمع شدند و سرانجام، جمع شدن تمام ابعاد منجر به تعیین WSI (شاخص کلی امنیت آب) گردیده است (رابطه ۱)، که همچنین نمره‌ای بین ۱ تا ۵ دارد (Babel & Shine, 2018).

$$\text{رابطه ۱} \quad WSI = (S_{\text{Dim1}} + S_{\text{Dim2}} + S_{\text{Dim3}} + S_{\text{Dim4}} + S_{\text{Dim5}}) / 5$$

در رابطه فوق WSI شاخص کلی امنیت آب و S_{Dim1} تا S_{Dim5} به ترتیب امتیازات مربوط به معیار اول تا معیار پنجم هستند.

در تصویر شماره ۱ مدل مفهومی ارزیابی امنیت آب نشان داده شده است. با در نظر گرفتن وضعیت موجود بودن داده‌های موردنیاز برای محاسبه متغیرها در هر شاخص و معیار، روش محاسبه هریک از متغیرهای منتخب برای هر شاخص در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.



این معیار زاویه زیست‌محیطی امنیت آب در حوزه را بررسی می‌کند. از دو شاخص برای نشان دادن این معیار استفاده می‌شود. مورد اول «سلامت منابع آب» در حوزه است که وضعیت کیفیت آب‌های زیرزمینی را در حوزه بررسی می‌کند. شاخص دوم «پوشش گیاهی» است که وضعیت پوشش گیاهی طبیعی را در حوزه نشان می‌دهد. پیش‌فرض استفاده از شاخص دوم این است که در عصر شهرنشینی سریع و فعالیت‌های اقتصادی، تغییر کاربری اراضی تأثیر قابل توجهی در سلامت حوزه آبخیز دارد.

معیار پنجم: حکمرانی آب

اگرچه حکمرانی آب برای مدیریت معقول منابع آب در حوزه اساسی است، اما در گذشته در چهارچوب‌های ارزیابی امنیت آب به‌ندرت موردتوجه قرار گرفته است. دلیل احتمالی این امر می‌تواند این باشد که حکمرانی آب به‌طور ضمنی در ارزیابی هر معیار امنیت آب منعکس می‌شود. با این حال، در این پژوهش، این جنبه مهم به‌صورت واضح و روشن بررسی شده و معیاری مجزا به آن اختصاص داده شده است. این معیار توانایی دولت و سایر دست‌اندرکاران را در مدیریت بخش آب و برنامه‌ریزی برای تغییرات پیش‌بینی شده نشان می‌دهد. از ۳ شاخص برای نشان دادن این معیار استفاده می‌شود. اولین مورد، «مدیریت فرابخشی آب» است که تصویری از مدیریت کلی عناصر مختلف بخش آب در حوزه را به تصویر می‌کشد. روش مورد استفاده برای سنجش این شاخص از طریق پرسش‌نامه‌ای برای ارزیابی چگونگی شیوه‌های مدیریتی مؤسسات مهم مرتبط با آب در حوزه (عامل نهادی) است. شاخص دوم «پتانسیل سازگاری با تغییرات آبی» است که میزان پتانسیل حوزه برای مقابله با فشارهای وارده بر امنیت آب را، ارزیابی می‌کند (عامل سازگاری). روش مورد استفاده برای سنجش این مسئله نیز از طریق پرسش‌نامه برای بررسی اینکه آیا برنامه‌ها و سیاست‌های مربوط به توسعه بخش آب محرک‌های طولانی‌مدت امنیت آب را در نظر می‌گیرد

تصویر ۱. مدل مفهومی ارزیابی امنیت آب. منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹

روش‌شناسی تحقیق

معرفی منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز دشت نیشابور جزئی از حوزه آبخیز کویر مرکزی ایران بوده و در شمال شرق آن قرار می‌گیرد. وسعت کل این حوضه حدود ۷۳۰۰ کیلومترمربع است که حدود ۴۳۰۰ کیلومترمربع آن را دشت و بقیه را ارتفاعات تشکیل می‌دهد. بلندترین نقطه منطقه در ارتفاعات بینالود در محدوده شمال شرقی حوضه و پایین‌ترین نقطه منطقه در سمت غرب حوضه و محل خروجی دشت قرار دارد (Bagheri, 2011). این حوزه در طول جغرافیایی ۱۳° ۵۸ تا ۳۰° ۵۹ و عرض جغرافیایی ۴۰° ۳۵ تا ۳۹° ۳۶ واقع شده است (Sharekian, 2013). شیب عمومی دشت نیشابور شرقی - غربی است. آب‌وهوای منطقه نیمه‌خشک تا خشک بوده و میانگین درجه حرارت ماهانه ایستگاه بار (معرف مناطق کوهستانی) ۱۳ درجه سانتی‌گراد و در ایستگاه محمدآباد فدیشه (معرف مناطق دشتی) ۱۳/۸ درجه سانتی‌گراد است. با وجود اختلاف کم دما بین ارتفاعات و دشت، آب‌وهوای حوضه در شمال و جنوب آن به شدت متغیر است، به طوری که در مناطق شمالی که کوهستانی است، هوا نسبتاً سرد با تابستان ملایم و مناطق جنوبی و غربی هوا گرم‌تر می‌شود که می‌تواند ناشی از وسعت زیاد حوضه باشد. متوسط بارندگی در کل حوضه معادل ۲۳۴ میلی‌متر است (Hosseinsarbaz & Ismaeili, 2014).

عمده منابع آبی مورد استفاده در دشت نیشابور شامل منابع آب‌های زیرزمینی موجود در حوضه است که شامل چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق، چشمه‌ها و چندین رشته قنات است که برای اهداف مختلف از جمله کشاورزی، شرب، صنعت، خدمات و بهداشت مصرف می‌شود. اما در این میان بیش‌ترین میزان آب استخراجی از منابع آب زیرزمینی صرف فعالیت‌های کشاورزی در منطقه می‌گردد. لذا جامعه هدف پژوهش حاضر کشاورزان محدوده مطالعاتی می‌باشند. همچنین مهم‌ترین منبع آب سطحی که در منطقه وجود دارد، کال شور نیشابور است. در قسمت‌های شمالی دشت (ارتفاعات بینالود) رودخانه‌ها در اکثر اوقات سال دارای دبی پایه بوده ولی در حاشیه جنوبی دشت، رودخانه‌ها به‌طور معمول فصلی هستند، لذا به‌طور کلی تأمین نیاز آبی محدوده دشت نیشابور، عمدتاً از منابع آب زیرزمینی که دائماً در دسترس است؛ صورت می‌گیرد (Zeraati Neyshabouri et al., 2020).

حوزه آبخیز نیشابور از جمله حوضه‌هایی است که با مشکلات برداشت بی‌رویه و کسری مخزن روبه‌رو شده است، از این‌رو دشت نیشابور در تاریخ ۱۳۶۶/۱۰/۵ به علت افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی به‌عنوان دشت ممنوعه اعلام شد. مقدار برداشت از منابع سطحی و زیرزمینی منطقه تقریباً ۱/۵ برابر نیاز خالص آبی محصولات عمده کشاورزی منطقه است که نشان‌دهنده برداشت

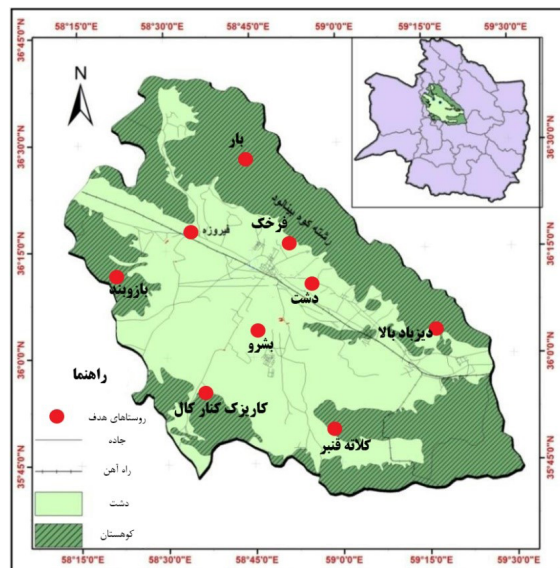
بیش‌ازحد و بدون نظارت از منابع آب در شرایط کمبود و بحرانی آب است (Shirazi & Sabouhi, 2015).

روش پژوهش

در پژوهش حاضر که از نظر روش تحقیق، ترکیبی از روش‌های توصیفی است و از نظر نوع تحقیق، به‌صورت کمی با استفاده از ابزار پرسش‌نامه و داده‌های واقعی انجام شده است، آمار و اطلاعات موردنیاز به‌منظور ارزیابی امنیت آب در منطقه مورد مطالعه از منابع مختلف سازمانی (از جمله: آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی، اداره کل هواشناسی استان خراسان رضوی، استانداری خراسان رضوی، جهاد کشاورزی خراسان رضوی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خراسان رضوی، اداره کل محیط‌زیست خراسان رضوی، شرکت مدیریت منابع آب ایران، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان خراسان رضوی، شرکت آب و فاضلاب روستایی)، کتابخانه‌ای (سالنامه‌های آماری، طرح‌های پژوهشی، مقالات و...) و همچنین مصاحبه حضوری و تکمیل پرسش‌نامه از کارشناسان ادارات مرتبط با آب (عوامل نهادی) و کشاورزان منطقه که جامعه کلیدی پژوهش را تشکیل می‌دهند، گردآوری گردیده است. در این راستا پس از بررسی‌های میدانی، تعداد ۹ روستا با در نظر گرفتن پراکنش مناسب جغرافیایی در سطح حوزه (مناطق دشتی، میان دشتی و کوهستانی) برای تکمیل پرسش‌نامه‌های مردمی انتخاب گردید. تصویر شماره ۲، موقعیت روستاهای هدف در حوزه آبخیز دشت نیشابور را نشان می‌دهد. به‌منظور انجام مصاحبه حضوری، حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران^۶ و با در نظر گرفتن عامل مساحت اراضی زراعی (کمتر از ۵ هکتار با فراوانی ۸۰/۱ درصد و بیش‌تر از ۵ هکتار با فراوانی ۱۹/۹ درصد) تعیین و در مجموع تعداد ۱۲۵ پرسش‌نامه از کشاورزان روستاهای هدف به روش نمونه‌گیری تصادفی تکمیل شد. همچنین تعداد ۲۸ پرسش‌نامه از عوامل نهادی به‌صورت نمونه‌گیری گلوله‌برفی تکمیل گردید.

پس از گردآوری داده‌های موردنیاز، متغیرها، شاخص‌ها و معیارهای تأثیرگذار بر امنیت آب مطابق با جدول شماره ۱ محاسبه گردید.

6. Cochran formula



فصلنامه پژوهش‌های روستایی

تصویر ۲. موقعیت روستاهای هدف در حوزه آبخیز دشت نیشابور در استان خراسان رضوی. منبع: نگارندگان، ۱۳۹۹

جدول ۱. چهارچوب ارزیابی امنیت آب در حوزه آبخیز.

معیار	شاخص	متغیر	روش محاسبه
در دسترس بودن آب	بهره‌برداری پایدار از حوزه آبخیز	۱- در دسترس بودن آب برای هر فرد	میزان برداشت آب + جمعیت
		۲- کمبود آب	منابع آب در دسترس برای هر فرد به صورت سالانه
		۳- تغییرات آب	ضریب تغییرات بارش ۴۰ سال گذشته
اقتصاد آب	ارزش اقتصادی آب	میزان درآمد تجاری / صنعتی به ازای میزان مصرف آب	میزان تولید ناخالص اولیه غیر کشاورزی + میزان مصرف آب غیر کشاورزی در حوزه آبخیز
		میزان درآمد کشاورزی، شیلات و علوم دامی به ازای میزان مصرف آب	میزان تولید ناخالص اولیه کشاورزی، شیلات و علوم دامی + میزان مصرف آب کشاورزی، شیلات و علوم دامی در حوزه آبخیز
		۱- مناطق مستعد خشکسالی	مساحت وقوع خشکسالی + مساحت حوزه
خطرات آب	عامل خشکسالی	۲- تناوب وقوع خشکسالی	تعداد وقوع خشکسالی در هر سال
		۳- نسبت مساحت اراضی تحت آبیاری با روش‌های صرفه‌جویانه به مساحت کل اراضی	مساحت آبیاری + مساحت کل اراضی
		۱- مناطق مستعد وقوع سیل	مساحت وقوع سیلاب + مساحت کل
سلامت حوزه آبخیز	مدیریت فرابخشی آب	۲- تناوب وقوع سیل	تعداد وقوع سیل در هر سال
		۳- درصد جمعیت ساکن در مناطق مستعد خطر	تعداد افراد ساکن در مناطق مستعد خطر + کل جمعیت
		۱- کیفیت آب زیرزمینی (میزان TDS)	غلظت کل مواد جامد محلول نسبت به حد مجاز
حکمرانی آب	پوشش گیاهی	۲- کیفیت آب زیرزمینی (میزان شوری)	غلظت میزان سدیم محلول نسبت به حد مجاز
		پوشش گیاهی طبیعی	مساحت پوشش طبیعی + مساحت کل
		عامل نهادی	پرسش‌نامه
حمایت مردمی	پتانسیل سازگاری با تغییرات آینده	عامل سازگاری	پرسش‌نامه
		عامل حمایت عمومی	پرسش‌نامه

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

منبع: Babel & Shine, 2018

1. Total dissolved solids

یافته‌ها

ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای پاسخ‌گویان

کشاورزان

نتایج رده سنی و سطح تحصیلات کشاورزان مورد مطالعه مطابق با جدول شماره ۲ است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی مربوط به طبقه سنی بیشتر از ۵۵ سال است که ۴۷/۲ درصد از افراد را تشکیل می‌دهند. این موضوع نشان می‌دهد که اکثریت کشاورزان در حوزه آبخیز دشت نیشابور در رده سنی میان سال و پیر قرار دارند. همچنین وضعیت سطح تحصیلات کشاورزان نشان می‌دهد ۱۷ درصد افراد بی‌سواد و یا دارای توانایی خواندن و نوشتن، ۳۴/۴ درصد افراد دارای تحصیلات ابتدایی، ۱۹ درصد سیکل، ۱۶/۲ درصد دیپلم، ۶/۴ درصد فوق دیپلم و در نهایت ۹ درصد دارای تحصیلات لیسانس و بالاتر هستند. در

این راستا بیشترین فراوانی مربوط به سطح ابتدایی و کمترین مربوط به سطح فوق دیپلم است.

کارشناسان نهادی

نتایج رده سنی و سطح تحصیلات کارشناسان سازمان‌های مرتبط با مدیریت منابع آب شامل ۲۸ تن از کارشناسان و خبرگان سازمانی نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی مربوط به طبقه سنی بیشتر از ۵۵ سال است که ۴۶/۴۳ درصد از افراد را تشکیل می‌دهند.

همچنین وضعیت سطح تحصیلات کارشناسان نهادی نشان می‌دهد ۱۳ درصد افراد دارای تحصیلات لیسانس، ۱۱ درصد فوق لیسانس و ۴ درصد دارای تحصیلات دکتری هستند. در این راستا بیشترین فراوانی مربوط به سطح لیسانس و کمترین مربوط به سطح دکتری است.

جدول ۲. توزیع طبقه سنی و سطح تحصیلات پاسخ‌گویان.

پاسخ‌گویان	ویژگی مورد مطالعه	تعداد	درصد فراوانی
کشاورزان	طبقه سنی	کمتر از ۲۵	۳/۲
		۲۵-۴۰	۱۸/۴
		۴۱-۵۵	۳۱/۲
		بیشتر از ۵۵	۴۷/۲
		مجموع	۱۰۰
	میزان تحصیلات	بی‌سواد	۱۷
		ابتدایی	۳۲/۴
		سیکل	۱۹
		دیپلم	۱۶/۲
		فوق دیپلم	۶/۴
کارشناسان نهادی	طبقه سنی	لیسانس و بالاتر	۹
		مجموع	۱۰۰
	میزان تحصیلات	۲۵-۴۰	۲۱/۴۳
		۴۱-۵۵	۳۲/۱۴
		بیشتر از ۵۵	۴۶/۴۳
		مجموع	۱۰۰
	میزان تحصیلات	لیسانس	۴۶/۴۲
		فوق لیسانس	۳۹/۲۸
		دکتری	۱۴/۲۸
		مجموع	۱۰۰

نتایج معیارها و شاخص‌های امنیت آب

معیار اول: در دسترس بودن آب

همان‌طور که در جدول شماره ۳ نشان داده شده است، این معیار توسط سه متغیر آب در دسترس، کمبود آب و تغییرات آب تعیین گردید. نتایج محاسبه متغیرهای مورد استفاده در سه دوره آماری نشان می‌دهد که میزان آب در دسترس برای هر فرد در سال آبی ۹۰-۹۱ بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است که علت آن جمعیت کمتر نسبت به سال‌های بعد و همچنین بالا بودن میزان برداشت آب زیرزمینی نسبت به سال‌های دیگر است. لذا با وجود میانگین بارش ۴۰ ساله کمتر (متغیر تغییرات آب) نسبت به سال‌های ۹۵-۹۶ و ۹۸-۹۹، اما میزان آب در دسترس برای هر فرد بیشتر از سایر سال‌های آبی است.

معیار دوم: اقتصاد آب

این معیار که جنبه اقتصادی آب را در نظر می‌گیرد توسط ۲ متغیر: ۱- میزان درآمد تجاری و صنعتی و ۲- میزان درآمد کشاورزی، شیلات و علوم دامی به ازای میزان مصرف آب، محاسبه گردید. مقادیر متغیر اول در طول سه دوره آماری به ترتیب، ۲/۳۳، ۲/۵۰ و ۶/۷۸ و متغیر دوم به ترتیب ۰/۳۶، ۰/۵۶ و ۱/۳۳ به دست آمد. نتایج نشان می‌دهد از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۹ ارزش اقتصادی آب در هر دو زمینه کشاورزی و غیر کشاورزی، به‌طور کلی رو به افزایش بوده است و در سال ۹۸-۹۹ بیشترین مقادیر را به خود اختصاص داده است.

معیار سوم: خطرات آب

مطابق جدول شماره ۴، متغیرهای مورد استفاده برای محاسبه شاخص خشکسالی: ۱- مناطق مستعد خشکسالی ۲- تناوب وقوع خشکسالی و ۳- نسبت مساحت اراضی تحت آبیاری با روش‌های صرفه‌جویانه به مساحت کل اراضی است. همچنین متغیرهای مورد استفاده برای محاسبه شاخص سیل: ۱- مناطق مستعد سیل ۲- تناوب وقوع سیل و ۳- درصد جمعیت ساکن در مناطق مستعد خطر است. نتایج نشان می‌دهد تقریباً کل حوزه مستعد

وقوع خشکسالی است. اما سال آبی ۹۸-۹۹ به‌عنوان خشک‌ترین سال مشخص گردید و همچنین در همان سال، سیل شدیدی نیز در منطقه به وقوع پیوسته است. طبق نتایج حاصل‌شده، درصد مناطق مستعد وقوع سیل افزایش یافته است و از طرف دیگر نسبت مساحت اراضی تحت آبیاری با روش‌های صرفه‌جویانه به مساحت کل اراضی نیز در حوزه رو به فزونی است.

معیار چهارم: سلامت حوزه آبخیز

معیار سلامت حوزه آبخیز که از دیدگاه زیست‌محیطی امنیت آب در حوزه را بررسی می‌کند، با در نظر گرفتن میزان پوشش گیاهی طبیعی در حوزه و همچنین وضعیت سلامت منابع آب محاسبه می‌شود. در این پژوهش با توجه به نقش اصلی و اساسی آب زیرزمینی در تأمین آب مصرفی کل حوزه، کیفیت آب زیرزمینی توسط دو شاخص کیفی توصیه‌شده: میزان TDS و میزان شوری، تعیین گردید. در این راستا همان‌طور که در جدول شماره ۵ نشان داده شده است، نتایج نشان می‌دهد در طی ۱۰ سال گذشته، کیفیت آب زیرزمینی که بر مبنای دو شاخص کیفی TDS و میزان شوری تعیین شده است، کاهش محسوسی پیدا کرده است. همچنین وضعیت پوشش گیاهی منطقه نیز دستخوش تغییرات کاربری اراضی قرار گرفته است و مساحت پوشش طبیعی در حوزه کاهش پیدا کرده است.

معیار پنجم: حکمرانی آب

به‌منظور سنجش معیار حکمرانی آب، از ۳ شاخص عامل نهادی، عامل سازگاری و عامل حمایت مردمی استفاده شد. برای هر شاخص پرسش‌نامه مربوطه تهیه و از جامعه آماری هدف تکمیل گردید. در جدول شماره ۶ گویه‌های مربوط به پرسش‌نامه عامل حمایت مردمی و پرسش‌نامه سازمانی (عامل نهادی و عامل سازگاری) و همچنین میانگین امتیاز کسب‌شده در هر گویه آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد در پرسش‌نامه عامل حمایت مردمی کمترین امتیاز به گویه ۲ و بیشترین امتیاز به گویه ۴ تعلق گرفته است که نشان‌دهنده مخالفت اکثریت کشاورزان با پلمپ چاه‌ها در حوزه و موافقت اکثریت آن‌ها با دریافت بها آب مطابق وضعیت درآمدی کشاورزان است.

جدول ۳. نتایج مقادیر متغیرهای معیار در دسترس بودن آب، در سال‌های آماری مورد مطالعه.

معیار	شاخص	متغیر	سال‌های مورد مطالعه		
			۱۳۹۹-۱۳۹۸	۱۳۹۶-۱۳۹۵	۱۳۹۱-۱۳۹۰
در دسترس بودن آب	بهره‌برداری پایدار از حوزه آبخیز	۱- در دسترس بودن آب برای هر فرد	۸۲۴/۲	۱۲۸۳/۸	۱۹۸۳/۷
		۲- کمبود آب	۰/۵	۰/۲۴	۰
		۳- تغییرات آب	۲۵۷	۲۴۷	۲۴۰

جدول ۴. نتایج مقادیر متغیرهای معیار خطرات آب، در سال‌های آماری مورد مطالعه.

معیار	شاخص	متغیر	سال‌های مورد مطالعه		
			۱۳۹۹-۱۳۹۸	۱۳۹۶-۱۳۹۵	۱۳۹۱-۱۳۹۰
خطرات آب	عامل خشکسالی	مناطق مستعد خشکسالی	۹۵	۹۵	۹۵
		تناوب وقوع خشکسالی	۱	۰	۰
	نسبت مساحت اراضی تحت آبیاری با روش‌های صرفه‌جویانه به مساحت کل اراضی	۲۵	۱۰	۲	۲۵
		مناطق مستعد وقوع سیل	۵۵	۴۵	۵۰
عامل سیل	تناوب وقوع سیل	۱	۰	۰	۰
		درصد جمعیت ساکن در مناطق مستعد خطر	۳۰	۲۵	۲۰

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

جدول ۵. نتایج مقادیر متغیرهای معیار سلامت حوزه آبخیز، در سال‌های آماری مورد مطالعه.

معیار	شاخص	متغیر	سال‌های مورد مطالعه		
			۱۳۹۹-۱۳۹۸	۱۳۹۶-۱۳۹۵	۱۳۹۱-۱۳۹۰
سلامت حوزه آبخیز	سلامت منابع آبی	۱- کیفیت آب زیرزمینی (میزان TDS)	۵۹	۶۸/۵	۷۹
		۲- کیفیت آب زیرزمینی (میزان شوری)	۵۶/۵	۶۵	۷۲
	پوشش گیاهی	درصد پوشش گیاهی طبیعی	۴۷	۵۸	۶۱/۸

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

باتوجه به اینکه عامل حکمرانی آب تنها برای سال ۹۸-۹۹ تعیین شده است، WSI کلی به دو صورت با در نظر گرفتن عامل حکمرانی و بدون در نظر گرفتن این عامل تعیین شده است. همچنین نتایج بیانگر آن است که وضعیت کلی امنیت آب مطابق با **جدول شماره ۹**، در محدوده ضعیف قرار دارد و به‌طور کلی طی ۱۰ سال گذشته روند نزولی داشته است و سال به سال به سمت وضعیت ضعیف‌تر در حرکت است.

بحث و نتیجه‌گیری

آب مهم‌ترین عنصر حیات و مظهر عمران و آبادانی است. وفور یا کمبود این ماده حیات‌بخش تغییراتی اساسی در سیمای طبیعت و محیط‌زیست به وجود می‌آورد. در دهه‌های اخیر با روند افزایشی رشد جمعیت، آب به‌عنوان مهم‌ترین چالش سیاسی فراوری کشورهای خشک جهان مطرح شده است. زیرا که دسترسی به این ماده حیاتی، با کیفیت مناسب و در محل و زمان موردنظر یکی از پایه‌های اصلی توسعه و پیشرفت هر کشوری محسوب می‌گردد. با این وجود، واقعیت امر آن است که با وجود تفاوت ماهیت و شدت مشکلات بخش آب از کشوری به کشور دیگر، یک جنبه مشترک بحران آب در بسیاری از کشورها از استفاده ناکارآمد و مدیریت ضعیف آب نشأت می‌گیرد. این واقعیت، این امیدواری را به وجود آورده که می‌توان با بهبود مدیریت آب، بر مشکلات موجود چیره شد. هر چند این امر

همچنین نتایج پرسش‌نامه نهادی نشان می‌دهد گویه ۵ کمترین امتیاز و گویه ۳ بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده است که نشان می‌دهد علی‌رغم وجود قوانین در زمینه حفاظت و صیانت از منابع آب، اما نظارت بسیار کم در زمینه اجرا قوانین خصوصاً در بحث آلودگی منابع آب وجود دارد. نتایج پرسش‌نامه سازگاری نیز با اختصاص کمترین امتیاز به گویه ۳ بیانگر خلأ توجه به محرک‌های تغییرات آینده در تدوین برنامه‌های مدیریتی بلندمدت است.

ارزیابی امنیت آب

همان‌طور که بیان گردید، به‌منظور ارزیابی امنیت آب باید آن را کمی نمود. لذا در گام نخست مقادیر به‌دست‌آمده برای هر متغیر مطابق **جدول شماره ۷** نرمال‌سازی گردید. نتایج امتیازات کسب‌شده برای هر متغیر در سال‌های آماری مورد مطالعه در **جدول شماره ۸** نشان داده شده است.

در گام بعدی پس از تجمیع امتیازات برای هر بعد، شاخص کلی امنیت آب (WSI) محاسبه و تعیین گردید (**تصویر شماره ۳**). نتایج نشان می‌دهد در سال ۹۰-۹۱ و ۹۵-۹۶، اقتصاد آب کمترین امتیاز و آب در دسترس بیشترین امتیاز را کسب نموده است. در سال ۹۸-۹۹، سلامت حوزه آبخیز کمترین امتیاز و آب در دسترس همچنان بیشترین امتیاز را کسب کرده است.

شاخص امنیت آب در حوزه آبخیز دشت نیشابور در طول ۳ دوره آماری مورد مطالعه روند نزولی داشته و در وضعیت ضعیف و ناامن قرار دارد و منطقه مورد مطالعه هم‌راستا با نتایج حاصل از پژوهش‌های جنسن و وو^۷ (۲۰۱۸) و سو^۸ و همکاران (۲۰۱۹)، با مشکلات فراوانی در زمینه منابع آب مواجه است و مدیریت و حاکمیت منابع آب در این منطقه باید مورد بازبینی اساسی قرار گیرد. لذا اعمال سیاست‌های عمومی پیشران، رویکردهای نهادی فرابخشی برای مدیریت پایا منابع آب در این حوضه احساس می‌شود.

7. Jensen & Wu

8. Su

به سادگی میسر نیست و مستلزم تغییرات بنیادی در شیوه کنونی توسعه، تخصیص و مدیریت منابع آب است (Saleth & Diner, 2004). بنابراین، دستیابی به امنیت آب فرایندی پیچیده است که نیازمند درک جامعی از کلیه عوامل مؤثر بر امنیت آب است. زمانی که پیرامون امنیت آب بحث می‌شود، جایگاه آب در بازتولید اجتماعی، سلامت بشر، رفاه، یا دیگر قابلیت‌های انسانی مطرح می‌گردد (Mascarenhas, 2012).

در این راستا در پژوهش حاضر با کمک چهارچوب ارزیابی امنیت آب، عوامل مؤثر بر امنیت آب مشخص و شاخص امنیت آب (WSI) در مقیاس حوزه آبخیز تعیین گردید. نتایج بررسی معیارها و شاخص‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد به‌طور کلی

جدول ۶. گویه‌های مربوط به عامل حمایت مردمی از منابع آب، عامل نهادی و سازگاری.

ردیف	گویه‌های مربوط به عامل حمایت مردمی	میانگین امتیاز گویه
۱	اگر دولت برای حفاظت از منابع آب، هزینه‌ای از شما دریافت کند شما تمایل به پرداخت آن دارید؟	۲/۵
۲	به چه میزان موافق پلمپ چاه‌های مازاد در دشت ممنوعه نیشابور به‌منظور حفاظت و صیانت از منابع آب زیرزمینی هستید؟	۱/۹
۳	باتوجه به خساراتی که هر ساله بلایای طبیعی همانند سیل در پی دارند به چه میزان شما برای کاهش این خسارات حاضرید مبلغ اضافه‌تری پرداخت کنید؟	۲/۲
۴	به چه میزان بر این اصل که هزینه‌های آب باید باتوجه به طبقه اجتماعی افراد و میزان درآمد آن‌ها تعیین شود معتقدید؟ (به‌عنوان مثال اقشار با درآمد پایین مبلغ کمتری برای آب مصرفی خود پرداخت کنند و بالعکس)	۴/۸
۵	به چه میزان شما موافق پرداخت یارانه دولتی برای هزینه‌هایی که تأمین آب باکیفیت دارد هستید؟ (یعنی دولت خود متقبل هزینه‌ها شود و فقط بخشی از این هزینه‌ها توسط مردم تأمین شود)	۲/۸
۶	به چه میزان شما برای شرکت در جلسات گفتگو پیرامون مشکلات منابع آب (نظیر کاهش کیفیت و کمیت آب رودخانه‌ها و منابع آب زیرزمینی یا منابع محلی آب) تمایل دارید؟	۴/۴
ردیف	گویه‌های مربوط به عامل نهادی	میانگین امتیاز گویه
۱	آیا این حوزه برنامه مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM) ^۱ دارد؟	۳/۱
۲	آیا این حوزه سازمانی برای مدیریت رودخانه (RBO) ^۲ دارد؟	۳/۷
۳	آیا برای حفاظت از آب و صیانت از منابع آبی در حوزه، قوانینی در نظر گرفته شده است؟	۳/۹
۴	آیا هنگام تدوین برنامه‌های مربوط به آب، به افکار عمومی هم توجه می‌شود؟	۳/۸
۵	آیا مکانیسم نظارت بر تخلفات آلودگی وجود دارد؟	۲/۰
ردیف	گویه‌های مربوط به عامل سازگاری	میانگین امتیاز گویه
۱	آیا بانک اطلاعاتی متمرکز از اطلاعات مربوط به آب وجود دارد؟	۴/۱
۲	آیا سیستم هشدار اولیه در منطقه وجود دارد؟	۳/۳
۳	آیا در تدوین برنامه‌های بلندمدت، محرک‌های تغییرات آینده (به‌عنوان مثال تغییرات اقلیم) مورد توجه قرار می‌گیرد؟	۲/۱
۴	آیا مکانیسمی برای ارتقای دانش کارکنان وجود دارد؟	۳/۹
۵	آیا هر زمان نیاز باشد، انعطاف‌پذیری برای تغییر سهمیه‌های تخصیص آب برای کاربران مختلف وجود دارد؟	۴/۱

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

1. Integrated Water Resources Management
2. River Basin Organization

جدول ۷. نرمال‌سازی مقادیر متغیرها.

منبع	مقادیر توصیه‌شده					متغیر	معیار
	۵	۴	۳	۲	۱		
(Bartram & Howard, 2003; ADB, 2016)	>۱۷۰۰	۱۷۰۰-۱۰۰۰	۱۰۰۰-۷۰۰	۷۰۰-۵۰۰	<۵۰۰	در دسترس بودن آب	در دسترس بودن آب
	۰	۰/۱-۰/۳	۰/۴-۰/۷	۰/۷-۰/۹	۱	کمبود آب	
	۰	۰-۵	۶-۱۰	۱۱-۲۵	>۲۵	درصد تغییرات آب	
(ADB, 2016)	>۵۰	۲۱-۵۰	۵/۶-۲۰	۲/۱-۵/۵	۰-۲/۱	میزان درآمد آب تجاری	تولید آب
	>۵۰	۲۱-۵۰	۵/۶-۲۰	۲/۱-۵/۵	۰-۲/۱	میزان درآمد آب کشاورزی، شیلات و دام	
(Xiao, Li, Xiao, & Liu, 2007)	<۱۰	۱۰-۲۰	۲۱-۳۵	۳۶-۵۰	>۵۰	مناطق مستعد خشکسالی	خطرات آب
(Koontanakulvong, Doungmanee, & Hoisungwan, 2013)	۰	۱	۲	۳	۳	تناوب وقوع خشکسالی	
(Xiao, Li, Xiao, & Liu, 2007)	>۵۰	۵۰-۴۰	۴۰-۳۰	۳۰-۲۰	<۲۰	نسبت مساحت اراضی تحت آبیاری با روش‌های صرفه‌جویانه به مساحت کل اراضی	
(Xiao, Li, Xiao, & Liu, 2007)	<۱۰	۱۰-۲۰	۲۱-۳۵	۳۶-۵۰	>۵۰	۲- مناطق مستعد وقوع سیل	
(Koontanakulvong, Doungmanee, & Hoisungwan, 2013)	۰	۱	۲	۳	>۳	۳- تناوب وقوع سیل	
(Mehr, 2011)	<۱۰	۱۰-۲۰	۲۱-۳۵	۳۶-۵۰	>۵۰	۴- درصد جمعیت ساکن در مناطق مستعد خطر	
(ADB, 2013)	>۹۰	۸۱-۹۰	۷۱-۸۰	۶۱-۷۰	<۶۰	پوشش گیاهی طبیعی	
	>۹۰	۸۱-۹۰	۷۱-۸۰	۶۱-۷۰	<۶۰	سلامت منابع آبی	
امتیازدهی بر اساس طیف لیکرت						عامل نهادی	حکمرانی آب
امتیازدهی بر اساس طیف لیکرت						عامل سازگاری	
امتیازدهی بر اساس طیف لیکرت						عامل حمایت مردمی	

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

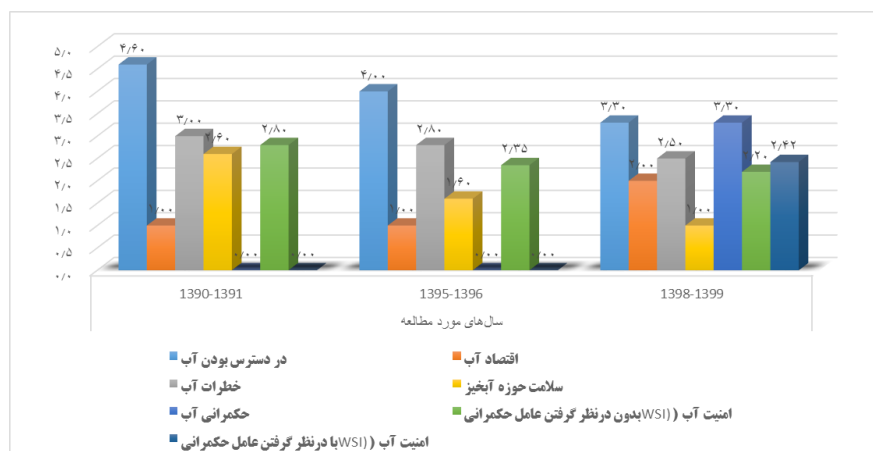
منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

جدول ۸. نتایج امتیازات کسب‌شده برای تمام متغیرها در سال‌های آماری مورد مطالعه.

معیار	شاخص	متغیر	سال‌های مورد مطالعه		
			۱۳۹۹-۱۳۹۸	۱۳۹۶-۱۳۹۵	۱۳۹۱-۱۳۹۰
در دسترس بودن آب	بهره‌برداری پایدار از حوزه آبخیز	۱- در دسترس بودن آب برای هر فرد	۳	۴	۵
		۲- کمبود آب	۳	۴	۵
		۳- تغییرات آب	۴	۴	۴
اقتصاد آب	ارزش اقتصادی آب	۱- میزان درآمد تجاری / صنعتی به ازای میزان مصرف آب	۳	۱	۱
		۲- میزان درآمد کشاورزی، شیلات و علوم دامی به ازای میزان مصرف آب	۱	۱	۱
خطرات آب	عامل خشکسالی	۱- مناطق مستعد خشکسالی	۱	۱	۱
		۲- تناوب وقوع خشکسالی	۴	۵	۵
		۳- نسبت مساحت اراضی تحت آبیاری با روش‌های صرفه‌جویانه به مساحت کل اراضی	۲	۱	۱
		۱- مناطق مستعد وقوع سیل	۱	۲	۲
سلامت حوزه آبخیز	سلامت منابع آبی	۲- تناوب وقوع سیل	۴	۵	۵
		۳- درصد جمعیت ساکن در مناطق مستعد خطر	۳	۳	۴
		۱- کیفیت آب زیرزمینی (میزان TDS)	۱	۲	۳
		۲- کیفیت آب زیرزمینی (میزان شوری)	۱	۲	۳
حکمرانی آب	پوشش گیاهی	پوشش گیاهی طبیعی	۱	۱	۲
		مدیریت فرابخشی آب	۳/۳	-	-
		پتانسیل سازگاری با تغییرات آینده	۳/۵	-	-
		حمایت مردمی	۳/۱	-	-

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹



فصلنامه پژوهش‌های روستایی

تصویر ۳. نتایج امتیازات کسب‌شده برای تمام معیارها در سال‌های آماری مورد مطالعه. منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۹

جدول ۹. رده‌بندی مقادیر مختلف امنیت آب.

شرح	وضعیت امنیت آب	شاخص امنیت آب (WSI)
باتوجه به معیارها امنیت آب در حوضه در سطح بسیار پایینی قرار دارد. حوضه تحت تأثیر مشکلات شدید مرتبط با منابع آب قرار دارد. علاوه بر این، مدیریت و حاکمیت در حوضه ناکارآمد است.	خیلی ضعیف	$1/5 >$
حوضه باتوجه به معیارها در سطح ناامن قرار دارد. حوضه تحت تأثیر برخی از مشکلات مربوط به منابع آب قرار دارد. مدیریت و حاکمیت در حوضه نیاز به بهبود دارد.	ضعیف	$2/5 - 1/5$
باتوجه به معیارها امنیت آب در حوضه در سطح متوسطی قرار دارد. مشکلاتی در رابطه با منابع آب در حوضه وجود دارد. ابزارهای حکمرانی و مدیریتی موجود هستند اما هنوز هم می‌توانند بهبود یابند.	متوسط	$3/5 - 2/5$
باتوجه به معیارها امنیت آب در حوضه کاملاً ایمن است. در حوضه مشکلات کمی مربوط به منابع آب وجود دارد. ابزارهای حاکمیتی و مدیریتی به شیوه صحیحی عمل نموده‌اند.	خوب	$4/5 - 3/5$
باتوجه به معیارها امنیت آب در حوضه بسیار ایمن است. هیچ مشکلی مربوط به منابع آب در حوضه وجود ندارد. ابزارهای حاکمیتی و مدیریتی به بهترین نحو ممکن در حوضه عمل نموده‌اند.	خیلی خوب	$4/5 \leq$

فصلنامه پژوهش‌های روستایی

منبع: Babel et al., 2020

اجرائی و ضمانت‌های حقوقی لازم پیش‌بینی شده باشد توصیه می‌گردد. در این قوانین لازم است سازوکارهای هماهنگی بین نهادهای تصمیم گیر به‌روشنی مشخص شود تا از هرگونه تعارض منافع، جلوگیری به عمل آید. تثبیت جایگاه نهادهای تنظیم‌گر و استفاده از توان سازمان‌های غیردولتی و مردم‌نهاد و همچنین جلب مشارکت مردمی در امر حفاظت از منابع آبی و همچنین نظارت دقیق بر استفاده از منابع آبی موضوع مهمی است که باید موردتوجه قانون‌گذاری قرار گیرد. به‌علاوه باتوجه به اینکه حوزه آبخیز، واحد اصلی در مدیریت یکپارچه منابع آب بوده و شرایط حاکم بر حوزه‌های شش‌گانه آبخیز کشور، متفاوت است، لازم است تا قوانین جدید، ضمن مطالعه‌ای جامع، با در نظر گرفتن شرایط و چالش‌های هر حوزه آبخیز، به‌طور مجزا و باتوجه به نتایج حاصل از مطالعات فرهنگی و اجتماعی در هریک از مناطق یادشده، تدوین و تنظیم گردد.

باتوجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر لزوم توجه سازمان‌های دست‌اندرکار در مدیریت منابع آب به معیارهای اثرگذار بر مفهوم امنیت آب و ارتقاء ظرفیت سازگاری و تدوین برنامه‌های عملیاتی مؤثر به‌منظور بهبود پتانسیل رویارویی با تغییرات آینده ضروری به نظر می‌رسد. همچنین همکاری مؤثر و نگرش فرابخشی سازمان‌های مختلف در عرصه حکمرانی آب به‌منظور آموزش و آگاهی بخشی همه‌جانبه افکار عمومی در زمینه اهمیت مفهوم امنیت آب، لزوم بهره‌گیری از روش‌های نوین آبیاری، کشت محصولات کم‌آب‌طلب، احیا دانش بومی و در کل جلب مشارکت مردمی به‌منظور مدیریت جامع حوزه آبخیز و بهبود وضعیت بحرانی فعلی پیشنهاد می‌گردد.

مطابق با نتایج حاصل از تحلیل بعد اقتصاد آب در حوزه مورد مطالعه که نشان می‌دهد حرکت منطقه به سمت صنعتی

همچنین نتایج نشان می‌دهد تنها معیار رو به رشد در طول ۳ دوره آماری مورد مطالعه معیار اقتصاد آب بوده است که می‌تواند ناشی از بازبینی قوانین و اعمال سازوکارهای قانونی از جمله افزایش بها آب، افزایش بها تولیدات کشاورزی، نصب کنتور و هوشمندسازی چاه‌ها در منطقه باشد. این یافته با پژوهش‌های بابل^۹ و همکاران (۲۰۲۰) تطابق دارد.

بررسی نتایج حاصل از معیار سلامت حوزه آبخیز بیانگر افت این شاخص در طول دوره آماری است که عواملی از جمله رشد جمعیت و به دنبال آن تغییرات کاربری اراضی به‌منظور تأمین نیازهای زیرساختی و به دنبال آن تأمین امنیت غذایی دخیل است. این یافته با نتایج حاصل از پژوهش کوئتناکویونگ^{۱۰} و همکاران (۲۰۱۴) همخوانی دارد.

نتایج حاصل از امتیازات کسب‌شده در معیار در دسترس بودن آب، بیانگر کاهش این معیار در طول دوره آماری است که علت آن، افزایش جمعیت و کاهش سرانه آب در دسترس برای هر فرد در طول دوره آماری مورد مطالعه است. این معیار نیز با نتایج پژوهش‌های بابل و وحید^{۱۱} (۲۰۰۸) همسو است.

در نهایت نتایج بررسی عامل حکمرانی نشان می‌دهد که توجه به پیشران‌های تغییر و برنامه‌ریزی برای طی کردن مراحل تغییر و رسیدن به سطح مناسبی از وفاق ملی و محلی ضروری است. این یافته در پژوهش میرنظامی و باقری (۲۰۱۷) نیز مورد تأکید قرار گرفته است. همچنین تدوین قوانین جدید به جای قانون توزیع عادلانه با بهره‌گیری از پتانسیل اسناد بالادستی و با محوریت مدیریت یکپارچه منابع آب که در آن سازوکارهای

9. Babel

10. Koontanakulvong

11. Babel & Wahid

شدن آغاز شده و می‌تواند تداوم یابد، پیشنهاد می‌گردد به‌منظور تشویق و جلب مشارکت مردمی در راستای همکاری در کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی با راهکارهایی از جمله کاهش سطح زیرکشت، تغییر نوع محصول، استفاده از شیوه‌های آبیاری نوین و... سازوکارهایی به‌منظور ایجاد مشاغل جایگزین با حرکت به سمت استقرار و گسترش صنایع در منطقه جهت تأمین امنیت شغلی کشاورزان منطقه و تضمین معیشت پایدار آن‌ها تدوین گردد. همچنین برگزاری دوره‌های آموزشی ویژه کارشناسان سازمانی به‌منظور افزایش بازدهی تعاملات مردمی با سازمان‌های دولتی در راستای جلب و بهبود هرچه بیشتر مشارکت مردمی در مدیریت پایدار منابع آب در حوزه‌های آبخیز پیشنهاد می‌گردد.

برای اجرای سیاست‌های مدیریت تقاضا آب ابزارهای مختلفی وجود دارد که از آن جمله می‌توان به بازارهای آب و تعیین قیمت و ارزش اقتصادی نهاده آب در بخش کشاورزی اشاره نمود که منجر به تخصیص بهینه آب بین متقاضیان و مصارف مختلف و ایجاد انگیزه برای صرفه‌جویی در مصرف و جلوگیری از اتلاف آن می‌شود. بنابراین تشکیل و توسعه بازارهای آب در کنار فراهم نمودن موجبات رشد اقتصادی از طریق افزایش کارایی مصرف و تخصیص بهینه، حفظ و ارتقای ارزش اقتصادی آب، کاهش تنش‌های ناشی از رقابت مصرف‌کننده‌های مختلف در شرایط کمیابی آب و تخفیف آثار منفی زیست‌محیطی لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

از آنجاکه ترکیب ابعاد زمانی و مکانی در یک زمان منجر به تحلیل مؤثرتر و درکی جامع‌تر از منطقه جهت برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری می‌شود. لذا، بررسی تغییرات مکانی توأم با تغییرات زمانی امنیت آب در حوزه‌های آبخیز پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول در گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران است.

References

- Asian Development Bank. (2013). Asian water development outlook 2013: measuring water security in asia and the pacific, manila, Philippines. <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/30190/asian-waterdevelopment-outlook-2013.pdf>.
- Asian Development Bank. (2016). Asian water development outlook 2016: strengthening water security in asia and the pacific, manila, Philippines. <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/189411/awdo-2016.pdf>.
- Babel M, Shine V.R., Sharma D., Dang N. (2020). Measuring water security: A vital step for climate change adaptation, *Environmental Research*, Volume 185, 109400. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109400>.
- Babel M, Shine V.R. (2018). A framework for water security assessment at basin scale. *APN Science Bulletin*, Volume 8, Issue 1: 27-32.
- Babel M, Shine V.R., Sharma D., Dang N. (2017). Developing an operational water security assessment framework for application in diverse regions of Asia. *Asia-Pacific Network For Global Change Research*. Final Report. 103p.
- Babel, M. S., & Wahid, S. M. (2008). Freshwater Under threat: Vulnerability Assessment of Freshwater Resources to Environmental Change-Ganges-Brahmaputra-Meghna River Basin Helmand River Basin Indus River Basin, United Nations Environment Programme (UNEP, Nairobi), Kenya. United Nations Environment Programme (UNEP): Nairobi, Kenya.
- Baldassarre, G.D., Sivapalan, M., Rusca, M., Cudennec, C., Garcia, M., Kreibich, H., Konar, M., Mondino, E., Mård, J., Pande, S., Sanderson, M.R., Tian, F., Viglione, A., Wei, J., Wei, Y., Yu, D.J., Srinivasan, V., Blöschl, G. (2019). Sociohydrology: Scientific Challenges in Addressing the Sustainable Development Goals. *Water Resources Research*, 55, 6327-6355.
- Bagheri, A. (2011). Relation of rainfall, runoff and runoff coefficient in the neyshabour catchment. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
- Bartram, H.G., Howard, G. (2003). Domestic Water Quantity: Service Level and Health. World Health Organization, Geneva.
- Binaeyan, A., Agahi, H., & Fatemi, E. (2018). Assessment of Social Water Security in Rural Districts of Kermanshah County, *Journal of Agricultural Extension and Education Research*, 11(2), 50-65.
- Castillo, R.M., Wilhelm, F.M., Machado, K. (2019). A CLEWS Nexus modeling approach to assess water security trajectories and infrastructure needs in Latin America and the Caribbean. Inter-American Development Bank. Water and Sanitation Division. 63P.
- Cook, C. and Bakker, K. (2012). Water security: Debating an emerging paradigm. *Global Environmental Change*, 22(1), 94-102.
- Gain, A. K., Giupponi, C., & Wada, Y. (2016). Measuring global water security towards sustainable development goals. *Environmental Research Letters*, 11(12), 124015.
- Ghorbani, M. (2018). Water Governance in the Face of Global Change. University of Tehran press. 330 p.
- Ghorbani, M., salari, F., Malekian, A., Fahmi, H. (2015). Analysis of Local Beneficiaries and Social Capital in Water Resources Co- Social Network Management (Case study: Watershed Razin of Kermanshah). *jwmseir*; 9 (29) :35-46. URL: <http://jwmsei.ir/article-1-523-en.html>
- Gober, P., & Wheeler, H. S. (2014). Socio-hydrology and the science-policy interface: a case study of the Saskatchewan River basin. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(4), 1413-1422.
- Hosseinsarbazi, A., Ismaeili, K. (2014). Investigation and Quantitative Modeling of Groundwater (Case study: The Plain of Neyshabour). *Irrigation Sciences and Engineering*, 36(4), 73-87.
- Jensen, O., Wu, H. (2018). Urban water security indicators: development and pilot. *Environ. Sci. Pol.* 83, 33-45.
- Koontanakulvong, S., Doungmanee, P., Hoisingwan, P. (2013). Water Security Index Concept Thailand's Water Security Situation in the Context of World and ASEAN. Chulalongkorn University and Research Center, National Institute of Development Administration, Thailand (In Thai).
- Koontanakulvong, S., Doungmanee, P., & Hoisingwan, P. (2014, June). Water Security Index Concept Thailand's Water Security Situation in the context of world and ASEAN. In Full paper of Poster presentation at the 11th Kovacs Colloquium (pp. 16-17).
- Mascarenhas, M. (2012). Redefining Water Security through Social Reproduction: Lessons Learned from Rajasthan's 'Ocean of Sand'. *IDS Bulletin*, 43(2), 51-58.
- McNeill, K., Macdonald, K., Singh, A., D. Binns, A. (2017). Food and water security: Analysis of integrated modeling platforms. *Agricultural Water Management*. 194: 100-112.
- Mehr, S. (2011). Integrated Framework for Assessment of Water Security. (Master Research Study No. WM-10-1, Asian Institute of Technology. Asian Institute of Technology, Thailand 2011.
- Mirnezami, S., Bagheri, A. (2017). Assessing the water governance system for groundwater conservation in Iran. *Iran-Water Resources Research*, 13(2), 32-55.
- Pahl-Wostl, C. (2015). Water Governance in the Face of Global Change: From Understanding to Transformation. Institute for Environmental Systems Research. University of Osnabrück, Osnabrück, Germany.
- Sadoddin, A., Shahabi, M., & Bai, M. (2017). Integrated Watershed Assessment and Management Principles Approaches for Modeling and Decision Making. Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural resources. 170 p.
- Saleth, R.M., Dinar, A. (2004). The institutional economics of water. Edward Elgar Publishing, Massachusetts, U.S.A
- Sharekian, M. (2013). Integrated water resource management in Neyshabur plain using WEAP. M.Sc. Thesis. Faculty of Civil Engineering. University of Shahrood.

- Shirzadi, S., Sabouhi, M. (2015). Evaluation of Stability and Balance of Aquifer: Case Study of Neishabur. *Agricultural Economics Research*, 6(24), 107-128.
- Simms, Harris, L., Joe, N., Bakker, K. (2016). Navigating the tensions in collaborative watershed governance: Watergovernance and Indigenous communities in British Columbia, Canada. *Journal of Geoforum* 73: 6-16.
- Su, Y., Gao, W., Guan, D. (2019). Integrated assessment and scenarios simulation of water security system in Japan. *Sci. Total Environ.* 671, 1269-1281.
- Thapa B.R., Ishidaira H., Prasad Pandey V., Bhandari T.M., Man Shakya N. (2018). Evaluation of Water Security in Kathmandu Valley before and after Water Transfer from another Basin. *Journal of water*, 10, 224: 1-12.
- Woodhouse, P., Muller, M. (2017). Water Governance – An Historical Perspective on Current Debates. *World Development*. 92, 225-241.
- Xiao, S., Li, J., Xiao, H., Liu, F. (2007). Comprehensive assessment of water security for inland watersheds in the Hexi Corridor, Northwest China. *Environ. Geol.* 55 (2), 369-376.
- Yadegari, A., Yousefi, A., Amini, A. (2018). Institutional Analysis of Water Governance Structure in Iran: A Case of Zayandeh-Rood Basin. *Iran-Water Resources Research*, 14(1), 184-197.
- Zeraati Neyshabouri, S., Pourreza Bilondi, M., Khashei Siuki, A., Shahidi, A. (2020). Comprison of Fuzzy Possibilistic Regression and Fuzzy Least Square Regression Models to Estimate Groundwater Level of Neyshabour Aquifer. *Irrigation Sciences and Engineering*, 43(1), 131-143. doi: 10.22055/jise.2018.23275.1652

