Iranian Journal of Soil and Water Research ISNN: 2423-7833
Homepage: http://ijswr.ut.ac.ir

Comparative evaluation and comparison of quality monitoring network of Iran's Rivers with selected countries

Nasrin Khodamoradi Vatan[1] | Mehdi Mazaheri[2]✉ | Jamal Mohammad Vali Samani[3] | Seyede Lila Razavi Toosi[4]

1. Department of Water Engineering and Management, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. E-mail: nasrin_khodamoradi@modares.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Water Engineering and Management, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. E-mail: m.mazaheri@modares.ac.ir
3. Department of Water Engineering and Management, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. E-mail: samani_j@modares.ac.ir
4. Department of Water Engineering and Management, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. E-mail: shrazavit@yahoo.com

Article Info

Article type: Research Article

Article history:

Received: March. 25, 2023

Revised: June. 25, 2023

Accepted: June. 27, 2023

Published online: July. 23, 2023

Keywords:
Monitoring Network,
Decision Making Methods,
Network Analysis Process Method,
Comparative Comparison,
Correlation Coefficient.

ABSTRACT

Evaluating the monitoring network and determining the main criteria in the stations is an effective step in improving the efficiency of the monitoring and measurement network. Consecutive assessment, pathology and optimization in long-term monitoring; Leads to proper management of output data, system efficiency and reduces costs. Of course, limiting factors such as: growing needs, limited resources, the consequences of unsustainable development and occasional human interference in the water cycle, etc., cause concern in meeting the water needs of human society. In this study, the evaluation of the quality monitoring network of the country's rivers was evaluated using a multi-criteria decision-making method and by selecting four main criteria. In management and technical criteria in water monitoring stations, data quality control and assurance sub-criteria, in social criteria sub-criteria of water quality parameters, in economic criteria sub-criteria of pollution detection and in environmental criteria sub-criteria of network optimization at a specific time and place have the most weight. Also, a comparative comparison of Iran's monitoring network with the monitoring network of selected countries was performed using Spearman correlation coefficient method. The Iranian monitoring network is most consistent with the Thai monitoring network with a coefficient of 0.9. One of the most important priorities of the US Monitoring Network is to optimize monitoring at specific times and places. Japan's monitoring network focuses more on regional monitoring than grade 1 rivers.

Cite this article: Khodamoradi Vatan, N., Mazaheri, M., Mohammad Vali Samani, J., & Razavi Toosi, S. L. (2023). Comparative evaluation and comparison of quality monitoring network of Iran's Rivers with selected countries, *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 54 (5), 737-751. https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.356969.669474

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.356969.669474

مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۴، شماره ۵ شاپا: ۷۸۳۳-۲۴۲۳
Homepage: http://ijswr.ut.ac.ir

ارزیابی و مقایسه تطبیقی شبکه پایش کیفی رودخانه‌های ایران با کشورهای منتخب

نسرین خدامرادی‌وطن[۱] | مهدی مظاهری[۲]✉ | جمال محمدولی‌سامانی[۳] | سیده لیلا رضوی‌طوسی[۴]

۱. مهندسی و مدیریت آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، رایانامه: nasrin_khodamoradi@modares.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، گروه مهندسی و مدیریت آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. رایانامه: m.mazaheri@modares.ac.ir

۳. گروه مهندسی و مدیریت آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، رایانامه: samani_j@modares.ac.ir

۴. گروه مهندسی و مدیریت آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، رایانامه: shrazavit@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۵
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۴/۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۶
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۵/۱

واژه‌های کلیدی:
شبکه پایش،
روش‌های تصمیم‌گیری،
روش فرایند تحلیل شبکه‌ای،
مقایسه تطبیقی،
ضریب همبستگی.

چکیده

ارزیابی شبکه پایش و تعیین معیارهای اصلی در ایستگاه‌ها، گامی مؤثر در بهبود کارآیی شبکه پایش و سنجش است. در پایش بلندمدت انجام ارزیابی، آسیب‌شناسی و بهینه‌سازی به صورت متوالی؛ منجر به مدیریت صحیح داده‌های خروجی، کارآمدی سیستم و سبب کاهش هزینه‌ها می‌شود. البته عوامل محدودکننده‌ای مانند: نیازهای رو به رشد، محدودیت منابع، تبعات توسعه ناپایدار و دخالت‌های گاه و بی گاه انسان در چرخه آب موجب بروز نگرانی در زمینه تأمین نیازهای آبی جامعه انسانی می‌شوند. در این مقاله، ارزیابی شبکه پایش کیفی رودخانه‌های کشور با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره و با انتخاب چهار معیار اصلی بررسی شد. در معیار مدیریتی و فنی در ایستگاه‌های پایش آب، زیرمعیار کنترل و اطمینان از کیفیت داده‌ها، در معیار اجتماعی زیرمعیار پارامترهای کیفیت آب، در معیار اقتصادی زیرمعیار تشخیص آلودگی و در معیار محیط‌زیستی زیرمعیار بهینه‌سازی شبکه نظارت در زمان و مکان خاص بیشترین وزن را دارند. هم‌چنین مقایسه تطبیقی شبکه پایش ایران با شبکه پایش کشورهای منتخب نیز با استفاده از روش ضریب همبستگی اسپیرمن انجام شد. پایش بلندمدت به منظور انجام ارزیابی، آسیبشناسی و بهینه‌سازی به‌صورت متوالی منجر به مدیریت صحیح داده‌های خروجی، کارآمدی سیستم و سبب کاهش هزینه‌ها می‌شود. لزوم و اهمیت انجام برنامه‌های پایش کیفیت منابع آب را می‌توان مترادف با لزوم و ضرورت برخورداری منابع آب از کیفیت مشخص برای مصارف مختلف دانست. بدون انجام برنامه‌های پایش کیفی آب، اطلاع مستمر از کیفیت منابع آب و روند تغییرات آن‌ها، برنامه‌ریزی برای تخصیص منابع آب جهت مصارف گوناگون امکان‌پذیر نمی‌باشد. در این تحقیق، شبکه پایش ایران با شبکه پایش تایلند با ضریب ۰/۹ بیشترین مطابقت را دارد. با شبکه پایش امریکا، کانادا و ژاپن مطابقت نسبتا مطلوبی دارد و نهایتا کمترین میزان مطابقت با شبکه پایش آلمان بدست آمد.

استناد: خدامرادی‌وطن؛ نسرین، مظاهری؛ مهدی، محمدولی سامانی؛ جمال، رضوی‌طوسی؛ سیده لیلا، (۱۴۰۲). ارزیابی و مقایسه تطبیقی شبکه پایش کیفی رودخانه‌های ایران با کشورهای منتخب، *مجله تحقیقات آب و خاک ایران*، ۵۴ (۵)، ۷۵۱-۷۳۷. https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.356969.669474

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: https://doi.org/10.22059/ijswr.2023.356969.669474

مقدمه

استخراج داده‌های قابل استناد، از موضوعات مهم در پایش ایستگاه‌های کیفی رودخانه‌ای است. هم‌چنین یکی از دغدغه‌های محیط‌زیستی، آلودگی آب‌های سطحی و تخلیه‌های آب‌های زیرزمینی می‌باشد (Tian *et al*., 2011). پایش کیفی آب، روش‌هایی برای تعیین کیفیت محیط آبی است و در این صورت تاثیر محیط را در رابطه با فعالیت‌های انسانی نیز می‌توان بررسی نمود (Veerabhadram, 2009). برنامه‌ریزی برای پایش کیفیت آب باید بر اساس اهداف پژوهش، نقاط نمونه‌گیری و تعداد نمونه‌ها به دقت انتخاب شوند؛ هر چند که سندرز[1] و همکاران (۱۹۸۷) یک دستور کار کلی برای طراحی سامانه‌های پایش پیشنهاد داده‌اند و بارتام و بالنس، راهکارهایی را برای مکان‌یابی مناسب نقاط پایش ارائه کردند (FPS, 2017)، اما به طور معمول هیچ راهبرد عمومی برای طراحی شبکه پایش وجود ندارد (Stroble *et al*., 2006) و از نظر تاریخی برای مکان‌یابی ایستگاه‌ها یک گرایش بر اساس تجربه و احساس داوری وجود داشته است (Ning & Chang, 2004). انتخاب مکان‌های نمونه‌گیری ممکن است باعث تولید خطای سیستماتیک شوند (Koplin *et al*., 2002) از سوی دیگر، پایش تغییرات مکانی و زمانی کیفیت منابع آب از مهم‌ترین اولویت‌های حفاظت محیط‌زیست و از عوامل مهم در دستیابی به توسعه پایدار در بیشتر جوامع است (Boyacioglu *et al*., 2005). هزینه بالای احداث شبکه‌ی ایستگاه‌های سنجش کیفیت آب، طراحی بهینه آن‌ها برای استخراج داده‌های مفید را ضروری می‌سازد (Strobl *et al*., 2006). شبکه پایش کیفیت آب[2] رکن اصلی و کلیدی برای مدیریت و حفاظت از اکوسیستم آبی است (Jiang *et al*., 2020). پایش سنتی شامل نمونه برداری در محل و انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه و آزمایش تعیین خصوصیات آب است (Ahuja, 2013). در سیستم‌های پایش کیفیت آب سنتی، چندین عامل خطا وجود دارد، این خطاها شامل: خطاهای انسانی، خطای مربوط به تجهیزات آزمایشگاهی و سایر خطاها می‌باشد (Adu-Manu *et al*., 2017 و Pasika and Gandla, 2020). ضروری است که طرح‌های پایش کیفی آب در رودخانه‌هایی که از آب آن‌ها در تأمین آب شرب استفاده می‌شود، انجام گردد (Tanhai, 2018). Sojka و همکاران (2007) پارامترهای مهم در تعیین تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب را معرفی نمودند (Sojka *et al*., 2007). در پژوهش Gangopadhyay و همکاران (2001) به این نتیجه رسیدند که جهت پیش‌بینی تغییرات پویا، ایستگاه‌های نظارت نقش مهم و اساسی را دارند (Gangopadhyay *et al*.,2001) . هم‌چنین در گزارش (2012) از شاخص کیفیت آب محیط‌زیست برای توصیف کیفیت آب منبع آشامیدنی استفاده نمودند (Report *et al*., 2012). در گزارش (2015) از برنامه جامع نظارت[3]؛ می‌توان به عنوان دستورالعمل جامع در حیطه نظارت و پایش کیفی رودخانه‌ها استفاده نمود (Report *et al*., 2015). دستورالعمل‌ها باید جهت تأکید بیشتر در ارزیابی و روند کیفیت آب بر تفسیر مسائل وابسته به آن صورت گیرد (Cude, 2001). پژوهش Noori و همکاران (2012) نشان داد که همه ایستگاه‌های نظارتی در توضیح تنوع سالانه مجموعه داده‌ها مهم هستند (Noori et al, 2012). در پژوهش Khodamoradi Vatan و همکاران (2021) بیشترین چالش‌ها در معیار مدیریتی و فنی می‌باشد. مهم‌ترین زیرمعیار، زیرمعیار کنترل و اطمینان از کیفیت داده‌ها می‌باشد. (Khodamoradi Vatan *et al*., 2021) روش نظارت بر کیفیت آب برای طراحی شبکه، با استفاده از نمونه‌گیری و روش‌های تحلیلی، برای پردازش داده‌ها مناسب می‌باشد (Evangelos, 2000). در این پژوهش Antonie and Durate (1997) در روش تحلیل سلسله مراتبی امکان ارتباط با معیارهای ستون پایین‌تر با معیارهای ستون بالاتر وجود ندارد. بنابراین برای تصمیم‌گیری سیستم‌های پیچیده مناسب نمی‌باشد (Antonie & Durate, 1997). نوری و همکاران (۱۳۹۲) معتقدند، برای حذف ایستگاه‌های فرعی تعیین شده و تغییر مکان آن، باید مطالعات بیشتری با مدت زمان آماری طولانی‌تر انجام گیرد (Noori *et al*., 2007). رضوی‌طوسی و سامانی (۱۳۸۶) با هدف اولویت‌بندی مدیریتی تعدادی از حوضه‌های آبریز کشور با استفاده از الگوریتم ترکیبی جدید بر اساس (ANP) و روش‌های فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی خاطر نشان نمودند که راهبردهای توسعه بلندمدت منابع آب کشور، موجب بهره‌برداری بهینه از منابع آب کشور خواهد شد (Razavi) Tusi & Samani, 2013). در این راستا استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ای[4] یکی از کارآمدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری فرایند تحلیل سلسله مراتبی است. فرایند AHP ترکیب معیارهای کیفی با معیارهای کمی را امکان پذیر می‌سازد (Antonie & Durate, 1997). این روش با استفاده از یک شبکه سیستمی، شاخص‌های مختلف و ضوابط و معیارهای چندگانه را برای تعیین اهمیت گزینه‌های مختلف یک فرایند تصمیم‌گیری پیچیده مورد استفاده قرار می‌دهد

---

11 Sanders
2 Water Quality Monitoring Network
3 Global Environment Monitoring System
4 Multiple Attribute Decision Making

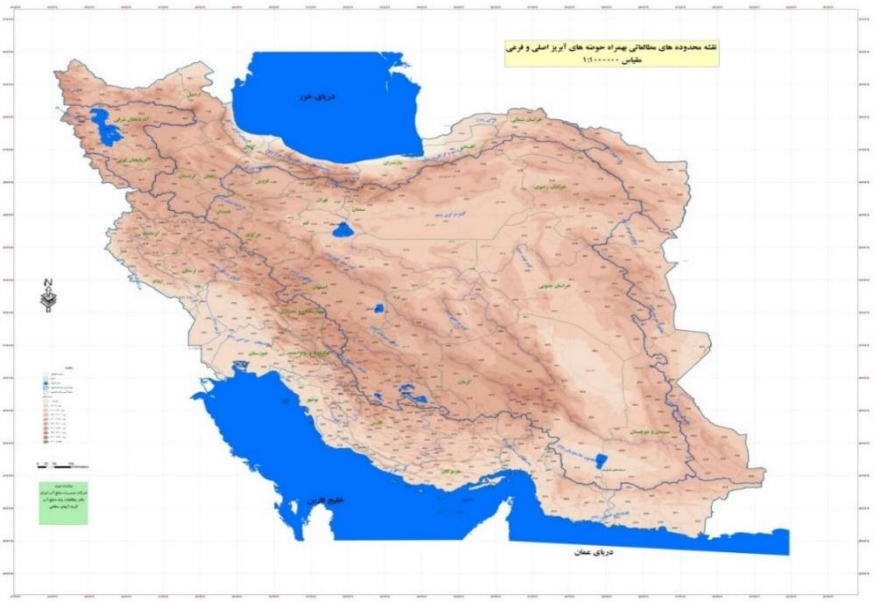
(Aragones *et al*., 2006). با توجه به طیف وسیع سیستم‌های تصمیم‌گیری بازخور، به منظور اصلاح روش AHP روشی موسوم به فرایند تحلیل شبکه‌ای ارائه گردید. این روش قادر است با در نظر گرفتن ارتباط متقابل سطوح مختلف تصمیم نسبت به هم و ارتباط داخلی معیارهای تصمیم در یک سطح را مشخص نماید (Khan & Faisal, 2007). در جهت تحقق اهداف مطالعه نیز می‌توان با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره چالش‌های شبکه پایش کیفی ایران را بررسی نمود. به طور کلی مقاصد این مقاله بررسی موارد متعددی است از جمله: ارزیابی عملکرد ایستگاه‌های پایش کیفی رودخانه‌های کشور، مقایسه تطبیقی ایستگاه‌های پایش کیفی رودخانه‌های کشور با کشورهای منتخب، ارزیابی ایستگاه‌های پایش کیفی رودخانه‌های کشور با استفاده از روش تصمیم گیری چند معیاره و نهایتا احصاء نقاط ضعف و چالش‌های شبکه پایش کیفی رودخانه‌های ایران با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره و ارائه پیشنهادات لازم برای رفع اشکالات و مرتفع ساختن چالش‌ها. این امر جهت پیشبرد و تعیین جایگاه فعلی ایستگاه‌های ایران است. هم‌چنین با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره نقاط ضعف و چالش‌های شبکه پایش کیفی ایران را استخراج نموده و با استفاده از اطلاعات بدست آمده دستورالعمل خاص و منحصر به فرد طبق شرایط جغرافیایی، اجتماعی، زیست‌محیطی و مدیریتی برای کشور ایران جهت استفاده در شبکه پایش ایران تدوین و تنظیم شود.

مواد و روش‌ها

در ابتدای این بخش ابتدا کشور ایران به عنوان منطقه مورد مطالعه بررسی شد. معیارهایی متناسب با شرایط و استانداردهای جهانی تعیین شد و برای بالا بردن سطح علمی مقاله کشورهایی جهت مقایسه تطبیقی انتخاب شد تا نزدیک‌ترین استاندارد جهانی برای شبکه پایش انتخاب شود. دستورالعمل کشورهای منتخب نیز ارائه شد و برای شبکه پایش ایران با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره اولویت‌بندی صورت گرفت.

منطقه مورد مطالعه

در کشور ایران ایستگاه‌های پایش شبکه‌ای کیفی رودخانه‌ها توسط وزارت نیرو مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند، که در این ایستگاه‌ها عواملی چون دبی، کیفیت شیمیایی و فیزیکی آب تعیین و ثبت می‌شود. این مقاله برای پایش ایستگاه‌های رودخانه‌ای کل کشور بررسی شده است و از تجربیات کارشناسان شرکت آب منطقه‌ای استان‌های البرز، گیلان، زنجان، کردستان، مرکزی و آذربایجان شرقی؛ کارشناسان هیدرولیک منابع آب در شرکت مهندسی مشاور، پژوهشگران، هیات علمی گروه‌های آب و محیط‌زیست و مدیران دفتر مطالعات منابع آب استفاده شد. نقشه ۱ محدوده مطالعاتی به همراه حوضه‌های آبریز اصلی و فرعی کشور را نشان می‌دهد.



نقشه ۱. محدوده مطالعاتی به همراه حوضه‌های آبریز اصلی و فرعی

مبانی تئوری مقایسه تطبیقی

تصمیم‌گیری اغلب نیاز به انتخاب گزینه‌هایی دارد که با معیارهای نامتناسب همراه بوده‌اند. در این مشکلات، اطلاعات ترجیحی تصمیم‌گیری اغلب برای رتبه‌بندی جایگزین‌ها یا انتخاب مطلوب‌ترین آن‌ها استفاده می‌شود. با این حال، قضاوت‌های تصمیم‌گیری از نظرشکل و عمق متفاوت است. به دلیل این عوارض، رتبه‌بندی جایگزین‌ها بدون این روش‌ها و از نظر مطلوبیت دشوار است(Razavi et al., 2010). برای تعیین میزان ارتباط بین رتبه‌های بدست آمده با یک روش، از ضریب همبستگی اسپیرمن[1] استفاده می‌شود(Gibbons, 1971).

رابطه ۱)
$$R = 1 - \frac{6\sum_{a=1}^{A} Da^2}{A(A^2-1)}$$

Da برابر با (Va –Ua) است اگر Ua و Va نتایج اولویت‌بندی دو کشور مختلف را برای یک گزینه a نشان دهند، ضریب همبستگی R به این صورت تعریف می‌شود که در آن a تعداد زیرمعیارها را نشان می دهد. A تعداد کل زیرمعیارها است.

پایش و اطلاعات کیفی کشورهای منتخب

در این مقاله طیفی از کشورهای پیشرفته و کشورهایی که شرایط نزدیک به کشور ایران دارند، انتخاب شد. علت انتخاب کشورهای پیشرفته آشنایی با استانداردهای سطح بالا و مقایسه با شبکه پایش کشور ایران است. تا نقاط ضعف و چالش‌ها شبکه مشخص شود. به همین منظور انتخابی از کشورهای پیشرفته، نسبتا پیشرفته و در حد کشور ایران مثل تایلند صورت گرفت. هم‌چنین این انتخاب‌ها براساس سابقه شبکه پایش آن‌ها و گستره‌ی اطلاعات پوشش داده، می‌باشد. شبکه پایش امریکا در این زمینه پیشتاز است و همه ابعاد یک شبکه پایش و نظارت کامل را پوشش می‌دهد که این کشور مبنای استاندارد در این مقاله می‌باشد. شبکه پایش آلمان نقاط قوت و شاخص‌هایی دارد، شبکه پایش کانادا نیز جزء کشورهای شاخص با طیف وسیع داده‌ها و پوشش کامل داده با مختصات زمانی و مکانی است و مبنای تصمیم‌گیری کشورهای دیگر است و هم‌چنین پوشش و گستردگی اطلاعات را نیز دارد. شبکه پایش تایلند نیز از نظر سطح اطلاعات با شبکه پایش ایران و به عنوان تنوع کشوری انتخاب شد. نهایتا با بررسی این کشورها و در نظر گرفتن معیارهای اشاره شده شبکه پایش ایران سنجیده شد.

پایش و اطلاعات کیفی امریکا

سازمان نقشه‌برداری‌های امریکا[2] مسئولیت سنجش کیفی و پایش آب را بر عهده دارد. این سازمان این امکان را فراهم می‌نماید که به تجزیه و تحلیل، تفسیر و یا استفاده از داده‌های آب برای برنامه‌های خاص کمک کند. البته USGS هیچ ابزار یا روشی را که دیگران برای تجزیه و تحلیل یا تفسیر داده‌های منابع آب ارائه می‌دهند، توصیه یا تأیید نمی‌کند. داده‌های آب USGS در بسیاری از سیستم‌های نرم‌افزاری برای تجزیه و تحلیل شرایط منابع آب استفاده می‌شود[3]. USGS نرم افزارهای منتشر شده منابع آب را بدون هیچ گونه هزینه توزیع می‌کند[4]. داده‌های روزانه معمولاً در فواصل ۱۵ تا ۶۰ دقیقه ضبط می‌شوند، در محل ذخیره می‌شوند و هر ۱ تا ۴ ساعت به دفاتر USGS منتقل می‌شوند. داده‌ها از ایستگاه‌های فعلی از طریق ماهواره، تلفن و یا رادیو تله متری به دفاتر USGS منتقل می‌شوند. داده‌های اولیه که به طور لحظه‌ای در صفحات اصلی منطقه ثبت می‌شوند، به عنوان داده‌های موقت هستند. این داده‌ها ممکن است در معرض تغییراتی باشد و تا زمان بررسی و تأیید سازمان، قابل استناد نیستند. از داده‌های USGS می‌توان در مطالعات مختلف استفاده نمود[5].

پایش و اطلاعات کیفی آلمان

پایگاه جهانی کیفیت آب شیرین GEMStat داده‌ها و اطلاعات علمی معتبری در مورد وضعیت و روند کیفیت آبهای جهانی و داخلی ارائه می‌دهد. داده‌های کیفیت آب موجود در GEMStat می‌تواند برای ارزیابی وضعیت، سیاست گذاری، اهداف تحقیق و یا در محدوده طرح‌های آموزشی و تربیتی مورد استفاده قرار گیرد. سیستم جهانی نظارت بر محیطزیست برای آب شیرین برنامه‌ای است که هدف آن جمع‌آوری داده‌های کیفیت آب شیرین در سطح جهان برای پشتیبانی از ارزیابی‌های علمی و فرایندهای تصمیم‌گیری است. علاوه بر این، GEMS/Water با ارائه مشاوره و ابزارهای ارزیابی در جهت افزایش ظرفیت از طریق آموزش، کشورها را در جهت ایجاد برنامه‌های نظارتی

1 Spearman rank correlation coefficient
2 USGS (United States Geological Survey)
3 USGS Federal Priority Stream gages (FPS)
4 USGS National Water-Quality Assessment (NAWQA)
5 Unified Interior Regional Boundaries

و ارزیابی کیفیت آب حمایت و تشویق می‌کند. به طور کلی در شبکه پایش آلمان پارامترهای کیفیت آب دارای تأثیر بالایی است. هم‌چنین در این شبکه یک برنامه منظم وجو دارد که تغییرات و وقایع را به صورت دوره‌ای و منظم ثبت می‌کند. پارامترهای آلودگی و تشخیص آن در ایستگاه‌های آلمان اهمیت ویژه‌ای دارند.

پایش و اطلاعات کیفی ژاپن

در شبکه پایش ژاپن تقسیم‌بندی مکانی به صورت منطقه‌ای نسبت به رودخانه‌های درجه ۱ انجام گرفته است و کشورهای همکار در دستورالعمل تهیه شده توسط ژاپن شامل ۱۱ کشور اعم از: کامبوج، چین، اندونزی، مالزی، میانمار، پنال، فیلیپین، جمهوری کره، سری‌لانکا، تایلند و ویتنام می‌باشند. در شبکه پایش ژاپن عنوان شده است که حتی اگر منطقه‌ای یا کشوری از لحاظ فرهنگی، جغرافیایی و محیطی مشترکات زیادی با منطقه‌ی دیگر داشته باشد، با این حال باز هم اصول و قواعد مدیریت محیط آب و پایش آن متفاوت خواهد بود. طبق دستورالعمل شبکه پایش ژاپن افزایش آگاهی و ظرفیت‌سازی آگاهی ذینفعان برای ارتقاء و اجرا قوانین و مقررات بسیار مهم است. شبکه نظارت ژاپن پنج اصل را به عنوان معیار مهم در نظر گرفته است: ۱) تمرکززدایی دولت‌های محلی، ۲) نظارت و جمع‌آوری داده‌های نظارتی برای شناسایی اهداف و کنترل و تبیین استانداردهای مناسب و خاص منطقه، ۳) معرفی و مدیریت تأسیسات فاضلاب، ۴) سازگاری سیاست‌های مدیریت محیط‌زیست و سیاست‌های مدیریت حوضه رودخانه و ۵) افزایش آگاهی. (Outlook. 2009).

پایش و اطلاعات کیفی کانادا

در شبکه پایش کانادا پارامترهای کیفیت آب دارای تأثیر بالا می‌باشد. به نوعی که داده‌ها و آمارهای آن مورد تجزیه و تحلیل و پردازش قرار گرفته و اطمینان از درستی آن‌ها با کنترل‌های مداوم صورت گرفته باشد. هم‌چنین یک برنامه منظم از برداشت اطلاعات وجود داشته باشد که به صورت دوره‌ای و منظم تغییرات و وقایع را ثبت کند و نهایتا از تحلیل‌ها در جهت ارتقاء سطح کیفی ایستگاه و پیش‌بینی استفاده نماید. شایان ذکر است که اشتراک‌گذاری آمارها و داده‌ها باعث می‌شود علاوه بر اینکه عموم مردم از شرایط فعلی باخبر باشند، زمینه‌ای را نیز برای تشویق مردم جهت مشارکت در طرح‌ها و ارائه پیشنهادات موثر فراهم می‌کند. بحث زیرساخت و امکانات از دیگر عناصر مهم شبکه پایش کانادا می‌باشد. باید در نظر داشت که با پیشرفت جامعه امروزی با رشد و ترقی ایستگاه‌ها، همواره یک بودجه خاص و کافی برای ارتقاء سطح کیفی و کمی لحاظ شود. شبکه پایش کانادا نیز بر این اصل استوار است که افزایش آگاهی و ظرفیت‌سازی آگاهی ذینفعان برای ارتقاء و اجرا قوانین بسیار مهم است و این شاخص جزو معیارهای مهم تلقی شده است.

پایش و اطلاعات کیفی تایلند

نتایج برنامه‌های پایش کیفیت آب نشان داد که بیشتر آب‌های دریافت‌کننده از استانداردها و رهنمودهای کیفیت آب برخوردار بوده است. با این حال به دلیل تخلیه فاضلاب از منابع مختلف نقطه‌ای، رودخانه‌ها در مناطق پر جمعیت آلوده شدند. ارتقاء سیستم تصفیه فاضلاب هم یکی از چالش‌های اساسی در مدیریت محیط‌زیست تایلند می‌باشد. هم‌چنین عملیات تعمیر و نگهداری تأسیسات فاضلاب، تعرفه، تنظیم، جمع‌آوری و کمبود پرسنل آگاه نیز از چالش‌های دیگر تایلند است. جهت ارتقاء بهبود کیفیت آب در آب‌های عمومی، مشارکت عمومی و رویکرد داوطلبانه بخش خصوصی نیز باید تشویق شود. ترویج رویکردهای مدیریت حوضه در حال ظهور است و نیز چالش‌های مدیریت محیط‌زیست آب، کیفیت آب و مدیریت مقدار آب باید یکپارچه شوند (Yolthantham. 2007) سیستم مدیریت فعلی برای ترویج هماهنگ نیستند و هم‌چنین ادغام فعالیت‌ها و سیاست‌های مختلف اقدامات مربوط به حفاظت از محیط‌زیست آب باید انجام شود و به این مسائل بیشتر پرداخته شود (Outlook. 2009).

پایش و اطلاعات کیفی ایران

کشور ایران در زمینه پایش در سال‌های اخیر گام‌های موثری برداشته است. کیفیت آب نیز از شاخص‌های دیگر شبکه پایش است و هم‌چنین یکی از دغدغه‌های زیست‌محیطی، آلودگی آب‌های سطحی با مواد شیمیایی و فیزیکی و مواد مغذی و آلی اضافی بوده، که حاصل منابع خارجی یا رواناب‌های آب و طوفان و تخلیه‌های آب‌های زیرزمینی، می‌باشد. در ایران ایستگاه‌های پایش شبکه‌ای کیفی رودخانه‌ها توسط وزارت نیرو در نقاط مختلف کشور تاسیس و مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند که در این ایستگاه‌ها عواملی چون دبی، کیفیت شیمیایی و فیزیکی آب تعیین می‌شود. به طور کلی در حال حاضر پروژه‌های منابع آب سطحی شبکه‌ای که در سایت منابع آب کشور عنوان شده است شامل ۱۱۱۵ ایستگاه هیدرومتری، ۱۷۷۸ ایستگاه باران‌سنجی، ۶۷۱ ایستگاه تبخیرسنجی و ۲۷۰ ایستگاه برف‌سنجی که اطلاعات

منابع آب را تامین و ثبت می‌نمایند. در شبکه پایش ایران فراوانی برداشت داده‌ها یکماهه است. به طور کلی کشور ایران به ۳۲ استان، ۱۸۲۷ رودخانه، ۱۸۹۰ ایستگاه، ۱۷۶۹ محدوده، ۱۱۶۵ حوزه، ۹۵ ایستگاه هیدرومتری التروونیکی، ۹۲ ایستگاه هیدرومتری الکترونیکی_ مکانیکی و ۳۱۶ ایستگاه هیدرومتری مکانیکی تقسیم بندی شده است.

نتایج مقایسه تطبیقی

پنج زیرمعیار مشترک بین شبکه پایش ایران و شبکه پایش کشورهای منتخب طبق جدول ۱ انتخاب شد. سپس طبق جدول ۲ با استفاده از روش ضریب همبستگی اسپیرمن اولویت‌بندی زیرمعیارهای مشترک محاسبه شد. این زیرمعیارها به عنوان زیرمعیارهای مشترک بین کشورهای انتخاب شده با شبکه پایش ایران می‌باشد. که C1 تا C5 به ترتیب برابر شاخص کیفیت آب WQI، تشخیص آلودگی، آلودگی منابع غیر نقطه‌ای، دسترسی عمومی و آزاد، پردازش داده‌ها و به اشتراک گذاری می‌باشد.

جدول ۱. اولویت‌بندی وزنی زیرمعیارها

	C1	C2	C3	C4	C5
ایران	3	1	2	4	5
امریکا	1	2	3	4	5
آلمان	1	2	5	3	4
کانادا	1	2	3	4	5
تایلند	3	1	2	5	4
ژاپن	1	2	3	4	5

بعد از تکمیل جدول اولویت‌بندی شبکه پایش ایران با کشورها، ضریب همبستگی اسپیرمن محاسبه می‌شود و ضرایب بدست آمده در جدول ۲ نشان داده شده است. مطابق جدول ۲، ضریب شبکه پایش ایران با شبکه پایش امریکا، کانادا و ژاپن ۰/۷ می‌باشد. شبکه پایش ایران با شبکه پایش تایلند با ضریب ۰/۹ و نهایتا با شبکه پایش آلمان با ضریب ۰/۲ بدست آمده است. علت اختلاف زیاد ضریب شبکه پایش آلمان نسبت به شبکه پایش ایران رتبه آلودگی منابع غیرنقطه‌ای می‌باشد که رتبه آن ۳ می‌باشد و این زیرمعیار اختلاف زیادی با رتبه کشورهای دیگر دارد اگر این زیرمعیار حذف شود تاثیر زیادی در تغییر اعداد دارد.

مبانی تئوری روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره

تصمیم‌گیری چندمعیاره، جهت شناسایی، رتبه‌بندی معیارهای مختلف و در نهایت اولویت‌بندی جهت پیشبرد اهداف مدنظر است. روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل دو روش می‌باشد: روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ای، روش‌های تصمیم‌گیری چندهدفه. روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ای شامل اولویت‌بندی می‌باشد ولی در روش‌های تصمیم‌گیری چندهدفه متغیرهای تصمیم‌گیری معلوم نبوده و یک چهارچوب ریاضی برای طراحی سطوح مختلف تصمیم‌گیری ایجاد می‌شود. روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ای شامل روش‌هایی است که در جهت مدیریت کارآمد برای اولویت‌بندی و انتخاب بهترین گزینه از بین گزینه‌های مختلف با در نظر گرفتن معیارها و زیرمعیارهای که اغلب در تضاد با یکدیگرند، به کار برده می‌شود. در این مقاله برای اولویت‌بندی و به دلیل شبکه‌ای بودن این ساختار از روش تحلیل شبکه‌ای استفاده می‌شود.

مبانی تئوری روش ANP

روش ANP پس از برپایی یک ساختار غیر رده‌ای و تعیین ارتباط منطقی بین سطوح مختلف تصمیم، ساختار موجود به N زیرمجموعه ($S_1, S_2,\ldots,S_N$) تقسیم شده و سپس از طریق مقایسات زوجی، ماتریس قضاوت برای سیستم بازخور تشکیل می‌شود. بدین منظور ابتدا لازم است با مقایسه دو به دو معیارها، ماتریس مقایسات زوجی تشکیل گردد. سپس به منظور بررسی سازگاری و قابلیت اعتماد تصمیم‌ها، نسبت سازگاری (CR) هر ماتریس با توجه به رابطه ۱ مطابق زیر محاسبه می‌گردد(Saaty. 1970) :

رابطه ۲) $$CR = \frac{CI}{RI}$$

که در آن CI شاخص سازگاری ماتریس مقایسه زوجی بوده و با استفاده از بزرگترین مقدار بردار ویژه (λ_{max}) و بعد آن (n)، توسط رابطه (۳) برآورد می‌گردد:

رابطه ۳)
$$CI = \frac{\lambda max - n}{n-1}$$

پارامتر RI تحت عنوان شاخص تصادفی استخراج می‌گردد. بنابراین در صورتی که CR≤10% باشد، معیار سازگاری حاصل شده‌است، در غیر این صورت لازم است که در مقایسه زوجی معیارها بازنگری گردد. در جدول ۳ پارامتر RI تحت عنوان شاخص تصادفی و n تعداد می‌باشد.

جدول ۳. شاخص سازگاری ماتریس تصادفی

(n)	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥
RI	۰	۰	۰/٥۸	۰/۹۰	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴٥	۱/۴۹	۱/٥۱	۱/۴۸	۱/٥۶	۱/٥۷	۱/٥۹

پس از اطمینان از نرخ سازگاری ماتریس‌های مقایسات زوجی، وزن هر عنصر در هر زیر گروه تعیین می‌شود. برای این ارزیابی از چهار معیار اصلی اقتصادی، اجتماعی، محیط‌زیستی، مدیریتی و فنی و زیرمعیارهای مشخص شده در جداول ۴، ٥، ۶ و ۷ استفاده شده است.

جدول ٤. زیر معیارهای اقتصادی (Khodamoradi Vatan *et al*, 2021)

کد	زیرمعیارهای اقتصادی
Ec1	هزینه واسنجی تجهیزات
Ec2	بودجه هزینه‌های متغیر
Ec3	متصدی ماهر
Ec4	توسعه فن‌آوری‌های پیشرفته نظارت
Ec5	اشتغال
Ec6	تکنولوژی نرم‌افزاری پیشرفته
Ec7	تجزیه و تحلیل داده‌ها و آمارها
Ec8	ایستگاه‌های پایش
Ec9	سرمایه گذاری‌های مدیریتی
Ec10	تشخیص آلودگی

جدول ٥. زیرمعیارهای اجتماعی(Khodamoradi Vatan *et al*, 2021)

کد	زیرمعیارهای اجتماعی
S1	تعیین پارامترهای کمی و کیفی
S2	حمایت و مقبولیت مردم
S3	فراوانی داده‌های طولانی مدت ثبت شده
S4	نظارت غلظت کلرید
S5	پارامترهای کیفیت آب
S6	کاربران اطلاعات
S7	رشد اجتماعی و فرهنگ‌سازی
S8	پایداری و انعطاف‌پذیری داده‌های ایستگاه کیفی
S9	دسترسی عمومی و آزاد

جدول ٦. زیرمعیارهای محیط‌زیستی (Khodamoradi Vatan *et al*, 2021)

کد	زیرمعیار محیط‌زیستی
En1	شاخص کیفیت آب
En2	بررسی مخلوط شیمیایی
En3	شاخص‌های کیفیت آب (WQI)
En4	تقویت مدیریت سیستم‌های تضمین کیفیت داده‌ها
En5	پارامترهای کیفی آب نشانگر تمام نواحی رودخانه
En6	سیستم‌های پشتیبان و تصمیم‌گیری رایانه
En7	ارزیابی شبکه پایش
En8	بهینه‌سازی شبکه نظارت در زمان و مکان خاص
En9	طراحی شبکه نظارت
En10	جریان‌های آب دوطرفه

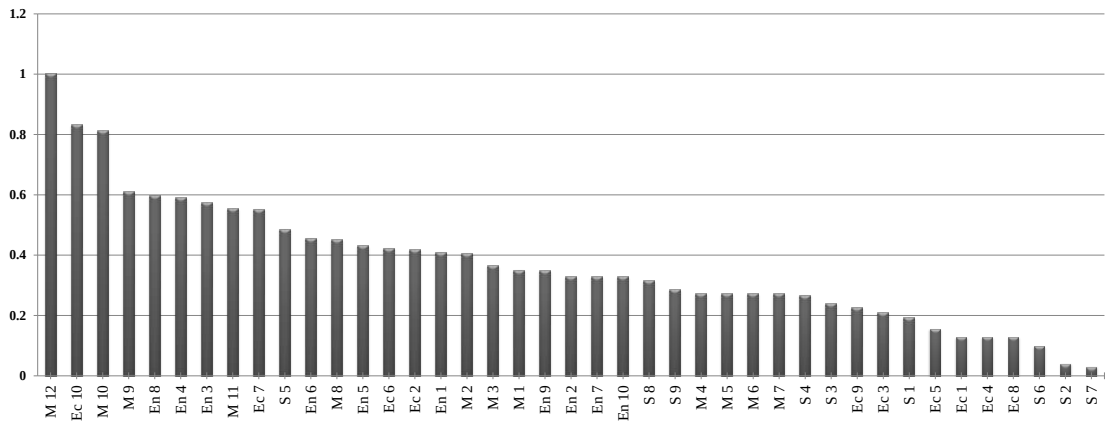
جدول ۷. زیرمعیارهای مدیریتی و فنی (Khodamoradi Vatan *et al*, 2021)

کد	زیرمعیار مدیریتی و فنی
M1	تعداد ایستگاه‌های نظارتی
M2	بهینه‌سازی نظارت WQI
M	حوادث شدید آب و هواشناسی
M4	مسائل مرتبط با زمین شناسی
M5	ایستگاه‌های نظارت فعال
M6	فرسایش
M7	توصیف آب در مقیاس بزرگ
M8	نظارت احتمالی و هدفمند
M9	آلودگی‌های منابع غیر نقطه‌ای
M10	مدیریت آلاینده‌های آلی پایدار
M11	پردازش داده‌ها و به اشتراک‌گذاری
M12	کنترل و اطمینان از کیفیت داده‌ها

پس از تعیین روابط شبکه‌ای بین معیارها مطابق شکل ۲، ماتریس‌های مقایسه زوجی تشکیل می‌گردد. برای تکمیل ماتریس‌های مقایسه زوجی پرسش‌نامه‌هایی توسط کارشناسان تکمیل شد. الگوریتم انجام کار در شکل ۳ نشان داده‌شده است. در این مقاله به منظور تشکیل ابرماتریس‌های حدی و اولویت‌بندی زیرمعیارها از نرم‌افزار سوپردسیژن[1] استفاده شد. نرم‌افزار سوپردسیژن یکی از نرم‌افزارهای بسیار مهم و پرکاربرد برای تحلیل فرایند شبکه‌ای به شمار می‌رود. پژوهشگران پس از ترسیم شبکه مساله و دستیابی به نظرات خبرگان از طریق مقایسات زوجی، می‌توانند این تحلیل و نتایج مربوطه و تحلیل حساسیت‌ها را با استفاده از نرم‌افزار سوپردسیژن انجام دهند. هم‌چنین روایی و پایایی پرسش‌نامه‌ها با استفاده از نرم‌افزار سوپر دسیژن بررسی شد.

نتایج و بحث

با استفاده از جدول ۸ با انتخاب چهار معیار و ۴۱ زیرمعیار، بیشترین وزن برای دو معیار مدیریتی و فنی و محیط‌زیستی بدست آمده است که مقدار آن ۰/۳۹۰ می‌باشد. سپس معیار اقتصادی با وزن ۰/۱۵۲ و نهایتا معیار اجتماعی با کمترین وزن ۰/۰۶۸ را در مدل بدست آمده است. به طور کلی در بین چهار معیار مشخص شده، بیشترین اثر برای زیرمعیار کنترل و اطمینان از کیفیت داده‌ها در معیار مدیریتی و فنی بدست آمده است و کمترین میزان اهمیت برای زیرمعیار رشد اجتماعی و فرهنگ‌سازی در معیار اجتماعی می‌باشد. با استفاده از وزن‌های بدست آمده از ماتریس حدی مطابق جدول ۸ و شکل ۴ اولویت بندی زیرمعیارها از بیشترین به کمترین اهمیت نشان داده شده است. که محور عمودی وزن نرمال شده زیرمعیارها و محور افقی زیرمعیارها را تشکیل می‌دهد.



شکل ٤. اولویت‌بندی زیرمعیاره

1 Super Decisions

جدول ۸. ابرماتریس حدی روش ANP

		معیار اقتصادی	...	معیار مدیریتی و فنی					
		Ec1	Ec2	M8	M9	M 10	M 11	M 12
معیار اقتصادی	Ec1	0/0052	0/0052	...	0/0052	0/0052	0/0052	0/0052
	Ec2	0/0269	0/0269	...	0/0269	0/0269	0/0269	0/0269
	Ec3	0/0135	0/0135	...	0/0135	0/0135	0/0135	0/0135
	Ec4	0/0058	0/0058	...	0/0058	0/0058	0/0058	0/0058
	⋮							
معیار محیط زیستی	En7	0/0436	0/0436	...	0/0436	0/0436	0/0436	0/0436
	En8	0/0342	0/0342	...	0/0342	0/0342	0/0342	0/0342
	En9	0/0161	0/0161	...	0/0161	0/0161	0/0161	0/0161
	En10	0/0153	0/0153	...	0/0153	0/0153	0/0153	0/0153
	⋮							
معیار مدیریتی و فنی	M7	0/0091	0/0091	...	0/0091	0.0091	0/0091	0/0091
	M 8	0/02	0/02	...	0/02	0/02	0/02	0/02
	M 9	0/0418	0/0418	...	0/0418	0/0418	0/0418	0/0418
	M10	0/0533	0/0533	...	0/0533	0/0533	0/0533	0/0533
	M 11	0/0621	0/0621	...	0/0621	0/0621	0/0621	0/0621
	M12	0/0722	0/0722	...	0/0722	0/0722	0/0722	0/0722

در معیار اقتصادی مهم‌ترین شاخص زیرمعیار تشخیص آلودگی است. سپس زیرمعیار تجزیه و تحلیل داده‌ها و آمارها است. سومین زیرمعیار، زیرمعیار تکنولوژی نرم‌افزاری مدرن است. زیرمعیار بودجه هزینه‌های متغیر، سپس زیرمعیارهای متصدی ماهر، سرمایه‌گذاری‌های مدیریتی، اشتغال، سایت‌های مانیتورینگ، توسعه فن‌آوری‌های پیشرفته نظارت و کالیبراسیون تجهیزات قرار گرفته است. در معیار اجتماعی بیشترین وزن برای زیرمعیار پارامترهای کیفیت آب می‌باشد. سپس به ترتیب زیرمعیارهای پایداری و انعطاف‌پذیری داده‌های ایستگاه‌های کیفی، فرکانس داده‌های طولانی‌مدت ثبت شده، کاربران اطلاعات، حمایت و مقبولیت مردم و رشد اجتماعی و فرهنگ‌سازی بدست‌آمده است. در معیار محیط‌زیستی بیشترین میزان اهمیت را زیرمعیار بهینه‌سازی شبکه نظارت در زمان و مکان خاص به خود اختصاص داده است. سپس زیرمعیارها به ترتیب شامل: تقویت مدیریت سیستم‌های تضمین کیفیت داده‌ها، شاخص‌های کیفیت آب WQI، سیستم‌های پشتیبان و تصمیم‌گیری رایانه، پارامترهای کیفی آب نشانگر تمامی نواحی رودخانه، شاخص کیفیت آب، طراحی شبکه نظارت، بررسی مخلوط شیمیایی، ارزیابی شبکه پایش و زیرمعیار جریان‌های آب دو طرفه کمترین میزان اهمیت را دارد. در معیار مدیریتی و فنی بیشترین اثر برای زیرمعیار کنترل و اطمینان از کیفیت داده‌ها عنوان شده است. سپس به ترتیب زیرمعیارهای مدیریت آلاینده‌های آلی پایدار، آلودگی‌های منابع غیرنقطه‌ای، پردازش داده‌ها و به اشتراک‌گذاری، بهینه‌سازی نظارت WQI، نظارت احتمالی و هدفمند، حوادث شدید آب و هوایی و تعداد ایستگاه‌های نظارتی دارای اهمیت می‌باشند. زیرمعیارهای کنترل فرسایش، توصیف آب در مقیاس بزرگ، مسائل مرتبط با زمین‌شناسی و سایت‌های نظارت فعال دارای کمترین میزان اهمیت می‌باشد.

نتایج ارزیابی شبکه پایش کیفی

این نتایج حاصل استفاده از نظر و تجربیات کارشناسان شرکت آب منطقه‌ای استان‌های البرز، گیلان، زنجان، کردستان، مرکزی و آذربایجان شرقی؛ کارشناسان هیدرولیک و منابع آب در شرکت مهندسی مشاور، پژوهشگران، هیات علمی گروه مهندسی آب و محیطزیست و مدیران دفتر مطالعات منابع آب در قالب پرسش‌نامه بدست آمده است و با توجه به پرسش‌نامه نظرات بر این بوده است که معیار مدیریتی و فنی

نسبت به معیار اقتصادی اهمیت بیشتری دارد سپس معیار محیط‌زیستی مهم تلقی شده است و نهایتا معیارهای بعدی اقتصادی و اجتماعی عنوان شده است. اولین زیرمعیار در ایستگاه‌های پایش آب، کنترل و اطمینان از کیفیت داده‌ها می‌باشد. داده به عنوان زیر ساخت اصلی هر ایستگاه بوده که پایه و مبنا تمام اطلاعات وابسته به آن است. پس به عنوان مهم‌ترین بخش دارای اهمیت بسیاری است و در کشور ایران داده‌ها قابل استناد نمی‌باشند. برای ایجاد این اطمینان در برداشت داده‌ها، کنترل قبل از برداشت موثر است.

با تحلیل و بررسی اولویت‌بندی زیرمعیارها مشخص شد که شبکه پایش کیفی کشور به گونه‌ای است که نمی‌توان با آن آلودگی را تشخیص داد. دلایل این امر عبارتند از: ۱) برخی پارامترهای اساسی و مهم آلودگی اندازه‌گیری نمی‌شوند و در صورت اندازه‌گیری آن‌ها، با فراوانی یکماهه برداشت می‌شوند. به طوریکه اگر آلودگی وجود داشته باشد فراوانی یکماهه نمی‌تواند آن را ثبت کند. ۲) به طور کلی در کل ایستگاه‌های کشور، کنترل و اطمینان از کیفیت داده‌ها دارای ابهام است.

معیار مدیریت آلاینده‌های آلی پایدار در حوزه کشاورزی قرار دارد. که می‌توان به عنوان شاخص کلی در بحث تشخیص آلودگی و آلودگی منابع غیر نقطه‌ای نیز در نظر گرفت. آب یکی از عوامل شیوع و انتشار آلودگی است و شیوع بیماری کرونا هم به عنوان یکی از عوامل انتشار آلودگی، باعث نگرانی شد و باید در نظر داشت که اگر موضوع آلودگی و آلاینده‌ها را به طور مجزا با تخصیص بودجه خاص کنترل نمود، برای شبکه پایش کیفی رودخانه‌ای اثرات مطلوبی به همراه خواهد داشت.

هم‌چنین در جوامع امروزی طرح بهینه‌سازی، گام مؤثری در روند پیشرفت و نتیجه مطلوب سیستم دارد. شبکه پایش ژاپن معتقد است که بهینه‌سازی باید با توجه به شرایط جغرافیایی، اقلیمی منطقه صورت گیرد. پارامترها و شاخص‌های کیفیت آب نیز دارای اولویت بالا می‌باشند. با تعیین پارامترهای کیفیت آب و با استفاده از دستورالعمل‌های ملی و بین‌المللی می‌توان آب را در برابر آلاینده‌های گوناگون ایمن ساخت. هر ایستگاه به نسبت داده و کیفیت داده‌هایی که جمع آوری نموده‌است تبحر دارد. بانک اطلاعاتی و داده‌ای هر ایستگاه وقتی قابل استفاده خواهد بود که داده‌های آن مورد تجزیه و تحلیل و پردازش قرار گیرد. نهایتا بعد از تجزیه و تحلیل و به اشتراک‌گذاری این آمارها و تحلیل‌ها باعث می‌شود که عموم مردم از شرایط فعلی باخبر شوند و هم‌چنین زمینه را برای ارائه طرح از اشخاص جامعه نیز فراهم نماید. شبکه پایش امریکا و آلمان نیز بر اثر مشارکت مردم توجه ویژه‌ای دارند. البته در شبکه پایش ایران در حال حاضر زیر ساخت‌های کلی دچار مشکل است و باید تمهیدات مدیریتی با شرایط جدید اتخاذ شود. طبق نظر کارشناسان ابتدا باید مسائل مربوط به کیفیت و صحت درستی داده‌ها کنترل شود هم‌چنین مسائل مربوط به آلاینده و آلودگی‌های احتمالی بررسی شود و نیز یک بهینه‌سازی کلی از برنامه‌ریزی‌های انجام شده صورت گیرد. رفع مشکل این موارد اهمیت بیشتری دارند. در حال حاضر و با وجود این مسائل کلی و مهم مسائلی همچون اشتراک گذاری آمارها و مشارکت مردم در درجه اهمیت کمتری قرار دارند. به همین دلیل در اولویت بندی شبکه ایستگاه‌های رودخانه ای ایران اثر مشارکت مردم دارای وزن و اولویت کمتری می‌باشد. به طور کلی برای درک مناسب از این تطبیق و مقایسه نقاط اشتراک و نقاط ضعف بین سامانه در ایران و کشورهای دیگر به ترتیب در جدول ۸ و ۹ ارائه گردید.

جدول ۹. نقاط اشتراک بین شبکه پایش در ایران و کشورهای دیگر

نقاط مشترک					
نام کشور	تایلند	آلمان	کانادا	ژاپن	امریکا
ایران	۱)شاخص کیفیت آب WQI ۲) تشخیص آلودگی ۳.آلودگی منابع غیرنقطه‌ای	ندارد	۱) دسترسی عمومی و آزاد ۲)پردازش داده‌ها و اشتراک‌گذاری	۱) دسترسی عمومی و آزاد ۲) پردازش داده‌ها و اشتراک‌گذاری	۱) دسترسی عمومی و آزاد ۲) پردازش داده‌ها و اشتراک‌گذاری

جدول ۱۰. نقاط ضعف بین شبکه پایش در ایران و کشورهای دیگر

نقاط ضعف					
نام کشور	تایلند	آلمان	کانادا	ژاپن	امریکا
ایران	۱)دسترسی عمومی وآزاد ۲) پردازش داده‌ها و به اشتراک‌گذاری	۱) شاخص کیفیت آب WQI ۲) آلودگی منابع غیرنقطه‌ای	۱) شاخص کیفیت آب WQI	۱) شاخص کیفیت آب WQI	۱) شاخص کیفیت آب WQI

نتیجه‌گیری

این مقاله با هدف ارزیابی و مقایسه تطبیقی شبکه پایش کیفی رودخانه‌های ایران با کشورهای منتخب مورد مطالعه قرار گرفته است. مطابق با جدول ۹ و شکل ۴ بیشترین اهمیت برای معیار مدیریتی و فنی بدست آمده است. سپس معیار محیطزیستی و نهایتا معیارهای اقتصادی و اجتماعی عنوان شده‌است. نهایتا برای کاربردی شدن نتایج تحقیق، اولویت‌بندی ذیل از بیشترین به کمترین اهمیت، از روش ANP برای شبکه پایش ایران ارائه گردید:

زیرمعیار کنترل و اطمینان از کیفیت داده‌ها

تشخیص آلودگی

بهینه‌سازی شبکه نظارت در زمان و مکان خاص به صورت متوالی

تقویت میزان کمی داده‌ها یا زمان (فرکانس) جهت افزایش میزان اثر بخشی داده‌ها در پیشرفت علمی و بهره‌برداری لازم در سطح مراکز علمی و تحقیقاتی کشور

در رابطه با نتایج مقایسه تطبیقی نیز می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

بیشترین میزان همبستگی شبکه پایش ایران با شبکه پایش تایلند بدست آمده است.

در شبکه نظارت امریکا پارامترهای کیفیت آب و طرح بهینه‌سازی نظارت اهمیت زیادی دارد. ولی در ایران این زیرمعیار در اولویت پنجم قرار دارد.

شبکه پایش آلمان اثر اشتراک‌گذاری آمارها و داده‌ها را مهم می‌داند.

شبکه پایش ژاپن در دستورالعمل‌های خود بر این اعتقاد استوار است که باید پایش به صورت منطقه‌ای نسبت به رودخانه‌های درجه۱ صورت گیرد.

"هیچ‌گونه تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد"

مراجع

رضوی طوسی؛ سیده لیلا، محمدولی سامانی جمال. (۱۳۹۲). اولویت‌بندی مدیریت تعدادی از حوضه‌های آبریز کشور با استفاده از الگوریتم ترکیبی جدید مبتنی بر روش‌های فرآیند تحلیل شبکه فازی (TOPSIS-ANP).

نوری؛ روح اله، کراچیان؛ رضا، خدادادی دربان؛ احمد ، شکیبایی نیا؛ احمد، (۱۳۸۶). ارزیابی اهمیت ایستگاه های پایش کیفیت آب با استفاده از تحلیل مولفه های اصلی و تحلیل عاملی: مطالعه موردی رودخانه کارون. آب و فاضلاب ۱۸ (۳)، ۶۰-۶۹.

REFERENCES

Antonie, S., and Durate, S. (1997). "Stochastic judgment in the AHP: the measurements of rank reversal, Decision Science" Journal of the decision sciences institute.(3) 28, 0011-7315.

Aragones, P., Aznar, J., Ferries, J., and Garica, M. (2006). "Valuation of urban industrial land: an analytical network process approach" European journal of operation research, Elsevier, vol. 185(1), pages 322-339, February.

Ahuja, S. (2013). Monitoring water quality , pollution assessment, and remediation to assure sustainability: Monitoring Water Quality Amsterdam. Elsevier 2013:14-18.

Adu-Manu, K. S., Tapparello, G., Heinzelman, W., Katsriku, F. A., Abdulai, J-D. (2017). Water quality monitoring using wireless sensor network: Current trends and future research direction. ACM Trans sens Netw (TOSN) 2017; 13(1)-41

Boyacioglu, H., Boyacioglu, H and Gunduz, O. (2005). Application of factory analysis in the assessment of surface water quality in Buyuk Menderes river basin. Journal of European water. (EWRA). 10: 43-49.

Cude, C. (2001). Oregon water quality index: A tool for evaluating water quality management effectiveness. J Am water resource as 37:125–137.

Evalution report unda project (2012). "Water quality in central asia" united nations economic commision for erope in cooperation with the regional environmental centre centre for central asia (carec). almaty, 2018

Evangelos, T. (2000). " Ph.D. multi- criteriadecision making" : Theory and applications. MDPI.

Gangopadhyay, S., Gupta, A.D., Nachabe , M.H., (2001). "Evaluation of ground water monitoring network by

principal component analysis". Ground Water. 39,181-191.
Gibbons. J. D.(1971). Non parametric statistical in fernce- Mc Graw- Hill, New York.
Guidance manual for optimizing water quality monitoring program design (2015). Canadian Council of Ministers of the Environment, PN 1543 ISBN 978-1-77202-020 PDF
Jiang, J., Tang, S., Han, D., Fu, G., Solomatine, D., Zheng, Y. (2020). A comprehensive review on the design and optimization of surface water quality monitoring network, Envirom Model Softw 2020: 104792.
Khan, S., and Faisal, M. N. (2007). An analytical network process model for municipal solid waste disposal option, Waste management, xx: pp. 6-15.
Khodamoradi Vatan, N., Mazaheri, M., Mohammadoli Samani, J. (2021). Evaluating the performance of the quality monitoring network of the country's rivers. Water and Irrigation Management, 11 (3), 541-559. doi: 10.22059 / jwim.2021.327850.906
Kolpin, D. W., Furlong, E. T., Meyer, M. T., Thrman, E. M., Zaugg, S. D., Barber, L. B., (2002). Pharmaceuticals, Hormanes and other organic waste water contaminants in U. S. streams, 1999-2000: a National Reconnaissance, Environ Sci Technol, Vol. 36, No. 6, PP. 1202-1211.
Noori, R., Kerachian, R., Darban, A.K., Shakibaienia, A., (2007). Assessment of importance of water quality monitoring stations using principal components analysis and factor analysis: a case study of the Karoon river. Water and Wastewater 18 (3), 60–69(In Persian).
Noori, R., Karbassi, A., Khakpour, A., Shahbazbegian, M., Mohammadi Khalf Badam, H., Vesali-Naseh, M. (2012). Chemometric Analysis of Surface Water Quality Data: Case Study of the Gorganrud River Basin, Iran.
Ning, S. K., Chang, N. B., (2004). Multi-objective, decision based assessment of a water quality monitoring in a river system. Journal of Environmental, Vol 4. No. 1, PP. 121-126.
Outlook of Water Environmental Management Strategies in Asia Copyright © 2009 Ministry of the Environment, Japan, All rights reserved. ISBN: 978-4-88788-052-8
Pasika, S., Gandla, S. T. (2020). Smart water quality monitoring system with cost- effective using IoT. Heliyon 2020; 6(7): e04096.
Razavi Toosi, S. L., Mohammavali Samani, J., and Koorehpazan Dezfuli, A. (2010). Ranking water transfer projects using fuzzy methods. Proceeding of the Institotion of civil Engineers(ice) water management 163 Appri; 2010 Issue WM4, 189-197.
Razavi Tusi, S. L., Mohammavali Samani J. (2013). Management Prioritization of a number of catchments in the country using a new hybrid algorithm based on (ANP) TOPSIS-ANP fuzzy network analysis process methods. (In Persian)
Saaty, T. L .(1996). Decision making with dependence and feedback: the analytic network process , RWS publications Pittsburgh .
Saaty, T.L. (1999). Fundamentals of the analytic network process, ISAHP 1999, Kobe, Japan, August, pp. 12-14.
Saaty, T.L. and Luis G. Vargas, (2006). Decision Making With The Analytic Network Process, Springer Science, New York, USA.
Saaty.T. L. and Vargas, L . G . (2006). The analytic hierarchy process: wash criteria should not be ignored . International Journal of Management and Decision Making. 188-180,7.
Stream gages, USGS-US. (2017). Gedogical Survey Federal priority. USGS Federal Priorty Stream gages (FPS). Water.usgs.gov. Retrieved April 30.
Sanders, T.G., Ward, R. C., Loftis, J. C., Steel, T. D., Adrian, D. D., Yevjevich, V. (1987). Decision of network in a large river system using the Genetic Algorithm. Ecological modeling. Vol.199, 289-297.
Strobl, R. O., Robillard, P. D., Shannon, R. D., Day, R. L., Mc-Donnell, A. J. A. (2006). Water quality monitoring network design methodology for the selection of critical sampling point: Part I: Environmental monitoring and assessment, Vol. 112. No. 1-3, PP. 137-158.
Sojka, M., Siepak, M., Ziola, A., Frankowski, M., Murat- Blazejewska, S. and Siepak, J. (2007). Application of multivariate statistical techniques to evaluation of water quality in the Mala Welna river, (Western Poland). Journal of Environmental monitoring Assessment 147: 159- 170.
Tanhai,V and., And Rostami Kashki, N. (2019). Mahabad river water quality monitoring in terms of microbiological parameters based on protocol 1.11 of the National Standards Organization of Iran. Journal of Cellular, Molecular Biological News, Volume 8, Number 31 - Summer 2019.
Tians, S., Wang, Z. and. Shang. H. (2011). Study on the self- purification of Juma River. Procedia Environmental Sciences. 11.PP: 1328- 1333.

Unified Interior Regional Boundaries. (2020). www.doi.gov.February22.2018. Retried July 30.
USGS National Water-quality Assessment. (2017). (NAWQI) Program. Water.usgs.gov. Retrieved April 30.
Veerabhadram, K. (2009)."Mapping of water quality index (WQI) using Geographical Information System (GIS) as a decision supporting system tool. Department of Environmental Studies, College of Engineering GITAM, Visakhapatnam, 530 045, India."
Yolthantham, T. (2007). Water Quality and Water Quality Situation in Thailand. Oral Presentation Proceedings: The 3rd WEPA International Symposium on Water Environmental Governance, Ministry of the Environment Japan.

Comparative evaluation and comparison of quality monitoring network of Iran’s rivers with selected countries

EXTENDED ABSTRACT

Introduction:

The extraction of reliable data is one of the important issues in the monitoring of river quality stations. Also, one of the environmental concerns is surface water pollution and underground water discharges. In order to achieve the objectives of the study, it is possible to examine the challenges of Iran's quality monitoring network using the multi-criteria decision-making method. In general, the purpose of this article is to review several issues, including: evaluating the performance of the quality monitoring stations of the country's rivers, comparative comparison of the quality monitoring stations of the country's rivers with selected countries, evaluation of the quality monitoring stations of the country's rivers using the multi-criteria decision-making method and finally the statistics of points The weaknesses and challenges of the quality monitoring network of Iranian rivers using the multi-criteria decision-making method and providing the necessary suggestions to solve the problems and solve the challenges. After examining and prioritizing the sub-criteria for Iran's monitoring network, the status of Iran's monitoring network compared to the monitoring network of other countries was investigated.

Materials and Methods:

At the beginning of this section, Iran was examined as the study area, and using the multi-criteria decision-making method, the criteria and sub-criteria of the Iranian network were prioritized using a questionnaire and Super Decision software. Then, in order to make a comparative comparison, criteria were determined according to the global conditions and standards, and to raise the scientific level of the paper, countries were selected for comparative comparison in order to select the closest global standard for the monitoring network. This prioritization was done using Superman's correlation coefficient method.

Results:

By using four criteria and 41 sub-criteria, the highest weight has been obtained for two managerial and technical and environmental criteria, the value of which is 0.390. Then the economic criterion with a weight of 0.152 and finally the social criterion with the lowest weight of 0.068 have been obtained in the model. In general, among the four specified criteria, the greatest effect is obtained for the sub-criterion of control and assurance of data quality in the managerial and technical criteria, and the least importance is for the sub-criterion of social growth and culture building in the social criterion.

Discussion:

This article has been studied with the aim of evaluating and comparing the quality monitoring network of Iranian rivers with selected countries. The greatest importance has been obtained for managerial and technical criteria. Then the environmental criteria and finally the economic and social criteria are stated. Finally, in order to apply the results of the research, the following prioritization from the most important to the least important was presented from the ANP method for Iran's monitoring network:

The sub-criterion of data quality control and assurance

Detection of pollution

Optimizing the monitoring network at a specific time and place consecutively

Strengthening the quantity of data or time (frequency) in order to increase the effectiveness of data in scientific progress and necessary exploitation at the level of scientific and research centers of the country

Regarding the results of the comparative comparison, the following can be mentioned:

The highest degree of correlation between Iran's monitoring network and Thailand's monitoring network has been obtained.

In the US monitoring network, water quality parameters and monitoring optimization plan are very important. But in Iran, this sub-criterion is the fifth priority.

The German monitoring network considers the effect of sharing statistics and data to be important.

In its guidelines, the Japan Monitoring Network is based on the belief that monitoring should be done regionally with respect to Grade 1 rivers.

Keywords: Monitoring Network, Decision Making Methods, Network Analysis Process Method, Comparative Comparison, Correlation Coefficient.