

## Investigating the Drinking Water Quality and Associated Human Health Risks in Sahneh City Eisa Solgi<sup>1\*</sup>, Fouzieh Beigmohammadi<sup>1</sup>, Kimia Kiani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Environmental Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran

---

### Article Info

**Article type:** Research Article

**Article history:**

Received: 02Desember2024

Revised:16March2024

Accepted:04April2025

Publishedonline29March2026

**Keywords:**

Nitrate

Drinking water

Non-carcinogenic risk

Risk assessment

Sahneh city

---

### ABSTRACT

**Objective:** Water is one of the important indicators in sustainable development, and drinking water quality is one of the factors affecting human health. In order to examine the quality of water resources and their effects on human health, various indicators using physical and chemical parameters such as pH, EC, total hardness (TH), nitrate, etc., determine the water quality and the risk from consuming contaminated water with a number, and the results are also interpreted qualitatively to make it easy for the general public to understand.

**Material and Methods:** In this research, drinking water sources of Sahneh city were sampled in the distribution network. These samples were collected from different areas of the city and transferred to the laboratory under standard conditions. pH, EC, total hardness (TH), and nitrate were measured for the collected samples. To check the condition of the samples in terms of these parameters in comparison with the existing standards, the average of these parameters was compared with the national standard of Iran and the WHO standard. By using WQI and WAWQI indicators, the quality of these resources was evaluated, and with the help of the IRCA index, their risk to human health was evaluated. Also, the hazard ratio (HQ) for the non-carcinogenic risks of nitrate was estimated.

**Results and Discussion:** According to the quality indicators, the results showed that the drinking water sources of Sahneh city have excellent quality, and all the investigated parameters were within the standard ranges. However, EC in 62% of the samples, pH in 13.79% of the samples, and TH in 10.34% of the samples, were higher than the standard. According to the IRCA index, the health risk in 13.79% of the samples was at the high risk level and in 13.79% at the medium risk level. Nitrate concentration in all samples was lower than the standard, and the non-carcinogenic risk (HQ) was less than one.

**Conclusions:** The amount of HQ index was obtained in the following age groups: infants, children, adolescents, and adults, and infants are the most sensitive group to the non-carcinogenic risks of nitrates. In general, the quality of the water resources in the Sahneh city is suitable for drinking, and in some samples, the risk for health is assessed as moderate, which needs to be investigated periodically.

---

\*Corresponding author, Email: [e.solgi@yahoo.com](mailto:e.solgi@yahoo.com)

**Cite this article:** Solgi, E., Beigmohammadi, F., & Kiani, K. (2026). Investigating the Drinking Water Quality and Associated Human Health Risks in Sahneh City. *Journal of New Approaches in Water Engineering and Environment*. <http://doi.org/10.22034/nawee.2025.491922.1120>



© The Author(s).

Publisher: Gonbad Kavous University.

DOI: <http://doi.org/10.22034/nawee.2025.491922.1120>



## بررسی کیفیت آب آشامیدنی شهر صحنه و خطرات مرتبط با سلامت انسان

عیسی سلگی<sup>۱\*</sup>، فوزیه بیگ محمدی<sup>۱</sup>، کیمیا کیانی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	<b>مقدمه:</b> آب یکی از شاخص‌های مهم در توسعه پایدار است و کیفیت آب آشامیدنی یکی از فاکتورهای موثر بر سلامت انسان است. به منظور بررسی کیفیت منابع آب و اثرات آن بر سلامت انسان شاخص‌های مختلف با به کارگیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی از جمله pH، EC، سختی کل (TH)، نیترات و ... کیفیت آب و ریسک ناشی از مصرف آب آلوده را با یک عدد مشخص می‌کنند و نتایج به صورت کیفی نیز تفسیر می‌شود تا درک آن برای عموم مردم راحت باشد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۲	<b>مواد و روش‌ها:</b> در این پژوهش، منابع آب آشامیدنی شهر صحنه در شبکه توزیع نمونه برداری شد. این نمونه‌ها از مناطق مختلف شهر جمع‌آوری شدند و در شرایط استاندارد به آزمایشگاه انتقال یافتند. برای نمونه‌های جمع‌آوری شده pH، EC، سختی کل (TH) و نیترات اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی وضعیت نمونه‌ها از نظر این پارامترها در مقایسه با استانداردهای موجود، میانگین این پارامترها با استاندارد ملی ایران و استاندارد WHO مقایسه شد. با استفاده از شاخص‌های WQI و WAWQI کیفیت این منابع و به کمک شاخص IRCA ریسک آن برای سلامتی انسان ارزیابی شد. همچنین ضریب خطر (HQ) در خصوص خطرات غیرسرطان‌زایی نیترات برآورد شد.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۲/۲۶	<b>نتایج و بحث:</b> بر اساس نتایج به دست آمده از شاخص‌های کیفیت WQI و WAWQI، منابع آب شرب شهر صحنه از کیفیت عالی برخوردار و همه پارامترها در محدوده استاندارد بودند. با وجود این، در ۶۲ درصد نمونه‌ها EC، در ۱۳/۷۹ درصد نمونه‌ها pH و در ۱۰/۳۴ درصد نمونه‌ها TH بالاتر از استاندارد بود. بر اساس شاخص IRCA، ریسک سلامت در ۱۳/۷۹ درصد از نمونه‌ها در سطح پرخطر و در ۱۳/۷۹ درصد در سطح خطر متوسط قرار داشتند. غلظت نیترات در تمام نمونه‌ها کمتر از استاندارد و خطر غیرسرطان‌زایی (HQ) کمتر از یک بود.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۵	<b>نتیجه‌گیری:</b> میزان شاخص HQ به ترتیب در گروه‌های سنی به صورت نوزادان < کودکان < نوجوانان < بزرگسالان به دست آمد و نوزادان حساس‌ترین گروه به خطرات غیرسرطان‌زایی نیترات هستند. به طور کلی کیفیت منابع آب شهر صحنه برای شرب مناسب است و در برخی نمونه‌ها ریسک برای سلامتی متوسط ارزیابی می‌شود که نیاز به بررسی بیشتر و به صورت دوره‌ای است.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۱/۰۹	

### کلیدواژه‌ها:

نیترات آب آشامیدنی  
خطر غیرسرطان‌زایی  
یاریابی ریسک  
شهر صحنه

\*نویسنده مسئول، ایمیل: [e.solgi@yahoo.com](mailto:e.solgi@yahoo.com)

استناد: سلگی، عیسی؛ بیگ محمدی، فوزیه؛ و کیانی، کیمیا (۱۴۰۵). بررسی کیفیت آب آشامیدنی شهر صحنه و خطرات مرتبط با سلامت انسان.

رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط زیست، ۳ (۱)، ۲۰-۱.  
<http://doi.org/10.22034/nawee.2025.491922.1120>

© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه گنبد کاووس.



## مقدمه

بیش از سه چهارم مساحت ایران را مناطق خشک و نیمه خشک به خود اختصاص داده است و کشور با محدودیت منابع آب شیرین روبه‌رو است (ماندگاری کهن و همکاران، ۱۴۰۲). در دسترس بودن آب آشامیدنی سالم یک نیاز اساسی برای حفظ سلامت انسان است (Nawaz et al., 2023). هیچ موجود زنده‌ای در روی زمین نمی‌تواند بدون آب زنده بماند (Polo-Carrillo et al., 2020). بر اساس آمار سازمان جهانی بهداشت (WHO)، تخمین زده می‌شود که ۱۰ درصد از جمعیت جهان مواد غذایی آبیاری شده با فاضلاب تصفیه نشده را مصرف می‌کنند و ۳۲ درصد از جمعیت جهان به خدمات اولیه بهداشتی کافی دسترسی ندارند و این امر باعث مرگ و میرها در جهان مربوط به کیفیت و بهداشت آب است (Rodríguez Miranda et al., 2016). به دلیل شهرنشینی، تغییرات آب و هوایی و افزایش جمعیت، منابع آب محدودتر شده است (Jackson et al., 2001). محدودیت منابع آب، ارزان بودن قیمت و عدم مدیریت صحیح کشاورزی، قدمت فرآیندهای صنعتی و آلوده‌سازی آن‌ها و نبود یا ناکارایی سامانه‌های کنترل و نظارت بر کیفیت آب از جمله عواملی است که ضرورت توجه بیشتر به مدیریت منابع آب را ایجاب می‌نماید (مقدم یکتا و همکاران، ۱۴۰۱).

آب آشامیدنی با کیفیت در حال محدود شدن است؛ بنابراین ارزیابی آن با تکنیک‌های مناسب ضروری است (García-Ávila et al., 2022). با ارزیابی کیفیت آب می‌توان به شرایط و روند تغییر کیفیت آن پی برد و همچنین عوامل مهم تعیین کننده تغییر کیفیت آن را شناسایی نمود که در تدوین سیاست‌های مربوط مفید خواهد بود (Wu and Brant, 2020). شاخص‌های کیفی، روش‌هایی هستند که مقادیر ویژگی‌های کیفی آب (پارامترهای اندازه‌گیری شده) را به یک عدد تبدیل می‌نمایند تا برای مدیریت و تحلیل کیفیت آب و همچنین پایش تغییرات کیفی آب در طول زمان و مکان مورد استفاده قرار گیرند (Carbajal-Hernández et al., 2013). به‌طور کلی شاخص‌های کیفیت آب ابزاری ساده و قابل فهم برای مدیران در مورد کیفیت و استفاده‌های احتمالی آب در بخش‌های شرب و آبیاری را فراهم می‌کند (قره محمودلو و شیرزادنی، ۱۴۰۲). شاخص کیفیت آب (WQI) ابزاری است که از سال ۱۹۷۰ برای ارزیابی و پایش میزان تغییرات پارامترهای کیفیت آب استفاده شده و می‌تواند اطلاعات بسیار مفیدی در ارتباط با کیفیت منبع آب در اختیار ما قرار دهد (Ocampo-Duque et al., 2007). همچنین شاخص کیفیت وزنی حسابی (WAWQI) با استفاده از روابط ریاضی و ترکیب مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده، کیفیت آب را ارزیابی و با استفاده از درجه خلوص طبقه‌بندی می‌نماید. برخی از شاخص‌ها ریسک کیفیت آب را بر سلامت انسان ارزیابی می‌کنند؛ از جمله شاخص خطر غیرسرطان‌زایی (HQ) که خطر غیرسرطان‌زایی پارامترهایی از جمله نیترات را در آب ارزیابی می‌کند. همچنین شاخص خطر کیفیت آب برای مصرف انسان (IRCA) ابزاری کمی برای تعیین درجه خطر ابتلا به بیماری مربوط به مصرف آب در انسان است (Duarte-Jaramillo et al., 2022). در مطالعات پیشین، پژوهشگران متعددی از شاخص‌های کیفیت آب به‌عنوان ابزار ارزیابی وضعیت منابع آب بهره گرفته‌اند از جمله قوامی و محمدی (۱۴۰۴)، سلگی و همکاران (۱۴۰۴)، قره محمودلو و شیرزادنی (۱۴۰۲)، آقاجانلو و همکاران (۱۴۰۱) و سیفی و همکاران (۱۳۹۹).

NO<sub>3</sub>، EC، pH و سختی کل (TH) از مهم‌ترین پارامترهای سنجش کیفیت آب هستند. مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده است که وجود نیترات در آب آشامیدنی می‌تواند با افزایش خطرات سرطان‌زایی و پیامدهای نامطلوب تولد مرتبط باشد؛ به‌طوری‌که نیترات مصرف شده از طریق آب آشامیدنی می‌تواند با آمیدها/آمین‌های رژیم غذایی واکنش دهد و نیتروزامین‌هایی با قدرت سرطان‌زایی ایجاد کند (Noori و همکاران، ۲۰۲۲). مشکلات آلودگی آب آشامیدنی به نیترات برای کودکان بیشتر از بزرگسالان است. بر اساس گزارش‌های آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده (USEPA) ورود نیترات از طریق آب به بدن

<sup>1</sup>. World Health Organization

<sup>2</sup>. Water Quality Index (WQI)

<sup>3</sup>. Health risk quotient

<sup>4</sup>. United States Environmental Protection Agency

کودکان زیر ۶ سال منجر به آسیب جدی در سیستم تنفسی و گردش خون کودک شده و در صورت عدم درمان مرگ را به دنبال خواهد داشت (Adimalla and Qian, 2019). هدایت الکتریکی در آب مستقیماً ناشی از غلظت یون‌های موجود در آب بوده و هدایت الکتریکی بالا با شوری بالا و در صد بالای املاح معدنی در آب مرتبط است (خالقی، ۱۳۹۹). سختی آب توسط انواع یون‌های فلزی چند ظرفیتی، عمدتاً کلسیم و منیزیم از سنگ‌های رسوبی، نشت و رواناب سطحی از خاک ایجاد می‌شود. از این رو بستگی به شرایط جغرافیایی و نوع منبع آب دارد و یک پارامتر مهم برای مصرف‌کنندگان آب از نظر اثرات بهداشتی است. در صورت سطوح بالای سختی آب، جذب کلسیم و منیزیم توسط بدن می‌تواند افزایش یابد و دارای اثرات مثبت و منفی بر سلامت انسان است. از جمله کمبود کلسیم موجب پوکی استخوان و دریافت بیش از حد منیزیم از آب آشامیدنی باعث افزایش فشار خون می‌شود (Perera, 2023).

بر اساس بررسی‌های صورت گرفته در ایران، خشکسالی‌های مکرر همراه با برداشت بیش از حد آب‌های سطحی و زیرزمینی وضعیت آب کشور را به سطح بحرانی رسانده است (Madani et al., 2016) به طوری که در دشت صحنه استان کرمانشاه میزان مصرف آب در بالاترین حد از وضعیت موجود قرار دارد (اعظمی و همکاران، ۱۴۰۳). حیدری و همکاران (۱۳۹۸) مهم‌ترین عامل تخلیه‌کننده آبخوان را پمپاژ از چاه‌های آب عنوان کردند. بنابراین مدیریت منابع آب در شهرهای واقع شده در این ناحیه از جمله شهر صحنه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مطالعه حاضر با هدف بررسی کیفیت آب آشامیدنی در شهر صحنه با استفاده از شاخص‌های کیفیت آب انجام شد. در این مطالعه همچنین ریسک سلامت آب آشامیدنی شهر صحنه ارزیابی گردید و ریسک غیرسرطان‌زایی ناشی از مصرف آب آلوده به نیترات بر ساکنان منطقه تعیین شد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

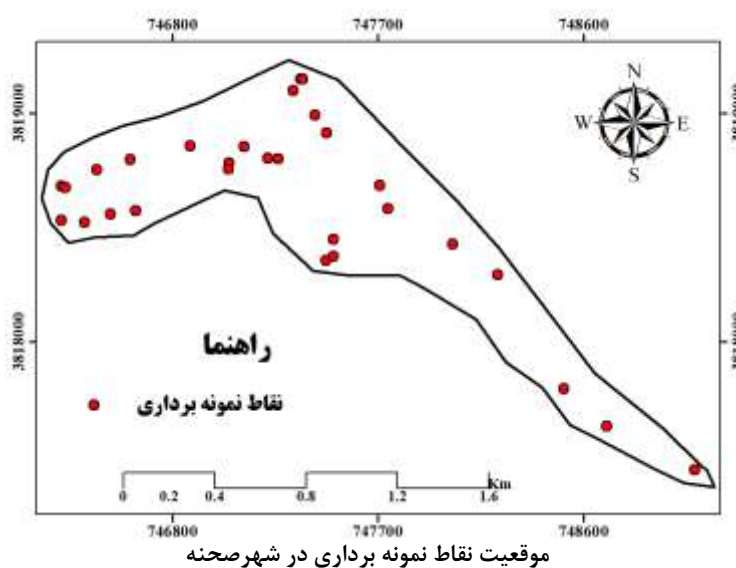
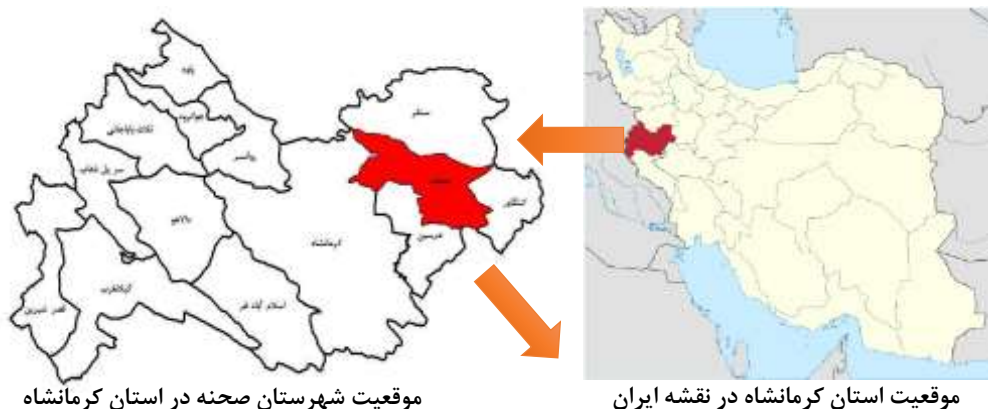
در این پژوهش شهر صحنه در استان کرمانشاه به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد که در شکل ۱ موقعیت منطقه و نقاط نمونه‌برداری نشان داده شده است. اقلیم شهر صحنه استپی نیمه‌خشک و استپی گرم است به طوری که با تقسیم اقلیم کرمانشاه به دو منطقه سردسیر و گرمسیر، صحنه در نیمه سردسیر استان قرار گرفت. میانگین بارندگی سالانه ۴۸۹/۱ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۶/۲ و بیشینه و کمینه دما به ترتیب ۴۳/۱ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد است. چین‌ها، گسل‌ها و پهنه‌های برشی تنوع زمین ساخت منطقه را تشکیل می‌دهند. سه واحد چینه‌ای اصلی وجود دارد که در کرتا سه پایانی تحت تأثیر جنبش‌های تکتونیکی لارامین قرار گرفته و بر روی واحدهای زاگرس برجا رانده شده‌اند. حرکت‌های تکتونیکی پس از لارامین نیز بر روی آن‌ها اثر گذاشته است. این سه واحد عبارتند از: ۱- واحد رادیولاریت‌های باختران؛ ۲- واحد آهک‌های بیستون؛ ۳- واحد افیولیت‌های صحنه-هرسین که به این‌ها واحدهای سنوزوئیک نیز اضافه می‌گردد (نکوئی صدری و تواضع، ۱۴۰۰).

### نمونه‌برداری و سنجش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب

با هدف بررسی کیفیت منابع آب شرب تعداد ۲۹ نمونه از آب لوله‌کشی در مناطق مختلف شهر صحنه برداشت شد. این نمونه‌ها در شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل و پارامترهای pH، EC، NO<sub>3</sub> و سختی کل آب اندازه‌گیری شد. pH (استاندارد به شماره S.M-4500 pH-B) با استفاده از pH متر (مدل AZ 86552) و EC (استاندارد به شماره S.M-2510 EC-B) با استفاده از EC متر (مدل AZ 86505) سنجش شد. برای اندازه‌گیری نیترات از روش رنگ سنجی استفاده شد. در این روش پس از صاف کردن نمونه‌ها به ۵۰ میلی‌لیتر از هر نمونه، یک میلی‌لیتر اسید کلریدریک یک نرمال اضافه و در طول موج ۲۲۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر (مدل DR 6000) اندازه‌گیری نیترات (استاندارد به شماره S.M-4500 NO<sub>3</sub>-B) انجام گرفت. سختی کل (TH) آب به روش تیتراسیون با EDTAT سنجش شد. روش‌های آنالیز در این پژوهش بر اساس کتاب استاندارد متد است (Baird et al., 2017).

### آنالیز آماری داده‌ها

پس از آنالیز آزمایشگاهی نمونه‌ها داده‌های به‌دست‌آمده وارد نرم‌افزار SPSS شدند و توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک بررسی گردید و میانگین و انحراف معیار آنها محاسبه شد. از آزمون تی تک‌نمونه به‌منظور مقایسه پارامترهای اندازه‌گیری شده با استانداردهای ملی ایران و WHO برای منابع آب آشامیدنی، استفاده شد. از شاخص‌های WQI و WAWQI به منظور بررسی کیفیت منابع آب و از شاخص IRCA و HQ برای ارزیابی ریسک منابع آب مورد بررسی بر سلامت انسان استفاده شد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه‌برداری

### شاخص کیفیت آب (WQI)

کیفیت آب آشامیدنی صحنه با استفاده از شاخص کیفیت آب (WQI) ارزیابی شد. برای محاسبه این شاخص ابتدا با توجه به اهمیت نسبی هر پارامتر، وزنی به آن اختصاص داده می‌شود (جدول ۱) و پس از آن وزن نسبی با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌شود، در مرحله بعدی مقیاس نرخ کیفیت با استفاده از رابطه (۲) به دست می‌آید و در نهایت شاخص WQI با استفاده از رابطه (۳) و (۴) محاسبه می‌شود (Adimalla and Qian, 2019).

$$WI = \frac{wi}{\sum_{i=1}^n wi} \quad (1)$$

$$Qi = \frac{Ci}{Si} \quad (2)$$

$$SI_i = W_i \times Q_i \quad (3)$$

$$WQI = \sum_{i=1}^n SI_i \quad (4)$$

در این روابط WI: وزن نسبی،  $W_i$ : وزن هر پارامتر، n: تعداد پارامتر،  $Q_i$ : مقیاس نرخ کیفیت،  $C_i$ : غلظت هر پارامتر،  $S_i$ : استاندارد هر پارامتر شیمیایی،  $SI_i$ : زیر شاخص کیفیت آب و WQI: شاخص کیفیت آب است. زمانی که مقدار شاخص WQI کمتر از ۵۰، ۵۰-۱۰۰، ۱۰۰-۲۰۰، ۲۰۰-۳۰۰ و بیشتر از ۳۰۰ به دست آید، کیفیت آب به ترتیب عالی، خوب، ضعیف، بسیار ضعیف و نامناسب برای اهداف آشامیدن ارزیابی می‌شود.

جدول ۱- وزن و استاندارد مورد استفاده برای پارامترهای مورد بررسی (Taloor et al., 2020)

پارامتر	واحد	وزن
pH	-	۴
EC	μS/cm	۴
سدیم		۲
پتاسیم	mg/L	۲
NO <sub>3</sub>		۴

#### شاخص کیفیت وزنی حسابی (WAWQI)

شاخص کیفیت وزنی حسابی با استفاده از روابط ۵ تا ۸ محاسبه می‌شود.

$$WAWQI = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad (5)$$

$$Q_i = \frac{C_i - V_i}{S_i - V_i} \times 100 \quad (6)$$

$$W_i = \frac{K}{S_i} \quad (7)$$

$$K = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{S_i}} \quad (8)$$

که در آن‌ها  $Q_i$  رتبه‌بندی کیفیت،  $W_i$  وزن نسبی،  $C_i$  غلظت هر پارامتر فیزیکی یا شیمیایی در هر نمونه آب  $S_i$  مقدار استاندارد توصیه شده WHO برای پارامتر،  $V_i$  مقدار ایدئال پارامتر است که برای pH برابر ۷ و برای سایر پارامترها صفر در نظر گرفته می‌شود.  $W_i$  وزن نسبی برای هر پارامتر کیفیت آب که با مقادیر استانداردهای توصیه شده نسبت معکوس دارد و K ثابت تناسب است (García-Ávila et al., 2022).

جدول ۲- رتبه‌بندی کیفیت آب طبق روش WAWQI (García-Ávila et al., 2022)

رتبه‌بندی کیفیت	درجه‌بندی	مقدار شاخص
عالی	A	۰-۲۵
خوب	B	۲۶-۵۰
ضعیف	C	۵۱-۷۵
خیلی ضعیف	D	۷۶-۱۰۰
نامناسب برای شرب	E	۱۰۰<

#### شاخص ریسک کیفیت آب (IRCA)

این شاخص درصد ریسک کیفیت آب را برای هر نمونه بر اساس پارامترهای اندازه‌گیری شده بر اساس رابطه ۹ ارزیابی می‌کند (Muñoz and Gómez, 2016). این شاخص به ارزیابی درجه خطر وقوع بیماری مربوط به مصرف آب می‌پردازد (García-Ávila et al., 2022). در جدول ۳ امتیاز ریسک برای پارامترهای مورد بررسی در این مطالعه آورده شده است. در طبقه‌بندی این شاخص ۱۰۰-۸۰٪ (غیرقابل استفاده)، ۸۰-۳۵٪ (سطح پرخطر)، ۳۵-۱۴٪ (سطح خطر متوسط)، ۱۴-۵٪ (سطح کم خطر) و ۵-۰٪ (بدون خطر) در نظر گرفته می‌شود.

$$\%IRCA = \frac{\sum \text{امتیاز ریسک برای پارامترهای غیر قابل قبول}}{\sum \text{امتیاز ریسک برای همه پارامترها}} \times 100 \quad \text{رابطه (۹)}$$

جدول ۳- امتیاز ریسک برای پارامترهای مورد بررسی در محاسبه شاخص IRCA

پارامتر	امتیاز ریسک
pH	۱/۵
EC	عددی ارائه نشده است
NO3	۱
TH	۱

### ارزیابی ریسک سلامت

USEPA نیترات را به عنوان یک آلاینده غیرسرطانزا طبقه بندی کرد (Li et al., 2019). با استفاده از روابط زیر ریسک غیرسرطانزایی نیترات در آب آشامیدنی شهر صحنه ارزیابی شد. در این بررسی مصرف مستقیم آشامیدن به عنوان مسیر اصلی مواجهه در نظر گرفته شد. میزان دریافت روزانه (CDI) نیترات از طریق آشامیدن آب و خطر غیر سرطانزایی (HQ) با استفاده از رابطه ۱۰ و ۱۱ محاسبه شد (ailaukhanuly et al., 2023) که در آن‌ها CDI (mg/kg/day) میزان دریافت روزانه، C غلظت نیترات، IR میزان مصرف، ED مدت زمان در معرض قرار گرفتن با آب آلوده، EF فرکانس قرار گرفتن در معرض، BW وزن بدن، AET میانگین زمان قرار گرفتن در معرض، HQ خطر غیرسرطانزایی و RfD دوز مرجع است.

$$\text{رابطه (۱۰)} \quad \text{CDI} = \frac{C \times IR \times ED \times EF}{BW \times AET}$$

$$\text{رابطه (۱۱)} \quad \text{HQ} = \frac{\text{CDI}}{\text{RfD}}$$

این ارزیابی برای نوزادان (۰-۲ سال)، کودکان (۲-۶ سال)، نوجوانان (۶ تا ۱۶ سال) و بزرگسالان (۱۶ سال) انجام شد. در جدول (۴) مقادیر فاکتورهای ثابت مربوط به این روابط ارائه شده است (ailaukhanuly et al., 2023).

جدول ۴- پارامترهای مورد استفاده برای محاسبه میزان دریافت روزانه (CDI) و ضریب خطر (HQ) نیترات در آب آشامیدنی

پارامتر	واحد	نوزادان (۰-۲ سال)	کودکان (۲-۶ سال)	نوجوانان (۶ تا ۱۶ سال)	بزرگسالان (۱۶ سال)
IR	لیتر/روز	۰/۶۲	۰/۷۸	۲	۲/۵
ED	سال	۱	۶	۱۶	۳۰
EF	روز/سال	۳۵۰	۳۵۰	۳۵۰	۳۵۰
BW	کیلوگرم	۱۱/۴	۱۸/۶	۵۶/۸	۸۰
AET	روز	۳۶۵	۲۱۹۰	۵۸۴۰	۱۰۹۵۰
RfD	میلی گرم/کیلوگرم روز	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶

### نتایج و بحث

در جدول ۵ میانگین و انحراف معیار پارامترهای مورد بررسی برای آشامیدنی صحنه و همچنین استاندارد WHO و استاندارد ملی ایران آمده است.

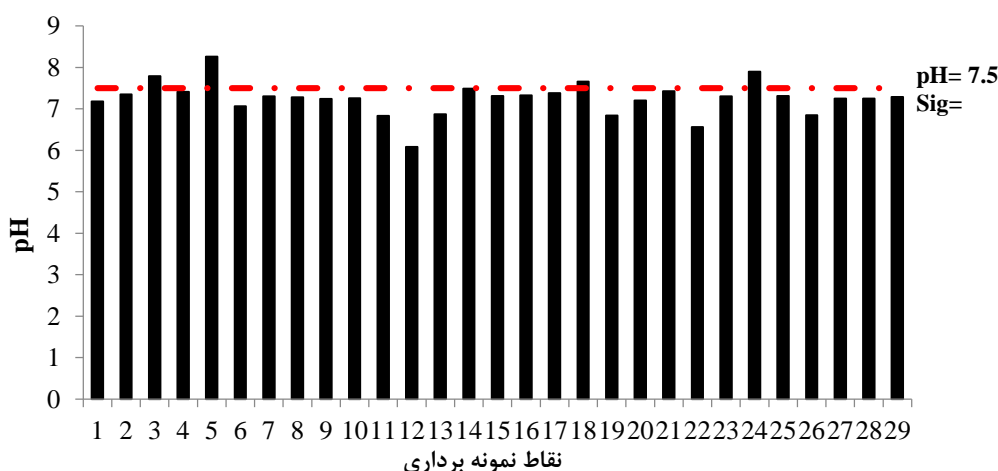
<sup>1</sup>. Chronic daily intake

جدول ۵- میانگین  $\pm$  انحراف معیار برای پارامترهای مورد بررسی و استانداردهای آب آشامیدنی

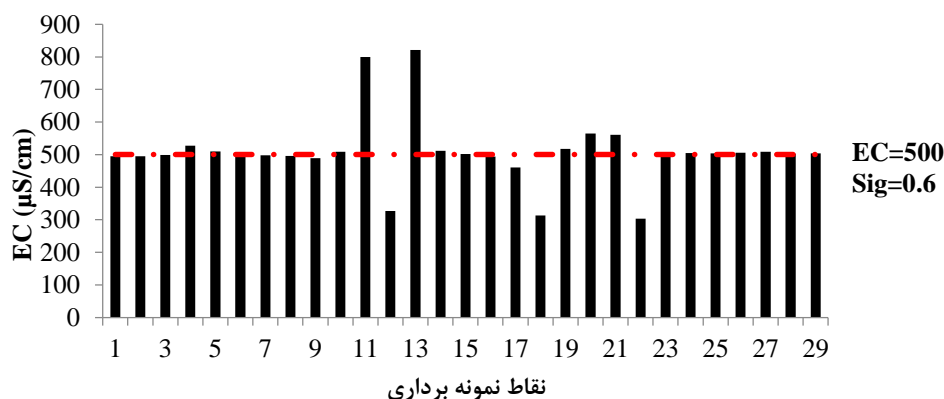
میانگین $\pm$ انحراف معیار	استاندارد ایران	WHO استاندارد	واحد	
۷/۲۵ $\pm$ ۰/۴۰۵	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۸/۵	-	pH
۵۰۸/۰۶ $\pm$ ۱۰۴/۵۶	۱۰۰۰	۵۰۰	( $\mu$ S/cm)	EC
۴/۶۶ $\pm$ ۰/۸۶۵	۵۰	۵۰	(mg/L)	NO <sub>3</sub>
۱۵۷ $\pm$ ۳۱/۷۶	-	۲۰۰	(mg CaCO <sub>3</sub> /L)	TH
	(سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۹۵)	(García-Ávila و همکاران، ۲۰۲۲)	رفرنس	

بر اساس استاندارد کیفیت آب‌های ایران که توسط سازمان حفاظت محیط زیست منتشر شده است، آب شهر صحنه از نظر شرب در گروه اول یعنی آبی که پس از تصفیه فیزیکی و گندزدایی ساده مانند فیلتراسیون سریع و گندزدایی قابل شرب خواهد بود، قرار دارد. نتایج مقایسه با استاندارد با استفاده از آزمون One sample T- test برای pH، EC، TH و NO<sub>3</sub> در شکل ۲ تا ۵ ارائه شده است. بر اساس این نتایج pH آب شرب شهر صحنه با استانداردهای موجود دارای اختلاف آماری معنی‌داری است ( $P < 0.05$ ) و ۱۳/۷۹ درصد نمونه‌های دارای pH بیشتر از استاندارد (۷/۵) و در ۸۶/۲۱ درصد از نمونه‌های مورد بررسی کمتر از استاندارد است.

pH یکی از پارامترهای مهم در بررسی کیفیت آب است و روی محلول و نامحلول بودن بسیاری از آلاینده‌ها از جمله فلزات سنگین (WHO, 2011)، بر رشد جوامع میکروبی در آب (جعفری منصوریان و همکاران، ۱۳۹۲) موثر است و بیشترین تاثیر را در شاخص خوردگی دارد (Maeng et al., 2015). بر اساس نتایج به دست آمده در خصوص آب آشامیدنی شهر صحنه میانگین pH (۷/۲۵) برای منابع آب مورد بررسی در محدوده استاندارد ایران و WHO قرار دارد. این در حالی است که ۱۳/۷۹ درصد نمونه‌ها دارای pH بیشتر از استاندارد (۷/۵) بودند. بنابراین احتمالاً ۸۶/۲۱ درصد از منابع آب مورد بررسی از شرایط مناسبی از نظر حلالیت آلاینده‌ها، رشد میکروبی و خوردگی برخوردار هستند. آیت‌الله‌زاده شیرازی و همکاران (۱۳۹۵)؛ دیبانتی تیلکی و رسولی (۱۳۹۲)؛ اکبرپور و همکاران (۱۴۰۲)؛ صالحی سروک و همکاران (۱۴۰۰)؛ Jabeen و همکاران (۲۰۱۳) و Shaibur و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه خود pH نمونه‌های آب را در محدوده استاندارد برآورد کردند.

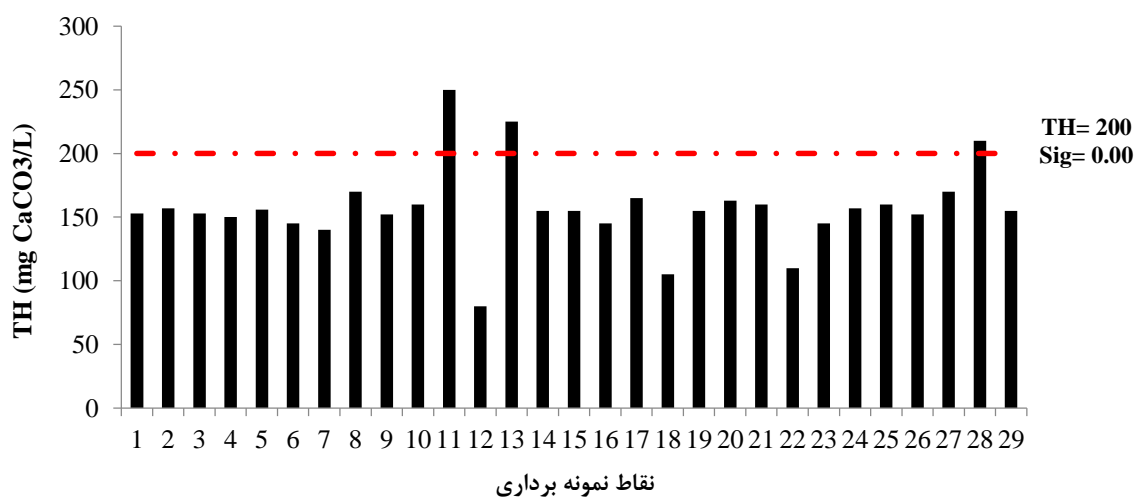


شکل ۲ - مقایسه pH نمونه‌های آب با استاندارد



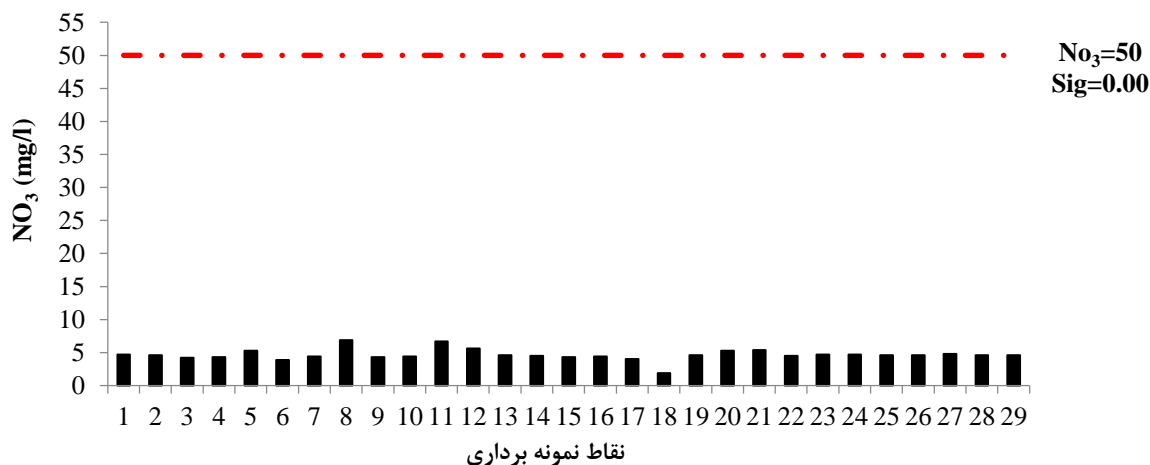
شکل ۳- مقایسه EC نمونه‌های آب با استاندارد

بین میانگین EC منابع آب مورد بررسی و استاندارد WHO برای EC ( $500 \mu\text{S/cm}$ ) اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت ( $P>0.05$ ) با این وجود در ۶۲ درصد از نمونه EC بیشتر از استاندارد بود. در مطالعه آمینی و دهقان (۱۴۰۰) روی آب آشامیدنی شهر جیرفت؛ روحی و همکاران (۱۴۰۰) در شهر اراک؛ ززولی و علم‌قلیلو (۱۳۹۱) برای آب شرب شهر خوی و همچنین گلشن (۱۴۰۳) در شهر آستارا میزان EC کمتر از استاندارد برآورد شد. میزان EC با سازندهای زمین‌شناسی منابع اولیه تامین آب مرتبط است؛ به‌طوری‌که سازندهای گچی و نمکی موجب افزایش EC می‌شوند (ساریخانی و همکاران، ۱۳۹۹). شوری با املاح محلول در آب مرتبط است و در شوری بالا کارایی تصفیه بخصوص تصفیه بیولوژیک کاهش می‌یابد (بنی‌سعید و جعفرزاده حقیقی فرد، ۱۴۰۱). منبع تامین‌کننده آب شرب شهر صحنه از چاه‌های زیرزمینی در دشت صحنه است و علت بالا بودن EC در ۶۲ درصد از نمونه به‌همین دلیل است که معمولاً املاح محلول در آب‌ها زیرزمینی بیشتر از آب‌های سطحی است. افزایش شوری آب ضمن تغییر طعم آن به‌دلیل افزایش پتاسیل اسمزی و کاهش کیفیت آب برای آشامیدن، اثرات نامطلوبی را روی متابولیسم گیاهان، جانوران و انسان دارد. دلایلی از جمله تفاوت بافت و جنس خاک در هر قسمت از منطقه باعث شده که درصدهای گوناگون و متفاوت از املاح حل‌شونده در آب چاه‌ها وجود داشته باشد و همچنین میزان تریقیق و تغلیظی که در هر بازه زمانی در هر چاه اتفاق می‌افتد، سبب متفاوت بودن میانگین املاح و تغییرات آنها در بین چاه‌ها می‌شود (تمدن و نوزری، ۱۴۰۱).



شکل ۴- مقایسه TH نمونه‌های آب با استاندارد

میانگین TH برای منابع آب آشامیدنی شهر صحنه در محدوده استاندارد ایران و WHO قرار داشت و تنها در ۱۰/۳۴ درصد از نمونه‌ها سختی کل بالاتر از استاندارد بود. این نتایج با مطالعه پناهی‌فرد و همکاران (۱۳۹۶)، دیانتی تیلکی و رسولی (۱۳۹۲)، گلشن (۱۴۰۳) و Nawaz و همکاران (۲۰۲۳) همخوانی دارد. روحی و همکاران (۱۴۰۰) میزان سختی آب در شهر اراک را بالاتر از استاندارد برآورد کردند. میزان سختی آب با ساختار زمین‌شناسی منطقه ارتباط دارد. منشا سختی و قلیائیت آب از سنگ‌های آهکی (کربنات کلسیم) و دولومیت (کربنات کلسیم و منیزیم) است (روحانی قادیکلاهی و همکاران، ۱۳۹۶). آب‌هایی با سختی بالا اثرات مخربی بر سلامت انسان دارند و در صورت کم‌آبی در بدن می‌تواند موجب تشکیل سنگ کلیه در انسان می‌شود (Wimalawansa, 2016). سختی آب بیشتر ناشی از یون‌های کلسیم و منیزیم است. م صرف بیش از حد کلسیم و منیزیم می‌تواند خطر ابتلا به پوکی استخوان، سنگ کلیه، سرطان روده بزرگ، فشار خون بالا و سکته مغزی، بیماری عروق کرونر، مقاومت به انسولین و چاقی را افزایش دهد (Akram and Rehman, 2018).



شکل ۵- مقایسه NO<sub>3</sub> نمونه‌های آب با استاندارد

میانگین غلظت نیترات برای منابع آب مورد بررسی در محدوده استاندارد ایران و WHO قرار دارد و در مورد تمام نمونه‌ها نیترات کمتر از استاندارد (۵۰ mg/l) بود. در مطالعه انجام شده توسط دیانتی تیلکی و رسولی (۱۳۹۲) بر روی آب آشامیدنی سواد کوه غلظت نیترات کمتر از استاندارد برآورد شد؛ همچنین با نتایج Shaibur و همکاران (۲۰۱۹)، Mengstie و همکاران (۲۰۲۳) و Nawaz و همکاران (۲۰۲۳) همخوانی دارد. نیترات به‌طور وسیعی در ساخت کودهای معدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد و غلظت آن در منابع آب می‌تواند در اثر ورود رواناب‌های کشاورزی و تماس با خاک آلوده افزایش یابد (Sebilo et al., 2013). ورود غلظت بالای نیترات به بدن و تجمع آن در بدن انسان موجب انواع سرطان‌ها، متهموگلوبینمی، پوکی استخوان و سنگ کلیه می‌شود (Douna and Yousefi, 2023).

در شکل ۶ نتایج ارزیابی کیفیت نمونه‌های آب مورد بررسی ارائه شده است. بر اساس این نتایج برای تمام نمونه‌های آب عدد شاخص WQI کمتر از یک و از نظر طبقه‌بندی شاخص در طبقه عالی قرار می‌گیرد. مقدار عددی شاخص WAWQI برای همه نمونه‌های مورد بررسی کمتر از ۲۵ بود (شکل ۷) و از نظر کیفیت این نمونه‌ها در درجه A و طبقه عالی قرار دارند. ورود انواع آلاینده‌ها و آلوده شدن منابع آبی موجود و نزول کیفیت آب، به یک مشکل حاد و پیچیده تبدیل شده است و شبکه توزیع آب به عنوان آخرین بخش از یک سیستم آبرسانی شهری باید بتواند آب تصفیه شده مورد نیاز را با کمیت و کیفیت مناسب در اختیار مصرف‌کننده قرار دهد (روحی و همکاران، ۱۴۰۰). بنابراین تأمین دسترسی به آب سالم از طریق شبکه توزیع آب یکی از مؤثرترین ابزارها برای ارتقای سلامت جامعه است. در این راستا کیفیت و ریسک منابع آب آشامیدنی شهر صحنه بررسی شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از دو شاخص WQI و WAWQI کیفیت همه نمونه‌ها عالی ارزیابی شد.



شکل ۶- شاخص WQI در نمونه‌های آب



شکل ۷- شاخص WAWQI در نمونه‌های آب

در مطالعات مختلف برای ارزیابی کیفیت آب آشامیدنی از این شاخص‌ها استفاده شده است؛ از جمله: Nawaz و همکاران (۲۰۲۳) در بررسی آب شرب شهر لاهور با استفاده از شاخص WQI مقدار شاخص بیشتر از ۱۰۰ و کیفیت آب را نامناسب برآورد کردند. سیفی و همکاران (۱۳۹۹) کیفیت منابع آب مورد بررسی در شهر تهران را به کمک شاخص WQI بسیار خوب ارزیابی کردند. García-Ávila و همکاران (۲۰۲۲) کیفیت آب در شهر آزوگ (اکوادور) با استفاده از شاخص WAWQI عالی ارزیابی کردند. آقاجانلو و همکاران (۱۴۰۱) کیفیت آب رودخانه کارون را بر اساس شاخص WAWQI در ایستگاه ملاثانی و اهواز به ترتیب در رده کیفی ضعیف و خیلی ضعیف ارزیابی کردند. نتایج متفاوت در مطالعات به این دلیل است که در تعیین کیفیت آب شرب شهری عوامل زیادی موثر هستند؛ از جمله: منبع تامین آب که در منابع سطحی و زیر زمینی بر اساس زمین‌شناسی منطقه کیفیت متفاوت است. همچنین وجود تصفیه در شبکه توزیع و طول عمر ابزار و تجهیزات شبکه توزیع بر کیفیت آب شرب شهری تأثیرگذار هستند. از طرفی پایش کیفیت شیمیایی آب و کنترل تعادل آن می‌تواند منجر به افزایش عمر مفید تاسیسات آبرسانی شود و بدیهی است پایدارسازی آب و تثبیت ویژگی‌های کیفی آب قبل از ورود به شبکه توزیع عامل مهمی در کنترل و پیشگیری از بروز خوردگی و رسوب‌گذاری است (ملکوتیان و همکاران، ۱۳۹۱).

با توجه به اثرات نیترات بر سلامتی انسان ریسک غیر سرطان‌زایی آن بر روی گروه‌های سنی نوزادان، کودکان، نوجوانان و بزرگسالان ارزیابی شد. در جدول ۶ نتایج شاخص ریسک غیرسرطان‌زایی نیترات برای منابع آب ارائه شده است.

جدول ۶- میانگین خطر غیرسرطان‌زایی نیترات برای گروه‌های سنی مختلف

کد نمونه	نوزادان		کودکان		نوجوانان		بزرگسالان	
	CDI	HQ	CDI	HQ	CDI	HQ	CDI	HQ
۱	۰/۲۴۵۱	۰/۱۵۳۱	۰/۱۸۸۹	۰/۱۱۸۱	۰/۱۵۸۶	۰/۰۹۹۱	۰/۱۴۰۸	۰/۰۸۸۰
۲	۰/۲۳۹۹	۰/۱۴۹۹	۰/۱۸۴۹	۰/۱۱۵۶	۰/۱۵۵۳	۰/۰۹۷۰	۰/۱۳۷۸	۰/۰۸۶۱
۳	۰/۲۱۹۰	۰/۱۳۶۸	۰/۱۶۸۸	۰/۱۰۵۵	۰/۱۴۱۸	۰/۰۸۸۶	۰/۱۲۵۸	۰/۰۷۸۶
۴	۰/۲۲۴۲	۰/۱۴۰۱	۰/۱۷۲۹	۰/۱۰۸۰	۰/۱۴۵۱	۰/۰۹۰۷	۰/۱۲۸۸	۰/۰۸۰۵
۵	۰/۲۷۶۴	۰/۱۷۲۷	۰/۲۱۳۱	۰/۱۳۳۲	۰/۱۷۸۹	۰/۱۱۱۸	۰/۱۵۸۸	۰/۰۹۹۲
۶	۰/۲۰۳۴	۰/۱۲۷۱	۰/۱۵۶۸	۰/۰۹۸۰	۰/۱۳۱۶	۰/۰۸۲۳	۰/۱۱۶۸	۰/۰۷۳۰
۷	۰/۲۲۹۵	۰/۱۴۳۴	۰/۱۷۶۹	۰/۱۱۰۵	۰/۱۴۸۵	۰/۰۹۲۸	۰/۱۳۱۸	۰/۰۸۲۴
۸	۰/۳۵۹۸	۰/۲۲۴۹	۰/۲۷۷۴	۰/۱۷۳۴	۰/۲۳۲۹	۰/۱۴۵۶	۰/۲۰۶۷	۰/۱۲۹۲
۹	۰/۲۲۴۲	۰/۱۴۰۱	۰/۱۷۲۹	۰/۱۰۸۰	۰/۱۴۵۱	۰/۰۹۰۷	۰/۱۲۸۸	۰/۰۸۰۵
۱۰	۰/۲۲۹۵	۰/۱۴۳۴	۰/۱۷۶۹	۰/۱۱۰۵	۰/۱۴۸۵	۰/۰۹۲۸	۰/۱۳۱۸	۰/۰۸۲۴
۱۱	۰/۳۴۹۴	۰/۲۱۸۳	۰/۲۶۹۴	۰/۱۶۸۳	۰/۲۲۶۲	۰/۱۴۱۳	۰/۲۰۰۷	۰/۱۲۵۴
۱۲	۰/۲۹۲۰	۰/۱۸۲۵	۰/۲۲۵۱	۰/۱۴۰۷	۰/۱۸۹۰	۰/۱۱۸۱	۰/۱۶۷۸	۰/۱۰۴۸
۱۳	۰/۲۳۹۹	۰/۱۴۹۹	۰/۱۸۴۹	۰/۱۱۵۶	۰/۱۵۵۳	۰/۰۹۷۰	۰/۱۳۷۸	۰/۰۸۶۱
۱۴	۰/۲۳۴۷	۰/۱۴۶۶	۱۸۰۹	۰/۱۱۳۰	۰/۱۵۱۹	۰/۰۹۴۹	۰/۱۳۴۸	۰/۰۸۴۲
۱۵	۰/۲۲۴۲	۰/۱۴۰۱	۰/۱۷۲۹	۰/۱۰۸۰	۰/۱۴۵۱	۰/۰۹۰۷	۰/۱۲۸۸	۰/۰۸۰۵
۱۶	۰/۲۲۹۵	۰/۱۴۳۴	۰/۱۷۶۹	۰/۱۱۰۵	۰/۱۴۸۵	۰/۰۹۲۸	۰/۱۳۱۸	۰/۰۸۴۲
۱۷	۰/۲۰۸۶	۰/۱۳۰۳	۰/۱۶۰۸	۰/۱۰۰۵	۰/۱۳۵۰	۰/۰۸۴۴	۰/۱۱۹۸	۰/۰۷۴۹
۱۸	۰/۰۹۹۱	۰/۰۶۱۹	۰/۰۷۶۴	۰/۰۴۷۷	۰/۰۶۴۱	۰/۰۴۰۰	۰/۰۵۶۹	۰/۰۳۵۵
۱۹	۰/۲۳۹۹	۰/۱۴۹۹	۰/۱۸۴۹	۰/۱۱۵۶	۰/۱۵۵۳	۰/۰۹۷۰	۰/۱۳۷۸	۰/۰۸۶۱
۲۰	۰/۲۷۶۴	۰/۱۷۲۷	۰/۲۱۳۱	۰/۱۳۳۲	۰/۱۷۸۹	۰/۱۱۱۸	۰/۱۵۸۸	۰/۰۹۹۲
۲۱	۰/۲۸۱۶	۰/۱۷۶۰	۰/۲۱۷۱	۰/۱۳۵۷	۰/۱۸۲۳	۰/۱۱۳۹	۰/۱۶۱۸	۰/۱۰۱۱
۲۲	۰/۲۳۴۷	۰/۱۴۶۶	۰/۱۸۰۹	۰/۱۱۳۰	۰/۱۵۱۹	۰/۰۹۴۹	۰/۱۳۴۸	۰/۰۸۴۲
۲۳	۰/۲۴۵۱	۰/۱۵۳۱	۰/۱۸۸۹	۰/۱۱۸۱	۰/۱۵۸۶	۰/۰۹۹۱	۰/۱۴۰۸	۰/۰۸۸۰
۲۴	۰/۲۴۵۱	۰/۱۵۳۱	۰/۱۸۸۹	۰/۱۱۸۱	۰/۱۵۸۶	۰/۰۹۹۱	۰/۱۴۰۸	۰/۰۸۸۰
۲۵	۰/۲۳۹۹	۰/۱۴۹۹	۰/۱۸۴۹	۰/۱۱۵۶	۰/۱۵۵۳	۰/۰۹۷۰	۰/۱۳۷۸	۰/۰۸۶۱
۲۶	۰/۲۳۹۹	۰/۱۴۹۹	۰/۱۸۴۹	۰/۱۱۵۶	۰/۱۵۵۳	۰/۰۹۷۰	۰/۱۳۷۸	۰/۰۸۶۱
۲۷	۰/۲۵۰۳	۰/۱۵۶۴	۰/۱۹۳۰	۰/۱۲۰۶	۰/۱۶۲۰	۰/۱۰۱۲	۰/۱۴۳۸	۰/۰۸۶۱
۲۸	۰/۲۳۹۹	۰/۱۴۹۹	۰/۱۸۴۹	۰/۱۱۵۶	۰/۱۵۵۳	۰/۰۹۷۰	۰/۱۳۷۸	۰/۰۸۶۱
۲۹	۰/۲۳۹۹	۰/۱۴۹۹	۰/۱۸۴۹	۰/۱۱۵۶	۰/۱۵۵۳	۰/۰۹۷۰	۰/۱۳۷۸	۰/۰۸۶۱
میانگین	۰/۲۴۳۳	۰/۱۵۲۱	۰/۱۸۷۶	۰/۱۱۷۲	۰/۱۵۷۵	۰/۰۹۸۴	۰/۱۳۹۸	۰/۰۸۷۴

بر اساس این نتایج میزان دریافت روزانه (CDI) نیترات از طریق آشامیدن آب و خطر غیرسرطان‌زایی (HQ) برای تمام نمونه‌ها کمتر از یک است. و بالاترین HQ به ترتیب در گروه‌های سنی نوزادان < کودکان < نوجوانان < بزرگسالان به دست آمد. بنابراین نوزادان آسیب‌پذیرترین گروه نسبت به آلودگی نیترات بودند. در مطالعه محمدی و همکاران (۱۴۰۰) ریسک نیترات برای گروه سنی کودکان بیشتر از سایر گروه‌های سنی برآورد شد. نیترات پس از ورود به بدن نوزادان تحت شرایط بی‌هوازی به نیتريت احیا می‌شود که این امر منجر به اختلال در تشکیل هموگلوبین و اکسیژن‌رسانی به سلول‌های بدن، تشکیل متهموگلوبین در گلبول‌های قرمز خون و در نهایت ایجاد بیماری سندرم کودک آبی (متهموگلوبینمی) و حتی مرگ نوزادان می‌شود (Mook et al., 2012).

نتایج شاخص ریسک کیفیت آب (IRCA) نشان داد (جدول ۷) ۱۳/۷۹ درصد از نمونه‌ها دارای ۴۲/۸۵٪ ریسک و بر اساس طبقه‌بندی این شاخص در سطح پرخطر واقع شده‌اند و ۱۰/۳۴ درصد از نمونه‌ها دارای ۱۳/۷۹ درصد ریسک و دارای خطر

متوسط هستند و سایر نمونه‌ها (۷۵/۸۶٪) در طبقه بدون خطر قرار دارند. بنابراین پیشنهاد می‌شود با اندازه‌گیری سایر پارامترها مربوط به کیفیت آب و تعداد نمونه‌های بیشتر در منطقه به صورت دوره‌ای این موضوع بررسی شود.

در مطالعه García-Ávila و همکاران (۲۰۲۲) برای منابع آب مورد مطالعه شاخص IRCA بین ۰ تا ۵ بدون خطر تعیین شد. Polo-Carrillo و همکاران، (۲۰۲۰) در بررسی خود در ۴۶ منطقه از بولیوار در کشور کلمبیا به این نتیجه رسیدند که بر اساس شاخص IRCA، آب ۱۸ منطقه برای شرب مناسب نیستند. در بررسی Rodríguez Susa و Galezzo (۲۰۲۱) بر اساس شاخص IRCA ۸۸ درصد از نمونه‌ها سطوح خطر بالایی را نشان دادند و ۱۲ درصد غیربهداشتی بودند. بالا بودن مقدار این شاخص در منابع آب نشان‌دهنده این است که جوامعی که از منابع استفاده می‌کنند با خطرات بهداشتی مرتبط با آب از جمله بیماری‌های منتقل از راه آب روبه‌رو هستند (Galezzo et al., 2024).

جدول ۷- شاخص ریسک کیفیت آب (IRCA)

کد نمونه	IRCA	کد نمونه	IRCA
۱	۰	۱۶	۰
۲	۰	۱۷	۰
۳	۴۲/۵۸	۱۸	۴۲/۵۸
۴	۰	۱۹	۰
۵	۴۲/۵۸	۲۰	۰
۶	۰	۲۱	۰
۷	۰	۲۲	۰
۸	۰	۲۳	۰
۹	۰	۲۴	۴۲/۵۸
۱۰	۰	۲۵	۰
۱۱	۲۸/۵۷	۲۶	۰
۱۲	۰	۲۷	۰
۱۳	۲۸/۵۷	۲۸	۲۸/۵۷
۱۴	۰	۲۹	۰
۱۵	۰		

### نتیجه‌گیری

بر اساس پژوهش صورت گرفته روی آب شرب شهر صحنه موارد زیر مورد تایید و تاکید هستند:

- ۱- بر اساس شاخص WQI و AWWQI کیفیت منابع آب مورد بررسی برای شرب عالی ارزیابی شدند و استفاده از آنها برای آب شرب بلامانع است.
- ۲- مقایسه میانگین پارامترهای مورد بررسی با استاندارد WHO و استاندارد ملی ایران نشان داد میانگین این پارامترها در محدوده استاندارد قرار دارد؛ با وجود این، به ترتیب ۱۳،۷۹، ۱۰/۳۴ و ۶۲ درصد از نمونه‌ها مقادیر بالاتری از استاندارد TH، pH، EC و داشتند و در همه نمونه‌ها نیترات کمتر از استاندارد بود که نیازمند بررسی بیشتر به صورت دوره‌ای و از مناطق مختلف شهر است؛ چون اثرات تجمع این پارامترها می‌تواند سلامت انسان را به‌خطر اندازد.
- ۳- بر اساس نتایج به‌دست‌آمده ریسک غیرسرطان‌زایی نیترات برای گروه‌های سنی مختلف HQ کمتر از یک بود و خطری ساکنان منطقه را از نظر آلودگی آب به نیترات تهدید نمی‌کند. از بین گروه‌های سنی مختلف نوزادان آسیب پذیرترین گروه به آلودگی نیترات بودند که در پایش‌های دوره‌ای این موضوع باید در نظر گرفته شود.
- ۴- نتایج شاخص ریسک کیفیت آب (IRCA) نشان داد ۲۷/۵۸ درصد از نمونه‌ها دارای ریسک بهداشتی مرتبط با آب هستند.

- اعظمی، ا.، میرک‌زاده، ا.ا.، آذری، ا.ا. ۱۴۰۳. بهینه‌سازی الگوی کشت محصولات کشاورزی شهرستان صحنه بر اساس منابع آب محدود. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۳۵(۲): ۸۷-۱۱۴.
- آقاجانلو، ک.، حاجی زاده، ا.، آریایی زاده، س. ۱۴۰۱. ارزیابی کیفیت آب رودخانه کارون بر پایه شاخص‌های IRWQI و WAWQI در دو ایستگاه ملاثانی و اهواز. *تحقیقات آب و خاک/ایران*، ۵۳(۲): ۳۶۷-۳۸۰.
- اکبرپور، س. ن.، عالیقدری، م.، مختاری، س.ا.، صادقی، ط.، صدیق، ا. ۱۴۰۰. بررسی تغییرات غلظت کلر آزاد باقیمانده در نقطه مصرف و شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر پره سر و عوامل موثر بر آن در سال ۱۴۰۰. سلامت و بهداشت، ۱۴(۱): ۴۰-۳۳.
- امینی، م.، دهقان، ر. ۱۴۰۰. بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب آشامیدنی شهرستان جیرفت. *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲۳(۸): ۴۷-۵۸.
- آیت الله زاده شیرازی، م.، س.، شریعتی، ف.، بیرجندی، ن. ۱۳۹۵. اندازه‌گیری مقادیر کلر باقیمانده و کلیفرم در شبکه آب شرب شهری لاهیجان و ارتباط آن با جنس و نوع لوله کشی. *سلامت و بهداشت*، ۷(۲): ۲۱۱-۲۱۸.
- بنی سعید، ن.، جعفرزاده حقیقی فرد، ن. ۱۴۰۱. بررسی تأثیر شوری بر تصفیه بیولوژیکی فاضلاب (یک مطالعه مروری). *عمران و پروژه*، ۴(۱۰): ۲۱-۱۱.
- پناهی فرد، م.، محوی، ا.ح.، عسگری، ع. ر.، ناظمی، س.، مرادنیا، م. ۱۳۹۶. بررسی کیفی منابع تأمین آب آشامیدنی شهر قزوین در سال ۱۳۹۴-۹۵. *مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان*، ۱۶(۱): ۳-۱۶.
- تمدن، ف.، نوذری، ه. ۱۴۰۱. بررسی کیفیت فیزیکوشیمیایی آب چاه‌های شرب شهرستان زرقان طی دوره پنج ساله ۱۳۹۰-۹۴. *انسان و محیط زیست*، ۲۰(۲) (۶۱ پیاپی): ۳۹-۴۹.
- جعفری منصوریان، ح.، رجبی زاده، ا.، جعفری مدرک، م.، دولت‌شاهی، ش.، حاتمی، ب. ۱۳۹۲. ارزیابی شاخص‌های بهداشتی کیفیت آب استخرهای شنای شهر کرمان در سال ۱۳۹۰. *بهداشت و توسعه*، ۲(۲): ۱۳۷-۱۲۸.
- حیدری، ج.، چیت‌سازان، م.، میرزایی، س. ی. ۱۳۹۸. مدل‌سازی رابطه هیدروژن‌تولوژیکی آبخوان دشت صحنه-بیسستون با رودخانه گاماسیاب و مدیریت آبخوان. *هیدروژن‌تولوژی*، ۴(۱): ۱۵۲-۱۴۰.
- خالقی، ف. ۱۳۹۹. ارزیابی کیفیت آب شرب منطقه هشترو با استفاده از متغیرهای هیدروشیمیایی و نگرش زیست محیطی. *زمین‌شناسی و محیط زیست*، ۱۴(۵۱): ۴۵-۵۶.
- دیانتی تیلکی، ر.ع.، ر.سولی، ز. ۱۳۹۲. بررسی کیفیت شیمیایی (نیترات، فلوراید، سختی و هدایت الکتریکی) و میکروبی آب آشامیدنی مناطق شهری شهرستان سوادکوه. *مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران*، ۲۳(۱۰۴): ۵۱-۵۵.
- روحانی قادیکلایی، ک.، فروغی فرد، ح.ا.، عبدالعلیان، ع.، معزی، م.، زاهدی، م. ر. ۱۳۹۶. معرفی قلیائیت و سختی به عنوان شاخص‌های موثر بر کیفیت آب. *آبزیان زینتی*، ۴(۳): ۲۹-۲۳.
- روحی، ا.، هادیپور، م.، کاظمی، آ.، ملکی راد، ع.ا. ۱۴۰۰. بررسی کیفیت آب آشامیدنی شهر اراک با استفاده از GIS. *نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب/ایران*، ۱۱(۴): ۳۶۸-۳۸۱.
- ززولی، م.ع.، علم‌قلیلو، م. ۱۳۹۰. بررسی کیفیت شیمیایی (نیترات، فلوراید، سختی و هدایت الکتریکی) آب آشامیدنی شهرستان خوی. *مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران*، ۲۱(۲): ۸۴-۸۰.

- ساریخانی، ر.، جمشیدی، ا.، قاسمی دهنوی، آ. ۱۳۹۹. شوری، هیدرو شیمی و کیفیت آب زیرزمینی در دشت رباط-خرم آباد، غرب ایران. نشریه زمین شناسی مهندسی، ۱۴ (۵): ۸۵-۱۱۲.
- سلگی، ع.، بیگ محمدی، ف.، احمدوند، ر.، باصر، س. ۱۴۰۳. ارزیابی ریسک نترات در آب آشامیدنی مناطق مختلف شهر ملایر. رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط زیست، ۳(۲): ۱۱۷-۱۰۱.
- سیفی، ه.، کاشی، گ.، فرهودی، ا. ۱۳۹۹. ارزیابی شاخص کیفیت آب (WQI) شبکه توزیع مدارس ابتدایی منتخب منطقه ۴ کلانشهر تهران در سال ۱۳۹۸. نشریه علمی رویکردهای پژوهشی نوین مدیریت و حسابداری، ۴(۱۳): ۱۱۶-۱۰۵.
- صالحی سروک، ع. ح.، المدرسی، ع.، میر حسینی، س. ا.، شیشه بر، م.، جمالی، ع.، کنگازیان، ع. ۱۴۰۰. بررسی عوامل تشکیل رسوب در شبکه توزیع آب شرب شهر سوق و رابطه آن با خواص آب. مجله آب و فاضلاب، ۳۲(۱): ۱۲۴-۱۰۶.
- صفری، غ. ح.، محمدی، ب.، فرج زاده، م.، اسماعیل زاده، ن. ۱۴۰۰. ارزیابی ریسک غیرسرطانزایی ناشی از نترات آب آشامیدنی در مناطق شهری و روستایی شهرستان بستان آباد در سال ۱۳۹۶. مطالعات علوم محیط زیست، ۶(۱): ۳۳۹۰-۳۳۹۵.
- قره محمودلو، م.، شیرزادینیا، ج. ۱۴۰۲. ارزیابی و مقایسه کیفیت منابع آبی چشمه و چاه از نظر قابلیت شرب و آبیاری (مطالعه موردی: شرق دشت گرگان. رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط زیست، ۲(۱): ۶۶-۴۷.
- قوامی، س. م.، محمدی، ش. ۱۴۰۴. پایش کیفیت آبهای زیرزمینی با استفاده از روش های شبکه عصبی مصنوعی، منطقه مورد مطالعه: شهرستان قروه و دهگلان. رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط زیست. انتشار آنلاین.
- گلشن، م. ۱۴۰۳. بررسی آلودگی های تهدیدکننده شبکه توزیع آب شرب (مطالعه موردی: شهرستان آستارا). فصلنامه آب و توسعه پایدار، ۱۱(۲): ۸۶-۷۷.
- ماندگاری کهن، م.، ذاکری نیا، م.، دهقان، ۱۴۰۲. مقایسه بهره‌وری و راندمان مصرف آب آبیاری در اراضی با شبکه آبیاری سنتی تحت مدیریت میراب و اراضی یکپارچه و نو سازی شده. رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط زیست، ۲(۲): ۲۰۲-۱۸۴.
- مقدم یکتا، ن.، رفعتی، م.، کریمی، ع. ر.، سجادی، ن. ۱۴۰۱. بررسی کیفیت آب رودخانه شهری و ارزیابی تناسب آن‌ها با کاربری حفاظت از محیط زیست (مطالعه موردی رودخانه کن). محیط زیست و مهندسی آب، ۸(۳): ۷۵۲-۷۳۸.
- ملکوتیان، م.، فاتحی زاده، ع.، میدانی، ا. ۱۳۹۱. بررسی پتانسیل خوردگی و رسوب گذاری آب شرب شبکه توزیع شهر کرمان. طلوع بهداشت، ۱۱ (۳): ۱۰-۱.
- نکوئی صدری، ب.، تواضع، ز. ۱۴۰۰. ارزیابی و شناسایی میراث زمین ساخت در منطقه صحنه-هر سین کرمانشاه در غرب ایران. زمین ساخت، ۵(۱۷): ۱۱۷-۹۲.

Adimalla, N., Qian, H. 2019. Groundwater quality evaluation using water quality index (WQI) for drinking purposes and human health risk (HHR) assessment in an agricultural region of Nanganur, south India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 176: 153-161.

Aghajanloo, K., Hajizadeh, E., Ariaeezadeh, S. 2022. Evaluation of Karun River Water Quality Based on IRWQI and WAWQI Indicators in Molasani and Ahvaz Stations. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 53(2):367-380. [In Persian]

Akbarpour, S., Alighdari, M., Mokhtari, S., Sadeghi, T., Sedigh, A. 2023. Investigating the Changes in Chlorine-free Concentration Remaining in the Consumption Point and Drinking Water Distribution Network of Parehsar City and the Factors Affecting it in 1400. *j.health*, 14 (1):33-40. [In Persian]

Akram, S., Rehman, F. 2018. Hardness in drinking-water, its sources, its effects on humans and its household treatment. *J Chem Appl*, 4(1): 1-4.

- Amini, M., Dehghan, R. 2021. Assessment of Physical, Chemical and Microbial Quality of Drinking Water of Jiroft City. *J. Env. Sci. Tech*, 23(8):47-58. [In Persian]
- Ayatollahzade Shirazi, M.S., Shariati, F., Birjandi, N. 2016. Measurement of Residual Chlorine and Coliform Levels in Lahijan Tap Water Network and Its Relation to Pipeline System. *Journal of Health*, 7(2):211-218. [In Persian]
- Azami, A., Mirakzadeh, A. A., Azari, A. 2024. Optimizing the Crop Cultivation Pattern of Sahne Township Based on Limited Water Resources. *Geography and Environmental Planning*, 35(2):87-114. [In Persian]
- Baird, R.B., Eaton, A.D., Rice, E.W., Eds. 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd Edition, American Public Health Association, American Water Works Association. Water Environment Federation, Washington D.C. <https://a.co/d/7xPjdOr>
- Banisaeid, N., Jafarzadeh Haghighi Fard, N. 2022. Investigating the Effect of Salinity on Biological Wastewater Treatment (A Review Study). *Civil and Project*, 4(10): 11-21. (In Persian)
- Carbajal-Hernández, J.J., Sánchez-Fernández, L.P., Villa-Vargas, L.A., Carrasco-Ochoa, J.A., Martínez-Trinidad, J.F. 2013. Water quality assessment in shrimp culture using an analytical hierarchical process. *Ecological Indicators*, 29:148-158.
- Dianati Tilaki, R., Rasouli, Z. 2013. Reviewing the Chemical Quality (Nitrate, Fluoride, Hardness, Electrical Conductivity) and Bacteriological Assessment of Drinking Water in Svadkooh, Iran, during 2010-2011. *J Mazandaran Univ Med Sci*, 23 (104):51-55. (In Persian)
- Duarte-Jaramillo, L., Mendoza-Atencio, M.A., Jaramillo-Colorado, B.E., González-Álvarez, Á. 2022. Water quality in the municipalities of Sincerín and Gambote, Bolívar, Colombia (2017-2018). *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (103):77-87.
- Galezzo, M.A., Acosta-González, A., Jimenez-Junca, C. 2024. Assessing the Discrepancy between Network and Household Drinking Water Quality in Rural Cundinamarca, Colombia. *Research Square*, 1-17.
- Galezzo, M.A., Rodríguez Susa, M. 2021. The challenges of monitoring and controlling drinking-water quality in dispersed rural areas: a case study based on two settlements in the Colombian Caribbean. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(6): 373.
- García-Ávila, F., Zhindón-Arévalo, C., Valdiviezo-Gonzales, L., Cadme-Galabay, M., Gutiérrez-Ortega, H., del Pino, L.F. 2022. A comparative study of water quality using two quality indices and a risk index in a drinking water distribution network. *Environmental Technology Reviews*, 11(1):49-61.
- Gharemahmoodlu, M., Shirzadnia, J. 2023. Assessment and comparison of the spring and well water resources quality for Drinking and Irrigation Purposes (Case study: East of Gorgan plain'. *Journal of New Approaches in Water Engineering and Environment*, 2(1):47-66. (In Persian)
- Ghavami, S. M., Mohammadi, S. 2025. Monitoring the Quality of Groundwater using Artificial Neural Network Methods, a Case Study of Qorveh and Dehgolan Counties. *Journal of New Approaches in Water Engineering and Environment*, e228306 doi: 10.22034/nawee.2025.520885.1154 [In Persian]
- Golshan, M. 2024. Investigating the Threatening Pollution of the Drinking Water Distribution Network (Case Study: Astara City). *Journal of Water and Sustainable Development*, 11(2):77-86. (In Persian)
- Heydari, J., Chitsazan, M., Mirzaei, S. Y. 2019. Modeling the Hydrogeological Relationship of Sahneh-Bistoon Plain Aquifer with Gamasiab River and Aquifer Management. *Hydrogeology*, 4(1): 140-152. [In Persian]
- Jabeen, S., Shah, M.T., Ahmed, I., Khan, S., Hayat, M.Q. 2013. Physico-chemical parameters of surface and ground water and their environmental impact assessment in the Haripur Basin, Pakistan. *Journal of Geochemical Exploration*, 138: 1-7.
- Jackson, R.B., Carpenter, S.R., Dahm, C.N., McKnight, D.M., Naiman, R.J., Postel, S.L., Running, S.W. 2001. Water in a changing world. *Ecol. Appl*, 11: 1027-1045.
- Jafari Mansoorian, H., Rajabizadeh, A., Jafari Modrek, M., Doulatshahi, S.h., Hatami, B. 2013. Water Health Indices in Kerman Swimming Pools, in 2011. *Journal of Health & Development*, 2(2):128-137. (In Persian)
- Khaleghi, F. 2020. Evaluation of Drinking Water Quality in Hashtrood Area Using Hydrochemical Parameters with Environmental Approach. *Iranian Journal of Environmental Geology*, 14(51):45-56. (In Persian)

- Li, P., He, X., Guo, W. 2019. Spatial groundwater quality and potential health risks due to nitrate ingestion through drinking water: a case study in Yan'an City on the Loess Plateau of northwest China. *Human and Ecological Risk Assessment*, 25(1-2):11-31.
- Madani, K., AghaKouchak, A., Mirchi, A. 2016. Iran's Socio-economic drought: Challenges of a Water-Bankrupt nation. *Iranian Studies*, 49(6): 997-1016.
- Maeng, M., Hyun, I., Choi, S., Dockko, S. 2015. Effects of rainfall characteristics on corrosion indices in Korean river basins. *Desalination and Water Treatment*, 54: 1233-1241.
- Malakootian, M., Fatehizadeh, A., Meydani, E. 2013. Investigation of Corrosion Potential and Precipitation Tendency of Drinking Water in the Kerman Distribution System. *Journal of TOLOO-E-BEHDASHT*, 11 (3): 1-10. (In Persian).
- Mandegari Kohan, M., Zakerinia, M., Dehghan, H. 2024. Comparison of Productivity and Efficiency of Irrigation Water Consumption in Lands With Traditional Network under Mirab Management and Integrated and Renovated Lands. *Journal of New Approaches in Water Engineering and Environment*, 2(2):184-202. (In Persian)
- Mengstie, Y.A., Desta, W.M., Alemayehu, E. 2023. Assessment of drinking water quality in urban water supply systems: the case of Hawassa City, Ethiopia. *International Journal Of Environmental Analytical Chemistry*, 2023(1): p.8880601.
- Moghadam Yekta, N., Rafati, M., Karimi, A., Sadjadi, N. 2022. Investigation of Water Quality of Urban Rivers and Assessing their Suitability to Protect the Environment (Case Study: Kan River, Tehran City). *Environment and Water Engineering*, 8(3): 738-752. (In Persian)
- Mohammadi, B., Safari, G. H., Farajzadeh, M., Esmailzadeh, N. 2021. Non-carcinogenic risk assessment of drinking water nitrate in the urban and rural area of the Bostanabad County in 2017. *Journal of Environmental Science Studies*, 6(1): 3390-3395. (In Persian)
- Mook, W.T., Chakrabarti, M.H., Aroua, M.K., Khan, G.M.A., Ali, B.S., Islam, M.S., Hassan, M.A. 2012. Removal of total ammonia nitrogen (TAN), nitrate and total organic carbon (TOC) from aquaculture wastewater using electrochemical technology: a review. *Desalination*, 285: 1-13.
- Muñoz, N.J.M., Gómez, F.R. 2016. ENFERMEDADES VEHICULIZADAS POR AGUA (EVA) E ÍNDICE DE RIESGO DE LA CALIDAD AGUA (IRCA) EN COLOMBIA. 101.
- Nawaz, R., Nasim, I., Irfan, A., Islam, A., Naeem, A., Ghani, N., Irshad, MA., Latif, M., Nisa, B.U., Ullah, R. 2023. Water Quality Index and human health risk assessment of drinking water in selected urban areas of a Mega City. *Toxics*, 11(7): 577.
- Nekouie Sadry, B., Tavazo, Z. 2021. Introducing and assessing the tectonic geoheritage in the Sahne-Harsin region of Kermanshah on the West of Iran. *Journal of Tectonics*, 5(17): 92-117. (In Persian)
- Noori, R., Farahani, F., Jun, C., Aradpour, S., Bateni, S.M., Ghazban, F., Hosseinzadeh, M., Maghrebi, M., Naseh, M.R.V., Abolfathi, S. 2022. A non-threshold model to estimate carcinogenic risk of nitrate-nitrite in drinking water. *Journal of Cleaner Production*, 363: p.132432.
- Ocampo-Duque, W., Schuhmacher, M., Domingo, J. L. 2007. A neural-fuzzy approach to classify the ecological status in surface waters. *Environmental Pollution*, 148: 634- 41.
- Panahi fard, M., Mahvi, A. H., Asgari, A., Nazemi, S., Moradnia, M. A. 2017. Survey on Drinking Water Quality in Qazvin in 2015. *JRUMS*, 16 (1) :3-16. [In Persian]
- Perera, W.P.R.T. 2023. Water Hardness and Health. *Medical Geology: En route to One health*, 129-141.
- Polo-Carrillo, E., Morales-Simancas, G., Cabarcas-Ariza, Y., Rodríguez, J.V. 2020. May. Analysis of the water quality risk index for human consumption in urban areas of the department of Bolivar. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 844, No. 1, p. 012047). IOP Publishing, 1-11.
- Rodríguez Miranda, J.P., García-Ubaque, C.A., Garcia-Ubaque, J.C. 2016. Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. *Revista de Pública*, 18: 738-745.
- Rohani-Ghadikolaei, K., Fourooghifard, H., Abdolalian, E., Moezzi, M., Zahedi, M. 2017. Water Quality Notes: Alkalinity and Hardness. *Journal of Ornamental Aquatics*, 4 (3): 23-29. [In Persian]

- Roohi, E., HadiPour, M., Kazemi, A., Malekirad, A. A. 2021. Investigation Water Quality in Arak City Using GIS. *Irrigation and Water Engineering*, 11(4): 368-381. [In Persian]
- Sailaukhanuly, Y., Azat, S., Kunarbekova, M., Tovassarov, A., Toshtay, K., Tauanov, Z., Carlsen, L., Berndtsson, R. 2023. Health Risk Assessment of Nitrate in Drinking Water with Potential Source Identification: A Case Study in Almaty, Kazakhstan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(1): p.55.
- Salehi Servak, A., Almodaresi, A., Merhosaeni, S. A., Sheshbor, M., Jamali, A. A., Kangazian, A. 2021. Investigation of the Sediment Formation Factors in Drinking Water Distribution Network of the City of Sough and its Relationship to Water Properties. *Journal of Water and Wastewater; Ab va Fazilab (in persian)*, 32(1): 106-124. (In Persian)
- Sarikhani, R., Jamshidi, A., Ghasemi Dehnavi, A. 2020. Salinity, Chemistry, and Quality of Groundwater in Robat-Khorramabad Plain, West of Iran. *Journal of Engineering Geology*, 14 (5) :85-112. (In Persian)
- Sebilo, M., Mayer, B., Nicolardot, B., Pinay, G., Mariotti, A. 2013. Long-term fate of nitrate fertilizer in agricultural soils. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A* , 110 (45): 18185-18189.
- Seifi, H., Kashi, G., Farhoudi, A. 2019. Evaluation of water quality index (WQI) of the distribution network of selected primary schools in the 4th district of Tehran metropolis in 2018. *Scientific journal of modern research approaches in management and accounting*, 4(13): 105-116. (In Persian)
- Shaibur, M.R., Hossain, M.S., Sony. S.J. 2019. Drinking water quality of hand tube well water at sub-urban areas of Jashore Municipality, Bangladesh. *Journal Of Agricultural Science And Technology*, 4(1): 11-22.
- Solgi,E., Beigmohammadi,F., Ahmadvand, R. Baser,S. 2025. Nitrate risk assessment in drinking water in different areas of Malayer city. *Journal of New Approaches in Water Engineering and Environment*, 3(2): 101-117. [In Persian]
- Taloor, A.K., Pir, R.A., Adimalla, N., Ali, S., Manhas, D.S., Roy, S., Singh, A.K. 2020. Spring water quality and discharge assessment in the Basantar watershed of Jammu Himalaya using geographic information system (GIS) and water quality Index (WQI). *Groundwater for Sustainable Development*, 1-29.
- Tamdan, F., Nowzari, H. 2022. Investigating the physicochemical quality of drinking well water in Zarghan city during a five-year period of 2013-2014. *Man and Environment*, 20(2): 39-49. [In Persian]
- WHO. 2011. Guidelines for drinking-water quality. World Health Organization. Geneva 2011. 303-304. [https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-03/documents/guidelines\\_for\\_drinking\\_water\\_quality\\_3v.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-03/documents/guidelines_for_drinking_water_quality_3v.pdf)
- Wimalawansa, S.J. 2016. The role of ions, heavy metals, fluoride, and agrochemicals: Critical evaluation of potential aetiological factors of chronic kidney disease of multifactorial origin (CKDmfo/CKDu) and recommendations for its eradication. *Environ. Geochem. Health*, 38: 639–678.
- Wu, T., Brant, J.A. 2020. Magnetic field effects on pH and electrical conductivity: Implications for water and wastewater treatment. *Journal Of Environmental Engineering And Science*, 37(11): 717-727.
- Yousefi, H., Douna, B.K. 2023. Risk of nitrate residues in food products and drinking water. *Asian Pacific Journal of Environment and Cancer*, 6(1), 69-79.
- Zazouli, M. A., Alam Gholilou, M. 2012. Survey of chemical quality (Nitrate, Flouride, Hardness, Electrical Conductivity) of driking water in Khoy city. *J Mazandaran Univ Med Sci*, 21 (2) :80-84. (In Persian)