

Impacts of Seawater Desalination on Human Health

Nazanin Rahimi ¹, Alireza Bazargan ^{2*} 

1. Faculty of Environment, University of Tehran, Iran.
2. Corresponding Author, Faculty of Environment, University of Tehran, Iran.

Abstract

The global crisis of freshwater scarcity is one of the most critical challenges of the 21st century, exerting unprecedented pressure on water resources, particularly in island, coastal, and arid regions. As conventional freshwater sources dwindle, seawater desalination has emerged as a technological solution to meet the increasing demands for drinking and agricultural water. While this process significantly improves access to potable water, it also comes with environmental and health challenges, such as the production of concentrated brine, which can harm marine ecosystems, and the potential reduction in essential minerals that are typically found in natural water sources.

This study adopts a comprehensive approach to analyze and evaluate both the positive and negative impacts of desalination on human health. The primary objective is to provide a comparative analysis of the outcomes of this technology, offering a balanced perspective on its implications. The findings aim to inform effective policymaking, optimize desalination practices, and promote sustainable water resource management while safeguarding public health.

Review History

Received: Dec 14, 2024

Accepted: Jun 02, 2025

Keywords

Desalination
Human health
Resource scarcity
Water crisis
Water quality

* Corresponding Author Email: alireza.bazargan@ut.ac.ir - ORCID: 0009-0005-3218-2990



پیامدهای نمکزدایی آب دریا بر سلامت انسان

نازنین رحیمی^۱، علیرضا بازارگان^{۲*} 

۱. کارشناسی دانشکده محیط زیست، دانشکده فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲. دکتری تخصصی دانشکده محیط زیست، دانشکده فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

چکیده

تاریخچه داوری

بحران فزاینده کمبود آب در جهان، تقاضا برای آب شیرین را به‌ویژه در مناطق جزیره‌ای، ساحلی و خشک افزایش داده است. نمکزدایی آب دریا به‌عنوان یک راهکار کلیدی برای مقابله با این بحران و تأمین نیازهای صنعتی و خانگی مورد توجه قرار گرفته است. اگرچه این فرآیند دسترسی به آب آشامیدنی را در مناطق کم‌آب بهبود می‌دهد، اما نگرانی‌هایی در مورد اثرات بالقوه آن بر سلامت انسان وجود دارد.

کلمات کلیدی

بحران آب
سلامت انسان
کیفیت آب
کمبود منابع
نمکزدایی آب
این مطالعه پیامدهای غیرمستقیم مصرف آب نمکزدایی شده بر سلامت انسان را با در نظر گرفتن مزایا و معایب آن بررسی می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که نمکزدایی با حذف عوامل بیماری‌زا می‌تواند شیوع بیماری‌های منتقله از آب (مانند وبا و اسهال) را کاهش دهد، با کاهش سدیم آب به کنترل فشار خون کمک کند و خطر تشکیل سنگ کلیه را به حداقل برساند. علاوه بر این، باعث بهبود شاخص‌های سلامت روان، از جمله کاهش اضطراب و افسردگی در جوامعی که به آب نمکزدایی شده دسترسی یافته‌اند می‌شود. در مقابل، افت سطوح مواد معدنی ضروری مانند منیزیم و کلسیم و احتمال باقی ماندن ترکیبات شیمیایی ضد رسوب و کلر در آب تصفیه‌شده از چالش‌های این فناوری به شمار می‌آیند. روی هم رفته، اثرات مثبت در مقابل اثرات منفی نمکزدایی آب دریا بر سلامت انسان برتری دارد؛ به نحوی که با اجرای مراحل تکمیلی مانند معدنی‌سازی مجدد آب و پایش مستمر کیفیت، می‌توان مزایای عمده کاهش بیماری‌های منتقله از طریق آب و بهبود عملکرد کلیوی، قلبی و سلامت روان را تقویت و پیامدهای منفی را به حداقل رساند.

۱- مقدمه

دسترسی به آب آشامیدنی سالم محروم هستند (du Plessis, 2023;)

(Khoury et al., 2011) (نصیری 1399, et al.).

اگرچه در دهه‌های اخیر دسترسی جهانی به آب آشامیدنی سالم بهبود یافته است، هنوز حدود ۲ میلیارد نفر (تقریباً ۲۵٪ جمعیت جهان) به آب سالم و پایدار دسترسی ندارند. همچنین، حدود ۲٫۳ میلیارد نفر در خانه فاقد امکانات شست‌وشوی دست با آب و صابون هستند و بیش از ۶۷۰ میلیون نفر همچنان از توالی مناسب برخوردار نیستند. این کمبودها از عوامل اصلی شیوع بیماری‌های

بحران جهانی کمبود آب شیرین به عنوان یکی از چالش‌های عمده قرن حاضر، تأثیرات گسترده‌ای بر جوامع بشری و اکوسیستم‌ها دارد. با توجه به افزایش سریع جمعیت و روندهای جهانی تغییرات اقلیمی، دسترسی به منابع آب شیرین به طور فزاینده‌ای محدود شده است (Asif et al., 2023; Sabale et al., 2022). بر اساس گزارشات سازمان جهانی بهداشت و همچنان مطابق شکل (۱)، بیش از دو میلیارد نفر از مردم جهان هنوز از

* رایانامه نویسنده مسئول: alireza.bazargan@ut.ac.ir - ORCID: 0009-0005-3218-2990

کپی‌رایت © ۲۰۲۵. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس (TMU Press). این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد منتشر شده و تحت مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 قرار دارد (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>). بر اساس این مجوز، شما می‌توانید این مطلب را در هر قالب و رسانه‌ای کپی، بازنشر و بازآفرینی کنید و یا آن را ویرایش و بازسازی نمایید، به شرط آنکه نام نویسنده را ذکر کرده و از آن برای مقاصد غیرتجاری استفاده کنید.



تاثیرگذار باشد (Chakraborty et al., 2019; Etale et al., 2020; Ma et al., 2022) (خالقی, ۱۴۰۲; نصیری et al., 1399).

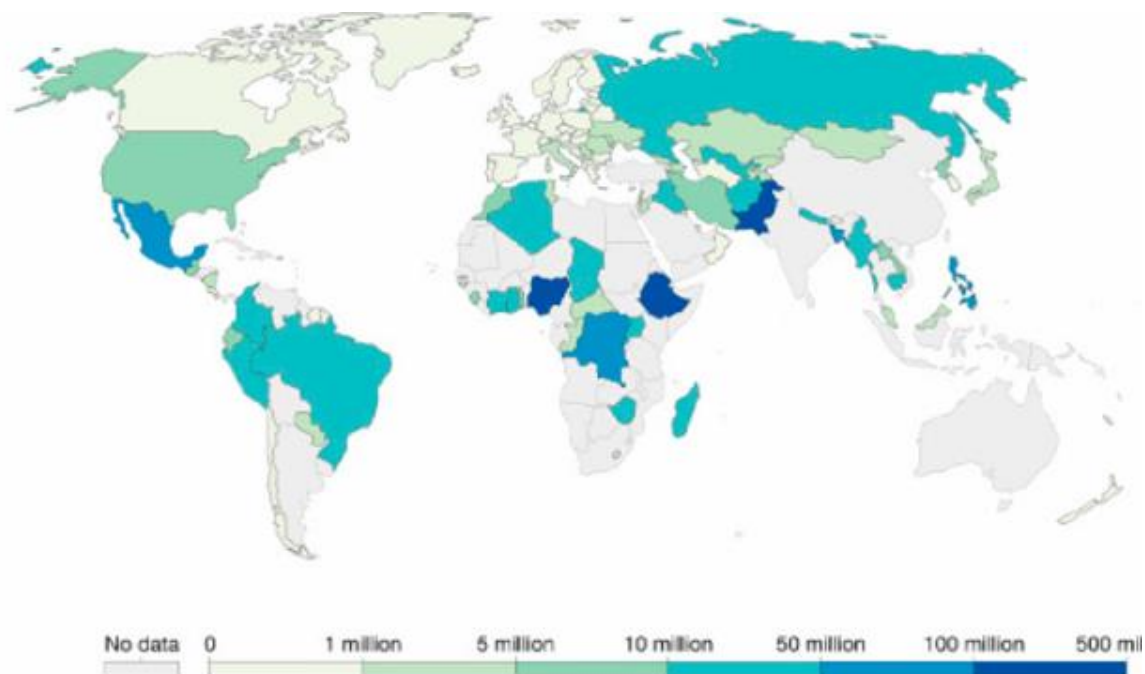
هدف اصلی این مقاله، تحلیل جامع تأثیرات مثبت و منفی فرآیند نمک‌زدایی آب بر سلامت انسان است. نتایج این تحقیق می‌تواند راهکارهایی برای بهینه‌سازی استفاده از این فناوری با حداقل تأثیرات منفی بر سلامت انسان و محیط‌زیست ارائه دهد. با توجه به اهمیت تأمین آب سالم و کافی در سراسر جهان، این مقاله به دنبال ارائه دیدگاهی جامع و متوازن است که می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های منابع آبی و ارتقای سلامت عمومی در مناطق با بحران کمبود آب مؤثر واقع شود.

۲- روش تحقیق

به منظور انجام این پژوهش، با استفاده از مرور سیستماتیک منابع علمی و تحلیل داده‌های موجود، اطلاعات لازم گردآوری شد. در انتخاب منابع، بازه زمانی (۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴)، نوع منبع (مقالات علمی معتبر و گزارش‌های رسمی) و موضوع پژوهش (پیامدهای نمک‌زدایی بر سلامت انسان) به عنوان معیار در نظر گرفته شد.

منتقله از آب و افزایش بار بیماری‌های جسمی و روحی در بسیاری از مناطق جهان به شمار می‌رود (Khoury et al., 2011; احمد et al., 1400).

فرآیند نمک‌زدایی آب دریا به عنوان یکی از راهکارهای نوین و مؤثر در سال‌های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است. این فناوری با استفاده از روش‌های پیشرفته‌ای مانند اسمز معکوس و تقطیر، امکان تبدیل آب شور به آب شیرین را فراهم می‌آورد. نمک‌زدایی به‌ویژه در مناطق خشک، ساحلی و جزیره‌ای که منابع آب شیرین محدود هستند، به عنوان یک راه‌حل حیاتی و استراتژیک برای تأمین آب شناخته می‌شود. این فرآیند توانسته است در کشورهایی که با بحران‌های کمبود آب روبرو هستند، به کاهش وابستگی به منابع آب طبیعی و بهبود شرایط بهداشتی و رفاهی کمک کند (Katekar & Deshmukh, 2021). علاوه بر این می‌تواند در کاهش بیماری‌های منتقله از طریق آب و بهبود کیفیت آب آشامیدنی مؤثر باشد. با این حال، با وجود مزایای قابل توجه نمک‌زدایی، اثرات منفی نظیر تولید شورابه‌های غلیظ و اثرات زیست‌محیطی مرتبط با آن باید به دقت مورد بررسی قرار گیرد. این پیامدهای منفی می‌تواند بر سلامت انسان و محیط‌زیست



شکل ۱: در سال ۲۰۲۰، تعداد افرادی که به آب آشامیدنی سالم دسترسی نداشتند، قابل توجه بود. آب آشامیدنی سالم به عنوان "منبع بهبود یافته ای که در محل قرار دارد، در صورت نیاز در دسترس است و عاری از هرگونه میکروبیولوژیکی است" تعریف می‌شود. برگرفته از مقاله (Katekar & Deshmukh, 2021)

آرسنیک در آب آشامیدنی ممکن است فشار خون را افزایش دهد که با فرآیند نمک‌زدایی می‌توان میزان آن را کاهش داد (Ganie et al., 2023; Türk et al., 2021).

A2: جلوگیری و بهبود سرطان معده:

مصرف بیش از حد نمک یک عامل شناخته‌شده در افزایش خطر سرطان معده است، زیرا می‌تواند به آسیب مخاط معده و تسهیل فرایندهای سرطان‌زا منجر شود (D'Elia et al., 2014; Ko, 2024). نمک‌زدایی آب دریا با کاهش دریافت سدیم، نقش مهمی در کاهش این ریسک دارد. علاوه بر این، شوری بالای آب آشامیدنی شرایط مطلوبی را برای رشد *Helicobacter pylori* فراهم می‌کند، باکتری‌ای که با افزایش التهاب معده و تغییرات پیش‌سرطانی مرتبط است. (Ko, 2024). مطالعات نشان داده‌اند که کاهش مصرف نمک احتمال عفونت ناشی از این باکتری و در نتیجه خطر سرطان معده را کاهش می‌دهد (Balendra et al., 2023; Taneja et al., 2017).

نیتراهای محلول در آب یکی دیگر از عوامل مؤثر در بروز سرطان معده هستند. تحقیقات انجام‌شده در اسپانیا، مجارستان، تایوان و چین نشان می‌دهند که افزایش غلظت نیترا در آب آشامیدنی با شیوع بالاتر این سرطان مرتبط است (Taneja et al., 2017). فناوری‌های نمک‌زدایی، از جمله اسمز معکوس و تقطیر، به‌طور مؤثری نیترا و سایر آلاینده‌های مضر را حذف کرده و کیفیت آب آشامیدنی را بهبود می‌بخشند (Charcosset, 2022; Zuo et al., 2022).

A3: جلوگیری و بهبود سنگ کلیه:

سنگ کلیه یکی از مشکلات شایع بالینی است که به‌دلیل تشکیل کریستال‌های نامحلول در کلیه، حالب و مثانه ایجاد می‌شود (Mandel, 1996; Thongprayoon et al., 2020). این کریستال‌ها معمولاً شامل ترکیباتی مانند کلسیم‌اکسالات، کلسیم‌فسفات، و اسید اوریک هستند (Parmar, 2004). یکی از عوامل اصلی در ایجاد سنگ کلیه، مصرف ناکافی مایعات، به‌ویژه آب است که منجر به افزایش غلظت املاح در ادرار می‌شود (Conroy et al., 2024; Łojewska et al., 2024).

بررسی‌ها نشان داده‌اند که آب آشامیدنی با شوری بالا می‌تواند خطر تشکیل سنگ کلیه را افزایش دهد (Mandel, 1996). حضور املاح معدنی، در صورت مصرف بیش از حد، می‌توانند فرآیند

اطلاعات از پایگاه‌های معتبر Web, PubMed, ScienceDirect, Scopus, و of Science جمع‌آوری گشت. جستجوی منابع با استفاده از کلمات کلیدی مرتبط با سلامت انسان و نمک‌زدایی انجام گرفت تا در حد امکان تمامی مطالعات مرتبط شناسایی شود. در این مطالعه، اطلاعات از منابع علمی معتبر درباره اثرات آب نمک‌زدایی شده بر سلامت انسان جمع‌آوری شد. بررسی‌ها شامل مطالعات کمی (مانند تأثیرات فیزیولوژیکی) و مطالعات کیفی (مانند گزارش‌های موردی) بود. محتوای این مطالعات بر اساس موضوعات مرتبط با سلامت طبقه‌بندی و تحلیل شد تا درک بهتری از پیامدهای مثبت و منفی مصرف این آب به‌دست آید.

۳- نتایج

۳-۱- تأثیر بر سلامت انسان

تأثیر آب بدست آمده از نمک‌زدایی برای بهبود بسیاری از مشکلات سلامت ثابت شده‌است. مزایا و معایب نمک‌زدایی آب دریا بر سلامت انسان، همراه با توضیح مکانیسم‌های مؤثر، بررسی شده‌است. در شکل زیر (۲)، تمامی اثرات به‌صورت طبقه‌بندی شده و منظم ارائه شده‌است. در ادامه، هر یک از اثرات به‌صورت جداگانه معرفی و خلاصه می‌گردد.

۳-۱-۱- تأثیرات مثبت جسمی بر سلامت انسان

A1: جلوگیری و بهبود فشار خون:

مصرف بیش از حد نمک با افزایش فشار خون و عوارض مرتبط همراه است (Earle et al., 2024; Ma et al., 2022). سدیم موجود در آب آشامیدنی یکی از منابع اصلی دریافت روزانه نمک محسوب می‌شود و در مناطقی با آب شور، خطر ابتلا به فشار خون بالا را افزایش می‌دهد (Chakraborty et al., 2019; Shuvo et al., 2020; Talukder et al., 2016). بر اساس توصیه سازمان بهداشت جهانی، مصرف روزانه نمک نباید از ۵ گرم فراتر رود (Charchar et al., 2024).

نمک‌زدایی آب دریا با کاهش سطح سدیم در آب آشامیدنی می‌تواند در کنترل فشار خون مؤثر باشد (Mueller et al., 2024; Shuvo et al., 2020). همچنین، نوشیدن آب کافی به تنظیم مایعات بدن کمک کرده و از وابستگی بدن به سدیم برای جبران کم‌آبی جلوگیری می‌کند. (Popkin et al., 2010) علاوه بر این، وجود



رسوب‌گذاری را تشدید کنند. در مقابل، مصرف آب تصفیه‌شده که حاوی مقادیر کنترل‌شده‌ای از این ترکیبات است، می‌تواند نقش پیشگیرانه‌ای در کاهش این خطر داشته باشد (Klauser et al., 1990).

علاوه بر سدیم، فلزات سنگین مانند کادمیوم، کروم، و مس نیز می‌توانند عملکرد کلیه را مختل کرده و به تشکیل سنگ کلیه منجر شوند (Docioli et al., 2024; Johri et al., 2010). ترکیباتی نظیر آرسنیک، فلوئور، و نیکل نیز با التهاب کلیه و افزایش ریسک سنگ‌سازی مرتبط هستند (Adewumi & Laniyan, 2023). فرایندهای نمک‌زدایی و تصفیه آب می‌توانند این آلاینده‌ها را کاهش داده و از بروز اختلالات کلیوی پیشگیری کنند (Balawender et al., 2024; Efeoglu & Tuna, 2022; Kiremit et al., 2023).

A4: جلوگیری و بهبود دیابت:

سطح بالای شوری در آب آشامیدنی می‌تواند تأثیرات منفی بر سلامت انسان داشته باشد، به‌ویژه برای بیماران دیابتی که نیاز به کنترل دقیق مصرف سدیم دارند (Efeoglu & Tuna, 2022). مطالعات نشان داده‌اند که آب نمک‌زدایی‌شده غنی‌شده با منیزیم می‌تواند در بهبود متابولیسم گلوکز و کاهش مقاومت به انسولین در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ مؤثر باشد (Albaker et al., 2022). منیزیم نقش کلیدی در تنظیم مسیرهای بیوشیمیایی مرتبط با جذب گلوکز و حساسیت به انسولین دارد. این یافته‌ها بر اهمیت غنی‌سازی آب نمک‌زدایی‌شده با مواد معدنی ضروری تأکید دارند و می‌تواند به بهبود مدیریت دیابت نوع ۲ از طریق منابع پایدار کمک کند.

A5: جلوگیری و بهبود اختلالات غدد:

غدد درون‌ریز وظیفه ترشح هورمون‌هایی را بر عهده دارند که در تنظیم سیستم ایمنی، رشد، متابولیسم و سایر عملکردهای حیاتی بدن نقش اساسی دارند (Ahrorbek et al., 2023; Nussey & Whitehead, 2001). این هورمون‌ها از طریق جریان خون به اندام‌های هدف رسیده و فعالیت‌های سلولی را تنظیم می‌کنند.

فلزات سنگین موجود در آب آشامیدنی می‌توانند تعادل هورمونی را مختل کنند، زیرا در مسیرهای سلولی جایگزین یون‌های مغذی شده و بر عملکرد غدد درون‌ریز تأثیر منفی می‌گذارند (Baig et al., 2024; Ballatori, 2002; Hassan et al., 2024).

آرسنیک و فلوراید از جمله آلاینده‌هایی هستند که می‌توانند به سیستم لنفاوی و غدد درون‌ریز آسیب برسانند (Adewumi & Laniyan, 2023). فرایندهای تصفیه و نمک‌زدایی آب با حذف این آلاینده‌ها، نقش مهمی در کاهش اثرات سمی و حفظ سلامت هورمونی ایفا می‌کنند (Singh et al., 2023).

A6: جلوگیری و بهبود بیماری‌های قلبی عروقی:

آب آشامیدنی تصفیه‌شده نقش مهمی در کاهش عوامل خطر بیماری‌های قلبی عروقی دارد (Yang et al., 2022). مطالعات نشان داده‌اند که مصرف آب با محتوای سدیم پایین می‌تواند به کاهش فشار خون، بهبود پروفایل لیپیدی و کاهش سطح لیپوپروتئین‌های آترواسکلروتنیک کمک کند (Strazzullo et al., 2009).

آب با شوری بالا، حاوی نیتрат و سایر املاح، با افزایش فشار خون و آسیب به عملکرد عروق مرتبط است (Chakraborty et al., 2023; Rahman et al., 2019). علاوه بر این، فلزات سنگین مانند کادمیوم، نیکل و فلوئور می‌توانند باعث استرس اکسیداتیو و التهاب عروقی شوند که نقش کلیدی در پاتوژنز بیماری‌های عروق کرونر قلب ایفا می‌کند (Adewumi & Laniyan, 2023; Strazzullo et al., 2009). فرایندهای نمک‌زدایی و تصفیه آب با حذف این آلاینده‌ها، تأثیر بسزایی در کاهش ریسک بیماری‌های قلبی دارند.

یکی از مزایای نمک‌زدایی آب دریا، کاهش غلظت سدیم است که می‌تواند اثرات مثبت بر سلامت قلب و عروق داشته باشد (Popkin et al., 2010). با این حال، مطالعات نشان داده‌اند که مصرف طولانی‌مدت آب نمک‌زدایی‌شده بدون معدنی‌سازی مجدد، به دلیل کاهش غلظت مواد معدنی ضروری مانند پتاسیم و منیزیم، ممکن است اثرات منفی بر سلامت قلب داشته باشد (Zhang et al., 2023). بنابراین، تنظیم دقیق ترکیب آب پس از نمک‌زدایی برای حفظ سلامت قلبی عروقی مطلوب است.

A7: کاهش شیوع بیماری‌های منتقله از طریق آب:

کیفیت آب آشامیدنی یکی از مهم‌ترین مسائل بهداشت عمومی است. طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت (WHO)، سالانه ۳٫۴ میلیون نفر، به‌ویژه کودکان، در اثر بیماری‌های منتقله از آب جان خود را از دست می‌دهند. این بیماری‌ها بیشترین شیوع را در آسیا و آفریقا دارند، جایی که کمبود زیرساخت‌های بهداشتی، دسترسی محدود به آب سالم، و شرایط محیطی مساعد، خطر انتقال عوامل بیماری‌زا را افزایش می‌دهند (Liu et al., 2024; Tularam & 2024).

(Ilahee, 2007).

نیترا تری یکی از آلاینده‌های رایج در منابع آب است که مصرف طولانی مدت آن با افزایش خطر سرطان‌های دستگاه گوارش مرتبط است (Sun et al., 2024). فرآیندهای نمک‌زدایی و تصفیه آب می‌توانند نیترا تری و سایر ترکیبات مضر را حذف کرده و کیفیت آب آشامیدنی را بهبود بخشند (Choudhary et al., 2022).

کیفیت و میزان کافی آب آشامیدنی تأثیر مستقیمی بر سلامت عمومی دارد. آب سالم نقش اساسی در فرآیند هضم و جذب مواد مغذی ایفا کرده و از بروز بیماری‌های گوارشی و ادراری پیشگیری می‌کند (Cabral, 2010; Edeki et al., 2023). نمک‌زدایی آب دریا می‌تواند منبعی پایدار برای تأمین آب آشامیدنی ایمن فراهم کرده و به کاهش مشکلات مرتبط با آلودگی آب کمک کند.

A9: تأثیر بر سلامت پوست:

آب تصفیه‌شده حاصل از فرآیندهای نمک‌زدایی می‌تواند در حفظ سلامت پوست موثر باشد. حذف آلاینده‌های شیمیایی و میکروبی از آب می‌تواند از تحریکات پوستی جلوگیری کرده و به کاهش مشکلاتی مانند التهاب، خشکی و آکنه کمک کند (Blume-Peytavi et al., 2016).

هیدراتاسیون کافی برای حفظ عملکرد طبیعی پوست ضروری است، زیرا آب در تنظیم تعادل رطوبت، الاستیسیته و بازسازی سلولی نقش دارد. کم‌آبی بدن می‌تواند موجب کاهش انعطاف‌پذیری پوست، تشدید خشکی و افزایش چین‌وچروک شود. نوشیدن آب کافی به بهبود سد دفاعی پوست کمک کرده و از بروز بیماری‌های پوستی جلوگیری می‌کند. این اثرات در افرادی که به‌طور معمول آب کمتری مصرف می‌کنند، مشهودتر است (Jeng & Mirchandani, 2021; Tularam & Ilahee, 2007).

کیفیت آب مصرفی نیز بر سلامت پوست تأثیرگذار است. همچنین، فلزات سنگین مانند آرسنیک در آب آشامیدنی می‌توانند باعث بروز آسیب‌های پوستی شوند. فرآیندهای تصفیه و نمک‌زدایی با حذف آلاینده‌ها، کیفیت آب را بهبود بخشیده و به حفظ رطوبت و سلامت پوست کمک می‌کنند (Adewumi & Laniyan, 2023; Lin et al., 2022).

A10: جلوگیری از چاقی:

مطالعات نشان داده‌اند که مصرف آب سالم نقش مهمی در مدیریت وزن و پیشگیری از چاقی دارد. آب با کاهش احساس گرسنگی، می‌تواند دریافت کالری را کنترل کرده و از افزایش وزن

بیماری‌های منتقله از آب ناشی از مصرف آب آلوده به میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا هستند و می‌توانند از طریق مواد غذایی نیز منتقل شوند (Chinebu et al., 2024). این بیماری‌ها معمولاً با علائمی مانند اسهال شدید همراه هستند که در صورت عدم درمان، منجر به کم‌آبی و مرگ می‌شود. سالانه حدود ۸۲۹,۰۰۰ نفر به دلیل اسهال جان خود را از دست می‌دهند. از مهم‌ترین عوامل بیماری‌زا می‌توان به باکتری‌ها، ویروس‌ها، تک‌یاخته‌ها و انگل‌های روده‌ای اشاره کرد (Cabral, 2010; Robertine et al., 2021).

وبا یکی از خطرناک‌ترین بیماری‌های منتقله از آب است که می‌تواند از طریق مصرف آب یا غذای آلوده گسترش یابد. علاوه بر آن، عواملی مانند وضعیت بهداشتی خانوار، شرایط محیطی و سطح آگاهی عمومی، نقش مهمی در شیوع این بیماری‌ها دارند (Robertine et al., 2021).

تصفیه و نمک‌زدایی آب، نقش مؤثری در حذف عوامل بیماری‌زا، از جمله باکتری‌ها، ویروس‌ها و انگل‌ها ایفا کرده و به کاهش شیوع بیماری‌های منتقله از آب کمک می‌کند (Cabral, 2010; Yeboah et al., 2022). این فرآیندها با بهبود کیفیت آب آشامیدنی، خطر ابتلا به بیماری‌های مرتبط را کاهش داده و سلامت عمومی را ارتقا می‌دهند.

A8: بهبود عملکرد سیستم گوارش:

مصرف آب تصفیه‌شده نقش مهمی در حفظ سلامت دستگاه گوارش دارد. این آب حاوی کمترین میزان باکتری‌ها، ویروس‌ها و آلاینده‌های شیمیایی است که می‌تواند باعث بیماری‌های گوارشی شوند. حذف این عوامل بیماری‌زا از طریق تصفیه آب، خطر ابتلا به عفونت‌های گوارشی را کاهش داده و عملکرد بهینه دستگاه گوارش را تسهیل می‌کند (Adewumi & Laniyan, 2023; Sehgal et al., 2024).

کم‌آبی یکی از عوامل تأثیرگذار بر عملکرد روده است. دسترسی محدود به آب سالم می‌تواند منجر به یبوست، کاهش حرکات روده و اختلال در فرآیندهای هضم و جذب مواد مغذی شود. مصرف کافی آب می‌تواند به تنظیم عملکرد روده و پیشگیری از مشکلات گوارشی کمک کند (Klauser et al., 1990; Yurtdaş et al., 2020).

اظهار کردند که کیفیت آب در این مناطق مطلوب نیست. با این حال، به دلیل عدم دسترسی کافی به آب آشامیدنی، ناچار به استفاده از این منبع هستند. که این موضوع باعث بروز مشکلات گوارشی (۹۰٪)، مشکلات پوستی (۹۲،۵٪) و مشکلات مربوط به مو (۸۸،۳٪) می‌شود. همچنین اگر سطح منیزیم و سولفات از محدوده (۲۵۰ میلی گرم در لیتر) در آب آشامیدنی فراتر رود، می‌تواند موجب بروز مشکلات گوارشی شود (Sengupta, 2013). آب سخت و مشکلات پوستی به طور غیرمستقیم با یکدیگر مرتبط هستند که می‌تواند منجر به بیماری‌هایی مانند آگزما که باعث از دست دادن رطوبت پوست می‌شود، گردد (Sultana et al., 2018). فرآیند نمک‌زدایی آب، که برای حذف نمک و دیگر مواد معدنی از آب شور به کار می‌رود، می‌تواند به طور مؤثرتری سختی آب را کاهش داده و مشکلات مربوط به آب سخت را بهبود بخشد (Shahmirzadi et al., 2018). با حذف مقادیر زیاد کلسیم و منیزیم، آب نمک‌زدایی شده می‌تواند به کاهش مشکلات گوارشی، پوستی و مویی که در اثر مصرف آب سخت ایجاد می‌شود، کمک کند. در مناطقی که با کمبود آب شیرین مواجه هستند و به ناچار از آب سخت استفاده می‌کنند، نمک‌زدایی آب می‌تواند راه‌حلی مناسب برای تأمین آب با کیفیت بالاتر و کاهش اثرات منفی آب سخت بر سلامت باشد (Perera, 2023).

۳-۱-۲- تأثیرات مثبت روحی در سلامت انسان

A12: افزایش شادی و کاهش خطر ابتلا به افسردگی:

افسردگی یک بیماری روانی پیچیده است که دارای تعاملات متعددی بین عملکردهای مغز و بدن انسان است (Cui et al., 2024). کم‌آبی و افسردگی به طرق مختلف به طور علی به هم مرتبط هستند (Lee & Kim, 2024). یکی از علائم کم‌آبی مزمن، افسردگی است. کمبود آب کافی و کم‌آبی بدن می‌تواند انرژی مغز را کاهش داده و فعالیت آن را مختل کند. بسیاری از عملکردهای مغز به انرژی نیاز دارند و با اختلال در تولید آن، ناکارآمد می‌شوند. اختلالات خلقی ناشی از این نوع اختلال عملکرد می‌تواند به صورت افسردگی ظاهر شوند. استرس‌های اجتماعی مانند اضطراب، ترس، ناامنی، و مشکلات عاطفی مداوم نیز می‌تواند با مصرف ناکافی آب تا حدی مرتبط باشند که بافت مغز را تحت تأثیر قرار دهند (Masento et al., 2014).

کم‌آبی باعث افزایش استرس در بدن می‌شود. استرس یکی از

جلوگیری کند (Çıtar Dazıroğlu & Acar Tek, 2023; Patel et al., 2020). جایگزینی نوشیدنی‌های پرکالری با آب یکی از راهکارهای مؤثر در کاهش کالری دریافتی و کنترل وزن است (García et al., 2019).

همچنین، شواهد نشان می‌دهند که آب بر عملکرد متابولیسم و میزان سوخت‌وساز بدن تأثیر دارد. تأمین آب کافی می‌تواند از افزایش وزن جلوگیری کرده و سلامت متابولیکی را بهبود بخشد (Boschmann et al., 2003; García et al., 2019). لذا دسترسی به آب تصفیه‌شده، از جمله آب نمک‌زدایی‌شده، می‌تواند به پیشگیری از چاقی و بهبود عملکرد متابولیکی بدن کمک کند.

A11: کاهش سندروم خشکی چشم:

بیماری خشکی چشم یک اختلال پیچیده در لایه اشکی و سطح چشم است که باعث ایجاد علائم ناراحتی، اختلال بینایی و بی‌ثباتی لایه اشکی می‌شود و خطر آسیب به سطح چشم را افزایش می‌دهد (Nowińska, 2024). شیوع خشکی چشم در سراسر جهان بسته به جمعیت مورد مطالعه و تعریف استفاده شده، از ۵٪ تا ۵۰٪ متغیر است. علائم خشکی چشم، از جمله درد و سوزش چشم، می‌تواند باعث کاهش قابل توجهی در رفاه عمومی و کیفیت زندگی شود (Vyas et al., 2024). پزشکان ممکن است برای کاهش علائم خشکی چشم، نوشیدن آب بیشتری را توصیه کنند، زیرا بهبود هیدراتاسیون کل بدن از طریق مداخله مایعات می‌تواند تأثیر درمانی مثبتی بر خشکی چشم داشته باشد (Nguyen et al., 2023).

نوشیدن یا استفاده از آب آلوده می‌تواند منجر به مشکلات چشمی از جمله خشکی چشم شود. این اثرات به دلیل حضور مواد شیمیایی و میکروب‌های موجود در آب آلوده است که می‌تواند باعث التهاب یا آسیب‌های دیگر به چشم شوند. حفظ کیفیت آب و دسترسی به آب تمیز و ایمن برای جلوگیری از این بیماری‌های چشمی بسیار مهم است (Tularam & Ilahee, 2007).

تصفیه آب می‌تواند به حذف آلودگی‌های شیمیایی و سایر آلاینده‌ها از آب کمک کند. همچنین، نمک‌زدایی آب می‌تواند به حفظ تعادل الکترولیتی بدن کمک کند و در نتیجه، به حفظ رطوبت چشم‌ها کمک می‌کند. فرایندهای تصفیه و نمک‌زدایی آب می‌تواند آب سالم را برای مصرف عموم فراهم آورند و در نتیجه، به بهبود شرایط خشکی چشم کمک کنند (Madhavan Unny et al., 2023). در یک مطالعه، پاسخ‌دهندگان از مناطقی با آب بسیار سخت

مسئول جمع‌آوری آب در جوامع روستایی هستند، مزایای زیادی به همراه دارد و به آنها امکان می‌دهد وقت بیشتری برای تحصیل، کار و فعالیت‌های اجتماعی داشته باشند، که به نوبه خود به بهبود کیفیت زندگی و افزایش شادی کمک می‌کند (Masento et al., 2014).

بر اساس یک مطالعه، شکل ۳ شیوع افسردگی، افکار خودکشی، برنامه‌ریزی برای خودکشی و اقدام به خودکشی را با توجه به میزان مصرف روزانه آب نشان می‌دهند. بیشترین شیوع افسردگی و خودکشی در گروهی با کمترین میزان مصرف آب (کمتر از ۱ لیوان در روز) مشاهده شده و پس از آن، گروه با مصرف ۱ تا ۲ لیوان در روز قرار داشت. شیوع افسردگی و خودکشی در گروه‌هایی که به ترتیب ۳ لیوان، ۴ لیوان و ۵ لیوان یا بیشتر آب در روز مصرف می‌کردند، کمتر گزارش شده است. لازم به ذکر است هنگامی که شرکت‌کنندگان بر اساس میزان مصرف آب (کمتر از ۱ لیوان، ۱-۲ لیوان و ۳ لیوان یا بیشتر در روز) به سه گروه تقسیم شدند، نسبت شرکت‌کنندگان در هر گروه به ترتیب ۳،۹٪، ۱۸،۵٪ و ۷۷،۷٪ بود (Lee & Kim, 2024).

A13: کاهش اضطراب و حملات پانیک:

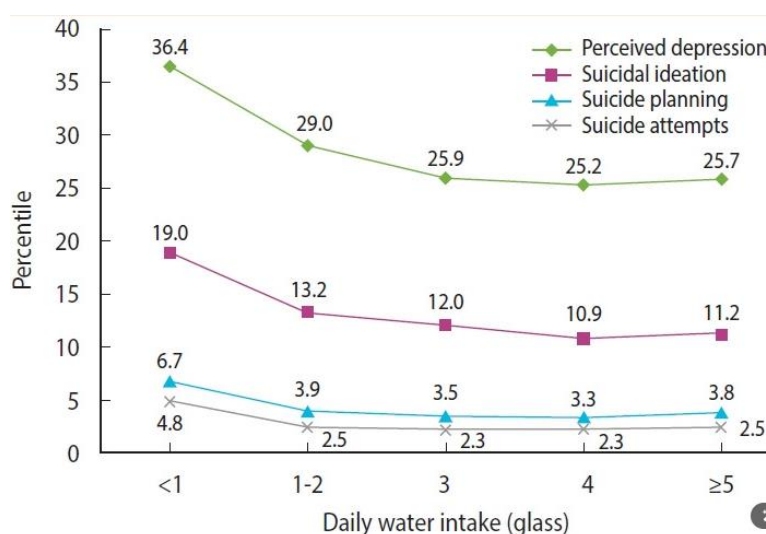
نوشیدن آب کافی می‌تواند افراد را در معرض خطر افزایش علائم اضطراب کنونی و احتمالاً ایجاد سطوح بالاتر اضطراب در آینده قرار دهد. به طور خلاصه، کم‌آبی باعث استرس می‌شود. آب دارای خواص آرام‌بخش طبیعی است که احتمالاً ناشی از رفع اثرات منفی کم‌آبی بر بدن و مغز است. نوشیدن آب کافی گامی در جهت مدیریت اضطراب است (Castro-Alija et al., 2024).

عوامل اصلی مؤثر در افسردگی و احساس ناتوانی در مقابله با عوامل استرس‌زا است. کم‌آبی می‌تواند اولین عامل استرس در بدن باشد و یک چرخه خودتداومی ایجاد کند که در آن کم‌آبی باعث استرس می‌شود و استرس به نوبه خود باعث کم‌آبی بدن می‌گردد. هنگام استرس، غدد آدرنال کورتیزول اضافی، که همان هورمون استرس است، تولید می‌کنند. این وضعیت می‌تواند منجر به خستگی غدد آدرنال و کاهش سطح الکترولیت‌ها شود. نوشیدن آب کافی می‌تواند به کاهش اثرات منفی روانی و فیزیولوژیکی استرس کمک کند (Masento et al., 2014).

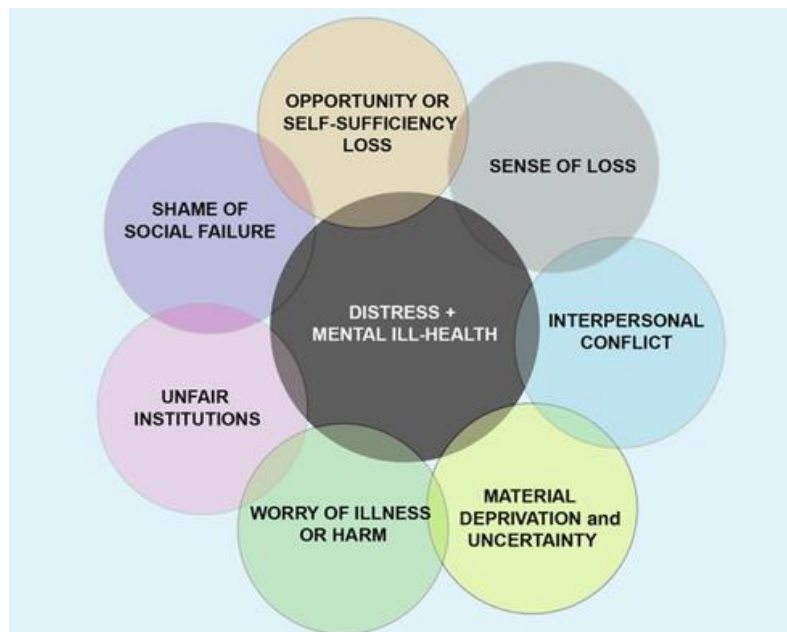
نمک‌زدایی آب دریا می‌تواند نقش مهمی در افزایش کیفیت زندگی و شادی در مناطق مختلف ایفا کند. دسترسی به آب سالم و تصفیه شده، به طور قابل توجهی راحتی را افزایش می‌دهد، به خصوص در مناطقی که هیچ جایگزین نزدیکی برای منابع آب وجود ندارد (Mishra, 2023).

در بسیاری از مناطق خشک و کم‌آب، مانند برخی نواحی خاورمیانه و شمال آفریقا، دسترسی به منابع آب شیرین طبیعی محدود است. استفاده از تکنولوژی نمک‌زدایی آب دریا می‌تواند این مشکل را حل کند و با فراهم آوردن آب آشامیدنی پاک، نه تنها مشکلات بهداشتی را کاهش دهد، بلکه باعث افزایش رفاه و شادی عمومی نیز شود (Pross et al., 2014).

علاوه بر این، داشتن دسترسی به آب تصفیه شده می‌تواند به کاهش زمان و انرژی صرف شده برای جمع‌آوری آب از منابع دوردست کمک کند. این امر به ویژه برای زنان و کودکان که معمولاً



شکل ۳: شیوع افسردگی، افکار خودکشی، برنامه‌ریزی برای خودکشی و اقدام به خودکشی بر اساس مصرف روزانه آب. برگرفته از مقاله (Lee & Kim, 2024)



شکل ۴: مکانیسم‌های احتمالی ارتباط ناامنی آب با پریشانی و بیماری‌های روانی. برگرفته از مقاله (Wutich et al., 2020)

مطالعه‌ای که در محله‌های فقیرنشین انجام شده است، بر نیاز به پرداختن به کمبود فیزیکی دسترسی به آب و پیامدهای روانی و جامعه‌شناختی برای جمعیت‌های آسیب‌پذیر تأکید کرده است. ناامنی آب تهدیدی قابل توجه برای سلامت و رفاه افراد ساکن در سکونتگاه‌های غیررسمی است (Brewis et al., 2021; Mishra, 2023). در این سکونتگاه‌ها، ساکنان اغلب مجبورند مسافت‌های طولانی را برای به دست آوردن آب طی کنند و منابعی که به آنها تکیه می‌کنند، اغلب غیرقابل اعتماد و مستعد آلودگی هستند که آب را برای مصرف نامناسب می‌کند. این وضعیت باعث ایجاد احساس اضطراب، نگرانی و ناامیدی در بین مردم می‌شود. برای بهبود شرایط، اقدامات مؤثری مانند توسعه زیرساخت‌های مناسب برای تأمین آب پاک و پایدار و همچنین آموزش عمومی در مورد اهمیت بهداشت آب ضروری است. همچنین، سیاست‌گذاری‌های عادلانه‌تر و توزیع بهتر منابع آب می‌تواند به کاهش این مشکلات کمک کند (Shinyemba & Cloete, 2023).

A14: کمک به کنترل نوسانات خلقی

عملکردهای شناختی خاص و حالات خلقی به طور مثبت تحت تأثیر هیدراتاسیون کافی قرار می‌گیرند، تأثیر کم‌آبی بدن بر خلق‌وخو به ویژه افراد مسن و کودکان، مرتبط است (Patsalos & Thoma, 2020). وضعیت هیدراتاسیون خوب می‌تواند به افزایش سطوح انرژی و بهبود خلق و خو کمک کند، که نتیجه آن کاهش

حملات پانیک می‌تواند از نتایج رایج اضطراب زیاد ناشی از کم‌آبی بدن باشند. حملات پانیک معمولاً محرک‌های فیزیکی دارند و یکی از این محرک‌ها کم‌آبی بدن است. هنگامی که بدن انسان کم‌آب شود، در معرض علائمی مانند افزایش ضربان قلب، سردرد، خستگی، ضعف عضلانی و سبکی سر قرار می‌گیرد که می‌تواند باعث حملات پانیک شوند (Masento et al., 2014).

آب در هر سیستمی در بدن انسان برای عملکرد تأثیر می‌گذارد و مغز نیز از این قاعده مستثنی نیست. در واقع، حدود ۷۵ درصد از بافت مغز را آب تشکیل می‌دهد. تحقیقات کم‌آبی را با افسردگی و اضطراب مرتبط دانسته‌اند، زیرا سلامت روان در درجه اول توسط فعالیت مغز ایجاد می‌شود. به طور خلاصه، کم‌آبی باعث می‌شود که عملکرد مغز کند گردد.

افراد تحت تأثیر ناامنی آبی ممکن است با احساس از دست دادن فرصت‌ها و خودکفایی مواجه شوند که منجر به از بین رفتن اعتماد به نفس و توانایی مدیریت زندگی روزمره می‌شود. حس فقدان منابع، درگیری‌های بین‌فردی و محرومیت مادی به شدت بر روابط اجتماعی و کیفیت زندگی تأثیر می‌گذارند. همچنین، نگرانی مداوم از بیماری یا آسیب جسمی ناشی از کمبود آب یا کیفیت پایین آن می‌تواند به افزایش استرس و اضطراب بیانجامد. ناامنی آبی حتی ممکن است به شرم از شکست اجتماعی و نابرابری‌های نهادی دامن بزند، که در نهایت به بروز مشکلات روانی و اضطراب‌های شدید منجر می‌شود (شکل ۴) (Wutich et al., 2020).

مشکلات با چالش مواجه سازد. علاوه بر این، کم‌آبی می‌تواند به بروز احساسات منفی مانند خستگی مفرط و تحریک‌پذیری منجر شود، که این‌ها به نوبه خود بر کیفیت زندگی روزمره تأثیر منفی می‌گذارند (Watanabe et al., 2024; Zhang et al., 2018). در این زمینه، فرایند نمک‌زدایی آب می‌تواند نقش مهمی ایفا کند؛ زیرا با تأمین آب آشامیدنی سالم و کافی، به مقابله با کم‌آبی کمک کرده و از تأثیرات منفی آن بر سلامت شناختی و روانی جلوگیری می‌کند. این تضمین دسترسی به آب سالم از طریق نمک‌زدایی، امکان پیشگیری و کاهش مشکلات ناشی از کم‌آبی را فراهم آورده و در نتیجه به بهبود عمومی کیفیت زندگی کمک می‌کند.

۳-۱-۳- تأثیرات منفی در سلامت انسان

A18: تأثیر منفی در اندام ها و بافتها، استخوانها و سیستم

ایمنی:

در هر فرایندی که ضدعفونی کردن آب انجام شود، ممکن به صورت ناخواسته محصولات جانبی ضدعفونی با خاصیت ژنوتوکسیک تولید شود که به DNA آسیب می‌زند و ضدعفونی کردن آب نمک‌زدایی شده نیز از این قاعده مستثنی نیست. این آسیب‌ها می‌تواند باعث بروز بیماری‌های مزمن مانند فشار خون بالا و بیماری‌های قلبی شود. همچنین، سطح بالای عنصر بُر در آب شیرین شده از دریا می‌تواند تأثیرات منفی بر استخوان‌ها و سیستم ایمنی بدن داشته باشد و باعث بروز مشکلات در بلندمدت شود. مصرف طولانی‌مدت این آب می‌تواند باعث بروز مشکلات جدی در سلامت انسان شود. در نتیجه، گرچه نمک‌زدایی آب دریا می‌تواند به رفع مشکل کمبود آب کمک کند، اما در صورتی که معدنی‌سازی مجدد نشود، نیازمند بررسی دقیق‌تری از تأثیرات بلندمدت آن بر سلامت انسان است (Zhang et al., 2023).

A19: تأثیر بر بیماران سرطانی:

در صورتی که آب نمک‌زدایی شده مجدداً معدنی‌سازی نشود، مصرف مزمن آب غیر معدنی می‌تواند تعادل یونی و مولکولی مایعات خارج سلولی و درون سلولی را تغییر دهد. این تغییرات می‌تواند به هیپوناترمی (کاهش سدیم خون)، هیپوکالمی (کاهش پتاسیم خون)، هیپومگنیزمی (کاهش منیزیم خون) و هیپوکلسمی (کاهش کلسیم خون) منجر شوند، که این شرایط در بیماران سرطانی بسیار شایع است. همچنین، اختلال در هموستاز

استرس و اضطراب و بهبود کلی سلامت روانی است (Tularam & Ilahee, 2007). فرایند نمک‌زدایی، که آب دریا را به آب آشامیدنی تبدیل می‌کند، نقش مهمی در افزایش دسترسی به آب سالم و کافی، به ویژه در مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند دارد. این دسترسی گسترده‌تر به آب تصفیه شده، می‌تواند به بهبود وضعیت هیدراتاسیون افراد کمک کند، که به نوبه خود تأثیر مستقیمی بر عملکرد شناختی و خلق و خو دارد (Belhassan, 2021).

A15: افزایش تمرکز:

مطالعات نشان می‌دهد که وضعیت هیدراتاسیون خوب باعث می‌شود که افراد در انجام فعالیت‌های ذهنی تمرکز بهتری داشته باشند و در حل مسائل و یادگیری موثرتر عمل کنند (Zhang et al., 2018). فرایند نمک‌زدایی، که آب دریا را به آب آشامیدنی سالم تبدیل می‌کند، در این زمینه نقش حیاتی ایفا می‌کند، زیرا با فراهم کردن دسترسی گسترده‌تر به آب سالم، به افزایش سطح هیدراتاسیون جمعیت کمک می‌کند. این امر نه تنها به بهبود عملکرد شناختی و کاهش خطرات سلامتی می‌انجامد، بلکه به ارتقاء کیفیت زندگی عمومی نیز کمک می‌کند (Wutich et al., 2020).

A16: بهبود کیفیت خواب:

مطالعات علمی نشان داده‌اند که کیفیت خواب می‌تواند به طور مستقیم تحت تأثیر نوشیدن آب سالم قرار گیرد (Godos et al., 2021). بر اساس تحقیقاتی که منتشر شده‌است، کمبود آب سالم ممکن است به افزایش علائم بی‌خوابی و کاهش کیفیت خواب منجر شود. مصرف آب آلوده می‌تواند منجر به مشکلات بهداشتی شود که بر کیفیت خواب تأثیر منفی می‌گذارد (Doran & Aschengrau, 2022). از طرف دیگر، دسترسی به آب آشامیدنی تمیز و سالم می‌تواند به بهبود کیفیت خواب و کاهش مشکلات مرتبط با خواب کمک کند. در نتیجه، دسترسی به آب آشامیدنی سالم نه تنها برای سلامت جسم بلکه برای بهبود کیفیت خواب نیز ضروری است (Yeboah et al., 2022).

A17: افزایش انرژی و کاهش خستگی:

کم‌آبی، حتی در سطح خفیف، می‌تواند به کاهش تمرکز و افزایش خستگی ذهنی منجر شود که این اثرات منفی بر عملکرد شناختی فرد می‌تواند او را در انجام وظایف روزانه و حل

الکترولیتی می‌تواند با تأثیرگذاری بر ریزمحیط تومور، به مراحل مختلف توسعه تومور کمک کند (Zhang et al., 2023).

۴- جمع بندی

این مطالعه با هدف بررسی کاربرد فناوری نمک‌زدایی آب به عنوان یک راه‌حل برای مقابله با بحران کمبود آب در مناطق خشک و کم‌آب، به مرور تأثیرات آن بر بهبود کیفیت آب و سلامت انسان پرداخته است. در این مطالعه، فرآیند نمک‌زدایی و تأثیر آن بر کاهش بیماری‌های منتقله از آب، بهبود بهداشت عمومی و ارتقاء کیفیت زندگی در مناطق کم‌آب بررسی شد. نتایج حاصل از این بخش نشان داد که:

۱- دسترسی به آب آشامیدنی سالم: استفاده از فناوری نمک‌زدایی به عنوان یک راه‌حل موثر برای تأمین آب آشامیدنی در مناطق خشک و کم‌آب اثبات شده است. این فناوری با حذف آلاینده‌ها از آب شور، آب سالم و مطابق با استانداردهای بهداشتی فراهم می‌کند که به بهبود سلامت عمومی و کاهش بیماری‌های منتقله از آب کمک می‌کند.

۲- مزایای بهداشتی: یکی از مزایای کلیدی نمک‌زدایی کاهش بیماری‌های منتقله از آب است. با حذف عوامل بیماری‌زا و آلاینده‌ها از آب شور، این فرآیند موجب کاهش بیماری‌های منتقله از آب می‌شود و به ارتقاء سلامت عمومی کمک می‌کند.

۳- بهبود کیفیت زندگی: دسترسی به آب آشامیدنی سالم و قابل اعتماد تأثیر مستقیمی بر بهبود شرایط زندگی دارد. تأمین آب بهداشتی برای بهبود بهداشت و کاهش بار بیماری‌های ناشی از آب آلوده ضروری است و باعث ارتقاء سطح رفاه افراد و جوامع می‌شود.

۴- تأثیر بر توسعه: نمک‌زدایی به عنوان یک راه‌حل برای مقابله با بحران کمبود آب، در توسعه نقش مهمی ایفا می‌کند. این فناوری به تأمین امنیت آب در بلندمدت کمک کرده و به بهبود وضعیت بهداشت عمومی در مناطق با منابع آبی محدود می‌پردازد.

۵- کاهش اثرات منفی با معدنی‌سازی مجدد: با وجود مزایای فراوان فناوری نمک‌زدایی، یکی از نگرانی‌های مطرح در زمینه سلامت، کاهش غلظت یون‌های ضروری مانند منیزیم و کلسیم در آب تولیدشده است. اجرای فرآیند معدنی‌سازی مجدد (remineralization) به عنوان یک راهکار فنی مؤثر، امکان جبران این کمبودها را فراهم می‌سازد و می‌تواند به طور معناداری از بروز اثرات منفی ناشی از مصرف آب فاقد مواد معدنی پیشگیری کند. اعمال این اقدام تکمیلی، نقش مهمی در ارتقای ایمنی، کیفیت و اثربخشی بلندمدت آب تولیدی از فرآیند نمک‌زدایی ایفا می‌کند.

۵- محدودیت‌ها و پیشنهادات برای ادامه پژوهش

با وجود مزایای فراوان نمک‌زدایی، چالش‌های زیست‌محیطی و بهداشتی نیز وجود دارد. مصرف بالای انرژی در فرآیندهای نمک‌زدایی ممکن است بر پایداری آن تأثیر بگذارد و دفع شورابه به عنوان یک محصول جانبی نمک‌زدایی، خطرات زیست‌محیطی ایجاد کند. برای بهره‌برداری بهینه از این فناوری، نیاز به تحقیقات بیشتر در زمینه بهبود کارایی فناوری‌های نمک‌زدایی، استفاده از منابع انرژی پاک‌تر برای تأمین انرژی مورد نیاز تأسیسات نمک‌زدایی و روش‌های سازگار با محیط‌زیست برای دفع شورابه است. همچنین تحقیقات آینده باید تأثیرات بهداشتی طولانی‌مدت آب نمک‌زدایی‌شده بر جمعیت‌ها و کارایی این فناوری در مناطق با چالش‌های مختلف کیفیت آب را بررسی کند.

دسترسی به داده‌ها

در این پژوهش داده‌ای تولید یا آنالیز نشده است.

تضاد منافع نویسندگان

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که، هیچگونه تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

References

Adewumi, A. J., & Laniyan, T. A. (2023). Contamination, ecological, and human health risks of heavy metals in water from a Pb-Zn-F mining area, North Eastern Nigeria. *J Water Health*, 21(10), 1470-1488. <https://doi.org/10.2166/wh.2023.132>

Ahrorbe, N., Myungjae, L., Jungjae, L., Hanbin, J., Seungjun, L., Seungmin, L., & Erkinovna, S. D. (2023). Hormonal Regulation. *Texas Journal of Multidisciplinary Studies*, 25, 39-43.

Albaker, W. I., Al-Hariri, M. T., Al Elq, A. H., Alomair, N. A., Alamoudi, A. S., Voutchkov, N., Ihm, S., Namazi,

- M. A., Alsayyah, A. A., AlRubaish, F. A., Alohli, F. T., Zainuddin, F. A., Alobaidi, A. A., Almuzain, F. A., Elamin, M. O., Alamoudi, N. B., Alamer, M. A., Alghamdi, A. A., & AlRubaish, N. A. (2022). Beneficial effects of adding magnesium to desalinated drinking water on metabolic and insulin resistance parameters among patients with type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled clinical trial. *NPJ Clean Water*, 5(1), 63. <https://doi.org/10.1038/s41545-022-00207-9>
- Asif, Z., Chen, Z., Sadiq, R., & Zhu, Y. (2023). Climate Change Impacts on Water Resources and Sustainable Water Management Strategies in North America. *Water Resources Management*, 37(6), 2771-2786. <https://doi.org/10.1007/s11269-023-03474-4>
- Baig, A., Sial, S. A., Qasim, M., Ghaffar, A., Ullah, Q., Haider, S., Fatima, S., Shawal, L., & Ather, N. (2024). Harmful Health Impacts of Heavy Metals and Behavioral Changes in Humans. *Indonesian Journal of Agriculture and Environmental Analytics*, 3(2), 77-90.
- Balawender, K., Łuszczki, E., Mazur, A., & Wyszynska, J. (2024). The Multidisciplinary Approach in the Management of Patients with Kidney Stone Disease—A State-of-the-Art Review. *Nutrients*, 16(12), 1932. <https://www.mdpi.com/2072-6643/16/12/1932>
- Balendra, V., Amoroso, C., Galassi, B., Esposto, J., Bareggi, C., Luu, J., Scaramella, L., & Ghidini, M. (2023). High-Salt Diet Exacerbates H. pylori Infection and Increases Gastric Cancer Risks. *J Pers Med*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/jpm13091325>
- Ballatori, N. (2002). Transport of toxic metals by molecular mimicry. *Environ Health Perspect*, 110 Suppl 5(Suppl 5), 689-694. <https://doi.org/10.1289/ehp.02110s5689>
- Belhassan, K. (2021). Water scarcity management. *Water safety, security and sustainability: Threat detection and mitigation*, 443-462.
- Blume-Peytavi, U., Kottner, J., Sterry, W., Hodin, M. W., Griffiths, T. W., Watson, R. E. B., Hay, R. J., & Griffiths, C. E. M. (2016). Age-Associated Skin Conditions and Diseases: Current Perspectives and Future Options. *The Gerontologist*, 56(Suppl_2), S230-S242. <https://doi.org/10.1093/geront/gnw003>
- Boschmann, M., Steiniger, J., Hille, U., Tank, J., Adams, F., Sharma, A. M., Klaus, S., Luft, F. C., & Jordan, J. (2003). Water-induced thermogenesis. *J Clin Endocrinol Metab*, 88(12), 6015-6019. <https://doi.org/10.1210/jc.2003-030780>
- Brewis, A., Roba, K. T., Wutich, A., Manning, M., & Yousuf, J. (2021). Household water insecurity and psychological distress in Eastern Ethiopia: Unfairness and water sharing as undertheorized factors. *SSM - Mental Health*, 1, 100008. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssmmh.2021.100008>
- Cabral, J. P. (2010). Water microbiology. Bacterial pathogens and water. *Int J Environ Res Public Health*, 7(10), 3657-3703. <https://doi.org/10.3390/ijerph7103657>
- Castro-Alija, M. J., Albertos, I., Pérez Íñigo, C., López, M., Jiménez, J. M., Cao, M. J., Trayling, M., & Ruiz-Tovar, J. (2024). Association between Anxiety Status and Hydration Status in Spanish University Students. *Nutrients*, 16(1), 118. <https://www.mdpi.com/2072-6643/16/1/118>
- Chakraborty, R., Khan, K. M., Dibaba, D. T., Khan, M. A., Ahmed, A., & Islam, M. Z. (2019). Health Implications of Drinking Water Salinity in Coastal Areas of Bangladesh. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(19), 3746. <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/19/3746>
- Charchar, F. J., Prestes, P. R., Mills, C., Ching, S. M., Neupane, D., Marques, F. Z., Sharman, J. E., Vogt, L., Burrell, L. M., Korostovtseva, L., Zec, M., Patil, M., Schultz, M. G., Wallen, M. P., Renna, N. F., Islam, S. M. S., Hiremath, S., Gyeltshen, T., Chia, Y. C., . . . Tomaszewski, M. (2024). Lifestyle management of hypertension: International Society of Hypertension position paper endorsed by the World Hypertension League and European Society of Hypertension. *J Hypertens*, 42(1), 23-49. <https://doi.org/10.1097/hjh.0000000000003563>
- Charcosset, C. (2022). Classical and Recent Developments of Membrane Processes for Desalination and Natural Water Treatment. *Membranes*, 12(3), 267. <https://www.mdpi.com/2077-0375/12/3/267>
- Chinebu, T. I., Okafor, K. C., Anoh, K., Uzoeto, H. O., Apeh, V. O., Okafor, I. P., Adebisi, B., & Okoronkwo, C. A. (2024). Smart waterborne disease control for a scalable population using biodynamic model in IoT network. *Computers in Biology and Medicine*, 181, 109034. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2024.109034>
- Choudhary, M., Muduli, M., & Ray, S. (2022). A comprehensive review on nitrate pollution and its remediation: conventional and recent approaches. *Sustainable Water Resources Management*, 8(4), 113. <https://doi.org/10.1007/s40899-022-00708-y>
- Çıtar Dazıroğlu, M. E., & Acar Tek, N. (2023). Water Consumption: Effect on Energy Expenditure and Body Weight Management. *Current Obesity Reports*, 12(2), 99-107. <https://doi.org/10.1007/s13679-023-00501-8>
- Conroy, D. E., Marks, J., Cutshaw, A., Ram, N., Thomaz, E., & Streeper, N. M. (2024). Promoting fluid intake to increase urine volume for kidney stone prevention: Protocol for a randomized controlled efficacy trial of the sipIT intervention. *Contemporary Clinical Trials*, 138, 107454. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cct.2024.107454>
- Cui, L., Li, S., Wang, S., Wu, X., Liu, Y., Yu, W., Wang, Y., Tang, Y., Xia, M., & Li, B. (2024). Major depressive disorder: hypothesis, mechanism, prevention and treatment. *Signal Transduction and*

- Targeted Therapy*, 9(1), 30.
- D'Elia, L., Galletti, F., & Strazzullo, P. (2014). Dietary salt intake and risk of gastric cancer. *Cancer Treat Res*, 159, 83-95. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38007-5_6
- Doccioli, C., Sera, F., Francavilla, A., Cupisti, A., & Biggeri, A. (2024). Association of cadmium environmental exposure with chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *Science of The Total Environment*, 906, 167165. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167165>
- Doran, C. R., & Aschengrau, A. (2022). Prenatal and early childhood exposure to tetrachloroethylene (PCE)-contaminated drinking water and sleep quality in adulthood: a retrospective cohort study. *Environmental Health*, 21(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s12940-021-00819-7>
- du Plessis, A. (2023). Water Resources from a Global Perspective. In *South Africa's Water Predicament: Freshwater's Unceasing Decline* (pp. 1-25). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-24019-5_1
- Earle, W. B., Ormseth, G., Morales-Alvarez, M. C., Kaushik, M., & Juraschek, S. P. (2024). Dietary Sodium Reduction Is Best for Reducing Blood Pressure: Controversies in Hypertension. *Hypertension*, 81(3), 510-515. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.123.20544>
- Edeki, P. E., Isah, E. C., & Mokogwu, N. (2023). Assessment of physicochemical and bacteriological quality of drinking water in Sapele local government area of Delta State, South-South, Nigeria. *Journal of Water and Health*, 21(2), 286-298. <https://doi.org/10.2166/wh.2023.246>
- Efeoglu, E., & Tuna, G. (2022). Determination of salt concentration in water using decision trees and electromagnetic waves. *Journal of Water and Health*, 20(5), 803-815. <https://doi.org/10.2166/wh.2022.302>
- Etale, A., Fielding, K., Schäfer, A. I., & Siegrist, M. (2020). Recycled and desalinated water: Consumers' associations, and the influence of affect and disgust on willingness to use. *Journal of Environmental Management*, 261, 110217. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110217>
- Ganie, S. Y., Javaid, D., Hajam, Y. A., & Reshi, M. S. (2023). Arsenic toxicity: sources, pathophysiology and mechanism. *Toxicology Research*, 13(1). <https://doi.org/10.1093/toxres/tfad111>
- García, A., Morais-Moreno, C., Samaniego-Vaesken, M. D. L., Puga, A., Partearroyo, T., & Varela-Moreiras, G. (2019). Influence of Water Intake and Balance on Body Composition in Healthy Young Adults from Spain. *Nutrients*, 11, 1923. <https://doi.org/10.3390/nu11081923>
- Godos, J., Grosso, G., Castellano, S., Galvano, F., Caraci, F., & Ferri, R. (2021). Association between diet and sleep quality: A systematic review. *Sleep medicine reviews*, 57, 101430.
- Hassan, S., Thacharodi, A., Priya, A., Meenatchi, R., Hegde, T. A., Thangamani, R., Nguyen, H., & Pugazhendhi, A. (2024). Endocrine disruptors: Unravelling the link between chemical exposure and Women's reproductive health. *Environmental research*, 241, 117385.
- Jeng, L., & Mirchandani, A. (2021). Chapter 20 - Skin health: what damages and ages skin? Evidence-based interventions to maintain healthy skin. In E. Short (Ed.), *A Prescription for Healthy Living* (pp. 225-233). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821573-9.00020-5>
- Johri, N., Jacquillet, G., & Unwin, R. (2010). Heavy metal poisoning: the effects of cadmium on the kidney. *BioMetals*, 23(5), 783-792. <https://doi.org/10.1007/s10534-010-9328-y>
- Katekar, V. P., & Deshmukh, S. S. (2021). Energy-Drinking Water-Health Nexus in Developing Countries. In M. Asif (Ed.), *Energy and Environmental Security in Developing Countries* (pp. 411-445). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63654-8_17
- Khoury, M. J., Bowen, M. S., Burke, W., Coates, R. J., Dowling, N. F., Evans, J. P., Reyes, M., & St Pierre, J. (2011). Current priorities for public health practice in addressing the role of human genomics in improving population health. *Am J Prev Med*, 40(4), 486-493. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2010.12.009>
- Kiremit, M. C., Boyuk, A., & Petkova, K. (2023). Fluid intake recommendations in urolithiasis and general advice to patients without metabolic risk factors. *World Journal of Urology*, 41(5), 1251-1259. <https://doi.org/10.1007/s00345-023-04285-3>
- Klauser, A. G., Beck, A., Schindlbeck, N. E., & Müller-Lissner, S. A. (1990). Low fluid intake lowers stool output in healthy male volunteers. *Z Gastroenterol*, 28(11), 606-609.
- Ko, K. P. (2024). Risk Factors of Gastric Cancer and Lifestyle Modification for Prevention. *J Gastric Cancer*, 24(1), 99-107. <https://doi.org/10.5230/jgc.2024.24.e10>
- Lee, J. W., & Kim, Y. (2024). Association of plain water intake with self-reported depression and suicidality among Korean adolescents. *Epidemiol Health*, 46, e2024019. <https://doi.org/10.4178/epih.e2024019>
- Lin, L., Yang, H., & Xu, X. (2022). Effects of water pollution on human health and disease heterogeneity: a review. *Frontiers in environmental science*, 10, 880246.
- Liu, Q., Deng, J., Yan, W., Qin, C., Du, M., Wang, Y., Zhang, S., Liu, M., & Liu, J. (2024). Burden and trends of infectious disease mortality attributed to air

- pollution, unsafe water, sanitation, and hygiene, and non-optimal temperature globally and in different socio-demographic index regions. *Global Health Research and Policy*, 9(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s41256-024-00366-x>
- Łojewska, J. N., Rosińska, K., Bochenek, O., Koper, M., Janicka, E. J., Perko, A., Rosiński, M., & Niedźwiedzka, M. (2024). The Impact of Nutrition and Exercise on Kidney Health: How to Prevent Kidney Stones? *Quality in Sport*, 22, 54268. <https://doi.org/10.12775/QS.2024.22.54268>
- Ma, H., Wang, X., Li, X., Heianza, Y., & Qi, L. (2022). Adding Salt to Foods and Risk of Cardiovascular Disease. *J Am Coll Cardiol*, 80(23), 2157-2167. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.09.039>
- Madhavan Unny, N., Zarina, A., & Beena, V. (2023). Fluid and Electrolyte Balance. In P. K. Das, V. Sejian, J. Mukherjee, & D. Banerjee (Eds.), *Textbook of Veterinary Physiology* (pp. 193-211). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9410-4_8
- Mandel, N. (1996). Mechanism of stone formation. *Seminars in Nephrology*,
- Masento, N. A., Golightly, M., Field, D. T., Butler, L. T., & van Reekum, C. M. (2014). Effects of hydration status on cognitive performance and mood. *British Journal of Nutrition*, 111(10), 1841-1852. <https://doi.org/10.1017/S0007114513004455>
- Mishra, R. K. (2023). Fresh water availability and its global challenge. *British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies*, 4(3), 1-78. <https://doi.org/10.37745/bjmas.2022.0208>
- Mueller, W., Zamrsky, D., Essink, G. O., Fleming, L. E., Deshpande, A., Makris, K. C., Wheeler, B. W., Newton, J. N., Narayan, K. M. V., Naser, A. M., & Gribble, M. O. (2024). Saltwater intrusion and human health risks for coastal populations under 2050 climate scenarios. *Scientific Reports*, 14(1), 15881. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-66956-4>
- Nguyen, L., Magno, M. S., Utheim, T. P., Jansonius, N. M., Hammond, C. J., & Vehof, J. (2023). The relationship between habitual water intake and dry eye disease. *Acta Ophthalmol*, 101(1), 65-73. <https://doi.org/10.1111/aos.15227>
- Nowińska, A. (2024). Dry Eye Disease: Chronic Ocular Surface Inflammation. In *Keratitis-Current Perspectives*. IntechOpen.
- Nussey, S., & Whitehead, S. (2001). In *Endocrinology: An Integrated Approach*. BIOS Scientific Publishers
- Copyright © 2001, BIOS Scientific Publishers Limited.
- Parmar, M. S. (2004). Kidney stones. *Bmj*, 328(7453), 1420-1424.
- Patel, A. I., Hecht, C. E., Cradock, A., Edwards, M. A., & Ritchie, L. D. (2020). Drinking water in the United States: implications of water safety, access, and consumption. *Annual Review of Nutrition*, 40(1), 345-373.
- Patsalos, O. C., & Thoma, V. (2020). Water supplementation after dehydration improves judgment and decision-making performance. *Psychological Research*, 84(5), 1223-1234. <https://doi.org/10.1007/s00426-018-1136-y>
- Perera, W. (2023). Water Hardness and Health. *Medical Geology: En route to One Health*, 129-141.
- Popkin, B. M., D'Anci, K. E., & Rosenberg, I. H. (2010). Water, hydration, and health. *Nutr Rev*, 68(8), 439-458. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00304.x>
- Pross, N., Demazières, A., Girard, N., Barnouin, R., Metzger, D., Klein, A., Perrier, E., & Guelinckx, I. (2014). Effects of changes in water intake on mood of high and low drinkers. *PLoS One*, 9(4), e94754. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094754>
- Rahman, M. S., Hossain, K. M., van Loenhout, J., Wallemacq, P., & Guha-Sapir, D. (2023). Effects of Salinity on Health due to Environmental Exposure: Experiences from Bangladesh. In *Coastal Disaster Risk Management in Bangladesh* (pp. 15-43). Routledge.
- Robertine, L.-F., Payne, V. K., Honorine, N. T., Mounchili, S., Saturine, M. M., Manjuh, B. R., Aboubakar, N. N., & Roland, B. (2021). Trends of potential waterborne diseases at different health facilities in Bamboutos Division, West Region, Cameroon: a retrospective appraisal of routine data from 2013 to 2017. *Journal of Water and Health*, 19(4), 616-628. <https://doi.org/10.2166/wh.2021.027>
- Sabale, R., Venkatesh, B., & Jose, M. (2022). Sustainable water resource management through conjunctive use of groundwater and surface water: a review. *Innovative Infrastructure Solutions*, 8(1), 17. <https://doi.org/10.1007/s41062-022-00992-9>
- Sehgal, S., Aggarwal, S., Banik, S. P., & Kaushik, P. (2024). Impact of Water Contamination on Food Safety and Related Health Risks. In F. Ahmad, Z. H. Mohammad, S. A. Ibrahim, & S. Zaidi (Eds.), *Microbial Biotechnology in the Food Industry: Advances, Challenges, and Potential Solutions* (pp. 337-363). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51417-3_14
- Sengupta, P. (2013). Potential health impacts of hard water. *Int J Prev Med*, 4(8), 866-875.
- Shahmirzadi, M. A. A., Hosseini, S. S., Luo, J., & Ortiz, I. (2018). Significance, evolution and recent advances in adsorption technology, materials and processes for desalination, water softening and salt removal. *Journal of Environmental Management*, 215, 324-344.
- Shinyemba, T. W., & Cloete, K. (2023). Exploring the nexus of water insecurity and psychological distress in Windhoek's informal settlements, Namibia. *J Water Health*, 21(8), 1051-1063. <https://doi.org/10.2166/wh.2023.076>
- Shuvo, S. D., Zahid, M. A., Rahman, M. M., & Parvin, R.

- (2020). Exploring the impact of soil and water salinity on dietary behavior and health risk of coastal communities in Bangladesh. *Journal of Water and Health*, 18(6), 1110-1123.
- Singh, S., Paswan, S. K., Kumar, P., Singh, R. K., & Kumar, L. (2023). Chapter 14 - Heavy metal water pollution: an overview about remediation, removal and recovery of metals from contaminated water. In S. K. Shukla, S. Kumar, S. Madhav, & P. K. Mishra (Eds.), *Metals in Water* (pp. 263-284). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95919-3.00018-5>
- Strazzullo, P., D'Elia, L., Kandala, N. B., & Cappuccio, F. P. (2009). Salt intake, stroke, and cardiovascular disease: meta-analysis of prospective studies. *Bmj*, 339, b4567. <https://doi.org/10.1136/bmj.b4567>
- Sultana, R., Salahuddin, M., & Ahmad, N. (2018). Economic Impact Water Quality. 19-24.
- Sun, Q., Guo, L., Hu, C., Liu, T., Sun, J., & Zhou, L. (2024). Health risk assessment of drinking groundwater in rural areas of Ru village and surrounding areas in Wutai County, China. *J Water Health*, 22(1), 183-196. <https://doi.org/10.2166/wh.2023.277>
- Talukder, M. R. R., Rutherford, S., Phung, D., Islam, M. Z., & Chu, C. (2016). The effect of drinking water salinity on blood pressure in young adults of coastal Bangladesh. *Environmental pollution*, 214, 248-254.
- Taneja, P., Labhasetwar, P., Nagarnaik, P., & Ensink, J. H. (2017). The risk of cancer as a result of elevated levels of nitrate in drinking water and vegetables in Central India. *Journal of Water and Health*, 15(4), 602-614.
- Thongprayoon, C., Krambeck, A. E., & Rule, A. D. (2020). Determining the true burden of kidney stone disease. *Nature Reviews Nephrology*, 16(12), 736-746. <https://doi.org/10.1038/s41581-020-0320-7>
- Tularam, G. A., & Ilahee, M. (2007). Environmental concerns of desalinating seawater using reverse osmosis. *Journal of Environmental monitoring*, 9(8), 805-813. <https://doi.org/10.1039/b704413f>
- Türk, T., Boyraz, T., & Alp, I. (2021). Fe-based layered double hydroxides for removing arsenic from water: sorption-desorption-regeneration. *Journal of Water and Health*, 19(3), 457-467.
- Vyas, A. H., Mehta, M. A., Kotecha, K., Pandya, S., Alazab, M., & Gadekallu, T. R. (2024). Tear film breakup time-based dry eye disease detection using convolutional neural network. *Neural Computing and Applications*, 36(1), 143-161. <https://doi.org/10.1007/s00521-022-07652-0>
- Watanabe, H., Kadokura, Y., Sugi, T., Saito, K., & Nagashima, K. (2024). Influence of sustained mild dehydration on thermoregulatory and cognitive functions during prolonged moderate exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 1-14.
- Wutich, A., Brewis, A., & Tsai, A. (2020). Water and mental health. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 7(5), e1461.
- Yang, Y., Cao, L., Xia, Y., & Li, J. (2022). The effect of living environmental factors on cardiovascular diseases in Chinese adults: results from a cross-sectional and longitudinal study. *European Journal of Preventive Cardiology*, 30(11), 1063-1073. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwac304>
- Yeboah, S. I. I. K., Antwi-Agyei, P., & Domfeh, M. K. (2022). Drinking water quality and health risk assessment of intake and point-of-use water sources in Tano North Municipality, Ghana. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 12(2), 157-167. <https://doi.org/10.2166/washdev.2022.152>
- Yurtdaş, G., Acar-Tek, N., Akbulut, G., Cemali, Ö., Arslan, N., Beyaz Coşkun, A., & Zengin, F. H. (2020). Risk factors for constipation in adults: a cross-sectional study. *Journal of the American College of Nutrition*, 39(8), 713-719.
- Zhang, J., Zhang, N., Du, S., He, H., Xu, Y., Cai, H., Guo, X., & Ma, G. (2018). The Effects of Hydration Status on Cognitive Performances among Young Adults in Hebei, China: A Randomized Controlled Trial (RCT). *Int J Environ Res Public Health*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph15071477>
- Zhang, Y., Xiao, Y., Xian, X., Wan, K., Yu, X., & Ye, C. (2023). Genotoxicity and Health Risk of Seawater Desalination Based on Reverse Osmosis: A Case Study of Two Seawater Desalination Plants in Zhoushan, China. *Water*, 15(13), 2470.
- Zuo, J., Chow, C. A., Dumée, L. F., & Prince, A. J. (2022). A Zero-Brine Discharge Seawater Desalination Using a Pilot-Scale Membrane Distillation System Integrated with Crystallizer. *Membranes*, 12(8), 799. <https://www.mdpi.com/2077-0375/12/8/799>
- احمد، ف.، یونس، ن.، و فاطمه راضی، آ. (۱۴۰۰). مروری بر کاربرد انرژی های تجدیدپذیر در سیستم های نمک زدایی از آب دریا. *اکو هیدرولوژی*، ۸(۱)، ۲۴۹-۲۸۲.
- خالقی، م. (۱۴۰۲). اثرات نمک‌زدایی آب دریا بر اکوسیستم دریایی هفتمین همایش بین المللی افق های نوین در علوم و مهندسی کشاورزی (با رویکرد آب، خاک و هوا)، <https://civilica.com/doc/1989373>
- نصیری، س.، سایبانی، م.، و سایبانی، س. (۱۳۹۹). اثرات زیست محیطی ناشی از نمک زدایی آب دریا با نگرش بر قوانین و مقررات بازدارنده در این حوزه از نظر حقوق و موازین داخلی و بین الملل کنفرانس بین المللی نمک زدایی و تصفیه آب، <https://civilica.com/doc/1182180>