Journal of Marine Medicine
Spring 2021, Volume 3, Issue 1
Pages: 1-7
10.30491/3.1.1

Practical Methods for Drinking Water Supply in Crisis and Emergency Situations

Rahim Keshavarz [1 *], Vali Alipour [2], Mohammad Mehdi Hosseini [3], Mehdi Safatian [4]

[1] Master of Environmental Engineering (Water and Wastewater), Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran
[2] Faculty member of School of Health, Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran
[3] Master students of Environmental Engineering, Estahban, Fars, Iran
[4] Master of Environmental Engineering (Water and Wastewater) Islamic Azad University, Tehran Branch, Tehran, Iran

Received: 10 March 2021 **Accepted:** 21 March 2021

Abstract

The importance of water and disease transmission has been known for a long time. One of the necessities of human life, both in times of peace and in times of crisis, is to drink "safe water". Drinking healthy, disease-free water plays an important role in preventing water-borne diseases such as acute and chronic diarrhea. Water-borne pathogens are abundant and include bacteria, viruses, protozoa, and parasitic worms.

Adequate water supply and water purification in emergency situations and control and monitoring of water quality have particular importance. The United Nations recommends that each person needs 20-50 liters of healthy freshwater per day to meet basic human needs such as drinking, cooking, and cleaning, of which 2-4 liters per day is sufficient for drinking and should be provided from the best quality water sources. The minimum amount of drinking water consumption on the first day after the occurrence of a catastrophe to survive in a mild climate and mountain conditions is one liter per day and to survive in hot and dry conditions 3 liters per day.

In the present review study, the practical and applied methods appropriate to the available technology for the drinking water supply of small communities have been presented.

Keywords: Crisis, Water Purification, Filtration, Solar Disinfection.

[*]**Corresponding author:** Rahim Keshavarz, **Email**: Mrahim_k@yahoo.com
Address: Hormozgan University of Medical Sciences, Bandar Abbas, Iran.

مجله طب دریا
دوره ۳، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰
صفحات: ۷-۱
10.30491/3.1.1

روش‌های کاربردی برای تامین آب شرب در شرایط بحران و اضطرار

رحیم کشاورز [۱] *، ولی علی پور [۲]، محمد مهدی حسینی [۳]، مهدی صفاتیان [۴]

[۱] کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست (آب و فاضلاب)، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، بندرعباس، ایران
[۲] عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، بندرعباس، ایران
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست استهبان، فارس، ایران
[۴] کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست (آب و فاضلاب) دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران، تهران، ایران

دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۲/۲۰ **پذیرش مقاله:** ۱۴۰۰/۰۱/۰۱

چکیده

اهمیت آب و انتقال بیماری توسط آن از زمان‌های بسیار دور شناخته شده است. یکی از ملزومات حیات بشری چه در زمان آرامش و چه در زمان بحران نوشیدن "آب سالم" است. نوشیدن آب سالم و عاری از عوامل بیماری‌زا نقش مهمی در پیشگیری از بیماری‌های منتقله از طریق آب مانند انواع اسهال‌های حاد و مزمن دارد. پاتوژن‌های منتقله آبی، بسیار زیاد بوده و شامل باکتری‌ها، ویروس‌ها، تک یاختگان و کرم‌های انگلی هستند.

تامین آب کافی و تصفیه آب در شرایط اضطراری و کنترل و نظارت بر کیفیت آب، از اهمیت خاصی برخوردار است. سازمان ملل توصیه می‌نماید که به ازای هر نفر ۵۰-۲۰ لیتر آب سالم شیرین در روز برای تامین نیازهای اساسی انسان مثل نوشیدن، پخت غذا و نظافت لازم است که ۴-۲ لیتر در روز آن برای شرب کافی است و باید از منابع آب با بهترین کیفیت تامین شود. مقدار حداقل مصرف آب شرب در اولین روز بعد از وقوع شرایط اضطراری برای زنده ماندن در یک شرایط معتدل آب و هوائی و کوهستانی یک لیتر در روز و برای زنده ماندن در شرایط گرم و خشک ۳ لیتر در روز و در کل ۴-۳ لیتر در روز به عنوان یک رهنمود ارائه شده است.

در مطالعه مروری حاضر، روش‌های اجرایی و کاربردی متناسب با تکنولوژی قابل دسترس برای تامین آب شرب جوامع کوچک معرفی و تشریح شده‌اند.

کلیدواژه‌ها: بحران، تصفیه آب، فیلتراسیون، گندزدایی خورشیدی.

*نویسنده مسئول: **رحیم کشاورز**. پست الکترونیک: Mrahim_k@yahoo.com
آدرس: دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، بندرعباس، ایران.

مقدمه

در بخش‌های مختلف دنیا، به خصوص در کشورهای در حال توسعه، از عمده‌ترین مشکلات گریبانگیر مردم و آسیب دیدگان در بحران‌ها، مشکل مربوط به آب است. این مشکل چه در هنگام حادثه و چه بعد از حادثه همواره سلامت مردم را تهدید کرده و در صورت بی توجهی یا کم توجهی در تأمین و نظارت بر آن به شدت بحران افزوده خواهد شد (۱).

تامین کیفیت آب آشامیدنی در شرایط عادی همواره با دقت و حساسیت خاصی صورت می‌گیرد، چرا که با هر لحظه غفلت احتمال ورود فاضلاب یا عوامل آلوده کننده به داخل شبکه‌ها و منابع آبی وجود دارد و زمینه برای افزایش بیماری‌ها فراهم خواهد شد. به همین دلیل وضعیت شرایط بحرانی و فقدان آب از یک طرف و آلودگی منابع آبی از طرف دیگر شدت حوادث را مضاعف می نماید (۲).

تخریب منابع آبی از قبیل چشمه‌ها، چاه‌ها، قنوات و مخازن زمینی و نیز شکستن منابع آب آشامیدنی و لوله‌های فاضلاب و تخریب تأسیسات و تلمبه‌خانه‌ها همراه با قطع برق از دلائل اصلی قطع آب یا آلودگی آب‌ها در شرایط بحران هستند. کمبود آب موجب شده تا آسیب‌دیدگان به آب‌های آلوده روی آورده و برای ادامه حیات هرگونه آبی را به مصرف برسانند. حتی تأمین آب از تانکرهای سیار یا نصب تانکرهای ثابت در نقاط آسیب دیده یا محل‌های موقت اسکان آسیب دیدگان به دلیل عدم حفاظت‌های لازم از زمان برداشت تا مصرف، خود نیاز به نظارت خاصی داشته و کنترل لحظه به لحظه‌ای را طلب می‌کند (۳). مطالعه حاضر در راستای دستیابی به روش‌هایی ساده، ارزان و اجرایی برای تامین آب شرب جوامع کوچک در شرایط بحران به بررسی متون منتشر شده پرداخته است.

اهمیت تأمین آب شرب در شرایط بحرانی

اهمیت آب با توجه به استعداد آن در انتشار بیماری ها، بسیار زیاد است و کمتر سرمایه‌گذاری مانند تامین آب سالم می تواند نتایج بهداشتی بسیار مطلوب و وسیع در پی داشته باشد، به نحوی که وفور یا کمبود آب سالم می تواند به معنای سعادت یا فقر و زندگی یا مرگ و حتی عامل بروز جنگ باشد (۴).

اگر آب مصرفی بعد از حادثه آلوده باشد می‌تواند منجر به شیوع اپیدمی های خطرناکی در منطقه شود و حادثه ای دردناک‌تر را در پی داشته باشد. با پیش‌بینی یک حادثه لازم است حتی‌الامکان، آب سالم تهیه و ذخیره شود تا در زمان بروز حادثه به دقت و حساب شده بین نیازمندان توزیع گردد (۴).

تامین آب سالم و کنترل کیفیت آن از جایگاه خاصی برخوردار است و یکی از بزرگترین چالش های اصلی در زمان وقوع حوادث طبیعی غیرمترقبه است. به همین دلایل تامین آب در محل مصرف ضروری است و باید درباره تامین آب بخصوص در شرایط اضطراری نگران باشیم و بهتر است همیشه نحوه تامین آب شرب از منابع پنهان در منطقه، برای چنین شرایطی از قبل به خوبی شناسائی شود (۵).

سیستم های تصفیه آب قابل حمل

دستگاه های تصفیه آب قابل حمل دارای طیف گسترده ای از نظر اندازه هستند. یکی از کوچکترین این واحدها دارای وزن ۲۵۰ گرم است. این واحد متشکل از یک جام معکوس حاوی کربن است که به منظور بهبود طعم و بو طراحی شده است. این واحد دارای ظرفیت حدود ۲۰۰ لیتر است. یک مثال از واحدهای بزرگتر دارای راسی از جنس فولاد ضد زنگ و یک محیط سرامیکی است که به عنوان واحد اولیه تصفیه قادر به کاهش آلاینده های بسیاری از جمله کیست ها، باکتری ها، سرب، کلر و دیگر فلزات سنگین است. پرکاربردترین (چندکاره)، با دوام ترین و قابل‌حمل‌ترین نمونه از این واحدهای بزرگ برای کاربرد در جاهای دور افتاده طراحی شده است. در این واحدها از فیلترها و قرص‌های کلر برای حذف باکتری، کیست، ویروس، کلر و مواد آلی استفاده می‌شود. واحدهای بزرگ از این نوع، دارای ظرفیت ۱۰۰۰۰ لیتر و قطعات قابل تعویض است (۶).

امروزه سیستم های تصفیه آب تجاری قابل حملی در دسترس هستند که با اتصال آن به منبع آبِ مطمئن و نیز استفاده از برخی وسایل ذخیره سازی یا توزیع آب، می توان آب مورد نیاز قربانیان شرایط اضطراری را در دسترس آنها قرار داد. در مورد منبع آب، بایستی مقامات بهداشتی محلی و یا کارگروه آب آشامیدنی برنامه ضربت آن را تایید کنند و نیز این اطمینان حاصل گردد که سیستم تصفیه، سطح کافی و قابل‌قبولی از تصفیه آب را تأمین می‌کند (۷).

فیلترهای تصفیه آب قابل حمل

در حال حاضر فن آوری های متعددی در دستگاه های تصفیه آبِ قابل حمل استفاده می‌شود، برخی از آنها مشترک و برخی از آنها جدید است. برخی برای استفاده عمومی و برخی دیگر برای یک آلاینده و یا مشکل خاص آب، مورد استفاده قرار می گیرند. در بسیاری از موارد برای ایجاد محصول نهایی از ترکیب یک تکنولوژی با انواع دیگر استفاده می شود (۸).

فیلترهای گرانولی کربن فعال

به منظور بهبود طعم و بو از طریق کاهش کلر، مواد شیمیایی صنعتی و بسیاری از آلاینده های آلی، گرانول کربن فعال قابل استفاده است. گرانول کربن فعال نیز می تواند به عنوان یک روش برای از بین بردن کلر یا ید پس از گندزدایی مورد استفاده قرار گیرد. فیلترهای حاوی گرانول کربن فعال توانایی حذف کیست ها و باکتری ها از طریق تصفیه مکانیکی را دارند (۹).

فیلترهای سرامیکی

فیلترهای سرامیکی نیز قادرند به روش مکانیکی عوامل بیماری‌زای آب مانند کیست ها و باکتری ها را پالایش کنند. میزان حذف و نوع پاتوژن قابل حذف به اندازه منافذ میکرونی بین اجزای فیلتر بستگی دارد. هر چه این اندازه کوچکتر باشد، امکان حذف عوامل بیماری‌زای ریزتر و بیشتری وجود دارد اما به فشار بیشتری برای پالایش آب نیاز خواهد بود (۱۰).

فیلترهای غشایی

فیلترهای غشایی ظرفیت بالایی برای حذف کلر و آلاینده های انتخابی مانند سرب، آرسنیک، کادمیوم، جیوه، کربنات کلسیم و منیزیم و باکتری ها دارند. به منظور استفاده طولانی مدت و بدون دردسر از غشاها در دستگاه های قابل حمل، پیش تصفیه برای حذف رسوب لازم است (۱۱).

سیستم های تصفیه با اسمز معکوس

امروزه کاربرد دستگاه های تصفیه آب به روش اسمز معکوس جایگاه خاصی پیدا کرده‌اند و با قابلیتهای بالائی که دارند توانسته‌اند نیاز تأمین آب شرب را در شرایط مختلف تامین کنند. این روش را می توان در شرایط بحرانی راه اندازی و بکارگیری نمود و به کمک آن آب شرب مصرفی مردم را تهیه کرد. این روش به علت دارا بودن غشا نیمه تراوا می‌تواند انواع آلاینده‌های آب مثل مواد آلی، باکتری‌ها و سموم و برخی عناصر، هیدروکربن‌ها و نمک‌های محلول را حذف نماید و روش مطمئنی در حوادث بیولوژیکی احتمالی در آینده می‌باشد و خود از حفاظت کافی برخوردار است (۱۲).

در شرایطی که حادثه ای نباشد، آب بعد از صاف‌سازی در تصفیه خانه ها و بعد از گندزدایی قابل شرب است، اما زمانی که حادثه ای اتفاق افتد لازم است آب بعد از فیلتر شدن با گذراندن فرایند تصفیه اسمز معکوس و سپس بسترهای کربن فعال و گندزدایی، مصرف شود تا از این طریق از عدم وجود آلودگی در آب اطمینان حاصل گردد (۱۳).

رزین های یددار شده

ثابت شده است که رزین های یددار شده روش بسیار خوبی برای از بین بردن باکتری ها و ویروس ها از آب هستند. علیرغم موثر بودن، این رزین ها پارامترهای مشخصی دارند. استفاده از آنها در خارج از چارچوب این پارامترها، باعث ایجاد تاثیرات منفی بر موثر بودن محصولات می‌گردند. یک بستر ثانوی برای از بین بردن نگرانی ناشی از ید در آب ضروری است (۱۴).

نی حیات انفرادی

نی حیات انفرادی تصفیه POU آب (شکل-۱) در جاهایی مصرف دارند که برای استفاده روزانه و تصفیه حجم نسبتا کم آب آشامیدنی (۲ لیتر در هر روز) طراحی شده اند (۱۵). هدف از کاربرد این دستگاه‌ها پاسخ به یک نگرانی رو به رشد در خصوص آلودگی میکروبی آب آشامیدنی می‌باشد. این دستگاه توسط همه افراد حتی کودکان برای تهیه آب آشامیدنی کارایی دارد و استفاده و حمل آن بسیار ساده است. نی حیات انفرادی، کم هزینه، دارای حمل و نقل آسان، و بدون نیاز به توان ورودی الکتریکی یا مکانیکی است. از این نی‌ها برای تصفیه آبهای بسیار آلوده به خصوص در شرایط بحرانی نظیر سیل و زلزله استفاده می‌شود. این نی‌ها مطابق استاندارد حفاظت محیط زیست آمریکا بوده و از جمله مزایای آنها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- حذف ۹۹/۹۹۹۹ درصد باکتریها؛ ۹۹/۹۹ درصد ویروس‌ها و ۹۹/۹ درصد انگلها و همچنین حذف کدورت آب
- عدم نیاز به برق، باطری و قطعات یدکی جایگزین
- سهولت در تمیز کردن پیش فیلتر و فیلتر اصلی

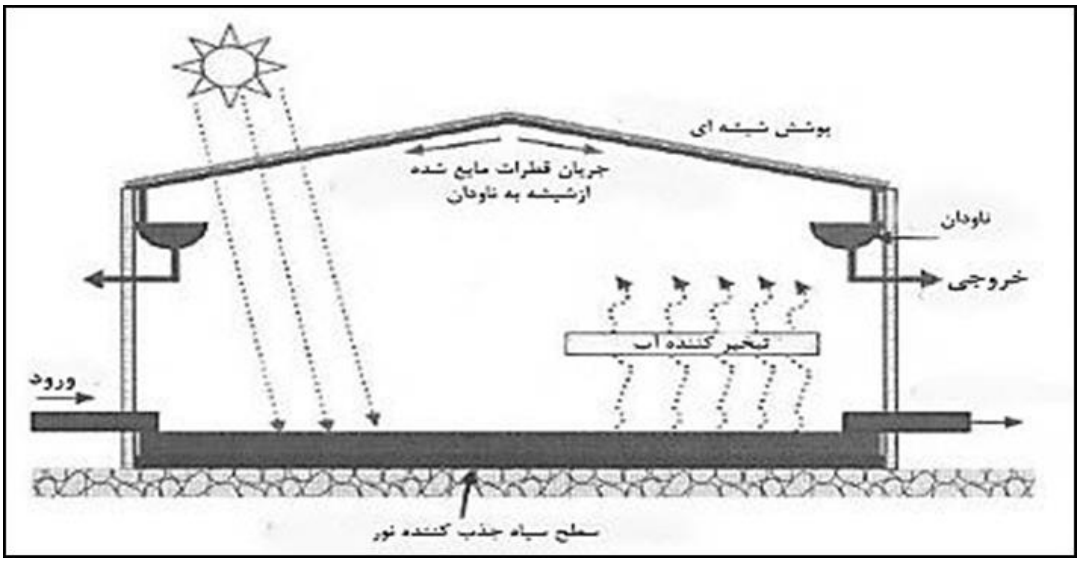
شکل-۱. یک نمونه نی حیات انفرادی

تبخیر خورشیدی

در این روش از انرژی حرارتی خورشید جهت تبخیر جزئی آب و تولید آب شیرین استفاده می شود. تبخیر خورشیدی عمدتاً برای مناطق دورافتاده، گرم و خشک مناسب است. در این روش از یک مخزن که سرپوش آن شیشه‌ای است، استفاده می‌گردد. محفظه بایستی آب‌بند بوده و از خروج بخارآب تولیدی جلوگیری کند. نور خورشید منجر به گرم شدن آب داخل مخزن و بخار شدن آن می‌شود. سپس بخار به سطح شیشه برخورد کرده و به صورت قطرات مایع پایین می‌چکد (۱۶) (شکل-۲).

گندزدایی

گندزدایی حداقل فعالیتی است که باید روی منابع آب حتی منابع زیرزمینی انجام شود تا قابل استفاده گردد. تاکنون برای گندزدایی آب، روش های مختلفی ارائه گردیده که مهمترین آنها کلرزنی، اوزن‌زنی و استفاده از دی اکسید کلر، برم، ید و نیز اشعه UV است (۱۷).



شکل-۲. تصفیه تبخیری جهت تولید آب شرب در شرایط بحرانی

جوشاندن آب

جوشاندن آب، ساده ترین و کاربردی ترین روش برای تامین آب در شرایط اضطراری در خانوارها است. حجم آب قابل جوشاندن نمی‌تواند خیلی زیاد باشد و فقط برای مصرف شرب استفاده می‌گردد. تامین منبع گرمایی در چنین شرایطی مهم است (۱۸).

کلرزنی

متداول‌ترین ماده شیمیایی که در تصفیه آب کاربرد دارد کلر و ترکیبات آن است. کلر علاوه بر اثر گندزدایی که دارد به علت داشتن ویژگی اکسیدکنندگی آن عناصری نظیر آهن، منگنز، هیدروژن سولفید و سیانور را اکسیده نموده و بعضی از عوامل مولد بو و طعم نامطبوع را از بین می‌برد (۱۹).

می‌توان از کلرزنی با استفاده از آهک کلردار، هیپوکلریت کلسیم و هیپوکلریت سدیم یا قرص های ید و کلر برای گندزدایی استفاده کرد. در صورت کلرزنی منابع عمومی آب، کلر باقیمانده آب شرب باید روزانه و بطور مرتب تعیین گردد و میزان آن در محل مصرف بین ۰/۳ تا ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر برسد. اگر آب شرب از طریق آب انبار یا برکه تأمین می گردد باید متناسب با حجم آب موجود به ازای هر مترمکعب آب ۵ گرم پرکلرین در یک سطل آب حل نموده و محلول را پس از ریختن در آب انبار یا برکه به مدت ۵ دقیقه بهم زد. در صورتی که روزهای بعد کلر باقیمانده به مقدار ۰/۳ میلیگرم در لیتر در آب مشاهده نگردد باید مجدداً عمل گندزدایی را تا رسیدن کلر باقیمانده به حد ۰/۳ تا ۰/۸ میلیگرم در لیتر، تکرار نمود (۲۰).

محلول کلر مادر

برای تهیه محلول کلر مادر جهت سالم‌سازی آب آشامیدنی در شرایط اضطراری و عدم دسترسی به آب آشامیدنی سالم، ۱۵ گرم هیپوکلریت کلسیم ۷۰٪ (پرکلرین) و یا ۳۳ گرم گرد سفیدکننده کلروردشو ۳۰٪، یا ۲۵۰ سی‌سی هیپوکلریت سدیم ۵٪ (آب ژاول)، یا ۱۱۰ سی‌سی هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ در یک بطری تیره یک لیتری ریخته و به آن آب اضافه می شود. محلول حاصل محلول ۱٪ کلر است.

محلول کلر ۱٪ باید در جای خنک و در ظرف دربسته و دور از نور خورشید نگهداری شود، زیرا به تدریج با گذشت زمان، کلر مؤثر خود را از دست می‌دهد و باید از تاریخ تهیه در کمتر از یک ماه مصرف شود. در مواقع مشکوک بودن آب در دسترس، سه قطره از محلول ۱٪ به یک لیتر آب اضافه شده و پس از ۳۰ دقیقه آب موردنظر مناسب شرب است. مقدار ۳ قطره محلول کلر برای آبهای روشن و زلال و برای آبهای تیره ۷ قطره بکار برده می شود (۲۱).

کوزه گذاری

کوزه گذاری یکی از بهترین راه های گندزدایی آب انبارها و چاه های آب بوده و به راحتی انجام می گیرد. برای این کار ابتدا یک کوزه معمولی را که معادل ۱۵ تا ۱۲ لیتر آب گنجایش دارد تهیه کرده و در سطح خارجی کوزه روزنه هایی ایجاد نموده و مقدار ۲۵ تا ۳۵ گرم از پودر پرکلرین را برداشته و در یک سطل پلاستیکی محتوی آب گرم حل می نمائیم. سپس محلول حاصل را وارد کوزه کرده و مابقی آن را تا دهانه کوزه از آب پر می کنیم و دهانه کوزه را محکم می بندیم. کوزه فوق را باید در عمق ۱ متری سطح آب آویزان نمائیم این کوزه قادر است آب چاهی را که روزانه معادل ۱۲۰۰ لیتر آب از آن برداشت می شود به مدت یک هفته ضدعفونی نماید. نوع دیگری از کوزه وجود دارد که در آبهای با حجم بیشتر و جاری می توان استفاده نمود. در این روش کوزه ای را با شرایط بالا تهیه کرده و در دو طرف آن دو سوراخ با قطر ۶ میلیمتر ایجاد می‌نمائیم سپس ۷۵ گرم از پودر پرکلرین را با ۳ لیتر ماسه مخلوط نموده و درون کوزه می ریزیم بقیه مراحل کار مانند کوزه قبلی

است. از این قبیل کوزه ها می توان جهت گندزدایی آبهای جاری مانند قنات و چشمه و چاههای عمومی که میزان برداشت بیشتری دارند استفاده نمود (۲۲).

قرص‌های گندزدایی کننده

استفاده از قرص ها راحت بوده و توزیع آنها در دسترس است و با آموزش به خانوار یا افراد و ارائه بروشور مربوطه قابل استفاده هستند. این قرص ها معمولاً توسط امدادگران بین افراد آسیب دیده توزیع می‌گردد و به ازای هر ۲۰ لیتر آب آشامیدنی یک قرص کلر کفایت می‌کند.

گندزدایی با اشعه خورشیدی (SODIS) Solar Disinfection

این روش گندزدایی برای تخریب پاتوژنهای موجود در آب قابل استفاده است و به این طریق باعث اصلاح کیفیت آب می شود. میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا تحت تاثیر دو عامل مهم از نور خورشید (تشعشعات طیف نوری UV-A با طول موج ۳۲۰ – ۴۰۰ نانومتر) و گرما (افزایش دمای آب) قابلیت آسیب پذیری دارند. برای حذف فعالیتهای بیولوژیکی، دما باید به ۶۵ درجه سانتیگراد برسد (۲۳).

گندزدایی خورشیدی در عین حالی که کیفیت میکروبی آب آشامیدنی را بهبود می بخشد، مزه و طعم آب را تغییر نمی دهد. این روش به دلیل کاربری آسان، در سطح منازل قابل استفاده است و از آنجا که متکی بر منابع محلی بوده و از انرژی خورشید استفاده می کنند، لذا برای اجرا نیاز به سرمایه گذاری کمی دارد. روش‌هایی مثل گودال خورشیدی و بطری ها متداولترین روش های این نوع گندزدایی هستند (۲۴).

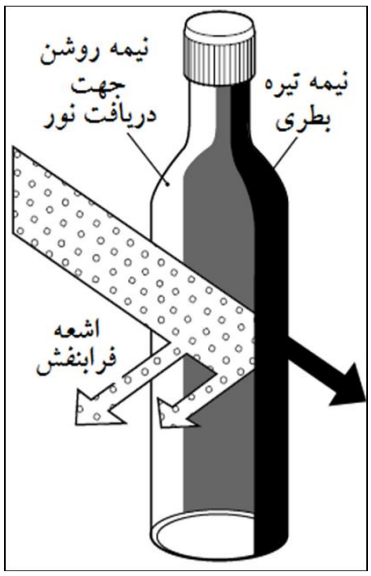
گودال خورشیدی

شامل یک گودال به ابعاد ۱۰ سانتی‌متر عمق و ۱ مترمربع سطح است که از یک لایه پلاستیک شفاف و پس از آن یک لایه پلاستیک مشکی برای آستر کردن آن می تواند استفاده شود. آب در این گودال ریخته می شود و سپس با لایه دیگری از پلاستیک پوشیده می گردد. چنین گودالی در یک روز آفتابی می تواند ۶۰ تا ۷۰ لیتر آب را گندزدایی و آماده شرب نماید (۲۵).

بطری خورشیدی

در این فرایند اشعه فرابنفش خورشید به منظور از بین بردن عوامل بیماری‌زای موجود در آب مورد استفاده قرار می گیرد. برای این منظور سه چهارم یک بطری روشن پلاستیکی را از آب پر کرده و در بطری را محکم ببندید و حدود ۲۰ ثانیه (حدود ۲۰ بار) آن را به طور کامل تکان دهید (این عمل باعث می شود اکسیژن موجود در یک چهارم باقی مانده بطری بخوبی در آب محلول شود و با حضور اکسیژن، کشتن باکتریها تسریع گردد)، سپس بقیه بطری را هم از آب پر کنید و در جایی ثابت آنها را در برابر نور خورشید قرار دهید. بطری‌ها می‌بایست در وضعیت افقی برای مدت ۶ ساعت در معرض نور خورشید قرار گیرند و در روزهایی که آسمان کاملاً از ابر پوشیده باشد، میزان عبور اشعه ماوراء بنفش به یک سوم کاهش می یابد بنابراین بهتر است بطری ها به مدت ۲ روز روی پشت بام بمانند. ترکیب اشعه فرابنفش و دمای ایجاد شده باعث گندزدایی آب می‌شود. اگر دمای آب درون بطری به بالاتر از ۵۰ درجه سانتیگراد برسد، یک دوره زمانی یک ساعته برای این منظور کافی است. برای گندزدایی خورشیدی لازم است آب شفاف باشد (۲۶).

شکل–۳ سیستم متشکل از بطری است که یک طرف آن تیره شده است (جهت افزایش میزان دمای دریافتی بطری). طرف دیگر بطری جهت دریافت نور روشن است.



شکل–۳. گندزدایی خورشیدی– روش بطری

لیمو و عصاره آن

یک روش ارزان قیمت برای گندزدایی آب در شرایط اضطراری است و وجود طعم لیمو در آب پس از ۳۰ دقیقه نشان دهنده اطمینان از مصرف آب است. می توان pH آب را قبل از مصرف کنترل نمود. وجود pH حدود ۴/۵ نشانگر تایید عمل گندزدایی است (۲۷).

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در کشور ایران شرایط اقلیمی مختلفی وجود دارد، لذا همه این فن‌آوری‌ها در مناطق مختلف ایران می‌تواند کاربرد داشته باشد. ضرورت دارد دست اندرکاران علم تولید آب شرب با بومی کردن این صافی‌ها شرایطی را فراهم آورند تا بتوان نیازهای آبی جوامع در معرض تهدید را برآورده سازند.

تشکر و قدردانی: از همه اساتیدی که در غنای مطالب حاضر یاری‌رسان بودند، نهایت تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می کنند که هیچ گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

نقش نویسندگان: همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می پذیرند.

منابع

1. Adams J, editor. Managing water supply and sanitation in emergencies. Oxfam; 1999. doi:10.3362/9780855987930
2. Zhang XJ, Chen C, Lin PF, Hou AX, Niu ZB, Wang J. Emergency drinking water treatment during source water pollution accidents in China: origin analysis, framework and technologies.
3. Van de Walle B, Turoff M. Decision support for emergency situations. InHandbook on decision support systems 2 2008 (pp. 39-63). Springer, Berlin, Heidelberg. doi:10.1007/978-3-540-48716-6_3
4. Gurzau AE, Borzan C, Lupsa IR, Sfetcu LO, Ivan AL, Gurzau S. Drinking Water Security in Crisis Situations From a Medical Perspective. InThreats to Global Water Security 2009 (pp. 51-58). Springer, Dordrecht. doi:10.1007/978-90-481-2344-5_6
5. Rak JR, Pietrucha-Urbanik K. An approach to determine risk indices for drinking water-study investigation. Sustainability. 2019;11(11):3189. doi:10.3390/su11113189
6. Zhang XJ, Chen C, Ding JQ, Hou A, Li Y, Niu ZB, et al. The 2007 water crisis in Wuxi, China: analysis of the origin. Journal of Hazardous Materials. 2010; 182(1-3):130-5. doi:10.1016/j.jhazmat.2010.06.006
7. Xu Y, Ma J, Liu D, Xu H, Cui F, Wang W. Origami system for efficient solar driven distillation in emergency water supply. Chemical Engineering Journal. 2019;356:869-76. doi:10.1016/j.cej.2018.09.070
8. Ghandi M, Roozbahani A. Tehran's Drinking Water Supply Management in Pre Crisis Situations Using the Fuzzy PROMETHEE II Method. Journal of Water and Wastewater; Ab va Fazilab (persian). 2019;30(4):1-5.
9. Hanna-Attisha M, LaChance J, Sadler RC, Champney Schnepp A. Elevated blood lead levels in children associated with the Flint drinking water crisis: a spatial analysis of risk and public health response. American journal of public health. 2016; 106(2):283-90. doi:10.2105/AJPH.2015.303003
10. Pavolová H, Muchová M, Hreha P. Management of Drinking Water Supply In Crisis Situatuations In The Slovak Republic. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM. 2011;2:911. doi:10.5593/sgem2011/s13.120
11. Loo SL, Fane AG, Krantz WB, Lim TT. Emergency water supply: a review of potential technologies and selection criteria. Water research. 2012; 46(10):3125-51. doi:10.1016/j.watres.2012.03.030
12. Bozek F, Jesonkova L, Dvorak J, Bozek M, Bakos E. Assessment of health risks to ground water resources for the emergency supply of population in relation to the content of nitrates and nitrites. International Journal of Environmental and Ecological Engineering. 2013 Jul 25;7(7):467-72.
13. Bei E, Wu X, Qiu Y, Chen C, Zhang X. A tale of two water supplies in China: finding practical solutions to urban and rural water supply problems. Accounts of chemical research. 2019;52(4):867-75. doi:10.1021/acs.accounts.8b00605
14. Smith AH, Lingas EO, Rahman M. Contamination of drinking-water by arsenic in Bangladesh: a public health emergency. Bulletin of the World Health Organization. 2000;78:1093-103.
15. Bozek F, Bozek A, Bumbova A, Bakos E, Dvorak J. Classification of Ground Water Resources for Emergency Supply. International Journal of Geological and Environmental Engineering. 2012;6(11):728-31.
16. Rak J, Pietrucha K. Some factors of crisis management in water supply system. Environment Protection Engineering. 2008;34(2):57.
17. Ozcelik M. Alternative model for electricity and water supply after disaster. Journal of Taibah University for Science. 2017;11(6):966-74. doi:10.1016/j.jtusci.2017.01.002
18. Tchórzewska-Cieslak B. Risk in water supply system crisis management. Journal of KONBiN. 2008; 5(2):175. doi:10.2478/v10040-008-0047-1
19. Brown J, Cavill S, Cumming O, Jeandron A. Water, sanitation, and hygiene in emergencies: summary review and recommendations for further research. Waterlines. 2012:11-29. doi:10.3362/1756-3488.2012.004
20. Rak J. Selected problems of water supply safety. Environmental Protection Engineering. 2009;35(29-35).
21. Pagano A, Giordano R, Vurro M. A Decision Support System Based on AHP for Ranking Strategies to Manage Emergencies on Drinking Water Supply Systems. Water Resources Management. 2021; 35(2):613-28. doi:10.1007/s11269-020-02741-y
22. Nabeela F, Azizullah A, Bibi R, Uzma S, Murad W, Shakir SK, et al. Microbial contamination of drinking water in Pakistan-a review. Environmental Science and Pollution Research. 2014;21(24):13929-42. doi:10.1177/095624780301500218
23. Bozek F, Bumbova A, Bakos E, Bozek A, Dvorak J. Semi-quantitative risk assessment of groundwater resources for emergency water supply. Journal of Risk Research. 2015;18(4):505-20. doi:10.1080/13669877.2014.910680
24. Callihan A. The Drinking Water Supply Crisis in Flint, Michigan: What It Exposes About Enforcement of Water Supply Law and Public Health in the United States. Tul. Envtl. LJ. 2015;29:303.
25. Fatoni Z, Stewart DE. Sanitation in an emergency situation: a case study of the eruption of Mt Merapi, Indonesia, 2010. International Journal of Environmental Protection. 2012;2:1-5.
26. Grigg NS. Institutional analysis of drinking water supply failure: Lessons from Flint, Michigan. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice. 2017;143(3):05016014. doi:10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000312
27. Hanrahan M, Jnr BD. The rocky path to source water protection: a cross-case analysis of drinking water crises in small communities in Canada. Water. 2017;9(6):388. doi:10.3390/w9060388