



# آب سالم در شرایط اضطرار و بحران



دکتر رامین نبی زاده، دانشیار گروه مهندسی بهداشت - دانشکده بهداشت - دانشگاه علوم پزشکی تهران  
دکتر سید مجید طباطبایی (M.P.H)

Dr.nabizadeh@kimiafaamgroup.com



## • مقدمه

یکی از ملزومات حیات بشری چه در زمان آرامش و چه در زمان بحران نوشیدن "آب سالم" می باشد. نوشیدن آب سالم و عاری از میکروبهای بیماریزا نقش مهمی در پیشگیری از بیماریهای منتقله از طریق آب مانند انواع اسهال های حاد و مزمن و ... دارد.

کشور ما در مکانی قرار دارد که در برخی مناطق آن آب به اندازه کافی یافت نمی شود و همواره امکان وقوع بحران در آن وجود داشته و خواهد داشت. بنابراین همه ما (و بخصوص نیروهای نظامی) موظفیم راههای ساده تهیه آب سالم را بدانیم و همواره آمادگی لازم جهت برخورد و مهار بحرانها را در خود تقویت نماییم.

البته این نکته را هم باید در نظر داشت که این میکروبهها علاوه بر انتقال از طریق آب آلوده امکان انتقال از روشهای دیگر مانند انتقال مستقیم از شخصی به شخصی دیگر، از طریق حیوانات اهلی، مگس، غذای آلوده و... را هم دارا می باشند. بنابراین این موضوع خیلی اهمیت دارد که برای پیشگیری از بیماریهای منتقله از طریق آب علاوه بر نوشیدن آب سالم (که روش تهیه آن در شرایط اضطراری در این جزوه آموزش داده می شود)، سایر نکات بهداشتی فردی و اجتماعی مانند شستن دستها پس از اجابت مزاج، دفع صحیح فاضلاب و ... نیز رعایت شوند.

در شرایط اضطراری و بحرانها معمولاً بسته به حجم بحران و شرایط مکانی و زمانی واحدهای بهداشتی درمانی و سایر سازمانهای ذیربط محلی امکانات لازم جهت استفاده از آب آشامیدنی سالم را فراهم می نمایند اما این امکان وجود دارد که بعد از وقوع برخی بلایای طبیعی مانند زلزله، سیل و ... و برخی شرایط اضطراری مانند مأموریت های خاص نظامیان، حجم وسیع بحران و سایر علل پیش بینی نشده آب بهداشتی در دسترس نباشد، در این شرایط ممکن است شما و اطرافیانتان نیاز به مصرف مقادیر بسیار کم آب در دسترس (مانند آبی که در گودالی جمع شده، در نهری جاری است و...) داشته باشید. در چنین شرایطی



انواع شربتها می بایست ضدعفونی شده باشد.

**الف)** در ساعات اولیه، هر چقدر که می توانید از آبهای آشامیدنی بهداشتی موجود مانند آب مانده در مخزن آبگرمکن، آب حاصل از ذوب تکه های یخ موجود در جایی، بطری های آب آشامیدنی موجود در یخچال و یا بطری های آب آشامیدنی تجاری (معروف به آب معدنی) با تاریخ مصرف مشخص استفاده نمایید.



**ب)** در صورت عدم دسترسی به آبی که به سلامتی آن اطمینان دارید می بایست قبل از استفاده از آب آن را ضدعفونی نمایید. روشهای مختلفی برای تصفیه و ضدعفونی آب در شرایط اضطراری و بحرانی وجود دارد که استفاده از هر کدام بستگی به امکانات در دسترس و محل مورد استفاده دارد. توجه داشته باشید که حتی آبهای به ظاهر صاف مانند آب چاه و چشمه هم ممکن است آلوده باشند و بهتر است قبل از مصرف آنها را ضدعفونی نمایید.

استفاده از آب چاه برای ضدعفونی بر سایر آبها ارجحیت دارد و چنانچه تصمیم به استفاده از سایر آبهای در دسترس مانند آب موجود در گودالها، جویها و ... دارید توجه داشته باشید که حتی المقدور از آبهایی استفاده نمایید که اشیاء شناور، کدورت و رنگ نداشته باشند زیرا اکثر روشهای ضدعفونی کننده بر آبهایی که دارای کدورت باشند کمتر اثر می گذارند. شایع ترین روشهای ضدعفونی آب در حجم کم شامل موارد ذیل می باشند:

- جوشاندن آب
- روش شیمیایی
- استفاده از نور خورشید

قبل از ضدعفونی آب به هر روشی، چنانچه قصد دارید از آبی استفاده نمایید که کدر یا رنگی است، ابتدا کدورت و رنگ آب را به وسیله بی حرکت نگه داشتن و ته نشین شدن ذرات معلق و برداشتن آب صافتر از قسمت بالاتر ظرف و گذراندن آب از چند لایه پارچه تمیز یا حوله، برطرف نمایید. (برخی از محققین بر اساس تحقیقاتی که انجام داده اند ادعا می کنند پارچه های کهنه و مندرس (و البته تمیز) که تاکنون بارها شسته شده اند بهتر از پارچه های نایلونی این کار را انجام می دهند زیرا فضای

بر هر شخصی و به خصوص نیروهای انتظامی واجب است که با روشهای کاربردی و ساده تصفیه و ضدعفونی آب از قبل آشنا باشند و آن را به سایرین نیز آموزش دهند.

به عنوان مثال در واقعه بزرگ تسونامی که اخیراً در جنوب شرقی آسیا اتفاق افتاد حجم فاجعه به قدری گسترده بود که تامین آب آشامیدنی سالم از طرف سازمانهای ذیربط، برای میلیونها حادثه دیده غیرممکن و خطر گسترش بیماریهای عفونی، در اثر مصرف آبهای آلوده به شدت مناطق آسیب دیده را تهدید می کرد و در برخی از مناطق مردم مجبور بودند با امکانات بسیار ابتدایی در دسترس اقدام به تصفیه و ضدعفونی

هر چند که امیدواریم چنین حوادث بزرگی هیچ وقت رخ ندهد اما تصور نمایید در یک شهر با جمعیت میلیونی در اثر وقوع زلزله شبکه های آبرسانی، گازرسانی و برق قطع شوند آن وقت فکر می کنید سازمانهای امداد رسان چقدر در انجام وظایف خود موفق خواهند بود؟ آیا به موقع خواهند توانست آب آشامیدنی بهداشتی برای تمام جمعیت در معرض خطر فراهم نمایند؟ و...

حتی در زلزله بم هم که تعداد آسیب دیدگان به مراتب کمتر از واقعه تسونامی بود با وجود اینکه در مراحل اولیه آب مورد نیاز شهر از طریق آبهای بسته بندی شده برطرف شد اما در مراحل بعد شاهد بودیم که به دلیل اختلالاتی که در سیستم آبرسانی شهر در اثر شکستگی ها و ... ایجاد شده بود، تا مدتها مردم با مشکل کم آبی مواجه بودند و...

بهر حال در این جزوه روشهایی ارائه می شود که شما بتوانید در شرایط اضطراری با حداقل امکانات (که احتمالاً موجود است)، آب آشامیدنی نسبتاً سالمی برای خود و اطرافیان فراهم نمایید. البته این امکان وجود دارد که در شرایط اضطراری از طرف سازمانهای ذیربط با توجه به شرایط مکانی و زمانی توصیه هایی ارائه شود که با برخی از موارد مذکور در این جزوه تفاوت داشته باشد که در این صورت رعایت توصیه های سازمانهای مسوول در اولویت اجرا می باشند.

#### • آب در شرایط اضطراری و بحران

همانطور که می دانید برای پیشگیری از انواع بیماریها آب مورد استفاده برای نوشیدن، آشپزی، مسواک زدن یا ساختن

بین الیاف پارچه ها پس از شستشو کوچکتر می شوند و ذرات ریز و برخی از میکروبهها مانند میکروب عامل و با در پرزهای این پارچه ها گیر میکنند و خطر ابتلا به بیماری را کاهش می دهند) آبی که برای ضد عفونی تهیه می شود می بایست در ظروف در دار که محکم بسته می شوند و مواد فساد پذیر در آنها نیست ذخیره شود. یک روش برای کاهش ذرات معلق اضافه کردن مقدار کمی مواد منعقد کننده مانند "آهک" به آب است. اگر مقدار کمی "آهک" را به آب اضافه کنید خواهید دید که مواد معلق به آهک می چسبند و ذرات بزرگتری را تشکیل داده و ته نشین می شوند.

### ۱- جوشاندن آب

جوشاندن آب موجب از بین رفتن باکتریهای آب و آماده شدن آب برای نوشیدن می شود. جوشاندن شدید به مدت یک دقیقه هر نوع موجود ذره بینی بیماریزا که در آب موجود است را خواهد کشت (در ارتفاعات بالاتر از ۱۶۰۰-۱۵۰۰ متر از سطح دریا سه دقیقه جوشاندن الزامی است). بی مزه بودن آب جوشیده شده را می توانید به وسیله هوادهی (آب جوشیده شده را چندین بار از ظرفی به ظرف دیگر تخلیه نمایید)، بی حرکت نگه داشتن آب به مدت چند ساعت یا اضافه نمودن مقدار کمی نمک (که بین دو انگشت شست و اشاره جا می شود) به ازاء هر لیتر آب جوشانده شده اصلاح نمایید. آبی که از این طریق بدست می آید ممکن است بعد از سرد شدن بسیار مستعد است که مجدداً آلوده شود بنابراین پس از استفاده از این روش بهتر است سریعتر آن را استفاده نمایید. آلودگی سریع آب پس از سرد شدن آب یکی از معایب این روش می باشد ضمن اینکه در شرایط اضطراری امکان تهیه ملزومات جوشاندن آب نیز معمولاً وجود ندارد.

### - قرصهای "کلر" و "ید":

در اندازه های مختلف و با دوزهای متفاوت در دسترس هستند و در برخی داروخانه ها و فروشگاههای لوازم ورزشی موجود می باشند. همچنین ممکن است این قرصها در مواقع بحرانی توسط مسوولین ذریبط در اختیار بحران زدگان قرار گیرند. معمولاً دستورالعمل استفاده از این قرصها در داخل پاکت یا کارتن آنها موجود می باشد و با توسط مسوولین آموزشهای لازم ارائه خواهد شد. اما اگر به این دستور العمل دسترسی نداشتید توصیه می شود به ازاء هر لیتر آب یک قرص استفاده نمایید. یکی از محدودیت های استفاده از ید این است که نمی توان از آن به مدت بیش از چند هفته برای ضد عفونی آب استفاده نمود.

- سفید کننده های خانگی (وایتکس = هیپوکلریت سدیم): محلولهای سفید کننده خانگی حاوی ترکیبات کلری هستند که می توانند آب را ضد عفونی نمایند. برای استفاده از این روش به درصد ترکیب کلر موجود در محلول سفید کننده که روی برچسب ظرف حاوی محلول سفید کننده به آن اشاره شده است توجه نمایید و بنا بر راهنمایی های جدول ذیل آب را ضد عفونی نمایید.

### نکات مهم:

- در صورت موجود نبودن قطره چکان در شرایط بحرانی می توانید با قاشق یا هر وسیله دیگر مقداری وایتکس بردارید و قطره قطره آن را در آب بچکانید.  
- اگر درصد کلر موجود در محلول سفید کننده (وایتکس) نامشخص بود ۱۰ (ده) قطره از محلول سفید کننده را به هر لیتر آب اضافه نمایید.

تعداد قطرات مورد نیاز به ازاء هر ۹۴۶ سی سی (حدود یک لیتر) آب		درصد کلر موجود
آب کدر، رنگی یا خیلی سرد	آب صاف	
۲۰	۱۰	٪۱
۴	۲	٪۴-۶
۲	۱	٪۷-۱۰

### ۲- روش شیمیایی

استفاده از "کلر" و "ید" دو روش عمده شیمیایی مورد استفاده می باشند. یکی از مزایای استفاده از روش شیمیایی این است که اثر مواد شیمیایی تا مدتی در آب ضد عفونی شده باقی می ماند و از آلودگی مجدد آن جلوگیری می کند. در روش شیمیایی اکثر موجودات ذره بینی بیماریزا از بین می روند، اما بر انگل ها و ویروسها نسبتاً بی اثر است. با توجه به اینکه آب چاهها نسبت به آب رودخانه ها، برکه ها و چشمه ها احتمال کمتری دارد که حاوی موجودات ذره بینی باشد برای ضد عفونی از طریق شیمیایی مناسبتر هستند. به طور کلی "کلر" و "ید" در آبهای که گرمتر باشند بهتر اثر می گذارند. در سطور ذیل ساده ترین روشهای شیمیایی شرح داده می شوند:

- برای آبهای کدر، رنگی یا آبهایی که خیلی سرد هستند میزان دو برابر کلر استفاده نمایید.

- تحقیقات اخیر نشان داده اند که استفاده از محلول سفید کننده تا ۸۵٪ موجب کاهش بیماریهای اسهالی می شوند.

آب ضد عفونی شده می بایست به طور کامل مخلوط شود و در حالی که روی آن را پوشانده ایم به مدت سی دقیقه ساکن باقی بماند. آب ضد عفونی شده می بایست کمی بوی کلر بدهد، اگر آب بوی کلر ندهد می بایست به همان مقدار محلول سفید کننده که استفاده کردیم مجدداً اضافه نماییم و اجازه دهیم مجدداً آب به مدت ۱۵ دقیقه بی حرکت باقی بماند. اگر آب ضد عفونی شده به شدت طعم کلر بدهد برای مطلوب نمودن طعم آن می توانیم آب را چند ساعتی در معرض هوا قرار دهیم یا چندین بار آن را از ظرفی به ظرف دیگر (به شرطی که این ظروف تمیز باشند) تخلیه نماییم.

نانوسیل D3 ترکیبی موثر جهت سالم سازی آب آشامیدنی می باشد.

## نانوسیل D3

نانوسیل D3 ترکیبی از پراکسید هیدروژن و به میزان کمی یون نقره (ppm) می باشد و به عنوان ضد عفونی کننده ای مؤثر، سازگار با محیط زیست و با حداقل عوارض جانبی و طیف اثر وسیع قادر به از بین بردن انواع عوامل بیماریزای آلوده کننده آب آشامیدنی می باشد. نانوسیل علاوه بر خاصیت ضد عفونی کنندگی اش، باعث پاک شدن و از بین رفتن لایه های میکروبی موجود در دیواره لو له ها (بیوفیلم ها) نیز می گردد. لذا میکروارگانیسم ها قادر به بقا و تکثیر نبوده و از آلودگی مجدد جلوگیری می گردد.

به منظور سالم سازی آب آشامیدنی با نانوسیل D3، 10 cc از آنر را با آب مخلوط کنید. پس از 30 دقیقه آب آشامیدنی ضد عفونی گردیده و اگر این مدت را به 4 ساعت افزایش دهید بهترین کیفیت آب آشامیدنی را خواهید داشت.

### 3- استفاده از نور خورشید

ضد عفونی آب به وسیله نور خورشید روش موثری است که در مواقع بحرانی می تواند مورد استفاده قرار گیرد. این روش اولین بار در سال 1984

توسط یونیسک معرفی شد و پس از بررسی های مختلف هم اکنون در بسیاری از مناطق دنیا که با کمی آب بهداشتی روبرو هستند مانند برخی کشورهای آمریکای جنوبی، آفریقای و آسیایی (مانند هند، پاکستان) و ... استفاده می شود. اشعه ماوراء بنفش و گرمای نور خورشید (که در اثر اشعه مادون قرمز به وجود می آید) دو عامل عمده ضد عفونی کننده نور خورشید هستند. در بعضی مناطق اثر اشعه ماوراء بنفش خورشید بیشتر است (مانند ارتفاعات) اما در مناطق دیگر هر دو با هم اثر می گذارند.

### روش اجرا:

یکی از اساسی ترین وسایل مورد نیاز برای این روش ضد عفونی، بطری های پلاستیکی شفاف (مانند بطری های نوشابه خانواده) می باشد. سایر وسایل ذکر شده در این جزوه جنبه کمکی دارند و نبود آنها خلل عمده ای به فرآیند وارد نمی کند.

بهتر است از قبل تعدادی از این بطری ها را محلی نگهداری نمایید و یا در کیف مخصوص که قبلا برای مواقع ضروری در نظر گرفته اید چند عدد از این بطری ها را قرار دهید در غیر این صورت در مواقع بروز بلاهای طبیعی بطری خالی را می توانید از اولین محموله آبی که به منطقه اعزام می شود تهیه نمایید. بطری ها می بایست تمیز و شفاف باشند بنابراین استفاده از بطری هایی که کمی رنگی هستند به هیچ عنوان توصیه نمی شود.

جنس بطری ها می بایست از جنس "پلاستیک شفاف" باشد. عمقی از بطری که در حالت افقی در معرض اشعه خورشید قرار می گیرد نباید از 10 سانتی متر بیشتر باشد که با توجه به این موضوع بطری های نوشابه خانواده مناسبترین گزینه برای استفاده در این روش می باشند. یکی دیگر از مزایای استفاده از بطری های نوشابه خانواده، خوب بسته شدن در این بطری ها می باشد که موجب عدم آلودگی مجدد آب بعد از ضد عفونی به وسیله اشعه خورشید می شود. بنابراین قبل از استفاده از این بطری ها از خوب بسته شدن در آنها مطمئن شوید.

در آب و هوای گرم برای سریعتر و بهتر بالا رفتن دمای درون بطری نیمی از بطری که در حالت افقی پایین قرار می گیرد (مطابق شکل ذیل) را با رنگ سیاه کنید اما در ارتفاعات بالا (بیش از 1600-1500 متر از سطح دریا بهتر است بطری ها را رنگ نکنید زیرا در این مکانها اثر اشعه ماوراء بنفش خورشید بیشتر است و با رنگ کردن بطری ها این اثر کاهش می یابد.



### جنس بطری ها :

جنس بطری ها میبایست از پلاستیک شفاف و بدون رنگ باشد. نکته مهمی که در انتخاب بطری مهم است قابلیت انتقال اشعه ماوراء بنفش (UV A) که خاصیت ضد عفونی کننده دارد می باشد.

قبل از انتخاب بطری مورد نظر به نکات ذیل توجه نمایید:

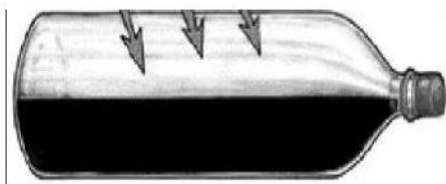
1- جنس بطری های پلاستیکی معمولاً یا از جنس "پی وی سی" (PVC) است (مانند بطری های آب معدنی) و یا از جنس "پت" (PET) (مانند بطری های نوشابه خانواده)، استفاده از بطری هایی که جنس آنها از "PET" می باشد بر بطریهایی که از جنس "PVC" هستند اولویت دارد که دلیل آن همانطور که قبلاً ذکر کردیم قابلیت بهتر عبور اشعه ماوراء بنفش توسط بطری های PET می باشد.

راه تشخیص PET از PVC این است که بطری هایی که از جنس PET می باشند رنگ شفاف دارند و بعد از فشار دادن و رها کردن آنها صدای خشکی از آنها شنیده می شود ضمن اینکه در اثر سوزاندن آنها سریعتر می سوزند و بوی خوبی از آنها متساعده می شود در حالی که بطری های از جنس PVC رنگ متمایل به آبی بسیار کم رنگی دارند و در اثر سوزاندن دیرتر می سوزند و بوی تندی دارند.

2 استفاده از بطری هایی که خیلی خراش دارند، قدیمی هستند و یا رنگ آنها عوض شده توصیه نمی شود.

3- استفاده از بطری های رنگی به هیچ عنوان توصیه نمی شود.

4- شیشه هایی که ضخامت آنها بیش از 2 میلی متر است اشعه ماوراء بنفش را از خود عبور نمی دهند بنابراین برای استفاده در روش ضد عفونی آب بوسیله نور خورشید مناسب نیستند. البته شیشه هایی که از جنس پیرکس هستند اشعه ماوراء بنفش را بهتر از شیشه های معمولی از خود عبور می دهند و مناسبتر هستند. ولی به طور کلی استفاده از شیشه توصیه نمی شود.



پس کردن بطری ها از آب و قرار دادن آنها در برابر نور خورشید:

قبل از استفاده از بطری ها برای اولین بار، ابتدا آنها را با

آب و کمی مایع ظرفشویی بشویید سپس سه چهارم بطری را از آب پر کنید 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 شود)، سپس بقیه بطری را هم از آب پر کنید و در جایی ثابت آنها را در برابر نور خورشید قرار دهید. بطری ها می بایست در وضعیت افقی در معرض نور خورشید قرار بگیرند در حالی که روی آنها به طرف خورشید است. (این جهت در کشور ما به طرف جنوب است).

بهتر است بطریها را در جایی قرار دهیم که نور خورشید را منعکس کند مثلاً روی یک فویل آلومینیومی براق یا روی یک تکه شیروانی آهنی و... بهتر است بطری ها را روی سقفهای پوشیده شده از کاه (حصیر) قرار ندهید زیرا خطر آتش سوزی وجود دارد.

بدیهی است اگر یک جعبه نسبتاً بزرگ که بطری داخل آن جا شود (مانند جعبه کفش یا جعبه میوه کوچک) را با فویل آلومینیومی براق بپوشانیم و بطری را داخل آن قرار دهیم دمای آب بهتر بالا می رود زیرا عوامل محیطی مانند نسیم و جابجایی هوا که موجب کاهش دمای درون بطری می شوند در این حالت کمتر اثر می گذارند و انعکاس اشعه های خورشید از دیواره جعبه هم موجب بالاتر رفتن دمای آب می شوند. البته در این حالت هم اگر مکان شما در ارتفاعات بالا نیست، بهتر است نیمی از بطری را رنگ کنید.

توجه داشته باشید که تکان دادن بطری ها فقط در ابتدای کار موثر است و ادامه تکانها در حین تابش خورشید موجب اختلال در روند ضدعفونی آب خواهد شد.

وقتی که نور خورشید بتابد، اشعه ماوراء بنفش موجب تولید ترکیبات فعالی از اکسیژن مانند رادیکال آزاد اکسیژن و پراکسید هیدروژن ( $H_2O_2$ ) می شود که موجب از بین رفتن میکروبهای آب می شوند. ضمن اینکه خود اشعه ماوراء بنفش مستقیماً ضد عفونی کننده آب می باشد. بطری ها را در حالت افقی به مدت ۶ ساعت در معرض نور خورشید قرار دهید البته اگر شرایط طوری باشد که دمای آب درون بطری به بالاتر از ۵۰ درجه سانتیگراد برسد یک ساعت هم کفایت می کند (این شرایط در کشورمان و بخصوص در تابستان براحتی فراهم می شود). این موضوع اهمیت دارد که بطری ها در ساعاتی که شدت تابش خورشید بیشترین قدرت را دارند (در اواسط روز) در معرض آفتاب قرار گیرند. اگر بطری ها را در ساعت ۶ صبح در معرض نور خورشید قرار دهیم و برای نهار آنها را برداریم ضد عفونی آب به اندازه کافی انجام نشده است. لازم است که بطری ها از ساعت ۹ صبح تا ۳ بعد از ظهر در معرض نور خورشید قرار گیرند. اگر بطری ها مدت بیشتری در معرض نور خورشید قرار گیرند و یا در تمام طول شب روی پشت بام بمانند، اشکالی ندارد. 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. یک عامل ضد عفونی کننده دیگر آب در این روش گرمایی است که در اثر تابش مستقیم اشعه خورشید (اشعه مادون قرمز موجود در نور خورشید) حاصل می شود در این حالت دمای آب ممکن است به ۷۵-۷۰ درجه سانتیگراد برسد که این همان دمایی است که

در صنعت برای پاستوریزاسیون شیر و دیگر مواد غذایی بکار برده می شود. (برای از بین رفتن اکثر میکروبهای بیماریزای موجود در آب الزامی وجود ندارد که آب جوشیده شود و دمای آب به مدت یک دقیقه به ۱۰۰ درجه سانتیگراد برسد زیرا دمای ۶۰-۵۰ درجه سانتیگراد به مدت یک ساعت نیز همان اثر را دارد).

مناسبترین محیط برای رشد و زندگی میکروبهای بیماریزا روده انسان است که محیطی تاریک، مرطوب و دمای ۳۷-۳۶ درجه سانتیگراد می باشد، بنابراین میکروبهها مقاومت بسیار کمی در برابر تغییرات محیطی مانند گرمای زیاد و اشعه های خورشیدی دارند.

همانطور که قبلاً گفتیم برای نفوذ بهتر اشعه ماوراء بنفش خورشید بهتر است بطری ها را در حالت افقی قرار دهیم و برای ازدیاد اثر گرمایی نور خورشید بهتر است نیمه پایینی بطری را با رنگ سیاه کنیم و بطری را درون یک جعبه کوچک که با فویل آلومینیومی براق پوشیده شده یا روی یک صفحه فلزی براق قرار دهیم تا گرمای ایجاد شده بیشتر شود. آبی که در این روش بدست می آید را می توانید مستقیماً از بطری مصرف نمایید و یا به ظرفی تمیز منتقل نمایید و مصرف نمایید. البته اگر آب را از بطری خارج نکنید بهتر است زیرا در بطری به خوبی بسته می شود و با توجه به اینکه درون بطری عاری از میکروبهای بیماریزا شده تا مدتی (حدود ۲ روز) احتمال آلودگی مجدد در آن کم است. برای موثر بودن این روش بهتر است آبهای صاف را برای این روش استفاده نمایید و در صورت در دسترس نبودن آب صاف و بدون کدورت بهتر است به روشی که در سطور فوق به آن اشاره شد آن را صاف نمایید.

#### تست تشخیص کدورت:

برای تشخیص این که کدورت آب برای روش ضد عفونی به وسیله نور خورشید مناسب است یا نه بطری حاوی آب را به صورت عمودی بر روی میزی (سطحی صاف) در سایه قرار دهید نوشته ای نسبتاً بزرگ که حدوداً ۱۵ سانتیمتر طول آن باشد را زیر آن قرار دهید اگر کدورت آب مناسب باشد حروف این کلمه باید قابل تشخیص باشند. بدیهی است هر چقدر حروف این کلمه بهتر دیده شوند کدورت آب بهتر است. در صورت مناسب نبودن کدورت آب بهتر است ابتدا به روشهایی که قبلاً ذکر گردید کدورت آب را کمتر نمایید.

مزایا و محدودیتها: محدودیت هایی که در استفاده از این روش وجود دارد این است که برای ضد عفونی حجم های زیاد قابل استفاده نیست و مستلزم وجود نور خورشید و آب نسبتاً صاف می باشد. اما مزایای آن در ساده بودن، ارزان قیمت بودن و عدم تاثیر بر مزه آب می باشد.

توجه به این نکته اهمیت دارد که در روش ضد عفونی آب به وسیله نور خورشید آب استریل که عاری از هر گونه موجود ذره بینی باشد حاصل نمی شود ولی موجودات ذره بینی باقی مانده اکثراً غیر بیماریزا هستند (مانند شیر پاستوریزه که دمای پاستوریزاسیون فقط میکروبهای بیماریزا را از بین می برد و برخی از میکروبهای غیر بیماریزا هنوز در آن باقی هستند). به هر حال اگر شرایط لازم برای اجرای این روش فراهم شود اکثر میکروبهای بیماریزای موجود در آنها مانند کلی فرم ها، میکروب عامل وبا و... در این روش از بین می روند.

عمودی) در برابر نور خورشید

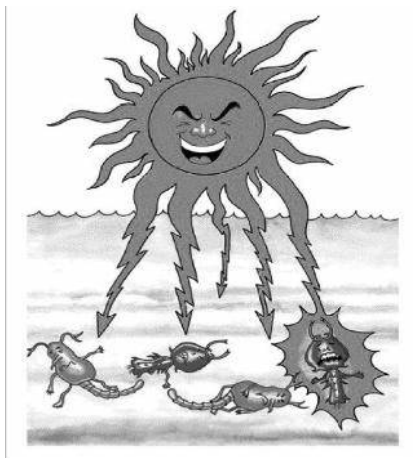
۲- هوای سرد و ابری

۳- استفاده از بطریهای خراش دار، قدیمی، تیره و رنگی

۴- کدر بودن آب

شکل ذیل روش ضدعفونی آب به وسیله نور خورشید به طور خیلی خلاصه بیان می کند:

شکل ۲: ضدعفونی آب بوسیله نور خورشید



شایع ترین روشهای ضدعفونی آب در سطح منازل شامل موارد ذیل می باشند:

- جوشاندن آب

- کلرزنی

- استفاده از نور خورشید

روش ضدعفونی آب به وسیله نور خورشید بدین طریق عمل می کند:

وقتی که نور خورشید مستقیم می تابد و به خصوص اشعه ماوراء بنفش در آن وجود دارد، به آب نفوذ می نماید و به طور کامل میکروبهای بیماریزا را تخریب می نماید. همچنین نور خورشید موجب بالا رفتن درجه حرارت آب می شود که به همراه روش فوق موجب کشته شدن میکروبهها خواهد شد.

تلفیق این دو اثر که به وسیله اثر اشعه ماورا بنفش و افزایش درجه حرارت می باشد موجب ضدعفونی شدن آب می شود که برای آشامیدن انسان مناسب می گردد. این نکته مهم است که بدانیم اشعه ماوراء بنفش یک ضدعفونی کننده قوی است که در کشورهای صنعتی برای ضدعفونی آب بکار می رود. آثار دیگر اشعه ماورا بنفش سوختگی پوست، آسیب به چشمها یا حتی موجب سرطان پوست می شود. میکروبههای بیماریزا موجود در آب به اشعه خورشید بسیار حساس هستند زیرا محیط اصلی زندگی آنها معده و روده انسان است. بنابراین آنها هیچگونه روش محافظتی علیه نور خورشید ندارند. به همین دلیل اشعه ماورا بنفش می تواند میکروبههای بیماریزا را بسوزاند و بکشد.

نکته بسیار مهم:

بطری مربوط به روش ضدعفونی به وسیله نور خورشید یک مخزن تمیز و بی خطر است که آب را در برابر آلودگی مجدد محافظت می نماید. بنابراین بهترین کار این است که آب ضدعفونی شده را در خود بطری مربوط به این روش نگهداری کرد نه در بطری دیگر زیرا ممکن است بطری دیگر آلوده باشد. از یک لیوان تمیز برای نوشیدن آب ضدعفونی شده استفاده نمایید.

شکل ۱: روشهای معمول برای ضدعفونی آب



اثر روش ضدعفونی به وسیله نور خورشید بستگی به میزان انرژی در دسترس خورشید دارد:

- ۱- اگر آسمان بدون ابر باشد و یا تا ۵۰٪ آن از ابر پوشیده باشد بطری ها باید به مدت ۶ ساعت در معرض نور خورشید باشند.
- ۲- اگر بیش از ۵۰٪ آسمان از ابر پوشیده باشد بطری ها باید دو روز پشت سر هم در معرض نور خورشید قرار گیرند.
- ۳- اگر دمای آب به ۵۰ درجه سانتیگراد برسد ، قرار دادن یک ساعت در معرض نور خورشید هم کفایت میکند.
- ۴- در روزهای بارانی روش ضد عفونی به وسیله نور خورشید به طور رضایت بخشی کار نمی کند. در این روزها توصیه می شود آب باران برای مصرف جمع آوری شود.

چه عواملی موجب کاهش اثر روش ضدعفونی به وسیله نور خورشید می شوند:

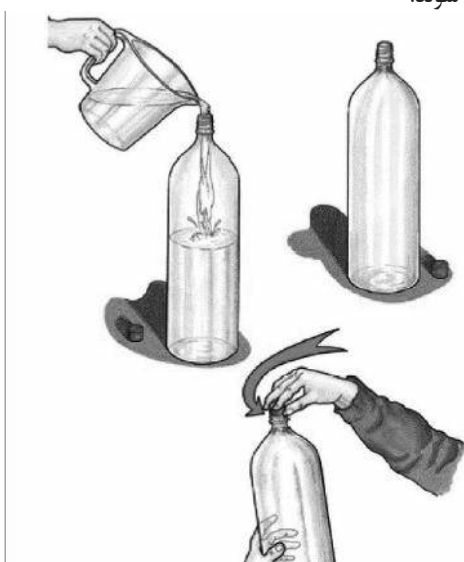
- ۱- نیمه پر بودن بطری یا قرار دادن بطری به طور ایستاده

- باشند و به خوبی محکم شوند.
- بطری ها می بایست از پلاستیک شفاف ساخته شده باشند زیرا نور خورشید از پلاستیک های رنگی نمی تواند عبور کند.
- بطری ها باید سالم باشند، نه شکستگی و نه ترک داشته باشند.
- بطری ها باید تمیز باشند. قبل از استفاده آنها برای اولین بار، بطری ها را با آب و کمی مایع ظرفشویی بشویید.
- بطری ها باید حجمی حدود ۱-۲ لیتر را در بر بگیرند.

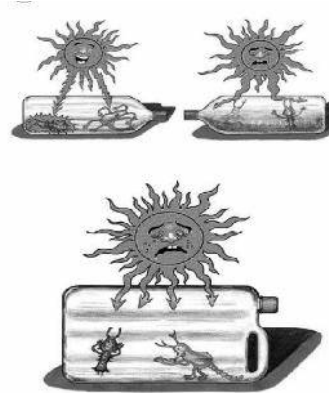


شکل ۵: آبهای کدر

- اگر آبی را که می خواهیم برای روش ضد عفونی آب به وسیله نور خورشید استفاده کنیم کدر باشد، توصیه می شود:
- اجازه دهید آب برای مدتی ساکن باشد (صبر کنید تا ذرات رسوب کنند و بعد آب را آهسته به ظرفی دیگر منتقل کنید)
- آب را با یک پارچه نرم صاف کنید. بعد از این کار آب تمیز تر خواهد شد.
- اگر شما امکان صاف کردن یا از ظرفی به ظرفی دیگر خالی کردن آب را ندارید این موضوع امکان پذیر است که از منعقد کننده ها (مانند آهک) استفاده نمایید. منعقد کننده ها ذرات را در کنار هم قرار می دهند و اجازه می دهند که سریعتر ته نشین شوند.



شکل ۶: پر کردن آب در بطری ها به طور کامل

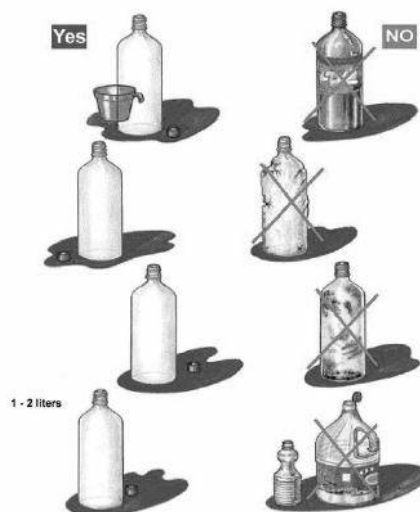


شکل ۳: تاثیر کدورت (آب) و عمق (پهنا) بطری

به منظور دستیابی به اثر مناسب اشعه خورشید دو حالت باید اجرا شود:

- ۱ - آب باید صاف باشد.
- اگر آبی که در معرض اشعه خورشید قرار می دهیم خیلی کدر باشد اشعه های خورشید نمی توانند به تمام قسمت های آب نفوذ کنند زیرا این اشعه ها به وسیله ذرات موجود در آب جذب می شوند. به عبارتی دیگر ذرات موجود در آب کدر موجودات ذره بینی بیماریزا را محافظت می کنند بنابراین اشعه های خورشید نمی توانند آنها را بکشند.

- ۲ - اندازه بطری باید مناسب باشد.
- ضد عفونی به وسیله نور خورشید روشی برای ضد عفونی مقادیر کم آب می باشد. برای حجم های بزرگ از آب این روش موثر نیست. بنابراین توصیه می شود برای استفاده از روش ضد عفونی به وسیله نور خورشید از بطری های با حجم ۱-۲ لیتر استفاده شود. عمق (ضخامت) ظرف مورد استفاده باید کمتر از ۱۰ سانتیمتر باشد، اگر ما از ظرفی با عمق بیشتر استفاده کنیم اشعه خورشید نمی تواند به همان شدت نفوذ کند. این موضوع موجب ضد عفونی ناکامل می شود.



شکل ۴: انتخاب بطری مناسب برای روش ضد عفونی آب با نور خورشید

برای ضد عفونی موثر آب به وسیله نور خورشید باید بطری مناسب انتخاب نمود. این نکته مهم است که بطری ها سرپوش داشته



برای اطمینان از ضدعفونی آب بطری ها می بایست بطری ها حداقل به مدت ۶ ساعت از صبح تا بعد از ظهر با آفتاب مواجهه داشته باشند. بهتر است بطری ها در تمام طول روز در معرض نور خورشید باشند. اگر زمان مواجهه کم باشد این احتمال وجود دارد که ضدعفونی کاملاً انجام نشود.

دانستن این موضوع اهمیت دارد که بطری ها در ساعاتی که شدت تابش خورشید بیشترین قدرت را دارند (در اواسط روز) در معرض آفتاب قرار گیرند. اگر بطری ها را در ساعت ۶ صبح در معرض نور خورشید قرار دهیم و برای نهار آنها را برداریم ضدعفونی آب به اندازه کافی انجام نشده است. لازم است که بطری ها از ساعت ۹ صبح تا ۳ بعد از ظهر در معرض نور خورشید قرار گیرند. اگر بطری ها مدت بیشتری در معرض نور خورشید قرار گیرند و یا در تمام طول شب روی پشت بام بمانند، اشکالی ندارد.

وقتی که هوا خیلی ابری است این موضوع اهمیت دارد که بطری ها را به مدت ۲ روز پشت سر هم در معرض نور خورشید قرار دهیم. اگر در تمام طول روز هوا بارانی باشد توصیه می گردد از روش دیگری مانند جوشاندن آب یا جمع آوری (بهداشتی) آب باران توصیه می شود.

برای افزایش اثربخشی ضدعفونی آب به وسیله نور خورشید در نواحی با آب و هوای گرم و ارتفاع کمتر از ۱۵۰۰ متر از سطح دریا توصیه می شود که یک طرف بطری را با رنگ سیاه رنگ آمیزی کنیم. اینطوری درجه حرارت افزایش می یابد و روش ضدعفونی به وسیله نور خورشید بهتر اثر می کند. در ارتفاعات بالا اشعه ماوراء بنفش خورشید اثربخشی روش ضدعفونی به وسیله نور خورشید را افزایش می دهد. بنابراین در ارتفاعات بالا پشت بطری ها رنگ نمی شود.

اگر تمام مراحل ذکر شده برای روش ضدعفونی به وسیله نور خورشید به درستی انجام شود آب تمیز و ضدعفونی می شود و برای مصرف بی خطر است.

### توصیه نهایی

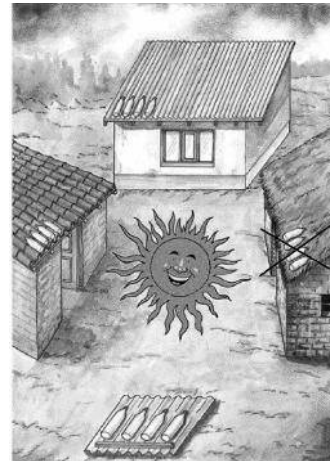
توصیه می شود به میزان دو برابر نیاز روزانه خود به بطری های مختص روش ضدعفونی به وسیله نور خورشید، بطری تهیه کنید تا در حالی که یک بطری در معرض نور خورشید قرار دارد بطری دیگر در منزل مصرف شود. بطری مربوط به روش ضدعفونی به وسیله نور خورشید یک مخزن تمیز و بی خطر است که آب را در برابر آلودگی مجدد محافظت می نماید. بنابراین بهترین کار این است که آب ضدعفونی شده را در خود بطری مربوط به این روش نگهداری کرد نه در بطری دیگر زیرا ممکن است بطری دیگر آلوده باشد. از یک لیوان تمیز برای نوشیدن آب ضدعفونی شده استفاده نمایید.

توصیه می شود آب ضدعفونی شده به وسیله نور خورشید طی دو روز پس از ضدعفونی به وسیله نور خورشید مصرف شود. ■

منابع

- 1) World Health Organization (WHO)
- 2) Center For Disease Control and Prevention (C.D.C)
- 3) www.sodis.ch

سه چهارم بطری را از آب پر کنید 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 شود)، سپس بقیه بطری را هم از آب پر کنید سرپوش بطری می بایست تمیز باشد.

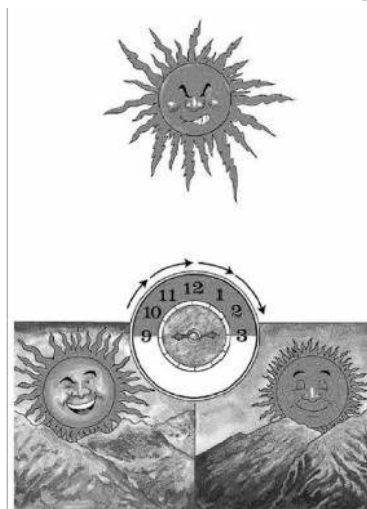


شکل ۷: قرار دادن بطری ها در برابر نور خورشید

بطری ها می بایست روی سقف های پوشیده شده با شیروانی آهنی براق یا یک تکه فویل آلومینیومی قرار داده شوند (بهتر است یک جعبه کوچک را با فویل آلومینیومی براق بیوشانید و بطری ها را درون آن قرار دهید). بطری ها را روی سقفهای پوشیده شده از کاه (حصیر) قرار ندهید زیرا خطر آتش سوزی وجود دارد.

بطری ها می بایست در وضعیت افقی در معرض نور خورشید قرار بگیرند در حالی که روی آنها به طرف خورشید است. (این جهت در کشور ما به طرف جنوب است).

این مطلب اهمیت دارد که مکان قرار دادن بطری ها جایی باشد که در طول روز در معرض نور آفتاب باشد، این بدان معنی است که از ۹ صبح تا ۳ بعد از ظهر آفتاب به آن مکان بتابد.



شکل ۸: قرار دادن بطری ها از صبح تا بعد از ظهر (حداقل ۶ ساعت)