

## بررسی دیدگاه جرجانی در زمینه‌ی آلودگی هوا و تصفیه‌ی آب در کتاب ذخیره‌ی خوارزمشاهی

کاظم ندافی<sup>۱</sup>، مهدی ناطق‌پور<sup>۱\*</sup>

### چکیده

یکی از منابع معتبر علمی قرن پنجم هجری در زمینه‌ی بهداشت و درمان کتاب ذخیره‌ی خوارزمشاهی است. این کتاب تألیف زین‌الدین ابوالبراهیم اسماعیل بن الحسن بن محمد بن احمد الحسینی الجرجانی است که در سال ۵۰۴ هجری قمری (مصادف با قرن دوازدهم میلادی) منتشر شده است و در سال ۱۳۵۲ با مقابله، تصحیح، تحشیه و تفسیر دکتر جلال مصطفوی توسط انتشارات آثار ملی تحت شماره‌ی ۹۷ انتشار یافته است. در کتاب سوم از این مجموعه به بعضی موضوعات بهداشتی اشاره شده که مقایسه‌ی آن با علوم روز نشان‌دهنده‌ی شناخت عمیق و دانش قابل توجه دانشمندان ایرانی در قرن پنجم هجری شمسی است. در این مقاله دیدگاه‌های جرجانی در زمینه‌ی آلودگی هوا، منابع آب، تصفیه و آزمایش آب با علوم امروز مقایسه و تطابق آن با دانش امروزی مورد بررسی قرار گرفته است.

آنچه مسلم است این‌که مفاهیم موجود در متن کتاب سوم ذخیره‌ی خوارزمشاهی قابل قیاس و تطبیق با مفاهیم امروزی علوم هستند و این موضوع می‌تواند به بازسازی هویت اسلامی - ایرانی در زمینه‌ی بهداشت عمومی کمک کند. از نکات بارز و جالب توجه دیگر در این کتاب به‌کارگیری بعضی واژه‌های فارسی مناسب و روان است که می‌تواند در انتخاب واژه‌های مناسب به دانشمندان امروز یاری رساند.

**واژگان کلیدی:** دیدگاه جرجانی، آلودگی هوا، تصفیه‌ی آب، ذخیره‌ی خوارزمشاهی

<sup>۱</sup> دانشیار دانشکده‌ی بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

\* نشانی: تهران، خیابان قدس، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده‌ی بهداشت، صندوق پستی ۶۴۴۶-۱۴۱۵۵، تلفن ۸۹۸۹۱۳۰

Email: nateghpour@sina.tums.ac.ir

## مقدمه

بر اساس مدارک و شواهد موجود، دانشمندان ایرانی در طول تاریخ نقش برجسته‌ای در پیشرفت و ارتقاء سطح دانش بشری داشته‌اند و در بعضی موارد نه تنها سرآمد دانشمندان روزگار خود بوده‌اند بلکه تا قرن‌ها این سیطره‌ی علمی را بر محافل علمی جهان حفظ کرده‌اند (۲، ۱). متأسفانه، در اکثر موضوعات علمی که تاریخچه‌ای بیان می‌شود این نقش و عظمت نادیده گرفته می‌شود و این وظیفه‌ی دانشمندان نسل حاضر است که هر یک در رشته‌های علمی خود، متون علمی به‌جا مانده از دانشمندان ایرانی را مورد بررسی قرار داده، این نقیصه را جبران نمایند؛ چه بسا از این رهگذر ایده‌ها و فرضیه‌های تازه‌ای برای تحقیق ایجاد شود و به گسترش علوم کمک نماید. از جمله مفاخر علمی قدیم ایران ابو ابراهیم اسماعیل بن الحسن بن محمد بن احمد الحسینی الجرجانی است. جرجانی در اواخر سده‌ی پنجم و اوایل سده‌ی ششم هجری می‌زیست. کتاب ذخیره‌ی خوارزمشاهی مجموعه‌ای علمی و تجربی در زمینه‌ی بیماری‌ها و درمان آن‌ها، بهداشت در ابعاد مختلف آن، اهمیت تغذیه و گیاهان دارویی است که توسط جرجانی نگاشته شده است. در کتاب سوم از این مجموعه به بعضی موضوعات بهداشتی در زمینه‌های مختلف از قبیل تغذیه، بهداشت مسکن، کیفیت هوا، کیفیت آب و تصفیه آن اشاره شده است که مقایسه‌ی آن با علوم روز نشان‌دهنده‌ی شناخت عمیق و دانش قابل توجه این دانشمند ایرانی در قرن پنجم و ششم هجری است. در این مقاله سعی شده است بعضی از دیدگاه‌های جرجانی در زمینه‌ی آلودگی هوا، منابع آب، تصفیه و آزمایش آب با علوم امروز مقایسه و تطابق آن با دانش امروزی مورد بررسی قرار گیرد.

آنچه مسلم است مفاهیم موجود در متن کتاب سوم ذخیره‌ی خوارزمشاهی قابل قیاس و تطبیق با مفاهیم امروزی علوم هستند و این موضوع می‌تواند به بازسازی هویت اسلامی - ایرانی در زمینه‌ی بهداشت عمومی کمک کند.

## روش کار

کتاب سوم ذخیره‌ی خوارزمشاهی مشتمل بر دو قسمت و هر قسمت هفت گفتار است. گفتار اول و دوم از قسمت اول کتاب مذکور به بهداشت محیط (آب، هوا، خاک و مسکن) اختصاص دارد. در این بررسی ابواب مرتبط با موضوعات یاد شده مطالعه و پس از تحلیل جوانب مختلف آن‌ها سعی گردید نقاط مشترک با یافته‌های امروزی دانشمندان و محققان بهداشت محیط استخراج و مورد مقایسه قرار گیرد.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی‌های گفتار اول و دوم در چند بخش ارائه می‌شود.

## ۱- کیفیت هوا

در باب سوم از کتاب سوم، قسمت اول کتاب ذخیره‌ی خوارزمشاهی در تعریف کیفیت هوا چنین آمده است:

«اگر چه هوا را کیفیتی خاصه است و ... این هوا که گرد مردم اندر آمده است و بدو<sup>۱</sup> نزدیک است هوای خالص نیست. لکن آمیخته است به بخارها و دودها و گردها و غیر آن و از کیفیت هر چیزی کیفیتی دیگر گیرد و هم‌چنین اندر هر فصلی از فصل‌های سال از کیفیت خاص خویش بگردد. .... و هوای نیک هوای صافی باشد که هیچ چیز غریب با وی آمیخته نبود (۳)».

در این تعریف به چند نکته اشاره شده است:

- ۱- به هوای آزاد که در تعریف امروز آلودگی هوا مورد توجه است، اشاره دارد.
- ۲- به هوای تروپوسفری اشاره کرده است که انسان در این لایه فعالیت و تنفس می‌کند. امروزه در بیان اثر بعضی از آلاینده‌ها نظیر ازن بر آن تأکید خاص می‌شود، چرا که ازن در لایه‌ی تروپوسفر آلاینده محسوب می‌شود ولی در لایه‌ی استراتوسفر به‌عنوان

<sup>۱</sup> به او

## ۲- کیفیت، تصفیه و آزمایش آب‌ها

در باب سوم از گفتار دوم از کتاب سوم، قسمت اول کتاب ذخیره‌ی خوارزمشاهی در زمینه‌ی کیفیت، آزمایش و تصفیه آب چنین آمده است:

اندر شناختن آب‌های گزیده

«حال‌های آب هر جایی دگر باشد نه از بهر آن‌که گوهر آب بگردد لکن از بهر آن‌که چیزها با وی آمیخته گردد و بر زمین‌های مختلف گذرد و از کیفیت زمین‌ها حال‌های او بگردد».

«اما گزیده‌ترین آبی، آب چشمه باشد نه هر چشمه، لکن چشمه‌ای که از زمین پاکیزه و یا از سنگ بیرون آید و هیچ چیز غریب با وی آمیخته نباشد و هیچ طعم و بوی و رنگ ندارد و آنچه از سنگ بیرون آید و بر سنگ رود عفونت کم‌تر پذیرد و این آب را طبیبان درست گویند و آنچه از زمین پاکیزه بیرون آید از بهر آن‌که زمین آب را بپالاید و اگر چیزی با وی آمیخته باشد از وی بستاند و از چشمه روان باید که باشد و بر صحرا رود و آفتاب بر وی تابد و باد بر وی زند و اگر آب بسیار باشد و به قوت رود چیزی که با وی آمیخته گردد بسیاری آب آن چیز را از طبع خویش بگرداند و اگر روی سوی مشرق دارد سخت نیک باشد خاصه که از راه دور آید و از این گذشته آن‌که روی سوی شمال دارد و آن‌که روی به مغرب دارد یا به جنوب نیک نباشد و اگر با این شرط‌ها از بلندی فرود آید گزیده‌ترین همه آب‌ها باشد، و آب‌هایی که ایستاده بسیار باشد اگر پوشیده باشد و آفتاب اندر وی نتابد بهتر از آن باشد که آفتاب اندر وی تابد و آب‌های نیک سبک باشد و زود سرد شود و زود گرم شود و اندر زمستان سردتر از آب‌های دیگر باشد و اندر تابستان گرم‌تر از آب‌های دیگر باشد و هیچ طعم و بوی ندارد و هر چه اندر وی پزند زود پخته شود و آب رود نیل را ستوده‌اند از بهر آن‌که سخت بسیار است و از دور همی آید و بر سرزمین‌های نیک می‌گذرد و از سوی جنوب به شمال همی آید و آب جیهون نیز ستوده است از بهر آن‌که بسیار است و از دور همی آید و روی سوی شمال دارد» (۳). در باب چهارم از همان مرجع در

لایه‌ی محافظ کروی زمین در برابر اشعه‌ی UV عمل می‌کند.

۳- به ناخالصی‌های هوا از قبیل بخارها، دودها و گردها و غیر آن اشاره می‌کند که در تعریف امروزی آلودگی هوا نیز دقیقاً این عبارات به کار می‌رود.

۴- به تغییرات فصلی کیفیت هوا به‌خوبی اشاره می‌کند که نشان‌دهنده‌ی آگاهی مؤلف کتاب به این موضوع است.

۵- هوای نیک را هوایی عاری از آلاینده‌ها و ناخالصی‌ها می‌داند.

تعریف بالا از کیفیت هوا با تعریف امروزی از آلودگی هوا وجوه اشتراک زیادی دارد و می‌توان ادعا کرد که تعریف امروزی آلودگی هوا با تکمیل تعریف جرجانی در طول قرون متمادی به‌دست آمده است؛ هر چند بدون شک جرجانی نیز از تعاریف دانشمندان پیش از خود در این زمینه بهره برده است. در منابع مختلف علمی جدید، تعاریف گوناگونی از آلودگی هوا ارائه شده است که در ذیل به بعضی از آن‌ها اشاره می‌کنیم.

حضور یک یا چند عامل آلوده‌کننده در هوا با غلظت و طول زمانی که ممکن است بر سلامتی انسان، گیاهان، حیوانات، و یا بر ساختمان‌ها اثرات زیان آور داشته و موجب سلب آسایش و راحتی، کاهش لذت از زندگی و فعالیت‌های صنعتی و اقتصادی انسان شود را آلودگی هوا گویند (۴).

هر گاه ماده‌ای با تراکم بیش‌تر از تراکم معمولش (بیش از حد استاندارد) در هوا یافت شود به آن آلاینده گویند (۵).

آلودگی هوا یعنی وجود یک یا چند آلوده‌کننده مانند گرد و غبار، گازها، بو، دود و بخارات در هوای آزاد با کمیت‌ها، ویژگی‌ها، و زمان ماندی که برای زندگی انسان، گیاه یا حیوانات خطرناک، و برای اموال مضر باشند و یا به‌طور غیرقابل قبولی مخل استفاده راحت از زندگی و اموال گردد (۶).

آلوده‌کننده‌های هوا شامل دود، بخار، خاکستر فرار، گرد و غبار، دوده، گازها، بوها، ذرات مواد رادیو اکتیو، مواد شیمیایی زیان آور و یا هر ماده‌ی دیگری در هوای آزاد است (۷).

زمینه‌ی آزمایش آب‌ها چنین آمده است:

اندر آزمودن آب‌ها

«طریق آزمودن آب‌ها از چند روی است:

از رنگ و بوی و طعم و از روشنی و تیرگی و از آن‌که زود روشن شود و یا دیر و از آن‌که چیزی اندر وی بپزند زود پخته شود یا دیر و از آن‌که زود سرد شود یا دیر و از سبکی و گرانی و دستور آزمودن آب از این همه رویها سخت ظاهر است و آزمودن سبکی و سنگینی آب آن است که پیمانه از آبی پر کنند و برکشند و همین پیمانه را از آبی دیگر پر کنند و برکشند آن‌چه سبک‌تر باشد وزن او کم‌تر باشد و دستوری دیگر آن است که دو خرقة یا دو پاره پنبه هر دو به یک وزن هر دو را تر کنند و اندر آفتاب نهند تا خشک شود و هر دو را باز برکشند آن‌چه پنبه او سبک‌تر باشد و هم‌چنین آن‌چه پنبه او زودتر خشک شود سبک‌تر باشد» (۳).

در باب پنجم از همان مرجع در زمینه‌ی تصفیه‌ی آب چنین آمده است:

اندر تدبیر به صلاح آوردن آب‌ها

«از تدبیرها که آب‌های بد را به صلاح آرد و تباهی آن را بشکنند و مضرت آن باز دارد یکی آن است که او را بسیار بار بپالایند بخرقه‌های دو توی پاکیزه و یا اندر سفال‌های نو کنند تا از وی بترابد. دیگر آن‌که آب را با خاک پاکیزه به هم زنند نیک بر طریق این‌که مسکه<sup>۱</sup> خواهند گرفت پس بنشانند و بپالایند و سدیگر<sup>۲</sup> آن‌که بپزند چه بیش‌ترین آب‌های بد را پختن به صلاح آرد خاصه اگر با خاک پاکیزه بپزند و اگر این خاک، خاک شهر خویش باشد بهتر است و اگر پاره‌ای پنبه پاکیزه و یا پشم پاکیزه اندر آب افکنند و بپزند و آن پنبه را بفشارند آب پالوده شود و نیک باشد و اگر بی آن‌که بپزند پنبه پاکیزه اندر آب افکنند تا تر شود و بفشارند بی آن‌که بپزند پالودنی نیک باشد چهارم آن‌که آب را مصعد<sup>۳</sup> کنند و بچکانند

<sup>۱</sup> کره

<sup>۲</sup> سومین

<sup>۳</sup> از حالت بخار به حالت مایع در آوردن

<sup>۴</sup> فتیله

بر طریق گلابگیران و تدبیر پنجم آن‌که دو قدح در پهلوی یکدیگر بنهند و یکی را پر آب کنند و دیگری تهی بگذارند و از پشم پاکیزه پلته<sup>۴</sup> کنند و یک سر پلته اندر قدح نهند و دیگر سر اندر قدح تهی نهند آبی پالوده بدین پلته از قدح آب برین قدح تهی باز آید و اگر عیب آن آب غلیظی باشد چون بپزند نیک شود» (۳).

آن‌چه امروزه تحت عنوان کیفیت، آزمایش و تصفیه‌ی آب مطرح است درسه باب از کتاب مذکور و طی چندین سطر آمده است. ما در این‌جا بخش‌هایی از متن یاد شده را با مطالب مشابه در متون جدید علمی تطبیق می‌دهیم تا میزان دانش مؤلف در هر زمینه آشکار گردد.

اصولاً آبی که برای آشامیدن استفاده می‌شود می‌تواند از منابع سطحی و زیر زمینی باشد. چرخه‌ی آب در طبیعت از آب باران و ذوب شدن برف آغاز می‌شود. این آب‌ها در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها جمع می‌شوند و منابع آب سطحی را پدید می‌آورند و بخشی از آن از طریق لایه‌های زمین به داخل آن نفوذ می‌کند و سفره‌های آب زیرزمینی را پدید می‌آورد. سفره‌های آب زیر زمینی از طریق چاه، چشمه و قنات در دسترس انسان قرار می‌گیرد.

بی شک منظور از «حال‌های آب» کیفیت آب<sup>۵</sup> است که در اثر ورود ناخالصی‌ها دست‌خوش تغییر می‌شود. در این متن تغییر کیفیت آب در اثر تماس با زمین مورد اشاره قرار گرفته است، اصولاً آب دارای قابلیت انحلال املاح معدنی است و به دلیل وجود این خاصیت آب پس از جریان بر سطح زمین و نفوذ از لایه‌های مختلف آن بعضی از ناخالصی‌ها را در خود حل می‌کند و به همین جهت، معمولاً آب خالص در طبیعت یافت نمی‌شود و همه‌ی منابع آب که در دسترس بشر است دارای درجاتی از ناخالصی است که این ناخالصی‌ها می‌تواند حالت گاز (مانند اکسیژن، دی اکسید کربن و سولفید هیدروژن) یا حالت جامد (مانند املاح معدنی کلسیم، منیزیم، سدیم،

<sup>۵</sup> water quality

معنی که سیستم‌های تصفیه‌ی آب باید موانع چندگانه‌ای را بر سر انتقال بیماری توسط آب فراهم آورند. ایده‌ی موانع چندگانه امروزه حتی در تصفیه‌ی آب مناطق روستایی نیز مطرح است. در توضیح مختصر ایده موانع چندگانه می‌توان گفت که فرایندهای تصفیه‌ی آب باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند که عوامل بیماری‌زا و سایر آلاینده‌ها را به‌گونه‌ای کاهش دهند که برای سلامت انسان مضر نباشد و از نظر زیبایی‌شناختی آبی با کیفیت قابل قبول از نظر عموم مصرف‌کنندگان تأمین نماید و در نهایت آب با استفاده از یک عامل گندزدا تصفیه شود و با به‌جای گذاردن باقی‌مانده‌ی ماده‌ی گندزدا حفاظتی برای کیفیت آب در مراحل توزیع ایجاد شود؛ با این هدف که تا زمانی که آب به‌دست مصرف‌کننده می‌رسد کیفیت مطلوب خود را حفظ نماید (۸).

*اجزای اصلی ایده‌ی موانع چندگانه در تأمین آب آشامیدنی سالم*

- حفاظت از منابع آب
- ته‌نشینی که با عبارت «بنشانند» در متن کتاب آمده است.
- انعقاد و فیلتراسیون که با عبارت «آب را با خاک پاکیزه بهم زنند و بپالایند» در متن کتاب آمده است.
- گندزدایی
- بهره‌برداری و نگهداری ایمن
- پایش کیفیت آب

آنچه در کتاب ذخیره‌ی خوارزمشاهی آمده است و با محتوای این ایده تطابق دارد این جمله است: «یکی آن است که او را بسیار بار بپالایند به‌خرقه‌های دو توی پاکیزه و یا اندر سفال‌های نو کنند تا از وی بترابد».

ایده‌ی موانع چندگانه در تصفیه‌ی آب که در حال حاضر در همه‌ی دنیا به‌عنوان یک اصل پذیرفته شده است در بیان جرجانی با عبارت او را «بسیار بار بپالایند آمده است».

آنچه مسلم است مفاهیم و قواعد موجود در متن کتاب سوم ذخیره‌ی خوارزمشاهی قابل قیاس و تطبیق با مفاهیم امروزی علوم هستند و این موضوع می‌تواند به بازسازی

پتاسیم، کربنات، بی‌کربنات، کلرور و سولفات) داشته باشد. این ناخالصی‌ها در بعضی موارد استفاده از آب را تحت تأثیر قرار می‌دهند. به‌عنوان مثال، استفاده از آب‌هایی که دارای املاح مولد شوری بیش از حد معینی باشند نظیر کلوروسدیم برای آشامیدن مناسب نیستند. یا آب‌هایی که دارای کاتیون‌های مولد سختی مانند کلسیم و منیزیم هستند در لوله‌ها و تأسیسات آب گرم رسوب می‌کنند و مشکلات زیادی را به‌وجود می‌آورند در هر حال، وجود املاح معدنی در آب در نتیجه‌ی تماس آن با خاک ایجاد می‌شود که در این متن مورد توجه قرار گرفته است. در این متن به مناسب بودن کیفیت آب زیر زمینی مانند آب چشمه اشاره شده است. «اما گزیده‌ترین آبی آب چشمه باشد» آب‌های یاد شده به‌دلیل عبور از لایه‌های خاک یک نوع تصفیه‌ی طبیعی را پشت سر می‌گذارند و کیفیت آن‌ها در اثر این تصفیه‌ی طبیعی بهبود می‌یابد، به‌گونه‌ای که امروزه آب بسیاری از چشمه‌های طبیعی را به‌صورت بطری شده با عنوان آب‌های معدنی بدون هرگونه تصفیه‌ای در اختیار مردم قرار می‌دهند.

آنچه در این متن جالب توجه است اشاره‌ی تلویحی به ویژگی‌های اصلی آب سالم است که با این عبارت مورد توجه قرار گرفته است «هیچ چیز غریب با وی آمیخته نباشد و هیچ طعم و بوی و رنگ ندارد» و کسانی که با ویژگی‌های آب سالم در متون جدید آشنایی دارند می‌دانند که امروزه ویژگی‌های آب سالم را به این صورت بیان می‌کنند:

«آبی که عاری از عوامل بیماری‌زا باشد» هیچ چیز غریب با وی آمیخته نباشد «و ویژگی‌های ظاهری آن اعتراض انگیز نباشد» رنگ و بوی و طعم نداشته باشد. «بدیهی است که در آن زمان هنوز بشر از میکروارگانیسم‌ها آگاهی نداشته است و احتمالاً همه ناخالصی‌های موجود در آب را به‌عنوان چیز غریب می‌شناخته است».

امروزه در زمینه‌ی تصفیه‌ی آب اصلی مطرح است که تحت عنوان ایده‌ی موانع چندگانه<sup>۱</sup> از آن یاد می‌شود، بدین

<sup>۱</sup> multiple barrier

در بعضی مناطق دنیا مثل بریتانیا صافی‌های سفالی ده‌ها سال است که مورد استفاده قرار می‌گیرند و از آن به‌عنوان یک سامانه‌ی مطمئن برای تصفیه‌ی آب آشامیدنی یاد می‌شود.

بر اساس مطالعه‌ای که در سال‌های اخیر در دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شده است لوله‌های سفالی در حذف آلاینده‌های میکروبی آب که با شاخص مجموع کلیفرم‌ها و کلیفرم‌های مدفوعی سنجیده می‌شود عملکرد بسیار مطلوبی داشته است. در این مطالعه آب آلوده از لوله‌های سفالی عبور داده شد و در ۱۵ مرحله نمونه‌برداری انجام شد. نتایج حاصل از آزمایش این نمونه‌ها نشان‌دهنده‌ی توانایی کامل لوله‌های سفالی در حذف آلودگی میکروبی از آب بود. نتایج این مرحله از مطالعه در جدول شماره‌ی ۱ آمده است (۱۱).

در کتاب ذخیره‌ی خوارزمشاهی این عملیات با عبارت «یا اندر سفال‌های نو کنند» آمده است و جالب توجه این‌که به نبودن سفال نیز توجه شده است چرا که تنها سفال‌های نو دارای این ویژگی هستند و با تماس مداوم با آب و با گذشت زمان از عملکرد آن‌ها در حذف آلاینده‌های میکروبی کاسته می‌شود.

امروزه ثابت شده است که بسیاری از آلاینده‌های موجود در آب در اثر اکسیژن محلول موجود در آب اکسید شده و به دی اکسید کربن و آب تجزیه می‌شود و در نتیجه با این مکانیسم آلاینده‌های موجود در آب حذف می‌شوند. از طرفی با افزایش اکسیژن محلول آب ناخالصی‌های گازی از آب حذف می‌شوند. استفاده از این مکانیسم به‌صورت مصنوعی در بعضی از تصفیه‌خانه‌های آب رایج است و به آن هواده‌ی<sup>۱</sup> می‌گویند از طرف دیگر در سه دهه‌ی اخیر توجه بشر به این نکته جلب شده است که با قرار گرفتن آب در معرض نور آفتاب در اثر تأثیر اشعه‌ی ماوراء بنفش خورشید میکروارگانیسم‌های آب از بین رفته و آب برای آشامیدن مناسب می‌شود که به این عمل اصطلاحاً "SODIS"<sup>۲</sup> می‌گویند.

هویت اسلامی - ایرانی در زمینه‌ی بهداشت عمومی کمک کند. اصولاً آبی که برای آشامیدن استفاده می‌شود می‌تواند از منابع سطحی و زیر زمینی باشد. چرخه‌ی آب در طبیعت از آب باران و ذوب شدن برف آغاز می‌شود. این آب‌ها در رودخانه‌ها و دریاچه‌ها جمع می‌شوند و منابع آب سطحی را پدید می‌آورند و بخشی از آن از طریق لایه‌های زمین به‌داخل آن نفوذ می‌کند و سفره‌های آب زیرزمینی را پدید می‌آورد. سفره‌های آب زیر زمینی از طریق چاه، چشمه و قنات در دسترس انسان قرار می‌گیرد.

انعقاد *coagulation* از فرایندهای متداول تصفیه‌ی آب است که در دو مرحله انجام می‌شود. ابتدا بار الکتریکی ذرات مولد کدورت خنثی می‌گردد که این کار با افزودن موادی نظیر کلرور فریک ( $FeCl_3$ ) و سولفات آلومینیوم (آلوم)  $Al_2(SO_4)_3$  و نظایر آن انجام می‌شود. در مرحله‌ی بعد با به هم زدن آب این امکان را فراهم می‌آورند که ذرات بی‌بار شده با یکدیگر تماس برقرار کرده، تشکیل لخته دهند و بتوانند رسوب نمایند. در واقع فرایند انعقاد، ذرات کلوئیدی موجود در آب را که کدورت یا تیرگی ایجاد می‌کنند، به لخته‌های درشت قابل ته نشینی تبدیل می‌کند که با نیروی وزن خود قابل ته نشینی هستند. یکی از موادی که می‌تواند این فرایند را تسریع نماید خاک رس و بنتونیت است و در متون علمی جدید از خاک رس و خاک بنتونیت به‌عنوان کمک منعقد کننده نام برده شده است (۹). در کتاب ذخیره‌ی خوارزمشاهی این فرایند با عبارت دیگر آن‌که «آب را با خاک پاکیزه به هم زنند نیک بر طریق این‌که مسکه خواهند گرفت پس بنشانند و بپالایند» توصیف شده است. صافی‌های سفالی یکی از گزینه‌های معرفی شده به‌عنوان یک سامانه‌ی تصفیه‌ی آب در نقطه‌ی مصرف است. این صافی‌ها ده‌ها سال است که در بعضی از نقاط جهان مانند هند، نپال، نیکاراگوئه و غیره که دارای اجتماعات کوچک و پراکنده‌ی فراوانی هستند مورد استفاده واقع شده و توانسته است تا حدود زیادی اعتماد مصرف‌کنندگان را جلب نماید (۱۰).

<sup>1</sup> aeration

<sup>2</sup> solar water disinfection

جدول ۱- کارآیی لوله‌های سفالی در حذف آلاینده‌های میکربی (مجموع کلیفرمها و کلیفرمهای گرمایی)

| مرحله آزمایش | کلیفرم ورودی (MPN/100 ml) | کلیفرم خروجی (MPN/100 ml) | راندمان حذف (%) | کلیفرمهای گرمایی ورودی (MPN/100 ml) | کلیفرمهای گرمایی خروجی (MPN/100 ml) | راندمان حذف (%) |
|--------------|---------------------------|---------------------------|-----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| ۱            | ۰                         | ۰                         | -               | ۰                                   | ۰                                   | -               |
| ۲            | ۷/۲                       | ۰                         | ۱۰۰             | ۰                                   | ۰                                   | -               |
| ۳            | ۱۷                        | ۰                         | ۱۰۰             | ۰                                   | ۰                                   | -               |
| ۴            | ۹۵                        | ۰                         | ۱۰۰             | ۳/۶                                 | ۰                                   | ۱۰۰             |
| ۵            | ۲۷۰                       | ۰                         | ۱۰۰             | ۹/۲                                 | ۰                                   | ۱۰۰             |
| ۶            | ۸۴۰                       | ۰                         | ۱۰۰             | ۴۲                                  | ۰                                   | ۱۰۰             |
| ۷            | ۱۸۰۰                      | ۰                         | ۱۰۰             | ۵۰                                  | ۰                                   | ۱۰۰             |
| ۸            | ۴۰۰۰                      | ۰                         | ۱۰۰             | ۲۰۰                                 | ۰                                   | ۱۰۰             |
| ۹            | ۹۵۰۰                      | ۰                         | ۱۰۰             | ۱۱۰۰                                | ۰                                   | ۱۰۰             |
| ۱۰           | ۴۳۰۰۰                     | ۰                         | ۱۰۰             | ۸۴۰۰                                | ۰                                   | ۱۰۰             |
| ۱۱           | ۵۸۰۰۰                     | ۰                         | ۱۰۰             | ۲۰۰۰۰                               | ۰                                   | ۱۰۰             |
| ۱۲           | ۷۰۰۰۰                     | ۰                         | ۱۰۰             | ۲۰۰۰۰                               | ۰                                   | ۱۰۰             |
| ۱۳           | ۱۱۰۰۰۰                    | ۰                         | ۱۰۰             | ۳۱۰۰۰                               | ۰                                   | ۱۰۰             |
| ۱۴           | ۱۱۰۰۰۰                    | ۰                         | ۱۰۰             | ۳۱۰۰۰                               | ۰                                   | ۱۰۰             |
| ۱۵           | ۱۱۰۰۰۰                    | ۰                         | ۱۰۰             | ۳۱۰۰۰                               | ۰                                   | ۱۰۰             |

در کتاب ذخیره‌ی خوارزمشاهی عملیات و فرآیندهای هوادهی و گندزدایی به کمک نور خورشید به این‌صورت توصیف شده است و از چشمه‌ی روان باید که باشد و بر صحرا رود و آفتاب بر وی تابد و باد بر وی زند. بعضی از روش‌های مذکور در کتاب ذخیره‌ی خوارزمشاهی در زمینه‌ی تصفیه آب بی شک با روش‌های امروزی یکسان است و بی هیچ‌گونه توضیحی خواننده تشابه آن را درک می‌کند مانند جمله‌ی چهارم آن که «آب را مصعد کنند و بچکانند که به‌طور واضح تأمین آب از طریق تبخیر و تقطیر را می‌رساند».

یکی از ویژگی‌های آب سخت آن است که در اثر وجود کاتیون‌هایی مانند کلسیم و منیزیم در آب ایجاد می‌شود. این کاتیون‌ها طبیعتاً با آنیون‌هایی نظیر کلرور، سولفات، کربنات و بی‌کربنات همراه هستند. در صورتی که کاتیون‌های مولد سختی با آنیون‌هایی نظیر کربنات و بی‌کربنات همراه باشند به آن سختی موقت گویند. از ویژگی‌های سختی موقت آن است که اگر آب را بجوشانند، به‌صورت نامحلول در آب رسوب می‌کند و به این ترتیب سختی آب کاهش می‌یابد، بنابراین جوشاندن بخشی از سختی آب را کاهش می‌دهد (۱۲).

کتاب ذخیره‌ی خوارزمشاهی به این عبارت برمی‌خوریم که «اگر عیب آن آب، غلیظی باشد چون بپزند نیک شود که می‌تواند دلالت بر این موضوع تلقی شود». در مورد روش آزمایش آب در کتاب ذخیره‌ی خوارزمشاهی هم‌چنان‌که گذشت چنین آمده است:

«و آزمودن سبکی و سنگینی آب آن است که پیمانه از آبی پر کنند و برکشند و همین پیمانه را از آبی دیگر پرکنند و برکشند آنچه سبک‌تر باشد وزن او کم‌تر باشد و دستوری دیگر آن است که دو خرقه یا دو پاره پنبه هر دو به یک وزن هر دو را تر کنند و اندر آفتاب نهند تا خشک شود و هر دو را باز برکشند آنچه پنبه او سبک‌تر باشد و هم‌چنین آنچه پنبه او زودتر خشک شود سبک‌تر باشد».

هرچند امروزه با پیشرفت‌های شگرفی که در زمینه‌ی آزمایش آب ایجاد شده است روش‌های مذکور در کتاب ذخیره‌ی خوارزمشاهی بسیار ابتدایی به نظر می‌رسد ولی باید اذعان کرد که آنچه در جملات بالا آمده است اساس روش وزن سنجی برای اندازه‌گیری املاح محلول موجود در آب (total dissolved solids) است.

یکی از ویژگی‌های آب سخت آن است که در اثر وجود کاتیون‌هایی مانند کلسیم و منیزیم در آب ایجاد می‌شود. این کاتیون‌ها طبیعتاً با آنیون‌هایی نظیر کلرور، سولفات، کربنات و بی‌کربنات همراه هستند. در صورتی که کاتیون‌های مولد سختی با آنیون‌هایی نظیر کربنات و بی‌کربنات همراه باشند به آن سختی موقت گویند. از ویژگی‌های سختی موقت آن است که اگر آب را بجوشانند، به‌صورت نامحلول در آب رسوب می‌کند و به این ترتیب سختی آب کاهش می‌یابد، بنابراین جوشاندن بخشی از سختی آب را کاهش می‌دهد (۱۲).

## منابع

- <http://www.epa.gov/airnow/aqibroch/aqi.html>. (accessed on Jan 5 2008)
- 8- Anonymous. World Health Organization Guidelines for Drinking Water Quality, 3<sup>rd</sup> edition, Vol. 1. Geneva: WHO; 2004.
- 9- Anonymous. American Water Work Association (AWWA). Water Quality and Treatment, 5<sup>th</sup> edition. New York: MC Grow-Hill Inc; 1999.
- 10- Anonymous. Identification and evaluation of design alternatives for a low cost domestic filter for drinking water. Center for the Research of Aquatic Resources of Nicaragua. The National University of Nicaragua, 2002.
- ۱۱- مختاری م، ندافی ک، محوی ام، ناصری س. کاربرد سفال های سستی به عنوان صافی در تصفیه آب اجتماعات کوچک. مجله دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی ۱۳۸۳؛ دوره ۳ (شماره ۳): ۲۷-۳۶.
- 12- Hamer MJ. Water and Wastewater Technology, 4<sup>th</sup> edition. New York: Prentice-Hall Inc.; 2001 .
- ۱- براون اچ. تاریخ طب اسلامی. ترجمه ی رجب نیا م. چاپ پنجم. تهران: شرکت انتشارات علمی و فرهنگی؛ ۱۳۷۱.
- ۲- زرین کوب ع. کارنامه اسلام، چاپ سوم. تهران: موسسه انتشارات امیر کبیر؛ ۱۳۶۲.
- ۳- جرجانی زین العابدین ابوالبراهیم. کتاب سوم ذخیره‌ی خوارزمشاهی. تحشیه و تفسیر مصطفوی ج. تهران: انتشارات آثار ملی؛ ۱۳۵۲.
- 4- Colls J. Air Pollution, 2<sup>nd</sup> edition. London and New York: Spon press; 2002.
- 5- Anonymous. WHO Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide. Summary of Risk Assessment, Global Update. [http://www.who.int/phe/air/aqg\\_2006\\_exec\\_sun.pdf](http://www.who.int/phe/air/aqg_2006_exec_sun.pdf) (accessed on 2007)
- 6- Wark K, Warner DF. Air Pollution, Its Origin and Control, 3<sup>rd</sup> edition. New York: Addison Wesley Longman Inc; 1998.
- 7- Anonymous. Air Quality Index(AQI)-A Guide to Air Quality and Your Health.