

پکیج های تصفیه آب قابل حمل و بدون نیاز به انرژی برق

منصور کاظمی مقدم^۱

چکیده

آب به عنوان مهم ترین عامل حیات، جزو مصارف دائمی بشر محسوب می شود و زندگی بشر را همواره تحت تاثیر قرار داده است. اهمیت منابع آب برای هر کشوری در جهان امروز بسیار حیاتی و استراتژیک است. مدیریت تأمین آب جهت مصارف آشامیدنی و عمومی در شهرها و روستاها بسیار حایز اهمیت است یکی از مشکلات بخصوص در مواقع اضطرار و شرایط بحران، عدم وجود و تأمین آب آشامیدنی سالم می باشد که عوامل مختلفی همچون نبود برق و یا خراب شدن سیستم تصفیه آب باعث آن می باشند. در این تحقیق یک سیستم تصفیه آب قابل حمل بدون نیاز به انرژی برق طراحی و پیشنهاد می شود که قادر است حداقل برای ۶ ماه آب آشامیدنی یک خانواده را تأمین نماید. حذف آلاینده های احتمالی و مواد معلق در آب نظیر؛ میکروبیها، باکتری ها، ویروسها، فلزات سنگین، پسماندها، کلر، بو و طعم نامطبوع، رسوبات لوله، ذرات گل و لای، همچنین حذف سختی آب و تبدیل آن به آبی نرم و سبک از مزایای این سیستم کوچک و قابل حمل تصفیه آب می باشد.

واژگان کلیدی: پکیج، نانو، تصفیه آب، محیط زیست

مقدمه

آب به عنوان مایه حیات انسان، حیوانات و گیاهان در روی کره زمین و یا بیوسفر به شمار می رود. آب به عنوان مهم ترین عامل حیات، جزو مصارف دائمی بشر محسوب می شود و زندگی بشر را همواره تحت تاثیر قرار داده است. اهمیت منابع آب برای هر کشوری در جهان امروز بسیار حیاتی و استراتژیک است. به همین دلیل، کارشناسان خبره مسائل آب در دنیا، نزاع جوامع بشری در آینده را برسر تصاحب منابع آب بیشتر می دانند. آب آشامیدنی بخش کوچکی از مصارف مختلف و متنوع آب را به خود اختصاص می دهد. سهم مصارف شرب و عمومی ۸ تا ۱۰ درصد کل مصارف آب است و این رقم در مقایسه با دیگر مصارف بسیار اندک است. از آنجا که تأمین آب با کمیت و کیفیت خاصی مورد نیاز می باشد، برای تأمین آن در شرایط بحران و مشکلات غیرقابل پیش بینی، لازم است تا اقدامات مناسب پیشگیرانه در نظر گرفته شود. با توجه به اینکه متأسفانه در کشور ما اغلب پروژه ها بدون در نظر گرفتن مبانی پدافند غیرعامل طراحی و اجرا شده است، از اینرو تاسیسات زیربنایی کشور در برابر بحران و مشکلات و حوادث طبیعی آسیب پذیرند. مراحل اصلی

۱. دانشگاه صنعتی مالک اشتر

تولید آب و آبرسانی می تواند به ترتیب شامل منابع آب، ذخایر آب خام، ایستگاه پمپاژ، خط انتقال خام، تصفیه خانه آب، مخازن آب تصفیه شده و شبکه های توزیع باشد. چنانچه ملاحظه می شود، این اجزا از وسعت بالایی برخوردارند و احتمال آلودگی آنها بسیار زیاد است. به هر حال مدیریت تأمین آب جهت مصارف آشامیدنی و عمومی در شهرها و روستاها بسیار حایز اهمیت است خصوصا در مواقع اضطرار اهمیت آن بسیار بیشتر خواهد شد. مشکلات زمان بحران و حوادث طبیعی سبب ایجاد کمبود آب و کاهش کیفیت آب خواهد شد که ممکن است در اثر تغییرات آب ورودی یا مشکلات احتمالی در سیستم های تصفیه باعث کاهش کیفیت آب آشامیدنی و یا در بعضی مناطق عدم امکان تصفیه آب باشد. سیستمهای تصفیه آب خانگی موجود بزرگ و سنگین بوده و همچنین نیازمند به انرژی برق میباشد. در این تحقیق یک سیستم تصفیه آب خانگی قابل حمل که به شیر آب متصل می شود (برای تامین انرژی فشاری آن)، پیشنهاد می شود که کوچک و قابل حمل بوده و نیازی به انرژی برق و پمپ آب ندارد و قادر به حل مشکلات ذکر شده می باشد. لازم به ذکر است در صورت نبود شیر آب با انرژی مکانیکی دست فشار لازم تامین می شود. حذف آلاینده های احتمالی و مواد معلق در آب نظیر؛ میکروبهها، باکتری ها، ویروسها، فلزات سنگین، پسماندها، کلر، بو و طعم نامطبوع، رسوبات لوله، ذرات گل و لای، همچنین حذف سختی آب و تبدیل آن به آبی نرم و سبک از مزایای این سیستم کوچک و قابل حمل تصفیه آب می باشد. در این روش با استفاده از غشاهای نانوحفره و ترکیب این غشاها با فرایندهای دیگر، یک سیستم کوچک قابل حمل تصفیه آب که نیازی به انرژی و برق ندارد پیشنهاد می شود که قادر به تامین آب سالم در مناطق مختلف روستایی و شهری کشور در زمانهای اضطرار می باشد.

آلودگیهای آب

آلودگیهایی که ممکن است در آب وجود داشته باشد شامل آلودگیهای معمول و آلودگیهای ناشی از عوارض حملات دشمن و بیوتروریسم می باشد که عمدتا در قالب آلودگیهای میکروبی جای دارند. بطور کلی مواد زائد آبی که باید تصفیه شود عبارتند از :

الف) سختی آب

ب) کلر و ترکیبات بیماریزای کلر

ج) فلزات سنگین

د) آلودگی های میکروبی

الف) سختی آب

املاح موجود در آب موجب بالا رفتن سختی آب می شوند. تماس آب با ترکیبات آهکی موجود در زمین باعث ورود عوامل سختی در آب ها شده و معمولا آب های زیرزمینی از سختی زیادتری نسبت به آب های سطحی برخوردارند. سختی آب، عملا شاخص میزان فعل و انفعال آب با صابون است و برای شستشو با آب های سخت تر به صابون زیادتری نیاز است. سختی آب به مجموعه املاح کلسیم و منیزیم موجود در آب بر حسب میلی گرم در لیتر کربنات کلسیم اطلاق میشود. البته آبهایی که که در مواقع اضطرار باید تصفیه شود ممکن است شامل آلودگیهای جامد و معلق نیز باشد.

مجموعه آثار و مقالات برگزیده دهمین کنگره پیشگامان پیشرفت

جدول ۱: طبقه بندی آب ها از نظر سختی

آب های سبک	۰-۶۰ میلی گرم در لیتر
آب های با سختی متوسط	۶۰-۱۲۰ میلی گرم در لیتر
آب های سخت	۱۲۰-۱۸۰ میلی گرم در لیتر
آب های خیلی سخت	بیشتر از ۱۸۰ میلی گرم در لیتر

(ب) کلر

برای میکرب زدایی، در تصفیه خانه های شهری کلر به آب افزوده میشود. کلر و ترکیبات آن برای ضدعفونی آب آشامیدنی در تصفیه خانه ها به آب اضافه میگردد. در سالهای اخیر تحقیقات بعمل آمده نشان داده اند که مواد آلی موجود در آب با کلر ترکیب شده و ایجاد تری هالومتان ها، کلرات و سایر ترکیبات جانبی مضر و سمی می نمایند که باعث بروز انواع بیماریهای صعب العلاج در انسان میگرددند.

(ج) فلزات سنگین

فلزات سنگین از طریق نفوذ پساب صنعتی در آب آشامیدنی به انسان منتقل میشود. فلزات سنگین با توجه به توسعه شهرنشینی و صنایع که منجر به افزایش میزان فاضلاب و پساب تولید گردیده است، عمدتاً از طریق دفع نادرست و غیربهداشتی فاضلاب شهری و پساب صنعتی وارد محیط زیست می گردد. وجود فلزات سنگین در غلظت بیش از استاندارد در آب شرب باعث عوارض مختلف نظیر مسمومیت، حساسیت شدید، ضایعات کروموزومی، عقب افتادگی ذهنی، فراموشی، پارکینسن، سنگ کلیه، نرمی استخوان و انواع سرطان منجمله سرطان پروستات میگردد.

(د) میکرواورگانیزم های بیماری زا

امراض مختلفی بوسیله آب به انسان منتقل می شوند. از جمله این امراض می توان وبا، حصبه، اسهال میکروبی و خونی، هپاتیت، سل، دیفتیری، انگلهای خونی و کبدی را نام برد. عوامل بروز این بیماریها که شامل تک یاخته ها، ویروسها، باکتریها، کرم ها و انگلها می باشند، از طریق نفوذ فاضلاب در آب آشامیدنی به انسان منتقل می شود. همچنین همانطور که ذکر شد ممکن است در اثر حملات بیوتوروریستی و یا حملات دشمن آب آلوده شده باشد.

تکنیکهای استفاده شده در سیستم تصفیه آب

روش پیشنهاد شده برای حذف کلیه آلودگیهای همراه آب و رساندن آب اولیه به یک استاندارد قابل مصرف شامل مواد و تجهیزات زیر می باشد.

(الف) رزین های تبادل یون برای کاهش سختی آب

رزین های تبادل یونی با تبدیل یون های کلسیم و منیزیم محلول در آب به یون های نامحلول، آنها را جذب و در نتیجه سختی آب را کاهش می دهد.

(ب) کربن اکتیو (زغال فعال) برای حذف کلر، رنگ، بو و تری هالومتانها

مجموعه آثار و مقالات برگزیده دهمین کنگره پیشگامان پیشرفت

فیلترهای کربن فعال خاصیت جذب مواد آلی و بعضی فلزات سنگین محلول در آب را دارد و رنگ، بو، کلر و ترکیبات کلر آب را حذف می نماید.

(ج) حذف فلزات سنگین

ژئولیت ها رزین های طبیعی هستند که دارای خاصیت مبادله کاتیونی و حذف فلزات سنگین میباشند. از جمله موارد مهم کاربری ژئولیت ها حذف کاتیونهای آرسنیک، تیتان، آلومینیوم کوبالت، کرم، آلومینیوم، سرب، روی و غیره میباشد.

(د) نانوفیلترهای سرامیکی برای حذف مواد معلق، باکتری ها، ویروسها و انگلها

نانوفیلترهای سرامیکی با منفذهای عبور آب حدود ۲۰ نانومتر، مانع عبور مواد معلق و کلیه انگلها و میکروبها گردیده و با اطمینان کامل آلاینده های بیماری زای آب را حذف می نمایند. حتی آبهای آلوده و مشکوک پس از عبور از این صافی ها کاملا شفاف، بهداشتی و قابل شرب می گردند. تصفیه با فیلترهای سرامیکی تنها روش غیرشیمیایی میباشد که بدون نیاز به برق، آلودگی های میکروبی آب را حذف می نماید. این نانوفیلترها قادر هستند کوچکترین ویروسها (حدود ۳۰ نانومتر) را هم حذف نمایند.

دستگاه تصفیه آب حاضر

بطوریکه مشاهده می شود، هیچ یک از روشهای فوق به تنهایی قادر به تامین آب شرب سالم و گوارا نمی باشد. با در نظر گرفتن مواد زائد موجود در آب و با استفاده از روشهای مختلف تصفیه بایستی مواد زائد را از آب خارج نمود. در این طرح با استفاده از فناوری نانو و همچنین با تلفیقی از فناوری های جذب، تعویض یون ژئولیتی و سختی زدایی با تعویض یون، می توان انواع آبهای آلوده در مناطق بحران زده را به آب گوارا و شرب سالم تبدیل نمود. روش و مراحل این کار در یک پکیج کوچک مطابق طرح زیر می باشد که با فشار آب شهری در شبکه آبرسانی قابلیت تصفیه مناسب آب را دارد. در صورت نبود سیستم آب شهری با فشار مکانیکی که با بوسیله کاربرد تامین می شود انرژی لازم برای دستگاه تامین می شود.



شکل ۱: روش تامین آب شرب سالم خانگی با این پکیج

مراحل کار و جزئیات آن شامل موارد زیر می باشد :

- ۱- ساخت پایه میکروفیلتر با تخلخل بالا (تخلخل حدود ۵۰ درصد) و فلاکس مناسب (توانایی کار با فشارهای ۰,۲-۳ bar فشار آب شهری)
- نمونه یک از جنس آلفا آلومینا : تخلخل ۴۴٪ فلاکس $190 \text{ kg/m}^2\cdot\text{h}$
- نمونه دو از جنس آلومینا سیلیکات : تخلخل ۴۵٪ فلاکس $375 \text{ kg/m}^2\cdot\text{h}$
- نمونه سوم از جنس آلومینا سیلیکات با بهینه سازی افزودنیها و کاهش فشار : تخلخل تا ۵۰٪ فلاکس $750 \text{ kg/m}^2\cdot\text{h}$
- ۲- ساخت لایه نانوفیلتر (۲۰ نانومتری) برای حذف میکروبیها و ویروسها (کوچکترین ویروسها به اندازه ۳۰ نانومتر (تک سلولی ها) هستند و سایز متوسط آنها ۲۰۰-۴۰۰ نانومتر می باشد)
- ۳- سختی زدایی با استفاده از رزینهای تعویض یون (رزینهای آنیونی و کاتیونی با چیدمان متوالی) سختی زدایی از $TDS 1200$ به کمتر از $TDS 10$
- ۴- حذف آلودگیهای آلی، رنگ و بو از آب با استفاده از کربن فعال
- ۵- حذف فلزات سنگین و آلودگیهای آلی با استفاده از ژئولیت



شکل ۲ : دو نمونه از نانوفیلتر ساخته شده

- کاربردهای دیگر این دستگاه علاوه بر شرایط اضطرار و بحران شامل موارد زیر در مواقع غیر اضطرار نیز می باشد.
- نوسانات ویژگیهای آب و خواص آن که گاهی ممکن است از محدوده های استاندارد خود خارج شود.
 - نبود تصفیه های مناسب در بعضی مناطق شهری و روستایی
 - گران بودن سیستمهای تصفیه آب موجود، همچنین حجیم بودن، سنگین بودن و مصرف انرژی این سیستمها که در صورت قطعی برق بدون استفاده هستند همچنین در مناطقی که برق نیست امکان استفاده از این سیستمهای تصفیه آب معمول وجود ندارد.

- نیاز به یک سیستم سبک و کوچک که بتواند بدون انرژی برق آب مطمئن آشامیدنی را برای فرد تامین نماید.
- امکان استفاده از انرژی فشار جریان آب در شبکه آبرسانی شهری (معمولا محدوده فشار حتی الامکان بین ۱۷ تا ۵۵ متر رعایت می شود).

نتیجه گیری

در این مقاله یک سیستم پکیج بدون نیاز به انرژی برق شرح داده شد که قادر است با استفاده از فناوری نانو و همچنین تلفیقی از فناوری های جذب، تعویض یون زئولیتی و سختی زدایی انواع آبهای آلوده در مناطق بحران زده و نیز مناطقی که دسترسی به سیستمهای بزرگ تصفیه آب را ندارند، را به آب گوارا و شرب سالم تبدیل نمود. همچنین این سیستم در زمانهای غیر اضطرار قادر به تامین آب سالم در مناطقی که سیستمهای تصفیه آب ندارند می باشد.

منابع

- ۱-Preparation and Characterization of Ceramic Ultra filtration Membranes,A.Bayat, M.Jafari, Amir Nouri, Mansour Kazemimoghaddam, Toraj Mohammadi*, The ۶th International Chemical Engineering Congress & Exhibition (ICHEC ۲۰۱۱) Kish, Iran, ۲۱-۲۴ November, ۲۰۱۱.
- ۲-NG Wun Jern, Industrial Wastewater Treatment, Imperial College Press, ۲۰۰۵. N. P. Cheremisinoff, Handbook of water and wastewater treatment technologies, Elsevier group, ۲۰۰۲.