

طراحی و ساخت یک مدل ساده دستگاه تصفیه آب آشامیدنی برای استفاده در مواقع اضطراری و ارزیابی مقدماتی آن در حوزه شهرستان مراغه

دکتر محمد حجاتبار^۱، سعید بشیری^۱

۱- دانشکده حفاظت و بهداشت کار

چکیده

از آنجاکه ایران در منطقه حادثه خیز از نظر بلایای طبیعی مانند زلزله و سیل قرار گرفته است، بنابراین از مهمترین اقدامات اولیه برای امداد رسانی در شرایط اضطراری تهیه آب آشامیدنی سالم برای افراد حادثه دیده است. تهیه آب آشامیدنی سالم در شرایط اضطراری بویژه در روستاها و مناطق دور افتاده از اهمیت بیشتری برخوردار است که با استفاده از دستگاه تصفیه آب آشامیدنی و اندکی آموزش، افراد می توانند نسبت به تهیه آب آشامیدنی سالم تا برقراری شرایط عادی اقدام کنند. بر اساس طرح پیشنهادی یونسف به سازمان جهانی بهداشت (WHO) و به منظور بررسی و بومی سازی دستگاه تهیه آب آشامیدنی سالم در مواقع اضطراری، یک مدل ساده و در عین حال کم هزینه و قابل اجرا با وسایل ابتدایی برای استفاده در شرایط اضطراری، طراحی و ساخته شد و مورد ارزیابی مقدماتی در حوزه شهرستان مراغه قرار گرفت. نمونه های آب خام سد علویان و آب خام چاه روستای علویان شهرستان مراغه جمع آوری و در شرایط یکسان و حداکثر دو ساعت پس از نمونه برداری، با استفاده از دستگاه ساخته شده، تصفیه شد. نمونه های آب خام قبل از تصفیه و نمونه های آب تصفیه شده با استفاده از دستگاه ساخته شده، از نظر آزمونهای MPN، کل باقی مانده خشک در ۱۸۰ درجه سانتی گراد، کدورت، رنگ، بو و pH مورد آزمایش قرار گرفت. هر نمونه سه بار آزمایش شد. مراحل بالا برای نمونه های شاهد بدست آمده از آب لوله کشی شهرستان مراغه در شرایط یکسان انجام و نتایج ثبت شد. مقایسه نتایج بدست آمده، نشان داد که درمیزان پارامترهای MPN، کل باقیمانده خشک در ۱۸۰ درجه سانتی گراد، کدورت، رنگ و بو، نمونه های آب خام سد علویان بعد از تصفیه با استفاده از دستگاه ساخته شده، به طور متوسط به ترتیب ۵/۸۲٪، ۵۱/۸٪، ۷۵/۶٪، ۳۰/۴٪ و ۴۲/۸٪ کاهش نسبت به آب خام قبل از استفاده از دستگاه بکار گرفته شده، پدید آمد. همچنین در پارامترهای MPN، کل باقیمانده خشک در ۱۸۰ درجه سانتی گراد، کدورت، رنگ و بو، نمونه های آب خام چاه روستای علویان بعد از تصفیه با استفاده از دستگاه ساخته شده، به طور متوسط به ترتیب ۶۹/۷٪، ۴۲/۱٪، ۵۷/۵٪، ۲۷/۷٪ و ۵۰٪ کاهش نسبت به آب خام قبل از استفاده از دستگاه بکار گرفته شده، پدید آمد. نتایج بدست آمده نشان داد که در pH نمونه های آب خام سد علویان قبل و بعد از تصفیه با استفاده از دستگاه ساخته شده تغییر اندکی (۱/۱٪) مشاهده شد در حالیکه در pH نمونه های آب خام چاه روستای علویان قبل و بعد از تصفیه با استفاده از دستگاه ساخته شده، تغییر محسوسی مشاهده نشد. اگرچه نتایج بدست آمده در این تحقیق نشان دهنده کارایی بالای مدل ساخته شده در ارزیابی مقدماتی آن می باشد، اما انجام مطالعات تکمیلی بویژه ارزیابی سایر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب توسط دستگاه مزبور ضروری می باشد.

۱- مقدمه

از آنجاکه دسترسی به آب آشامیدنی سالم از مهمترین نیازهای اولیه در شرایط اضطراری محسوب می شود. بنابراین تهیه و ساخت دستگاهی که بتواند این نیاز را در مواقع اضطراری برطرف کند از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می باشد. هدف از انجام این پروژه ارائه یک مدل ساده و کم هزینه برای تهیه آب آشامیدنی سالم در شرایط اضطراری و ارزیابی مقدماتی آن در حوزه شهرستان مراغه به منظور بومی سازی آن می باشد. گرچه تا کنون تحقیقاتی در این زمینه انجام گرفته، اما هنوز موارد مبهمی وجود دارد که نیازمند بررسی های بیشتری در مناطق مختلف ایران می باشد. از طرفی افزوده شدن روزمره آلاینده های گوناگون در مناطق شهری و روستایی به منابع آب آشامیدنی که در عین حال از یک الگوی یکسانی هم پیروی نمی کند، لزوم بررسی مداوم و مستمر عملکرد مدل های تهیه شده را در مناطق مختلف ایران مطرح می نماید. از سوی دیگر مقایسه عملکرد مدل های گوناگون در مناطق مختلف می تواند منجر به نتایج مطلوبتر در این زمینه شود. در این پروژه مدل ساخته شده در حوزه شهرستان مراغه، سد تازه تاسیس علویان و روستای علویان مورد ارزیابی قرار گرفت که بر اساس اطلاعات موجود تاکنون چنین تحقیقات مشابه در منطقه یاد شده انجام نشده است.

۲- مواد و روشها

بر اساس طرح پیشنهادی یونیسیف به سازمان جهانی بهداشت (WHO) یک مدل ساده دستگاه تصفیه زغالی جریان پائین به بالا برای تهیه آب آشامیدنی سالم در مواقع اضطراری ساخته شد (تصویر ۱). این مدل شامل دو ظرف شیشه ای تمیز می باشد که بر روی هم قرار گرفته اند. ابعاد ظرف فوقانی به طول ۲۹/۳ در عرض ۱۴/۲ و ارتفاع ۱۳/۳ سانتی متر و ابعاد ظرف تحتانی به طول ۲۹/۳ در عرض ۱۴/۲ و ارتفاع ۲۵ سانتی متر در نظر گرفته شد (تصویر ۱). در نهایت حجم ظرف فوقانی ۵/۵ لیتر و حجم ظرف زیرین ۱۰/۴ لیتر شد. این دو ظرف از طریق یک لوله پلاستیکی با یکدیگر مرتبط شدند، بطوریکه انتهای ظرف فوقانی به انتهای ظرف پایینی توسط لوله پلاستیکی مزبور با یکدیگر متصل گردیدند. یک لوله پلاستیکی دیگر به عنوان لوله خروجی آب تصفیه شده، از قسمت فوقانی ظرف زیرین و در مقابل لوله پلاستیکی که دو ظرف را به هم متصل می کرد، تعبیه شد. این لوله پلاستیکی خروجی، آب تصفیه شده را به ظرف تمیز دیگر منتقل می کرد (تصویر ۱). ظرف زیرین از لایه های گوناگون، شامل سنگ ریزه، شن، ماسه، زغال و دو لایه پارچه ای به ترتیب و با توجه به اندازه های مورد نظر چیده شد. کلبه لایه های اضافه شده به ظرف تحتانی قبلاً چندین بار با آب شستشو داده شد و سپس در ظرف ریخته شد. پارچه های مورد استفاده نیز چندین بار با آب و صابون شستشو داده شد و سپس در جای خود قرار گرفت. ترتیب و اندازه های در نظر گرفته شده لایه های چیده شده در ظرف زیرین به این صورت بود که در ابتدا و در کف ظرف تحتانی، یک لایه سنگ ریزه به حجم ۱۰۵۰ سانتی متر مکعب قرار داده شد. لایه های بعدی که به ترتیب بر روی لایه اول قرار گرفت شامل شن حجم ۱۱۷۰ سانتی متر مکعب، ماسه به حجم ۳۱۴۰ سانتی متر مکعب، زغال به حجم ۳۳۲۰ سانتی متر مکعب و بالاخره ماسه به حجم ۴۲۰ سانتی متر مکعب می شد (تصویر ۲). بین لایه سوم یعنی ماسه و لایه چهارم یعنی زغال یک لایه پارچه چلوار تمیز قرار داده شد. همچنین بین لایه چهارم یعنی زغال و لایه پنجم یعنی ماسه دوباره یک لایه پارچه چلوار تمیز دیگر قرار داده شد. در نهایت مجموع لایه های چیده شده به حجم کلی ۹۱۰۰ سانتی متر مکعب رسید که مجموعه صافی را به ارتفاع نهایی ۲۱/۸ سانتی متر تشکیل دادند بطوریکه لوله خروجی آب تصفیه شده، ۴۰ میلی متر بالاتر از سطح نهایی صافی قرار گرفت (تصویر ۲). بنابراین آب خام پس از عبور از بخش تحتانی ظرف و در نتیجه عبور از لایه های صافی به قسمت فوقانی ظرف هدایت شده و پس از تصفیه براحتی از طریق لوله پلاستیکی خروجی در ظرف تمیز دیگر که قبلاً استریل شده بود، جمع آوری می شد (تصویر ۲). نمونه های آب خام سد علویان و آب خام چاه روستای علویان شهرستان مراغه جمع آوری و در شرایط یکسان و حداکثر دو ساعت پس از نمونه برداری، با استفاده از دستگاه ساخته شده، تصفیه شد. سپس نمونه های آب خام قبل از تصفیه و نمونه های آب تصفیه شده با استفاده از دستگاه ساخته شده، بر اساس روش های معرفی شده در کتاب استاندارد متد چاپ بیستم، از نظر آزمونهای MPN، کل باقیمانده خشک در ۱۸۰ درجه سانتی گراد، کدورت، رنگ، بو و pH مورد آزمایش قرار گرفت. هر نمونه سه بار آزمایش شد.

مراحل بالا برای نمونه های شاهد بدست آمده از آب لوله کشی (تصفیه شده) شهرستان مراغه که منبع آن نیز آب سد علویان می باشد، در شرایط یکسان انجام و نتایج مربوطه ثبت شد.



تصویر ۱- دستگاه تصفیه آب آشامیدنی در مواقع اضطراری (بدون صافی)



تصویر ۲- دستگاه تصفیه آب آشامیدنی در مواقع اضطراری

۳- نتایج

مقایسه نتایج بدست آمده از ارزیابی مقدماتی نمونه های آب خام قبل از تصفیه و نمونه های آب تصفیه شده با استفاده از دستگاه ساخته شده، نشان داد که مدل دستگاه تصفیه آب ساخته شده از نظر آزمونهای MPN، کل باقیمانده خشک در ۱۸۰ درجه سانتی گراد، کدورت، رنگ و بو، از عملکرد کاملا مؤثری برخوردار می باشد. بطوریکه در جدول شماره ۱ مشاهده می شود، در میزان پارامتر های MPN، کل باقیمانده خشک در ۱۸۰ درجه سانتی گراد، کدورت، رنگ و بو، نمونه های آب خام سد علویان بعد از تصفیه با استفاده از دستگاه ساخته شده به طور متوسط به ترتیب ۵/۸۲٪، ۸/۵۱٪، ۴/۳۰٪ و ۸/۴۲٪، کاهش نسبت به آب خام قبل از استفاده از دستگاه بکار گرفته شده، پدید آمد. همچنین در پارامتر های MPN، کل باقیمانده خشک در ۱۸۰ درجه سانتی گراد، کدورت، رنگ و بو، نمونه های آب خام چاه روستای علویان بعد از تصفیه با استفاده از دستگاه ساخته شده به طور متوسط به ترتیب ۷/۶۹٪، ۱۱/۴۲٪، ۱۵/۵۷٪، ۷/۲۷٪ و ۵۰٪، کاهش نسبت به آب خام قبل از استفاده از دستگاه بکار گرفته شده، پدید آمد. نتایج بدست آمده نشان داد که در pH نمونه های آب خام چاه روستای علویان قبل و بعد از تصفیه با استفاده از دستگاه ساخته شده، تغییر اندکی (۱/۱٪) مشاهده شد در حالیکه در pH نمونه های آب خام چاه روستای علویان قبل و بعد از تصفیه با استفاده از دستگاه ساخته شده، تغییر محسوسی مشاهده نشد (جدول ۱). در این تحقیق از آب لوله کشی (تصفیه شده) شهرستان مراغه که منبع آن نیز از آب سد علویان تامین می شود، بعنوان نمونه های شاهد استفاده شد. آزمونهای MPN، کل باقیمانده خشک در ۱۸۰ درجه سانتی گراد، کدورت، بو و pH در شرایط یکسان بر روی نمونه های شاهد انجام و نتایج آن ثبت شد. مقایسه نتایج بدست آمده از آزمایشهای انجام شده بر روی نمونه آب لوله کشی (تصفیه شده) شهرستان مراغه و آب تصفیه شده با دستگاه ساخته شده، در جدول شماره ۲ آورده شده است.

جدول ۱- مقایسه نتایج بدست آمده از آزمایش پارامتر های MPN، کل باقیمانده خشک در ۱۸۰ درجه سانتی گراد، کدورت، رنگ، بو و pH در نمونه های آب خام قبل و بعد از تصفیه با دستگاه ساخته شده

آب خام چاه روستای علویان			آب خام سد علویان			نمونه آزمایش
درصد کاهش	بعد از تصفیه با دستگاه	قبل از تصفیه با دستگاه	درصد کاهش	بعد از تصفیه با دستگاه	قبل از تصفیه با دستگاه	
۶۹/۷٪	۱۳	۴۳	۸۲/۵٪	۱۸	۱۰۳	MPN/100ml
۴۲/۱٪	۱۱۰۰	۱۹۰۰	۵۱/۸٪	۱۳۰۰	۲۷۰۰	باقیمانده خشک در ۱۸۰°C (mg/lit)
۵۷/۵٪	۳۱	۷۳	۷۵/۶٪	۲۷	۱۱۱	کدورت (NTU)
۲۷/۷٪	۱۳	۱۸	۳۰/۴٪	۱۶	۲۳	رنگ (Pt-Co)
۵۰٪	۳	۶	۴۲/۸٪	۴	۷	بو (TON)
۰٪	۸/۵	۸/۵	۱/۱٪	۸/۸	۸/۹	pH

• توضیح اینکه میانگین اعداد در این جدول درج شده است.

جدول ۲ - مقایسه نتایج بدست آمده از آزمایش پارامترهای MPN، کل باقی مانده خشک در ۱۸۰ درجه سانتی گراد، کدورت، رنگ، بو و pH در نمونه های شاهد و نمونه های آب تصفیه شده با دستگاه ساخته شده.

آب تصفیه شده چاه روستای علویان با دستگاه ساخته شده	آب تصفیه شده سد علویان با استفاده از دستگاه ساخته شده	آب لوله کشی (تصفیه شده) شهرستان مراغه	نمونه آب آزمایش
۱۳	۱۸	۰	MPN/100ml
۱۱۰۰	۱۳۰۰	۷۰۰	باقیمانده خشک در ۱۸۰°C (mg/lit)
۳۱	۲۷	۶	کدورت (NTU)
۱۳	۱۶	۱۱	رنگ (Pt-Co)
۳	۴	۳	بو (TON)
۸/۵	۸/۸	۷/۵	pH

• توضیح اینکه میانگین اعداد در این جدول درج شده است.

۴- بحث و نتیجه گیری

از آنجاکه در این پژوهش ارائه یک مدل ساده و کم هزینه برای تهیه آب آشامیدنی سالم در شرایط اضطراری و ارزیابی مقدماتی آن در یک حوزه بومی کشور (شهرستان مراغه)، هدف گذاری شد، بنابراین از طرفی ساده و کم هزینه بودن ساخت چنین مدلی، محدودیت هایی را فراهم می کند و از سوی دیگر سرعت عمل و صرف هزینه اندک از فاکتورهای تعیین کننده و با اهمیت در مواقع اضطراری محسوب می شود. بنابراین با توجه به عوامل محدود کننده یاد شده، مدل دستگاه تصفیه آب آشامیدنی ساخته شد و به منظور بومی سازی آن، مورد ارزیابی مقدماتی در حوزه شهرستان مراغه قرار گرفت. در این تحقیق، با توجه به گسترده بودن متغیرها و پارامترهای گوناگون در آب، به منظور ارزیابی مقدماتی، چند پارامتر فیزیکی آب به شرحی که در بخش های قبل آورده شد، مدنظر قرار گرفت. علی رغم ساده و کم هزینه بودن مدل ساخته شده، مقایسه نتایج بدست آمده در این پژوهش (جدول های ۱ و ۲) نشان دهنده کارایی قابل قبول آن برای شرایط اضطراری می باشد. همانطور که در جدول های ۱ و ۲ مشاهده شد، کاهش در مقادیر MPN، کل باقی مانده خشک در ۱۸۰ درجه سانتی گراد و کدورت، در نمونه های آب تصفیه شده توسط دستگاه ساخته شده، نشانه کارایی لایه های صافی تعبیه شده این مدل در حذف باکتری ها و ذرات معلق از نمونه های مورد آزمایش می باشد. بنابراین با توجه به نتایج حاصله و عدم حذف کامل عوامل باکتریایی توسط دستگاه ساخته شده، لازم است آب پس از تصفیه توسط این دستگاه، برای استفاده نهایی و آشامیدن در شرایط اضطراری، با یکی از روش های ساده جوشاندن، کلر زنی، استفاده از پرتو ماوراء بنفش خورشید و یا مواد شیمیایی که بصورت تجاری در بازار یافت می شود، ضد عفونی شود. همچنین کاهش معنی دار در مقادیر کدورت، رنگ و بو در نمونه های آب تصفیه شده، توجیه کننده این نکته است که بخشی از کدورت و رنگ ظاهری در نمونه ها، ناشی از وجود ذرات معلق بوده است که در لایه های صافی بدام افتاده و از طرفی وجود لایه زغال در این مدل نیز در زدودن رنگ های حقیقی و بو از نمونه های آب بی تأثیر نبوده است. از سوی دیگر، همانطور که در جداول ۱ و ۲ مشاهده می شود، کاهش در میزان pH بوجود نیامد. به نظر می رسد عدم کارایی این مدل بر روی پارامترهای شیمیایی توجیه مناسبی برای این پدیده باشد. بنابراین با توجه به اینکه به نظر نمی رسد مدل ساخته شده در حذف عوامل شیمیایی کارایی داشته باشد، لازم است منبع آب مورد استفاده قبل از تصفیه توسط مدل مذکور، از نظر آلاینده های شیمیایی بویژه پسابهای صنعتی کنترل شود و سپس آب با منشاء نسبتاً مطمئن با استفاده از مدل دستگاه ساخته شده، تصفیه شود. اگرچه با در نظر گرفتن نتایج بدست آمده در این تحقیق و مزیت های نسبی مدل ساخته شده



دهمین همایش ملی بهداشت محیط
همدان، ۸ الی ۱۰ آبان ماه ۱۳۸۶



دانشگاه علوم پزشکی همدان
معاونت پژوهشی

مانند سادگی و کم هزینه بودن آن، این مدل را به عنوان یکی از گزینه های مناسب برای تصفیه آب آشامیدنی، برای شرایط اضطراری معرفی می نماید، اما انجام مطالعات تکمیلی بویژه ارزیابی سایر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب توسط دستگاه مزبور ضروری می باشد.