

## **Effect of household water treatment systems on the physical and chemical quality of water in 2011-2012**

Rajaei M S<sup>1</sup>, Salemi Z<sup>2</sup>, Karimi B<sup>1\*</sup>, Ghanadzadeh MJ<sup>1</sup>, Mashayekhi M<sup>3</sup>

1- Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

2- Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

3- Department of Environmental Health, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

Received:, Accepted:

---

### **Abstract**

**Background:** Today, global concerns about water pollution with chemicals and its adverse impact on health have increased. This study aims to evaluate the physical and chemical quality of water treated through domestic water treatment systems.

**aterials and Methods:** In this cross-sectional descriptive study, water samples were collected from 60 domestic water treatment systems and parameters, such as turbidity, total dissolved and suspended solid, total hardness and calcium, magnesium hardness, alkalinity, total alkalinity, carbonate, bicarbonate, nitrate, sulfate, nitrite and fluoride, EC, pH, and free chlorine residuals, were examined.

**Results:** The results indicate that the average concentration of chemical parameters in treated water were: chloride=0.1mg/L, nitrate=0.006mg/l, sulfate=5 mg/l, Nitrate=15mg/L, bicarbonate=49 mg/L, calcium hardness=18 mg/L, and fluoride=0 mg/l.

**Conclusion:** The overall results of this study indicated that the use of municipal water treatment reduced Cl<sub>2</sub>, sulfate, and bicarbonate concentrations than the optimal levels in urban areas water. However, nitrite concentration was significantly higher in the output of these systems than distribution systems, which is a source of concern.

**Keywords:** Drinking water, household water treatment devices, physical and chemical parameters

\*Corresponding author:

Address: Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran

Email: karimi@arakmu.ac.ir

## بررسی اثر دستگاه های تصفیه آب خانگی بر کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب در سال 90-91

محمد صادق رجایی<sup>1</sup>، زهرا سالمی<sup>2</sup>، بهروز کریمی<sup>1\*</sup>، محمد جواد قنادزاده<sup>1</sup>، معصومه مشایخی<sup>3</sup>

1- مربی، گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

2- استادیار، گروه بیوشیمی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

3- کارشناس آزمایشگاه شیمی محیط زیست، گروه بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران

تاریخ دریافت: 91/9/14 تاریخ پذیرش: 91/12/9

### چکیده

**زمینه و هدف:** امروزه نگرانی‌های جهانی در مورد آلودگی آب‌ها به مواد شیمیایی و تاثیر سوء آن بر سلامتی افزایش یافته است. این پژوهش با هدف بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب تصفیه شده با دستگاه‌های تصفیه آب خانگی در شهر اراک صورت پذیرفت.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه توصیفی - مقطعی تعداد 60 دستگاه تصفیه آب خانگی در 5 منطقه مختلف شهر با نمونه‌گیری خوشه‌ای جهت بررسی پارامترهایی نظیر کدورت، کل جامدات معلق و محلول، سختی کل و کلسیم، سختی منیزیم، قلیائیت ساده، قلیائیت کل، کربنات، بی‌کربنات، نیتрат، نیتريت و سولفات و فلوراید، هدایت الکتریکی، pH و کلر آزاد باقیمانده مورد بررسی قرار گرفت. هم‌زمان نمونه‌هایی از آب سطحی و زیر زمینی شهر نیز گرفته شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که میانگین غلظت پارامترهای شیمیایی در آب خروجی از دستگاه‌های تصفیه آب خانگی برای کلر 0/1 میلی‌گرم بر لیتر، نیتريت 0/006 میلی‌گرم بر لیتر، سولفات 5، نیترات 15، بی‌کربنات 49، سختی کلسیم 18 میلی‌گرم بر لیتر و فلوراید به صفر میلی‌گرم بر لیتر رسید.

**نتیجه‌گیری:** نتایج مطالعه نشان می‌دهد که آب خروجی از دستگاه‌های تصفیه آب خانگی از نظر کلر آزاد باقیمانده، سولفات و بی‌کربنات به شدت کمتر از مقادیر مطلوب آن در آب شهری می‌باشد. اما غلظت نیتريت آب خروجی با افزایش مواجهه است که بسیار نگران کننده است.

**واژگان کلیدی:** آب آشامیدنی، حذف املاح، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، دستگاه‌های تصفیه آب خانگی

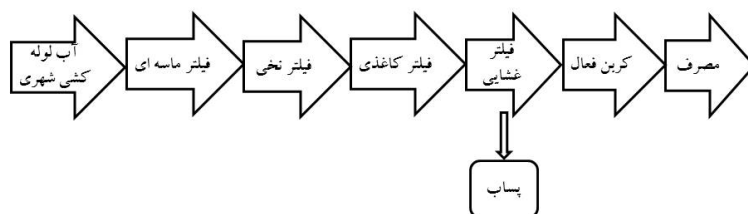
\*نویسنده مسئول: اراک، کوی گلستان، دانشگاه علوم پزشکی، ساختمان شماره 2، دانشکده بهداشت

## مقدمه

دسترسی به آب سالم از ابعاد فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک از نیازهای اساسی و اولیه بشر می باشد. کیفیت شیمیایی آب آشامیدنی تاثیر به سزایی در سلامتی مردم دارد چراکه آب آشامیدنی یکی از راه های تامین املاح ضروری بدن انسان است (1، 2). مواد شیمیایی گوناگون چه به صورت طبیعی و یا به صورت مصنوعی در مسیر جریان آب در طبیعت در آب ها حل می گردد (3). بعضی از این املاح در تغذیه و سلامت انسان مفید و تعدادی مضر می باشند. گروهی از مواد شیمیایی در صورتی که با غلظت بیشتر از حد مجاز در آب آشامیدنی موجود باشند، موجب به خطر انداختن سلامت و بهداشت انسان می گردد (4). مقدار مواد شیمیایی مؤثر بر سلامت انسانی بر اساس مصرف روزانه 2/5 لیتر آب برای یک انسان 70 کیلوگرمی در نظر گرفته شده است. بعضی از مواد شیمیایی مانند سموم و فلزات سنگین به دلیل خطرناک بودن این مواد حتی در مقادیر اندک نیز باعث به خطر انداختن سلامت خواهد شد. از این رو استاندارد این مواد در حد بسیار کم تا صفر تعیین گردیده است. بیماری های قلبی-عروقی، اختلالات و برخی بیماری های گوارشی، عوارض کلیوی، فشارخون، پوسیدگی های دندانی از عوارض نامطلوب بودن کیفیت شیمیایی آب نیز می تواند باشد. به طور معمول نمک های محلول در آب به صورت کاتیون و یا آنیون هستند (5-7). از کاتیون های مهم در آب می توان کلسیم، منیزیم، سدیم، آهن، منگنز، پتاسیم، آلومینیوم و از آنیون های مهم کربنات، بی کربنات، نیترات و نیتريت، سولفات، کلرید را می توان نام برد. مزه شوری آب ناشی از غلظت یون کلر، ید و سدیم می باشد (8). این شوری بستگی به ترکیبات شیمیایی آب دارد. اگر کاتیون غالب سدیم باشد در آب هایی با غلظت کلر 250 میلی گرم بر لیتر مزه شوری محسوس است اما اگر کاتیون کلسیم و منیزیم باشد تا غلظت 1000 میلی گرم بر لیتر یون کلر هم ممکن است مزه شوری آب آشکار نشود (9). میزان حلالیت نمک ها در آب بستگی به pH و دما، میزان

حلالیت آن عنصر و عوامل دیگر دارد. در 25 درجه سانتی گراد حاصل ضرب حلالیت نمک های موجود در آب مطرح می شود. تلخی آب به خاطر وجود نمک های منیزیم و مزه گس مربوط به آهن و آلومینیوم محلول در آب می باشد (10).

با توجه به روند روبه رشد جمعیت و تولید مواد زائد جامد و مایع به ویژه دفع فاضلاب ها در چاه های جاذب و افزایش خطر آلودگی آب های سطحی و زیر زمینی و حتی آب باران، نیاز شدید جوامع به آب سالم بیشتر از پیش احساس می شود. لذا امروزه تامین آب آشامیدنی سالم به عنوان یک نیاز جدی تر نسبت به گذشته مد نظر است. با افزایش میزان مواد محلول آب ها، استفاده از سیستم های تصفیه آب خانگی در سال های اخیر رواج بسیار زیادی در جوامع شهری و روستایی ایران یافته است. نیاز روزانه آب شهری در اراک از دو طریق تامین می گردد که یکی شامل آب ذخیره شده در سد کمال صالح واقع در 85 کیلومتری جنوب غربی اراک می باشد که پس از انتقال به تصفیه خانه آب با روش های انعقاد و ته نشینی و فیلتراسیون و کلرزنی تصفیه و وارد شبکه توزیع می گردد و دیگری شامل 32 حلقه چاه آب در فواصل 5 تا 15 کیلومتری اراک می باشد که در مواقع افزایش نیاز و مصرف، به مخازن آب شهری پمپاژ و در شبکه توزیع استفاده می گردد. برخی خانواده ها با خرید دستگاه های خانگی تصفیه آب کدورت، رنگ، سختی طعم، بو و ... را با روش هایی نظیر جذب سطحی، فیلتراسیون، تبادل یون، اسمز معکوس حذف می نمایند (11). در شکل 1 مراحل تصفیه آب در درون دستگاه های تصفیه آب خانگی آمده است. این دستگاه ها را معمولاً به صورت خطی در زیر ظرفشویی آشپزخانه ها یا در محل آب ورودی به خانه ها می توان نصب کرد (12). این تحقیق به منظور بررسی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب تصفیه شده از دستگاه های تصفیه آب خانگی در شهر اراک انجام شده است.



شکل 1. مراحل تصفیه آب در درون دستگاه های تصفیه آب خانگی

## موارد و روش ها

این مطالعه توصیفی مقطعی جهت بررسی کیفیت آب تصفیه شده حاصل از دستگاه های آب تصفیه آب خانگی در شهر اراک به مدت 6 ماه در زمستان 90 و تابستان 91 از طریق نمونه برداری خوشه ای از آب ورودی و خروجی از دستگاه های تصفیه مورد مطالعه قرار گرفت. تمامی پارامتر در محدوده زمانی یک ساله بررسی شدند.

در مجموع از 60 دستگاه تصفیه آب خانگی (60 نمونه از آب ورودی و 60 نمونه از خروجی دستگاه ها) 114 نمونه در طی سه نوبت، جمع آوری شد. روی تمام نمونه ها آنالیز کامل شیمیایی به جز فلزات سنگین انجام گرفت. جهت ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی شهر اراک نیز از 11 ایستگاه (چاه، چشمه، قنات) از مناطق داخل شهر 66 نمونه به طور تصادفی برداشت شد (از هر ایستگاه شش نمونه). نمونه های برداشت شده در ظروف پلی اتیلن نگهداری و بر روی آنها تاریخ، ساعت، محل نمونه برداری و کلر باقیمانده و دمای آب به هنگام نمونه برداری ثبت و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردید. پارامترهایی نظیر میزان کدورت، کل جامدات معلق و محلول، سختی کل، کلسیم، سختی منیزیم، قلیائیت ساده، قلیائیت کل، کربنات، بی کربنات، نیترات و نیتريت و سولفات و فلوراید، هدایت الکتریکی و pH بر اساس دستورالعمل ارائه شده در کتاب Standard methods for the examination of water and wastewater

و بررسی قرار گرفت.

به منظور اندازه گیری عناصر نیترات، نیتريت، سولفات نمونه های ورودی و خروجی از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل DR5000) استفاده شد. برای سنجش PH، از دستگاه pH

متر مدل HQ 40d HACH و برای تنظیم pH از اسید سولفوریک و هیدروکسید سدیم 1 مولار استفاده گردید. برای اندازه گیری کدورت از دستگاه نفلومتری HACH و برای سنجش هدایت الکتریکی، شوری و کل جامدات محلول از دستگاه هدایت سنج (Metronmer 500) استفاده گردید. برای اندازه گیری سختی، قلیائیت و کلرور از تیتراسیون با معرف های شیمیایی مرتبط استفاده شد. سایر پارامترها نیز بر اساس کتاب استاندارد متد و روش های محاسبات مواد شیمیایی در آب تعیین شده اند.

مقادیر به دست آمده در سه نوبت توسط روش های آزمایشگاهی ثبت گردیده و برای تجزیه و تحلیل توسط تست های آماری در نرم افزار SPSS نسخه 14 تعریف شدند. ابتدا از آزمون KS جهت بررسی طبیعی بودن داده ها استفاده شد و با توجه به طبیعی بودن داده ها ( $p > 0/05$ ) از تست آماری تی زوج جهت آنالیز داده ها استفاده شد. از تست آماری دو نمونه مستقل و آنوا جهت آنالیز بین گروه های مختلف استفاده گردد. نتایج به دست آمده با شکل جدول، نمودار و هم چنین شاخص مرکزی میانگین و انحراف معیار داده ها با نرم افزار اکسل تجزیه و تحلیل گشتند و در پایان میانگین داده ها با مقادیر استاندارد ملی و جهانی مقایسه گردید.

## یافته ها

در جدول 1 مقادیر میانگین غلظت ورودی و خروجی نمونه ها در هر منطقه شهری و راندمان حذف آمده است. همان طور که مشاهده می شود، مقادیر اغلب پارامترها از جمله سولفات، نیترات، بی کربنات، رنگ، کلرور، کلسیم

کمتر از 0/2 میلی گرم بر لیتر، سختی کل از 71/4 به 3/5 میلی گرم بر لیتر برحسب  $\text{CaCO}_3$ ، کلسیم از مقادیر ورودی 93/66 به 17 میلی گرم بر لیتر و منیزیم از 30 به 7/3 میلی گرم بر لیتر کاهش یافته است.

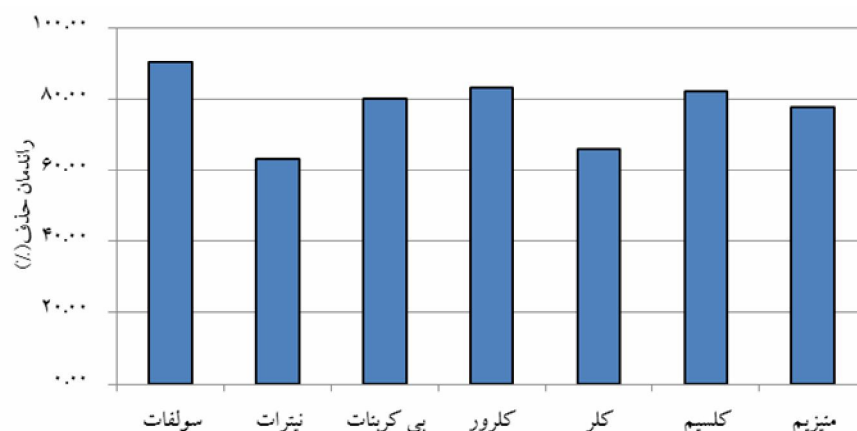
و منیزیم کاهش یافته است. هم چنین مقادیر سختی کل، سختی دائم، سختی موقت و مقادیر قلیانیت ساده و قلیانیت کل نیز روبه کاهش است. به طوری که کدورت متوسط آب از 0/36 به 0/23 NTU، TDS از 99 به 4/6 میلی گرم بر لیتر، شوری از 0/46 به 0/08، کلر آزاد باقیمانده از 0/8 به

جدول 1 مقادیر میانگین غلظت نمونه هادر هر منطقه شهری و تاثیر دستگاه های آب شیرین کن در کاهش غلظت املاح آب آشامیدنی

پارامترها	شهرک قدس	مرکز شهر	جنوب شرق	جنوب غرب	شمال غرب
سولفات	61/3	54/6	45/75	39/7	35/2
(میلی گرم بر لیتر)					
خروجی	3/88	1/25	11/5	0/29	7/69
راندمان (%)	93/25	98/1	79/95	99/2	80/77
نیترات	27	36/44	25/3	49/6	39/6
(میلی گرم بر لیتر)					
خروجی	9/5	15/88	7/97	20/43	20/64
راندمان (%)	67/6	55/3	72/8	60/8	60/52
نیتريت	0	0	0	0	0/01
(میلی گرم بر لیتر)					
خروجی	0/01	0	0/01	0	0/01
راندمان (%)	+	-	+	-	+
بی کربنات	206/9	221/6	228/5	257/7	243/2
(میلی گرم بر لیتر)					
خروجی	48/2	43/6	34/3	38/2	80/4
راندمان (%)	75/7	80/3	88/7	85/4	71/5
کلور	179	118/25	112/5	82/86	78/95
(میلی گرم بر لیتر)					
خروجی	28/25	22/75	15/33	10	22/5
راندمان (%)	87	76/1	87	92/1	73/75
کلسیم	95/9	91/5	172/5	98/6	86/4
(میلی گرم بر لیتر)					
خروجی	14/1	16/3	22/6	10/2	26/4
راندمان (%)	85	82/4	80	89/7	73/7
منیزیم	29/9	29/2	55/3	30/73	29
(میلی گرم بر لیتر)					
خروجی	5/5	7	7/45	7/82	12/5
راندمان (%)	83	75/2	80	84/2	66/7
فلوراید	0/5	0/3	0/5	0/7	0/4
(میلی گرم بر لیتر)					
خروجی	0	0	0	0	0
راندمان (%)	100	100	100	100	100

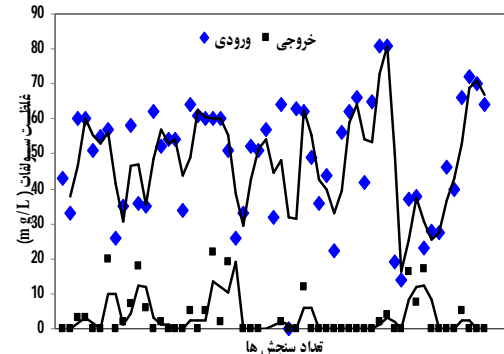
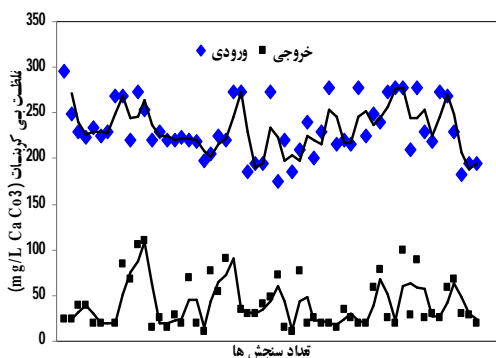
میلی گرم بر لیتر می باشد. از نظر نیترات نیز همان طور که مشاهده می گردد مقادیر روبه کاهش است فقط در چند نمونه است که تغییر چشم گیری در مقادیر نیترات دیده نمی شود. افزایش تولید نیتريت با راندمان 10/5 درصد در خروجی برخی دستگاه های تصفیه تامل برانگیز می باشد. شکل 2 میانگین راندمان حذف دستگاه های تصفیه آب خانگی در شهر اراک آمده است.

با توجه به نتایج جدول 1 مشخص می گردد که دستگاه های تصفیه آب خانگی در تمامی موارد تقریباً موجب حذف کلر آزاد باقیمانده شده است. غلظت کلر خروجی از دستگاه ها به طور متوسط حدود 0/1 میلی گرم بر لیتر بوده که کمتر از مقادیر توصیه شده استاندارد است. از بین پارامترهای فوق غلظت نیتريت در مواردی افزایش چشم گیری نشان می دهد. در حالی که غلظت متوسط نیتريت در ورودی صفر بوده است ولی در خروجی 0/006

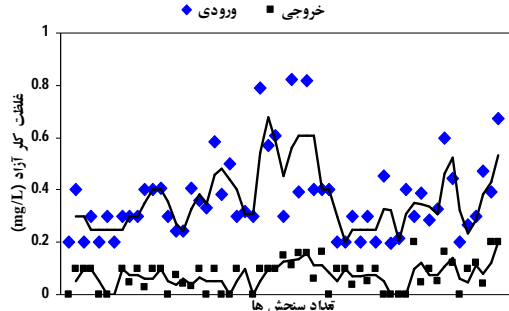
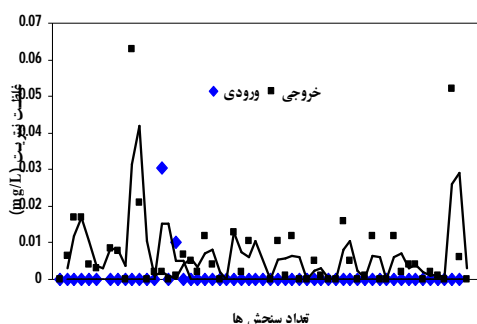


شکل 2. میانگین راندمان حذف دستگاه های تصفیه آب خانگی در شهر اراک

شکل 3 به مقایسه مقادیر غلظت کلر آزاد، نیتریت، سولفات، و بی کربنات ورودی و خروجی از دستگاه های تصفیه آب خانگی می پردازد.



شکل 3. مقایسه مقادیر غلظت کلر آزاد، نیتریت، سولفات، و بی کربنات ورودی و خروجی از دستگاه های تصفیه آب خانگی



در جدول 2 به بررسی اختلاف آماری بین ورودی و خروجی متغیرهای کمی با آنالیز آماری تی زوج پرداخته است. با توجه به جدول 2 مشخص است که تمامی پارامترها در خروجی دستگاه های تصفیه آب خانگی کاهش یافته و از نظر آماری معنی دار است اما مقادیر کربنات و نیتریت خروجی افزایش یافته است و از نظر آماری بین ورودی و خروجی این دو پارامتر معنی داری وجود ندارد.

جدول 2 آنالیز تی جفت جهت بررسی اختلاف بین ورودی و خروجی متغیر های کمی

ردیف	پارامترها	واحد	t	درجه آزادی	p
1	کدورت	NTU	3/02	52	0/004
2	TDS	میلی گرم بر لیتر	17/56	52	0/00
4	سختی کل	میلی گرم بر لیتر	19/3	52	0/00
5	سختی دائم	میلی گرم بر لیتر	14/5	52	0/00
6	سختی موقت	میلی گرم بر لیتر	17/8	52	0/00
7	قلیائیت کل	میلی گرم بر لیتر	18/7	52	0/00
8	Ca	میلی گرم بر لیتر	20/6	52	0/00
9	Mg	میلی گرم بر لیتر	17/4	52	0/00
10	کربنات	میلی گرم بر لیتر	1	52	0/042
11	بی کربنات	میلی گرم بر لیتر	17/56	52	0/00
12	کلور	میلی گرم بر لیتر	10/44	52	0/00
13	سولفات	میلی گرم بر لیتر	14/8	52	0/00
14	نیتрат	میلی گرم بر لیتر	11/45	52	0/00
15	نیتريت	میلی گرم بر لیتر	-0/658	52	0/514

در جدول 3 مشخصات منابع آب شهر اراک از نظر پارامترهای مختلف آورده شده است و با مقادیر جهانی مقایسه گردیده است. پارامترهای شیمیایی آب شهر اراک در حد استاندارد بوده و می توان بدون نیاز به دستگاه های تصفیه خانگی از آن استفاده نمود.

جدول 3 مشخصات منابع آب شهر اراک از نظر پارامترهای مختلف و مقایسه با استاندارد جهانی (میلی گرم بر لیتر)

پارامترها (میلی گرم بر لیتر)	کل جامدات محلول	شوری*	سختی کل	کلسیم	منیزیم	بی کربنات	سولفات	نیترات	نیتريت
میانگین	464	0/4	349/5	93	30	230/5	48/6	35/8	0/003
حداکثر	931	0/9	548	154	42	366	114	53/7	0/15
حداقل	195	0/2	36	53	17	44	6	0	0
انحراف معیار	22	0/01	5/5	8/5	2/5	3	1/5	0	0
استاندارد جهانی	500	-	500	200	150	250	400	50	0/004

\* میزان شوری توسط دستگاه اندازه گیری هدایت الکتریکی بر مبنای میزان نمک های موجود در آب تعیین می گردد

## بحث

می باشد ولی  $NO_2$  که شکل احیاء شده آن است با امکان پیوند با هموگلوبین خون می تواند موجب مشکلات بهداشتی مت هموگلوبینمیا، آسیب به کبد و تشکیل نیتروز آمین های سرطانزا در بدن گردد. بنابراین وجود آن در آب آشامیدنی نگران کننده بوده و بایستی حذف گردد (13). سازمان بهداشت جهانی حداکثر غلظت مجاز نیترات را در آب آشامیدنی 50 میلی گرم در لیتر بر حسب نیترات بیان نموده

همان طور که در نمودارها دیده می شود آب خروجی از دستگاه های تصفیه آب خانگی از نظر کلر آزاد باقیمانده، سولفات و بی کربنات به شدت کمتر از مقادیر مطلوب آن در آب شهری می باشد. اما غلظت نیتريت آب خروجی با افزایش معنی داری همراه است که بسیار تامل برانگیز است. اگر چه نیترات ( $NO_3^-$ ) خود غیرسمی

همچنین بررسی‌ها نشان داد که میزان pH خروجی از دستگاه‌های آب شیرین کن کمتر از حد استاندارد می‌باشد. این موضوع موجب افزایش خورندگی آب خروجی و افزایش انحلال ترکیبات مختلف در آب خروجی می‌گردد که گاه این عوامل بیماری‌زا هم هستند. از سوی دیگر حذف کلر آزاد باقیمانده احتمال ایجاد آلودگی ثانویه در آب تصفیه شده را تشدید می‌نماید (18).

بر اساس استاندارد وجود کلر باقیمانده به مقدار 0/2-0/8 میلی‌گرم بر لیتر در آب آشامیدنی ضروری است. با توجه به نتایج جداول مشخص می‌گردد که دستگاه‌های تصفیه آب خانگی در تمامی موارد موجب حذف کلر آزاد باقیمانده شده است. با توجه به این که با افزایش زمان بهره‌برداری از دستگاه‌های تصفیه غلظت ترکیبات مختلف در سطح لایه و بستر فیلتر به مرور افزایش می‌یابد، این مواد می‌توانند به عنوان مواد مغذی زمینه رشد باکتری‌ها در سطح و درون فیلترها عمل کنند (19). لذا در صورت عدم حضور گندزدای موثر، موجب افزایش آلودگی باکتریایی در آب خروجی و آلودگی آب مصرف کننده خواهد شد.

با توجه به مطالعات و بررسی‌های اپیدمیولوژیک مبنی بر کاهش میزان شیوع بیماری‌های قلبی عروقی در جوامع با میزان سختی آب و از طرفی بخش عمده املاح مفید آب و سختی (کلسیم و منیزیم با رآندمان متوسط حذف 85/5 درصد و 77/5 درصد) مطابق جداول، مصرف بلند مدت آب حاصل از دستگاه‌های تصفیه آب خانگی نه تنها ارتقاء بهداشتی ایجاد نمی‌کند بلکه برای سلامتی مضر بوده و در بلند مدت موجب به خطر افتادن سلامتی افراد مصرف کننده می‌شود، به گونه‌ای که با کاهش دریافت کلسیم و منیزیم و املاح موجود در آب در بلند مدت بدن با افزایش شیوع عوارض استخوانی نظیر استئوپوروز و کمبود عناصر مغذی مواجه می‌گردد (20).

از نظر میزان فلوراید نتایج نشان داد که استفاده از دستگاه‌های تصفیه آب خانگی غلظت فلوراید آب را می‌تواند به حد صفر برساند. سازمان بهداشت جهانی وجود مقدار 0/7-1/5 میلی‌گرم بر لیتر را به عنوان حد مطلوب

است. در استاندارد ملی کشور ما نیز برای تعریف کیفیت آب آشامیدنی مقدار 45 میلی‌گرم بر لیتر مورد توجه قرار گرفته است (14). گرچه ورود مقادیر ناچیز نیترات به بدن انسان بالغ مخاطره آمیز نمی‌باشد زیرا نیترات جزء طبیعی رژیم غذایی انسان است ولی اگر غلظت نیترات بالا باشد به ویژه بالای 45 میلی‌گرم بر لیتر در این صورت است مصرف چنین آبی برای کودکان کمتر از شش ماه به ویژه کودکان شیر خشک خوار مخاطره آمیز بوده و سبب بروز نوعی بیماری تحت عنوان مت هموگلوبینمی می‌گردد. زیرا در شرایطی که معده در دستگاه گوارش نوزادان، دارای pH قلیایی است، فعالیت اسیدسازی هنوز فعال نشده است شرایطی فراهم می‌شود تا نیترات به سرعت توسط باکتری‌های طبیعی موجود در دستگاه گوارش تبدیل به نیتريت گردیده و نیتريت تولیدی به سرعت جذب خون می‌شود و سبب می‌گردد که آهن دو ظرفیتی موجود در هموگلوبین تبدیل به آهن سه ظرفیتی گردد. وجود آهن سه ظرفیتی سبب می‌شود که قابلیت پیوند اکسیژن با آهن کاهش یافته و ظرفیت اکسیژن رسانی به بافت‌های بدن توسط خون کاهش یابد و در نتیجه آن آبی رنگ شدن پوست بدن یا همان سیانوز شدن است که در اصطلاح به آن سندرم بچه آبی (Blue baby) نیز گفته می‌شود (15). خوشبختانه در بزرگسالان به دلیل اسیدی بودن pH معده شرایط برای احیاء میکروبی نیترات به نیتريت فراهم نمی‌شود، به همین دلیل این بیماری معمولاً در کودکان زیر 6 ماه شیر خوار مشاهده شده است. هم‌چنین بعضی مطالعات نیز نشان داده که مادرانی که در دوران بارداری از آب آشامیدنی با غلظت زیاد نیترات استفاده نموده‌اند، احتمال خطر سقط جنین و بروز مشکلات در نوزادان آنها بالاتر بوده زیرا کاهش انتقال اکسیژن به نوزاد از طریق خون مادر مؤثر بوده است. در صورتی که استفاده از آب با نیترات بالای حدود 29 میلی‌گرم در لیتر باشد، احتمال سقط جنین در خانم‌های باردار تا 75 درصد افزایش می‌یابد و باعث بالا رفتن خطر ابتلا به سرطان مثانه در خانم‌ها می‌گردد (16، 17).



بلکه امکان افزایش برخی بیماری‌ها در اثر مصرف بلند مدت آب این دستگاه‌ها نیز وجود دارد. با توجه به کیفیت مطلوب منابع آب آشامیدنی شهری در اکثر شهرهای کشور و نیز دسترسی آسان و ارزان مردم به آب آشامیدنی سالم و استاندارد، نیاز به افزایش آموزش عموم مردم در زمینه عدم استفاده در مواقع غیر ضروری از این گونه دستگاه‌ها ضروری به نظر می‌رسد و توصیه می‌گردد که دستگاه‌های مذکور صرفاً برای مناطقی که آب آنها شور یا لب شور می‌باشد با هدف نمکزدایی از آبهای شور مورد استفاده قرار گیرند. استفاده از این دستگاه‌ها ضمن در بر داشتن هزینه‌های خرید اولیه و تعویض فیلتر و تبدیل بخشی از آب به آب غیر قابل استفاده، هزینه‌های اضافی بر خانواده‌ها تحمیل می‌نماید. حذف املاح مفید از آب هم چون کلسیم، منیزیم، فلوراید، کربنات، بی‌کربنات موجب آسیب به مصرف کننده‌ای که کمبود کلسیم و فلوراید رنج می‌برد و گاه این املاح تا حد صفر کاهش می‌یابند. عدم توجه به تعویض به موقع فیلترها در شرایط عدم حضور کلر باعث تجمع مواد روی فیلترها و رشد باکتری و حتی ایجاد طعم و بوی خاص می‌گردد. بدیهی است مصرف بهینه جای خوش رنگ و آب کم املاح دستاورد بهداشتی برای افراد و خانواده‌ها محسوب نمی‌گردد.

#### تقدیر و تشکر

این مطالعه حاصل طرح تحقیقاتی با شماره مصوب 445 می‌باشد. بدین وسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک و مدیریت تحقیقات به لحاظ حمایت مالی پروژه و تمامی کسانی که بدون همکاری ایشان انجام این تحقیق میسر نبود اعلام می‌دارم. هم‌چنین از تمامی اساتید محترم دانشکده بهداشت، مسؤول آزمایشگاه آب و فاضلاب خانم معصومه مشایخی، دانشجویان خانم‌ها فاطمه شیرایی وزهره چاباری و تمامی افرادی که به نحوی ما را در انجام این پروژه تحقیقاتی یاری نموده‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی نموده و

اعلام کرده است (14). سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده حداکثر میزان مجاز فلوراید در آب آشامیدنی را به منظور جلوگیری از فلوروزیس استخوانی 4 میلی‌گرم بر لیتر و حداکثر غلظت ثانویه که بیش از آن موجب بروز فلوروزیس دندان می‌شود را 2 میلی‌گرم بر لیتر اعلام کرده است. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران نیز میزان فلوراید مطلوب در آب را بین 0/5-1/5 میلی‌گرم بر لیتر اعلام نموده است. سازمان حفاظت محیط زیست نیز حداکثر مجاز فلوراید در آب آشامیدنی احشام و پرندگان را 2 میلی‌گرم بر لیتر اعلام کرده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که میزان فلوراید خروجی از این دستگاه‌ها نیز حدود صفر است. با توجه به نقش موثر فلوراید در رشد و استحکام دندان‌ها و استخوان‌ها به خصوص در کودکان در سنین رشد و شکل‌گیری دندان‌های دائمی و با توجه به این که اصلی‌ترین راه تامین فلوراید بدن از طریق جذب سیستمیک آن از طریق آب آشامیدنی است، این دستگاه‌ها با حذف این یون مفید موجب آسیب جدی به بدن و افزایش شاخص پوسیدگی‌های دندان می‌شوند (21). ناگفته نماند که غلظت‌های بسیار بالاتر از حدود مجاز فلوراید می‌تواند منجر به بروز فلوروزیس دندان و اسکلتی گردد. علاوه بر این جذب بیش از حد فلوراید از طریق غذا، نوشیدنی، دهان شویه و ... به همراه آب با غلظت بالای فلوراید عوارض دیگری هم چون اختلالات معده و روده، کاهش ضریب هوشی، اختلالات سیستم ایمنی و کاهش میزان هموگلوبین دارد (14). این عوارض در مناطق گرمسیری که مردم روزانه مقادیر زیادی آب مصرف می‌نوشند تشدید می‌گردد (22).

#### نتیجه گیری

استفاده از دستگاه‌های تصفیه و یون زدای آب خانگی از جنبه‌های اقتصادی، بهداشتی و زیست محیطی هزینه‌های زیادی بر اجتماع و برخی از خانواده‌ها که از این دستگاه‌ها استفاده می‌کنند، وارد می‌کند. بررسی‌ها نشان می‌دهد استفاده از این دستگاه‌های تصفیه آب نه تنها موجب ارتقاء سلامت و بهداشت و کاهش بیماری‌ها نمی‌گردد،

markers to assess water quality along the Ebro River. *Environmental Pollution*. 2006;139(2):330-9.

10. Le Cloirec P. Adsorption in water and wastewater treatments. *Handbook of porous solids*. 2001:2746-803.

11. Prats D, Chillon-Arias M, Rodriguez-Pastor M. Analysis of the influence of pH and pressure on the elimination of boron in reverse osmosis. *Desalination*. 2000;128(3):269-73.

12. Peng W, Escobar IC. Rejection efficiency of water quality parameters by reverse osmosis and nanofiltration membranes. *Environmental Science & Technology*. 2003;37(19):4435-41.

13. Choe S, Liljestrang HM, Khim J. Nitrate reduction by zero-valent iron under different pH regimes. *Applied Geochemistry*. 2004;19(3):335-42.

14. WHO. WHO Guidelines for drinking-water quality, 2004. Disponible all'indirizzo: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq) X. 2005;924156251.

15. El-Sofany E. Removal of lanthanum and gadolinium from nitrate medium using Aliquat-336 impregnated onto Amberlite XAD-4. *Journal of hazardous materials*. 2008;153(3):948-54.

16. Salvato JA, Nemerow NL, Agardy FJ. *Environmental engineering*: Wiley; 2003.

17. Karimi B, Rajaei M-S, Ganadzadeh MJ, Mashayekhi M, Jahanbakhsh M. Evaluation of nitrate removal from water by Fe/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and adsorption on activated carbon. *Arak Medical University Journal*. 2013;15(10):67-76.[Persian]

18. Bandyopadhyay S, Cormos C-C. Water management in process industries incorporating regeneration and recycle through a single treatment unit. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2008;47(4):1111-9.

19. Liikanen R, Yli-Kuivila J, Tenhunen J, Laukkanen R. Cost and environmental impact of nanofiltration in treating chemically pre-treated surface water. *Desalination*. 2006;201(1):58-70.

20. Guilbaud J, Massé A, Andrès Y, Combe F, Jaouen P. Influence of operating conditions on direct nanofiltration of greywaters: Application to laundry water recycling aboard ships.

از خداوند متعال خواستار توفیقات روز افزون این عزیزان می‌باشم.

## منابع

1. Osborne LL, Kovacic DA. Riparian vegetated buffer strips in water quality restoration and stream management. *Freshwater biology*. 1993;29(2):243-58.

2. Taheri E, Vahid Dastjerdi M, Hatamzadeh M, Hassanzadeh A, Ghafarian Nabari F, Nikaeen M. Evaluation of the Influence of Conventional Water Coolers on Drinking Water Quality. *J Health & Environ*. 2010;2(4): 268-75.[persian].

3. Di Toro DM, Zarba CS, Hansen DJ, Berry WJ, Swartz RC, Cowan CE, et al. Technical basis for establishing sediment quality criteria for nonionic organic chemicals using equilibrium partitioning. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 1991;10(12):1541-83.

4. Calderon R. The epidemiology of chemical contaminants of drinking water. *Food and chemical toxicology*. 2000;38:S13-S20.

5. Virkutyte J, Sillanpää M. Chemical evaluation of potable water in Eastern Qinghai Province, China: Human health aspects. *Environment international*. 2006;32(1):80-6.

6. Miranzadeh MB, Rabbani DK. Chemical quality evaluation for the inlet and outlet water taken from of the desalination plants utilized in Kashan during 2008. *Feyz Journals of Kashan University of Medical Sciences*. 2010;14(2):120-5 [persian].

7. Karavoltos S, Sakellari A, Mihopoulos N, Dassenakis M, Scoullas MJ. Evaluation of the quality of drinking water in regions of Greece. *Desalination*. 2008;224(1):317-29.

8. Borsuk ME, Stow CA, Reckhow KH. Predicting the frequency of water quality standard violations: A probabilistic approach for TMDL development. *Environmental Science & Technology*. 2002;36(10):2109-15.

9. Lavado R, Ureña R, Martin-Skilton R, Torreblanca A, Del Ramo J, Raldúa D, et al. The combined use of chemical and biochemical

22. Yao R, Meng F, Zhang L, Ma D, Wang M. Defluoridation of water using neodymium-modified chitosan. Journal of hazardous materials. 2009;165(1):454-60.
- Resources, Conservation and Recycling. 2012;62:64-70.
21. Fawell JK. Fluoride in drinking-water: Who; 2006.