Archive of SID

Original Article

Chemical quality evaluation for the inlet and outlet water taken from of the desalination plants utilized in Kashan during 2008

Miranzadeh M*, Rabbani D

Department of Environmental Health, Faculty of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, I.R. Iran

Received December 12, 2009; Accepted June 12, 2010

Abstract:

Background: Quality control of drinking water is important for healthy consumers. Having a high total dissolved solid (TDS) in water causes a salty taste. Reverse osmosis is one among the membrane processing methods currently used for lowering TDS in water. As during the recent years several desalination plants were set into operation by private sectors in Kashan, the study was carried out for the evaluation of the quality control of inlet and outlet water of the mentioned plants.

Materials and Methods: This cross-sectional descriptive study was carried out using samples taken from the inlet and outlet water of plants during a six-month period in summer and winter seasons of the year 2008. A total number of 128 samples taken from 16 desalination plants were analyzed for water chemical quality.

Result: The average concentration of chemical parameters in treated water were: TDS= 245, total hardness=118, nitrate=2.5 mg/l, fluoride=0.2 mg/l, sulfate=24 mg/l, chloride=63 mg/l and pH range = 6.8-7.

Conclusion: Based on findings on desalinated water, except for fluoride, other parameters were in accordance to the optimum concentration for drinking water. For the prevention of dental caries, addition of fluoride should be considered in future program. While pH of outlet water was relatively decreased with respect to the raw water, but none of them were compatible with drinking water standards.

Keywords: Water pollution, Water purification, Water desalination, Reverse osmosis, Membrane process

* **Corresponding Author.**
Email: miranmn@ yahoo.Com
Tel: 0098 361 557 9191
Fax: 0098 361 555 0111

Conflict of Interests: *No*

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences Summer 2010; Vol 14, No 2, Pages 120-125

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی کیفیت شیمیایی آب ورودی و خروجی دستگاه های آب شیرین کن شهر کاشان طی سال های ۸۷ – ۱۳۸۶

محمد باقر میران زاده [۱*]، داورخواه ربانی [۲]

خلاصه

سابقه و هدف: کنترل کیفیت آب آشامیدنی از نظر حفظ سلامتی و بهداشت مصرف کنندگان دارای اهمیت است. بالا بودن (Total Dissolved Solid; TDS) آب سبب ایجاد طعم و مزه نامطلوب از جمله شوری در آب می‌شود. یکی از روش-های کاهش TDS آب استفاده از روش های غشایی همچون اسمز معکوس است. هدف از انجام این تحقیق بررسی کیفیت آب ورودی و خروجی دستگاه‌های آب شیرین کاشان است.

مواد و روش ها: این مطالعه توصیفی– مقطعی به مدت ٦ ماه در زمستان ٨٦ و تابستان ٨٧ از طریق نمونه برداری از آب ورودی و خروجی دستگاه‌ها انجام گرفت. با توجه به حضور ١٦ دستگاه آب شیرین کن فعال در شهرکاشان در زمان تحقیق، در مجموع ١٢٨ مرحله نمونه برداری (٦٤ نمونه از آب ورودی و ٦٤ نمونه از خروجی دستگاه ها) انجام شد. بروی نمونه ها آنالیز کامل شیمیایی به جز فلزات سنگین انجام گرفت. و نتایج از طریق آزمون t زوجی مورد آنالیز آماری قرار گرفت.

نتایج: نتایج تحقیق نشان داد که میانگین غلظت پارامترهای کیفی آب خروجی از دستگاه‌های آب شیرین کن برای سختی کل برابر ١١٨ میلی‌گرم در لیتر، و برای TDS، نیترات، فلوئور، سولفات و کلرور به ترتیب برابر ٢٤٥/١٨، ٢/٤٦، ٠/٢، ٢٤ و ٦٨ میلی‌گرم در لیتر می باشد. همچنین میزان pH نیز در آب خروجی دستگاه‌ها بین ٦/٨ تا ٧ واحد بود.

نتیجه گیری: در مورد کیفیت آب خروجی از دستگاه‌ها به جز فلوئور در مورد مقدار بقیه ی پارامتر ها غلظت آنها تقریبا در حد مطلوب قرار داشت. لذا به منظور حفظ سلامتی دندان ها و جلوگیری از پوسیدگی آنها فرآیند فلوئورزنی به آب تصفیه شده بایستی مد نظر قرار گیرد. در مورد PH نیز اگر چه مقدار آن در آب خروجی دستگاه‌ها نسبت به آب خام ورودی تا حدودی کاهش یافته است، ولی مقدار آن در هیچ یک از دستگاه‌ها کمتر از حد مطلوب کیفیت شیمیایی آب آشامیدنی نبود.

واژگان کلیدی : آلودگی آب، تصفیه آب، آب شیرین کن، اسمز معکوس، فرآیند غشایی

فصلنامه علمی - پژوهشی فیض، دوره چهاردهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹، صفحات ۱۲۵-۱۲۰

مقدمه

آب یکی از نیازهای اولیه‌ی هر موجودی است و بدون آن حیات بی‌معنی خواهد بود. تامین آب سالم و بهداشتی، لزوم تصفیه آن را می‌طلبد. آب آشامیدنی یکی از راه‌های تامین املاح ضروری بدن انسان است، علاوه بر این در صورتی‌که آب آلوده باشد یا اینکه غلظت بعضی از املاح در آن کم و یا زیاد باشد، در این صورت می‌تواند بر روی بهداشت و سلامت انسان تاثیر بگذارد. نامطلوب بودن کیفیت شیمیایی آب می‌تواند باعث بروز بیماری‌ها و عوارضی از جمله پوسیدگی دندان، بیماری‌های قلب و عروق، اختلالات گوارشی، عوارض کلیوی و فشار خون شود؛ لذا بهسازی و تصفیه منابع آب می‌تواند نقش بسیار تعیین کننده‌ای در کاهش چنین بیماری‌ها و عوارض ناشی از آن داشته باشد [۳-۱]. آب آشامیدنی علاوه بر اینکه از نظر ظاهری بایستی شفاف و زلال و عاری از کدورت باشد، از نظر کیفیت میکروبی و شیمیایی نیز بایستی در حد مطلوب قرار داشته باشد. بالا بودن غلظت جامدات محلول در آب باعث ایجاد مزه شوری شده و تمایل مصرف-کنندگان را به مصرف چنین آب‌هایی کاهش می‌دهد؛ به همین دلیل مصرف کنندگان همیشه به دنبال آب‌های شیرین بوده‌اند [٤،٢]. با توجه به اینکه شهر کاشان در منطقه گرمسیری و کویری واقع شده و منطقه از نظر آب‌های سطحی بسیار فقیر است، لذا تنها منبع تامین آب شهر برداشت از سفره‌های آب زیر زمینی برای مقاصد مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی است [۵]. بالا بودن املاح محلول آب یکی از اختصاصات آب‌های زیرزمینی این منطقه است و به همین دلیل شوری آن به خوبی احساس می‌شود و مردم کاشان از سالیان گذشته به دنبال یافتن منابع آب شیرین بوده‌اند که یک نمونه مشخص آن استفاده از آب انبارها بوده که آبگیری آنها از طریق آب قنات‌ها و رودخانه‌ها که دارای آب با کیفیت بهتری بوده‌اند انجام می‌گرفته است. در سال‌های اخیر نیز پروژه انتقال آب

[۱] دانشیار، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

[۲] استادیار، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

* **نشانی نویسنده مسوول:**

کاشان، کیلومتر ۵ بلوار قطب راوندی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، دانشکده بهداشت

تلفن: ۰۳۶۱ ۵۵۷۹۱۹۱ **دورنویس:** ۰۳۶۱ ۵۵۵ ۰۱۱۱

پست الکترونیک: miranmn@ yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۲۱ **تاریخ پذیرش نهایی:** ۸۹/۳/۲۲

www.SID.ir

Archive of SID

زاینده رود به کاشان مطرح بوده که فاز اول آن به میزان ٤٠٠ لیتر در ثانیه به بهره برداری رسیده است. در وضعیت موجود تامین آب شهر کاشان از طریق ٦٠ حلقه چاه عمیق صورت می‌گیرد. آب چاه‌ها پس از گندزدایی وارد شبکه توزیع می‌شود [٥]. با توجه به توسعه و ورود تکنولوژی‌های نوین در سیستم‌های تصفیه آب آشامیدنی، در اوایل دهه ٨٠ استفاده از دستگاه‌های آب شیرین کن با روش اسمز معکوس در شهر کاشان رایج شده به طوری که در زمان انجام این تحقیق تعداد ١٦ دستگاه آب شیرین کن در شهر کاشان توسط بخش خصوصی فعال بوده است و بخشی از ساکنین شهر کاشان با مراجعه به دستگاه‌های آب شیرین کن آب آشامیدنی مورد نیاز خود را خریداری می‌نموده‌اند. فرآیند اسمز معکوس (Reverse Osmosis; RO) یکی از فرآیندهای غشایی جهت نمک زدایی از آب است که در این فرآیند با استفاده از غشاهای مخصوص و از جنس‌های متفاوت و با اعمال فشار مصنوعی بر روی آب شور از طریق پمپ سبب می‌شود که جهت حرکت آب در دو طرف غشا برخلاف مسیر اسمز طبیعی باشد. در اسمز طبیعی جهت حرکت آب از محیط رقیق به غلیظ است، در صورتی که در اسمز معکوس از محیط غلیظ به سمت محیط رقیق می‌باشد. نتیجه نهایی این فرآیند این است که آب و املاح از همدیگر جدا می‌شوند [٦،٢،١]. از آنجا که کنترل کیفیت آب آشامیدنی از نظر بهداشتی دارای اهمیت زیادی بوده و استفاده از دستگاه‌های آب شیرین کن می‌تواند منجر به برهم خوردن تعادل املاح آب شده و روز به روز گرایش مردم به استفاده از آب‌های تصفیه شده افزایش می‌یابد. لذا این تحقیق به منظور بررسی و تعیین کیفیت آب ورودی و خروجی از دستگاه‌های آب شیرین کن طی سال‌های ٨٧-١٣٨٦ در شهر کاشان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق از نوع مطالعه توصیفی- مقطعی بوده که از طریق نمونه برداری از آب ورودی (در محل لوله تغذیه کننده آب خام) و آب خروجی (در محل شیر برداشت آب تصفیه شده) دستگاه‌های آب شیرین کن فعال در سطح شهر کاشان طی سال‌های ٨٧-١٣٨٦ انجام گرفت. در ابتدا ١٦ دستگاه آب شیرین کن فعال در شهر کاشان مورد شناسایی قرار گرفت. ظرفیت هر یک از این دستگاه‌ها ١٥-١٠ متر مکعب در روز است. در طول مدت تحقیق که ٦ ماه بود (زمستان ٨٦ و تابستان ٨٧) از هر دستگاه آب شیرین کن ٤ نمونه از قسمت ورودی (آب خام) و ٤ نمونه از شیر خروجی به طریق لحظه‌ای و بدون اطلاع قبلی در ساعات کاری برداشت شد. تعداد کل نمونه‌های برداشت شده ١٢٨ نمونه بود. برای نمونه برداری از ظروف پلی اتیلن ٢ لیتری تمیز استفاده گردید. نمونه‌ها بعد از برداشت به آزمایشگاه شیمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کاشان منتقل شده و توسط کارشناس بهداشت محیط مورد آنالیز قرار گرفتند. پارامترهای اندازه گیری شده عبارت است از کل جامدات محلول (TDS) به روش حرارت دادن، سختی کل و کلسیم به روش تیتراسیون (کمپلکس متری)، سختی منیزیم به روش محاسباتی، کلرور به روش آرژانتومتری، سدیم و پتاسیم به روش فلیم فتومتری، سولفات به روش توربیدیمتری، فلوراید به روش اسپکتروفتومتری، نیترات به روش اسپکتروفتومتری uv و pH با دستگاه pH متر. آزمایشات بر اساس دستور العمل ارائه شده در آخرین چاپ کتاب استاندارد متود انجام گرفت [٧]. در پایان نیز نتایج از طریق آزمون آماری tزوجی مورد بررسی و آنالیز قرار گرفت و میانگین غلظت پارامترها با مقادیر استاندارد کیفیت آب آشامیدنی (استاندارد شماره ١٠٥٣ و در مورد بعضی پارامترها که در استاندارد شماره ١٠٥٣ وجود نداشت از دستورالعمل سازمان بهداشت جهانی استفاده گردید) مقایسه گردیدند.

نتایج

در جدول شماره ١ نتایج میانگین غلظت و مقایسه آن با حداکثر مطلوب آب آشامیدنی برای هر یک از پارامترها در آب ورودی و خروجی دستگاه‌های آب شیرین کن در شهر کاشان ارائه شده است. از آنجا که آدرس و نام هر دستگاه در نتایج تحقیق تاثیری نداشته است، لذا از ذکر نام و آدرس آن‌ها خودداری شده است. مقدار TDS نیز در ورودی دستگاه‌ها بین ٧٥٥ تا ٩٦٨ میلی‌گرم در لیتر است و در خروجی دستگاه بین ١٥٩ تا ٣٦١ میلی‌گرم در لیتر است. از نظر میزان pH مقدار آن در آب ورودی دستگاه‌ها قبل از تصفیه بین ٧ تا ٧/٣ و در آب خروجی از دستگاه‌ها به ٦/٨ تا ٧ رسیده است. در جدول شماره ٢ نیز توزیع توزیع فراوانی پارامترهای شیمیایی آب قبل و بعد از تصفیه در دستگاه های آب شیرین کن شهر کاشان آورده شده است. در مورد TDS کیفیت آب ورودی در تمام دستگاه‌ها خارج از حد استاندارد بوده ولی پس از تصفیه در خروجی دستگاه آب شیرین کن به صورت استاندارد درآمده است.

بحث

با توجه به نتایج این مطالعه غلظت TDS آب شبکه توزیع شهر کاشان که آب ورودی دستگاه‌های آب شیرین کن را شامل می‌شده است زیر ١٠٠٠ میلی‌گرم در لیتر بوده که از نظر

www.SID.ir

Archive of SID

تقسیم‌بندی، آب شهر کاشان در گروه آب‌های شیرین (Fresh water) قرار می‌گیرد. البته قبل از انتقال آب زاینده رود به کاشان، آب شهر دارای TDS بالای ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بوده که بر این اساس در گروه آب‌های کمی شور (Slightly Saline) قرار می‌گرفته است [۸،٦،۳].

جدول شماره ۱- نتایج میانگین کیفیت شیمیایی آب ورودی و خروجی دستگاه‌های آب شیرین کن فعال در شهر کاشان طی سال‌های ۸۷-۱۳۸٦

شاخص	کیفیت آب ورودی به دستگاه آب شیرین کن	کیفیت آب خروجی از دستگاه آب شیرین کن	استاندارد کیفیت آب آشامیدنی	نتایج آزمون	
				ورودی با خروجی	خروجی با استاندارد
TDS	۸۵۲/٤ ± ٦٤	۲٤٥/۱۸ ± ٤٦/٥۳	٥۰۰	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱
سختی کل	۳۱۹/۳۷±۲۰/۲۹	۱۱۸/۲٥± ۱۸/٥۰	٥۰۰	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱
سختی کلسیم	۱۹۷ ±۱۷/۳	۷۱/٥۰±۱۷/۲٦	۲۰۰	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱
سختی منیزیم	۱۲۲/٦۲±۱٦/۱۷	٤٦/۹۷±۱۲/۸۷	۱٥۰	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱
پتاسیم	۱ ±۸/٦	۱/۸۲ ±۰/۳۰	استاندارد ندارد	* P<۰/۰۰۱	
فلوراید	۰/۸۳ ±۰/۰٥	۰/۲۰±۰/۰۲	۱	P <۰/۰۰۱	P <۰/۰۰۱
کلرور	۲۰٤/۸۱± ۲۳/۸۸	٦۸/٥۰± ۹/۷۷	۲۰۰	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱
سولفات	۱۷٦/۰۹± ۱٤/٥۸	۲٤/۳۱±۱۲/۰۷	۲۰۰	P <۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱
نیترات	۹/۱۲±۰/۷۲	۲/٤٦ ±۰/٥٥	٤٥	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱
سدیم	۱۳٤/۰٦± ۹/۹۸	۳۷/۲۸± ٦/٦٤	**۲۰۰	P<۰/۰۰۱	P<۰/۰۰۱
pH	۷/۰۸±۰/۰۸	٦/۸٤±۰/۰۷	٦/٥ -۸/٥	***P<۰/۰۰۱	

* چون پتاسیم فاقد استاندارد حداکثر مطلوب آب آشامیدنی بوده، لذا میانگین ورودی و خروجی مقایسه شده است.

** استاندارد WHOسال ۱۹۹٦

*** در مورد pH چون استاندارد حداکثر مطلوب آب آشامیدنی در محدوده ٦/٥ تا ۸/٥ بوده، لذا میانگین ورودی با خروجی مقایسه شده است.

✓ لازم به ذکر است که مقادیر همه شاخص های اندازگیری شده به جز pH برحسب میلی گرم به لیتر است.

جدول شماره ۲- توزیع فراوانی پارامترهای شیمیایی آب به هنگام قبل و بعد از تصفیه در دستگاه های آب شیرین کن شهر کاشان

پارامتر	مرحله	استاندارد	
		غیر استاندارد تعداد (درصد)	استاندارد تعداد (درصد)
TDS	قبل از تصفیه	۱٦(۱۰۰)	-
	بعد از تصفیه	-	۱٦(۱۰۰)
سختی کل	قبل از تصفیه	-	۱٦(۱۰۰)
	بعد از تصفیه	-	۱٦(۱۰۰)
سختی کلسیم	قبل از تصفیه	۹(٥٦/۳)	۷(٤۳/۷)
	بعد از تصفیه	-	۱٦(۱۰۰)
سختی منیزیم	قبل از تصفیه	۱(٦/۳)	۱٥(۹۳/۷)
	بعد از تصفیه	-	۱٦(۱۰۰)
فلوراید	قبل از تصفیه	-	۱٦(۱۰۰)
	بعد از تصفیه	-	۱٦(۱۰۰)
کلرور	قبل از تصفیه	۹(٥٦/۳)	۷(٤۳/۷)
	بعد از تصفیه	-	۱٦(۱۰۰)
سولفات	قبل از تصفیه	۱(٦/۳)	۱٥(۹۳/۷)
	بعد از تصفیه	-	۱٦(۱۰۰)
نیترات	قبل از تصفیه	-	۱٦(۱۰۰)
	بعد از تصفیه	-	۱٦(۱۰۰)
سدیم	قبل از تصفیه	-	۱٦(۱۰۰)
	بعد از تصفیه	-	۱٦(۱۰۰)
pH	قبل از تصفیه	-	۱٦(۱۰۰)
	بعد از تصفیه	-	۱٦(۱۰۰)

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس ضوابط و استانداردهای کیفیت آب آشامیدنی، حداکثر مقدار مطلوب TDS در آب آشامیدنی ۵۰۰ میلی گرم در لیتر است که از نظر مقایسه آب شبکه کاشان در هر دو حالت (قبل و بعد از انتقال آب زاینده رود) مقدار TDS آن فراتر از حداکثر مطلوب بوده؛ به همین دلیل کاهش TDS آن به زیر ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در کاهش طعم شوری آن موثر است و رضایت مصرف کنندگان را به همراه خواهد داشت [۸،۷،۳]. نتایج آزمون t زوجی نشان داد که در مورد تمام پارامترها تفاوت معناداری ($P<۰/۰۵$) بین کیفیت آب ورودی و خروجی از دستگاه‌ها و مقادیر آن با استاندارد حداکثر مطلوب آب آشامیدنی مشاهده شده است. سیستم‌های تصفیه آب با روش اسمز معکوس یا RO در زدایش TDS آب بسیار کارآمد است و با توجه به نتایج کیفیت آب خروجی دستگاه‌های آب شیرین کن شهرکاشان مقدار TDS در خروجی تمام دستگاه‌ها به زیر ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر رسیده است که با استانداردهای کیفیت آب آشامیدنی مطابقت دارد. علاوه بر این کیفیت آب خروجی دستگاه‌های آب شیرین کن شهرکاشان از نظر پارامترهای سختی کل، کلسیم، منیزیم، سولفات، کلرور، نیترات، قلیایت، سدیم و پتاسیم در حد متعادل قرار داشته است [٤]. از نظر میزان pH در آب ورودی به دستگاه‌ها مقدار آن در محدوده ۷ تا ۷/۳ قرار داشته که بسیار مناسب است ولی در آب خروجی دستگاه‌ها میزان pH کمی کاهش یافته و به محدوده‌ی ٦/٨ تا ٦/٩ رسیده است (فقط در مورد یکی از دستگاه‌ها مقدار آن ۷ بود) که نشان می‌دهد استفاده از فرایند اسمز معکوس منجر به کاهش pH و اسیدی شدن آب می‌گردد. علت این امر می‌تواند به هم خوردن تعادل آنیون‌ها و کاتیون‌ها باشد. البته در آب خروجی دستگاه‌های آب شیرین کن شهر کاشان مقدار pH به پایین‌تر از حد مطلوب آب آشامیدنی نرسیده است [۷-۹،۵،۳]. نتایج یک تحقیق بر روی کیفیت آب خروجی دستگاه‌های آب شیرین کن شهر قم نشان داده که در شهر قم در آب خروجی تمام دستگاه‌ها مقدار pH پایین‌تر از حد مطلوب (pH= ٦/٥) بوده است و حتی در مواردی pH به زیر ٦ رسیده است که علت اختلاف آن با نتایج آب شیرین کن های شهر کاشان احتمالا به واسطه متفاوت بودن کیفیت آب خام ورودی به دستگاه‌ها، تفاوت جنس غشاها و نحوه بهره‌برداری از آن‌ها و همچنین متفاوت بودن درصد اختلاف آب خام و آب نمک زدایی شده است [۱۱،۱۰]. علاوه بر این نتایج یک تحقیق بر روی کیفیت آب استحصال شده از آب شیرین کن‌های مستقر در شهرها و روستاهای ایران نشان داده که pH آب خروجی دستگاه‌ها به سمت اسیدی شدن و خورنده بودن تمایل داشته است که علت آن می‌تواند به واسطه به هم خوردن تعادل املاح مولد قلیاییت در آب باشد [۱۰،۹]. غلظت فلوراید در آب خام شبکه توزیع کاشان (آب ورودی به دستگاه‌ها) در محدوده ۰/۷ تا ۱ میلی گرم در لیتر قرار داشته که تقریبا در حد مناسب برای کیفیت آب آشامیدنی است، لیکن در آب خروجی دستگاه‌ها غلظت فلوراید به شدت کاهش یافته و به حدود ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر رسیده است. علت آن این است که در فرایند RO تمام کاتیون‌ها و آنیون‌ها بدون توجه به مفید بودن یا نبودن آنها زدایش می‌شوند و حالت زدایش انتخابی (Selective) وجود ندارد؛ لذا یکی از معایب اصلی دستگاه‌های آب شیرین کن به روش RO کاهش غلظت فلوراید به پایین‌تر از حد مناسب است. وجود غلظت مناسب فلوراید در آب آشامیدنی از نظر بهداشت و سلامت دندان‌ها دارای اهمیت است، زیرا نقش فلوراید در رشد و استحکام دندان‌ها و استخوان‌ها به خصوص در کودکان در حال رشد به اثبات رسیده است و یکی از راه‌های ورود فلوراید به بدن از طریق مصرف آب آشامیدنی حاوی فلوراید است. وجود غلظت مناسب سختی در آب آشامیدنی که همان غلظت املاح کلسیم و منیزیم است در کاهش بیماری‌های قلبی و عروقی تاثیر داشته و ارتباط بین سختی و کاهش بیماری‌های قلبی و عروقی به اثبات رسیده است [۹-۷]. آب فاقد سختی یا با سختی خیلی کم اگر چه برای مصارف صنعتی بسیار مناسب است، ولی برای آشامیدن مناسب نیست؛ به همین دلیل در آب خروجی دستگاه‌های آب شیرین کن غلظت سختی بایستی بالای ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و در محدوده ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر قرار داشته باشد. در مورد دستگاه‌های آب شیرین کن شهر کاشان نتایج تحقیق حاضر نشان داد که به جز در دو دستگاه که غلظت سختی زیر ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بوده در بقیه دستگاه‌ها مقدار آن در محدوده ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر قرار داشته است. نتایج بررسی کیفیت آب خروجی دستگاه‌های آب شیرین کن مستقر در روستاها و شهرهای ایران در سال ۱۳۸۵ نشان داده که در مواردی غلظت سختی در آب خروجی دستگاه‌ها تا حد مطلوب فاصله داشته است. وجود غلظت مناسب سختی در آب آشامیدنی اگر چه از نظر بهداشتی دارای اهمیت است ولی در سیستم های لوله کشی سبب ایجاد رسوب شده و کاهش خاصیت پاک کنندگی صابون و سایر شوینده‌ها را به همراه خواهد داشت [۹،۸،۳،۱].

نتیجه گیری

با توجه نتایج تحقیق می‌توان نتیجه گیری نمود که اگر چه تصفیه آب در دستگاه های آب شیرین کن منجر به کاهش شوری و املاح و بهبود طعم آب می‌گردد، لذا از آنجا که در آب خروجی

www.SID.ir

Archive of SID

از دستگاه غلظت فلوئور پایین‌تر از حد مورد نیاز آب آشامیدنی است و به منظور حفظ سلامت مصرف کنندگان متعادل سازی غلظت فلوئور از طریق روش‌های فلوئورزنی مصنوعی لازم به نظر می‌رسد در مورد pH آب نیز مشخص شد که تصفیه آب در این دستگاه‌ها منجر به کاهش جزئی pH و اسیدی شدن آب می‌گردد، لیکن کاهش pH در حدی نیست که منجر به غیر استاندارد شدن کیفیت آب تصفیه شده گردد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کاشان که اعتبارات لازم برای انجام این طرح تحقیقاتی را متقبل شدند و همچنین از کارشناسان بهداشت محیط خانم‌ها زهرا بابایی، زهرا مهاجرانی، مریم پیروزه و مریم سعیدی نژاد که در مراحل نمونه برداری، انجام آزمایشات و تایپ و تکثیر گزارش همکاری نمودند، را اعلام می‌دارند.

References:

[1] Mc Ghee TJ, Steel EW. Water Supply and Sewerage .6th ed. McGraw–Hill; 1991. p. 158-70.
[2] Guidelines for Drinking Water Quality. 2nd ed. Vol (2). WHO, Geneva; 1996.
[3] Hammer MJ. Water and Wastewater Technologies. 6 th ed. Prentice Hall; 2007; 137-58.
[4] Drinking water quality standard. Iranian planning and management organization. Reports No. 116-4. 1999.
[5] Miranzadeh MB, Mostafaii GR. Jalali A. An study to determin the nitrate of water wells and distribution network in Kashan drinking 2004-2005. ***Feyz, Kashan University of Medical Sciences & Health Services*** 2006; 10(2): 39-45. [in Persian]
[6] Peavy SH, Rowe DR. Environmental Engineering. McGraw-Hill Publishing Co; 1987. p. 11- 45
[7] Eaton AD, Clesceri LS, Rice EW, Greenberg AE, Franson MAH, editors. Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater: Centennial Edition (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater). 21st ed. Washington: American Public Health Association; 2005.
[8] Nemerow NL, Agardy FJ, Salvato JA. Environmental Engineering: Environmental Health and Safety for Municipal Infrastructure, Land Use and Planning, and Industry. 6 th ed. Wiley; 2009. p. 255-326.
[9] Staff AWWA. Reverse Osmosis and Nanofiltration, 2e (Awwa Manual). 2nd ed. American Waterworks Association; 2007.p. 95-167.
[10] Yari AR, Safdari M, Hadadian L, Babakhani H. The physical, chemical and microbial quality of treated water in Qom's desalination plants. ***Journal of Qom University of Medical Sciences*** 2007; 1(1): 45-54. [in Persian]
[11] Hendricks DW. Water treatment unit process. 1st ed. Newyork: CRC Press; 2006. p. 930-5.

www.SID.ir