

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 361 555 0021

Fax: 0098 361 555 0111

Conflict of Interests: No

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

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 می شود. 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 دستگاه های آب شیرین کاشان است.

مواد و روش ها: این مطالعه توصیفی-مقطعی به مدت ۶ ماه در زمستان ۸۶ و تابستان ۸۷ از طریق نمونه برداری از آب ورودی و خروجی دستگاه ها انجام گرفت. با توجه به حضور ۱۶ دستگاه آب شیرین کن فعال در شهرکاشان در زمان تحقیق، در مجموع ۱۲۸ مرحله نمونه برداری (۶۴ نمونه از آب ورودی و ۶۴ نمونه از خروجی دستگاه ها) انجام شد. بر روی 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 دستگاه های آب شیرین کن برای سختی کل برابر ۱۱۸ میلی گرم در لیتر، و برای TDS، نیترات، فلوئور، سولفات و کلرور به ترتیب برابر ۲۴۵/۱۸، ۲/۴۶، ۰/۲، ۲۴ و ۶۸ میلی گرم در لیتر می باشد. همچنین میزان pH نیز در آب خروجی دستگاه ها بین ۶/۸ تا ۷ واحد بود.

نتیجه گیری: در مورد کیفیت آب خروجی از دستگاه ها به جز فلوئور در مورد مقدار بقیه ی پارامتر ها غلظت آنها تقریباً 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 دستگاه ها نسبت به آب خام ورودی تا حدودی کاهش یافته است، ولی مقدار آن در هیچ یک از دستگاه ها 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 اولیه ی هر موجودی است و بدون آن حیات بی معنی خواهد بود. تامین آب سالم و بهداشتی، لزوم تصفیه آن را می طلبد. آب آشامیدنی یکی از راه های تامین املاح ضروری بدن انسان است، علاوه بر این در صورتی که آب آلوده باشد یا اینکه غلظت بعضی از املاح در آن کم و یا زیاد باشد، در این صورت می تواند بر روی بهداشت و سلامت انسان تاثیر بگذارد. نامطلوب بودن کیفیت شیمیایی آب می تواند باعث بروز بیماری ها و عوارضی از جمله پوسیدگی دندان، بیماری های قلب و عروق، اختلالات گوارشی، عوارض کلیوی و فشار خون شود؛ لذا بهسازی و تصفیه منابع آب می تواند نقش بسیار تعیین کننده ای در

کاهش چنین بیماری ها و عوارض ناشی از آن داشته باشد [۱-۳]. 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 آب هایی کاهش می دهد؛ به همین دلیل مصرف کنندگان همیشه به دنبال آب های شیرین بوده اند [۴،۵]. با توجه به اینکه شهر کاشان در منطقه گرمسیری و کویری واقع شده و منطقه از نظر آب های سطحی بسیار فقیر است، لذا تنها منبع تامین آب شهر برداشت از سفره های آب زیر زمینی برای مقاصد مختلف شهری، صنعتی و کشاورزی است [۵]. بالا بودن املاح محلول آب یکی از اختصاصات آب های زیرزمینی این منطقه است و به همین دلیل شوری آن به خوبی احساس می شود و مردم کاشان از سالیان گذشته به دنبال یافتن منابع آب شیرین بوده اند که یک نمونه مشخص آن استفاده از آب انبارها بوده که آبیگری آنها از طریق آب قنات ها و رودخانه ها که دارای آب با کیفیت بهتری بوده اند انجام می گرفته است. در سال های 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 ۵۵۵۰۰۲۱

دورنویس: ۰۳۶۱ ۵۵۵۰۱۱۱

پست الکترونیک: miranmn@yahoo.com

تاریخ پذیرش نهایی: ۸۹/۳/۲۲

تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۲۱

برای نمونه برداری از ظروف پلی اتیلن ۲ 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 آرژانتومتري، سدیم و پتاسیم به روش فلیم فتومتري، سولفات به روش توریدیمتری، فلوراید به روش اسپکتروفتومتري، نترات به روش اسپکتروفتومتري uv و pH با دستگاه pH متر. آزمایشات بر اساس دستور العمل ارائه شده در آخرین چاپ کتاب استاندارد متود انجام گرفت [۷]. 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 ۱۰۵۳ و در مورد بعضی پارامترها که در استاندارد شماره ۱۰۵۳ وجود نداشت از دستورالعمل سازمان بهداشت جهانی استفاده گردید) مقایسه گردیدند.

نتایج

در جدول شماره ۱ 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 ۷۵۵ تا ۹۶۸ میلی-گرم در لیتر و در خروجی دستگاه بین ۱۵۹ تا ۳۶۱ میلی-گرم در لیتر است. از نظر میزان pH مقدار آن در آب ورودی دستگاه‌ها قبل از تصفیه بین ۷ تا ۷/۳ و در آب خروجی از دستگاه‌ها به ۶/۸ تا ۷ رسیده است. در جدول شماره ۲ نیز توزیع فراوانی پارامترهای شیمیایی آب قبل و بعد از تصفیه در دستگاه‌های 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 ۱۰۰۰ میلی-گرم در لیتر بوده که از نظر

زاینده رود به کاشان مطرح بوده که فاز اول آن به میزان ۴۰۰ لیتر در ثانیه به بهره برداری رسیده است. در وضعیت موجود تامین آب شهر کاشان از طریق ۶۰ حلقه چاه عمیق صورت می‌گیرد. آب چاه‌ها پس از گندزدایی وارد شبکه توزیع می‌شود [۵]. با توجه به توسعه و ورود تکنولوژی‌های نوین در سیستم‌های تصفیه آب آشامیدنی، در اوایل دهه ۸۰ استفاده از دستگاه‌های آب شیرین کن با روش اسمز معکوس در شهر کاشان رایج شده به طوری که در زمان انجام این تحقیق تعداد ۱۶ 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 [۶، ۲۰۱]. 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 ۱۳۸۶-۸۷ 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 ۱۳۸۶-۸۷ انجام گرفت. در ابتدا ۱۶ دستگاه آب شیرین کن فعال در شهر کاشان مورد شناسایی قرار گرفت. ظرفیت هر یک از این دستگاه‌ها ۱۵-۱۰ متر مکعب در روز است. در طول مدت تحقیق که ۶ ماه بود (زمستان ۸۶ و تابستان ۸۷) از هر دستگاه آب شیرین کن ۴ نمونه از قسمت ورودی (آب خام) و ۴ نمونه از شیر خروجی به طریق لحظه‌ای و بدون اطلاع قبلی در ساعات کاری برداشت شد. تعداد کل نمونه‌های برداشت شده ۱۲۸ نمونه بود.

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 میلی گرم در لیتر بوده که بر این اساس در گروه آب‌های کمی شور (Slightly Saline) قرار می‌گرفته است [۸، ۶، ۳].

جدول شماره ۱- نتایج میانگین کیفیت شیمیایی آب ورودی و خروجی دستگاه‌های آب شیرین کن فعال در شهر کاشان طی سال‌های ۸۷-۱۳۸۶

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	۸۵۲/۴ ± ۶۴	۲۴۵/۱۸ ± ۴۶/۵۳	۵۰۰	$P < ۰/۰۰۱$
سختی کل	۳۱۹/۳۷ ± ۲۰/۲۹	۱۱۸/۲۵ ± ۱۸/۵۰	۵۰۰	$P < ۰/۰۰۱$
سختی کلسیم	۱۹۷ ± ۱۷/۳	۷۱/۵۰ ± ۱۷/۲۶	۲۰۰	$P < ۰/۰۰۱$
سختی منیزیم	۱۲۲/۶۲ ± ۱۶/۱۷	۴۶/۹۷ ± ۱۲/۸۷	۱۵۰	$P < ۰/۰۰۱$
پتاسیم	۸/۶ ± ۱	۱/۸۲ ± ۰/۳۰	استاندارد ندارد	$P < ۰/۰۰۱$
فلوراید	۰/۸۳ ± ۰/۰۵	۰/۲۰ ± ۰/۰۲	۱	$P < ۰/۰۰۱$
کلرور	۲۰۴/۸۱ ± ۲۳/۸۸	۶۸/۵۰ ± ۹/۷۷	۲۰۰	$P < ۰/۰۰۱$
سولفات	۱۷۶/۰۹ ± ۱۴/۵۸	۲۴/۳۱ ± ۱۲/۰۷	۲۰۰	$P < ۰/۰۰۱$
نیترات	۹/۱۲ ± ۰/۷۲	۲/۴۶ ± ۰/۵۵	۴۵	$P < ۰/۰۰۱$
سدیم	۱۳۴/۰۶ ± ۹/۹۸	۳۷/۲۸ ± ۶/۶۴	۲۰۰	$P < ۰/۰۰۱$
pH	۷/۰۸ ± ۰/۰۸	۶/۸۴ ± ۰/۰۷	۶/۵ - ۸/۵	$P < ۰/۰۰۱$

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

** استاندارد WHO سال ۱۹۹۶

*** در مورد pH چون استاندارد حداکثر مطلوب آب آشامیدنی در محدوده ۶/۵ تا ۸/۵ بوده، لذا میانگین ورودی و خروجی مقایسه شده است.

✓ لازم به ذکر است که مقادیر همه شاخص‌های اندازه‌گیری 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 دستگاه‌های آب شیرین کن شهر کاشان

پارامتر	مرحله	غیر استاندارد	استاندارد
		تعداد (درصد)	تعداد (درصد)
TDS	قبل از تصفیه	۱۶ (۱۰۰)	-
	بعد از تصفیه	-	۱۶ (۱۰۰)
سختی کل	قبل از تصفیه	-	۱۶ (۱۰۰)
	بعد از تصفیه	-	۱۶ (۱۰۰)
سختی کلسیم	قبل از تصفیه	۹ (۵۶/۳)	۷ (۴۳/۷)
	بعد از تصفیه	-	۱۶ (۱۰۰)
سختی منیزیم	قبل از تصفیه	۱ (۶/۳)	۱۵ (۹۳/۷)
	بعد از تصفیه	-	۱۶ (۱۰۰)
فلوراید	قبل از تصفیه	-	۱۶ (۱۰۰)
	بعد از تصفیه	-	۱۶ (۱۰۰)
کلرور	قبل از تصفیه	۹ (۵۶/۳)	۷ (۴۳/۷)
	بعد از تصفیه	-	۱۶ (۱۰۰)
سولفات	قبل از تصفیه	۱ (۶/۳)	۱۵ (۹۳/۷)
	بعد از تصفیه	-	۱۶ (۱۰۰)
نیترات	قبل از تصفیه	-	۱۶ (۱۰۰)
	بعد از تصفیه	-	۱۶ (۱۰۰)
سدیم	قبل از تصفیه	-	۱۶ (۱۰۰)
	بعد از تصفیه	-	۱۶ (۱۰۰)
pH	قبل از تصفیه	-	۱۶ (۱۰۰)
	بعد از تصفیه	-	۱۶ (۱۰۰)

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 میلی گرم 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 ($P < 0.05$) 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 میلی گرم 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، نترات، قلیات، سدیم و پتاسیم در حد متعادل قرار داشته است [۴]. 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 محدوده ۶/۸ تا ۶/۹ 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 شهرکاشان 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 ($pH = 6.5$) بوده است و حتی در مواردی pH به زیر ۶ رسیده است که علت اختلاف آن با نتایج آب شیرین کن های شهر کاشان احتمالاً 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

قلیائیت 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 تقریباً در حد مناسب برای کیفیت آب آشامیدنی است، لیکن در آب خروجی دستگاه‌ها غلظت فلوراید به شدت کاهش یافته و به حدود ۰/۲ میلی گرم 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 تأثیر داشته و ارتباط بین سختی و کاهش بیماری‌های قلبی و عروقی به اثبات رسیده است [۷-۹]. 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 میلی گرم در لیتر و در محدوده ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی گرم 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 میلی گرم در لیتر بوده در بقیه دستگاه‌ها مقدار آن در محدوده ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی گرم 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

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 پیروژه و مریم سعیدی نژاد که در مراحل نمونه برداری، انجام آزمایشات و تایپ و تکثیر گزارش همکاری نمودند، را اعلام می‌دارند.

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.

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. 6th 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. 6th 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.