

## اندازه گیری میزان فلونور در منابع آب آشامیدنی شهر سنندج

مهدی صفری<sup>۱</sup>، افشین ملکی<sup>۱</sup>، رضا رضایی<sup>۱</sup>، شریفه حمیدی<sup>۲</sup>  
۱- عضو هیات علمی گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کردستان  
۲- دانشجوی کارشناسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کردستان

### چکیده

#### زمینه و هدف:

فلونور یکی از عناصر مهم در ترکیب دندان‌ها و استخوان‌ها به شمار می‌رود. این عنصر می‌تواند از راه‌های مختلف وارد بدن گردد ولی مهمترین راه دریافت آن توسط انسان از طریق آب آشامیدنی می‌باشد. افزایش فلونور در بدن باعث لک‌دار شدن دندان، و کاهش آن باعث پوسیدگی دندان می‌گردد. میزان استاندارد فلونور در آب آشامیدنی با توجه به دمای هوای محیط تعیین می‌گردد. به طوری که این میزان در فصول زمستان، به علت مصرف کمتر آب، بیشتر و در فصول تابستان، به علت مصرف بیشتر آب، کمتر می‌باشد.

**روش بررسی:** در این مطالعه میزان فلونور به مدت ۱/۵ سال در منابع مختلف سطحی و زیرزمینی آب آشامیدنی شهر سنندج مورد آنالیز قرار گرفته است. و از هر منبع در هر ماه ۴ نمونه برداشت شده است.

**یافته‌ها:** نتایج نشان می‌دهد که میزان فلونور در اکثر منابع آب شهر سنندج کمتر از حد استاندارد توصیه شده بود (میانگین کل ۰/۳۱ میلیگرم در لیتر). همچنین میزان فلونور در آب منابع مختلف این شهر اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (p value: ۰/۰۵).

**نتیجه گیری:** میزان فلونور در آب آشامیدنی شهر سنندج پایین می‌باشد و پیشنهاد می‌گردد با توجه به آب و هوای سرد کوهستانی شهر سنندج و پایین بودن سرانه مصرف آب بخصوص در زمستان و دریافت مقادیر ناچیز فلونور از منابع دیگر، با فلونور زنی آب و با استفاده از دهان شویه‌های فلوراید، میزان فلونور مورد نیاز مردم این شهر (به خصوص کودکان) تامین گردد.

**کلید واژه‌ها:** فلونور، سنندج، منابع آب، دندان، استاندارد

### مقدمه

فلونور یک عنصر ضروری در ساختمان استخوان‌ها و دندان‌ها می‌باشد. این عنصر در چند نوع سنگ وجود دارد و به مقدار کمی در آب محلول است. معمولاً غلظت فلوراید در آب‌های طبیعی کمتر از ۰/۵ میلیگرم در لیتر است، اگرچه در برخی سفره‌های آب زیرزمینی مقادیر بیشتری از فلوراید وجود دارد [۱]. آب‌های زیرزمینی که در تماس با کانی‌های حاوی فلوراید هستند

غنی از فلوراید می‌باشند [۲]. به علاوه، هم آب‌های سطحی و هم آب‌های زیرزمینی ممکن است آلودگی فلوراید ناشی از برخی از حشره‌کشها، مواد زائد شیمیایی و ذرات هوا برد و گازها حاصل از صنایع آلومینیم را در خود داشته باشند [۱].

✉ Email:Safari.M.Eng@gmail.com

ایران - سنندج، دانشگاه علوم پزشکی کردستان  
تلفن: ۰۸۷۱-۶۱۳۱۲۸۳

غلظت فلورور حدود ۱ میلی‌گرم در لیتر باشد [۳]. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران نیز غلظت فلورور در آب آشامیدنی را بر اساس درجه حرارت محیط ۱-۶/۰ میلی‌گرم بر لیتر پیشنهاد می‌کند [۵].

به طور کلی غلظت ۱-۰/۴ میلی‌گرم بر لیتر فلورور در آب آشامیدنی مانع از تغییر شکل مینای دندان و حفاظت دندان از پوسیدگی می‌گردد. مطالعات نشان می‌دهد که غلظت ۰/۶-۱/۱ mg فلورور باعث کاهش موارد پوسیدگی در دندانهای کودکان در حال رشد می‌گردد [۶]. در سال ۱۹۹۳، مشخص شد که ۲۵ میلیون نفر در ۱۵ ایالت از ۳۲ ایالت هند دارای فلوروروزیس آندمیک هستند [۷]. در مکزیک، ۵ میلیون نفر (حدود ۶٪ از جمعیت) تحت تاثیر فلوراید در آب زیرزمینی قرار گرفتند [۸].

شهر سنندج جمعیتی در حدود ۳۱۵۵۵۵ نفر دارد. این شهر دارای آب و هوای سرد کوهستانی می‌باشد. آب این شهر از منابع مختلف سطحی و زیرزمینی تامین می‌گردد این منابع شامل: چاههای نایس، چاههای بابارین، سد وحدت (قشلاق)، منبع هفت آسیاب است. آب این منابع بعد از کلرزنی وارد مخازن ذخیره مختلف در سطح شهر می‌شود. با توجه به مشکلات بهداشتی مربوط به فلورور در آب و غلظت زیاد این عنصر در آبهای زیرزمینی و اینکه نیمی از منابع تامین آب شهر سنندج از منابع زیرزمینی تامین می‌گردد بررسی و مطالعه این منابع لازم و ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این مطالعه اندازه گیری میزان فلورور در منابع تامین کننده آب شهر سنندج و مقایسه آن با استانداردهای موجود می‌باشد.

#### روش بررسی

حجم نمونه و روش نمونه برداری  
نمونه آبهای مورد نظر از منابع مختلف به صورت ماهیانه گرفته شده است. هر ماه ۴ نمونه از منابع مختلف برداشت شده است که در مجموع شامل ۶۴ نمونه می‌باشد. روش

این عنصر می‌تواند از راه های مختلف وارد بدن گردد ولی مهمترین راه دریافت آن توسط انسان از طریق آب آشامیدنی می‌باشد و بنابراین کنترل آن در آب ضروری است [۱ و ۳]. اثرات مفید و مضر مصرف فلوراید شناخته شده هستند. فلوروروزیس دندانی و استخوانی اثرات مضر شایع از مصرف طولانی مدت فلوراید هستند [۲]. پژوهش ها نشان می‌دهد که افزایش میزان فلورور (۱/۵ میلی‌گرم در لیتر) در آب آشامیدنی باعث فلوروروزیس دندانی (Dental Fluorosis) یا لکدار شدن مینای دندان می‌شود [۱، ۳، ۴]. همچنین برداشت مقادیر زیاد فلورور ممکن است باعث مسمومیت در انسان می‌گردد [۱]. این عوارض با افزایش میزان فلورور در آب شدیدتر می‌گردد. از طرفی مطالعات دیگر نشان داده شد که پوسیدگی دندان در کسانی که دچار لکدار شدن دندان بودند کمتر می‌باشد [۳ و ۴].

در مواقع کمبود این یون در آب آشامیدنی، افزودن فلوراید به آب سود مند خواهد بود. استاندارد های اولیه ملی آب آشامیدنی برای فلورور بر اساس متوسط دمای سالیانه حداکثر دمای هوای روزانه تعیین می‌گردد. زیرا مصرف آب در کودکان و بزرگسالان به دمای هوا بستگی دارد. گستره استاندارد فلورور در آب آشامیدنی از ۱/۴ میلی‌گرم در لیتر در مناطق بسیار گرم تا حداکثر ۲/۴ میلی‌گرم در لیتر در مناطق سرد متغیر است [۱]. همچنین سازمان بهداشت جهانی (WHO) پیشنهاد می‌کند که مقدار بهینه فلورور بر اساس مقدار متوسط سالانه در دمای حدود ۱۵ درجه سانتی گراد انتخاب شود. بر این اساس این سازمان مقدار فلورور در ماه های گرم را ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر و در ماه های سرد ۱/۲ میلی‌گرم در لیتر پیشنهاد می‌کند. علت تنظیم این مقدار این است که مقدار متوسط مصرف آب آشامیدنی در فصول سرد کمتر و در فصول گرم بیشتر است. به منظور سلامت دندانها آب آشامیدنی باید دارای

در این مطالعه برای اندازه گیری میزان فلونور از روش شماره ۴۵۰۰D کتاب روشهای استاندارد برای آزمایشهای آب و فاضلاب استفاده گردیده است. این روش به روش رنگ سنجی SPANDS معروف است و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام می شود. در این بررسی از اسپکتروفتومتر DR-۲۰۰۰ استفاده گردید و میزان فلونور در طول موج ۵۷۰ نانومتر اندازه گیری گردید.

#### یافته ها

در این مطالعه میزان فلونور در منابع مختلف آب شهر سنندج در سال ۱۳۸۵ و نیم سال اول سال ۱۳۸۶ اندازه گیری شده است و نتایج آن در جداول ۱ و ۲ در کنار حداقل استاندارد پیشنهادی موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران آمده است.

نمونه برداری، ظرف نمونه برداری و نگهداری نمونه ها، همگی بر اساس کتاب روشهای استاندارد برای آزمایشهای آب و فاضلاب انجام شده است. بر این اساس از ظروف پلاستیکی با حجم ۳۰۰ میلی لیتر برای نمونه برداری استفاده شد. و نمونه ها بعد از نمونه برداری به آزمایشگاه منتقل گردید. برای این آزمایش، نگهداری نمونه در یخچال ضروری نیست و حدود ۲۸ روز می توان نمونه را نگهداری نمود [۹].

#### محل نمونه برداری

همانطور که اشاره شد تمامی نمونه ها از چهار منبع آب شهر سنندج از محل های تصفیه خانه مرکزی، چاه نایسر، تصفیه خانه آیدر و چاه های باباریز برداشت شده است.

#### روش آزمایش

**جدول ۱** مقادیر فلونور اندازه گیری شده در منابع آب شهر سنندج در سال ۱۳۸۵

سال و شماره نمونه	محل نمونه برداری	تصفیه خانه مرکزی	چاه نایسر	تصفیه خانه آیدر	چاه های باباریز	حداقل استاندارد
سال ۸۵	۱	۰/۵۵	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۰۹	۰/۱۶
	۲	۰/۱۱	۰/۴۱	۰/۵	۰/۱	۰/۱۶
	۳	۰/۱۵	۰/۳۳	۰/۱۶	۰/۵۱	۰/۱۶
	۴	۰/۴۵	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۲۷	۰/۱۶
	۵	۰/۴۳	۰/۱۳	۰/۴۴	۰/۴۲	۰/۱۶
	۶	۰/۳۳	۰/۳۵	۰/۵۳	۰/۲۷	۰/۱۶
	۷	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۱۶
	۸	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۱	۰/۲۶	۰/۱۶
	۹	۰/۰۸	۰/۱	۰/۰۹	۰/۵۳	۰/۱۶
	۱۰	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۵۵	۰/۱۶
	۱۱	۰/۵۸	۰/۵۲	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۱۶
	۱۲	۰/۱۹	۰/۲۹	۰/۲۳	۰/۱	۰/۱۶
میانگین	۰/۲۶	۰/۲۳۸	۰/۲۵	۰/۲۸۲	۰/۱۶	

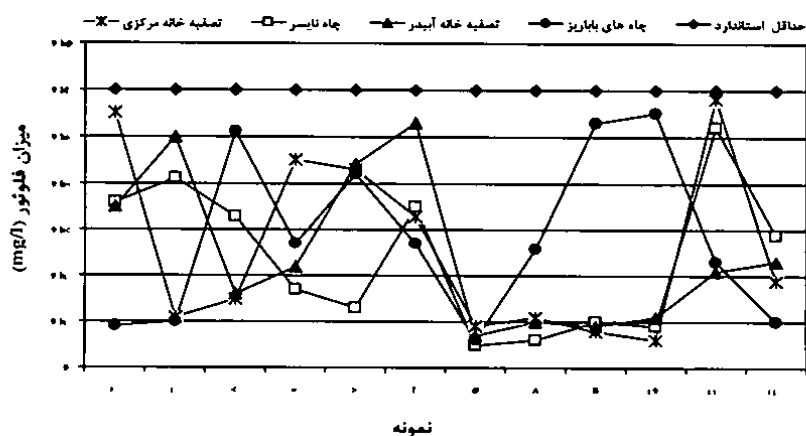
**جدول ۱۷:** مقادیر فلونور اندازه گیری شده در منابع آب شهر سنندج در سال ۱۳۸۶

محل نمونه برداری سال و شماره نمونه	تصفیه خانه مرکزی	چاه نایسر	تصفیه خانه آیدر	چاه های باباریز	حداقل استاندارد
۱	۰/۵۹	۰/۵۱	۰/۲۲	۰/۵۲	۰/۱۶
۲	۰/۴۴	۰/۳۸	۰/۳۵	۰/۳۹	۰/۱۶
۳	۰	۰/۴	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۱۶
۴	۰/۳۸	۰/۲۲	۰/۴۲	۰/۲۹	۰/۱۶
۵	۰/۴۷	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۳۷	۰/۱۶
۶	۰/۴۵	۰/۴۱	۰/۳۸	۰/۴۱	۰/۱۶
میانگین	۰/۳۸۸	۰/۳۵۱	۰/۳۴۸	۰/۴۱۱	۰/۱۶

**بحث**

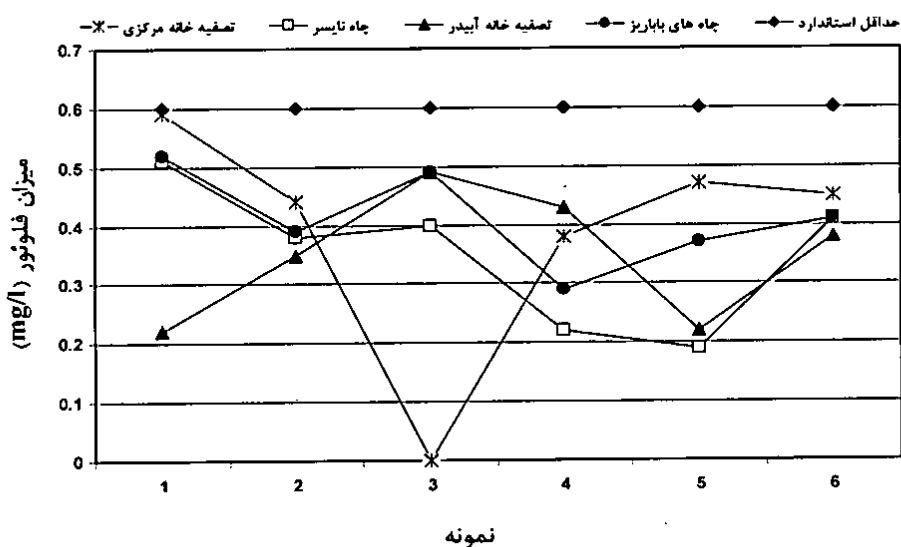
همانطور که در این جدول دیده می شود میزان فلونور در تمامی نمونه های اندازه گیری شده کمتر از حداقل استاندارد پیشنهادی است و در بعضی از نمونه ها نیز پایین تر از حد تشخیص دستگاه بوده که صفر گزارش شده است. بر اساس این جداول حداکثر و حداقل میزان فلونور در منابع آب این شهر به ترتیب ۰/۵۸ و صفر میلیگرم بر لیتر بدست آمد. تغییرات میزان فلونور در منابع آب شهر سنندج در ماه های مختلف سال ۱۳۸۵ در کنار حداقل استاندارد آب آشامیدنی در نمودار آمده است. همانطور که در نمودار نیز به وضوح دیده می شود در تمامی نمونه های برداشتی از منابع آب این شهر در سال ۱۳۸۵ میزان فلونور کمتر از حداقل استاندارد پیشنهادی می باشد. همچنین مشاهده می گردد که در بعضی از نمونه ها به خصوص نمونه های آبهای زیرزمینی میزان فلونور بیشتر از آبهای سطحی می باشد. که این نتیجه، بالا بودن میزان فلونور در آبهای زیرزمینی را تأیید می کند.

**نمودار ۱۷:** تغییرات میزان فلونور در منابع آب شهر سنندج در ماه های مختلف سال ۱۳۸۵



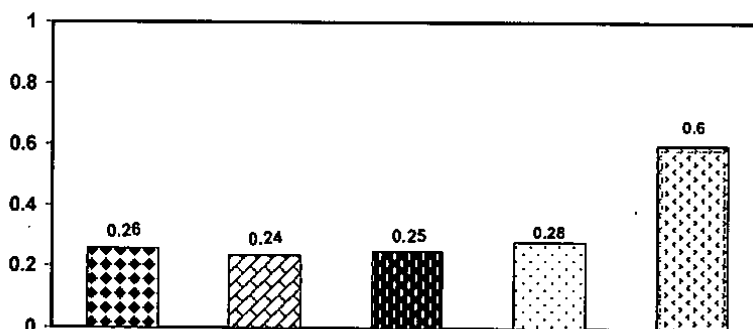
تغییرات میزان فلونور در منابع آب شهر سنندج در ماه‌های مختلف نیم سال اول سال ۱۳۸۶ در کنار حداقل استاندارد آب آشامیدنی در نمودار ۲ نشان داده شده است. همانطور که در این نمودار هم مشاهده می‌گردد تمامی نمونه‌های برداشتی از منابع آب این شهر در نیم سال اول سال ۱۳۸۶ نیز کمتر از حداقل استاندارد هستند.

**نمودار ۲** تغییرات میزان فلونور در منابع آب شهر سنندج در ماه‌های مختلف نیم سال اول ۱۳۸۶



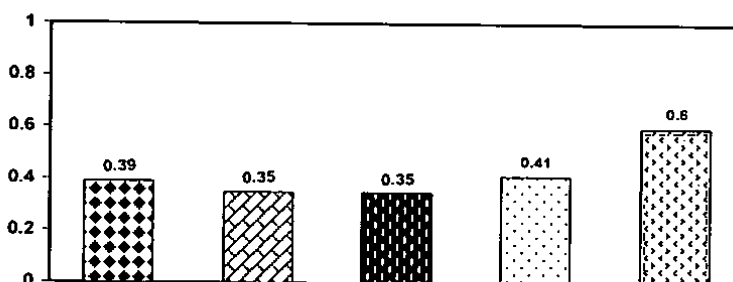
نمودار ۳ میانگین مقادیر فلونور اندازه‌گیری شده در منابع آب شهر سنندج در سال ۱۳۸۵ در کنار حداقل استاندارد پیشنهادی موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران برای آب آشامیدنی نشان می‌دهد. همچنین میانگین مقادیر فلونور در منابع آب شهر سنندج در نیم سال اول ۱۳۸۶ در مقایسه با حداقل استاندارد آب آشامیدنی در نمودار ۴ آمده است. همانطور که در این نمودارها مشاهده می‌گردد، میانگین مقادیر فلونور در سال ۱۳۸۵ و نیم سال اول ۱۳۸۶ کمتر از حداقل استاندارد می‌باشند.

آزمون آماری تی تست زوج با ( $p < 0.05$ ) این نتایج را تایید می‌کند. همچنین همانطور که در هر دو نمودار نیز دیده می‌شود میانگین مقادیر فلونور در منابع مخلف آب این شهر اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهند. به طور کلی میانگین میزان فلوراید در منابع تامین کننده آب شهر سنندج پایین می‌باشد با توجه به اینکه مقادیر پایین فلونور باعث مشکل پوسیدگی دندان می‌گردد توجه به این نکته و بررسی راهکار رفع این مشکل برای مردم این شهر به خصوص کودکان ضروری می‌باشد.



تصفیه خانه مرکزی	۰.۲۶۰۸۳۳۳۳۳
چاه نایسر	۰.۲۴۸۳۳۳۳۳۳
تصفیه خانه آبیدر	۰.۲۵۰۸۳۳۳۳۳
چاه های باباریز	۰.۲۸۲۵

**نمودار ۳** میانگین مقادیر فلونور در منابع آب شهر سنندج در سال ۱۳۸۵ و مقایسه آن با حداقل استاندارد آب آشامیدنی



تصفیه خانه مرکزی	۰.۳۸۸۳۳۳۳۳۳
چاه نایسر	۰.۳۵۱۶۶۶۶۶۷
تصفیه خانه آبیدر	۰.۳۴۸۳۳۳۳۳۳
چاه های باباریز	۰.۴۱۱۶۶۶۶۶۷

**نمودار ۴** میانگین مقادیر فلونور در منابع آب شهر سنندج در نیم سال اول ۱۳۸۶ و مقایسه آن با حداقل استاندارد آب آشامیدنی

## ۴- نتیجه گیری

با توجه به اینکه فلونور یکی از عناصر مهم در ترکیب دندان‌ها و استخوان‌ها می‌باشد و مقدار آن باید در حد متعادلی به بدن برسد و با توجه به اینکه مهم‌ترین راه دریافت آن توسط انسان از طریق آب آشامیدنی است، آگاهی از مقادیر آن در منابع تامین کننده آب آشامیدنی جوامع بسیار حائز اهمیت می‌باشد. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که میزان فلونور در تمامی منابع آب شهر سندج کمتر از حد استاندارد توصیه شده از طرف سازمانهای معتبری چون WHO، EPA و همچنین استاندارد ایران بوده است. همچنین میزان فلونور در منابع مختلف آب این شهر اختلاف چندانی با هم نشان ندادند. استاندارد فلونور در آب آشامیدنی با توجه به درجه حرارت هوای محیط تعیین می‌گردد. بر این اساس با توجه به آب و هوای سرد کوهستانی شهر سندج و پایین بودن سرانه مصرف آب بخصوص در زمستان و همچنین دریافت ناچیز فلونور از منابع دیگر، پیشنهاد می‌گردد که با فلونور زنی آب و یا استفاده از دهان شویه های فلوراید، میزان فلونور مورد نیاز مردم این شهر (به خصوص کودکان) تامین گردد.

## منابع:

1. Qasim S.R, Edward M.M, Guang Z. Water Works Engineering: planning, design and operation. Prentice - Hall, Inc., New Delhi. 2002
2. Menkouchi Sahli M.A, Annouar S, Tahaikt M. Fluoride removal for underground brackish water by adsorption on the natural chitosan and by electrodialysis. Desalination 2007, 212, 37-45.
3. Kawamura S. Integrated design and operation of water treatment facilities. 2000
4. Devi R, Alemayehu E, Singh V, Kumar A, Removal of fluoride, arsenic and coliform bacteria by modified homemade filter media from drinking water. Bioresource Technology 2008, 99, 2269-2274.

۵- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ویژگیهای آب آشامیدنی، استاندارد شماره ۱۰۵۳

6. DeZuane J. Handbook of Drinking Water Quality, Second Edition, Published by John Wiley and Sons, 1997
7. Gandhi, Rajiv .Water Board, Ministry of Resources, Government Of India. Rajiv Gandhi National Drinking Water Mission. Prevention and Control of fluorosis in India, 1993
8. Zhao Y, Li X, Liu L, Che F. Fluoride removal by Fe(III)-loaded ligand exchange cotton Cellulose adsorbent from drinking water. Carbohydrate Polymers, 2008, 72, 144-150
9. Greenbeery A.E. Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. APHA, WEF.AWWA, 20th, ed.1998

## Determination of fluoride in Sanandaj drinking water resources

M. Safari<sup>1</sup> ✉, A. Maleki<sup>1</sup>, R. rezaee<sup>1</sup>, Sh. Hamidi<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Faculty of Health,

### Introduction:

Fluoride is one of the most important elements in the composition of teeth and bones. This element can enter the body via different ways. However, drinking water is the most important way to receive fluoride by a lot of people. An Increase in fluoride level in the body causes dental fluorosis and its absence leads to tooth decay. Standard rate of fluoride in drinking water is determined by the ambient air temperature. In general, standard level of fluoride in drinking water in winter, mainly due to less water consumption, is high, and in summer, due to more consumption of water, is not remarkable.

### Materials and methods:

In this study, fluoride has been determined in different groundwater and surface water resources on 1.5 year period. From each resource on each month, 4 samples were obtained.

### Results:

Results show that fluoride was less than the recommended standards in most Sanandaj water resources (0.31 mg/l Average). Also fluoride rate did not show significant differences in different water resources of this city ( $p$ -value > 0.05).

### Conclusions:

Fluoride levels in Sanandaj drinking water are low. Therefore according to cold climate of Sanandaj and low Per capita water consumption in winter and low fluoride capture from other sources, it is recommended to provide the required amount of fluoride for people (especially children) by fluorination of drinking water or using fluoride mouthwash.

### Keyword:

Fluoride, Sanandaj, water resources, standard .

✉ Email: safari.m.eng@gmail.com  
Kurdistan University of Medical  
Sciences, Iran, Sanandaj  
Tel: 0871-6131283