اندازه گیری میزان فلوئور در منابع آب آشامیدنی شهر سنندج

مهدی صفری [1] ✉، افشین ملکی[1]، رضا رضایی[1]، شریفه حمیدی[2]
۱- عضو هیات علمی گروه بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کردستان
۲- دانشجوی کارشناسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کردستان

چکیده

زمینه و هدف:
فلوئور یکی از عناصر مهم در ترکیب دندان‌ها و استخوان‌ها به شمار می رود. این عنصر می تواند از راه های مختلف وارد بدن گردد ولی مهمترین راه دریافت آن توسط انسان از طریق آب آشامیدنی می‌باشد. افزایش فلوئور در بدن باعث لک دار شدن دندان، و کاهش آن باعث پوسیدگی دندان می گردد. میزان استاندارد فلوئور در آب آشامیدنی با توجه به دمای هوای محیط تعیین می گردد. به طوری که این میزان در فصول زمستان، به علت مصرف کمتر آب، بیشتر و در فصول تابستان، به علت مصرف بیشتر آب، کمتر می باشد.

روش بررسی: در این مطالعه میزان فلوئور به مدت ۱/۵ سال در منابع مختلف سطحی و زیرزمینی آب آشامیدنی شهر سنندج مورد آنالیز قرار گرفته است. واز هر منبع در هر ماه ٤ نمونه برداشت شده است.

یافته ها: نتایج نشان می دهد که میزان فلوئور در اکثر منابع آب شهر سنندج کمتر از حد استاندارد توصیه شده بود(میانگین کل ۰/۳۱ میلیگرم در لیتر). همچنین میزان فلوئور در آب منابع مختلف این شهراختلاف معنی داری را نشان نداد (p value: ۰/۰۵).

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

کلید واژه ها: فلوئور، سنندج، منابع آب، دندان، استاندارد

مقدمه

فلوئور یک عنصر ضروری در ساختمان استخوان ها و دندان ها می باشد . 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 سفره های آب زیرزمینی مقادیر بیشتری از فلوراید وجود دارد[۱]. آبهای زیرزمینی که در تماس با کانی های حاوی فلوراید هستند غنی از فلوراید می باشند [۲]. به علاوه، هم آبهای سطحی و هم آبهای زیرزمینی ممکن است آلودگی فلوراید ناشی از برخی از حشره کشها، مواد زائد شیمیایی و ذرات هوابرد 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

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-27]

این عنصر می تواند از راه های مختلف وارد بـــدن گردد ولی مهمترین راه دریافت آن توسـط انســان از طریق آب آشـامیدنی می‌باشـد و بنابـراین کنترل آن در آب ضروری اسـت[۱و ۳]. اثرات مفید و مضر مصرف فلوراید شـناخته شـده هسـتند. فلوئورزیس دندانی و استخوانی اثرات مضر شـایع از مصرف طولانی مدت فلوراید هسـتند[۲]. پژوهش ها نشـان می دهد که افزایش میزان فلوئور(۱/۵ میلیگرم در لیتر) در آب آشـــامیدنی بـــاعث فلوئوروزیس دندانی (Dental Fluorosis) یا لکدار شـــدن مینای دندان می شود[۱، ۳، ٤]. همچنین برداشت مقـادیر زیاد فلوئور ممکن است باعث مسمومیت درانسان می‌گردد[۱]. این عوارض بـا افزایش میزان فلوئور در آب شـــدیدتر می گردد. از طرفی مطالعات دیگر نشـان داده شـد که پوســیدگی دندان در کسانی که دچار لکدار شدن دندان بودند کمتر می باشـد[۳و ٤].

در مواقـع کمبـــود این یون در آب آشـــامیدنی، افزودن فلوراید بـه آب سـود مند خواهد بـود. اسـتاندارد های اولیه ملی آب آشـامیدنی بـرای فلوئور بـر اسـاس متوسـط دمای سـالیانه حـداکثر دمای هوای روزانه تعیین می گردد. زیرا مصرف آب در کودکان و بزرگسالان به دمای هوا بسـتگی دارد. گسـتره اسـتاندارد فلوئور در آب آشـامیدنی از ۱/٤ میلیگرم در لیتر در مناطق بســیار گرم تا حـــداکثر ۲/٤ میلیگرم در لیتر در مناطق سـرد متغیر اسـت[۱]. همچنین سـازمان بهداشـت جهانی (WHO) پیشـنهاد می کند که مقدار بهینه فلوئور بر اساس مقدار متوسـط سـالانه در دمای حدود ۱۵ درجه سانتی گراد انتخاب شود. بر این اساس این سـازمان مقـدار فلوئور در ماه های گرم را ۰/۸ میلیگرم در لیتر و در ماه های سرد ۱/۲ میلیگرم در لیتر پیشنهاد می کند. علت تنظیم این مقدار این است که مقـدار متوسـط مصرف آب آشامیدنی در فصول سرد کمتر و در فصول گرم بیشـتر است. به منظور سلامت دندانها آب آشـامیدنی بـاید دارای غلظت فلوئور حـدود ۱ میلیگرم در لیتر باشـد[۳]. موسســه اسـتاندارد و تحقیقـات صنعتی ایران نیز غلظت فلوئور در آب آشامیدنی را بـر اسـاس درجه حـرارت محیط ۱-۶/ ۰ میلیگرم بر لیتر پیشنهاد می کند[۵].

بـه طور کلی غلظت ۱-٤/ ۰ میلیگرم بـر لیتر فلوئور در آب آشامیدنی مانع از تغییر شکل مینای دندان و حـفاظت دندان از پوسـیدگی می گردد. مطالعات نشـان می دهد که غلظت ۰ /۶-۱/ mg فلوئور باعث کاهش موارد پوسـیدگی در دندانهای کودکان در حـال رشـد می گردد[٦]. در سـال ۱۹۹۳، مشـخص شـد که ۲۵ میلیون نفر در ۱۵ ایالت از ۳۲ ایالت هند دارای فلوئوروزیس آندمیک هســـتند[۷]. در مکزیک، ۵ میلیون نفر (حـدود ٦٪از جمعیت) تحـت تاثیر فلوراید در آب زیرزمینی قرار گرفتند[۸].

شهر سنندج جمعیتی در حدود ۳۱۵۵۵۵نفر دارد. این شهر دارای آب و هوای سرد کوهستانی می باشد. آب این شـهر از منابع مختلف سطحـی و زیرزمینی تامین می گردد این منابع شامل : چاههای نایسر، چاههای باباریز، سد وحـدت (قشـلاق)، منبع هفت آسیاب اسـت. آب این منابع بـعد از کلرزنی وارد مخازن ذخیره مختلف در سطح شهر می شود. با توجه به مشکلات بهداشـتی مربـوط بـه فلوئور در آب و غلظت زیاد این عنصردر آبـهای زیرزمینی و اینکه نیمی از منابـع تامین آب شـهر سـنندج از منابـع زیرزمینی تامین می گردد بررسی و مطالعه این منابع لازم و ضروری بـه نظر می رسـد. هدف از این مطالعه اندازه گیری میزان فلوئور در منابـع تامین کننده آب شـهر سـنندج و مقایســه آن بـا استانداردهای موجود می باشد.

روش بررسی

حجم نمونه و روش نمونه برداری

نمونه آبـهای مورد نظر از منابع مختلف بـه صورت ماهیانه گرفته شده اسـت. هر ماه ٤ نمونه از منابع مختلف برداشـت شده اسـت که در مجموع شـامل ٦٤ نمونه می باشـد. روش

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-27]

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 آبیدر و چاه های باباریز برداشت شده است.

روش آزمایش

در این مطالعه برای اندازه گیری میزان فلوئور 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 باستفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام می شود. در این بررسی از اسپکتروفتومتر DR-۲۰۰۰ استفاده گردید و میزان فلوئور در طول موج ۵۷۰ نانومتر اندازه گیری گردید.

یافته ها

در این مطالعه میزان فلوئور 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.

جدول(۱) مقادیر فلوئور 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 آبیدر	چاه های باباریز	حداقل استاندارد
سال ۸۵	۱	۰/۵۵	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۰۹	۰/۶
	۲	۰/۱۱	۰/۴۱	۰/۵	۰/۱	۰/۶
	۳	۰/۱۵	۰/۳۳	۰/۱۶	۰/۵۱	۰/۶
	۴	۰/۴۵	۰/۱۷	۰/۲۲	۰/۲۷	۰/۶
	۵	۰/۴۳	۰/۱۳	۰/۴۴	۰/۴۲	۰/۶
	۶	۰/۳۳	۰/۳۵	۰/۵۳	۰/۲۷	۰/۶
	۷	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۶
	۸	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۱	۰/۲۶	۰/۶
	۹	۰/۰۸	۰/۱	۰/۰۹	۰/۵۳	۰/۶
	۱۰	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۵۵	۰/۶
	۱۱	۰/۵۸	۰/۵۲	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۶
	۱۲	۰/۱۹	۰/۲۹	۰/۲۳	۰/۱	۰/۶
	میانگین	۰/۲۶	۰/۲۳۸	۰/۲۵	۰/۲۸۲	۰/۶

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-27]

جدول ۲ جدول ۲: مقادیر فلوئور اندازه گیری شده در منابع آب شهر سنندج در سال ۱۳۸۶

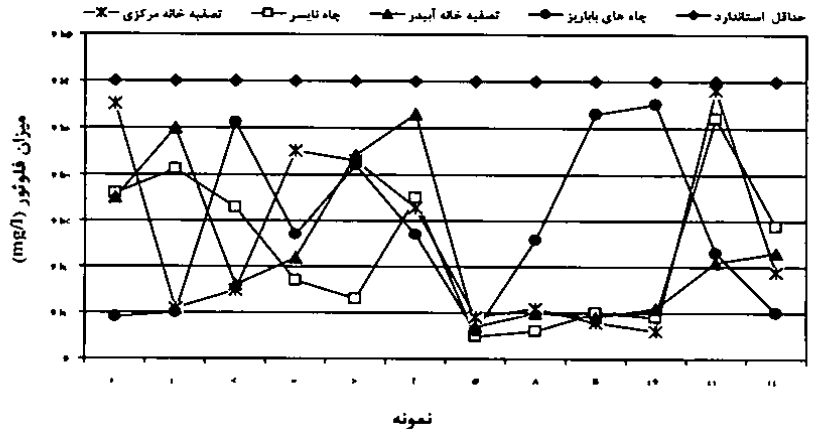
محل نمونه برداری / سال و شماره نمونه		تصفیه خانه مرکزی	چاه نایسر	تصفیه خانه آبیدر	چاه های باباریز	حداقل استاندارد
سال ۸۶	۱	۰/۵۹	۰/۵۱	۰/۲۲	۰/۵۲	۰/۶
	۲	۰/۴۴	۰/۳۸	۰/۳۵	۰/۳۹	۰/۶
	۳	۰	۰/۴	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۶
	۴	۰/۳۸	۰/۲۲	۰/۴۳	۰/۲۹	۰/۶
	۵	۰/۴۷	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۳۷	۰/۶
	۶	۰/۴۵	۰/۴۱	۰/۳۸	۰/۴۱	۰/۶
	میانگین	۰/۳۸۸	۰/۳۵۱	۰/۳۴۸	۰/۴۱۱	۰/۶

بحث

همانطور که در این جداول دیده می شود میزان فلوئور 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 فلوئور در منابع آب این شهر به ترتیب ۰/۵۸ و صفر میلیگرم بر لیتر بدست آمد.

تغییرات میزان فلوئور در منابع آب شهر سنندج در ماه های مختلف سال ۱۳۸۵ در کنار حداقل استاندارد آب آشامیدنی در نمودار ۱ 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 فلوئور کمتر از حداقل استاندارد پیشنهادی می باشد. همچنین مشاهده می گردد که در بعضی از نمونه ها به خصوص نمونه های آبهای زیرزمینی میزان فلوئور بیشتر از آبهای سطحی می باشد. که این نتیجه، بالا بودن میزان فلوئور در آبهای زیرزمینی را تائید می کند.

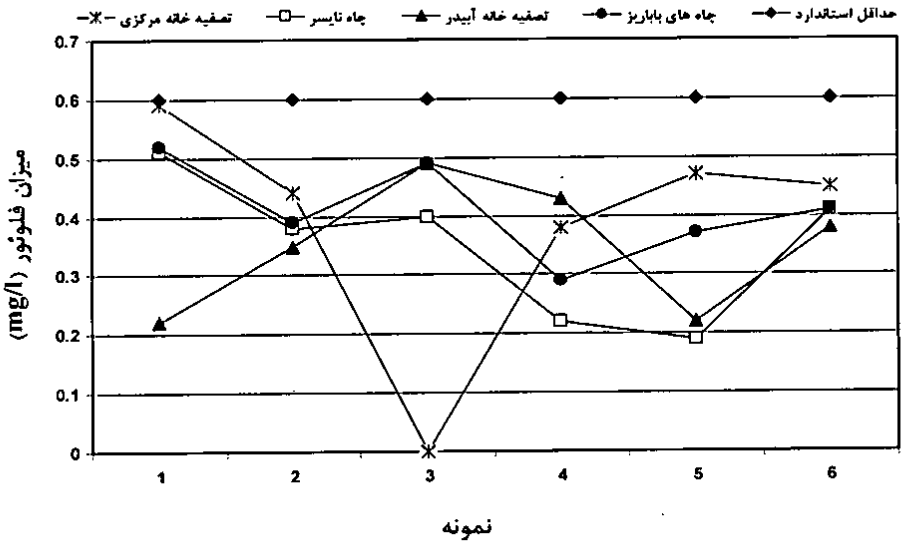
نمودار ۱ تغییرات میزان فلوئور در منابع آب شهر سنندج در ماه های مختلف سال ۱۳۸۵



[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-27]

تغییرات میزان فلوئور در منابع آب شهر سنندج در ماه های مختلف نیم سال اول سال ۱۳۸٦ در کنار حداقل استاندارد آب آشامیدنی در نمودار ۲ نشان داده شده است. همانطور که در این نمودار هم مشاهده می گردد تمامی نمونه های برداشتی از منابع آب این شهر در نیم سال اول سال ۱۳۸٦ نیز کمتر از حداقل استاندارد هستند.

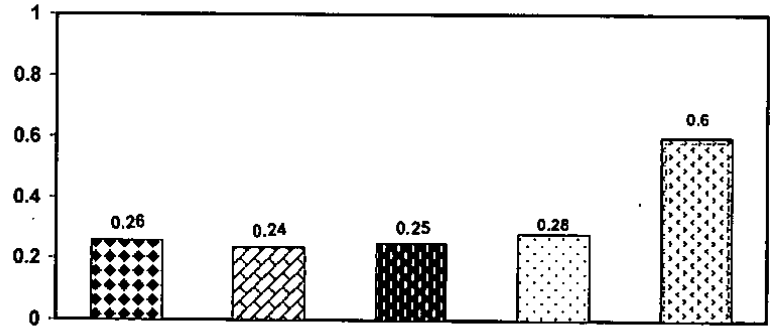
نمودار ۲: تغییرات میزان فلوئور در منابع آب شهر سنندج در ماه های مختلف نیم سال اول ۱۳۸٦



نمودار ۳ میانگین مقادیر فلوئور اندازه گیری شده در منابع آب شهر سنندج درسال ۱۳۸۵ در کنار حداقل استاندارد پیشنهادی موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران برای آب آشامیدنی نشان می دهد. همچنین میانگین مقادیر فلوئور در منابع آب شهر سنندج در نیم سال اول ۱۳۸٦ در مقایسه با حداقل استاندارد آب آشامیدنی در نمودار ٤ آمده است. همانطور که در این نمودارها مشاهده می گردد، میانگین مقادر فلوئور در سال ۱۳۸۵ و نیم سال اول ۱۳۸٦ کمتر از حداقل استاندارد می باشند.

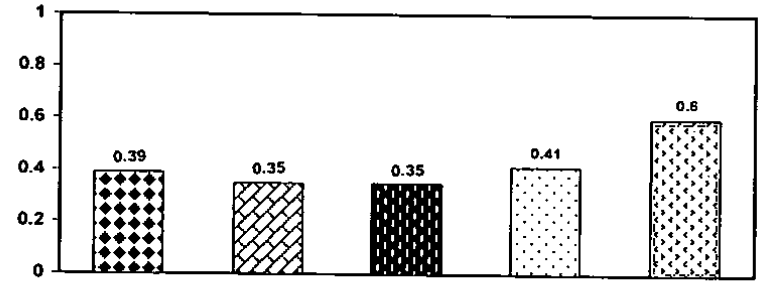
آزمون آماری تی تست زوج با ($p<۰/۰۵$) این نتایج را تایید می کند. همچنین همانطور که در هر دو نمودار نیز دیده می شود میانگین مقادیر فلوئور در منابع مخلف آب این شهر اختلاف معنی داری را نشان نمی دهند. به طور کلی میانگین میزان فلوراید در منابع تامین کننده آب شهر سنندج پایین می باشد با توجه به اینکه مقادیر پایین فلوئور باعث مشکل پوسیدگی دندان می گردد توجه به این نکته و بررسی راهکار رفع این مشکل برای مردم این شهر به خصوص کودکان ضروری می باشد.

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-27]



تصفیه خانه مرکزی	۰.۲۶۰۸۳۳۳۳۳
چاه نایسر	۰.۲۳۸۳۳۳۳۳۳
تصفیه خانه آبیدر	۰.۲۵۰۸۳۳۳۳۳
چاه های باباریز	۰.۲۸۲۵

نمودار ۳ میانگین مقادیر فلوئور در منابع آب شهر سنندج درسال 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 ٤ میانگین مقادیر فلوئور در منابع آب شهر سنندج در نیم سال اول ۱۳۸۶ و مقایسه آن با حداقل استاندارد آب آشامیدنی

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-27]

٤- نتیجه گیری

با توجه به اینکه فلوئور یکی از عناصر مهم در ترکیب دندان‌ها و استخوان‌ها می باشد 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 می باشد. نتایج این بررسی نشان می دهد که میزان فلوئور در تمامی منابع آب شهر سنندج کمتر از حد استاندارد توصیه شده از طرف سازمانهای معتبری چون WHO،EPA و همچنین استاندارد ایران بوده است. همچنین میزان فلوئور در منابع مختلف آب این شهر اختلاف چندانی با هم نشان ندادند. استاندارد فلوئور در آب آشامیدنی با توجه به درجه حرارت هوای محیط تعیین می گردد. بر این اساس با توجه به آب و هوای سرد کوهستانی شهر سنندج و پایین بودن سرانه مصرف آب بخصوص در زمستان و همچنین دریافت ناچیز فلوئور از منابع دیگر، پیشنهاد می گردد که با فلوئور زنی آب و یا استفاده از دهان شویه های فلوراید، میزان فلوئور 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.BioresourceTechnology 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 DrinkingWater Mission. Prevention and Control of fluorosis in India, 1993
8. Zhao Y, Li X, Liu L, Che F. FluorideremovalbyFe(III)-loadedligandexchangecotton Celluloscadsorbentfromdrinkingwater. Carbohydrate Polymers, 2008, 72,144-150
9. Greenbeery A.E. Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. APHA, WEF.AWWA, 20th, ed.1998

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-27]

Determination of fluoride in Sanandaj drinking water resources

M. Safari[1] ✉, A. Maleki[1], R. rezaee[1], Sh. Hamidi
[1]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

[Downloaded from zanko.muk.ac.ir on 2026-11-27]