

1208P-NWWCE

بررسی اثر اقلیم بر میزان فلوراید در آب آشامیدنی استان اصفهان در سال‌های ۹۵-۹۱

فهیمة مهرانفر^۱، محمد حسن ربیعی راد^۲

۱- دکترای شیمی فیزیک، آزمایشگاه مرکزی شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان

۲- کارشناس ارشد میکروبیولوژی، آزمایشگاه مرکزی شرکت آب و فاضلاب استان اصفهان

fmehr_63@yahoo.com

خلاصه

هدف از این تحقیق، بررسی اثر تغییرات آب و هوا بر میزان فلوراید موجود در آب آشامیدنی استان اصفهان می‌باشد. بدین منظور، نمونه‌ها از ۹۳ شهر استان جمع‌آوری شدند که در سه نوع اقلیم مختلف قرار گرفته بودند. این نواحی عبارتند از: خشک، نیمه‌خشک و نیمه مرطوب. نتایج نشان داد که میانگین غلظت فلوراید در مناطق خشک به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از نواحی نیمه‌خشک و نیمه مرطوب می‌باشد. با این حال، در نواحی نیمه‌خشک مقادیر بالاتری از فلوراید نسبت به نواحی نیمه مرطوب مشاهده شد. نتایج نشان داد که در اکثر شهرها میزان فلوراید از حد مجاز آن کمتر است و البته در مناطق سردتر به واسطه مصرف کمتر آب، دریافت فلوراید نیز از این طریق کمتر می‌شود. بنابراین باید از طریق مختلف مثل اضافه کردن فلوراید به آب آشامیدنی و یا مصرف مواد غذایی حاوی فلوراید این کمبود جبران شود.

کلمات کلیدی: فلوراید، نیمه‌خشک، نیمه مرطوب، اصفهان

۱. مقدمه

فلوراید یک عنصر هالوژن است که به‌طور گسترده توزیع شده است و به‌طور طبیعی در سنگ، زغال سنگ، خاک رس و خاک یافت می‌شود. مقدار روزانه فلوراید دریافتی به ناحیه جغرافیایی و رژیم غذایی بستگی دارد. با این حال، آب آشامیدنی به عنوان بزرگ‌ترین منبع تأمین‌کننده فلوراید مورد نیاز بدن به شمار می‌رود [۱]. فلوراید از جمله ترکیبات محلول در آب می‌باشد که در غلظت‌های کم ضروری بوده و در غلظت زیاد زیان‌آور است. فلوراید به میزان کمی در پوسته زمین وجود داشته و می‌تواند از طریق پروسه‌های طبیعی وارد آب‌های زیرزمینی شود. این عنصر در ردیف عناصر مهم برای تغذیه و سلامتی قرار دارد و موجب نوعی حفاظت در برابر پوسیدگی دندان می‌گردد [۲].

آلودگی هوا و استفاده از خمیردندان‌های حاوی فلوراید می‌تواند مقدار فلوراید دریافتی را افزایش دهند. مقدار فلوراید دریافتی از طریق آب آشامیدنی به شرایط طبیعی آب بستگی دارد. به‌طور معمول غلظت فلوراید در آب‌های سطحی کمتر از ۱/۵ میلی گرم در لیتر است، اما غلظت آن در آب‌های زیرزمینی به دلیل عبور آب از نواحی غنی از فلوراید ممکن است به چندین میلی گرم در لیتر نیز برسد. فلوراید محلول بلافاصله پس از ورود به سیستم هاضمه جذب بدن می‌شود [۳]. اهمیت وجود فلوراید در آب آشامیدنی به عنوان یکی از موارد ضروری برای تأمین رشد طبیعی، براساس مطالعات و بررسی‌های متعدد انجام شده توسط مراکز علمی معتبر به اثبات رسیده است. غلظت بهینه فلوراید به شرایط آب‌وهوایی و مقدار آب مصرفی بستگی دارد. سازمان بهداشت جهانی محدوده فلوراید برای کاهش پوسیدگی دندانانی که سبب فلوروزیس دندانانی نیز نشود را از ۰/۶ میلی گرم در لیتر برای مناطق گرمسیری تا ۱/۵ میلی گرم در لیتر برای مناطق سردسیر اعلام نموده است [۴].

استان اصفهان با مساحت ۱۰۷۰۲۹ کیلومتر مربع و جمعیت ۴۸۷۹۳۱۲ نفر یکی از مهم‌ترین و پهناورترین استان‌های ایران می‌باشد. از نظر موقعیت جغرافیایی و تقسیمات زمینی در مرکز فلات ایران قرار دارد. تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که سه نوع اقلیم در این استان وجود دارد که عبارتند از: ۵۸/۷۳٪ از مساحت استان در اقلیم خشک، ۲۸٪ در اقلیم نیمه‌خشک و ۱۳/۲۷٪ در اقلیم نیمه مرطوب [۵]. استان اصفهان شامل ۹۳ شهر می‌باشد که ۲۱ شهر در منطقه خشک با جمعیت کل ۲۲۶۵۰۳۱ نفر، ۵۴ شهر استان در منطقه نیمه‌خشک با جمعیت کل ۱۶۷۶۴۰۰ نفر و ۱۸ شهر در منطقه

نیمه مرطوب با جمعیت ۱۴۶۳۶۱ نفر واقع شده‌اند. آب آشامیدنی ۱۳ شهر منطقه خشک، ۴۳ شهر در منطقه نیمه خشک و ۵ شهر منطقه نیمه مرطوب از تصفیه خانه بابا شیخعلی تأمین می‌شود. با این حال، به خاطر ظرفیت محدود تصفیه خانه و خطوط انتقال، در فصول گرم سال که پیک مصرف افزایش می‌یابد کمبود آب باید با منابع دیگر (اساساً چاه‌ها) جبران شود.

با توجه به اینکه استانداردهای اولیه ملی آب آشامیدنی برای فلوئور بر اساس میزان آب دریافتی، میزان دریافت فلوئور از سایر منابع (غذا، هوا و محافظت کننده‌های دندان)، متوسط دمای سالیانه و حداکثر دمای هوای روزانه تعیین می‌گردد [۶]. در این تحقیق برانیم تا مقدار فلوئور در آب آشامیدنی استان اصفهان در اقلیم مختلف مورد بررسی قرار دهیم.

۲. مواد و روش‌ها

نمونه گیری در طی سال‌های ۱۳۹۱ الی ۱۳۹۵ از بخش‌های مختلف شبکه آب (۹۳ شهر) واقع در نزدیک ترین محل به چاه‌های برداشت آب مصرفی صورت گرفته و پس از انتقال به آزمایشگاه بر اساس روش‌های مورد قبول در کتاب آزمایش‌های آب و فاضلاب مرجع، مورد آنالیز قرار گرفت. کلیه مراحل نمونه گیری، انتقال و آنالیز داده‌ها براساس آزمایش‌های آب و فاضلاب انجام گرفت. اندازه گیری یون فلوئور با استفاده از دستگاه HACH (spectrophotometer DR/5000 Company, USA) به روش SPADNS در طول موج ۵۸۰ نانومتر انجام گرفت [۷].

۳. نتایج و بحث

مقادیر حداقل، حداکثر، انحراف استاندارد و متوسط غلظت فلوئور اندازه گیری شده در آب آشامیدنی در سه نوع منطقه آب و هوایی استان طی سال‌های ۹۵-۹۱ در جدول ۱-۳ نشان داده شده است. همان‌طور که این جداول نشان می‌دهند متوسط غلظت فلوئور به دست آمده در کل شبکه توزیع استان کمتر از استاندارد ملی و دستورالعمل توصیه شده در سازمان بهداشت جهانی (WHO) (۱/۵ میلی گرم بر لیتر) می‌باشد.

جدول ۱- حداقل، حداکثر، انحراف استاندارد و میانگین غلظت فلوئور مورد نظر در ناحیه خشک

ماکزیمم	مینیمم	انحراف استاندارد	میانگین	فلوئور (ppm)
۱/۲	۰/۲۱	۰/۳۷	۰/۴۶	۹۱
۰/۴۵	۰/۲	۰/۱۱	۰/۳۳	۹۲
۱/۳۹	۰/۲	۰/۴۴	۰/۵۸	۹۳
۱/۰۵	۰/۱۸	۰/۳۱	۰/۴۵	۹۴
۰/۸۷	۰/۱۲	۰/۲۸	۰/۳۳	۹۵

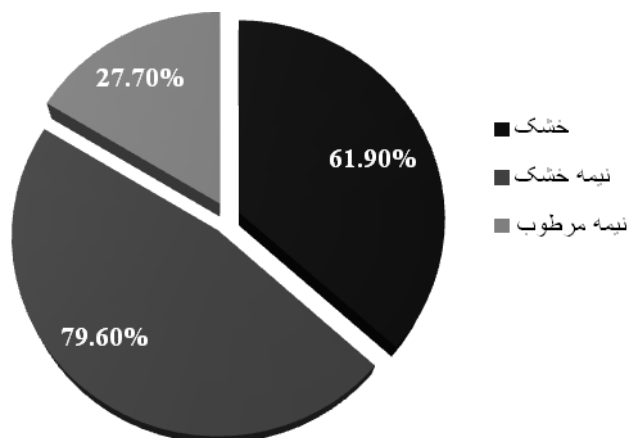
جدول ۲- حداقل، حداکثر، انحراف استاندارد و میانگین غلظت فلوتور مورد نظر در ناحیه نیمه خشک

فلوتور (ppm)	میانگین	انحراف استاندارد	مینیم	ماکزیمم
۹۱	۰/۳۲	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۵۴
۹۲	۰/۲۵	۰/۰۶	۰/۱۵	۰/۳۵
۹۳	۰/۳۳	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۶۴
۹۴	۰/۲۳	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۴۲
۹۵	۰/۲۵	۰/۰۷	۰/۱	۰/۳۶

جدول ۳- حداقل، حداکثر، انحراف استاندارد و میانگین غلظت فلوتور مورد نظر در ناحیه نیمه مرطوب

فلوتور (ppm)	میانگین	انحراف استاندارد	مینیم	ماکزیمم
۹۱	۰/۲۷	۰/۱۱	۰/۱	۰/۴
۹۲	۰/۲۱	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۴
۹۳	۰/۲۳	۰/۱	۰/۱۵	۰/۴
۹۴	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۱	۰/۲۸
۹۵	۰/۲	۰/۰۵	۰/۱	۰/۲۶

در شکل ۱ درصد استفاده از آب سطحی در سه اقلیم مختلف نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می کنید آب آشامیدنی ۶۱/۹۰٪ از شهرهای واقع در اقلیم خشک، ۷۹/۶۰٪ از اقلیم نیمه خشک و ۲۷/۷۰٪ از اقلیم نیمه مرطوب به طور مستقیم از تصفیه خانه باباشیخعلی تأمین می گردد. با توجه به اینکه مقدار فلوتور در آب های سطحی کمتر از ۰/۵ میلی گرم بر لیتر بوده و از حداقل مقدار توصیه شده در استاندارد ۱۰۵۳ کمتر است بنابراین میزان فلوتور در آب آشامیدنی این شهرها و در نتیجه میزان فلوتور دریافتی تحت تاثیر این موضوع قرار می گیرد.

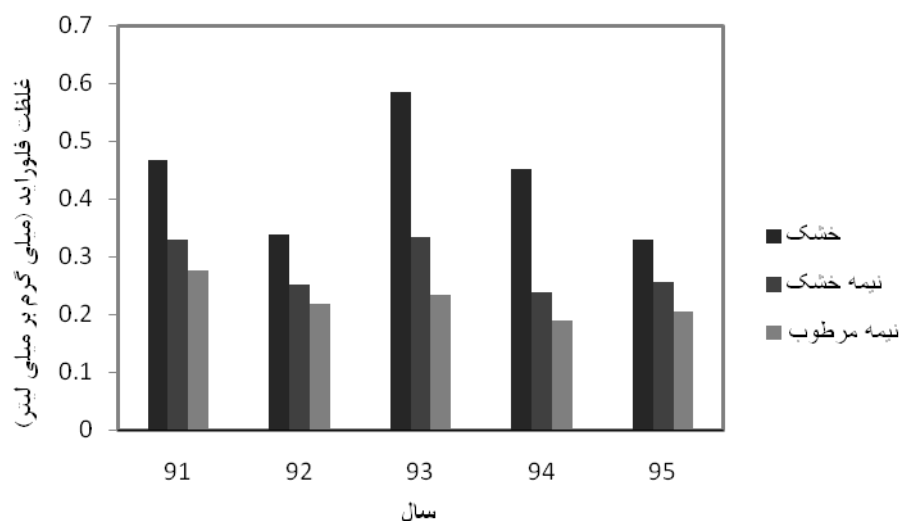


شکل ۱- درصد استفاده از آب‌های سطحی در سه اقلیم مختلف استان

شکل ۲ متوسط غلظت فلوئور را در شبکه توزیع استان اصفهان و در سه ناحیه آب‌وهوایی مختلف استان نشان می‌دهد. مطابق با این شکل متوسط غلظت فلوئور طی پنج سال متوالی از بالاترین مقدار در اقلیم خشک تا پایین‌ترین مقدار در اقلیم نیمه مرطوب تغییر کرده است و این نشان می‌دهد که نوع آب و هوا بر میزان غلظت فلوئور موثر است. در مناطق خشک به دلیل افزایش خشک‌سالی در این سال‌های اخیر و برداشت بی‌رویه آب از سفره‌های آب زیرزمینی باعث شده تا غلظت مواد معدنی از جمله فلوراید افزایش یابد. همان‌طور که از شکل پیداست مقدار متوسط فلوئور در نواحی نیمه مرطوب از حداقل مقدار توصیه شده در استاندارد ۱۰۵۳ (۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر) و سازمان بهداشت جهانی (۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر) کمتر است [۸].

به طور کلی در این نواحی مقدار متوسط فلوئور پایین بوده و استفاده از آب تصفیه‌خانه (آب سطحی) در بعضی از شهرهای این منطقه باعث کاهش بیشتر فلوئور در شبکه توزیع می‌گردد. از طرفی به دلیل آب‌وهوای سرد این مناطق و پایین بودن مصرف سرانه آب به‌خصوص در فصل زمستان و دریافت ناچیز فلوئور از منابع دیگر، احتمال می‌رود که فلوئور مورد نیاز بدن تأمین نگردد. در نتیجه با توجه به اثبات رابطه کمبود فلوئور با پوسیدگی دندان و مشکلات دندانی و استخوانی، تأمین کمبود فلوئور مورد نیاز در این مناطق امری ضروری است. در نواحی نیمه‌خشک، با توجه به اینکه آب آشامیدنی ۴۳ شهر آن از آب تصفیه‌خانه (آب سطحی) تأمین می‌شود بنابراین انتظار می‌رود که در این نواحی نیز میزان متوسط فلوئور در شبکه توزیع کاهش یافته که با توجه به اهمیت و ضرورت فلوئور در بدن در این مناطق نیز باید کمبود فلوئور به طریق مختلف جبران شود. در نواحی خشک مقدار متوسط فلوئور بالاتر می‌باشد. با این حال به دلیل اینکه آب آشامیدنی ۱۳ شهر در این منطقه از تصفیه‌خانه تأمین می‌شود. بنابراین در کاهش متوسط فلوئور موثر بوده ولی در این مناطق به دلیل گرما و خشکی بیش از حد آب و هوا و بالا رفتن مصرف سرانه آب آشامیدنی به ویژه در فصل تابستان انتظار می‌رود که مقدار فلوئور مورد نیاز بدن تا حدودی تأمین گردد که نتایج به دست آمده از این تحقیق هم مزید بر علت است.

در نهایت، با توجه به استفاده بخشی از استان از آب‌های سطحی (دارای فلوئور کمتر از ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر) و با توجه به پایین بودن میانگین دما در بخش وسیعی از استان که مصرف کمتر آب آشامیدنی را به دنبال دارد به نظر می‌رسد انجام اقدامات جبرانی در سطح استان قابل بررسی است. با این حال، انجام یک سری تحقیقات بیشتر در خصوص شیوع پوسیدگی دندان در سطح شهر مورد نیاز بوده که در صورت شیوع بالای پوسیدگی دندان راهکارهای مناسب اتخاذ گردد. در این تحقیق، آنالیز آماری با استفاده از روش واریانس (ANOVA) انجام گرفت تا اثر اقلیم بر روی غلظت فلوئور در شبکه توزیع بررسی شود (P-value: 0.05). داده‌ها نشان داد که اقلیم اثر مهمی در متوسط غلظت فلوئور در شبکه توزیع دارد.



شکل ۲- تغییرات غلظت متوسط فلورئور شبکه توزیع شهرهای استان اصفهان در سه ناحیه آب و هوایی مختلف

۴. نتیجه گیری

متوسط غلظت فلورئور شبکه توزیع استان اصفهان طی پنج سال متوالی بررسی شد. نتایج نشان داد که در هر سه اقلیم غلظت فلورئور از حد مجاز آن که در استاندارد ۱۰۵۳ و سازمان بهداشت جهانی (WHO) توصیه شده کمتر است. با این حال، در بعضی جاها به ویژه مناطق سردسیر مقدار فلورئور از حداقل مقدار توصیه شده در استاندارد ۱۰۵۳ که برای بدن ضروری می باشد کمتر است. بنابراین پیشنهاد می گردد یک سری اقدامات جبرانی (اجرای طرح دهان شویه در بین دانش آموزان مدارس و همچنین اضافه کردن فلورئور به زنجیره غذایی مردم) در سطح استان انجام شود. در نهایت تحقیق حاضر نشان داد که شبکه توزیع استان اصفهان هیچ گونه آلودگی از نظر فلورئور ندارند.

۵. مراجع

1. Murray JJ. (1989). Appropriate Use of Fluorides for Human Health, World Health Organization; Geneva; 1989.
۲. یوسفی، ذ. حنفی، ب. (۱۳۹۲)، بررسی میزان فلوراید در منابع تأمین آب های آشامیدنی شهرستان گنبد کاووس و مقایسه با استانداردها در سال های ۱۳۹۱-۱۳۸۷، مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دوره بیست و سوم شماره ۱۰۱ خرداد سال ۱۳۹۲، ۱۱۶-۱۱۹.
۳. تابش، م. آخوندیان، س. (۱۳۸۹)، بررسی پراکندگی میزان یون فلورئور موجود در آب آشامیدنی استان سیستان و بلوچستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی GIS در سال ۱۳۸۹-۱۳۸۸
۴. کامیاب، ن. خواجه حسینی، ش. مبینی، م. بررسی میزان فلوراید آب آشامیدنی مناطق روستایی شهرستان رفسنجان در بهار و تابستان ۱۳۹۴، مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، دوره ۱۵، مهر ۱۳۹۵، ۶۸۲-۶۷۵.



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران
دانشگاه تهران، تهران
۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



۵. یوسفی، ص. میرزایی، س. توانگر، ش. نوروزی، م. پهنه‌بندی اقلیمی استان اصفهان با استفاده از سامانه (GIS) اطلاعات جغرافیایی
۶. ملکی، افشین. علوی بختیاروند، سید نادعلی. صفری، مهدی. رضایی، رضا. اندازه گیری میزان فلوئور در منابع آب آشامیدنی شهر سنندج فصلنامه علمی - پژوهشی علوم بهداشتی، سال سوم، شماره ۴، پاییز ۱۳۹۰

7. American Public Health Association (APHA) – American Water Works Association (AWWA) - Water Environment Federation (WEF). Standard methods for examination of water and wastewater. 17th edition. American Public Health Association. Washington. 2012. P: 87-88.
8. Noori Sepehr, M., & Amiri, H. (2011). Measurement of Fluoride Concentration in Semnan Drinking Water Distribution. *Iranian journal of toxicology*, volume 5, No. 1&2.