

## بررسی میزان نیترات و فلوراید در شبکه توزیع آب شرب کرج در تابستان و پائیز ۱۳۹۱ و ارائه راهکارهای مناسب در این زمینه

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۱۰/۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۷

### چکیده

ابراهیم محمدی کلهری<sup>۱</sup>، محمد نوری سپهر<sup>۲</sup> و منصور ضرابی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، البرز  
<sup>۲</sup> دکتری بهداشت محیط، دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، البرز  
<sup>۳</sup> کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، البرز

**زمینه و هدف:** فلوراید از جمله عناصر ضروری برای سلامت انسان می‌باشد و در مقادیر استاندارد از پوسیدگی دندان جلوگیری می‌کند و در مقادیر بیش از استاندارد باعث بروز برخی از بیماری‌ها مانند فلوروزیس می‌گردد. نیترات نیز از جمله یون‌هایی می‌باشد که به دلیل ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی، امروزه در برخی از منابع آبی به‌خصوص آب‌های زیرزمینی مشاهده شده است. وجود نیترات در منابع آب نشان دهنده ورود فاضلاب به این منابع بوده و از طرف دیگر باعث بروز بیماری کودکان آبی می‌گردد.

**روش بررسی:** در این مطالعه میزان نیترات و فلوراید در طول شش ماه در شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر کرج مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌برداری به صورت ماهانه و از ۱۲ منطقه برداشت گردید. از هر منطقه نیز تعداد ۸ عدد نمونه برداشت گردید. بعد از نمونه‌برداری، میزان نیترات و فلوراید موجود در نمونه‌ها اندازه‌گیری گردیده و با استانداردهای موجود مقایسه گردید.

**یافته‌ها:** نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار نیترات به ترتیب برابر ۳۲/۵۳ میلی‌گرم بر لیتر و ۴/۱۱ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده گردید. همچنین کم‌ترین مقدار فلوراید برابر صفر و بیش‌ترین مقدار آن برابر ۰/۷۲ میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که آب شرب شهر کرج از لحاظ وجود نیترات در محدوده استانداردهای موجود می‌باشد در حالی که میزان فلوراید در مقادیر پائین تر از استاندارد بوده و بنابراین نیاز به ایجاد واحدهای فلوریداسیون وجود دارد.

**نتیجه‌گیری:** به‌طور کلی می‌توان اینطور نتیجه‌گیری کرد که آب شرب کرج از لحاظ وجود نیترات خطری برای سلامت عموم نخواهد داشت ولی برای جلوگیری از پوسیدگی دندان لازم است که سیستم‌های فلوروزنی احداث گردد.

\* نویسنده مسئول: کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، البرز  
۰۲۱-۸۸۹۶۳۸۴۹  
E-mail: mansor62@gmail.com

**کلمات کلیدی:** آب شرب، نیترات، فلوراید، پوسیدگی دندان

### مقدمه

بخش عمده نیتروژن در طی فرآیند تصفیه فاضلاب حذف می‌گردد. بخشی از نیترات ممکن است در پساب خروجی وجود داشته باشد که بر اساس مقررات موجود در این زمینه، نیاز به حذف آن می‌باشد.<sup>۱</sup> پساب خروجی بسیاری از صنایع نظیر صنایع نفت و زغال، پتروشیمی، صنایع پردازش مواد غذایی، صنایع رزین و مواد پلاستیکی، تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی، صنایع شیشه و کاغذ و صنایع مربوط به تسلیحات نظامی حاوی مقادیر زیادی از نیترات است و بر اساس استانداردهای موجود جهت تخلیه به محیط زیست، پساب‌های خروجی آنها نیاز به تصفیه نیترات دارد.<sup>۲</sup> نیترات

از گذشته‌های نه چندان دور و تا به امروز، منابع آب زیرزمینی یکی از اساسی‌ترین منبع تأمین آب شرب به حساب می‌آمدند ولی وجود برخی ترکیبات مفید و مضر در این گونه منابع باعث شده است تا توجه بیش‌تری به کیفیت این گونه منابع معطوف شود.<sup>۱</sup> از جمله ترکیبات مفید می‌توان به فلوراید و از ترکیبات مضر می‌توان به نیترات اشاره کرد. نیتروژن یکی از آلاینده‌های فاضلاب است که به اشکال نیتروژن آلی و غیر آلی می‌تواند وجود داشته باشد. پایدارترین حالت نیتروژن در آب و فاضلاب نیترات می‌باشد.<sup>۲</sup>

## مواد و روش‌ها

این تحقیق یک مطالعه توصیفی می‌باشد که به منظور بررسی میزان نیترات و فلوراید موجود در شبکه توزیع آب شهری کرج انجام گرفته است. جامعه مورد مطالعه در این پژوهش نمونه‌های جمع آوری شده از مناطق ۱۲ گانه شهر کرج می‌باشد. در این روش نمونه‌های مورد نظر در بطری‌های پلاستیکی به حجم ۱۰۰ سی سی برداشت گردیده و بعد از انتقال به آزمایشگاه میزان نیترات و فلوراید آن اندازه‌گیری گردید. در این تحقیق از دستگاه DR5000 ساخت شرکت هاک آمریکا جهت اندازه‌گیری نیترات و فلوراید استفاده گردید. جهت اندازه‌گیری نیترات، در حدود ۲۰ میلی لیتر نمونه برداشت گردیده و بعد از اضافه کردن مقدار مشخصی از ریجنت نیتراور ۵، نمونه مورد نظر به مدت ۲۰ دقیقه در تماس با ریجنت قرار گرفت. بعد از سپری شدن ۲۰ دقیقه زمان واکنش، میزان نیترات نمونه با استفاده از دستگاه DR5000 و به روش قرائت مستقیم اندازه‌گیری گردید. جهت اندازه‌گیری فلوراید، در حدود ۱۰ سی سی نمونه برداشت گردیده و به نمونه مورد نظر در حدود ۲ سی سی معرف اسپاندز اضافه گردیده و بعد از سپری شدن ۲ دقیقه زمان واکنش بین معرف و فلوراید موجود در نمونه، میزان فلوراید نمونه با استفاده از دستگاه DR5000 اندازه‌گیری گردید.

## نتایج

در جدول ۱ نتایج حاصل از اندازه‌گیری میزان نیترات و فلوراید آب شرب کرج در طول فصول تابستان و پائیز ۱۳۹۱ بصورت حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف معیار نشان داده شده است.

جدول ۱. میزان نیترات و فلوراید آب شرب کرج در فصل تابستان و پائیز ۱۳۹۱

زمان نمونه‌برداری	نیترات (mg/L)			فلوراید (mg/L)		
	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
تیر	۶/۲۴	۳۵/۵۲	۱۳/۶۳	۱۲/۱۱	صفر	۰/۷۶
مرداد	۹/۲۷	۳۴/۳۲	۲۴/۶۳	۱۰/۷۳	صفر	۰/۶۳
شهریور	۴/۳	۳۱/۶۳	۱۷/۴۲	۷/۴۶	صفر	۰/۷۹
مهر	۴/۱۱	۳۱/۶۳	۲۱/۵۶	۱۱/۱۳	صفر	۰/۷۲
آبان	۴/۳	۳۱/۶۴	۲۵/۴۳	۹/۸۷	صفر	۰/۶۹
آذر	۴	۳۲/۳۴	۱۶/۳	۱۰/۹۶	صفر	۰/۶۳

دارای بالاترین درجه اکسیداسیون در گردش طبیعی ازت می‌باشد. این ترکیبات حاصل اکسیداسیون مواد آلی، تحت تأثیر باکتری‌ها می‌باشند.<sup>۴</sup> نیترات و نیتريت به عنوان یک شاخص شیمیایی مهم در آب دارای اهمیت هستند.<sup>۵</sup> استاندارد نیترات در پساب خروجی فاضلاب جهت تخلیه به آب های سطحی و تخلیه به چاه جاذب به ترتیب ۵۰ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بر حسب نیترات می‌باشد.<sup>۶</sup> استاندارد ایران حداکثر مجاز نیترات در آب آشامیدنی را ۴۵ میلی‌گرم در لیتر بر حسب نیترات و یا ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بر حسب نیتروژن تعیین نموده است. فلوراید نیز از جمله مواد معدنی موجود در منابع آبی می‌باشد که بسته به نوع بافت زمین در آن منطقه، مقادیر آن در منابع آبی متفاوت می‌باشد.<sup>۷</sup> فلوراید در مقادیر مطلوب برای رشد و استحکام استخوان‌ها به خصوص دندان‌ها ضروری می‌باشد ولی چنانچه از مقادیر مطلوب تجاوز کند می‌تواند باعث پوسیدگی دندان‌ها و فلوروزیس اسکلتی در انسان شود. سازمان بهداشت جهانی (WHO) مقادیر مطلوب فلوراید در آب آشامیدنی را ۰/۷-۱/۲ mg/L ذکر کرده است.<sup>۹،۸</sup> فلوراید در آبهای طبیعی در مقادیر مختلفی یافت می‌شود. آب دریاها معمولاً حاوی ۱ mg/L فلوراید می‌باشند در حالی که در آب رودخانه‌ها و دریاچه‌ها این مقدار کم‌تر از ۰/۵ mg/L است.<sup>۱۰</sup> بنابراین با توجه به ضرورت پایش مستمر نیترات و فلوراید در منابع آب شرب، پژوهش حاضر به منظور بررسی میزان نیترات و فلوراید سیستم توزیع آب شرب کرج در فصل تابستان و پائیز ۱۳۹۱ انجام گردیده است.

منظر ممکن است سایر اجزای فاضلاب نیز وارد منبع آب شرب گردد. از طرف دیگر وجود نیترات در آب شرب باعث بروز بیماری کودکان آبی می‌شود که در این بیماری هموگلوبین خون با نیترات ترکیب شده و مت‌هموگلوبین تشکیل می‌دهد که قدرت اکسیژن رسانی نداشته و باعث خفگی کودکان می‌شود.<sup>۵</sup> بنابراین در ایده آل ترین شرایط، غلظت نیترات باید در حد صفر باشد ولی استانداردهای کنونی حداکثر غلظت  $45 \text{ mg/L}$  نیترات را در آب آشامیدنی مجاز دانسته‌اند.<sup>۱</sup> از این منظر آب شربی که در سیستم توزیع کرج در جریان می‌باشد از لحاظ وجود نیترات مشکل جدی ندارد ولی اگر غلظت نیترات در آن به سمت صفر میل کند سلامت شهروندان کرجی در حد ایده آل خواهد بود چرا که هر میزان نیترات در آب نشان دهنده ورود آلودگی به منابع آب است.

در ایران نیز مطالعات زیادی بروی نیترات شبکه‌های توزیع آب آشامیدنی انجام گرفته است. در یک مطالعه میزان نیترات در آب شرب شهرستان طبرس مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه گزارش شده که میزان نیترات در فصل تابستان و زمستان به ترتیب برابر  $3/25 \text{ mg/L}$  و  $2/9 \text{ mg/L}$  بوده است.<sup>۱۱</sup> در مطالعه دیگری، میزان نیترات آب روستاهای شهرستان زاهدان در زمستان ۱۳۸۷ و بهار ۱۳۸۸ مورد بررسی قرار گرفته و مشخص گردیده است که میزان نیترات در زمستان  $13/78 \text{ mg/L}$  برابر  $10/44 \text{ mg/L}$  و در بهار ۱۳۸۸ برابر  $11/20$  بوده است.<sup>۱۲</sup> در مطالعه دیگری، میزان برخی از یون‌های آب دشت نورآباد ممسنی اندازه‌گیری شده است. در این مطالعه حداکثر نیترات برابر  $5 \text{ mg/L}$  و حداکثر آن  $110 \text{ mg/L}$  گزارش شده است.<sup>۱۳</sup> در مطالعه دیگری، میزان نیترات آب شرب مناطق تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه حداکثر و حداقل میزان نیترات به ترتیب برابر  $2/65 \text{ mg/L}$  و  $58/65 \text{ mg/L}$  اندازه‌گیری شده است.<sup>۱۴</sup>

از آنجایی که آب‌های زیرزمینی به مقدار زیادی متأثر از نوع بافت زمینی هستند که از آن عبور می‌کنند دارای اجزای معدنی متفاوتی می‌باشند. در مورد فلوراید نیز چنانچه بافت زمینی که آب زیرزمینی از آن عبور می‌کند دارای سنگ‌های فلدسپات باشد این نوع آب‌ها دارای مقادیر زیادی فلوراید خواهند بود. در غیر این

نتایج حاصل از اندازه‌گیری نیترات و فلوراید نشان داد که میزان نیترات کم‌تر از مقادیر استاندارد ( $50 \text{ mg/L}$ ) می‌باشد. همچنین میزان فلوراید اندازه‌گیری شده در بیش‌تر موارد در مقادیر کم‌تر از حداقل استاندارد قرار دارد. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار نیترات به ترتیب برابر  $35/52$  میلی‌گرم بر لیتر و  $4$  میلی‌گرم بر لیتر مشاهده گردید که کم‌تر از مقادیر استاندارد بود. همچنین مشاهده گردید که میزان نیترات در فصول اندازه‌گیری شده تغییرات چندانی نداشت. این امر به دلیل تأمین آب شرب کرج از منابع آب زیرزمینی می‌باشد که تقریباً دارای کیفیت ثابتی می‌باشند. بنابراین می‌توان این‌طور نتیجه‌گیری کرد آب شرب کرج از نظر وجود ماده خطرناک نیترات در وضعیت خوبی است و با اطمینان می‌تواند به مصرف شرب برسد. در مورد فلوراید نیز مشاهده گردید که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار آن به ترتیب  $0/79$  و صفر می‌باشد. با توجه به اینکه میزان استاندارد فلوراید در آب شرب برابر  $1/5-0/75 \text{ mg/L}$  گزارش شده بنابراین مشاهده می‌گردد که آب شرب کرج از لحاظ وجود فلوراید جهت مصرف شرب مناسب نیست. همچنین در بیش‌تر موارد میزان فلوراید در مقادیر صفر و کم‌تر از  $0/5 \text{ mg/L}$  مشاهده گردید. از آنجایی که عمده‌ترین منبع تأمین فلوراید بدن از طریق آب آشامیدنی است جهت تأمین فلوراید مورد نیاز بدن شهروندان کرج، لازم است که شرکت آب و فاضلاب استان البرز دستگاه‌های فلورورزی را روی سیستم توزیع نصب کنند.

## بحث

در شهرهایی که آب شرب از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌گردد اغلب این آب‌ها کیفیت ثابتی دارند. در مورد نیترات باید اشاره گردد که اغلب آب‌های زیرزمینی مشکل وجود نیترات ندارند ولی در سال‌های اخیر با ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی تصفیه نشده به محیط‌زیست، اغلب آب‌های زیرزمینی دچار مشکل وجود نیترات شده‌اند و در سال‌های اخیر گزارش‌های متعددی مبنی بر وجود نیترات در چاه‌های تأمین آب شرب مشاهده شده است به طوری که در برخی مناطق غلظت نیترات بیش از  $150 \text{ mg/L}$  گزارش شده است.<sup>۳</sup> مشاهده نیترات در آب شرب باعث ایجاد این شبهه می‌شود که اولاً منبع آب به فاضلاب آلوده شده است و از این

در مطالعه دیگری در بررسی کیفیت آب دشت نورآباد ممسنی، حداقل و حداکثر میزان فلوراید به ترتیب برابر  $0/19 \text{ mg/L}$  و  $\text{mg/L}$   $1/36$  گزارش شده است.<sup>۲۰</sup> در بررسی میزان یون فلوراید در شهرستان رامیار نیز، متوسط یون فلوراید برابر  $0/26 \text{ mg/L}$  گزارش شده است.<sup>۲۱</sup>

### نتیجه گیری

با توجه به نتایج مطالعه حاضر و مطالعات انجام شده در سایر نقاط کشور مشخص می شود که در اغلب مناطق میزان نیترات کم تر از مقادیر استاندارد بوده و از این لحاظ تهدید جدی برای عموم محسوب نمی شود. در حالی که میزان فلوراید کم تر از مقادیر لازم برای جلوگیری از پوسیدگی دندان گزارش شده است و بنابراین لزوم ایجاد واحدهای فلئورزنی را دوچندان می کند.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می دانند که از دانشگاه علوم پزشکی البرز به خاطر حمایت مالی از این پروژه تشکر و قدردانی نمایند.

صورت اغلب آب های زیرزمینی دارای مقادیر ناچیزی فلوراید می باشند که جهت جلوگیری از پوسیدگی دندانی لازم است در این گونه آب ها واحدهای فلئورزنی احداث گردد.<sup>۱۶،۱۵</sup> در ایران نیز برخی مناطق وجود دارند که مقدار فلوراید بیش از حد استاندارد در آنها مشاهده شده است. به طور کلی استان های شمالی و مرکزی کم ترین و استان های جنوبی درصد بالاتری از میزان فلوراید را در منابع آب خود شامل می شوند. علاوه بر آن، در بیش تر مناطق ایران مشکل کمبود فلوراید گزارش شده که از طریق پوسیدگی دندانی افراد مراجعه کننده به مراکز درمانی مشخص شده است.<sup>۱۸،۱۷</sup> براساس نتایج حاصل از این پژوهش، مقدار فلوراید در آب شرب کرج کم تر از حداقل مقدار ذکر شده برای سلامت دندان می باشد که این امر لزوم توجه مسئولین محترم به ایجاد واحدهای فلوریداسیون را دوچندان می کند. در ایران و در چند سال اخیر مطالعات زیادی بروی میزان فلوراید آب آشامیدنی انجام گرفته است. در یک بررسی میزان فلوراید در آب شرب شهر طبرس مورد بررسی قرار گرفته است و مشاهده گردیده است که میزان فلوراید در ماه های تابستان و زمستان به ترتیب برابر  $0/71 \text{ mg/L}$  و  $0/58 \text{ mg/L}$  بوده است.<sup>۱۱</sup> در مطالعه دیگری، میزان یون فلوراید رودخانه های مارون، کارون و کرخه مورد بررسی قرار گرفته است و مشخص گردیده است که متوسط غلظت یون فلوراید برابر  $0/5 \text{ mg/L}$  بوده است.<sup>۱۹</sup>

### References

1. Siqing Xia, Fohua Zhong, Yanhao Zhang, Haixiang Li, Xin Yang. Bio-reduction of nitrate from groundwater using a hydrogen-based membrane biofilm reactor. *Journal of Environmental Sciences* 2010; 22(2): 257–262.
2. Mini Bajaj, Claudia Gallert & Josef Winter. Effect of phenol addition on COD and nitrate removal in an anoxic suspension reactor. *Bioresource Technology* 2010;101: 5159–5167.
3. Yi An, Tielong Li, Zhaohui Jin, Meiyong Dong, Qianqian Li. Nitrate degradation and kinetic analysis of the denitrification system composed of iron nanoparticles and hydrogenotrophic bacteria. *Desalination* 2010;252:71–74.
4. Hakan Demiral, Gul Gunduzoglu. Removal of nitrate from aqueous solutions by activated carbon prepared from sugar beet bagasse. *Bioresource Technology* 2010;101:1675–1680.
5. Mahamudur Islam, Prakash Chandra Mishra, Rajkishore Patel. Physicochemical characterization of hydroxyapatite and its application towards removal of nitrate from water. *Journal of Environmental Management* 2010;91:1883–1891.
6. Jianfa Li, Yimin Li, Qingling Meng. Removal of nitrate by zero-valent iron and pillared bentonite. *Journal of Hazardous Materials* 2010;174 :188–193.
7. Shubo Deng, Han Liu, Wei Zhou, Jun Huang, Gang Yu. Mn–Ce oxide as a high-capacity adsorbent for fluoride removal from water. *Journal of Hazardous Materials* 2011;186:1360–1366.
8. Youbao Sun, Qinghua Fang, Junping Dong, Xiaowei Cheng, Jiaqiang Xu. Removal of fluoride from drinking water by natural stilbite zeolite modified with Fe (III). *Desalination* 2011;277:121–127.
9. Soydoa Vinitnantharat, Sriwilai Kositchaiyong, Siriluk Chiarakorn. Removal of fluoride in aqueous solution by adsorption on acid activated water treatment sludge. *Applied Surface Science* 2010;256:5458–5462.
10. Xiaotian Xu, Qin Li, Hao Cui, Jianfeng Pang, Li. Sun, Hao An, Jianping Zhai. Adsorption of fluoride from aqueous solution on magnesia-loaded fly ash cenospheres. *Desalination* 2011; 272 : 233–239.

11. Shams M, Mahvi A, Mohammadi A. Investigation of Nitrate and Fluoride concentration in Tabas water supply. Proceedings of the Twelfth conference of environmental Health, 12-15 October 2009. Tehran, Iran: 47-53.[In Persian]
12. Moin H, Hosseini A, Bazrafshan E, Nouri M.. Investigation of nitrite and nitrate in Zahedan. Proceedings of the Twelfth conference of environmental Health, 12-15 October 2009, Tehran, Iran: 114-120.[In Persian]
13. Noshadi M, Taleb Bidokhti N, Yousefi M. investigation of ground water quality in Norabad. Proceedings of the Twelfth conference of environmental Health, 12-15 October 2009, Tehran, Iran: 74-82. [In Persian]
14. Yazdanbakhsh A, Mohammadi H, Sheikh Mohammadi A, Bonyadinejad R, Ghanbari G. Investigation of nitrate and nitrite in Tehran drinking water. Proceedings of the Twelfth conference of environmental Health, 12-15 October 2009, Tehran, Iran: 163-9. [In Persian]
15. Xiaomin D, Dinesh M, Charles UPJ, Shuo Y. Remediating fluoride from water using hydrous zirconium oxide. Chem. Eng. J. 2012; 198-199: 236-245.
16. Hari P, Bimala P, Katsutoshi I, Hidetaka K, Keisuke O, Hiroyuki H, Shafiq A. Adsorptive removal of fluoride from aqueous solution using orange waste loaded with multivalent metal ions, J. Hazard. Mater. 2011;192: 676-68.
17. Golshani H. investigation of relationship between fluoride concentration in water with dental caries in Esfahan.1996, Tehran, MPSH Thesis. [In Persian]
18. Noori Sepehr M, Arab F, Shahravi M, Ezeldin M. investigation of fluoride concentrating in Semnan Village at 2006. Proceedings of the Tenth conference of environmental Health, 12-15 October 2007, Hamadan, Iran: 17-23. [In Persian]
19. Basir L, Khaneh Masjedi M, Haghighi M, Nemati Asl S. investigation of relationship between fluorosis and DMFT outbreak with fluoride concentration in Khozestan drinking water in 10-12 old children at 2002. Den. J. Shahid Beheshti Un. Med. Sci. 2006; 24: 14-23.[In Persian]
20. Fallah H, Molana Z, Mir Arab Razi M. investigation of fluoride in Ramian drinking water and determination of DMFT in children. Proceedings of the Twelfth conference of environmental Health, 12-15 October 2009, Tehran, Iran: 59-65. [In Persian]