

# بررسی میزان غلظت نیترات و نیتريت در چاه‌های آب شرب روستاهای اطراف شهرک صنعتی شهر ارومیه

حسن نان‌بخش<sup>۱</sup>، امیر محمدی<sup>۲</sup>، افشین ابراهیمی<sup>۳</sup>

## چکیده

**مقدمه:** ترکیبات نیترات و نیتريت از عوامل آلاینده آب‌های زیرزمینی محسوب می‌شوند، که در سال‌های اخیر غلظت آن‌ها در این منابع رو به افزایش می‌باشد. این تحقیق با هدف اندازه‌گیری غلظت نیترات و نیتريت در چاه‌های آب شرب روستاهای اطراف شهرک صنعتی ارومیه و مقایسه با استانداردهای مصوب انجام گرفت.

**روش‌ها:** این مطالعه از نوع مقطعی - توصیفی - تحلیلی بود. نمونه‌برداری از ۳۰ حلقه چاه به مدت یک سال در نقاط مختلف روستاهای اطراف شهرک صنعتی ارومیه انجام شد و غلظت نیترات و نیتريت، مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

**یافته‌ها:** بر اساس نتایج حاصل از آزمایشات، میانگین سالیانه غلظت نیترات بر حسب  $\text{NO}_3^-$  و نیتريت بر حسب  $\text{NO}_2^-$  به ترتیب  $\text{mg/L}$  ۱۷/۴۶ و  $\text{mg/L}$  ۰/۰۰۸ به دست آمد، که بیشترین غلظت نیترات مربوط به فصل زمستان بود. برای مقایسه میانگین غلظت نیترات و نیتريت در فصول مختلف، از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه استفاده گردید. این بررسی نشان داد که میانگین غلظت نیترات بین فصل بهار با تابستان و نیز بین فصل بهار با پاییز اختلاف معنی‌داری دارد ( $P < ۰/۰۵$ )، اما در میانگین غلظت نیتريت نمونه‌های آب در فصول مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید ( $P < ۰/۰۵$ ). همچنین ارتباط معنی‌دار آماری بین مقادیر نیترات با عمق آب برقرار شد ( $r = -۰/۷۶$ ،  $P < ۰/۰۰۱$ ) و با افزایش عمق آب، غلظت نیترات چاه‌ها کاهش یافت.

**نتیجه‌گیری:** از یافته‌های این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که در حال حاضر کیفیت آب مورد مطالعه از نظر غلظت نیترات و نیتريت مطابق با استانداردهای آب شرب ایران می‌باشد؛ با این وجود کنترل مستمر این منابع آب ضروری است. از این رو پایش، تصفیه و دفع بهداشتی فاضلاب‌های تولیدی هم بایستی مورد توجه قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** نیترات، نیتريت، آلودگی آب، آب‌های زیرزمینی.

## نوع مقاله: تحقیقی

پدیرش مقاله: ۱۹/۱۲/۱۱

دریافت مقاله: ۱۹/۱۱/۲۰

## مقدمه

و نیتريت از جمله عوامل آلاینده منابع آب‌های زیرزمینی محسوب می‌شوند، که در سال‌های اخیر به لحاظ گسترش کشاورزی، صنعت و دیگر فعالیت‌های انسانی، غلظت آن‌ها در

در بسیاری از نقاط جهان، آب‌های زیرزمینی تنها منبع مورد استفاده برای شرب و مصارف خانگی هستند. ترکیبات نیترات

۱- دانشیار، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسؤول)

Email: r\_mohammadi@hlth.mui.ac.ir

۳- استادیار، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

(WHO) رهنمود ۰/۲ میلی گرم در لیتر را برای عوارض مزمن نیتريت توصیه کرده است. غلظت پیشنهادی نیتريت نیز ۵۰ میلی گرم در لیتر می باشد. به دلیل احتمال حضور همزمان نیتريت و نیتريت در آبهای آشامیدنی، مجموع نسبت های مقادیر اندازه گیری شده هر یک از این عوامل به مقدار عددی پیشنهادی آن ها، باید کمتر از یک باشد که استاندارد آب شرب ایران نیز از آن تبعیت می کند (۲، ۶).

در مطالعه ای که ملک آبادی و همکاران به منظور بررسی غلظت نیتريت در استان اصفهان انجام دادند، میانگین غلظت نیتروژن نیتريت را در آبهای زیرزمینی مناطق نجف آباد، شهرضا، اصفهان و نطنز به ترتیب ۱۷/۵۶، ۱۴/۶، ۱۶/۰۴ و ۸/۲۴ میلی گرم در لیتر بر حسب ازت به دست آوردند و ۹۵/۵، ۱۰۰، ۸۴ و ۳۳/۳ درصد از چاه های این مناطق دارای غلظت نیتريت بیشتر از حد استاندارد (بیشتر از ۱۰ میلی گرم در لیتر بر حسب ازت) بود. بیشترین آلودگی نیتريت در اکثر مناطق مربوط به نواحی کشاورزی بود و مناطق صنعتی و شهری در رتبه های بعدی قرار داشتند (۷). بر اساس مطالعه ای که توسط لشکری پور و همکاران در شهر مشهد انجام شده است، در سال های اخیر غلظت نیتريت در چاه های آب حفر شده در سفره آب زیرزمینی مشهد افزایش یافته، در برخی نقاط به بیش از ۵۰ میلی گرم در لیتر رسیده است (۸). در مطالعه ای دیگر David Dornak به منظور بررسی کیفیت آب چاه های منطقه North Platte River Valley ایالات متحده نشان داد که میانگین غلظت نیتريت از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۵ در ۸ حلقه چاه از ۲۲ چاه مورد مطالعه توسط آژانس حفاظت محیط زیست امریکا بیشتر از حد مجاز تعیین شده (بیشتر از ۱۰ میلی گرم در لیتر بر حسب ازت) بوده است (۹). مطالعات مشابه مربوط به جنوب غرب کشور اسپانیا در پارک Donana در بررسی ۳۷ نمونه از آب های زیرزمینی نشان می دهد که غلظت نیتريت در ۳ نمونه بیش از ۵۰ میلی گرم در لیتر، ۳۴ نمونه کمتر از ۵۰ میلی گرم در لیتر بوده، غلظت نیتريت کمتر از ۰/۱ میلی گرم در لیتر داشته اند و به عبارتی ۹۲/۵ درصد در محدوده حداکثر مجاز و ۷/۵ درصد فراتر از محدوده استاندارد

این منابع رو به افزایش می باشد. اگر چه انحلال رسوبات طبیعی حاوی نیتريت در آب، تجزیه گیاهان، فضولات حیوانی، زباله های شهری، کودهای نیتريت دار و فاضلاب های خانگی از جمله منابع ورود نیتريت و نیتريت به آب های زیرزمینی می باشند؛ با این حال نقش فاضلاب های حاصل از فعالیت های صنعتی را نیز نباید در این مورد از نظر دور داشت (۱). نیتريت به علت حلالیت بالا در آب به سرعت می تواند در آب های زیرزمینی جهان پخش شده، باعث آلودگی آن ها شود. هنگامی که غلظت نیتريت در آب آشامیدنی کمتر از mg/L ۱۰ باشد، گیاهان مهم ترین منبع ورود نیتريت به بدن می باشند و زمانی که غلظت آن در آب آشامیدنی بیش از mg/L ۵۰ باشد، آب آشامیدنی مهم ترین منبع ورود نیتريت به بدن می باشد. غلظت های بالای mg/L ۱۵ نیتريت در آب را به آلودگی های ناشی از فعالیت انسانی نسبت می دهند (۱۴، ۳، ۲). امروزه در بسیاری از شهرهای کشورهای توسعه یافته از منابع آب زیرزمینی به دلیل آلودگی ناشی از نفوذ فاضلاب خانگی و صنعتی استفاده نمی شود. عدم استحصال این آب ها و همچنین تغذیه زیاد این آبخوان ها از منابع شهری، سبب بالا آمدن سطح آب زیرزمینی در این شهرها و ایجاد مشکلات برای سازه های شهری می گردد (۳). مطالعات انجام شده در دهه اخیر نشان می دهد که آلودگی منابع آب های زیرزمینی به نیتريت و نیتريت در بسیاری از مناطق دنیا به صورت یک مشکل جدی مطرح می باشد. تخلیه پساب تصفیه خانه های فاضلاب بدون اعمال نیتريفيکاسیون و دی نیتريفيکاسیون بر روی آن ها، عامل مهم در آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی به نیتريت محسوب می گردد (۵، ۴).

یون نیتريت به طور نسبی غیر سمی است، اما احیای آن توسط میکروارگانیسم ها به نیتريت می تواند خطرات بهداشتی جدی را برای انسان ایجاد کند. در میان این خطرات بهداشتی، وقتی که غلظت آن بیش از ۵۰ میلی گرم در لیتر در آب آشامیدنی باشد، می تواند به بروز بیماری مت هموگلوبینما اشاره نمود که به ویژه در نوزادان اتفاق می افتد و به بیماری سندرم کودکان آبی نیز مشهور است. سازمان جهانی بهداشت

بوده است (۱۰). بررسی‌های اولیه از شهرک صنعتی ارومیه نشان داد که فاز یک و دو این شهرک در ۱۰ کیلومتری شهر ارومیه واقع شده است، که بیش از ۲۰ روستا در اطراف آن قرار دارد. این شهرک بالغ بر ۵۰ واحد صنعتی اعم از باطری‌سازی، مواد غذایی، کنسانتره، شکلات‌سازی، تراکتورسازی و غیره می‌باشد. فاضلاب‌های تولیدی این شهرک شامل خانگی و صنعتی می‌باشد. فاضلاب‌های بهداشتی در تعدادی از کارگاه‌ها و صنایع، وارد سپتیک تانک می‌شود و در تعدادی دیگر وارد چاه جاذب و بالاخره جذب آب‌های زیرزمینی می‌گردد. فاضلاب‌های صنعتی اعم از خنک کننده‌های دستگاه‌ها و شستشوی آن‌ها، مواد زاید آبکی حاصل از تولید محصولات توسط سیستم جمع‌آوری فاضلاب در شهرک به انتهای جنوبی انتقال یافته، بدون تصفیه وارد محیط می‌گردد. بدون شک به علت تجمع این فاضلاب‌ها در محیط، آب چاه‌های منطقه ممکن است در معرض آلودگی با نیترات و نیتريت باشد. تعداد چاه‌های عمیق و نیمه عمیق در این منطقه در حدود ۳۰ حلقه بود؛ در حالی که کلیه صنایع برای شرب و مصارف صنعتی از این آب‌ها استفاده می‌کنند. هدف از این تحقیق تعیین میزان غلظت نیترات و نیتريت در چاه‌های آب شرب روستاهای اطراف شهرک صنعتی ارومیه بود. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند در تشخیص آلودگی آب‌های زیرزمینی منطقه به ترکیبات نیترات و نیتريت و کنترل آلودگی‌ها مؤثر باشد.

## روش‌ها

این مطالعه به صورت مقطعی- توصیفی- تحلیلی انجام گرفت. جامعه مورد مطالعه (کلیه چاه‌های عمیق و نیمه عمیق) بود. به منظور بررسی کیفیت آب چاه‌های روستاهای اطراف شهرک صنعتی بر افزایش مقادیر نیترات و نیتريت در آبخوان و بررسی ارتباط احتمال آن‌ها با تخلیه پساب‌های صنعتی، از کلیه چاه‌های عمیق و نیمه عمیق که به تعداد ۳۰ حلقه بود، در وسط هر فصل ۳۰ نمونه و به مدت یک سال در چهار فصل تعداد کل ۱۲۰ نمونه جمع‌آوری گردید.

برای نمونه‌برداری طبق مرجع استاندارد متد ۲۰۰۵، از بطری‌های پلی‌اتیلن به حجم ۱ لیتر استفاده شد. در محل نمونه‌برداری هر بطری را با آب چاه مورد نظر پر کرده، سپس محتوی آن به بیرون خالی و دوباره تا حدود ۹۰۰ میلی‌لیتر از آب چاه‌ها پر گردید، تا فضای کافی جهت تکان دادن و اختلاط محتویات وجود داشته باشد. وسایل مورد نیاز برای آزمایش نیترات و نیتريت شامل دستگاه اسپکتروفتومتر (DR<sub>f...</sub>) از شرکت HACH و همچنین ظروف شیشه‌ای شامل ارلن، بورت، پی‌ت، بالن ژوژه و معرف‌های NO<sub>3</sub>، NO<sub>2</sub> متعلق به شرکت HACH بود. کلیه نمونه‌های برداشتی از چاه‌ها را بلافاصله به آزمایشگاه دانشکده بهداشت ارومیه انتقال داده، از طریق دستگاه اسپکتروفتومتر (DR<sub>f...</sub>) با طول موج مشخص مقادیر غلظت نیترات و نیتريت اندازه‌گیری گردید. روش کار بدین ترتیب بود که پس از کالیبراسیون دستگاه با استفاده از نمونه استاندارد، نمونه‌های اصلی را در دستگاه قرار داده، غلظت نیترات و نیتريت تعیین شد. مبنای مقایسه در این بررسی استاندارد توصیه شده توسط سازمان جهانی بهداشت بود (۱۱، ۶).

در مرحله بعد با استفاده از نرم‌افزار Spss داده‌های جمع‌آوری شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در بخش آمار توصیفی میانگین و انحراف معیار محاسبه گردید و از آمار استنباطی آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون همبستگی Pearson بین متغیرها استفاده شد.

## یافته‌ها

یافته‌های حاصل از تعیین مقدار غلظت نیترات و نیتريت در نمونه‌های برداشته شده از ۳۰ حلقه چاه آب در منطقه شهرک صنعتی ارومیه نشان داد که مقدار غلظت نیترات و نیتريت کمتر از استاندارد توصیه شده سازمان جهانی بهداشت است. جدول ۱ مقدار میانگین و انحراف معیار مربوط به آنیون نیترات در ۱۲۰ نمونه بررسی شده در طول یک سال و همچنین به تفکیک فصول مختلف را نشان می‌دهد. میانگین سالیانه غلظت نیترات آب چاه‌های قابل شرب روستاهای

اطراف شهرک صنعتی ارومیه برابر با ۱۷/۴۶ میلی گرم در لیتر به دست آمد. به علاوه میانگین تغییرات فصلی نیترات به ترتیب در فصل بهار ۱۹/۰۶ میلی گرم در لیتر، تابستان ۱۵/۱۱ میلی گرم در لیتر، پاییز ۱۳/۰۷ میلی گرم در لیتر و زمستان ۲۲/۶۵ میلی گرم در لیتر بود.

تغییرات میزان غلظت نیتريت در ۱۲۰ نمونه آب مورد آزمایش به صورت میانگین، انحراف معیار، در فصول مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. همان طوری که جدول مذکور نشان می دهد، میانگین سالیانه غلظت نیتريت آب چاه های قابل شرب روستاهای اطراف شهرک صنعتی برابر با ۰/۰۰۸۸ میلی گرم در لیتر بود. میانگین غلظت نیتريت در فصول مختلف به ترتیب فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان برابر با ۰/۰۱۷۶، ۰/۰۰۶۱، ۰/۰۰۵۹، ۰/۰۰۵۶ میلی گرم در لیتر به دست آمد.

تغییرات میانگین غلظت نیترات و نیتريت در فصول مختلف نشان می دهد که بیشترین میزان غلظت نیترات به ترتیب در فصول زمستان، بهار، تابستان و پاییز می باشد (جدول ۱). همچنین بیشترین غلظت میزان نیتريت به ترتیب مربوط به فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان می باشد (جدول ۲). نتایج حاصله از آزمایش نمونه ها نشان می دهد که غلظت نیترات در فصل بهار در نمونه آب یکی از چاه ها برابر با ۵۲/۸۰ میلی گرم در لیتر، در فصل تابستان در یکی دیگر از نمونه ها ۵۹/۶۵ میلی گرم در لیتر، در فصل زمستان نیز در یک نمونه از چاه های مورد مطالعه ۵۲/۲۰ میلی گرم در لیتر و همچنین در فصل پاییز در یک نمونه از آب چاه ها ۵۰/۹۰ میلی گرم در لیتر اندازه گیری گردید، که می تواند ناشی از نفوذ لحظه ای پساب های با آلودگی شدید باشد. برای مقایسه میانگین غلظت نیترات و نیتريت در فصول مختلف از آزمون

جدول ۱. نتایج آزمایشات غلظت نیترات در چاه های مورد مطالعه در فصول مختلف

| فصول               | حداقل<br>mg/L-NO <sub>3</sub> | حداکثر<br>mg/L-NO <sub>3</sub> | میانگین<br>mg/L-NO <sub>3</sub> | انحراف معیار<br>mg/L-NO <sub>3</sub> | حداکثر مجاز<br>mg/L-NO <sub>3</sub> |
|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| بهار               | ۳/۷۸                          | ۵۲/۸۰                          | ۱۹/۰۶                           | ۱۴/۴۱۱                               | ۵۰                                  |
| تابستان            | ۰/۶۶                          | ۵۹/۶۵                          | ۱۵/۱۱                           | ۱۶/۴۹۴                               | ۵۰                                  |
| پاییز              | ۰/۴۹                          | ۵۰/۹۰                          | ۱۳/۰۷                           | ۱۲/۸۳۶                               | ۵۰                                  |
| زمستان             | ۳/۸۴                          | ۵۵/۲۰                          | ۲۲/۶۵                           | ۱۳/۷۶۲                               | ۵۰                                  |
| میانگین یک<br>ساله | ۲/۱۹                          | ۵۴/۶۳                          | ۱۷/۴۶                           | ۱۴/۳۷۵                               | ۵۰                                  |

آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) استفاده گردید. نتایج این آنالیز نشان داد که میانگین غلظت نیترات در دو فصل باهم اختلاف معنی داری داشتند ( $P < ۰/۰۵$ ). در مرحله بعد آزمون Duncan نشان داد که میانگین غلظت نیترات در فصل بهار با تابستان و همچنین در فصل بهار با پاییز اختلاف معنی داری وجود دارد ( $P < ۰/۰۵$ ). اما در مقایسه میانگین غلظت نیتريت آب در فصول مختلف اختلاف معنی داری مشاهده نگردید ( $P > ۰/۰۵$ ). طبق توصیه سازمان جهانی بهداشت، برای قضاوت در خصوص میزان غلظت نیترات و نیتريت در نمونه های آب، نسبت مجموع غلظت ها نیترات و نیتريت اندازه گیری شده از نمونه ها به غلظت توصیه شده

سازمان جهانی بهداشت طبق رابطه ۱ باید کمتر از یک باشد (۶).

$$\text{رابطه (۱)} \quad \frac{C:\text{nitrit}}{CV:\text{nitrit}} + \frac{C:\text{nitrate}}{CV:\text{nitrate}} \leq 1$$

در این فرمول C غلظت اندازه گیری شده نیترات و نیتريت در نمونه های آب و CV برابر با غلظت نیترات و نیتريت بر اساس توصیه رهنمود سازمان جهانی بهداشت است که در مورد نیترات برابر ۵۰ میلی گرم در لیتر و نیتريت برابر ۳ میلی گرم در لیتر می باشد. یافته های این تحقیق نشان داد که در تمامی نمونه ها طبق محاسبه رابطه (۱) که در جدول ۳ نشان داده شده است، مقدار این شاخص کمتر از یک می باشد.

جدول ۲. نتایج آزمایشات غلظت نیتريت در چاه‌های مورد مطالعه در فصول مختلف

| فصول            | حداقل<br>mg/L-NO <sub>3</sub> | حداکثر<br>mg/L-NO <sub>3</sub> | میانگین<br>mg/L-NO <sub>3</sub> | انحراف معیار<br>mg/L-NO <sub>3</sub> | حداکثر مجاز<br>mg/L-NO <sub>3</sub> |
|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| بهار            | غیر قابل تشخیص                | ۰/۱۲۴                          | ۰/۰۱۷۶                          | ۰/۰۰۵۱                               | ۳                                   |
| تابستان         | غیر قابل تشخیص                | ۰/۰۱۳                          | ۰/۰۰۶۱                          | ۰/۰۰۰۷۱                              | ۳                                   |
| پاییز           | غیر قابل تشخیص                | ۰/۰۱۶۰                         | ۰/۰۰۵۹                          | ۰/۰۰۰۹۹                              | ۳                                   |
| زمستان          | غیر قابل تشخیص                | ۰/۰۱۳                          | ۰/۰۰۵۶                          | ۰/۰۰۰۷۵                              | ۳                                   |
| میانگین یک ساله | غیر قابل تشخیص                | ۰/۰۴۱۵                         | ۰/۰۰۸۸                          | ۰/۰۰۱۸                               | ۳                                   |

جدول ۳. مقادیر حاصل از جای گذاری میانگین غلظت نیتريت و نیتريت بر اساس فرمول WHO

| فصول            | میانگین نیتريت<br>mg/L-NO <sub>3</sub> | نتیجه بر اساس فرمول WHO* | قضاوت |
|-----------------|----------------------------------------|--------------------------|-------|
| بهار            | ۱۹/۰۶                                  | ۰/۷۶۸۰ < ۱               | خوب   |
| تابستان         | ۱۵/۱۱                                  | ۰/۳۰۴۰ < ۱               | خوب   |
| پاییز           | ۱۳/۰۷                                  | ۰/۲۶۲۰ < ۱               | خوب   |
| زمستان          | ۲۲/۶۵                                  | ۰/۴۵۰۰ < ۱               | خوب   |
| میانگین یک ساله | ۱۷/۴۶                                  | ۰/۴۵۵۶ < ۱               | خوب   |

همچنین آزمون همبستگی Pearson نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین مقادیر نیتريت با عمق آب برقرار بود ( $r = ۰/۷۶$ ،  $P < ۰/۰۰۱$ ) و با افزایش عمق آب، غلظت نیتريت چاه‌ها کاهش می‌یابد. میانگین عمق چاه‌ها هم در حدود ۳۴ متر بوده است.

### بحث

در خصوص غلظت نیتريت و نیتريت در برخی از نقاط ایران و همچنین کشورهای مختلف جهان، مطالعات مشابهی انجام شده است (۱، ۲). مطالعات نشان می‌دهد که ترکیبات ازت از طریق غذا و همچنین آب آشامیدنی وارد بدن انسان می‌شود و از آن جایی که کنترل آن‌ها از طریق مواد غذایی به طور کامل عملی نیست، از این رو کنترل نیتريت و نیتريت آب آشامیدنی بهترین روش برای پیش‌گیری از بیماری‌ها و عوارض آن‌ها می‌باشد (۸).

بررسی‌های به عمل آمده بیانگر این نکته مهم بود که آب چاه‌های منطقه شهرک صنعتی ارومیه از نظر غلظت نیتريت و نیتريت در مقایسه با استاندارد توصیه شده (حداکثر غلظت

نیتريت و نیتريت به ترتیب ۵۰ و ۳ میلی‌گرم در لیتر بر حسب نیتريت و نیتريت) به صورت تقریبی عاری از آلودگی می‌باشد، اما مقدار غلظت نیتريت در چهار نمونه از چاه‌ها در فصول مختلف طبق جدول ۱، اندکی از میزان حداکثر استاندارد غلظت نیتريت (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بیشتر می‌باشد. بالا بودن غلظت نیتريت در این چاه‌ها احتمال نشت فاضلاب خانگی و صنعتی به داخل آن‌ها را تقویت می‌کند. یافته‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهد که غلظت نیتريت در فصل زمستان و بهار نسبت به بقیه فصول بیشتر می‌باشد. البته غلظت بالای نیتريت در این فصل را می‌توان از جهاتی به علت بارندگی بیشتر و نفوذ آب به زمین و ترکیب این رواناب‌ها با نشت فاضلاب‌های منطقه به منابع آب‌های زیرزمینی دانست، که باقیمانده کودهای نیترا ته و زایدات گیاهی، حیوانی را همراه با پساب وارد آب‌های زیرزمینی می‌کند. نتایج مطالعه شهر خرم‌آباد هم نشان می‌دهد که میانگین غلظت نیتريت و نیتريت آب آشامیدنی شهر خرم‌آباد در حد استاندارد توصیه شده است و کمتر از حد مجاز بوده، بیشترین غلظت نیتريت ۲۸ میلی‌گرم در لیتر بوده است که ناشی از عدم رعایت حریم

بهداشتی این چاه و مجاورت آن با منازل مسکونی عنوان شده است. همچنین مقدار توأم غلظت نیترات و نیتريت در آب آشامیدنی کمتر از مقدار توصیه شده توسط WHO بوده، که با نتایج این تحقیق انطباق دارد (۱۲). بررسی شهر زنجان هم نشان می‌دهد که میانگین یک ساله نیترات و نیتريت آب آشامیدنی به ترتیب ۱۷/۷۲ و ۰/۰۳ میلی‌گرم در لیتر بوده، بر اساس استاندارد توصیه شده کمتر از حد مجاز می‌باشد. همچنین میانگین نیترات به دست آمده در فصل تابستان نسبت به سایر فصول بیشتر می‌باشد (۱۳). در تحقیق مشابه دیگری در شمال کشور غنا ۹۵ نمونه آنالیز شده، نشانگر این است که میانگین غلظت نیترات ۲۹ میلی‌گرم در لیتر و انحراف معیار آن ۳۷ بوده، در اکثر نمونه‌ها مقادیر نیترات بالاتر از حداکثر مجاز بوده است، که دلایل آلودگی، شرایط پایین بهداشتی و عدم مدیریت زایدات ناشی از فعالیت‌های کشاورزی و دامی ذکر شده است (۱۴).

بررسی به عمل آمده در تحقیق حاضر نشانگر این واقعیت است که فقط ۰/۰۳ درصد از چاه‌ها در فصول مختلف حداکثر مقدار غیر مجاز نیترات را داشته‌اند و از مقدار استاندارد نیترات (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بیشتر بوده است. نتایج به دست آمده از بررسی ارتباط غلظت نیترات و عمق چاه‌ها مؤید آن است که ارتباط آماری معنی‌داری بین دو عامل یاد شده برقرار است، یعنی با افزایش عمق چاه‌ها، از مقدار غلظت نیترات کاسته می‌شود ( $r = -0.76$ ,  $P < 0.001$ )، که در مطالعات بسیاری از محققین در این مورد نتایج مشابهی دیده می‌شود. در بیان دلایل این رابطه معکوس می‌توان گفت که کیفیت لایه‌های زیرین خاک به لحاظ جذب یون نیترات و نیز کاهش pH در اعماق پایین‌تر باعث کاهش غلظت نیترات می‌شود، زیرا با کاهش pH حلالیت نیترات در آب کاهش می‌یابد (۱۰، ۱)؛ از طرفی با افزایش عمق تراکم خاک بیشتر شده، مقدار اکسیژن کاهش می‌یابد. از این رو ممکن است فرایند دنیتریفیکاسیون

را تقویت نماید و مقداری از نیترات را حذف نماید. افزایش فشار در لایه‌های اشباع شده باعث کاهش قدرت انحلال نیترات در آب می‌شود. در نتیجه چاه‌های عمیق‌تر از نظر غلظت این یون‌ها دارای کیفیت آب بهتری هستند.

این مطالعه نشان داد که چاه‌های منبع آب شرب روستاهای اطراف منطقه شهرک صنعتی ارومیه، عاری از آلودگی به نیترات و نیتريت می‌باشد، زیرا طبق جدول ۳ و بر اساس فرمول پیشنهادی سازمان جهانی بهداشت می‌توان قضاوت نمود که نتایج مجموع غلظت نیترات و نیتريت در چاه‌های مورد مطالعه کمتر از عدد یک بوده، وضعیت کیفی آب منطقه در زمان مطالعه قابل قبول می‌باشد. از طرفی کیفیت آب مورد مطالعه از نظر غلظت نیترات و نیتريت استانداردهای آب شرب ایران را نیز برآورده می‌کند، ولی با توجه به افزایش غلظت نیترات در چهار حلقه چاه از بین ۳۰ حلقه چاه مورد بررسی پیشنهاد می‌شود که کیفیت آب منطقه به طور مرتب در خصوص وجود نیترات پایش شده، در خصوص فاضلاب‌های تولیدی هم کنترل، تصفیه و دفع بهداشتی مورد توجه قرار گیرد. استفاده صحیح از کودهای نیتراژ، جمع‌آوری و دفع زایدات کشاورزی هم بایستی مد نظر باشد و به طور کلی برای پیش‌بینی اثرات فاکتورهای دخیل در افزایش آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیترات، برآورد مدل‌های تحلیلی ضروری می‌باشد.

### سپاسگزاری

این مقاله حاصل نتایج طرح تحقیقاتی (کد ۴۰۵) مصوب دانشگاه علوم پزشکی ارومیه می‌باشد، که بدین وسیله از مسؤولین محترم معاونت پژوهشی دانشگاه و کارشناس آزمایشگاه دانشکده بهداشت قدردانی می‌گردد.

## References

1. Liu A, Ming J, Ankumah RO. Nitrate contamination in private wells in rural Alabama, United States. *Sci Total Environ* 2005; 346(1-3): 112-20.
2. Farshad AA, Imandel K. An assessment of groundwater nitrate and nitrite levels in the industrial sites in the west of Tehran. *Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research* 2003; 1(2): 33-44.
3. Imandel K, Mir-abdollah L, Farshad A. Increasing trend of nitrate contamination of Tehran southwest groundwater aquifer of Iran. *Iranian Journal of Public Health* 2000; 29(1-4): 43-54.
4. Nikaeen M, Naseri S. Evaluation of Metallic Iron ( $Fe^0$ ) Application to Remediate Nitrate Contaminated. *Journal of Water and Wastewater* 2006; 17(60): 15-21.
5. Mehdinia SM, Nikraves S. Survey of Nitrate Contamination in Drinking Water Distribution Network Damghan City in Spring 2001. *Journal of Water and Wastewater* 2001; 16(43): 60-2.
6. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. 3rd ed. Geneva: World Health Organization; 2008.
7. Jafari Malekabadi A, Afyuni M, Mousavi SF, Khosravi A. Nitrate Concentration in Groundwater in Isfahan Province. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 2004; 8(3): 69-83.
8. Lashcari Pour G, Ghafouri M. Survey of Nitrate Concentration in Groundwater in Mashhad City. *Journal of Water and Wastewater* 2002; 16(41): 2-7.
9. David N. An integrated watershed approach to protect ground water quality Goshen County, [MSc Thesis] Laramie: University of Wyoming; 2010.
10. Olas M, Gonzalez F, Ceron JC, Bolvar JP, Gonzalez-Labajo J, Garca-Lopez S. Water quality and distribution of trace elements in the Donana aquifer (SW Spain). *Environ Geol* 2008; 55(7): 1555-68.
11. Eaton AD, Franson MA, American Water Works Association, Water Environment Federation. Standard methods for the examination of water & wastewater. 21th ed. Washington (DC): American Public Health Association; 2005.
12. Shams-Khorramabadi GH. Survey of Nitrite and Nitrate Concentration in Drinking Water in Khorramabad City. *Journal Yafteh* 2001; 3(8): 15-8.
13. Mohammadian Afzalei M, Sadeghi GR. Survey of Contamination in Drinking Water Supply Sources in Zanjan City During the 2000 to 2001 Years. *Journal of Zanjan University of Medical Sciences* 2003; 11(43): 49-54.
14. Anku YS, Banoeng-Yakubo B, Asiedu DK, Yidana SM. Water quality analysis of groundwater in crystalline basement rocks. *Environ Geol* 2009; 58(5): 989-97.

## Investigating of Nitrate and Nitrite concentration of drinking water wells in villages around of the industrial park, in Urmia city

*Hassan Nanbakhsh<sup>1</sup>, Amir Mohammadi<sup>2</sup>, Afshin Ebrahimi<sup>3</sup>*

### Abstract

**Background:** Nitrate and nitrite compounds are considered as groundwater's contamination factors, which in recent years, their concentration have been growing in these resources. This study was conducted aiming to measure nitrate and nitrite concentration in drinking water wells in villages around the industrial park in Urmia city, and to compare them to the approved standards.

**Methods:** This was a descriptive, analytical, cross section study. The samples were taken from 30 wells in different parts of the surrounding areas of the industrial park within a year period and the concentration of nitrate and nitrite were measured.

**Findings:** Based on the findings of the experiments, the annual mean concentration of nitrate and nitrite were respectively 17.46 mg/L and 0.008 mg/L. The highest nitrate concentration was related to the winter. ANOVA was used to compare the mean density of nitrite and nitrate in different seasons. The assessment showed that the average nitrate concentration was significantly different comparing spring and summer and also spring and autumn ( $P < 0.05$ ), but there was not any significant differences in nitrite's mean concentration in different seasons ( $P < 0.05$ ). Also, a statistically significant relationship were established between nitrate levels and the water depth ( $P < 0.001$ ,  $r = 0.76$ ), with increasing the water depth, the wells nitrate concentration decreased.

**Conclusion:** Based on the findings of the study it can be concluded that studied water quality is currently in accordance with drinking water standards in Iran with regards to nitrate and nitrite concentration; however, continuous control of water resources is essential. Hence, monitoring, treatment and disposal of production waste water should also be considered.

**Key words:** Nitrate, Nitrite, Water Contamination, Ground Water

1-Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran.

2- MSc Student, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran (Corresponding Author)

Email: r\_mohammadi@hlth.mui.ac.ir

3- Assistant Professor, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.