

ارزیابی ریسک غیرسرطانزایی ناشی از نیترات آب آشامیدنی در مناطق شهری و روستایی شهرستان بستان آباد در سال ۱۳۹۶

بهزاد محمدی^۱، نادیا اسماعیل زاده^۲، مریم فرج زاده^۲، غلامحسین صفری^{۱*}

*- نویسنده مسئول، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

*ایمیل نویسنده مسئول: hsafari13@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۰۸

چکیده

پژوهش حاضر با هدف ارزیابی میزان نیترات و ریسک غیرسرطانزایی ناشی از آن در آب آشامیدنی شهرستان بستان آباد برای گروه‌های سنی مختلف انجام شد. در این مطالعه توصیفی- مقطعی غلظت نیترات در ۹۸ نمونه آب آشامیدنی (۱۸ نمونه شهری و ۸۰ نمونه روستایی) اندازه‌گیری شد. همچنین ارزیابی ریسک غیرسرطانزایی با استفاده از شاخص‌های آژانس حفاظت از محیط زیست تعیین گردید. میانگین غلظت نیترات در آب آشامیدنی مناطق شهری و روستایی بستان‌آباد به ترتیب ۱۰/۵۶ و ۱۴/۶۵ میلی‌گرم بر لیتر بود. غلظت نیترات در ۹۷/۹۶ درصد نمونه‌های بررسی شده کمتر از استاندارد بود. میانگین مقادیر HQ ناشی از نیترات آب آشامیدنی برای چهار گروه سنی نوزادان، کودکان، نوجوانان و بزرگسالان هم در مناطق شهری و هم در مناطق روستایی کمتر از یک بود. با این حال مقادیر HQ در ۵/۵۵ درصد نمونه‌های آب شهری و در ۱۱/۲۵ درصد نمونه‌های آب روستایی برای گروه سنی کودکان بیشتر از ۱ بود. با توجه به نتایج حاصله، در اکثر موارد میزان نیترات در آب آشامیدنی کمتر از استاندارد ملی ایران و سازمان بهداشت جهانی می‌باشد. با این حال گروه سنی کودکان در معرض ریسک غیرسرطانزایی ناشی از نیترات آب آشامیدنی قرار دارند.

کلمات کلیدی

"نیترات"، "آلودگی آب"، "بستان‌آباد"، "ارزیابی ریسک غیر سرطانزایی"، "کودکان"

Non-carcinogenic risk assessment of drinking water nitrate in the urban and rural area of the Bostanabad County in 2017

Behzad Mohammadi¹, Nadia Esmailzadeh², Maryam Farajzadeh², Gholam Hossein Safari^{1,*}

1. Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran.

*Email Address: hsafari13@yahoo.com

Abstract

The aim of this study was to evaluate the concentration and the Non-carcinogenic risk associated with nitrate in the drinking water of Bostanabad city over different age groups. In this descriptive cross-sectional study, nitrate concentration was measured in 98 drinking water samples (18 urban samples and 80 rural samples). Also, Non-carcinogenic risk assessment was determined using the indicators of the Environmental Protection Agency. The mean concentration of nitrate in the drinking water of urban and rural areas of Bostanabad was 10.56 and 14.65 mg/L, respectively. Nitrate concentration in 95.91% of the samples was lower than the standard. The mean Hazard Quotient (HQ) values due to nitrate in drinking water for the four age groups of infants, children, teenager and adults both urban and rural areas were less than one. However, HQ values was more than 1 in 5.5% of urban water samples and in 11.25% of rural water samples over age group of children. According to the results, in most cases, the concentration of nitrate in drinking water was less than the national standard of Iran and the World Health Organization. However, age group of children are at Non-carcinogenic risk from drinking water nitrate.

Keywords

"Nitrate", "Water Pollution", "Bostanabad", "Non-carcinogenic Risk Assessment", "Children"

۱- مقدمه

آب مایه حیات و یک نیاز اساسی است که زندگی بدون آن غیر ممکن است با این حال اگر آب آشامیدنی کیفیت پایینی داشته باشد می تواند حامل آلاینده های مختلف باشد و زمینه بروز مشکلات سلامتی و بیماری زایی را در انسان به وجود آورد، به طوری که ۸۰٪ بیماری های انسان منتسب به آب با کیفیت پایین است (Qasemi 2018). نیترات یکی از مشکل آورترین و گسترده ترین آلاینده های منابع آب-های سطحی و زیرزمینی در اکثر کشورهای جهان می باشد (Górski 2019). این یون از ترکیبات معدنی نیتروژن دار است و آخرین مرحله اکسیداسون آمونیاک و نیتروژن حاصل از مواد آلی است (یوسفی ۱۳۸۶). نیترات در آب محلول بوده و می تواند به راحتی از طریق خاک به سفره آب های زیرزمینی منتقل شود. همچنین این ماده می تواند در آب های زیرزمینی برای چندین دهه انباشته شود (Huang 2019). راه های ورود نیترات به منابع آب شامل تخلیه پساب حاصل از تصفیه خانه های فاضلاب به منابع آب سطحی و متعاقبا نفوذ آن به آب های زیر زمینی، استفاده بیش از حد کشاورزان از کود های شیمیایی و آلی، نفوذ از طریق چاه های جاذب در مناطق روستایی و شهری فاقد سیستم های جمع آوری فاضلاب می باشد. همچنین مکان های دفن پسماند های شهری و صنعتی و شیرابه حاصله در این مکان ها می تواند منجر به آلودگی منابع آب سطحی و زیر زمینی به نیترات گردد (Lasagna 2016, Dragon 2016). مواجهه با مقادیر بالای نیترات منجر به ایجاد مشکلات سلامتی در انسان و به ویژه در نوزدان می گردد. نیترات پس از ورود به بدن نوزدان تحت شرایط بی هوازی به نیتريت احیا می شود که این امر منجر به اختلال در تشکیل هموگلوبین و اکسیژن رسانی به سلول های بدن، تشکیل متهموگلوبین در گلوبولهای قرمز خون و در نهایت ایجاد بیماری سندرم کودک آبی (متهموگلوبینمی) و حتی مرگ نوزادان می شود (Ward 2010, Mook 2012). علاوه براین، نیترات منجر به تشکیل نیتروز آمین ها می شود که از عوامل ایجاد کننده سرطان در پستانداران می باشند (Canter 2019). همچنین نیترات به عنوان یکی از ترکیبات ایجاد کننده تراژون شناخته شده و ارتباط آن با اختلال عملکرد تیروئید نیز گزارش شده است (Schaide 2019). مطابق با رهنمودهای سازمان جهانی بهداشت (WHO 2017) و سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران حداکثر مجاز نیترات در آب آشامیدنی ۵۰ میلی گرم بر لیتر می باشد (موسسه استاندارد ایران ۱۳۸۸). علاوه برآن به دلیل مصرف همزمان نیترات و نیتريت در آب های آشامیدنی، مجموع نسبت های مقادیر اندازه گیری شده هر یک از این ترکیبات به مقدار رهنمودی آنها بایستی کمتر از یک باشد. از این رو، با توجه به خطرات بالقوه سلامتی ناشی از نیترات برای انسان، ارزیابی و پایش میزان نیترات در منابع آب آشامیدنی ضروری به نظر میرسد. به همین دلیل مطالعات مختلفی در این زمینه در ایران و جهان صورت گرفته است. در مطالعه انجام شده توسط Mondal و همکاران در سال ۲۰۰۸ در هند، غلظت نیترات در آب های زیرزمینی در ۳۹٪ موارد بیش از حد مجاز گزارش شد (Mondal 2008). همچنین در مطالعه دیگری که توسط Kazmi و همکاران در پاکستان انجام گرفت، غلظت نیترات در ۴۰ درصد نمونه ها بیش از حد استاندارد گزارش شد

(Kazmi 2005). در ایران نیز مطالعات مختلفی در این زمینه انجام شده است. نتایج حاصله از مطالعه عمویی و همکاران سال ۱۳۹۲ حاکی از این بود که غلظت نیترات در برخی از مناطق شهرستان خواف بیش از ۵ برابر حد مجاز می باشد (عمویی ۱۳۹۲). همچنین در مطالعه دیگری که در سال ۱۳۹۳ توسط عمارلویی و همکاران در شهر ایلام انجام گرفت در ۱/۶۷ درصد نمونه ها غلظت نیترات بیشتر از حد استاندارد گزارش شد (عمارلویی ۱۳۹۳). با توجه به اهمیت ترکیبات نیترات در آب آشامیدنی و تأثیر آن ها بر بیماری ها، این مطالعه با هدف تعیین غلظت نیترات در شبکه توزیع آب آشامیدنی مناطق شهری و روستایی شهرستانستان آباد و ارزیابی ریسک غیر سرطانی ناشی از آن برای چهار گروه سنی نوزادان، کودکان نوجوانان و بزرگسالان در سال ۱۳۹۶ انجام شد. این مطالعه اطلاعات مفید و ارزشمندی را در خصوص میزان نیترات در شبکه توزیع آب آشامیدنی منطقه مورد مطالعه ارائه می دهد که می تواند به مسئولین ذیربط در زمینه کنترل و مدیریت بهتر آب آشامیدنی کمک نماید. همچنین این مطالعه به برآورد میزان خطر سلامتی ناشی از نیترات در آب آشامیدنی برای گروه های سنی مختلف می پردازد که می تواند به مدیران و متخصصان بهداشت و سازمان های تامین کننده آب آشامیدنی برای آگاهی و شناخت بهتر از وضعیت موجود و سیاست گذاری و برنامه ریزی بهتر جهت بهبود اقدامات و سیستم های کنترلی و محافظت از ساکنان کمک نماید. علاوه بر این، نتایج حاصل از این مطالعه در افزایش دانش عمومی در رابطه با مشکلات بهداشتی ناشی از غلظت بالای نیترات در آب آشامیدنی مفید باشد.

۲- مواد و روش ها

این مطالعه از نوع توصیفی-مقطعی است. منطقه مورد مطالعه شهرستانستان آباد از توابع استان آذربایجان شرقی در شمال غرب ایران است. این شهرستان از دو بخش مرکزی و تیکمه داش تشکیل شده است (شکل ۱). منابع تامین آب شرب در منطقه مورد مطالعه آب های سطحی و زیر زمینی هستند. در این مطالعه نمونه برداری از مناطق شهری و روستایی بصورت تصادفی صورت گرفت و غلظت نیترات در ۹۸ نمونه آب آشامیدنی (۲۰ نمونه شهری و ۸۰ نمونه روستایی) برداشته شده از شهرستانستان آباد در سال ۱۳۹۵-۱۳۹۶ به روش استاندارد در آزمایشگاه شیمی آب و فاضلاب مرکز بهداشت استان آذربایجان شرقی توسط کارشناسان بهداشت محیط به روش اسپکتروفتومتری اندازه گیری شد. در پایان نتایج حاصله با روش آماری توصیفی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت.



شکل ۱- مکان مورد مطالعه در این پژوهش

Methemoglobinemia^۱

ایران مانند مطالعه رضایی و همکاران (Rezaei 2019)، عالیقدری و همکاران (عالیقدری ۱۳۹۳) میران زاده و همکاران (میران زاده ۱۳۸۵) در خصوص پایین بودن غلظت نیترات در اکثر نمونه‌های بررسی شده در مقایسه با غلظت توصیه شده توسط WHO و استاندارد ملی ایران (۱۰۵۳) مطابق دارد.

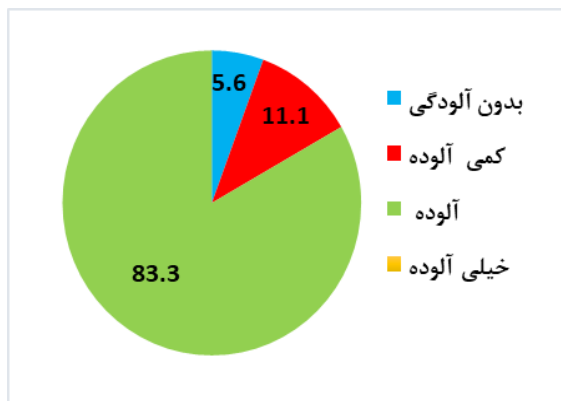
جدول ۲- مقایسه غلظت نیترات در مناطق شهری و روستایی

مناطق		غلظت نیترات (mg/L)
شهری	روستایی	
۳۸	۱۱۰	حداکثر
<۱	<۱*	حداقل
۱۰/۵۶	۱۴/۶۵	میانگین
۹/۲	۱۶/۶	انحراف معیار

* کمتر از حد تشخیص

به طور کلی آب های آشامیدنی از نظر نیترات به ۴ دسته ی زیر تقسیم بندی می شوند (مهدی نیا ۱۳۸۰، میران زاده ۱۳۸۵).

- ۱- آب های بدون آلودگی: غلظت نیترات در آب کمتر از حد تشخیص
 - ۲- آب های خیلی آلوده: غلظت نیترات بیش از ۴۵ mg/L
 - ۳- آب های آلوده: غلظت نیترات بین ۲۰ تا ۴۵ mg/L
 - ۴- آب های کمی آلوده: غلظت نیترات کمتر از ۲۰ mg/L
- در شکل‌های شماره ۲ و ۳ آلودگی آب شرب شهرستان بستان آباد از نظر نیترات به تفکیک مناطق شهری و روستایی نشان داده شده است. اکثر نمونه ها در مناطق شهری و روستایی شهرستان بستان آباد در طبقه آب‌های کمی آلوده به نیترات قرار دارند. فقط در ۲/۵ درصد از نمونه‌های مناطق روستایی غلظت نیترات در آب آشامیدنی در دسته آب-های خیلی آلوده به نیترات می باشند. بالا بودن غلظت نیترات، احتمال نشت فاضلاب‌های خانگی و صنعتی و یا نفوذ نیترات حاصل از باقیمانده کودهای نیتراته و کودهای حیوانی منتقل شده توسط آب باران و رواناب‌ها به منابع آب‌های آشامیدنی را تقویت می‌نماید. بنابراین اقدامات لازم در خصوص پایش مجدد و تعیین منبع و یا منابع اصلی آلودگی، کنترل و حذف منابع آلودگی و در صورت لزوم تغییر منبع تامین آب آشامیدنی و یا اختلاط آن با سایر منابع آبی ضروری می‌باشد.



شکل ۲- طبقه بندی آب شرب مناطق شهری بستان آباد از نظر آلودگی به نیترات

همچنین ارزیابی ریسک سلامتی برای ارزیابی جامع کیفیت آب آشامیدنی شهرستان بستان آباد انجام شد با توجه به اینکه آژانس بین المللی تحقیقات سرطان (IARC) و سازمان حفاظت محیط زیست امریکا (US EPA) نیترات را به عنوان آلاینده ی غیر سرطان زا طبقه بندی کرده اند (Wang 2018, Li 2019). به همین دلیل در این مطالعه خطر خطر غیرسرطان زایی ناشی از نیترات موجود در آب آشامیدنی مناطق شهری و روستایی بستان آباد با استفاده از فرمول ۱ محاسبه شد (Yousefi 2018):

$$HQ = CDI/RDF \quad (1)$$

در این رابطه:

HQ: میزان خطر غیر سرطان زایی

RFD: مقدار دوز مرجع بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز (mg/kg/day)

برای محاسبه میزان دریافت روزانه (CDI) از رابطه ۲ استفاده شد

$$CDI = (C \times DI) / BW \quad (2)$$

در این رابطه:

C: غلظت نیترات در آب آشامیدنی بر حسب میلی گرم بر لیتر (mg/L)

DI: میزان مصرف روزانه آب بر حسب لیتر در روز (L/d)

BW: وزن بدن بر حسب کیلو گرم (Kg)

در این مطالعه جمعیت بر اساس تفاوت های فیزیولوژیکی و رفتاری به چهار گروه سنی نوزادان (کمتر از ۲ سال)، (کودکان ۲ تا ۶ سال)، نوجوانان (۶ تا ۱۶ سال) و بزرگسالان (بزرگتر از ۱۶ سال) تقسیم بندی شد. جدول شماره ۱ مقادیر پارامترهای مورد استفاده برای محاسبه ارزیابی ریسک را نشان می دهد (Radfarda 2019, Shalyari 2019). اگر مقادیر HQ برابر یا بیشتر از ۱ باشد ($HQ \geq 1$) خطر سلامتی غیر سرطانزایی برای انسان وجود دارد و باید سریعاً مورد بررسی قرار گرفته و اقدامات کنترلی برای کاهش خطر اجرا گردد (Fabro 2015). جدول ۱ ضرایب ثابت مورد استفاده برای محاسبه CDI را نشان می دهد.

جدول ۱- ضرایب ثابت مورد استفاده برای محاسبه CDI

گروه سنی	DI	BW	RFD
نوزادان	۰/۰۸	۱۰	۱/۶
کودکان	۰/۸۵	۱۵	۱/۶
نوجوانان	۲	۵۰	۱/۶
بزرگسالان	۲/۵	۷۸	۱/۶
واحد	L/day	kg	mg/kg.day

۳- نتایج

غلظت نیترات در مناطق شهری و روستایی

در جدول شماره ۲ حداکثر، حداقل، میانگین و انحراف معیار غلظت نیترات در آب شرب شهرستان بستان آباد نشان داده شده است. در اکثر نمونه‌های بررسی شده در مناطق شهری (۱۰۰ درصد) و روستایی (۹۷/۵ درصد) شهرستان بستان‌آباد، غلظت نیترات کمتر از میزان توصیه شده توسط WHO و استاندارد ملی ایران بود و فقط در ۲/۵ درصد نمونه‌های روستایی غلظت نیترات بیشتر از رهنمودهای WHO و استاندارد ملی ایران بود. نتایج این مطالعه با نتایج اکثر مطالعات صورت گرفته در

بهره برداری از آنها بسیار بالا می باشد. لذا بهترین راه حل به منظور کاهش غلظت نیترات و پیشگیری از خطرات احتمالی آن، پایش و شناسایی منابع احتمالی ورود آن به آب آشامیدنی و مدیریت این منابع می باشد.

جدول ۳- مقادیر HQ برای گروه های سنی مختلف

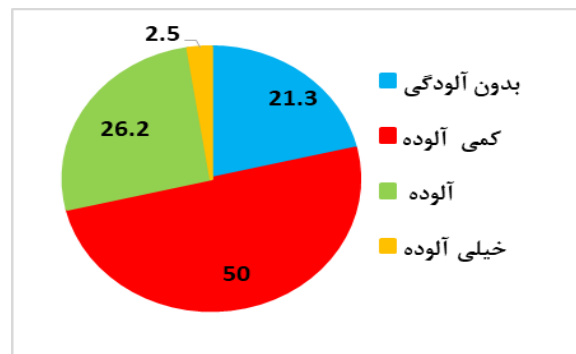
گروه های سنی				مقادیر HQ	
بزرگسالان	نوجوانان	کودکان	نوزادان		
۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۳۷	۰/۰۵	میانگین	شهری
۰/۱۸	۰/۲۳	۰/۳۳	۰/۰۵	انحراف معیار	
۰/۷۶	۰/۹۵	۱/۳۵	۰/۱۹	حداکثر	
۰	۰	۰	۰	حداقل	
۰/۲۹	۰/۳۷	۰/۵۲	۰/۰۷	میانگین	روستایی
۰/۳۳	۰/۴۱	۰/۵۹	۰/۰۸	انحراف معیار	
۲/۲۰	۲/۷۵	۳/۹۰	۰/۵۵	حداکثر	
۰	۰	۰	۰	حداقل	

جدول ۴- درصد نمونه های با مقادیر HQ برابر و بزرگتر از یک در گروه های سنی مختلف به تفکیک مناطق شهری و روستایی

گروه های سنی				منطقه	
بزرگسالان	نوجوانان	کودکان	نوزادان		
۰	۰	۵/۵۵	۰	شهری	
۲/۵	۳/۷۵	۱۱/۲۵	۰	روستایی	

۵- تشکر و قدردانی

از کارشناسان گروه مهندسی بهداشت محیط مرکز بهداشت استان آذربایجان شرقی به ویژه جناب آقای مهندس بهروز آهنگری کارشناس مسئول گروه مهندسی بهداشت محیط بابت همکاری صمیمانه در این پژوهش تشکر و قدردانی می گردد.



شکل ۳- طبقه بندی آب شرب مناطق روستایی استان آذربایجان شرقی

ارزیابی ریسک بهداشتی

مقادیر HQ برای نیترات در مناطق شهری و روستایی شهرستان آذربایجان شرقی برای گروه های سنی نوزادان، کودکان، نوجوانان و بزرگسالان در جدول شماره ۳ و درصد نمونه های با مقادیر HQ برابر و بزرگتر از ۱ برای گروه های سنی فوق به تفکیک مناطق شهری و روستایی در جدول شماره ۴ ارائه شده است. بیشترین مقادیر HQ در بین گروه های مورد مطالعه مربوط به گروه سنی کودکان و متعاقب آن نوجوانان، بزرگسالان و نوزادان می باشد. بین میانگین مقادیر HQ در گروه های سنی مختلف در مناطق روستایی و شهری تفاوتی چندانی وجود ندارد. بطور کلی میانگین HQ برای هر ۴ گروه سنی مورد مطالعه در مناطق شهری و روستایی شهرستان آذربایجان شرقی کمتر از ۱ بود. با این وجود، مقادیر HQ در برخی از نمونه ها برای گروه های سنی، کودکان، نوجوانان و بزرگسالان بزرگتر از ۱ بود بطوری که مقادیر HQ برای گروه سنی کودکان در مناطق شهری و روستایی به ترتیب در ۵/۵۵ و ۱۱/۲۵ درصد از نمونه ها بزرگتر از ۱ بود. بنابر این گروه های سنی فوق و به ویژه کودکان در معرض خطر غیر سرطانی ناشی از نیترات آب آشامیدنی قرار دارند. لذا تدابیر و اقدامات لازم برای کاهش غلظت نیترات از طریق پایش و نظارت مداوم و کنترل منابع احتمالی آن به منظور پیشگیری از خطر احتمالی آن بر روی ساکنین مصرف کننده آب آشامیدنی ضروری است.

۴- نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که غلظت نیترات در آب آشامیدنی مناطق شهری در ۱۰۰ درصد نمونه ها و در مناطق روستایی در ۹۷/۵ درصد نمونه ها کمتر از مقدار توصیه شده توسط WHO و استاندارد ملی ایران بود. بر اساس نتایج حاصله میانگین HQ برای هر چهار گروه مورد مطالعه در مناطق شهری و روستایی شهرستان آذربایجان شرقی بزرگتر از ۱ گزارش شد. مقادیر HQ در برخی از نمونه های گروه های سنی، کودکان، نوجوانان و بزرگسالان بزرگتر از ۱ بود و بیشترین میزان مواجهه با نیترات در مناطق شهری و روستایی برای گروه سنی کودکان مشاهده شد. نتایج حاصله از این مطالعه حاکی از آن است که خطر غیر سرطانی ناشی از نیترات آب آشامیدنی، گروه های سنی کودکان و متعاقب آن نوجوانان و بزرگسالان را تهدید می نماید. از این رو، پایش و کنترل مداوم غلظت نیترات در شبکه توزیع آب آشامیدنی مناطق روستایی و شهری شهرستان آذربایجان شرقی و راهکارهای موثر برای کاهش غلظت آن توصیه می شود. از طرفی کاهش غلظت نیترات در آب آشامیدنی نیازمند فرایندهای پیشرفته تصفیه آب از قبیل تبادل یونی و فرایندهای غشایی می باشد که نیاز به افراد متخصص داشته و هزینه

منابع

- سید محمود مهدی نیا، شمس الله نیکروش. بررسی میزان آلودگی شبکه توزیع آب شرب شهر دامغان به نیترات در بهار سال ۱۳۸۰، مجله آب و فاضلاب، شماره ۴۳، سال ۱۳۸۱، صفحات ۶۰ تا ۶۶.
- عالیقدری، حضرتی، صادق، سخایی زاده، علی، سلیمان پور و محمد، ۲۰۱۱. اندازه‌گیری غلظت نیترات در منابع تأمین‌کننده و شبکه توزیع آب آشامیدنی شهر اردبیل. مجله سلامت و بهداشت، ۲(۲) صفحات ۶۹-۷۵.
- عمارلویی، علی، ناظری، سایه میری، کورش، نورمرادی، حشمت اله و خدارحمی، ۱۳۹۳. بررسی میزان نیترات و نیتريت در آب‌های زیرزمینی شهر ایلام. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ۲۲(۴)، صفحات ۳۴-۴۱.
- عمویی، محمدی، محوی، عبدالایمان، فلاح، سیده حوریه، اصغر نیا، حسینعلی و خفاییه، ۲۰۱۴. ارزیابی کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب‌های زیرزمینی قابل شرب مناطق روستائی شهرستان خواف. طلوع بهداشت یزد، ۱۲(۴)، صفحات ۱۳۴-۱۴۳.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۸. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی. استاندارد شماره ۱۰۵۳. چاپ پنجم.
- میران زاده، مصطفایی و جلالی کاشانی، ۲۰۰۶. بررسی غلظت نیترات در آب چاه‌های تأمین‌کننده و شبکه توزیع آب شهر کاشان در سال ۱۳۸۴-۱۳۸۳. مجله علمی پژوهشی فیض دانشگاه علوم پزشکی کاشان، ۱۰(۲)، صفحات ۳۹-۴۵.
- یوسفی ذبیح اله و نائیح ام البنین، ۱۳۸۶. بررسی و تعیین میزان نیترات منابع آب آشامیدنی روستایی آمل، مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دوره ۱۷ شماره ۶۱ صفحات ۱۶۱-۱۶۵.
- Canter LW. 2019. Nitrates in groundwater: Routledge;.
- Dragon K, Kasztelan D, Gorski J, Najman JJEES. Influence of subsurface drainage systems on nitrate pollution of water supply aquifer (Tursko well-field, Poland). Environmental Earth Sciences, 75(2), p.100.
- Fabro AYR, Ávila JGP, Alberich MVE, Sansores SAC, Camargo-Valero MAJAG. Spatial distribution of nitrate health risk associated with groundwater use as drinking water in Merida, Mexico. Applied Geography, 65, pp.49-57.
- Gorski J, Dragon K, Kaczmarek PMJJES, Research P. 2019. Nitrate pollution in the Warta River (Poland) between 1958 and 2016: trends and causes. Environmental science and pollution research, 26(3), pp.2038-2046.
- Huang G, Liu H, Li X, Ma MJJoEI. 2019. Exploring Drivers of Nitrate Contamination of Drinking Water in an Arid Region of China. Journal of Environmental Informatics, 33(2), pp.105-112.
- Kazmi, S.S. and Khan, S.A., 2005. Level of nitrate and nitrite contents in drinking water of selected samples received at AFGMI, Rawalpindi. Pakistan Journal of Physiology, 1(1-2).
- Li, P., He, X. and Guo, W., 2019. Spatial groundwater quality and potential health risks due to nitrate ingestion through drinking water: a case study in Yan'an City on the Loess Plateau of northwest China. Human and ecological risk assessment: an international journal, 25(1-2), pp.11-31.
- Lasagna, M., De Luca, D.A. and Franchino, E., 2016. Nitrate contamination of groundwater in the western Po Plain (Italy): the effects of groundwater and surface water interactions. Environmental Earth Sciences, 75(3), p.240.
- Mondal, N.C., Saxena, V.K. and Singh, V.S., 2008. Occurrence of elevated nitrate in groundwaters of Krishna delta, India. African Journal of Environmental science and technology, 2(9), pp.265-271.
- Mook, W.T., Chakrabarti, M.H., Aroua, M.K., Khan, G.M.A., Ali, B.S., Islam, M.S. and Hassan, M.A., 2012. Removal of total ammonia nitrogen (TAN), nitrate and total organic carbon (TOC) from aquaculture wastewater using electrochemical technology: a review. Desalination, 285, pp.1-13.
- Qasemi, M., Farhang, M., Biglari, H., Afsharnia, M., Ojrati, A., Khani, F., Samiee, M. and Zarei, A., 2018. Health risk assessments due to nitrate levels in drinking water in villages of Azadshahr, northeastern Iran. Environmental Earth Sciences, 77(23), p.782.
- Radfard, M., Rahmatinia, M., Tabatabaee, H., Solimani, H., Mahvi, A.H. and Azhdarpoor, A., 2018. Data on health risk assessment to the nitrate in drinking water of rural areas in the Khash city, Iran. Data in brief, 21, pp.1918-1923.
- Radfarda, M., Gholizadehc, A., Azhdarpoorb, A., Badeenezhada, A., Mohammadid, A.A. and Yousefie, M., 2019. Health risk assessment to fluoride and nitrate in drinking water of rural residents living in the Bardaskan city, arid region, southeastern Iran. Water Treat, 145, pp.249-256.
- Rezaei, H., Jafari, A., Kamarehie, B., Fakhri, Y., Ghaderpoury, A., Karami, M.A., Ghaderpoori, M., Shams, M., Bidarpoor, F. and Salimi, M., 2019. Health-risk assessment related to the fluoride, nitrate, and nitrite in the drinking water in the Sanandaj, Kurdistan County, Iran. Human and ecological risk assessment: an international journal, 25(5), pp.1242-1250.

- Schaidler, L.A., Swetschinski, L., Campbell, C. and Rudel, R.A., 2019. Environmental justice and drinking water quality: are there socioeconomic disparities in nitrate levels in US drinking water?. *Environmental Health*, 18(1), p.3.
- Shalyari, N., Alinejad, A., Hashemi, A.H.G., RadFard, M. and Dehghani, M., 2019. Health risk assessment of nitrate in groundwater resources of Iranshahr using Monte Carlo simulation and geographic information system (GIS). *MethodsX*, 6, pp.1812-1821.
- Wang, H., Gu, H., Lan, S., Wang, M. and Chi, B., 2018. Human health risk assessment and sources analysis of nitrate in shallow groundwater of the Liujiang basin, China. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 24(6), pp.1515-1531.
- Ward, M.H., Jones, R.R., Brender, J.D., De Kok, T.M., Weyer, P.J., Nolan, B.T., Villanueva, C.M. and Van Breda, S.G., 2018. Drinking water nitrate and human health: an updated review. *International journal of environmental research and public health*, 15(7), p.1557.
- WHO. *Guidelines for Drinking-Water Quality*. 2017(Fourth Edition).
- Yousefi M, Ghoochani M, Mahvi AHJE, safety e. 2018. Health risk assessment to fluoride in drinking water of rural residents living in the Poldasht city, Northwest of Iran.;148.۳۰-۴۲۶:
- Yousefi Z, Naej 2007OJJoMUoMS. Study on nitrate value in rural area in Amol city.;17(61):161-166.