ارزیابی جامع مقدار نیترات موجود در آب‌های بطری شده ایران با استفاده از کروماتوگرافی یونی

نوشین لطیفی، محمود علی محمدی*، رامین نبی زاده نودهی، امیرحسین محوی و کامیار یغماییان

گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۲/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۵/۲۲

چکیده

زمینه و هدف: در سال های اخیر مصرف آب‌های بطری شده در بسیاری از کشورها از جمله ایران افزایش یافته است. آب‌های بطری شده گاهی ممکن است آلوده به عوامل شیمیایی نظیر نیترات باشند که باعث ایجاد عوارض بهداشتی در مصرف کنندگان می گردد. بنابراین پایش کیفیت این آب‌ها اهمیت زیادی دارد. هدف این مطالعه، بررسی مقدار نیترات موجود در آب‌های بطری شده ایران بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه توصیفی- مقطعی، برای تعیین میزان نیترات موجود در آب‌های بطری شده ایران در سال ۱۳۹۳ انجام شد. ۷۱ برند مختلف نمونه آب، از مناطق مختلف جغرافیایی جمع آوری و با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی یونی آزمایش گردید.

یافته ها: نتایج بدست آمده نشان داد که غلظت نیترات در همه نمونه‌ها در دامنه ۰/۱- ۵۰/۱ میلی گرم در لیتر و میانگین نیترات ۹/۹±۱۰/۵۵ میلی گرم در لیتر بود. همچنین در بیشتر برندها، نتایج آزمایشات بیشتر از غلظت نیترات بر روی برچسب بطری بود.

نتیجه‌گیری: نتایج غلظت نیترات در همه نمونه های مورد مطالعه، مطابق با استاندارد ملی ایران و سازمان بهداشت جهانی قرار دارد. در ۷۰ برند، مقدار نیترات کمتر از استانداردهای آژانس حفاظت محیط زیست امریکا، سازمان غذا و داروی آمریکا و انجمن بین المللی آب‌های بطری شده بوده است.

کلمات کلیدی: آب بطری شده، کیفیت شیمیایی ، غلظت نیترات.

مقدمه

مصرف آب‌های بطری شده در بسیاری از کشورها از جمله کشور ما در حال افزایش است. افزایش مصرف این آب‌ها به دلایل متعددی از قبیل افزایش آگاهی مردم، وجود بو و طعم در آب آشامیدنی و حضور برخی عوامل میکروبی در آب می‌باشد[1]. همچنین این آب‌ها در شرایط خاص و بحرانی، نظیر بلایای طبیعی و جنگ‌ها که ممکن است برای مدتی به شبکه توزیع آب آسیب برسانند، مورد استفاده قرار می‌گیرند[2و3]. براساس تعریف مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران،

* گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
ایمیل: m_alimohammadi@tums.ac.ir - **شماره تماس:** ۸۸۹۵۱۴۱۱-۰۲۱

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.1.1]

آب بطری شده آبی است که در ظروف مناسب بسته‌بندی می‌شود و می تواند به طور طبیعی دارای املاح و گازکربنیک بوده و یا به آن اضافه گردد[4].

برخلاف تصور عموم، آب‌های بطری شده ممکن است آلوده به عوامل شیمیایی و میکروبی مضری باشند که اثرات بهداشتی نامطلوبی در مصرف کننده ایجاد می‌کنند[5]. یکی از آلاینده های شیمیایی مهم در آب‌های بطری شده نیترات است. منبع اصلی نیترات در آب‌ها، کودهای ازته مورد استفاده در کشاورزی و منابع دیگر فاضلاب‌های شهری و صنعتی می باشد[6]. عوارض نامطلوب نیترات بر سلامتی انسان، در نتیجه احیای آن به نیتریت روی می دهد. نیتریت حاصل از احیای نیترات، هموگلوبین خون را اکسید نموده و به متهموگلوبین که توانایی انتقال اکسیژن ندارد، تبدیل می کند. در نتیجه اکسیژن رسانی به بافت‌ها مختل می‌شود[7]. در صورتی که غلظت متهموگلوبین به ده درصد غلظت هموگلوبین برسد، علائم بیماری متهموگلوبینمیا به ویژه در نوزادان ظاهر و در غلظت های بالاتر منجر به خفگی می‌گردد[8]. به علاوه نیتریت با آمین‌ها و آمیدهای بدن ترکیب شده و نیتروز آمین‌ها را به وجود می آورد که هنوز شواهد دقیق و روشنی در ارتباط با سرطان زایی نیتروزآمین‌ها در انسان وجود ندارد و مطالعات اپیدمیولوژیکی مختلف اطلاعات یکسان و دقیقی در این رابطه ارائه ننموده‌است[9].

به منظور سنجش کاتیون‌ها در محلول ها، روش های حساس و دقیقی نظیر پلاسمای جفت شده القایی Induced Couple Plasma (ICP) و اسپکترومتری جذب اتمی وجود دارد. لکن برای اندازه گیری آنیون‌ها از روش های شیمیایی مانند تیتراسیون، رنگ سنجی، فتومتری و کدورت سنجی که اغلب وقتگیر و گاهاً دشوار و فاقد دقت کافی می باشند، استفاده می‌شود. در مقابل، روش کروماتوگرافی یونی در سنجش آنیون‌ها دارای امتیازات ویژه‌ای از قبیل قدرت جداسازی بسیار، سرعت عمل و حساسیت بالا و تشخیص همزمان چند جزء می‌باشد[10]. روش کروماتوگرافی همچنین در مورد جداسازی مخلوط هایی که ترکیبات آنها دارای مقادیر کم و یا از نظر شیمیایی بسیار بهم نزدیک هستند و امکان همپوشانی در آنها وجود دارد گزینه بسیار مناسبی می‌باشد[11]. وضعیت نیترات در آب‌های بطری شده در شهرهای بابل، بیرجند و تهران در مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفته است[6,12,13]. با توجه به اهمیت بهداشتی نیترات و فقدان اطلاعات جامع و کافی در رابطه با مقدار نیترات درآب‌های بطری شده توزیع شده در کل کشور، در این مطالعه آب‌های بطری شده موجود در ایران مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصل با استانداردها و برچسب بطری مقایسه گردید.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت توصیفی- مقطعی درباره غلظت نیترات در آب‌های بطری شده در ایران در فصل بهار سال ۱۳۹۳ انجام گرفت. بدین منظور ۷۱ برند مختلف آب بطری شده از مناطق جغرافیایی متفاوت، با همکاری انجمن آب‌های معدنی و آشامیدنی ایران جمع‌آوری گردید. سپس بر اساس روش‌های استاندارد آزمایش های آب و فاضلاب در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران مورد آزمایش قرار گرفت. به منظور رعایت ملاحظات اخلاقی، از ذکر نام آب‌های بطری شده خودداری گردید.

سنجش غلظت نیترات در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی یونی مدل Metrohm 850 ساخت کشور سوئیس جهت آنالیز نمونه‌ها استفاده شد. بدین ترتیب، ابتدا با استفاده از محلول‌های استاندارد نیترات در چهار غلظت متفاوت و معلوم، منحنی کالیبراسیون دستگاه رسم گردیده و سپس از هر برند، ۲ نمونه به دستگاه تزریق شد. در پایان نتایج با استفاده از نرم افزار Excel و آمار توصیفی (میانگین، میانه و انحراف معیار) و همچنین محاسبه صدک‌ها تجزیه و تحلیل شده و

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.1.1]

نتایج بـا اسـتانداردهای ملـی و بـین‌المللـی و برچسـب بطـری مقایسه گردید.

جدول ۱. نتایج آنالیز آماری نیترات در نمونه ها

	میانگین کل	انحراف معیار	صدک ۵۰	صدک ۸۰	صدک ۹۰	صدک ۹۹	صدک ۱۰۰
نیترات (mg/L)	۵۵/۱۰	۹/۹	٦۱/۷	٦۱/۸	٦٤/۲٤	٦٤/٤۲	۱/۵۰

جدول۲. مقایسه مقادیر نیترات نمونه‌ها با برچسب بطری

	٪ موارد کمتر از برچسب	٪ موارد بیشتر از برچسب	٪ موارد مساوی با برچسب	٪ ذکر نشده بر روی برچسب
نیترات	۱٤	۷۱	۱	۱٤

جدول۳. مقایسه مقادیر نیترات نمونه‌ها با برچسب بطری

	٪ موارد کمتر از برچسب	٪ موارد بیشتر از برچسب	٪ موارد مساوی با برچسب	٪ ذکر نشده بر روی برچسب
نیترات	۱٤	۷۱	۱	۱٤

یافته‌ها

در این مطالعه، بیشترین میزان نیترات ۵۰/۱ میلی‌گرم در لیتر و کمترین میزان آن ۰/۱۵ میلی‌گرم در لیتر مشـاهده شـد. نتـایج مربوط به میانگین کل، انحراف معیار و صدک های نمونه‌هـا در جدول ۱ ارائه شده است. همانگونه که در این جـدول مشـاهده می‌گردد، میانگین کل نیترات در نمونه‌ها کمتر از استاندارد ملـی آب شرب (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) می‌باشد. جـدول ۲ نیـز نشـان می‌دهد که صدک ۹۰ نمونه‌ها، ٦٤/۲٤ میلی‌گرم در لیتـر اسـت؛ این بدین معناست که در ۹۰ درصـد نمونـه هـای ایـن مطالعـه (تقریبـاً در ٦٤ برنـد مختلـف) مقـدار نیتـرات کمتـر از ٦٤/۲٤ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. همچنین مقایسه نتایج بدست آمده بـا مقادیر ذکر شده بر روی برچسب بطری نشان می‌دهد کـه تنهـا در ۱ درصد نمونـه‌هـا همخـوانی وجـود دارد و در ۷۱ درصـد نمونه ها، مقدار واقعی نیترات بیشتر از مقدار بیان شده بـر روی برچسب می باشد (جدول ۳).

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.1.1]

بحث

حد مجاز نیترات در استاندارد آب آشامیدنی ایران و سازمان جهانی بهداشت، ۵۰ میلی‌گرم در لیتر[۸،۱۴] و در استاندارد انجمن بین‌المللی آب‌های بطری شده، آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا و سازمان غذا و داروی آمریکا ٤٤ میلی‌گرم در لیتر در نظر گرفته شده است[۱۵،۱۶]. بر این اساس، میانگین کل نیترات در نمونه‌های تحت مطالعه، در محدوده مجاز کلیه استانداردهای فوق قرار دارد. در نگاهی دقیق‌تر و با توجه به صدک‌های نمونه‌ها، مشخص شد که در همه نمونه‌ها غلظت نیترات از مقدار مجاز استاندارد ایران و سازمان بهداشت جهانی کمتر بوده است. لکن مقدار نیترات در یک نمونه بیشتر از استانداردهای انجمن بین‌المللی آب‌های بطری شده، آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا و سازمان غذا و داروی آمریکا می‌باشد که این نمونه از برندهای پرمصرف آب بطری شده در ایران نمی‌باشد. میزان بالای نیترات در این نمونه آب، می‌تواند به دلایل مختلفی از قبیل نفوذ آب‌های سطحی همراه با شستشوی زمین‌های کشاورزی، دفع غیراصولی فاضلاب و نفوذ آن به منبع آب و یا اختلاف در فرآیند تصفیه آب باشد. مطالعه‌ای که بر روی آب‌های بطری شده در تبریز بر روی تولیدات ۲۰ کارخانه مختلف انجام گرفت، نشان داد که آب‌های بطری شده در ایران از نظر نیترات با استاندارد ایران و سازمان بهداشت جهانی مطابقت داشته است[۱۷]. نتایج سایر تحقیقات انجام شده در این زمینه در شهرهای بیرجند، تهران و بابل نیز تطابق مقدار نیترات در آب‌های بطری شده با استانداردهای ملی و سازمان بهداشت جهانی را تأیید می‌کند که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد[۶،۱۲،۱۳]. نتایج مطالعاتی در ترکیه، ایتالیا و ژاپن نیز نشان داده است که غلظت نیترات در آب‌های بطری شده در این کشورها در محدوده مجاز بوده است[۱۸-۲۰].

در مقایسه مقدار نیترات اندازه‌گیری شده با مقدار ثبت شده روی برچسب، اختلافات زیادی مشاهده شده است. بدین صورت که در مجموع در ۸٦ درصد نمونه‌ها (٦۱ برند) مقدار نیترات بر روی بر چسب ذکر گردیده است و در ۸۵ درصد آنها، همخوانی با مقدار اندازه‌گیری شده وجود نداشته است. در ۷۱ درصد نمونه‌ها (۵۰ برند)، مقدار نیترات ثبت شده بر روی برچسب کمتر از نتایج آزمایشات می باشد. در مطالعه ای در بابل نیز عدم همخوانی مقادیر نیترات با برچسب بطری مورد تأیید قرار گرفته است[۱۳].

بنابراین ضروری است که بخش های مسئول و مؤثر در سراسر کشور، نظارت و پایش مستمری بر تولید و توزیع آب‌های بطری شده داشته باشند و تولیدکنندگان ملزم به رعایت کلیه استانداردهای برچسب‌گذاری و ثبت مشخصات کامل و منطبق با نمونه واقعی آب گردند. همچنین لازم است تأثیر تغییرات فصلی در کیفیت آب در نظر گرفته شود و از چاپ اطلاعات مربوط به سال و یا فصل‌های گذشته خودداری گردد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج این تحقیق، می توان نتیجه‌گیری کرد که در ۷۱ برند آب بطری شده تحت مطالعه، غلظت نیترات در محدوده مجاز استانداردهای آب آشامیدنی ایران و سازمان بهداشت جهانی (WHO) World Health Organization قرار دارد و تنها در یک برند، غلظت نیترات فراتر از استانداردهای انجمن بین‌المللی آب‌های بطری شده (IBWA) International Bottled Water Association، آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) Environmental Protection Agency و سازمان غذا و داروی آمریکا می‌باشد که نمونه مذکور، جزء برندهای کم مصرف و غیر معروف در بازار ایران می‌باشد. لذا آب‌های بطری شده معروف و پرمصرف ایران، از نظر مقدار نیترات، خطری برای مصرف کنندگان در پی‌نخواهند داشت.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.1.1]

سپاسگزاری

این مقاله، حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان تهیه بانک اطلاعاتی جامع ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب‌های بطری شده ایران با تأکید بر شاخص‌های گرافیکی و آنالیز چند متغیره مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران در سال ۹۳ با کد ۲۵۲۷٤ است که با حمایت پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی تهران اجرا شده است.

منابع

1. Kokkinakis EN, Fragkiadakis GA, Kokkinaki AN. Monitoring microbiological quality of bottled water as suggested by HACCP methodology. Food Control 2008;19(10): 957-61.
2. Güler C. Evaluation of maximum contaminant levels in Turkish bottled drinking waters utilizing parameters reported on manufacturer's labeling and government-issued production licenses. J Food Compos Anal 2007;20(3): 262-72.
3. Miranzadeh MB, Ehsanifar M, Iranshahi L. Evaluation of bacterial quality and trace elements concentrations in 25 brands of Iranian bottled drinking water. Am Eurasian J Agri Environ Sci 2011;11(3): 341-5.
4. ISIRI. Water-Bottled Drinking Water-Specification. Institute of standards and Industrial Research of Iran 2002: NO.244 [In Persian].
5. Ghaderpoori M, Khaniki GR, Dehghani M, et al. Determination of Fluoride in Bottled Water Sold in Tehran Market, Iran. Am Eurasian J Agri Environ Sci 2009;6(3): 324-7.
6. Jahed Khaniki GR, Mahdavi M, Ghasri A ,Saeednia S. Investigation of nitrate concentrations in some bottled water available in Tehran. Iran J Health Environ 2008;1(1): 45-50 [In Persian].
7. Adam J. Health aspects of nitrate in drinking-water and possible means of denitrification (literature review). Water SA 1980;6(2): 79-89.
8. WHO. Chemical fact sheets. Guidelines for drinking-water quality: incorporating the first and second addenda.3rd edition: World Health Organization Geneva, 2008: 417-20.
9. TerblancheA. Health hazards of nitrate in drinking water. Water S A 1991;17(1): 77-82.
10. Weis J. Ion chromatography. 2nd edition. John Wiley & Sons, 2008: 245-97.
11. Small H. Ion chromatography: Springer Science & Business Media, 1989: 512-35.
12. Khodadi M, Oudi G, Dorri H, Azizi M. A survey on microbial and chemical quality of bottled water available in Market of Birjand.10th National Congress on Environmental Health in Hamadan Congress proceedings; 2007: 60-4 [In Persian].
13. Amouei A, Mohammadi A, Koshki Z, et al. Nitrate and Nitrite in Available Bottled Water in Babol (Mazandaran; Iran) in Summer 2010. J Babol U Med Sci 2012;14(1): 64-70 [In Persian].
14. ISIRI. Drinking Water Standards. Institute of standards and Industrial Research of Iran. 2010; No.1053 [In Persian].
15. IBWA. Bottled Water Regulations. International Bottled Water Association. 2012 Available from: URL: http://www.bottledwater.org.
16. EPA. 2012 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories. Washington, DC: Office of water, US Environmental Protection Agency; 2012.
17. Ehsanifar M, Sarvandi M, Tabatabaie R, Bagheri R. Evaluation of nitrate concentration and microbial contamination in Iranian bottled water. 16th National Congress on Environmental Health in Tabriz Congress proceedings; 2013: 120-8 [In Persian].
18. Güler C, Alpaslan M. Mineral content of 70 bottled water brands sold on the Turkish market: assessment of their compliance with current regulations. J Food Compos Anal 2009;22(7): 728-37.
19. Cicchella D, Albanese S, De Vivo B, et al. Trace elements and ions in Italian bottled mineral waters: identification of anomalous values and human health related effects. J Geochem Explor 2010;107(3): 336-49.
20. Suzuki J, Katsuki Y, Ogawa H, et al. Concentration of inorganic anions in bottled drinking water. J Food Hyg Soc JPN 2000;41(5): 340-5.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.1.1]

Comprehensive Investigation of Nitrate Concentration in Iranian Bottled Water Using ion Chromatography

Noushin Latifi, Mahmood Alimohammadi*, Ramin Nabizadeh Nodehi, Amirhosein Mahvi, Kamyar Yaghmaeian

Department of Environmental Health Engineering, School of public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

E-mail: m_alimohammadi@tums.ac.ir

Received: 27 Apr 2014 ; Accepted: 16 Aug 2014

ABSTRACT

Background: In recent years, consumption of bottled water has increased in many countries, including Iran. Bottled waters sometimes can be contaminated by chemical agents such as nitrate which cause healthy effects on consumers. So, quality monitoring of such waters has great importance. The aim of this study was evaluation of nitrate concentration in existing bottled waters in Iran.

Methods: This descriptive cross- sectional study was performed to determine nitrate in Iranian bottled water in 2014. 71 water sample brands were collected from different geographical regions and were examined by Ion chromatography (IC).

Results: Obtained results showed that nitrate concentration in all examined water samples ranged from 0.15 to 50.1 mg/L and average of nitrate concentration was 10.55±9.9 mg/L. Also, in most brands, results of examination concentration were higher than concentration of nitrate on labels.

Conclusion: In all exanimated brands, nitrate concentrations were in compliance with WHO and Iranian standards. 70 brands were lower than USEPA, FDA, and IBWA standards.

Keywords: Bottled Water, Chemical Quality, Nitrate Concentration

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.1.1]