DOI: 10.22122/jhsr.v13i4.3068 Published by Vesnu Publications

بررسی عملکرد روش رقیق‌سازی برای کاهش نیترات آب در شهرستان فریدن

الهام شیردل[1]، علی عبداله‌نژاد[2]، شاهین رئیسی‌وند[3]، افشین ابراهیمی[4]، نگار جعفری[5]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: شهرستان فریدن با جمعیتی حدود ۸۴ هزار نفر و با آب و هوای سرد و کوهستانی، در شمال غربی استان اصفهان واقع شده است و به دلیل وسعت زیاد زمین‌های کشاورزی و استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی (به خصوص کودهای ازته) و خشکسالی، میزان نیترات آب آشامیدنی در برخی از مناطق این شهرستان بالاتر از حد مجاز می‌باشد. نیترات را می‌توان به روش‌های شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی از آب حذف کرد. از این‌رو، پژوهش حاضر با هدف کاهش نیترات و رساندن آن به مقدار مجاز صورت گرفت و بدین منظور از روش رقیق‌سازی استفاده گردید.

روش‌ها: این مطالعه از نوع تجربی مداخله‌ای بود که در آن عملکرد روش رقیق‌سازی جهت کاهش نیترات آب در شهرستان فریدن مورد بررسی قرار گرفت. از این روش می‌توان به عنوان روش قابل اعتماد و اقتصادی جهت کاهش نیترات آب خوراکی استفاده کرد.

یافته‌ها: پس از رقیق‌سازی نمونه‌های جمع‌آوری شده از چاه‌های مختلف شهرستان فریدن، آزمایش رقیق‌سازی انجام شد و مشخص گردید که نیترات آب به دست آمده برابر با میانگین نیترات دو آب اولیه بود و مقدار آن به کمتر از حد مجاز رسید.

نتیجه‌گیری: حذف نیترات به روش رقیق‌سازی، روش مؤثر و ساده‌ای می‌باشد. همچنین، راندمان این روش به حجم آب آلوده، حجم آب با نیترات پایین و نسبت اختلاط آن‌ها با یکدیگر بستگی دارد.

واژه‌های کلیدی: نیترات آب، رقیق‌سازی، ایران

ارجاع: شیردل الهام، عبداله‌نژاد علی، رئیسی‌وند شاهین، ابراهیمی افشین، جعفری نگار. **بررسی عملکرد روش رقیق‌سازی برای کاهش نیترات آب در شهرستان فریدن.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۴): ۴۱۴-۴۱۰

دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۱۱ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۳/۵

مقدمه

در حال حاضر یکی از مهم‌ترین مسایل مورد بحث در کشاورزی پایدار و محیط زیست، آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیترات است (۱). وجود نیترات در آب می‌تواند ناشی از کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار باشد که استفاده از آن در دهه اخیر به طور چشمگیری افزایش یافته است و از طریق فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی به آب وارد می‌شود (۳، ۲). بارش سنگین بعد از یک دوره خشکسالی، تجزیه مواد آلی و بقایای حاصل از پوشش گیاهی و کودهای آلی، از دیگر منابع نیترات در آب می‌باشد (۴). مهم‌ترین تأثیر نیترات بر روی جنین مادران باردار و کودکان خردسال است که منجر به بیماری مرگبار متهموگلوبینمیا و سقط جنین می‌گردد؛ چرا که میزان اکسیژن خون کم می‌شود و نوزادان حالت کبودی یا آبی رنگ پیدا می‌کنند که به این اختلال، نشانگان نوزادان آبی گفته می‌شود (۶، ۵). نتایج پژوهش van Maanen و همکاران نشان داد که وجود نیترات بالا در آب، سبب ناکارامدی تیروئید و ایجاد بیماری گواتر می‌شود (۶). سازمان جهانی بهداشت (World Health Organization یا WHO) حداکثر مقدار مجاز نیترات در آب آشامیدنی را ۵۰ میلی‌گرم در لیتر پیشنهاد کرده است (۷). طبق تحقیقات انجام شده در ایران، غلظت نیترات در منابع آب شرب زیرزمینی شیراز در محدوده ۴ تا ۷۲ میلی‌گرم در لیتر (۸) و در دشت سنقر کرمانشاه نیز در محدوده ۳/۰۹ تا ۸۸/۵ میلی‌گرم در لیتر (۹) گزارش شده است.

با توجه به مخاطرات بیان شده، حذف نیترات از آب آشامیدنی ضرورت دارد. از جمله روش‌های کاهش نیترات از آب می‌توان به تقطیر، تعویض یونی، اسمز معکوس، الکترودیالیز، دنیتریفیکاسیون و رقیق‌سازی اشاره نمود (۱۱، ۱۰). بیشتر این روش‌ها پرهزینه و غیر اقتصادی هستند، اما رقیق‌سازی، اقتصادی‌ترین و ساده‌ترین روش کاهش نیترات محسوب می‌گردد.

نیک‌آیین و ناصری در مطالعه خود جهت پاکسازی آب‌های آلوده به نیترات از براده آهن استفاده کردند. نتایج حاکی از مطلوب بودن کارایی براده آهن در

۱- کارشناس، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز بهداشت خوانسار، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۲- دانشجوی دکتری، مرکز تحقیقات علوم و فن‌آوری محیط زیست و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۳- کارشناس، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز بهداشت فریدن، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۴- دانشیار، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۵- دانشجوی دکتری، کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
نویسنده مسؤول: نگار جعفری
Email: n64jafari@gmail.com

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.22122/jhsr.v13i4.3068]

حذف نیترات بود (۱۲). در تحقیق Koparal و Ogutveren، کاهش نیترات با غشاهای کاتالیستی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که راندمان این روش تحت تأثیر pH و دما قرار می‌گیرد (۱۳).

شهرستان فریدن در غرب استان اصفهان واقع شده است و به‌تازگی به دلیل وسعت زیاد زمین‌های کشاورزی و استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی (به خصوص کودهای ازته) و خشکسالی، میزان نیترات آب آشامیدنی در برخی از مناطق این شهرستان بالاتر از حد مجاز می‌باشد. بر همین اساس، پژوهش حاضر با هدف کاهش نیترات و رساندن نیترات آب به مقدار مجاز انجام گرفت که برای این هدف، روش رقیق‌سازی مورد استفاده قرار گرفت.

روش‌ها

این مطالعه از نوع تجربی مداخله‌ای بود. بدین ترتیب، از آب‌های آشامیدنی چاه‌های شهرستان فریدن طی زمستان تا بهار سال ۱۳۹۲ نمونه‌برداری صورت گرفت و ۱۵ نمونه آب با نیترات کمتر از حداکثر مجاز (کمتر از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و ۱۵ نمونه آب دارای نیترات بیش از حداکثر مجاز (بیشتر از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) تهیه گردید و پس از ثبت در جدول ۱، رقیق‌سازی انجام گرفت. نمونه‌برداری توسط کارشناسان بهداشت محیط با رعایت کلیه اصول نمونه‌برداری صحیح درون ظروف پلاستیکی ۱/۵ لیتری انجام شد و تا زمان اندازه‌گیری نیترات، در یخچال نگهداری گردید. اندازه‌گیری غلظت نیترات در نمونه‌ها حداکثر ۲۴ ساعت پس از نمونه‌برداری انجام گرفت.

در مطالعه حاضر ابتدا دو نمونه آب با نسبت یک به یک (یعنی یک لیتر از آب با نیترات بالا و یک لیتر از آب با نیترات پایین) که نیترات آن‌ها از قبل سنجش شده بود، با هم مخلوط گردید و نیترات آب حاصل اندازه‌گیری و نتایج آن در جدول ۱ ثبت شد. هدف از رقیق‌سازی، تعیین نسبت‌های مناسب برای تهیه آب با نیترات در حد مجاز (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. بدین منظور عملیات رقیق‌سازی با سه بار تکرار و با نسبت‌های مختلف صورت گرفت و نیترات به دست آمده معادل میانگین نیترات دو نمونه آب اولیه شد. به طور مثال، وقتی ۱/۵ لیتر آب با نیترات ۳۷ میلی‌گرم در لیتر با ۰/۵ لیتر آب با نیترات ۲۶/۵ میلی‌گرم در لیتر مخلوط گردید، نیترات آب حاصل، ۳۴/۳ به میلی‌گرم در لیتر دست آمد که تا حدودی معادل میانگین نیترات دو نمونه آب اولیه بود.

$$[(۳۷ \times ۱/۵) + ۰/۵ \times ۲۶/۵)] / ۲ = ۳۴/۳$$

جهت سنجش نیترات با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری ماوراء بنفش (DR 5000)، ابتدا نمونه صاف شد و سپس به منظور جلوگیری از تداخل هیدروکسید و کربنات‌ها، به ۵۰ میلی‌لیتر از آن یک میلی‌لیتر اسید کلریدریک اضافه گردید. سپس حجم آن به یک لیتر رسانده شد. در نهایت، میزان جذب آن در طول موج ۲۲۰ نانومتر در مقابل نمونه شاهد (آب مقطر) قرائت گردید و در مرحله بعد نیز میزان جذب مربوط به تداخلات مواد آلی حل شده در طول موج ۲۷۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. سپس دو برابر جذب مربوط به طول موج ۲۷۵ نانومتر، از جذب در طول موج ۲۲۰ نانومتر کسر گردید و جذب نهایی مورد محاسبه قرار گرفت و غلظت نیترات از روی منحنی استاندارد به دست آمد.

یافته‌ها

در مطالعه حاضر پس از رقیق‌سازی نمونه‌های جمع‌آوری شده از چاه‌های مختلف در شهرستان فریدن، عملیات رقیق‌سازی انجام گرفت و مشخص شد که نیترات آب به دست آمده برابر با میانگین نیترات دو آب اولیه بود.

جدول ۱. نمونه‌های آب با سطوح نیترات مختلف حاصل از رقیق‌سازی

شماره نمونه	نمونه‌های با نیترات در حد مجاز (میلی‌گرم در لیتر)	نمونه‌های با نیترات بالاتر از حد مجاز (میلی‌گرم در لیتر)	مقدار نیترات حاصل از رقیق‌سازی (میلی‌گرم در لیتر)
۱	۲۶/۴	۵۸	۴۲/۰
۲	۳/۸	۵۱	۲۷/۵
۳	۲۰/۰	۵۴	۳۷/۰
۴	۱۲/۰	۶۵	۳۸/۵
۵	۳۷/۰	۷۴	۵۵/۵
۶	۲۸/۰	۶۳	۴۵/۵
۷	۴۲/۰	۵۶	۴۹/۰
۸	۳۲/۰	۵۹	۴۵/۵
۹	۳/۸	۶۶	۳۵/۰
۱۰	۴۰/۰	۵۴	۴۷/۰
۱۱	۴۱/۰	۶۰	۵۰/۵
۱۲	۳۴/۰	۵۳	۴۳/۵
۱۳	۲۹/۰	۵۵	۴۲/۰
۱۴	۱۶/۰	۶۲	۳۹/۰
۱۵	۱۰/۰	۵۷	۳۳/۵

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i4.3068]

بحث

روش رقیق‌سازی به صورت مخلوط نمودن آبی با نیترات بالا با آب دارای نیترات پایین می‌باشد که روش مؤثر، ساده و قابل اعتمادی جهت کاهش نیترات به شمار می‌رود. در این روش، نیترات آب به دست آمده برابر با میانگین نیترات دو آب اولیه است و برای دستیابی به آبی با نیترات مجاز و استاندارد، باید نسبت‌های اختلاط آب‌ها متناسب در نظر گرفته شود. دقتی که در انجام این روش به عنوان یک روش کاهش نیترات باید انجام داد، توجه به حجم صحیح آب‌های مخلوط شده می‌باشد و نسبت اختلاط باید طوری صورت گیرد که به میزان نیترات مجاز برسد. در تحقیق حاضر پس از اختلاط دو نمونه آب به ترتیب با نیترات بالاتر از حد مجاز و آب دارای نیترات کم، آبی با میزان نیترات کمتر از حد مجاز حاصل گردید.

به طور کلی روش‌های حذف نیترات از آب شامل اسمز معکوس، تبادل یون با استفاده از رزین‌های قوی، حذف بیولوژیکی نیترات با استفاده از فرایند دنیتریفیکاسیون، الکترودیالیز، الکترودیالیز معکوس و رقیق‌سازی می‌باشد. نتایج پژوهش ترابیان و همکاران نشان داد که خصوصیات آب خام ورودی از جمله غلظت نیترات، کل مواد جامد محلول (Total dissolved solids یا TDS) و غلظت سایر آنیون‌ها از جمله سولفات، به میزان زیادی بر راندمان حذف نیترات با اسمز معکوس و تبادل یون تأثیر می‌گذارد (۱۴). از مهم‌ترین امتیازات روش رقیق‌سازی، سادگی و اقتصادی بودن آن است که نسبت به روش‌های شیمیایی و بیولوژیکی و غشایی مانند اسمز معکوس، به دلیل عدم نیاز به مصرف انرژی بالا، کاربرد مواد شیمیایی و تجهیزات پیچیده، یک روش ساده و اقتصادی به شمار می‌رود. همچنین، این روش در مقایسه با روش‌های شیمیایی مانند روش تبادل یون، قابل اعتمادتر می‌باشد؛ چرا که سولفات در روش تبادل یون، عامل مزاحمی محسوب می‌شود و در رقابت با نیترات، تمایل بیشتری برای جذب توسط رزین دارد (۱۵).

در مطالعه دیگری امکان حذف نیترات از آب‌های زیرزمینی با استفاده از پودر آلومینیوم مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به هزینه‌های به نسبت پایین، سهولت روش، ایمن بودن و کارایی مناسب این سیستم، استفاده از این روش جهت رفع آلودگی نیترات از منابع آب زیرزمینی جهت مصارف آشامیدنی و صنعتی پیشنهاد گردید (۱۴). در تحقیق محمودی و همکاران، بهینه‌سازی حذف نیترات از آب‌های آلوده به کمک نانوفیلترهای تجاری بررسی شد. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که فرایند نانوفیلتراسیون به کمک نانوفیلتر تجاری مارپیچی حلزونی پلی‌آمیدی (Thin film composite یا TFC)، کارایی مؤثری در حذف نیترات از آب‌های آلوده در حد استانداردهای آب شرب دارد (۱۶).

پژوهش دیگری حذف نیترات از آب با استفاده از فرایند جذب Fe/H_2O_2 را مورد بررسی قرار داد و بر اساس نتایج آزمایشگاهی به این نتیجه رسید که فرایند فنتون اصلاحی با نانوذرات آهن صفر، قادر به کاهش مؤثر نیترات تحت شرایط بهینه می‌باشد و این روش می‌تواند برای حذف ترکیبات مشابه مورد استفاده قرار گیرد. استفاده از ترکیبات آهن در حضور پراکسید هیدروژن، می‌تواند تأثیر مطلوبی بر تجزیه نیترات داشته باشد. از این فرایند می‌توان جهت احیای شیمیایی نیترات در محل آلودگی آب‌های زیرزمینی استفاده نمود (۱۷).

با مقایسه روش رقیق‌سازی با سایر روش‌های کاهش یا حذف نیترات از آب آشامیدنی، نتیجه‌گیری می‌شود که از این روش می‌توان در شرایط اضطراری به عنوان روشی ساده، کم‌هزینه و کاربردی برای کاهش غلظت نیترات در آب آشامیدنی استفاده کرد، اما به عنوان روش روتینی جهت کاهش نیترات آب پیشنهاد نمی‌گردد؛ چرا که در صورت اختلاط با وجود این که نیترات آب حاصل شده کمتر از حد مجاز آب آشامیدنی است، اما برای استفاده طولانی مدت مصرف کنندگان توصیه نمی‌شود.

یکی از علل اصلی بالا رفتن نیترات در آب آشامیدنی در بعضی از شهرها و روستاهای شهرستان فریدن، وجود چاه‌های جاذب فاضلاب و استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی می‌باشد. علاوه بر این، نزدیکی سفره‌های آب زیرزمینی به زمین‌های کشاورزی و نفوذ فاضلاب کشاورزی درون این سفره‌ها نیز بی‌تأثیر نیست.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که حذف نیترات به روش رقیق‌سازی، روش مؤثر و ساده‌ای می‌باشد که راندمان آن به حجم آب آلوده، حجم آب با نیترات پایین و نسبت اختلاط آن‌ها با یکدیگر بستگی دارد. بر اساس آزمایش‌های صورت گرفته، مشخص شد که وقتی دو نمونه آب با غلظت‌های متفاوت و مشخص نیترات با هم مخلوط می‌شود، نیترات آب به دست آمده برابر با میانگین نیترات دو نمونه آب اولیه است. بنابراین، استفاده از برنامه‌های عملی و ارایه تمهیدات مؤثر در جهت استفاده از این روش به خصوص در شرایط اضطراری، پیشنهاد می‌گردد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله نویسندگان از کارکنان شبکه بهداشت شهرستان فریدن که در انجام این پژوهش همکاری نمودند، تقدیر و تشکر به عمل می‌آورند.

References

1. Mohammadi H, Yazdanbakhsh A, Sheykh Mohammadi A, Bonyadinejad G, Alinejad A, Ghanbari G. Investigation of nitrite and nitrate in drinking water of regions under surveillance of Shahid Beheshti University of Medical Sciences in Tehran Province, Iran. J Health Syst Res 2011; 7(6): 782-9. [In Persian].
2. Nanbakhsh H, Mohammadi A, Ebrahimi A. Investigating of nitrate and nitrite concentration of drinking water wells in villages around of the industrial park, in Urmia city. J Health Syst Res 2010; 6(Supple): 881-8. [In Persian].
3. Torabian A, Shokouhi Harandi M, Ghadim Khani AA, Safaei Far M, Nabi Bidhendi GR. Evaluation of efficiency nitrate removal of a nanofiltration membrane from drinking water under different operating conditions. Water and Wastewater 2007; 18(61): 15-23. [In Persian].
4. Muramoto J. Comparison of nitrate content in leafy vegetables from organic and conventional farms in California [Online]. [cited 1999]; Available from: URL: https://pdfs.semanticscholar.org/6218/91ffac9e3568856a44552db93280dd47fb61.pdf.
5. Kafeshani O, Yahai M, Entezari Mh, Hassanzadeh A, Mohebat L, Torabi A. Comparing the nitrate level in vegetables irrigated with zayandehrood river and well water. J Health Syst Res 2013; 9(2): 196-201. [In Persian].
6. van Maanen JM, van DijkA, Mulder K, de Baets MH, Menheere PC, van der Heide D, et al. Consumption of drinking water with

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i4.3068]

high nitrate levels causes hypertrophy of the thyroid. Toxicol Lett 1994; 72(1-3): 365-74.
7. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. Geneva, Switzerland: WHO; 2011.
8. Badeenezhad A, Gholami M, Jonidi Jafari A, Ameri A. Factors affecting nitrate concentrations in shiraz groundwater using geographical information system. Toloo e Behdasht 2012; 11(2): 47-56. [In Persian].
9. Setare P, Rezaei M, Hassani AH, Zinatyzadeh AA. Distribution of groundwater nitrate contamination in GIS environment: A case study, Sonqor plain. Behbood 2014; 18(3): 157-64. [In Persian].
10. Lin SH, Wu CL. Removal of nitrogenous compounds from aqueous solution by ozonation and ion exchange. Water Res 1996; 30(8): 1851-7.
11. Thalasso F, Vallecillo A, Garcia-Encina P, Fdz-Polanco F. The use of methane as a sole carbon source for wastewater denitrification. Water Research 1997; 31(1): 55-60.
12. Nikaeen M, Naseri S. Evaluation of Metallic Iron (Feo) Application to Remediate Nitrate-Contaminated Water. Journal of Water & Wastewater 2006; 17(60): 15-21. [In Persian].
13. Koparal AS, Ogutveren UB. Removal of nitrate from water by electro reduction and electrocoagulation. J Hazard Mater 2002; 89(1): 83-94.
14. Torabian A, Hasani AH, Samak Abedi M. Comparison of nitrate removal from drinking water by two methods: Reverse osmosis and ion exchange. Journal of Environmental Science and Technology 2007; 8(3): 21-8. [In Persian].
15. Golstanifar H, Nasseri S, Mahvi A, Dehghani M, Asadi A. Evaluation of aluminum powder efficiency in removal of nitrate from aqueous solutions. Journal of Health 2011; 2(2): 36-44. [In Persian].
16. Mahmodi P, Hossein Zade H, Farhadian M, Soleimani Nazar A. Optimization Of Nitrate Removal From Contaminated Water By Commercial Nano Filters. Proceedings of the 16th National Conference on Environmental Health of Iran; 2014; Oct 1-3; Tehran, Iran. [In Persian].
17. Karimi B, Rajaei MS. Evaluating of Nitrate removal by adsorption/Fe/H2O2 process from water: Kinetics and operation parameters. Feyz 2013; 16(7): 659-60. [In Persian].

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i4.3068]

DOI: *10.22122/jhsr.v13i4.3068* *Published by Vesnu Publications*

Journal of Health System Research Received: 30.01.2017

Vol. 13, No. 4, Winter 2018 Accepted: 26.05.2017

A Survey on the Efficacy of Dilution Performance for Nitrate Reduction in Freidan County, Iran

Elham Shirdel[1], Ali Abdolanejad[2], Shahin Raesivand[3], Afshin Ebrahimi[4], Negar Jafari[5]

Original Article

Abstract

Background: Freidan County is located in the north west of Isfahan Province, Iran. This County has population about 84000 people, has cold weather, and is mountainous. Because of large area of agricultural lands, and excessive use of chemical fertilizers (especially nitrogen fertilizers) and drought, nitrate in drinking water in some parts of this county is higher than permissible limit. Through chemical, biological, and physical methods, nitrate can be removed from water. Therefore, the aim of this study was to reduce nitrate to permissible limit using dilution method.

Methods: In this was experimental study, the efficacy of dilution performance for nitrate reduction in Freidan County was evaluated. This method can be used as reliable and economical way for nitrate reduction in drinking water.

Findings: After dilution of collected samples from various wells in Freidan County, dilution tests were carried out, and it was found that the level of nitrate in final water was equal to the average of raw water samples, and less than the permitted level.

Conclusion: Nitrate removal by dilution method is effective and simple. Besides, the efficiency of this method depends on the volume of contaminated water, the volume of water with lower nitrate, and their mixing ratio.

Keywords: Water nitrate, Dilution, Iran

Citation: Shirdel E, Abdolanejad A, Raesivand S, Ebrahimi A, Jafari N. **A Survey on the Efficacy of Dilution Performance for Nitrate Reduction in Freidan County, Iran.** J Health Syst Res 2018; 13(4): 410-4.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.22122/jhsr.v13i4.3068]

1- Department of Environmental Health Engineering, Khansar Health Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
2- PhD Candidate, Environmental Science and Technology Research Center AND Department of Environmental Health Engineering, School of health, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran
3- Department of Environmental Health Engineering, Freidan Health Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
4- Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
5- PhD Candidate, Student Research Committee AND Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
Corresponding Author: Negar Jafari, Email: n64jafari@gmail.com