



آلودگی آب از طریق مواد دارویی و نحوه بهسازی آن‌ها

فریال روشن^۱

۱. دانشجوی کارشناسی رشته محیط زیست دانشگاه
گیلان
ferortish.r@gmail.com

چکیده:

در سال های اخیر رشد جمعیت و توسعه صنایع مختلف از جمله صنایع داروسازی و مصرف مواد دارویی، آلودگی منابع آب و به دنبال آن آلودگی محیط زیست را در پی داشته است. [۱] داروها در آب های زیرزمینی، که منبع اصلی تأمین آب آشامیدنی در بسیاری از کشورها و مناطق هستند، به طور گسترده در دهه گذشته مورد مطالعه قرار گرفت. [۳] در این مقاله از انواع گروه های دارویی در آب های زیرزمینی نام برده شده و اختصاصا اثرات وجود داروی دیکلوفناک در آب بر روی گروه های حساس و نحوه حذف این آلودگی بررسی شده که در نتیجه این مقاله، $6 = \text{pH}$ ، غلظت کربن $8/0$ گرم بر لیتر، دمای 20 درجه سانتی گراد به عنوان اعداد بهینه برای حذف به دست آمده و اثر زمان تماس در سه غلظت مختلف دیکلوفناک بررسی و روی نمودار نشان داده شده است.

کلمات کلیدی: آلودگی آب های زیرزمینی، دارو، دیکلوفناک

مقدمه:

داروها عناصر بسیار مهم و جزء لاینفک زندگی مدرن به شمار می آیند و برای درمان بیماری های انسان و

نسبت به پساب ورودی یا پساب تصفیه‌خانه دارد که نشان می‌دهد تغذیه طبیعی آب‌های زیرزمینی شامل آب رودخانه، فاضلاب تصفیه‌نشده یا سایر انتشارات، ممکن است منابع ایوپروفن باشند. [۷]

۳. تنظیم‌کننده‌های چربی

به‌طور کلی، فرکانس تشخیص گزارش شده تنظیم‌کننده‌های چربی و متابولیت‌ها در آب‌های زیرزمینی کمتر از برخی آنتی‌بیوتیک‌ها، ضد التهاب‌ها، کافئین، کاربامازپین و غیره است. [۷]

۴. کافئین

کافئین می‌تواند از طریق ادرار انسان یا لوله‌کشی خانگی وارد فاضلاب شود، زیرا در قهوه، چای و نوشابه‌ها به‌عنوان محرک به‌طور متوسط ۳۶۰ میلی‌گرم در لیتر وجود دارد. فرکانس تشخیص کافئین در آب‌های زیرزمینی و سطحی بالاتر است که عمدتاً به مصرف زیاد آن در زندگی روزمره نسبت داده می‌شود. اما غلظت آن‌ها در آب‌های زیرزمینی معمولاً بالا نیست که نشان می‌دهد یا در طی تصفیه فاضلاب حذف می‌شود یا به‌سرعت تخریب می‌شود. [۷]

حیوان مورد استفاده قرار می‌گیرند. داروهای مصرفی بدون تغییر به محیط‌زیست وارد می‌شوند و طی متابولیسمی که توسط باکتری‌ها صورت می‌گیرد، دوباره به ترکیبات فعال تبدیل می‌شوند. لذا فاضلاب شهری، آلوده به این داروها می‌باشد. در نهایت طی فصول مختلف، داروهای مصرفی توسط انسان و حیوان، به‌طریق مختلف به آب‌های زیرزمینی منتقل می‌شوند و در چرخه‌ای از آب، دوباره این آلاینده‌ها به موجودات زنده انتقال می‌یابند. [۳] پتانسیل وجود هورمون‌ها و مواد دارویی در آب آشامیدنی نگران‌کننده است زیرا قرار گرفتن ناخواسته در معرض برخی از این ترکیبات زیست فعال می‌تواند منجر به اثرات نامطلوب بر سلامت شود و طیف گسترده‌ای از عوارض جانبی از جمله اختلالات غدد درون ریز و مقاومت آنتی‌بیوتیکی را اعمال کند. برخی از اثرات، پایدار هستند. [۴] از آنجا که ترکیبات دارویی اغلب در سطوح پایین و در مخلوط‌هایی از پساب فاضلاب یافت می‌شوند یکی از منابع بالقوه آلاینده‌گی، ورود داروها به محیط‌زیست و استفاده از فاضلاب شهری در زمین‌های مجاز است. با رشد جمعیت انسانی، نیاز به تصفیه پایدار و استفاده مجدد از فاضلاب شهری به‌طور فزاینده‌ای ضروری می‌شود. [۵]

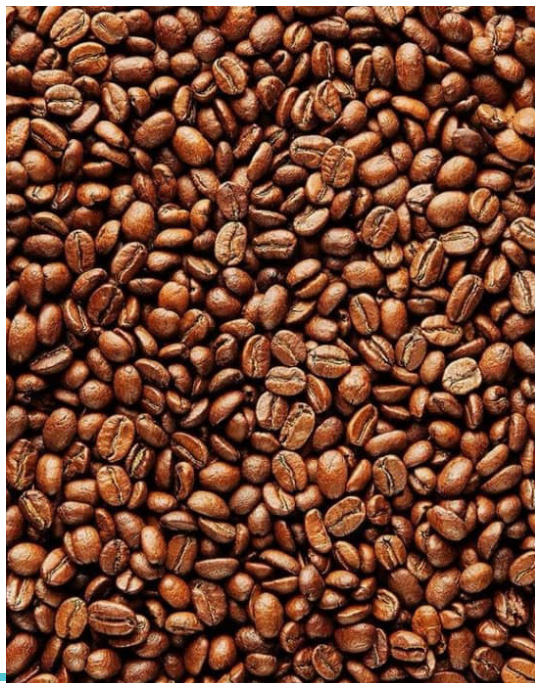
برخی از داروها در آب‌های زیرزمینی:

۱. آنتی‌بیوتیک‌ها

آنتی‌بیوتیک‌های متابولیزه ۲ و غیرمتابولیزه شده که از طریق ادرار و مدفوع ترشح می‌شوند، قبلاً در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب و آب‌های سطحی شناسایی شده‌اند. آن‌ها تا حدی در محیط تخریب می‌شوند و یا در بدنه‌های آبی انباشته می‌شوند. ماندگاری طولانی مدت آن‌ها در سطوح پایین می‌تواند باعث تکثیر باکتری-های مقاوم به آنتی‌بیوتیک در جریان‌های پایه رودخانه‌ها شود (بخشی از جریان که از آب‌های زیرزمینی تخلیه می‌شود و به رودخانه‌ها نفوذ می‌کند) و تا حدی ممکن است مقاومت دارویی میکرو ارگانیسم‌ها را افزایش دهد. نمونه‌های شناسایی شده در آب‌های زیرزمینی کشورهای مختلف از نظر غلظت و گونه متغیر هستند که نشان‌دهنده الگوهای مصرف متفاوت است. [۷]

۲. ضد التهاب‌ها و ضد درد‌ها

رایج‌ترین داروهای ضد التهاب و ضد درد در آب‌های زیرزمینی شامل ایوپروفن، دیکلوفناک و پاراستامول به‌دلیل مصرف زیاد آن‌ها در زندگی روزمره است. ایوپروفن در سفره‌های زیرزمینی غلظت بسیار بالاتری





۵. کاربامازپین

کاربامازپین دارویی است که برای درمان صرع استفاده می‌شود. این دارو همچنین می‌تواند برای درد عصبی ناشی از دیابت و درمان اختلال دو قطبی مصرف شود. مطالعات آب‌های زیرزمینی نشان داده که کاربامازپین می‌تواند پس از سفرهای ۸ تا ۱۰ ساله در سطح زیرزمینی دست نخورده باقی بماند. نه در معرض تخریب قرار بگیرد و نه جذب شود. [۷]

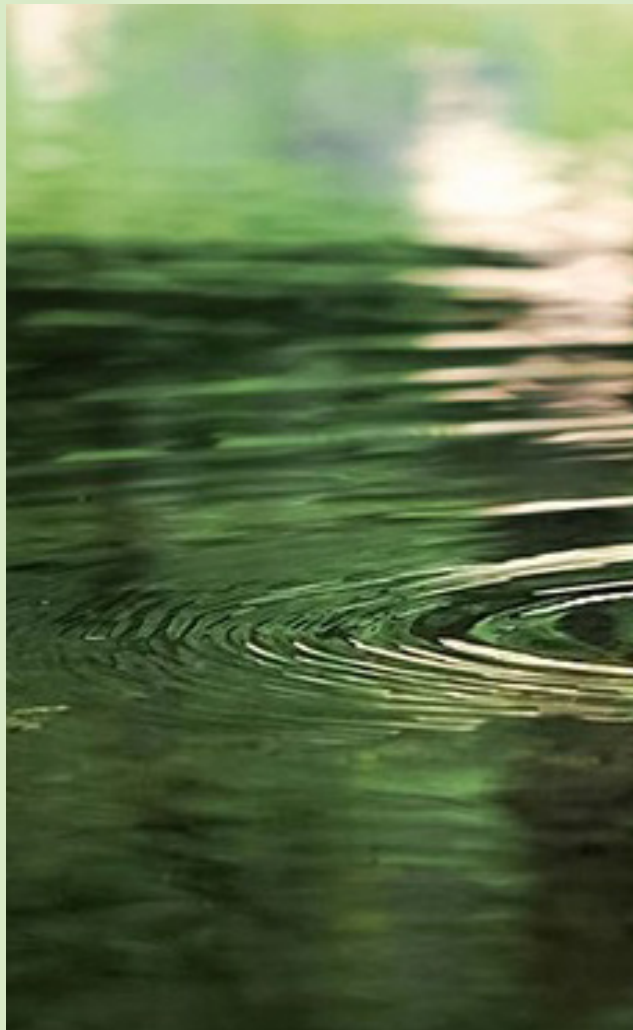
بررسی حذف مواد دارویی از آب:

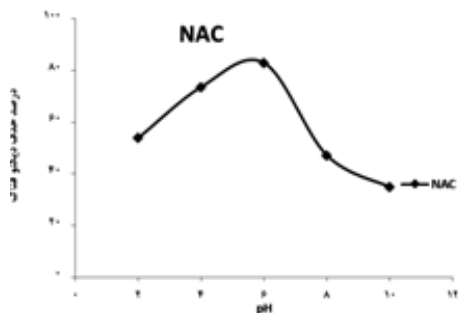
شناسایی داروها در منابع آبی مختلف نشان‌دهنده عملکرد نامناسب روش‌های معمول تصفیه آب است چراکه برخی از این ترکیبات، نظیر دیکلوفناک، پارابن، کاربامازپین، و دیازپام از نظر بیولوژیکی شاید به مولکول‌های کوچکتر تبدیل شود اما قابل حذف نیستند. [۲] در سال‌های اخیر برای حذف این آلاینده‌ها، تکنولوژی‌های پیشرفته‌ای نظیر اکسایش شیمیایی با استفاده از ازن و ازن/هیدروژن پراکسید، فیلتراسیون غشایی مانند نانو فیلتراسیون و اسمز معکوس، جذب سطحی با خانواده کربنی و جاذب‌های نانومغناطیسی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. فیلتراسیون غشایی برای تصفیه آب‌های سطحی و زیرزمینی که دارای آلودگی کمتری مثل مواد آلی طبیعی هستند مناسب و روشی برای جداسازی ذرات در محلول‌های مایع یا مخلوط‌های گازی است. فیلتراسیون غشایی به عنوان یک پیش تصفیه موثرتر از روش معمولی شناخته می‌شود زیرا سیستم‌های پیش تصفیه غشایی معمولاً به فضای کمتر و مواد شیمیایی در مقایسه با سیستم‌های پیش تصفیه معمولی نیاز دارند. [۶]

کربن فعال، ماده‌ای است که در انواع محصولات صنعتی و تجاری به کار رفته است. بیشتر مراکز تصفیه فاضلاب از این ماده برای تصفیه آب‌وگازهای متصاعدشده در این تأسیسات استفاده می‌کنند. کربن فعال یک ماده جامد جذب‌کننده خنثی است که عموماً برای جداسازی آلاینده‌های مختلف از آب و نیز گازهای فرآیندی استفاده می‌شود. کربن فعال یک ماده متخلخل ارزان و در دسترس برای جذب مواد است. ساختار آن به گونه‌ای است که به ازای هر گرم سطح بسیار زیادی برای جذب نسبت به سایر مواد ایجاد می‌کند. کربن فعال با باردار کردن موادی که به آن می‌چسبند، باعث چسبیده شدن سایر مواد به آن‌ها شده و باعث جدا شدن آن‌ها از مایع و چسبیده شدن به سطح کربن می‌شود.

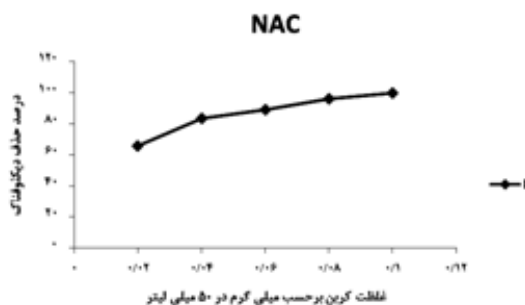
عوارض گروه دارویی دیکلوفناک روی گروه‌های حساس:

● مصرف غیر مجاز این دارو در زنان باردار در سه ماهه اول باعث نقائص مادرزادی و سقط جنین و در سه ماهه دوم باعث نارسایی کلیه جنین و اختلالات جدی قلبی و



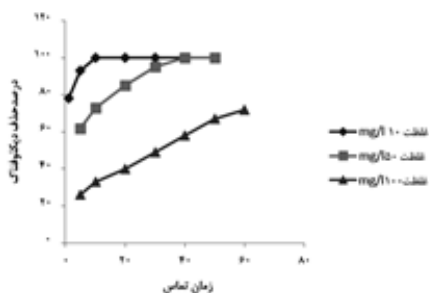


نمودار (۳) به علت سرعت جذب بالا، زمان تماس ۱۰ دقیقه به عنوان زمان بهینه انتخاب شده است. نتایج، نشان می‌دهد که در غلظت متوسط ۵۰ میلی گرم در لیتر با افزایش زمان تماس از ۱۰ به ۴۰ دقیقه درصد حذف از ۶۲/۵ درصد به ۱۰۰ درصد افزایش می‌یابد. با افزایش غلظت دیکلوفناک به ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر



بهره‌وری حذف کاهش می‌یابد، به طوری که در زمان بهینه ۱۰ دقیقه، ۳۳ درصد و در زمان ۶۰ دقیقه، ۷۲ درصد حذف اتفاق افتاد.

(۴) اثر دما: به منظور بررسی اثر دما در جذب دیکلوفناک توسط کربن در دماهای ۱۰ تا ۴۰ درجه سانتی گراد، محلول ۵۰ میلی گرم در لیتر دیکلوفناک



عروقی می‌شود.

• روی گروه‌های حساس: با توجه به مقدار نسبتاً کم این دارو‌ها در آب، اثرات آن پس از مصرف طولانی مدت بروز می‌کند که باعث بروز خون‌ریزی معده و روده اختلالات گوارشی می‌شود.

• در کودکان باعث احساس سرگیجه، استفراغ، دفع خون از ادرار، کم شدن آب بدن، اختلالات شنوایی و واکنش‌های آلرژیک می‌شود.

آماده‌سازی مواد و انجام آزمایش حذف دیکلوفناک:

در این آزمایش از دیکلوفناک با فرمول مولکول C16H19N3O5S با وزن مولکولی ۳۶۵ گرم بر مول استفاده شده است. کربن فعال از ضایعات باغی با استفاده از فعال‌سازی شیمیایی با NH_4Cl تهیه شده است. به طوری که ابتدا چوب انار به عنوان ماده پایه، پوست کنی و قطعه‌قطعه‌شده، سپس در دمای 400°C به مدت ۲ ساعت در خلأ کربنیزه شد. بعد از آن به مدت ۲۴ ساعت با محلول NH_4Cl دو درصد آغشته و در آن در دمای 100°C خشک شد. سپس کربن‌ها در دمای 400°C به مدت ۲ ساعت در اتمسفر گاز نیتروژن فعال‌سازی شدند. آزمایش‌ها در یک راکتور شیشه‌ای با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه انجام شد. در هر آزمایش ۵۰ سی‌سی از آب آلوده حاوی غلظت‌های مختلف دیکلوفناک ریخته شد و متغیرهای «دوز جاذب دیکلوفناک، pH، زمان تماس و درجه حرارت» بر حذف دیکلوفناک بررسی شده است.

نتیجه‌گیری:

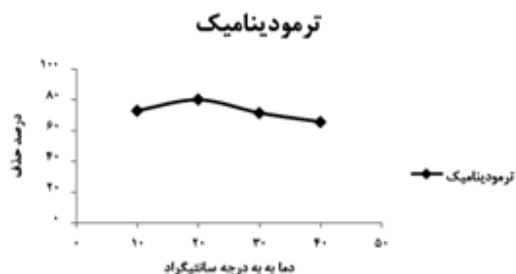
(۱) اثر pH: برای تعیین تأثیر pH محلول بر جذب دیکلوفناک توسط کربن در محدوده ۲-۱۰ pH با غلظت ۰/۸ گرم در لیتر کربن و غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر دیکلوفناک و زمان ۱۰ دقیقه آزمایش انجام شده است. مطابق نمودار (۱)، $\text{pH}=6$ بهترین برای حذف دیکلوفناک است. با افزایش pH از ۲ به ۶ بهره‌وری حذف از ۵۳/۵ درصد به ۷۹ درصد افزایش می‌یابد، سپس با افزایش pH به ۱۰ بهره‌وری تا ۳۵ درصد کاهش می‌یابد.

(۲) اثر غلظت جاذب: برای یافتن دوز بهینه غلظت‌های مختلف جاذب از ۰/۴ تا ۲ گرم بر لیتر از پودر کربن فعال شده با NH_4Cl در زمان تماس ۱۰ دقیقه استفاده شده است. مطابق نمودار (۲) با افزایش غلظت کربن، درصد حذف دیکلوفناک افزایش می‌یابد. غلظت ۰/۸ گرم بر لیتر به عنوان غلظت بهینه انتخاب شده است.

(۳) تأثیر غلظت دیکلوفناک و زمان تماس: در زمان‌های تماس ۱، ۲، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ دقیقه در pH بهینه ۰/۸ گرم بر لیتر کربن در سه غلظت ۱۰ و ۵۰ و ۱۰۰ mg/L دیکلوفناک آزمایش انجام شده است. مطابق

Zhaofu Qiu, Gang Yu. 2015. Occurrence, sources and fate of pharmaceuticals and personal care products in the groundwater: A review. Emerging Contaminants.11-1)

به مدت زمان ۱۰ دقیقه و غلظت کربن ۰/۸ گرم در لیتر اختلاط انجام گرفته است. مطابق نمودار (۴) با افزایش دما از ۱۰ به ۲۰ درجه سانتی گراد بهره وری حذف از ۷۳ درصد به ۸۰ درصد افزایش می یابد؛ اما با افزایش بیشتر دما تا ۴۰ درجه سانتی گراد بهره وری تا ۶۵/۷ درصد کاسته می شود.



منابع:

[۱] (ثمر مرتضوی، عیسی سلگی. ۱۳۹۳. بررسی حذف مواد دارویی (دیکلوفناک و ناپروکسن) از محلول های آبی با استفاده از نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و اشعه. پایان نامه)
 [۲] (سید رضا نبوی، مریم فهادی. ۱۳۹۷. مروری بر حذف آلاینده های دارویی از پساب توسط فرایندهای ازن زنی و اکسایش پیشرفته. نشریه علمی-ترویجی علوم و مهندسی آب و فاضلاب. شماره ۴. ۵-۱۷)
 [۳] (ناصر طهماسبی پور، راضیه رضوی. ۱۳۹۷. نقش داروها در آلودگی کیفیت آب زیرزمینی. سیزدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران و سومین همایش ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست)

- [4] (Laura M. Bexfield, Patricia L. Toccalino, Kenneth Belitz, William T. Foreman, and Edward T. Furlong. 2019. Hormones and Pharmaceuticals in Groundwater Used as a Source of Drinking Water Across the United States. Environmental Science & Technology. -2950 2960)
 [5] (McEachran, A. D., Shea, D., Bodnar, W., & Nichols, E. G. (2016). Pharmaceutical occurrence in groundwater and surface waters in forests land applied with municipal wastewater. Environmental toxicology and chemistry, 905-898, (4)35)
 [6] (Naidu, G., Jeong, S., Choi, Y., & Vigneswaran, S. (2017). Membrane distillation for wastewater reverse osmosis concentrate treatment with water reuse potential. Journal of Membrane Science, 575-565, 524)
 [7] (Qian Sui, Xuqi Cao, Shuguang Lu, Wentao Zhao,