

## ارزیابی غلظت عناصر سنگین در رسوبات سد گلستان استان خراسان رضوی

فاطمه خواجه اسحاقی\*، حجت امامی، رضا خراسانی

### چکیده

احداث سد بر روی رودخانه منجر به رسوب‌گذاری و به دنبال آن کاهش ظرفیت ذخیره مخزن سد می‌شود. رسوبات یکی از مهم‌ترین منابع آلودگی اکوسیستم می‌باشند و به عنوان یک مخزن برای آلاینده‌ها در محیط‌های آبی عمل می‌کنند. با توجه به خشکسالی‌های سال‌های اخیر و روند تغییرات اقلیمی در استان خراسان رضوی می‌توان گفت بارندگی‌های موسمی باعث تجمع رسوبات در پشت مخازن شده‌اند که ممکن است این رسوبات حاوی عناصر غذایی و حتی فلزات سنگین باشند؛ لذا هدف این مطالعه بررسی غلظت عناصر سنگین (آهن و منگنز) در رسوبات سد گلستان بود. برای این منظور ۵ نقطه انتخاب شد و میزان آهن (Fe) و منگنز (Mn) از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری رسوبات نمونه برداشته شده اندازه‌گیری شد. با توجه به نتایج مشخص شد با فاصله گرفتن از سد مقدار آهن (Fe) کاهش یافته و در نقطه شماره ۵ مجدد مقدار کمی افزایش داشته است. مقدار منگنز (Mn) نیز با افزایش فاصله از سد ابتدا کاهش یافت و سپس در دورترین نقطه از سد (نقطه شماره ۵) به بیشترین مقدار خود رسیده است، می‌تواند ناشی از تاثیر فرآیندهای طبیعی و انسانی مثل فرسایش در سال‌های اخیر باشد.

واژگان کلیدی: رسوب، سد، آهن، منگنز

### مقدمه

احداث سد بر روی رودخانه منجر به رسوب‌گذاری و به دنبال آن کاهش ظرفیت ذخیره مخزن سد می‌شود (Elahi and Kasefipour, 2016). رسوب‌گذاری باعث ایجاد محدودیت‌هایی برای مخزن می‌شود. مواد رسوبی که وارد مخزن می‌شوند، حاصل عمل فرسایش پوسته زمین می‌باشند که همراه با جریان آب رودخانه وارد مخزن می‌شوند. میزان این فرسایش تحت تاثیر عوامل زیادی همچون شرایط اقلیمی، ویژگی‌های زمین‌شناختی، توپوگرافی، پوشش گیاهی و همچنین کاربری اراضی می‌باشد. رسوبات بخش جدایی‌ناپذیر محیط‌های آبی هستند، زیرا به ارزیابی کل عناصر از جمله عناصر سنگین در آب و در نهایت محیط‌های آبی و توان زنده‌مانی موجودات زنده کمک می‌کنند (Miranda et al., 2021). رسوبات یکی از مهم‌ترین منابع آلودگی در یک اکوسیستم می‌باشند و به عنوان یک مخزن برای آلاینده‌ها در محیط‌های آبی عمل می‌کنند (Sakan et al., 2009). میزان آلودگی اکوسیستم‌های آبی به فلزات سنگین را می‌توان از سه راه آب، رسوبات و همچنین موجودات زنده موجود در این اکوسیستم‌ها مورد مطالعه قرار داد. فلزات سنگین در آب می‌تواند باعث تغییرات شدیدی در اکوسیستم‌ها شود. وجود این عناصر به دلیل بار منفی در میزان سمیت‌شان، ورود از طریق زنجیره غذایی و همچنین تجمع زیستی در بسیاری از گونه‌های در این اکوسیستم‌ها مورد مطالعه قرار داد. فلزات سنگین در آب می‌تواند باعث تغییرات شدیدی در اکوسیستم‌ها شود. وجود این عناصر به دلیل بار منفی در میزان سمیت‌شان، ورود از طریق زنجیره غذایی و همچنین تجمع زیستی در بسیاری از گونه‌های جانوری موجود در اکوسیستم آبی دارای اهمیت فراوانی می‌باشد (Al Naggar et al., 2018). در رابطه با بررسی غلظت عناصر سنگین در رسوبات سد مطالعات زیادی انجام شده است. Ghrefat و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی دریافتند که منشأ آلاینده‌های عناصر سنگین موجود در رسوبات موجود در سد آل عرب، آلاینده‌های محلی ناشی از فعالیت‌های انسانی نظیر استفاده از سموم، آفت‌کش‌ها و کودها و همچنین رهاسازی آلاینده‌های مراکز بهداشتی و درمانی در پساب‌های شهر ایربد است. آن‌ها آلودگی بسیار کم عناصر منگنز، آهن و مس و در مقابل آلودگی شدیدی را به عناصر روی و کادمیم در رسوبات گزارش کردند. مریخ پور و

همکاران (۱۴۰۰) بررسی انباشت عناصر سنگین و شاخص‌های کیفی رسوبات در سد کلان ملایر را مورد مطالعه قرار دادند و دریافتند که بالا بودن میزان غلظت برخی عناصر سنگین در ایستگاه‌هایی که در نزدیکی مزارع کشاورزی هستند را می‌توان ناشی از منابع انسانی و طبیعی همچون استفاده بیش از حد از نهاده‌های کشاورزی، کاربرد سموم و کود شیمیایی و ورود زه‌آب‌های اراضی زراعی نسبت داد. اسماعیلی و همکاران (۱۴۰۰) تجمع و آلودگی فلزات سنگین (جیوه، سرب، نیکل و وانادیم) وابسته به صنایع نفتی و پتروشیمیایی در رسوبات گلی و شنی در خوریا ماهشهر را بررسی کردند. بر اساس نتایج این تحقیق مشخص گردید که میانگین غلظت فلزات در ایستگاه‌های مختلف بین ۳۸/۷۹ تا ۶۴/۱۷ برای نیکل، ۲/۲۳ تا ۱۳/۱۸ برای سرب، ۰/۸۷ تا ۸/۱۲ برای جیوه و بین ۳۹/۳۲ تا ۶۲/۲۶ میکروگرم بر گرم برای وانادیوم به دست آمد. همچنین مشخص شد بیشترین غلظت مربوط به نیکل و کمترین مربوط به جیوه بود. با توجه به خشکسالی‌های سال‌های اخیر و روند تغییرات اقلیمی در استان خراسان رضوی می‌توان گفت بارندگی‌های موسمی باعث تجمع رسوبات در پشت مخازن سدها شده‌اند که ممکن است این رسوبات حاوی عناصر غذایی و حتی فلزات سنگین باشند؛ لذا بررسی غلظت عناصر سنگین (آهن و منگنز) در رسوبات ضروری می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### الف - منطقه مورد مطالعه:

در این مطالعه رسوبات جمع شده در پشت سد گلستان مورد مطالعه قرار گرفت. سد گلستان واقع در ۸ کیلومتری غرب شهر مشهد که بر روی رودخانه گلستان احداث شده و از نظر موقعیت جغرافیایی در  $36^{\circ} 32' N$  و  $59^{\circ} 42' E$  و در ارتفاع ۱۱۹۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است.

### ب - نمونه برداری:

برای این منظور پس از بررسی‌های اولیه در مورد مشخصات سد مورد مطالعه و آشنایی با موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناختی آن از طریق بازدید میدانی، به منظور آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی ۵ منطقه انتخاب شده و از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری رسوبات نمونه در فواصل تقریباً ۲۰۰ متری از یکدیگر و در محدوده اطراف سد برداشته شد (وانگ و همکاران، ۲۰۰۷).

### ج - اندازه‌گیری میزان آهن و منگنز:

میزان آهن (Fe) و منگنز (Mn) پس از عصاره‌گیری با DTPA-TEA (Lindsay & Norvell, 1978) و با استفاده از دستگاه ICP تعیین شد.

## نتایج و بحث:

در این مطالعه میزان آهن (Fe) و منگنز (Mn) در ۵ نقطه (۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ که به ترتیب نزدیک‌ترین و دورترین فاصله از سد را نشان می‌دهد) اندازه‌گیری شد و نتایج آن در جدول (۱) ارائه شده است. مطابق با نتایج ارائه شده در این جدول مشخص شد بیشترین مقدار آهن (Fe) در نقطه شماره ۱ ( $41081/9 \text{ mg kg}^{-1}$ ) که نزدیک‌ترین محل به سد می‌باشد و بیشترین مقدار منگنز (Mn) در نقطه شماره ۵ ( $862/240 \text{ mg kg}^{-1}$ ) که دورترین فاصله از سد می‌باشد، است. کمترین مقدار آهن (Fe) در نقطه شماره ۳ ( $37138/0 \text{ mg kg}^{-1}$ ) و همچنین کمترین مقدار منگنز (Mn) نیز در نقطه شماره ۳ ( $652/417 \text{ mg kg}^{-1}$ ) که نسبت به نقطه شماره ۱ فاصله بیشتری به سد دارد، می‌باشد. با توجه به این نتایج مشخص شد با فاصله گرفتن از سد مقدار آهن (Fe) کاهش یافته است و در نقطه شماره ۵ مجدد مقدار کمی افزایش داشته است. مقدار منگنز (Mn) نیز با افزایش فاصله از سد ابتدا کاهش یافت و سپس در دورترین فاصله از سد (نقطه شماره ۵) به بیشترین مقدار خود رسیده است. که می‌تواند ناشی از تاثیر فرآیندهای طبیعی و فرسایش آبی در سال‌های اخیر باشد. محیط ژئومورفولوژی نیز بر شرایط و مسائل زیست محیطی منطقه موثر می‌باشد. از آنجائی که محیط ژئومورفولوژی منطقه آب باران را به صورت جریان‌های سطحی و زیرزمینی به سمت سد و داخل سرباره‌های معدنی هدایت می‌کند، لذا امکان آلوده شدن منابع آب و انتقال آلودگی را فراهم ساخته است. در این

راستا راست منش و همکاران (۱۳۹۶) بیان کردند محتوای فلزات سنگین از جمله آهن (Fe) و منگنز (Mn) در رسوبات رودخانه بهممنشیر به دلیل ورود فاضلاب‌های شهری روستایی، کشاورزی و صنعتی و استفاده از قایق‌های موتوری، تعمیرات لنج، کشتیرانی در حاشیه رودخانه و ورود روغن‌موتورها به درون رودخانه به درون آن به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است. مرادی و سلگی (۱۳۹۸) بیان کردند میانگین غلظت فلزات آهن و منگنز در رسوبات ساحلی بندر بوشهر به‌ترتیب ۵۴۴/۷۷ و ۲۶۰/۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد. رضایی پور باغدر (۱۳۹۷) بیان کرد متغیرهای کبالت (Co) و آهن (Fe) به عنوان آلاینده‌های مهم رسوب باطله ناشی از کارخانه فرآوری سنگ آهن در منطقه بیابانی باقی می‌ماند که در صورت عدم اجرای اقدامات پیشگیرانه یا اصلاحی مناسب موجب آلودگی خاک و منابع آب منطقه خواهد گردید.

نتایج به‌دست آمده از رسوبات پشت سد گلستان با استانداردهای جهانی نشان داد که میزان عناصر مورد مطالعه در رسوبات منطقه به‌دلیل فاصله فاصله سد تا شهر در حد خطرناک و بحرانی نیست اما بایستی پیش از آنکه به تهدیدی جدی برای سلامت محیط زیست و موجودات منطقه تبدیل شوند، با اقدامات پیشگیرانه، مدیریت و نظارت صحیح از افزایش این آلاینده‌ها جلوگیری کرد. با توجه به موقعیت سد گلستان و نظر به توسعه منطقه اتخاذ راهکارهای مناسب برای کاهش آلاینده‌ها به‌ویژه برای فلز آهن و منگنز، ضروری است. نتیجه پژوهش حاضر می‌تواند مبنایی برای مقایسه غلظت این عناصر در آینده باشد. پیشنهاد می‌شود که اندازه‌گیری غلظت این عناصر در منطقه به‌طور متوالی انجام شود؛ زیرا ممکن است در آینده میزان آلودگی در منطقه افزایش یابد.

جدول ۱- میزان آهن (Fe) و منگنز (Mn) اندازه‌گیری شده در رسوبات پشت سد گلستان

منطقه نمونه‌برداری	آهن (Fe)	منگنز (Mn)	واحد
۱	۴۱۰۸۱/۹	۸۰۳/۳۶۴	mg kg <sup>-1</sup>
۲	۳۷۹۲۶/۷	۷۰۳/۰۲۲	mg kg <sup>-1</sup>
۳	۳۷۱۳۸/۰	۶۵۲/۷۱۴	mg kg <sup>-1</sup>
۴	۳۸۳۹۱/۲	۶۸۷/۵۶۴	mg kg <sup>-1</sup>
۵	۳۸۶۸۳/۹	۸۶۲/۲۴۰	mg kg <sup>-1</sup>

### نتیجه‌گیری

فلزات سنگین به علت عدم تجزیه‌پذیری شیمیایی و زیستی از آلاینده‌های پایدار و با دوام محیط زیست به شمار می‌آیند. این فلزات از طریق آب، خاک و هوا به واسطه منابع مختلف طبیعی و مصنوعی به چرخه طبیعت منتقل می‌شوند و اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت خطرناکی در آنها ایجاد کرده و در نتیجه به عنوان یک مخاطره جدی در ادامه حیات موجودات زنده تلقی می‌شوند. در این مطالعه غلظت عناصر سنگین (آهن (Fe) و منگنز (Mn)) در رسوبات سد گلستان واقع در استان خراسان رضوی بررسی شد که به طور کلی مشخص شد آلاینده‌های ورودی به محیط‌های آبی سبب افزایش غلظت فلزات سنگین سمی مانند آهن و منگنز در رسوبات فاصله گرفتن از سد مقدار آهن (Fe) کاهش یافته است و در نقطه شماره ۵ مجدد مقدار کمی افزایش داشته است. مقدار منگنز (Mn) نیز با افزایش فاصله از سد ابتدا کاهش یافت و سپس در دورترین فاصله از سد (نقطه شماره ۵) به بیشترین مقدار خود رسیده است. اصولاً رسوبات به عنوان بزرگ‌ترین انبار برای ذخیره آلاینده‌ها در محیط‌های آبی و همین‌طور جایگاهی خاص برای ناپاکی‌هایی که می‌توانند برای دوره‌های طولانی از زمان باقی بمانند، می‌باشد. با توجه به اینکه غلظت فلزات

سنگین آهن و منگنز در رسوبات سد گلستان با مقادیر استاندارد کیفیت رسوب امریکا (NOAA) و محیط زیست کانادا نشان داد که میزان عناصر مورد مطالعه در رسوبات منطقه به دلیل فاصله فاصله سد تا شهر در حد خطرناک و بحرانی نیست اما می توان با مدیریت و نظارت صحیح از افزایش غلظت آلاینده ها پیش گیری کرد .

## منابع

- [1] راست منش، فاطمه، زراسوندی، علیرضا، و طولابی، معصومه. (۱۳۹۶). بررسی غنی شدگی، سمناکی و خطر بوم شناختی فلزات سنگین در رسوبات سطحی رودخانه بهمنشیر آبادان. علوم مهندسی و آبیاری (مجله علمی کشاورزی)، ۴۰(ویژه نامه ۱/۱)، ۱۲۳-۱۳۷.
- [2] مرادی زهرا، سلگی عیسی. (۱۳۹۸). سنجش کیفیت رسوب بر اساس وضعیت فلزات سنگین (آهن، روی، مس، منگنز و نیکل) در رسوبات ساحلی بندر بوشهر. علوم آب و خاک. ۲۳ (۴): ۳۴۱-۳۵۳.
- [3] رضایی پورباغدر، عبدالحسین. (۱۳۹۷). ارزیابی وضعیت آلودگی برخی فلزات سنگین در رسوبات باطله ناشی از فرآوری سنگ آهن، اولین همایش بین المللی و سومین همایش ملی مدیریت پایدار منابع خاک و محیط زیست، کرمان.
- [4] Al Naggar, Y., Khalil, M. S., Ghorab, M. A. (2018). Environmental pollution by heavy metals in the aquatic ecosystems of Egypt. Open Acc. J. Toxicol, 3: 555603.
- [5] Elahi, A., Kasefipour, M. (2016). Laboratory analysis of the flushing cone dimensions at the upstream bottom outlets of dam reservoir for different entrance shape of bottom outlets using pressure flushing. Irrigation Sciences and Engineering, 39(2): 27-37.
- [6] Ghrefat, H. A., Abu-Rukah, Y., Rosen, M. A. (2011). Application of geoaccumulation index and enrichment factor for assessing metal contamination in the sediments of Kafraïn Dam, Jordan. Environmental monitoring and assessment, 178: 95-109.
- [7] Lindsay, W. L., Norvell, W. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil science society of America journal, 42(3): 421-428.
- [8] Miranda, L. S., Wijesiri, B., Ayoko, G. A., Egodawatta, P., Goonetilleke, A. (2021). Water-sediment interactions and mobility of heavy metals in aquatic environments. Water Research, 202: 117386.
- [9] Sakan, S. M., Đorđević, D. S., Manojlović, D. D., Predrag, P. S. (2009). Assessment of heavy metal pollutants accumulation in the Tisza River sediments. Journal of environmental management, 90(11): 3382-3390.

### Evolution the concentration of heavy elements in Golestan dam sediments in Razavi Khorasan province Hojjat Emami, Fatemeh Khajeh Eshaghi, Reza Khorasani

#### Abstract

Dam construction on a river leads to sedimentation and subsequent reduction in the storage capacity of the dam reservoir. Sediments are one of the most important sources of pollutants in ecosystems and act as a reservoir for pollutants in aquatic environments. Considering the droughts of recent years and the trend of climate change in Khorasan Razavi Province, it can be said that monsoon rainfall has caused the accumulation of sediments in dam reservoirs, which may contain nutrients and even heavy metals; therefore, the aim of this study was to investigate

the concentration of iron and manganese in the sediments of Golestan Dam. For this purpose, 5 points were selected and samples were taken from a depth of 0-10 cm of sediments and the amount of iron (Fe) and manganese (Mn) was measured. According to the results, the amount of iron (Fe) decreased with distance from the dam and increased slightly again at point number 5. The amount of manganese (Mn) also decreased with increasing distance from the dam and then reached its highest value at the farthest distance from the dam (point number 5). This could be due to the impact of natural processes and anthropogenic factors such as erosion, in recent years.

**Keywords:** Sediment, dam, iron, manganese