ارزیابی تأثیر مولیبدن معدن مس بر آلودگی آب‌های سطحی منطقه در دو فصل کم باران و پر باران

فاطمه گنجه‌ای زاده روحانی [*]

* مربی پژوهشی بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران،
Email: f.ganjei@yahoo.com

چکیده

آلودگی یکی از مسائل مهم محیط زیست می‌باشد. فلزات سنگین نیز یکی از آلوده کننده‌های محیط هستند که می‌توانند باعث آلودگی منابع آب و خاک و برهم خوردن تعادل اکوسیستم‌ها شوند. مولیبدن یکی از این عناصر است که دارای عدد اتمی ٤٢ و وزن اتمی ۹۵/۹۵ بوده و در صنایع مختلف از جمله هواپیماسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آلودگی توسط آن سلامت انسان را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد که از جمله اثر مستقیم آن بر روی دستگاه تنفسی است. در تحقیقی که درمنطقه سرچشمه انجام شد میزان مولیبدن در آب‌های سطحی در دو فصل کم باران و پر باران بررسی شد تا بتوان تأثیر کارخانه را در آلودگی رودخانه ارزیابی کرد. برای این منظور نمونه‌های آب در طول مسیر رودخانه جمع‌آوری و بعد از تغلیظ میزان مولیبدن در نمونه‌های آب با دستگاه جذب اتمی تعیین گردید. نتایج مقایسه میانگین نمونه‌های آب در دو فصل و قبل و بعد از سد رسوبگیر تفاوت معنی‌داری از نظر آلودگی به مولیبدن نشان داد. بیشترین غلظت آن بین کارخانه مس و سد رسوب‌گیر بود که ناشی از فاضلاب کارخانه مس بوده و به سمت سد رسوب‌گیر روانه شده و بعد از سد رسوب گیر به دلیل ته نشین شدن درآن از میزان آلودگی آب کاسته می‌شود. بر اساس استانداردهای اعلام شده، حد مجاز این عناصر در آب کشاورزی وآشامیدنی به ترتیب ۰/۰۱ و ۰/۰۷ میلی‌گرم بر لیتر است که غلظت این عنصر در نمونه‌های مورد آزمایش بیشتر بوده و برای آشامیدن و کشاورزی توصیه نمی‌شود.

واژگان کلیدی: آب، آلودگی، مولیبدن، عناصر سنگین، معدن، سرچشمه

بیان مسئله

فلزات سنگین از جمله آلوده کننده‌های منابع آب و خاک و عامل مهم در برهم خوردن تعادل اکوسیستم می‌باشند. هرچند وجود آن‌ها در حد مطلوب ضروری است اما افزایش یا کاهش شدید آن‌ها ضمن برهم زدن تعادل محیط زیست حیات موجودات زنده را در معرض خطر قرار می‌دهد. فلزات سنگین طبق تعریف به عناصری اطلاق می‌گردند که وزن مخصوص بیشتر از $5\ g/cm^3$ را به خود اختصاص داده و بطور طبیعی در قشر زمین وجود دارند که براثر فعل و انفعالات و عوامل طبیعی از قبیل آتشفشان‌ها، آتش‌سوزهای طبیعی، هوازدگی، فرسایش سنگ‌ها و رسوبات وارد اکوسیستم‌های آلی می‌شوند. ضمن آن

که توسط فعالیت‌های انسانی یا عوامل غیرطبیعی، از طریق فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی، استخراج معادن، مصرف سوخت‌های فسیلی و سایر مواردی که می‌توانند آلوده کننده باشند، میزان آن‌ها در محیط زیست افزایش می‌یابد (۳). فلزات از جمله آلاینده‌هایی هستند که در کالبد چرخه حیات تثبیت شده و وارد بدن آبزیان مختلف شده و یا از طریق گیاهان و حیوانات به مصرف انسان رسیده و ناراحتی‌های مختلفی را ایجاد می‌کنند (٤ و ٥). مولیبدن فلزی است که دارای ظرفیت‌های مختلف است که ظرفیت شش از انواع دیگر آن پایدارتر و در نتیجه خطرناک‌تر است. نخستین کاربرد اصلی مولیبدن در جنگ جهانی اول بود که به فولاد افزوده می‌شد و فولادهای مقاوم به حرارت را تولید می‌کرد، در زره پوش‌ها و موتور هواپیماها هم استفاده می‌شد. سولفور مولیبدن یا «مولیبدنیت» مهم‌ترین سنگ مولیبدن است که بیش‌تر همراه با سنگ‌های معدنی مس می‌باشد و بدین جهت محصول مولیبدن تا حد بسیار زیادی به مس بستگی دارد. مولیبدن در غلظت کم یک عنصر لازم و اساسی برای بهداشت و سلامت انسان و حیوان می‌باشد. متوسط میزان جذب مولیبدن برای افراد بالغ در دامنه حدود ۲٤۰–۷۵ میکروگرم در روز است که این دامنه در افراد با وزن‌های متفاوت مختلف است، در حالی که غلظت‌های بالاتر می‌تواند سمی و خطرناک باشد و وجود آن تا حدود زیاد زیان‌آور بوده و اثر مستقیم آن بر روی دستگاه تنفس است. علایم مسمومیت با مولیبدن به صورت تحریکات مخاط بینی، گلو و چشم، اختلالات تنفسی و گوارشی، اسهال، کاهش اشتها، بی‌حالی، سستی و کم شدن رشد و کمبود مس در بدن مشاهده می‌شود. یکی از علایم مشخص مسمومیت با مولیبدن کم خونی همراه با کم شدن مقدار هموگلوبین و نقصان گلبول‌های قرمز است (٦).

فلزات سمی از منابع مختلف وارد غذا و نهایتاً بدن انسان می‌شوند، از جمله خاکی که گیاهان مورد مصرف انسان یا دام در آن رشد می‌کنند و آبی که از آن آبیاری می‌شوند (۷). فاضلاب‌ها، کودها و دیگر مواد بکار برده شده در زمین‌های کشاورزی، آب استفاده شده در مراحل تهیه پخت غذا، تجهیزات، کانتینرها، لوازم و سایر چیزهایی که در مراحل انبار کردن و تهیه غذا بکار می‌رود (۸ ,۹). با توجه به منشأ وجود عناصر سنگین درمی‌یابیم که معادن و استخراج و فاضلاب‌های حاصل از آن‌ها می‌تواند نقش مهمی در آلوده کردن محیط زیست توسط این عناصر داشته باشد (۱۰). مطالعات مختلفی برای ارزیابی آلودگی در این منطقه صورت گرفته است (۱و۲) که نشان دهنده اهمیت موضوع است. بنابراین بررسی میزان آلودگی در آب‌های سطحی که در معرض آلودگی توسط کارخانه معدن مس سرچشمه است و به پایین دست باغات مختلف راه پیدا می‌کند اهمیت دارد.

معرفی دستاورد

ابتدا آمار و اطلاعات مربوط به حوزه‌های آبخیز واقع در منطقه مس سرچشمه و بخش‌های سراب و پایاب آب‌های سطحی آن جمع آوری گردید. سپس با توجه به نقشه‌های بارندگی موجود نمونه‌برداری‌ها در فصل تر در اواخر فروردین ماه به دلیل افزایش آب‌های سطحی و نمونه‌برداری‌ها در فصل خشک از اواخر شهریور تا اوایل مهرماه (به دلیل کاهش بارندگی در تابستان و کم شدن آب‌های سطحی) انجام گردید. نمونه‌برداری آب به این ترتیب انجام شد که در هر نقطه مشخص شده نمونه‌برداری آب از رودخانه به طور تصادفی از وسط و طرفین برداشته و پس از مخلوط کردن آن‌ها نهایتا از هر قسمت یک نمونه دو لیتری در بطری‌های پلی اتیلنی به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از عمل استخراج و پیش تغلیظ، توسط دستگاه جذب اتمی و از طریق کوره گرفیتی میزان مولیبدن اندازه‌گیری شد (جدول ۱). لازم به ذکر است که نمونه برداری از همه نقاط در هر فصل حداکثر طی یک دوره ده روزه انجام گرفت.

جدول۱- نتایج میزان مولیبدن در آب رودخانه شور در دو فصل کم باران و پر باران

نمونه آب	غلظت کل مولیبدن در فصل کم باران (mg/L)	غلظت کل مولیبدن در فصل پرباران(mg/L)
۱	۱/٤٦٤	۰/۶۶۷
۲	۱/۶۴۵	۰/۸۶۹
۳	۰/۸۶۹	۰/۶۹۶
٤	۱/۶۲۱	۰/۵۹۳
۵	۱/۶۰۳	۰/۶۰۲
٦	۱/۸۳۵	۰/۵۹۶
۷	۱/۵۹۲	۰/۵۳۲
۸	۱/۴۹۲	۰/۶۹۹
۹	۰/۸۹۵	۰/۷۸۱
۱۰	۱/۵۳۹	۱/۰۵۳
۱۱	۱/۸۰۵	۱/۱۱۸
۱۲	۱/۸۴۵	۱/۳۱۲
۱۳	۱/۰۰۱	۰/۹۹۸
۱٤	۱/۱۹۰	۰/۸۱۴
۱۵	۱/۱۸۳	۰/۸۰۲
۱٦	۱/۱۹۵	۰/۷۹۸
۱۷	۱/۱۷۶	۰/۸۱۱
۱۸	۰/۹۹۸	۰/۷۲۳
۱۹	۱/۱۸۸	۰/۷۴۶
۲۰	۱/۱۸۰	۰/۷۰۱
۲۱	۱/۰۹۱	۰/۴۵۵
۲۲	۲/۰۷۳	۱/۲۵۴
۲۳	۱/۴۹۷	۱/۱۷۶
۲٤	۰/۶۸۱	۰/۹۸۳
۲۵	۰/۴۲۰	۰/۶۹۹

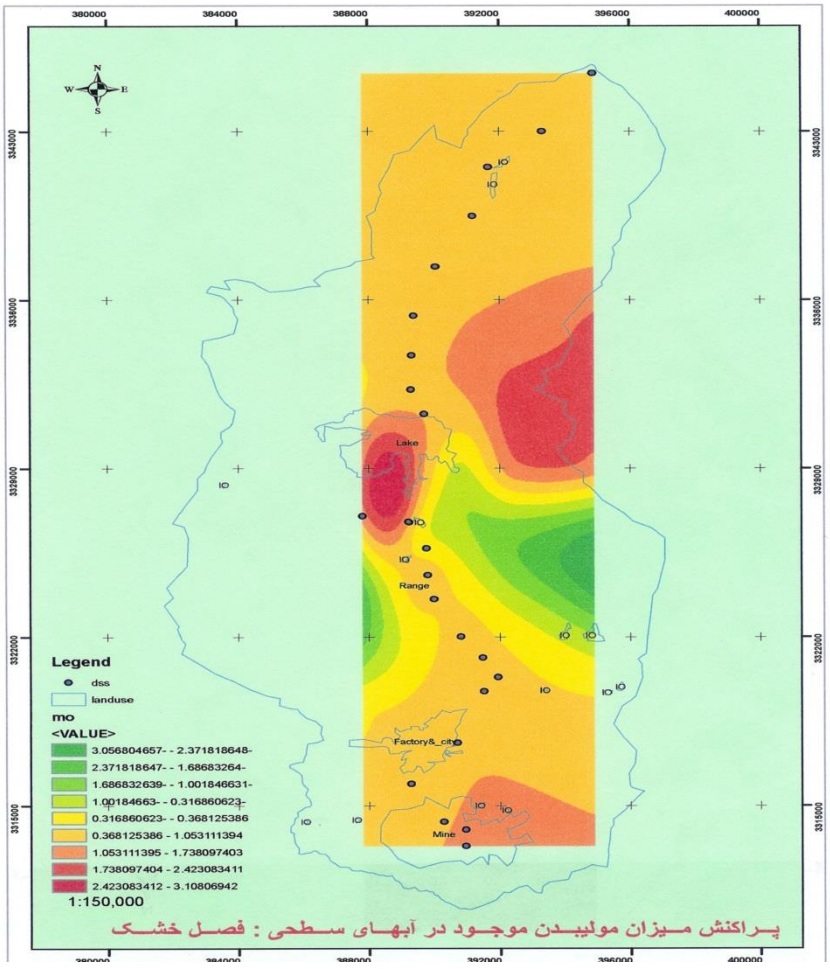
نتایج نمونه‌های آب در دو فصل تر و خشک نشان داد که بین نمونه‌های آب گرفته شده دراین دو فصل از نظر میزان مولیبدن تفاوت معنی‌دار وجود دارد و میزان بارندگی باعث رقیق شدن و کاهش میزان مولیبدن شده است. مقایسه نمونه‌های گرفته شده در دو فصل تر و خشک، قبل و بعد از سد رسوب‌گیر ایجاد شده در منطقه به طور جداگانه هم نشان داد که بین

نمونه‌ها قبل و بعد از سد در هر دو فصل از نظر میزان عنصر مولیبدن تفاوت معنی‌دار وجود داشت و می‌توان نتیجه گرفت سد رسوب‌گیر می‌تواند مقداری از آلودگی آب عبوری از معدن را کاهش دهد.

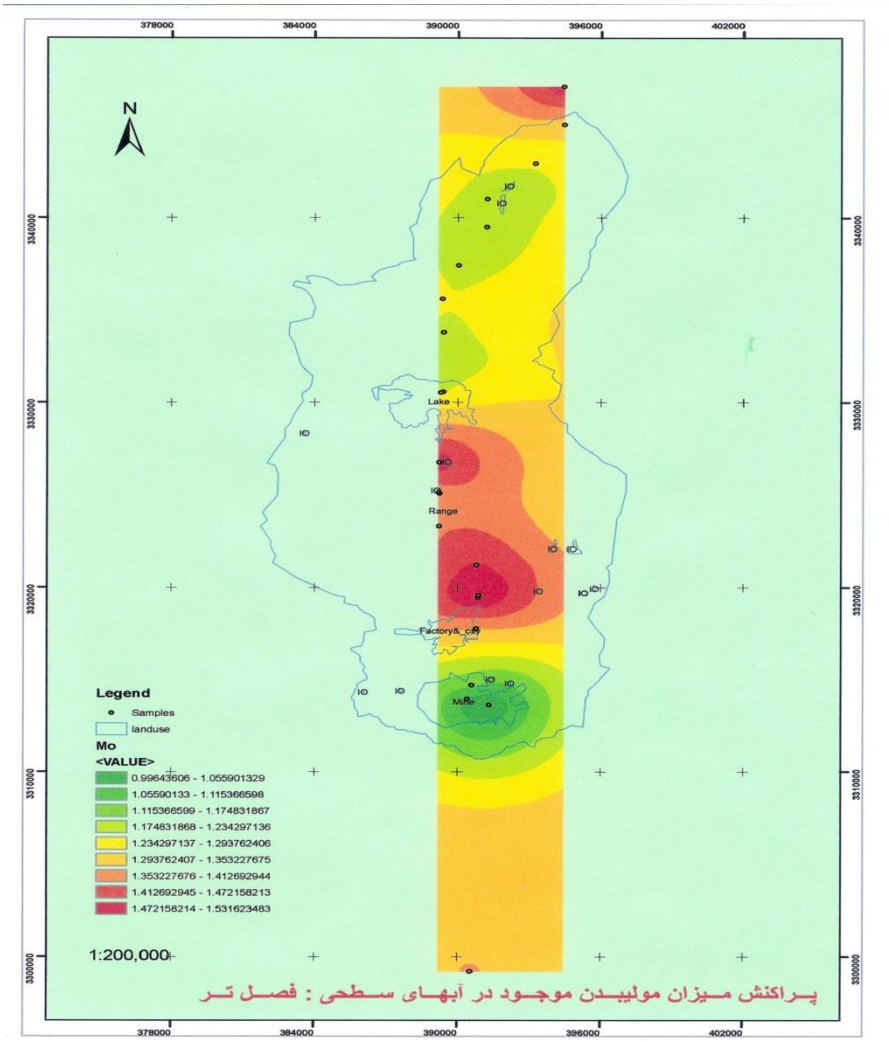
با مشاهده نقشه پراکنش آلودگی در آب‌های سطحی و با توجه به این‌که نمونه‌برداری‌ها در طول مسیر رودخانه از سمت معدن به سمت پایین دست یعنی شهر رفسنجان صورت گرفته است، ملاحظه شد که در فصل خشک بیش‌ترین میزان عنصر مولیبدن در مسیر رودخانه نزدیک ورودی سد رسوب‌گیر است که به دلیل انباشته شدن فاضلاب معدن درآن قسمت می‌باشد. در فصل تر نیز بیش‌ترین غلظت مولیبدن بین کارخانه مس سرچشمه و سد رسوب‌گیر دیده شد که می‌تواند ناشی از فاضلاب کارخانه مس و شهر سرچشمه باشد و بعد از سد رسوب‌گیر به دلیل ته نشین شدن درآن از میزان آلودگی کاسته می‌شود. بعد از سد رسوب‌گیر به سمت شهر رفسنجان نوسان تغییرات میزان مولیبدن زیاد نیست.

عناصر از دیدگاه بیماری‌زایی و مخاطرات بهداشتی در منابع آب و خاک رفتار متفاوتی داشته و هر کشور یا مؤسسه علمی، با لحاظ مسایل بهداشتی جامعه خاص و تا حدودی ملاحظات اقتصادی و اجتماعی منطقه خود استانداردهایی ارائه نموده است که بعضاً با یکدیگر تفاوت قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهند. در این تحقیق با مقایسه میزان مولیبدن نمونه‌ها با حد مجاز اعلام شده در استاندارد ملی ۱۰۵۳ و استاندارد اعلام شده توسط محیط زیست در آب کشاورزی که ۰/۰۱ و در آب آشامیدنی ۰/۰۷ میلی‌گرم بر لیتر است مشاهده شد که غلظت عنصر مولیبدن در آب بیش از حد مجاز بود.

شکل‌های ۱ و ۲ نقشه‌های پراکنش آلودگی توسط مولیبدن در آب‌های سطحی حوزه مورد نظر را نشان می‌دهد.



شکل ۱: نقشه پراکنش مولیبدن در فصل کم باران



شکل ۲: نقشه پراکنش مولیبدن در فصل پر باران

توصیه‌های ترویجی

آب از ضروری‌ترین عوامل توسعه جوامع انسانی بوده و ایران از جمله کشورهایی است که تأمین آب برای مصارف مختلف از دغدغه‌های مهم دولت‌مردان در راستای توسعه پایدار محسوب می‌شود. با توجه به حجم قابل توجه پساب‌های شهری، صنعتی و آب‌های برگشتی، برنامه‌ریزی جهت استفاده از این منابع با لحاظ کردن جنبه‌های زیست محیطی به‌عنوان راهکاری مناسب جهت جبران بخشی از این کمبودها و همچنین کاهش آلودگی‌ها اهمیت دارد. از آن‌جایی که اگر مولیبدن در بدن افزایش یابد خطرات قابل توجهی برای انسان ایجاد خواهد کرد و میزان به دست آمده مولیبدن در نمونه‌های آب خصوصاً در فصل کم باران قابل توجه بود، لذا بهتر است:

۱- آب‌های سطحی در این منطقه تا حد ممکن برای کشاورزی و یا استفاده احشام کم‌تر استفاده شود.

۲- در صورت نیاز به استفاده از آن به‌عنوان آب آبیاری، اسیدیته خاک و آب بررسی شود. چون میزان جذب مولیبدن در گیاه به رطوبت و اسیدیته خاک بستگی دارد.

۳- در صورت امکان میزان مولیبدن در زمان استفاده، مورد آزمایش قرار گیرد، چون بسته به شرایط محیطی ممکن است میزان آن تغییر کند.

٤- حد مجاز اعلام شده در استاندارد ملی ۱۰۵۳ این فلز در آب آشامیدنی حدود ۰/۰۷ میلی‌گرم بر لیتر است و با توجه به نتایج توصیه می‌شود از آب‌های سطحی منطقه جهت آشامیدن استفاده نشود.

٥- طبق حد مجاز توصیه شده توسط محیط زیست در آب کشاورزی (۰/۰۱ میلی گرم بر لیتر) استفاده از این آب برای کشاورزی نیز مضر است.

٦- باتوجه به وجود مجتمع مس سرچشمه و نتایج به دست آمده که نشان‌دهنده آلودگی است، لازم است اقدامات پیش‌گیرانه و کنترل آلودگی آب‌ها انجام شود. برای این‌کار می‌توان با پایش مستمر آلاینده‌ها باعث به حداقل رساندن نشتی فلزات سنگین و کاهش اثرات آن‌ها روی منابع آب و هم‌چنین اقداماتی جهت پالایش بهتر خروجی مجتمع سرچشمه برای کاهش و رفع آلودگی منطقه انجام داد.

فهرست منابع:

۱- خواجه‌پور، س. و عباس نژاد، ا. (۱۳۸۸). بررسی میزان غلظت فلزات سنگین در سفره آب زیرزمینی شهر رفسنجان. سومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست،تهران.

۲- اسلامی، ا. و همکاران (۱۳۹۸). ارزیابی کیفیت منابع آب آشامیدنی شهر رفسنجان با استفاده از مدل شاخص کیفیت آب در سال ۱۳۹۷: مطالعه توصیفی. ۱۸: ۹۸۵-۹۹٦.

3- Mikula, W., (1996). The pollution of soil and ground water by heavy metals sulfur and Nitrogen in the region of black petrochemical works Poland, pol. J. Environ. Stud., 5 (6). 45-49.

4- Adeyemi, A. A., & Ojekunle, Z. O. (2021). Concentrations and health risk assessment of industrial heavy metals pollution in groundwater in Ogun state, Nigeria. Scientific African, 11, e00666.

5- Clark, R. B., (1992). Marine pollution, oxford university press, 172 P.

6- Sadiq. M. (1992). Toxic metal in marin environments, Marcel Dekker. Inc. N. Y. 390 P.

7- Satteluand, D. R., (1998). Wild land watershed Management, the Ronald press company. Newyork.

8- Yang, J., Song, Z., Ma, J., & Han, H. (2020). Toxicity of Molybdenum-Based Nanomaterials on the Soybean–Rhizobia Symbiotic System: Implications for Nutrition. ACS Applied Nano Materials, 3(6), 5773-5782.

9- Ayers. R.S., (1976). Water Quality for Agriculture food and Agriculture organization of the United Nations, Rome, and Irrigation and Drainge paper. No: 29.

10- Ismail, A., Toriman, M. E., Juahir, H., Zain, S. M., Habir, N. L. A., Retnam, A., & Azid, A. (2016). Spatial assessment and source identification of heavy metals pollution in surface water using several chemometric techniques. Marine pollution bulletin, 106(1-2), 292-300.