

## بررسی عناصر آلاینده سرب و روی در آب های منطقه معدنی ایرانکوه

زهرا قضاوی<sup>1\*</sup>، محمدحسین محمودی قرایی<sup>2</sup>، اکبر قاضی فرد<sup>3</sup>

1. دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی، دانشگاه فردوسی مشهد

2. عضو هیئت علمی گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

3. عضو هیئت علمی گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان

Ghazavi.zahra.67@gmail.com

### چکیده

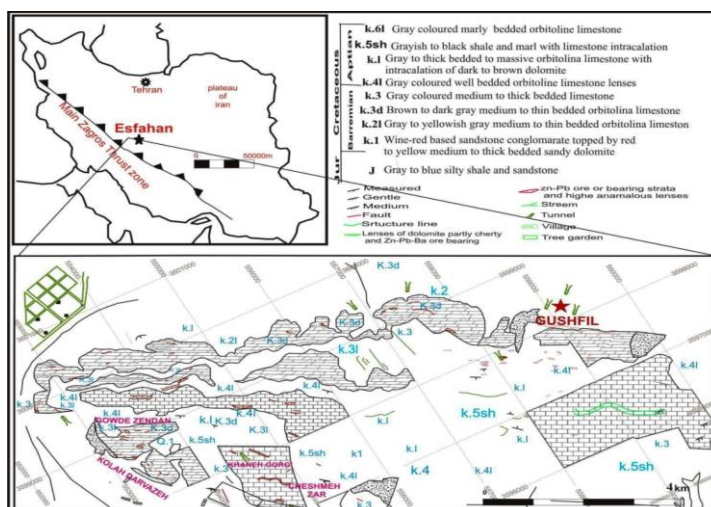
در این مطالعه کیفیت منابع آب منطقه معدنی ایرانکوه (جنوب غرب اصفهان) از نظر وجود فلزات سنگین سرب (Pb) و روی (Zn) مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور نتایج آنالیز 7 نمونه آب از سد باطله و 6 نمونه آب از چاه های اطراف منطقه، مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به استانداردهای WHO، استاندارد ایران و EPA میزان فلزات سرب و روی در همه ی نمونه های سد باطله بالاتر از حد مجاز استاندارد بوده ولی در چاه های منطقه پایین تر از این حد میباشد. با توجه به وجود سازندهای کربناته و pH قلیائی رسوبات و آبهای زیرزمینی منطقه می توان گفت که احتمالاً کانی های کربناته بستر سد باطله نقش مهمی در تثبیت فلزات سرب و روی و جلوگیری از حرکت آن ها به سمت چاه های اطراف داشته است.

**کلمات کلیدی:** منابع آب، سرب، روی، ایرانکوه، شعاع کولانسی، پتانسیل الکترودی

### مقدمه

در سال های اخیر مشکل آلودگی فلزات سنگین با توسعه ی صنعت در حال افزایش است. آب های زاید حاصل از معدنکاری و ذوب فلزات، الکتروپلیتینگ، و دیگر فرایندهای تولیدات صنعتی از جمله مهم ترین منابع آلودگی فلزات سنگین می باشند (Liang et al., 2011). آلودگی فلزات سنگین می تواند اثرات مضر بر روی منابع آب شیرین مانند سدها، دریاچه ها، رودخانه ها و آبخوان های آب زیرزمینی داشته باشد. از جمله فلزات آلاینده همراه با صنایع مختلف می توان به کادمیوم (Cd)، سرب (Pb)، جیوه (Hg)، وانادیوم (V) و روی (Zn) اشاره کرد که به عنوان فلزات سنگین خطرناک دسته بندی شده اند (Caliphas et al., 2009). این فلزات از طریق ورود به زنجیره ی غذایی مشکلات زیادی را برای حیوانات و گیاهان بوجود می آورند (Deming et al., 2009).

کانسار ایرانکوه واقع در 20 کیلومتری جنوب غرب اصفهان به عنوان یکی از بزرگترین ذخایر سرب و روی ایران شناخته می شود (داوودی فرد و همکاران، 1390). این منطقه با مختصات جغرافیایی طول های 32° 51' تا 32° 54' و عرض های 28° 32' تا 37° 32' شمالی در دامنه های شمالی و جنوبی سلسله جبال ایرانکوه (شاهکوه سابق) واقع شده است. رشته کوه ایرانکوه با امتداد کلی شمال غرب-جنوب شرق دارای طولی در حدود 25 کیلومتر و عرض حدود 3 کیلومتر می باشد (شکل 1).



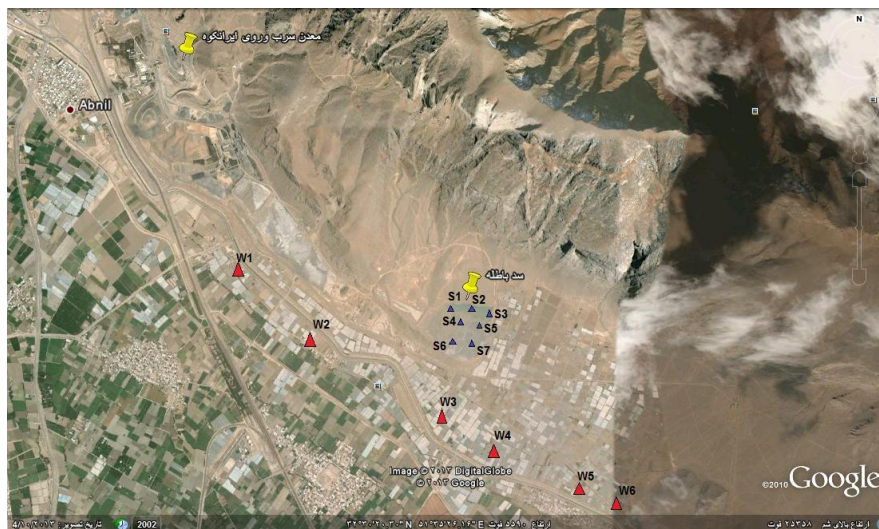
شکل 1- موقعیت جغرافیایی معدن (برگرفته از تیموری اصل و همکاران 1390)

سنگ های در بر گیرنده کانسار سرب و روی ایرانکوه عمدتاً سنگ های کربناتی کرتاسه و شیل ژوراسیک است. نهشته های ژوراسیک در منطقه شامل شیل های خاکستری تیره، شیل زیتونی و ماسه سنگ می باشند که سنگ های کربناتی کرتاسه با دگرشیبی زاویه دار بر روی آن ها قرار می گیرند. کانه زایی در هر دو یال شمالی و جنوبی رشته کوه ایرانکوه و عمدتاً در نهشته های کربناته صورت گرفته است (تیموری اصل و همکاران، 1390). ذخیره سرب و روی از نوع کارستی و تیپ احتمالی MVT است. کانسنگ این ذخیره معدنی از کانه های اسمیت زونیت، سروزیت، اسفالریت و گالن تشکیل شده و کانی های گانگ شامل دولومیت، کلسیت، باریت، همی مورفیت، مالاکیت و مارکاسیت می باشد. آبشویی و هوازدگی شیل های منشأ، سنگ آهک دولومیتی میزبان و کانه ها و گانگ ها در طول زمان احتمالاً باعث رها شدن فلزاتی شده است که در کانه زایی تیپ دره می سی سی پی یافت می شوند. از جمله این فلزات می توان به نقره، آنتیموان، کادمیوم، آرسنیک، سرب و روی اشاره کرد (داوودی فرد و همکاران، 1390).

در این مطالعه میزان غلظت عناصر سرب و روی در پساب سد باطله ی این معدن و نیز چاه های آب روستاهای اطراف ناحیه معدنی مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از این مطالعه مقایسه ی غلظت عناصر و EC در استخر باطله و چاه های اطراف منطقه ی معدنی و بررسی تأثیر pH و محیط های کربناته بر تحرک فلزات سرب و روی می باشد.

### مواد و روش ها:

پس از نمونه برداری از نقاط مختلف (شکل 2) آزمایشات مربوط به آنالیز نمونه های پساب استخر باطله در آزمایشگاه زیست آزمون پارس انجام شده و آزمایشات مربوط به آنالیز چاه های آب توسط شرکت آزمون صنعت آتیه گستران سبز انجام شده است. در هر دو آزمایشگاه که معتمد سازمان محیط زیست می باشند میزان عناصر سرب و روی بوسیله ی دستگاه جذب اتمی و بر حسب میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شده است. میزان اسیدیته بوسیله ی pH متر و مقادیر هدایت الکتریکی توسط EC متر اندازه گیری شده است.



شکل 2- موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه برداری

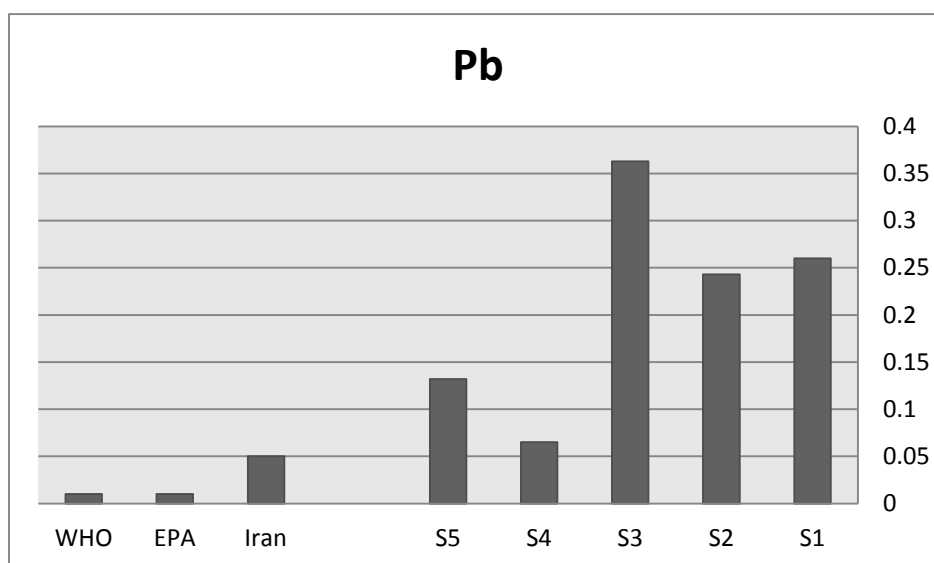
### نتایج و بحث:

آب های زیرزمینی در طی فعالیت های معدنی و در تبادل با سنگ و خاک دچار کاهش کیفیت می شوند و مقادیر بالایی از سرب، روی و کادمیوم را نشان می دهند (Guiquiu *et al.*, 2010). عوامل بسیاری بر تحرک فلزات سنگین در خاک و آب و یا به عبارتی بر جذب و واجذب آن ها تأثیر می گذارند که از آن جمله می توان به pH محیط، ظرفیت تبادل کاتیونی، محتوای مواد ارگانیک، ساختمان خاک، میزان کربنات موجود در خاک و ویژگی های یون فلزی (الکترون گاتیویته، پتانسیل یونیزاسیون، ثابت هیدرولیز، شعاع یونی و پتانسیل احیا) اشاره کرد (Deming *et al.*, 2009). جدول 1 میزان فلزات سرب و روی و نیز پارامترهای pH و EC اندازه گیری شده از هفت نمونه ی آب برداشت شده از استخر باطله و شش نمونه از چاه های واقع در اطراف ناحیه ی معدنی را نشان می دهد.

جدول 1- برخی پارامترهای صحرایی و عناصر اندازه گیری شده در نمونه های مورد مطالعه

Sample ID	Pb(mg/l)	Zn(mg/l)	pH	EC(ms/cm)
S1	0/26	28/0	6/50	11/21
S2	0/243	32/6	7/10	9/65
S3	0/363	7/635	8/05	8/35
S4	0/065	6/04	7/56	7/17
S5	0/132	21/4	7/01	9/81
S6	-	7/1	6/77	9/70
S7	-	6/56	6/58	9/82
W1	<0/05	0/14	7/66	4/94
W2	<0/05	0/24	7/08	6/73
W3	<0/05	0/05	7/95	3/98
W4	<0/05	0/07	7/72	4/41
W5	<0/05	0/1	7/4	6/47
W6	<0/05	0/18	7/34	8/46

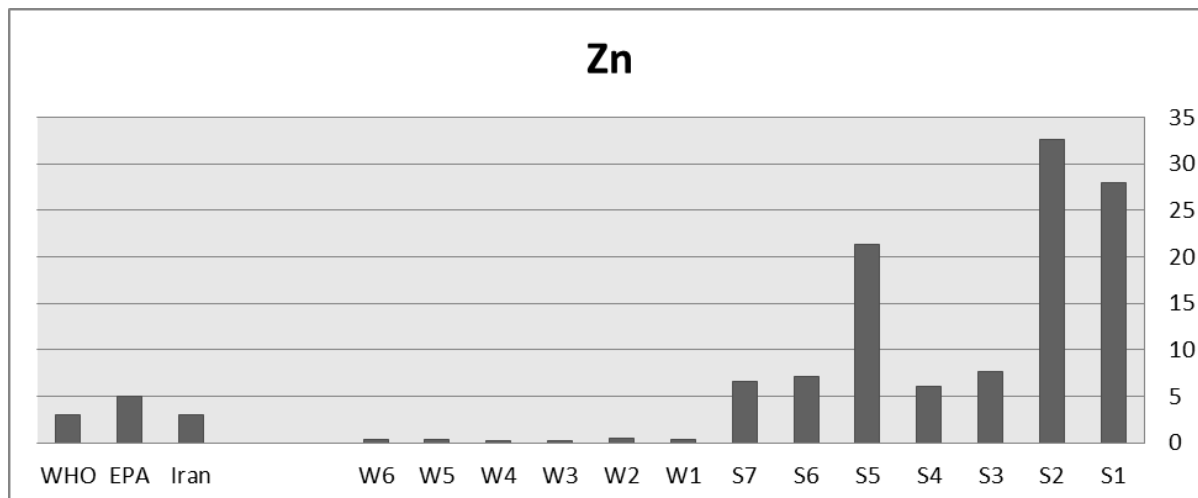
در آنالیز نمونه های پساب حاصل از استخر باطله ی معدن در نمونه های S1، S2، S3، S4 و S5 میزان سرب به ترتیب 0/26، 0/243، 0/363، 0/065 و 0/132 میلی گرم بر لیتر (ppm) اندازه گیری شده است. شکل 1 میزان سرب در این نمونه ها را در مقایسه با مقدار مجاز آن در استانداردهای ایران، EPA و WHO که به ترتیب 0/05، 0/01 و 0/01 میلی گرم بر لیتر است نشان می دهد.



شکل 3- نمودار میله ای مقادیر سرب در نمونه های آب استخر باطله و مقایسه آن با استانداردها

همانطور که از نمودار فوق استنباط می شود میزان سرب در این 5 نمونه بالاتر از حد مجاز استاندارد می باشد. لازم به ذکر است در آنالیز نمونه های برداشت شده از چاه های آب اطراف ناحیه ی معدنی، میزان سرب کم تر از 0/05 میلی گرم بر لیتر تعیین شده است که اگر چه مقدار حقیقی آن مشخص نیست ولی میتوان گفت که از حد مجاز استاندارد ایران پائین تر است.

آنالیز نمونه های پساب استخر باطله و چاه های آب برای عنصر روی نیز در شکل 2 نمایش داده شده است.



شکل 3- نمودار میله ای مقادیر عنصر روی در نمونه های آب استخر باطله و چاه های اطراف، و مقایسه آن با استانداردها

میزان روی در تمام نمونه های منطقه معدنی بالاتر از حد مجاز استاندارد WHO یعنی 3 میلی گرم بر لیتر می باشد ولی در آنالیز نمونه آب چاه های اطراف معدن مشخص شد که میزان روی به مقدار زیادی کاهش یافته و به زیر حد استاندارد رسیده است. بنابراین مقدار موجود روی در آب چاه ها برای مصارف مختلف مشکلی ایجاد نخواهد کرد.

pH نمونه های حاصل از سد باطله در محدوده ی 6/5 تا 8/05 تغییر می نماید ولی اکثر نمونه ها دارای pH حدود 7 می باشند. pH آب چاه ها بالاتر از 7 است. بنابراین می توان گفت آب های زیر زمینی منطقه در محدوده قلیایی بوده و از آن جا که عنصر سرب در pH حدود 6 به بالا و عنصر روی در pH حدود 6/5 به بالا از محلول خارج می شوند، می توان اظهار داشت که به احتمال زیاد امکان محلول ماندن این دو فلز در آب های زیر زمینی منطقه وجود نداشته بلکه در این شرایط عناصر سرب و روی رسوب می نمایند. مقدار EC بیان کننده میزان شوری و در واقع مجموع املاح موجود در آب است که در نمونه های پساب استخر محدوده بالاتری را نسبت به نمونه های حاصل از چاه های اطراف نشان می دهد. بر اساس مطالعات پیشین (تیموری اصل و همکاران 1390) مشخص شده است که اغلب سنگ های منطقه و بخصوص سنگ بستر سد باطله از جنس کربناته می باشند. کانی های کربناته توانایی به دام انداختن فلزات سنگین را در شبکه خود دارند و با توجه به سیستم تبلور خود می توانند انواع مختلفی از عناصر را در شبکه کریستالی محصور نمایند. پتانسیل الکترودی استاندارد و شعاع کوولانسی دو ویژگی اصلی فلزات در رابطه با جذب کاتیونی می باشند. با افزایش شعاع کوولانسی و کاهش پتانسیل الکترودی میزان جذب کاهش می یابد (Deming *et al.*, 2009). از آن جا که شعاع کوولانسی سرب کمتر از روی و پتانسیل الکترودی آن بیش تر از روی است میزان جذب این عنصر توسط خاک های کربناته ی سد باطله بیش تر از روی می باشد.

ورود عناصر به آب های زیرزمینی منوط به پدیده ی واجذب است. در محدوده ی pH بین 2 تا 8 مقدار واجذب سرب و روی بسیار پایین است (Deming *et al.*, 2009). بنابراین با توجه به این که pH منطقه در همین محدوده است پدیده ی واجذب بسیار کم اتفاق می افتد و عناصر سرب و روی به میزان بسیار کمی به آب های زیرزمینی راه می یابند.

### نتیجه گیری

منطقه مورد مطالعه به علت داشتن منابع سرب و روی دارای اهمیت اقتصادی می باشد. با وجود این که مقادیر فلزات سرب و روی در نمونه های آب سد باطله بیشتر از حد مجاز استاندارد بود ولی در نمونه های چاه های آب اطراف میزان این فلزات به زیر حد استاندارد رسیده است که با توجه به وجود سازندهای کربناته و pH قلیائی رسوبات و آبهای زیرزمینی منطقه می توان گفت که احتمالاً کانی های کربناته بستر سد باطله باعث تثبیت فلزات سرب و روی و جلوگیری از حرکت آن ها به سمت چاه های اطراف شده است. بنابراین عملیات استخراج و بهره برداری از این معدن عامل تهدید کننده جدی برای منابع آب اطراف نمی باشد و استفاده از آب چاه ها جهت مصارف مختلف از نظر وجود فلزات سنگین بلا مانع به نظر می رسد.

### منابع

- تیموری اصل ف.، پاکزاد ح. ر. و باقری ه.، (1390) "بررسی منشأ فلزات و سیالات کانه زا در کانسار سرب و روی ایرانکوه"، مجله پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی، شماره سوم، پاییز 1390، صفحات 102-83.
- داوودی فرد م.، فرقانی گ. و اسماعیلی ح.، (1390). "توزیع عناصر سرب، روی، آنتیموان، کادمیوم و آرسنیک در منطقه معدنی ایرانکوه"، سی امین گردهمایی علوم زمین.

- Deming, D., Xingmin, Z., Xiuyi, H., Jinfu, L. and Ming, G. (2009). "Investigation of the potential mobility of Pb, Cd and Cr(VI) from moderately contaminated farmland soil to groundwater in Northeast, China", Journal of hazardous material, vol. 162, pp. 1261-1268.
- Caliphs, M.Z., Jonathan, O.O., Mahlatse, M.S., Nana, M.A. and Rotimi, S. (2009). "Application of maize tassel for the removal of Pb, Se, Sr, U and V from borehole water contaminated with mine wastewater in the presence of alkaline metals", Journal of hazardous material, vol. 164, pp. 884-891.
- Guiqiu, C., Guangming, Z., Chunyan, D., Danlian, H., Lin, T., Liang, W. and Gouli, S. (2010). "Transfer of heavy metals from compost to red soil and groundwater under simulated rainfall conditions", Journal of hazardous material, vol. 181, pp. 211-216.
- Liang, N., Yang, L., Dai, J. and Pang, X. (2011). "Heavy metal pollution in surface water of Ling Long gold mining area, China", Procedia environmental sciences, vol 10, pp. 914-917.