

# هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8<sup>th</sup> Symposium of Sedimentological  
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024  
University of Hormozgan

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲  
دانشگاه هرمزگان

## هیدروژئوشیمی چشمه های آبگرم خورگو در شمال خاوری شهر بندرعباس

سمیه قلندرزاده<sup>۱</sup>، پیمان رضائی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه هرمزگان

<sup>۲</sup> دانشیار دانشکده علوم پایه، گروه زمین شناسی، دانشگاه هرمزگان

\*ایمیل نویسنده مسئول: somayehghalandarzadeh@gmail.com

**چکیده:** در شمال خاوری شهر بندرعباس سه چشمه آبگرم در روستای خورگو قرار دارد. برای تحقق اهداف پژوهش ۶ نمونه آب (در فصل کم آبی و پرآبی) از این چشمه ها برداشت گردید یافته ها نشان میدهد که مجموع بیشترین مقدار کاتیون و آنیون ها به ترتیب در چشمه ۱، ۳ و ۲ می باشد. ترکیب آب این چشمه ها در زون ۷ که نوع آب سدیم کلریدی است قرار میگیرد. از لحاظ کاتیونی در گروه D که کاملاً سدیمی پتاسیمی و به لحاظ آنیون کاملاً کلریدی است قرار میگیرد. کیفیت آب هر سه چشمه در سطح نامناسب و غیر قابل شرب و کاملاً نامطبوع برای مصارف شرب قرار دارد همچنین در مصارف کشاورزی در رده خیلی شور و نامناسب است. برای استفاده در مصارف صنعتی در رده رسوب گذار میباشد. بررسی شاخص فلزی در نمونه های چشمه برای کلیه فلزات حاکی از محتوی بالای فلزات سنگین در آب دارد.

**واژگان کلیدی:** هیدروژئوشیمی، محیط زیست، چشمه آبگرم، بندرعباس، خورگو

### ۱- مقدمه

چشمه ها از منابع آب زیر زمینی محسوب می شوند و امروزه علاوه بر مصارف شرب، صنعتی و بعضاً کشاورزی، کارکرد های زمین پزشکی و گردشگری نیز دارند. نوع و منشأ این چشمه ها نقش اساسی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها

# هشتمین همایش ملی انجمن رسوب‌شناسی ایران



**8<sup>th</sup>** Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024  
**University of Hormozgan**

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲  
دانشگاه هرمزگان

دارد به صورتی که چشمه های هم دما در یک منطقه بسته به منشأ زمین شناسی دارای خواص شیمیایی متفاوتی اند (Karagözoğlu and Çetin , 2022; Yan et al, 2021) از چشمه های مهم استان هرمزگان میتوان به چشمه های سه گانه خورگو در شمال خاوری شهر بندرعباس اشاره کرد.

## ۲- موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی

استان هرمزگان با حدود ۶۸۴۷۲ کیلومتر مربع وسعت، در جنوب ایران و در شمال تنگه هرمز واقع شده است (شکل ۱). گستره مورد مطالعه با مختصات جغرافیایی ۲۷° ۰۲' ۲۵ و ۲۷° ۰۲' ۴۴ شمالی تا ۴۲° ۵۵' ۰۰ و ۴۲° ۰۶' ۴۲ شرقی، در ۶۰ کیلومتری باختر شهرستان بندرعباس ( شمال خاور بندر خمیر)، در استان هرمزگان قرار دارد (نقشه راه علوم زمین و معدن استان هرمزگان، ۱۳۹۹) این گستره در پهنه رسوبی - ساختاری زاگرس چین خورده قرار دارد.



شکل (۱) موقعیت راه های دسترسی به چشمه های آبگرم خورگو ( اطلس گیتاشناسی راه های کشور، ۱۴۰۱)

# هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



8<sup>th</sup> Symposium of Sedimentological Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024  
University of Hormozgan

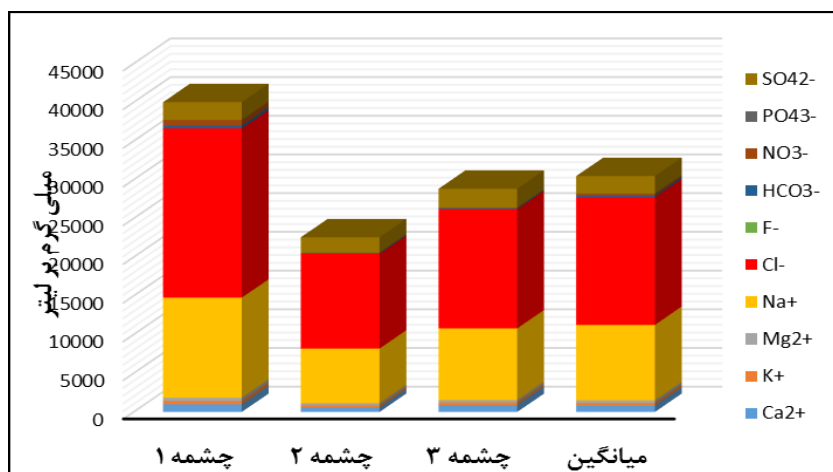
۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲  
دانشگاه هرمزگان

### 3- مواد و روش

به منظور بررسی هیدروژئوشیمیایی آب چشمه ها ۶ نمونه آب (در فصل کم آبی و پرآبی) برداشت گردید غلظت های کاتیون و آنیون در آزمایشگاه به روش استاندارد اندازه گرفته شد. برای ارزیابی کیفی آب این چشمه ها نیز شاخص های نظیر دما، کدورت، PH، هدایت الکتریکی، سختی کل، کل مواد جامد محلول، شاخص های کیفی (درصد سدیم، نسبت جذب سدیم، کربنات سدیم باقیمانده، سدیم بی کربنات باقیمانده، پتانسیل شوری، شاخص نفوذ پذیری، خطر منیزیم و نسبت کلی) مورد اندازه گیری واقع شد همچنین آنالیز ICP-OES برای بررسی فلزات سنگین انجام گرفت.

### 4- بحث و نتایج

نتایج آنالیز کاتیون و آنیون های نمونه های آب در سه چشمه آب خورگو در شکل ۲ و جدول ۱ ارائه شده است. بررسی غلظت کاتیون ها و آنیون ها در سه چشمه مذکور نشان می دهد که مجموع بیشترین مقدار کاتیون و آنیون ها به ترتیب در چشمه ۱، ۳ و ۲ می باشد. مهم ترین کاتیون های موجود به ترتیب میزان عبارت هستند از کلسیم، پتاسیم، منیزیم و مهم ترین آنیون ها نیز به اولویت مقدار شامل آنیون کلر، بی کربنات و سولفات میباشد.



شکل ۲: مقایسه اندازه ذرات در رسوبات سه چشمه آبگرم خورگو

# هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



**8<sup>th</sup>** Symposium of Sedimentological  
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024  
**University of Hormozgan**

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲  
دانشگاه هرمزگان

بر مبنای معیار کیفیت آب شرب، طبقه بندی شولر (۱۹۶۲) آب هر سه چشمه از نظر کاتیون و آنیون ها در سطح غیرقابل آشامیدن قرار دارد بر مبنای طبقه بندی کیفی شولر آب چشمه خورگو دارای سختی بسیار زیاد و در سطح غیرقابل آشامیدن قرار دارد. مقدار کل مواد جامد نیز در چشمه های آبگرم خورگو دارای میانگین غلظت ۳۰۱۰۰ میلی گرم بر لیتر و کمینه غلظت نیز ۴۰۶۰۰ در چشمه ۱ و بیشینه غلظت ۲۵۸۵۰ در چشمه ۲ و ۳ است. بر مبنای این شاخص آب چشمه آبگرم خورگو در رده بسیار سخت قرار دارد بر مبنای این رده بندی نیز آب چشمه خورگو در رده آب نمکی قرار دارد. میانگین هدایت الکتریکی نمونه های آب سه چشمه ۴۳۰۰۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر می باشد که به لحاظ کیفی در رده ابر شور میباشد و این آب ها برای آبیاری و کشاورزی مناسب نیستند. آنچه مشهود است وجود املاح زیاد در چشمه های آبگرم خورگو است که سبب شده آب این چشمه برای مصارف آشامیدنی و کشاورزی غیرقابل استفاده باشد. این امر به دلیل قدرت انحلال بالا در این چشمه ها می باشد.

| جدول (۱) نتایج آنالیز هیدروژئوشمیایی چشمه آبگرم خورگو |         |        |        |         |
|-------------------------------------------------------|---------|--------|--------|---------|
| Element                                               | چشمه ۱  | چشمه ۲ | چشمه ۳ | میانگین |
| pH@25°C                                               | 6.77    | 6.74   | 6.75   | 6.75    |
| Turbidity                                             | 44      | 4      | 6      | 18      |
| TPH                                                   | 4159.1  | 2646.7 | 3542   | 3449    |
| EC                                                    | 58000   | 35500  | 35500  | 43000   |
| TDS                                                   | 40600   | 24850  | 24850  | 30100   |
| Alkalinity                                            | 291.8   | 116.2  | 116.2  | 174     |
| Ca <sup>2+</sup>                                      | 997     | 590.2  | 901.3  | 829.5   |
| K <sup>+</sup>                                        | 440     | 280    | 330    | 350     |
| Mg <sup>2+</sup>                                      | 406.2   | 285.3  | 314.3  | 335     |
| Na <sup>+</sup>                                       | 12931.2 | 7033.5 | 9256.5 | 9740    |
| Cl <sup>-</sup>                                       | 21867.7 | 12230  | 15410  | 16502   |
| F <sup>-</sup>                                        | 1.9     | 2      | 1.9    | 1.93    |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                         | 350.16  | 139.44 | 139.44 | 210     |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                          | 735.2   | 10.13  | 21.09  | 255     |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>                         | 0.531   | 0.05   | 0.05   | 0.2     |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>                         | 2302    | 2000   | 2464   | 2255    |
| دما                                                   | 27      | 23     | 22     | 24      |
| دبی                                                   | 0.022   | 0.007  | -      | 0.11    |

# هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



**8<sup>th</sup>** Symposium of Sedimentological  
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024  
**University of Hormozgan**

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲  
دانشگاه هرمزگان

## رده بندی نوع آب

ترکیب شیمیایی و نوع آب معمولاً با استفاده از نمودار پایپر تعیین میگردد. بر مبنای نمودار پایپر نمونه های چشمه در رده ۷ که نوع آب سدیم کلریدی است قرار می گیرند. از لحاظ کاتیونی نیز در گروه D قرار می گیرند که کاملاً سدیمی پتاسیمی و به لحاظ آنیون کاملاً کلریدی می باشد وجود رسوبات تبخیری نیز در تشکیل این نوع آب مشهود می باشد.

## کیفیت آب برای مصارف شرب

بر مبنای نمودار شولر، و گراف Mg و Ca آب هر سه چشمه در سطح نامناسب قرار دارد و روند تغییرات این کاتیون در هر سه چشمه مشابه است. بر مبنای کاتیون Na و شاخص TDS و آنیون Cl این آب در سطح غیرقابل شرب قرار دارد. بر مبنای مقدار TH نیز در سطح کاملاً نامطبوع قرار دارد. در تمامی این شاخص ها مقدار شاخص های چشمه ۱ بسیار بالاتر بوده است.

## کاربرد در مصارف کشاورزی

رده بندی عمومی کیفی برای مصارف کشاورزی وجود دارد بر مبنای SAR، EC، Na% و خطر شوری می باشد. شوری و مقدار سدیم موجود در آب از مهمترین معیارهای کیفی در طبقه بندی آب از منظر کشاورزی می باشد. شوری با معیار هدایت الکتریکی و سدیم با نسبت جذبی سدیم (SAR)، سنجیده می شود. نتایج نشان می دهد که آب چشمه های خورگو، در کلاس خیلی شور و نامناسب برای کشاورزی قرار دارد.

## استفاده در مصارف صنعتی

مشخصات نوع آبهایی که در صنعت استفاده می شوند با توجه به نوع صنایع متفاوت است. هر چه میزان کلسیم آب بالاتر باشد خاصیت رسوبگذاری آب بیشتر و خوردگی آب کمتر می باشد. بررسی ها نشان می دهد آب چشمه های خورگو در هر سه چشمه از نوع رسوبگذار می باشد.

# هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



**8<sup>th</sup>** Symposium of Sedimentological  
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024  
**University of Hormozgan**

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲  
دانشگاه هرمزگان

## فلزات سنگین

در نمونه های آب بیشینه میانگین غلظت به ترتیب متعلق به فلزات آرسنیک، نیکل، سرب، روی و کادمیوم می باشد . در چشمه ۱، غلظت همه فلزات در فصل پرآبی بیش از کم آبی است و این تغییرات در فلز سرب بیشتر مشهود است. در چشمه ۲ نیز الگو مشابه چشمه ۱ است و تنها تفاوت در غلظت فلز نیکل و به مقدار کمتر فلز آرسنیک می باشد که در فصل کم آبی غلظت بیشتری دارد. الگوی تغییرات غلظت فلزات در چشمه ۳ نیز مشابه ۲ چشمه دیگر می باشد. غلظت عناصر در چشمه ها در فصل های کم آبی و پرآبی متغیر است. در فصل پرآبی دبی آب و سرعت انحلال املاح در آب چشمه ها بالاتر و غلظت عناصر نیز نسبت به کم آبی افزایش یابد غلظت فلزات سنگین در نمونه های آب در هر سه چشمه بیش از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی (WHO,2011) می باشد و از این رو آب این چشمه ها در شرایط نامناسب زیست محیطی قرار دارد. بررسی شاخص فلزی در نمونه های چشمه برای کلیه فلزات حاکی از غیرقابل شرب بودن آب این چشمه ها و همچنین محتوی بالای فلزات سنگین در آب دارد قسمتی از این فلزات می تواند در ارتباط با منشا زمین زاد چشمه و نهشته های اطراف آن باشد.

## نتیجه گیری

نتایج حاصل از پژوهش بیانگر آن است که نوع آب سدیم کلریدی و از لحاظ کاتیون سدیمی پتاسیمی و آنیون کاملاً کلریدی میباشد. آب سه چشمه برای مصارف شرب و کشاورزی نامناسب است برای استفاده در صنعت در رده رسوب گذار میباشد. غلظت فلزات سنگین در نمونه های آب در هر سه چشمه بیش از حد مجاز سازمان بهداشت جهانی است غلظت همه فلزات در فصل پرآبی بیش از کم آبی است. از این رو آب این چشمه ها در شرایط نامناسب زیست محیطی قرار دارد همچنین سنگ های آذرین و رسوبی (به ویژه تبخیری) متشکله سری هرمز (پرکامبرین پسین-کامبرین پیشین) که پی سنگ گستره مورد مطالعه را پدید آورده اند، منشا اصلی تمام یون های موجود در آب این چشمه ها هستند.

## مراجع

موسسه گیتاشناسی (۱۴۰۱): اطلس راه های ایران ، موسسه گیتاشناسی ، ۶۵ص  
نقشه راه علوم زمین و معدن استان هرمزگان، ۱۳۹۹، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۲۱۶ص.

# هشتمین همایش ملی انجمن رسوب شناسی ایران



**8<sup>th</sup>** Symposium of Sedimentological  
Society of Iran / 31 Jan - 1 Feb 2024  
**University of Hormozgan**

۱۱ و ۱۲ بهمن ماه ۱۴۰۲  
دانشگاه هرمزگان

- Karagözoğlu, M. B., & Çetin, F. N. (2022). The Physical, Chemical and Biological Properties of Kangal Hot Spring Water and Its Use in the Treatment of Psoriasis with the Molecular Docking. *Turkish Journal of Science and Health*, 3(2), 123-130.
- Piper AM. A Graphic Procedure in the Geochemical Interpretation of Water Analysis: US Department of the Interior, Geological Survey, Water Resources Division ...; 1953.
- Schoeller. H.,( 1962). Les eaux souterraines. Pari: Masson and Cie.
- Yan, Z., Xu, W., Luo, X., You, Y., & Wen, H. (2021). Sedimentation sequence of a high-temperature silica-rich hot spring: evidence from isothermal evaporation experiments and from petrology and mineralogy of sinters. *Carbonates and Evaporites*, 36(2), 1-16.