

مطالعه ایزوتوپ‌های پایدار ^{18}O و D در چشمه‌های منطقه تنگ بیجار - غرب استان

ایلام

یاسمن رفیقدوست^۱، رضا موسوی حرمی^۲، محمد حسین محمودی قرایی^۳، اسدالله

محبوبی^۲

۱ دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم پایه، گروه زمین‌شناسی، مشهد

۲ استاد دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم پایه، گروه زمین‌شناسی، مشهد

۳ دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم پایه، گروه زمین‌شناسی، مشهد

خلاصه

جهت بررسی منشأ آب چشمه‌های منطقه تنگ بیجار، تعداد ۱۲ نمونه آب از چشمه‌های شناسایی شده در منطقه برداشت و مورد آنالیز و مطالعه ایزوتوپ‌های پایدار ^{18}O و δD قرار گرفت. مقادیر اندازه‌گیری شده ایزوتوپ‌ها بین $-3/85\%$ و $-6/29\%$ (SMOW) برای ایزوتوپ اکسیژن، و بین $-15/4\%$ و $-28/3\%$ (SMOW) برای ایزوتوپ دوتریم در تغییر بود. تمامی نمونه‌ها شامل مقادیر مثبت برای $d\text{-excess}$ بودند. داده‌های ایزوتوپی نشان می‌دهد که آب چشمه‌های منطقه مستقیماً از نزولات جوی منشأ گرفته و به این دلیل که منطقه از نظر آب و هوایی خشک و نیمه خشک می‌باشد، تبخیر و تفکیک ایزوتوپی در آن تأثیر به‌سزایی داشته است.

کلمات کلیدی: تنگ بیجار، ایزوتوپ ^{18}O ، ایزوتوپ D ، تفکیک ایزوتوپی

مقدمه

مقادیر ایزوتوپی اکسیژن و دوتریم به عنوان ابزاری بسیار مفید در درک تغذیه و تخلیه سامانه آب‌های زیرزمینی بکار می‌روند (Salameh and Rimawi, 1984; Zagona et al., 2007). با توجه به اینکه نسبت‌های ایزوتوپی اکسیژن و هیدروژن در آب‌های سطحی و زیرزمینی محیط‌های قاره‌ای به آب‌های متئوریک وابسته هستند، بر این اساس، Craig در سال ۱۹۶۱ رابطه زیر را تعریف کرد که به معادله خط جهانی آب‌های متئوریک "GMWL" معروف است:

$$\delta\text{D} = 8\delta^{18}\text{O} + 10 \quad (\text{Craig } 1961)$$

اگرچه ترکیب ایزوتوپی اکسیژن و دوتریم آب‌های متئوریک متغیر هستند، ولی ترکیب ایزوتوپی اغلب باران‌ها و برف‌ها در نزدیکی خط جهانی آب‌های متئوریک (GMWL) قرار می‌گیرند.

مطالعات ایزوتوپی از بارش‌های مختلف نشان می‌دهد که بخش‌های متوالی از هر بارش می‌تواند به شدت متفاوت باشد (Rindsberger et al., 1990). بارش‌های به شکل باران (مایع) و بارش‌های به شکل برف و تگرگ (جامد) می‌توانند دارای ترکیب ایزوتوپی متفاوتی باشند، چرا که در حالت مایع قطرات باران می‌توانند متحمل تبخیر شده و ایزوتوپ آن با بخار اتمسفر در حین فروآمدن به سطح زمین مبادله شود (Clark and Fritz, 1997).

تفکیک ایزوتوپی در محیط‌های خشک و نیمه خشک نسبت به محیط‌های با آب و هوای مرطوب نیز بسیار متفاوت می‌باشد. در شرایط رطوبت ۱۰۰٪، بخار آب در تعادل ایزوتوپی با آب دریا بوده و اولین بارش بر روی خط آب‌های متئوریک (GMWL) قرار می‌گیرد. زمانی که رطوبت

در محیط کمتر می شود، بخار آب به شدت از نظر ایزوتوپی کاهش یافته و بارش در این مناطق در بالای خط GMWL قرار می گیرد (Clark and Fritz, 1997).

هدف از انجام این پژوهش رسم خط ایزوتوپی آب چشمه های مورد مطالعه و مقایسه آن با خط ایزوتوپی آب های متئوریک جهانی و همچنین بررسی عوامل موثر بر ترکیب ایزوتوپی آب چشمه ها بر اساس مطالعات ایزوتوپی در این منطقه می باشد. منطقه تنگ بیجار در غرب شهرستان ایلام و از نظر ساختاری، در ناحیه زاگرس جوان قرار داشته و بخشی از جنوب غربی سیستم چین خورده زاگرس را تشکیل می دهد. این کمر بند چین خورده از نظر ذخایر هیدروترمالی حائز اهمیت می باشد، چرا که در بردارنده بسیاری از چشمه های آب گرم با میانگین دمای ۴۰ تا ۴۵ درجه سانتیگراد و چشمه های آب سرد با میانگین دمای ۱۵-۲۰ درجه سانتیگراد می باشد (Rafighdoust et al., 2015).

در این مطالعه تعداد ۱۲ ایستگاه جهت نمونه برداری از چشمه های منطقه جهت بررسی های هیدروژئوشیمیایی و ایزوتوپی در اردیبهشت ماه (۱۳۹۱) انتخاب و برداشت شده است. این نمونه ها شامل ۱۰ نمونه از چشمه های آب سرد که اهالی منطقه به عنوان آب شرب از آن استفاده می کنند و دو نمونه از چشمه های آب گرم منطقه که جهت مصارف درمانی بوده است، برداشت شد. اندازه گیری درجه حرارت، pH و EC بلافاصله پس از برداشت همراه با موقعیت جغرافیایی هر نمونه انجام شد. نمونه های تهیه شده از چشمه ها جهت انجام آنالیز ایزوتوپ های پایدار $\delta^{18}\text{O}$ و δD به آزمایشگاه ایزوتوپی دانشگاه کلرادو آمریکا جهت آنالیز منتقل شد. مقادیر اندازه گیری شده ایزوتوپ ها بین $-3/85\%$ و $-6/29\%$ (SMOW) برای ایزوتوپ اکسیژن، و بین $-15/4\%$ و $-28/3\%$ (SMOW) برای ایزوتوپ دوتریم در تغییر است. تمامی نمونه ها شامل مقادیر مثبت d-excess هستند (جدول ۱).

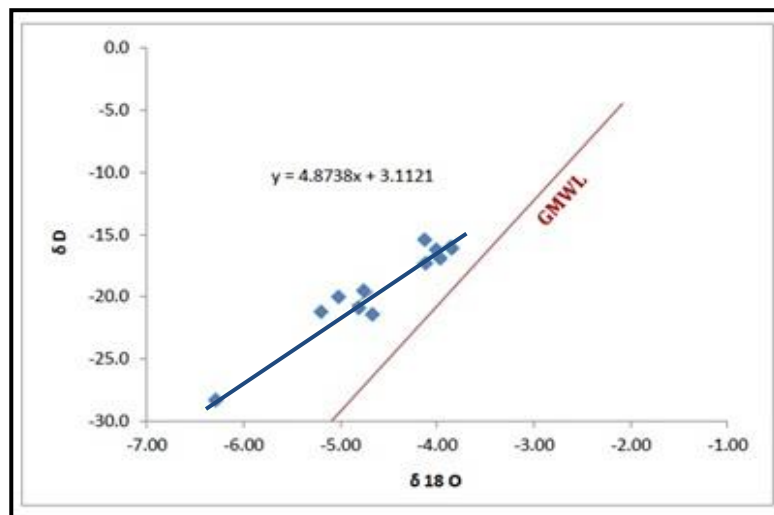
بحث

در این بررسی، مطالعه ایزوتوپ های پایدار در چشمه های منطقه تنگ بیجار، جایی که ارتباط بین شارژ و تخلیه آب های زیرزمینی نیاز به بررسی دارد، انجام شده است. نتایج بدست آمده از ایزوتوپ های اکسیژن و دوتریم نمونه های آبی چشمه های مربوط به ناحیه مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. در شکل ۱ این مقادیر ایزوتوپی با خط آب های جوی جهانی مقایسه شده اند. پس از رسم و پلات کردن داده های مربوط به چشمه ها در نمودار ایزوتوپ اکسیژن در مقابل دوتریم (شکل ۱)، نتایج نشان می دهد که نمونه های ایزوتوپی مورد مطالعه، نزدیک به خط آب های جوی جهانی و بالای آن پلات می شوند که بیانگر این است که آب چشمه ها از آب های جوی نشأت گرفته اند و دلیل قرارگیری داده های ایزوتوپی مورد مطالعه در بالای خط باران جهانی می تواند تبخیر ثانویه در یک محیط خشک و نیمه خشک باشد (Rafighdoust et al., 2015). این ارتباط در محیط های خشک و نیمه خشک بسیار رایج بوده و نشان می دهد میزان تبخیر در این آب ها تأثیر گذار بوده است.

ID	EI	Latitude (N)	Longitude(E)	Location name	EC	TDS	pH	T	d O18	dD	d-excess
Sr 1	946	33° 46'	46° 01'	Kamankoh mountain	535	342.4	7.6	21	-4.81	-20.9	17.6
Sr 2	899	33° 46'	46° 01'	Kamankoh mountain	1450	928	7.7	29	-3.97	-16.9	14.9
Sr 11	697	33° 47'	45° 57'	Cheshmeh-ramezan	310	198.4	8.2	23	-4.12	-17.3	15.7
Sr 14	676	33° 46'	45° 57'	Sefidkuh mountain	1000	640	7.5	23	-4.76	-19.5	18.6
Sr 17	646	33° 46'	45° 56'	Tang-Hamam	875	560	7.2	44	-6.29	-28.3	22
Sr 19	619	33° 46'	45° 56'	Tang-Hamam	1070	684.8	7.8	25	-3.85	-16.1	14.7
Sr 20	619	33° 46'	45° 56'	Tang-Hamam	1090	697.6	7.6	26	-3.86	-16	14.9
CH1	966	33° 50'	45° 54'	kamane-Kabud mountain	1075	688	7.3	21	-5.2	-21.2	20.3
CH3	929	33° 49'	45° 54'	Sarban-Pitak Village	800	512	7.7	30	-5.02	-20	20.2
CH4	930	33° 49'	45° 54'	Sarban-Pitak Village	560	358.4	8.1	22	-4.01	-16.2	15.9
TB3	346	33° 41'	45° 52'	Tang-Bijar	10000	6400	6.3	40	-4.13	-15.4	17.6
GJ2	592	33° 45'	45° 56'	Ganjvan	525	336	7.8	20	-4.67	-21.4	16

جدول ۱- پارامترهای صحرایی و آزمایشگاهی بدست آمده از چشمه های منطقه مورد مطالعه (یون ها بر حسب میلی گرم بر لیتر)

بطور کلی تبخیر در آب می تواند باعث سنگین شدن مقادیر ایزوتوپی اکسیژن و دوتریم آب باقیمانده شود، ولی اگر تبخیر در مناطق خشک و نیمه خشک به تولید بخار و ابر و سپس باران حاصل از آن بینجامد (نزولات جوی)، می تواند باعث سبک شدن ترکیب ایزوتوپی چشمه های موجود در منطقه شود به طوری که داده های ایزوتوپی در بالای خط GMWL قرار گیرند (Clark and Fritz, 1997).



شکل ۱ ترسیم نسبت ایزوتوپی اکسیژن و دوتریم چشمه های مورد مطالعه. GMWL خط ایزوتوپی نزولات جوی جهانی (Craig, 1961)

از آنجایی که منطقه مورد مطالعه در ناحیه نسبتاً گرم و خشک قرار دارد، بنابراین تخلیه ایزوتوپی آب چشمه ها نسبت به خط بارش های جهانی را می توان به فرایند فوق نسبت داد. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود، نمونه های چشمه های مورد مطالعه در بالا و در سمت چپ خط آب های متئوریک جهانی قرار می گیرد. این بیانگر این است که بخار آب حاصل از تبخیر در محیط قاره ای منشا آب چشمه های مورد نظر بوده است به طوری که شکست سنتیکی باعث شده که بخار آب ایجاد شده در نتیجه تبخیر در محیط خشک و نیمه خشک با رطوبت پایین، مجدداً متراکم شده و باعث ایجاد باران در این منطقه گردد که این باران مقدار ایزوتوپ اکسیژن سبکتری نسبت به باران اولیه دارد

نتیجه گیری

مطالعات انجام شده در نمونه های چشمه های منطقه تنگ بیجار نشان می دهد که تبخیر و تفکیک ایزوتوپی از عوامل مهم در کاهش مقدار ایزوتوپ اکسیژن در این نمونه ها است. این در حالی اتفاق می افتد که در اثر تبخیر آب دریاچه یا آب های سطحی، بخار آب ایجاد شده به دلیل تفکیک ایزوتوپی و فرایند شکست سنتیکی از نظر ایزوتوپی تهی تر شده و پس از تراکم مجدد، آب بارانی با ایزوتوپ اکسیژن سبکتر ایجاد می کند که در این حالت نمونه ها در سمت چپ GMWL قرار می گیرند و این آب باران می تواند منشأ آب های چشمه های موجود در منطقه مورد مطالعه نیز باشد. بنابراین در آب های چشمه های مورد مطالعه تنگ بیجار، شکست سنتیکی نقش مهمی در ایجاد ایزوتوپ سبکتر در آب داشته است.

مراجع

- Clark, I.D., Fritz, P., (1997). Environmental Isotopes in Hydrogeology. Lewis Publishers, New York, NY, USA, 328 p.
- Craig, H., (1961). Isotopic variations in meteoric waters. Science 133, 1702–1703.
- Salameh, E., Rimawi, O., (1984). Isotopic analysis and hydrochemistry of thermal springs along the eastern side of Jordan Dead Sea-Vady Arabia Rift Valley. Journal of Hydrology 73, 129-145.
- Rafighdoust, Y., Eckstein, Y., Moussavi-Harami, R., Mahmudy Gharai, M.H., Griffith, E., Mahboubi, A., (2015). Isotopic analysis, hydrogeochemistry and geothermometry of Tang-Bijar oilfield springs, Zagros region, Iran. Geothermics 55, 24–30.
- Rindsberger, M., Jaffe, S., Rahamim, S., Gat, J.R., (1990). Patterns of the isotopic composition of precipitation in time and space: data from the Israeli storm water collection program. Tellus 42(B), 263–271.
- Sharp, Z., (2007). Principles of Stable Isotope Geochemistry. Pearson Education, Inc, 344 p.
- Zagana, E., Obeidat, M., Kuells, Ch., Udluft, P., (2007). Chloride, hydrochemical and isotope methods of groundwater recharge estimation in eastern Mediterranean areas: a case study in Jordan. Hydrological processes 21, 2112-2123.