

MỘT SỐ NHẬN ĐỊNH VỀ ĐẶC TRƯNG CỦA DÒNG THẨM QUA ĐẬP ĐẤT DỰA TRÊN PHƯƠNG PHÁP THỦY HÓA VÀ ĐỒNG VỊ BỀN

HUỲNH THỊ THU HƯƠNG, LÊ VĂN SƠN, PHAN THỊ LUÂN, NGUYỄN HỮU QUANG, LÊ THANH TÀI, DƯƠNG THỊ BÍCH CHI, NGUYỄN THỊ KIM ANH

*Trung tâm Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp, Số 1 DT 723 - Phường 12 - Đà Lạt
Email: huonghtt@canti.vn*

Tóm tắt

Đập là công trình được xây dựng để ngăn nước tạo hồ chứa cho các công trình thủy điện/thủy lợi. Nước từ hồ thấm qua thân/nền đập sẽ mang theo thông tin về dòng thấm. Việc hiểu rõ đặc trưng của dòng thấm thông qua các chỉ tiêu vật lý và hóa học giúp đưa ra hình dung cơ bản nhất về chế độ thấm, từ đó giúp cơ quan quản lý kiểm soát dòng thấm hiệu quả. Báo cáo này trình bày một số kết quả ứng dụng phương pháp thủy hóa và đồng vị bền nghiên cứu đặc trưng của dòng thấm qua đập đất đồng chất ĐN. Các mẫu nước hồ, nước thấm thân/nền đập, và hai vị trí thấm tập trung tại hạ lưu đập đã được phân tích các chỉ tiêu độ dẫn (EC), pH, TDS, thành phần ion (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- , PO_4^{3-}), đồng vị bền (δD , $\delta^{18}\text{O}$). Kết quả cho thấy nước hồ có nguồn gốc từ nước khí tượng, ít chịu ảnh hưởng bởi hiện tượng bay hơi. Nước từ hồ thấm qua thân đập bị chi phối bởi quá trình hòa tan khoáng và trao đổi ion. Nước nền đập được bổ cập từ nước hồ và nước ngầm giàu CO_2 tại khu vực. Độ khoáng hóa tăng dần từ nước hồ - nước thấm qua thân - nước thấm qua nền. Bên cạnh đó, kết quả phân tích ion và đồng vị bền kết hợp với quan trắc thủy lực cho thấy nước thấm qua nền đóng góp đáng kể vào nguồn gốc của các điểm tập trung hạ lưu đập.

Từ khóa: Đồng vị bền, thủy hóa, dòng thấm, đập đất.

1. MỞ ĐẦU

Thuật ngữ “đồng vị” chỉ các nguyên tử của cùng một nguyên tố có số neutron khác nhau, được đưa ra đầu tiên bởi Soddy (1913) [1]. Sự kết hợp giữa các đồng vị bền Hydrogen (Protium ^1H , Deuterium ^2H) và Oxygen (^{16}O , ^{17}O , ^{18}O) tạo thành các phân tử nước bền. Thành phần đồng vị bền Deuterium và Oxygen-18 trong nước bị chi phối mạnh bởi sự phân tách đồng vị xảy ra đan xen giữa hai quá trình hóa hơi và ngưng tụ, trong đó, phân tử nước chứa đồng vị nhẹ dễ bốc hơi hơn trong khi phân tử chứa đồng vị nặng dễ ngưng tụ hơn. Với từng lưu vực xác định, tỷ số D/H và $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ trong nước sẽ thay đổi dựa trên điều kiện địa chất, nguồn gốc nước, khí hậu cũng như các quá trình địa phương khác. Lợi dụng tích chất đó, Deuterium và Oxygen-18 được dùng như chỉ dấu tự nhiên cung cấp thông tin về đặc điểm địa chất thủy văn của tầng nước ngầm, mối liên kết giữa nước ngầm, nước mặt và khí quyển [2, 3, 4], đánh giá ô nhiễm nước ngầm [5, 6], và nghiên cứu nguồn gốc nước thấm qua các công trình thủy điện, thủy lợi [7, 8]. Bên cạnh đó, thành phần hóa học nước được điều chỉnh theo suốt quá trình di chuyển của nước bởi sự làm giàu do bay hơi, sự pha loãng do mưa và sự tương tác giữa nước và đất đá như hòa tan khoáng, trao đổi cation, oxi hóa – khử. Vì vậy, phân tích các thành phần hóa học nước, cho phép củng cố các thông tin về sự pha trộn các nguồn nước và các quá trình hóa học diễn ra trong lưu vực, thường được xem như phương pháp tích hợp với xác định thành phần đồng vị bền Deuterium và Oxygen-18.

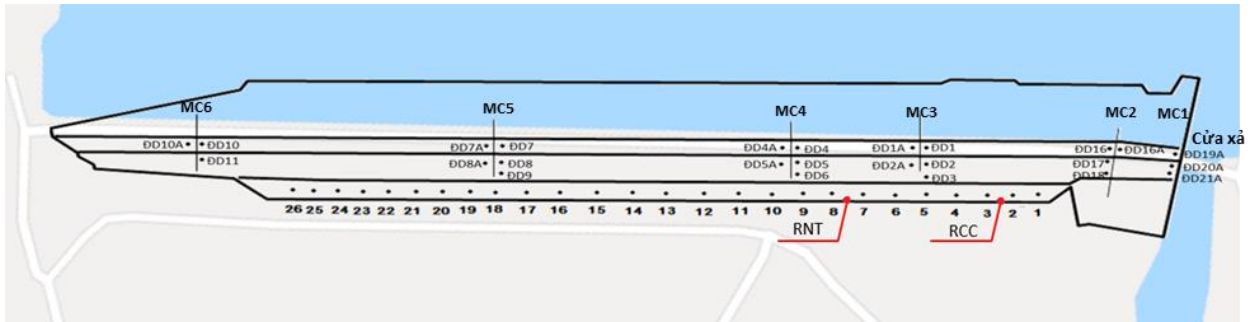
Báo cáo này trình bày một số kết quả nghiên cứu đặc trưng của dòng thấm qua đập đất đồng chất ĐN dựa trên phân tích các chỉ tiêu độ dẫn (EC), pH, TDS, thành phần hóa học (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- , PO_4^{3-}), đồng vị bền (δD , $\delta^{18}\text{O}$) trong các mẫu nước thấm qua thân đập (thu được từ các piezometer thân), nước thấm qua nền đập (thu được từ các piezometer nền và từ các giếng giảm áp), nước hồ và hai vị trí thấm tập trung tại hạ lưu đập.

2. NỘI DUNG

2. 1. Đối tượng và Phương pháp

Đối tượng nghiên cứu

Đập thủy điện ĐN thuộc loại đập đất đồng chất với chiều dài 1460 m và cao 38 m. Hệ số thấm đất đắp vào khoảng 10^{-7} cm/s. Nền đập được tạo thành theo thứ tự từ trên xuống gồm lớp đất sét dày 4 m, lớp cuội - sỏi - cát dày 7 m, lớp đá granite phong hóa nứt nẻ dày từ 2 đến 14 m và lớp đá granite nguyên vẹn rắn chắc, với hệ số thấm thay đổi từ 10^{-7} đến 10^{-2} cm/s. Đập được chia thành 6 mặt cắt quan trắc thấm (MC), mỗi mặt cắt được bố trí các thiết bị piezometer quan trắc nước thấm qua thân (ĐDA) và thấm qua nền (ĐD). Ngoài ra, một hệ thống giếng giảm áp (W) gồm 26 giếng chính và 14 giếng phụ được đặt ở chân đập nhằm giảm áp lực dòng thấm qua nền đập. Nhiệt độ trung bình của khu vực khoảng từ 20°C đến 22°C . Độ ẩm tương đối cao, trung bình 80%. Theo thống kê, lượng mưa trung bình trong năm khoảng 1327 mm.



Hình 1. Bản đồ mặt bằng đập gồm vị trí piezometer (ĐDA, ĐD) ứng với từng mặt cắt (MC), vị trí 26 giếng giảm áp (W) và vị trí thấm tập trung (RNT, RCC)

Đối tượng phân tích là nước thấm qua thân đập (thu được từ các piezometer thân), nước thấm qua nền đập (thu được từ các piezometer nền và từ các giếng giảm áp), nước hồ và hai vị trí thấm tập trung tại hạ lưu đập. Trong đó, điểm thấm nước trong (RNT) xuất hiện từ nhiều năm qua, lưu lượng ổn định 2 L/s kể cả khi cao trình mực nước hồ thấp nhất 1023 m. Điểm thấm còn lại (RCC) được phát hiện gần đây khi mực nước hồ đạt cao trình cực đại 1040 - 1042 m lưu lượng trung bình 0,1 L/s, dòng chảy tải theo cát mịn.

Phương pháp

Tổng cộng có 321 mẫu nước gồm nước hồ, nước ngầm, nước mưa, nước thấm qua đập được thu thập theo tháng trong khoảng thời gian từ tháng 10 năm 2016 đến tháng 3 năm 2019 để phân tích thành phần đồng vị bền và thành phần hóa học nước trong nghiên cứu này. Các mẫu nước được lấy từ piezometer thân/nền và từ hai vị trí thấm tập trung tại hạ lưu đập chiếm đa số. Các mẫu nước hồ được thu thập theo độ sâu dọc theo mặt đập. Các mẫu nước ngầm được thu thập từ các giếng sinh hoạt nhà dân nằm ở hạ lưu đập. Các mẫu nước mưa địa phương được thu thập tại đập vào tháng 8/2018, 10-11/2018, 1/2019 với dụng cụ lấy mẫu được thiết kế theo hướng dẫn của IAEA. Mẫu nước được lấy đầy và lưu trữ trong chai polyethylene 300 ml đã đậy nắp kín tại hiện trường để tránh bốc hơi. Mẫu sau khi thu thập được bảo quản ở nhiệt độ phòng trong bóng tối và hầu hết các mẫu được phân tích trong khoảng 2 tuần sau khi thu thập.

Nồng độ của các ion chính (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-}) được phân tích bằng kỹ thuật sắc ký ion tại phòng Thí nghiệm Hóa lý (VILAS-609) của Trung tâm Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp với độ chụm lặp lại tương ứng cho anion và cation là 3 – 6% và 3 – 4%. Nồng độ của HCO_3^- được đo bằng kỹ thuật chuẩn độ với độ chụm lặp lại 1%. Độ dẫn và pH được đo trên thiết bị chuyên dụng của Phòng thí nghiệm với độ chụm lặp lại dưới 0.5%.

Thành phần đồng vị bền Deuterium và Oxygen-18 trong các mẫu nước được đo tại phòng Thí nghiệm Đánh dấu của Trung tâm Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp sử dụng thiết bị IWA-35EP (Los Gatos Research - LGR). Thành phần đồng vị được tính dựa trên độ lệch tương đối δ của tỷ số đồng vị R ($^2\text{H}/^1\text{H}$ hoặc $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) trong mẫu so với giá trị chuẩn (VSMOW).

$$\delta = \left(\frac{R_{\text{mẫu}} - R_{\text{chuan}}}{R_{\text{chuan}}} \right) \cdot 1000 \quad (\text{‰})$$

Độ lặp lại của phương pháp đo là 0.9‰ cho δD và 0.8‰ cho $\delta^{18}O$.

2. 2. Kết quả

Thành phần hóa học

Thống kê tóm tắt các thông số hóa lý trung bình đo được của các mẫu nước được thể hiện trong **Bảng 1**. Phân bố pH của các mẫu nước thể hiện điều kiện hơi axit đến hơi kiềm, cụ thể pH của nước hồ (NH) trong khoảng từ 6.6 đến 7.7, pH của nước thấm qua thân (ĐDA)/nền đập (ĐD, W) trong khoảng từ 5.7 đến 7.9 và pH của nước tại vị trí thấm tập trung (RNT, RCC) trong khoảng 6.0 đến 6.8. TDS trong khoảng dưới 250 mg/L với tất cả các mẫu. Phân bố EC của nước hồ trong khoảng từ 24.7 uS/cm đến 41.4 uS/cm, trong khi EC của nước thấm qua thân/nền đập trong khoảng từ 27.6 uS/cm đến 339 uS/cm và EC của nước tại vị trí thấm tập trung trong khoảng 137 uS/cm đến 271 uS/cm. EC của nước thấm RNT lớn hơn của nước thấm RCC khoảng 1.5 lần.

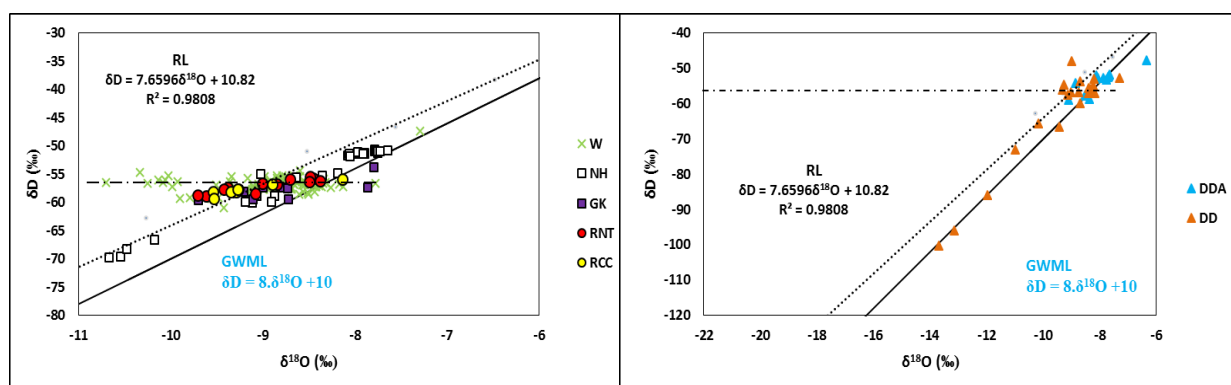
Bảng 1. Thống kê tóm tắt các thông số hóa lý trung bình đo được của các mẫu nước

Mẫu nước	pH	EC (uS/cm)	TDS (mg/L)	Nồng độ (mg/L)								
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
RNT	6.6	223.4	156.4	5.25	2.83	4.47	20.54	1.39	0.20	2.76	0.34	124.85
RCC	6.7	145.8	102.0	5.32	2.21	3.12	12.15	1.25	< 0.2	< 0.4	< 0.2	79.25
GK	6.7	84.5	59.1	4.89	2.10	1.74	13.93	2.89	1.36	< 0.4	2.29	55.49
NM	7.4	36.3	25.4	0.39	0.38	0.43	5.40	0.61	1.29	< 0.4	2.57	16.10
NH	7.2	32.3	22.6	2.30	1.34	0.68	2.19	1.62	2.91	< 0.4	1.91	8.81
DD	6.6	162.5	113.7	4.61	2.83	2.53	15.17	1.32	1.48	1.09	0.96	89.90
DDA	6.3	139.0	97.3	8.66	2.71	2.86	6.45	2.65	0.31	0.97	0.97	73.39
W	7.1	194.1	135.9	5.98	2.49	4.49	18.67	1.23	1.28	0.53	0.82	106.97

Các mẫu nước thấm qua thân đập cho thấy sự phân bố thành phần ion chính: Na⁺ > Ca²⁺ > Mg²⁺ > K⁺ và HCO₃⁻ > Cl⁻ > SO₄²⁻. Nước thấm qua nền đập và nước từ hai vị trí thấm tập trung đặc trưng bởi sự phân bố các ion chính: Ca²⁺ > Na⁺ > Mg²⁺ > K⁺ và HCO₃⁻ > Cl⁻ > SO₄²⁻. NO₃⁻ và PO₄³⁻ trong khoảng dưới 3 mg/L với tất cả các mẫu nước.

Đồng vị bền

Thành phần đồng vị bền trong nước mưa (NM) tại khu vực nghiên cứu thay đổi trong phạm vi từ 0.57‰ đến -62.81‰ với δD và từ -0.80‰ đến -10.27‰ với $\delta^{18}O$. Các mẫu nước mưa được thể hiện qua đường hồi quy (RL): $\delta D = 7.66\delta^{18}O + 10.82$ (‰) với hệ số tương quan $R^2 = 0.981$.



Hình 2. Kết quả thành phần đồng vị bền trong các mẫu nước được thể hiện qua đồ thị tương quan $\delta D - \delta^{18}O$.

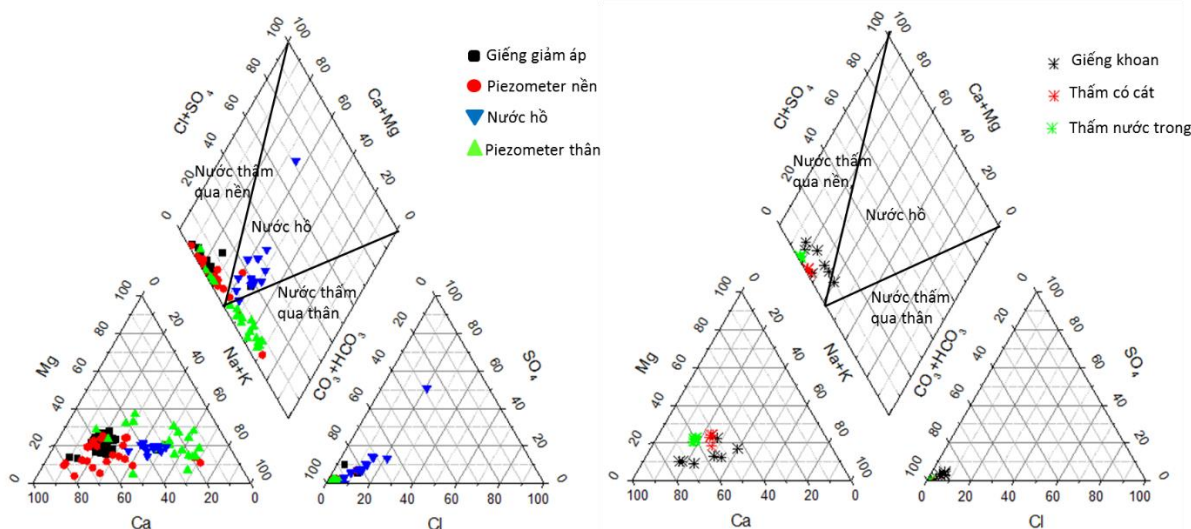
Nước hồ (NH) phân bố dọc theo đường nước mưa với δD thay đổi từ -50.65‰ đến -69.81‰, $\delta^{18}O$ thay đổi từ -7.64‰ đến -10.67‰. Giá trị δD và $\delta^{18}O$ với các mẫu nước từ piezometer thân (ĐDA), tương ứng, thay đổi từ -47.65‰ đến -58.87‰ và từ -6.34‰ đến -9.12‰. Giá trị δD và $\delta^{18}O$ với các mẫu nước từ piezometer nền (ĐD), tương ứng, thay đổi từ -47.82‰ đến -100.31‰ và từ -7.31‰ đến -13.70‰. Nước qua nền thu từ giếng giảm áp (W)

và nước từ hai điểm thắm tập trung (thắm nước trong - RNT, thắm có cát - RCC) thể hiện giá trị δD khoảng -57% và giá trị $\delta^{18}O$ suy giảm trong khoảng từ -7.3% đến -10.7% .

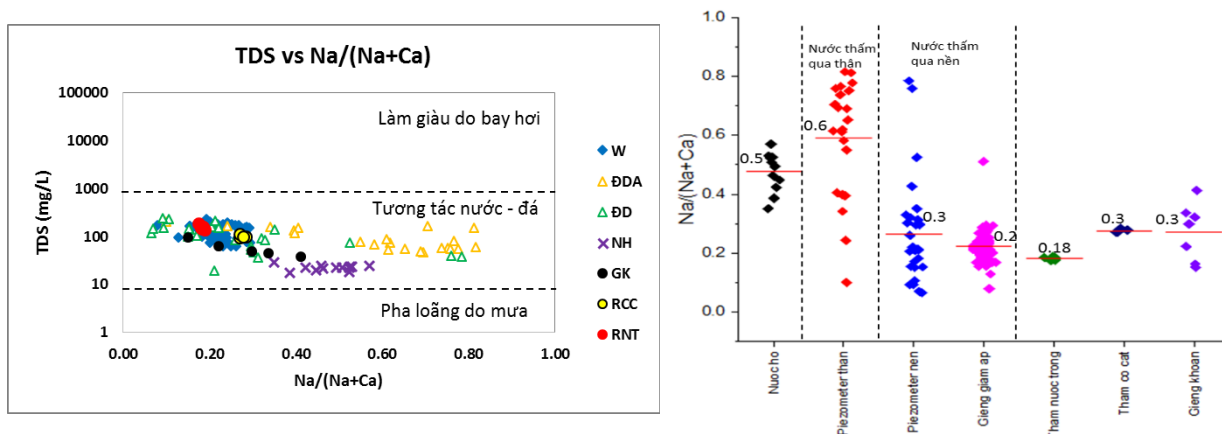
2. 3. Bàn luận

Đặc trưng thành phần ion chính

Phân loại của các mẫu nước được thể hiện qua giản đồ Piper (1944), trong đó thành phần cation và anion chính được biểu diễn dưới dạng % đương lượng. Giản đồ Piper chỉ ra nước thắm qua thân đập (trừ piezometer thân ĐD2A) thuộc phân loại nước Na-HCO₃, thường đặc trưng cho quá trình tương tác nước-đá và/hoặc phong hóa khoáng albite, plagioclase feldspars không đồng dư. Nước thắm qua nền đập từ piezometer nền (trừ piezometer nền ĐD5) và từ các giếng giảm áp thuộc loại nước Ca-HCO₃, thường ứng với nước ngầm tại/gần khu vực bờ cấp, liên quan đến cả phong hóa khoáng carbonate và/hoặc phong hóa khoáng silicate không đồng dư (**Hình 3**) [9, 10, 11, 12]. Nồng độ (Na⁺ + K⁺) tăng dần và nồng độ (Ca²⁺ + Mg²⁺) giảm dần từ nước thắm qua nền, nước hồ đến nước thắm qua thân. Tại mặt cắt MC3 và MC4 (**Hình 1**), nước từ piezometer thân ĐD2A thể hiện thành phần ion như nước thắm qua nền và nước từ piezometer nền ĐD5 thể hiện thành phần ion như nước thắm qua thân, ngụ ý có thể có sự liên kết thủy lực của thân đập và nền đập trong khu vực. Bên cạnh đó, điểm thắm nước trong và thắm có cát thuộc phân loại nước giống với nước thắm qua nền.



Hình 3. Giản đồ Piper của các mẫu nước

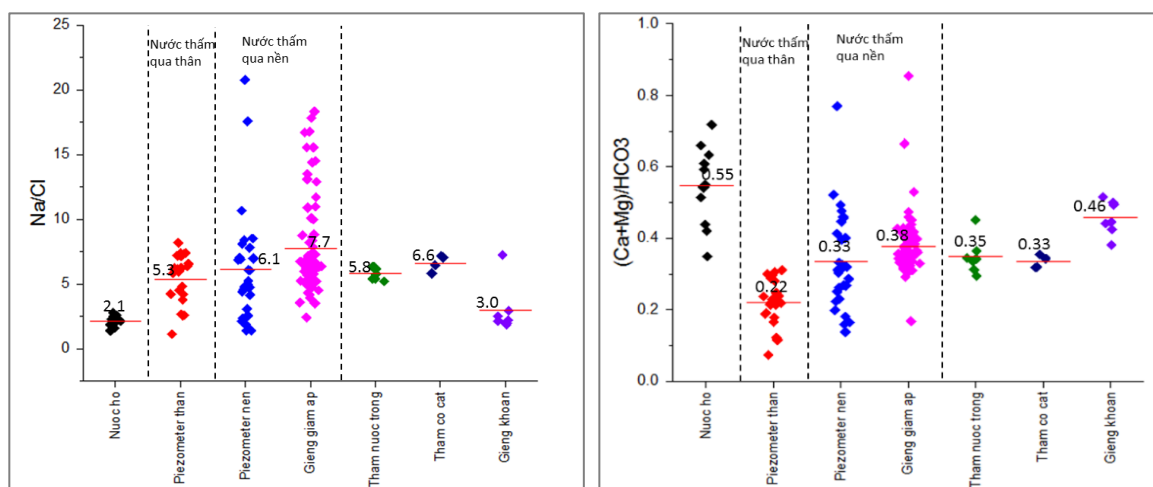


Hình 4. Đồ thị TDS (mg/L) vs Na⁺/(Na⁺+Ca²⁺)

Đồ thị TDS (mg/L) vs Na⁺/(Na⁺+Ca²⁺) được đề xuất bởi Gibbs (1970) [9] cung cấp thông tin về các quá trình chi phối thành phần hóa học nước trong khu vực nghiên cứu. TDS của các mẫu trong khoảng từ 10 – 1000 mg/L trong khi Na⁺/(Na⁺+Ca²⁺) tăng dần từ nước thắm qua nền - nước hồ - nước thắm qua thân, cho thấy tương tác nước - đá là quá trình chính ảnh

hường đến thành phần hóa học của các mẫu nước (**Hình 4**). Tỷ số $\text{Na}^+(\text{Na}^+\text{+Ca}^{2+})$ của hai điểm thăm tập trung khá tương đồng với nước thấm qua nền.

Hình 5a minh họa tỷ số ion Na^+/Cl^- của các mẫu. $\text{Na}^+/\text{Cl}^- > 1$ với tất cả các mẫu, cho thấy Na^+ có thể được sinh ra từ phong hóa khoáng silicate như rhyolite (Na-plagioclase, K-feldspar, quartz), basalt (Ca-plagioclase, olivine, pyroxene). Tỷ số nồng độ (mmol/L) $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/\text{HCO}_3^- < 0,5$ được thể hiện như **Hình 5b**, cho thấy quá trình trao đổi ion giữa Ca và/hoặc Mg trong nước với Na và/hoặc K trong đất đá có thể là nguyên nhân dẫn đến sự suy giảm ion Ca^{2+} và Mg^{2+} so với ion HCO_3^- [9, 13, 14, 15, 16, 17]. Tỷ số Na^+/Cl^- và $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/\text{HCO}_3^-$ của hai điểm thăm tập trung nằm trong khoảng nước thấm qua nền. Nước thấm qua thân cho thấy sự suy giảm ion Ca^{2+} và Mg^{2+} nhiều nhất trong các mẫu.



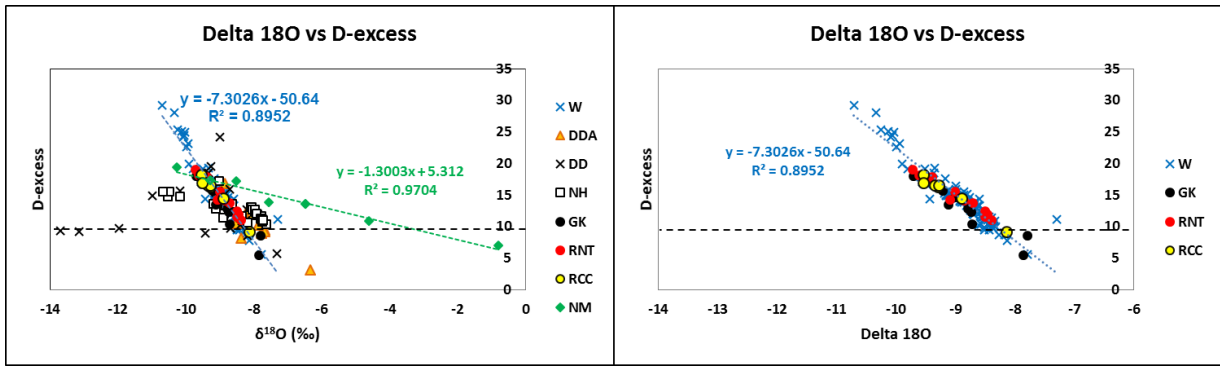
Hình 5. Biểu đồ Na^+/Cl^- , $(\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+})/\text{HCO}_3^-$ của các mẫu nước.

Đặc trưng thành phần đồng vị bền

Đồ thị tương quan $\delta\text{D} - \delta^{18}\text{O}$ của các mẫu được thể hiện trong **Hình 2** cùng với Đường nước mưa (RL) và Đường nước khí tượng toàn cầu - GMWL. Đồ thị là công cụ hữu ích cho phép hiểu rõ các quá trình thủy văn liên quan trong lưu vực như hóa hơi, ngưng tụ, tương tác nước - đá và sự hòa trộn của các nguồn nước khác nhau. Phương trình GMWL biểu diễn tương quan đồng vị bền của nước mưa trung bình trên toàn cầu và được đưa ra bởi Craig (1961): $\delta\text{D} = 8\delta^{18}\text{O} + 10$ (‰). Mối quan hệ giữa δD và $\delta^{18}\text{O}$ của RL được biểu diễn theo phương trình: $\delta\text{D} = 7.66\delta^{18}\text{O} + 10.82$ (‰). Độ dốc của RL nhỏ hơn độ dốc của GMWL ($7.66 < 8$) và hệ số chặn của RL trong khoảng 10% cho thấy nước mưa đã trải qua quá trình bay hơi trong điều kiện độ ẩm dưới 85% trước khi bổ cập vào lưu vực [18].

Nước từ piezometer thân (ĐDA) và nền (ĐD) và nước hồ (NH) nằm dọc theo RL và GMWL cho thấy nguồn gốc chủ yếu từ nước khí tượng (**Hình 2**) ít chịu ảnh hưởng bởi hiện tượng bay hơi, do sự thay thế liên tục nước hồ bởi dòng chảy vào (nước ngầm/nước mưa tại khu vực) và dòng chảy ra [19].

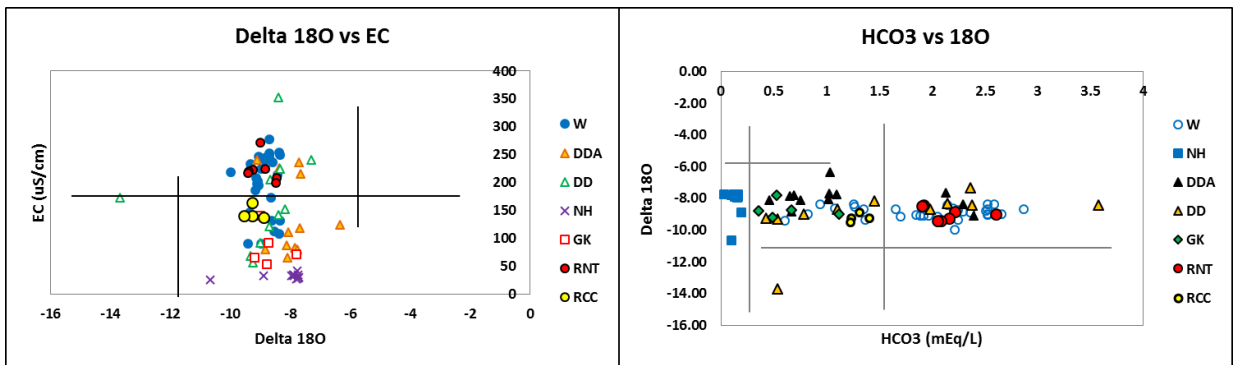
Nước giếng giảm áp (W) và nước từ hai điểm thăm tập trung (RNT, RCC) nằm về bên trái GMWL với ^{18}O suy giảm trong khi D thay đổi không đáng kể (**Hình 2**), có thể là kết quả của sự cân bằng ^{18}O giữa CO_2 hòa tan và nước ở nhiệt độ thấp, thường quan sát được trong các tầng nước ngầm giàu CO_2 với thời gian tương tác nước - đá - CO_2 dài [20, 21]. Lượng CO_2 trong tầng chứa càng lớn, giá trị $\delta^{18}\text{O}$ trong nước càng nghèo. Nghiên cứu trước đây cho thấy sự suy giảm ^{18}O trong nước ngầm có tương quan nghịch với nhiệt độ [22].



Hình 6. Tương quan mức dư Deuterium (D-excess) và $\delta^{18}\text{O}$ của các mẫu nước

Tương quan giữa mức dư Deuterium và $\delta^{18}\text{O}$ của các mẫu nước được thể hiện như **Hình 6**. Mức dư Deuterium được định nghĩa bằng $d = \delta\text{D} - 8\delta^{18}\text{O}$, phụ thuộc vào các điều kiện dẫn đến sự phân tách đồng vị giữa nước và hơi trong quá trình bay hơi sơ cấp (độ ẩm, nhiệt độ trên bề mặt đại dương, tốc độ gió) và do đó cung cấp thông tin về nguồn gốc hơi nước [23]. Hầu hết các mẫu có giá trị mức dư Deuterium trên 10, cho thấy nguồn gốc hơi nước có liên quan đến sự đóng góp của hơi nước tái tuần hoàn trên bề mặt lục địa [24]. Mức dư Deuterium tại hai vị trí thâm tập trung RNT và RCC khá tương đồng nhau và gần với giá trị mức dư Deuterium của nước thu tại giếng giảm áp, cho thấy các mẫu có thể có chung nguồn gốc hơi nước. Khi ^{18}O tăng ứng với mức dư Deuterium giảm dần ngụ ý sự pha loãng với nước mưa ảnh hưởng không nhỏ đến thành phần nước trong khu vực [24].

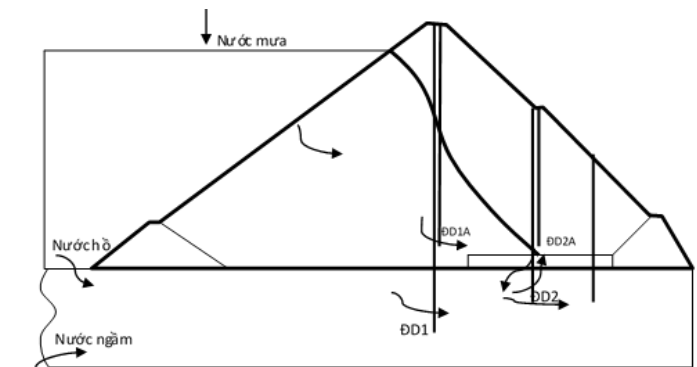
Đồ thị tương quan giữa $\delta^{18}\text{O}$ và độ dẫn, HCO_3^- của các mẫu nước được biểu diễn như **Hình 7**. Độ dẫn và nồng độ HCO_3^- tăng dần theo thứ tự Nước hồ (NH) > Nước thâm qua thân (ĐĐA) > Thâm có cát (RCC) > Thâm nước trong (RNT) > Nước giếng giảm áp (W) mà không có sự thay đổi nhiều về $\delta^{18}\text{O}$, cho thấy quá trình khoáng hóa tăng dần từ nước hồ đến nước thu tại các giếng giảm áp [24]. Độ khoáng hóa của RCC gần với nước thâm qua thân đập, trong khi độ khoáng hóa của RNT gần với nước thâm qua nền.



Hình 7. Đồ thị độ dẫn (EC) vs $\delta^{18}\text{O}$ và đồ thị $\delta^{18}\text{O}$ vs HCO_3^- của các mẫu nước

Nhận xét về cơ chế của dòng thâm

Đặc trưng về thành phần ion và đồng vị bền của các mẫu nước cung cấp thông tin cơ bản nhất về chế độ thâm của đập. Nước hồ được bổ cập từ nước mưa đã trải qua quá trình bay hơi trong điều kiện độ ẩm dưới 85%, ít chịu ảnh hưởng bởi bay hơi do sự thay thế liên tục nước hồ bởi dòng chảy vào (nước ngầm/nước mưa tại khu vực) và dòng chảy ra. Do chênh áp thủy lực giữa thượng lưu và hạ lưu đập, nước hồ thâm qua thân đập, hòa tan các thành phần khoáng. Bên cạnh đó,



Hình 8. Minh họa cơ chế thâm qua đập tại mặt cắt thứ 3 tính từ cửa xả

quá trình trao đổi ion là nguyên nhân chính dẫn đến sự suy giảm nồng độ ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$) so với ($\text{Na}^+ + \text{K}^+$) trong nước thấm qua thân đập. Nước nền đập (từ piezometer nền và giếng giảm áp) được bổ cập từ nước hồ, nước ngầm tại khu vực với quá trình hòa tan khoáng chiếm ưu thế. Kết quả phân tích đồng vị bền cho thấy nước thấm qua nền tại các giếng giảm áp đặc trưng cho nước ngầm giàu CO_2 với thời gian tương tác nước – đá – CO_2 dài. Độ khoáng hóa tăng dần từ nước hồ - nước thấm qua thân – nước thấm qua nền. Mặt khác, tại mặt cắt MC3 và MC4, nước từ piezometer thân ĐD2A thể hiện thành phần ion như nước thấm qua nền và nước từ piezometer nền ĐD5 thể hiện thành phần ion như nước thấm qua thân, ngụ ý có thể có sự liên thông thủy lực giữa thân đập và nền đập như minh họa ở **Hình 8**.

Kết quả phân tích ion và đồng vị bền kết hợp với quan trắc thủy lực cho thấy nguồn gốc của điểm thấm RNT có thể từ nước thấm qua nền chịu ảnh hưởng bởi nước ngầm tại khu vực. Bên cạnh đó, tỷ số ion, phân loại nước, thành phần đồng vị của điểm thấm RCC rất tương đồng với nước thấm qua nền, tuy nhiên, độ khoáng hóa lại gần với nước thấm qua thân đập, ngụ ý nguồn gốc nước có thể từ sự hòa trộn của nước thấm qua thân và nền đập.

3. KẾT LUẬN

Thành phần đồng vị bền Deuterium và Oxygen-18 cùng với các chỉ tiêu vật lý, hóa học được ứng dụng để xác định đặc trưng của nước thấm qua đập đất ĐN, từ đó đưa ra thông tin cơ bản nhất về chế độ thấm của đập. Đối tượng phân tích gồm các mẫu nước hồ, nước thấm qua thân/nền đập và hai vị trí thấm tập trung tại hạ lưu đập. Kết quả cho thấy nước hồ có nguồn gốc từ nước khí tượng, ít chịu ảnh hưởng bởi hiện tượng bay hơi. Nước từ hồ thấm qua thân đập bị chi phối bởi quá trình hòa tan khoáng và trao đổi ion. Nước nền đập được bổ cập từ nước hồ và nước ngầm giàu CO_2 tại khu vực. Độ khoáng hóa tăng dần từ nước hồ - nước thấm qua thân – nước thấm qua nền. Mặt khác, tại mặt cắt MC3 và MC4, nước từ piezometer thân ĐD2A thể hiện thành phần ion như nước thấm qua nền và nước từ piezometer nền ĐD5 thể hiện thành phần ion như nước thấm qua thân, ngụ ý có thể có sự liên thông thủy lực giữa thân đập và nền đập. Kết quả phân tích ion và đồng vị bền kết hợp với quan trắc thủy lực cho thấy nguồn gốc của điểm thấm nước trong có thể từ nước thấm qua nền chịu ảnh hưởng bởi nước ngầm địa phương và điểm thấm có cát có thể xuất phát từ sự hòa trộn của nước thấm qua thân và nền đập.

Lời cảm ơn

Công trình được thực hiện tại Phòng thí nghiệm đánh dấu của Trung tâm Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp với kinh phí do Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam cấp thông qua đề tài mã số CS/18/06-01. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. IAEA, “*Stable Isotope Hydrology: Deuterium and Oxygen-18 in the Water Cycle*”, 1, 1981.
- [2]. Mook WG, “*Environmental isotopes in the hydrological cycle, principles and applications*”, *International Atomic Energy Agency (IAEA) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)*, 2001.
- [3]. Blasch KW, Bryson JR, “*Distinguishing sources of ground water recharge by using $\delta^2\text{H}$ and $\delta^{18}\text{O}$* ”, *Ground Water*, 294–308, 2007.
- [4]. Chiogna G, Santoni E, Caminb F, Tononb A, Majone B, Trenti A, Bellin A, “*Stable isotope characterization of the Vermigliana catchment*”, *J Hydrol*, 295–305, 2014.
- [5]. Gomaah M, Meixner T, Korany EA, Garamoon H, Gomaa MA, “*Identifying the sources and geochemical evolution of groundwater using stable isotopes and hydrogeochemistry in the Quaternary aquifer in the area between Ismailia and el Kassara canals, Northeastern Egypt*”, *Arab J Geosci*, 437, 2016.

- [6]. Mokadem N, Demdoum A, Hamed Y, Bouri S, Hadji R, Boyce A, Laouar R, Saad A, “*Hydrogeochemical and stable isotope data of groundwater of a multi-aquifer system: northern Gafsa basin-central Tunisia*”, *J Afr Earth Sci*, 174–191, 2016.
- [7]. Lynn.J.Torak, Dianna.M.Crilley, Jaime.A.Painter, “*Physical and Hydrochemical Evidence of Lake Leakage near Jim Woodruff Lock and Dam and of Ground-Water Inflow to Lake Seminole, and an Assessment of Karst Features in and near the Lake, Southwestern Georgia and Northwestern Florida*”, *Scientific Investigations Report 2005–5084*, 2005.
- [8]. C. P. Kumar, “*Hydrological Studies Using Isotopes*”, *International Journal of Innovative Research & Development*, 2013.
- [9]. N. H. Hussin, I. Yusoff, “*Multivariate statistical analysis for identifying water quality and hydrogeochemical evolution of shallow groundwater in Quaternary deposits in the Lower Kelantan River Basin, Malaysian Peninsula*”, *Springer*, 2016.
- [10]. Sandra M. Eberts, Lori L. George, “*Regional ground-water flow and geochemistry in the Midwestern basins and Arches aquifer system in Parts of Indiana, Ohio, Michigan and Illinois*”, *USGS*, 2000.
- [11]. B. R. Scanlon, “*Physical Controls on Hydrochemical Variability in the Inner Bluegrass Karst Region of Central Kentucky*”, *GROUND WATER*, 1989.
- [12]. Gail Lipfert, Andrew Reeve, “*Characterization of Three Water Types in a Fractured Schist, Highly Fractured Watershed in Maine*”, *University of Maine*, 2004.
- [13]. Faisal K. Zaidi, Yousef Nazzal, “*Reverse ion exchange as a major process controlling the groundwater chemistry in an arid environment: a case study from northwestern Saudi Arabia*”, *Springer*, 2014.
- [14]. Bruce Banoeng-Yakubo, Sandow Mark Yidana, Yvonne Anku, Thomas Akabzaa, Daniel Asiedu, “*Water Quality Characterization in Some Birimian Aquifers of the Birim Basin, Ghana*”, *Springer*, 2009.
- [15]. C. A. J. Appelo, D. Postma, “*Chapter 8 Silicate Weathering*”, *Groundwater and Pollution*, Second Edition, A.A BALKEMA PUBLISHERS, 2005.
- [16]. G. Pecoraino, W. D’Alessandro, S. Inguaggiato, “*The Other Side of the Coin: Geochemistry of Alkaline Lakes in Volcanic Areas, Volcanic Lakes*”, *Springer*, 2015.
- [17]. A. K. Singh, B. Raj, A. K. Tiwari, M. K. Mahato, “*Evaluation of hydrogeochemical processes and groundwater quality in the Jhansi district of Bundelkhand region, India*”, *Springer*, 2013.
- [18]. István Fórizs, “*Processes behind the isotopic water line: water cycle and climate*”, *Studia universitatis bases-bolyai, Physica*, 138-146, 2005.
- [19]. Lesleigh Anderson, Max Berkelhammer, John A. Barron, Byron A. Steinman, Bruce P. Finney, Mark B. Abbott, “*Lake oxygen isotopes as recorders of North American Rocky Mountain hydroclimate: Holocene patterns and variability at multi-decadal to millennial time scales*”, *Global and Planetary Change*, 131–148, 2016.
- [20]. Joel Casanova, Françoise Bodenan, Philippe Negrel, Mohamed Azaroual, “*Microbial control on the precipitation of modern ferrihydrite and carbonate deposits from the Ce’zallier hydrothermal springs (Massif Central, France)*”, *Sedimentary Geology*, 125–145, 1999.

- [21]. Pauline Humez, Julie Lions, Philippe Négrel, Vincent Lagneau, “*CO₂ intrusion in freshwater aquifers: Review of geochemical tracers and monitoring tools, classical uses and innovative approaches*”, *Applied Geochemistry*, 2014.
- [22]. Delalande, M., Bergonzini, L., Gherardi, F., Guidi, M., Andre, L., Abdallah, I., Williamson, “*Fluid geochemistry of natural manifestations from the Southern Poroto-Rungwe hydrothermal system (Tanzania): Preliminary conceptual model*”, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 2011.
- [23]. Gat, J.R. “*Palaeoclimates and Palaeowaters: A Collection of Environmental Isotope Studies: Proceedings of an Advisory Group Meeting on the Variations of the Isotopic Composition of Precipitation and of Groundwater During the Quaternary as a Consequence of Climatic Changes*”, *IAEA*, 1983.
- [24]. Obed Fiifi Fynn, Sandow Mark Yidana, Larry Pax Chegbeleh, Gerald B. Yiran, “*Evaluating groundwater recharge processes using stable isotope signatures—the Nabogo catchment of the White Volta, Ghana*”, *Arab J Geosci*, 2016.

ASSESSMENT OF THE CHARACTERISTICS OF SEEPAGE WATER THROUGH EARTH DAM BASED ON HYDROCHEMICAL AND STABLE ISOTOPE METHOD

Abstract

Dams are a construction built to prevent water from creating reservoirs for hydropower/irrigation works. Water from the reservoir seeps through the dam body/foundation will give information about seepage flow. Understanding the characteristics of seepage flow through physical and chemical indicators helps to give the most basic visualization of the permeability regime, thereby helping the management agency to control the seepage effectively. The report presents some results of the application of hydrochemical and stable isotope method to study the characteristics of seepage water through the DN homogeneous earth dam. Samples of reservoir water, dam body water, dam foundation water, and two concentrated seepage points in the downstream of the dam were analyzed for conductivity (EC), pH, TDS, ionic components (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- , PO_4^{3-}), stable isotopes (δD , $\delta^{18}\text{O}$). The results showed that reservoir water originated from meteorology, less affected by evaporation. Water from the lake seeps through the dam body is dominated by the dissolution and ion exchange process. The dam foundation water is recharged by reservoir water and local CO_2 - rich groundwater. Mineralization gradually increases from lake water - the dam body water - the dam foundation water. In addition, the results of ion and stable isotope analysis combined with hydraulic observations show that the dam foundation water significantly contributes to the origin of the downstream concentrated seepage points.

Keywords: *Stable isotope, hydrochemistry, seepage flow, earth dam.*