

NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM THÀNH PHẦN ĐỒNG VỊ BỀN $\delta^2\text{H}$ VÀ $\delta^{18}\text{O}$ TRONG NƯỚC MƯA KHU VỰC NỘI THÀNH HÀ NỘI

Nguyễn Thành Công⁽¹⁾, Hà Lan Anh⁽²⁾, Võ Thị Anh⁽²⁾,
Vũ Hoài⁽²⁾, Mai Đình Kiên⁽²⁾

¹ Trường Đại học Vinh, Nghệ An

² Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân

Ngày nhận bài 12/4/2022, ngày nhận đăng 23/5/2022

DOI: <https://doi.org/10.56824/vujs.2022nt11>

Tóm tắt: Sự thay đổi hàm lượng các đồng vị môi trường ^2H và ^{18}O trong nước mưa được ứng dụng để nghiên cứu đặc tính nước mưa và quá trình biến đổi theo thời gian của vòng tuần hoàn nước. Các mẫu nước mưa được thu thập theo các ngày mưa từ 3/8/2020 đến 29/10/2020 tại một địa điểm ở khu vực nội thành Hà Nội với tổng số 26 mẫu. Kết quả phân tích đồng vị bền $\delta^2\text{H}$ và $\delta^{18}\text{O}$ trong nước mưa có giá trị giao động tương ứng từ -108,04‰ đến -40‰ và -15,87‰ đến -6,53‰ và hầu hết các giá trị này đều nằm tập trung phía trên gân đường nước khí tượng địa phương. Kết quả nghiên cứu đánh giá cho thấy lượng mưa trong ngày và giá trị đồng vị bền $\delta^{18}\text{O}$ có mối quan hệ tuyến tính với nhau cũng như sự ảnh hưởng của mùa, nhiệt độ môi trường đến sự thay đổi giá trị đồng vị bền có trong nước mưa.

Từ khóa: Thành phần đồng vị bền; nước mưa; $\delta^2\text{H}$ và $\delta^{18}\text{O}$.

1. Mở đầu

Các phương pháp đánh dấu bằng đồng vị tự nhiên và đồng vị nhân tạo có thể cho ta cách nhìn tổng quan về các mối quan hệ qua lại giữa các thành phần khác nhau của thủy quyển [1]. Trong đó, mưa và lượng mưa là mối quan tâm chính trong chu trình thủy văn vì nó phản ánh sự biến đổi của ^2H và ^{18}O trong vòng tuần hoàn của nước [1], [2]. Việc hiểu biết về sự hình thành mưa, cũng như hiểu biết về sự thay đổi lượng mưa theo thời gian và không gian là rất quan trọng đối với các nghiên cứu cân bằng nước trên toàn lưu vực. Chính vì thế, việc hiểu rõ sự biến thiên các thành phần đồng vị $\delta^{18}\text{O}$ và $\delta^2\text{H}$ trong các mẫu nước trong các quá trình bốc hơi và ngưng tụ từ biển và đại dương, sự vận động theo phương thẳng đứng và nằm ngang của hơi nước theo thời gian và không gian đóng vai trò quan trọng [3].

Mạng lưới toàn cầu về đồng vị trong nước mưa (GNIP) do IAEA và WMO tổ chức nhằm giám sát các đồng vị trong nước mưa trên toàn thế giới được xây dựng và thực hiện cho thấy tầm quan trọng của việc nghiên cứu các thành phần đồng vị trong nước mưa. Cơ sở dữ liệu GNIP chứa dữ liệu về hoạt động của $\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$ và ^3H , và dữ liệu khí tượng liên quan hàng tháng, do đó rất có giá trị để lập mô hình thay đổi khí hậu, cũng như trong điều tra địa chất thủy văn và khí tượng thủy văn [4].

Ở Việt Nam hiện nay đã có một số nghiên cứu đặc tính đồng vị của nước mưa như dự án IAEA-CN-151/9 về phân tích thành phần đồng vị bền trong nước mưa và nước sông Hồng ở miền Bắc Việt Nam do TS. Đặng Đức Nhận chủ trì [5] và các nhiệm vụ môi trường khác [6]. Tuy nhiên các kết quả nghiên cứu đánh giá hầu hết đều dựa trên mẫu thu thập theo tháng và chưa có những nghiên cứu chi tiết theo các trận mưa.

Mục đích chính của nghiên cứu này nhằm ứng dụng kỹ thuật đồng vị bền kết hợp với thu thập số liệu khí tượng truyền thống để nghiên cứu một số đặc tính của nước mưa được thu thập từ 3/8/2020 đến 29/10/2020 tại khu vực nội thành Hà Nội.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Nước mưa được tiến hành thu góp tại địa điểm tầng thượng của tòa nhà Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân với tọa độ $21^{\circ}2'44''$ và $105^{\circ}47'56''$. Hệ dụng cụ lấy mẫu nước mưa được chế tạo và sử dụng theo khuyến cáo của IAEA [7].

Sau mỗi ngày hay kết thúc trận mưa, mẫu được thu gom cho phân tích đồng vị bền $\delta^{18}\text{O}$ và $\delta^2\text{H}$ bằng cách lấy đầy lọ polyethylene dung tích 50 mL đóng chặt nắp lọ, ghi nhãn cho mỗi mẫu riêng biệt. Đồng thời thu thập và ghi nhận các thông số khí tượng khác như lượng mưa, nhiệt độ tại thời điểm lấy mẫu [7].

Việc xác định đồng vị bền $\delta^{18}\text{O}$ và $\delta^2\text{H}$ trong mẫu nước mưa được thực hiện trên khối phổ kế laser LWIA-24D (Liquid Water Isotope Analyzer) đặt tại phòng thí nghiệm Thủy văn Đồng vị, Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân, 179 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội. Hệ phổ kế laser là thiết bị có khả năng phân tích tỉ số đồng vị dựa trên khả năng hấp thụ tia laser của từng nguyên tử và đo chúng. Hệ thống sẽ chuyển đổi giá trị hấp thụ quang thành tỉ số đồng vị có trong mẫu nước bằng cách so sánh giá trị hấp thụ đó với giá trị chuẩn có sẵn của các đồng vị đã biết. Kỹ thuật phân tích đồng vị bền $\delta^{18}\text{O}$ và $\delta^2\text{H}$ trong mẫu nước sông hồ tuân theo quy định của IAEA ban hành năm 2009 với độ không đảm bảo đo $<0,1\%$ với $\delta^{18}\text{O}$ và $<0,3\%$ với $\delta^2\text{H}$ tại 1σ . Công thức xác định thành phần đồng vị của deuteri và oxy-18 được (ký hiệu là $\delta^{18}\text{O}$ và $\delta^2\text{H}$) nhằm để biểu diễn mức độ giàu hơn hoặc nghèo hơn theo đồng vị nặng so với mẫu chuẩn và được định nghĩa:

$$\delta^{18}\text{O} = \left[\frac{R_{^{18}\text{O},\text{sample}}}{R_{^{18}\text{O},\text{st}}} - 1 \right] \times 1000 (\text{‰})$$
$$\delta^2\text{H} = \left[\frac{R_{^2\text{H},\text{sample}}}{R_{^2\text{H},\text{st}}} - 1 \right] \times 1000 (\text{‰})$$

trong đó $R_{^2\text{H},\text{sample}}$, $R_{^{18}\text{O},\text{sample}}$, $R_{^2\text{H},\text{st}}$, $R_{^{18}\text{O},\text{st}}$ là tỷ số giữa hàm lượng đồng vị nặng và hàm lượng đồng vị nhẹ của hydro và oxy [^2H]/[^1H] và [^{18}O]/[^{16}O] tương ứng trong mẫu nước mưa nghiên cứu và mẫu chuẩn. Trong tự nhiên nồng độ deuteri (^2H) và proti (^1H) tương ứng là 0,015% mole và 99,985% mole, còn nồng độ oxy-18 và oxy-16 tương ứng là 0,204% mole và 99,796% mole. Vì giá trị tuyệt đối của delta (δ) rất nhỏ với nhiều số không sau dấu thập phân nên delta được nhân với 1000 và gọi là phần nghìn, chứ không phải đơn vị của delta là phần nghìn [1].

Đối với các chỉ tiêu hiện trường như pH và nhiệt độ mẫu được thực hiện đo đạc trên thiết bị máy đo pH/ độ dẫn SevenMulti.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Kết quả đo đạc giá trị pH, nhiệt độ môi trường, tổng lượng mưa trong ngày và phân tích thành phần đồng vị bền $\delta^{18}\text{O}$ và $\delta^2\text{H}$ trong nước mưa được trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1: Kết quả phân tích các thành phần đồng vị, pH, nhiệt độ và lượng mưa trong mẫu tại các ngày lấy mẫu

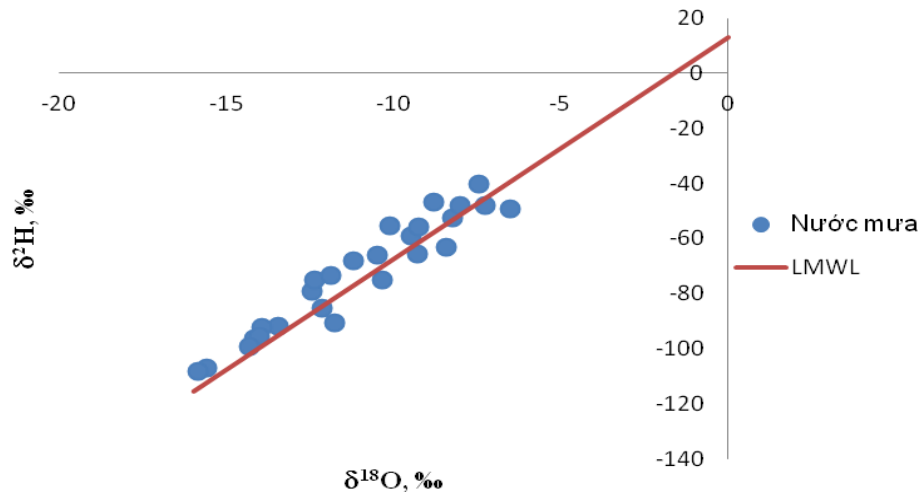
TT	Ngày lấy mẫu	pH	Nhiệt độ	Lượng mưa	$\delta^2\text{H}$	$\delta^{18}\text{O}$
1	03/8/2020	7,0	28	30,6	-91,70	-13,47
2	05/8/2020	7,2	28	26,7	-96,35	-14,15
3	06/8/2020	7,2	28	63,3	-106,83	-15,57
4	07/8/2020	7,0	28	11,4	-55,46	-10,12
5	10/8/2020	7,1	31	18,8	-75,01	-10,36
6	11/8/2020	7,0	30	11,4	-59,21	-9,47
7	13/8/2020	6,9	28	20,9	-79,18	-12,46
8	16/8/2020	7,1	29	31,5	-65,90	-10,48
9	17/8/2020	6,2	28	97,6	-108,04	-15,87
10	18/8/2020	6,4	28	38,7	-92,10	-13,95
11	19/8/2020	6,1	27	22,5	-75,11	-12,36
12	22/8/2020	6,4	29	48,6	-95,6	-14,02
13	25/8/2020	6,2	30	2	-52,47	-8,25
14	18/9/2020	6,3	27	5,2	-49,01	-6,53
15	19/9/2020	6,7	26	29,1	-99,12	-14,31
16	20/9/2020	6,2	26	3,8	-65,70	-9,31
17	22/9/2020	6,2	27	7,4	-75,29	-10,13
18	24/9/2020	6,2	29	9,2	-73,25	-9,89
19	28/9/2020	6,1	26	22,2	-66,74	-11,79
20	04/10/2020	5,2	28	11,5	-47,88	-7,73
21	05/10/2020	5,5	27	16	-55,66	-7,65
22	14/10/2020	5,5	22	49,3	-63,10	-9,44
23	15/10/2020	5,1	23	43,3	-40,00	-7,47
24	16/10/2020	6,1	22	36	-90,72	-11,75
25	18/10/2020	5,1	22	13,3	-68,01	-11,20
26	29/10/2020	5,6	21	13,01	-47,97	-7,25

Thành phần đồng vị bền của $\delta^2\text{H}$ trong nước mưa có giá trị từ -108,04‰ đến -40‰ và thành phần $\delta^{18}\text{O}$ dao động từ -15,87‰ đến -6,53‰. Các giá trị pH của mẫu có giá trị từ 5,1 (thời điểm cuối mùa mưa bước vào mùa khô) đến 7,2 (cao điểm mùa mưa). Nhiệt độ môi trường đo được vào thời điểm lấy mẫu nằm trong khoảng 21-31⁰C, lượng mưa trung bình ngày của các ngày lấy mẫu là 2-97 mm.

Hình 1 mô tả các giá trị thành phần đồng vị bền ghi nhận được từ các mẫu nước mưa cho thấy chúng đều nằm xung quanh đường nước khí tượng địa phương (LMWL) theo công thức:

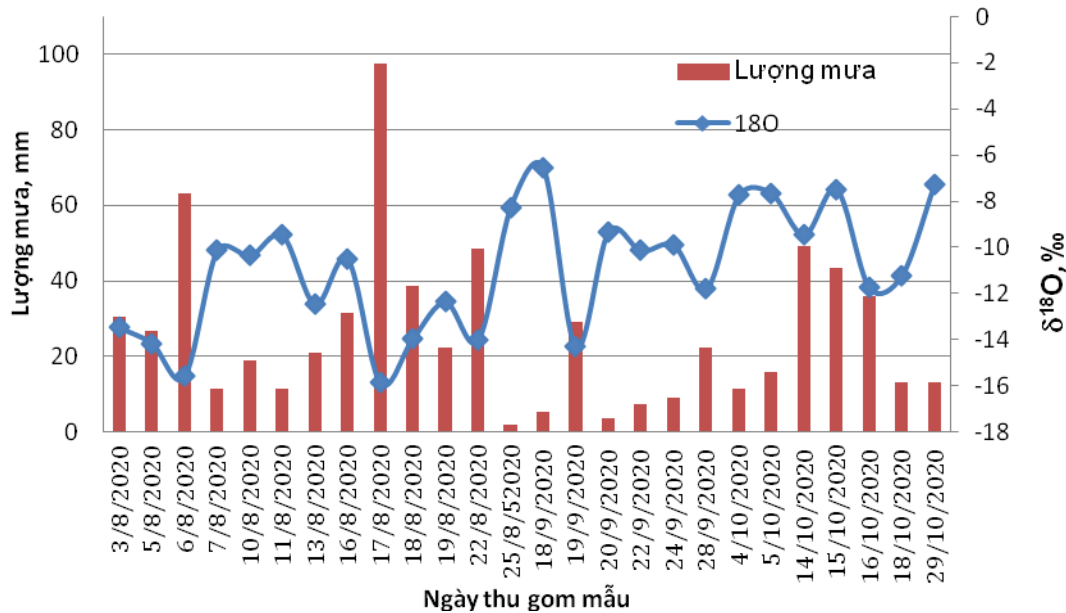
$$\delta^2H = 8,04 \times \delta^{18}O + 12,96$$

Kết quả này hoàn toàn phù hợp với công bố của nhóm tác giả Đặng Đức Nhận năm 2013 [5].



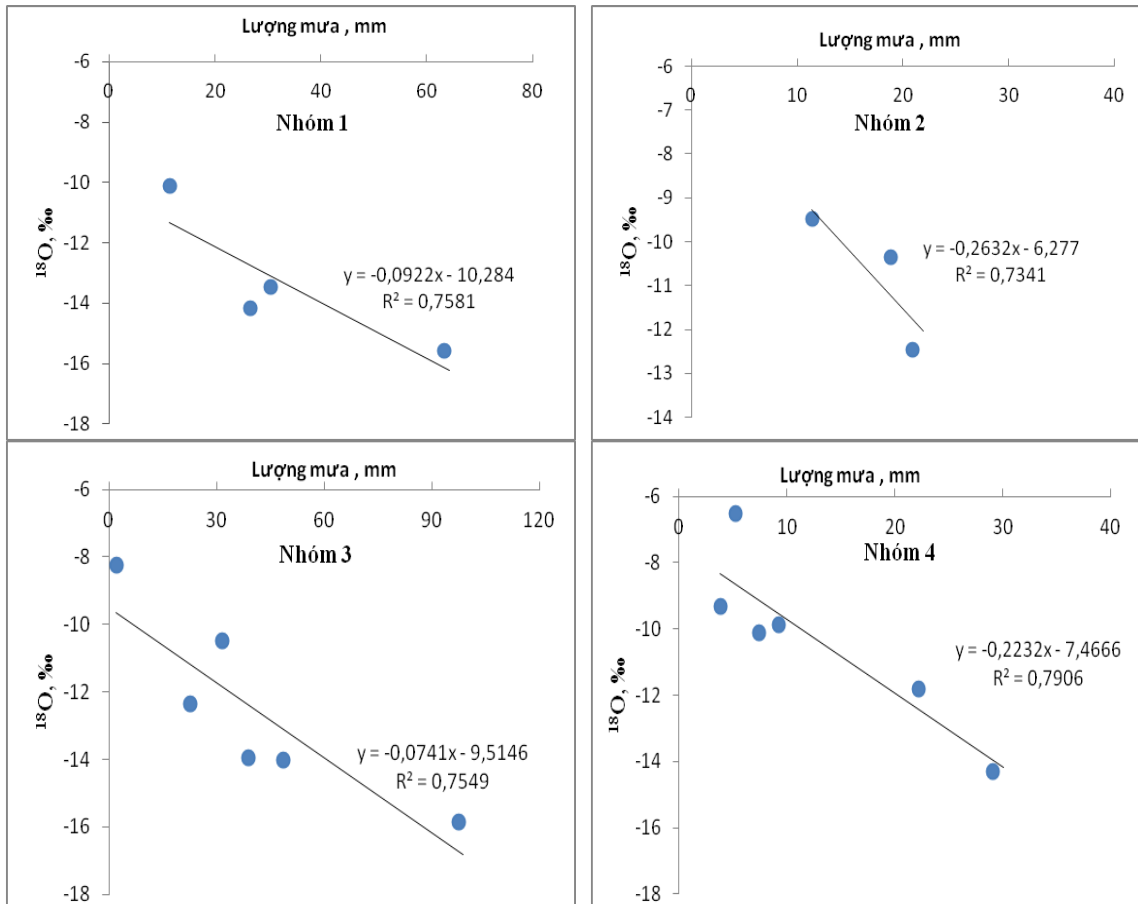
Hình 1: Mối quan hệ giữa thành phần đồng vị δ^2H và $\delta^{18}O$ trong nước mưa

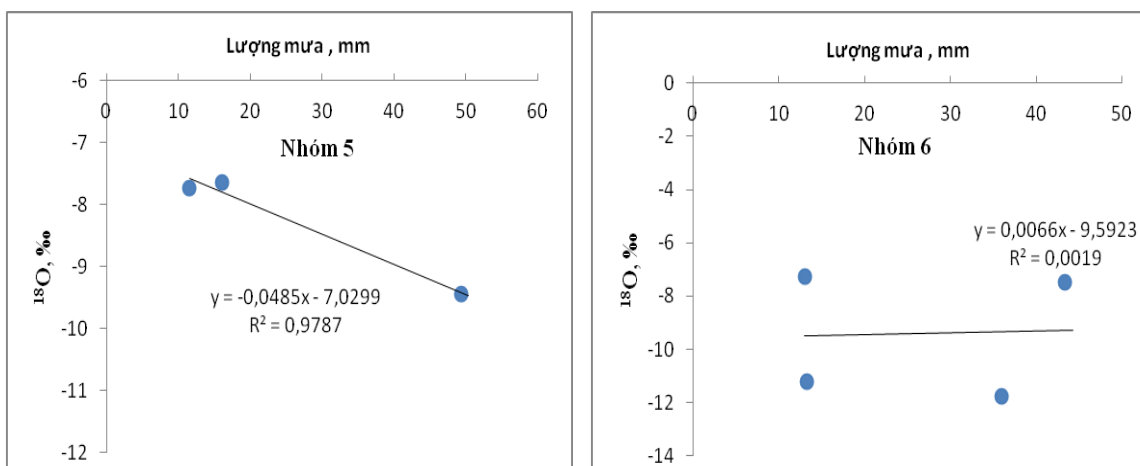
Nhiều nghiên cứu cho thấy giữa thành phần đồng vị δ^2H và $\delta^{18}O$ trong nước mưa và lượng mưa có mối tương quan với nhau [1], [3], [7]. Điều này được làm rõ qua kết quả phân tích và thu thập số liệu. Hình 2 mô tả sự thay đổi giá trị lượng mưa và đồng vị bền $\delta^{18}O$ theo ngày tại khu vực nội thành Hà Nội.



Hình 2: Sự thay đổi lượng mưa và thành phần đồng vị $\delta^{18}O$ trong nước mưa

Việc phân tích và đánh giá mối quan hệ giữa lượng mưa và giá trị đồng vị $\delta^{18}\text{O}$ được phân chia theo từng nhóm tương ứng với những đợt mưa kéo dài khác nhau gây ra bởi những cơn bão xuất hiện ở biển Đông tại khu vực nội thành Hà Nội. Nhóm 1 từ ngày 3-7/8/2020, nhóm 2 từ 10-13/8/2020, nhóm 3 từ 16-25/8/2020, nhóm 4 từ 18-28/9/2020, nhóm 5 từ 4-14/10/2020 và nhóm 6 từ 15-29/10/2020. Việc phân chia nhóm dựa trên sự xuất hiện mưa giông do bão xuất hiện tại thời điểm nghiên cứu. Đó là các cơn bão tương ứng với các nhóm được phân chia Sinlaku, Mekkhala, Higos, Noul, Dianmu và nhóm cuối gồm Nangka, Kompasu, Rai. Hầu hết kết quả phân tích đánh giá cho thấy lượng mưa trong ngày và giá trị đồng vị bền $\delta^{18}\text{O}$ có mối quan hệ tuyến tính với nhau (Hình 3). Khi lượng mưa càng cao thì giá trị đồng vị bền càng nghèo và ngược lại. Giải thích hiện tượng này là bởi vì khi cơn bão bắt đầu gây mưa thì lượng nước mưa ban đầu rơi xuống thể hiện các giá trị đồng vị nghèo, tương ứng với nước mưa có chứa các giá trị đồng vị bền nhẹ hơn. Lượng mưa giảm dần là lúc lượng nước còn lại có chứa các đồng vị nặng xuống sau cùng. Riêng đối với nhóm 6 là tập hợp của một số ngày mưa rải rác trong tháng 10 thì không tìm thấy mối quan hệ này. Lý do một phần do lượng mẫu thu về trong nhóm này nằm rải rác các ngày cuối tháng 10, cuối mùa mưa và ít chịu ảnh hưởng của các cơn bão cuối mùa mưa và bước vào thời kỳ khô hạn trong năm.





Hình 3: *Mối quan hệ giữa lượng mưa và giá trị thành phần đồng vị bền $\delta^{18}\text{O}$*

Thành phần đồng vị bền trong nước mưa còn chịu ảnh hưởng của yếu tố mùa và nhiệt độ không khí. Vào thời kỳ mùa mưa, giá trị đồng vị có xu hướng nghèo hơn so với ghi nhận được vào mùa khô. Điều này được giải thích bởi chính quá trình phân tách đồng vị trong mẫu nước mưa chịu ảnh hưởng bởi nhiệt độ và độ ẩm không khí tại nơi hình thành các đám mây gây mưa [1], [3], [8]. Bảng 2 kết quả dưới đây mô tả giá trị trung bình theo tháng giá trị pH, nhiệt độ, thành phần đồng vị $\delta^2\text{H}$ và $\delta^{18}\text{O}$ của nước mưa và làm rõ nhận định trên.

Bảng 2: *Kết quả trung bình theo tháng giá trị pH, nhiệt độ và thành phần đồng vị bền $\delta^2\text{H}$ và $\delta^{18}\text{O}$*

	pH	Nhiệt độ	$\delta^2\text{H}, \text{‰}$	$\delta^{18}\text{O}, \text{‰}$
Tháng 8	6.75	28.62	-81.00	-12.35
Tháng 9	6.28	26.83	-71.52	-10.33
Tháng 10	5.44	23.57	-59.05	-8.93

4. Kết luận

Đánh giá kết quả thành phần đồng vị $\delta^{18}\text{O}$ và lượng mưa tại vị trí lấy mẫu khu vực nội thành Hà Nội cho thấy có mối liên hệ tuyến tính giữa chúng với nhau trong khoảng thời gian các nhóm số liệu được khảo sát. Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu ban đầu cho thấy thành phần đồng vị bền trong nước mưa có sự biến đổi rõ nét theo các tháng với nhiệt độ môi trường thay đổi. Các nghiên cứu này là cơ sở khoa học cho nhóm nghiên cứu tiếp tục tìm hiểu và đánh giá một cách định lượng về các mối quan hệ giữa nước mưa và dòng mặt cũng như các thông tin quan trọng về mối quan hệ qua lại giữa nước mặt và nước dưới đất ở khu vực nội thành Hà Nội.

Lời cảm ơn: Tập thể tác giả cảm ơn Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân đã tạo điều kiện cơ sở vật chất cũng như tài trợ kinh phí cho nghiên cứu này thông qua đề tài cấp Bộ Khoa học và Công nghệ ĐTCB.18/20/VKHKTHN. Cán bộ nghiên cứu Hà Lan Anh, VINIF.2020.TS.126 được hỗ trợ bởi chương trình học bổng đào tạo thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), Viện Nghiên cứu Dữ liệu lớn (VinBigdata).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Mook W. G. (ed.), *Environmental isotopes in the hydrological cycle: Principles and Applications*, UNESCO/IAEA Series, IAEA, Vienna, Austria, Vol. I, p. 280, 1998.
- [2] C. W. Fetter, *Địa chất thủy văn ứng dụng*, NXB Giáo dục, 2001.
- [3] Vreča, P., Brenčič, M., Leis, A., “Comparison of monthly and daily isotopic composition of precipitation in the coastal area of Slovenia,” *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 43(4), 307-321, 2007. <https://doi.org/10.1080/10256010701702739>
- [4] International Atomic Energy Agency/World Meteorological Organization. *Global Network of Isotopes in Precipitation: The GNIP database*, 2006. Available online at: <http://isohis.iaea.org>.
- [5] IAEA, *Advances in Isotope Hydrology and its Role in Sustainable Water Resources Management (IHS-2007)*. Proceedings of a Symposium Held in Vienna, Austria, 21-25/5/2007.
- [6] Trịnh Văn Giáp, *Quan trắc và phân tích phóng xạ môi trường và các đồng vị bền tại các điểm thuộc khu vực Hà Nội, Lạng Sơn, Quảng Ninh, Lào Cai, nước đầu nguồn sông Hồng, sông Nậm Thi, sông Kỳ Cùng và ô nhiễm bụi khí tại Nghĩa Đô, Hà Nội*, Báo cáo tổng kết nhiệm vụ môi trường, 2021.
- [7] IAEA, *Sampling procedures for isotope hydrology*, <http://www-naweb.iaea.org/napc/ih/documents/other/Sampling%20booklet%20web.pdf>.
- [8] Theakstone, W. H., A seven-year study of oxygen isotopes in daily precipitation at a site close to the Arctic Circle, Tustervatn, Norway: Trajectory analysis and links with the North Atlantic Oscillation. *Atmospheric Environment*, 45(29), 5101- 5109, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.06.034>

SUMMARY

RESEARCH ON THE CHARACTERISTICS OF $\delta^2\text{H}$ AND $\delta^{18}\text{O}$ STABLE ISOTOPIC COMPOSITION OF PRECIPITATION IN HA NOI

Nguyen Thanh Cong⁽¹⁾, Ha Lan Anh⁽²⁾, Vo Thi Anh⁽²⁾,
Vu Hoai⁽²⁾, Mai Dinh Kien⁽²⁾

¹ Vinh University

² Institute for Nuclear Science and Technology

Received on 12/4/2022, accepted for publication on 23/5/2022

The variability in the content of environmental isotopes $\delta^2\text{H}$ and $\delta^{18}\text{O}$ in precipitation over time is applied to study the characteristics of rainwater and the time-varying process in the atmospheric water cycle and the variable processes in the hydrological cycle. 26 rainwater samples were collected according to rainy days from August 3 to October 29, 2020 in Ha Noi. The stable isotope composition in rainwater ranged from -108.04‰ to -40‰ and -15.87‰ to -6.53‰ for $\delta^2\text{H}$ and $\delta^{18}\text{O}$, respectively. Besides, the values of $\delta^2\text{H}$ and $\delta^{18}\text{O}$ were located around the local meteorological waterline. The stable isotope values also clearly reflect the correlation with the daily rainfall as well as clearly reflect the influence of season and ambient temperature on the change of stable isotope value with rainwater.

Keywords: Stable isotope value; rainwater; $\delta^2\text{H}$ and $\delta^{18}\text{O}$.