



## TRITIUM VÀ ĐỒNG VỊ BỀN TRONG NƯỚC HƠI ẨM KHÔNG KHÍ KHU VỰC PHÍA NAM VIỆT NAM

Nguyễn Văn Phúc\*, Nguyễn Kiên Chính, Huỳnh Long, Trần Thị Bích Liên

Trung tâm Hạt nhân Thành phố Hồ Chí Minh (CNT)

\*Corresponding author: Nguyễn Văn Phúc – Email: phucnvphys@gmail.com

Ngày nhận bài: 08-01-2019; ngày nhận bài sửa: 17-4-2019; ngày duyệt đăng: 09-6-2019

### TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, với mục đích xây dựng nền phong phóng xạ tritium nước hơi ẩm không khí; đặc trưng thành phần đồng vị bền, nguồn gốc và tính chất nước hơi ẩm không khí trong khu vực phía Nam. Nước hơi ẩm không khí tại 10 địa điểm trong khu vực phía Nam trong hai thời điểm mùa khô và mùa mưa được thu thập và phân tích hàm lượng tritium, thành phần đồng vị bền. Kết quả cho thấy hàm lượng tritium nước hơi ẩm không khí dao động từ  $2,64 \pm 0,55$  pCi/L đến  $7,34 \pm 0,55$  pCi/L, giá trị tritium này tương đương với hàm lượng tritium trong nước mưa quan trắc trong khu vực; thành phần đồng vị bền nước hơi ẩm không khí có quan hệ tốt với đường nước khí tượng và cho biết nguồn hơi ẩm mang lại khu vực phía Nam chủ yếu là từ biển.

**Từ khóa:** tritium, đồng vị bền, nước hơi ẩm không khí, đường nước khí tượng.

### 1. Mở đầu

Tritium ( $^3\text{H}$ , T) là đồng vị phóng xạ của hydro, tritium phân rã  $\beta^-$  ( $E_{max} = 18,6$  keV), chu kỳ bán rã  $12,32 \pm 0,02$  năm ( $4.500 \pm 8$  ngày) (Lucas & Unterweger, 2000). Tritium tạo ra trong khí quyển có 2 nguồn gốc: i) Nguồn gốc tự nhiên và ii) từ các hoạt động hạt nhân của con người.

i) Nguồn gốc tự nhiên: Tritium sản sinh tự nhiên do phản ứng hạt nhân giữa nitrogen và tia vũ trụ năng lượng cao ở các tầng trên khí quyển. Tốc độ sản sinh tritium tự nhiên ước tính khoảng 0,25 nguyên tử/cm<sup>3</sup>/s, quá trình này tạo ra từ 3,5 đến 4,5 kg tritium. Khoảng 55% tritium được tạo ra trên tầng bình lưu của khí quyển (Michel, 2005; Teegarden, 1967).

ii) Từ các hoạt động hạt nhân của con người: Tritium sản sinh chủ yếu từ các vụ thử vũ khí hạt nhân, rò rỉ từ các cơ sở hạt nhân và các hoạt động hạt nhân liên quan khác. Trong thời gian từ 1953 đến 1963 các vụ thử vũ khí hạt nhân đã làm gia tăng tritium trên toàn cầu, ước tính khoảng 600 kg tritium đã được đưa vào khí quyển, chủ yếu bên trên đỉnh của tầng đối lưu (Michel, 2005).

Tritium trong khí quyển được quan trắc từ những năm 50 của thế kỉ 20 sau những vụ thử vũ khí hạt nhân, hàm lượng tritium đạt đỉnh vào năm 1963 và sau đó suy giảm. Ngày nay hàm lượng tritium trong khí quyển gần trở về mức phong ban đầu. Quan trắc tritium trong không khí có vai trò quan trọng, không chỉ đánh giá phong phóng xạ môi trường mà

còn có ý nghĩa trong việc nghiên cứu bổ cập, tuổi, cân bằng nước ngầm và sự vận động của chu trình thủy văn.

Đồng vị bền của nước, deuterium ( $^2\text{H}$  hoặc D) và  $^{18}\text{O}$  được sử dụng thông dụng trong nghiên cứu thủy văn. Nước khí tượng trên toàn cầu có quan hệ tuyến tính giữa  $\delta\text{D}$  và  $\delta^{18}\text{O}$  (Craig, 1961). Trong đó giá trị  $\delta$  được cho bởi phương trình 1:

$$\delta = \left[ \frac{a}{b} - 1 \right] \times 1000 \quad (1)$$

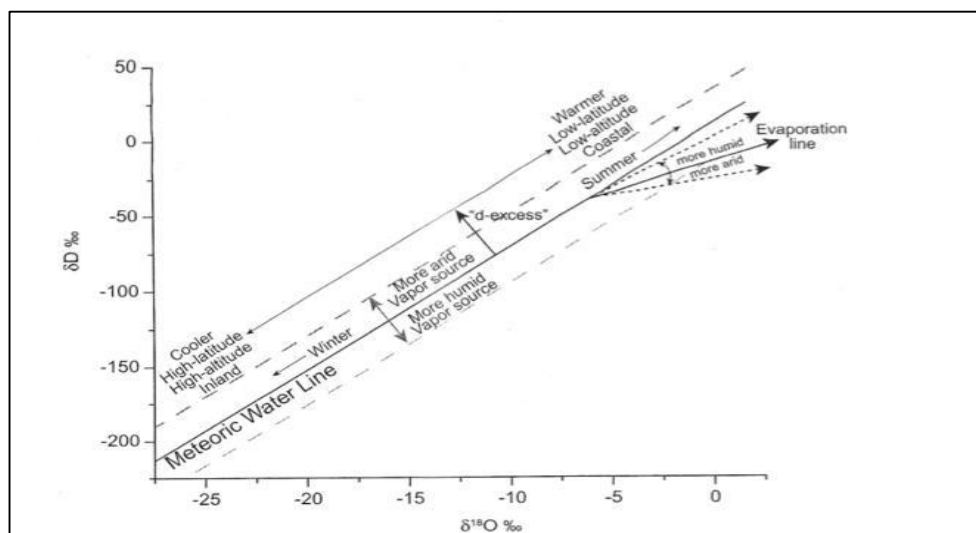
Với a là tỉ lệ đồng vị ( $^2\text{H}/^1\text{H}$  hoặc  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) và b là tỉ lệ đồng vị của mẫu nước biển trung bình (VSMOW - Vienna Standard Mean Ocean Water).

Quan hệ tuyến tính giữa  $\delta\text{D}$  và  $\delta^{18}\text{O}$  được gọi là đường nước khí tượng thế giới (GMWL - Global Meteoric Water Line) và được cho bởi phương trình 2:

$$\delta\text{D} = 8 \times \delta\text{O}^{18} + 10 \quad (2)$$

Đường nước khí tượng thế giới trình bày quan hệ đồng vị trung bình trong nước khí tượng, giá trị âm trên đường nước khí tượng là kết quả của quá trình phân đoạn đồng vị. Sự phân đoạn đồng vị phụ thuộc vào nhiệt độ, ở nhiệt độ thấp làm gia tăng phân đoạn đồng vị, điều này cũng tìm thấy ở những nơi có cao độ cao.

Quá trình mưa cũng như hơi ẩm di chuyển vào lục địa là nguyên nhân mất các đồng vị nặng. Độ lệch so với đường nước khí tượng thế giới cho biết nguồn gốc hơi ẩm, sự bay hơi, và có tính chất ẩm ướt hay khô nóng (Hình 1) (McGuire & McDonnell, 2007).



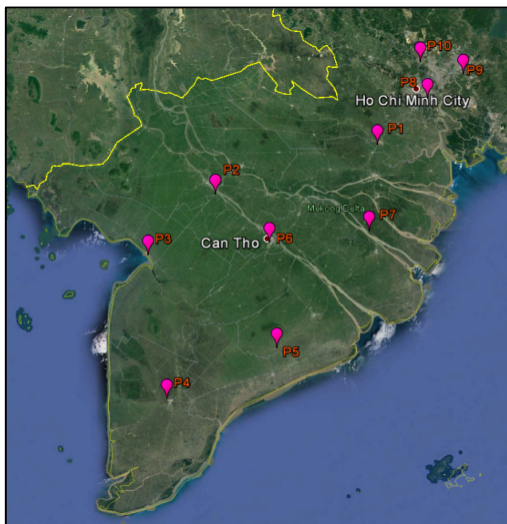
**Hình 1.** Giải thích quan hệ đồng vị bền của nguồn nước so với đường GMWL

Đánh giá tác động phát tán của tritium ra môi trường trên toàn cầu, mạng lưới kết nối đồng vị trong nước mưa toàn cầu (GNIP) được thành lập vào năm 1961 do sự điều hành của bộ phận Thủy văn Đồng vị, Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế (IAEA) và Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO). Mạng GNIP quan trắc các dữ liệu về thủy văn, đồng vị bền ( $^2\text{H}$ ,  $^{18}\text{O}$ ), và tritium ( $^3\text{H}$ ) trong nước mưa tại các địa điểm thuộc mạng quan trắc trên toàn cầu. Tại Việt Nam, quan trắc tritium trong nước mưa đã thực hiện thường xuyên trong nhiều năm tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh, tritium trong hơi ẩm không khí đã được quan trắc tại Hà Nội từ năm 2013, khu vực phía Nam vẫn còn trống số liệu về tritium trong nước hơi ẩm không khí. Trong nghiên cứu này, chúng tôi cung cấp số liệu về tritium và những đặc trưng thành phần đồng vị trong nước hơi ẩm trên 10 vị trí ở khu vực phía Nam Việt Nam. Các dữ liệu này là cơ sở dữ liệu ban đầu trong việc đánh giá phóng xạ tritium trong hơi ẩm không khí và cũng là cơ sở cho những nghiên cứu thủy văn, khí tượng.

## 2. Thực nghiệm và phương pháp

### 2.1. Địa điểm và thời gian lấy mẫu

Với những đặc trưng chế độ gió theo mùa trong khu vực (mùa khô và mùa mưa), điều kiện địa hình khu vực phía Nam Việt Nam, 10 vị trí lấy mẫu được chọn lựa trải đều trên toàn khu vực (Hình 2). Mỗi vị trí được lấy mẫu vào 2 thời điểm đặc trưng cho mùa mưa và mùa khô. Mẫu mùa mưa được lấy vào tháng 08 năm 2017, mùa khô được lấy vào tháng 3 năm 2018



Hình 2. Sơ đồ vị trí lấy mẫu nước hơi ẩm không khí

## 2.2. Phương pháp lấy mẫu và phân tích

Mẫu nước hơi ẩm không khí được lấy bằng phương pháp ngưng tụ hơi nước ở nhiệt độ thấp, sử dụng máy hút ẩm để thu gom mẫu. Thể tích mẫu cần cho phân tích hàm lượng tritium tối thiểu là 500 mL và cho đồng vị bền là 50 mL. Tổng cộng có 40 mẫu được lấy trong toàn khu vực phía Nam (20 mẫu cho phân tích tritium và 20 mẫu cho phân tích đồng vị bền). Các mẫu nước hơi ẩm không khí được đựng trong các chai nhựa đảm bảo kín nắp, tránh sự bay hơi, được dán nhãn, và ghi các thông số về thời gian lấy mẫu, tọa độ, nhiệt độ môi trường, độ ẩm. Tất cả các mẫu được đặt trong thùng lạnh và tránh ánh sáng.

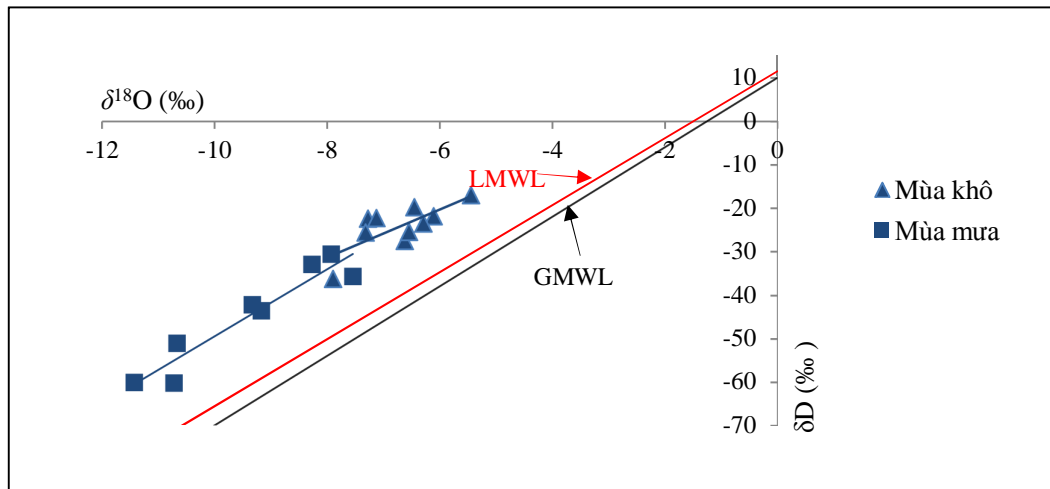
Quá trình phân tích hàm lượng tritium trải qua các công đoạn sau: chưng cất mẫu lần đầu; làm giàu tritium bằng phương pháp điện phân; chưng cất mẫu lần cuối; đo hàm lượng tritium bằng máy đo nhấp nháy lỏng (LSC). Sau quá trình làm giàu từ 500 mL mẫu ban đầu thu được 15 mL mẫu cho công đoạn đo bằng máy nhấp nháy lỏng, mẫu này phải đảm bảo có pH khoảng 7,0, EC < 30  $\mu\text{S/cm}$ . Làm giàu tritium bằng phương pháp điện phân thể hiện bằng 3 phương trình (3), (4), (5), trong đó phương trình (3) xảy ra ở cực anode, phương trình (4) xảy ra ở cực cathode, phương trình (5) là toàn bộ quá trình điện phân.



Các mẫu phân tích đồng vị bền được lọc sạch, mỗi mẫu được lấy 1 mL cho việc phân tích trên máy đo tỉ lệ đồng vị.

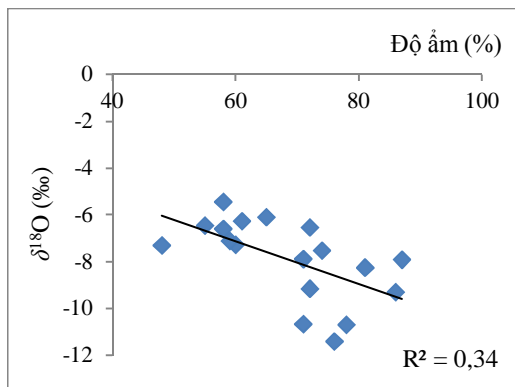
## 3. Kết quả và thảo luận

Đồng vị bền  $\delta^{18}\text{O}$  và  $\delta\text{D}$  trong nước hơi ẩm không khí so với đường nước khí tượng thế giới (GMWL) và đường nước khí tượng địa phương (LMWL) (Hình 3). Độ lệch của đường nước hơi ẩm không khí so với đường nước khí tượng thế giới (GLWL) (lệch về phía trục  $\delta^{18}\text{O}$ ) cho thấy nước hơi ẩm không khí hình thành từ nguồn hơi nước có tính chất ẩm ướt, nguồn hơi ẩm này chủ yếu được mang từ biển vào. Đường nước hơi ẩm không khí mùa khô có hệ số góc nhỏ hơn so với đường nước hơi ẩm không khí mùa mưa cho biết nước hơi ẩm không khí mùa khô được mang tới từ nguồn nước có sự bay hơi mạnh hơn so với mùa mưa. Đồng vị bền của nước hơi ẩm không khí phân làm 2 nhóm rõ rệt, nhóm mùa mưa và nhóm mùa khô, nhóm nước hơi ẩm mùa khô giàu thành phần đồng vị nặng hơn nhóm nước hơi ẩm mùa mưa.

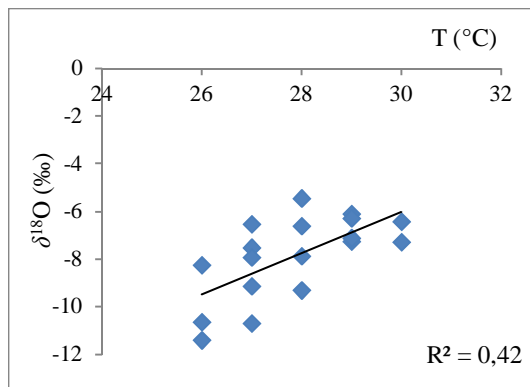


**Hình 3.** Quan hệ giữa  $\delta^{18}\text{O}$  và  $\delta^2\text{H}$  trong nước hơi ẩm không khí

Hình 4 và Hình 5 cho thấy có quan hệ giữa thành phần đồng vị bền  $\delta^{18}\text{O}$  của nước hơi ẩm không khí với nhiệt độ và độ ẩm môi trường. Nhiệt độ môi trường cao và độ ẩm thấp làm tăng tỉ lệ thành phần đồng vị nặng, nhiệt độ thấp và độ ẩm cao làm giảm tỉ lệ thành phần đồng vị nặng.

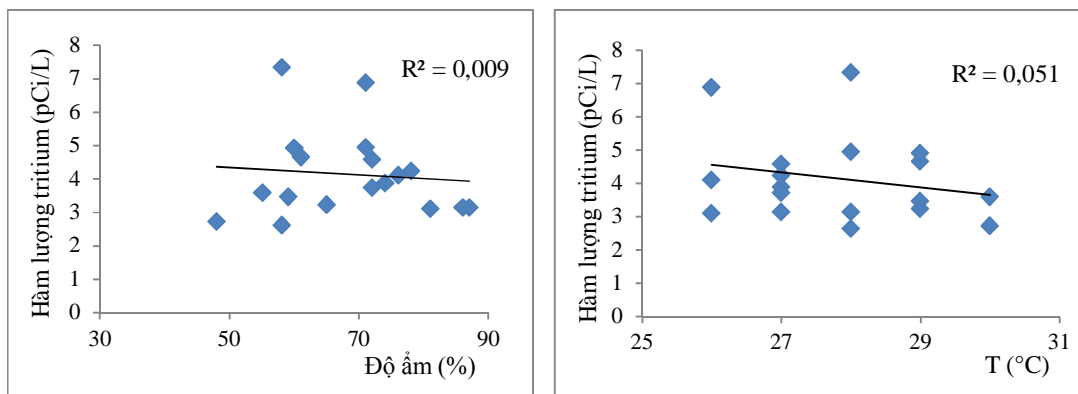


**Hình 4.** Quan hệ  $\delta^{18}\text{O}$  và độ ẩm môi trường



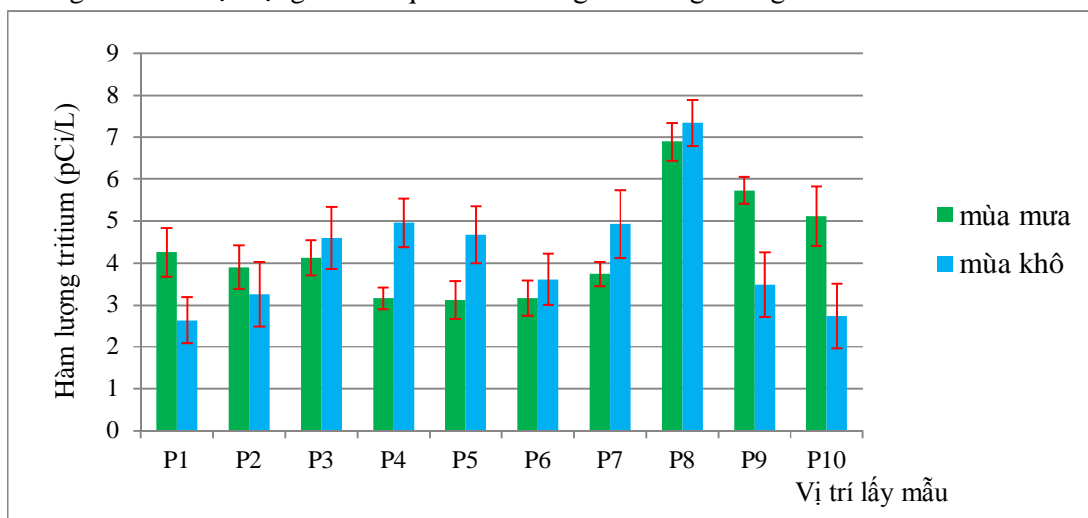
**Hình 5.** Quan hệ  $\delta^{18}\text{O}$  và nhiệt độ môi trường

Không nhận thấy có quan hệ rõ ràng giữa tritium với độ ẩm và nhiệt độ môi trường (Hình 6 và Hình 7), điều này trái ngược với thành phần đồng vị bền trong nước hơi ẩm không khí.



**Hình 6.** Quan hệ tritium và độ ẩm môi trường    **Hình 7.** Quan hệ tritium và nhiệt độ môi trường

Hàm lượng tritium đo trên 20 mẫu nước hơi ẩm không khí (Hình 8) cho thấy giá trị tritium hơi ẩm không khí vào mùa mưa dao động từ  $3,12 \pm 0,45$  pCi/L đến  $6,89 \pm 0,45$  pCi/L, mùa khô dao động từ  $2,64 \pm 0,55$  pCi/L đến  $7,34 \pm 0,55$  pCi/L. Giá trị trung bình tritium các mẫu nước hơi ẩm mùa mưa là  $4,2 \pm 0,44$  pCi/L, mùa khô là  $4,3 \pm 0,68$  pCi/L. Hàm lượng tritium trong hơi ẩm không khí gần tương đương với giá trị tritium trong nước mưa quan trắc trong khu vực phía Nam Việt Nam. Không có sự khác biệt về tritium nước hơi ẩm trong mùa mưa và mùa khô, hiện tượng này cũng giống như tritium trong nước mưa đối với những khu vực ven biển (Tadros, Hughes, Crawford, Hollins, & Chisari, 2014; Ha Lan Anh et al., 2018). Giá trị hàm lượng tritium nước hơi ẩm không khí trong cả mùa khô và mùa mưa đạt giá trị lớn nhất tại vị trí P8 (TPHCM), điều này có khả năng bị ảnh hưởng bởi các hoạt động có liên quan tới con người làm gia tăng tritium.



**Hình 8.** Tritium trong nước hơi ẩm không khí

#### 4. Kết luận

Hàm lượng tritium trong nước hơi ẩm không khí khu vực phía Nam dao động từ  $2,64 \pm 0,55$  pCi/L đến  $7,34 \pm 0,55$  pCi/L, giá trị tritium này tương đương với tritium trong nước mưa trong khu vực nghiên cứu. Tritium trong nước hơi ẩm không khí không bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ và độ ẩm môi trường. Không nhận thấy sự khác biệt hàm lượng tritium trong các nước hơi ẩm không khí vào mùa mưa và mùa khô. Các số liệu tritium trong nước hơi ẩm không khí này là cơ sở dữ liệu phóng xạ tritium không khí ban đầu trong khu vực, có ý nghĩa trong việc đánh giá phát tán phóng xạ môi trường không khí khi các nước lân cận Việt Nam đã và đang xây dựng các nhà máy điện hạt nhân.

Nguồn hơi ẩm mang tới khu vực phía Nam là nguồn hơi nước có tính chất ẩm ướt, được mang chủ yếu vào từ biển. Nước hơi ẩm không khí vào mùa khô giàu thành phần đồng vị nặng hơn và được mang đến từ nguồn nước sảy ra quá trình bay hơi mạnh hơn so với mùa mưa. Nhiệt độ cao và độ ẩm thấp làm giàu tỉ lệ thành phần đồng vị nặng trong nước hơi ẩm không khí và ngược lại.

❖ **Tuyên bố về quyền lợi:** Các tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Craig, H. (1961). Isotopic Variations in Meteoric Water. *Science*, 133, 1702-1703.  
doi: 10.1126/science.133.3465.1702
- Ha Lan Anh, Vo Thi Anh, Trinh Van Giap, Nguyen Thi Hong Thinh, Tran Khanh Minh,...Vu Hoai. (2018). Monitoring of tritium concentration in Hanoi's precipitation from 2011 to 2016. *Journal of Environmental Radioactivity*, 192, 143-149.  
doi: 10.1016/j.jenvrad.2018.06.009
- Lucas, L. L., & Unterweger, M. P. (2000). Comprehensive review and critical evaluation of the half-life of tritium. *J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol*, 105(4), 541-549.  
doi: 10.6028/jres.105.043
- McGuire, K., & McDonnell, J. (2007). Stable isotope tracers in watershed hydrology. In R. Michener, & K. Lajtha (Eds.), *Stable isotope in ecology and enviromental science* (335-374). United Kingdom: Blackwell. doi: 10.1002/9780470691854.ch11
- Michel, R. L. (2005). Tritium in the hydrologic cycle. In P. K. Aggarwal, J. R. Gat, & K. F. O. Froehlich (Eds.), *Isotopes in the water cycle* (53-66). The Netherlands: Springer.  
doi: 10.1007/1-4020-3023-1\_5
- Tadros, C. V., Hughes, C.E., Crawford, J., Hollins, S. E., & Chisari, R. (2014). Tritium in Australian precipitation: A 50 year record. *Journal of Hydrology*, 513, 262-273.  
doi: 10.1016/j.jhydrol.2014.03.031
- Teegarden, B. J. (1967). Cosmic-ray production of deuterium and tritium in the Earth's atmosphere. *Journal of Geophysical Research*, 72, 4863-4868. doi: 10.1029/JZ072i019p04863

**TRITIUM AND STABLE ISOTOPE IN ATMOSPHERIC WATER VAPOUR  
IN SOUTHERN VIET NAM***Nguyen Van Phuc\**, *Nguyen Kien Chinh*, *Huynh Long*, *Tran Thi Bich Lien**Center for Nuclear Techniques (CNT)**\* Corresponding author: Nguyen Van Phuc – Email: phucnvphys@gmail.com**Received: 08/01/2019; Revised: 17/4/2019; Accepted: 09/6/2019***ABSTRACT**

*The purpose of this study is to establish background tritium concentration in atmospheric water vapour; and characteristics of stable isotope composition, source, and properties of atmospheric water vapour in the Southern Viet Nam. The atmospheric water vapour at 10 locations in the Southern area during the dry and rainy seasons was collected and analyzed for tritium content and stable isotope composition. The results showed that tritium level ranged from  $2.64 \pm 0.55$  pCi/L to  $7.34 \pm 0.55$  pCi/L, this tritium value is equivalent to tritium content of rainwater in region; the stable isotope composition of atmospheric water vapour has a good relationship with meteoric water line and indicates the moisture source that comes mainly from the sea.*

**Keywords:** tritium, stable isotope, atmospheric water vapour, meteoric water line.