

Thông tin

**& Khoa học
Công nghệ**

HẠT NHÂN

VIỆN NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ VIỆT NAM

ỨNG DỤNG CÁC KỸ THUẬT ĐỒNG VỊ TRONG NGHIÊN CỨU

- * TÀI NGUYÊN NƯỚC NGẦM**
- * NGUỒN NƯỚC VÀ CHẤT LƯỢNG NƯỚC**
- * CÁC QUÁ TRÌNH MÔI TRƯỜNG**
- * NGUỒN GỐC NGUỒN NƯỚC KHOÁNG NÓNG**



BAN BIÊN TẬP

TS. Trần Chí Thành - Trưởng ban
TS. Cao Đình Thanh - Phó Trưởng ban
PGS. TS Nguyễn Nhị Điền - Phó Trưởng ban
TS. Trần Ngọc Toàn - Ủy viên
ThS. Nguyễn Thanh Bình - Ủy viên
TS. Trịnh Văn Giáp - Ủy viên
TS. Đặng Quang Thiệu - Ủy viên
TS. Hoàng Sỹ Thân - Ủy viên
TS. Trần Quốc Dũng - Ủy viên
ThS. Trần Khắc Ân - Ủy viên
KS. Nguyễn Hữu Quang - Ủy viên
KS. Vũ Tiến Hà - Ủy viên
ThS. Bùi Đăng Hạnh - Ủy viên

Thư ký: CN. Lê Thúy Mai

Biên tập và trình bày: Nguyễn Trọng Trang



Địa chỉ liên hệ:

Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam
59 Lý Thường Kiệt, Hoàn Kiếm, Hà Nội
ĐT: (024) 3942 0463
Fax: (024) 3942 2625
Email: infor.vinatom@hn.vnn.vn
Giấy phép xuất bản số: 57/CP-XBBT
Cấp ngày 26/12/2003



THÔNG TIN KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ HẠT NHÂN

NỘI DUNG

1- Vai trò của đồng vị môi trường trong nghiên cứu tài nguyên nước ngầm

TRỊNH VĂN GIÁP

9- Vai trò chỉ thị của đồng vị phóng xạ trong nghiên cứu CÁC QUÁ TRÌNH MÔI TRƯỜNG

PHAN SƠN HẢI

16- Kết quả nghiên cứu mới về nguồn gốc nguồn nước khoáng nóng Vĩnh Phương, tp. Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa bằng kỹ thuật đồng vị

ĐOÀN VĂN CÁNH, NGUYỄN THẠCH CƯỜNG, ĐẶNG ĐỨC NHẬN, HỒ MINH THỌ

26- Ứng dụng các kỹ thuật đồng vị trong nghiên cứu nguồn nước và chất lượng nước

TRỊNH ANH ĐỨC

30- Xác định liều và sự đáp ứng tiêu chuẩn về an toàn, an ninh nguồn phóng xạ của thiết bị chiếu xạ gamma dùng nguồn Co-60

NGHIÊM XUÂN KHÁNH, NGUYỄN XUÂN THAO, NGUYỄN VĂN MẠNH và cs.

37- Trung tâm hợp tác IAEA - VINATOM

TRỊNH ANH ĐỨC

TIN TRONG NƯỚC VÀ QUỐC TẾ

41- Viện trưởng Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam được trao tượng Viện sỹ Igor Kurchatov nhân kỷ niệm 65 năm vận hành nhà máy điện nguyên tử đầu tiên trên thế giới

42- Ứng dụng của bức xạ trong y học giúp Kuwait kiểm soát căn bệnh ung thư

VAI TRÒ CỦA ĐỒNG VỊ MÔI TRƯỜNG TRONG NGHIÊN CỨU TÀI NGUYÊN NƯỚC NGẦM

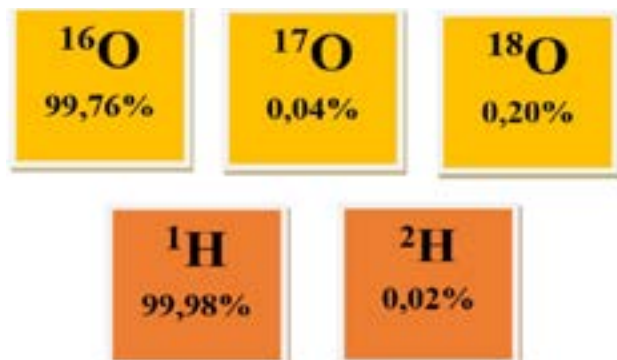
Quản lý và khai thác nước ngầm một cách hợp lý phục vụ cho sản xuất và đời sống đang là vấn đề sống còn của nhiều quốc gia trên thế giới. Tuy nước ta nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa, lượng mưa hàng năm khá cao, nhưng đang chịu áp lực không nhỏ để có đủ nguồn nước sạch phục vụ phát triển kinh tế-xã hội trước những thách thức về biến đổi khí hậu ngày càng khắc liệt. Trong thời gian qua, kỹ thuật hạt nhân nói chung, kỹ thuật đồng vị nói riêng đã góp phần đáng kể phục vụ cho việc quản lý khai thác bền vững nguồn nước ngầm. Để cung cấp thông tin về vai trò của kỹ thuật đồng vị trong nghiên cứu môi trường nói chung và tài nguyên nước ngầm nói riêng, trên cơ sở những kết quả thu nhận được trong thời gian qua, một số vấn đề sẽ được đề cập trong bài viết này, cũng như các bài tiếp theo là “Vai trò của đồng vị môi trường trong nghiên cứu tài nguyên nước ngầm”; “Kỹ thuật đồng vị đánh giá nguồn gốc ô nhiễm nguồn nước”; “Vai trò của đồng vị môi trường trong truy xuất nguồn gốc địa lý, chất lượng các nông sản”. Trong bài viết này, các nguyên tắc cơ bản của kỹ thuật đồng vị sử dụng các đồng vị của hydro (^1H , ^2H , ^3H) và oxy (^{16}O , ^{17}O , ^{18}O) nghiên cứu nước ngầm sẽ được trao đổi. Để minh họa cho nguyên tắc này, một số ví dụ liên quan đến nguồn gốc nước ngầm khu vực Hà Nội cũng được trình bày.

1. ĐỒNG VỊ MÔI TRƯỜNG

Các đồng vị môi trường, cả đồng vị bền và phóng xạ có trong khí quyển và thủy quyển với các nồng độ khác nhau. Các đồng vị môi trường được sử dụng phổ biến nhất trong nghiên cứu tài nguyên nước là các đồng vị của hydro (^2H hoặc D và ^3H) và oxy (^{18}O) có trong phân tử nước H_2O . Các đồng vị ^2H và ^{18}O là các đồng vị bền còn đồng vị ^3H là đồng vị phóng xạ. Trong môi trường, nguyên tử oxy có 3 đồng vị bền và nguyên tử hydro có 2 đồng vị bền với tỷ lệ khác nhau, điều này được minh họa trên hình 1.

Các đồng vị trên nằm trong phân tử nước và được ký hiệu như sau: $^1\text{H}^1\text{H}^{16}\text{O}$, $^1\text{H}^2\text{H}^{16}\text{O}$, $^1\text{H}^1\text{H}^{18}\text{O}$, $^1\text{H}^2\text{H}^{18}\text{O}$. Các đồng vị bền thường được xác định bằng máy khối phổ kế tỷ số đồng vị (IR-MS), kết quả phân tích là tỷ số giữa đồng vị ít phổ biến và đồng vị phổ biến hơn. Các đồng vị phóng xạ thường được xác định bằng các thiết bị ghi

nhận các bức xạ do các đồng vị phóng xạ phân rã.



Hình 1. Minh họa các đồng vị bền của hydro và oxy và tỷ lệ của chúng trong tự nhiên (^{16}O và ^1H là đồng vị phổ biến hay còn gọi là đồng vị nhẹ, các đồng vị còn lại là các đồng vị ít phổ biến hay còn gọi là đồng vị nặng)

1.1. Đồng vị bền

Các đồng vị bền của hydro và oxy có trong chính phân tử của nước H_2O , vì vậy đó

cũng là các đồng vị được sử dụng phổ biến nhất để nghiên cứu môi trường nước. Sự thay đổi tỷ số đồng vị $^2\text{H}/^1\text{H}$ và $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ của phân tử nước trong tự nhiên trong các quá trình thay đổi pha của nước trong khí quyển là do sự khác nhau về năng lượng liên kết hóa học của các đồng vị và đó cũng chính là sự khác nhau về khối lượng. Ví dụ, chênh lệch khối lượng giữa ^2H và ^1H là 2: 1 trong khi tương tự đối với ^{18}O và ^{16}O là 1,1: 1. Các tỷ lệ đồng vị bền (tỷ số đồng vị nặng/đồng vị nhẹ) trong thủy văn được quy ước theo độ lệch phần một triệu (‰) và sử dụng ký hiệu δ (delta):

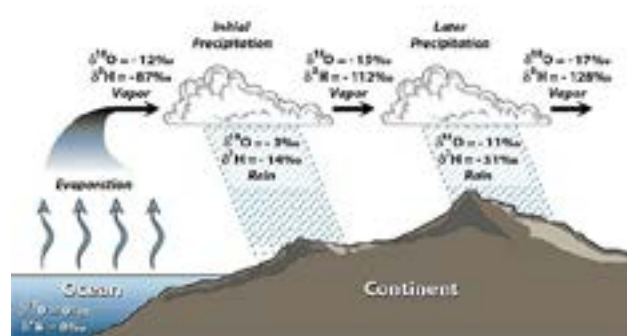
$$\delta = \frac{R_S - R_{Std}}{R_{Std}} \cdot 1000 \text{ (‰)} \quad (1)$$

Trong đó, R là tỷ lệ nồng độ đồng vị ($^2\text{H}/^1\text{H}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) của mẫu cần đo hoặc mẫu chuẩn. Mẫu chuẩn hay được sử dụng cho đồng vị hydro và oxy là mẫu VSMOW (Vienna Standard Mean Ocean Water) với tỷ số đồng vị $^2\text{H}/^1\text{H}$ và $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ tương ứng là $155,76 \pm 0,05 \cdot 10^{-6}$ và $2005,20 \pm 0,45 \cdot 10^{-6}$.

Hầu hết các ứng dụng của đồng vị bền của hydro và oxy trong nghiên cứu nước ngầm đều sử dụng các thay đổi về tỷ lệ đồng vị trong lượng mưa khí quyển, nghĩa là đầu vào của hệ thống thủy văn đang nghiên cứu. Những biến thiên của tỷ lệ đồng vị bền là kết quả của một loạt các quá trình vật lý, quan trọng nhất là quá trình bay hơi và ngưng tụ. Trong quá trình bay hơi, phân tử nước nhẹ $^1\text{H}^1\text{H}^{16}\text{O}$ dễ bay hơi hơn các phân tử nước nặng hơn ($^1\text{H}^2\text{H}^{16}\text{O}$ hoặc H_2^{18}O). Do đó, nước bay hơi từ đại dương thì đồng vị ^{18}O sẽ bị nghèo đi cỡ 10‰ và đồng vị ^2H sẽ bị nghèo đi cỡ từ 80 đến 120‰ so với trong nước đại dương. Khi hơi nước trong khí quyển này trải qua các quá trình bị làm lạnh và ngưng tụ liên tiếp để tạo ra các đám mây và mưa, các phân tử nước nặng sẽ dễ dàng được ngưng tụ, kết quả là phần hơi

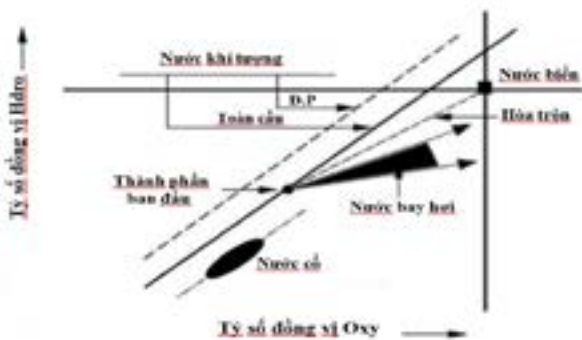
nước còn lại trong khí quyển ngày càng nghèo các đồng vị ^2H và ^{18}O .

Do đó, các cơn mưa liên tiếp xuất phát từ cùng một khối hơi nước ban đầu sẽ ngày càng nghèo các đồng vị nặng. Ngoài ra, mức độ ngưng tụ của khối hơi nước còn phụ thuộc vào nhiệt độ, nên hình thành mối liên hệ giữa thành phần đồng vị trong nước mưa và nhiệt độ hình thành cơn mưa đó: khi nhiệt độ hình thành cơn mưa giảm thì giá trị δ trong nước mưa cũng giảm. Sự phụ thuộc vào nhiệt độ đã tạo ra các biến đổi thành phần đồng vị theo mùa trong nước mưa (nước mưa mùa hè nghèo đồng vị nặng hơn so với mưa mùa đông). Ngoài ra còn có hiệu ứng về vĩ độ (nước mưa ở vĩ độ cao sẽ nghèo đồng vị nặng hơn so với nước mưa ở vĩ độ thấp) và hiệu ứng độ cao (đồng vị nặng trong nước mưa sẽ càng nghèo khi độ cao tăng lên). Hình 2 biểu diễn sự thay đổi thành phần đồng vị của hydro và oxy trong chu trình thủy văn.



Hình 2. Sự thay đổi thành phần đồng vị ^2H và ^{18}O trong chu trình thủy văn (ảnh gốc của Hoefs 1997 and Coplen et al [1])

Những hiệu ứng trên làm thay đổi thành phần đồng vị ^2H và ^{18}O , nhưng giữa chúng lại có mối liên hệ với nhau rất khăng khít, chính mối quan hệ này cho phép sử dụng các đồng vị của hydro và oxy để đánh giá các quá trình thủy văn khác nhau cũng như để chỉ ra sự biến đổi khí hậu trong quá khứ và hiện tại và các nguồn nước cổ (xem Hình 3).



Hình 3. Mối liên hệ thành phần đồng vị ^2H và ^{18}O trong các quá trình thủy văn

Trong khuôn khổ mạng lưới quan trắc đồng vị trong nước mưa trên phạm vi toàn cầu (GNIP), người ta đã thiết lập được mối liên hệ giữa $\delta^2\text{H}$ và $\delta^{18}\text{O}$ và được gọi là đường nước khí tượng toàn cầu (Global Meteoric Water Line-GMWL) và được biểu diễn bằng biểu thức sau:

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

Nước mưa khi xuống bề mặt trái đất và trải qua các quá trình bay hơi thì thành phần đồng vị sẽ không tuân theo phương trình (2). Quá trình bay hơi sẽ làm giàu đồng vị nặng (^2H , ^{18}O) trong nước, nhưng không theo tỷ lệ giống nhau, nên có mối liên hệ bằng đường nước bay hơi trên hình 3.

Khi nước mưa thấm vào trong đất để bổ cấp cho nước ngầm và hòa trộn trong tầng không bão hòa, khi đó sự thay đổi thành phần đồng vị theo mùa không còn rõ rệt như trong nước mưa. Trong hầu hết các tầng chứa nước, thành phần đồng vị của nước ngầm hầu như không thay đổi trừ khi có sự trao đổi với oxy trong đá (CaCO_3) trong tầng trữ nước. Quá trình trao đổi này thường xuất hiện đối với các hệ thống địa nhiệt nhiệt độ cao. Thành phần đồng vị của nước ngầm có liên quan trực tiếp với thành phần đồng vị của nước mưa tại khu vực bổ cấp cho tầng chứa nước tại thời điểm bổ cấp. Nước ngầm có thể có tuổi rất cao và điều kiện khí hậu của vùng bổ cấp tại thời điểm bổ cấp cho nước ngầm khi có thể khác xa với điều kiện khí hậu hiện tại. Điều đó có

nghĩa là thành phần đồng vị trong nước mưa khi đó khác với thành phần đồng vị trong nước mưa hiện tại do có mối liên hệ giữa giá trị delta (δ) và nhiệt độ.

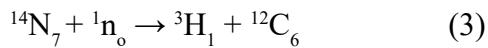
Nước ngầm cũng có thể được bổ cấp bởi quá trình thấm từ nước mặt như sông, hồ. Nếu phần lớn lượng nước bổ cấp từ quá trình thấm từ nước mặt thì thành phần đồng vị trong nước ngầm sẽ phản ánh thành phần đồng vị trung bình của nước sông hoặc hồ thay vì thành phần đồng vị trong nước mưa khu vực. Sông ngòi cũng có thể thu thập nước bắt nguồn từ nước mưa ở một khu vực hoàn toàn khác, ví dụ ở vùng núi cao. Khi đó, đồng vị nặng trong nước sông sẽ rất nghèo so với trong nước mưa ở đồng bằng là do hiệu ứng độ cao.

Trong trường hợp nước trong hồ hoặc ao có sự bay hơi, khi đó có quá trình làm giàu đồng vị nặng trong nước hồ hoặc ao. Nếu nước ngầm có mối liên hệ với nước hồ hoặc ao thông qua quá trình thấm, thì thành phần đồng vị trong nước ngầm cũng sẽ phản ánh quá trình làm giàu đồng vị nặng giống như trong nước hồ hoặc ao. Khi đó mối liên hệ giữa thành phần đồng vị ^2H và ^{18}O không theo quy luật của biểu thức (2) mà theo đường nước bay hơi trên hình 3.

1.2. Đồng vị phóng xạ tritium

Triti (^3H), đồng vị phóng xạ của hydro, phát bức xạ beta có năng lượng khá thấp ($E_{\text{max}} = 18 \text{ keV}$). Hàm lượng triti trong nước được biểu thị bằng đơn vị triti (TU). 1 TU tương đương với 1 nguyên tử ^3H trên 10¹⁸ nguyên tử ^1H , tương đương với 0,118 Bq hoặc 3,193 pCi/1 lít nước. Chu kỳ bán rã của triti là 12,43 năm. Nồng độ của triti trong nước tự nhiên nói chung là rất thấp. Do đó, trong các nghiên cứu thủy văn, việc làm giàu triti bằng phương pháp điện phân thường được thực hiện trước khi đo hoạt độ bằng cách sử dụng phương pháp nhấp nháy lỏng hoặc máy đếm tỷ lệ.

Triti trong nước mưa có cả hai nguồn gốc tự nhiên và nhân tạo. Nguồn gốc tự nhiên của triti là kết quả tương tác của neutron có nguồn gốc từ tia vũ trụ với hạt nhân nguyên tử nitơ trong khí quyển theo phản ứng sau:

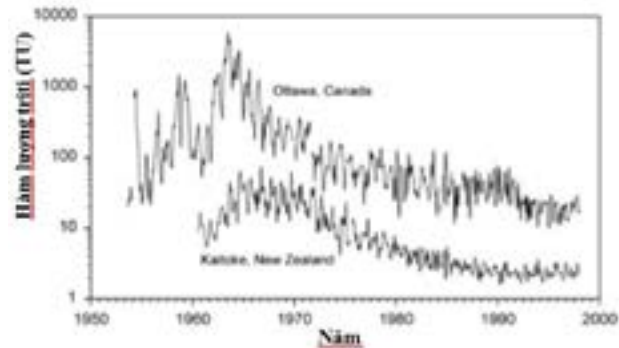


Triti được tạo ra từ phản ứng trên nhanh chóng bị oxy hóa tạo thành nước dạng HTO và đi vào chu trình thủy văn toàn cầu. Hàm lượng triti có nguồn gốc tự nhiên trong lượng mưa có giá trị trong khoảng từ 2 đến 5 TU.

Triti có nguồn gốc nhân tạo là kết quả của các vụ thử vũ khí nhiệt hạch từ những năm 1952 đến 1962 và có một phần đóng góp nhỏ từ các cơ sở hạt nhân công nghiệp. Hàm lượng triti được đưa vào nước mưa từ các vụ thử vũ khí hạt nhân trong những năm cuối 50 đến đầu năm 60 tăng gấp cỡ 3 bậc ở bắc bán cầu so với hàm lượng triti có nguồn gốc tự nhiên (cỡ 5 TU) và cỡ 2 bậc ở nam bán cầu. Mạng quan trắc đồng vị trong nước mưa của IAEA và WMO trên phạm vi toàn cầu đã công bố các số liệu hàm lượng triti trong nước mưa tại các trạm quan trắc của mạng lưới. Hình 4 trình bày hàm lượng triti trong nước mưa đã quan trắc được trong thời gian dài ở hai trạm: một ở Bắc bán cầu, trạm còn lại ở Nam bán cầu. Từ kết quả đó có thể ước tính hàm lượng triti trong nước mưa ở hầu hết các điểm cần quan tâm. Thông tin chi tiết về các số quan trắc có thể tìm thấy trên trang web: <http://www.iaea.org/programs/ri/gnip/gnipmain.html>.

Việc phát hiện ra dị thường hàm lượng triti trong nước ngầm ở tầng nông tương tự hàm lượng trong nước mưa có nguồn gốc từ vụ thử vũ khí hạt nhân vào cuối năm 50 và đầu những năm 60 là “dấu vân tay” cho một thành phần bổ cấp nước thời kỳ hiện đại của nước ngầm. Việc đánh giá định lượng từ các dữ liệu triti trong các tầng chứa nước nông cho phép xác định về phân bố

thời gian lưu trú của nước ngầm, từ đó có thể ước tính các thông số liên quan của hệ thống nước ngầm, đặc biệt là tốc độ bổ cấp.



Hình 4. Hàm lượng triti trong nước mưa quan trắc tại trạm Ottawa (Canada) và trạm Kaitoke (New Zealand)

Hiện nay, hàm lượng triti trong nước mưa đạt đến giá trị của nguồn gốc tự nhiên, khiến cho việc sử dụng số liệu triti như trên trở nên khó khăn hơn. Tuy nhiên, về mặt tương đối, nếu nước ngầm có chứa đồng vị triti, thì có thể khẳng định nước ngầm có tuổi hiện đại (<50 năm). Còn về định lượng, nếu đo được đồng thời triti và sản phẩm phân rã của nó (^3He) trong nước ngầm, có thể xác định được thời gian lưu trú của nước ngầm trong tầng chứa nước tính từ thời điểm bắt đầu bổ cấp cho nước ngầm đến thời điểm lấy mẫu nước ngầm. Khoảng thời gian đó được tính như sau:

$$t - t_0 = \frac{1}{\lambda} \ln \left[\frac{1 + \frac{3}{2} \frac{\text{He}(t)}{\text{H}(t)}}{1} \right] \quad (4)$$

trong đó $^3\text{H}(t)$ và $^3\text{He}(t)$ là hàm lượng triti và nồng độ khí heli tại thời điểm lấy mẫu t ; t_0 là thời điểm nước ngầm được bổ cấp.

Từ phân tích trên, khi sử dụng các đồng vị của hydro và oxy chúng ta có thể giải quyết được các bài toán về nước ngầm như: Nguồn gốc của nước ngầm; xác định tuổi, vận tốc và hướng của dòng chảy; mối liên hệ giữa các tầng chứa nước;

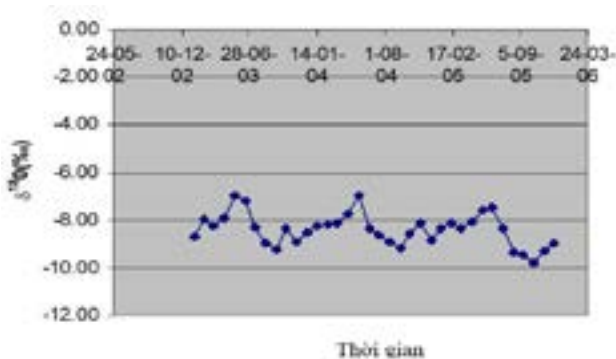
mối liên hệ giữa nước mặt và nước ngầm.

2. VÍ DỤ MINH HỌA SỬ DỤNG ĐỒNG VỊ ¹⁸O VÀ ²H NGHIÊN CỨU NƯỚC NGẦM KHU VỰC HÀ NỘI

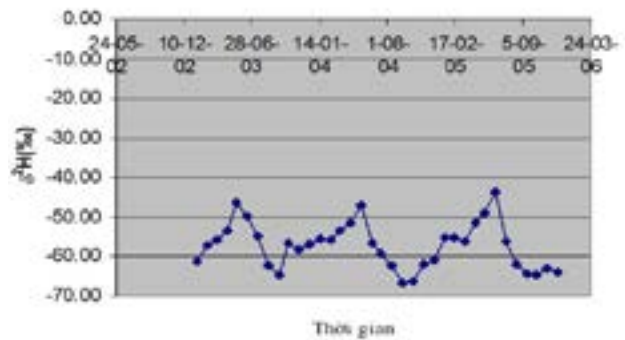
Trong thời gian qua, nước ngầm được khai thác khu vực Hà Nội phục vụ cho sản xuất và sinh hoạt hàng ngày tập trung nhiều ở khu vực gần về phía sông Hồng thông qua quá trình bổ cấp trực tiếp từ nước sông Hồng cho tầng chứa nước. Phần lớn các giếng khoan khai thác nước ngầm được dịch dần về phía sông Hồng. Vậy mối liên hệ giữa nước sông Hồng và tầng chứa nước như thế nào để chúng ta có thể khai thác nước sông Hồng một cách bền vững mà vẫn đảm bảo chất nước phục vụ cho sản xuất và sinh hoạt. Kỹ thuật đồng vị sử dụng đồng vị bền ¹⁸O và ²H trả lời được phần nào câu hỏi trên.

2.1. Sử dụng đồng vị ¹⁸O và ²H đánh giá tỷ lệ đóng góp của nước sông Hồng trong nước ngầm ven sông Hồng [2]

Thành phần đồng vị bền $\delta^{18}\text{O}$ và $\delta^2\text{H}$ trong nước sông Hồng đã được quan trắc trong thời gian dài bắt đầu từ năm 2003. Các số liệu chỉ ra là thành phần đồng vị bền $\delta^{18}\text{O}$ và $\delta^2\text{H}$ trong nước sông Hồng thay đổi liên tục theo thời gian trong năm, các đồng vị nặng được làm giàu trong những tháng mùa khô và nghèo đi trong những tháng mùa mưa được thể hiện rất rõ trên hình 5.



(a)

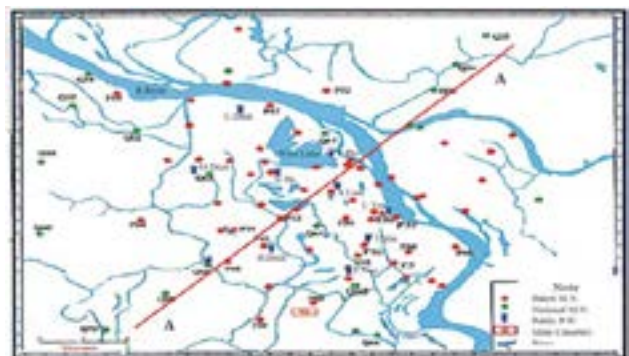


(b)

Hình 5. Thành phần đồng vị bền trong nước sông Hồng thay đổi theo tháng trong năm

(a)- đồng vị ¹⁸O, (b)- đồng vị ²H

Khi lấy giá trị trung bình quan trắc trong nhiều năm, thành phần đồng vị bền ¹⁸O và ²H cho kết quả là $\delta^{18}\text{O} = -8,33\text{‰}$ và $\delta^2\text{H} = -58,08\text{‰}$. Các giá trị này được dùng để tính toán tỷ lệ đóng góp của nước sông Hồng vào nước ngầm ở ven sông. Hình 6 trình bày một mặt cắt ngang sông Hồng cùng một số lỗ khoan quan trắc. Hình 7 trình bày kết quả quan trắc thành phần đồng vị bền trong nước sông Hồng và tại một số lỗ khoan quan trắc trên mặt cắt trên.



Hình 6. Vị trí mặt cắt cùng các lỗ khoan quan trắc ven sông Hồng

Tỷ lệ đóng góp của nước sông Hồng p vào nước ngầm được tính theo công thức sau:

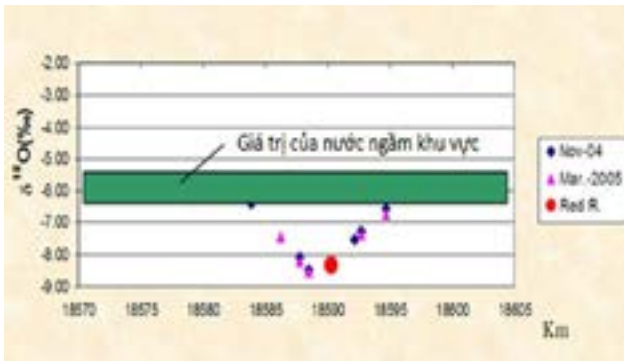
$$\delta^{18}\text{O}_{\text{BH}} = p \cdot \delta^{18}\text{O}_{\text{RR}} + (1-p) \cdot \delta^{18}\text{O}_{\text{LG}} \quad (4)$$

trong đó, $\delta^{18}\text{O}_{\text{BH}}$ là thành phần đồng vị

^{18}O trong nước ngầm tại lỗ khoan;

$\delta^{18}\text{O}_{\text{RR}}$ là giá trị trung bình thành phần đồng vị ^{18}O trong nước sông Hồng;

$\delta^{18}\text{O}_{\text{LG}}$ là giá trị trung bình thành phần đồng vị ^{18}O trong nước ngầm khu vực nghiên cứu có nguồn gốc từ nước mưa.



Hình 7. Thành phần đồng vị ^{18}O trong nước ngầm thay đổi theo khoảng cách so với sông Hồng

Ký hiệu hình tròn - $\delta^{18}\text{O}$ trong nước sông Hồng, hình tam giác - $\delta^{18}\text{O}$ trong nước ngầm.

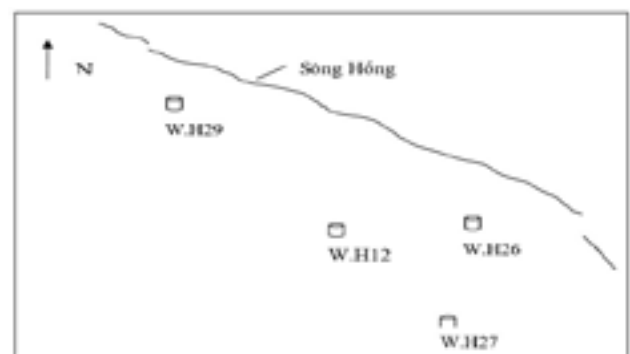
Trên cơ sở các giá trị thành phần đồng vị ^{18}O trong nước ngầm tại các vị trí xa sông Hồng và không bị ảnh hưởng của vùng động thái phá hủy mạnh, giá trị $\delta^{18}\text{O}_{\text{LG}}$ được tính toán là $-6,44\%$ đối với ^{18}O và $-44,20\%$ đối với ^2H . Bảng 1 trình bày kết quả tính toán tỷ lệ đóng góp của nước sông Hồng vào nước ngầm tại một số lỗ khoan quan trắc.

Bảng 1. Tỷ lệ đóng góp của nước sông Hồng vào nước ngầm tại một số vị trí

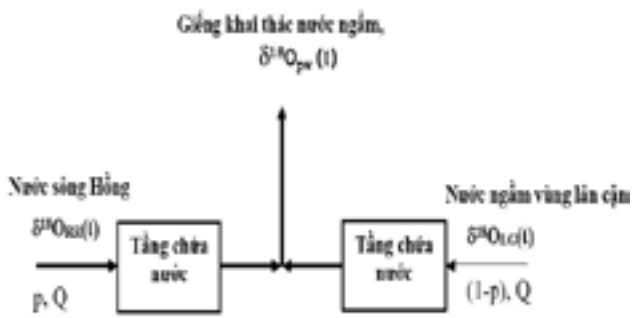
Phía Đông Bắc sông Hồng		Phía Tây Nam sông Hồng	
Tên lỗ khoan	p	Tên lỗ khoan	p
Q33A	57%	P58A	100%
P13A	46%	P38A	87%
Q35A	10%	P60A	53%

3.2. Xác định mô hình dòng chảy và thời gian lưu trú trung bình của nước sông Hồng đến các giếng khoan khai thác nước ngầm [2].

Khác với bài toán xác định tuổi bằng phóng xạ cần phải có sự suy giảm hoạt độ của một đồng vị phóng xạ nào đó tuân theo định luật phân rã phóng xạ. Đối với đồng vị bền khi sử dụng để xác định thời gian lưu của nước ngầm (hay còn gọi là tuổi) trong tầng chứa nước lại cần phải có sự thay đổi thành phần đồng vị theo thời gian, nhưng không phải do phân rã phóng xạ mà do thay đổi theo mùa (theo tháng trong năm). Như đã trình bày ở phần trên, thành phần đồng vị bền trong nước sông Hồng thay đổi theo mùa và giá trị trung bình khác với giá trị trung bình trong nước ngầm. Đó là những điều kiện để có thể sử dụng đồng vị bền để xác định mô hình dòng chảy và thời gian lưu trung bình của nước sông Hồng đến các giếng nước ngầm đang khai thác. Trong nghiên cứu này, đồng vị bền ^{18}O đã được sử dụng để nghiên cứu quá trình di chuyển của nước sông Hồng đến một số giếng đang khai thác nước ngầm khu vực nhà máy nước Yên Phụ, Hà Nội. Vị trí các giếng khai thác nước ngầm được trình bày trên hình 8. Mô hình các dòng chảy nước ngầm và nước sông Hồng đến giếng đang khai thác có thể biểu diễn theo sơ đồ trên hình 9.



Hình 8. Vị trí các giếng khoan khai thác nước tại nhà máy nước Yên Phụ



Hình 9. Mô hình dòng chảy nước ngầm đến giếng khai thác

Theo mô hình tham số tập trung, mối liên hệ giữa thành phần đồng vị bền ¹⁸O trong nước ngầm tại giếng đang khai thác, trong nước sông Hồng và trong nước ngầm khu vực lân cận được biểu diễn bằng công thức sau:

$$\delta^{18}O_{pw}(t) = p \int_0^t \delta^{18}O_{RR}(t-T)g(T)dT + (1-p) \overline{\delta^{18}O_{LG}} \quad (5)$$

Trong đó, $\delta^{18}O_{pw}$ là thành phần đồng vị ¹⁸O trong nước ngầm đang khai thác,

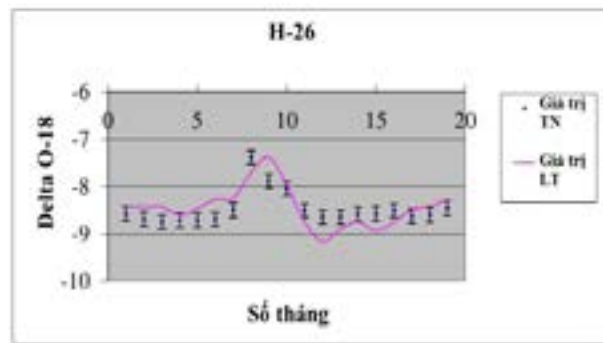
$\delta^{18}O_{RR}(t-T)$ là thành phần đồng vị ¹⁸O trong nước sông Hồng,

$\overline{\delta^{18}O_{LG}}$ là giá trị trung bình thành phần đồng vị ¹⁸O của nước ngầm khu vực lân cận,

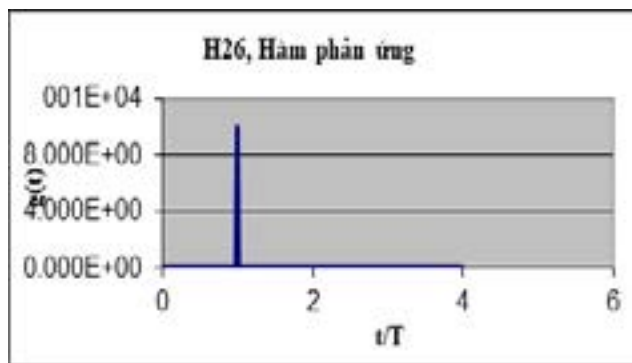
và T là thời gian trung bình để nước sông Hồng di chuyển đến giếng khai thác; p là tỷ lệ đóng góp của nước sông Hồng trong nước ngầm khai thác.

Như đã trình bày ở phần trên, thành phần đồng vị bền ¹⁸O trong nước sông Hồng thay đổi theo tháng và đã được quan trắc liên tục trong 2 năm 2003-2004, cũng như thành phần đồng vị ¹⁸O trong nước tại các giếng khoan khai thác H26, H29, H12, H27 được quan trắc cùng với thời gian quan trắc của nước sông Hồng.

Sử dụng phần mềm chuyên dụng PCFLOW [3] để làm khớp các giá trị quan trắc và giá trị tính toán thành phần đồng vị bền ¹⁸O của mô hình đã lựa chọn theo công thức (5) đối với 2 giếng khai thác H26 và H29 được trình bày trên hình 10 và hình 11. Thành phần đồng vị bền ¹⁸O trong nước ngầm tại 2 giếng khoan thay đổi theo tháng giống như trong nước sông Hồng, tuy nhiên mức độ thay đổi ít hơn và lệch pha so với nước sông Hồng [2].



(a)

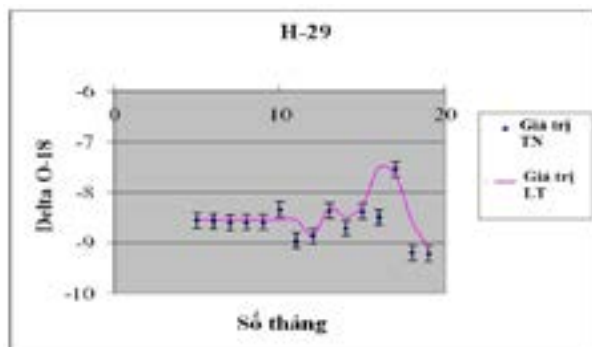


(b)

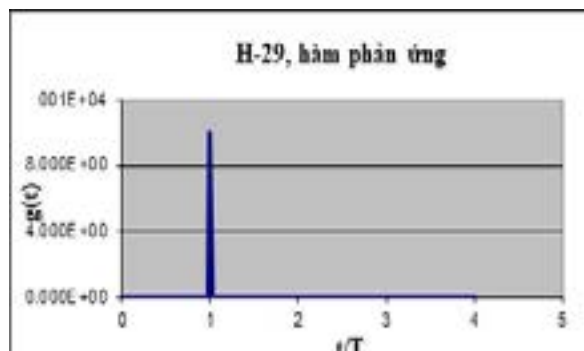
Hình 10. (a) biểu diễn giá trị đo và giá trị tính toán thành phần đồng vị ¹⁸O tại giếng H26 được làm khớp theo mô hình pitông (PFM) với T=3,5 tháng; (b) hình dạng hàm phản ứng của mô hình tương ứng với các số liệu trên hình (a).

Mặc dù khoảng cách từ 2 giếng H26, H29 đến sông Hồng như nhau (khoảng 100 mét), nhưng thời gian di chuyển của nước sông Hồng đến 2 giếng không như nhau.

Thời gian di chuyển của nước sông Hồng đến các lỗ khoan khai thác đã được tính toán là 3,5 tháng đối với giếng H26, 11 tháng đối với giếng H29. Sự khác nhau đó có thể được giải thích thông qua xem xét mực nước tại 2 giếng theo thời gian và so sánh với mực nước sông Hồng và được trình bày trên hình 10. Mực nước sông Hồng cao nhất vào mùa mưa từ tháng 7 đến tháng 9 trong năm. Lượng nước ngầm khai thác ở 2 giếng như nhau, nhưng mực nước tại 2 giếng lại khác nhau, thể hiện rõ là mực nước tại giếng H26 cũng cao nhất trong khoảng thời gian từ tháng 7 đến tháng 9 giống như mực nước của sông Hồng. Điều đó chứng tỏ mối quan hệ thủy áp giữa 2 giếng H26 và H29 với nước sông Hồng là hoàn toàn khác nhau. Vì vậy, thời gian di chuyển trung bình của nước sông Hồng đến giếng H26 nhỏ hơn so với giếng H29 [2].



(a)



(b)

Hình 11. (a) biểu diễn giá trị đo và giá trị tính toán thành phần đồng vị ^{18}O tại giếng H29

được làm khớp theo mô hình pitông (PFM) với $T=11$ tháng; (b) hình dạng hàm phản ứng của mô hình tương ứng với các số liệu trên hình (a).

3. KẾT LUẬN

Các đồng vị của hydro và oxy trong môi trường thực sự là những “chất đánh dấu” hữu hiệu trong nghiên cứu môi trường nói chung và nghiên cứu tài nguyên nước nói riêng. Năm vững quá trình thay đổi thành phần đồng vị trong chu trình nước do quá trình phân tách đồng vị, chúng ta sẽ biết được nguồn gốc, quá trình vận động cũng như thời gian lưu (tuổi) của nước ngầm. Đó chính là cơ sở cho việc quản lý và khai thác nguồn nước ngầm một cách bền vững.

Trịnh Văn Giáp

Viện Khoa học và Kỹ thuật hạt nhân

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hoefs, J. 1997. Stable Isotope Geochemistry. Springer-Verlag, Berlin.
- [2]. T.V. Giáp và các cộng sự (2005). Báo cáo tổng kết đề tài cấp bộ 2004-2005, Bộ KH-CN: “Nghiên cứu sử dụng kỹ thuật đồng vị đánh giá mối liên hệ giữa nước ngầm và nước bề mặt khu vực Hà nội”, Mã số: BO / 04 / 04 - 02
- [3]. Maloszeski P. (2001), FLOWPC-Manual published by the isotope hydrology section of IAEA, Vienna.

VAI TRÒ CHỈ THỊ CỦA ĐỒNG VỊ PHÓNG XẠ TRONG NGHIÊN CỨU CÁC QUÁ TRÌNH MÔI TRƯỜNG

Với đặc trưng là rất nhạy với các thiết bị ghi đo, các đồng vị phóng xạ là những chất chỉ thị lý tưởng cho phép chúng ta xác định được nhiều đặc trưng quan trọng của các quá trình môi trường. Các đồng vị phóng xạ rơi lãng như ^7Be , ^{137}Cs , ^{210}Pb đã được ứng dụng để nghiên cứu sự phân bố lại đất bề mặt trong lưu vực, đánh giá tốc độ xói mòn đất nông nghiệp, xác định hiệu suất các giải pháp chống xói mòn, đánh giá tốc độ trầm tích, xác định nguồn gốc “địa tầng” của trầm tích trên quy mô lưu vực. Các đồng vị phóng xạ tự nhiên như ^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{230}Th và một số nguyên tố vết như Zn, Ba, La, Ce, Rb, v.v... đã được sử dụng để nghiên cứu nguồn gốc không gian của trầm tích và các độc chất hấp phụ trên bề mặt trầm tích. Các đồng vị phóng xạ nhân tạo như ^{46}Sc , ^{51}Cr , ^{192}Ir , ^{182}Ta và ^{198}Au là các chất chỉ thị lý tưởng để nghiên cứu động học trầm tích và chất thải công nghiệp vào môi trường nước. Các đồng vị radi tự nhiên ^{223}Ra , ^{224}Ra , ^{226}Ra và ^{228}Ra được sử dụng làm chất chỉ thị để nghiên cứu động học nước biển ven bờ và sự khuếch tán, vận chuyển của vật chất được đưa vào môi trường biển. Các chất chỉ thị phóng xạ nói trên cho phép chúng ta nghiên cứu, dự báo được xu thế diễn biến trong tương lai của nhiều quá trình môi trường.

I. MỞ ĐẦU

Đồng vị phóng xạ đã được sử dụng làm chất chỉ thị để nghiên cứu các quá trình diễn ra trong môi trường tại các nước phát triển khá sớm. Tại Việt Nam, kỹ thuật này được đầu tư nghiên cứu vào những năm đầu thập kỷ 90 của thế kỷ trước. Từ đó đến nay, các đồng vị phóng xạ đã được ứng dụng hiệu quả để nghiên cứu, đánh giá các quá trình môi trường như xói mòn rửa trôi đất bề mặt, bồi lắng hồ chứa nước, bồi lấp cảng biển hoặc kênh dẫn tàu, quá trình xói lở hoặc bồi tụ vùng ven biển, quá trình khuếch tán của vật chất đi theo pha nước trong vùng biển ven bờ, v.v... Với đặc trưng là rất nhạy với các thiết bị ghi đo, các đồng vị phóng xạ đã và đang đóng vai trò quan trọng trong lĩnh vực nghiên cứu môi trường. Các chất chỉ thị phóng xạ được sử dụng có thể

có mặt một cách tự nhiên trong đối tượng nghiên cứu hoặc do chúng được đưa thêm vào, nhưng chúng đều có tính chất giống nhau là có đặc trưng động học giống với đối tượng nghiên cứu dưới tác động của các điều kiện môi trường. Trong các khảo sát quy mô lớn, trong một vùng rộng lớn hoặc thậm chí toàn cầu, người ta thường dùng các chất chỉ thị tự nhiên, đó là các chất được tìm thấy một cách tự nhiên trong môi trường mà đối với chúng con người không điều khiển hoặc không còn điều khiển nữa. Các chỉ thị phóng xạ nhân tạo thường được sử dụng trong các khảo sát quy mô nhỏ.

Trong khuôn khổ bài viết này, tác giả chỉ đề cập đến một số kết quả điển hình đã được triển khai áp dụng tại Viện Nghiên cứu hạt nhân trong thời gian qua và triển vọng phát triển trong thời gian tới.

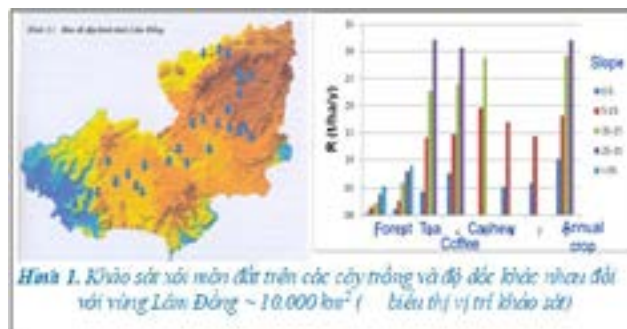
II. HIỆN TRẠNG VỀ ỨNG DỤNG ĐỒNG VỊ PHÓNG XẠ TRONG NGHIÊN CỨU MÔI TRƯỜNG

2.1. Nghiên cứu xói mòn, rửa trôi đất bề mặt

Các đồng vị phóng xạ ^{137}Cs , ^{210}Pb và ^7Be có mặt trong khí quyển từ các nguyên nhân khác nhau, trong đó ^{137}Cs xuất hiện do thử vũ khí hạt nhân trong khí quyển vào những năm thập kỷ 50 và 60 của thế kỷ XX, ^7Be sinh ra do tia vũ trụ tương tác với các nguyên tử oxy và nitơ trong khí quyển, còn ^{210}Pb được sinh ra từ đồng vị mẹ ^{238}U có sẵn trong đất đá. Tất cả ba đồng vị này khi rơi lắng xuống mặt đất đều bị các hạt đất hấp phụ rất nhanh bằng cách trao đổi vị trí với các nguyên tố khác và rất khó giải hấp trong hầu hết các môi trường. Do đó, mỗi khi có sự vận chuyển, phân bố lại đất bề mặt đều dẫn đến sự vận chuyển, phân bố lại ^7Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb . Vì thế, các đồng vị phóng xạ này đóng vai trò là chất chỉ thị cho quá trình xói mòn đất bề mặt và vận chuyển trầm tích.

Nguyên lý của kỹ thuật sử dụng các đồng vị rơi lắng trong nghiên cứu xói mòn đất là khá đơn giản. Khi một vị trí nào đó đang bị xói mòn dần thì lượng ^7Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb tại đó cũng bị giảm dần vì một phần của chúng đã bị mất đi cùng với đất bị rửa trôi. Ngược lại, tại vị trí đang bồi dần lên thì lượng ^7Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb tại đó cũng tăng lên. Bằng cách so sánh lượng đồng vị rơi lắng tại từng điểm lấy mẫu trên sườn dốc với số lượng của chúng tại một vị trí bằng phẳng, không bị xói mòn hoặc bồi tụ, chúng ta đánh giá được tốc độ xói mòn hoặc bồi tụ tại các vị trí lấy mẫu khảo sát trong vùng lưu vực. Tốc độ xói mòn đất là một chỉ số cho biết nguy cơ và mức độ suy thoái đất canh tác. Do có thời gian sống khác nhau, các đồng vị ^7Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb có khả năng cung cấp thông tin về xói mòn, rửa trôi đất bề mặt trong các khoảng thời gian khác nhau.

Đồng vị ^7Be cung cấp thông tin xói mòn trong một giai đoạn ngắn, vài tuần đến vài tháng; ^{137}Cs có thể cho biết lịch sử xói mòn trong khoảng 50 năm gần đây và ^{210}Pb cung cấp thông tin xói mòn trong khoảng 100 năm.



Hình 1. Khảo sát xói mòn đất trên các cây trồng và độ dốc khác nhau đối với vùng Lâm Đồng ~ 10.000 km² (biểu thị vị trí khảo sát)

Các đồng vị ^7Be và ^{137}Cs đã được sử dụng để khảo sát, đánh giá tốc độ xói mòn đất cho nhiều vùng trong khu vực Tây Nguyên nói chung và tỉnh Lâm Đồng nói riêng trong những năm gần đây. Ưu điểm cơ bản của kỹ thuật này là chỉ cần đến thực địa lấy mẫu một lần duy nhất với quy mô khảo sát tùy ý, từ phạm vi một vài ha đến cả lưu vực rộng vài trăm km² (Ví dụ trường hợp khảo sát tiểu lưu vực hồ Hàm Thuận rộng 270 km²). Hiện tại, kỹ thuật đồng vị phóng xạ đang được sử dụng để khảo sát, đánh giá tốc độ xói mòn đất cho các loại cây trồng, các mô hình canh tác khác nhau trên địa bàn tỉnh Đắk Lắk.

2.2. Đánh giá hiệu quả bảo vệ đất của các mô hình canh tác

Các nghiên cứu gần đây trên vùng Tây Nguyên cho thấy rằng, khi không áp dụng biện pháp giảm thiểu xói mòn đất, tốc độ xói mòn có thể đạt tới 42 t/ha/năm ở độ dốc 25° - 35°, dẫn đến mất khoảng 1.200 kg/ha/năm chất hữu cơ và một lượng đáng kể các chất dinh dưỡng cây trồng kèm theo. Để bảo vệ đất, giảm thiểu xói mòn, nhiều mô hình canh tác đã được người dân áp

dụng trên vùng đất dốc như dùng băng chắn cây phân xanh, canh tác theo đường đồng mức đối với cây chè, canh tác theo bậc thang đối với cây cà phê, trồng xen chè giữa các băng bậc thang cà phê, tạo bồn trồng xung quanh gốc cà phê, v.v... Do người dân tự xây dựng mô hình bảo vệ đất trên đồng ruộng của mình nên các mô hình không giống nhau về quy mô và quy cách đối với mỗi giải pháp chống xói mòn. Vì thế hiệu suất giữ đất của các mô hình cùng loại là rất khác nhau.

Để có cơ sở khuyến cáo người dân thay đổi mô hình canh tác của mình, kỹ thuật đồng vị ^{7}Be được sử dụng để xác định nhanh hiệu suất giữ đất của các giải pháp chống xói mòn trên đồng ruộng. Từ đó, các mô hình canh tác tối ưu trong bảo vệ đất, chống xói mòn, hoặc khiếm khuyết của các mô hình canh tác đang tồn tại sẽ được phát hiện. Kết quả khảo sát trên các mô hình canh tác trong vùng Tây Nguyên cho thấy rằng: các mô hình canh tác kèm theo giải pháp bảo vệ đất có thể làm giảm tốc độ xói mòn đất từ 36% đến 60%. Thí dụ như trên đất dốc, trồng chè theo đường đồng mức, hàng cách 1,4 mét làm giảm xói mòn khoảng 30% - 40%; làm bồn trồng tại gốc cà phê làm giảm tốc độ xói mòn 35% - 45%; trồng cà phê theo băng bậc thang, xen cây chè giữa các bậc làm giảm tốc độ xói mòn đến 52%; trồng rau trên ruộng bậc thang làm giảm tốc độ xói mòn đến 60%, v.v...



Hình 2. Các mô hình canh tác điển hình: Trồng chè theo đồng mức (a), rau bậc thang (b), cà phê tạo bồn (c), cà phê bậc thang xen chè (d), các hàng cây chắn phân xanh (e)

Có thể hình dung rằng, chỉ cần giảm thiểu tốc độ xói mòn đất khoảng 45 - 50% thì với hơn 13 triệu ha đất dốc của Việt Nam, có thể làm lợi được hàng trăm triệu USD hàng năm do giữ lại được hữu cơ và các chất dinh dưỡng khác như N, P, K trong đất. Có lẽ ý thức được điều này nên nhiều hộ nông dân tại Tây Nguyên đã cải tiến mô hình canh tác theo hướng bảo vệ đất, giảm thiểu xói mòn ngày càng hiệu quả hơn. Các công cụ nghiên cứu, đánh giá xói mòn và các cơ quan quản lý tài nguyên đất, các trung tâm khuyến nông sẽ là nhịp cầu giúp nông dân tiệm cận gần hơn với các mô hình canh tác tối ưu. Bảo vệ đất cũng đồng nghĩa là bảo vệ tài nguyên nước, giảm thiểu ô nhiễm nguồn nước do các hoạt động canh tác nông nghiệp không đúng cách gây ra.

2.3. Nghiên cứu quá trình vận chuyển và tích tụ trầm tích

2.3.1. Nghiên cứu quá trình vận chuyển trầm tích

a) Nghiên cứu động học của thành phần hạt lơ lửng

Việc nghiên cứu động học các vật chất lơ lửng trong nước có ý nghĩa quan trọng trong kỹ thuật công trình vùng cửa sông và ven bờ, đặc biệt trong vấn đề lựa chọn vị trí đồ sản phẩm nạo vét và vấn đề ô nhiễm nước. Khi có yêu cầu về nạo vét, cần phải nghiên cứu sự di chuyển của sản phẩm nạo vét để xem liệu nó có quay trở lại chỗ cũ hay không. Quá trình thải công nghiệp vào môi trường nước yêu cầu chúng ta nghiên cứu sự phát tán của chất thải từ một nguồn nào đó và sự phân bố của chúng dưới tác động của các yếu tố thủy văn. Các chất chỉ thị phóng xạ có những yếu tố thuận lợi để giải đáp các vấn đề nêu ra ở trên. Các đồng vị phóng xạ như ^{198}Au , ^{51}Cr , ^{181}Hf , ^{46}Sc và ^{65}Zn có thể được gắn vào các hạt lơ lửng để làm chất chỉ thị. Sau khi đưa chất chỉ thị vào môi trường nước, chúng di chuyển cùng với chất

mẹ theo dòng chảy và phát tán ngày càng rộng ra. Bằng cách theo dõi sự vận chuyển của đám mây phóng xạ, chúng ta có thể xác định được các thông số sau: (i) Quỹ đạo tâm khối lượng của khối vật chất lơ lửng; (ii) Vận tốc vận chuyển trung bình; (iii) Sự pha loãng nồng độ dọc theo đường đi; (iv) Các hệ số phát tán theo mặt phẳng ngang Dx và Dy; (v) Tốc độ lắng đọng của chất hạt. Kỹ thuật chỉ thị phóng xạ đã được sử dụng để nghiên cứu tính hợp lý của các bãi đổ bùn nạo vét luồng tàu trong vùng cửa biển Nam Triệu.

b) Nghiên cứu sự di chuyển vật chất đáy

Nghiên cứu sự di chuyển chất đáy có ý nghĩa quan trọng trong việc bảo vệ công trình ven bờ, cũng như đánh giá sự phát tán, lan truyền chất thải công nghiệp trong môi trường biển. Đối với công trình ven biển, sự hiểu biết về động học vật chất đáy dưới tác động của các điều kiện thủy văn có ý nghĩa quan trọng trong việc tối ưu hoá thiết kế, giảm chi phí xây dựng và duy tu các công trình ven bờ đến mức tối thiểu. Sự di chuyển lớp trầm tích đáy, mặc dù chậm, đã trực tiếp ảnh hưởng nghiêm trọng đến các cảng biển, kênh dẫn tàu và nhiều công trình khác trong vùng cửa sông. Do vậy khi xây dựng các công trình này hoặc các công trình bảo vệ chúng, người ta cần biết rõ một số thông số về quá trình vận chuyển trầm tích đáy như hướng vận chuyển, tốc độ vận chuyển và lưu lượng trầm tích tham gia vận chuyển. Các thông số này có thể thu được bằng phương pháp sử dụng chỉ thị phóng xạ, theo đó, chất chỉ thị có đặc trưng động học giống như trầm tích đáy được đưa vào để tham gia vận chuyển cùng bùn cát đáy. Bằng cách theo dõi sự vận chuyển theo thời gian của chất chỉ thị phóng xạ, chúng ta có thể xác định được các thông số cần thiết nêu trên. Thông thường, các đồng vị phóng xạ như ^{51}Cr , ^{192}Ir , ^{46}Sc và ^{182}Ta được gắn vào trầm tích lấy từ vị trí cần nghiên cứu hoặc gắn vào các hạt cát ở dạng thủy tinh. Kỹ thuật đánh dấu đồng vị phóng

xạ được sử dụng để nghiên cứu tốc độ, cơ chế vận chuyển bùn cát đáy gây bồi lấp luồng tàu các cảng Hải Phòng và Cần Thơ.

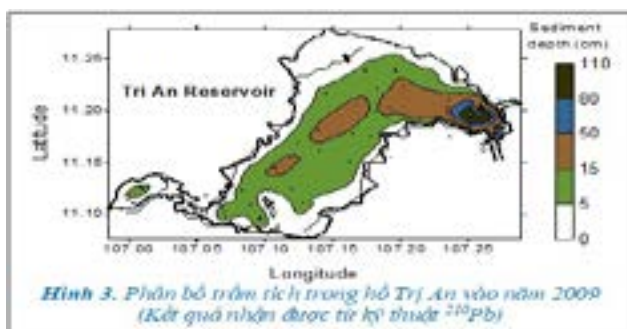
2.3.2. Nghiên cứu tốc độ tích tụ trầm tích

Ngày nay nhu cầu hiểu biết và cải thiện các vấn đề về môi trường ngày càng tăng không chỉ đối với nước ta mà còn cả các nước trên thế giới nói chung. Để hiểu được các quá trình đang và sẽ diễn ra trong môi trường, chúng ta phải dựa một phần vào kiến thức chắc chắn về nguồn gốc của chúng trong quá khứ gần đây. Do đó, người ta quan tâm nhiều đến những đối tượng đang lưu giữ các sự kiện trong quá khứ về sự thay đổi môi trường. Những đối tượng như thế bao gồm trầm tích hồ, trầm tích biển gần bờ hoặc xa bờ và các vùng tích lũy than bùn.

Trong mọi nỗ lực nhằm xây dựng lại lịch sử các sự kiện diễn ra trong môi trường như tốc độ trầm tích và xói mòn, sự axit hóa nước bề mặt, nhiễm bản kim loại vết hoặc các nguyên tố phóng xạ, v.v... dựa vào trầm tích đều đòi hỏi việc định tuổi địa chất tin cậy. Dựa trên các thành tựu mới về công nghệ thu nhận và xử lý các tín hiệu hạt nhân, kỹ thuật xác định tuổi địa chất bằng các đồng vị phóng xạ đã đáp ứng đầy đủ các yêu cầu đặt ra và do đó, nó được ứng dụng rộng rãi trong hầu hết các lĩnh vực nghiên cứu hiện nay. Trong số các đồng vị, được sử dụng nhiều nhất để xác định tuổi trầm tích trẻ là ^{210}Pb và ^{137}Cs . Kỹ thuật ^{137}Cs có khả năng xác định tuổi trầm tích trong khoảng 60 năm trở lại đây, còn kỹ thuật ^{210}Pb có khả năng xác định tuổi trầm tích trong khoảng $100 \div 120$ năm gần đây.

Trầm tích bồi lắng tạo thành các vùng châu thổ hoặc đồng bằng thấp ven biển. Sự thay đổi tốc độ cung cấp trầm tích cho các vùng bồi này dẫn đến thay đổi quá trình xói mòn hoặc bồi tụ vốn đã hình thành trong quá khứ đối với các vùng này. Các đập thủy điện xây dựng trên phía

thượng lưu các con sông là nguyên nhân chủ yếu làm thay đổi chế độ cung cấp trầm tích cho các vùng đồng bằng thấp ven biển. Đặc biệt, sự biến đổi khí hậu toàn cầu và nước biển dâng đang làm tăng nhanh quá trình xói mòn, sạt lở vùng ven biển ta. Như đã đề cập ở trên, các sự kiện tự nhiên này sẽ được lưu giữ trong trầm tích. Vì thế, việc nghiên cứu tốc độ trầm tích ven biển sẽ cho chúng ta thông tin về tốc độ cung cấp trầm tích tại vị trí nghiên cứu trong một giai đoạn lịch sử dài khoảng 100 năm. Từ thông tin này, chúng ta có thể dự báo với mức độ tin cậy cao về xu thế diễn biến trầm tích cho giai đoạn vài chục năm trong tương lai đối với dải đồng bằng thấp ven biển nước ta. Trong thời gian gần đây, rải rác một số vị trí ven biển vùng Bắc Bộ và Nam Bộ đã được lấy mẫu nghiên cứu tuổi trầm tích và mức độ ô nhiễm kim loại nặng, độc hoặc các hoạt chất do hoạt động của con người đưa vào môi trường. Công việc này cần tiến hành một cách hệ thống và khoa học để thu được thông tin đầy đủ về diễn biến môi trường dưới tác động tổng hợp của tự nhiên và con người.



Hình 3. Phân bố trầm tích trong hồ Trị An vào năm 2009 (Kết quả nhận được từ kỹ thuật ^{210}Pb)

Trầm tích bồi lắng trong hệ thống sông hồ sẽ làm giảm chất lượng nước, giảm tuổi thọ công trình thủy lợi, giảm khả năng thoát lũ, ảnh hưởng đến an toàn đập, v.v... Các hạt huyền phù là môi trường hấp thụ nhiều chất độc hại bị rửa trôi từ lưu vực hoặc từ các nguồn thải công nghiệp.

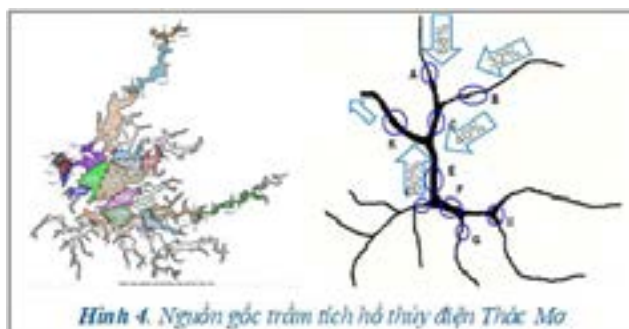
Nghiên cứu lịch sử trầm tích bồi lắng sông hồ sẽ cho chúng ta thông tin để quyết định nên làm gì và khi nào để ngăn ngừa và giảm thiểu các tác động xấu do trầm tích gây ra. Nghiên cứu trầm tích còn cho chúng ta thông tin lịch sử các vùng, các hoạt chất ô nhiễm nếu có; thậm chí còn có khả năng truy tìm nguồn gốc gây ra hiện tượng ô nhiễm. Kỹ thuật ^{210}Pb và ^{137}Cs đã được sử dụng để nghiên cứu quá trình tích tụ trầm tích và ảnh hưởng của các hoạt động nông nghiệp đối với 6 hồ thủy lợi chính trên địa bàn tỉnh Lâm Đồng (Tuyền Lâm, Suối Vàng, Tây Di Linh, Pró, Đạ Tẻh và Đạ Hàm) và 5 hồ thủy điện trong vùng Đông Nam Bộ và Tây nguyên (Trị An, Thác Mơ, Đa Nhim, Hàm Thuận, Đa Mi). Do tính chất quan trọng của công tác an toàn đập và turbin, các hồ thủy điện được yêu cầu khảo sát trầm tích định kỳ 5 ÷ 7 năm một lần.

2.3.3. Nghiên cứu nguồn gốc trầm tích

Thuật ngữ nguồn gốc trầm tích ở đây muốn nói đến cả nguồn gốc không gian, có nghĩa trầm tích đến từ vùng nào trong lưu vực, lẫn nguồn gốc “địa tầng”, tức là trầm tích đến từ lớp bề mặt hay các lớp sâu hơn. Nguồn gốc trầm tích là một thông tin quan trọng cho phép chúng ta hiểu được cơ chế xói mòn và tình trạng sử dụng đất trong lưu vực, biết được vùng nào đang bị xói mòn nghiêm trọng, vùng nào gây ra ô nhiễm nếu nguồn nước bị ô nhiễm, đưa ra được quyết định đúng đắn khi cần có giải pháp ngăn ngừa, giảm thiểu.

Các đồng vị phóng xạ rơi lắng như ^7Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb là những chỉ thị thường được dùng để nghiên cứu nguồn gốc “địa tầng” của trầm tích. Các đồng vị phóng xạ tự nhiên như ^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{230}Th và một số nguyên tố vết như Zn, Ba, La, Ce, Rb, v.v... thường được sử dụng để nghiên cứu nguồn gốc không gian của trầm tích. Gần đây, tỷ số đồng vị $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ trong một số axit béo có trong đất bề mặt và trầm tích được dùng

để xác định nguồn gốc không gian của trầm tích, đặc biệt là nguồn gốc liên quan đến các vùng cây trồng khác nhau. Các chất chỉ thị này đã được nghiên cứu ứng dụng thành công tại Viện Nghiên cứu hạt nhân. Các đồng vị phóng xạ rơi lắng ^7Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb đã cung cấp các thông tin hữu ích về cơ chế xói mòn chủ đạo gây bồi lắng tại 11 hồ thủy điện, thủy lợi chính trong tỉnh Lâm Đồng và vùng Đông Nam Bộ. Các đồng vị phóng xạ trong dãy Uran, Thori và một số nguyên tố vết được sử dụng để xác định nguồn gốc trầm tích bồi lắng hồ thủy điện Thác Mơ. Tỷ số đồng vị $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ trong một số axit béo được dùng để xác định nguồn gốc trầm tích bồi lắng hồ thủy điện Hàm Thuận.



Hình 4. Nguồn gốc trầm tích hồ thủy điện Thác Mơ

2.4. Nghiên cứu sự vận chuyển vật chất theo pha nước trong vùng biển ven bờ

Vùng biển ven bờ thường xuyên tiếp nhận nhiều dạng vật chất có nguồn gốc tự nhiên hoặc nhân tạo. Vật chất từ đất liền đi vào biển hoặc theo nước ngầm, hoặc theo dòng chảy mặt. Sau khi xâm nhập vào vùng biển ven bờ, chúng sẽ khuếch tán và pha loãng dần với nước đại dương. Thời gian tồn tại của vật chất đến từ đất liền trong vùng biển ven bờ được gọi là thời gian lưu. Sự trao đổi giữa nước biển ven bờ và nước đại dương xảy ra chủ yếu do gradient nhiệt độ. Vì có sự khác biệt về tốc độ đáp ứng với các điều kiện trao đổi nhiệt giữa vùng biển gần bờ và vùng đại dương nên đã xuất hiện các dòng chảy trao đổi

giữa hai vùng này. Sự trao đổi vật chất giữa rìa lục địa và đại dương đóng một vai trò quan trọng trong việc vận chuyển chất thải và làm sạch môi trường biển gần bờ, ảnh hưởng tới các chu trình sinh hoá toàn cầu.



Hình 5. Thiết bị phân tích ^{223}Ra và ^{224}Ra theo nguyên lý đo alpha trùng phùng trở

Nước biển ven bờ thường xuyên được cung cấp thêm radi do sự giải hấp radi từ bề mặt các hạt đến từ lục địa, do nước ngầm bổ cấp cho biển giàu radi và do sự phân rã phóng xạ của dãy uran và thori trong trầm tích. Do đó nước biển ven bờ có hoạt độ phóng xạ khá cao của 4 đồng vị radi (^{223}Ra , ^{224}Ra , ^{226}Ra và ^{228}Ra). Lượng radi đưa vào vùng biển gần bờ đạt cân bằng bởi vì luôn có dòng chảy vận chuyển các đồng vị radi về phía đại dương. Hai đồng vị radi sống ngắn ^{223}Ra ($T_{1/2} = 11,44$ ngày) và ^{224}Ra ($T_{1/2} = 3,66$ ngày) gần như phân rã hết trước khi chúng đến được rìa thềm lục địa, còn hai đồng vị sống dài hơn ^{226}Ra và ^{228}Ra hầu như không phân rã đáng kể. Sự khác biệt này cho phép chúng ta xây dựng mô hình vận chuyển và pha trộn của khối nước trên thềm lục địa. Các đồng vị radi đã được sử dụng để nghiên cứu thời gian lưu, quỹ đạo vận chuyển của khối nước hoặc cung cấp các thông tin về sự pha trộn theo chiều đứng và chiều ngang của nước gần bờ với nước đại dương.

Trong thời gian gần đây, Viện Nghiên cứu hạt nhân đã thiết kế, chế tạo thành công thiết bị phân tích các đồng vị sống ngắn ^{223}Ra và ^{224}Ra theo

nguyên lý đo anpha trùng phùng trẻ; từ đó đã phát triển hoàn thiện phương pháp phân tích đầy đủ 4 đồng vị phóng xạ radi tự nhiên trong nước biển. Trên cơ sở công cụ phân tích có được, phương pháp xác định thời gian lưu và hệ số khuếch tán của nước biển ven bờ sử dụng các đồng vị phóng xạ radi tự nhiên làm chỉ thị đã được xây dựng và áp dụng thử nghiệm thành công đối với vùng biển Ninh Thuận.

III. TRIỂN VỌNG ỨNG DỤNG CÁC CHỈ THỊ PHÓNG XẠ TRONG THỜI GIAN TỚI

Với xu thế hiện nay về nhu cầu quản lý và khai thác bền vững các lưu vực sông, từ vấn đề xói mòn đất, bồi lắng công trình thủy đến nguy cơ lũ lụt, kỹ thuật hạt nhân có nhiều ưu thế trong việc cung cấp các thông tin về lịch sử xói mòn lưu vực, khả năng bảo vệ đất của các giải pháp canh tác bền vững trên quy mô lưu vực, nguồn gốc trầm tích trong sông hồ, các vùng có nguy cơ suy thoái đất cao, v.v... Việc sử dụng kết hợp các đồng vị phóng xạ (^7Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb) và các đồng vị bền (^{12}C , ^{13}C) cho phép chúng ta thu nhận được các thông tin cần thiết về nguồn gốc trầm tích, cũng như nguồn gốc các chất ô nhiễm bị hấp phụ trên bề mặt trầm tích. Đặc biệt, trong lúc tác động bất lợi của sự biến đổi khí hậu toàn cầu ngày càng rõ rệt thì việc áp dụng tiến bộ kỹ thuật để quản lý và khai thác bền vững vùng đất dốc của nước ta càng trở nên cần thiết và có ý nghĩa quan trọng.

Một vấn đề khác cũng hết sức quan trọng đối với nước ta là quản lý và khai thác bền vững vùng đồng bằng thấp ven biển và các châu thổ sông Hồng và sông Cửu Long trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Do điều kiện khí hậu, tự nhiên thay đổi, đường bờ biển nước ta, vốn đạt cân bằng trong quá khứ, thì nay đang có nhiều biến động về các vùng bồi/xói. Khi chế độ cung cấp trầm tích, mực nước biển và chế độ dòng chảy ven bờ thay đổi thì việc thay đổi đường bờ

biển hiện tại để đạt đến trạng thái cân bằng mới là tất nhiên. Nếu chúng ta hiểu được quy luật đang và sẽ diễn ra đối với vùng ven bờ thì chúng ta sẽ có các giải pháp giảm thiểu tác động hoặc thích ứng một cách đúng đắn. Các đồng vị phóng xạ và đồng vị bền có khả năng cung cấp các thông tin sau đây đối với vùng ven biển: (i) Lịch sử diễn biến tốc độ trầm tích trong khoảng 100 năm gần đây; (ii) nguồn gốc trầm tích tại vị trí nghiên cứu. Dựa trên các thông tin trong quá khứ và hiện tại, có thể dự báo xu thế trong tương lai một cách tin cậy. Từ đó, chúng ta có thể đưa ra được các quyết định đúng đắn để giảm thiểu tác động bất lợi do biến đổi khí hậu và nước biển dâng.

Phan Sơn Hải

Viện Nghiên cứu hạt nhân

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU MỚI VỀ NGUỒN GỐC NGUỒN NƯỚC KHOÁNG NÓNG VĨNH PHƯƠNG, NHA TRANG, TỈNH KHÁNH HÒA BẰNG KỸ THUẬT ĐỒNG VỊ

Đặc điểm thủy địa hoá và nguồn gốc nước khoáng nóng (NKN) Vĩnh Phương, thành phố Nha Trang tỉnh Khánh Hòa đã được nghiên cứu bằng các phương pháp địa chất thủy văn truyền thống và kỹ thuật đồng vị tiên tiến. Mẫu nước khoáng nóng và nước mặt từ suối Sơn Trung gần kề các lỗ khoan phát hiện nước khoáng nóng đã được lấy vào mùa mưa và mùa khô năm 2016-2017 để phân tích thành phần hóa học nước, thành phần đồng vị của nước ($\delta^2\text{H}$ và $\delta^{18}\text{O}$). Các kết quả phân tích thành phần hóa học trong mẫu nước nguồn Vĩnh Phương cho thấy nước có kiểu hoá học Na-Ca-Cl, độ khoáng hóa cao ($\text{TDS}=6130 \text{ mg/L}$), là loại nước khoáng silic nóng vừa (nhiệt độ nước tại các lỗ khoan là $58^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C}$), không có các tác nhân dinh dưỡng vô cơ là nitrat và phosphat nguồn gốc nhân sinh. Điều này chứng tỏ nguồn NKN Vĩnh Phương không được bổ cấp trực tiếp từ nước mặt gần kề khu vực nghiên cứu. Kết quả phân tích thành phần đồng vị trong NKN cũng như định tuổi tuyệt đối của nước cho thấy NKN Vĩnh Phương có nguồn gốc khí tượng. Nước được bổ cấp từ kỷ Holocen sớm, thấm qua các khe nứt trong đới phá hủy kiến tạo xuống bể nhiệt ở độ sâu 3200 m từ mặt đất. Nhiệt độ của bể nhiệt được xác định bằng hai phương pháp là sự phụ thuộc của enthalpy và silica tan trong nước vào nhiệt độ cũng như bằng phương pháp nhiệt kế địa chất cho thấy nhiệt độ tại bể nhiệt là từ 122°C đến 129°C . Nước nóng tầng sâu từ bể nhiệt do có nhiệt độ cao nên áp suất tăng và do vậy có khả năng trôi ngược lên bề mặt qua các khe nứt. Trên đường trôi lên mặt đất nước nóng tầng sâu được bổ sung thêm nước lạnh trong địa tầng. Tỷ lệ hòa trộn của nước lạnh vào nước nóng tại điểm xuất lộ được ước tính là 66%.

Đây là công trình đầu tiên nghiên cứu sâu về nguồn gốc, đặc điểm thủy địa hóa tài nguyên nước khoáng nóng quý giá của Việt Nam bằng kỹ thuật đồng vị dựa trên kết quả thực hiện đề tài độc lập cấp nhà nước: “Nghiên cứu định hướng giải pháp khai thác sử dụng hợp lý và bảo vệ tài nguyên NKN lãnh thổ Việt Nam”. Các phương pháp áp dụng trong nghiên cứu này là hiện đại và là hướng nghiên cứu mới được gợi mở cho các nhà khoa học trẻ ở Việt Nam tiếp tục sau này.

I. MỞ ĐẦU

Nguồn tài nguyên địa nhiệt đã được sử dụng rộng rãi trên quy mô toàn cầu do cả hai lí do liên quan đến môi trường và tăng trưởng kinh tế (Lund and Boyd, 2016; Guo et al., 2017; Karimi et al., 2017; Yang et al, 2017). Nguồn địa nhiệt

bao gồm nhiệt năng, khoáng chất và nước nóng được sử dụng để sưởi ấm, tắm nóng cũng như vật lí trị liệu tại các khu nghỉ dưỡng hoặc các điểm du lịch. Hơn nữa, nguồn địa nhiệt còn được coi là một trong những nguồn tài nguyên sản xuất năng lượng sạch và có tính cạnh tranh cao khi Trái đất

đang phải gánh chịu những ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, nước biển dâng (Michael et al., 2010; Lu et al., 2018).

Theo thống kê, đến năm 2015 nguồn địa nhiệt đã được khai thác và sử dụng tại 70 quốc gia trên thế giới được công bố tại Hội nghị Địa nhiệt quốc tế năm 2015 (WGC 2015) là 70,329 MWt (Mega-wat nhiệt năng) tăng 45% so với năm 2010, trong đó công suất sử dụng hàng năm đạt 163,287 GWh/năm (Lund et al., 2015). Tiềm năng địa nhiệt của Việt Nam được công bố tại Hội nghị ngày là 31,2 MWt và mức sử dụng hàng năm là 25,6 GWh/năm (Lund et al., 2015). Nguồn tài nguyên địa nhiệt của Việt Nam được nêu trong báo cáo của nhóm Lund et al. (2015) chủ yếu là các nguồn nước khoáng nóng được sử dụng để sản xuất nước giải khát và tắm bùn nóng, vật lý trị liệu.

Theo kết quả nghiên cứu, cập nhật mới nhất đến 2019, lãnh thổ Việt Nam đã phát hiện được 400 nguồn nước khoáng nóng (NKN).

Nguồn NKN Vĩnh Phương, thành phố Nha Trang tỉnh Khánh Hoà được Liên đoàn Địa chất thủy văn - Địa chất công trình miền Trung (nay là Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Trung) phát hiện năm 1995 khi thực hiện đề án lập bản đồ Địa chất thủy văn, Địa chất công trình tỉ lệ 1/50.000 vùng Nha Trang - Cam Ranh. Nước khoáng nóng được phát hiện ở độ sâu 20,5 m tại lỗ khoan LK13 trên cánh đồng Vĩnh Phương có toạ độ 12°17'25"N-109°07'50"E, tự phun cao + 0,45 m lưu lượng 1,5 L/s, nhiệt độ 34 °C. Khi kết thúc khoan ở độ sâu 83 m, nước khoáng nóng tự phun cao hơn mặt đất 20 m, lưu lượng 20,1 L/s, nhiệt độ 48 °C.

Những nghiên cứu sâu về nguồn tài nguyên NKN áp dụng kỹ thuật đồng vị của nhiều tác giả trên thế giới (Cartwright et al., 2012; Thomas and Rose, 2003; Jorgensen and Banoeng-Yakubo, 2001; Wang et al., 2013; Banner et al., 1994, Yang et al., 2019; Xu et al., 2019) đều chỉ

ra rằng các bề địa nhiệt sinh ra từ ba lí do chính, đó là do các hoạt động địa kiến tạo, do nhiệt năng từ phân rã phóng xạ, hoặc do hoạt động núi lửa. Các nhà nghiên cứu địa nhiệt hầu như đều thống nhất quan điểm là NKN có nguồn gốc từ nước khí tượng. Nước mưa ngấm sâu xuống các tầng địa chất qua các khe nứt trong đá gốc hoặc các khe rỗng trong vùng karst, gặp bề địa nhiệt, được đun nóng và rồi lại qua các khe nứt trong đới phá hủy kiến tạo dâng lên bề mặt đất. Trên đường dâng lên mặt đất, nước nóng sẽ bị pha trộn với nước lạnh có nguồn gốc khí tượng từ trên xuống (Arnorsson, 1983, Giggenback, 1988, Yang et al., 2019; Xu et al., 2019), hoặc nước nóng trao đổi nhiệt với đá gốc thông qua cơ chế đối lưu hoặc truyền dẫn làm thay đổi thành phần hóa học của nước (Arnorsson, 1983).

Cho đến nay, các nghiên cứu về tài nguyên NKN ở Việt Nam mới chỉ tập trung vào điều tra khảo sát cũng như phân loại chúng, chưa có các nghiên cứu sâu về nguồn gốc, nhiệt độ tại bề địa nhiệt cũng như độ sâu của bề địa nhiệt, mức độ pha trộn giữa nước nóng tầng sâu và nước lạnh tầng nông, miền bổ cấp cho nguồn NKN, v.v... Do vậy, mục đích của công trình nghiên cứu này là bổ sung cho những thiếu sót kể trên đối với nguồn NKN Vĩnh Phương, Nha Trang, Khánh Hoà. Kết quả của công trình này sẽ là gợi mở về phương pháp nghiên cứu để áp dụng rộng rãi cho các nguồn NKN khác, đảm bảo khai thác có hiệu quả và bền vững nguồn tài nguyên NKN quý giá ở Việt Nam.

II. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Đặc trưng thủy địa hóa nguồn nước khoáng nóng Vĩnh Phương và nước suối Sơn Trung

Bảng 1 trình bày các đặc trưng thủy địa hóa và thành phần đồng vị nguồn nước khoáng nóng Vĩnh Phương và nước suối Sơn Trung cách đó khoảng 1500 m để so sánh. Một đặc điểm quan trọng nhận thấy trước tiên là thành phần hóa

học cũng như đồng vị của nước khoáng nóng là rất ổn định theo mùa. Bảng 1 là giá trị trung bình của mẫu nước lấy vào mùa khô (MK, tháng 3) và vào mùa mưa (MM, tháng 8) trong hai năm 2016-2017.

Bảng 1. Đặc điểm thủy địa hóa nguồn nước khoáng nóng Vĩnh Phương, tp. Nha Trang, Khánh Hòa và nước lạnh suối Sơn Trung.

TT	Các chỉ tiêu phân tích	Đơn vị tính	Nguồn NKN Vĩnh Phương	Nước suối Trung Sơn (lạnh)	
				Mùa khô	Mùa mưa
1	t, °C		58	28	28,6
2	pH		7,1	7,6	6,7
3	TDS	mg/L	6130	40,67	46,53
4	HCO ₃ ⁻	mg/L	43	12,25	15,35
5	Cl ⁻	mg/L	3692	8,86	9,68
6	NO ₃ ⁻	mg/L	<LOD	0,46	1,57
7	PO ₄ ³⁻	mg/L	<LOD	0,19	0,28
8	SO ₄ ²⁻	mg/L	120	0,17	0,37
9	SiO ₂	mg/L	29,27	9,11	9,23
10	Na ⁺	mg/L	1530	6,25	5,83
11	K ⁺	mg/L	41,2	1,35	1,21
12	Ca ²⁺	mg/L	760	2	2
13	Mg ²⁺	mg/L	24,32	0,61	0,93
14	Fe ²⁺	mg/L	0,2	0,01	0,04
15	δ ² H, ‰		-47,48	-24,37	-45,26
16	δ ¹⁸ O, ‰		-7,12	-2,27	-5,89
17	δ ¹³ C, ‰		-36,97		
18	¹⁴ C, pMC		2,91		
19	Tuổi, năm BP		12540		
20	Sai số, năm		1020		

Kết quả trong Bảng 1 cho thấy trong mẫu nước nguồn nước khoáng nóng Vĩnh Phương không phát hiện thấy nitrate và phosphate (nồng độ NO₃ và PO₄ đều nhỏ hơn ngưỡng phát hiện (LOD) của phương pháp IC là 10 µg/L). Nitrate và phosphate là dư lượng phân bón vô cơ hoặc trong chất thải lỏng từ các khu đô thị không được xử lí. Nitrate và phosphate là hai thành phần rất đặc trưng cho quá trình rửa trôi cũng như phân tán nước thải từ các hoạt động nhân sinh. Như vậy, có thể thấy nước khoáng nóng Vĩnh Phương chưa bị ảnh hưởng của các hoạt động nông nghiệp cũng như đô thị hóa. Trong khi đó, vào mùa khô, nitrate và phosphate trong nước suối Sơn Trung được phát hiện với mức nồng độ tương ứng là 0,46 và 0,19 mg/L (Bảng 1). Vào mùa mưa nồng độ nitrate và phosphate trong nước suối là cao hơn và tương ứng là 1,57 và 0,28 mg/L (Bảng 1). Trong số các cation tan trong nước khoáng Vĩnh Phương thì nồng độ ion Na⁺ và Ca²⁺ là chủ đạo, chiếm tương ứng là 64,9% và 32,3%. Trong số các anion thì ion Cl⁻ và SO₄²⁻ chiếm tương ứng là 95,8% và 3,1%. Nồng độ silica (SiO₂) tan trong nước khoáng là 29,27 mg/L. Hàm lượng tổng

cặn hòa tan trong nước khoáng Vĩnh Phương là 6130 mg/L (Bảng 1). Nước khoáng nóng Vĩnh Phương được phân loại là Na-Ca-Cl và là loại nước khoáng silic nóng vừa. Nồng độ cao clorua (3692 mg/L) và sulphat (120 mg/L) trong nước khoáng có lẽ là do hòa tan các khoáng evaporit trong địa tầng trong quá trình trôi từ bề nhiệt lên bề mặt đất. Trong nước suối nồng độ các anion Cl⁻ và HCO₃⁻ là chủ đạo, tương ứng chiếm đến 56% và 40% vào mùa khô và vào mùa mưa phần đóng góp của hai anion này tương ứng là 57% và 36%. Trong số các cation thì vào mùa khô ion Na⁺ và Ca²⁺ trong nước suối chiếm tỉ lệ tương ứng là 61,2% và 19,6% và vào mùa mưa tỉ lệ này tương ứng là 58,5% và 20,0% (Bảng 1). Như vậy nước suối (nước lạnh) thuộc loại nước có thành phần khoáng là Na-Ca-Cl-HCO₃.

Độ pH của nước suối về mùa mưa chuyển sang đặc trưng cho môi trường axit, pH=6,7 so với pH=7,1 đặc trưng cho môi trường trung tính của nước suối vào mùa khô. Có lẽ nước mưa đã góp phần làm giảm độ pH trong nước suối. Hàm lượng tổng cặn hòa tan (TDS) trong nước suối là thấp chỉ có 40,67 mg/L và 46,53 mg/L tương ứng vào mùa khô và mùa mưa. Thông số TDS của nước suối cho thấy đây là nước ngọt.

2. Nghiên cứu nguồn gốc nguồn nước khoáng nóng Vĩnh Phương

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Để tìm hiểu nguồn gốc của nguồn NKN, chúng tôi đã sử dụng giản đồ Na-K-Mg hay còn gọi là giản đồ Giggeback, tên tác giả đề xuất lần đầu tiên 1988 [13]. Giản đồ Giggeback là một tam giác đều với ba đỉnh là Na, K và Mg là ba loại khoáng chất luôn có mặt trong thành phần các khoáng vật trong các địa tầng nơi có NKN và để đạt cân bằng trong quá trình hòa tan vào nước. Thành phần của Na, K và Mg trong NKN, tính bằng mg/L, được Giggeback chia theo tỉ lệ

Na/1000, K/100 và \sqrt{Mg} và gộp lại thành 100%. Một giản đồ với tọa độ là thành phần khoáng chất Na, K và Mg trong từng mẫu NKN đã được chuyển sang cách tính theo phần trăm như trên sẽ được thể hiện và đây là giản đồ Giggeback. Giản đồ Giggeback chia thành ba miền: miền đáy đặc trưng cho các nguồn nước hoàn toàn chưa cân bằng hay còn có tên gọi là nước chưa “chín” (immatured water), nghĩa là nước khoáng lạnh mà quá trình hòa tan khoáng chất chưa đạt trạng thái cân bằng. Miền giữa đặc trưng cho nhóm các nguồn nước khoáng-nóng vừa mà quá trình hòa tan khoáng chất đã một phần đạt cân bằng hoặc có quá trình hòa trộn giữa nước nóng địa nhiệt tầng sâu với nước lạnh bổ cấp từ nước mặt. Miền trên cùng đặc trưng cho nhóm các nguồn NKN mà quá trình hòa tan khoáng chất đã hoàn toàn đạt trạng thái cân bằng, trong trường hợp này không có nước lạnh bề mặt hòa trộn với NKN tầng sâu. Hình 1 trình bày giản đồ Giggeback và ba vùng đặc trưng cho ba loại nguồn gốc NKN đã trình bày ở trên.



Hình 1. Giản đồ Giggeback (1988) thể hiện nước khoáng-nóng Vĩnh Phương chưa đạt cân bằng hoàn toàn mà là nước pha trộn giữa nước địa nhiệt tầng sâu và nước mặt (điểm hình sao trong miền “Cân bằng một phần hoặc pha trộn”)

Nước khoáng-nóng Vĩnh Phương có nồng độ Na, K và Mg tương ứng là 1530; 41,2 và

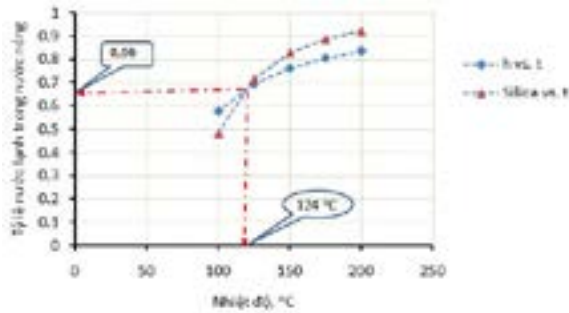
24,32 mg/L (Bảng 1), ứng với 22,26%; 5,99% và 71,75% theo tọa độ Giggeback. Điểm đánh dấu hình sao trên Hình 1 là vị trí tọa độ theo % thành phần $Na*0,001$, $K*0,01$ và \sqrt{Mg} trong nước khoáng-nóng Vĩnh Phương. Từ Hình 1 nhận thấy nước khoáng-nóng Vĩnh Phương nằm trong miền nước hòa trộn giữa hai loại nước nóng (địa nhiệt) dưới tầng sâu và nước lạnh bổ cấp từ nước mặt (điểm hình sao trên Hình 1).

Như vậy, nguồn NKN Vĩnh Phương là kết quả của sự hòa trộn giữa nước nóng tầng sâu trôi lên mặt đất và nước lạnh từ các địa tầng phía trên bề nhiệt. Hiện tượng pha trộn nước nóng và nước lạnh ở các bể NKN đã được nhiều nhà nghiên cứu khẳng định (Tassi et al., 2010; Cinti et al. 2011; Guo and Wang, 2012, Yang et al, 2019, Xu et al., 2019). Nước khoáng nóng tầng sâu trên đường trôi lên từ bề nhiệt lên bề mặt theo các khe dẫn trong đá nứt nẻ, hoặc các kênh dẫn tạo ra từ đứt gãy kiến tạo có nhiệt độ nhất định, sẽ được làm nguội do hòa trộn với nước lạnh từ các địa tầng có tính thấm tốt nằm phía trên bề nhiệt. Nước lạnh xâm nhập được vào nước nóng và hòa trộn được với nước nóng là do có chênh lệch áp lực của nguồn nước lạnh bổ cấp (Audra et al. 2010; Stober et al. 2016). Nguồn nước hòa trộn sẽ tiếp tục theo các khe nứt đi lên bề mặt thoát ra dưới dạng xuất lộ nước nóng cuộn theo theo cả bùn-đất từ các địa tầng gần bề mặt đất.

2.2. Kết quả xác định

Hình 2 trình bày thành phần đồng vị trong nước khoáng-nóng Vĩnh Phương cùng với thành phần đồng vị trong nước lạnh từ suối Sơn Trung và đường nước khí tượng khu vực (LMWL). Số liệu để xây dựng đường nước khí tượng khu vực do nhóm tác giả (Phạm Quý Nhân) cung cấp từ các nghiên cứu nguồn tài nguyên nước dưới đất khu vực tỉnh Ninh Thuận, tiếp giáp phía nam với tỉnh Khánh Hòa và được mô tả bằng biểu thức (1):

$$\delta^2\text{H} = 7,62 * \delta^{18}\text{O} + 1,59 \quad (1)$$



Hình 2. Tỷ lệ nước lạnh bề mặt hòa trộn với nước nóng tầng sâu được xác định bằng phương pháp đồ thị trên cơ sở biểu thức (4) và (5)

Từ Hình 2 nhận thấy, cũng tương tự như thành phần hóa học, thành phần đồng vị trong nước khoáng Vĩnh Phương vào cả hai mùa, mùa mưa và mùa khô, là rất ổn định (các điểm hình tam giác đặc và mở trên hình 2) và nằm sát với đường nước khí tượng khu vực. Điều này chứng tỏ nước khoáng-nóng Vĩnh Phương có nguồn gốc từ nước mưa khu vực. Nhiều nghiên cứu về nguồn gốc NKN trên thế giới cũng có chung quan điểm là nước địa nhiệt có xuất phát điểm là nước mưa khu vực (Lee et al., 2011; Moreira và Fernández, 2015; Yang vcs., 2019; Xu vcs., 2019 và nhiều nhà nghiên cứu khác).

Khác với NKN, nguồn nước lạnh từ suối Sơn Trung cũng có nguồn gốc là nước khí tượng khu vực, nhưng sau khi nước mưa hòa nhập vào nước suối thì nước suối có thành phần đồng vị nặng giàu hơn so với nước khí tượng (hai điểm hình tròn màu xanh trên hình 3 tương ứng với nước về mùa mưa và mùa khô). Đặc điểm giàu đồng vị nặng trong nước mặt (nước sông, nước suối) là do hiệu ứng phân tách đồng vị nước trong quá trình bốc hơi mặt thoáng.

Cho rằng hiệu ứng độ cao của quá trình phân tách đồng vị nước trong quá trình rơi lắng ướt là $-0,3\text{‰}$ cho mỗi bậc độ cao là 100 m

(Erickson, 1983; Mook vcs, 2001), giá trị $\delta^{18}\text{O}$ trung bình trong NKN là $-7,1\text{‰}$ và trong nước mưa trên khu vực miền Trung Việt nam là $-8,3\text{‰}$ thì độ cao vùng bổ cấp nước mưa cho tầng chứa nước địa nhiệt sẽ là: $\{[(-8,3) - (-7,1)]/-0,3\} * 100 = 400$ m. Có nghĩa là vùng bổ cấp nước khí tượng cho NKN nằm ở độ cao 400 m so với mực nước biển. Trong trường hợp này, vùng bổ cấp được cho là từ vùng núi phía Tây Bắc, nơi có độ cao từ 400 m trở lên.

Kết quả của phép định tuổi tuyệt đối bằng phương pháp C-14 cho thấy NKN Vĩnh Phương có tuổi là (12.540 ± 1.020) năm trước thời kì cận đại (BP), có nghĩa là nước mưa bổ cấp vào bề nhiệt Vĩnh Phương từ kỷ Holocen sớm qua các khe nứt đất đá trong đới phá hủy của các đứt gãy kiến tạo trên khu vực. Nước nóng tầng sâu nhận nhiệt và hòa tan các khoáng chất có bản chất từ các nham thạch núi lửa trong quá khứ, trong đó có hàm lượng muối NaCl cao.

3. Ước tính tỷ lệ nước lạnh bề mặt pha trộn với nước nóng tại điểm nghiên cứu Vĩnh Phương

Một trong các nội dung quan trọng trong nghiên cứu nước khoáng nóng là ước tính được phần nước lạnh bề mặt hòa trộn vào với nước địa nhiệt. Phương pháp xác định tỷ lệ hòa trộn nước lạnh vào nước địa nhiệt dựa vào sự phụ thuộc giữa enthalpy và độ hòa tan khoáng chất silica (SiO_2) trong nước và nhiệt độ của nước (Fournier và Truesdell, 1974; Yang et al., 2019).

Khoáng silica (SiO_2) tan vào nước địa nhiệt tầng sâu trong bể địa nhiệt tuân theo đường phụ thuộc giữa độ hòa tan SiO_2 và nhiệt độ: nhiệt độ càng cao mức hòa tan SiO_2 càng lớn (Fournier và Truesdell, 1974). Tuy nhiên, khoáng SiO_2 có một đặc điểm quan trọng là khi đã quá bão hòa ở nhiệt độ cao sẽ không bị kết tủa khi nhiệt độ giảm xuống thấp. Như vậy, quá trình hòa trộn nước lạnh bề mặt (có nồng độ SiO_2 hòa tan thấp)

với nước nóng tầng sâu (có nồng độ SiO_2 hòa tan cao) sẽ chỉ làm cho nồng độ SiO_2 ban đầu trong nước nóng bị pha loãng đến mức nồng độ SiO_2 tan trong nước thoát ra ở điểm xuất lộ. Tương tự như vậy đối với enthalpy: nước nóng tầng sâu có enthalpy cao khi bị pha loãng bởi nước lạnh thì enthalpy cũng sẽ giảm đến mức enthalpy của nước ở điểm xuất lộ. Điều này có nghĩa là mức độ hòa trộn giữa nước lạnh và nước nóng sẽ tuân theo quy luật hòa trộn đồng cộng (additive) và biểu diễn bằng hai mô hình (7 và 8) theo enthalpy và nồng độ SiO_2 trong các loại nước (Fournier và Trusdell, 1974):

$$h_1 \cdot x + h_n \cdot (1-x) = h_{k-n} \quad (2)$$

$$[\text{SiO}_2]_1 \cdot x + [\text{SiO}_2]_n \cdot (1-x) = [\text{SiO}_2]_{k-n} \quad (3)$$

Trong đó: h_1 , h_n và h_{k-n} , - enthalpy của nước lạnh, nước nóng tầng sâu và nước khoáng-nóng tại điểm xuất lộ; $[\text{SiO}_2]_1$; $[\text{SiO}_2]_n$ và $[\text{SiO}_2]_{k-n}$ - nồng độ khoáng SiO_2 tan trong nước lạnh, trong nước nóng tầng sâu và trong nước khoáng-nóng tại điểm xuất lộ; x - phần nước lạnh pha trộn vào nước nóng tầng sâu.

Hai phương trình (2 và 3) chỉ chứa có hai ẩn số là lượng enthalpy ban đầu của nước nóng tầng sâu (h_n) và tỉ lệ pha trộn (x) nước lạnh bề mặt vào nước nóng. Tuy nhiên, lời giải số cho hai phương trình trên là khá phức tạp. Để khắc phục khó khăn này, ta có thể giải hệ phương trình (2) và (3) bằng phương pháp đồ thị. Từ (2) và (3) ta có hai lời giải cho tỉ lệ pha trộn nước lạnh vào nước nóng theo enthalpy và theo hàm lượng silica tan trong nước như sau:

$$x_1 = (h_n - h_{k-n}) / (h_n - h_1) \quad (4)$$

$$x_2 = \{[\text{SiO}_2]_h - [\text{SiO}_2]_{k-n}\} / \{[\text{SiO}_2]_n - [\text{SiO}_2]_1\} \quad (5)$$

Trong đó: x_1 và x_2 - tỉ lệ pha trộn nước lạnh vào nước nóng tính theo enthalpy và nồng

độ SiO_2 tan trong nước, các kí hiệu khác tương tự như đã giải thích đối với biểu thức (2) và (3). Điểm giao cắt giữa 2 đường cong biểu diễn sự phụ thuộc giữa x_1 vào nhiệt độ và x_2 vào nhiệt độ sẽ là phần đóng góp của nước lạnh vào nước nóng địa nhiệt tầng sâu vì h_n và $[\text{SiO}_2]_n$ phụ thuộc vào nhiệt độ của bề nhiệt. Giá trị h_n và $[\text{SiO}_2]_n$ trong nước nóng tầng sâu để tính x_1 và x_2 được lấy từ số liệu thực nghiệm của Fournier và Trusdell (1974) và được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Giá trị enthalpy và độ hòa tan silica ở các nhiệt độ khác nhau (Fournier và Trusdell, 1974)

Nhiệt độ, °C	Enthalpy, cal/g	$[\text{SiO}_2]$, mg/L
50	50	13,5
75	75	26,6
100	100,1	48
125	125,4	80
150	151	125
175	177	185
200	203,6	265
225	230,9	365
250	259,2	486
275	289	614
300	321	692

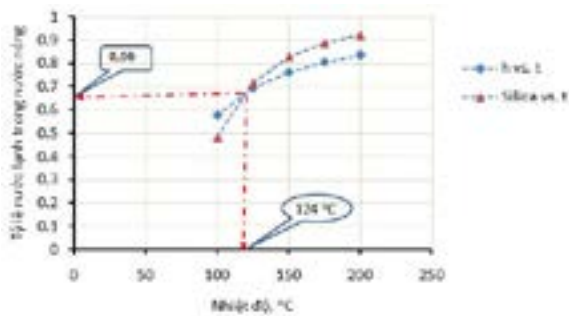
Giá trị enthalpy (h) phụ thuộc vào nhiệt độ và được tính bằng biểu thức (6) (Arnorsson, 1983) như sau:

$$h = 35,9 + 3,6053 \cdot t + 2,3838 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 + 7,1004 \cdot e^{0,004 \cdot t} \quad (6)$$

trong đó h có đơn vị là J/g (nước) và t tính bằng °C.

Như vậy, nước khoáng Vĩnh Phương tại điểm lỗ khoan VP1 có nhiệt độ là 58 °C; nước lạnh từ suối Sơn Trung trung bình cho cả hai mùa có nhiệt độ là 28,3 °C sẽ có enthalpy tương ứng là $h_{k-n} = 262,03$ J/g hay 62,54 cal/g và $h_1 = 146,68$ J/g hay 35 cal/g (1 cal/g = 4,19 J/g). Nồng độ SiO_2 trong nước khoáng Vĩnh Phương và trong nước lạnh suối Sơn Trung, tương ứng, là 29,27 mg/L và 9,17 mg/L (trung bình cho cả hai mùa khô và mùa mưa, Bảng 1). Thay các giá trị h_{k-n} ,

h_1 , $[\text{SiO}_2]_{k-n}$, và $[\text{SiO}_2]_l$ vào hai biểu thức (4) và (5) với các giá trị h_n và $[\text{SiO}_2]_n$ tương ứng cho từng nhiệt độ ta sẽ có các giá trị x_1 và x_2 ở các nhiệt độ khác nhau của bề nhiệt. Trên cơ sở số liệu này ta xây dựng đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc giữa x_1 và x_2 vào nhiệt độ (xem Hình 3).



Hình 3. Tỷ lệ nước lạnh bề mặt hòa trộn với nước nóng tầng sâu được xác định bằng phương pháp đồ thị trên cơ sở biểu thức (4) và (5)

Từ hình 3 nhận thấy điểm giao cắt giữa hai đường cong x_1 phụ thuộc vào t và x_2 phụ thuộc vào t có giá trị x chung là 66% và nhiệt độ của bề nhiệt là 124 °C (Hình 3). Như vậy, trong nguồn nước khoáng Vĩnh Phương có 66% là nước lạnh từ mặt đất đi xuống và 34% là nước nóng tầng sâu; nhiệt độ của bề nhiệt khu vực là 124 °C.

4. Nhiệt kế địa chất - Nhiệt độ của bề địa nhiệt

Nhiệt độ của bề địa nhiệt được xác định bằng phương pháp cân bằng enthalpy và nồng độ SiO_2 tan trong các loại nước như trình bày là 124 °C như đã trình bày ở trên (Hình 4). Tuy nhiên, giá trị nhiệt độ của bề địa nhiệt còn có thể kiểm chứng bằng nhiệt kế địa chất thông qua một số mô hình bán thực nghiệm. Các mô hình áp dụng cho nhiệt kế địa chất cho rằng các dòng thủy nhiệt đi từ dưới lên là đạt trạng thái cân bằng hóa học với các khoáng chất tại nhiệt độ của bề nhiệt và trạng thái cân bằng hóa học này vẫn sẽ được duy trì ngay cả khi nhiệt độ của nước địa

nhiệt giảm xuống do quá trình trao đổi nhiệt với địa tầng qua cả hai cơ chế là truyền dẫn và đối lưu (Pirlo, 2004).

Một số mô hình nhiệt kế địa chất sử dụng rộng rãi để tính nhiệt độ bề nhiệt bao gồm nhiệt kế Na-K (Giggenback, 1988), nhiệt kế silica (Fournier, 1977). Bảng 3 trình bày kết quả tính nhiệt kế địa chất đối với nguồn nước khoáng Vĩnh Phương (ý nghĩa của từng mô hình độc giả có thể tham khảo các tài liệu trích dẫn tương ứng).

Bảng 3. Địa nhiệt kế của khu vực nước khoáng Vĩnh Phương, Nha Trang

Địa nhiệt kế	$t, ^\circ\text{C}$
Quartz (khi bị mất nhiều hơi nước nhất) (Fournier, 1977):	
$t (^{\circ}\text{C}) = [1522/(5,75 - \log \text{SiO}_2)] - 273,15$	125,8
Quartz (không bị mất hơi nước) (Fournier, 1977):	
$t (^{\circ}\text{C}) = [1309/(5,19 - \log \text{SiO}_2)] - 273,15$	129,3
Na/K (Fournier, 1979):	
$t (^{\circ}\text{C}) = [1217/1,438 + \log(\text{Na/K})] - 273,15$	101,0
Na/K (Giggenback, 1988):	
$t (^{\circ}\text{C}) = [1390/1,75 + \log(\text{Na/K})] - 273,15$	121,8

Số liệu về nồng độ SiO_2 cũng như Na^+ và K^+ tan trong nước nóng tầng sâu sử dụng cho nhiệt kế địa chất được hiệu chỉnh lại với mức pha loãng bởi nước lạnh bề mặt là 66%, tức là nồng độ SiO_2 và Na^+ , K^+ trong nước khoáng-nóng tại điểm xuất lộ chỉ bằng 34% so với nồng độ của chúng đã tan trong bề nhiệt.

Kết quả tính theo nhiệt kế địa chất trình bày trong Bảng 3 cho thấy bề nhiệt trong diện tích phân bố điểm nước khoáng Vĩnh Phương có nhiệt độ trong khoảng từ 122 °C đến 129,3 °C, khá phù hợp với cách tính theo mô hình hòa trộn giữa nước lạnh bề mặt với nước nóng tầng sâu trình bày ở trên là 124 °C (Hình 3). Độ sâu của bề nhiệt được ước tính trên cơ sở gradient nhiệt trong vỏ trái đất là cứ xuống sâu 100 m thì nhiệt độ sẽ tăng lên 3 °C. Như vậy, độ sâu bề nhiệt khu vực Vĩnh Phương có thể được ước tính gần đúng

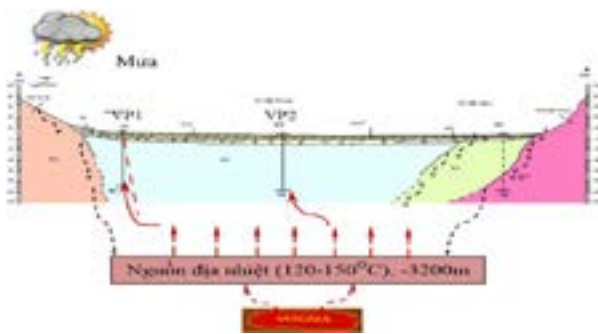
như sau:

$$H = (t - t_0)/a \quad (7)$$

Trong đó: H - độ sâu bề nhiệt; t - nhiệt độ của bề nhiệt và t_0 là nhiệt độ không khí trung bình năm trên khu vực nghiên cứu; a - gradient nhiệt độ trong vỏ trái đất.

Số liệu quan trắc nhiều năm nhiệt độ không khí trung bình năm ở khu vực thành phố Nha Trang cho thấy $t = 29$ °C. Giá trị t được lấy là 124 °C, do vậy độ sâu bề nhiệt $H = [(124 - 29)/3] * 100 \approx 3.200$ m tính từ mặt đất.

5. Mô hình khái niệm mô tả nguồn gốc nước khoáng Vĩnh Phương, tp. Nha Trang



Hình 4. Mô hình khái niệm mô tả nguồn gốc NKN khu vực Vĩnh Phương, tp. Nha Trang

Trên cơ sở số liệu ước tính độ cao vùng bổ cấp nước mưa vào bề nhiệt, một mô hình khái niệm được đưa ra để mô tả nguồn gốc nước khoáng Vĩnh Phương, thành phố Nha Trang như trình bày trong hình 4. Theo mô hình khái niệm trình bày ở trên thì nước mưa ở độ cao từ 400 m từ vùng núi phía Tây và Tây Bắc khu vực Vĩnh Phương bổ cấp xuống các tầng địa chất sâu qua các đới phá hủy kiến tạo do trọng lực. Nước mưa thấm xuống bề nhiệt phân bố ở độ sâu khoảng 3200 m có nhiệt độ khoảng 122 °C - 129 °C sẽ nhận nhiệt năng và áp suất tăng lên làm cho nước có khả năng trôi ngược lên bề mặt qua các khe nứt. Trên đường trôi lên mặt đất, nước địa nhiệt

hòa tan các khoáng chất có nguồn gốc phun trào núi lửa, có hàm lượng muối NaCl cao. Do tính thấm của đới phá hủy kiến tạo không cao nên tốc độ vận động của nước bổ cấp chậm. Tuổi của nước khoáng Vĩnh Phương được xác định là cao hơn 12 ngàn năm.

III. KẾT LUẬN

Nguồn nước khoáng nóng Vĩnh Phương, tp. Nha Trang tỉnh Khánh Hòa nằm trong vùng hoạt động kiến tạo có thành phần khoáng chất là Na-Ca-Cl và thuộc loại nước khoáng Silic nóng vừa, chưa bị ảnh hưởng bởi các hoạt động nhân sinh như canh tác nông nghiệp, đô thị hóa nên trong nước không phát hiện thấy các thành phần dinh dưỡng vô cơ như nitrate và phosphat. Nguồn nước khoáng nóng Vĩnh Phương có nguồn gốc từ nước khí tượng được bổ cấp từ kỷ Holocen sớm ở độ cao từ 400 m trở lên so với mực nước biển. Nước bổ cấp nhận nhiệt ở độ sâu 3200 m ở đó có nhiệt độ 122 °C - 129 °C và hòa tan các khoáng chất có nguồn gốc từ các thành tạo núi lửa. Nước theo các khe nứt trôi lên mặt đất và được bổ sung thêm nước lạnh. Phần nước lạnh bổ sung thêm vào nước nóng địa nhiệt tầng sâu được ước tính là 66% tại điểm xuất lộ.

Một vấn đề cần được tiếp tục nghiên cứu làm sáng tỏ là trong địa tầng chứa nước khoáng nóng khu vực Vĩnh Phương có hay không có thành phần Halite tồn dư do nước biển cô hóa hơi? Khoáng evaporit đã làm tăng nồng độ Na và Cl trong nước khoáng.

Đoàn Văn Cánh, Đặng Đức Nhận, Hồ Minh Thọ
Hội Địa chất thủy văn Việt Nam

Nguyễn Thạch Cường
Bộ Tài nguyên và Môi trường

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Đức Long và nnk, năm 2014, Báo cáo kết quả thăm dò nước khoáng lỗ khoan XN1 tại xã Vĩnh Phương, TP Nha Trang, tỉnh Khánh Hoà.
2. Ngô Tuấn Tú và nnk, năm 2011, Báo cáo kết quả thăm dò nước khoáng lỗ khoan VP2 tại xã Vĩnh Phương, TP Nha Trang, tỉnh Khánh Hoà.
3. Appelo C.A.J., Postma D., 2005. *Geochemistry, groundwater and pollution*. 2nd Ed. Balkema Publisher. The Netherland, 649 p.
4. Arnorsson S., Gunnlaugsson E., 1983. The geochemistry of thermal water in Iceland. III. Chemical geothermometry in geothermal investigations. *Geochim. et Cosmochim. Acta*. 47: 567-577
5. Audra P., D'Antoni-Nobecourt J. C., Bigot J.Y., 2010. Hypogenic caves in France. Speleogenesis and morphology of the cave systems. *Bull Soc Geol Fr*. 181:327-335
6. Banner, J. L., Musgrove, M., Capo, R. C., 1994. Tracing Groundwater Evolution in a Limestone Aquifer Using Sr Isotopes: Effects of Multiple Sources of Dissolved Ions and Mineral-Solution Reactions. *Geology*, 22(8): 687-690
7. Cartwright I., Weaver T. R., Cendón D. I., 2012. Constraining Groundwater Flow, Residence Times, Inter-Aquifer Mixing, and Aquifer Properties Using Environmental Isotopes in the Southeast Murray Basin, Australia. *Applied Geochemistry*, 27(9): 1698-1709
8. Cinti D., Procesi M., Tassi F., Montegrossi G., Sciarra A., Vaselli O., Quattrocchi F., 2011. Fluid geochemistry and geothermometry in western sector of the Sabatini Volcanic District and Tolfa Mountains (Central Italy). *Chem. Geology*. 284: 160-181
9. Erickson E., 1983. Stable isotopes and tritium in precipitation. Guide-book on nuclear techniques in Hydrology. IAEA Technical report Series No.91. Vienna, Austria, pp. 19-33
10. Fournier R.O., Truesdell A.H., 1974. Geochemical indicators of subsurface temperature - 2. Estimation of temperature and fraction of hot water mixed with cold water. *J Res US Geol Surv* 2: 263-270.
11. Fournier R.O., 1977. Chemical geothermometers and mixing models for geothermal systems. *Geothermics* 5:41-50.
12. Fournier R. O., 1979. Geochemical and hydrologic considerations and the use of enthalpy-chloride diagrams in the prediction of underground conditions in hot spring systems. *J. Volcanol. Geotherm Res.* 5: 1-16
13. Giggenback W. F., 1988. Geothermal solute equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca geothermometers. *Geochim. et Cosmochim. Acta*. 52: 2749-2765.
14. Guo Q.H., Wang Y. X., 2012. Geochemistry of hot springs in the Tengchong hydrothermal areas, Southwestern China. *J Volcanol Geotherm Res.* 215:61-73
15. Guo Q., Pang Z.H., Wang Y.C., Tian J., 2017. Fluid geochemistry and geothermometry applications of the Kangding high-temperature geothermal system in eastern Himalayas. *Appl Geochem* 81:63-75
16. IAEA, International Atomic Energy Agency, 2002. Sampling procedures for isotopes hydrology. Water resources programme. Vienna, Austria, 2002.
17. Jorgensen, N. O., Banoeng-Yakubo, B. K., 2001. Environmental isotopes (^{18}O , ^2H and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) as a tool in groundwater investigation in the Keta Basin, Ghana. *Hydrogeology Journal*, 9(2): 190-201. doi:10.1007/s100400000122
18. Karimi S., Mohammadi Z., Samani N., 2017. Geothermometry and circulation depth of groundwater in Semnan thermal springs, Northern Iran. *Environ Earth Sci* 76(19):659
19. Lee S., Kim T., Lee T.J., 2011. Strontium isotope geochemistry and its geochemical implication from hot spring waters in South Korea. *J Volcanol Geotherm Res* 208:12-22.
20. Lu LH, Pang ZH, Kong YL, Guo Q, Wang YC, Xu CH, Gu W, Zhou L, Yu DD, 2018. Geochemical and isotopic evidence on the recharge and circulation of geothermal water in the Tangshan geothermal system near Nanjing, China: implications for sustainable development. *Hydrogeol J* 26(5):1705-1719
21. Lund J.W., Boyd T.L., 2016. Direct utilization of geothermal energy 2015 worldwide review. *Geothermics* 60:66-93
22. Michael K, Golab A, Shulakova V, Ennis-King J, Allinson G, Sharma S, Aiken T, 2010. Geological storage of CO₂ in saline aquifers - a review of the experience from existing storage operations. *Int J Greenhouse Gas Control* 4(4):659-667
23. Mook W.G (Ed), 2001. Environmental isotopes in the hydrological cycle. Principles and

applications. Atmospheric water. Vol. II, IAEA, Vienna, Austria.

24. Moreira P., Fernández R. R., 2015. La Josefna Au–Ag deposit (Patagonia, Argentina): a Jurassic epithermal deposit formed in a hot spring environment. *Ore Geol Rev* 67: 297–313.

25. Ngô Tuấn Tú và nnk, 2011. Báo cáo kết quả thăm dò nước khoáng lỗ khoan VP2 tại xã Vĩnh Phương, tp. Nha Trang, tỉnh Khánh Hoà.

26. Pirlo M.C., 2004. Hydrogeochemistry and geothermometry of thermal groundwaters from the Birdsville Track Ridge, Great Artesian Basin, South Australia. *Geothermics* 33:743–774

27. Salem O., Visser J. M., Deay M., and Gonfiantini R., 1980. Groundwater flow patterns in the western Lybian Arab Jamahitiya evaluated from isotope data. In: *Arid Zone Hydrology: Investigation with Isotope Techniques*. IAEA, Vienna: 165-179.

28. Sanada T., Takamatsu N., Yoshiike Y., 2006. Geochemical interpretation of long-term variations in rare earth element concentrations in acidic hot spring waters from the Tamagawa geothermal area. *Jpn Geotherm* 35(2):141–155

29. Stober I., Zhong J., Zhang L., Bucher K., 2016. Deep hydrothermal fluidrock interaction: the thermal springs of Da Qaidam, China. *Geofluids*. 16:711–728.

30. Tassi F., Aguilera F., Darrah T., Vaselli O., Capaccioni B., Poreda R.J., Delgado Huertas A., 2010. Fluid geochemistry of hydrothermal systems in the Arica-Parinacota, Tarapacá and Antofagasta regions (northern Chile). *J Volcanol Geotherm Res* 192:1–15.

31. Thomas, J., Rose, T., 2003. Environmental Isotopes in Hydrogeology. *Environ Geology*, 43(5): 532–532. doi:10.1007/s00254-002-0677-x

32. Wang, S., Pang, Z., Liu, J., et al., 2013. Origin and Evolution Characteristics of Geothermal Water in the Niutuozen Geothermal Field, North China Plain. *J. Earth Sci.* 24: 891–902.

33. Xu Panpan, Li Mengna, Qian Hui, Zhang Qiying, Liu Fengxia, Hou Kai, 2019. Hydrochemistry and geothermometry of geothermal water in the central Guanzhong Basin, China: a case study in Xi'an. *Environ. Earth Sci.* <http://doi.org/10.1007/s12665-019-8099-1>

34. Yang P.H., Cheng Q., Xie S. Y., Wang J.L., Chang L.R., Yu Q., Zhan Z.J., Chen F., 2017. Hydrogeochemistry and geothermometry of deep thermal water in the carbonate formation in the

main urban area of Chongqing, China. *J Hydrol* 549:50–61

35. Yang Pingheng, Dan Luo, Groves Chris, Xie Shiyou, 2019. Geochemistry and genesis of geothermal well water from a carbonate–evaporite aquifer in Chongqing, SW China. *Environ. Earth Sci.* <http://doi.org/10.1007/s12665-018-8004-3>

ỨNG DỤNG CÁC KỸ THUẬT ĐỒNG VỊ TRONG NGHIÊN CỨU NGUỒN NƯỚC VÀ CHẤT LƯỢNG NƯỚC

Kỹ thuật đồng vị cho phép các nhà khoa học hiểu các thành phần của chu trình nước trên trái đất. Các kỹ thuật này giúp con người đánh giá chuẩn hơn về cả số lượng và chất lượng nước từ đó có giải pháp sử dụng nước một cách bền vững.

Trong chu trình nước trên trái đất thì nước ngầm là thành phần khó đánh giá nhất. Từ lâu, các nhà khoa học đã sử dụng các đồng vị xuất hiện tự nhiên làm chất đánh dấu để tìm hiểu xem liệu nước ngầm có được bổ cập hay không, nguồn gốc từ đâu, cách nó di chuyển dưới lòng đất và liệu nó có dễ bị ô nhiễm và hay thay đổi do khí hậu thay đổi hay không.

Nước có xuất xứ từ những địa điểm khác nhau có đặc trưng đồng vị khác nhau và được coi như là “dấu vân tay”. Các nhà khoa học sử dụng những dấu vân tay này để theo dõi sự chuyển động của nước dọc theo đường đi của nó trong toàn bộ chu trình nước: từ bay hơi, mưa xuống, thấm, đến thoát nước và thoát hơi nước, sau đó quay trở lại đại dương hoặc khí quyển và lặp lại.

I. ĐỊNH NGHĨA VỀ ĐỒNG VỊ

Một nguyên tố hóa học có cấu trúc là một loại nguyên tử - cùng số lượng điện tử và số lượng điện tích dương ở hạt nhân. Tuy nhiên nguyên tử lượng của chúng có thể khác nhau do số lượng các hạt không mang điện nằm ở hạt nhân khác nhau. Vậy đồng vị là những nguyên tố hóa học có chung đặc điểm hóa học và số lượng proton và electron, nhưng một số lượng neutron khác nhau. Sự khác biệt về số lượng neutron làm cho mỗi đồng vị có khối lượng khác nhau và sự khác biệt về khối lượng này là chìa khóa cho các nghiên cứu thủy văn.

Thủy văn đồng vị sử dụng cả hai đồng vị bền và phóng xạ. Các đồng vị bền là gần như không có tính phóng xạ, có nghĩa là chúng không

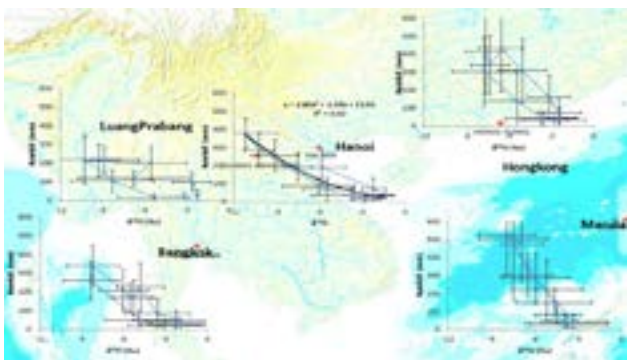
phát ra bức xạ. Các đồng vị không ổn định (hoặc đồng vị phóng xạ) trải qua quá trình phân rã phóng xạ đo đếm bằng các kỹ thuật đo hiện nay và do đó là các đồng vị phóng xạ. Tổng quan về ứng dụng của đồng vị trong nghiên cứu thủy văn và chất lượng nước.

II. ỨNG DỤNG TRONG XÁC ĐỊNH NGUỒN GỐC VÀ SỰ VẬN CHUYỂN NƯỚC TRONG CHU TRÌNH NƯỚC TRÊN TRÁI ĐẤT

Mỗi phân tử nước (H_2O) được tạo thành từ hai nguyên tử hydro (H) và một nguyên tử oxy (O), nhưng chúng không giống nhau: một số đồng vị của nguyên tử nhẹ hơn và một số đồng vị nặng hơn. Các nhà khoa học sử dụng thiết bị phân tích chính xác để đo những chênh lệch trọng lượng nhỏ này trong các mẫu nước. Tại sao?

Khi nước bay hơi từ biển, các phân tử có đồng vị nhẹ hơn có xu hướng bay lên cao trước và tạo thành các đám mây với các tỷ số đồng vị đặc trưng. Khi mây tạo ra mưa thì các phân tử nặng hơn sẽ rơi xuống trước. Sau đó, khi những đám mây mất đi những đồng vị nặng này di chuyển sâu hơn vào đất liền, những đồng vị nhẹ hơn rơi xuống với một tỷ lệ lớn hơn. Khi nước rơi xuống trái đất, nó lấp đầy hồ, sông và tầng ngậm nước.

Tại Việt Nam, đã có nhiều quan trắc về đồng vị trong nước mưa như của Viện Khoa học và kỹ thuật hạt nhân từ những năm 2006-2007. Việt Nam cũng đã nhiều năm tham gia vào mạng lưới toàn cầu về đồng vị trong nước mưa (GNIP). Các kết quả phân tích, đo đạc đã được công bố trong một số tạp chí quốc tế (Trịnh Anh Đức và cộng sự, 2018; 2019). Việc xử lý số liệu đồng vị trong mưa ở trạm Hà Nội cho thấy (1) có sự tương quan tương đối chặt chẽ giữa lượng mưa và tỷ lệ đồng vị bền trong nước mưa và (2) mưa trong khu vực đồng bằng Bắc bộ đến chủ yếu từ luồng không khí ẩm xuất phát từ xích đạo và tiến vào nước ta theo hướng đông nam (hình 1).



Hình 1: Sự tương quan giữa lượng mưa hàng tháng và tỷ lệ đồng vị bền của Oxi trong nước mưa cho thấy nguồn gây mưa tại Hà Nội đến chủ yếu từ hướng đông nam (giống với Manila, Philippines), đới không khí biển từ xích đạo, chứ không phải từ các đới gió mùa khác

III. XÁC ĐỊNH TUỔI NƯỚC NGÂM

Bằng cách đo tỷ lệ giữa các đồng vị nặng và nhẹ trong các vùng nước ngầm, các nhà khoa học có thể giải mã nguồn gốc và chuyển động của khối nước ngầm. Thực tế, đồng vị là các thông số có sẵn (không phải thêm vào), trực tiếp, và hiệu quả hàng đầu trong ước tính tuổi cũng như khả năng dễ bị tổn thương và tính bền vững của các nguồn tài nguyên nước. Khi nước ngầm trong tầng ngậm nước ‘cũ’, điều này có nghĩa là dòng nước chảy chậm và tầng chứa nước có thể mất nhiều thời gian để bổ cập. Ngược lại, nước ngầm trẻ dễ dàng và nhanh chóng được làm mới bằng nước mưa, nhưng cũng có thể dễ dàng bị ảnh hưởng bởi ô nhiễm hoặc bị thay đổi theo các điều kiện khí hậu. Những hiểu biết về niên đại của nước mang lại cho các nhà khoa học và các cấp quản lý những giải pháp tốt để làm tăng cường tốc độ bổ cập cho các tầng nước ngầm đang khai thác. Trong thủy văn, một số đồng vị phóng xạ xuất hiện tự nhiên có trong nước, chẳng hạn như đồng vị phóng xạ khí triti (H), carbon-14 (^{14}C), được sử dụng để ước tính tuổi nước ngầm. Tuổi này có thể từ một vài tháng đến cả triệu năm. Do các đồng vị này phân rã theo thời gian, hàm lượng của chúng giảm dần theo năm tháng. Hàm lượng cao hơn có nghĩa là nước ‘trẻ hơn’, trong khi hàm lượng thấp hơn có nghĩa là nước ‘già’. Ví dụ, nước ngầm có lượng triti có thể phát hiện được có thể lên tới khoảng 60 tuổi, trong khi đó nước ngầm không có triti phải cũ hơn. Trong khi triti được sử dụng để xác định niên đại nước ngầm được bổ cập trong thời gian gần đây (khoảng 60 năm trở lại), carbon-14 được sử dụng cho nước có tuổi thọ lên tới 40 000 năm và krypton-81 cho nước có thể lên đến cả triệu năm.

Tại Việt Nam, các kỹ thuật đồng vị đã được sử dụng để xác định nguồn gốc và khu vực bổ cập nước ngầm tại 2 đồng bằng lớn, Bắc Bộ và Nam Bộ. Các kết quả cho thấy nước ngầm

trong khu vực ở các tầng chứa nước Holocene, Pleistocene, Neogene và cả Triassic. Đặc biệt, nước ngầm ở tầng Holocene có dấu hiệu bị nhiễm mặn. Ở các tầng sát mặt, nước ngầm có 3 thành phần chính là nước mưa, nước sông, và nước biển xâm nhập (Đặng Đức Nhận và cộng sự 2018). Trong một nghiên cứu khác, kỹ thuật đồng vị bền được sử dụng để nghiên cứu chất lượng nước ngầm. Cụ thể là nghiên cứu nguồn gốc và sự biến đổi của NH_4^+ trong nước ngầm và tìm kiếm mối liên quan giữa NH_4 trong nước ngầm với NH_4 trong nước bề mặt và nước thải trong đồng bằng sông Hồng. Các kết quả cho thấy NH_4^+ trong nước ngầm của tầng chứa nước trên (Holocene) và tầng dưới (Pleistocene) có giá trị $\delta^{15}\text{N}$ cao hơn tổng N và NH_4^+ của trầm tích, và cao hơn một chút so với giá trị $\delta^{15}\text{N}$ của NH_4^+ trong nước thải và nước mặt. Các điều kiện môi trường hiện nay về nhiệt độ và pH tạo điều kiện thúc đẩy sự khử hóa NH_4^+ thành amoniac (NH_3). Amoniacc dưới dạng khí sẽ chuyển từ môi trường nước ngầm đến tầng đất không bão hòa phía trên. Phần NH_4^+ còn lại trong nước ngầm sau khi mất NH_3 sẽ có tỷ lệ ^{15}N cao lên vì NH_3 sẽ có nhiều ^{14}N (dễ bay hơi) hơn (Đặng Đức Nhận và cộng sự 2015).



Hình 2: Một số hình ảnh các hoạt động lấy phục vụ nghiên cứu đồng vị nước trên các hệ thống sông và hồ tại Việt Nam



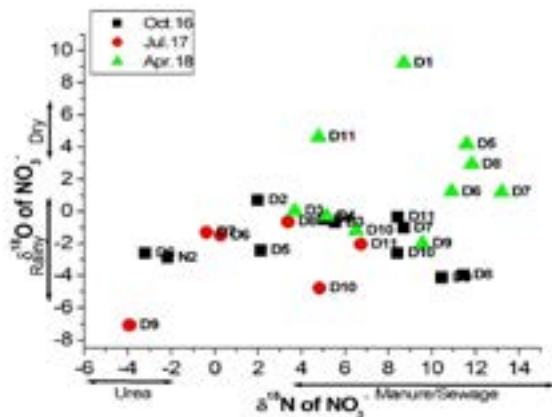
IV. CHẤT LƯỢNG NƯỚC

Chất ô nhiễm trong nước mặt và nước ngầm đến từ nhiều nguồn khác nhau như nông nghiệp, công nghiệp hoặc chất thải của con người hoặc có thể có mặt tự nhiên do các quá trình địa hóa diễn ra trong các tầng chứa nước.

Nông nghiệp, công nghiệp và hộ gia đình mỗi nơi sản sinh ra các loại chất ô nhiễm khác nhau. Bằng cách nghiên cứu thành phần hóa học và đồng vị của chất ô nhiễm, các nhà khoa học có thể xác định nguồn gốc của nó. Biết nguồn gốc của các chất ô nhiễm là bước đầu tiên để giải quyết các vấn đề với chất lượng nước. Các nhà thủy văn đồng vị dữ liệu thu thập rất hữu ích cho các nhà hoạch định chính sách trong việc hoạch định chiến lược và quản lý tài nguyên nước.

Ví dụ như ion nitrat (NO_3^-), được tạo thành từ nitơ và oxy, là một chất gây ô nhiễm phổ biến. Nitơ có hai đồng vị ổn định có trọng lượng khác nhau. Sự khác biệt về trọng lượng này không giống nhau trong chất thải của con người và trong phân bón. Phân bón sử dụng nitơ từ không khí, trong khi con người và động vật trải qua một quá

trình sinh học thay đổi nitơ thành các dạng khác nhau. Do đó, các chất ô nhiễm có nguồn gốc từ nhiều nguồn khác nhau có thể được xác định dựa trên những khác biệt về trọng lượng đồng vị này (Hình 3).



Hình 3: Tương quan tỷ lệ đồng vị bền của nguyên tử O và N trong phân tử NO_3 trong môi trường nước. Các kết quả được sử dụng để xác định nguồn gốc của phân bón trong nông nghiệp và các quá trình sinh địa hóa gây ảnh hưởng đến mức độ ô nhiễm của môi trường nước

Tại Việt Nam, gần đây đã có một số nghiên cứu sử dụng các đồng vị để truy tìm nguồn gốc của các tác động và để xác định các quá trình sinh địa hóa chi phối chất lượng nước bề mặt tại các khu vực đông dân cư, có nhiều hoạt động nông nghiệp và công nghiệp (Trịnh Anh Đức và cộng sự 2016). Sự đồng hóa và đồng hóa sinh học đã hoạt động trong suốt cả năm, nhưng đặc biệt được tăng cường trong thời gian thụ tinh. Khoáng hóa các chất hữu cơ trong nước và do đó nitr hóa của NH_4 khoáng hóa là các quá trình chi phối, đặc biệt trong thời kỳ mưa.

V. KẾT LUẬN

Các kỹ thuật đồng vị ứng dụng trong thủy văn và môi trường nước đã được phát triển mạnh trên thế giới và bước đầu đã có những tiến bộ ở Việt Nam. Tuy nhiên, tiềm năng ứng dụng tại Việt Nam còn rất lớn. Cần có những chính sách

để phát triển đội ngũ nghiên cứu chuyên về đồng vị nhất là đồng vị bền và cần phổ biến cho các cấp quản lý, các nhà hoạch định chính sách về tiềm năng ứng dụng các kỹ thuật này nhằm phục vụ phát triển bền vững tài nguyên và chất lượng nước ở Việt Nam, đặc biệt trong bối cảnh nước ta là nước nhiệt đới, gió mùa, chịu sự ảnh hưởng mạnh của biến đổi khí hậu.

Trịnh Anh Đức

Trung tâm Đào tạo hạt nhân

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Đức Nhận và cộng sự. Hydro-geochemical characteristics of the groundwater resources in the southern part of the Red River's Delta plain, Vietnam
2. Đặng Đức Nhận và cộng sự. Tracing sources of ammonium in reducing groundwater in a well field in Hanoi (Vietnam) by means of stable nitrogen isotope ($\delta^{15}\text{N}$) values
3. Trịnh Anh Đức và cộng sự (2016) Interpretation of anthropogenic impacts (agriculture and urbanization) on tropical deltaic river network through the spatio-temporal variation of stable (N, O) isotopes of NO_3 .
4. Trịnh Anh Đức và cộng sự (2017). Use of stable isotopes to understand runoff generation processes in the Red River Delta. Doi: 10.1002/hyp.11296
5. Trịnh Anh Đức và cộng sự (2019) Stable isotopes as an effective tool for N nutrient source identification in a heavily urbanized and agricultural tropical lowland basin. Biogeochemistry, reiew.

XÁC ĐỊNH LIỀU VÀ SỰ ĐÁP ỨNG TIÊU CHUẨN VỀ AN TOÀN, AN NINH NGUỒN PHÓNG XẠ CỦA THIẾT BỊ CHIẾU XẠ GAMMA DÙNG NGUỒN Co-60

Co-60 là một đồng vị phóng xạ phát tia gamma có năng lượng 1,173 MeV và 1,332 MeV, từ lâu đồng vị này đã được sử dụng rất nhiều trong y tế, công nghiệp, nông nghiệp. Ở Việt Nam, hiện có khoảng hơn 20 nguồn phóng xạ Co-60 có hoạt độ từ vài chục đến vài trăm Ci đã qua sử dụng do chúng đã bị phân rã và không còn đáp ứng được mục tiêu ban đầu nữa. Trên thực tế, người ta coi các nguồn này như một chất thải phóng xạ. Tuy nhiên các nguồn phóng xạ này vẫn đáp ứng được cho mục đích sử dụng khác (ví dụ chiếu xạ gamma gây đột biến cho mục đích chọn giống cây trồng). Vấn đề là cần chế tạo được một thiết bị dùng nguồn đã qua sử dụng, phù hợp với mục đích sử dụng trong lĩnh vực quan tâm. Trên cơ sở đó, Trung tâm Đánh giá không phá hủy được giao chủ trì thực hiện đề tài: “Nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị chiếu xạ gamma dùng nguồn phóng xạ đã qua sử dụng” - mã số: KC.05.01/16-20 để phục vụ nghiên cứu, chiếu xạ đột biến giống cây trồng là nhiệm vụ có tầm quan trọng, mang ý nghĩa trong thực tiễn và đặc biệt cần thiết trong phát triển ngành nông nghiệp Việt Nam. Bài báo này tập trung vào các nội dung sau:

- *Hiện trạng về phát triển kỹ thuật chiếu xạ gamma phục vụ mục đích chọn giống cây trồng trong lĩnh vực di truyền nông nghiệp ở Việt Nam;*
- *Một số phương pháp và kết quả xác định liều cho thiết bị chiếu xạ gamma do Trung tâm NDE chế tạo;*
- *Sự đáp ứng về an toàn và an ninh nguồn phóng xạ cho thiết bị chiếu xạ gamma;*
- *Một số kết quả thực nghiệm ban đầu đối với cây Đậu tương;*
- *Kết luận và kiến nghị.*

I. HIỆN TRẠNG VỀ PHÁT TRIỂN KỸ THUẬT CHIẾU XẠ GAMMA PHỤC VỤ MỤC ĐÍCH CHỌN GIỐNG TRONG LĨNH VỰC DI TRUYỀN NÔNG NGHIỆP Ở VIỆT NAM

Đã từ lâu gây đột biến để cải tạo giống cây trồng được coi là một phương pháp tạo giống mới hiệu quả. Từ năm 1927 Muller đã khẳng định tần số đột biến trong quần thể ruồi dấm tăng 15.000% sau khi được chiếu xạ bằng tia X và ngay năm sau Stadler cũng quan sát được biến

đổi ở cây ngô cũng như một số cây con sau khi chiếu tia X. Sau đó người ta dùng các tia Gamma, Neutron và chùm Ion để nghiên cứu và thu được nhiều kết quả khả quan.

Tính đến năm 2015, thế giới có 3.222 giống cây trồng được tạo ra bằng các phương pháp đột biến khác nhau như: thực hiện trên nhiều đối tượng cây trồng như cây lương thực, cây công nghiệp, cây ăn quả, hoa cây cảnh, cây rau... trong đó, chủ yếu là đột biến chiếu xạ gamma với 1.588 giống (chiếm 49,3%). Riêng Đậu tương (năm

2015) trên thế giới có 170 giống đột biến trong đó có 87 giống được tạo ra bằng phương pháp chiếu xạ, (chiếm 51,2%) (IAEA Database, 2015) [1].

Tại Việt Nam, lĩnh vực này đã được có giáo sư Lương Đình Của khởi xướng từ những năm 1960. Những năm 1965 - 1970, các nghiên cứu tạo giống đột biến được thực hiện tại Trường đại học Tổng hợp Hà Nội sau đó các cơ sở khác như Trường Đại học Nông nghiệp I, Trường đại học Nông nghiệp II, Trường đại học Nông nghiệp IV,... và các viện như: Viện Khoa học Kỹ Thuật Nông nghiệp Việt Nam, Viện Di truyền Nông Nghiệp, Viện Cây lương thực - thực phẩm, Viện Lúa đồng bằng sông Cửu Long,... Trong những năm qua, nhờ áp dụng những kỹ thuật hạt nhân như: chiếu xạ hạt giống trước khi gieo, chiếu xạ hạt giống để gây các đột biến di truyền những tính trạng quý: thân thấp, chống đổ, chín sớm, năng suất cao, chống chịu sâu bệnh... chiếu xạ hạt, củ khi bảo quản [2].

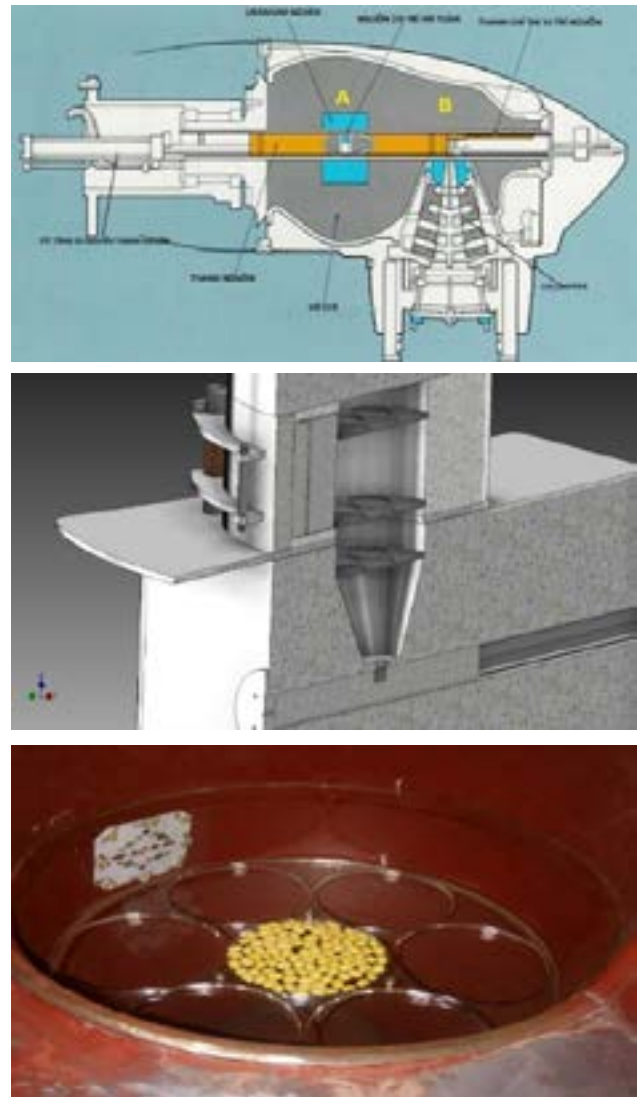
Tính đến 2015 (thống kê của Viện Di truyền nông nghiệp) ở Việt Nam đã công nhận và đưa vào sản xuất 61 giống cây trồng được tạo ra bởi chiếu xạ đột biến. Trong đó, Viện Di truyền nông nghiệp (DTNN) tạo được 40 giống (27 giống lúa, 9 giống đậu tương, 2 giống hoa và 2 giống ngô). Với những thành tựu như vậy tháng 10/2014 Viện đã được FAO/IAEA trao giải “thành tựu xuất sắc” trong chọn tạo giống cây trồng đột biến [3].

Tuy nhiên, ở Việt Nam, lĩnh vực này chưa thực sự được quan tâm đúng mức. Tất cả các nước thành viên của FNCA đều có trung tâm nghiên cứu về ứng dụng kỹ thuật hạt nhân nhằm cải tiến giống cây trồng trù Việt Nam. Các hoạt động nghiên cứu trong lĩnh vực này thực chất là tự phát, rời rạc, không có định hướng, không có sự liên kết giữa các viện nghiên cứu, các vùng. Cả nước chưa có một thiết bị chiếu xạ chuyên dụng mà chủ yếu phải dựa vào các thiết bị chiếu

xạ y tế hay chiếu xạ công nghiệp, vì vậy không thể xác định được liều chiếu một cách chính xác và không thể chủ động được hướng nghiên cứu cũng như đào tạo lâu dài [3].

II. MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP VÀ KẾT QUẢ XÁC ĐỊNH LIỀU CHIẾU CHO THIẾT BỊ CHIẾU XẠ GAMMA DO TRUNG TÂM NĐE CHẾ TẠO

1. Cấu hình thiết bị

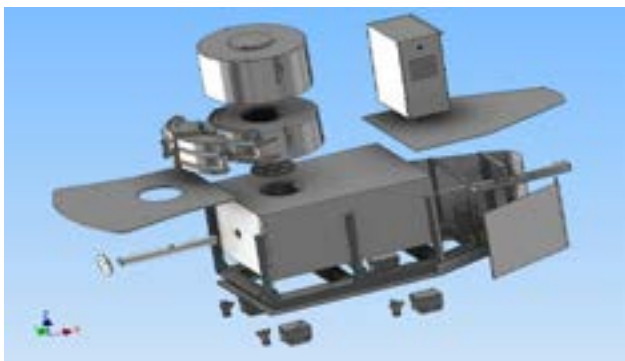


Hình 1. Một số hình ảnh quá trình nghiên cứu, thiết kế thiết bị: a- (ảnh trên cùng): Khối nguồn Co-60 của thiết bị xạ trị Theratron-780; b- (ảnh giữa): Mô phỏng thiết kế buồng chiếu xạ của thiết bị; c- (ảnh dưới): Buồng chiếu khi đã hoàn thiện

Thiết bị chiếu xạ gamma mà trung tâm NDE đã chế tạo phục vụ mục đích gây đột biến giống cây trồng xuất phát từ ý tưởng sử dụng lại nguồn Co-60 đã qua sử dụng trong y tế, rồi thiết kế và chế tạo lại cho phù hợp với mục đích sử dụng chiếu xạ gamma gây đột biến, chọn giống cây trồng (hình 1).

Thiết bị chiếu xạ gamma mà trung tâm NDE đã chế tạo phục vụ mục đích gây đột biến giống cây trồng xuất phát từ ý tưởng sử dụng lại nguồn Co-60 đã qua sử dụng trong y tế, rồi thiết kế và chế tạo lại cho phù hợp với mục đích sử dụng chiếu xạ gamma gây đột biến, chọn giống cây trồng (hình 1).

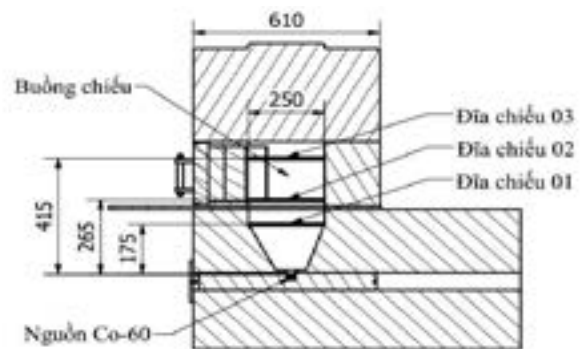
Trên thực tế, để có được một thiết bị có thể đáp ứng được các yêu cầu đảm bảo độ chính xác khi chiếu xạ cũng như đảm bảo an toàn bức xạ chúng ta cần một thiết kế tổng thể bao gồm những thiết kế chi tiết cho từng chi tiết liên quan như cơ khí, điện, điện tử, camera theo dõi, hệ cảnh báo phóng xạ, phần mềm sử dụng thích hợp (hình 2) [4,5]. Với năng lực chuyên môn và các trang thiết bị sẵn có của Trung tâm, trong giai đoạn 2017-2019 chúng tôi đã chế tạo thành công thiết bị.



Hình 2: Mô phỏng 3D tổng thể các bộ phận của thiết bị

2. Các phương pháp xác định liều chiếu thiết bị

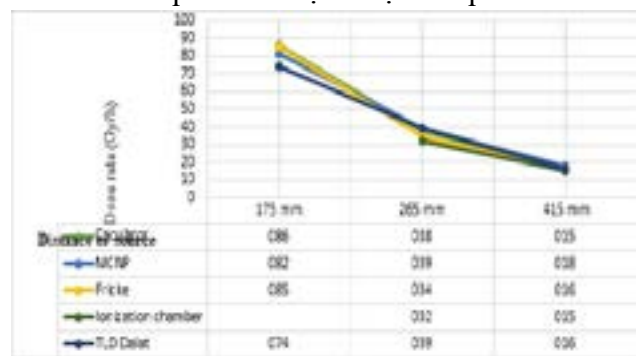
Trên cơ sở nghiên cứu và dựa vào các kinh nghiệm chúng tôi đã sử dụng 05 phương pháp khác nhau: Tính toán lý thuyết, mô phỏng Monte-Carlo, liều kế Fricke, liều kế TLD và buồng Ion hóa để tính toán, đo đạc nhằm xác định chính xác nhất có thể được liều chiếu tại các vị trí có khoảng cách đến nguồn phóng xạ lần lượt là 175 mm, 265 mm và 415 mm (hình 3).



Hình 3: Buồng chiếu và các vị trí đĩa chiếu xạ

3. Kết quả xác định liều chiếu thiết bị và thảo luận

Kết quả thu được được từ quá trình tính



Hình 4: Biểu đồ tổng hợp suất liều của các phương pháp xác định liều nguồn Co-60

Từ biểu đồ này, nhóm thực hiện đề tài đưa ra một số nhận xét sau:

- Phương pháp buồng Ion hóa và liều kế Fricke cho kết quả với độ chính xác, lặp lại tốt

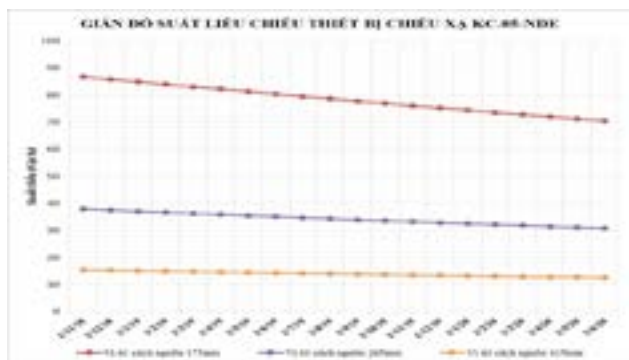
nhất;

- Liều kế TLD có thể được sử dụng để xác định trường phân bố liều;

- Các phương pháp tính toán lý thuyết và mô phỏng MCNP được thực hiện dựa trên các công thức tính, tuy nhiên chưa đưa được hết các yếu tố thực tế ảnh hưởng đến kết quả;

- Sự phù hợp với kết quả của 04 phương pháp (lý thuyết, Monte-Carlo, buồng Ion, TLD) cho thấy phương pháp Fricke có lợi thế tốt nhất và chấp nhận được.

Sau quá trình thực nghiệm để có được độ lặp lại và độ tin cậy cần thiết, cũng như dựa vào chu kỳ bán rã của đồng vị Co-60 ($T_{1/2} = 5,27$ năm) chúng tôi đã xây dựng được giản đồ suất liều chiếu dưới đây (hình 5):



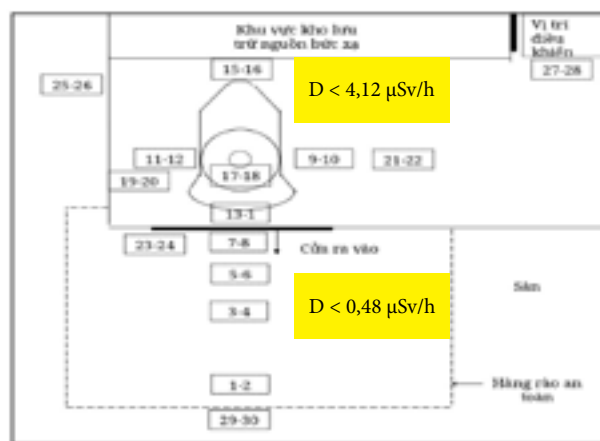
Hình 5: Giản đồ biểu thị suất liều chiếu của thiết bị tại các vị trí và thời điểm khác nhau

Qua thực tế ứng dụng trong hơn một năm (2018-2019), có thể thấy việc sử dụng giản đồ trên cho kết quả thực nghiệm khá phù hợp với thực tế và các công trình nghiên cứu khác trong khu vực và trên thế giới.

III. SỰ ĐÁP ỨNG TIÊU CHUẨN VỀ AN TOÀN VÀ AN NINH NGUỒN PHÓNG XẠ CHO MỘT THIẾT BỊ CHIẾU XẠ GAMMA

Phông môi trường nơi đặt máy là $0,22 + 0,03 \mu\text{Sv/h}$. Chúng tôi đã tiến hành thí nghiệm, đo đạc với 30 điểm đo (hình 6) và thu được kết quả như sau:

Căn cứ vào kết quả thu được: tại khu vực đặt máy suất liều đo được nhỏ hơn $4,12 \mu\text{Sv/h}$ ($0,78 \text{ mSv/năm}$) và tại khu vực cửa ra vào và phòng điều khiển nhỏ hơn $0,48 \mu\text{Sv/h}$ ($0,46 \text{ mSv/năm}$). Trong khi đó, theo quy định tại Thông tư số 19/2012/TT-BKHCN đề ngày 08/11/2012 thì suất liều đối với nhân viên bức xạ là 20 mSv/năm và đối với dân chúng là 1 mSv/năm . Như vậy, nếu so sánh kết quả đo được với giá trị quy định tại thông tư ta có thể dễ dàng đánh giá được hệ thiết bị được chế tạo ra hoàn toàn đáp ứng được các yêu cầu quy định và có thể đưa vào sử dụng được.



Hình 6: Mô hình họa các vị trí đo kiểm tra An toàn bức xạ

Để đảm bảo an toàn và an ninh (đặc biệt là đối với nguồn phóng xạ Co-60 với hoạt độ trên 200 Ci), trong tất cả các khâu từ thiết kế đến các giải pháp thi công ta phải tuân thủ các tiêu chuẩn về thiết kế, chế tạo và các tiêu chuẩn an toàn bức xạ dưới đây:

Tiêu chuẩn thiết kế và chế tạo - Cơ cấu chuyển động của nguồn khi di chuyển từ vị trí an toàn tĩnh đến vị trí an toàn khi thực hiện chiếu xạ lên mẫu (TCVN 2218-77, TCVN 13:2008, TCVN1807-76, TCVN 1808-76) - Cơ cấu của hệ thống buồng đặt mẫu chiếu (TCVN 2218-77, TCVN 13:2008, TCVN1807-76, TCVN 1808-76) - Hệ thống hiển thị bao gồm màn hình, máy in và

các cảnh báo (JIS C 0920:2003) - Hệ điều khiển và lập chương trình chiếu xạ (JIS C 0920:2003).

Tiêu chuẩn an toàn bức xạ - Duy trì nguyên tắc và cảnh báo ATBX theo Luật Năng lượng nguyên tử Việt Nam 18/2008/QH12 và ALARA. - Đảm bảo tiêu chuẩn ATBX cho thiết bị loại F theo ISO3999:2004 hay TCVN 7943:2008 (suất liều 2 mSv/h tại sát vỏ thiết bị, 1 mSv/h tại 50 mm, 0,1 mSv/h tại 1 m) - Tính đến che chắn an toàn cho cả hệ chiếu xạ gamma độc lập (tối thiểu che chắn tương đương 30 cm chì ở mọi hướng, nguồn Co-60: HVL chì 12,5 mm, HVL tungsten 7,9 mm, số liệu từ United State Department of Labor, United State Nuclear Regulatory Commission).

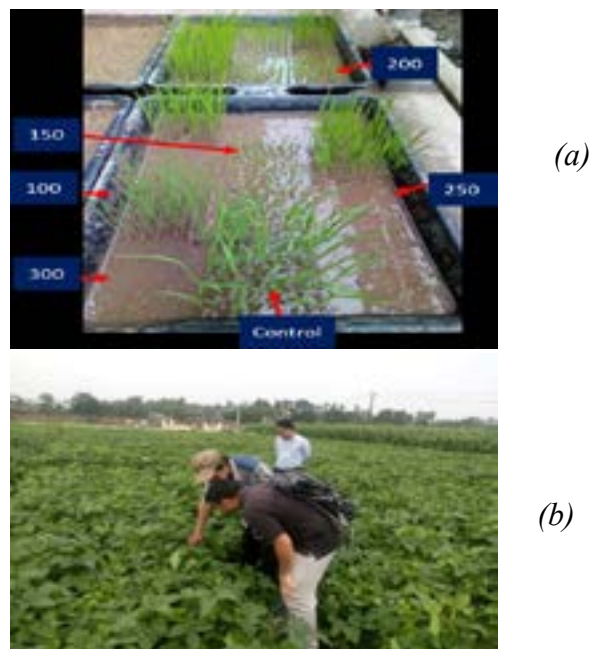
Ngoài ra, việc lắp đặt hệ thống camera quan sát, các cửa khóa liên động...cũng phải được tính đến nhằm tăng cường các giải pháp an ninh là cần thiết và cũng đã được trang bị khá hiệu quả cho hệ thiết bị này khi đưa vào sử dụng.

IV. MỘT SỐ KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM BAN ĐẦU ĐỐI VỚI CÂY ĐẬU TƯƠNG VÀ LÚA

Trong khoảng thời gian (2018-2019), một số thí nghiệm chiếu xạ gây đột biến đã được tiến hành theo quy trình thực hiện của viện Di truyền Nông nghiệp trên mẫu đậu tương DT2012 với 02 dạng mẫu hạt khô và mẫu hạt ướt nghiên cứu ở 02 thế hệ M1 và M2. Một số kết quả bước đầu đã cho thấy tác nhân đột biến nguồn Co-60 đã gây ra hàng loạt những biến dị kiểu hình khác nhau ở tất cả các công thức xử lý (hình 7). Đồng thời những kết quả này cũng phù hợp với các thực nghiệm trước đây trên các giống đậu tương đột biến được nghiên cứu tại Việt Nam cũng như trên thế giới [6].



Hình 7: Một số dạng biến dị xuất hiện trên giống đậu tương chiếu xạ hạt khô ở thế hệ M1: (a) Biến dị phân cành sớm đối xứng; (b) Biến dị bất dục; (c) Biến dị phân thân chẻ đôi



Hình 8: Hình ảnh mẫu thí nghiệm: (a) Lúa chiếu xạ ở các công thức khác nhau; (b) Đậu tương chiếu xạ đang trong quá trình sinh trưởng

Ngoài ra, một vài ứng dụng khác cũng đã được thực hiện trên lúa và đậu tương cho các thực tập sinh đến từ CHDCND Lào (hình 8).

V. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Trung tâm NDE đã thiết kế và chế tạo thành công hệ thiết bị chiếu xạ gamma để chuyển giao cho Viện Di truyền nông nghiệp với mục đích chiếu xạ đột biến chọn giống cây trồng. Ngoài ra, có thể tiến hành nhiều ứng dụng khác như nghiên cứu vật liệu, thử nghiệm/kiểm tra vật liệu ... Đây là thiết bị chuyên dụng (dạng gamma cell) đầu tiên mà VINATOM chuyển giao cho ngành nông nghiệp với hy vọng và mong muốn góp phần thúc đẩy việc ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong các ngành KT-XH ở Việt Nam.

2. Việc đảm bảo an toàn, an ninh là vấn đề phải quan tâm hàng đầu khi tiến hành nghiên cứu, thiết kế, chế tạo và sử dụng các thiết bị loại này. Và quả thực sau khi hoàn tất các công việc này, nhóm thực hiện đề tài cũng đã trưởng thành rất nhiều và tích lũy được khá nhiều kinh nghiệm quý báu, điều này rất có ý nghĩa nội tại cho tương lai.

3. Ở thể hệ M1 trên giống đậu tương nghiên cứu DT2012, tác nhân đột biến nguồn Co-60 chủ yếu kìm hãm sinh trưởng phát triển của cây, tuy không làm giảm tỷ lệ nảy mầm nhưng làm giảm sức sống, kéo dài thời gian sinh trưởng, làm giảm chiều cao cây, số đốt/thân chính và năng suất cá thể. Tác nhân đột biến nguồn Co-60 đã gây ra hàng loạt những biến dị kiểu hình khác nhau ở tất cả các công thức xử lý. Ngoài việc chiếu xạ đậu tương, lúa; nhộng ruồi cũng đã được thử nghiệm với liều chiếu 90 Gy cho viện Bảo vệ thực vật cho mục đích nghiên cứu triệt sản côn trùng (ngày 7/5/2019).

4. Việc xác định chính xác suất liều chiếu là yếu tố quyết định chất lượng sản phẩm nó sẽ đảm bảo cho các kết quả nghiên cứu thực nghiệm

có độ tin cậy cao và ổn định hơn so với việc từ trước tới nay chủ yếu dựa vào các thiết bị trong y tế hay công nghiệp. Ngoài ra, các nhà nông nghiệp sẽ chủ động hơn trong các nghiên cứu và đào tạo lâu dài của mình. Trên thực tế, thông qua công việc này, 01 thạc sĩ (của Trung tâm NDE) và 03 đề án tốt nghiệp của sinh viên đến từ Trường Đại học Bách khoa Hà Nội và Đại học Khoa học tự nhiên Hà Nội đã được thực hiện và cho kết quả rất thực tế và hiệu quả. Ngoài ra, các số liệu thực nghiệm cũng giúp ích hiệu quả cho mục đích sử dụng lâu dài trong chiếu xạ đậu tương, lúa, nhộng ruồi... đối với các nhà sinh học ở Việt Nam.

5. Hệ thiết bị này, hiện nguồn Co-60 có hoạt độ khoảng 230 Ci như trình bày ở trên, có thể sử dụng trong khoảng 15 năm tới (khoảng 3 lần chu kỳ bán hủy của Co-60).

6. Trên cơ sở kết quả thử nghiệm ban đầu cũng như xu hướng đầu tư của các nước trong khu vực và trên thế giới, Viện Di truyền nông nghiệp đang đề xuất Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn xem xét và phê duyệt chủ trương đầu tư 01 hệ gamma room trên mảnh đất có sẵn (150 m²) của Viện. Đây là chủ trương đúng đắn và chúng tôi hết sức ủng hộ, mong muốn Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn xem xét, phê duyệt đề xuất này càng sớm càng tốt.

*Nghiêm Xuân Khánh, Nguyễn Xuân Thao
và nhóm thực hiện đề tài KC.05.01/16-20
Trung tâm Đánh giá không phá hủy*

*Nguyễn Văn Mạnh
Viện Di truyền nông nghiệp*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] <http://www.mvgs.iaea.org>

[2] Lê Đức Thảo, Phạm Thị Bảo Chung, Nguyễn Văn Mạnh (2015a). Ảnh hưởng của liều lượng chiếu xạ tia gamma Co-60 đến khả năng tạo biến dị có lợi trong chọn giống đậu tương”. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 2(9):

5-9;

[3] Đào Thanh Bằng và CS (2006), “Thành tựu và triển vọng của việc ứng dụng kỹ thuật gây tạo đột biến trong công tác chọn giống cây trồng”, Viện Di truyền Nông nghiệp - 20 năm (1984-2004) xây dựng và phát triển, NXB Nông nghiệp, Hà Nội.

[4] TCVN 8289 : 2009 An toàn bức xạ - Thiết bị chiếu xạ công nghiệp sử dụng nguồn đồng vị gamma – Yêu cầu chung;

[5] TCVN 6853:2001 (ISO 2919 : 1999) về An toàn bức xạ - Nguồn phóng xạ kín - Yêu cầu chung và phân loại;

[6] Phạm Thị Bảo Chung, Nguyễn Văn Mạnh, Lê Đức Thảo, Lê Thị Ánh Hồng (2019). Nghiên cứu cải tiến giống đậu tương DT2008 bằng chiếu xạ tia gamma (Co60) trên hạt nảy mầm. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam 5/2019;

[7] <http://www.gamma-recycling.info>

[8] <http://www.soystats.com>

TRUNG TÂM HỢP TÁC IAEA - VINATOM

1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ TRUNG TÂM HỢP TÁC IAEA - VINATOM

Tên gọi Trung tâm hợp tác IAEA “IAEA Collaborating Center” là một hình thức hợp tác của Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA) với các quốc gia thành viên về một lĩnh vực là mối quan tâm chung của IAEA lẫn quốc gia thành viên. Hiện nay IAEA đã thiết lập Trung tâm hợp tác IAEA với các tổ chức, viện nghiên cứu công lập tại khoảng 20 quốc gia. Thông thường, mỗi Trung tâm hợp tác thường tập trung vào 1 lĩnh vực cụ thể như y sinh học, nông nghiệp, y tế hay môi trường. Tuy nhiên, Trung tâm Hợp tác IAEA - VINATOM (Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam) lại là đa lĩnh vực (nước và môi trường). Điều này phản ánh sự thay đổi trong quan điểm thiết lập trung tâm hợp tác của IAEA đồng thời chứng tỏ sự tin cậy của IAEA vào Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam trong việc hợp tác đa ngành. Dù tập trung vào bất cứ lĩnh vực nào thì định hướng của các trung tâm hợp tác IAEA là nâng cao năng lực (thông qua các lớp học, các hội thảo khoa học), trao đổi nghiên cứu (thông qua các chương trình nghiên cứu ngắn và trung hạn) và cùng nghiên cứu.

Trung tâm Hợp tác IAEA - VINATOM về nước và môi trường được điều phối bởi 2 đơn vị IAEA là Ban Thủy văn đồng vị (isotope hydrology section) và hệ thống Phòng thí nghiệm môi trường. Điều phối từ phía Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam là Phó Viện trưởng phụ trách lĩnh vực này và các chuyên viên của Ban Hợp

tác quốc tế. Các hoạt động nghiên cứu triển khai được thực hiện chính tại 3 viện/trung tâm trong Viện NLNTVN. Các hoạt động đào tạo, nâng cao năng lực được thực hiện với sự điều phối chính của Trung tâm Đào tạo hạt nhân.



Hình 1. Bản đồ các quốc gia có Trung tâm hợp tác IAEA

2. CÁC NỘI DUNG HOẠT ĐỘNG CỦA TRUNG TÂM HỢP TÁC IAEA - VINATOM VỀ NƯỚC VÀ MÔI TRƯỜNG

4 lĩnh vực hợp tác chính là tài nguyên nước, môi trường nước, môi trường đất và ô nhiễm phóng xạ trong không khí. Trong đó, về đánh giá tài nguyên nước, các hoạt động chính là điều hành hệ thống quan trắc quốc gia về đồng vị trong nước mưa, nước sông và hơi nước; tăng cường năng lực trong xử lý cơ sở dữ liệu đồng vị trong quản lý nước ngầm; cung cấp dịch vụ và hỗ trợ phân tích cho IAEA. Một nội dung chính về *quan trắc ô nhiễm phóng xạ trong môi trường không khí* là thiết lập, bảo trì và điều hành

hệ thống mạng lưới quan trắc phóng xạ quốc gia trong không khí. Trung tâm cũng sẽ *tập trung ứng dụng các kỹ thuật hạt nhân và đồng vị* trong nghiên cứu xói mòn đất, thoái hóa đất và hiệu quả của các biện pháp bảo vệ đất ở quy mô lưu vực và trong nghiên cứu các quá trình trầm tích trong sông, hồ và cửa sông. Một lĩnh vực quan trọng trong khuôn khổ hợp tác là *các nghiên cứu trong môi trường biển* nhằm đánh giá hiện trạng phóng xạ trong môi trường biển ở Việt Nam và nghiên cứu khả năng thoát và lan truyền phóng xạ từ các nhà máy điện hạt nhân hoạt động gần lãnh thổ Việt Nam.



Hình 2: Hoạt động hợp tác đào tạo giữa VINATOM và IAEA trong khuôn khổ Trung tâm Hợp tác

3. ĐỊNH HƯỚNG HOẠT ĐỘNG NGHIÊN CỨU CỦA TRUNG TÂM HỢP TÁC IAEA - VINATOM TRONG THỜI GIAN TỚI

Trong vòng 2 năm tới Trung tâm Hợp tác IAEA - VINATOM sẽ đồng phối hợp 04 chương trình nghiên cứu cấp bộ và đề xuất một loạt các nghiên cứu với Bộ Tài nguyên và Môi trường. Chương trình thứ nhất có tên Nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật đồng vị trong đánh giá mối liên hệ giữa dòng chảy và các tầng trữ nước ven sông Hồng từ Sơn Tây tới Hưng Yên. Các hoạt động nghiên cứu triển khai của chương trình này gồm có: Quan trắc, lấy mẫu và phân tích thành phần

đồng vị bền, đồng vị phóng xạ (^2H , ^{18}O , ^{13}C , ^{14}C và ^3H) và các chỉ tiêu hóa, lý trong nước mưa, nước mặt và nước ngầm (các lỗ khoan khai thác và các lỗ khoan trong mạng quan trắc nước ngầm) tại một số vùng ven sông Hồng theo từng đợt (mùa mưa, mùa khô) trong năm. Xử lý số liệu và đánh giá kết quả phân tích nhằm xác định dòng chảy cơ bản của các tầng chứa nước dọc ven sông Hồng từ khu vực Sơn Tây đến Hưng Yên. Xác định mối tương quan giữa nước mặt và các tầng chứa nước ven sông Hồng.

Chương trình thứ hai về Nghiên cứu xác định tuổi, nguồn gốc nước bổ cấp của các tầng chứa nước vùng Tây Nam bộ. Các hoạt động cũng gồm có lấy và phân tích các mẫu nước ngầm về đồng vị bền (^2H , ^{18}O , ^{13}C), đồng vị phóng xạ (^3H , ^{14}C) và thành phần hóa. Xử lý số liệu phân tích, tính toán tuổi đối với các mẫu nước ngầm. Tổng số bộ mẫu nước ngầm (để phân tích thành phần hóa, đồng vị bền, triti, C-14) là 60 bộ. Lấy mẫu quan trắc thành phần đồng vị trong nước mưa (3 vị trí) trong nước sông (sông Tiền, sông Hậu, sông Vàm Cỏ, dự kiến 5 vị trí) và phân tích hàm lượng các đồng vị ^2H , ^{18}O và ^3H . Lấy và gửi một số mẫu nước ngầm sang IAEA để phân tích hàm lượng khí hiếm hòa tan (He, Ne, Xe, Ar) và tuổi mẫu nước ngầm (quá mặn và/hoặc > 40.000 năm) nếu cần thiết. Lập sơ đồ phân bố tuổi của nước tầng nước ngầm nghiên cứu để luận giải kết quả và đề xuất kiến nghị.

Thứ ba là Nghiên cứu sử dụng kỹ thuật hạt nhân để nhận diện nguồn gốc và lịch sử phát sinh ô nhiễm hệ sinh thái vùng ven biển cửa sông Hồng. Các phần công việc chính của chương trình nghiên cứu này là: Xây dựng phương pháp nghiên cứu (thiết kế các vị trí lấy mẫu, phương pháp lấy mẫu, phương pháp xử lý và phân tích mẫu); Lấy mẫu và phân tích mẫu (Lấy 10 lõi trầm tích, cắt lát 20 lát mẫu/mẫu lõi, phân tích các đồng vị hạt nhân, các kim loại nặng và các chất dinh dưỡng

của 200 lát mẫu trầm tích). Xử lý số liệu và đánh giá kết quả nhằm xác định tốc độ trầm tích, tuổi các lớp trầm tích và hàm lượng các kim loại nặng, các chất dinh dưỡng trong trầm tích; Xác định các mối tương quan, nhận diện nguồn gốc và lịch sử phát sinh ô nhiễm hệ sinh thái vùng ven biển cửa sông Hồng.

Cuối cùng là Nghiên cứu ứng dụng kỹ thuật hạt nhân và các đồng vị liên quan để xác định nguồn gốc trầm tích và đánh giá lịch sử bồi xói vùng ven biển Định An. Các hoạt động chủ yếu gồm có thu thập số liệu về địa hình, dòng chảy vùng nghiên cứu; Thực hiện khảo sát tại thực địa gồm có thiết kế mạng lưới đo đạc, thu góp mẫu cho vùng nghiên cứu có đường bờ biển dài khoảng 20 - 30 km; Đo đạc, thu góp mẫu trầm tích theo lưới thiết kế tại vùng nghiên cứu: Thu góp mẫu trầm tích bề mặt theo ô lưới; Thu góp mẫu lõi trầm tích (profile) theo ô lưới; Thu góp mẫu trong vùng bồi cửa sông; Xây dựng mô hình phân bố cấp hạt vật liệu bề mặt đáy biển vùng nghiên cứu; Phân tích thành phần cấp hạt của trầm tích bề mặt; Lập mô hình phân bố cấp hạt của trầm tích đáy đối với vùng nghiên cứu; Xây dựng mô hình phân bố các đồng vị phóng xạ, đồng vị bền và nguyên tố vết; Phân tích 8 đồng vị phóng xạ trong mẫu trầm tích; Phân tích khoảng 15 nguyên tố vết; Phân tích đồng vị bền $\delta^{13}C$; Xây dựng mô hình phân bố không gian của các đồng vị phóng xạ và nguyên tố vết; Xác định tốc độ lắng đọng trầm tích trong vùng nghiên cứu theo thời gian; Phân tích Pb-210, Cs-137 và Be-7 trong các mẫu trầm tích theo độ sâu; Xác định tuổi tuyệt đối của trầm tích trong khoảng 100 năm gần đây; Xử lý số liệu, đánh giá tốc độ bồi/xói, nguồn gốc vật liệu, liên kết thời gian... Chương trình sẽ sử dụng phương pháp thống kê đa biến, mô hình pha trộn, v.v... để xử lý bộ số liệu thu được, kết hợp với các thông tin về không gian, thời gian, hàm lượng các đồng vị phóng xạ và nguyên tố vết

để thu nhận các thông tin: Nguồn gốc vật liệu bề mặt đáy biển ven bờ vùng khảo sát; Lịch sử diễn biến trầm tích đáy vùng khảo sát; Mối quan hệ giữa trầm tích vùng bồi lắng với vật liệu rửa trôi tại vùng bị xói mòn.

4. KẾ HOẠCH HỢP TÁC TĂNG CƯỜNG NĂNG LỰC, TRAO ĐỔI KHOA HỌC

Định hướng chính trong nâng cao năng lực nghiên cứu của Trung tâm Hợp tác nói riêng và Viện NLNTVN nói chung là trang bị một thiết bị phân tích khối phổ tỷ lệ đồng vị đáp ứng được việc phân tích các loại mẫu nước và môi trường khác nhau.

Hệ thiết bị Isotope Ratio Mass Spectrometry (IRMS) và/hoặc Isotope Ratio Laser Spectrometry (IRLS) dùng để phân tích thành phần các đồng vị bền của C, H, N, O, S,... trong các mẫu môi trường (mẫu khí, mẫu lỏng và các hợp chất hữu cơ) đặc biệt cần thiết để giải quyết các bài toán về: tài nguyên môi trường và nguồn gốc ô nhiễm, phát triển bền vững và bảo vệ môi trường sinh thái, chống biến đổi khí hậu mà trong nước và quốc tế quan tâm nghiên cứu.

Do độ tin cậy và hiệu quả cao, kỹ thuật đồng vị đã và đang được ứng dụng ngày càng rộng rãi trên phạm vi toàn thế giới và IRMS cũng như IRLS là một trong các thiết bị không thể thiếu trong các nghiên cứu, điều tra đánh giá khoa học sử dụng kỹ thuật đồng vị môi trường.

Hiện nay, cơ sở vật chất trong nghiên cứu phân tích tỷ lệ đồng vị của Viện NLNTVN, mặc dù đi đầu trong các viện nghiên cứu, đại học công lập ở Việt Nam, mới chỉ phần nào đáp ứng và phục vụ một số nghiên cứu cụ thể, riêng biệt. Hệ thống IRMS duy nhất đã được đầu tư từ gần 20 năm trước tại Viện Khoa học và kỹ thuật hạt nhân ở Hà Nội. Hệ thiết bị này hiện đang hoạt động cầm chừng và dải áp dụng rất hạn chế. Hệ thống không có khả năng nâng cấp do hãng cung cấp/

nhà sản xuất từ lâu đã không chế tạo thiết bị phụ trợ và thay đổi phần mềm điều khiển, xử lý số liệu cho thiết bị này. Trong khi đó nhu cầu nghiên cứu, phân tích và cả phục vụ đào tạo ở Việt Nam là rất lớn, không chỉ ở miền bắc mà cả các vùng miền trung, miền nam. Nhu cầu lớn đến mức đã có những đơn vị tư nhân tự trang bị hệ thống phân tích này và phân tích dịch vụ cho một số nghiên cứu hiện nay tại Viện NLNTVN.

Về các hoạt động hợp tác trong nâng cao năng lực nghiên cứu trong lĩnh vực nước và môi trường, Trung tâm dự kiến tổ chức 03 hội thảo trong năm 2020. Các hội thảo đó là về ứng dụng kỹ thuật phân tích hạt nhân và liên quan trong nghiên cứu ô nhiễm bụi khí; ứng dụng kỹ thuật phân tích hạt nhân và liên quan trong nghiên cứu tài nguyên nước; ứng dụng kỹ thuật đồng vị. Bên cạnh đó, Trung tâm Hợp tác cũng sẽ tiếp nhận thực tập (fellowship) và tham quan khoa học (scientific visit) về ứng dụng kỹ thuật đồng vị trong nghiên cứu nguồn nước và môi trường nước. Trung tâm cũng sẽ thực hiện biên soạn tài liệu giảng dạy và báo cáo (kỹ thuật) thường niên gửi IAEA về hoạt động của Trung tâm.

Sắp tới, trong khuôn khổ hội nghị khoa học hạt nhân lần thứ 13 tổ chức vào tháng 8/2019, Trung tâm sẽ trình bày riêng một chương trình về ứng dụng các kỹ thuật đồng vị trong nghiên cứu nước, môi trường, và sinh thái.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trung tâm Hợp tác IAEA - VINATOM về nước và môi trường phù hợp với định hướng nghiên cứu ứng dụng của Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam và đáp ứng các đòi hỏi và mối quan tâm của xã hội.

Cần đẩy nhanh quá trình phê duyệt các hoạt động trao đổi hợp tác, các chương trình nghiên cứu phát triển đã được phê duyệt.

Cần chuẩn bị đầy đủ điều kiện cơ sở vật

chất để tiếp nhận các thiết bị nghiên cứu hiện đại sẽ được trang bị trong khuôn khổ hợp tác.

Trịnh Anh Đức

Trung tâm Đào tạo hạt nhân

TIN TRONG NƯỚC VÀ QUỐC TẾ

VIỆN TRƯỞNG VIỆN NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ VIỆT NAM ĐƯỢC TRAO TƯỢNG VIÊN SỸ IGOR KURCHATOV NHÂN KỶ NIỆM 65 NĂM VẬN HÀNH NHÀ MÁY ĐIỆN NGUYÊN TỬ ĐẦU TIÊN TRÊN THẾ GIỚI

Nhân kỷ niệm 65 năm vận hành nhà máy điện nguyên tử đầu tiên trên thế giới (Nhà máy điện nguyên tử Obninsk ngày 27/6/1954), Tập đoàn Năng lượng nguyên tử quốc gia Nga (ROSATOM) đã tổ chức lựa chọn và trao tặng bức tượng của nhà khoa học lỗi lạc Liên Xô - Viện sỹ Igor Vaslevich Kurchatov cho những thành viên tiêu biểu ở Liên bang Nga và các nước vì sự đóng góp và thúc đẩy phát triển ngành năng lượng hạt nhân trên thế giới.

Ngày 24/6/2019 tại Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam (NLNTVN), Bà Anna Zykova, Giám đốc Truyền thông, đại diện ROSATOM Đông Nam Á đã trao tặng bức tượng Viện sỹ Igor Vaslevich Kurchatov cho TS. Trần Chí Thành - Viện trưởng Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam (Bộ Khoa học và Công nghệ), đại diện của Việt Nam và là người đầu tiên ở Đông Nam Á được nhận bức tượng cao quý này. Phát biểu tại buổi Lễ, TS. Trần Chí Thành đã bày tỏ sự vui mừng khi được ROSATOM trao tặng bức tượng Viện sỹ Igor Vasilevich Kurchatov, Tổng công trình sư của chương trình hạt nhân Liên Xô. TS. Trần Chí Thành chia sẻ: là người đã được học tập ở Liên Xô theo chuyên ngành điện hạt nhân (học ở Trường Năng lượng Moscow 1983-1989) nên bản thân biết rất rõ vai trò của Viện

sỹ Kurchatov trong việc phát triển chương trình hạt nhân của Nga cũng như việc thúc đẩy ứng dụng năng lượng nguyên tử vì mục đích hoà bình trên thế giới, đồng thời khẳng định: Viện sỹ Igor Vasilevich Kurchatov luôn là tấm gương sáng, là một nhà khoa học lỗi lạc, nhà quản lý tài năng đã cống hiến cả cuộc đời mình vì sự nghiệp của đất nước.



TS. Trần Chí Thành phát biểu tại buổi Lễ

Nhân dịp này, TS. Trần Chí Thành cũng bày tỏ sự cảm ơn chân thành đến Tập đoàn ROSATOM cũng như các cơ quan hữu quan của Liên bang Nga trong việc hợp tác ứng dụng năng lượng nguyên tử vì mục đích hòa bình tại Việt Nam.

Việc được Tập đoàn ROSATOM trao tặng bức tượng Viện sỹ Igor Vasilevich Kurchatov không chỉ là sự ghi nhận những đóng góp lớn lao của Viện NLNTVN mà còn là sự cổ vũ, động viên các nhà khoa học trong ngành năng lượng nguyên tử Việt Nam.

Nguyễn Thị Thu Hà

Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam

ỨNG DỤNG CỦA BỨC XẠ TRONG Y HỌC GIÚP KUWAIT

KIỂM SOÁT CĂN BỆNH UNG THƯ

Việc sử dụng phóng xạ trong y học sử dụng các phương pháp chẩn đoán tiên tiến để chụp X quang, chụp động mạch và chụp cắt lớp vi tính để chẩn đoán và theo dõi các phương pháp điều trị trong tim mạch và kiểm soát ung thư là một trong những trụ cột của chương trình y tế ở Kuwait, được Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế (IAEA) hỗ trợ.

Ông Nader Al-Awadi, Ủy viên điều hành hợp tác quốc tế tại Viện Nghiên cứu khoa học Kuwait cho biết: “Đối với Kuwait, việc tiếp cận với dịch vụ chăm sóc sức khỏe chất lượng và giá cả phải chăng là một trong những lĩnh vực ưu tiên của Chính phủ. Trong nhiều thập kỷ, ngành y tế là nơi sử dụng công nghệ hạt nhân và phóng xạ lớn nhất ở Kuwait”.

Chú trọng vào kiểm soát ung thư, Kuwait đã đầu tư vào công nghệ y tế tiên tiến để đáp ứng nhu cầu chẩn đoán và điều trị ung thư ngày càng tăng, bao gồm cả bệnh nhân từ nước ngoài. Trung tâm kiểm soát ung thư Kuwait (KCCC) cung cấp các dịch vụ phẫu thuật, hóa trị, xạ trị, ung thư nhi khoa và các dịch vụ giảm đau tức thời. Ông Meshari Al-Nuaimi, Trưởng khoa Vật lý phóng xạ của KCCC chia sẻ: “Chúng tôi đã thành lập các cơ sở ung thư xạ trị rộng rãi để điều trị ung thư bằng cách sử dụng chùm tia ngoài, liệu pháp hạt nhân phóng xạ và kỹ thuật xạ trị. Ngoài ra, KCCC là một bệnh viện mang tầm quốc gia - một địa chỉ tham khảo về điều trị ung thư và cũng đã được chọn là một trung tâm tầm cỡ khu vực về y học hạt nhân”.

Các dịch vụ kiểm soát căn bệnh ung thư

Khoa Y học hạt nhân của Trung tâm kiểm soát ung thư Kuwait (KCCC) có cách tiếp cận tích hợp để kiểm soát ung thư với bốn đơn vị chuyên dụng: Y học hạt nhân đa khoa, chụp cắt lớp vi tính phát xạ positron (PET/ T), y học vật lý

và một đơn vị xạ trị trung tâm.

Một loạt các dịch vụ được cung cấp bao gồm chẩn đoán hình ảnh, điều trị và dịch vụ hình ảnh lai PET/CT cho bệnh nhân được giới thiệu từ các khoa lâm sàng khác nhau, ông Al-Nuaimi khẳng định: “Hiện tại, hơn 1000 bệnh nhân mới được điều trị bằng phóng xạ như là một phần của liệu pháp điều trị bằng cách sử dụng đồng vị phóng xạ iodine-131, lutetium-177 và Actinium-225”. Số lượng bệnh nhân ung thư tại Khoa này chiếm tới 80 % số lượng bệnh nhân ung thư bệnh viện đang quản lý. Ông Al-Nuaimi cho biết thêm.

Đơn vị xạ trị trung tâm KCCC cung cấp cho tất cả các dịch vụ y học hạt nhân ở Kuwait các dược phẩm phóng xạ sẵn sàng sử dụng để chẩn đoán và điều trị ung thư. Ngoài ra, KCCC có một cyclotron, để sản xuất đồng vị phóng xạ ngắn và cơ sở sản xuất dược phẩm phóng xạ PET.

Bộ Y tế quốc gia hiện đang xây dựng một trung tâm ung thư mới, sẽ có sáu boong-ke cho máy gia tốc tuyến tính, hoặc LINACs, một máy dùng để điều trị xạ trị trong điều trị ung thư. Máy này sẽ cung cấp dịch vụ trong liệu pháp xạ trị. Trung tâm mới này cũng sẽ được trang bị hai thiết bị mô phỏng chụp cắt lớp điện toán và mô phỏng hình ảnh cộng hưởng từ. Ngoài ra, hai PET/CT và một PET/ MRI sẽ được lắp đặt tại trung tâm mới.

Tiếp cận rộng rãi trong cộng đồng: Thắp lên hy vọng cho cộng đồng

Ông Al-Nuaimi nhấn mạnh: “Các chuyên gia của Kuwaiti đồng thời tập trung vào việc giáo dục công chúng về vai trò của y học hạt nhân. Chúng tôi có các chiến dịch thông tin cộng đồng, tổ chức các hội thảo cũng như các triển lãm để nhấn mạnh tầm quan trọng của việc phát hiện và chẩn đoán sớm.

Thông tin về các loại ung thư, giải pháp có thể được điều trị, các thủ tục chẩn đoán sẵn

có nằm trong những nỗ lực cụ thể được thực hiện bởi KCCC để nâng cao nhận thức của công chúng.

Ngoài ra còn có các dịch vụ tư vấn để giúp đỡ những người bị ung thư và những người phải được hỗ trợ. KCCC thường xuyên tổ chức các khóa học dành cho các y tá và chuyên gia y tế có tay nghề cao để đảm bảo rằng họ luôn cập nhật những tiến bộ mới nhất trong việc xử lý bệnh nhân ung thư và các bước để đảm bảo điều trị được thực hiện với tinh thần và sự quan tâm. Ông Al-Nuaimi chia sẻ: “Mục đích của chúng tôi là loại bỏ nỗi sợ ung thư, khuyến khích sự tích cực rằng ung thư có thể chữa được và có hy vọng với sự sẵn có của các kỹ thuật y tế tiên tiến”.

IAEA hỗ trợ sự nỗ lực chăm sóc ung thư ở các quốc gia

Sự hỗ trợ của IAEA cho Kuwait đã nâng cao chất lượng và mở rộng năng lực của y học hạt nhân để chẩn đoán các bệnh không lây nhiễm, đặc biệt là ung thư.

Ông Al-Nuaimi cho hay: Các dự án hợp tác kỹ thuật khác nhau của IAEA đã hỗ trợ sự nỗ lực của Kuwait để tăng cường lưu trữ, báo cáo và phân tích chính xác liều xạ trị của bệnh nhân trong bệnh viện, điều này cũng dẫn đến việc thiết lập các mức tham chiếu chẩn đoán để đảm bảo an toàn cho bệnh nhân được dùng đồng vị phóng xạ cho mục đích chẩn đoán hoặc điều trị. Hỗ trợ của IAEA đã góp phần cải thiện việc đảm bảo chất lượng bao gồm đánh giá Quản lý chất lượng trong Đánh giá thực hành y học hạt nhân (QUANUM). Theo các dự án này, những cải thiện đáng kể trong việc tối ưu hóa mức liều cho thuốc phóng xạ đã đạt được.

Nguyễn Thị Thu Hà (dịch)

Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam

Nguồn: <https://www.iaea.org/newscenter/news/radiation-in-medicine-helps-kuwait-cancer-control-programme>

**TẬP ĐOÀN ROSATOM TRAO TẶNG TƯỢNG
CỦA VIỆN SỸ IGOR KURCHATOV CHO TS. TRẦN CHÍ THÀNH
VIỆN TRƯỞNG VIỆN NĂNG LƯỢNG NGUYÊN TỬ VIỆT NAM
(Hà Nội, ngày 24/6/2019)**

