

KHẢO SÁT SỰ BIẾN ĐỔI NỒNG ĐỘ I-131 TRONG KHÔNG KHÍ VÙNG HÍT THỞ TẠI KHU VỰC CHUNG CÁT

Trần Xuân Hối *

Trường Đại học Phú Yên

Tóm tắt

Qua phân tích số liệu thu được về nồng độ và sản lượng I-131 theo thời gian đã cho thấy rằng, nồng độ I-131 của không khí trong phòng tại khu vực chung cát biến đổi trong một dải rộng. Hơn nữa, nồng độ và sản lượng tương ứng theo thời gian có mối tương quan yếu. Điều này giúp cho các nhân viên bức xạ biết cách giảm thiểu nguy cơ nhiễm xạ trong tại khu vực sản xuất I-131 từ sản phẩm kích hoạt.

Từ khóa: nồng độ I-131; mẫu không khí; nhiễm xạ trong.

Abstract

Investigating the variation of I-131 concentration in the breathing air at the distillation area

Based on the analysis of I-131 concentration and yield over time, this research indicated that the concentrations in the indoor air at the operating area varied over a wide range. In addition, the concentrations and the yields were weakly correlated. This result will help the radiation workers avoid the risks of internal radiation contamination at the distillation area.

Keywords: I-131 concentration; air sample; internal radiation contamination.

1. Mở đầu

Trong số các đồng vị phóng xạ được dùng trong y học thì I-131 là đồng vị khá phổ biến. Đồng vị này được dùng trong việc chẩn đoán cũng như điều trị các bệnh liên quan đến tuyến giáp. I-131 phát hai loại tia gồm beta và gamma, trong đó bức xạ có cường độ phát lớn là tia beta 606 keV (90%) và tia gamma 364 keV (82%). Do có tính dễ thăng hoa nên khi các nhân viên thao tác trên các sản phẩm này, I-131 rất dễ phát tán ra không khí và thâm nhập vào cơ thể con người do hít phải.

Các nhân viên bức xạ (NVBX) có tham gia vào các hoạt động liên quan đến I-131 sẽ có nguy cơ nhiễm xạ trong thông qua đường hít thở [1, 2, 4]. Đây cũng là lý do mà Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế (IAEA) và Ủy ban Bảo vệ bức xạ Quốc tế (ICRP) khuyến cáo rằng, phơi nhiễm nghề nghiệp như các trường hợp này phải được kiểm soát một cách thường quy [4, 5].

Có một số bài báo gần đây đã công bố và cho thấy là vài đối tượng được theo dõi của họ đã phơi nhiễm cá nhân đối với I-131 một lượng đáng kể. Carneiro và các cộng sự đã thực hiện một khảo sát tại khu vực xử lý I-131 của một khoa y học hạt nhân, kết quả cho thấy, mặc dù hệ thống thông gió tại đây hoạt động tốt nhưng hơi I-131 vẫn được tìm thấy trong không khí vùng hít thở nơi làm việc [2]. Theo IAEA, nồng độ I-131 trong không khí

* Email: tranxuanhoi@pyu.edu.vn

nơi làm việc tại các nơi có sử dụng đồng vị này biến đổi rất mạnh. Một vài vị trí, có thời điểm đã thu được nồng độ cực đại từ 10 đến 20 kBq/m³ [4], cao hơn nhiều lần so với nồng độ cho phép. Trong khi đó, Viện Nghiên cứu Hạt nhân (NCHN) chưa có một nghiên cứu được công bố nào về sự biến đổi nồng độ của I-131 trong không khí tại khu vực chung cất.

Một công bố của chúng tôi cũng đã cho thấy rằng [6], tại khu vực chung cất I-131 của Viện NCHN, nồng độ này có lúc lên đến hàng chục kBq/m³. Tại đây, I-131 được chung cất ở nhiệt độ 750°C trên dây chuyền được cách ly với không khí bên ngoài bằng một hộp kín (còn gọi là box chung). Trong khi chung cất, hoạt độ I-131 càng lớn thì nồng độ của nó trong không khí bên trong box chung sẽ cao. Mặt khác, các bài báo đã công bố của chúng tôi cho thấy rằng, bên ngoài box chung vẫn có I-131 với nồng độ đáng quan tâm.

Bài báo này sẽ dựa vào số liệu thu góp được trong một năm để nghiên cứu hai đặc điểm: khảo sát đặc tính biến đổi nồng độ I-131 trong không khí vùng hít thở và phân tích tương quan giữa nồng độ và sản lượng I-131 theo thời gian. Kết quả phân tích này có ý nghĩa giúp các NVBX biết cách giảm thiểu nguy cơ nhiễm xạ trong và góp phần cho công tác đảm bảo an toàn bức xạ tại khu vực chung cất I-131.

2. Thực nghiệm

2.1. Nơi lấy mẫu

Các mẫu khí được lấy tại hai phòng thuộc khu vực chung cất I-131 của Viện NCHN vào thời điểm đang vận hành sản xuất. Sản lượng I-131 hàng năm tại đây đạt 14,8 TBq dưới dạng dung dịch và viên nhộng [3]. Các sản phẩm này được điều chế từ dây chuyền chung cất khô sản phẩm kích hoạt trong lò phản ứng hạt nhân. I-131 được chung cất tại nhiệt độ 750°C trên dây chuyền kín, dưới áp suất thấp hơn so với bên ngoài dây chuyền. Hệ thống được đặt trong hai phòng có kích thước dài rộng cao mỗi phòng là 6m×5m×4m. Đây là hai khu vực quan tâm để lấy mẫu không khí trong nghiên cứu này.

Trong khi vận hành, nồng độ I-131 tại khu vực này có lúc cao hơn nồng độ phóng xạ dẫn xuất (DAC) được khuyến cáo bởi ICRP. DAC là giá trị nồng độ đối với một đồng vị phóng xạ trong không khí mà nếu được hít thở bởi người chuẩn trong một năm làm việc (2000 giờ) dưới điều kiện làm việc nhẹ thì sẽ bị đồng vị đó thâm nhập vào cơ thể một lượng tối đa cho phép (ALI). Đối với đồng vị I-131, DAC được đưa ra bởi ICRP-30 là 700 Bq/m³. Trong khi đó, nồng độ I-131 tại khu vực chung cất của Viện NCHN có lúc cao hơn giá trị này [6].

2.2. Thiết bị và đo hoạt độ

Máy lấy mẫu khí loại xách tay hiệu Eberline RAS-1 lắp phin lọc không khí loại HI-Q TC-12 được dùng để lấy mẫu không khí. Máy lấy mẫu RAS-1 có chỉ thị lưu tốc có thể điều chỉnh trong khoảng 0÷100 L/phút. Giá lắp phin lọc loại RVH-20 HI-Q. Phin lọc TC-12 có đường kính 57,15 mm, cao 25,4 mm và kích thước lưới 8×16 mesh, dùng chất tẩm Triethylene Diamine (5%).

Sau khi lấy mẫu, các phin lọc bọc kín nhằm tránh I-131 thoát ra ngoài gây thất thoát cũng như làm bẩn đầu dò. Các phin lọc này được đo đếm trên hệ phổ kế gamma phòng thấp sử dụng đầu dò HPGe Model CPVDS30-30185 (Oxford Instruments Inc.). Hệ phổ kế này có các thông số sau: độ phân giải năng lượng tại 1,33 MeV là 1,73 keV; hiệu suất tương đối là 33,4%; buồng chì Canberra 747E; phần mềm phân tích xung Oxford PCA-Multiport 16K. Đỉnh năng lượng gamma quan tâm là 364 keV, cửa sổ năng lượng trong khoảng 342 keV

đến 384 keV. Tốc độ đếm phong trung bình nằm trong giải 342÷384 keV là $0,0014 \pm 0,0004$ cps với thời gian đo phong là 2 giờ.

2.3. Xử lý số liệu

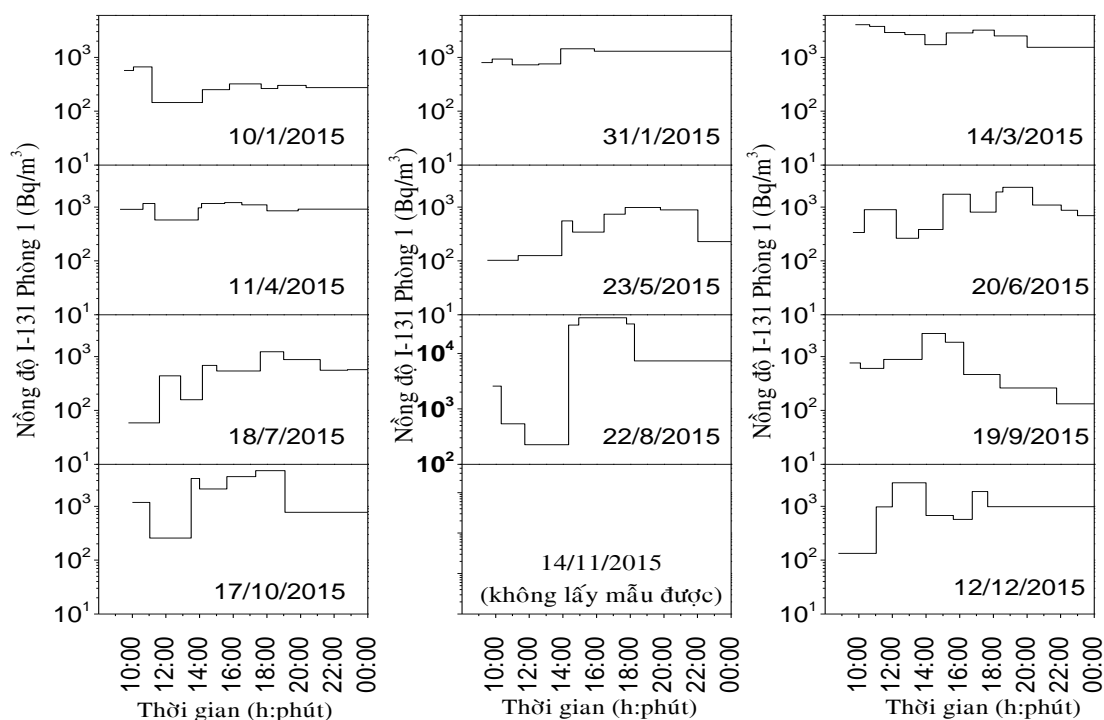
Tính toán hoạt độ các phin lọc đã lấy mẫu để suy ra nồng độ I-131 trong không khí được nêu ở một bài báo chúng tôi đã công bố [6]. Tính toán sai số nồng độ được thực hiện trên bảng tính Excel theo một phương pháp về định lượng sai số trong các phép đo phân tích (Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement, EURACHEM/CITAC Guide CG4). Các thông tin về thời gian đo và giá trị nồng độ I-131 trong không khí tại hai khu vực quan tâm được ghi chép chi tiết. Đồng thời, diễn biến sản lượng I-131 theo thời gian thực cũng được theo dõi bằng nhật ký. Do đó, đây là hai cơ sở dữ liệu được ghi nhận đồng thời, và dùng để phân tích tương quan giữa chúng. Khớp hàm tuyến tính theo phương pháp bình phương tối thiểu được sử dụng thông qua phần mềm Origin phiên bản 8.5.

3. Kết quả và bàn luận

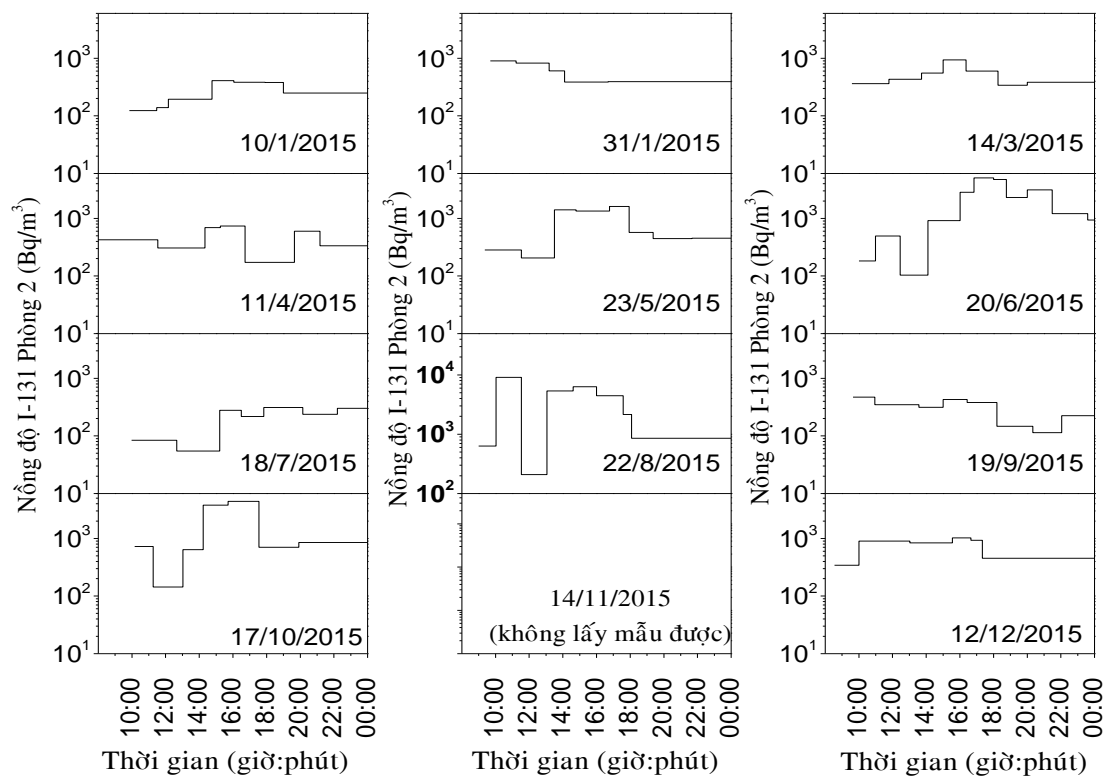
3.1. Diễn biến của nồng độ I-131 theo thời gian

Trung tâm Sản xuất Đồng vị phóng xạ của Viện NCHN tại Đà Lạt tiến hành sản xuất đồng vị I-131 mỗi tháng một đợt và diễn ra hầu hết trong một ngày. Thời gian mỗi đợt sản xuất kéo dài khoảng 10÷16 giờ và bắt đầu từ 8h00. Các mẫu khí được lấy tại các phòng một cách ngẫu nhiên và thời điểm lấy trong khoảng từ lúc bắt đầu đến lúc kết thúc sản xuất. Theo kết quả khảo sát, trong suốt thời gian sản xuất, I-131 trong không khí đều được phát hiện trong tất cả các lần lấy mẫu với nồng độ tương đối cao. Nồng độ dưới 100 Bq/m^3 là rất ít xảy ra, chỉ đạt xấp xỉ 0,02%.

Kết quả chi tiết về nồng độ I-131 trong không khí tại hai khu vực sản xuất đồng vị phóng xạ của Viện NCHN trong năm 2015 được thể hiện trên Hình 1 và Hình 2. Các đường diễn biến nồng độ trên các hình này được biểu diễn theo trục thời gian thực, bắt đầu từ 8h00 đến 24h00 trong cùng một ngày vận hành sản xuất.



Hình 1. Diễn biến nồng độ I-131 trong không khí theo thời gian tại phòng 1



Hình 2. Diễn biến nồng độ I-131 trong không khí theo thời gian tại phòng 2

Nồng độ I-131 tại các thời điểm trong cùng một ngày ở cùng một phòng có sự khác nhau đáng kể. Từ Hình 1 và Hình 2 ta thấy rằng, vào tháng 5, tháng 6, tháng 8 và tháng 10

có sự biến thiên lớn về nồng độ trong mỗi đợt. Trong đó, nồng độ I-131 trong không khí vào đợt sản xuất tháng 8 trong cả 3 phòng đều nằm trong một dải rộng. Cụ thể, nồng độ cực tiểu và cực đại tương ứng tại phòng 1 là 225,4 Bq/m³ và 43987,4 Bq/m³; gấp nhau 196 lần. Tại phòng 2 là 208,2 Bq/m³ và 9099,0 Bq/m³; gấp nhau 44 lần. Giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của nồng độ phòng 1 trong tháng 8 là 17290,4 ± 18741,7 Bq/m³, độ lệch chuẩn lớn hơn giá trị trung bình. Hơn nữa, nếu tính chung cả năm 2015 thì độ lệch chuẩn của nồng độ tại khu vực chung cất cũng lớn hơn giá trị trung bình là 49% (Bảng 1).

Như vậy nghiên cứu này đã cho thấy rằng, tại khu vực quan tâm, nồng độ I-131 biến đổi một cách rất mạnh và khó kiểm soát. Do đó, vấn đề theo dõi thường qui nồng độ I-131 tại khu vực chung cất là rất cần thiết để đảm bảo một môi trường làm việc an toàn cho NVBX tại Viện NCHN. Về lâu dài, cần phải có một cuộc khảo sát để tìm ra nguyên nhân làm phát tán I-131 ra không khí để giảm thiểu nguy cơ phơi chiếu trong của các NVBX xuống mức thấp nhất có thể.

Bảng 1. Đặc trưng thống kê của nồng độ I-131 năm 2015

	Khu vực chung cất	Khu vực xử lý sản phẩm
Tổng số mẫu khí	89	82
Trung bình nồng độ (Bq/m ³)	1154,1	746,7
Độ lệch chuẩn (1σ)	1717,5	373,2

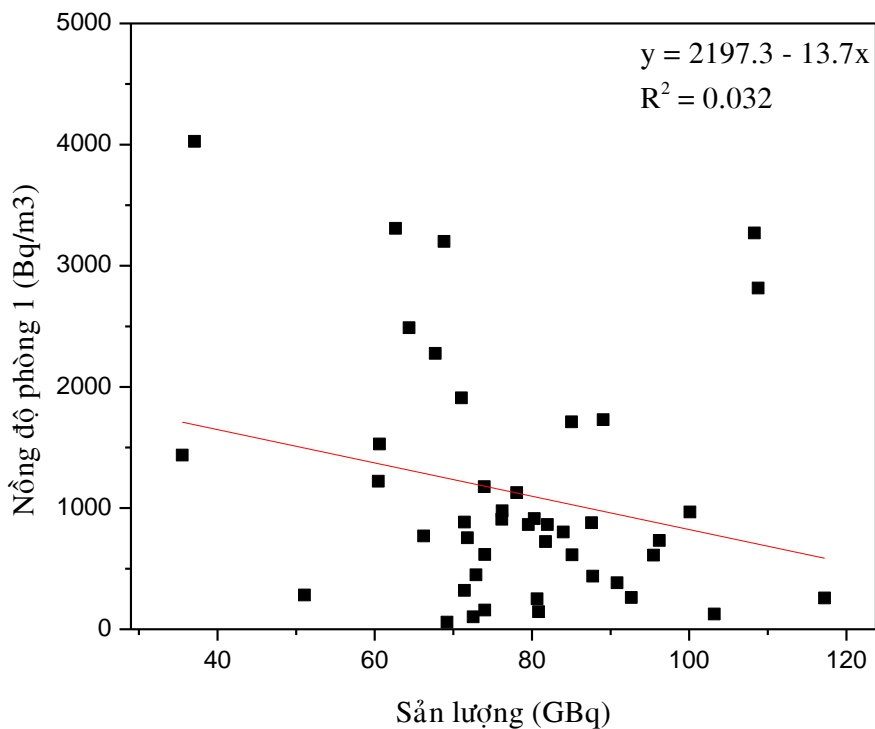
3.2. Tương quan giữa nồng độ và sản lượng

Theo kết quả của một bài báo đã công bố của chúng tôi, có 5 trong tổng số 8 đối tượng đã nhận một liều chiếu trong cá nhân đối với I-131 vượt quá 1 mSv trong năm 2015 [7]. Đây là ngưỡng cần phải được giám sát liều cá nhân thường quy. Nguyên nhân dẫn đến mắc phải một liều như vậy là do các đối tượng trên làm việc trong môi trường có I-131 trong không khí, được phát ra từ quá trình chung cất. Theo một kết quả khác về khảo sát nồng độ I-131 [6], có 15 trong tổng số 29 lần đo đã cho kết quả nồng độ I-131 trung bình trong ngày sản xuất vượt quá giá trị DAC. Do vậy, việc khảo sát quy luật biến đổi nồng độ I-131 tại khu vực này là cần thiết.

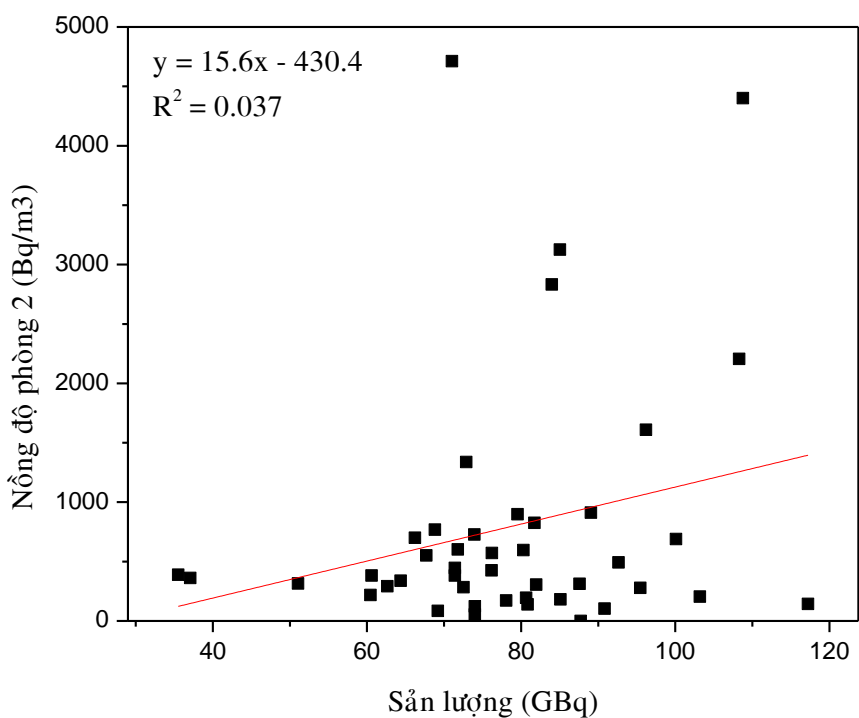
Có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến khả năng phát tán của I-131 vào không khí tại khu vực chung cất. Song trong phạm vi bài báo này, chúng tôi tập trung khảo sát tương quan của sản lượng I-131 được sản xuất ra mỗi mẻ (batch) theo thời gian với nồng độ của đồng vị này trong không khí đo cùng thời điểm. Có tổng số 171 điểm nồng độ được đo tại hai phòng quan tâm, tại phòng 1 có 89 mẫu và phòng 2 có 82 mẫu. Thời điểm lấy mẫu không khí là ngẫu nhiên.

Hình 3 và Hình 4 thể hiện mối tương quan tuyến tính giữa sản lượng I-131 được sản xuất theo từng mẻ và nồng độ I-131 trong không khí được đo trong thời gian diễn ra mẻ sản xuất đó. Có thể dễ dàng nhận thấy rằng, mức độ tương quan giữa hai bộ số liệu này là rất yếu. Điều này thể hiện qua hệ số R² tương ứng đối với phòng 1 và phòng 2 là 0,032 và 0,037. Hơn nữa, độ dốc (hệ số a) của hàm khớp đối với phòng 1 mang giá trị âm (a = -13,7). Điều này chứng tỏ rằng, kết quả khảo sát này đã khẳng định sản lượng không ảnh hưởng nhiều đến nồng độ tại phòng 1. Đây là một kết quả “âm tính”, có nghĩa nó đã cho thấy một thực tế rằng, có một hoặc nhiều yếu tố khác ảnh hưởng đến khả năng phát tán I-

131 ra không khí tại khu vực chung cất với một trọng số lớn hơn.



Hình 3. Tương quan giữa nồng độ và sản lượng I-131 trong phòng 1



Hình 4. Tương quan giữa nồng độ và sản lượng I-131 trong phòng 2

4. Kết luận

Bài báo này đã phân tích và cho thấy rằng, nồng độ I-131 trong không khí tại khu vực

chung cất biến đổi trong một dải rộng và nồng độ với sản lượng tương ứng theo thời gian có mối tương quan yếu. Tức là, sản lượng thấp không có nghĩa là nồng độ I-131 trong không khí vùng hít thở tại khu vực này sẽ thấp. Đây là đặc điểm cần thiết cho các NVBX để biết cách phòng tránh phơi nhiễm trong một cách chủ động. Nó cũng là cơ sở cần thiết để Viện NCHN tìm ra các nguyên nhân I-131 phát ra không khí. Đồng thời cũng cần phải khuyến cáo rằng, cần thiết phải trang bị một hệ thống theo dõi chỉ số nồng độ I-131 trong không khí theo thời gian thực (online) tại các khu vực này cùng với một chuông hoặc đèn phát cảnh báo tự động khi đạt ngưỡng. Nhưng trước hết, các NVBX cần giảm thiểu thời gian chiếm cứ các khu vực này xuống mức thấp nhất có thể□

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bitar A., Maghrabi M., and Doubal A.W. (2013), Assessment of intake and internal dose from iodine-131 for exposed workers handling radiopharmaceutical products", *Applied Radiation and Isotopes* **82**, 370-375.
- [2] Carneiro L.G., de Lucena E.A., da Silva Sampaio C., Dantas A.L.A., Sousa W.O., Santos M.S., and Dantas B.M. (2015), "Internal dosimetry of nuclear medicine workers through the analysis of 131 I in aerosols", *Applied Radiation and Isotopes* **100**, 70-74.
- [3] Duong Van Dong, Pham Ngoc Dien, Bui Van Cuong, Mai Phuoc Tho, Nguyen Thi Thu, and Vo Thi Cam Hoa (2014), "Production of Radioisotopes and Radiopharmaceuticals at the Dalat Nuclear Research Reactor", *Nuclear Science and Technology* **4**, 46-56.
- [4] IAEA (1999), "Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides", IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.2, Vienna, Austria.
- [5] ICRP (1991), "1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", ICRP Publication 60, Pergamon, Oxford.
- [6] Tran Xuan Hoi, Huynh Truc Phuong, and Nguyen Van Hung (2016), "Using smartphone as a motion detector to collect time-microenvironment data for estimating the inhalation dose", *Applied Radiation and Isotopes* **115**, 267-273.
- [7] Tran Xuan Hoi, Huynh Truc Phuong, and Nguyen Van Hung (2016), "Estimating the Internal Dose for 131I Production Workers From Air Sampling Method", *Radiation Protection Dosimetry* 10.1093/rpd/ncw269.

(Ngày nhận bài: 13/11/2018; ngày phản biện: 26/11/2018; ngày nhận đăng: 03/06/2019)