

ĐÁNH GIÁ PHƠI NHIỄM NGẮN HẠN CÁ NHÂN ĐỐI VỚI HƠI ^{131}I TRONG QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT ĐỒNG VỊ PHÓNG XẠ

Trần Xuân Hồi*

Tóm tắt

Bài báo hướng đến việc đánh giá lượng phơi nhiễm ngắn hạn đối với hơi ^{131}I cho từng cá nhân tham gia sản xuất ^{131}I bằng phương pháp chung cất khô. Kết quả cho thấy lượng phơi nhiễm là khá thấp nhưng khác nhau đáng kể giữa các nhân viên. Ngoài ra, bài báo cũng đưa ra một số khuyến nghị hữu ích nhằm hạn chế nguy cơ nhiễm xạ cho các nhân viên.

Từ khóa: Phơi nhiễm, I-131, sản xuất đồng vị phóng xạ.

1. Mở đầu

Đồng vị phóng xạ ^{131}I là một trong những đồng vị dùng nhiều trong chẩn đoán và điều trị các bệnh về tuyến giáp [2,7]. Đồng vị này thường được sản xuất từ việc chung cất khô sản phẩm chiếu xạ neutron sử dụng telua điôxit từ lò phản ứng hạt nhân [1, 7].

Khi chung cất cũng như thao tác trên dung dịch có chứa ^{131}I , một lượng đáng kể ^{131}I dạng hơi phát tán ra không khí xung quanh và gây phơi nhiễm trong cho nhân viên bức xạ [1-3, 7]. Riêng tại Viện Nghiên cứu Hạt nhân Đà Lạt, hàng chục Ci sản lượng đồng vị ^{131}I được sản xuất hàng tháng để cung cấp cho các cơ sở y học hạt nhân trên toàn quốc [4].

Theo Cơ quan Năng lượng nguyên tử quốc tế IAEA [7], trường hợp các nhân viên bức xạ làm việc và thao tác trên các đồng vị phóng xạ với hoạt độ lớn thì phải được đánh giá phơi nhiễm cá nhân một cách thường qui. Theo đó, phương pháp đánh giá thường qui được lựa chọn dựa trên các điều kiện khả dụng tại cơ sở. Các yếu tố cần xem xét khi lựa chọn một chương trình quan trắc bao gồm (i) sự khả dụng của thiết bị, (ii) giá thành của phép phân tích và (iii) độ nhạy của hệ đo hoặc độ chính xác

cần thiết [7].

Dựa trên các điều kiện trên, nghiên cứu này hướng đến việc định phơi nhiễm trong do hít phải không khí có chứa ^{131}I cho các nhân viên. Trong đó có hai thành phần cần xác định đồng thời đó là (i) nồng độ của đồng vị quan tâm trong không khí và (ii) thời gian phơi nhiễm của các nhân viên bức xạ [9, 10].

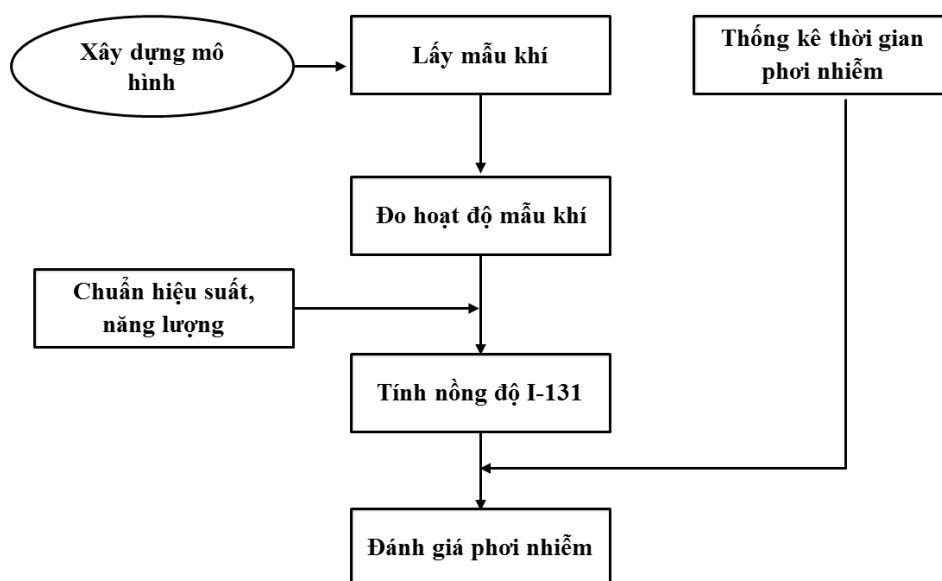
Mục đích của nghiên cứu này là đánh giá phơi nhiễm cá nhân đối với ^{131}I cho đối tượng là các nhân viên bức xạ làm việc tại Trung tâm Sản xuất Đồng vị phóng xạ, Viện Nghiên cứu Hạt nhân Đà Lạt. Các công cụ chính được sử dụng bao gồm điện thoại, máy lấy mẫu khí xách tay và hệ phổ kế gamma HPGe.

2. Thiết bị và phương pháp

2.1. Mô hình nghiên cứu và thiết bị

Để đánh giá phơi nhiễm cá nhân do hít phải khí phóng xạ, trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng mô hình được tóm lược ở Hình 1 và các thiết bị được đưa ra trong Bảng 1. Từ mô hình này ta thấy có hai nhánh thực nghiệm chính đó là tính toán nồng độ phóng xạ của ^{131}I và thống kê thời gian phơi nhiễm của các đối tượng quan tâm. Sau đó hai cơ sở dữ liệu này được khớp theo thời gian để đưa ra lượng phơi nhiễm ngắn hạn của các cá nhân.

* ThS, Trường Đại học Phú Yên



Hình 1. Mô hình tiến trình nghiên cứu đánh giá phơi nhiễm do hít thở

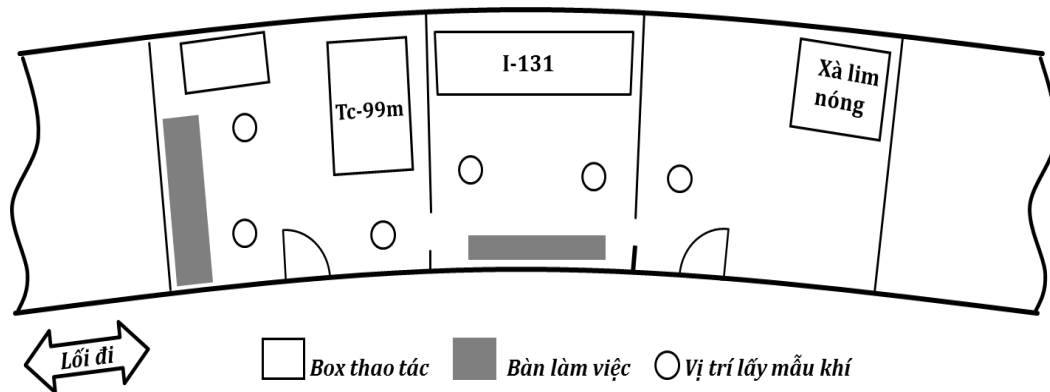
Bảng 1. Thiết bị được sử dụng cho việc đánh giá ngắn hạn phơi nhiễm cá nhân

Loại thiết bị	Hãng	Model	Công dụng	Đặc điểm
Máy lấy mẫu khí	Eberline	RAS-1	Hút khí	<ul style="list-style-type: none"> Loại: xách tay Lưu tốc: 0÷100 lít/phút
Phin lọc	HI-Q	TC-12	Giữ iốt	<ul style="list-style-type: none"> Loại: than hoạt tính Chuyên dụng cho bắt giữ iốt trong không khí
Hệ phổ kế	Canberra		Đo mẫu khí	<ul style="list-style-type: none"> Detector: CPVD30-30185 Hiệu suất tương đối 33,4% FWHM (1332,5 keV) = 1,73 keV
Điện thoại	Nokia	X700, N8	Đo thời gian	<ul style="list-style-type: none"> Hệ điều hành Symbian Anna/Belle

2.2. Khu vực nghiên cứu

Khu vực sản xuất đồng vị ^{131}I của Viện Nghiên cứu hạt nhân Đà Lạt có 3 phòng, bao gồm phòng 1 – chưng cất, phòng 2 – phân liêu và phòng 3 – phá mẫu (Hình 2). Tại phòng 3, vì tần suất và thời gian có mặt của các nhân viên tại phòng này là tương đối nhỏ so với các phòng khác. Do đó, trong bài báo này không đề cập việc tính toán cho phòng

này. Đặc điểm các phòng này là không có cửa sổ, hệ thống thông gió hoạt động liên tục, chúng được khép kín với hành lang và không bị ảnh hưởng bởi gió từ bên ngoài. Kích thước mỗi phòng là 6m dài × 6m rộng × 4m cao. Như vậy, theo các khuyến cáo của IAEA, điều kiện này có thể sử dụng máy lấy mẫu khí xách tay để theo dõi phơi nhiễm thường qui [7].



Hình 2. Sơ đồ khu vực sản xuất ^{131}I và các vị trí lấy mẫu khí

2.3. Tính toán phơi nhiễm cá nhân

Lượng phơi nhiễm ngắn hạn hàng ngày của các nhân viên do hít phải khí phóng xạ được tính dựa trên công thức (1) [9-11].

$$IE_{ik} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K (C_{jk} \times \Delta t_{ijk}) \quad (1)$$

Trong đó, IE_{ik} là lượng phơi nhiễm của đối tượng i vào ngày k ($\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}$); C_{jk} là nồng độ trung bình của ^{131}I tại phòng j vào ngày k ($\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$) và Δt_{ijk} là thời gian đối tượng i bị phơi nhiễm tại phòng j trong ngày k (h).

Nồng độ của ^{131}I trong không khí được tính dựa trên hoạt độ của các mẫu khí và lưu tốc của máy lấy mẫu khí. Chuẩn hiệu suất cho hệ đo đối với cấu hình phin lọc dựa trên đường chuẩn hiệu suất được xây dựng từ dung dịch Amersham đựng trong container có hình học tương tự.

Thời gian phơi nhiễm hàng ngày của các đối tượng quan tâm tại các phòng sản

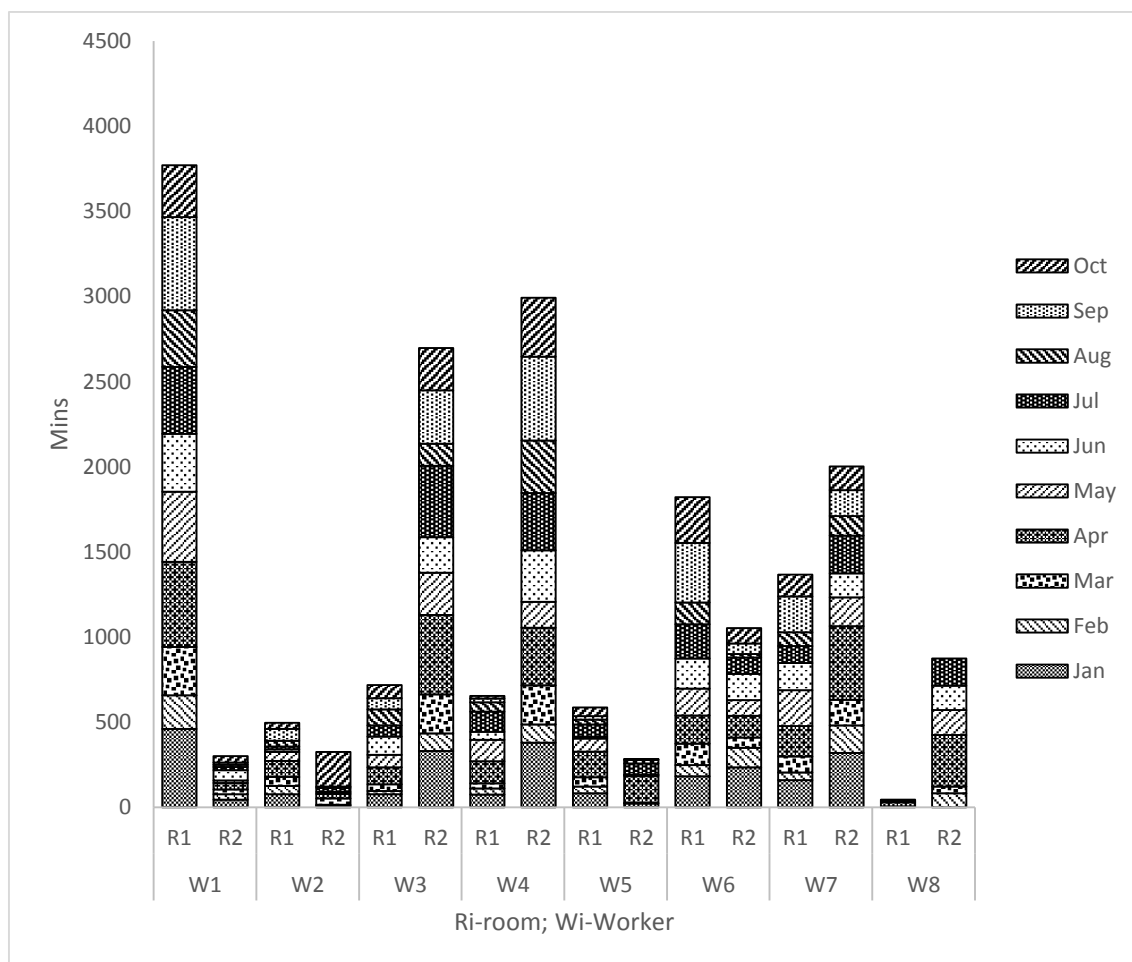
xuất đồng vị ^{131}I được ghi nhận với sự hỗ trợ của một phần mềm cài trên điện thoại.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Thời gian phơi nhiễm

Số liệu ghi nhận từ điện thoại đặt tại các phòng quan tâm được chuyển đổi qua máy vi tính để phân tích số liệu. Kết quả thống kê thời gian mà các nhân viên bức xạ phơi nhiễm tại hai phòng được hiển thị trên Hình 3.

Từ Hình 3 ta thấy rằng có sự khác biệt rõ rệt của thời gian tổng cộng trong 10 tháng giữa các nhân viên. Cụ thể, nhân viên W1 chủ yếu làm việc tại phòng 1 trong khi nhân viên W8 thì ít khi có mặt ở phòng 1. Nhân viên W2 và W5 có thời gian phơi nhiễm khá thấp so với các đối tượng còn lại. Mặt khác, thời gian phơi nhiễm trong từng đợt sản xuất (tháng) cũng khác nhau đáng kể trên cùng một đối tượng. Ví dụ, giá trị này của W1 ở tháng Tư gấp khoảng 4 lần so với tháng Hai.

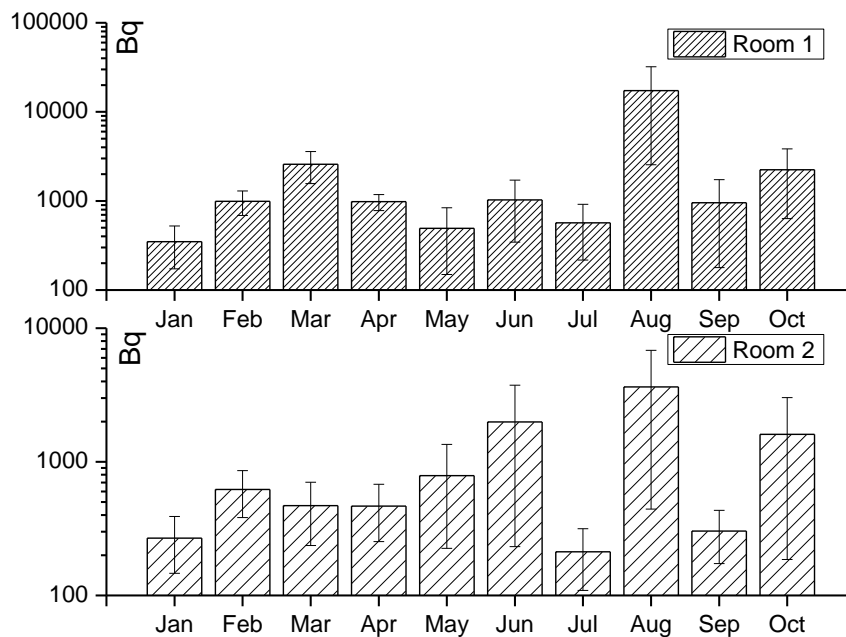


Hình 3. Biểu đồ biểu diễn thời gian phơi nhiễm của nhóm nhân viên

3.2. Nồng độ ^{131}I trong không khí

Mẫu không khí tại các phòng sản xuất được hút vào các thời điểm bất kỳ trong suốt quá trình sản xuất diễn ra. Trung bình khoảng 8-12 mẫu mỗi ngày trên một phòng, số lượng này tùy thuộc vào kíp sản xuất kết thúc sớm hay muộn. Các mẫu tại hai phòng được hút độc lập tại các vị trí được chỉ ra trong Hình 2. Phin lọc được đặt tại độ cao 1,5 m nhằm mục đích đánh giá nồng độ ở khu vực hít thở của nhân viên [7].

Như đã thể hiện trên Hình 2, nồng độ ^{131}I trong phòng 1 cao hơn so với phòng 2. Đặc biệt, tại phòng 1, nồng độ ^{131}I trung bình vào tháng Tám đạt trên 20.000 Bq.m^{-3} trong khi vào tháng Một chỉ đạt trên 200 Bq.m^{-3} . Mặt khác, sản lượng ^{131}I được sản xuất hàng tháng chênh lệch không quá nhiều. Do đó, đây là một đặc điểm cần quan tâm khảo sát sâu hơn nhằm giảm thiểu nguy cơ nhiễm xạ trong cho nhân viên bức xạ.



Hình 4. Nồng độ phóng xạ trung bình của ^{131}I và độ lệch chuẩn trong 10 tháng năm 2015 tại hai phòng sản xuất đồng vị

3.3. Lượng phơi nhiễm

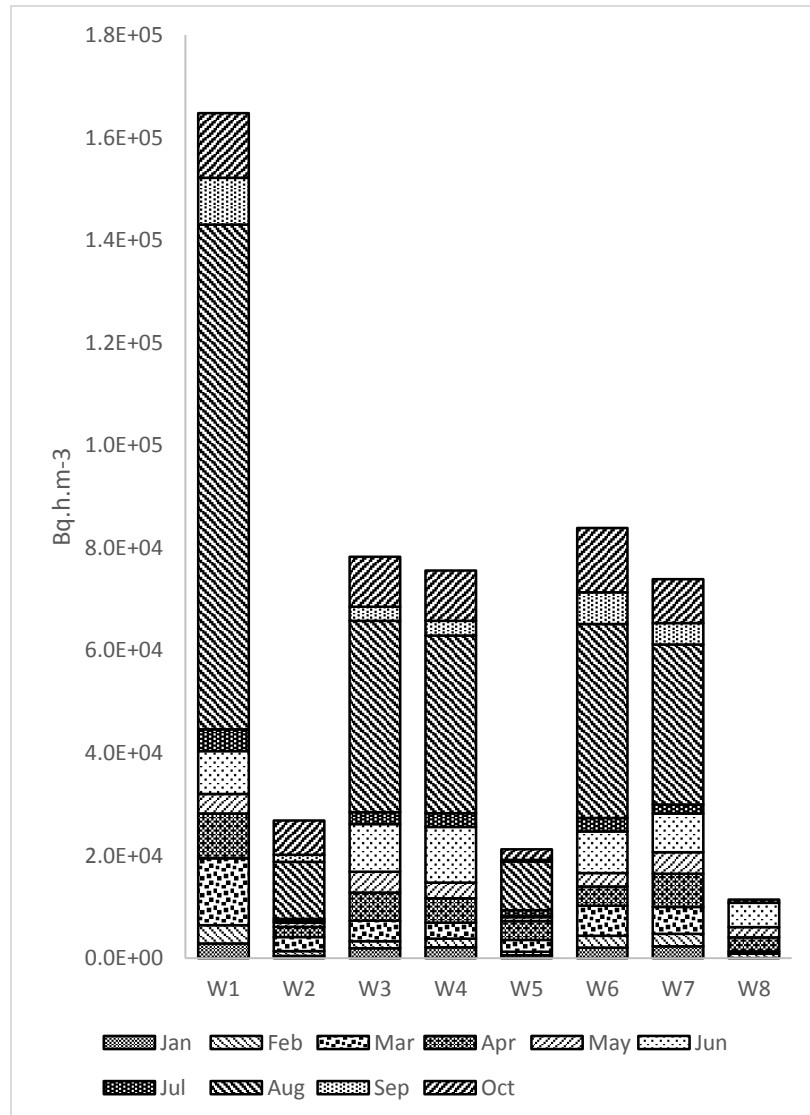
Các số liệu sau khi thu thập và thống kê như trên Hình 3 và Hình 4 được khớp theo thời gian để tính toán lượng phơi nhiễm cho từng cá nhân dựa theo công thức (1). Lượng phơi nhiễm tổng cộng đối với hơi ^{131}I trong 10 tháng (từ tháng 01-10/2015) cho từng cá nhân là các nhân viên nam tham gia sản xuất đồng vị tại Viện Nghiên cứu Hạt nhân Đà Lạt được thể hiện trên Hình 5.

Có thể dễ dàng nhận ra trên Hình 5 rằng, lượng phơi nhiễm cho nhóm tám nhân viên bức xạ được tách theo ba mức rõ rệt. Nhóm nhận liều thấp nhất bao gồm các nhân viên W2, W5 và W8. Trong khi đó người nhận một liều cao đáng kể nhất là W1 với lượng phơi nhiễm đạt trên 160 kBq.h.m^{-3} , tương ứng một lượng thâm nhập là $2.0\text{E}+05 \text{ Bq}$. Giá trị này khá thấp so với giới hạn cho phép của Cơ quan An toàn bức xạ đưa ra là $2.0\text{E}+06 \text{ Bq}$ [8].

Như vậy, từ kết quả này có thể rút ra một khuyến cáo rằng, đối tượng cần được ưu

tiên theo dõi và hạn chế liều chiếu trong là W1; kế đến là W3, W4, W6 và W7. Các đối tượng còn lại nhận một liều chiếu trong khá thấp. Tuy nhiên, để có một kết luận cụ thể làm căn cứ đưa ra phương pháp theo dõi liều cá nhân thì phải tính toán liều chiếu trong hiệu dụng trong năm [5, 6].

Một điều cần quan tâm khác là lượng phơi nhiễm của các nhân viên trong tháng Tám là rất cao so với các tháng khác trong năm (Hình 5) mặc dù sản lượng ^{131}I hàng tháng không thay đổi nhiều. Điều này xảy ra là do nồng độ ^{131}I trong tháng này rất cao. Nguyên nhân có thể là do thiết bị vận hành lỗi hoặc do hành vi vận hành không đúng qui trình của một hoặc vài nhân viên khi thao tác. Tuy nhiên, việc tìm ra nguyên nhân gây ra nồng độ cao này không thuộc phạm vi nghiên cứu của bài báo. Như vậy, để việc hạn chế liều được thực hiện tốt thì cần phải có sự giám sát chặt chẽ dây chuyền sản xuất cũng như thói quen của các người tham gia sản xuất như khuyến cáo của IAEA [7].



Hình 5. Tổng lượng phơi nhiễm hơi ^{131}I cho các cá nhân trong 10 tháng năm 2015

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, tác giả đã thống kê thời gian phơi nhiễm cho 8 nhân viên bức xạ tham gia sản xuất đồng vị ^{131}I . Đồng thời, sử dụng phin lọc chuyên dụng để lấy mẫu khí ^{131}I và đánh giá lượng phơi nhiễm đối với hơi ^{131}I cho từng cá nhân cụ thể. Đặc biệt, bài báo cũng đưa ra một số khuyến cáo hữu ích nhằm hạn chế nguy cơ nhiễm xạ cho các nhân viên như để việc hạn chế liều được thực hiện tốt thì cần phải có sự giám sát chặt chẽ

dây chuyền sản xuất cũng như thói quen của những người tham gia sản xuất. Đồng thời, việc định liều thường qui từ nhiều phương pháp là hữu ích nhằm hỗ trợ kết quả lẫn nhau và tăng độ tin cậy. Tuy nhiên, nghiên cứu này chưa khảo sát đặc tính vật lý của ^{131}I trong không khí, chưa chỉ ra nguyên nhân dẫn đến các bất thường về nồng độ ^{131}I trong không khí. Đây cũng là hướng nghiên cứu tiếp theo của đề tài nhằm tăng cường đảm bảo công tác an toàn tại các cơ sở hạt nhân □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Arino H, Gemmill W, Kramer H (1973). Production of high purity iodine-131

- radioisotope. Google Patents
- [2] Bitar A, Maghrabi M, Doubal AW (2013). Assessment of intake and internal dose from iodine-131 for exposed workers handling radiopharmaceutical products. *Applied Radiation and Isotopes* 82:370-375
- [3] Carneiro LG, de Lucena EA, da Silva Sampaio C, Dantas ALA, Sousa WO, Santos MS, Dantas BM (2015). Internal dosimetry of nuclear medicine workers through the analysis of ^{131}I in aerosols. *Applied Radiation and Isotopes* 100:70-74
- [4] Duong VD, Pham ND, Bui VC, Tho MP, Nguyen TT, Vo TCH (2014). Production of Radioisotopes and Radiopharmaceuticals at the Dalat Nuclear Research Reactor. *Nuclear Science and Technology* 4:46-56
- [5] Henrichs K (2005). The Forthcoming ISO-Standard for the Monitoring of Workers. *HEIR* 2004:254
- [6] Hickey E, Stoetzel G, Strom D, Cicotte G, Wiblin C, McGuire S (1993). Air sampling in the workplace. Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC (United States). Div. of Regulatory Applications
- [7] International Atomic Energy Agency - IAEA (1999). Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides, Safety Standards Series No. RS-G-1.2. IAEA Safety Guide, No. RS-G-1.2, Vienna, Austria, Vienna, Austria
- [8] International Commission on Radiological Protection - ICRP (1982). Limits for intakes of radionuclides by workers. Elsevier Health Sciences
- [9] Klepeis NE (2006). Modeling human exposure to air pollution. *Human exposure analysis*:445-470
- [10] Ott WR (1982). Concepts of human exposure to air pollution. *Environment International* 7:179-196
- [11] Steinle S, Reis S, Sabel CE (2013). Quantifying human exposure to air pollution—Moving from static monitoring to spatio-temporally resolved personal exposure assessment. *Science of The Total Environment* 443:184-193

Abstract

Individual Short-Term Exposure Assessment To ^{131}I Vapor during Radioisotope Production Process

This paper aims at assessing the individual short-term exposure due to the inhaled ^{131}I vapor during the radioisotope production process with dry distillation method. The results reveal that the individual exposure is safe in term of internal exposure and varies significantly among the workers. Moreover, the study presents some valuable suggestions in order to constrain the internal occupational doses.

Keywords: *Exposure, I-131, radioisotope production.*