

# KHẢO SÁT NỒNG ĐỘ KHÍ RADON TRONG NHÀ BẰNG DETECTOR CR-39 TẠI MỘT SỐ KHU VỰC DÂN CƯ TRÊN ĐỊA BÀN TỈNH ĐỒNG NAI

Nguyễn Thị Hạnh<sup>1</sup>

Đoàn Hùng Minh<sup>1</sup>

Hoàng Văn Bình<sup>1</sup>

## TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện với mục đích nhằm đánh giá các mối nguy hại về sức khỏe cộng đồng do tiếp xúc với khí Radon. Nhóm nghiên cứu đã tiến hành thực nghiệm đo nồng độ khí Radon trong một số nhà dân tại các huyện, thành phố trên địa bàn tỉnh Đồng Nai bằng phương pháp đo tích lũy nồng độ Radon sử dụng detector CR-39. Detector CR-39 được đặt trong các phòng ngủ, phòng khách và nhà bếp (khu vực thường xuyên diễn ra hoạt động ăn uống, sinh hoạt của người dân), trong thời gian 01 năm liên tục. Giá trị trung bình của nồng độ Radon trong các ngôi nhà thay đổi từ  $10,04 \pm 5,05 \text{ Bq.m}^{-3}$  đến  $41,53 \pm 10,7 \text{ Bq.m}^{-3}$  với giá trị trung bình là  $24,57 \pm 6,76 \text{ Bq.m}^{-3}$  nằm trong giới hạn an toàn cho phép. Giá trị trung bình cho các loại phòng được khảo sát lần lượt là  $23,15 \text{ Bq.m}^{-3}$  (phòng khách),  $25,90 \text{ Bq.m}^{-3}$  (phòng ngủ) và  $24,67 \text{ Bq.m}^{-3}$  (khu vực bếp và sinh hoạt ăn uống). Yếu tố thời tiết và mùa cũng ảnh hưởng tới nồng độ Radon, mùa mưa có nồng độ Radon nhìn chung cao hơn mùa khô. Nồng độ Radon cao nhất là  $41,53 \text{ Bq.m}^{-3}$  ở một ngôi nhà tại thành phố Biên Hòa, trong khi đó nồng độ Radon thấp nhất là  $10,04 \text{ Bq.m}^{-3}$  ở một ngôi nhà tại huyện Tân Phú. Giá trị liều chiếu trong qua đường hô hấp do Radon và các sản phẩm phân rã từ Radon gây ra mà người dân trong khu vực nghiên cứu nhận được, nằm trong khoảng từ  $0,47 - 1,95 \text{ mSv/năm}$  với giá trị trung bình là  $1,15 \text{ mSv/năm}$ . Xác suất nguy cơ ung thư trong cuộc đời do tiếp xúc với khí phóng xạ Radon trong khu vực nghiên cứu là từ  $0,18$  đến  $0,75\%$ . Giá trị nồng độ Radon, liều chiếu trong qua đường hô hấp và xác suất nguy cơ ung thư trong tất cả các ngôi nhà thuộc phạm vi khảo sát hoàn toàn thấp hơn mức khuyến nghị do tổ chức UNSCEAR và ICRP đưa ra.

**Từ khóa:** Hít thở Radon, trong nhà, liều chiếu trong, ung thư phổi, detector vết hạt nhân, CR-39

### 1. Mở đầu

Radon ( $\text{Rn}^{222}$ ) một khí phóng xạ tự nhiên, là sản phẩm của phân rã  $\text{Ra}^{226}$ , sinh ra từ chuỗi phóng xạ của  $\text{U}^{238}$ .  $\text{Rn}^{222}$  có chu kỳ bán hủy 3,82 ngày và phát ra phóng xạ alpha với năng lượng là 5,5 MeV.  $\text{Rn}^{222}$  sinh ra chủ yếu từ đất

và khuếch tán vào trong nhà thông qua các kẽ nứt của tường, nền nhà trước khi nó bị phân rã alpha và nồng độ có thể tập trung cao do sự đối lưu không khí kém trong nhà. Nồng độ Radon trong nhà bị ảnh hưởng bởi nhiều thông số khác nhau như điều kiện khí quyển,

<sup>1</sup>Trung tâm Khoa học và Công nghệ -  
Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Đồng Nai  
Email: hanhnguyen1211@gmail.com

mùa, địa chất, cấu trúc nhà, loại vật liệu xây dựng và thói quen sinh sống của người dân. Vì thế nồng độ Radon khác nhau trong các loại phòng khác nhau của cùng một ngôi nhà [1].

Radon và các con cháu của nó được xem là nguyên nhân gây ra một số căn bệnh như ung thư phổi, đặc biệt là trong các môi trường như hang động, khu hầm mỏ dưới đất, các ngôi nhà có sự đối lưu không khí kém. Tích lũy và tiếp xúc với radon xảy ra chủ yếu trong các ngôi nhà - nơi mọi người dành phần lớn thời gian trong ngày cho các hoạt động ăn ngủ nghỉ ngơi hoặc làm việc và do đó việc đo đạc nồng độ khí Radon trong nhà là việc cần thiết. Việc khảo sát nồng độ Radon trong nhà và trong môi trường được xem là việc quan trọng đối với nhiều quốc gia trên thế giới do bởi việc hít thở khí radon và con cháu của nó là nguyên nhân gây ra các bệnh phóng xạ, theo khảo sát của ICRP khí Radon đóng góp gần 50% tổng liều phóng xạ tự nhiên mà con người tiếp xúc [2].

Khí Radon khi đi vào cơ thể con người (thông qua việc hít thở hoặc ăn uống), nó giải phóng năng lượng alpha có thể làm hỏng DNA trong các tế bào của các cơ quan nhạy cảm như phổi và dạ dày dẫn đến ung thư. Do đó, Radon xuất hiện tự nhiên trong các ngôi nhà đã được xác định là chất gây ung thư phổi ở người và được coi là nguyên nhân thứ hai gây ung thư phổi sau hút thuốc lá [3].

Khảo sát nồng độ Radon trong không khí trong nhà và ngoài trời đã

được thực hiện ở nhiều nơi trên toàn thế giới. Thụy Điển là quốc gia khảo sát khí Radon trong nhà sớm nhất, được thực hiện bởi Hultqvist vào năm 1956, nghiên cứu cho thấy nồng độ khí Radon trong nhà ở của Thụy Điển ở mức cao [3]. Vào những năm 1990, Séc xây dựng bản đồ số nồng độ khí Radon trong nhà trên toàn lãnh thổ nước Cộng hòa Séc ra đời với tỷ lệ 1:200.000, một số ngôi nhà tại đây có nồng độ Radon cao bất thường. Bắc Mỹ và châu Âu đã tiến hành các phương pháp khảo sát khí Radon trong nhà. Tổ chức ICRP, đã tiến hành phát triển các kỹ thuật đo từ năm 1994 [2].

Tại Việt Nam cũng đã có một số nghiên cứu về khí Radon. Từ năm 1992 đến 2002 trong chương trình điều tra địa chất đô thị do Liên Đoàn Vật lý địa chất và Hội địa Vật lý Việt Nam tiến hành, đã có 54 đô thị trên toàn quốc tiến hành đo nồng độ khí Radon trong không khí ngoài trời và trong nhà. Kết quả cho thấy nồng độ khí Radon trong nhà ở dao động từ 5-406 Bq.m<sup>-3</sup>, trong đó có 13 ngôi nhà có mức nồng độ vượt quá tiêu chuẩn [4]. Một số khảo sát hiện trạng nồng độ khí Radon trong nhà và nước sinh hoạt tại một số khu vực dân cư thuộc thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả cho thấy nồng độ Radon trong nhà dân dao động từ 4-22.7 Bq.m<sup>-3</sup>. Nhìn chung, việc nghiên cứu Radon trong nhà ở Việt Nam mới chỉ là bước đầu.

Tiếp nối kết quả nghiên cứu về phóng xạ tự nhiên trên địa bàn tỉnh Đồng Nai [5]. Nhằm mục tiêu đánh

giá các mối nguy hại về sức khỏe, việc khảo sát nồng độ khí Radon trong nhà trong một số khu vực dân cư trên địa bàn tỉnh Đồng Nai được thực hiện liên tục trong 01 năm sử dụng detector vết CR39. Nghiên cứu này được thực hiện tại 11 huyện, thành phố thuộc tỉnh Đồng Nai và 08 ngôi nhà ở mỗi huyện, thành phố được lựa chọn để thực hiện nghiên cứu này. Tại mỗi ngôi nhà được lựa chọn khảo sát đặt 6 detector CR-39 liên tục trong mùa khô và mùa mưa. Nồng độ khí Radon, liều chiếu trong hàng năm và chỉ số ELCR (xác suất nguy cơ ung thư do hít phải khí phóng xạ Radon) được tính toán để đánh giá mức độ ảnh hưởng tới sức khỏe người dân trong khu vực được khảo sát.

## **2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu**

### **2.1 Phạm vi nghiên cứu**

Phạm vi nghiên cứu là 11 huyện, thành phố trên địa bàn tỉnh Đồng Nai. Với tọa độ địa lý từ 10°30'03B đến 11°34'57''B và từ 106°45'30Đ đến 107°35'0''Đ. Tỉnh Đồng Nai có địa hình vùng đồng bằng và trung du xu hướng thấp dần theo hướng bắc nam, với địa hình tương đối bằng phẳng. Địa hình có thể chia làm các dạng là địa hình đồng bằng, địa hình trũng trên trầm tích đầm lầy biển, địa đồi lượn sóng, dạng địa hình núi thấp, đất phù sa, đất gley và đất cát có địa hình bằng phẳng, nhiều nơi trũng ngập nước quanh năm. Khí hậu Đồng Nai là khí

hậu nhiệt đới gió mùa, có hai mùa tương phản nhau là mùa khô và mùa mưa. Mùa khô thường bắt đầu từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau, mùa mưa kéo dài từ tháng 5 đến tháng 11. Khoảng kết thúc mùa mưa dao động từ đầu tháng 10 đến tháng 12. Nhiệt độ trung bình năm 25 - 27 °C, nhiệt độ cao cực trị khoảng 40 °C và thấp cực trị 12,5 °C và số giờ nắng trong năm 2.500 - 2.700 giờ, độ ẩm trung bình luôn cao 80 - 82% [6].

### **Chọn lựa vị trí đặt mẫu**

Hầu hết các ngôi nhà trong khu vực nghiên cứu là nhà ở độc lập hoặc là các nhà xây dựng liền kề nhau trong các khu dân cư. Kết cấu các ngôi nhà hầu hết được xây dựng bằng cát, xi măng, gạch, đá cẩm thạch hoặc hỗn hợp bê tông và một số vật liệu xây dựng thông dụng khác. Trong hầu hết các ngôi nhà mái lợp bằng tôn, có chiều cao khoảng 2.5 - 3.5 m so với sàn, mỗi nhà có từ 3 đến 5 phòng với tường chung hoặc có cửa liên thông với nhau. Căn cứ vào thực tế nhu cầu và thói quen sinh hoạt hàng ngày của người dân, nhóm nghiên cứu tiến hành đặt detector CR39 ở 3 loại phòng chính: phòng khách là nơi thường diễn ra các hoạt động tiếp khách, sinh hoạt chung hoặc là nơi xem tivi của cả nhà vào buổi tối, phòng ngủ là nơi hoạt động nghỉ ngơi diễn ra tầm 8 giờ mỗi ngày và khu vực bếp là nơi nấu ăn và một số gia đình kết hợp bàn ăn tại khu vực này. Hình 1 trình bày bản đồ khu vực nghiên cứu.



**Hình 1:** Bản đồ khu vực nghiên cứu

## 2.2 Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng phương pháp đo nồng độ Radon trong không khí bằng detector vết alpha CR-39. Detector vết CR39 là một trong những vật liệu rắn phát hiện và theo dõi hạt nhân. Thiết bị này không quá đắt, có độ tin cậy cao và dễ sử dụng. Cấu tạo của mỗi mẫu chứa detector CR39 được trình bày trong hình 2. Mỗi mẫu bao gồm 1 detector kích thước 1,0x1,0 cm<sup>2</sup> được đặt trên chóp của một hũ nhựa cao

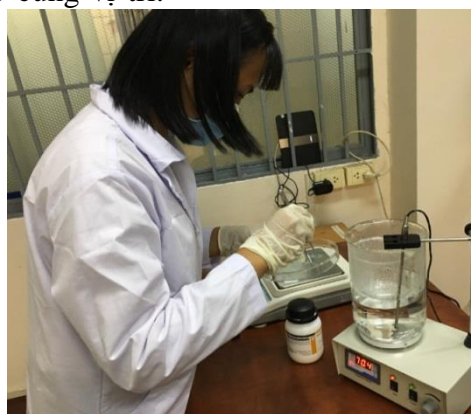
55 mm và đường kính 25 mm với đầu phía dưới hũ nhựa được để trống. Đầu dưới hũ nhựa được bọc lại bằng giấy lọc có tác dụng chống bụi, hơi nước và ngăn chặn sự ảnh hưởng của con cháu Radon tới sự tạo thành vết. Radon và con cháu radon của các chất phát xạ bức xạ alpha khác đều có thể tạo thành vết ẩ trên detector, nhưng đóng góp của radon vẫn là chủ yếu. Nồng độ radon sẽ được tính từ các vết này.



**Hình 2:** Cấu tạo mẫu detector CR39

Các mẫu detector CR39 được đặt tại mỗi ngôi nhà trong 01 năm liên tục, 06 tháng mùa khô và 06 tháng mùa mưa từ tháng 05/2018 đến hết tháng 04/2019. Vị trí đặt các mẫu này thỏa điều kiện: cố định trong suốt quá trình đo; tránh các vị trí có độ ẩm cao, có dòng không khí thay đổi; đặt cách sàn nhà khoảng 2 m, cách trần nhà và tường tối thiểu 30 cm. Các detector được đặt trong môi trường trong 06 tháng liên tục, sau đó được thu hồi về và các detector khác được đặt vào cùng vị trí.

Mẫu được bọc trong giấy nhôm khi thu hồi và vận chuyển về phòng thí nghiệm. Detector CR-39 được tách ra khỏi hộp nhựa và xử lý bằng hóa chất NaOH 6M trong vòng 6 giờ với nhiệt độ  $70^{\circ}\text{C}$  kết hợp dùng máy khuấy từ gia nhiệt để làm nổi rõ các vết khi tia alpha bắn phá tạo nên. Việc đếm số vết tạo thành trên bề mặt mẫu được thực hiện bằng kính hiển vi quang học. Hình 3 mô tả về quá trình xử lý mẫu trong phòng thí nghiệm để thu được số đếm vết alpha.



**Hình 3:** Xử lý mẫu bằng dung dịch NaOH 6M trong vòng 6 giờ tại  $70^{\circ}\text{C}$

#### Xác định nồng độ khí Radon

Tính toán nồng độ khí Radon trong mỗi mẫu thông qua số vết bằng công thức:

$$N_{Rn} = \rho / (C_f \cdot T) \quad (1)$$

Trong đó:

$N_{Rn}$ : Nồng độ khí Radon ( $\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ).

$\rho$ : Mật độ mẫu, số vết đếm được trên mỗi mẫu ( $\text{vết} \cdot \text{cm}^{-2}$ ).

$C_f$ : Hệ số hiệu chỉnh. Tham chiếu theo [3]  $C_f = 0.237 \pm 1\%$  ( $\text{vết} \cdot \text{cm}^{-2} / (\text{Bq} \cdot \text{m}^{-3} / \text{ngày})$ ).

T: Thời gian đặt mẫu trong môi trường (ngày).

Trong nghiên cứu này, mỗi mẫu được đặt trong 06 tháng, tương đương

T = 180 ngày.

#### Tính liều tiềm tàng từ nồng độ khí Radon [7]

Liều chiếu trong qua đường hô hấp do Radon và các sản phẩm phân rã từ Radon gây ra tính từ kết quả đo nồng độ Radon trong môi trường không khí. Theo UNSCEAR công bố năm 2000, công thức chung để tính liều như sau:

$$H_p (\text{nSv}) = \frac{N_{Rn} \times t \times F}{9} \quad (2)$$

$N_{Rn}$  là nồng độ Radon trong môi trường không khí ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ).

t là thời gian hít thở trung bình của người lớn trong một năm ở điều kiện bình thường (h).

F là hệ số cân bằng tương đương giữa Radon và các sản phẩm phân rã con cháu của chúng.

Theo UNSCEAR, Hệ số F đối với Radon trong nhà và ngoài nhà lần lượt là 0,4 và 0,6. Thời gian ở trong nhà và ngoài nhà lần lượt là 7000 giờ và 1600 giờ; Tốc độ hít thở trung bình của người lớn là 1,2 m<sup>3</sup>/h.

Tuy nhiên, việc tính liều ở đây là liều tiềm năng do nguồn có khả năng gây ra, vì vậy, thời gian chiếu tính là 365 ngày (tức là 8.760 giờ), Hệ số F lấy bằng 0,6 và tốc độ hít thở không khí lấy cho đối tượng người lớn là 1,2 m<sup>3</sup>/h ở điều kiện bình thường. Ta có công thức rút gọn tính liều tiềm tàng cho người dân khi hít thở khí Radon trong môi trường như sau:

$$Hp \text{ (nSv/năm)} = N_{Rn} \times \quad (3)$$

$$8760 \times 0,6 \times 9$$

$$Hp \text{ (mSv/năm)} \approx$$

$$0,047 \times A \text{ (Bq/m}^3\text{)}$$

### Tính chỉ số ELCR – xác suất nguy cơ ung thư trong cuộc đời do tiếp xúc với khí phóng xạ Radon

Chỉ số ELCR được tính toán dựa trên phương pháp được mô tả theo báo cáo của EPA [8]:

**Bảng 1:** Kết quả đo nồng độ Radon (Bq.m<sup>-3</sup>) trong một số khu vực dân cư của các huyện, thành phố trên địa bàn tỉnh Đồng Nai

STT	Huyện, thành phố	Số vị trí khảo sát	Mùa mưa			Mùa khô			Nồng độ Radon trung bình cho cả năm (Bq.m <sup>-3</sup> )
			Thấp nhất	Cao nhất	Trung bình	Thấp nhất	Cao nhất	Trung bình	
1.	Biên Hòa	08	10,98	41,53	26,04	10,28	40,05	23,02	24,53±6,5
2.	Cẩm Mỹ	08	10,94	39,03	23,98	10,35	37,97	21,58	22,78±5,7
3.	Long Khánh	08	11,64	37,97	27,19	10,94	39,03	21,30	25,60±7,8

$$ELCR = Hp \times T \times R_f \quad (4)$$

Trong đó:

Hp: Liều chiếu trong tiềm tàng do Radon và con cháu của nó gây ra (mSv/năm).

T: Độ tuổi trung bình của người dân (ước tính là 70 năm).

R<sub>f</sub>: xác suất nguy cơ ung thư trên Sievert là 5,5 x 10<sup>-5</sup> mSv<sup>-1</sup> [2].

### Tính chỉ số CPPP – số ca nguy cơ bị ung thư phổi mỗi năm trên 1 triệu dân

Chỉ số CPPP được tính theo công thức sau:

$$CPPP = Hp \times (18 \times 10^{-6}) \quad (5)$$

$$\text{mSv}^{-1}/\text{năm}$$

Trong đó: 18 x 10<sup>-6</sup> mSv<sup>-1</sup>/năm: Là hệ số chuyển đổi [2].

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1 Kết quả

Kết quả thu được từ 88 ngôi nhà tại 11 huyện thành phố trên địa bàn tỉnh Đồng Nai được thực hiện 01 năm liên tục trong mùa khô và mùa mưa. Kết quả khảo sát được trình bày chi tiết trong bảng 1-3.

STT	Huyện, thành phố	Số vị trí khảo sát	Mùa mưa			Mùa khô			Nồng độ Radon trung bình cho cả năm (Bq.m <sup>-3</sup> )
			Thấp nhất	Cao nhất	Trung bình	Thấp nhất	Cao nhất	Trung bình	
4.	Long Thành	08	10,98	38,76	28,01	10,06	39,54	23,67	24,25±4,9
5.	Nhon Trạch	08	12,46	39,54	26,94	10,43	38,97	22,66	25,84±8,3
6.	Tân Phú	08	10,69	41,19	25,83	10,04	40,07	21,58	24,80±7,1
7.	Thống Nhất	08	10,98	38,76	25,03	10,36	39,03	20,11	23,71±6,1
8.	Trảng Bom	08	12,36	39,03	28,24	10,48	38,97	23,28	22,57±5,8
9.	Vĩnh Cửu	08	10,94	39,94	25,85	10,36	39,03	21,46	25,76±7,9
10.	Xuân Lộc	08	11,35	41,09	28,97	10,36	40,68	24,65	23,65±5,8
11.	Định Quán	08	10,64	39,03	28,06	10,35	38,23	23,13	26,81±6,2
<b>Trung bình</b>									<b>24,57±6,6</b>

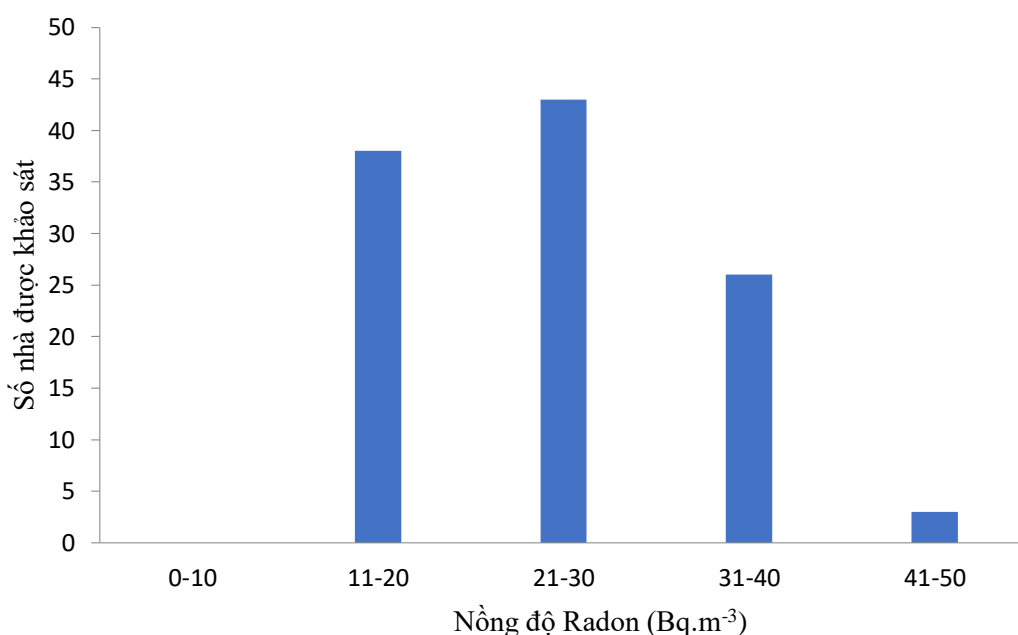
Nồng độ Radon trong nhà trung bình thấp nhất cho khu vực dân cư tại huyện Trảng Bom là  $22,57 \pm 5,8$  Bq.m<sup>-3</sup> và cao nhất cho khu vực dân cư tại huyện Định Quán là  $26,81 \pm 6,2$  Bq.m<sup>-3</sup>. Sự chênh lệch về giá trị trung bình nồng độ radon trong nhà có thể lý giải một phần do kết cấu địa tầng khác nhau: huyện Trảng Bom chủ yếu là đất sét và cát pha; trong khi đó nền địa chất tại huyện Định Quán chủ yếu là đá dăm, đá laterit phân bố rất nhiều. Giá trị nồng độ Radon trung bình cho toàn bộ khu vực khảo sát là  $24,57 \pm 6,6$  Bq.m<sup>-3</sup>. Kết quả khảo sát này cho thấy nồng độ Radon trong không khí tại các khu vực dân cư được khảo sát ngang bằng so với các nhà ở đã được khảo sát trên thế giới [3] và thấp hơn rất nhiều so với giá trị nồng độ Radon trong nhà trung bình theo khảo sát của WHO trên 26 nước là  $64,3$  Bq.m<sup>-3</sup>.

Bảng 1 trình bày sự khác nhau về nồng độ khí Radon trong nhà dưới sự tác động của điều kiện khí hậu theo mùa. Qua khảo sát cho thấy nồng độ Radon tăng lên vào mùa mưa (khảo sát từ tháng 05/2018 đến hết tháng 10/2018) ở hầu hết các vị trí khảo sát. Giá trị cực đại của nồng độ radon được quan sát trong suốt mùa mưa ( $41,53$  Bq.m<sup>-3</sup>) và thấp hơn trong mùa khô. Điều này có thể là do vào mùa khô nhiệt độ và độ ẩm tăng cao, trong các ngôi nhà sử dụng các thiết bị máy lạnh, quạt hoặc mở cửa thường xuyên nên có sự đối lưu không khí tốt. Vào mùa mưa thông thường nhiệt độ xuống thấp, các thiết bị như quạt, máy lạnh cũng ít được sử dụng, một số nhà còn thường xuyên đóng cửa để tránh bị mưa tạt vào nên đối lưu không khí trong nhà ít, làm cho nồng độ Radon có cơ hội tích tụ nhiều hơn trong ngôi nhà. Bên cạnh đó, vào

mùa mưa lượng mưa khi rơi xuống đất cũng đã giúp khuếch tán khí Radon thoát ra từ đất vào trong môi trường và vô hình chung dòng khí Radon này có cơ hội di chuyển vào bên trong ngôi nhà góp phần làm tăng nồng độ Radon tích tụ trong nhà.

Kết quả khảo sát cho thấy sự sai khác về giá trị của nồng độ Radon trong nhà ở một số ngôi nhà. Nguyên nhân có thể là do sự khác biệt về điều kiện đối

lưu trong nhà, loại vật liệu xây dựng được sử dụng và kết cấu địa tầng trong đất khu vực các ngôi nhà được khảo sát. Hình 4 thể hiện tần số phân bố của giá trị trung bình nồng độ radon trong các ngôi nhà của khu vực nghiên cứu. giá trị nồng độ radon được chia ra nằm trong khoảng 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 và trên 40 Bq.m<sup>-3</sup>; chiếm tỷ lệ lần lượt tương ứng: 0%, 34%, 40%, 24%, 2% trong tổng số nhà được khảo sát.



**Hình 4:** Biểu đồ tần số xuất hiện giá trị trung bình nồng độ Radon trong các ngôi nhà

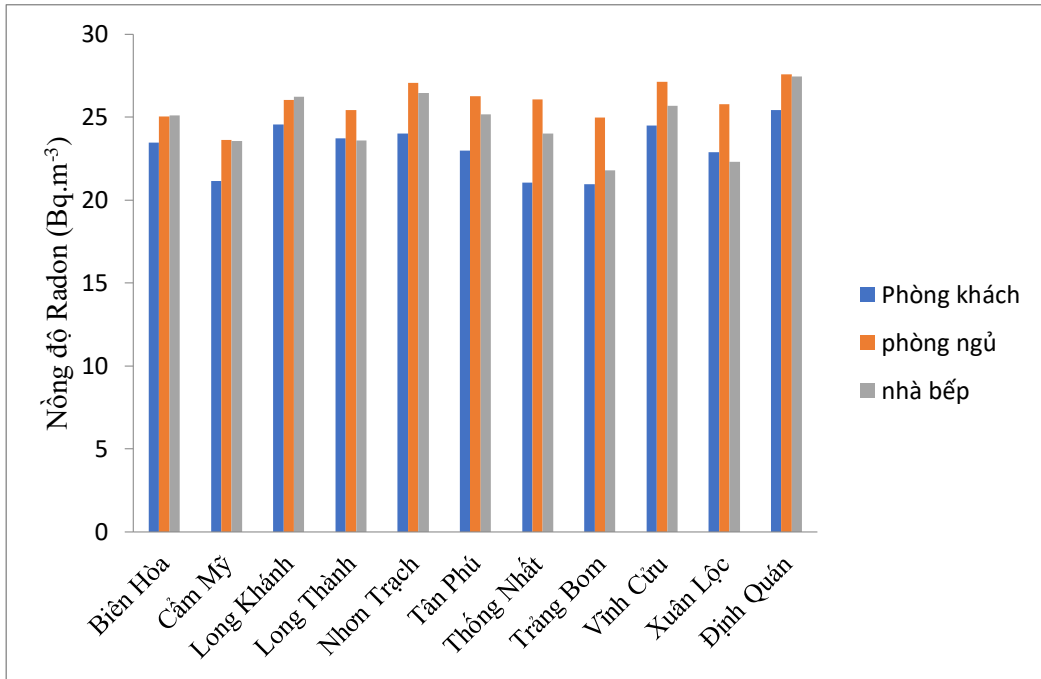
Hình 5 chỉ ra sự khác biệt về nồng độ Radon trong các phòng được khảo sát. Khu vực bếp có giá trị nồng độ Radon trung bình 24,67 Bq.m<sup>-3</sup> cao hơn một chút so với giá trị trung bình của toàn khu vực khảo sát là 24,57 Bq.m<sup>-3</sup>; trong khi đó phòng khách có giá trị nồng độ Radon là 23,15 Bq.m<sup>-3</sup> và phòng ngủ là 25,90 Bq.m<sup>-3</sup>. Điều này có thể giải thích như sau: do kết cấu nhà ở của dân cư trên địa bàn tỉnh Đồng Nai thường có đặc điểm là dạng nhà cấp

4, xây dài từ trước ra sau (còn gọi là nhà ống) với phòng khách ở ngay gần vị trí cửa ra vào (mức độ thông thoáng khí cao), tiếp đến là khu vực phòng ngủ hoặc khu vực bếp ăn và sinh hoạt chung (thường là khu vực diễn ra các hoạt động ăn uống): các phòng này thường ở phía sau phòng khách và sâu trong ngôi nhà, nên độ thông thoáng và lưu thông khí kém. Kết cấu phòng ngủ trong các ngôi nhà thường là kín với 01 cửa ra vào và 01 cửa sổ, trong một số nhà cửa



sổ cũng thường xuyên bị đóng kín làm cho độ thông thoáng khí kém và dẫn đến việc tích tụ Radon cao trong phòng. Khu vực bếp và sinh hoạt chung thường

là không gian mở, nhưng vì thường đặt sâu trong ngôi nhà nên khí Radon cũng có cơ hội tích tụ.



**Hình 5:** Phân bố nồng độ Radon tại phòng khách, phòng ngủ và khu vực bếp trong khu vực dân cư khảo sát

Sử dụng công thức từ 1-3 để tính toán giá trị nồng độ Radon, liều chiếu trong và chỉ số ELCR (xác suất nguy cơ ung thư vì hít phải khí Radon) của các ngôi nhà trong khu vực khảo sát. Tổng hợp các giá trị này theo khu vực dân cư của 11 huyện, thành phố được trình bày trong bảng 2. Liều chiếu trong hàng năm ảnh hưởng lên dân cư do hít thở phải khí radon nằm trong khoảng 0,95 - 1,36 mSv với giá trị trung bình của mùa

mưa là 1,26 mSv và mùa khô là 1,05 mSv. Do đó trung bình giá trị liều chiếu trong cho cả khu vực nghiên cứu là 1,15 mSv. Theo tổ chức UNSCEAR [1] mức hành động đề xuất do hít thở phải khí radon và con cháu của nó là 3-10 mSv/năm. Do đó liều chiếu trong mà người dân trong khu vực nghiên cứu nhận được nằm dưới giới hạn khuyến cáo này.

**Bảng 2:** Suất liều chiếu trong hàng năm và chỉ số ELCR của các khu dân cư trong khu vực khảo sát

Vị trí	Mùa mưa		Mùa khô		Trung bình cả năm	
	Liều chiếu trong (mSv/năm)	ELCR %	Liều chiếu trong (mSv/năm)	ELCR %	Liều chiếu trong (mSv/năm)	ELCR %
Biên Hòa	1,22	0,47	1,08	0,42	1,15	0,44
Cẩm Mỹ	1,13	0,43	1,01	0,39	1,07	0,41

Vị trí	Mùa mưa		Mùa khô		Trung bình cả năm	
	Liều chiếu trong (mSv/năm)	ELCR %	Liều chiếu trong (mSv/năm)	ELCR %	Liều chiếu trong (mSv/năm)	ELCR %
Long Khánh	1,28	0,49	1,00	0,39	1,14	0,44
Long Thành	1,32	0,51	1,11	0,43	1,21	0,47
Nhon Trách	1,27	0,49	1,07	0,41	1,17	0,45
Tân Phú	1,21	0,47	1,01	0,39	1,11	0,43
Thống Nhất	1,18	0,45	0,95	0,36	1,06	0,41
Trảng Bom	1,33	0,51	1,09	0,42	1,21	0,47
Vĩnh Cửu	1,21	0,47	1,01	0,39	1,11	0,43
Xuân Lộc	1,36	0,52	1,16	0,45	1,26	0,49
Định Quán	1,32	0,51	1,09	0,42	1,20	0,46
<b>Trung bình</b>					1,15	0,44

Giá trị về nồng độ radon, liều chiếu trong và chỉ số ELCR đối với các loại phòng được tổng hợp trình bày trong bảng 3. Giá trị nồng độ Radon trung bình trong phòng khách, phòng ngủ và khu vực nhà bếp của khu vực dân cư 11 huyện, thành phố được khảo sát thấp hơn giá trị trung bình của thế giới là 40. Liều chiếu trong trong các phòng dao

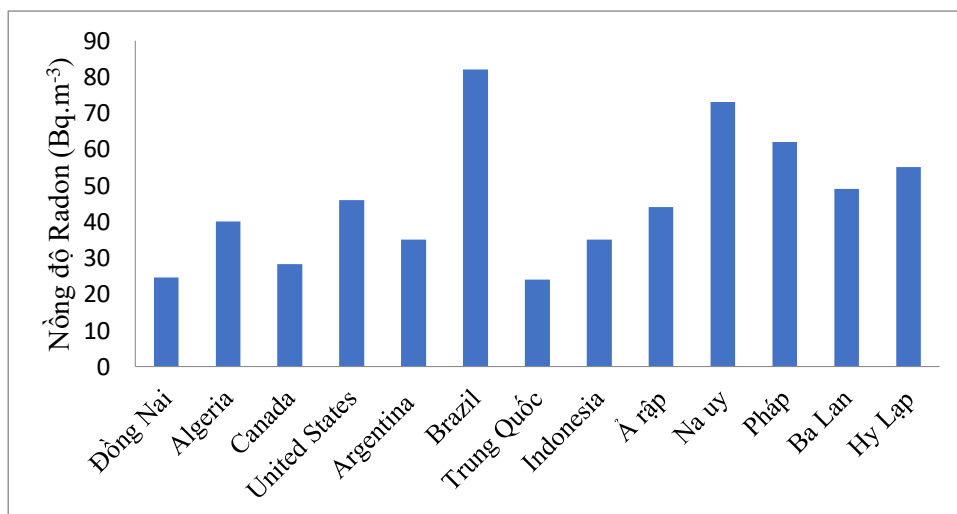
động trong khoảng 1,09 - 1,22 mSv. Giá trị ELCR – tỷ lệ nguy cơ ung thư phổi bởi hít thở khí Radon trong môi trường nhà ở trong khoảng 0,42 - 0,47% với giá trị trung bình là 0,44%. Giá trị trung bình ELCR thì rất nhỏ hơn khi so sánh với 1,3% do tiếp xúc radon ở liều 148 Bq/m<sup>3</sup> (mức hành động đề xuất bởi EPA) cho toàn bộ dân chúng [8].

**Bảng 3:** Nồng độ Radon, suất liều chiếu trong hàng năm và chỉ số ELCR cho các loại phòng

Loại phòng	Nồng độ Radon			Liều chiếu trong (mSv)	ELCR (%)
	Thấp nhất	Cao nhất Bq.m <sup>-3</sup>	Trung bình		
Phòng ngủ	10,35	41,53	25,90	1,22	0,47
Phòng khách	10,04	38,65	23,15	1,09	0,42
Nhà bếp	10,36	39,03	24,67	1,16	0,45

So sánh với các tiêu chuẩn theo quy định có thể thấy: giá trị nồng độ Radon trong nhà của khu vực khảo sát là 24,57 Bq.m<sup>-3</sup>; nồng độ này so với mức hành động của nồng độ radon tự nhiên trung bình năm trong nhà được quy định trong TCVN 7889:2008 là 200 Bq.m<sup>-3</sup> [9] thì con số này chỉ bằng 1/9 lần, còn

so với mức hành động nồng độ Radon trung bình trong nhà của Cơ Quan Bảo Vệ Môi Trường Mỹ (EPA) quy định là 150 Bq.m<sup>-3</sup> [8] thì nồng độ này bằng 1/6 lần. Do vậy rủi ro sức khỏe tức thời mà radon gây ra cho người dân trong khu vực nghiên cứu chưa có dấu hiệu đáng nghiêm trọng nào.



**Hình 6:** Nồng độ Radon của khu vực khảo sát so với các nước trên thế giới

Hình 6 so sánh kết quả khảo sát nồng độ radon với một số khu vực trên thế giới. Theo kết quả khảo sát của WHO trên 26 nước thì nồng độ Radon trung bình là  $64,3 \text{ Bq.m}^{-3}$  [3]. So sánh với kết quả đã được công bố của một số nước như: Mỹ ( $46 \text{ Bq.m}^{-3}$ ), Canada ( $28,35 \text{ Bq.m}^{-3}$ ), Argentina ( $35 \text{ Bq.m}^{-3}$ ), Pháp ( $62 \text{ Bq.m}^{-3}$ ), Ba Lan ( $49 \text{ Bq.m}^{-3}$ ), Ả rập ( $44 \text{ Bq.m}^{-3}$ ), Brazil ( $81,95 \text{ Bq.m}^{-3}$ )... Như vậy có thể thấy nồng độ radon trong nhà của khu vực khảo sát ( $24,57 \text{ Bq.m}^{-3}$ ) là thấp so với trung bình các nước khác và trung bình trên thế giới.

#### 4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã đo đạc giá trị nồng độ Radon trong không khí trong môi trường nhà ở tại một số khu vực dân cư trên địa bàn tỉnh Đồng Nai. Liều chiếu trong tiềm tàng và xác suất bị ung thư do hít thở khí phóng xạ Radon cũng đã được tính toán. Kết quả cho thấy nồng độ Radon không khí trong nhà của khu vực khảo sát là thấp hơn so với một số khu vực trên thế giới đã công bố kết quả khảo

sát. Giá trị cực đại của nồng độ Radon được quan sát thấy trong mùa mưa, trong khi đó giá trị thấp hơn được quan sát vào mùa khô. Giá trị cao nhất được tìm thấy trong phòng ngủ và thấp nhất là trong phòng khách. Và liều chiếu trong do đóng góp của Radon trong nhà nằm trong khoảng  $0,47 - 1,95 \text{ mSv/năm}$ . Đối lưu không khí trong các ngôi nhà đóng vai trò quan trọng để quyết định nồng độ radon tập trung trong nhà và liều chiếu trong, hệ số nguy hiểm bức xạ gây ra ung thư phổi từ tiếp xúc radon là thấp, nằm trong giới hạn cho phép, không gây ra bất cứ nguy cơ nào đối với cư dân và có thể là được xem là an toàn trong hiện tại. Tuy nhiên về lâu dài các ảnh hưởng về sức khỏe do hít thở phải khí Radon cần được quan tâm nhiều hơn. Các hoạt động cần làm thường xuyên và thích hợp như thông gió tự nhiên và cưỡng bức nên được thực hiện để làm cho nhà ở an toàn về mặt phơi nhiễm phóng xạ tự nhiên. Nên có các hoạt động khảo sát nền địa chất cho các công trình,

chọn vật liệu xây dựng, chọn thiết kế bị xây dựng.  
thông thoáng cho các công trình chuẩn

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. UNSCEAR (2000), *Sources and effects of ionizing radiation*, United Nations
2. ICRP (1993), *Protection against Radon-222 at home and at work*, ICRP Publication 65
3. WHO (2009), *WHO handbook on indoor radon: a public health perspective*, France
4. Nguyễn Ngọc Chân, La Thanh Long, Nguyễn Bá Ngạn (2007), *Radon trong không khí: Ảnh hưởng của nó đến sức khỏe con người và một số kết quả Radon phục vụ điều tra, đánh giá môi trường*, Tạp chí địa chất, loạt A, Số 301
5. Đinh Duy Khánh, Nguyễn Trung Kiên, Đoàn Hùng Minh (2014), *Xây dựng cơ sở dữ liệu về phong phóng xạ tại huyện Xuân Lộc, Định Quán, Tân Phú, Vĩnh Cửu của tỉnh Đồng Nai và đánh giá mức độ ảnh hưởng đến môi trường*, Đề tài khoa học công nghệ mã số DTT2012-07-1F
6. Tổng cục thống kê (2019), *Niên giám thống kê tỉnh Đồng Nai 2018*, Nxb Thống kê
7. TCVN 9416:2012, *Điều tra đánh giá địa chất môi trường – phương pháp khí phóng xạ*, Bộ Khoa học và Công nghệ
8. EPA (2009), *A Citizens Guide to Radon*, EPA 402-K-09-001, United States Environmental Protection Agency, Washington DC
9. TCVN 7889:2008 (2008), *Nồng độ khí Radon tự nhiên trong nhà – mức quy định và yêu cầu chung về phương pháp đo*, Bộ Khoa học và Công nghệ

### SURVEY OF INDOOR RADON CONCENTRATION BY USING CR39 IN THE RESIDENTIAL AREAS OF DONG NAI PROVINCE

#### ABSTRACT

*The study has been undertaken for the purpose of health risk assessments related to indoor radon. Indoor radon studies have been carried out in some residential areas of Dong Nai province by using CR-39 plastic track detectors. The CR-39 detectors were placed in the bedrooms, guest rooms and kitchen, and exposed for one year. The annual average indoor radon concentration in dwellings varies from  $10.04 \pm 5.05$  to  $41.53 \pm 10.7$  Bqm<sup>-3</sup> with a mean value of  $24.57 \pm 6.76$  Bqm<sup>-3</sup>, which is well within the recommended action level. The seasonal variations of indoor radon reveal the maximum values in winter and minimum in summer. Mean concentrations amount to guest room ( $23.15$  Bq.m<sup>-3</sup>), bedrooms ( $25.90$  Bq.m<sup>-3</sup>) and kitchen ( $24.67$  Bq.m<sup>-3</sup>). The seasonal variations of indoor radon reveal the maximum values in rainy season and minimum in dry season. The highest radon concentration ( $41.57$  Bqm<sup>-3</sup>) was found in Bien Hoa city, whereas the lowest was found in Tan Phu district ( $10.04$  Bqm<sup>-3</sup>). The annual estimated effective dose received by the residents of the studied*

*area was found to vary from 0.47 to 1.95  $\mu\text{Sv y}^{-1}$  with the mean value of 1.15  $\mu\text{Sv y}^{-1}$ . The lifetime fatality risk is found to vary from 0.18 to 0.75%. The results have been compared with the results reported in other areas of the same country and in other countries. All the values of radon concentration, effective dose and fatality risk in all dwellings under test were found to be quite lower than the permissible value recommended by UNSCEAR and ICRP.*

**Keywords:** *Radon inhalation, indoor, effective dose, lifetime cancer risk, nuclear track detectors, CR-39*

(Received: 17/6/2020, Revised: 1/8/2020, Accepted for publication: 6/8/2020)