

ประเมินความเสี่ยงก๊าซเรดอนภายในอาคาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี Risk Assessment of Radon gas indoor Buildings at Prince of Songkla University, Pattani Campus

ปริยาภรณ์ เนื่อนัย¹ พงทิพย์ แก้วทับทิม^{1*}
Preeyaporn Nuanui¹ and Pungtip Kaewtubtim¹

¹สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

¹Department of Science, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani Province

*Corresponding author, E-mail: preeyaporn.n1999@gmail.com

Received: 02-06-2024 Revised: 15-11-2025 Accepted: 11-12-2025

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์งานวิจัยเพื่อประเมินความเสี่ยงก๊าซเรดอนภายในอาคาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต ปัตตานี ก๊าซเรดอนเป็นสารก่อมะเร็ง กระจายอยู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม รวมทั้งวัสดุก่อสร้าง สำหรับ การวิจัยในครั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์ ก๊าซเรดอนในห้องเรียน และห้องสำนักงาน จำนวน 56 ตำแหน่ง ด้วยเทคนิค การกัตรอยนิวเคลียร์ โดยวัดรอยรังสีแอลฟาชนิดแผ่นฟิล์ม CR-39 เป็นเวลา 1 เดือน จากนั้นนำมากัดขยายรอย ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 6.25 mol/L ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ตรวจนับค่าความหนาแน่นรอยรังสีแอลฟาที่เกิดขึ้นด้วยกล้องจุลทรรศน์ และปรับเทียบรอยแผ่งเป็นค่า ความเข้มข้นของเรดอน พบว่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนมีค่าอยู่ระหว่าง 4.89 ± 1.82 ถึง 61.76 ± 56.92 Bq/m³ เฉลี่ย 21.99 ± 8.69 Bq/m³ ซึ่งมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่ US EPA กำหนดที่ 148 Bq/m³ สำหรับปริมาณ รังสีสมมูลที่ได้รับต่อปี มีค่าอยู่ระหว่าง 0.12 ± 0.05 ถึง 1.56 ± 1.44 mSv/y เฉลี่ย 0.55 ± 0.22 mSv/y ซึ่ง ต่ำกว่ามาตรฐานที่ ICRP กำหนดที่ 3-10 mSv/y นอกจากนี้ ผลการประเมิน ความเสี่ยงในการก่อให้เกิดมะเร็ง ตลอดช่วงชีวิต มีค่าอยู่ระหว่าง $(0.47 \pm 0.18) \times 10^{-3}$ ถึง $(6.00 \pm 5.53) \times 10^{-3}$ เฉลี่ย $(2.14 \pm 0.84) \times 10^{-3}$ ซึ่งมีค่า สูงกว่ามาตรฐาน UNSCEAR กำหนด 0.29×10^{-3} ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า นักศึกษา และบุคลากร ของ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ได้รับก๊าซเรดอนในระดับที่ต่ำ จึงมีความปลอดภัยต่อความเสี่ยง จากการเป็นโรคมะเร็งปอด

คำสำคัญ ก๊าซเรดอน, เทคนิคการกัตรอยนิวเคลียร์, โรคมะเร็งปอด

ABSTRACT

The objective of this research was to assess the risk of indoor radon gas in buildings at Prince of Songkla University, Pattani Campus. Radon is a carcinogenic gas that is ubiquitous in the environment, including in building materials. A total of 56 classrooms and offices were randomly selected for radon measurement using the nuclear track etching technique. CR-39 detectors were exposed for one month to measure alpha radiation, then etched with a 6.25 mol/L sodium hydroxide (NaOH) solution at 60 °C for 4 hours. The track density was counted under a microscope and converted to radon concentration. The results showed that radon concentrations ranged from 4.87 ± 3.16 to 61.76 ± 56.92 Bq/m³, with an average of 21.99 ± 8.69 Bq/m³, which is lower than the U.S. EPA guideline of 148 Bq/m³. The annual effective dose ranged from 0.12 ± 0.05 to 1.56 ± 1.44 mSv/y, with an average of 0.55 ± 0.22 mSv/y, below the ICRP recommended range of 3–10 mSv/y. The excess lifetime cancer risk ranged from $(0.47 \pm 0.18) \times 10^{-3}$ to $(6.00 \pm 5.53) \times 10^{-3}$, with an average of $(2.14 \pm 0.84) \times 10^{-3}$, which is higher than the UNSCEAR reference value of 0.29×10^{-3} . The study concludes that students and staff at Prince of Songkla University, Pattani Campus are exposed to low levels of radon gas and are therefore considered safe with regard to radon-induced lung cancer risk.

Keyword: Radon Gas, Nuclear Track Etching Technique, Lung Cancer

1. บทนำ

ก๊าซเรดอน (Radon gas) คือ กัมมันตรังสี ที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และไม่สามารถรับรู้ได้ โดยประสาทสัมผัสของมนุษย์ [1] และการที่ก๊าซ เรดอนมีสถานะเป็นก๊าซจึงสามารถเข้าสู่ร่างกาย ได้โดยระบบทางเดินหายใจ (Respiration) [2] และไป

สะสมในบริเวณเนื้อเยื่อปอด (Lung tissue) เมื่อเวลาผ่านไปก็จะ สลายตัวไปเป็น โพลONIUMโดยการปลดปล่อยอนุภาคแอลฟา (Alpha particle) ออกมา [1] โดยที่อนุภาค แอลฟานี้มีประจุบวก สอง สามารถทำให้อะตอม ที่แอลฟาเคลื่อนที่ผ่านแตกตัวเป็น ไอออนได้ดี และนอกจากนี้โพลONIUMซึ่งเป็นนิวไคลด์

กัมมันตรังสีจะฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อแล้วสลายตัวต่อไปจนกว่าจะเสถียร ทำให้เนื้อเยื่อบริเวณนั้น เสียหาย [3] ก๊าซเรดอนเกิดจากการสลายตัวของ เรเดียม ($Ra-226$) ซึ่งมียูเรเนียม ($U-238$) เป็นกัมมันตรังสีตั้งต้น [4] พบทั่วไปในดิน หิน น้ำ และอากาศซึ่งมีอยู่ตามธรรมชาติ บนพื้นโลก [5] ดังนั้นในบรรยากาศทั่วไปจึงมีก๊าซเรดอนปะปน อยู่จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณสารกัมมันตรังสี ยูเรเนียม และเรเดียมในบริเวณ ดังกล่าว [6,7,8] เมื่อมนุษย์นำดิน หิน หรือทราย ซึ่งเป็นวัสดุก่อสร้างอาคารบ้านเรือนที่มีแร่ เรเดียมเจือปนมาใช้ วัสดุก่อสร้างโดยส่วนใหญ่มี การปลดปล่อยก๊าซเรดอนออกมาอยู่แล้ว โดยจะมีปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเรดอนที่ปล่อย ออกมาขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของวัสดุก่อสร้าง เช่น วัสดุก่อสร้างประเภทหิน ถึงแม้ว่าปกติแล้ว ในอุตสาหกรรมก่อสร้างจะใช้หินปูนที่มี การปลดปล่อยแก๊สเรดอนในปริมาณต่ำกว่า หินแกรนิตมาก แต่จากงานวิจัยพบว่า หินปูนในบางพื้นที่ที่มีการปลดปล่อยแก๊สเรดอนออกมาสูง เหมือนกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของหินที่ นำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างด้วย เพราะหินปูนที่ใช้ ก่อสร้างถูกนำมาจากภูเขาหินปูนซึ่งอาจมี หินแกรนิตแทรกตัวอยู่ภายใต้ภูเขาหินปูนนี้ ส่งผลให้หินปูนมีการปลดปล่อยแก๊สเรดอน ออกมาในปริมาณสูงด้วย [9] วัสดุก่อสร้างชนิดคอนกรีตให้ก๊าซเรดอนสูงเช่นกัน [10] วัสดุ เหล่านั้นจะปลดปล่อยก๊าซเรดอนออกมาตาม ปริมาณสารตั้งต้นที่ปะปนอยู่ หากกระบวนการ ก่อสร้างอาคารไม่มีการระบายอากาศที่ดีก็จะ เป็นแหล่งสะสมของก๊าซเรดอนในปริมาณที่สูง จนอาจเป็นอันตรายต่อผู้อยู่อาศัยได้ โดยได้ กำหนดให้ความเข้มข้นของก๊าซเรดอนในอาคารบ้านเรือนไม่ควรเกิน 148 Bq/m^3 [11] สำหรับ ค่าปริมาณรังสีสมมูลที่ได้รับต่อปีไม่ควรเกิน $3-10 \text{ mSv/y}$ [12] และค่าความเสี่ยงใน การก่อให้เกิดมะเร็งในตลอดช่วงชีวิตไม่ควรเกิน 0.29×10^{-3} [12]

การได้รับสารกัมมันตรังสีจากเรเดียม และ เรดอนเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่มากเกินไป ซึ่ง อาจจะได้รับจาก น้ำ อากาศ อาหาร หรือแม้แต่ การสัมผัสสิ่งของที่มีการปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสี สามารถส่งผลกระทบต่อร่างกายได้ เช่นกัน เมื่อก๊าซเรดอนเข้าสู่ทางเดินหายใจจะ เกิดการสลายตัวให้รังสีแอลฟาและเกิดเป็นธาตุกัมมันตรังสีตัวใหม่ขึ้น ซึ่งธาตุกัมมันตรังสีตัวใหม่ ที่เกิดขึ้นมีสถานะเป็นของแข็งซึ่งสลายตัวให้ธาตุ กัมมันตรังสีลูกหลานต่อไปเรื่อย ๆ จนกลายเป็น ธาตุตะกั่วซึ่งเป็นธาตุเสถียรและสะสมอยู่ใน อวัยวะปอด ไม่สามารถกำจัดออกจากปอดได้ เป็นผลให้เซลล์ที่ปอดจะได้รับอันตรายจากทั้ง รังสีแอลฟาและพิษตะกั่ว ซึ่งจะนำไปสู่การทำให้ มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งปอด ซึ่ง องค์ การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) ได้ประกาศให้ก๊าซเรดอน เป็นสาเหตุอันดับที่สองของมะเร็งปอดรองจาก บุหรี่ [13] สำหรับประเทศไทยโรคมะเร็งปอดเป็น สาเหตุการตาย อันดับต้น ๆ ของคนไทยมาเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งพบแนวโน้ม การเป็น โรคมะเร็งสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง [14] จากสถิติมะเร็งปอดเป็นสาเหตุการตายอันดับสองรอง จากมะเร็งตับ ถือได้ว่าอยู่ในอันดับต้น ๆ ของโลก คิดเป็น 37.4 ต่อประชากรแสนคน

[15] โรคมะเร็งปอดเป็นโรคมะเร็งที่พบได้บ่อย โดย ทะเบียนมะเร็งระดับประชากรในประเทศไทย พบอุบัติการณ์โรคมะเร็งปอดบ่อยเป็นอันดับ 2 ในเพศชาย รองจากโรคมะเร็งตับ มีอุบัติการณ์ เป็น 22.8 ต่อประชากรแสนคน และพบบ่อย เป็นอันดับ 4 ในเพศหญิง รองจากโรคมะเร็งเต้านม มะเร็งปากมดลูก และ มะเร็งตับ คิดเป็น อุตการณ์ 11.5 ต่อประชากรแสนคน [16] แม้จะทราบกันดีว่าการสูบบุหรี่ ซึ่งเป็นสาเหตุ หลักของการเสียชีวิตจากมะเร็งปอด แต่ในปี ค.ศ. 1988 องค์การระหว่างประเทศเพื่อการวิจัย มะเร็ง (International Agency of Research on Cancer: IARC) แห่งองค์การอนามัยโลก ได้มีการจัดประชุมผู้เชี่ยวชาญทั่วโลก ได้ข้อสรุปเป็นเอกฉันท์ว่า ก๊าซเรดอนเป็นสารก่อมะเร็งใน มนุษย์ และสัตว์ เช่นเดียวกับการประชุม นักวิทยาศาสตร์ชั้นนำทั่วโลก ซึ่งจัดโดย National Academic of Sciences, International Commission on Radiological Protection (ICRP) และ National Council on Radiation Protection and Measurement (NCRP) ได้สรุปว่า ก๊าซเรดอนเป็นสาเหตุของ โรคมะเร็งปอดในมนุษย์ และอ้างอิงด้วยจาก การศึกษาความสัมพันธ์ของก๊าซเรดอนในอาคาร กับการก่อให้เกิดโรคมะเร็งปอดทั่วโลกพบว่า 3-20 % ของการเสียชีวิตจากการเป็นโรคมะเร็ง ปอดเกิดจากการได้รับสัมผัสก๊าซเรดอนในอาคาร [17]

ดังนั้นการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้น ของก๊าซเรดอนภายในอาคารจึงมีความจำเป็น อย่างยิ่งสำหรับการ ประเมินความเสี่ยงต่อการ เป็นโรคมะเร็งในบริเวณที่อยู่อาศัย โดยเฉพาะ ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งมีอาคาร ต่าง ๆ ที่ถูกสร้างโดยใช้วัสดุที่มาจากหิน ดิน ทราย อิฐ ปูน และเป็นอาคารแบบปิดไม่ค่อยเปิดประตูหน้าต่าง ซึ่งอาจจะมีสารกัมมันตรังสี ปนเปื้อน เพื่อทำให้ทราบปริมาณความเข้มข้น ของก๊าซเรดอนอันจะนำไปสู่มาตรการ การ จัดการวางแผนป้องกันและควบคุมโรคมะเร็ง ต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

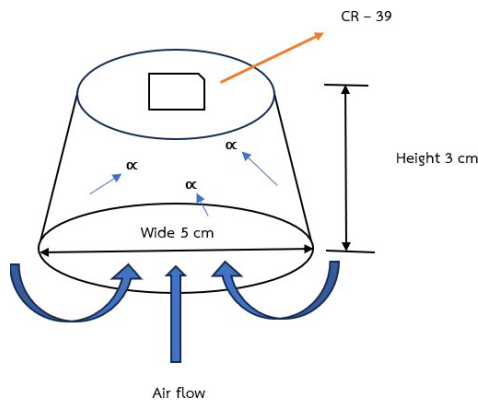
2.1 ขั้นตอนเก็บตัวอย่างก๊าซเรดอน ภายในอาคาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

2.1.1 ศึกษาพื้นที่ วางแผนการลง พื้นที่ เพื่อเลือกอาคาร และตำแหน่งที่จะติดตั้งชุด ตรวจวัดก๊าซเรดอนภายในอาคารต่างๆ ของ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

2.1.2 สร้างความเข้าใจและ ความร่วมมือกับเจ้าหน้าที่และบุคลากร ในการลง พื้นที่พบปะพูดคุยสร้างความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับความ เสี่ยงทางสุขภาพสำหรับก๊าซเรดอนให้กับเจ้าหน้าที่และบุคลากร รวมถึงนักเรียนนักศึกษา ในการขอ ความร่วมมือสำหรับติดตั้งชุดตรวจวัดก๊าซเรดอน ภายในอาคาร

2.1.3 นำแผ่นฟิล์มพลาสติก CR-39 ของบริษัท Application define ใช้เป็น หัววัดความเข้มข้นของก๊าซเรดอนภายในอาคาร บ้านเรือน ขนาด 1.0 cm^2 จำนวน 56 แผ่น แล้วนำไปประกอบเป็นชุดตรวจวัดก๊าซเรดอนในอาคาร ด้วยเทคนิคการกัตรอยนิวเคลียร์ เนื่องจากสามารถ วัดปริมาณก๊าซเรดอนใน

ระยะยาวได้ ทำให้ผลการวัด ที่ได้แม่นยำสูง สามารถติดตั้งอุปกรณ์ได้ง่าย และมี ราคาไม่แพงมากนักเมื่อเทียบกับเครื่องมือวัดแบบอื่น



ภาพที่ 1 ชุดตรวจวัดก๊าซเรดอน

2.1.4 นำชุดตรวจวัดก๊าซเรดอน ไปติดตั้งภายในอาคารเรียน และสำนักงาน ของ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี 20 อาคาร รวม 56 ตำแหน่ง ในบริเวณชั้นหนึ่งของอาคาร เนื่องจากแหล่งของก๊าซเรดอนมาจากดิน และ หินใต้พื้น ซึ่งสามารถซึมผ่านรอยแตก และรอยแยก จากพื้นได้ ชั้นหนึ่งจึงเป็นชั้นที่มีการสะสมของก๊าซ เรดอนมากกว่าชั้นอื่น ๆ [18] ได้แก่ ห้องสำนักงาน ห้องพักอาจารย์ หรือห้องอื่นที่ผู้อยู่อาศัยใช้ชีวิตทำกิจกรรมต่าง ๆ อยู่เป็นเวลานานในแต่ละวัน เพื่อหา ค่าเฉลี่ยของแต่ละอาคาร โดยติดตั้งชุดตรวจวัดอยู่สูง

2.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลการวิจัยในห้องปฏิบัติการ

2.2.1 นำแผ่นฟิล์มพลาสติก CR-39 ที่วางทิ้งไว้ครบ 30 วัน มากัดขยายรอยของ อนุภาครังสีแอลฟาตามเงื่อนไขที่เหมาะสม คือ ใช้ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 6.25 mol/L ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง [20] ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

2.2.2 ตรวจนับค่าความหนาแน่น รอยรังสีแอลฟาที่เกิดขึ้นบนแผ่นฟิล์มพลาสติก CR-39 ด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า ภายใต้กรอบกำหนดพื้นที่ 120,000 (μm)²

2.2.3 เปรียบเทียบความหนาแน่น รอยรังสีแอลฟาเป็นค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอน (Concentration of Radon, C) โดยสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ซึ่ง วิธีการเปรียบเทียบนี้ผ่านการเปรียบเทียบกับ ห้องปฏิบัติการวัดเรดอนของ National Institute of Radiological Science (NIRS) ประเทศญี่ปุ่น ดังสมการที่ (1) โดยค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนมาตรฐานในอาคารบ้านเรือนไม่ควรเกิน 148 Bq/m³ [11]

$$C = \frac{\rho}{kt} \quad (1)$$

เมื่อ C คือ ความเข้มข้นรังสีแอลฟาของก๊าซเรดอน 3 ρ คือ อัตราส่วนของรอยอนุภาคแอลฟาต่อพื้นที่ 120,000 (μm)² (Bq/m) (track/(μm)²) โดยที่ $\rho = \frac{\text{Track}}{\text{Area}}$ และ k คือ ค่า calibration factor เท่ากับ 1.63985 × 10⁻⁶ Track·(μm)²·m³·kBq·hr)⁻¹ t คือ เวลา (hr)

2.2.4 คำนวณปริมาณสมมูลที่ได้รับต่อปี (Annual Effective Dose, DT) ปริมาณ รังสีสมมูลจากการได้รับรังสีจากก๊าซเรดอน (The Exposure to Radon Daughters) หรือไอโซโทป รังสีที่เป็นลูกหลานเรดอนที่เรียกว่า Radon Daughters โดยที่การสัมผัสกับเรดอนหรือไอโซโทป ลูกหลานภายในที่อยู่อาศัยนั้น สามารถคำนวณได้ดัง สมการที่ (2) สำหรับค่าปริมาณรังสีสมมูลที่ได้รับต่อปีไม่ควรเกิน 3-10 mSv/y [12]

$$DT = C \times D \times H \times F \times T \quad (2)$$

เมื่อ DT คือ ปริมาณรังสีสมมูลที่ได้รับต่อปี (mSv/y) C คือ ค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอน (Bq/m³) D คือ แฟกเตอร์การเปลี่ยนแปลง (Dose Conversion Factor = 9 × 10⁻⁶ mSv/hr per Bq/m³) H คือ แฟกเตอร์ในการอยู่อาศัย (Indoor Occupancy Factor = 0.8) F คือ แฟกเตอร์สมดุล สำหรับเรดอนในบ้านเรือน (Equilibrium Factor = 0.4) T คือ เวลาใน 1 ปี (24 hr × 365 days = 8760 hr/y)

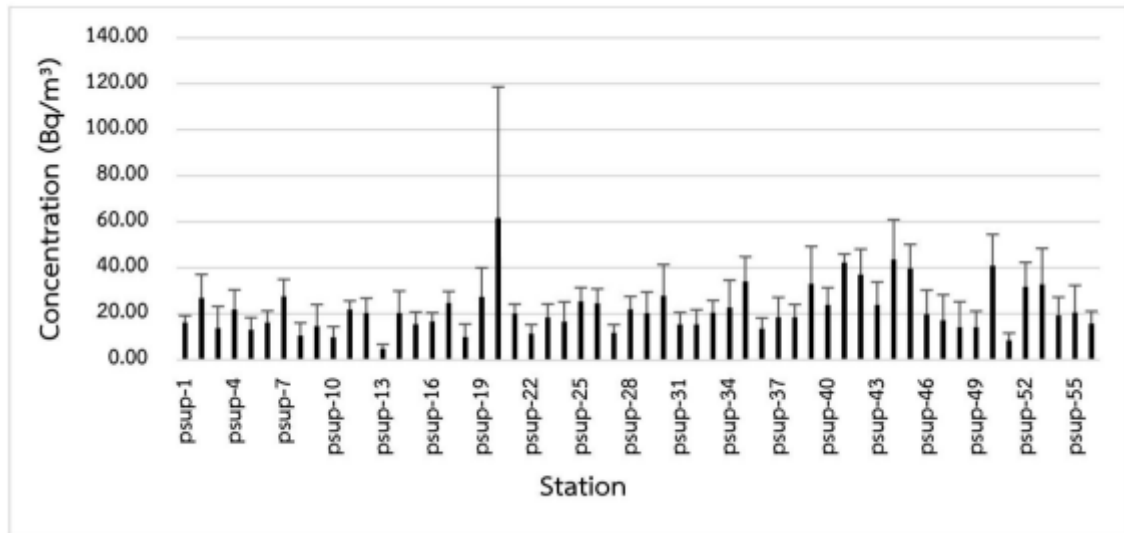
2.2.5 คำนวณค่าความเสี่ยงใน การก่อให้เกิดมะเร็งตลอดช่วงชีวิต (Excess lifetime cancer risk, ELCR) สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (3) และค่าความเสี่ยงในการก่อให้เกิดมะเร็งในตลอดช่วงชีวิตไม่ควรเกิน 0.29×10⁻³ [12,21]

$$ELCR = DT \times DL \times RFELCR \quad (3)$$

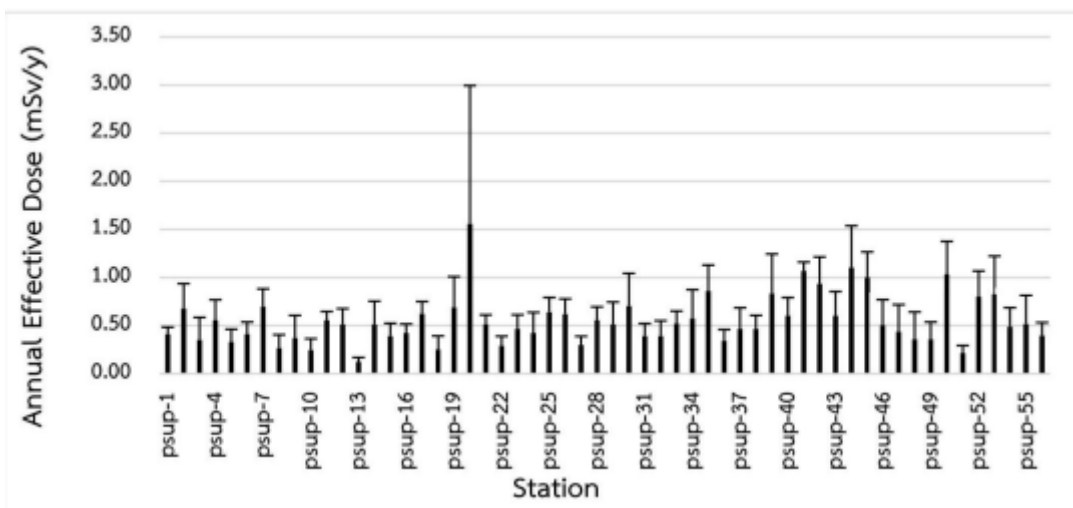
เมื่อ DT คือ ปริมาณรังสีสมมูลที่ได้รับต่อปี (mSv/y) DL คือ อายุขัยเฉลี่ยของมนุษย์ (ประมาณ 70 ปี) RF คือ ปัจจัยเสี่ยงเป็นความเสี่ยงมะเร็ง (Risk Factor = 5.5 × 10⁻² Sv-

จากภาพที่ 2 กราฟแสดงความเข้มข้นของก๊าซเรดอนในอาคารมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขต ปัตตานี ทั้งหมด 56 ตำแหน่ง มีค่าอยู่ ระหว่าง 4.89 ± 1.82 ถึง 61.76 ± 56.92 Bq/m³ และมีค่าความเข้มข้นก๊าซเรดอนเฉลี่ยเท่ากับ 21.99 ± 8.69 Bq/m³ ซึ่งมีค่าต่ำกว่า มาตรฐานที่ US EPA กำหนดคือ 148 Bq/m³ โดยมีค่าสูงสุด อยู่ที่ห้องสำนักงาน ของอาคารสำนักส่งเสริมและบริการ วิชาการ (PSUP-20) และมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ห้องพักครู ชีววิทยา ของอาคาร 51 (PSUP-13)

3. ผลการวิจัยและอภิปราย



ภาพที่ 2 ค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนภายในอาคารของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี



ภาพที่ 3 ปริมาณรังสีสะสมที่ได้รับต่อปีของก๊าซเรดอนภายในอาคารของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

จากภาพที่ 3 แสดงผลการวัดปริมาณรังสี สมมูลที่ของก๊าซเรดอนได้รับต่อปีภายในอาคาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ทั้งหมด 56 ตำแหน่ง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.12 ± 0.05 ถึง 1.56 ± 1.44 mSv/y และมีปริมาณรังสีสมมูลที่ได้รับต่อปีเฉลี่ยเท่ากับ 0.55 ± 0.22 mSv/y ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานที่ ICRP กำหนด 3-10 mSv/y โดย ค่ารังสีสมมูลที่ได้รับต่อปีมีค่าสูงสุดที่ตำแหน่ง ห้อง สำนักงาน อาคารสำนักส่งเสริมและบริการวิชาการ (PSUP-20) และมีค่าต่ำสุดตำแหน่ง ที่ห้องพักครู ชีววิทยา อาคาร 51 (PSUP-13)

จากภาพที่ 4 ผลการประเมินความเสี่ยงในการก่อให้เกิด มะเร็งตลอดช่วงชีวิตภายในอาคาร อาคารมหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขต ปัตตานี ทั้งหมด 56 ตำแหน่ง มีค่าอยู่ระหว่าง $(0.47 \pm 0.18) \times 10^{-3}$ ถึง $(6.00 \pm 5.53) \times 10^{-3}$ และมีค่าความเสี่ยงในการก่อให้เกิดมะเร็งตลอดช่วงชีวิตเฉลี่ยเท่ากับ 2.14 ± 0.84 ซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่ UNSCEAR

0.29×10^{-3} [12,21] กำหนด โดยมีความ เสี่ยงสูงสุดอยู่ที่ ห้องสำนักงาน ของอาคารสำนัก ส่งเสริมและบริการวิชาการ (PSUP-20) และมีค่า ต่ำสุดอยู่ที่ ห้องพักครูชีววิทยาของ อาคาร 51 (PSUP-13)

จากการศึกษาความเข้มข้นของก๊าซเรดอน ภายในอาคารเพื่อประเมินความเสี่ยงของ มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ทั้งหมด 56 ตำแหน่ง ค่าเฉลี่ย 21.99 ± 8.69 Bq/m³ ซึ่งมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่ US EPA กำหนดคือ 148 Bq/m³ สำหรับปริมาณรังสีสมมูลที่ได้รับต่อปีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.55 ± 0.22 mSv/y ซึ่งต่ำกว่า มาตรฐานที่ ICRP กำหนด 3-10 mSv/y และผลการ ประเมินความเสี่ยงในการก่อให้เกิดมะเร็งตลอด ช่วงชีวิต มี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.14 ± 0.84 ซึ่งที่ค่าสูง กว่ามาตรฐาน

UNSCEAR กำหนด 0.29×10^{-3} [22] และเมื่อเทียบค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนในบ้านเรือน ปริมาณรังสีสมมูลที่ได้รับต่อปี และผลการประเมินความเสี่ยงในการก่อให้เกิดมะเร็งตลอด ช่วงชีวิต พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาก๊าซเรดอน ภายในบ้านเรือน บริเวณพื้นที่อำเภอ

[24] จากการศึกษาค่าความเข้มข้นของก๊าซเรดอนภายในอาคารของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี และวิเคราะห์ความเสี่ยงในการก่อให้เกิด มะเร็งในตลอดช่วงชีวิต พบว่าห้องที่มีความเสี่ยงใน การก่อให้เกิด มะเร็งในตลอดช่วงชีวิตสูงสุดคือ ห้อง สำนักงานของอาคารสำนักส่งเสริมและบริการ วิชาการ (PSUP-20) ลักษณะของห้องดังกล่าวอยู่ใน อาคารเก่าที่สร้างพร้อม ๆ กับการริเริ่มก่อตั้ง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี และเป็นอาคารชั้น 1 ดังนั้นก๊าซเรดอนอาจจะเข้ามาตาม พื้นที่มีรอยแตก รอยต่อระหว่างท่อระบายน้ำ ท่อ ปะปา หรือพื้นที่ที่เจาะรูไว้ ทำให้ก๊าซเรดอนสามารถ แพร่แทรกเข้ามาได้ และอาจจะเป็นเพราะว่าวัสดุ ก่อสร้างที่ใช้ในการทำอาคารดังกล่าวมีสาร กัมมันตรังสีปะปนอยู่สูง จึงทำให้มีการปล่อยสาร กัมมันตรังสีออกมาในปริมาณสูงเช่นกัน รองลงมา เป็นห้องพักอาจารย์ อาคาร 58 (PSUP-44) ห้องเรียน อาคารวิทยากรสื่อสาร (PSUP-41) ห้องสำนักงาน เจ้าหน้าที่นั่งทำงาน ของคณะรัฐศาสตร์ (PSUP-50) ห้องเจ้าหน้าที่อาคาร 58 (PSUP-45) ลักษณะของ

ห้องเหล่านี้เป็นห้องที่ไม่มีหน้าต่าง และไม่ค่อยเปิด ประตู อย่างไรก็ตามภายในอาคารเดียวกันอาจจะม

4. บทสรุป

ความเข้มข้นของก๊าซเรดอนภายในอาคารมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ทั้งหมด 56 ตำแหน่ง มีค่าอยู่ระหว่าง 8.47 ± 3.16

ถึง $61.76 \pm 56.92 \text{ Bq/m}^3$ เฉลี่ยเท่ากับ $21.99 \pm$

8.69 Bq/m^3 ซึ่งมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานที่ US EPA กำหนดคือ 148 Bq/m^3 สำหรับปริมาณรังสีสมมูลที่ได้รับต่อปี มีค่าอยู่ระหว่าง 0.12 ± 0.05 ถึง $1.56 \pm$

1.44 mSv/y เฉลี่ยเท่ากับ $0.55 \pm 0.22 \text{ mSv/y}$

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ในการสนับสนุน ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ ประจำปี งบประมาณ 2567 ขอขอบคุณคณะ วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีมหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขต ปัตตานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือ สิ่งอำนวยความสะดวกที่เอื้ออำนวยในการบรรล วัตถุประสงค์การวิจัยในครั้งนี้ ขอแสดงความขอบคุณ บุคลากรของมหาวิทยาลัยสงขลา นครินทร์ วิทยาเขต

เมืองยะลา จังหวัดยะลา [23] แต่มีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับ ความเข้มข้นก๊าซเรดอนภายในอาคารของคณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์ซึ่งมีค่าเฉลี่ย $121.2 \pm 54.1 \text{ Bq/m}^3$

ความเข้มข้นของก๊าซเรดอนต่างกันเนื่องจากความหนาแน่นของอากาศต่างกัน ส่งผลต่อการถ่ายเทก๊าซ เรดอน นอกจากนี้ฤดูที่ต่างกันความเข้มข้นของก๊าซ เรดอนจะต่างกัน โดยฤดูร้อนความเข้มข้นของก๊าซ เรดอนในอาคารสูงกว่าฤดูหนาว เนื่องจากฤดูหนาวมี การระบายอากาศตามธรรมชาติที่สูง [25] และ ลักษณะของอาคารแถวจะมีความเสี่ยงในการ ก่อให้เกิดมะเร็งในตลอดช่วงชีวิตต่ำกว่าเมื่อเทียบกับ อาคารเดี่ยว [26] สำหรับการศึกษาในครั้งนี้เป็น ลักษณะอาคารแถว ซึ่งทำให้ความเสี่ยงใน การก่อให้เกิด มะเร็งในตลอดช่วงชีวิตต่ำ อย่างไรก็ตามเนื่องจากก๊าซเรดอนมีอยู่ทั่วไปทุกหนแห่ง เช่น เดียวกันกับก๊าซพิษอื่น ๆ การทำให้อาคารใด ๆ ปราศจากก๊าซเรดอนโดยสิ้นเชิง จึงไม่สามารถที่จะ กระทำได้แต่การควบคุมปริมาณก๊าซเรดอนให้อยู่ใน ระดับที่เหมาะสม เป็นสิ่งที่สามารถกระทำได้ซึ่ง หนทางที่ดีที่สุดคือ การนำเทคนิควิธีการป้องกันก๊าซ เรดอนไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการออกแบบอาคาร ตั้งแต่ต้น จะ ก่อให้เกิดประสิทธิภาพและประหยัด กว่า การป้องกันก๊าซเรดอนในภายหลัง และควรใช้ กระเบื้องเพื่อให้พื้นสะอาด และปลอดภัยยิ่งขึ้น [27]

ซึ่ง ต่ำกว่ามาตรฐานที่ ICRP กำหนด $3-10 \text{ mSv/y}$ และ ผลการประเมินความเสี่ยงในการก่อให้เกิดมะเร็ง ตลอดช่วงชีวิต มีค่าอยู่ระหว่าง $(0.47 \pm 0.18) \times 10^{-3}$

ถึง $(6.00 \pm 5.53) \times 10^{-3}$ เฉลี่ยเท่ากับ 2.14 ± 0.84 ซึ่งค่าสูงกว่ามาตรฐาน UNSCEAR กำหนด

0.29×10^{-3} สรุปได้ว่าบุคลากร และนักศึกษา ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ยังมี ความปลอดภัยจากการเป็นโรคมะเร็งปอดจากสาเหตุ การสูดดม ก๊าซเรดอน สามารถลดปริมาณก๊าซเรดอน ลงได้โดยการเปิดประตู หน้าต่างบ่อย ๆ เพื่อให้ อากาศถ่ายเท ปัตตานี ที่ให้ความร่วมมือและการช่วยเหลือในการ เก็บ ข้อมูล

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Belete GD, Anteneh YA. General Overview of Radon Studies in Health Hazard Perspectives. Journal of Oncology. 2021;1;1-7.
- [2] Stanley FKT, Irvine JL, Jacques WR, et al. Radon exposure is rising steadily within the modern North American residential environment, and

- is increasingly uniform across seasons. *Scientific Reports*. 2019;9: 1-17.
- [3] Borylo A, Skwarzec B, Wieczorek J. Sources of Polonium 210Po and Radio-Lead 210Pb in Human Body in Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(4):1-9.
- [4] Pantelic G, Celikovic I, Živanovic M, et al. Qualitative overview of indoor radon surveys in Europe. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2019;204:163-174.
- [5] ประชุม คำพูน, สมพิศ ตันตวรนาท, เกียรติสุตา สมนา. ผลกระทบของปริมาณก๊าซเรดอนและแนวทางแก้ไขของผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างประเภทวัสดุ เปลือกอาคาร. *วารสารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*. 2565;20(1):93-104.
- [6] Chen J, Rahman MN, Atiya IA. Radon exhalation from building materials for decorative use. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2010;101:317-22.
- [7] Sakoda A, Hanamoto K, Ishimori Y, et al. Radioactivity and radon emanation fraction of the granites sampled at Misasa and Badgastein. *Applied Radiation and Isotopes*. 2008;66:648-52.
- [8] Kapdan E, Altinsoy N. A comparative study of indoor radon concentrations between dwellings and schools. *Radiation Physics and Chemistry*. 2012;81(4).
- [9] Gillmorea GK, Phillipsb PS, Denmanc AR, etbal. Radon in the Creswell Crags Permian limestone caves. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2002;62:165-179.
- [10] Bulut HA, & Şahin R. Radon, Concrete, Buildings and Human Health—A Review Study. *Buildings*. 2024;14(2):510. doi:10.3390/buildings14020510.
- [11] United States Environmental Protection Agency (US EPA). (1992). National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants; National Emission Standard for Radon Emissions From Phosphogypsum Stacks, Federal Register. 1994;59(57).
- [12] Tirmarche M, Harrison JD, Laurier D, et al. Lung Cancer Risk from Rodon and Progeny and Statement on Rodon. *Annals of the ICRP*. 2010;40(1):1-64.
- [13] อังพงศ์ ศรีสุวรรณ, ไพฑูรย์ วรรณพงษ์, เฉลิม วัฒนต้นตสวัสดิ์. อิทธิพลของวัสดุผิวปิดที่มีต่อการปล่อยก๊าซเรดอนจากวัสดุก่อสร้างประเภทคอนกรีต ซึ่งมีฟอสโฟอิมเป็นส่วนใหญ่. *วารสารวิจัยและ สาธิตสถาปัตยกรรม/การผังเมือง*. 2555;9(2): 105-111.
- [14] ปัทมา พลอยสว่าง, อมรรัตน์ จุฬสวัสดิ์, ปภาวิน แจ่มศรี. การประเมินความรู้ด้านโรคมะเร็งของ เจ้าหน้าที่กรมการแพทย์. *วารสารโรคมะเร็ง*. 2565;41(1):12-23.
- [15] Vatanasapt V, Martin N, Sriplung H, et al. Cancer incidence in Thailand, 1988-1991. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 1995;4:475-483.
- [16] National center institute, Medical Record and Databased Cancer Unit. *Cancer in Thailand*. 10. Bangkok:. 2021.
- [17] Kim SH, Hwang WJ, Cho IS, et al. Attributable risk of lung cancer deaths due indoor radon exposure. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*. 2016;28(8):1-7.
- [18] Senitkova IJ, Kraus I. Seasonal and Floor Variations of Indoor Radon Concentration. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019;221:1-7.
- [19] Ivanova K, Stojanovska Z, Djunakova D, et al. Analysis of the spatial distribution of the indoor radon concentration in school's buildings in Plovdiv province, Bulgaria. *Building and Environment*. 2021;204:1-10.
- [20] Salim DA, Ebrahiem SA. Measurement of Radon concentration in College of Education, Ibn Al-Haitham buildings using Rad-7 and CR-39 detector. *Energy Procedia*. 019;157: 918-925.
- [21] Sherafat S, Mansour SN, Moaferi M, et al. First indoor radon mapping and assessment excess lifetime cancer risk in Iran. *MethodsX*. 2019;6:2205-2216.
- [22] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). *Sources and effects of atomic radiation*. New York:2002.
- [23] ปัทมา พิศภักดิ์. การประเมินการได้รับก๊าซ เรดอนภายในอาคารที่มีผลต่อการเกิดโรคมะเร็งปอดในบริเวณพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดยะลา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*. 2565;7(2):43-52.
- [24] ณัฐชยา จันทรวิชัย, อุดินันท์ เจ๊ะชู, และฮัมดัม แลหะ.

ปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสี ในดินบริเวณ เหมืองแร่
ทองคำเก่า ตำบล ภูเขาทอง อำเภอสุคิริน จังหวัด
นราธิวาส. วารสาร มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 2559;8(3):121-128.

- [25] Baltrenas P, Grubliauskas R, Danila, V. Seasonal Variation of Indoor Radon Concentration Levels in Different Premises of a University Building. Sustainability. 2020;12; 1-15.

- [26] Lee SY, Lim SH, Kim HS. Assessing the Radon Exposure Variability and Lifetime Health Effects across Indoor Microenvironments and Sub-Populations. Atmosphere. 2024;5(8):1-11.
- [27] Ravikumar P, Somashekar RK. Estimates of the dose of radon and its progeny inhaled inside buildings. European journal of Environmental Science. 2013;3(2):88-94