

ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติในตัวอย่างทรายชายหาด บริเวณชายหาดรัชดาภิเษก อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี ประเทศไทย

Specific Activities of Natural Radionuclides in Beach Sand Samples from Ratchadapisek Beach Nong Chik District in Pattani Province, Thailand

มูร์ณี ดาโอ๊ะ^{1*}, ประสงค์ เกษราธิคุณ², ปูรินทร จันทร์เลิศ³ และฤทัยรัตน์ บุญครองชีพ⁴

Murnee Daoh^{1*}, Prasong Kessaratikoon², Purintorn Chanlert³ and Ruthairat Boonkrongcheep⁴

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ในตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 50 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณรัชดาภิเษก อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี ทางภาคใต้ของประเทศไทย พบว่าค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) มีค่าพิสัยเป็น 200-703, 22-47 และ 4-23 Bq/kg และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 428 ± 14 , 31 ± 8 และ 11 ± 2 Bq/kg ตามลำดับ และได้ใช้ค่ามัธยฐานที่คำนวณได้นี้ในการประเมินค่าดัชนีความเป็นอันตรายทางรังสีจำนวน 4 ค่าในบริเวณชายหาดรัชดาภิเษก นอกจากนี้ยังได้เปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้นี้กับค่าที่ตรวจวัดได้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติและข้อมูลของกลุ่มนักวิจัยทั้งในและต่างประเทศทั่วโลกอีกด้วย

คำสำคัญ: กัมมันตภาพจำเพาะ, นิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ, ทรายชายหาด

Abstract

The specific activities of natural radionuclides (^{40}K , ^{226}Ra and ^{232}Th) in 50 beach sand samples collected from Ratchadapisek beach Nong Chik district in Pattani Province in southern region of Thailand, have been measured and analyzed. It was found that the specific activities of ^{40}K , ^{226}Ra and ^{232}Th ranged from 200-703, 22-47 and 4-23 Bq/kg and the average values of 428 ± 14 , 31 ± 8 and 11 ± 2 Bq/kg, respectively. Furthermore, four radiological hazard indices were evaluated for this area by using the ^{40}K , ^{226}Ra and ^{232}Th median values. Moreover, the results were also compared with the Office of Atoms for Peace (OAP) annual report data, Thailand and global radioactivity measurement and evaluations.

Keywords: Specific Activity, Natural Radionuclide, Beach Sand

¹ อ., โปรแกรมวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สงขลา 90000

² ผศ.ดร., สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000

³ อ.ดร., โปรแกรมวิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สงขลา 90000

⁴ ผู้ช่วยวิจัย, หน่วยวิจัยฟิสิกส์นิวเคลียร์และวัสดุ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000

¹ Lecturer, General Physics and Science Program, Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla, 90000

² Asst. Prof. Dr., Department of Basic Science and Mathematics, Faculty of Science, Thaksin University, Songkhla, 90000

³ Lecturer, Dr., General Physics and Science Program, Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla, 90000

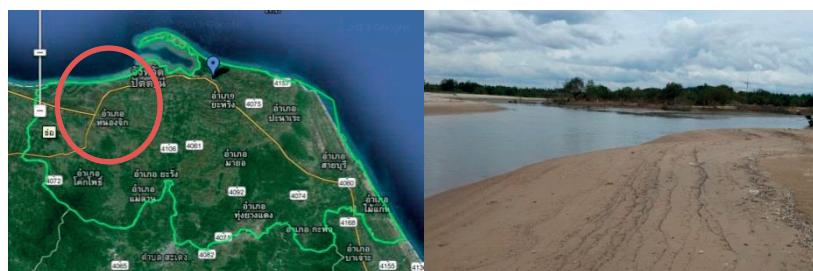
⁴ Research Assistant, Nuclear and Material Physics Research Unit (NuMPRU), Department of Basic Science and Mathematics, Faculty of Science, Thaksin University, Songkhla, 90000

* Corresponding author: Tel. 087-3939033, E-mail address: murnee.daoh@gmail.com

บทนำ

นิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติในดินและทรายส่วนใหญ่มาจาก ^{226}Ra ที่มีอยู่ในอนุกรมยูเรเนียม (Uranium Series) และ ^{232}Th ในอนุกรมทอเรียม (Thorium Series) รวมไปถึงผลผลิต (Product) รุนลุกรุ่นหลานที่เกิดจากการสลายตัวในอนุกรมสารกัมมันตรังสีต่างๆ เหล่านี้ในอีกมากมาย และนอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติอยู่แล้วตั้งแต่กำเนิดของโลกมนุษย์ และสารกัมมันตรังสีที่ไม่ได้อยู่ในอนุกรมสารกัมมันตรังสี ได้แก่ ^{40}K เป็นต้น โดยสารกัมมันตรังสีดังกล่าวนี้มักจะสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวเรา ซึ่งจะมีปริมาณมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับลักษณะทางธรณีวิทยาของเปลือกโลกที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งปัจจุบันได้มีการนำสารกัมมันตภาพรังสีมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ การอุตสาหกรรม พลังงาน และอาวุธ ซึ่งบางครั้งก็อาจก่อให้เกิดโทษได้ ดังตัวอย่าง การระเบิดของโรงไฟฟ้าที่ใช้พลังงานนิวเคลียร์ เมื่อวันที่ 26 มีนาคม ค.ศ. 1986 ที่เมืองเชอร์โนบิล ประเทศสหภาพโซเวียต และล่าสุดภัยพิบัตินิวเคลียร์ฟูกูชิมะ ไดอิจิ เป็นเหตุการณ์ที่อุปกรณ์เครื่องมือขัดข้องและปลดปล่อยสารกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้น ณ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะ ไดอิจิ หลังจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิในโทโฮกุ ที่เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2554 ก่อให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินและชีวิต บางคนเสียชีวิตทันที บางคนได้รับบาดเจ็บจากการรับสารกัมมันตรังสี มากบ้างน้อยบ้าง ดังนั้น มนุษย์ทุกคนที่อาศัยอยู่บนโลกจึงได้รับกัมมันตภาพรังสีที่สะสมอยู่ในธรรมชาติอยู่ตลอดเวลา ถ้าปริมาณของนิวไคลด์กัมมันตรังสีต่างๆ เหล่านี้มีมากเกินไปในธรรมชาติจะทำให้ปริมาณโดสของรังสีเกินมาที่ร่างกายของมนุษย์โลกได้รับเข้าไป จะมีปริมาณมากไปด้วย

ด้วยเหตุนี้ การตรวจวัดปริมาณของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง นอกจากนี้การนำค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติไปคำนวณหาค่าปริมาณรังสีแกมมา (Gamma Radiation Dose) จากนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดที่ใหญ่ที่สุด ก็มีความจำเป็นและสำคัญเช่นกัน หลังจากนั้นจึงได้มีการกำหนดให้เป็นค่าปริมาณรังสีแกมมาที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย (External Dose) ของประชากรโลก (World Population) โดยคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ขององค์การสหประชาชาติเกี่ยวกับผลรังสีปรมาณู (UNSCEAR, 1988, 1993, 2000) [8-10]



ภาพที่ 1 แผนที่จังหวัดปัตตานี และหาดจากบริเวณรัชดาภิเษก อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี

ที่มา: <http://www2.pattani.go.th>

จังหวัดปัตตานี บางอำเภอ บางชายหาด ยังขาดข้อมูลที่มีการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่าของปริมาณกัมมันตภาพรังสีที่สะสมอยู่ในธรรมชาติที่เป็นระบบและมีมาตรฐานสากล ชายหาดที่เลือกสุ่มเก็บตัวอย่าง ได้แก่บริเวณหาดรัชดาภิเษก อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี ดังภาพที่ 1 เนื่องจากเป็นบริเวณที่นักท่องเที่ยวและประชาชนเดินทางมาท่องเที่ยวมากในอำเภอหนองจิก และที่สำคัญยังไม่มีข้อมูลการเก็บเพื่อประเมินค่าอันตรายทางรังสี ทางผู้วิจัยจึงสนใจในการศึกษาและตรวจวัดค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K ^{226}Ra และ ^{232}Th) ในทรายชายหาดบริเวณรัชดาภิเษก อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี จำนวน 50 ตัวอย่าง ทั้งนี้ยังสามารถนำค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K ^{226}Ra และ ^{232}Th) ในตัวอย่างทรายบริเวณดังกล่าวไปคำนวณค่าที่บ่งชี้ความเป็นอันตรายต่าง ๆ

ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ ได้แก่ กัมมันตภาพสมมูลเรเดียม (Radium Equivalent Activity; Ra_{eq}) อัตราปริมาณรังสีดูดกลืนในอากาศ (Absorbed Dose Rates in Air; D) ดัชนีความเสี่ยงของรังสีภายนอก (External Hazard Index; H_{ex}) อัตราปริมาณรังสีที่ได้รับต่อปี (Annual Effective Dose Rates; AED_{out}) ของตัวอย่างทรายได้อีกด้วย นอกจากนี้ จากข้อมูลที่ได้จากการวัดค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติและนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้นในตัวอย่างทรายที่เก็บเป็นตัวอย่างนี้ สามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่ตรวจวัดได้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติและข้อมูลของกลุ่มนักวิจัยภาคใต้ รวมทั้งการเปรียบเทียบข้อมูลที่ตรวจวัดและคำนวณไว้ดังกล่าวนี้ที่กำหนดไว้โดยคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ขององค์การสหประชาชาติเกี่ยวกับผลของรังสีปรมาณู (United Nations Scientific Committee on Effects of Atomic Radiation : UNSCEAR, 1988, 1993, 2000 [8-10]) และ ข้อมูลที่ได้นี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติและนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้นในบริเวณราชากิเยก อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานีต่อไป รวมทั้งการศึกษาถึงโอกาสและความเป็นไปได้ในการป้องกันอันตรายและการสะสมของสารกัมมันตรังสีในบริเวณดังกล่าวได้อีกทางหนึ่งด้วย

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการ

เก็บตัวอย่างทรายชายหาดราชากิเยก อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี จำนวน 50 ตัวอย่าง แล้วนำมาเตรียมตัวอย่างให้เหมาะสมตามหลักการที่เป็นมาตรฐาน และทำการตรวจวัดปริมาณสารกัมมันตรังสีในตัวอย่างทราย โดยใช้หัววัดแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์ และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี ณ ห้องปฏิบัติการทดลองวิจัย อาคาร 1 ชั้น 4 สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กรุงเทพมหานคร ซึ่งจะเริ่มทำการปรับเทียบพลังงาน (Energy Calibration) โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสี ^{60}Co และ ^{137}Cs ซึ่งใช้เวลาในการวัด 1000 วินาที และทำการวัดปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีของสารมาตรฐาน (IAEA-SOIL-6) เพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพของหัววัดรังสีเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์ โดยใช้เวลาในการตรวจวัด 5,000 วินาที แล้วทำการวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีของตัวอย่างทราย โดยแต่ละตัวอย่างใช้เวลาในการตรวจวัด 10,000 วินาที และคำนวณหาค่ากัมมันตภาพจำเพาะ (Specific Activity ; S.A.) กัมมันตภาพสมมูลเรเดียม (Radium Equivalent Activity; Ra_{eq}) อัตราปริมาณรังสีดูดกลืนในอากาศ (Absorbed Dose Rates in Air; D) ดัชนีความเสี่ยงของรังสีภายนอก (External Hazard Index; H_{ex}) และ อัตราปริมาณรังสีที่ได้รับต่อปี (Annual Effective Dose Rates; AED_{out}) ดังสมการที่ 1-5 [6, 7, 11]

$$S.A. = \frac{\text{cps}}{\text{Eff}(\xi) \times P_\gamma \times W_t} \quad (1)$$

$$Ra_{eq} = 370 \left(\frac{A_{Ra}}{370} + \frac{A_{Th}}{259} + \frac{A_K}{4810} \right) = A_{Ra} + 1.43A_{Th} + 0.077A_K \quad (2)$$

$$D(\text{nGy/h}) = 0.462A_{Ra} + 0.604A_{Th} + 0.0417A_K \quad (3)$$

$$H_{ex} = \frac{A_{Ra}}{370} + \frac{A_{Th}}{259} + \frac{A_K}{4810} \quad (4)$$

$$\text{Annual Effective Dose (mSv/y)} = D(\text{nGy/h}) \times 8,760 \text{ h} \times 0.2 \times 0.7 \text{ Sv/Gy} \times 10^{-6} \quad (5)$$

หลังจากนั้นนำข้อมูลของการวัดค่ากัมมันตรังสีในจังหวัดปัตตานีที่ได้จากการวิจัยไปเปรียบเทียบกับค่าที่ตรวจวัดได้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติและข้อมูลของกลุ่มนักวิจัยต่างๆ ที่ได้มีการวัดค่ากัมมันตรังสีไว้แล้ว

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th ในตัวอย่างทรายชายหาด

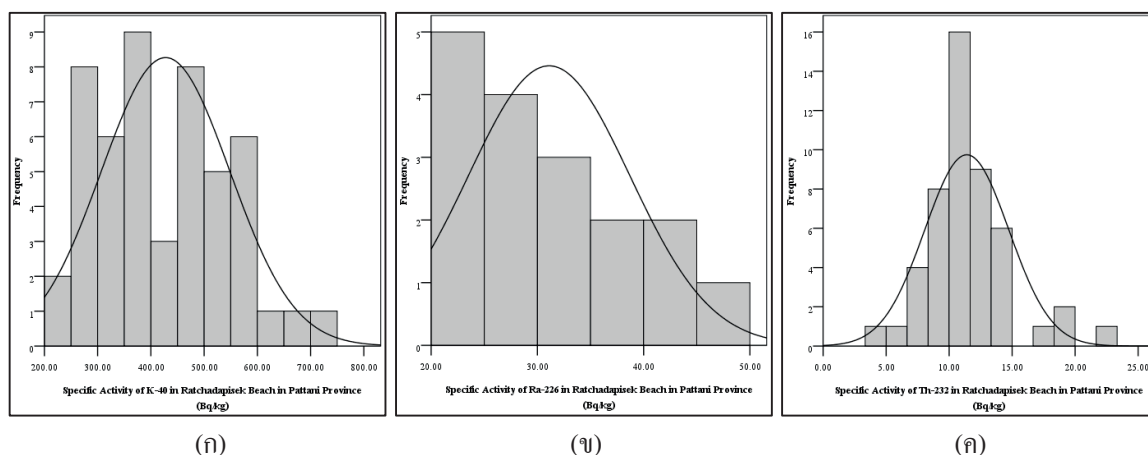
Sample	Specific Activity (Bq/kg)		
	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th
RDS – 01	359 ± 15	< 23	10 ± 2
RDS – 02	383 ± 15	< 24	12 ± 2
RDS – 03	546 ± 18	< 25	11 ± 2
RDS – 04	703 ± 21	25 ± 10	4 ± 2
RDS – 05	480 ± 18	< 23	14 ± 2
RDS – 06	488 ± 17	< 24	14 ± 2
RDS – 07	343 ± 15	< 22	< 6
RDS – 08	401 ± 15	< 23	9 ± 2
RDS – 09	399 ± 16	< 22	9 ± 2
RDS – 10	323 ± 14	< 22	11 ± 2
RDS – 11	345 ± 14	< 22	10 ± 2
RDS – 12	377 ± 15	< 23	13 ± 2
RDS – 13	390 ± 15	< 22	8 ± 2
RDS – 14	292 ± 13	< 22	11 ± 2
RDS – 15	297 ± 14	< 21	10 ± 2
RDS – 16	277 ± 13	< 22	13 ± 2
RDS – 17	247 ± 13	< 21	9 ± 2
RDS – 18	271 ± 14	< 21	10 ± 2
RDS – 19	291 ± 13	< 22	8 ± 2
RDS – 20	200 ± 12	< 22	7 ± 2
RDS – 21	290 ± 10	< 22	8 ± 1
RDS – 22	334 ± 11	32 ± 7	9 ± 1
RDS – 23	310 ± 11	23 ± 7	10 ± 2
RDS – 24	393 ± 13	27 ± 7	11 ± 1
RDS – 25	300 ± 10	< 22	6 ± 1
RDS – 26	431 ± 12	< 23	13 ± 1
RDS – 27	592 ± 15	24 ± 7	12 ± 2
RDS – 28	396 ± 12	31 ± 7	13 ± 1
RDS – 29	323 ± 11	< 23	11 ± 1
RDS – 30	592 ± 18	36 ± 10	14 ± 2

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{40}K ^{226}Ra และ ^{232}Th ในตัวอย่างทรายชายหาด (ต่อ)

Sample	Specific Activity (Bq/kg)		
	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th
RDS – 31	509 ± 14	25 ± 7	10 ± 1
RDS – 32	446 ± 13	< 29	23 ± 2
RDS – 33	358 ± 11	< 22	11 ± 2
RDS – 34	497 ± 13	< 24	11 ± 1
RDS – 35	371 ± 18	26 ± 7	10 ± 1
RDS – 36	468 ± 13	47 ± 8	19 ± 2
RDS – 37	275 ± 10	22 ± 7	11 ± 1
RDS – 38	538 ± 14	< 27	11 ± 2
RDS – 39	491 ± 14	27 ± 8	11 ± 2
RDS – 40	485 ± 14	42 ± 8	14 ± 2
RDS – 41	505 ± 14	32 ± 8	12 ± 2
RDS – 42	665 ± 16	< 26	14 ± 2
RDS – 43	573 ± 15	< 24	8 ± 2
RDS – 44	598 ± 15	< 25	10 ± 2
RDS – 45	521 ± 14	< 25	12 ± 2
RDS – 46	554 ± 14	40 ± 8	11 ± 2
RDS – 47	633 ± 16	41 ± 8	14 ± 2
RDS – 48	572 ± 14	30 ± 8	12 ± 2
RDS – 49	477 ± 13	< 28	20 ± 2
RDS – 50	470 ± 14	< 28	18 ± 2
Range	200 – 703	22 – 47	4 – 23
Average	428 ± 14	31 ± 8	11 ± 2

การแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K ^{226}Ra และ ^{232}Th)

สร้างกราฟแท่งของการแจกแจงความถี่และคำนวณหาค่ากลางของข้อมูลค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K ^{226}Ra และ ^{232}Th) ที่ตรวจวัดและวิเคราะห์ได้ในตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 50 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณหาดรัษฎาภิเษก อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี ทั้งหมดนี้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ดังแสดงในภาพที่ 2 ต่อไปนี้



ภาพที่ 2 กราฟแท่งของการแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ (ก) ^{40}K (ข) ^{226}Ra และ (ค) ^{232}Th

ข้อมูลเชิงสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์การแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K ^{226}Ra และ ^{232}Th)

ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติของการแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K ^{226}Ra และ ^{232}Th) ที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 50 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณหาดรัชดาภิเษก อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี ทั้งหมด เช่น ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยม เป็นต้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ข้อมูลเชิงสถิติของการแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K ^{226}Ra และ ^{232}Th) ที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 50 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณหาดรัชดาภิเษก อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี

ข้อมูลเชิงสถิติ	ค่าที่วิเคราะห์ได้		
	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Bq/kg)	426	31	11
ค่ามัธยฐาน (Bq/kg)	400	30	11
ค่าฐานนิยม (Bq/kg)	200	22	4
ความเบ้ (skewness)	0.3	1	1
ความโด่ง (kurtosis)	-1	-1	3
ค่าน้อยที่สุด (Bq/kg)	200	22	4
ค่ามากที่สุด (Bq/kg)	703	47	23

จากภาพที่ 2 (ก) - (ค) จะเห็นได้ว่ากราฟแท่งของการแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K ^{226}Ra และ ^{232}Th) ที่ตรวจวัดและวิเคราะห์ได้ในตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 50 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณหาดรัชดาภิเษก มีลักษณะเป็นแบบไม่สมมาตรโดยมีค่าความเบ้เท่ากับ 0.28 0.75 และ 1.13 ดังนั้นค่ามัธยฐานจึงเป็นค่ากลางของข้อมูลที่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้คำนวณค่าดัชนีความเป็นอันตรายทางรังสีในบริเวณหาดรัชดาภิเษก เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 2 จะได้ว่าค่ามัธยฐานของ ^{40}K ^{226}Ra และ ^{232}Th มีค่าเท่ากับ 400.11 29.56 และ 10.83 Bq/kg ตามลำดับ ดังนั้น เมื่อนำค่ามัธยฐานทั้งหมดนี้ไปคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงทางรังสีของประชาชนและนักท่องเที่ยวที่อาศัยอยู่ในบริเวณชายหาดรัชดาภิเษก จำนวน 4 ค่า ได้แก่ อัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) ค่ากัมมันตภาพ

รังสีสมมูลของเรเดียม (Ra_{eq}) ค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย (H_{ex}) และค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกประจำปี (AED_{out}) พบว่า มีค่า 41 nGy/h 93 Bq/kg 0.1 และ 0.1 (mSv/y) ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีความเป็นอันตรายทางรังสีทั้ง 4 ค่าที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลวิจัยที่ตรวจวัดไว้ในบางจังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า มีค่าที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน และมีค่าค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับข้อมูลของชายหาดบริเวณหาดตะโลเกาปรี หาดวาสกรี จ.ปัตตานี หาดสมิหลา จ.สงขลา และ UNSCEAR และมีค่ามากกว่าหาดเฉวง จ.สุราษฎร์ธานี และสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ยในตัวอย่างทรายชายหาดรัศดาภิเษก อำเภอหนองจิก พร้อมทั้งค่าดัชนีความเสี่ยงทางรังสีทั้ง 4 ค่า กับข้อมูลที่มีอยู่ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ และค่ามาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับทั่วโลก (UNSCEAR, 1988, 1993, 2000 [7-9])

สถานที่	ปริมาณกัมมันตภาพ จำเพาะเฉลี่ย(Bq/kg)			D (nGy/h)	Ra_{eq} (Bq/kg)	H_{ex}	AED_{out} (mSv/y)
	⁴⁰ K	²²⁶ Ra	²³² Th				
หาดรัศดาภิเษก จ.ปัตตานี (50 ตัวอย่าง)	428	31	11	41	93	0.1	0.1
หาดตะโลเกาปรี จ.ปัตตานี (50 ตัวอย่าง) [3]	1091	161	357	352	687	2	0.4
หาดวาสกรี จ.ปัตตานี (50 ตัวอย่าง) [2]	449	34	16	46	102	0.3	0
หาดสมิหลา จ.สงขลา (30 ตัวอย่าง) [4]	869	31	23	65	131	0.4	0.1
หาดเฉวง จ.สุราษฎร์ธานี (30 ตัวอย่าง) [1]	373	19	24	39	81	0.2	0.1
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ [5]	511	172	211	232	513	1	0.3
UNSCEAR [8-10]	400	35	30	55	370	1	0.5

การอภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย

จากผลการตรวจวัดปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ ⁴⁰K ²²⁶Ra และ ²³²Th ในตัวอย่างทรายชายหาด ที่เก็บจากบริเวณหาดรัศดาภิเษก อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี 50 ตัวอย่าง ทำให้สามารถสรุปผลการวิจัยและการอภิปรายผลได้ว่า เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้วโดยใช้ค่าเฉลี่ยของปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ ⁴⁰K ²²⁶Ra และ ²³²Th ในตัวอย่างทรายชายหาด จำนวน 50 ตัวอย่าง ที่เก็บจากบริเวณชายหาดรัศดาภิเษก อำเภอหนองจิก ในการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงของการได้รับอันตรายจากรังสี โดยเฉพาะค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกประจำปี (AED_{out}) ที่ตรวจวัดได้นี้มีค่าไม่แตกต่างไปจากค่าที่ตรวจวัดได้ โดยนักวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ดังนั้น เราสามารถกล่าวได้ว่าปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ ⁴⁰K ²²⁶Ra และ ²³²Th ในตัวอย่างทรายชายหาด ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อความเป็นอันตรายในประเทศไทยแต่อย่างใด

เอกสารอ้างอิง

- [1] Kessaratikoon, P., Thaneerat, S. and Youngchaay, U. (2009). “Measurement and Analysis of Specific Activities of ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K in Beach Sand Samples from Chaweng Beach Ko Samui District Surat Thani Province”, In **The 11th Conference on Nuclear Science and Technology**. Nuclear Technology for Thai Society, 2-3 July 2009, The Siam Commercial Bank Main Office, Chatuchak, Bangkok, Thailand.
- [2] Daoh, M., Kessaratikoon, P. and Khoonphunnaria, P. (2018). “Assessment of Radiological in the Beach Sand Wasukree from Pattani Province”, In **The 3rd National Conference on Science and Technology of Southern Network**. 611-619. February 11-12, 2018, Yala Rajabhat University. Thailand.
- [3] Daoh, M., Masae N., Po-oh, S., Boonkrongcheep, R. and Kessaratikoon, P. (2017). “Measurement and Analysis of Specific Activities of Natural Radionuclides (^{40}K , ^{226}Ra and ^{232}Th) in Beach Sand Samples from Talo Kapo Beach of Yaring District in Pattani Province using Gamma Ray Spectrometry. IOP Conf. Series”, **Journal of Physics**. Conf. Series 901 (2017) 012146.
- [4] Kessaratikoon, P., Boonkrongcheep, R., Choosiri, N., Taehdeng, N. and Udomsomporn, S. (2015). “Specific Activities of Natural Radionuclides in Beach Sand Samples from Samila Beach in Songkhla Province (Thailand) after Nuclear Power Plant Accident in Japan”, **International Journal of Environmental Science and Development**. 6(9), 706-709.
- [5] Office of Atoms for Peace (OAP). 1994-2002 OAP. **Annual Reports**. Ministry of Science and Technology, Bangkok, Thailand.
- [6] Singh, S., Rani, A. and Mahajan, R. K. (2005). “ ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K Analysis in Soil Samples from Some Areas of Punjab and Himachal Pradesh, India using Gamma ray Spectrometry”, **Radiation Measurements**. 39, 431-439.
- [7] Singh, S., Singh, B. and Kumar, A. (2003). “Natural Radioactivity Measurements in Soil Samples from Hamirpur District, Himachal Pradesh, India”, **Radiation Measurements**. 36, 547-549.
- [8] UNSCEAR. (1988). **Exposures from Natural Sources of Radiation**. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, New York.
- [9] UNSCEAR. (1993). **Sources and Effects of Ionizing Radiation**. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, New York.
- [10] UNSCEAR. (2000). **Sources and Effects of Ionizing Radiation**. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, New York.
- [11] Veiga, R., Sanches, N., Anjos, R.M., Macario, K., Bastos, J., Iguatemy, M., Aguiar, J.G., Santos, A.M.A., Mosquera, B., Carvalho, C., Baptista Filho, M. and Umisedo, N.K. (2006). “Measurement of Natural Radioactivity in Brazilian Beach Sands”, **Radiation Measurements**. 41(2), 189-196.