การประเมินกัมมันตภาพรังสีธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้นในตัวอย่างดินบริเวณอำเภอท่าแพ อำเภอละงู และอำเภอทุ่งหว้าของจังหวัดสตูลในประเทศไทย

มารีนา มีนา[1] ศุภวุฒิ เบ็ญจกุล[2] และ *ประสงค์ เกษราธิคุณ[3]

[1]นิสิตปริญญาโท (วท. ม. ฟิสิกส์) สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อ. เมือง จ. สงขลา 90000

โทรศัพท์ 086-9599260 โทรสาร 074-693974 E-mail: marina_511995062@hotmail.co.th

[2]ผู้ช่วยวิจัย สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

โทรศัพท์ 074 -311885-7 ต่อ 2115 โทรสาร 074-693974 E-mail: s_benjakul@hotmail.com

[3]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อ. เมือง จ. สงขลา 90000

โทรศัพท์ 074 -311885-7 ต่อ 2115 โทรสาร 074-693974 E-mail: prasong@tsu.ac.th

บทคัดย่อ

ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์กัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีเริ่มต้นที่มีในธรรมชาติ (^{40}K ^{226}Ra และ ^{232}Th) และนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น (^{137}Cs) ในตัวอย่างดินจำนวน 65 ตัวอย่าง ที่เก็บจากอำเภอท่าแพ อำเภอละงู และอำเภอทุ่งหว้าของจังหวัดสตูลทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยใช้หัววัดรังสีแบบเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโทรเมตรี ณ ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์วัสดุ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ โดยใช้เวลาในการตรวจวัดตัวอย่างละ 10,800 วินาที หรือ 3 ชั่วโมง จากผลการทดลอง พบว่า กัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ยของนิวไคลด์ ^{40}K ^{226}Ra ^{232}Th และ ^{137}Cs มีพิสัยอยู่ในช่วง 0.00 – 11608.87 Bq/kg, 0.00 – 352.57 Bq/kg, 0.00 – 242.44 Bq/kg, และ 0.00 - 16.28 Bq/kg และมีค่าเฉลี่ย 3248.96 ± 231.32 Bq/kg, 71.35 ± 5.97 Bq/kg, 53.59 ± 2.14 Bq/kg และ 0.68 ± 0.19 Bq/kg ตามลำดับ นอกจากนี้ได้ใช้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดและวิเคราะห์กัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีเริ่มต้นที่มีในธรรมชาติในตัวอย่างดินที่เก็บจาก 3 อำเภอในบริเวณจังหวัดสตูลนี้มาคำนวณดัชนีที่บ่งชี้ถึงความเป็นอันตรายต่าง ๆ ของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ได้แก่ อัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืนในอากาศ (D) กัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (Ra_{eq}) ดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับภายนอกร่างกาย (H_{ex}) และปริมาณรังสียังผลที่ได้รับภายนอกร่างกายรอบปี (AED_{out}) และยังได้เปรียบเทียบค่าตรวจวัดและคำนวณได้ในการทำวิจัยครั้งนี้กับค่าที่ตรวจวัดได้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติและข้อมูลของกลุ่มนักวิจัยในต่างประเทศทั่วโลก และยังนำข้อมูลที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้โดยองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economic Cooperation and Development: OECD, 1979) และคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ขององค์การสหประชาชาติเกี่ยวกับผลของรังสีปรมาณู (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR, 1988, 1993, 2000) อีกด้วย

คำสำคัญ : กัมมันตภาพจำเพาะ อัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน กัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม ดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับภายนอกร่างกาย ปริมาณรังสียังผลที่ได้รับภายนอกร่างกายรอบปี

Radioactivity Assessment of Natural and Artificial Radionuclides in Soil Samples from Tha Phae, La-ngu and Thung Wa Districts in Satun Province, Thailand

*Marina Mina[1], Supphawut Benjakul[2] and Prasong Kessaratikoon[3]

[1]Graduate Student, Department of Physics, Faculty of Science, Thaksin University, Songkhla 90000

Phone: 086-9599260 Fax: 074-693974, E-mail: marina_511995062@hotmail.co.th

[2]Research Assistant, Department of Physics, Faculty of Science, Thaksin University, Songkhla 90000

Phone: 074-311885-7 ext. 2115, Fax: 074-693974, E-mail: s_benjakul@hotmail.com

[3]Assistant Professor, Department of Physics, Faculty of Science, Thaksin University, Songkhla 90000

Phone: 074-311885-7 ext. 2115, Fax: 074-693974, E-mail: prasong@tsu.ac.th

Abstract

Specific activities of natural (^{238}U, ^{226}Ra, ^{232}Th and ^{40}K) and artificial antropogenic (^{137}Cs) radionuclides in 65 soil samples collected from Tha Phae, La-ngu and Thung Wa Districts in Satun province have been measured and analyzed. Experimental results were obtained by using a high-purity germanium (HPGe) detector and gamma spectrometry analysis system. Experimental set-up and measurement were carried out at Nuclear and Material Physics Laboratory in Department of Physics Faculty of Science Thaksin University Songkhla Campus. The counting time for each sample was 10,800 seconds or 3 hours. It was found that the soil specific activities ranged from 0.00 – 11608.87 Bq/kg for ^{40}K, 0.00 – 352.57 Bq/kg for ^{226}Ra, 0.00 – 123.28 Bq/kg for ^{232}Th and 0.00 - 16.28 Bq/kg for ^{137}Cs with mean values of 3248.96 ± 231.32 Bq/kg, 71.35 ± 5.97 Bq/kg, 53.59 ± 2.14 Bq/kg, and 0.68 ± 0.19 Bq/kg, respectively. Furthermore, the results were used to evaluate the absorbed dose rates in air (D), the radium equivalent (Ra_{eq}), the external hazard index (H_{ex}) and the annual effective dose rate (AED) for this area. Moreover, the experimental results were compared to the previous data of the Office of Atoms for Peace (OAP), Thailand and global radioactivity measurements and evaluation, including the proposed recommended values the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD, 1979) and the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR, 1988, 1993, 2000).

Keywords: Specific Activity, Absorbed Dose Rate in Air, Radium Equivalent Activity, External Hazard Index, Annual Effective Dose Rate

1. บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีว่าร่างกายของมนุษย์เรานั้นจะได้รับกัมมันตภาพรังสีอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากทุกวินาทีที่ผ่านไปจะมีรังสีคอสมิกจากนอกโลกเป็นจำนวนมากวิ่งผ่านเข้ามาในชั้นบรรยากาศของโลกแล้วก่อให้เกิดนิวไคลด์ของสารรังสีขึ้นมาอยู่ตลอดเวลา ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดรังสี และอนุภาคต่าง ๆ ตามมาอีกมากมาย นอกจากนี้ร่างกายของเราก็ยังได้รับกัมมันตภาพรังสีจากนิวไคลด์สารกัมมันตรังสีธรรมชาติที่อยู่ในหิน ดิน ทราย น้ำ หรือตามผนังอาคารต่าง ๆ ที่ก่อสร้างขึ้นมาอีกด้วย ซึ่งแหล่งกำเนิดของสารกัมมันตรังสีที่กล่าวนี้มีสะสมอยู่แล้วในธรรมชาติ และยิ่งไปกว่านี้ร่างกายของมนุษย์ยังต้องได้รับกัมมันตภาพรังสีเพิ่มขึ้นจากการที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นประดิษฐ์และนำเอานิวไคลด์สารกัมมันตรังสีมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ทั้งการแพทย์ อุตสาหกรรม เกษตรกรรม อาวุธสงคราม การระเบิดของระเบิดนิวเคลียร์ การเดินเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู และการศึกษาวิจัยต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งแต่ละบุคคลจะได้รับปริมาณกัมมันตภาพรังสีที่แตกต่างกันไป จึงทำให้คณะผู้วิจัยสนใจทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีเริ่มต้นที่มีในธรรมชาติ (^{40}K, ^{232}Th และ ^{226}Ra) และนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น (^{137}Cs) ในตัวอย่างดินจำนวน 65 ตัวอย่าง ซึ่งเลือกเก็บในอำเภอท่าแพ 12 ตัวอย่าง อำเภอละงู 26 ตัวอย่าง และอำเภอทุ่งหว้า 27 ตัวอย่าง ของจังหวัดสตูล โดยใช้หัววัดรังสีแบบเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโทรเมตรี ทั้งนี้ เนื่องจาก 3 อำเภอนี้เป็นพื้นที่หนึ่งที่มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น มีนักท่องเที่ยวเดินทางเข้ามาท่องเที่ยวในพื้นที่เป็นจำนวนมาก และที่สำคัญ คือ ยังไม่มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณนิวไคลด์กัมมันตรังสีเริ่มต้นที่มีในธรรมชาติ (^{40}K ^{232}Th และ ^{226}Ra) และนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น (^{137}Cs) ในตัวอย่างดินของพื้นที่นี้อีกด้วย นอกจากนี้ ยังนำกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีเริ่มต้นที่มีในธรรมชาติ (^{40}K ^{232}Th และ ^{226}Ra) ของทั้ง 3 อำเภอ ไปคำนวณอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (gamma-absorbed dose rate; D) กัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม(radium equivalent activity; Ra_{eq}) ดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับภายนอกร่างกาย (external hazard index; H_{ex}) และปริมาณรังสียังผลที่ได้รับภายนอกร่างกายรอบปี (annual external effective dose rate; AED_{out}) และนำข้อมูลที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ตรวจวัดได้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติและข้อมูลของนักวิจัยในต่างประเทศทั่วโลกอีกด้วย

2. วัสดุอุปกรณ์

สำหรับวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำวิจัยนี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

1. หัววัดรังสีแบบเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe) ขนาด 3 นิ้ว ของบริษัท Canberra Industrial Model Ge 2018 และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโทรเมตรี

2. แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิดซีเซียม-137 (Cs-137) โคบอลต์-60 (Co-60) และแบเรียม-133 (Ba-133)

3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Genie 2000

4. แผนที่จังหวัดภูเก็ตและเครื่องบอกพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Germin Etrex, USA)

5. สารมาตรฐาน KCL, IAEA/RGU-1, IAEA/RGTh-1 และสารมาตรฐาน IAEA/SL-2 ใช้ในการคำนวณกัมมันตภาพจำเพาะของ ^{40}K ^{238}U (หรือ ^{226}Ra) ^{232}Th และ ^{137}Cs ตามลำดับ ในตัวอย่างดินที่เก็บจาก 3 อำเภอของจังหวัดสตูล จำนวน 65 ตัวอย่าง

6. ภาชนะพลาสติกรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.2 ซ.ม. สูง 7.5 ซ.ม. สำหรับบรรจุตัวอย่างดิน

7. อุปกรณ์สำหรับเก็บและเตรียมตัวอย่างดิน เช่น จอบ เสียม ถุงพลาสติก และตะแกรงร่อนทรายขนาด 325 mesh เป็นต้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การเก็บตัวอย่างและเตรียมตัวอย่างดิน

ศึกษาพื้นที่และวางแผนเก็บตัวอย่างดินในทุกๆตำบลของ 3 อำเภอ(อำเภอท่าแพ อำเภอละงู และอำเภอทุ่งหว้า)ของจังหวัดสตูล อย่างน้อยตำบลละ 1 ตัวอย่างโดยพิจารณาจากความหนาแน่นของประชากรที่อาศัยอยู่และความกว้างของพื้นที่แต่ละตำบล รวมตัวอย่างดินทั้งหมด 65 ตัวอย่างแล้วนำไปบรรจุในถุงพลาสติกให้ได้น้ำหนักประมาณ 1,500 กรัม จากนั้นนำมาผึ่งไว้ในถาดที่อุณหภูมิห้องแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ประมาณ 8 - 10 ชั่วโมง จนตัวอย่างดินแห้งสนิท แล้วทำการร่อนด้วยตะแกรงขนาด 325 mesh และนำไปบรรจุในกระปุกพลาสติกปิดฝาให้สนิทพร้อมกับพันด้วยเทปกาวอีกครั้ง และตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน เพื่อให้เกิดภาวะสมดุลทางรังสี แล้วนำไปตรวจวัดรังสีโดยใช้เวลาวัดตัวอย่างละ 10,800 วินาที หรือ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ซึ่งตัวอย่างดินแต่ละกระปุกมีน้ำหนักประมาณ 100 g

การตรวจวัดและวิเคราะห์กัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์สารรังสีธรรมชาติ (^{238}U ^{232}Th ^{226}Ra และ ^{40}K) และนิวไคลด์สารรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น (^{137}Cs)

ใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิดซีเซียม-137 (Cs-137) โคบอลต์-60 (Co-60) และแบเรียม-133 (Ba-133)ในการปรับเทียบพลังงานแก่เครื่องมือและระบบตรวจวัดที่ใช้ในการวัดปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่ต้องการตรวจวัดและวิเคราะห์ในการทำวิจัยครั้งนี้ ตรวจดูปริมาณไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen; LN_2) ที่ใช้หล่อเย็นหัววัด ว่ามีเพียงพอต่อการใช้งานหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอต้องทำการเติมไนโตรเจนเหลวก่อนใช้หัววัด จากนั้นจัดเตรียมเครื่องมือ

วัดรังสีแกมมา เปิดโปรแกรมและปรับค่าต่างๆของเครื่องมือวัดและระบบวิเคราะห์ข้อมูล ทำการวัดสเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมาของตัวอย่างดิน จำนวน 65 ตัวอย่าง โดยใช้หัววัดรังสีแบบเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์ (HPGe) และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโทรเมตรีใช้เวลาในการตรวจวัดตัวอย่างละ 10,800 วินาที หรือเป็นเวลา 3 ชั่วโมง สำหรับการวิเคราะห์พีกพลังงาน (photo peak) จากสเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมาจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (Genie 2000) ในการวิเคราะห์สเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมาและคำนวณกัมมันตภาพจำเพาะของ ^{40}K ^{226}Ra ^{232}Th และ ^{137}Cs ในตัวอย่างดินทั้ง 65 ตัวอย่าง ที่เก็บจาก 3 อำเภอ ของจังหวัดสตูล โดยมีหลักในการวิเคราะห์ คือ การวิเคราะห์ ^{40}K จะใช้โฟโตพีกที่พลังงาน 1460.8 keV จากเส้นสเปกตรัมพลังงานของ^{40}K สำหรับ ^{226}Ra จะใช้โฟโตพีกที่พลังงาน 351.9 keV จากเส้นสเปกตรัมพลังงานของ ^{214}Pb ส่วน ^{232}Th จะใช้โฟโตพีกที่พลังงาน 583.2 keV จากเส้นสเปกตรัมพลังงานของ ^{208}Tl และ ^{137}Cs จะใช้โฟโตพีกที่พลังงาน 661.7 keV จากเส้นสเปกตรัมพลังงานของ ^{137}Cs

การคำนวณดัชนีความเสี่ยงทางรังสี

ได้คำนวณอัตราปริมาณรังสีดูดกลืนในอากาศ(absorbed dose rates in air; D) กัมมันตภาพสมมูลของเรเดียม (radium equivalent activity; Ra_{eq}) ดัชนีวัดความเสี่ยงของรังสีภายนอกร่างกาย (external hazard index; H_{ex}) และปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายรอบปี (annual external effective dose rate; AED_{out}) ของตัวอย่างดิน ณ บริเวณต่าง ๆ ในจังหวัดสตูล โดยนำข้อมูลกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ ^{40}K ^{226}Ra และ ^{232}Th มาใช้ในการคำนวณ โดยใช้สมการของนักวิจัย Singh.*et.al*. (2005) และ Veiga.*et.al*. (2005) ต่อไปนี้

$$D(nGy/h) = 0.0417C_K + 0.462C_{Ra} + 0.604C_{Th} \quad \text{……(1)}$$

$$Ra_{eq} = 0.077C_K + C_{Ra} + 1.43C_{Th} \quad \text{……(2)}$$

$$H_{ex} = (C_K/4810) + (C_{Ra}/370) + (C_{Th}/259) \leq 1 \quad \text{.....(3)}$$

$$AED_{out}\ (mSv/y) = D(nGy/h) \times 8{,}760\ h \times 0.2 \times 0.7\ (Sv/Gy) \times 10^{-6} \quad \text{.....(4)}$$

เมื่อ C_K C_{Ra} และ C_{Th} คือ กัมมันตภาพจำเพาะของ ^{40}K ^{226}Ra และ ^{232}Th ตามลำดับ

และยังได้เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และคำนวณกัมมันตภาพจำเพาะของ ^{40}K ^{226}Ra ^{232}Th และ^{137}Cs รวมทั้งดัชนีความเสี่ยงทางรังสีต่างๆที่คำนวณได้โดยใช้กัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติในตัวอย่างดินทั้ง 65 ตัวอย่างที่เก็บจาก 3 อำเภอของจังหวัดสตูลในการคำนวณกับกัมมันตภาพจำเพาะในตัวอย่างดินที่ทำการตรวจวัดไว้โดยสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ข้อมูลของกลุ่มนักวิจัยในประเทศต่าง ๆ และค่าเฉลี่ยของการวิจัยทั่วโลก

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลการตรวจวัดและวิเคราะห์กัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสี ^{40}K ^{226}Ra ^{232}Th และ ^{137}Cs ในตัวอย่างดินที่เก็บจาก 3 อำเภอ จำนวน 65 ตัวอย่างของจังหวัดสตูล ได้คำนวณพิสัยและค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ทั้งหมดข้างต้นดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พิสัยและกัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ยของนิวไคลด์ ^{40}K, ^{232}Th, ^{226}Ra และ ^{137}Cs ในตัวอย่างดินที่เก็บจากอำเภอละงู อำเภอทุ่งหว้า และอำเภอท่าแพ จังหวัดสตูล

สถานที่	พิสัยและกัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย(Bq/Kg)			
	^{40}K	**^{226}Ra**	**^{232}Th**	**^{137}Cs**
1. อำเภอท่าแพ	0.00 – 3468.63	18.14 - 165.74	31.80 – 215.82	0.00 - 5.57
(จังหวัดสตูล)	**1317.61 ± 177.06**	**59.73 ± 5.85**	**92.45 ± 4.00**	**0.46 ± 0.25**
2. อำเภอละงู	564.07 – 5,152.23	0.00 - 352.57	0.00 – 194.18	0.00 - 16.28
(จังหวัดสตูล)	**3185.78 ± 243.05**	**79.61 ± 6.20**	**100.97 ± 4.00**	**1.24 ± 0.28**
3. อำเภอทุ่งหว้า	506.41–11608.87	0.00 - 237.27	6.41 – 242.44	0.00 - 6.69
(จังหวัดสตูล)	**4168.17 ± 244.14**	**68.56 ± 5.81**	**106.11 ± 4.15**	**0.25 ± 0.08**
พิสัย	0.00 – 11,608.87	0.00 – 352.57	0.00 – 242.44	0.00 - 16.28
ค่าเฉลี่ย	**3248.96 ± 231.32**	**71.35 ± 5.97**	**53.59 ± 2.14**	**0.68 ± 0.19**

จากข้อมูลที่แสดงพิสัยและค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสี ^{40}K ^{226}Ra ^{232}Th และ ^{137}Cs ที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างดินที่เก็บจาก 3 อำเภอ จำนวน 65 ตัวอย่างของจังหวัดพัทลุง ดังแสดงในตารางที่ 1 และได้นำข้อมูลดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับข้อมูลการตรวจวัดและวิเคราะห์ในตัวอย่างดินที่เก็บจากบางบริเวณในจังหวัดสงขลาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537-2545 ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ และข้อมูลจากการวิจัยทั่วโลก ผลการเปรียบเทียบที่ได้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ส่วนผลการคำนวณอัตราปริมาณรังสีดูดกลืนในอากาศ (D) กัมมันตภาพสมมูลของเรเดียม (Ra_{eq}) ดัชนีวัดความเสี่ยงของรังสีภายนอก (H_{ex}) และอัตราปริมาณรังสียังผลที่ได้รับภายนอกร่างกายรอบปี โดยใช้กัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ ^{40}K ^{226}Ra และ ^{232}Th ที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างดินที่เก็บจาก 3 อำเภอ ในจังหวัดสตูล แล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้เมื่อใช้กัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ ^{40}K ^{226}Ra และ^{232}Th ที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างดินจากบริเวณต่าง ๆ ทั้งในประเทศและทั่วโลก ได้แสดงผลการเปรียบเทียบไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพจำเพาะในตัวอย่างดินที่เก็บจาก 3 อำเภอ จำนวน 65 ตัวอย่างในจังหวัดสตูล กับ ข้อมูลของทางสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในประเทศไทย และข้อมูลของนักวิจัยที่มีอยู่ทั่วโลก

ข้อมูล	กัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย (Bq/kg)			
	K-40	Ra-226	Th-232	Cs-137
ตัวอย่างดิน (จังหวัดสตูล)	**3248.96 ± 231.32**	**71.35 ± 5.97**	**53.59 ± 2.14**	**0.68 ± 0.19**
สนง.ปส. (ภาคใต้)	511.04 ± 7.04	71.5 ± 3.13	211.19 ±1.98	1.13 ± 0.49
สนง.ปส. (ประเทศไทย)	400	48	40	-
การวิจัยทั่วโลก	400	35	30	-

ตารางที่ 3 ปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) กัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (Ra_{eq}) ดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับภายนอกร่างกาย (H_{ex}) และปริมาณรังสียังผลที่ได้รับภายนอกร่างกายรอบปี (AED_{out}) ที่คำนวณได้โดยใช้กัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ ^{40}K ^{226}Ra และ ^{232}Th ที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างดินที่เก็บจาก 3 อำเภอ ในจังหวัดสตูล และการเปรียบเทียบกับข้อมูลของ UNSCEAR (1988, 1993, 2000)

สถานที่	กัมมันตภาพรังสีจำเพาะเฉลี่ยของตัวอย่างดิน (Bq/kg)			D (nGy/h)	Ra_{eq} (Bq/kg)	H_{ex}	Annual External Effective Dose Rate (mSv/y)
	Ra-226	Th-232	K-40				
1. อำเภอท่าแพ	59.73	92.45	1317.61	139.68	293.40	0.79	0.17
2. อำเภอละงู	79.61	100.97	3185.78	231.50	469.31	1.27	0.28
3. อำเภอทุ่งหว้า	68.56	106.11	4168.17	270.27	541.24	1.46	0.33
ดินจังหวัดสตูล (65)	**71.35**	**53.59**	**3248.96**	**230.65**	**466.71**	**1.26**	**0.28**
UNSCEAR (1988, 1993, 2000)	-	-	-	**55**	**370**	**1**	**0.48**

จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ ^{40}K ในตัวอย่างดินที่เก็บจากบริเวณ 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอท่าแพ อำเภอละงู และอำเภอทุ่งหว้า จำนวน 65 ตัวอย่างของจังหวัดสตูล มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติเฉพาะในเขตภาคใต้ของประเทศไทยประมาณ 7 เท่าและมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ทั่วประเทศไทยและทั่วโลกประมาณ 8 เท่า และจะเห็นได้ว่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ ^{40}K เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้

อัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) กัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (Ra_{eq}) และดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย (H_{ex}) ที่คำนวณได้ในตัวอย่างดินจำนวน 65 ตัวอย่างที่เก็บจาก 3 อำเภอของจังหวัดสตูล มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลกที่เผยแพร่โดย UNSCEAR ส่วนปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายรอบปีที่คำนวณได้นี้ มีค่าต่ำกว่าค่าที่เผยแพร่ไว้โดย UNSCEAR

5. สรุป

จากผลการวิจัยที่ได้แสดงไว้ในหัวข้อที่ 4 ทางคณะผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการตรวจสอบและวิเคราะห์ปริมาณของกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ ^{40}K ในตัวอย่างดินบริเวณจังหวัดพัทลุง รวมทั้งนิวไคลด์รังสีชนิดอื่น ๆ โดยใช้เทคนิคและวิธีการวิจัยในรูปแบบอื่นๆ ที่แตกต่างกันออกไป เช่น วิธีทางเคมี เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการควบคุมและตรวจสอบคุณภาพของงานวิจัยชิ้นนี้ นอกจากนี้ควรมีการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองและวิจัยดังกล่าวนี้เสียก่อน จึงดำเนินการนำผลการทดลองสู่สาธารณะชนต่อไป จากผลการวิจัยนี้ เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้ว สามารถกล่าวได้ว่า ประชาชนที่อาศัยอยู่ใน 3 อำเภอของจังหวัดสตูล (ได้แก่ อำเภอท่าแพ อำเภอละงู และอำเภอทุ่งหว้า) มีการได้รับปริมาณรังสีจากธรรมชาติโดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่*สูงกว่า*บริเวณต่าง ๆ ที่นำมาเปรียบเทียบ แต่ยังมีปริมาณรังสีเฉลี่ยจากการได้รับรังสีจากธรรมชาติอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย โดยพิจารณาจากปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายรอบปี (AED_{out})ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลกที่เผยแพร่โดย UNSCEAR

6. กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณทางบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณที่ให้การสนับสนุนด้านทุนวิจัยแบบทั้งหมด ขอขอบคุณสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่ให้การสนับสนุนทั้งทางด้านเงินทุนบางส่วนและอุปกรณ์ที่ใช้การตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูล และท้ายสุดต้องขอขอบคุณ นางสาวฤทัยรัตน์ บุญครองชีพ นางสาวธุมวดี ทองนะ และนางสาวมูรณี ดาโอะ นิสิตปริญญาโท รวมทั้งนิสิตปริญญาตรีทุกท่านเป็นอย่างมากไว้ ณ ที่นี้ในฐานะที่มีส่วนช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

1. กองการวัดกัมมันตภาพรังสี, 2534-2546. รายงานวิชาการประจำปี. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

2. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. (2536). รายงานวิชาการประจำปี 2534. กรุงเทพฯ : สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ.
3. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. (2540). รายงานวิชาการประจำปี 2535. กรุงเทพฯ : สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ.
4. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. (2542). รายงานวิชาการประจำปี 2537. กรุงเทพฯ : สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ.
5. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. (2545). รายงานวิชาการประจำปี 2542. กรุงเทพฯ : สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ.
6. Al-Hamarneh, I, F., Awadallah M. I., 2009. Soil radioactivity levels and radiation hazard assessment in the highlands of northern Jordan. Radiat. Meas. 44, 102 - 110.
7. Beretka, J., Mathew, P.J., 1985. Natural radioactivity of Australian building materials, industrial wastes and by-products. Health Phys. 48, 87-95.
8. Mohanty, A.K., Sengupta, D., Das, S.K., Vijayan, V., Saha, S.K., 2004. Natural radioactivity in the newly discovered high background radiation area on the eastern coast of Orissa, India. Radiat. Meas. 38, 153-165.
9. Organization for Economic Coorperation and Development (OECD), 1979. Exposure radiation from natural radioactivity in building materials. Report by Group of Experts of the OECD Nuclear Energy Agency, OECD, Paris.
10. Rani, A.H., Singh, S.R.D., 2005. Natural radioactivity levels in soil samples from some areas of Himachal Pradesh, India using γ-ray spectrometry. Atmospheric Environ. 39, 6306 - 6314.
11. Sing S., Rani, A., 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. Radiat. Meas. 39, 431-439.
12. Singh, J.G., Singh, H.M.J., Singh, S.R.D., Bajwa, B.S., Sonkawade, R.G., 2009. Comparative study of natural radioactivity levels in soil samples from the Upper Siwaliks and Punjab, India gamma-ray spectrometry. J. Environ. Radioactiv. 100, 94 - 98.
13. UNSCEAR, 1988. Sources, effects and risk of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York, United Nations.
14. UNSCEAR, 1993. Exposure from natural sources of radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York, United Nations.

15. UNSCEAR, 2000. Sources, effects and risk of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, New York, United Nations.
16. Veiga, R., Sances, N., Anjos, R.M., Macario, K., Bastos, J., Iguatemy, M., Aguiar, J.G., Santos, A.M.A., Mosquera, B., Carvalho, C., Batista Filho, M., Umisedo, N.K., 2005. Measurement natural radioactivity in Brazilian beach sands. Radiat. Meas. 41, 189-196.
17. Yang, Y.X., Wu, X.M., Jiang, Z.Y., Wang, W.X., Lu, J.G., Lin, L., Wang, L.M., Hsia, Y.F., 2005. Radioactivity concentrations in soil of the Xiazhuang granite area, China. Appl. Radiat. Isot. 63, 255 - 259.