

## ES02: การประเมินค่ากัมมันตภาพรังสีในดินบริเวณจังหวัดตรัง

\*ประสงค์ เกษราธิคุณ<sup>1</sup> หทัยชนก อุทัยขวัญแก้ว<sup>1</sup> เจนจิรา งามเพียร<sup>1</sup> และ อุดร ชัยช่วย<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

โทรศัพท์ 074-311885-7 ต่อ 2416, 2431 โทรสาร 074-443950 E-Mail : [prasong@tsu.ac.th](mailto:prasong@tsu.ac.th)

<sup>2</sup>สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) 16 ถนนวิภาวดีรังสิต

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ 02-5795230-4 ต่อ 5112 โทรสาร 02-5614075 E-Mail : [youngchuay@yahoo.com](mailto:youngchuay@yahoo.com)

### บทคัดย่อ

ทำการตรวจวัดปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสีเริ่มต้น  $^{226}\text{Ra}$   $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ในตัวอย่างดินจำนวน 88 ตัวอย่างที่เก็บจากทุกตำบลใน 10 อำเภอของจังหวัดตรังโดยใช้ห้วดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรีและใช้ต้นกำเนิดมาตรฐานดินแบบปริมาตร IAEA 375-soil ของสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) ในการเปรียบเทียบเพื่อการคำนวณค่ากัมมันตภาพจำเพาะ จากผลการทดลองที่ได้พบว่าค่ากัมมันตภาพจำเพาะที่คำนวณได้นี้มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 16.35 – 889.99 Bq/kg สำหรับ  $^{226}\text{Ra}$ , 0.47 – 298.18 Bq/kg สำหรับ  $^{232}\text{Th}$  และ 58.23 – 1425.73 Bq/kg สำหรับ  $^{40}\text{K}$  และมีค่าเฉลี่ยเป็น  $76.48 \pm 3.38$  Bq/kg,  $84.38 \pm 4.53$  Bq/kg และ  $384.85 \pm 23.30$  Bq/kg ตามลำดับ และได้้นำผลที่คำนวณได้นี้มาเปรียบเทียบกับข้อมูลของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ข้อมูลของนักวิจัยไทยและข้อมูลของงานวิจัยทั่วโลก นอกจากนี้ยังได้คำนวณปริมาณรังสีดูดกลืนในอากาศ(D) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลเรเดียม( $\text{Ra}_{\text{eq}}$ ) และค่าดัชนีความเสี่ยงรังสีภายนอกร่างกาย( $\text{H}_{\text{ex}}$ ) โดยใช้ข้อมูลของตัวอย่างดินที่ได้จากการทดลองนี้ พบว่ามีค่าเฉลี่ยของ  $\text{Ra}_{\text{eq}}$  ที่ต่ำกว่า เกณฑ์ปลอดภัย ( $< 370$  Bq/kg) และยังพบว่าตัวอย่างดินจากจังหวัดตรังมีค่า  $\text{H}_{\text{ex}}$  ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ปลอดภัย ( $< 1$ ) เช่นกัน อีกทั้งยังได้ทำการประเมินอัตราปริมาณรังสียังผลในอากาศต่อปี แล้วนำค่าที่ได้จากการประเมินนี้มาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยทั่วโลก (UNSCEAR, 1988, 1993, 2000) และพบว่ามีค่าต่ำกว่า 0.48 mSv/y

**คำสำคัญ:** กัมมันตภาพจำเพาะ กัมมันตภาพรังสีสมมูลเรเดียม ค่าดัชนีความเสี่ยงรังสีภายนอกร่างกาย อัตราปริมาณรังสียังผลในอากาศต่อปี

### Assessment of Radioactivity in Soil from Trang Province

\*Prasong Kessaratikoon<sup>1</sup>, Hataichanok Uthaiwankaew<sup>1</sup>, Jenjira Ngampein<sup>1</sup> and Udorn Youngchuay<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Physics, Faculty of Science, Thaksin University, Songkhla, 90000

Phone: 074-311885-7 ext. 2416, 2431, Fax : 074-443950, E-Mail: [prasong@tsu.ac.th](mailto:prasong@tsu.ac.th)

<sup>2</sup>Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization), 16 Vibhavadi Rangsit Rd, Chatuchak, Bangkok, 10900.

Phone: 02-5795230-4 ext. 5112 Fax : 02-5614075, E-Mail : [youngchuay@yahoo.com](mailto:youngchuay@yahoo.com)

## Abstract

Specific activities of primordial radionuclides  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  and  $^{40}\text{K}$  in 88 soil samples collected from every district in 10 amphurs of Trang province, were measured and evaluated using a high-purity germanium (HPGe) detector and gamma spectrometry analysis system at Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization). The volume standard soil source (IAEA 375-soil) was used to compare and calculate specific activities. From the experimental data, it was found that the specific activity ranges from 16.35 – 889.99 Bq/kg for  $^{226}\text{Ra}$ , 0.47 – 298.18 Bq/kg for  $^{232}\text{Th}$  and 58.23 – 1425.73 Bq/kg for  $^{40}\text{K}$  with mean values of  $76.48 \pm 3.38$  Bq/kg,  $84.38 \pm 4.53$  Bq/kg and  $384.85 \pm 23.30$  Bq/kg, respectively. The specific activities of these radionuclides were also compared with Office of Atoms for Peace (OAP) research data, Thailand and global radioactivity measurements and evaluations. Furthermore, absorbed dose rates in air (D), Radium equivalent activities ( $\text{Ra}_{\text{eq}}$ ) and external hazard index ( $\text{H}_{\text{ex}}$ ) were calculated using the calculated data in soil samples collected. It was found that of all of these samples have a mean value of radium equivalent activities lower than the limit set in the OECD report (<370 Bq/kg). The mean value of all external hazard indices ( $\text{H}_{\text{ex}}$ ) was also found lower than the safety limits (<1.0). Moreover, the annual effective dose rate in air of all soil samples were also assessed and compared with the worldwide average values (UNSCEAR, 1988, 1993, 2000). It was found that the value is lower than 0.48 mSv/y.

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

## 1 บทนำ

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า มนุษย์และสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลกของเรานี้ได้อาศัยและสัมผัสอยู่กับรังสีและอนุภาคที่มีอยู่ตามธรรมชาติ(natural radiations)อยู่ตลอดเวลา โดยที่รังสีและอนุภาคดังกล่าวนี้มีแหล่งกำเนิดมาจากทั้งภายในและภายนอกโลก กล่าวคือ การได้รับรังสีที่มีอยู่ตามธรรมชาตินี้เป็นผลเนื่องมาจากการสลายตัวของนิวไคลด์สารรังสีปฐมภูมิ (primordial radionuclides) ของอนุกรมสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในดิน ทราช และหินตามธรรมชาติ จากรังสีคอสมิกที่สามารถเดินทางผ่านเข้ามาในชั้นบรรยากาศของโลก และจากสารรังสีที่มีอยู่ใน อาหาร น้ำดื่ม และอากาศที่หายใจเข้าไปทุกวัน สำหรับนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาตินี้มีแพร่กระจายอยู่ทั่วไปตามสภาพแวดล้อมของโลกและมักจะมียู่ทั่วไปในรูปแบบต่างๆทางธรณีวิทยา ซึ่งมีอยู่ใน ดิน หิน พืช น้ำและอากาศ (Kennan et al., 2002; Mireles et. al., 2003; Tzortzis et al., 2003; Tzortzis et al., 2004; Seddeek et al., 2005; Singh et al., 2005; Veiga et al., 2006; Örgün et al., 2007) นิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติในดินและทราชส่วนใหญ่มาจาก  $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{238}\text{U}$  ที่มีอยู่ในอนุกรมยูเรเนียม (uranium series) และ  $^{232}\text{Th}$  ในอนุกรมทอเรียม (thorium series) รวมไปถึงผลิตภัณฑ์ (product) รุ่นลูกรุ่นหลานที่เกิดจากการสลายตัว

ในอนุกรมสารกัมมันตรังสีต่างๆ เหล่านี้ อีกมากมาย และนอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติอยู่แล้วตั้งแต่กำเนิดของโลกมนุษย์ แต่ไม่ได้เป็นสารกัมมันตรังสีที่อยู่ในอนุกรมสารกัมมันตรังสีที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น ได้แก่  $^{40}\text{K}$  เป็นต้น ส่วนนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้นก็มีอยู่ในดินและทรายด้วยเช่นกัน เช่น  $^{137}\text{Cs}$  ซึ่งเป็นนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่เกิดมาจากฝุ่นกัมมันตรังสีของการทดสอบอาวุธนิวเคลียร์ของประเทศที่มีการสะสมอาวุธนิวเคลียร์ ถ้าปริมาณของนิวไคลด์กัมมันตรังสีต่างๆ เหล่านี้มีมากเกินไปในธรรมชาติจะทำให้ปริมาณโดสของรังสีแกมมาที่ร่างกายของมนุษย์โลกได้รับเข้าไปจะมีปริมาณมากตามไปด้วย ด้วยเหตุนี้ การตรวจวัดปริมาณของค่ากัมมัตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง นอกจากนี้ การนำค่ากัมมัตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติไปคำนวณหาค่าปริมาณโดสของรังสีแกมมา (gamma radiation dose) จากนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติที่มีอยู่ตามธรรมชาติซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดรังสีที่ใหญ่ที่สุด ก็มีความจำเป็นและสำคัญเช่นกัน หลังจากนั้น จึงได้มีการกำหนดให้เป็นค่าปริมาณโดสของรังสีแกมมาที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย (external dose) ของประชากรโลก (world population) โดยคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ขององค์การสหประชาชาติเกี่ยวกับผลของรังสีปรมาณู (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR, 1993, 2000)

สำหรับในประเทศไทยนั้น ทางสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ(ปส) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นหน่วยงานของรัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงในการตรวจสอบ ดูแลและประเมินค่าความเป็นอันตรายในการได้รับรังสีจากธรรมชาติและจากมนุษย์ผลิตขึ้นมา ทางสำนักงานฯ ได้ดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติในตัวอย่างจากธรรมชาติ เช่น อากาศ น้ำ น้ำฝน ฝุ่นกัมมันตรังสี(fallout) ดิน หิน ฟ้าผ่า พืชผักและอาหารประเภทต่างๆ โดยเก็บตัวอย่างจากบริเวณต่างๆ ทั่วประเทศไทย มาตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2504 เป็นต้นมาและดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยมีหน่วยงานภายในที่ทำหน้าที่รับผิดชอบโดยตรง คือ กองการวัดกัมมัตภาพรังสี ซึ่งปัจจุบันนี้ได้แก่ สำนักสนับสนุนการกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณู สำหรับในภาคใต้ของประเทศไทยนั้น ทางสำนักงาน ปส ก็ได้มีทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติในตัวอย่างจากธรรมชาติไว้ด้วยเช่นกัน โดยส่วนใหญ่แล้วการดำเนินการของสำนักงานฯ จะเป็นการดำเนินการแบบสุ่ม คือจะดำเนินการสุ่มเลือกบริเวณเก็บตัวอย่างเฉพาะบางบริเวณ บางอำเภอ และบางจังหวัดเพื่อทำการตรวจวัดและวิเคราะห์เท่านั้น ทั้งนี้ เนื่องจากงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปีมีจำนวนจำกัดและจำนวนของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานยังมีจำนวนค่อนข้างน้อย ด้วยเหตุนี้ **จึงยังทำให้ขาดข้อมูลพื้นฐานอย่างเป็นระบบของปริมาณรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติ ในหลายๆ บริเวณ รวมทั้งบริเวณจังหวัดที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ในการเพาะปลูกหรือการเกษตรกรรมของทางภาคใต้ เช่น จังหวัดตรัง จังหวัดพัทลุง จังหวัดกระบี่ จังหวัดสตูล และจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นต้น**

จังหวัดตรัง เป็นจังหวัดในภาคใต้ของประเทศไทยอยู่ห่างจากกรุงเทพฯ เป็นระยะทาง 828 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 4,940 ตารางกิโลเมตรหรือประมาณ 3,088,400 ไร่ มีจำนวนประชากร ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2550 รวมทั้งสิ้น 610,332 คน แบ่งการปกครองออกเป็น 10 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภอห้วยยอด อำเภอวังวิเศษ อำเภอรันญา อำเภอสิเกา อำเภอปะเหลียน อำเภอย่านตาขาว อำเภอกันตัง อำเภอนาโยง และอำเภอหาดสำราญ ชาวจังหวัดตรังโดยส่วนใหญ่มีอาชีพในทางการเกษตร การเกษตรที่สำคัญของชาวจังหวัดตรังคือ การทำสวนยางพารา รองลงไปคือการทำนา ทำสวนมะพร้าว สวนผลไม้ เช่น เงาะ ทุเรียน กาแฟ และในบางพื้นที่มีการทำสวนพริกไทย ส่วนประชาชนที่อาศัยอยู่แถบชายฝั่งทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย ส่วนใหญ่จะมีอาชีพทำการประมง นอกจากนี้ ตรังยังเป็นจังหวัดที่มีศักยภาพของการท่องเที่ยวอีกแห่งหนึ่งของภาคใต้ ในอดีตเคยเป็นเมืองท่าค้าขายกับต่างประเทศ เป็นศูนย์กลางการคมนาคมติดต่อไปยังจังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดตรังเป็นจังหวัดแรกที่มีการปลูกต้นยางพาราที่นำมาจากประเทศมาเลเซีย

สำหรับงานวิจัยนี้ได้มีความสนใจในการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสีธรรมชาติชนิด  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ที่มีการสะสมอยู่ในตัวอย่างดินที่เก็บจากทุกตำบลทั่วทั้ง 10 อำเภอของจังหวัดตรัง โดยทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่สนใจด้วยหัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์ (HPGe) และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี โดยได้รับความอนุเคราะห์ของสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) โดยที่งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือ ต้องการตรวจวัดและวิเคราะห์หาค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติชนิด  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ในตัวอย่างดินดังกล่าวเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานและเพื่อการประเมินความเสี่ยงในการได้รับรังสีจากธรรมชาติของจังหวัดตรัง แล้วนำผลการวิจัยที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจากรายงานประจำปีของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ผลงานวิจัยในประเทศไทยและข้อมูลจากงานวิจัยทั่วโลก นอกจากนี้ ยังได้นำค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติดังกล่าวนี้ไปใช้ในการคำนวณค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน ค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม และค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย ซึ่งค่าต่างๆที่คำนวณได้นี้สามารถใช้ในการประเมินความเป็นอันตรายจากการได้รับรังสีจากนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติของประชาชนโดยทั่วไป และนำค่าที่คำนวณได้นี้ไปเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยที่เสนอแนะโดยองค์การมาตรฐานระหว่างประเทศต่อไปอีกด้วย

## 2. วัตถุประสงค์

สำหรับวัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทำวิจัยนี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

1. หัววัดรังสีแบบเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์ (HPGe) และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี

2. แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิดซีเซียม-137 (Cs-137) และโคบอลต์-60 (Co-60)
3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (Gamma Version V32)
4. สารมาตรฐานดิน (IAEA 375 Soil)
5. ตัวอย่างดินที่เก็บจากบริเวณจังหวัดตรัง จำนวน 88 ตัวอย่าง
6. ภาชนะพลาสติกรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.2 เซนติเมตร สูง 7.5 เซนติเมตร สำหรับบรรจุตัวอย่างดิน
7. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างดิน เช่น จอบ เสียม ถังพลาสติก เป็นต้น
8. ตะแกรงร่อนทรายขนาด 2 มิลลิเมตร
9. เครื่องชั่งสาร
10. เทปหรือกระดาษกา

### 3. วิธีการ

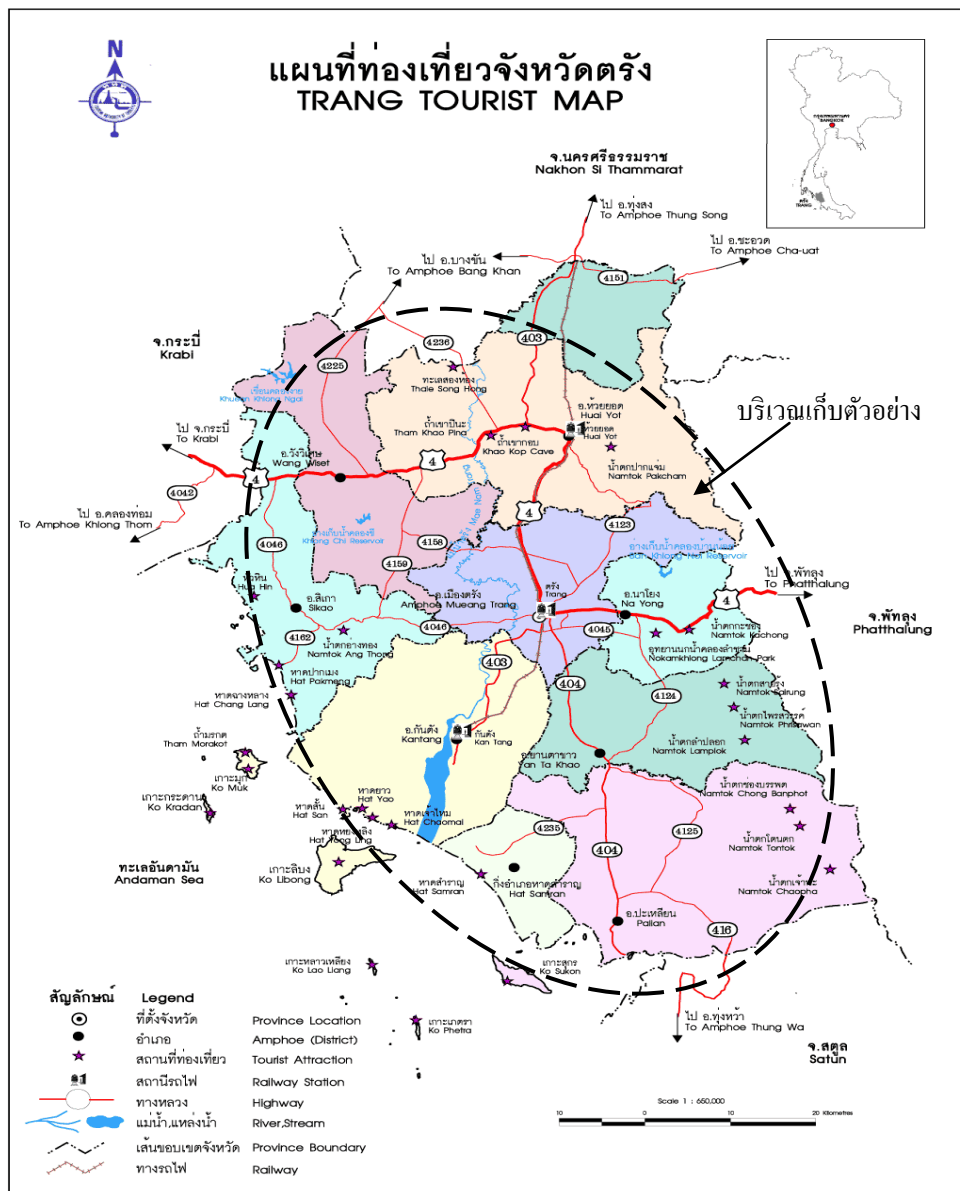
#### 3.1 การเก็บและเตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างดินจากทุกตำบลในแต่ละอำเภอทั่วทั้ง 10 อำเภอในจังหวัดตรัง จำนวน 88 ตัวอย่าง โดยที่แต่ละจุดในแต่ละตำบลที่เก็บตัวอย่างจะต้องเป็นบริเวณที่มีประชาชนอาศัยอยู่ค่อนข้างมาก ดังแสดงในรูปที่ 1 หลังจากนั้นนำตัวอย่างดินที่เก็บมาทั้งหมดมาตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้องจนแห้งสนิท กำจัดเศษรากไม้และหญ้าที่ติดค้างอยู่แล้วนำมาร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตรเพื่อให้ตัวอย่างดินมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน แล้วไปบรรจุใส่ภาชนะพลาสติกรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8.2 เซนติเมตร สูง 7.5 เซนติเมตร ให้มีขนาดและปริมาตรใกล้เคียงกับสารมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติในตัวอย่างดินทั้งหมดต่อไป นอกจากนี้ยังต้องทำการปิดผนึกภาชนะพลาสติกที่ใช้บรรจุตัวอย่างดินด้วยเทปกาเพื่อป้องกันการปลดปล่อยแก๊สเรดอน-ทอรอน นำไปเก็บไว้เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 เดือน เพื่อให้เกิดสถานะสมดุลทางกัมมันตรังสีในตัวอย่างดิน

#### 3.2 การตรวจวัดรังสีและการวิเคราะห์

หลังจากที่เตรียมตัวอย่างดินเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ได้นำตัวอย่างดินทั้งหมดไปทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ที่สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก โดยใช้หัววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์ (HPGe, EG&G ORTEC Model GEM 20 P4) และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี หัววัดจัดวางอยู่ในถ้ำตะกั่วกำบังทางรังสีหนา 10 เซนติเมตร โดยใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมมามาตรฐานชนิดซีเซียม-137 (Cs-137) และโคบอลต์-60 (Co-60) ในการเทียบพลังงานของหัววัดและระบบเชื่อมต่อ และใช้สารมาตรฐานดิน (IAEA 375 Soil) ในการวิเคราะห์หาปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในตัวอย่างดินทั้ง 88 ตัวอย่าง

ส่วนการวิเคราะห์ฟิสิกพลังงาน(photo peak) จากสเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมาจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (Gamma Version V32)



รูปที่ 1 แสดงพื้นที่และขอบเขตของอำเภอทั้ง 10 อำเภอของจังหวัดตรังและบริเวณเก็บตัวอย่างดินทั้ง 88 ตัวอย่าง

ในการวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสีธรรมชาติชนิด  $^{226}\text{Ra}$  และ  $^{232}\text{Th}$  ในตัวอย่างดินทั้ง 88 ตัวอย่าง ใช้วิธีการตรวจวัดพลังงานรังสีแกมมาจากนิวไคลด์กัมมันตรังสีรุ่นลูกที่อยู่ในอนุกรมเดียวกันและเกิดสมดุลทางกัมมันตรังสี โดยที่ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ  $^{226}\text{Ra}$  สามารถคำนวณได้จากพื้นที่ใต้ฟิสิกพลังงานของรังสีแกมมาของ  $^{214}\text{Bi}$  ที่พลังงาน 609.32 keV สำหรับค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ  $^{232}\text{Th}$  สามารถคำนวณได้จากพื้นที่ใต้ฟิสิกพลังงานของรังสีแกมมาของ  $^{208}\text{Tl}$  ที่

พลังงาน 583.14 keV ส่วนค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ  $^{40}\text{K}$  สามารถคำนวณได้จากพื้นที่ใต้พิภพพลังงานของรังสีแกมมาของตัวเองที่พลังงาน 1460.75 keV ส่วนเวลาที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณรังสีแกมมาในทุกตัวอย่างดินมีค่าเท่ากันคือ 10,000 วินาที หลังจากนั้น นำค่ากัมมันตภาพจำเพาะที่ตรวจวัดได้นี้มาคำนวณหาอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (gamma-absorbed dose rate: D) ดังสมการต่อไปนี้ (Singh et al., 2005)

$$D = (0.461C_{\text{Ra}} + 0.623C_{\text{Th}} + 0.0414C_{\text{K}}) \dots\dots\dots(1)$$

โดยที่ D คือ ค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน ในหน่วยของ (nGy/h)

$C_{\text{Ra}}$  คือ ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ  $^{226}\text{Ra}$  ในหน่วยของ (Bq/kg)

$C_{\text{Th}}$  คือ ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ  $^{232}\text{Th}$  ในหน่วยของ (Bq/kg)

$C_{\text{K}}$  คือ ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ  $^{40}\text{K}$  ในหน่วยของ (Bq/kg)

นอกจากนี้ ยังสามารถนำค่า D ที่ได้ในสมการที่ (1) ในการคำนวณหาอัตราปริมาณรังสีซึ่งผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี (annual external effective dose rate) ในพื้นที่ที่เก็บตัวอย่าง ดังสมการต่อไปนี้ (Mohanty et al., 2004)

$$\text{Annual external effective dose rate (mSv/y)} = D(\text{nGy/h}) \times 8760 \text{ h} \times 0.2 \times 0.7 \text{ Sv/Gy} \times 10^{-6} \dots\dots(2)$$

โดยที่

ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (radium equivalent activity:  $\text{Ra}_{\text{eq}}$ ) เป็นค่าดัชนีแสดงความเป็นอันตรายทางรังสี (radiation hazard index) ชนิดหนึ่งที่ได้ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้เป็นตัวแทนของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ซึ่งสามารถคำนวณให้เป็นค่าเพียงค่าเดียว ดังแสดงในสมการดังต่อไปนี้ (Beretka and Mathew, 1985)

$$\text{Ra}_{\text{eq}} = C_{\text{Ra}} + 1.43C_{\text{Th}} + 0.077C_{\text{K}} \dots\dots\dots(3)$$

โดยที่ค่าสูงสุดของ  $\text{Ra}_{\text{eq}}$  ต้องมีค่าไม่เกิน 370 Bq/kg

นอกจากนี้ ยังได้มีการกำหนดค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอก (external hazard index:  $H_{\text{ex}}$ ) เพื่อใช้ในการประเมินการได้รับรังสีของจากภายนอกนิ่วโคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ ดังแสดงในสมการต่อไปนี้ (Veiga et al., 2006)

$$H_{\text{ex}} = \frac{C_{\text{Ra}}}{370} + \frac{C_{\text{Th}}}{259} + \frac{C_{\text{K}}}{4810} \leq 1 \dots\dots\dots(4)$$

สำหรับค่า  $H_{\text{ex}}$  ที่มีค่าปลอดภัยจะต้องมีค่าไม่เกิน 1

จะเห็นได้ว่า เมื่อทราบค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติ เช่น  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ในหน่วยของ Bq/kg ในตัวอย่างดินที่เก็บจาก 10 อำเภอในจังหวัดตรัง จะสามารถหาคำนวณค่า  $D$ ,  $R_{\text{eq}}$ ,  $H_{\text{ex}}$  และค่า annual external effective dose rate ของพื้นที่บริเวณดังกล่าว นั้นๆได้ หลังจากนั้นก็ทำการรวบรวมและสรุปผลจากข้อมูลที่ได้ พร้อมทั้งเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับข้อมูลที่มีอยู่ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติและข้อมูลที่มีอยู่ทั่วโลก

#### 4. ผลการทดลองและวิจารณ์

สำหรับค่าพิสัยและค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะในหน่วยของ Bq/kg ของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ของตัวอย่างดิน 88 ตัวอย่างที่เก็บจากทุกตำบลใน 10 อำเภอของจังหวัดตรัง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 และนอกจากนี้ ยังได้แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะในหน่วยของ Bq/kg ของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ของตัวอย่างดิน 88 ตัวอย่างที่เก็บจากทุกตำบลใน 10 อำเภอของจังหวัดตรัง กับข้อมูลของทางสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในประเทศไทย และข้อมูลของนักวิจัยที่มีอยู่ทั่วโลก ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงค่าพิสัยและค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์ Ra-226, Th-232 และ K-40 ในตัวอย่างดิน 88 ตัวอย่างของทุกอำเภอในจังหวัดตรัง

| รายการ                                  | ค่ากัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย (Bq/kg) |                                  |                                   |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
|                                         | Ra-226                            | Th - 232                         | K - 40                            |
| 1. อำเภอเมือง( 16 ตัวอย่าง)             | 57.88 ±3.47                       | 81.33 ±4.12                      | 253.68 ± 14.23                    |
| 2. อำเภอห้วยยอด( 16 ตัวอย่าง)           | 120.97 ±3.51                      | 98.76 ± 4.58                     | 403.17 ±15.76                     |
| 3. อำเภอวังวิเศษ( 5 ตัวอย่าง)           | <b>25.15 ± 2.23<sup>b</sup></b>   | <b>24.83 ± 3.14<sup>b</sup></b>  | 179.09 ± 11.42                    |
| 4. อำเภอรษฎา( 5 ตัวอย่าง)               | 54.30 ± 3.00                      | 82.66 ± 3.72                     | 390.05 ± 15.63                    |
| 5. อำเภอสิเกา( 5 ตัวอย่าง)              | 25.32 ± 2.20                      | 29.10 ± 3.13                     | <b>167.22 ± 11.42<sup>b</sup></b> |
| 6. อำเภอปะเหลียน( 10 ตัวอย่าง)          | 101.96 ± 4.36                     | 131.03 ± 5.71                    | 583.75 ± 40.19                    |
| 7. อำเภอย่านตาขาว( 8 ตัวอย่าง)          | <b>146.30 ± 4.87<sup>a</sup></b>  | <b>171.05 ± 7.79<sup>a</sup></b> | 688.59 ± 43.37                    |
| 8. อำเภอกันตัง( 14 ตัวอย่าง)            | 30.97 ±2.47                       | 32.07 ± 3.54                     | 205.67 ± 22.61                    |
| 9. อำเภอนาโยง( 6 ตัวอย่าง)              | 104.55 ± 3.99                     | 108.97 ± 5.19                    | <b>783.63 ± 42.07<sup>a</sup></b> |
| 10. อำเภอหาดสำราญ( 3 ตัวอย่าง)          | 31.21 ± 2.51                      | 26.36 ± 3.02                     | 176.81 ± 20.25                    |
| ค่าพิสัยของตัวอย่างดิน (88 ตัวอย่าง)    | <b>16.35 - 889.99</b>             | <b>0.47 - 298.18</b>             | <b>58.23 - 1425.73</b>            |
| ค่ากัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย (88 ตัวอย่าง) | <b>76.48 ± 3.38</b>               | <b>84.38 ± 4.53</b>              | <b>384.85 ± 23.30</b>             |

<sup>a</sup> หมายถึง ค่ามากที่สุด ; <sup>b</sup> หมายถึง ค่าน้อยที่สุด

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะในตัวอย่างดินของทุกอำเภอในจังหวัดตรัง กับข้อมูลของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในประเทศไทยและข้อมูลจากการวิจัยทั่วโลก

| รายการ                          | ค่ากัมมันตภาพจำเพาะเฉลี่ย (Bq/kg) |               |                |
|---------------------------------|-----------------------------------|---------------|----------------|
|                                 | Ra - 226                          | Th - 232      | K - 40         |
| ค่าเฉลี่ยทุกอำเภอในจังหวัดตรัง  | 76.48 ± 3.38                      | 84.38 ± 4.53  | 384.85 ± 23.30 |
| ค่าเฉลี่ยของสนง. ปส. (ภาคใต้)   | 171.55 ± 3.13                     | 211.19 ± 1.98 | 511.04 ± 7.04  |
| ค่าเฉลี่ยของสนง.ปส. (ประเทศไทย) | 48                                | 40            | 400            |
| ค่าเฉลี่ยของการวิจัยทั่วโลก     | 35                                | 30            | 400            |

เมื่อพิจารณาค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสี  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ในตัวอย่างดินจำนวน 88 ตัวอย่างจาก 10 อำเภอของจังหวัดตรัง ดังแสดงในตารางที่ 1.1 จะเห็นว่า มีค่าพิสัยอยู่ระหว่าง 16.35 – 889.99 Bq/kg สำหรับ  $^{226}\text{Ra}$ , 0.47 – 298.18 Bq/kg สำหรับ  $^{232}\text{Th}$  และ 58.23 – 1425.73 Bq/kg สำหรับ  $^{40}\text{K}$  และมีค่าเฉลี่ยเป็น 76.48 ± 3.38 Bq/kg, 84.38 ± 4.53 Bq/kg และ 384.85 ± 23.30 Bq/kg ตามลำดับ

**อำเภอย่านตาขาว** เป็นอำเภอที่มีค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$  มากที่สุด คือ 146.30 ± 4.87 Bq/kg ส่วน**อำเภอวังวิเศษ**เป็นอำเภอที่มีค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$  น้อยที่สุด คือ 25.15 ± 2.23 Bq/kg

**อำเภอย่านตาขาว** เป็นอำเภอที่มีค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{232}\text{Th}$  มากที่สุด คือ 171.05 ± 7.79 Bq/kg ส่วน**อำเภอวังวิเศษ**เป็นอำเภอที่มีค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{232}\text{Th}$  น้อยที่สุด คือ 24.83 ± 3.14 Bq/kg

**อำเภอนาโยง** เป็นอำเภอที่มีค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$  มากที่สุด คือ 783.63 ± 42.07 Bq/kg ส่วน**อำเภอสิเกา**เป็นอำเภอที่มีค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$  น้อยที่สุด คือ 167.22 ± 11.42 Bq/kg

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะในตัวอย่างดินของทุกอำเภอในจังหวัดตรัง กับข้อมูลของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ในประเทศไทยและข้อมูลจากการวิจัยทั่วโลก ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$  มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติเฉพาะในเขตภาคใต้ของประเทศไทย ประมาณ 1.24 เท่า แต่มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ทั่วประเทศและทั่วโลก ประมาณ 0.6 เท่า และ 1.19 เท่าตามลำดับ

สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{232}\text{Th}$  ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่ามีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ เฉพาะในเขตภาคใต้ของประเทศไทย ประมาณ 1.50 เท่า แต่มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ทั่วประเทศไทย และทั่วโลก ประมาณ 1.11 เท่า และ 1.82 เท่า ตามลำดับ

และสำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{40}\text{K}$  ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 พบว่ามีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ เฉพาะในเขตภาคใต้ของประเทศไทย ประมาณ 0.25 เท่า และมีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติที่มีอยู่ทั่วประเทศไทยและทั่วโลกเป็นปริมาณเท่ากัน คือ ประมาณ 0.04 เท่า

สำหรับตารางที่ 3 เป็นตารางที่แสดงค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (gamma-absorbed dose rate: D) ค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี (annual external effective dose rate) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (radium equivalent activity:  $\text{Ra}_{\text{eq}}$ ) และค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย (external hazard index:  $\text{H}_{\text{ex}}$ ) เพื่อใช้ในการประเมินการได้รับรังสีของจากภายนอกร่างกายโดยนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ เมื่อใช้ข้อมูลของค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ในตัวอย่างดินจำนวน 88 ตัวอย่างจาก 10 อำเภอของจังหวัดตรัง ที่ได้จากการตรวจวัดและวิเคราะห์ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2

นอกจากนี้ ยังได้นำค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ในตัวอย่างดินจำนวน 88 ตัวอย่างจาก 10 อำเภอโดยแยกเป็นอำเภอของจังหวัดตรัง ไปคำนวณหาค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน ค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม และค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3 พบว่า

ค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืนที่คำนวณได้จาก 6 อำเภอ มีค่าสูงกว่า 55 nGy/y ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยทั่วโลก ส่วนอีก 4 อำเภอ คือ อำเภอวังวิเศษ อำเภอสิเกา อำเภอกันตัง และอำเภอหาดสำราญ พบว่ามีค่าที่ต่ำกว่า

สำหรับค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปีที่คำนวณได้จากทุกอำเภอ พบว่า มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลกคือ 0.48 mSv/y

ส่วนค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียมที่คำนวณได้ พบว่า ที่อำเภอย่านตาขาวเพียงอำเภอเดียวที่มีค่าสูงกว่า 370 Bq/kg (มีค่าเท่ากับ 443.92 Bq/kg)

และค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกายที่คำนวณได้ ของบริเวณอำเภอย่านตาขาวเพียงอำเภอเดียวที่มีค่าสูงกว่า 1 (มีค่าเท่ากับ 1.20)

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ในตัวอย่างดิน จำนวน 88 ตัวอย่างจาก 10 อำเภอของจังหวัดตรัง ค่าเฉลี่ยรวมของค่ากัมมันตภาพจำเพาะที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับข้อมูลของ UNSCEAR (1988, 1993, 2000) ค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน(D) ค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม ( $\text{Ra}_{\text{eq}}$ ) และค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย ( $\text{H}_{\text{ex}}$ )

| สถานที่                       | ค่ากัมมันตภาพรังสีจำเพาะ<br>เฉลี่ยของตัวอย่างดิน<br>(Bq/kg) |               |               | D<br>(nGy/h)  | Annual<br>External<br>Effective<br>Dose Rate<br>(mSv/y) | $\text{Ra}_{\text{eq}}$<br>(Bq/kg) | $\text{H}_{\text{ex}}$ |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------|
|                               | Ra-226                                                      | Th-226        | K-40          |               |                                                         |                                    |                        |
| อำเภอเมือง                    | 57.88                                                       | 81.33         | 253.68        | 87.85         | 0.11                                                    | 193.72                             | 0.52                   |
| อำเภอห้วยยอด                  | 120.97                                                      | 98.76         | 403.17        | 133.99        | 0.16                                                    | 293.24                             | 0.79                   |
| อำเภอวังวิเศษ                 | 25.15                                                       | 24.83         | 179.09        | 34.48         | 0.04                                                    | 74.45                              | 0.20                   |
| อำเภอรษฎา                     | 54.3                                                        | 82.66         | 390.05        | 92.68         | 0.11                                                    | 202.54                             | 0.55                   |
| อำเภอสิเกา                    | 25.32                                                       | 29.1          | 167.22        | 36.72         | 0.05                                                    | 79.81                              | 0.22                   |
| อำเภอปะเหลียน                 | 101.96                                                      | 131.03        | 583.75        | 152.80        | 0.19                                                    | 334.28                             | 0.90                   |
| อำเภอย่านตาขาว                | <b>146.3</b>                                                | <b>171.05</b> | <b>688.59</b> | <b>202.52</b> | <b>0.25</b>                                             | <b>443.92</b>                      | <b>1.20</b>            |
| อำเภอกันตัง                   | 30.97                                                       | 32.07         | 205.67        | 42.77         | 0.05                                                    | 92.67                              | 0.25                   |
| อำเภอนาโยง                    | 104.55                                                      | 108.97        | 783.63        | 148.53        | 0.18                                                    | 320.72                             | 0.87                   |
| อำเภอหาดสำราญ                 | 31.21                                                       | 26.36         | 176.81        | 38.13         | 0.05                                                    | 82.52                              | 0.22                   |
| ค่าเฉลี่ย                     | <b>76.48</b>                                                | <b>84.38</b>  | <b>384.85</b> | <b>103.76</b> | <b>0.13</b>                                             | <b>226.78</b>                      | <b>0.61</b>            |
| UNSCEAR<br>(1988, 1993, 2000) | -                                                           | -             | -             | 55            | 0.48                                                    | 370                                | 1                      |

นอกจากนี้ ยังพบว่า ข้อมูลของค่ากัมมันตภาพจำเพาะที่ตรวจวัดได้ใน **อำเภอย่านตาขาว** ให้ค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน ค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียมและค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย มี**ค่ามากที่สุด** รองลงมาอันดับสองและสาม คือ **อำเภอปะเหลียน** และ**อำเภอนาโยง**

และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ในตัวอย่างดินจำนวน 88 ตัวอย่างจาก 10 อำเภอของจังหวัดตรัง ไปใช้คำนวณค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมา

ดูคลิ่น ค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียมและค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย พบว่า มีค่าเป็น 103.76 nGy/h, 0.13 mSv/y, 226.78 Bq/kg และ 0.61 ตามลำดับ

## 5. สรุป

จะเห็นได้ว่า ปริมาณค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสี  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ในตัวอย่างดินจำนวน 8 ตัวอย่างของอำเภอย่านตาขาว จังหวัดตรังเมื่อนำค่าดังกล่าวนี้ไปคำนวณค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียมและค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลกที่เผยแพร่โดย UNSCEAR ดังนั้น จึงควรมีการตรวจสอบและทำการวิจัยเพิ่มเติมโดยเก็บตัวอย่างดินให้ทั่วบริเวณทั้งอำเภอย่านตาขาวแล้วทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสี  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  อีกครั้งหนึ่ง แต่โดยภาพรวมแล้ว เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  และ  $^{40}\text{K}$  ในตัวอย่างดินจำนวน 88 ตัวอย่างจาก 10 อำเภอของจังหวัดตรัง ในการคำนวณค่าดัชนีความเสี่ยงของการได้รับอันตรายจากรังสี สามารถสรุปได้ว่า **ประชาชนในจังหวัดตรังได้รับค่ากัมมันตภาพรังสีจากนิวไคลด์กัมมันตรังสีในธรรมชาติอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย**

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่ให้การสนับสนุนทั้งทางด้านเงินทุนและอุปกรณ์ที่ใช้การทดลอง และขอขอบคุณทาง ผศ. ดร. สมพร จงศ์คำ ผู้อำนวยการสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ(องค์การมหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ทั้งทางด้านวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือตรวจวัดทางรังสี พร้อมทั้งได้เอื้อเฟื้อด้านสถานที่พักแรมนิสิตผู้ทำโครงการวิทยาศาสตร์ และท้ายสุดต้องขอขอบคุณ คุณวราณี เตยโพธิ์ และ คุณสุทธิพงษ์ พลธรรม เป็นอย่างสูงที่ได้ช่วยดูแลและคอยอำนวยความสะดวกในทุกๆด้านแก่นิสิตที่ขอเข้าใช้เครื่องมือตรวจวัดทางรังสีและสารมาตรฐานทางรังสีของสถาบันฯ เป็นอย่างดี

## 7. เอกสารอ้างอิง

1. Kannan, V., Rajan, M. P., Iyengar, M.A.R. and Ramesh, R. 2002. Distribution of natural and anthropogenic radionuclides in soil and beach sand samples of Kalpakkam(India) using hyperpure germanium(HeGe) gamma ray spectrometry. Appl. Radiat. Isotopes. 57, 109-119.

2. Mireles, F., Davilla, J.I., Quirino, L.L., Lugo, J.F., Pinedo, J.L. and Rios, C. 2003. Natural soil gamma radioactivity levels and resultant population dose in the cities of Zacatacas and Guadalupe, Zacatecas, Mexico. *Health phys.* 84, 368-372.
3. Tzortzis, M., Tsertos, H., Cheistofides, S. and Christodoulides, G. 2003. Gamma radiation measurements and dose rates in commercially-used natural tiling rocks (granites). *J. Environ. Radioactiv.* 70, 223-235.
4. Tzortzis, M. and Tsertos, H. 2004. Determination of thorium, uranium and potassium elemental concentrations in surface soils in Cyprus. *J. Environ. Radioactiv.* 77, 325-338.
5. Seddeek, M.K., Badran, H.M., Sharshar, T. and Elnimr, T. 2005. Characteristics, spatial distribution and vertical profile of gamma-ray emitting radionuclides in the coastal environment of North Sinai. *J. Environ. Radioactiv.* 84, 21-50.
6. Singh, S., Rani, A. and Mahajan, R. K. 2005.  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  and  $^{40}\text{K}$  analysis in soil samples from some areas of Punjab and Himachal Pradesh, India using gamma ray spectrometry. *Radiat. Meas.* 39, 431-439.
7. 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 natural radioactivity in Brazilian beach sands. *Radiat. Meas.* 41, 189-196.
8. Örgün, Y., Altinsoy, N., Sahin, S.Y., Güngör, Y., Gültekin, A.H., Karahan, G. and Karacik, Z. 2007. Natural and anthropogenic radionuclides in rocks and beach sands from Ezine region (Canakkale), Western Anatolia, Turkey. *Appl. Radiat. Isotopes.* 65, 739-747.
9. UNSCEAR, 1988. Sources, effects and risk of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, New York.
10. UNSCEAR, 1993. Exposure from natural sources of radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, New York.
11. UNSCEAR, 2000. Sources, effects and risk of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations, New York.
12. กองการวัดกัมมันตภาพรังสี. รายงานวิชาการประจำปี 2534-2546. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.
13. <http://www.trang.go.th>
14. <http://www.thai-tour.com>

15. Mohanty, A.K., Sengupta, D., Das, S.K., Vijayan, V., and 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.
  16. Beretka, J. and Mathew, P.J., 1985. Natural radioactivity of Australian building materials, industrial wastes and by-products. *Health Phys.* 48, 87-95.
  17. Yang, Y. X., Wu, X. M., Jiang, Z. Y., Wang, W. X., Lu, J.G., Lin, J., Wang, L. M. and Hsia, Y. F., 2005. Radioactivity concentrations in soil of the Xiazhuang granite area, China. *Appl. Radiat. Isot.* 63, 255-259.
-