

การแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติและค่าดัชนีความเป็นอันตรายทาง
รังสีในตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดมหาราช จังหวัดสงขลา ประเทศไทย

Frequency Distribution of Specific Activities of Natural Radionuclides and Radiological Hazard
Indices in Beach Sand Samples from Maharat Beach Songkhla Province, Thailand

ประสงค์ เกษราธิคุณ^{1*} นิคม ชูศิริ² ฤทัยรัตน์ บุญครองชีพ³ เนตรไพลิน ยืนยัน⁴
และสุชิน อุดมสมพร⁵

Prasong Kessaratikoon^{1*}, Nikom Choosiri², Ruthairat Boonkrongcheep³, Netphailin Yaunyan⁴
and Suchin Udomsomporn⁵

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษา ตรวจวัดและวิเคราะห์การแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติและตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 30 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณชายหาดมหาราชของจังหวัดสงขลาทางภาคใต้ของประเทศไทย พบว่าการแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) เป็นแบบไม่สมมาตรโดยมีค่าความเบ้เท่ากับ 0.95, 1.09 และ 1.03 และมีค่ามัธยฐานเป็น 889.64, 39.36 และ 37.73 Bq/kg ตามลำดับ และได้ใช้ค่ามัธยฐานที่คำนวณได้นี้ในการประเมินค่าดัชนีความเป็นอันตรายทางรังสีจำนวน 4 ค่าในบริเวณชายหาดมหาราช นอกจากนี้ยังได้เปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้นี้กับค่าที่ตรวจวัดได้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติและข้อมูลของกลุ่มนักวิจัยทั้งในและต่างประเทศทั่วโลกอีกด้วย

คำสำคัญ: การแจกแจงความถี่ กัมมันตภาพจำเพาะ ทรายชายหาด ค่าดัชนีความเป็นอันตรายทางรังสี

Abstract

The frequency distribution of specific activities of natural radionuclides in 30 beach sand samples collected from Maharat beach of Songkhla province in southern region of Thailand, have been studied, measured and analyzed. It was found that the frequency distribution of specific activities of natural radionuclides (^{40}K , ^{226}Ra and ^{232}Th) were asymmetrical distribution with the skewness of 0.95, 1.09 and 1.03 and the median values of 889.64, 39.36 and 37.73 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: Frequency Distribution, Specific Activity, Beach Sand, Radiological Hazard Index

¹ ผศ.ดร., ² รศ.ดร., สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000

³ ผู้ช่วยวิจัย, หน่วยวิจัยฟิสิกส์นิวเคลียร์และวัสดุ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000

⁴ นิสิตปริญญาตรี, หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (ฟิสิกส์) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

⁵ นักวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์, สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ 16 ถนนวิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

* Corresponding author: e-mail: prasong_mi@hotmail.com Tel. 0815423598

บทนำ

ปัจจุบันนี้ได้มีนักวิจัยให้ความสำคัญกับการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติ โดยเฉพาะหลังจากการระเบิดของโรงไฟฟ้าเชอร์โนบิล เมื่อ พ.ศ.2529 เป็นเหตุให้สารกัมมันตรังสีเกือบทั้งหมดที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันภายในเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ของโรงไฟฟ้าเกิดการแพร่กระจายสู่บรรยากาศของหลายๆ ประเทศทั่วโลก นอกจากนี้ สืบเนื่องจาก เมื่อวันที่ 11 มีนาคม 2554 ได้เกิดเหตุแผ่นดินไหวขนาด 8.9 ริกเตอร์ ทำให้เกิดคลื่นสึนามิที่ประเทศญี่ปุ่น ทำให้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะ เมืองโอคูมะ เขตฟูกูบะตะ จังหวัดฟูกูชิมะ ได้เกิดการระเบิดขึ้นบริเวณอาคารภายนอกของเครื่องปฏิกรณ์ ส่งผลให้สารกัมมันตรังสีเกิดการรั่วไหลออกสู่สิ่งแวดล้อม และฟุ้งกระจายไปในอากาศเป็นบริเวณกว้าง เป็นสาเหตุให้ทางการของประเทศญี่ปุ่นต้องประกาศอพยพประชาชนออกจากรัศมีรอบโรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นระยะห่างประมาณ 80 กิโลเมตร เนื่องจากว่าการรั่วไหลของสารกัมมันตรังสีดังกล่าวนี้สามารถแพร่กระจายไปได้ไกลโดยใช้ตัวกลาง คือ อากาศชั้นบน โดยที่สารกัมมันตรังสีจะคงอยู่ในบรรยากาศชั้นบนได้เป็นเวลานาน จึงทำให้สารกัมมันตรังสีดังกล่าวนี้จะถูกพัดพาไปได้เป็นระยะทางไกลจากจุดกำเนิดและแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้อย่างไม่จำกัดพื้นที่ นอกจากนี้ยังพบว่ามีการกัมมันตรังสีที่เกิดจากอุบัติเหตุในครั้งนี้มีการปนเปื้อนลงสู่มหาสมุทรแปซิฟิกแล้วมีการแพร่กระจายไปยังบริเวณต่างๆที่มีอาณาเขตติดต่อถึงกัน เช่น ประเทศเกาหลี จีน ฮองกง ไต้หวัน และแถบบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งรวมถึงประเทศไทยด้วยเช่นกัน โดยทั่วไปแล้วในธรรมชาติก็มีสารกัมมันตรังสีที่เกิดจากการสะสมของธรรมชาติอยู่จำนวนหนึ่งอยู่แล้ว ดังนั้น เมื่อเกิดการระเบิดของโรงไฟฟ้าเชอร์โนบิลและการเกิดอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะจึงเป็นเหตุทำให้เกิดการสะสมของสารกัมมันตรังสีในธรรมชาติเพิ่มขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ โดยสารกัมมันตรังสีมักจะสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวเรา ซึ่งจะมีปริมาณมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับลักษณะทางธรณีวิทยาของเปลือกโลกที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้น มนุษย์ทุกคนที่อาศัยอยู่บนโลกจึงได้รับกัมมันตภาพรังสีที่สะสมอยู่ในธรรมชาติอยู่ตลอดเวลา

ด้วยเหตุนี้ ในปัจจุบันจึงได้มีนักวิจัยทั้งภายในและต่างประเทศให้ความสนใจในการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติอยู่มาหลายทศวรรษด้วยกัน ผลการตรวจวัดปริมาณรังสีในธรรมชาติหรือผลการวิจัยที่ได้นี้สามารถนำไปใช้ในการเป็นค่าอ้างอิงพื้นฐานของระดับรังสีพื้นในธรรมชาติในพื้นที่ต่างๆ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการเสี่ยงต่อการสะสมของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่รั่วไหลสู่ธรรมชาติในการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นหรือค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีบางชนิด เช่น ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{238}U ในทรายจากชายหาดที่มีระดับรังสีสูงๆ ตัวอย่างเช่น ในประเทศบราซิล [1-3] ส่วนการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของนิวไคลด์กัมมันตรังสีบางชนิด เช่น ^{40}K , ^{232}Th และ ^{238}U ในทรายจากชายหาดที่มีระดับรังสีสูงๆในประเทศอินเดีย [4-5] เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณเพื่อประมาณหาค่าระดับรังสีดูดกลืน (absorbed dose rate) และระดับรังสียังผล (effective dose rate) ของบริเวณชายหาดที่ทำการเก็บตัวอย่าง นอกจากนี้ ยังได้มีการให้ความสนใจในการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในตัวอย่างทรายตามชายฝั่งทะเลแดงในประเทศอียิปต์ [6] เพื่อใช้เป็นข้อมูลในด้านการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ (medical tourism) การศึกษากลไกของการสะสมของค่ากัมมันตภาพรังสีธรรมชาติตามแนวชายหาดคามาร์กู บริเวณอ่าวเดอล็อง ประเทศฝรั่งเศส [7] การประเมินค่ากัมมันตภาพรังสีธรรมชาติในตัวอย่างทรายชายหาดฝั่งอันดามันของประเทศไทยหลังจากการเกิดสึนามิ ในปี ค.ศ. 2004 [8] การตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีในทรายชายหาดบริเวณชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศศรีลังกา [9-10] การตรวจวัดค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสีธรรมชาติ (^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra และ ^{40}K) และที่มนุษย์สร้างขึ้น (^{137}Cs) ในทรายชายหาดหลังจากการเกิดสึนามิในจังหวัดภูเก็ต โดยใช้เทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรี [11] และค่ากัมมันตภาพจำเพาะและแผนภาพทางรังสีของนิวไคลด์รังสีธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้นในตัวอย่างทรายชายหาด (ป่าตอง กมลา กะตะ กะรน ในยาง) หลังจากการเกิดสึนามิในจังหวัดภูเก็ต ประเทศไทย [12] เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยนั้น ทางสำนักงานปรมาณู เพื่อสันติ (ปส.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นหน่วยงานของรัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงในการตรวจสอบ

ดูแล และประเมินค่าความเป็นอันตรายในการได้รับรังสีจากธรรมชาติ สำหรับในภาคใต้ของประเทศไทยนั้น ทางสำนักงาน ปส ก็ได้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติในตัวอย่างจากธรรมชาติไว้ด้วยเช่นกัน โดยส่วนใหญ่แล้วการดำเนินการของสำนักงานฯ จะเป็นการดำเนินการแบบสุ่ม คือจะดำเนินการสุ่มเลือกบริเวณเก็บตัวอย่างเฉพาะบางบริเวณ บางอำเภอ และบางจังหวัดเพื่อทำการตรวจวัดและวิเคราะห์เท่านั้น ทั้งนี้ เนื่องจากงบประมาณที่ได้รับในแต่ละปีมีจำนวนจำกัดและจำนวนของเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานยังมีจำนวนค่อนข้างน้อย ด้วยเหตุนี้ **จึงยังทำให้ขาดข้อมูลที่มีการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่าของปริมาณกัมมันตภาพรังสีที่สะสมอยู่ในธรรมชาติที่เป็นระบบและมีมาตรฐานสากล ในบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยในหลายๆบริเวณ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณจังหวัดทางฝั่งทะเลอ่าวไทย ซึ่งบริเวณดังกล่าวนี้มีโอกาสที่จะได้รับผลกระทบโดยตรงจากการเกิดอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะ ไดอิจิ ในประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากอยู่ใกล้กับบริเวณที่เกิดเหตุดังกล่าวนี้**

ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงเห็นว่า หลังจากการเกิดอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะ ไดอิจิ ในประเทศญี่ปุ่น ในวันที่ 11 มีนาคม 2554 หรือ เมื่อประมาณ 4 ปี มาแล้ว ควรมีการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ในตัวอย่างทรายชายหาด บริเวณฝั่งทะเลอ่าวไทยของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตัวอย่างทรายชายหาดที่เก็บจากชายหาดที่มีนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาท่องเที่ยวเป็นจำนวนมากและเป็นประจำทุกปี เช่น ในบริเวณชายหาดที่มีชื่อเสียงของจังหวัดสงขลา เป็นต้น ดังนั้น จึงได้ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ในตัวอย่างทรายชายหาดที่เก็บจากบริเวณชายหาดมหาราช อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา ประเทศไทย หลังการเกิดอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะ ไดอิจิ ในประเทศญี่ปุ่น ชายหาดมหาราชเป็นชายหาดแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลาที่มีความสะอาดและสวยงาม ในแต่ละปีจะมีนักท่องเที่ยวทั้งในและต่างประเทศ (มาเลเซีย สิงคโปร์ และอินโดนีเซีย) และประชาชนทั่วไปเดินทางมาท่องเที่ยวอยู่เป็นประจำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวันหยุดสุดสัปดาห์(วันเสาร์และอาทิตย์) และที่สำคัญ คือ **ในบริเวณดังกล่าวนี้ยังไม่มีข้อมูลที่เป็นระบบและมีมาตรฐานสากลของค่ากัมมันตภาพรังสีในตัวอย่างทรายชายหาดหลังการเกิดอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น** ด้วยเหตุนี้ทางคณะผู้วิจัย จึงได้มีความสนใจที่จะตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ในทรายชายหาดบริเวณชายหาดมหาราช อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา ประเทศไทย หลังการเกิดอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะ ไดอิจิ ในประเทศญี่ปุ่น เพื่อเป็นการประเมินความเป็นอันตรายทางรังสีที่มีอยู่ในตัวอย่างทรายชายหาด สำหรับประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่และนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาใช้บริการ ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับความปลอดภัยทางรังสีและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของแหล่งท่องเที่ยวดังกล่าวนี้ต่อไปในอนาคต

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

1. วิธีการดำเนินการเก็บและเตรียมตัวอย่างทรายชายหาด

เก็บตัวอย่างทรายชายหาดบริเวณชายหาดมหาราช จังหวัดสงขลา จำนวน 30 ตัวอย่าง โดยเลือกบริเวณที่นักท่องเที่ยวและประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใช้ในการเดินเที่ยวชมชายหาดซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นบริเวณกลางชายหาด พร้อมทั้งบันทึกตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยเครื่องมือ GPS ของจุดที่เก็บตัวอย่างทรายชายหาดทุกจุด นำตัวอย่างทรายชายหาดที่เก็บมาทั้งหมดมาใส่ภาชนะภาชนะแบนเกลี่ยให้กระจายทั่วทั้งภาชนะแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้ตัวอย่างทรายแห้งในระดับหนึ่ง หลังจากนั้นนำไปอบไล่ความชื้นที่เหลืออยู่ในตัวอย่างทรายชายหาดที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วทำการร่อนตัวอย่างด้วยตะแกรงขนาด 325 mesh เพื่อให้ตัวอย่างของทรายชายหาดที่ได้มีขนาดที่สม่ำเสมอและใกล้เคียงกัน นำตัวอย่างทรายชายหาดบรรจุลงในภาชนะพลาสติก ซึ่งมีขนาด

เช่นเดียวกับสารมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณกัมมันตภาพจำเพาะ ทำการปิดภาชนะพลาสติกให้สนิท และปิดผนึกภาชนะพลาสติกด้วยเทปกาว เพื่อป้องกันการปลดปล่อยแก๊สเรดอน-ทอรอน แล้วนำไปเก็บไว้เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 1 เดือน ก่อนทำการตรวจวัด ทั้งนี้เพื่อให้เกิดสภาวะสมดุลทางกัมมันตรังสีในตัวอย่างทรายชายหาด

2. วิธีดำเนินการทดลองเพื่อตรวจวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสี

นำตัวอย่างทรายชายหาดทั้งหมดที่เตรียมได้ไปทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) โดยใช้หัววัดรังสีชนิดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe) และระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรีในห้องปฏิบัติการเฉพาะทางของหน่วยวิจัยฟิสิกส์นิวเคลียร์และวัสดุ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตสงขลา ทำการศึกษา สร้างกราฟแท่งของการแจกแจงความถี่และคำนวณหาค่ากลางของข้อมูลค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ใช้ข้อมูลที่เป็นค่ากลางของข้อมูลค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติตามที่ต้องการที่วิเคราะห์ได้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไปคำนวณหาค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (gamma absorbed dose rate: D) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (radium equivalent activity: Ra_{eq}) ค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย (external hazard index: H_{ex}) และค่าปริมาณรังสีซึ่งผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี (annual external effective dose rate: AED_{out}) ของชายหาดมหาราช อำเภอสติงพระ จังหวัดสงขลา โดยใช้สมการดังต่อไปนี้ [3, 12]

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

$$\text{Ra}_{\text{eq}} = 0.077C_{\text{K}} + C_{\text{Ra}} + 1.43C_{\text{Th}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{H}_{\text{ex}} = \frac{C_{\text{K}}}{4810} + \frac{C_{\text{Ra}}}{370} + \frac{C_{\text{Th}}}{259} \leq 1 \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{AED}_{\text{out}}(\text{mSv / y}) = D(\text{nGy h}^{-1}) \times 8760 \text{ h} \times 0.2 \times 0.7 \text{ Sv / Gy} \times 10^{-6} \dots\dots\dots (4)$$

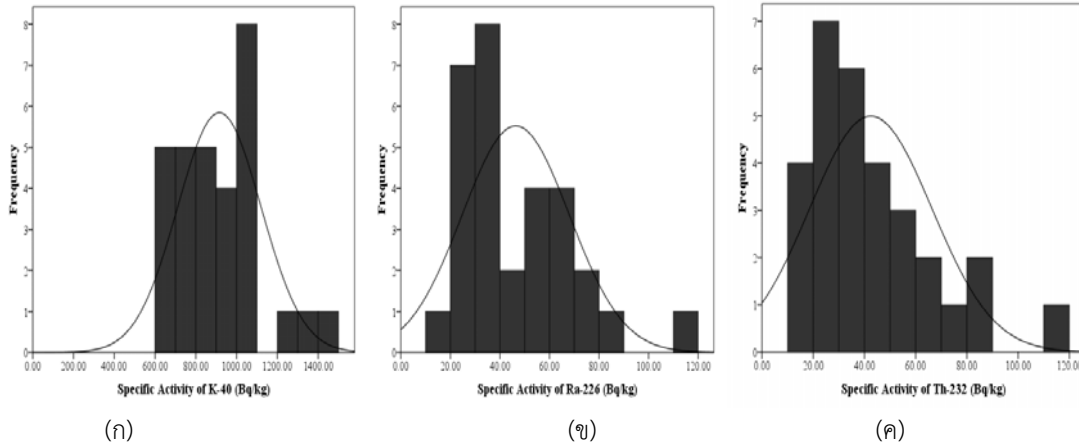
เมื่อ C_{K} , C_{Ra} และ C_{Th} คือ ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th ตามลำดับ

ทำการเปรียบเทียบค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ในตัวอย่างทรายชายหาด 30 ตัวอย่างของชายหาดมหาราช กับค่าที่ตรวจวัดได้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ข้อมูลของกลุ่มนักวิจัยในประเทศไทยและต่างประเทศทั่วโลก นอกจากนี้ ยังเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้โดยคณะกรรมการวิทยาศาสตร์ขององค์การสหประชาชาติเกี่ยวกับผลของรังสีปรมาณู (UNSCEAR) อีกด้วย

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

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

สร้างกราฟแท่งของการแจกแจงความถี่และคำนวณหาค่ากลางของข้อมูลค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ที่ตรวจวัดและวิเคราะห์ได้ในตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 30 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณชายหาดมหาราช อำเภอสังขละ จังหวัดสงขลา ทั้งหมดนี้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ดังแสดงในภาพที่ 1 ต่อไปนี้



ภาพที่ 1 กราฟแท่งของการแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ (ก) ^{40}K (ข) ^{226}Ra และ (ค) ^{232}Th

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

ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติของการแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 30 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณชายหาดมหาราช อำเภอสังขละ จังหวัดสงขลา ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ข้อมูลเชิงสถิติของการแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th)
 ที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 30 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณชายหาดมหาราช อำเภอสังขละบุรี จังหวัดสงขลา

ข้อมูลเชิงสถิติ	ค่าที่วิเคราะห์ได้		
	^{40}K	^{226}Ra	^{232}Th
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Bq/kg)	915.46	46.38	42.48
มัธยฐาน (Bq/kg)	889.64	39.36	37.73
ค่าฐานนิยม (Bq/kg)	644.40	18.89	13.10
ความเบ้ (skewness)	0.95	1.09	1.03
ความโด่ง (kurtosis)	0.98	1.24	0.85
ค่าน้อยที่สุด (Bq/kg)	644.40	18.89	13.10
ค่ามากที่สุด (Bq/kg)	1498.03	111.73	110.27

3. ผลการคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงทางรังสีในบริเวณชายหาดมหาราช อำเภอสังขละบุรี จังหวัดสงขลา

จากการใช้ข้อมูลที่เป็นค่ากลางที่เหมาะสม ได้แก่ ค่ามัธยฐานของข้อมูลค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติที่วิเคราะห์ได้แล้วนำไปคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงทางรังสีทั้ง 4 ดัชนีในบริเวณชายหาดมหาราช อำเภอสังขละบุรี จังหวัดสงขลา นอกจากนี้ ยังได้เปรียบเทียบผลที่ได้นี้กับข้อมูลของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ข้อมูลของนักวิจัยชาวไทยและต่างประเทศอีกด้วย โดยได้แสดงผลที่ได้นี้ในรูปของตารางที่ 2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ค่าของ D Ra_{eq} H_{ex} และ AED_{out} ในตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 30 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณชายหาดมหาราช อำเภอสังขละบุรี จังหวัดสงขลา เปรียบเทียบกับข้อมูลจากแหล่งอื่นๆในภาคใต้ของประเทศไทย

สถานที่	D(nGy/h)	Ra_{eq} (Bq/kg)	H_{ex}	AED_{out} (mSv/y)
ชายหาดชลาทัศน์ (จังหวัดสงขลา)	100.68	223.91	0.60	0.12
ชายหาดสมิหลา (จังหวัดสงขลา)	37.51	79.56	0.21	0.05
ชายหาดปากเมง (จังหวัดตรัง)	17.32	37.38	0.10	0.02
ชายหาดเขวง (สุราษฎร์ธานี)	38.80	81.24	0.22	0.05
ชายหาดอ่าวนาง (จังหวัดกระบี่)	19.41	38.33	0.10	0.02
ชายหาดนพรัตน์ธารา (จังหวัดกระบี่)	18.47	36.55	0.10	0.02
ชายหาดป่าตอง (จังหวัดภูเก็ต)	180.56 ± 49.70	348.93 ± 96.11	0.94 ± 0.26	0.22 ± 0.06
ชายหาดในยาง (จังหวัดภูเก็ต)	86.25 ± 34.75	167.42 ± 66.70	0.45 ± 0.18	0.11 ± 0.04
ชายหาดบริเวณอำเภอตะกั่วป่าและ อำเภอท้ายเหมือง(จังหวัดพังงา)	88.55 ± 9.20	181.62 ± 18.71	0.49 ± 0.05	0.11 ± 0.01
ชายหาดมหาราช (จังหวัดสงขลา)	78.48 ± 7.85	161.80 ± 15.64	0.44 ± 0.04	0.10 ± 0.01
สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (เฉพาะภาคใต้)	231.81	512.90	1.39	0.28
UNSCEAR [13-15]	55	370	1	0.48

จากภาพที่ 1 (ก) - (ค) จะเห็นได้ว่ากราฟแท่งของการแจกแจงความถี่ของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th) ที่ตรวจวัดและวิเคราะห์ได้ในตัวอย่างทรายชายหาดจำนวน 30 ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณชายหาดมหาราช อำเภอสังขละบุรี จังหวัดสงขลา มีลักษณะเป็นแบบไม่สมมาตรโดยมีความเบ้เท่ากับ 0.95, 1.09 และ 1.03 ดังนั้นค่ามัธยฐานจึงเป็นค่ากลางของข้อมูลที่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้คำนวณค่าดัชนีความเป็นอันตรายทางรังสีในบริเวณชายหาดมหาราช เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 1 จะได้ว่าค่ามัธยฐานของ ^{40}K , ^{226}Ra และ ^{232}Th มีค่าเท่ากับ 889.64, 39.36 และ 37.73 Bq/kg ตามลำดับ ดังนั้น เมื่อนำค่ามัธยฐานทั้งหมดนี้ไปคำนวณหาค่าดัชนีความเสี่ยงทางรังสีของประชาชนและนักท่องเที่ยวที่อาศัยอยู่ในบริเวณชายหาดมหาราช จำนวน 4 ค่า ได้แก่ อัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (Ra_{eq}) ค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย (H_{ex}) และค่าปริมาณรังสีสัมผัสที่ได้รับจากภายนอกประจำปี (AED_{out}) พบว่า มีค่า 78.48 ± 7.85 nGy/h 161.80 ± 15.64 Bq/kg 0.44 ± 0.04 และ 0.10 ± 0.01 (mSv/y) ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 และเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลวิจัยที่ตรวจวัดไว้ในบางจังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า มีค่าที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใกล้เคียงกัน และมีค่าค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับข้อมูลของชายหาดบริเวณจังหวัดภูเก็ต เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ตรวจวัดไว้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ พบว่า มีค่าที่น้อยกว่าค่าที่ตรวจวัดได้ในเฉพาะบริเวณภาคใต้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติทั้ง 4 ค่า นอกจากนี้ ยังได้นำข้อมูลที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้โดย UNSCEAR พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (D) ที่ตรวจวัดได้ในชายหาดมหาราชมีค่าสูงกว่าที่กำหนดไว้เพียงค่าเดียวเท่านั้น

สรุปผลการวิจัย

โดยสรุปแล้ว เมื่อพิจารณาข้อมูลของค่าดัชนีความเป็นอันตรายทางรังสีทั้ง 4 ค่าที่ประเมินได้ในบริเวณชายหาดมหาราช อำเภอสทิงพระ จังหวัดสงขลา จะเห็นว่า ค่าดัชนีเป็นอันตรายทางรังสี 3 ใน 4 ค่า มีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้โดย UNSCEAR และมีค่าต่ำกว่าค่าที่ตรวจวัดได้เฉพาะบริเวณภาคใต้ของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติทั้ง 4 ค่า ดังนั้น จึงสามารถกล่าวได้ว่า ประชาชนและนักท่องเที่ยวที่อาศัยอยู่หรือเดินทางเข้าท่องเที่ยวในบริเวณชายหาดมหาราช จะได้รับปริมาณของกัมมันตภาพรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปี พ.ศ. 2558 ทางคณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณทางสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยทักษิณ และ หน่วยวิจัยฟิสิกส์นิวเคลียร์และวัสดุ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตสงขลา ที่ให้การสนับสนุนทั้งทางด้านกำลังคน วัสดุ อุปกรณ์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ไตรภพ ผ่องสุวรรณ สังกัดภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์สารมาตรฐานทางรังสีเพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ และท้ายที่สุดนี้ขอขอบคุณนิสิตปริญญาโทและนิสิตปริญญาตรีทุกท่านในฐานะที่มีส่วนช่วยเหลือในด้านต่างๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Alencar, A.S. and Freitas, A.C. (2005). "Reference levels of natural radioactivity for the beach sands in a Brazilian southeastern coastal region", **Radiation Measurement**. 40(1), 76-83.
- [2] Freitas, A.C. and Alencar, A.S. (2004). "Gamma dose rates and distribution of natural radionuclides in sand beaches – Ilha Grande, Southeastern Brazil", **Journal of Environment Radioactivity**. 75(2), 211-223.
- [3] 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", **Radiation Measurements**. 41(2), 189-196.
- [4] 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", **Radiation Measurement**. 38(2), 153-165.
- [5] Sengupta, D., Mohanty, A. K., Das, S.K. and Saha, S.K. (2005). "Natural radioactivity in the high background radiation area at Erasama beach placer deposit of Orissa India", **International Congress Series**. 1276, 210-211.
- [6] El-Arabi, A.M. (2005). "Natural radioactivity in sand used in the thermal therapy at the Red Sea Coast", **Journal of Environment Radioactivity**. 81(1), 11-19.
- [7] Vassas, C. Pourcelot, L. Vella, C. Carpena, J. Pupin, J.P. Bouisset, P. and Guillot, L. (2006). "Mechanisms of enrichment of natural radioactivity along the beaches of the Camargue, France", **Journal of Environment Radioactivity**. 91(3), 146-159.

- [8] Malain, D. Regan, P.H., Bradley, D.A., Matthews, M., Al-Sulaiti, H.A. and Santawamaitre, T. (2012). "An evaluation of the natural radioactivity in Andaman beach sand samples of Thailand after the 2004 tsunami", **Applied Radiation and Isotopes**. 70(8), 1467-1474.
- [9] Withanage, A.P. and Mahawatte, P. (2013). "Radioactivity of beach sand in the south western coast of Srilanka", **Radiation Protection Dosimetry**. 153(3), 384 - 389.
- [10] ประสงค์ เกษราธิคุณ และอุตร ยังช่วย. (2553). การตรวจวัดค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์รังสีธรรมชาติ (^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra และ ^{40}K) และที่มนุษย์สร้างขึ้น (^{137}Cs) ในทรายชายหาดหลังจากการเกิดสึนามิในจังหวัดภูเก็ตโดยใช้เทคนิคแกมมาสเปกโตรเมตรี. รายงานวิจัย. สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ. สงขลา.
- [11] Kessaratikoon, P., Boonkrongcheep, R., Benjakul, S. and Youngchay, U. (2013). "Specific activities and radioactive contour maps of natural and anthropogenic radionuclides in beach sand samples (Patong, Kamala, Kata, Karon and Nai Yang) after tsunami disaster in Phuket province, Thailand", **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**. 297(2), 247-255.
- [12] 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(4), 431-439.
- [13] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). (1988). **Sources and Effects of Ionizing Radiation**. Report to General Assembly, with Scientific Annexes. New York.
- [14] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). (1993). **Sources and Effects of Ionizing Radiation**. Report to General Assembly, with Scientific Annexes. New York.
- [15] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). (2000). **Sources and Effects of Ionizing Radiation**. Report to General Assembly, with Scientific Annexes. New York.