

ศึกษาปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ช่วงเดือนมิถุนายนถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2565

Study of Ambient Gamma Dose rate at Songkhla Rajabhat University Area

Between June to November 2022

ศศิกานต์ ถิ่นนุ้ย¹ พิชญ์พิไล ขุนพรณราย^{1*} ชานยุต ฟองสุวรรณ¹ มูรณี ดาโอะ¹ ธนพงศ์ พันธุ์ทอง¹ เพียรว่า ยงศิริวิทย์¹
และสายใจ เพชรคงทอง¹Sasikarn Thinnui¹, Pitchilai Khoonphunnarai^{1*}, Chanyut Fongsuwan¹ Murnee Daoh¹ Thanapong Phanthong¹Phayao Yongsirirwit¹ and Saijai Petkhongthong¹¹สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จังหวัดสงขลา¹Program in Physics, Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University, Songkhla

*Corresponding author e-mail: pitchilai.kh@skru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณรังสีแกมมาในธรรมชาติจากปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา และเพื่อประเมินความเป็นอันตรายจากปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ทำการตรวจวัดตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2565 โดยใช้เครื่องวัดปริมาณรังสีแกมมาในอากาศแบบพกพา Thermo scientific รุ่น RadEye G-10 Gamma Survey Meter ผลการวิเคราะห์ระดับรังสีแกมมาในอากาศในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ของทุกอาคารในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีค่าเฉลี่ยดังนี้ 0.125 ± 0.057 , 0.132 ± 0.054 , 0.135 ± 0.055 , 0.128 ± 0.052 , 0.120 ± 0.051 และ 0.115 ± 0.050 $\mu\text{Sv/hr}$ ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยของระดับรังสีแกมมาในอากาศที่ตรวจวัดได้ในแต่ละเดือนของทุกอาคารมีค่าอยู่ในระดับปกติ กล่าวคือ มีค่าต่ำกว่าช่วงค่าปริมาณรังสีแกมมาในอากาศซึ่งเป็นค่ารังสีภูมิหลังที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติได้กำหนดไว้ คือ 0.05-0.20 $\mu\text{Sv/hr}$ ดังนั้นปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ไม่มีความเป็นอันตรายต่อบุคลากร และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

คำสำคัญ: รังสีแกมมา รังสีแกมมาในอากาศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา**ABSTRACT**

The objectives of this research are to assess the risk of ambient gamma dose rates near Songkhla Rajabhat University and study the natural gamma radiation dosage from the quantity of ambient gamma dose rates. The amount of gamma radiation exposed was measured using the RadEye G-10 Gamma Survey Meter. June to November 2022 was the dose-measuring period. The average values were 0.125 ± 0.057 , 0.132 ± 0.054 , 0.135 ± 0.055 , 0.128 ± 0.052 , 0.120 ± 0.051 and 0.115 ± 0.050 $\mu\text{Sv/hr}$ respectively. The monthly average ambient gamma dose rate readings for all buildings are normal, suggesting that they do not meet the Office of Atoms for Peace's threshold of 0.05-0.20 $\mu\text{Sv/hr}$. There is no danger to Songkhla Rajabhat University staff and students.

Keywords: gamma radiation, ambient gamma dose rate, Songkhla Rajabhat University

บทนำ

มนุษย์ได้รับการสัมผัสจากรังสีในธรรมชาติอย่างต่อเนื่องเป็นรังสีที่อยู่ในอากาศบนพื้นดิน 84% และ อีก 16% ได้จากรังสีคอสมิกจากนอกโลก (UNSCEAR, 2000) ปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบนพื้นดิน (TGRD: Terrestrial gamma radiation dose) มีความสำคัญเนื่องจากสามารถเป็นข้อมูลในการประเมินความเป็นอันตรายจากรังสีในธรรมชาติ และใช้เป็นตัวชี้วัดที่บอกระดับของรังสีแกมมาในธรรมชาติที่แท้จริงได้ [1] แม้ว่าปริมาณรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติจะมีปริมาณต่ำ แต่ความสำคัญของปริมาณรังสีแกมมาในอากาศสามารถบอกถึงความเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ที่อาจเกิดขึ้นได้ เพราะมนุษย์และสิ่งมีชีวิตได้รับปริมาณรังสีมาเป็นระยะเวลานาน ดังนั้นการศึกษาปริมาณรังสีแกมมาในอากาศจึงมีความจำเป็นที่ควรมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องเพราะปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

กัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติที่ประชากรได้รับเฉลี่ยทั่วโลกทั้งหมดอยู่ที่ประมาณ 2.4 mSv/y ประเทศโปแลนด์มีค่าที่ประชากรได้รับปริมาณรังสีในธรรมชาติเฉลี่ย 2.45 mSv/y ประเทศแคนาดา 1.8 mSv/y และบางพื้นที่ของโลกที่มีค่าสูงมาก เช่น บริเวณชายฝั่งของรัฐเกรละทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศอินเดียมีค่าสูงถึง 12.5 mSv/y แหล่งกำเนิดรังสีตามธรรมชาติ ได้แก่ รังสีแกมมาที่มาจากพื้นดิน รังสีคอสมิก และรังสีแอลฟาจากก๊าซเรดอน เป็นที่ทราบกันดีว่ารังสีแกมมาบนภาคพื้นดินเกิดจากกัมมันตรังสีของโพแทสเซียม-40 และนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่อยู่ในกลุ่มการสลายตัวของยูเรเนียมและทอเรียมที่อยู่บนเปลือกโลก จากอนุกรมของ U-238 และ Th-232 มีส่วนทำให้เกิดรังสีแกมมามากที่สุดถึง 65% ในขณะที่ K-40 ทำให้เกิดเพียง 35% และกัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติส่วนใหญ่ที่มนุษย์ได้รับสัมผัสเป็นก๊าซเรดอนซึ่งมีประมาณ 50% ซึ่งก๊าซเรดอนเป็นก๊าซกัมมันตภาพรังสีที่เกิดจากอนุกรมยูเรเนียมและทอเรียม เกิดจากการสลายตัวของ U-238 และ Th-232 ส่วนปริมาณความเข้มข้นของเรดอนในสิ่งแวดล้อมเกิดจากปัจจัยหลายประการเช่น (1) ธาตุที่เป็นต้นกำเนิดหลักของเรดอนในพื้นดินและหิน (2) คุณสมบัติของพื้นดินและหิน ได้แก่ องค์ประกอบของแร่ธาตุ ความพรุน การซึมผ่าน ความชื้น (3) บริเวณแนวรอยเลื่อน รอยแตกและรอยแยกของหิน และบางครั้งขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ความดันบรรยากาศ และลม [2]

มีงานวิจัยทั่วโลกที่ให้ความสำคัญกับข้อมูลปริมาณรังสีแกมมาในอากาศและปริมาณกัมมันตรังสีในสิ่งแวดล้อม หรือข้อมูลวัสดุที่นำมาก่อสร้างอาคารบ้านเรือน เนื่องจากเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพที่ประชาชนควรรับทราบเพราะเป็นสิ่งแวดล้อมที่อยู่ใกล้ตัวที่มีการสัมผัสตลอดเวลา ตัวอย่างงานวิจัยที่มีการศึกษาปริมาณรังสีในธรรมชาติดังเช่น การศึกษาการกระจายของปริมาณรังสีแกมมาในอากาศและปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณรังสีแกมมาในอากาศในประเทศจีนที่ทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 12 เดือน โดยทำการวัดปริมาณรังสีแกมมาจาก 79 ตำแหน่งมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่สามารถนำไปวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณรังสีแกมมาในอากาศ ได้แก่ รังสีจากดวงอาทิตย์ที่ได้รับในแต่ละวัน ความดันบรรยากาศ ความสูงจากระดับน้ำทะเล และปริมาณน้ำฝน พบว่าค่าปริมาณรังสีแกมมาในอากาศที่วัดได้กับข้อมูลที่วิเคราะห์จากปัจจัยดังกล่าวมีค่าสอดคล้องกัน มีค่าอยู่ในช่วง 60-195 nGy/h และมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 86.5 nGy/h ซึ่งค่าสูงสุดวัดได้ที่บริเวณที่ราบสูงชิงไห่ - ทิเบต จึงทำให้ค่าส่วนใหญ่ของปริมาณรังสีแกมมาที่ควรได้รับต่อปี และค่าความเป็นอันตรายจากรังสีมีค่าสูงมากกว่าค่าเฉลี่ยของโลก แต่ค่าดังกล่าวยังอยู่ในช่วงของรังสีภูมิหลังของประเทศจีน ดังนั้นค่าที่วัดได้อยู่ในระดับปกติ ประโยชน์ของงานวิจัยนี้เพื่อสำหรับการกระจายของปริมาณรังสีแกมมาในอากาศในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศจีนและเพื่อเป็นข้อมูลในการประเมินพื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากปริมาณรังสีแกมมาในอากาศ [1] สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยมีงานวิจัยที่ทำการศึกษารังสีแกมมาในอากาศเช่นเดียวกันโดยได้ทำการวัดปริมาณรังสีแกมมาในอากาศของจังหวัดพะเยาเพื่อเปรียบเทียบปริมาณรังสีแกมมาในอากาศของจังหวัดพะเยากับค่ารังสีภูมิหลังของประเทศไทยที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติกำหนดโดยศึกษาข้อมูลย้อนหลังในช่วงวันที่ 28 มีนาคม พ.ศ. 2554 - 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2558 ค่าเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2554-2558 คือ 0.146 0.154 0.145 0.146 และ 0.143 $\mu\text{Sv/hr}$ ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติ ประโยชน์ของงานวิจัยดังกล่าวนี้จึงได้ให้ความสำคัญกับเรื่องการได้รับ

รังสีจากธรรมชาติเพราะนักวิจัยได้กล่าวถึงปริมาณที่ได้รับและผลกระทบจากรังสีที่มีต่อร่างกายมนุษย์อีกด้วย [3] นอกจากนี้มีงานวิจัยในประเทศบราซิลซึ่งเป็นชุมชนเมืองขนาดใหญ่ในทวีปอเมริกาใต้ งานวิจัยนี้ได้ทำการตรวจวัดรังสีแกมมาด้วยเครื่องวัดรังสีหัววัดโซเดียมไอโอไดต์ (NaI) วัดที่ความสูง 1 เมตรเหนือพื้นดิน วัดทั้งบริเวณกลางแจ้งโดยวัดบนถนน และในอาคารซึ่งส่วนใหญ่เป็นอาคารพาณิชย์ และทำการวิเคราะห์ปริมาณรังสีแกมมาโดยรอบพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีแกมมาในอาคารมีค่าสูงกว่าบริเวณกลางแจ้ง 46% และข้อสรุปสุดท้ายของงานวิจัยคือ เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณรังสีแกมมาที่วัดได้ในเมืองเซาเปาโลกับที่อื่น ๆ ทั่วโลกพบว่ามีความสูงกว่าที่อื่น ๆ ทั่วโลก และนักวิจัยได้อภิปรายเพิ่มเติมว่าประเทศบราซิลเป็นประเทศที่มีพื้นที่กว้างใหญ่และมีประชากรจำนวนมากและมีวิถีชีวิตที่หลากหลาย อีกทั้งยังไม่มีมีการเผยแพร่ข้อมูลระดับรังสีภูมิหลังจากธรรมชาติของประเทศบราซิลให้ประชาชนรับทราบอย่างจริงจัง ตัวอย่างเช่นการพบแร่ทอเรียมที่มีความเข้มข้นสูงในเมือง Guarapari แต่ไม่มีการศึกษาหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องของพื้นที่ที่พบแร่ทอเรียมนี้ [4] ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณรังสีในธรรมชาติแต่ละวัน และการประเมินความเป็นอันตรายจากการสัมผัสรังสีจากธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้น หากประชาชนได้รับรังสีในทุกวันแต่ไม่สามารถระบุปริมาณรังสีที่ประชาชนได้รับที่จะส่งผลกระทบต่อร่างกายและพันธุกรรมจากกัมมันตรังสีอาจทำให้ประชากรมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งมากขึ้นและเร็วขึ้น

จากข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ชี้ให้เห็นว่าข้อมูลปริมาณรังสีแกมมาในอากาศ และกัมมันตรังสีในสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญ อีกทั้งสถานการณ์สิ่งแวดล้อมในปัจจุบันของชุมชนเมืองที่มีปริมาณฝุ่นละอองเพิ่มมากขึ้นในทุกปี และลักษณะของวัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัยได้แก่ ดิน หิน ทราย ปูนซีเมนต์ ที่ประชากรทำงานใกล้ชิดหรืออยู่ในบริเวณที่มีการก่อสร้าง และปริมาณรังสีในธรรมชาติที่ควรมีการศึกษาและรายงานให้เป็นปัจจุบันเพื่อเป็นความรู้และข้อมูลเบื้องต้นให้กับประชาชนในชุมชนให้มากขึ้น และในช่วงเดือนมิถุนายนถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2565 มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาได้มีการก่อสร้างและปรับปรุงแต่งเติมอาคารเรียน อีกทั้งมีการขนย้ายวัสดุก่อสร้างจำพวก ดิน หิน ทราย ปูนซีเมนต์ อิฐบล็อก ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวซึ่งอาจส่งผลทำให้เกิดการกระจายตัวของฝุ่นละออง หรือปริมาณก๊าซเรดอนมากขึ้น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาเป็นหน่วยงานการศึกษาขนาดใหญ่ และมีที่ตั้งอยู่ในเขตชุมชนเมืองที่มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น และมีบุคลากรทางการศึกษา และนักศึกษาเป็นจำนวนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการตรวจวัดกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติจากปริมาณรังสีแกมมาในอากาศในช่วงเดือนมิถุนายนถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2565 เพื่อเป็นข้อมูลและเพื่อประเมินความเป็นอันตราย อีกทั้งเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาทางด้านกัมมันตรังสีสิ่งแวดล้อมของชุมชนท้องถิ่นต่อไปในอนาคตด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
2. เพื่อประเมินความเป็นอันตรายจากปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

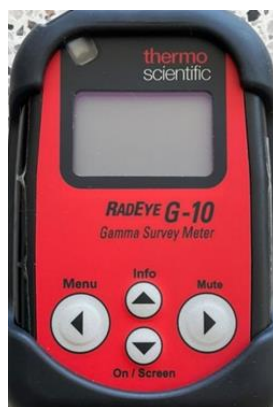
การดำเนินงานวิจัย

1. กำหนดพื้นที่และอาคารที่สามารถตรวจวัดปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีจำนวน 43 ตำแหน่ง
2. กำหนดช่วงเวลาในการตรวจวัดรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โดยเลือกช่วงเวลาที่มีการสัญจรของยานพาหนะ การขนย้ายวัสดุก่อสร้าง เข้า-ออกในมหาวิทยาลัย และช่วงเวลาที่มีการก่อสร้างและปรับปรุงต่อเติมอาคารในบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ดังนั้นควรตรวจวัดช่วงเวลาตั้งแต่เวลา 8.00 – 17.00 น. ของทุกวันในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2565
3. วัดค่าปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โดยใช้เครื่องวัดปริมาณรังสีแกมมาในอากาศแบบสำรวจ ยี่ห้อ Thermo Scientifific รุ่น RadEye G-10 เครื่องวัดดังกล่าวได้ทำการสอบเทียบเครื่องมือที่สำนักงาน

ประมาณเพื่อสันติเรียบร้อยแล้ว และการวัดปริมาณรังสีแกมมาในอากาศเป็นการวัดนอกตัวอาคารหรือกลางแจ้งของทุกตำแหน่งที่ทำการวัด มีระยะห่างจากตัวอาคาร 4-5 เมตร และเครื่องวัดสูงจากพื้นดิน 1.5 เมตร ในแต่ละช่วงเวลาทำการตรวจวัดจำนวน 3 ครั้ง เป็นเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2565

4. นำข้อมูลที่ได้จากการวัดปริมาณรังสีแกมมาในอากาศมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีแกมมาในอากาศและช่วงเวลา และเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา กับข้อมูลจากสถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสี สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ มหาวิทยาลัยทักษิณ อ.เมือง จ.สงขลา

5. วิเคราะห์ความเป็นอันตรายจากปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา กับระดับค่ารังสีแกมมาในสภาวะปกติของประเทศไทย



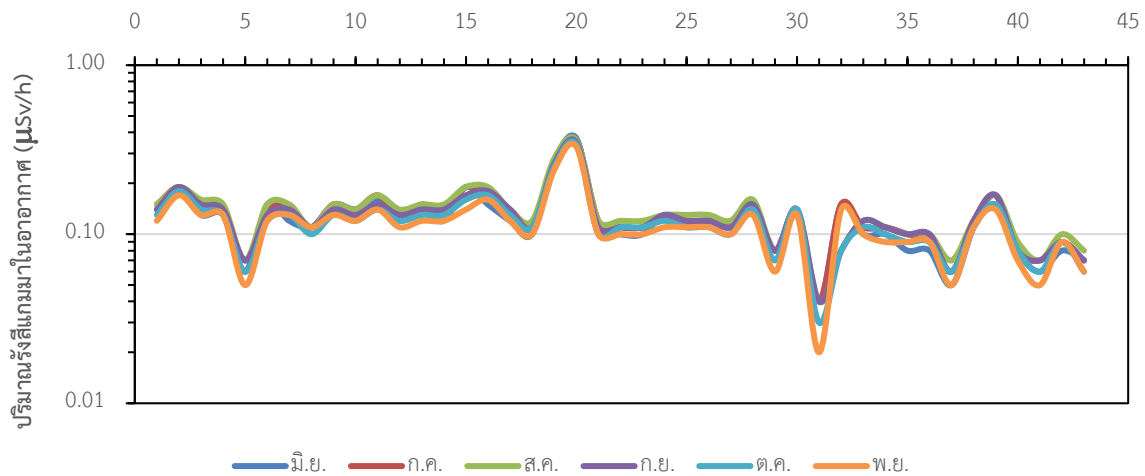
ภาพที่ 1 เครื่องวัดรังสีแกมมาในอากาศแบบสำรวจ ยี่ห้อ Thermo Scientetific รุ่น RadEye G-10



ภาพที่ 2 แผนที่ผังอาคารบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

(ดัดแปลงจาก Google Earth)

ตำแหน่งที่ทำการวัดปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา (SKRU01 - SKRU43)



ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ตั้งแต่เดือน มิ.ย. - พ.ย. พ.ศ. 2565

ตารางที่ 1 ตารางปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาตั้งแต่เดือน มิ.ย. - พ.ย. พ.ศ. 2565 ช่วงเวลา 08.00-17.00 น.

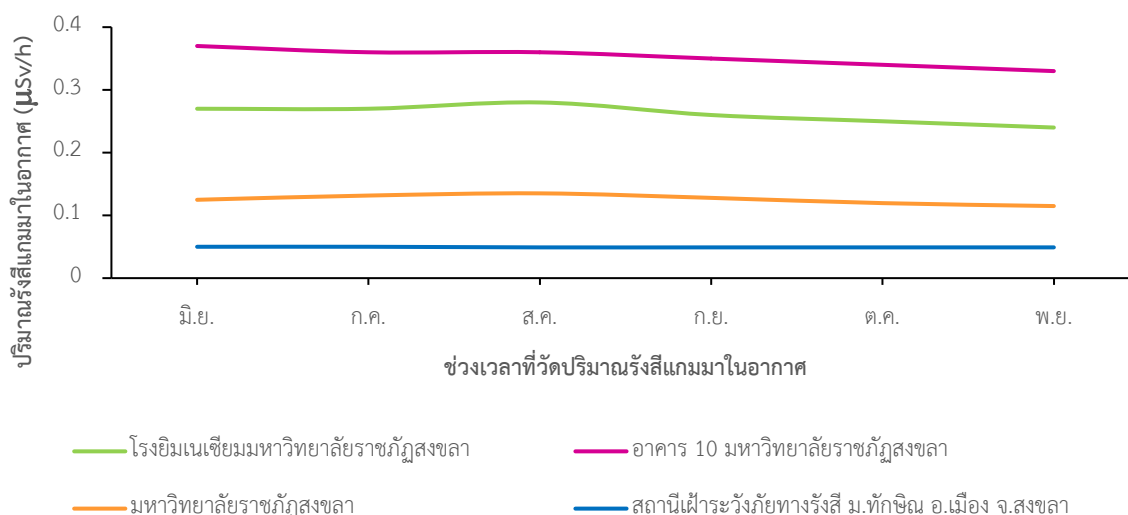
ตำแหน่ง	ปริมาณรังสีแกมมาในอากาศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ($\mu\text{Sv/hr}$)						ค่าเฉลี่ย
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	
SKRU01	0.14	0.15	0.15	0.14	0.13	0.12	0.138 ± 0.012
SKRU02	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.17	0.185 ± 0.008
SKRU03	0.13	0.15	0.16	0.15	0.14	0.13	0.143 ± 0.012
SKRU04	0.13	0.14	0.15	0.14	0.13	0.13	0.137 ± 0.008
SKRU05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.063 ± 0.008
SKRU06	0.15	0.14	0.15	0.13	0.12	0.12	0.135 ± 0.014
SKRU07	0.12	0.14	0.15	0.14	0.13	0.13	0.135 ± 0.010
SKRU08	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.11	0.108 ± 0.004
SKRU09	0.15	0.15	0.15	0.14	0.13	0.13	0.142 ± 0.010
SKRU10	0.14	0.14	0.14	0.13	0.12	0.12	0.132 ± 0.010
SKRU11	0.16	0.17	0.17	0.15	0.14	0.14	0.155 ± 0.014
SKRU12	0.12	0.13	0.14	0.13	0.12	0.11	0.125 ± 0.010
SKRU13	0.14	0.15	0.15	0.14	0.13	0.12	0.138 ± 0.012
SKRU14	0.12	0.14	0.15	0.14	0.13	0.12	0.133 ± 0.012

ตำแหน่ง	ปริมาณรังสีแกมมาในอากาศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ($\mu\text{Sv/hr}$)						ค่าเฉลี่ย
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	
SKRU15	0.19	0.19	0.19	0.17	0.16	0.14	0.173 ± 0.021
SKRU16	0.15	0.17	0.19	0.18	0.17	0.16	0.170 ± 0.014
SKRU17	0.12	0.13	0.14	0.14	0.13	0.12	0.130 ± 0.009
SKRU18	0.10	0.11	0.12	0.11	0.11	0.10	0.108 ± 0.008
SKRU19	0.27	0.27	0.28	0.26	0.25	0.24	0.262 ± 0.015
SKRU20	0.37	0.36	0.36	0.35	0.34	0.33	0.352 ± 0.015
SKRU21	0.11	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.110 ± 0.009
SKRU22	0.10	0.11	0.12	0.11	0.11	0.10	0.108 ± 0.008
SKRU23	0.10	0.11	0.12	0.11	0.11	0.10	0.108 ± 0.008
SKRU24	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.11	0.125 ± 0.008
SKRU25	0.11	0.12	0.13	0.12	0.11	0.11	0.117 ± 0.008
SKRU26	0.12	0.12	0.13	0.12	0.11	0.11	0.118 ± 0.008
SKRU27	0.11	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.110 ± 0.009
SKRU28	0.15	0.15	0.16	0.15	0.14	0.13	0.147 ± 0.010
SKRU29	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.06	0.075 ± 0.008
SKRU30	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.137 ± 0.005
SKRU31	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.035 ± 0.008
SKRU32	0.15	0.15	0.08	0.08	0.08	0.14	0.113 ± 0.037
SKRU33	0.10	0.11	0.12	0.12	0.11	0.10	0.110 ± 0.009
SKRU34	0.10	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09	0.103 ± 0.008
SKRU35	0.08	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.093 ± 0.008
SKRU36	0.08	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09	0.092 ± 0.008
SKRU37	0.05	0.06	0.07	0.06	0.06	0.05	0.058 ± 0.008
SKRU38	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.115 ± 0.005
SKRU39	0.17	0.17	0.17	0.17	0.15	0.14	0.162 ± 0.013
SKRU40	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.07	0.080 ± 0.006
SKRU41	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.063 ± 0.008
SKRU42	0.08	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.090 ± 0.006
SKRU43	0.07	0.07	0.08	0.07	0.06	0.06	0.068 ± 0.008

หมายเหตุ ตำแหน่งจุดวัดชื่อ SKRU ตามด้วยหมายเลขของสถานที่ทำการวัด โดยที่ โดยให้ SKRU01 = อาคาร 1 แพทย์แผนไทย, SKRU 02 = อาคาร 61 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (หลังเก่า), SKRU 03 = อาคาร 47/1 อาคารปฏิบัติการไฟฟ้า 1, SKRU04 = อาคาร 47/2 อาคารปฏิบัติการไฟฟ้า 2, SKRU05 = อาคาร 74 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (ตึกใหม่), SKRU06 = อาคาร 27 หอประชุม 1, SKRU07 = เกษตรและที่จอดรถ, SKRU08 = คหกรรมตึกเก่า, SKRU09 = อาคาร 58 คณะศิลปกรรมศาสตร์, SKRU10 = อาคาร 2 ศูนย์บ่มเพาะ UBI, SKRU11 = อาคาร 3 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (ตึกใหม่), SKRU12 = อาคาร 4 คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, SKRU13 = อาคาร 5 คณะครุศาสตร์ (ตึกเก่า), SKRU14 = อาคาร 48 สำนักงานอธิการบดี, SKRU15 = อาคาร 51 สำนักศิลปะและวัฒนธรรม, SKRU16 = อาคาร 55 หอประชุมเฉลิมพระเกียรติฯ, SKRU17 = อาคาร 44 สำนักวิทยบริการ, SKRU18 = อาคาร 11 โรงแรมสงขลาพาเลซ, SKRU19 = อาคาร 38 โรงเรียนเนเชียมมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, SKRU20 = อาคาร 10 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ตึกเก่า), SKRU21 = อาคาร 62 คณะเทคโนโลยีการเกษตร, SKRU22 = อาคาร 72 คหกรรมตึกใหม่, SKRU23 = อาคาร 8 อาคารคณิตศาสตร์และสารสนเทศฯ, SKRU24 = อาคาร 35 เทคโนโลยียางและพอลิเมอร์, SKRU25 = อาคาร 42 ศูนย์วิทยาศาสตร์, SKRU26 = อาคาร 18 หอพักนักศึกษาบ้นงา, SKRU27 = อาคาร 69 หอพักนักศึกษาปาริฉัตร, SKRU28 = อาคาร 54 ปศุสัตว์, SKRU29 = อาคาร 13 หอพักรุกขวิทย์, SKRU30 = อาคาร 73 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ตึกใหม่), SKRU31 = อาคาร 49 กองพัฒนานักศึกษา, SKRU32 = อาคาร student complex, SKRU33 = อาคาร 59 อาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์, SKRU34 = อาคาร 9 บัณฑิตวิทยาลัย, SKRU35 = อาคาร 12 ศูนย์การศึกษาพิเศษ, SKRU36 = อาคาร 6 อาคารโสตทัศนศึกษาและตาก, SKRU37 = อาคาร 56 สหกรณ์ มรภ. สงขลา, SKRU38 = อาคาร 66 คณะวิทยาการจัดการ, SKRU39 = อาคาร 68 คณะครุศาสตร์ (ตึกใหม่), SKRU40 = อาคาร 64 อาคารเทคโนโลยีชีวภาพ, SKRU41 = อาคาร 52 เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, SKRU42 = อาคาร 37 อาคารปฏิบัติการเกษตร, SKRU43 = อาคาร 57 อาคารปฏิบัติการแปรรูปอาหารฮาลาล

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบปริมาณรังสีแกมมาเฉลี่ยในอากาศระหว่างข้อมูลจากสถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสี อ.เมือง จ.สงขลา และมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาตั้งแต่เดือน มิ.ย. - พ.ย. พ.ศ. 2565 ช่วงเวลา 08.00-17.00 น.

ข้อมูลปริมาณรังสีแกมมา	ปริมาณรังสีแกมมาเฉลี่ยในอากาศช่วง มิ.ย.-พ.ย. 2565 ($\mu\text{Sv/h}$)					
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
สถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสี มหาวิทยาลัย						
ทักษิณ อ.เมือง จ.สงขลา (สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, 2565)	0.050	0.050	0.049	0.049	0.049	0.049
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา	0.125 $\pm$	0.132 $\pm$	0.135 $\pm$	0.128 $\pm$	0.120 $\pm$	0.115 $\pm$
	0.057	0.054	0.055	0.052	0.051	0.050
ข้อมูลระดับรังสีแกมมาในอากาศบริเวณจังหวัดพะเยา ข้อมูล 28 มี.ค. 2554 – 15 พ.ค. 2558 [3]						
จังหวัดพะเยา	พ.ศ.	พ.ศ.	พ.ศ.	พ.ศ.	พ.ศ.	
	2554	2555	2556	2557	2558	-
	0.146	0.154	0.145	0.146	0.143	



ภาพที่ 4 กราฟเปรียบเทียบปริมาณรังสีแกมมาในอากาศระหว่างสถานีเฝ้าระวังทางรังสี มหาวิทยาลัยทักษิณ อ.เมือง จ.สงขลา และมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

จากการตรวจวัดปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2565 มีค่าเฉลี่ยดังนี้ 0.125 ± 0.057 , 0.132 ± 0.054 , 0.135 ± 0.055 , 0.128 ± 0.052 , 0.120 ± 0.051 และ 0.115 ± 0.050 $\mu\text{Sv/h}$ ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 3 เป็นกราฟแสดงปริมาณรังสีแกมมาในอากาศในช่วงเดือน มิถุนายนถึงพฤศจิกายน พ.ศ. 2565 บริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โดยทำการวัดรังสีแกมมาในอากาศกลางแจ้งภายนอก ตัวอาคารทั้งหมด 43 ตำแหน่ง ค่าเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละเดือนมีค่าต่ำกว่าช่วงระดับรังสีแกมมาในสภาวะปกติของประเทศไทยที่ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติกำหนดไว้ คือ $0.05\text{--}0.2$ $\mu\text{Sv/hr}$ [5] แต่จากตารางที่ 1 และภาพที่ 4 เป็นกราฟแสดงค่าเฉลี่ย ปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาของเดือน มิ.ย.-พ.ย. 2565 ปริมาณรังสีแกมมาในอากาศของ ตำแหน่ง SKRU19 และ SKRU20 และค่าปริมาณรังสีแกมมาในอากาศของสถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสี มหาวิทยาลัยทักษิณ อ. เมือง จ.สงขลา (สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ) ซึ่งตำแหน่ง SKRU19 และ SKRU20 เป็นตำแหน่งที่ตั้งของ โรงเรียนเนเชียม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา และอาคารเรียน 10 (คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา) ตามลำดับ ซึ่งในช่วงเดือน มิ.ย.- พ.ย. 2565 มีการสร้างโรงเรียนเนเชียมเพิ่มขึ้นใหม่อีก 1 อาคาร และอาคารเรียน 10 เป็นอาคารเรียนที่มีจำนวน 4 ชั้น ได้มีการ รื้อถอนและปรับปรุงต่อเติมอาคารใหม่ทุกชั้น สาเหตุที่ทำให้ค่ารังสีแกมมาในอากาศที่วัดได้ทั้งสองตำแหน่งมีค่าสูงกว่าบริเวณ อื่นในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อาจเนื่องมาจากทั้งสองบริเวณเป็นเขตก่อสร้างและปรับปรุงต่อเติมอาคารมีรถบรรทุกขนย้าย วัสดุก่อสร้างจำนวนหลายรอบใน 1 วัน อีกทั้งอุปกรณ์รื้อถอนที่ต้องมีการขนย้ายออกทุกวันทำให้เกิดฝุ่นละอองในปริมาณที่ มากกว่าปกติ วัสดุก่อสร้างที่ใช้ก่อสร้างและต่อเติมอาคาร ได้แก่ หิน ทราโย ปูนซีเมนต์ อิฐบล็อก จึงอาจทำให้ในอากาศมีการ ปนเปื้อนรังสีมากขึ้นจึงเป็นเหตุผลการวัดระดับรังสีได้มากขึ้น แต่ค่าระดับรังสีที่วัดได้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับบุคลากร และนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา [3] และสาเหตุที่ค่ารังสีแกมมาสูงกว่าสถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสี มหาวิทยาลัย ทักษิณ อ.เมือง จ.สงขลา (สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ) อาจเนื่องมาจากตำแหน่งที่ตั้งของห้ววัดปริมาณรังสีแกมมาในอากาศ ของสถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสีทางอากาศ มหาวิทยาลัยทักษิณ มีการติดตั้งห้ววัดรังสีอยู่บนชั้นดาดฟ้าของอาคารบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ ที่มีความสูง 4 ชั้น [6] ซึ่งตำแหน่งห้ววัดสูงจากพื้นดินมากกว่าตำแหน่งเครื่องวัดของงานวิจัยนี้ที่ใช้

เครื่องวัดค่ารังสีตำแหน่งสูงจากพื้นดินเป็นระยะ 1.5 เมตร เป็นไปได้ว่าเครื่องวัดของงานวิจัยอยู่ใกล้พื้นดินมากกว่าอาจได้รับรังสีจากพื้นดินและฝุ่นละอองมากกว่า [3] และเป็นที่ทราบกันดีว่าแหล่งกำเนิดรังสีในธรรมชาติจากวัสดุกัมมันตรังสีตามธรรมชาติ (Naturally Occurring Radioactive Materials) หรือที่รู้จักกันในชื่อ NORM สามารถพบได้ทั่วไปในดิน น้ำ อากาศ วัสดุก่อสร้าง รวมทั้งในร่างกายของมนุษย์ [7] และ NORM ที่มีความเป็นไปได้บริเวณอาคารเรียน 10 และโรงยิมเนเซียมที่มีค่าปริมาณรังสีแกมมาในอากาศสูงอาจมีสาเหตุมาจากฝุ่นละอองของวัสดุก่อสร้างโดยเฉพาะหิน และทรายที่มีต้นกำเนิดมาจากหินโพล (Outcrop) ขนาดใหญ่ที่มีองค์ประกอบเป็นธาตุกัมมันตรังสียูเรเนียม-238 ทอเรียม-232 และโพแทสเซียม-40 ซึ่งอนุกรมของยูเรเนียมและทอเรียมเมื่อสลายตัวเป็นธาตุลูกหลานคือเรดอน-222 ที่มีสถานะเป็นก๊าซ ที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ละลายน้ำได้ และคุณสมบัติของก๊าซคือสามารถฟุ้งกระจายปะปนในอากาศทั่วไปได้ เรดอน-222 มีค่าครึ่งชีวิตอยู่ที่ 3.8 วัน [8] และเมื่อเรดอน-222 สลายตัวต่อไปเรื่อย ๆ จนเป็นธาตุที่เสถียรพร้อมกับปลดปล่อยอนุภาคแอลฟาและรังสีแกมมาออกมา ดังนั้นหากนำวัสดุก่อสร้างที่ได้มาจากเปลือกโลก เช่น หินโพล ดิน ทราย วัสดุเหล่านั้นสามารถปลดปล่อยก๊าซเรดอนออกมาในอากาศได้ แต่ปริมาณก๊าซเรดอนมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบยูเรเนียมและทอเรียมที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในวัสดุเหล่านั้นด้วย ซึ่งหินที่นำมาใช้ทำวัสดุก่อสร้างในแต่ละพื้นที่จะมีปริมาณเรดอนที่แตกต่างกัน ดังเช่นงานวิจัย [7] ได้ทำการวัดค่าเรดอนในวัสดุก่อสร้าง 7 ชนิดที่ขายตามท้องตลาดในเมือง Al Jouf ประเทศซาอุดีอาระเบีย ได้แก่ ดิน ปูนซีเมนต์ ยิปซัม เซรามิก หินอ่อน อิฐบล็อก และทรายเม็ดใหญ่ ปริมาณเรดอนในวัสดุทั้ง 7 ชนิดมีค่ารังสีพื้นหลังสูงกว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลก ซึ่งนักวิจัยได้ให้ความเห็นว่าผลจากงานวิจัยเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการศึกษาความอันตรายต่อสุขภาพที่เกิดจากวัสดุก่อสร้าง และงานวิจัยในประเทศโปแลนด์ที่ทำการวัดรังสีแกมมาบริเวณเทือกเขาหินแกรนิต และบริเวณแนวรอยเลื่อนเพื่อนำมาหาความสัมพันธ์ของเรดอนและปริมาณรังสีแกมมาในอากาศผลที่ได้คือมีความสัมพันธ์เป็นไปตามหลักสถิติ กล่าวคือปริมาณเรดอนเป็นตัวบ่งชี้ปริมาณรังสีแกมมาในบริเวณเทือกเขาหินแกรนิตได้ [9]

นอกจากนี้ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณรังสีแกมมาในอากาศจะมีปริมาณมากหรือน้อยจะต้องมีข้อมูลทางด้านอื่น ๆ สนับสนุนร่วมด้วย เช่น ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความเข้มของรังสีจากดวงอาทิตย์ในแต่ละวัน ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ความเร็วลมและทิศทางลม และความสูงจากระดับน้ำทะเล ดังงานวิจัยของ [1] ค่าปริมาณรังสีแกมมาในอากาศที่วัดได้บนพื้นดินมีค่าสูงอาจมีสาเหตุมาจากพื้นที่ที่สำรวจอาจอยู่ในพื้นที่ของหินอัคนีที่มีการเย็นตัวของลาวาภูเขาไฟบนผิวโลก และการเย็นตัวของแมกมาเป็นหินแกรนิตใต้ผิวโลก โดยปริมาณรังสีแกมมาในอากาศมีค่าสูงตรงบริเวณแนวการวางตัวของหินแกรนิต อีกทั้งงานวิจัยนี้ได้ค้นพบว่า ปริมาณความชื้นผิวดินในแต่ละฤดูกาลส่งผลให้ปริมาณยูเรเนียม ทอเรียม และโพแทสเซียมมีค่าแตกต่างกัน รวมถึงการชะล้างและการตกตะกอน ที่มีผลต่อปริมาณของยูเรเนียม จึงทำให้ปริมาณรังสีแกมมาที่วัดได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาในแต่ละฤดูกาลด้วย [7] และการศึกษาปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบนพื้นดินในประเทศปากีสถานและฝรั่งเศส มีค่าปริมาณรังสีแกมมาในอากาศสูงเนื่องจากในแต่ละวันได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์เป็นเวลานาน และได้รับรังสีคอสมิกในปริมาณมากเป็นเพราะอยู่ตรงตำแหน่งละติจูดสูง [4, 7] จะเห็นได้ว่างานวิจัยที่สำรวจปริมาณรังสีแกมมาในอากาศทั่วโลกไม่อาจนำข้อมูลสำรวจปริมาณรังสีแกมมาในอากาศมาวิเคราะห์ผลเพียงด้านเดียวได้ จำเป็นต้องนำข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาหรือสิ่งแวดล้อมมาช่วยสนับสนุน ซึ่งปัจจุบันงานวิจัยที่มีนำข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและดัชนีคุณภาพทางด้านสิ่งแวดล้อมยังมีข้อจำกัด ดังนั้นในอนาคตงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นอันตรายจากรังสีแกมมาในอากาศควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีในสิ่งแวดล้อมและตัวชี้วัดคุณภาพอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในระดับประเทศและต่างประเทศ สำหรับงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อศึกษาเป็นข้อมูลการกระจายปริมาณรังสีแกมมาในอากาศในพื้นที่ขนาดเล็กในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาและความเป็นอันตรายจากรังสีในสิ่งแวดล้อมที่มีค่าในระดับต่ำเท่านั้น

สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ศึกษาปริมาณรังสีแกมมาในอากาศและประเมินความเป็นอันตรายจากปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา และได้เปรียบเทียบกับระดับค่ารังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐานที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติกำหนดมีค่าในช่วง $0.05\text{--}0.2\ \mu\text{Sv/hr}$ โดยทำการวัดบริเวณภายนอกหรือกลางแจ้งทุกอาคารจำนวน 43 ตำแหน่ง ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ด้วยเครื่องมือวัดรังสีแกมมาแบบสำรวจที่ทำการปรับเทียบเครื่องมือวัดกับสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติแล้ว มีค่าพิสัยอยู่ในช่วง $0.04\text{--}0.37$, $0.04\text{--}0.36$, $0.04\text{--}0.36$, $0.04\text{--}0.35$, $0.03\text{--}0.34$ และ $0.02\text{--}0.33$ ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยดังนี้ 0.125 ± 0.057 , 0.132 ± 0.054 , 0.135 ± 0.055 , 0.128 ± 0.052 , 0.120 ± 0.051 และ $0.115\pm 0.050\ \mu\text{Sv/hr}$ ตามลำดับ ซึ่งผลของระดับรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาอยู่ในเกณฑ์ปกติ มีความปลอดภัยแก่บุคลากรและนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา และจากการเปรียบเทียบกับค่าระดับรังสีแกมมาในอากาศกับสถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสี มหาวิทยาลัยทักษิณสงขลา พบว่าค่ารังสีที่วัดได้มีค่าแตกต่างกันอาจเนื่องมาจากความแตกต่างของตำแหน่งความสูงห้ววัดและเครื่องมือวัดจากพื้นดิน ตำแหน่งห้ววัดของสถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสี มหาวิทยาลัยทักษิณสงขลา สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ติดตั้งอยู่บริเวณชั้นดาดฟ้าอาคาร 7 ที่มีความสูง 4 ชั้น ซึ่งสูงจากพื้นดินมากกว่าตำแหน่งของเครื่องมือวัดในงานวิจัยนี้ที่สูงจากพื้นดิน 1.5 เมตร เป็นไปได้ว่าเครื่องมือวัดในงานวิจัยนี้อยู่ใกล้พื้นดินมากกว่า อัตราการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองน้อยกว่าจึงทำให้ระดับค่ารังสีแกมมาในอากาศมีค่าสูงกว่าสถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสี มหาวิทยาลัยทักษิณสงขลา ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าปริมาณรังสีแกมมาในอากาศบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาในช่วงเดือนมิถุนายน - พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ไม่มีความเป็นอันตรายต่อบุคลากรและนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

งานวิจัยดังกล่าวสามารถนำไปเป็นข้อมูลปริมาณรังสีแกมมาในอากาศในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา และเป็นข้อมูลปริมาณรังสีแกมมาในอากาศที่อาจมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ที่มีการก่อสร้างอาคาร เพื่อให้ทราบระดับความเข้มข้นและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของสาเหตุ เพื่อป้องกันไม่เกิดความเป็นอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับบุคลากรในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการนำข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาหรือข้อมูลทางสิ่งแวดล้อมมาสนับสนุนผลการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลมีความแม่นยำมากขึ้น
2. ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลควรใช้เวลาให้นานขึ้นเช่นอาจเก็บข้อมูลเป็นเวลา 12 เดือน และช่วงเวลาอาจเก็บเป็น 24 ชม. เพื่อให้เห็นความแตกต่างของข้อมูลในเวลา 1 วัน หรือการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนในแต่ละเดือนเพิ่มมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา และสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กรุงเทพมหานคร สำหรับความอนุเคราะห์เครื่องมือวิจัยและข้อมูลค่าระดับรังสีแกมมาในอากาศจากสถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสี จังหวัดสงขลา

เอกสารอ้างอิง

- [1] W. Feng, Y. Zhang, Y. Li, P. Wang, C. Zhu, L. Shi, X. Hou and X. Qie, "Spatial distribution, risk assessment and influence factors of terrestrial gamma radiation dose in China," *Journal of Environmental Radioactivity*, vol. 222, 106325, pp. 1-7, 2020.
- [2] D.E. Tchorz-Trzeciakiewicz, B. Kozłowska, A. Walencik-Łata, "Seasonal variations of terrestrial gamma dose, natural radionuclides and human health," *Chemosphere*, vol. 310, 136908, pp. 1-11, 2023.
- [3] สุพรรณษา จันทร์สุริยา, ปราณณิชา หงส์พิทักษ์พงศ์, ไมตรี ศรียา, "การตรวจวัดค่าระดับรังสีแกมมาในอากาศบริเวณจังหวัดพะเยา," *วารสารวิทยาศาสตร์ มข.*, ปีที่ 45 เล่มที่ 1, น. 183-192, 2560.
- [4] E.M. Yoshimura, S.M. Otsubo, R.E.R. Oliveira. "Gamma ray contribution to the ambient dose rate in the city of São Paulo, Brazil," *Radiation Measurement*, vol. 38, pp. 51-57, 2004.
- [5] สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ, รายงานระดับรังสีแกมมาประจำวัน [ออนไลน์]. จาก: <http://www.oap.go.th/offices/teach-support/btssr-monitoring>
- [6] อัญชัย ถาวรสุวรรณ, ฤทัยรัตน์ บุญครองชีพ, ศุภวุฒิ เบ็ญจกุล, ประสงค์ เกษราธิคุณม "การเฝ้าระวังและการตรวจวัดปริมาณค่าระดับรังสีแกมมาในอากาศบริเวณจังหวัดสงขลา ประเทศไทย ตั้งแต่เดือนเดือนมีนาคม ถึง เดือนธันวาคม 2554 หลังการเกิดอุบัติเหตุโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ฟูกูชิมะ ไดอิจิ ในประเทศญี่ปุ่น," *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, ปีที่ 15 ฉ. 3, น. 287-299, 2554.
- [7] ฮานาฟี เหมตระกูลวงศ์, *ปริมาณนอร์มในทรายเก็บจากคลองตะกั่วป่า จังหวัดพังงา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2556.
- [8] Ziyad Awadh Alrowaili, "Nature of radon, radium, exhalation and uranium concentration from construction materials used in Al Jouf city, Saudi Arabia," *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, vol. 16, 100579, pp.1-9, 2023.
- [9] D.E. Tchorz-Trzeciakiewicz, M. Rysiukiewicz, "Ambient gamma dose rate as an indicator of geogenic radon potential," *Science of the Total Environment*, vol. 755, 142771, pp. 1-13, 2021.