

ประเมินดัชนีความเสี่ยงทางรังสีต่อสุขภาพของผู้บริโภคเครื่องปรุงอาหารไทยตามท้องตลาด Assessment of Radiation Health Risk Indices from the Consumption of Commercially Available Thai Seasoning Products

พรหมพร เมืองสง¹, พวงทิพย์ แก้วทับทิม^{2*}

Promporn Muangsong¹, Pungtip Kaewtubtim^{2*}

¹หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

¹Master of Science (Applied Physics), Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University

²สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

²Department of Science and Technology, Prince of Songkla University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาความเข้มข้นของปริมาณสารกัมมันตรังสีทางธรรมชาติ (^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K) และมนุษย์สร้างขึ้น (^{137}Cs) ในตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทย ประเภทเครื่องปรุงรส และเครื่องเทศ จำนวน 9 ชนิด รวม 56 ตัวอย่าง ด้วยวิธีแกมมาสเปกโตรเมตรี โดยใช้หัววัดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGs) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณค่าปริมาณรังสีสัมผัส (E) ปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับต่อปี (AED) ปริมาณรังสีทั้งหมดที่ได้รับ (D) และค่าประมาณความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งตลอดชีวิต (ELCR) ผลจากการศึกษา พบว่า ปริมาณค่าปริมาณรังสีที่มีผลต่อร่างกาย (E) มีค่าเฉลี่ย $4.51 \mu\text{Sv/y}$ ปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับต่อปี (AED) ของ ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K และ ^{137}Cs มีค่าเฉลี่ย 1.02, 3.07, 0.57 และ $0.02 \mu\text{Sv/y}$ ตามลำดับ รวมเป็นปริมาณรังสีทั้งหมดที่ได้รับ (D) มีค่าเฉลี่ย $4.51 \mu\text{Sv/y}$ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของการได้รับสารกัมมันตรังสีจากการบริโภคอาหารของประชากรทั่วไป $290 \mu\text{Sv/y}$ และค่าประมาณความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งตลอดชีวิต (ELCR) มีค่าเฉลี่ย 0.16×10^{-4} โดยมีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับค่าความเสี่ยงที่ยอมรับได้ $1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-4}$ ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทยที่ศึกษา ทั้งประเภทเครื่องปรุงรส และเครื่องเทศมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบทางรังสีต่อสุขภาพของผู้บริโภค

คำสำคัญ: เครื่องปรุงอาหารไทย หัววัดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGs) ความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งตลอดชีวิต (ELCR)

* Corresponding author : pungtip.k@psu.ac.th

Abstract

This study investigated the concentrations of natural sources radiation (^{226}Ra , ^{232}Th , and ^{40}K) and a human sources radiation (^{137}Cs) in Thai seasoning products, including spices and condiments. A total of 56 samples across 9 different types of products were analyzed using gamma-ray spectrometry with a High Purity Germanium detector (HPGe). The objective was to evaluate the effective dose (E), annual effective dose (AED), total dose (D), and excess lifetime cancer risk (ELCR) associated with the consumption of these products. The results showed that the average effective dose (E) was $4.51 \mu\text{Sv/y}$. The average annual effective doses (AED) for ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , and ^{137}Cs were 1.02, 3.07, 0.57 and $0.02 \mu\text{Sv/y}$, respectively, resulting in a total dose (D) of $4.51 \mu\text{Sv/y}$. This value is significantly lower than the global average annual effective dose from ingestion of natural radionuclides in food, which is approximately $290 \mu\text{Sv/y}$. The mean Excess Lifetime Cancer Risk (ELCR) was found to be 0.16×10^{-4} , which is below the internationally accepted risk threshold range of 1×10^{-6} - 1×10^{-4} . In conclusion, the study indicates that all analyzed Thai seasoning products do not pose a radiation health risk assessment to consumers.

Keywords: Thai Seasonings, High Purity Germanium detector (HPGe), Excess Lifetime Cancer Risk (ELCR)

1. บทนำ

เครื่องปรุงอาหารหรือเครื่องเทศ เป็นส่วนประกอบสำคัญในการประกอบอาหารทั่วโลกโดยใช้เพื่อเพิ่มรสชาติ สี และกลิ่น โดยเครื่องเทศมาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ราก เปลือก ใบ เมล็ด หรือดอก และนิยมบริโภคในทุกวัฒนธรรมโดยเฉพาะในประเทศแถบเอเชีย แอฟริกา และตะวันออกกลาง ซึ่งมีการใช้เครื่องเทศทั้งสด และแห้งอย่างแพร่หลาย (Sahu & Sahu, 2007) เครื่องเทศและสมุนไพรประกอบด้วยผลิตภัณฑ์จากพืชที่มีกลิ่นหอมหลากหลายชนิด กลิ่นหอมของเครื่องเทศเกิดจากน้ำมันหอมระเหยซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของกลิ่นและเป็นส่วนประกอบที่ระเหยได้ ความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องเทศและสมุนไพรได้พัฒนาขึ้นในวัฒนธรรมต่าง ๆ ตลอดหลายศตวรรษ ทำให้เกิดลักษณะเฉพาะทางภูมิศาสตร์ของเครื่องเทศและส่วนผสมของเครื่องเทศ เครื่องเทศสามารถให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ และสีของผลิตภัณฑ์อาหารได้ เนื่องจากรสชาติของเครื่องเทศมีความซับซ้อน การใช้ส่วนผสมของเครื่องเทศจึงยังคงเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่และการสร้างรสชาติใหม่ ๆ โดยผู้แปรรูปอาหารเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค (Chi & Wu, 2014) มีเครื่องเทศประมาณ 40-50 ชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและการทำอาหารในระดับโลก และเครื่องเทศที่ไม่ค่อยเป็นที่รู้จักอีกหลายชนิดที่ใช้ในการปรุงอาหารแบบดั้งเดิมซึ่งมีมูลค่าการค้าระหว่างประเทศเพียงเล็กน้อย

หรือไม่มีเลย สมุนไพรและเครื่องเทศช่วยให้เมนูอาหารหลากหลายและเน้นย้ำถึงลักษณะเฉพาะของชาติในอาหารชาติพันธุ์ (Kaefer & Milner, 2008) สำหรับอาหารไทยมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวจากการผสมผสานรสชาติหลัก ได้แก่ รสหวาน เค็ม เปรี้ยว และรสอูมามิ ควบคู่กับกลิ่นรสจากเครื่องเทศและสมุนไพรต่าง ๆ อาหารไทยได้มีการประยุกต์โดยใช้เครื่องเทศ สมุนไพร ผัก เทคนิคการปรุงอาหาร และเครื่องปรุงรสแบบดั้งเดิมเฉพาะของไทยทำให้เกิดรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์แตกต่างจากต้นแบบเดิม (Chotechuang, 2013) โดยส่วนประกอบของเครื่องปรุงอาหารไทยมีพืชหลากหลายชนิด ซึ่งพืชเหล่านี้อาจจะดูดซับสารกัมมันตรังสีจากดิน น้ำ และอากาศระหว่างการเจริญเติบโต เช่น ธาตุกัมมันตรังสีตามธรรมชาติอย่าง โพแทสเซียม-40 (^{40}K), ยูเรเนียม-238 (^{238}U), ทอเรียม-232 (^{232}Th) และในบางกรณียังพบซีเซียม-137 (^{137}Cs) ซึ่งเป็นสารตกค้างจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น อุบัติเหตุนิวเคลียร์ หรือการทดสอบอาวุธนิวเคลียร์ (UNSCEAR, 2018) ความเข้มข้นของสารกัมมันตรังสีบริเวณต่าง ๆ ขึ้นกับลักษณะทางธรณีของพื้นที่บริเวณนั้น โดยสารกัมมันตรังสีจะมีปริมาณสูงบริเวณที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาที่เป็นหินแกรนิต (Shoeib & Thabayneh, 2014)

การศึกษาความเข้มข้นของปริมาณสารกัมมันตรังสี ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K และ ^{137}Cs ในตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทย ประเภทเครื่องปรุงรสและเครื่องเทศ และประเมินดัชนีความเป็นอันตรายจากสารกัมมันตรังสีในตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทย ประเภทเครื่องปรุงรสและเครื่องเทศ จึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้ทราบถึงความปลอดภัยจากการบริโภคเครื่องปรุงอาหาร ที่ปราศจากการปนเปื้อนของสารกัมมันตรังสี

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อประเมินดัชนีความเป็นอันตรายจากสารกัมมันตรังสีในตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทย ประเภทเครื่องปรุงรส และเครื่องเทศ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การเตรียมตัวอย่าง

3.1.1 สุ่มเก็บตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทยจากท้องตลาด ประกอบด้วย ผงชูรสจำนวน 10 ยี่ห้อ พริกไทยป่นจำนวน 10 ยี่ห้อ น้ำตาลจำนวน 10 ยี่ห้อ ผงปรุงรสจำนวน 10 ยี่ห้อ ผงแกงกะหรี่จำนวน 4 ยี่ห้อ พริกป่นจำนวน 3 ยี่ห้อ ข้าวคั่วจำนวน 3 ยี่ห้อ กระเทียมป่นจำนวน 3 ยี่ห้อ และเมล็ดผักชีป่นจำนวน 3 ยี่ห้อ ทั้งหมดจำนวน 56 ตัวอย่าง

3.1.2 อบตัวอย่างเครื่องปรุงเป็นเวลา 6 ชั่วโมง และอบตัวอย่างซ้ำจนกระทั่งความชื้นคงที่ จากนั้นนำมาบดให้เป็นผงด้วยโม่บดสาร แล้วร่อนด้วยตะแกรกร่อน ขนาด $120\ \mu\text{m}$ เพื่อให้ตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน

3.1.3 บรรจุตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทยที่เป็นผง ลงในภาชนะพลาสติกสุญญากาศทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 cm สูง 10.5 cm ซึ่งขนาดเท่ากับภาชนะสารมาตรฐานพีช IAEA-330 จากสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ บางเขน กทม. ปิดฝากระปุกให้สนิทโดยใช้เทปพันสายไฟพันรอบรอยต่อระหว่างฝากระปุกวางทิ้งไว้เป็นเวลา 30 วัน เพื่อให้เข้าสู่สภาวะสมดุลทางรังสีอย่างถาวร (Taskin et al., 2009)

ตารางที่ 1 ปริมาณของตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทย ประเภทเครื่องปรุงรสและเครื่องเทศ (g)

Samples	Code	ปริมาณของตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทย (g)	
		Maximum	Minimum
ผงชูรส	MSG	150.90	87.85
พริกไทยป่น	GP	100.31	35.90
น้ำตาล	SG	152.28	73.23
ผงปรุงรส	SP	165.08	31.66
ผงแกงกะหรี่	CRP	103.27	70.84
พริกป่น	CP	64.91	41.85
ข้าวคั่ว	RR	109.75	75.00
กระเทียมป่น	GG	100.88	61.77
เมล็ดผักชีป่น	CS	102.92	71.18

3.2 การตรวจวัดและวิเคราะห์

3.2.1 ตรวจวัดความเข้มข้นของปริมาณสารกัมมันตรังสีธรรมชาติ (^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K) และที่มนุษย์สร้างขึ้น (^{137}Cs) ในเครื่องปรุงอาหารไทย (ผงชูรส, พริกไทยป่น, น้ำตาล, ผงปรุงรส, ผงแกงกะหรี่, พริกป่น, ข้าวคั่ว, กระเทียมป่น และเมล็ดผักชีป่น) ด้วยหัววัดเจอร์มานเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe) เป็นเวลา 18,000 วินาที โดยใช้สารมาตรฐาน IAEA-330 จากสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ บางเขน กทม. สำหรับปรับเทียบค่าความเข้มข้นของสารกัมมันตรังสี

3.2.2 วิเคราะห์ความเข้มข้นของปริมาณสารกัมมันตรังสีธรรมชาติ ^{226}Ra ที่พลังงาน 609.31 KeV ซึ่งเป็นพลังงานของ ^{214}Bi สำหรับ ^{232}Th วิเคราะห์ที่พลังงาน 911.21 KeV ซึ่งเป็นพลังงานของ ^{228}Ac เนื่องจากนิวไคลด์ดังกล่าวมีเปอร์เซ็นต์การสลายตัวให้รังสีแกมมาในธรรมชาติสูง ^{40}K วิเคราะห์ที่พลังงาน 1460.75 KeV และ ^{137}Cs วิเคราะห์ที่พลังงาน 661.70 KeV บันทึกจำนวนนับได้สเปกตรัมรังสีแกมมา

3.2.3 วิเคราะห์ความเข้มข้นของปริมาณสารกัมมันตรังสี (Radionuclide Activity Concentration; A_x) ในตัวอย่างเครื่องปรุง คำนวณโดยใช้สมการ (1)

$$A_x = \frac{N_s}{E_{ff} \times P_\gamma \times T \times M_s} \quad (1)$$

เมื่อ A_x คือ ความเข้มข้นของปริมาณสารกัมมันตรังสีในตัวอย่างเครื่องปรุง (Bq/kg)

N_s คือ อัตรานับสุทธิ (cps),

E_{ff} คือ ประสิทธิภาพของหัววัดรังสี (cps/Bq),

P_γ คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ที่มีรังสีแกมมาออกมาจากแหล่งกำเนิดรังสี (%yield),

T คือ เวลาที่นับวัด (s)

M_s คือ มวลของตัวอย่างเครื่องปรุงที่ทำกรวัดรังสี (kg)

3.2.4 วิเคราะห์ปริมาณค่าปริมาณรังสียังผล (Effective Dose; E) จากการได้รับสารกัมมันตรังสีผ่านการบริโภคหรือสูดดม (ICRP, 1996) คำนวณโดยใช้สมการ (2)

$$E = \sum(A_x \times I_s \times DCF) \quad (2)$$

เมื่อ E คือ ค่าปริมาณรังสียังผล (Sv/y)

A_x คือ ค่าปริมาณสารกัมมันตรังสี (Bq/kg)

I_s คือ ปริมาณการบริโภคต่อปี (kg/y) โดยกำหนดให้ปริมาณการบริโภคเท่ากับ 1 kg/y

DCF คือ ค่าแปลงปริมาณรังสีภายในจากการรับประทานสารกัมมันตรังสี (Sv/Bq)

กำหนดเป็น ^{226}Ra มีค่าเท่ากับ 0.28 $\mu\text{Sv/Bq}$, ^{232}Th มีค่าเท่ากับ 0.23 $\mu\text{Sv/Bq}$, ^{40}K มีค่าเท่ากับ 0.0062 $\mu\text{Sv/Bq}$ และ ^{137}Cs มีค่าเท่ากับ 0.013 $\mu\text{Sv/Bq}$ (ICRP, 1996)

3.2.5 วิเคราะห์ปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับต่อปี (Annual Effective Dose; AED) จากการรับประทานสารกัมมันตรังสี (ICRP, 1996) คำนวณโดยใช้สมการ (3)

$$AED = A_x \times I_s \times DCF \quad (3)$$

เมื่อ AED คือ ปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับต่อปี (Sv/y)

A_x คือ ค่าปริมาณของสารกัมมันตรังสี (Bq/kg)

I_s คือ ปริมาณการบริโภคต่อปี (kg/y)

DCF คือ ค่าแปลงปริมาณรังสีภายในจากการรับประทานสารกัมมันตรังสี (Sv/Bq)

3.2.6 วิเคราะห์ปริมาณรังสีทั้งหมดที่ได้รับ (Total Effective Dose; D) (ICRP, 1996) คำนวณโดยใช้สมการ (4)

$$D = \sum AED = AED_{^{226}\text{Ra}} + AED_{^{232}\text{Th}} + AED_{^{40}\text{K}} + AED_{^{137}\text{Cs}} \quad (4)$$

เมื่อ D คือ ปริมาณรังสีทั้งหมดที่ได้รับ (Sv/y)

$\sum AED$ คือ ผลรวมของปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับต่อปี (AED)

โดยทางผู้วิจัยวิเคราะห์ของสารกัมมันตรังสี ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K และ ^{137}Cs

3.2.6 วิเคราะห์ค่าประมาณความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งตลอดชีวิต (Excess Lifetime Cancer Risk; ELCR) โดยทั่วไปใช้ในการประเมินผลกระทบระยะยาวจากการได้รับรังสีในปริมาณต่ำติดต่อกันเป็นเวลานาน (ICRP, 2007) คำนวณโดยใช้สมการ (5)

$$ELCR = D \times DL \times RF \quad (5)$$

เมื่อ ELCR คือ ค่าประมาณความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งตลอดชีวิต

D คือ ปริมาณรังสีทั้งหมดที่ได้รับ (Sv/y)

DL คือ อายุเฉลี่ยตลอดชีวิตของมนุษย์ โดยทั่วไปนิยมใช้ 70 ปี (ตามมาตรฐานของ ICRP และ IAEA)

RF คือ ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ประเมินความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งจากการได้รับรังสี ซึ่งค่ามาตรฐานคือ 0.05 Sv^{-1} (ICRP, 2007)

4. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาปริมาณสารกัมมันตรังสี (Activity concentration of radionuclide; A_s) หน่วย Bq/kg ของ ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K และ ^{137}Cs ในเครื่องปรุงอาหารไทย (ประเภทเครื่องปรุงรสและเครื่องเทศ)

ตารางที่ 2 ปริมาณสารกัมมันตรังสี หน่วย Bq/kg ของ ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K และ ^{137}Cs ในเครื่องปรุงอาหารไทย (ประเภทเครื่องปรุงรสและเครื่องเทศ)

Samples	Code	Activity concentration of radionuclide; A_s (Bq/kg)			
		^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{137}Cs
ผงชูรส	MSG	2.92±0.22	8.48±0.12	92.74±0.12	2.15±0.16
พริกไทยป่น	GP	5.38±0.22	19.91±0.13	121.47±0.10	2.62±0.14
น้ำตาล	SG	2.04±0.21	9.14±0.12	89.41±0.10	1.68±0.14
ผงปรุงรส	SP	2.92±0.21	12.22±0.12	86.98±0.10	1.72±0.13
ผงแกงกะหรี่	CRP	3.06±0.22	5.61±0.10	38.37±0.09	2.10±0.14
พริกป่น	CP	7.93±0.23	31.43±0.14	129.89±0.10	2.38±0.12
ข้าวคั่ว	RR	3.30±0.22	9.04±0.12	91.09±0.11	1.45±0.13
กระเทียมป่น	GG	1.93±0.20	13.55±0.11	81.67±0.09	1.20±0.12
เมล็ดผักชีป่น	CS	0.21±0.21	10.80±0.12	71.97±0.10	0.33±0.10
Maximum		7.93±0.23	31.43±0.14	129.89±0.10	2.62±0.14
Minimum		1.93±0.20	5.61±0.10	38.37±0.09	0.33±0.10
Average		3.65±0.0.22	13.35±0.12	89.29±0.10	1.74±0.13

จากตารางที่ 1 แสดงความเข้มข้นของปริมาณสารกัมมันตรังสี (A_0) ในตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทย โดยตรวจพบ ^{226}Ra อยู่ในช่วง $1.93 \pm 0.20 - 7.93 \pm 0.23$ Bq/kg โดยมีค่าเฉลี่ย 3.65 ± 0.22 Bq/kg ค่าต่ำสุด คือ 1.93 ± 0.20 Bq/kg เครื่องปรุงประเภทกระเทียมป่น (GG) และค่าสูงสุด คือ 7.93 ± 0.23 Bq/kg เครื่องปรุงประเภทพริกป่น (CP), ^{232}Th อยู่ในช่วง $5.61 \pm 0.10 - 31.43 \pm 0.14$ Bq/kg โดยมีค่าเฉลี่ย 13.35 ± 0.12 Bq/kg ค่าต่ำสุด คือ 5.61 ± 0.10 Bq/kg เครื่องปรุงประเภทผงแกงกะหรี่ (CRP) และค่าสูงสุด คือ 31.43 ± 0.14 Bq/kg เครื่องปรุงประเภทพริกป่น (CP), ^{40}K อยู่ในช่วง $38.37 \pm 0.09 - 31.43 \pm 0.14$ Bq/kg โดยมีค่าเฉลี่ย 89.29 ± 0.10 Bq/kg ค่าต่ำสุด คือ 38.37 ± 0.09 Bq/kg เครื่องปรุงประเภทผงแกงกะหรี่ (CRP) และค่าสูงสุด คือ 38.37 ± 0.09 Bq/kg เครื่องปรุงประเภทพริกป่น (CP), ^{137}Cs อยู่ในช่วง $0.33 \pm 0.10 - 2.62 \pm 0.14$ Bq/kg โดยมีค่าเฉลี่ย 1.74 ± 0.13 Bq/kg ค่าต่ำสุด คือ 0.33 ± 0.10 Bq/kg เครื่องปรุงประเภทผงแกงกะหรี่ (CRP) และค่าสูงสุด คือ 2.62 ± 0.14 Bq/kg เครื่องปรุงประเภทพริกป่น (CP)

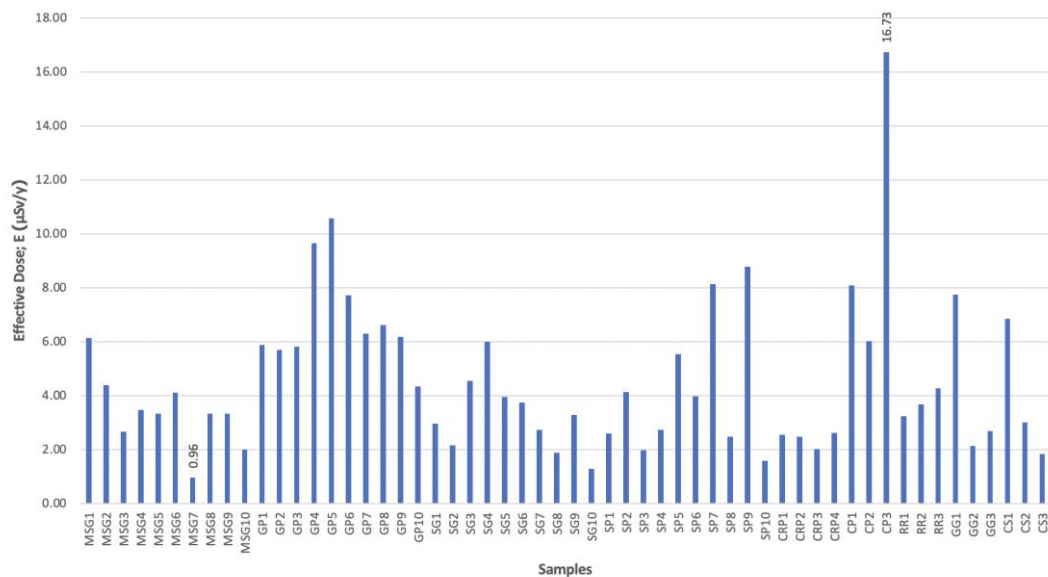
ความเข้มข้นของปริมาณสารกัมมันตรังสีของ ^{137}Cs อันเนื่องมาจากการปนเปื้อนของกัมมันตรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้นในหลายปัจจัย เมื่อเทียบกับขีดจำกัดมาตรฐานมีค่าต่ำกว่าขีดจำกัดมาตรฐานสำหรับ Cs กัมมันตรังสี ($^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$) คือ 10 Bq/kg สำหรับน้ำดื่ม 50 Bq/kg สำหรับนมและอาหารเด็ก และ 100 Bq/kg สำหรับอาหารทั่วไป (Ministry of Health, Labor and Welfare, 2012)

ตารางที่ 3 ปริมาณเทียบเท่าที่มีปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับต่อปี (Annual Effective Dose; AED)

หน่วย $\mu\text{Sv/y}$ ของ ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K และ ^{137}Cs ในตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทย

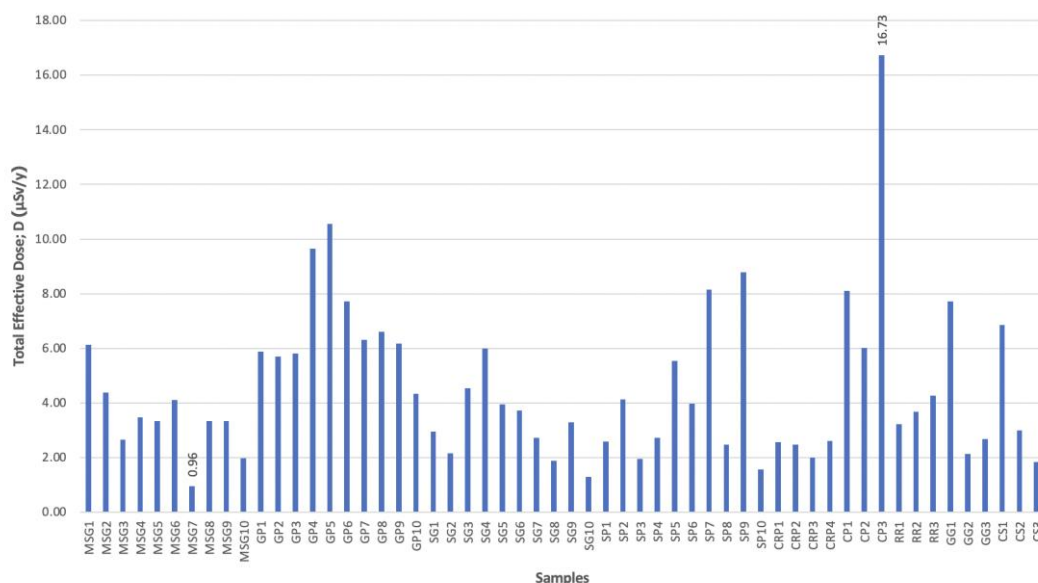
Samples	Code	Annual Effective Dose; AED ($\mu\text{Sv/y}$)			
		^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{137}Cs
ผงชูรส	MSG	0.82	1.95	0.58	0.03
พริกไทยป่น	GP	1.51	4.58	0.75	0.03
น้ำตาล	SG	0.57	2.10	0.55	0.02
ผงปรุงรส	SP	0.82	2.81	0.54	0.02
ผงแกงกะหรี่	CRP	0.86	1.29	0.24	0.03
พริกป่น	CP	2.22	7.23	0.81	0.03
ข้าวคั่ว	RR	0.92	2.08	0.70	0.02
กระเทียมป่น	GG	0.54	3.12	0.51	0.02
เมล็ดผักชีป่น	CS	0.96	2.48	0.45	0.00
Dose intake		9.21	27.64	5.12	0.20
Maximum		2.22	7.23	0.81	0.03
Minimum		0.54	1.29	0.24	0.00
Average		1.02	3.07	0.57	0.02

จากตารางที่ 2 แสดงค่าปริมาณรังสีที่ได้รับต่อปี (AED) ในตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทยโดยตรวจพบ ^{226}Ra อยู่ในช่วง 0.54 - 2.22 $\mu\text{Sv/y}$ โดยมีค่าเฉลี่ย 1.02 $\mu\text{Sv/y}$ ค่าต่ำสุด คือ 0.54 $\mu\text{Sv/y}$ เครื่องปรุงประเภทกระเทียมป่น (GG) และค่าสูงสุด คือ 2.22 $\mu\text{Sv/y}$ เครื่องปรุงประเภทพริกป่น (CP), ^{232}Th อยู่ในช่วง 1.29 - 7.23 $\mu\text{Sv/y}$ โดยมีค่าเฉลี่ย 3.07 $\mu\text{Sv/y}$ ค่าต่ำสุด คือ 1.29 $\mu\text{Sv/y}$ เครื่องปรุงประเภทผงแกงกะหรี่ (CRP) และค่าสูงสุด คือ 7.23 $\mu\text{Sv/y}$ เครื่องปรุงประเภทพริกป่น (CP), ^{40}K อยู่ในช่วง 0.24 - 0.81 $\mu\text{Sv/y}$ โดยมีค่าเฉลี่ย 0.57 $\mu\text{Sv/y}$ ค่าต่ำสุด คือ 0.24 $\mu\text{Sv/y}$ เครื่องปรุงประเภทผงแกงกะหรี่ (CRP) และค่าสูงสุด คือ 0.81 $\mu\text{Sv/y}$ เครื่องปรุงประเภทพริกป่น (CP), ^{137}Cs อยู่ในช่วง 0.00 - 0.03 $\mu\text{Sv/y}$ โดยมีค่าเฉลี่ย 0.02 $\mu\text{Sv/y}$ ค่าต่ำสุด คือ 0.00 เครื่องปรุงประเภทเม็ดผักชีป่น (CS) และค่าสูงสุด คือ 0.03 $\mu\text{Sv/y}$ เครื่องปรุงประเภทผงชูรส (MSG), พริกไทยป่น (GP), ผงแกงกะหรี่ (CRP), พริกป่น (CP)



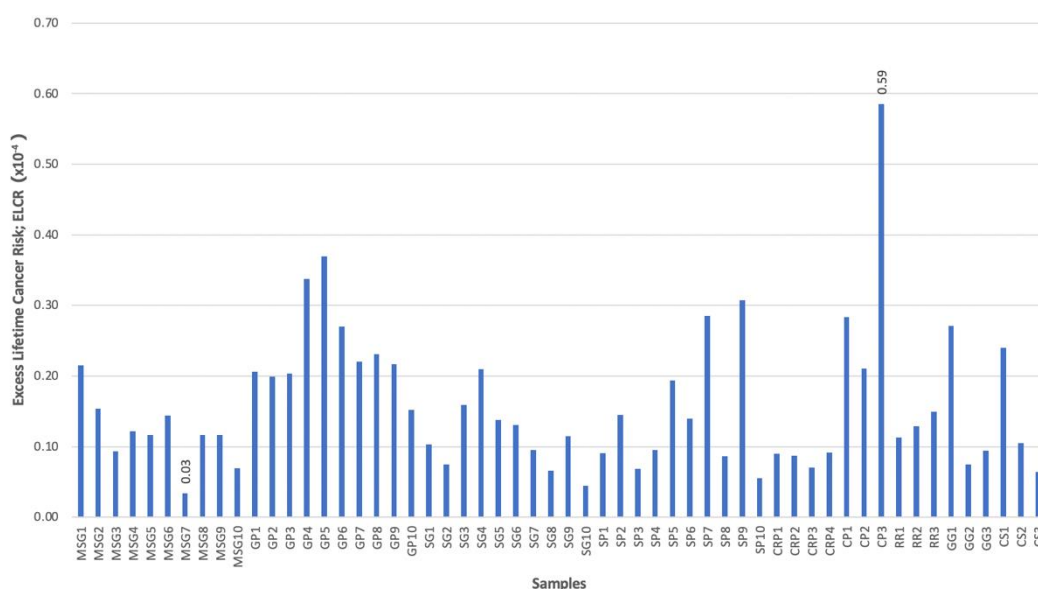
ภาพที่ 1 ค่าปริมาณรังสียังผล (Effective Dose; E)

จากภาพที่ 1 ค่าปริมาณรังสียังผล พบว่าอยู่ในช่วง 0.96 - 16.37 $\mu\text{Sv/y}$ ค่าต่ำสุด คือ 0.96 $\mu\text{Sv/y}$ เครื่องปรุงประเภทผงชูรส ยี่ห้อ MSG7 และค่าสูงสุด คือ 16.73 $\mu\text{Sv/y}$ เครื่องปรุงประเภทพริกป่น ยี่ห้อ CP3



ภาพที่ 2 ปริมาณรังสีทั้งหมดที่ได้รับ (Total Effective Dose; D)

จากภาพที่ 2 ค่าปริมาณรังสีทั้งหมดที่ได้รับ พบว่าอยู่ในช่วง 0.96 – 16.37 $\mu\text{Sv/y}$ โดยมีค่าเฉลี่ย 4.51 $\mu\text{Sv/y}$ ค่าต่ำสุด คือ 0.96 $\mu\text{Sv/y}$ เครื่องปรุงประเภทผงชูรส ยี่ห้อ MSG7 และค่าสูงสุด คือ 16.73 $\mu\text{Sv/y}$ เครื่องปรุงประเภทพริกป่น ยี่ห้อ CP3 เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของการได้รับสารกัมมันตรังสีจากการบริโภคอาหารของประชากรทั่วไป 290 $\mu\text{Sv/y}$ (UNSCEAR, 2000)



ภาพที่ 3 ค่าประมาณความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งตลอดชีวิต (Excess Lifetime Cancer Risk; ELCR)

จากภาพที่ 3 ค่าประมาณความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งตลอดชีวิต พบว่าอยู่ในช่วง 0.03×10^{-4} – 0.59×10^{-4} โดยมีค่าเฉลี่ย 0.16×10^{-4} มีค่าต่ำสุดในเครื่องปรุงประเภทผงชูรส ยี่ห้อ MSG7 และน้ำตาล ยี่ห้อ SG10 มีค่าเป็น 0.03×10^{-4} และมีค่าสูงสุดในเครื่องปรุงประเภทพริกป่น ยี่ห้อ CP3 มีค่าเป็น 0.59×10^{-4} อย่างไรก็ตาม พบว่าค่าประมาณความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งตลอดชีวิต (ELCR) ในเครื่องปรุงทุกชนิดมีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเสี่ยงที่ยอมรับได้ 1×10^{-6} – 1×10^{-4} (US EPA, 1989)

5. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าประมาณความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งตลอดชีวิต (Excess Lifetime Cancer Risk; ELCR)

ตัวอย่างเครื่องปรุง	Seasoning sample	Excess Lifetime Cancer Risk (ELCR) $\times 10^{-4}$		Reference
		Present Study	Research Study	
ผงชูรส	Monosodium glutamate	0.12	-	-
พริกไทยป่น	Ground pepper	0.24	0.84	Al-Mashhadani et al., 2020
น้ำตาล	Sugar	0.11	0.00896	John et al., 2025
ผงปรุงรส	Seasoning powder	0.15	-	-
ผงแกงกะหรี่	Curry powder	0.08	0.46	Obaid et al., 2022
พริกป่น	Ground chili	0.36	0.6363	Mellawati & Nurtjahya, 2024
ข้าวคั่ว	Roasted rice	0.13	0.18	Younis et al., 2024
กระเทียมป่น	Ground garlic	0.15	0.18	Ononugbo et al., 2017
เมล็ดผักชีป่น	Ground coriander seeds	0.14	0.554	Saudi et al., 2022

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการศึกษาค่าประมาณความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งตลอดชีวิต (ELCR) ในตัวอย่างพริกไทยป่นมีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับผลการศึกษาของ Al-Mashhadani et al. (2020) ในตัวอย่างผงแกงกะหรี่มีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับผลการศึกษาของ Obaid et al. (2022) ในตัวอย่างพริกป่นมีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับผลการศึกษาของ Mellawati & Nurtjahya (2024) ในตัวอย่างข้าวคั่วมีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับผลการศึกษาของ Younis et al. (2024) ในตัวอย่างกระเทียมป่นมีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับผลการศึกษาของ Ononugbo et al. (2017) ในตัวอย่างเมล็ดผักชีป่นมีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับผลการศึกษาของ Saudi et al. (2022) แต่ในส่วน of ตัวอย่างน้ำตาลมีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับผลการศึกษาของ John et al. (2025)

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความเข้มข้นของปริมาณสารกัมมันตรังสี (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K และ ^{137}Cs) และประเมินดัชนีความเป็นอันตรายจากสารกัมมันตรังสีในตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทยตามท้องตลาด ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม เช่น เพิ่มปริมาณประเภทตัวอย่างของเครื่องปรุงให้หลากหลาย และเพิ่มจำนวนยี่ห้อของแต่ละประเภทตัวอย่างเครื่องปรุง เพื่อเพิ่มความแม่นยำ และความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการวิจัยในครั้งถัดไป

6. สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาความเข้มข้นของปริมาณสารกัมมันตรังสีทางธรรมชาติ (^{226}Ra , ^{232}Th และ ^{40}K) และมนุษย์สร้างขึ้น (^{137}Cs) ในตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทย (ประเภทเครื่องปรุงรส และเครื่องเทศ) จำนวน 9 ชนิด รวม 56 ตัวอย่าง เพื่อนำมาประเมินดัชนีความเป็นอันตรายจากสารกัมมันตรังสี ได้แก่ ปริมาณค่าปริมาณรังสียังผล (E) ปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับต่อปี (AED) ปริมาณรังสีทั้งหมดที่ได้รับ (D) และค่าประมาณความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งตลอดชีวิต (ELCR) พบว่า ค่าปริมาณรังสียังผล (E) อยู่ในช่วง $0.96 - 16.37 \mu\text{Sv/y}$ โดยมีค่าเฉลี่ย $4.51 \mu\text{Sv/y}$ โดยเครื่องปรุงประเภทพริกป่น ยี่ห้อ CP3 มีค่าสูงสุด ค่าปริมาณรังสีที่ได้รับต่อปี (AED) ในตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทยโดยตรวจพบ ^{226}Ra อยู่ในช่วง $0.54 - 2.22 \mu\text{Sv/y}$ โดยมีค่าเฉลี่ย $1.02 \mu\text{Sv/y}$ โดยเครื่องปรุงประเภทพริกป่น (CP) มีค่าสูงสุด, ^{232}Th อยู่ในช่วง $1.29 - 7.23 \mu\text{Sv/y}$ โดยมีค่าเฉลี่ย $3.07 \mu\text{Sv/y}$ โดยเครื่องปรุงประเภทพริกป่น (CP) มีค่าสูงสุด, ^{40}K อยู่ในช่วง $0.24 - 0.81 \mu\text{Sv/y}$ โดยมีค่าเฉลี่ย $0.57 \mu\text{Sv/y}$ โดยเครื่องปรุงประเภทพริกป่น (CP) มีค่าสูงสุด, ^{137}Cs อยู่ในช่วง $0.00 - 0.03 \mu\text{Sv/y}$ โดยมีค่าเฉลี่ย $0.02 \mu\text{Sv/y}$ โดยเครื่องปรุงประเภทผงชูรส (MSG), พริกไทยป่น (GP), ผงแกงกะหรี่ (CRP), พริกป่น (CP) มีค่าสูงสุดรวมเป็นค่าปริมาณรังสีทั้งหมดที่ได้รับ (D) อยู่ในช่วง $0.96 - 16.37 \mu\text{Sv/y}$ โดยมีค่าเฉลี่ย $4.51 \mu\text{Sv/y}$ โดยเครื่องปรุงประเภทพริกป่น ยี่ห้อ CP3 มีค่าสูงสุด และค่าประมาณความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งตลอดชีวิตอยู่ในช่วง $0.03 \times 10^{-4} - 0.59 \times 10^{-4}$ โดยมีค่าเฉลี่ย 0.16×10^{-4} โดยเครื่องปรุงประเภทพริกป่น ยี่ห้อ CP3 มีค่าสูงสุด

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้สรุปได้ว่า ตัวอย่างเครื่องปรุงอาหารไทยที่ศึกษา ทั้งประเภทเครื่องปรุงรส และเครื่องเทศมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบทางรังสีต่อสุขภาพของผู้บริโภค

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี ที่สนับสนุนทุนวิจัย และเอื้อเฟื้อเครื่องมือในการทำการทดลอง

8. เอกสารอ้างอิง

Al-Mashhadani, A. H., Yas, R. M., Majeed, W. z., Saeed, A. A., Naje, N. B. & Hadi, W. (2020). Estimation the cancer risk due to ingestion the food spices commonly used in Iraqi kitchen. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 757(1), p. 012014. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/757/1/012014>

- Chi, S. P., & Wu, Y. C. (2014). Spices and Seasoning. In Fidel Toldra, Iciar Astiasaran, Joseph G. Sebranek and Regine Talon (Eds.), *Handbook of Fermented Meat and Poultry* (2nded.). Wiley-Blackwell.
- Chotechuang, N. (2013). Taste Active Components Thai Traditional Seasonings. *Journal of Nutrition and Food sciences*, S10:004. <https://doi.org/10.4172/2155-9600.S10-004>
- ICRP. (1996). Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients (ICRP Publication 72). *Annals of the ICRP*, 26(1), 1-91. [http://doi.org/10.1016/s0146-6453\(00\)89192-7](http://doi.org/10.1016/s0146-6453(00)89192-7)
- ICRP. (2007). The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection (ICRP Publication 103). *Annals of the ICRP*, 37(2-4), 1-332. <http://doi.org/10.1016/j.icrp.2007.10.003>
- John, S. O. O., Olukotun, S. F., Radebe, M. M., & Mathuthu, M. (2025). Radiological safety assessment of sugar consumption in South Africa—a study of ²²⁶Ra, ²²⁸Ra, and ⁴⁰K levels. *Frontiers in Public Health*, 13, 1534383. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1534383>
- Kaefer, C. M., & Milner, J. A. (2008). The role of herbs and spices in cancer prevention. *Journal of Nutrition Biochemistry*, 19(6). 347-361.<https://doi.org/10.1016/j.juntbio.2007.11.003>
- Mellawati, J., & Nurtjahya, E. (2024). Natural radionuclide content in horticulture plants from former tin mining land and health risk assessment: A case study on Bangka Belitung Island, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1297(1), p. 012097. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1297/1/012097>
- Ministry of Health, Labor and Welfare. (2012). *New standard limits for radionuclides in foods*. http://www.mhlw.go.jp/english/topics/2011eq/dl/new_standard.pdf
- Obaid, A. S., Hashim, A. K., & Musa, H. J. (2022). Excess Lifetime and Hereditary Cancer Risk Due to Natural Radioactivity in Some Types of Spices Samples in Iraqi Markets. *International Journal of Applied Sciences and Technology*, 4(2), 119-127. <http://doi.org/10.47832/2717-8234.11.13>
- Ononugbo, C. P., Awiri, G. O., & Ikhuwu, S. O. (2017). Estimation of natural radioactivity levels in some food spices commonly used in Nigeria and its radiological risks. *Journal of Scientific Research and Reports*, 16(3), 1-9. <http://doi.org/10.9734/JSRR/2017/36833>
- Sahu, T. R., & Sahu, P. K. (2004). Biodiversity at Global and India level with a particular emphasis to Pachmari Biosphere Reserve of M. P. (India). In Sahu, T. R., & Sahu, P. K. (Eds.), *Biodiversity and Sustainable Utilization of Biological Resource*. Scientific Publishers.

- Saudi, H. A., Abedelkader, H. T., Issa, S. A., Diab, H. M., Basthter, I. I., Alharshan, G. A., Uosif, M. A. & Zakaly, H. M. (2022). An in-depth examination of the natural radiation and radioactive dangers associated with a regularly used medicinal plant in Egypt. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13), 8124. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1538227/v1>
- Shoeib, M. Y., & Thabayneh, K. M. (2014). Assessment of natural radiation exposure and radon exhalation rate in various samples of Egyptian building materials. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 7(2), 174-181. <http://doi.org/10.1016/j.jrras.2014.01.004>
- Taskin, H., Karavus, M., Touzogh, A., Hidiroglu, S., Karaham, G., & Ay, P. (2009). Radionuclide concentrations in soil and lifetime cancer risk due to gamma radioactivity in Kırklareli, Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100(1), 49-53. <http://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2008.10.012>
- UNSCEAR. (2000). Sources and effects of ionizing radiation: *United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation 2000 report to the General Assembly, with scientific annexes* (Vol. I). United Nations.
- UNSCEAR. (2018). Sources Effects and Risks of Ionizing Radiation: *UNSCEAR 2017 Report, Report to the General Assembly (SCIENTIFIC ANNEXES A and B)* [Proceedings of the meeting]. Official Records of the General Assembly, 72nd Session, United Nations, New York.
- US EPA. (1991). *Risk assessment guidance for Superfund (RAGS), Volume I: Human health evaluation manual (Part A) (EPA/540/1-89/002)*. U.S. Environmental Protection Agency.
- Younis, H., Ullah, M. M., Khan, M. A., Ahmad, F., Azeem, U., Waseem, M., Mehboob, K., Ajaz, M., & Muhammad, W. (2024). Assessment of natural radioactivity levels in rice samples and their implications for radiological protection. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 60(6), 615-627. <http://doi.org/10.1080/10256016.2024.2412707>