

การหาค่าของกัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติด้วยการวัดแอลฟาและบีตา รวม
ในน้ำบาดาลในพื้นที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง

Determination of Natural Radioactivity by Gross Alpha and Beta Measurements
in Groundwater in Map Ta Phut, Rayong Province

ปิยรัตน์ กัญญชลิกุล^{1*} พิชิราฐ์ โสลา² ฤทธิรอน สำราญ² และกนกกานต์ รุติภรณ์พันธ์¹

¹สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ตำบลขุนทะเล อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84160

*อีเมลล์ piyarat94435@gmail.com, Kmaswivat@hotmail.com

²สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ตำบลทรายมูล อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก 26120

อีเมลล์ ph_solar@hotmail.com, Samegolcame@gmail.com

บทคัดย่อ

บริเวณของเขตนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง อาจมีการปลดปล่อยของเสียออกมาสู่สิ่งแวดล้อม และอาจมีการปนเปื้อนของกากกัมมันตรังสีที่ใช้ในการผลิตหรือเป็นเชื้อเพลิงของเครื่องจักร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติ ได้แก่ รังสีแอลฟาและบีตา รวมในน้ำบาดาลในพื้นที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง โดยใช้เครื่องมือวัดรังสีแอลฟา-บีตา ชนิด Gas Flow Proportional Counter ที่ระดับรังสีภูมิหลังในการวิจัยนี้ได้ตรวจวัดรังสีแอลฟาและบีตา จำนวน 10 ตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่าค่ากัมมันตภาพรังสีแอลฟาในน้ำบาดาลที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.373 ± 0.293 Bq/L และ 0.005 ± 0.042 Bq/L ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยพบว่าอยู่ที่ระดับ 0.123 ± 0.114 Bq/L ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานความปลอดภัยขององค์การอนามัยโลก (0.1 Bq/L) เพียงเล็กน้อย และพบว่ามีเพียง 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 30) ที่มีค่าสูงกว่าระดับมาตรฐานนั้นคืออยู่ที่ระดับ 0.115 ± 0.130 Bq/L, 0.373 ± 0.293 Bq/L และ 0.284 ± 0.202 Bq/L ส่วนค่ากัมมันตภาพรังสีบีตาในน้ำบาดาลที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 0.952 ± 0.115 Bq/L และ 0.238 ± 0.070 Bq/L ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.599 ± 0.237 Bq/L ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลอดภัยเมื่อเทียบกับมาตรฐานที่ปลอดภัยขององค์การอนามัยโลก (1.0 Bq/L) ดังนั้นผลการวิจัยนี้จึงสรุปได้ว่าน้ำบาดาล ในพื้นที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง ยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับประชาชนในพื้นที่และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำในปัจจุบัน

คำสำคัญ: น้ำบาดาล แอลฟา บีตา กัมมันตภาพรังสี เครื่องนับการไหลของก๊าซ

Abstract

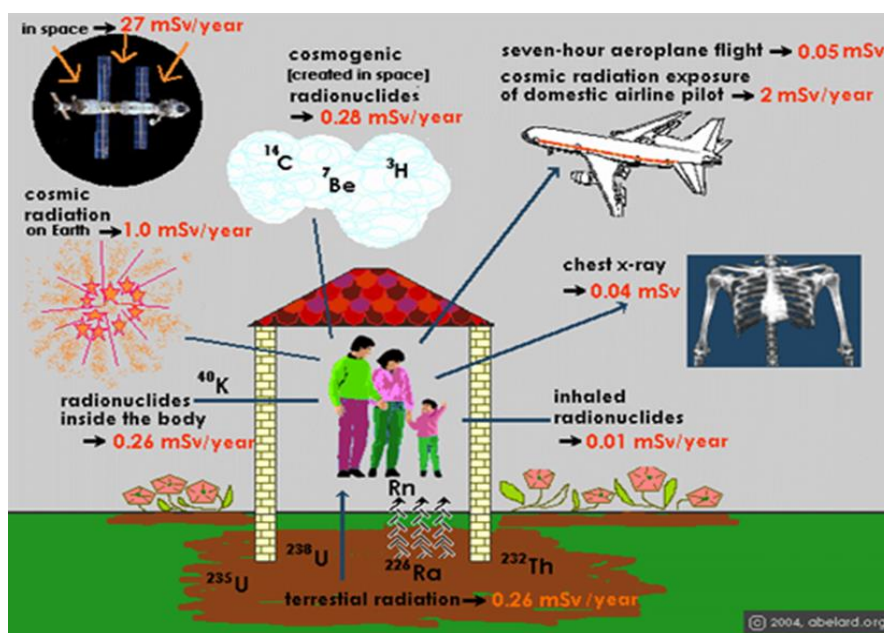
Map Ta Phut Industrial Estate, Rayong Province, where may release the waste into the environment that may be contaminated by radioactive waste used in the production or the fuel of the machinery. This research aimed to analyze the natural radioactivity by alpha and beta combined with gas flow proportional counter at the background radiation level in groundwater in Map Ta Phut, Rayong province. In this study, Alpha and beta activity values in groundwater were measured for 10 samples. The results showed that the maximum and minimum levels of Alpha activity values in groundwater were 0.373 ± 0.293 Bq/L and 0.005 ± 0.042 Bq/L, respectively. The mean of 0.123 ± 0.114 Bq/L was found at slightly higher than the standard level recommended by the WHO (0.1 Bq/L). Only 3 samples (30%) were higher than the standard level, these were 0.115 ± 0.130 Bq/L, 0.373 ± 0.293 Bq/L and 0.284 ± 0.202 Bq/L. The beta activity values in groundwater were found the maximum and the minimum at 0.952 ± 0.115 Bq/L and 0.238 ± 0.070 Bq/L, respectively. The mean of 0.599 ± 0.237 Bq/L was found at safe level compared to the standard level recommended by the WHO (1.0 Bq/L). These results concluded that the groundwater

in Map Ta Phut, Rayong Province was found at safe level for people who live in this area and could be used for water quality assessment.

Keywords: groundwater, Alpha, Beta, radioactivity, gas flow proportional counter

บทนำ

กัมมันตภาพรังสีเป็นส่วนหนึ่งของโลกและอยู่คู่กับโลกตลอดมา วัตถุที่มีกัมมันตภาพรังสีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติมีอยู่ทั้งที่เปลือกโลก ที่พื้นและผนังของบ้าน โรงเรียน ที่ทำงาน ในอาหารที่เรารับประทาน และในน้ำที่เราดื่ม มีก๊าซกัมมันตรังสีในอากาศที่เราหายใจ ภายในร่างกายของเรา ที่กล้ามเนื้อ กระดูกและเนื้อเยื่อ ล้วนแต่มีธาตุที่มีกัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติเป็นองค์ประกอบ[1]ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อม [1]

กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) เป็นปรากฏการณ์อย่างหนึ่งของสารที่มีสมบัติในการแผ่รังสีออกมาได้เอง กัมมันตภาพรังสีที่แผ่ออกมา มีอยู่ 3 ชนิดด้วยกัน คือ รังสีแอลฟา รังสีบีตา และรังสีแกมมา [2]

มีนักวิจัยหลายกลุ่มให้ความสนใจในการศึกษากัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติ เช่น ในประเทศซาอุดีอาระเบียมีการศึกษาวิจัยเพื่อตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติด้วยการวัดแอลฟาและบีตาในตัวอย่างน้ำชลประทาน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ พบว่ามีค่ากัมมันตภาพรังสีแอลฟาเท่ากับ 3.19 ± 0.26 Bq/L และ ค่ากัมมันตภาพรังสีบีตาเท่ากับ 5.39 ± 0.44 Bq/L [3] เช่นเดียวกับในทางภาคเหนือประเทศซาอุดีอาระเบีย ได้มีการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติด้วยการวัดแอลฟาและบีตาในตัวอย่างน้ำบาดาล พบว่ามีค่ากัมมันตภาพรังสีแอลฟาเท่ากับ $0.17 - 5.41$ Bq/L และค่ากัมมันตภาพรังสีบีตาเท่ากับ $0.45 - 5.16$ Bq/L [4] และที่เมืองโบฮู ได้มีการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติด้วยการวัดแอลฟาและบีตาในตัวอย่างน้ำประปา พบว่ามีค่ากัมมันตภาพรังสีแอลฟาเท่ากับ 68.11 Bq/L และค่ากัมมันตภาพรังสีบีตาเท่ากับ 169.44 Bq/L [5]

นอกจากนี้ได้มีการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติด้วยการวัดแอลฟาและบีตาในตัวอย่างน้ำทะเล ทะเลมารโมรา ประเทศตุรกี พบว่ามีค่ากัมมันตภาพรังสีแอลฟาเท่ากับ 0.042 Bq/L และค่ากัมมันตภาพรังสีบีตาเท่ากับ 13.402 Bq/L[6] ในประเทศอินเดีย ได้มีการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติด้วยการวัดแอลฟาและบีตาในตัวอย่างน้ำดื่ม นั้นพบว่าค่ากัมมันตภาพรังสีแอลฟาเท่ากับ 5.66 ± 0.50 Bq/L และค่ากัมมันตภาพรังสีบีตาเท่ากับ 57.76 Bq/L[7] และในประเทศไทย ได้ตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติด้วยการวัดแอลฟาและบีตาในตัวอย่างน้ำบาดาล จังหวัดชลบุรีพบว่ามีค่ากัมมันตภาพรังสีแอลฟาเท่ากับ 0.008 ± 0.0009 Bq/L และค่ากัมมันตภาพรังสีบีตาเท่ากับ 0.389 ± 0.252 Bq/L [8]

วัตถุประสงค์

1. การตรวจวัดหาค่ากัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติในน้ำบาดาล ในพื้นที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง โดยใช้เครื่องวัดแอลฟาบีตาชนิด Gas Flow Proportional Counter ที่ระดับรังสีภูมิหลัง
2. วิเคราะห์การหาค่ากัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติในน้ำบาดาล ในพื้นที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง

วิธีการวิจัย

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล จากมาบตาพุด จังหวัดระยอง ทำการสุ่มเก็บทั้งหมด 10 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างน้ำ 250 mL ต่อ 1 ตัวอย่าง ก่อนทำการเก็บตัวอย่างน้ำจะต้องเปิดน้ำทิ้ง 3-5 นาที เก็บน้ำให้เต็มขวดปิดฝาให้สนิท ไม่ให้มีฟองอากาศภายในขวด แล้วบันทึกเวลาร่วมกับสถานที่เก็บตัวอย่าง

ขั้นตอนการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสี

การตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติในน้ำบาดาล ด้วยเครื่องวัดแอลฟาบีตา ชนิด Gas Flow Proportional Counter ที่ระดับรังสีภูมิหลังโดยนำตัวอย่างน้ำบาดาลปริมาตรประมาณ 250 mL มาเพิ่มความเข้มข้นโดยใช้วิธีการระเหยบน hot plate Stirrer จนเหลือน้อยมากๆ แล้วถ่ายลงในจานนับรังสีนำจานนับรังสีไปทำให้แห้งภายใต้หลอดไฟอินฟราเรดหลังจากเย็นแล้วให้ปิดฝาบนภาชนะแล้วชั่งน้ำหนักจานวัดและบันทึกน้ำหนักตัวอย่างจากนั้นวัดผลด้วยเครื่องวัดแอลฟาบีตาชนิด Gas Flow Proportional Counter ที่ระดับรังสีภูมิหลัง

การคำนวณหาค่ากัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติด้วยแอลฟาและบีตา

1. คำนวณหาค่ากัมมันตภาพรังสีแอลฟาจากสมการที่ 1[9]ดังนี้

$$\text{Alpha(Bq/L)} = \frac{A \times 100}{60 \times \text{Eff}_A \times V} \quad (1)$$

เมื่อ	Alpha (Bq/L)	หมายถึง ค่ากัมมันตภาพรังสีแอลฟาในหน่วยเบ็กเคอเรลต่อลิตร
	A	หมายถึง อัตราการนับแอลฟาสุทธิ (cpm)
	Eff _A	หมายถึง ประสิทธิภาพของหัววัดแอลฟา (cpm/dps)
	V	หมายถึง ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (250 mL)
	60	หมายถึง การเปลี่ยนหน่วยจาก dpm คืออัตราการสลายตัวต่อนาที เป็น dps

หรือ Bq อัตราการสลายตัวเป็นวินาที

2. คำนวณหาค่ากัมมันตภาพรังสีปีตาจากสมการที่ 2 [9] ดังนี้

$$\text{Beta(Bq/L)} = \frac{B \times 100}{60 \times \text{Eff}_B \times V} \quad (2)$$

เมื่อ	Beta (Bq/L)	หมายถึงค่ากัมมันตภาพรังสีปีตาในหน่วยเบ็กเคอเรลต่อลิตร
	B	หมายถึงอัตราการนับปีตาสุทธิ (cpm)
	Eff _B	หมายถึงประสิทธิภาพของหัววัดปีตา (cpm/dps)
	V	หมายถึงปริมาตรน้ำตัวอย่าง (250 mL)
	60	หมายถึงการเปลี่ยนหน่วยจาก dpmคืออัตราการสลายตัวต่อวินาที เป็น dpsคืออัตราการสลายตัวต่อวินาที หรือ Bq

ผลการวิจัยและอภิปราย

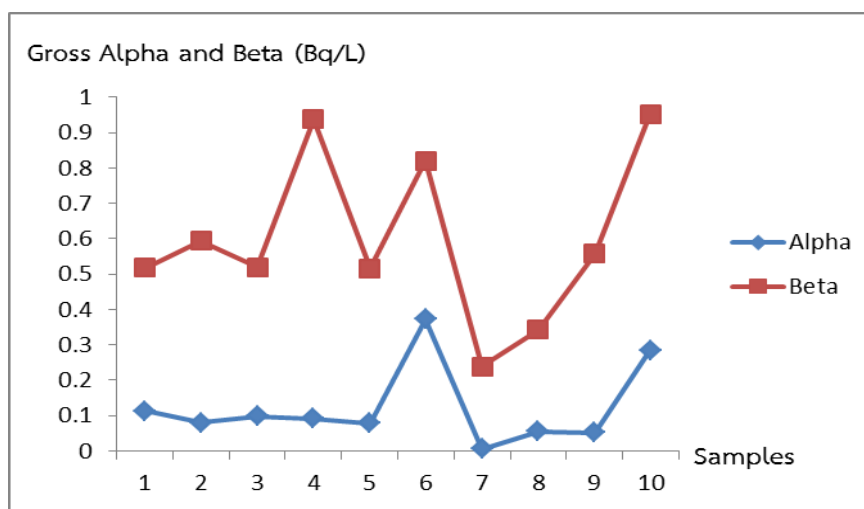
การตรวจวัดหาค่ากัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติในน้ำบาดาล ในพื้นที่ตำบลมาบตาพุด จังหวัดระยอง ด้วยเครื่องตรวจวัดแอลฟาปีตารวมชนิดชนิด Gas Flow Proportional Counter ที่ระดับรังสีภูมิหลัง โดยแสดงด้วยค่ากัมมันตภาพรังสีแอลฟารวม (Gross Alpha) ค่ากัมมันตภาพรังสีปีตารวม (Gross Beta) ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าของกัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติด้วยการวัดแอลฟาและปีตารวมในน้ำบาดาล ในพื้นที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง

Samples	Gross Alpha (Bq/L)	Gross Beta(Bq/L)
1	0.115±0.130	0.525±0.0089
2	0.080±0.246	0.593±0.098
3	0.098±0.109	0.520±0.093
4	0.092±0.088	0.937±0.117
5	0.079±0.091	0.516±0.088
6	0.373±0.293	0.820±0.111
7	0.005±0.042	0.238±0.070
8	0.055±0.066	0.342±0.080
9	0.051±0.067	0.557±0.096
10	0.284±0.202	0.952±0.115
ค่าเฉลี่ย	0.123±0.114	0.599±0.237

หมายเหตุ : พื้นที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 10 จุด ครอบคลุมบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดและบริเวณโดยรอบคลุมพื้นที่ 165.565 ตารางกิโลเมตร

เมื่อนำค่าในตารางที่ 1 ไปเขียนกราฟเปรียบเทียบค่ากัมมันตภาพรังสีแอลฟาและบีตา รวม ในน้ำบาดาล ได้ผลดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กัมมันตภาพรังสีแอลฟา-บีตา รวมในน้ำบาดาล ในพื้นที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง

จากภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่าการวัดกัมมันตภาพรังสีแอลฟา-บีตา เป็นการวัดกัมมันตภาพรังสีรวมเพื่อยืนยันผลการวัดนิวไคลด์กัมมันตภาพรังสี ค่ากัมมันตภาพรังสีแอลฟาในน้ำบาดาลที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.373 ± 0.293 Bq/L ค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.005 ± 0.042 Bq/L และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.123 ± 0.114 Bq/L ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลอดภัยเมื่อเทียบกับมาตรฐานที่ปลอดภัยขององค์การอนามัยโลก (0.1 Bq/L) มีเพียง 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 30) และค่าเฉลี่ยที่มีค่าสูงกว่าระดับมาตรฐานที่กำหนด (0.115 ± 0.130 Bq/L, 0.373 ± 0.293 Bq/L และ 0.284 ± 0.202 Bq/L) ค่ากัมมันตภาพรังสีบีตาในน้ำบาดาลที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.952 ± 0.115 Bq/L ค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.238 ± 0.070 Bq/L และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.599 ± 0.237 Bq/L ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลอดภัยเมื่อเทียบกับมาตรฐานที่ปลอดภัยขององค์การอนามัยโลก (1.0 Bq/L)

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลจากการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพรังสีแอลฟาและบีตาในตัวอย่างน้ำทั้ง 10 จุด มีค่าดังนี้ กัมมันตภาพรังสีแอลฟาในน้ำบาดาลที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.373 ± 0.293 Bq/L ค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.005 ± 0.042 Bq/L และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.123 ± 0.114 Bq/L ซึ่งผลการตรวจวัดพบว่าสูงกว่าค่ามาตรฐานความปลอดภัยขององค์การอนามัยโลก (0.1 Bq/L) เพียงเล็กน้อย ส่วนค่ากัมมันตภาพรังสีบีตาในน้ำบาดาลที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.952 ± 0.115 Bq/L ค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.238 ± 0.070 Bq/L และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.599 ± 0.237 Bq/L ซึ่งอยู่ในระดับที่ปลอดภัยเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานความปลอดภัยขององค์การอนามัยโลก (1.0 Bq/L) จากผลการตรวจวัดที่ได้แสดงให้เห็นว่าระดับค่ากัมมันตภาพรังสีแอลฟาบีตาอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อประชาชนในพื้นที่

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าค่าเฉลี่ยของกัมมันตภาพรังสีแอลฟาในน้ำบาดาล ในพื้นที่ศึกษาจะมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานความปลอดภัยขององค์การอนามัยโลกเพียงเล็กน้อย และกัมมันตภาพรังสีบีตา ต่ำกว่ามาตรฐานความปลอดภัยแต่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการดูแลด้านปัญหาสิ่งแวดล้อม ควรเฝ้าระวังและหาวิธีป้องกันความเสี่ยง ที่มีผลต่อสุขภาพของประชาชนอย่างต่อเนื่อง

การนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

เป็นฐานข้อมูลในการประเมินคุณภาพน้ำที่มีความเสี่ยงจากรังสี เนื่องมาจากค่ากัมมันตภาพรังสีตามธรรมชาติในน้ำบาดาล ในพื้นที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการทำวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูล สังกัดสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) และอาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] L. Laumdam. (1997, September 4). Understanding radiation. [Online]. Available: <http://www.arpana.gov>.
- [2] เกรียงไกร รักมิตร. (2543, 4 กันยายน). กัมมันตภาพรังสีและคุณสมบัติของรังสีแต่ละชนิด. [ออนไลน์]. จาก <http://www.baanjomut.com>
- [3] N. Alkhamashi, F. I. Al-Hamaneh and I. F. Almasoud, "Determination of natural radioactivity in irrigation water of drilled wells in northwestern Saudi Arabia," *Chemosphere*, vol. 144, pp. 1928-1936, 2016.
- [4] E. I. Shabana and A. A. Kinsara, "Radioactivity in the groundwater of a high background radiation area," *Journal of environmental radioactivity*, vol. 137, pp. 181-189, 2014.
- [5] G.F. Korkmaz and H. Camgoz, "Natural radioactivity in various water samples and radiation dose estimations in Bolu province, Turkey," *Chemosphere*, vol. 112, pp. 134-140, 2014.
- [6] P. Otansev, H. Taskin, A. Bassri and A. Varinlioglu, "Distribution and environmental impacts of heavy metals and radioactivity in sediment and seawater samples of the Marmara Sea," *Chemosphere*, vol. 154, pp. 266-275, 2016.
- [7] S. Sarvajayakesavalu, D. Lakshminarayanan, J. George, S. B. Mageah, K. M. Anilkumar, G. M. Brammanandhan, A. Chandrasekara and M. Ravikumar, "Geographic Information System mapping of gross alpha/beta activity concentrations in ground water samples from Karnataka, India: A preliminary study," *Groundwater for Sustainable Development*, vol. 6, pp. 164-168, 2018.
- [8] จารินี วังสว่าง, วรินทร์ลดา แนนอน, สุนทรี ขุนทอง, เกริก วงศ์สอนธรรม และสุชิน อุดมสมพร, "การวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลและน้ำผิวดินบริเวณอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี," ใน *การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์, ครั้งที่ 12*, กรุงเทพฯ ฯ, 2554, น. 1-9.
- [9] J. Y. William. (1975, September 4). Statistical manual of the association of official analytical. [Online]. Available: <http://www.epa.gov>.