

บทที่ 3

ผลและการวิเคราะห์ผล

3.1. ปริมาณความเข้มข้นของธาตุหลักและโลหะหนักในน้ำบ่อต้น

ผลการวัดค่าพีเอช ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด(TDS) ค่าความกระด้าง (hardness) และ ความเข้มข้นธาตุ Mg, Ca, Ba, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Cd, Zn และ Pb ในน้ำบ่อตัวอย่างแสดงใน ตาราง 3.1 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบท ของคณะกรรมการบริหารโครงการจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบทที่วราชอาณาจักร พ.ศ.2531 พบว่าน้ำบ่อตัวอย่างมีค่าพีเอชต่ำกว่า เกณฑ์คุณภาพ (เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพ 6.5 - 8.5) อยู่ 25 ตัวอย่าง คิดเป็น 64.1% ของตัวอย่างทั้งหมด ความเข้มข้นแคดเมียม (Cd) เกินเกณฑ์มาตรฐานเพียง 1 ตัวอย่าง (0.0055 มก./ล. ค่ามาตรฐาน 0.005 มก./ล.) ความเข้มข้นเหล็ก (Fe) เกินเกณฑ์มาตรฐานเพียง 2 ตัวอย่าง (0.59 มก./ล., 0.77 มก./ล. ค่ามาตรฐาน 0.5 มก./ล.) แต่ก็มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพไม่มากนัก ส่วนธาตุที่ตรวจวัดอื่น ๆ ได้แก่ Mg, Ca, Ba, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn และ Pb ไม่พบว่าเกินเกณฑ์คุณภาพ

3.2 การกระจายของโลหะหนักและธาตุหลัก

ได้สร้างแผนที่คอนทัวร์ของค่าความกระด้าง ค่าปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดค่าความเข้มข้นธาตุ Mg, Ca, Ba, Mn, Fe และ Zn ตามภาพประกอบ 3.1 และละเว้นไม่ทำแผนที่คอนทัวร์ของธาตุ Cr, Cd, Cu, Ni และ Pb เนื่องจากค่าความเข้มข้นที่วัดได้มีค่าต่ำกว่าขีดตรวจวัด (Detection Limit) ของเครื่อง ICP-AES ขีดเริ่มต้นความเข้มข้นที่จะสามารถวิเคราะห์ได้ $Cr \geq 0.002$ มก./ล., $Cd \geq 0.001$ มก./ล., $Cu \geq 0.0004$ มก./ล., $Ni \geq 0.005$ มก./ล., $Pb \geq 0.002$ มก./ล. และจำนวนตัวอย่างที่สามารถวัดความเข้มข้นได้มีเพียงไม่กี่ตัวอย่าง

ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมด(TDS) ตรวจพบว่าในน้ำบ่อตัวอย่าง มีค่า TDS ในช่วง 28 - 434 มก./ล. เมื่อพิจารณาจากแผนที่คอนทัวร์ใน ภาพประกอบ 3.1 (a) พบว่าค่า TDS มากกว่า 170 มก./ล. จะจับกลุ่มอยู่บริเวณทางตอนใต้ของ อำเภอนาหม่อม โดยมีอีกบริเวณหนึ่ง น้ำบ่อตัวอย่างจะมีค่า TDS ในช่วง 170-220 อยู่ใน ตำบลเนินพิจิตร ได้ขีดเส้นประลงในแผนที่คอนทัวร์เพื่อแสดงบริเวณที่มีค่า TDS ผิดปกติให้มีความชัดเจนขึ้น ค่า TDS ของน้ำบ่อตัวอย่างที่อยู่ใน ตำบลพิจิตร ตำบลทุ่งขมิ้น และ ตำบลคลองหรีง มีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกัน ส่วนน้ำบ่อตัวอย่างที่อยู่ใน ตำบลนาหม่อม จะมีค่าเฉลี่ย TDS น้อยที่สุด ซึ่งค่าปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดของน้ำบ่อตัวอย่างทั้งหมด ยังไม่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคในชนบท 1000 มก./ล.

ตาราง 3.1 ความเข้มข้นของธาตุหลักและโลหะหนักในตัวอย่งน้ำบ่อต้นแยกเป็นตำบล

ตำบล	พีอีตร		ทุงขมึน		คองหรง		นวมอม		มาตรฐาน น้ำดื่ม*
	ค่าเฉลี่ย	ช่วง	ค่าเฉลี่ย	ช่วง	ค่าเฉลี่ย	ช่วง	ค่าเฉลี่ย	ช่วง	
pH	6.3	5.3-7.1	5.9	4.8-7.4	6.1	4.7-6.8	5.6	4.5-6.7	6.5-8.5
TDS (มก./ล.)	114.1	32.7-255.0	101.8	31.5-434.0	130.9	52.0-224.0	87.7	28.2-164.0	1000
Hardness (มก./ล.)	20.2	4.1-42.2	20.6	2.3-91.7	33.4	12.8-87.7	17.4	1.9-54.9	300
Mg (มก./ล.)	1.308	0.168-3.630	0.957	0.246-3.220	1.746	0.306-5.420	0.804	0.010-1.270	-
Ca (มก./ล.)	5.92	1.22-13.50	6.67	0.50-31.4	10.52	4.59-26.20	5.63	0.60-20.40	-
Ba (มก./ล.)	0.37	0.21-0.72	0.41	0.17-0.70	0.34	0.22-0.49	0.34	0.17-0.66	-
Cr (มก./ล.)	N/D	N/D	0.006	0.006	0.004	0.004	N/D	N/D	0.05
Mn (มก./ล.)	0.098	0.008-0.202	0.057	0.0124-0.162	0.072	0.004-0.252	0.078	0.007-0.296	0.3
Fe (มก./ล.)	0.212	0.022-0.593	0.159	0.006-0.774	0.082	0.007-0.272	0.103	0.005-0.435	0.5
Ni (มก./ล.)	0.007	0.007	0.006	0.006	0.008	0.008	0.005	0.005	-
Cu (มก./ล.)	0.012	0.005-0.018	0.027	0.007-0.047	0.019	0.015-0.023	0.017	0.016-0.018	1.0
Cd (มก./ล.)	0.003	0.002-0.006	0.002	0.001-0.003	0.002	0.001-0.003	0.002	0.002-0.003	0.005
Zn (มก./ล.)	0.044	0.014-0.122	0.060	0.010-0.138	0.035	0.009-0.112	0.034	0.004-0.106	5.0
Pb (มก./ล.)	N/D	N/D	0.011	0.010-0.012	N/D	N/D	N/D	N/D	0.05

N/D= non detectable

* มาตรฐานน้ำดื่ม คณะกรรมการบริหารโครงการจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททำราชอาณาจักร 2531

ความกระด้าง (Hardness) บริเวณที่น้ำบ่อตัวอย่างมีค่าความกระด้างสูงกว่า 30 มก./ล. พบอยู่ทางตอนใต้ของ ตำบลคลองหรีง ภาพประกอบ 3.1(b) และต่อเนื่องออกไปทาง ตำบลทุ่งขมิ้น และอีกบริเวณหนึ่งอยู่ใน ตำบลพิจิตร น้ำบ่อตัวอย่างมีความกระด้างในช่วง 40 - 50 มก./ล. น้ำบ่อตัวอย่างนอกเหนือจากนี้มีค่าความกระด้างต่ำกว่า 40 มก./ล. ซึ่งระดับความกระด้างของน้ำบ่อตัวอย่างทั้งหมด ยังไม่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคในชนบท ได้ขีดเส้นประลงในแผนที่คอนทัวร์เพื่อแสดงบริเวณความกระด้างสูงให้มีความชัดเจนขึ้น

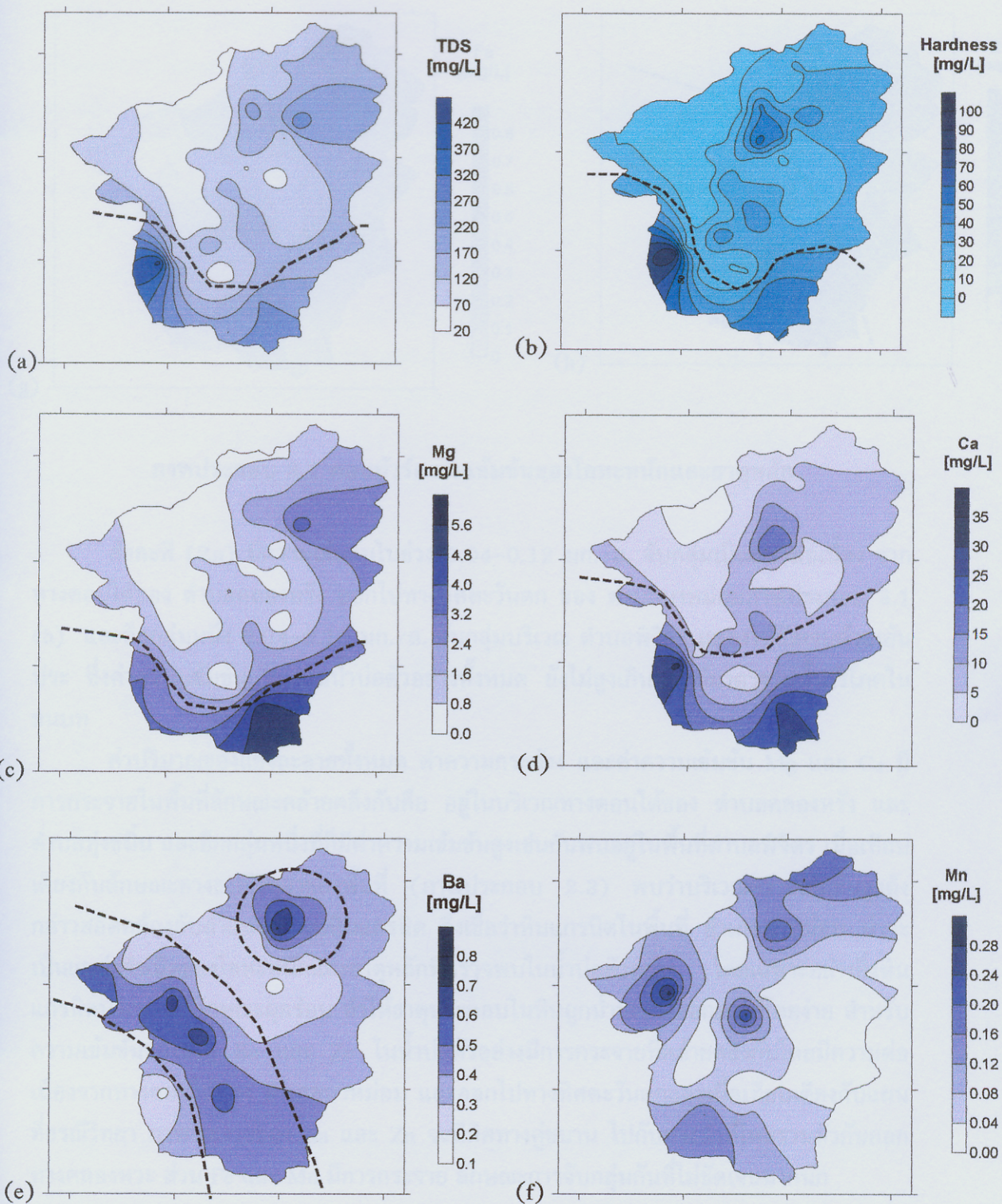
แมกนีเซียม (Mg) ความเข้มข้น 2.4 - 4.8 มก./ล. จับกลุ่มอยู่ทางตอนล่าง ตำบลคลองหรีง และ ตำบลทุ่งขมิ้น ภาพประกอบ 3.1(c) ซึ่งเป็นบริเวณที่ความเข้มข้นสูงสุดจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ขีดเส้นประลงในแผนที่คอนทัวร์เพื่อเน้นบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงให้มีความชัดเจนขึ้น น้ำบ่อตัวอย่างจากบริเวณพื้นที่ราบตอนกลางจะมีค่าความเข้มข้น Mg น้อยกว่า 2.4 มก./ล.

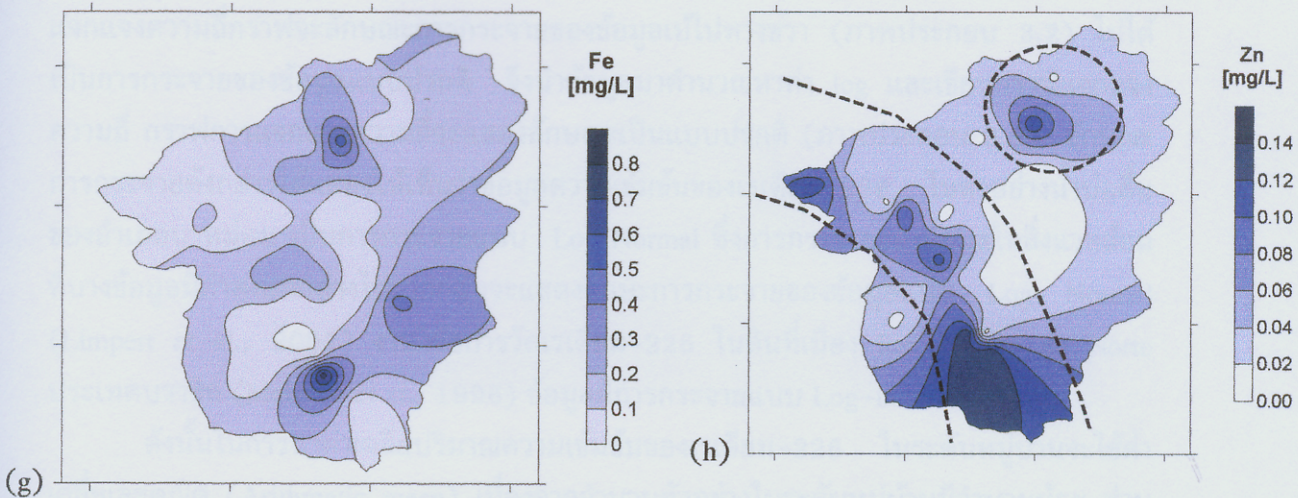
แคลเซียม (Ca) มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 10 - 30 มก./ล. จับกลุ่มกันอยู่ในบริเวณทางตอนใต้ของ ตำบลคลองหรีง และ ตำบลทุ่งขมิ้น ภาพประกอบ 3.1(d) ขีดเส้นประลงในแผนที่คอนทัวร์เพื่อเน้นบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงให้มีความชัดเจนขึ้น น้ำบ่อตัวอย่างจากพื้นที่ราบตอนกลางมีความเข้มข้น Ca ต่ำกว่า 15 มก./ล. โดยค่าเฉลี่ยของความเข้มข้น Ca ในน้ำบ่อตัวอย่างจาก ตำบลคลองหรีง มีค่าสูงกว่าจากตำบลอื่นๆ

แบเรียม (Ba) ความเข้มข้น Ba ในน้ำบ่อตัวอย่างอยู่ในช่วง 0.4 - 0.6 มก./ล. และต่อเนื่องจากทางใต้ ตำบลคลองหรีง ไปถึงทิศตะวันตกของ ตำบลนาหม่อม และอีกบริเวณหนึ่งความเข้มข้น 0.4 - 0.6 มก./ล. จะจับตัวกันเป็นกลุ่มอยู่ในพื้นที่ ตำบลพิจิตร ภาพประกอบ 3.1(e) ขีดเส้นประในแผนที่คอนทัวร์เพื่อเน้นบริเวณที่มีความเข้มข้นสูงให้เด่นชัดขึ้น สังเกตว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ Ba ในน้ำบ่อตัวอย่างจากทุกตำบลมีค่าใกล้เคียงกัน

แมงกานีส (Mn) จับกลุ่มความเข้มข้นสูงอยู่ 2 กลุ่มในช่วง 0.16-0.28 มก./ล. อยู่ในเขตตำบลนาหม่อม ภาพประกอบ 3.1(f) และ ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ Mn ในแต่ละตำบลไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งค่าความเข้มข้น Mn ในน้ำบ่อตัวอย่างทั้งหมด ยังไม่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคในชนบท

เหล็ก (Fe) มีความเข้มข้นในช่วง 0.3-0.6 มก./ล. รวมตัวกันอยู่ 3 บริเวณทางด้านตำบลเนินพิจิตร ตอนล่าง ตำบลคลองหรีง ภาพประกอบ 3.1(g) และ ตำบลทุ่งขมิ้น มีเพียง 2 ตัวอย่าง ที่มีค่าความเข้มข้น Fe สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคในชนบท 0.5 มก./ล.





ภาพประกอบ 3.1 คอนทัวร์ความเข้มข้นของโลหะหนักและธาตุหลัก

สังกะสี (Zn) มีความเข้มข้นในช่วง 0.04-0.12 มก./ล. จับกลุ่มเป็นแนวต่อเนื่อง จากทางตอนใต้ของ ตำบลคลองหริ่ง ออกไปทางทิศตะวันตก ของ ตำบลนาหม่อมภาพประกอบ 3.1 (h) และอีกกลุ่มหนึ่ง 0.04-0.10 มก./ล. จับกลุ่มบริเวณ ตำบลพิจิตร แสดงให้ชัดเจนด้วยเส้นประ ซึ่งค่าความเข้มข้น Zn ในน้ำบ่อตัวอย่างทั้งหมด ยังไม่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคในชนบท

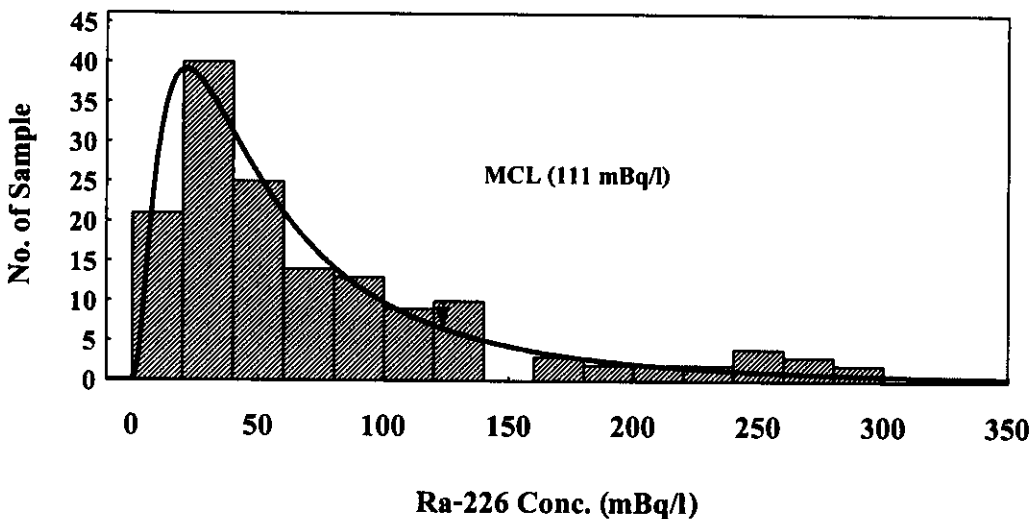
ค่าปริมาณของแข็งละลายทั้งหมด ค่าความกระด้าง และค่าความเข้มข้น Mg และ Ca มีการกระจายในพื้นที่ลักษณะคล้ายคลึงกันคือ อยู่ในบริเวณทางตอนใต้ของ ตำบลคลองหริ่ง และตำบลทุ่งขมิ้น และอีกกลุ่มหนึ่งที่มีค่าความเข้มข้นสูงเช่นกันพบอยู่ในพื้นที่ตำบลพิจิตร เมื่อเทียบเคียงกับลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ (ภาพประกอบ 2.3) พบว่าบริเวณความเข้มข้นสูงดังกล่าวสอดคล้องกับตำแหน่งที่พบหินแกรนิต จึงเชื่อว่าหินแกรนิตในพื้นที่ อำเภอนาหม่อม น่าจะเป็นแหล่งกำเนิดของโลหะหนักและธาตุหลักที่ตรวจพบในน้ำบ่อตัวอย่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหินแกรนิตบริเวณนี้มีลักษณะผุร่อน ทำให้ธาตุประกอบในหินถูกน้ำชะล้างออกมาได้โดยง่าย สำหรับความเข้มข้นของธาตุ Ba และ Zn ในน้ำบ่อตัวอย่างมีการกระจายที่คล้ายคลึงกันโดยมีความต่อเนื่องจากทางตอนใต้ของ อำเภอนาหม่อม และออกไปทางทิศตะวันตกและเมื่อเทียบเคียงกับแผนที่ธรณีวิทยา การกระจายของ Ba และ Zn จะมีทิศทางคู่ขนาน ไปด้วยกับน้ำที่ไหลรวมตัวกันออกทางคลองหริ่ง ส่วน Fe และ Mn มีการกระจาย ลักษณะการจับกลุ่มกันที่ไม่ชัดเจนมากนัก

3.3 การกระจายของข้อมูลความเข้มข้นเรเดียม-226 ในน้ำบ่อดินในอำเภอนาหม่อม

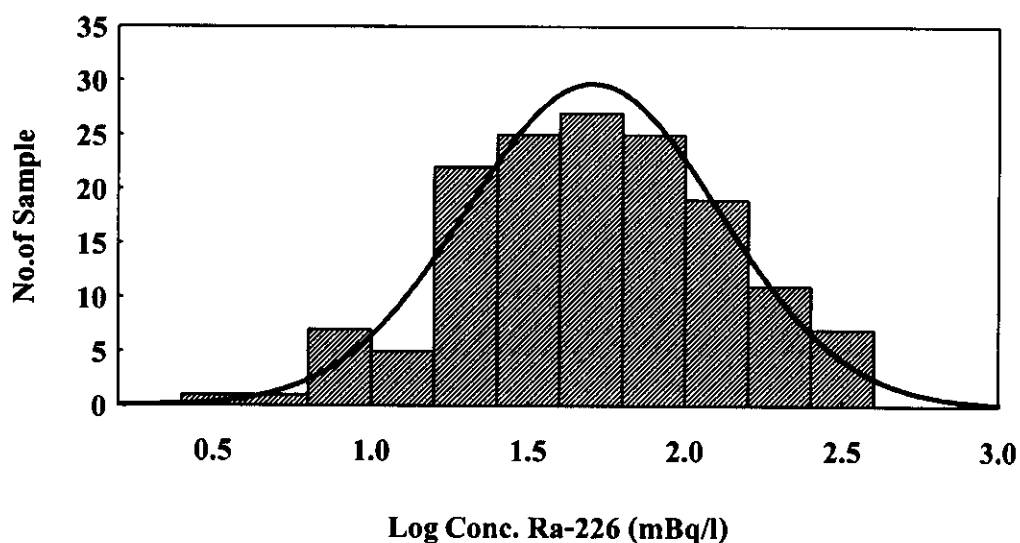
การแจกแจงข้อมูลแบบปรกติ (normal distribution) ข้อมูลจะมีการกระจายแบบต่อเนื่อง อยู่รอบค่าเฉลี่ย เมื่อนำข้อมูลมาแจกแจงความถี่กราฟที่ได้จะมีลักษณะการกระจายเป็นรูประฆังคว่ำ นำค่าความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในตัวอย่างน้ำบ่อดินของอำเภอนาหม่อม มาเขียนกราฟ

แจกแจงความถี่กราฟจะลักษณะการกระจายของข้อมูลเบ้ไปทางขวา (ภาพประกอบ 3.2) ไม่ได้เป็นการกระจายของข้อมูลแบบปกติ จึงนำข้อมูลมาคำนวณหาค่า \log และเขียนกราฟแจกแจงความถี่ กราฟการแจกแจงความถี่จะแสดงลักษณะเป็นแบบปกติ (ภาพประกอบ 3.3) ลักษณะการกระจายดังกล่าวได้แสดงให้เห็นว่าข้อมูลความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในตัวอย่างน้ำบ่อต้นของอำเภอหนองม่อม เป็นการกระจายแบบ Log Normal ซึ่งการกระจายของข้อมูลในสิ่งแวดล้อมที่บางข้อมูลมีค่าสูงแตกต่างไปจากกลุ่มจะแสดงลักษณะการกระจายของข้อมูลแบบ Log Normal (Limpert *et al.*, 2001) งานวิจัยการวัดเรเดียม-226 ในดินที่เมือง Rio Grande do Norte ประเทศบราซิล (Malance *et al.*, 1996) ข้อมูลมีการกระจายแบบ Log-normal

ดังนั้นในการหาค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในระดับหมู่บ้านจะใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) เนื่องจากจำนวนตัวอย่างในระดับหมู่บ้านมีจำนวนน้อย ส่วนในการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งอำเภอหนองม่อมนั้นจะต้องใช้ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) ซึ่งค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำบ่อต้นในอำเภอหนองม่อม มีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต 50.7 mBq/l และค่า Multiplicative (S.D.) 2.5 mBq/l (ตารางที่ 3.2)



ภาพประกอบ 3.2 การกระจายของข้อมูลความเข้มข้นเรเดียม-226 ในตัวอย่างน้ำบ่อต้น



ภาพประกอบ 3.3 การกระจายของข้อมูลเรเดียม-226 เมื่อเปลี่ยนเป็นค่า Log

3.4 ปริมาณและการกระจายความเข้มข้นของเรเดียม-226

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในตัวอย่างน้ำบ่อต้นทั้งหมด 150 ตัวอย่าง แสดงใน ตาราง 3.2 ความเข้มข้นเรเดียม-226 ในน้ำบ่อต้นใน อำเภอนาหม่อม จะมีค่าอยู่ในช่วง 3.51-292.1 mBq/l เมื่อพิจารณาค่าที่มากกว่าความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมรับได้ MCL (Maximum Contaminate Level) ตามมาตรฐานของทบวงการพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (US.EPA, 1976) ที่กำหนดค่าความเข้มข้นเรเดียม-226 ในน้ำบริโภคว่าไม่ควรเกิน 111 mBq/l และความเข้มข้นของเรเดียม-226รวมกับเรเดียม-228 (Ra-226+Ra-228) จะต้องไม่เกิน 185 mBq/l ความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในตัวอย่างน้ำจาก อำเภอนาหม่อมทั้งหมด พบว่ามีตัวอย่างน้ำที่มีความเข้มข้นเกิน MCL อยู่ 31 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 20.66 ของตัวอย่างทั้งหมด

ตำบลพิจิตร ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในตัวอย่างน้ำบ่อต้นจำนวน 33 ตัวอย่าง จาก ตำบลพิจิตร ค่าความเข้มข้นของเรเดียม-226 เฉลี่ยมีค่า 53.9 mBq/l ค่าเฉลี่ยสูงสุด (126.5 mBq/l) ตรวจพบที่หมู่ที่ 2 บ้านโคกทัง ซึ่งสูงกว่าค่า MCL ค่าเฉลี่ยต่ำสุด (30.7 mBq/l) ตรวจพบที่หมู่ที่ 6 บ้านคลองม่วงตก เมื่อพิจารณาค่าความเข้มข้นเฉลี่ยเรเดียม-226 ในน้ำตัวอย่างจากหมู่ที่ 1, 3, 4, 5 และ 6 โดยไม่คิดค่าเฉลี่ยจากหมู่ที่ 2 พบว่าค่าความเข้มข้นเรเดียม-226 ในน้ำจะมีความแตกต่างกันไม่มากนัก โดยมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 30.7 - 52.7 mBq/l และหมู่บ้านที่มีค่าความเข้มข้นเรเดียม-226 ในน้ำเฉลี่ยรองจากหมู่ที่ 2 คือหมู่ที่ 4 บ้านพลีควาย สำหรับความเข้มข้นเฉลี่ยของเรเดียม-226 ในน้ำตัวอย่างจากหมู่ที่ 2 บ้านโคกทัง พบแยกออกไปจากของหมู่บ้านอื่นๆ ในตำบลพิจิตรอย่างเด่นชัดน่าจะมาจากลักษณะเฉพาะตัวทางธรณีวิทยาของชั้นดินในบริเวณหมู่ที่ 2

ตำบลนาหม่อม ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำบ่อตื้นจำนวน 51 ตัวอย่าง ได้ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของตัวอย่างน้ำจากทั้ง ตำบลนาหม่อม 63.8 mBq/l ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยเรเดียม-226 สูงที่สุดพบที่หมู่ 2 บ้านทุ่งค้อ 118.1 mBq/l สูงกว่าค่า MCL ไม่มากนัก ความเข้มข้นเรเดียม-226 เฉลี่ยต่ำสุด (27.7 mBq/l) เป็นของตัวอย่างน้ำจากบ้านพรุเมาม หมู่บ้านที่ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยรองมาจากหมู่ที่ 2 คือหมู่ที่ 10 บ้านต้นวัด มีค่า 96.5 mBq/l ค่าที่สูงที่สุดกับค่ารองลงมาแตกต่างกันไม่มากนัก โดยค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของเรเดียม-226 ในตัวอย่างน้ำจากทั้งหมด 10 หมู่บ้านใน ตำบลนาหม่อม มีการกระจายของข้อมูล โดยไม่มีหมู่บ้านที่สูงสุดหรือต่ำสุดแยกออกมาอย่างเด่นชัด

ตำบลทุ่งขมิ้น ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในตัวอย่างน้ำบ่อตื้นจำนวน 33 ตัวอย่าง พบความเข้มข้นเฉลี่ยของ ตำบลทุ่งขมิ้น มีค่า 81.7 mBq/l โดยมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยเรเดียม-226 สูงกว่าค่า MCL อยู่ 2 หมู่บ้านคือหมู่ที่ 2 บ้านลานไทร และหมู่ที่ 3 บ้านทุ่งโพธิ์ (124.9 และ 151.3 mBq/l) ตามลำดับ น้ำตัวอย่างจากหมู่ที่ 7 บ้านทุ่งโพธิ์ มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่า MCL คือ 103.7 mBq/l ส่วนค่าความเข้มข้นต่ำสุด (21.9 mBq/l) ตรวจพบที่หมู่ 1 บ้านทุ่งขมิ้น ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยในหมู่ 4, 5, 6 มีค่าไม่สูงมากนัก น้อยกว่าความเข้มข้นเฉลี่ยในหมู่ที่ 2, 3, 7 สำหรับหมู่ที่ 3 บ้านทุ่งโพธิ์ ที่พบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำสูงที่สุดนั้น อาจเป็นผลมาจากประวัติการเปิดหน้าดินเพื่อการทำเหมืองในอดีตทำให้บริเวณนี้ถูกการชะล้างมีการปนเปื้อนของเรเดียม-226 ในปริมาณมากกว่าหมู่บ้านใกล้เคียง

ตำบลคลองหรีง ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทั้งหมด 33 ตัวอย่าง ได้ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยเรเดียม-226 ของ ตำบลคลองหรีง มีค่า 107.0 mBq/l โดยหมู่ที่ 5 บ้านต้นปริงและหมู่ที่ 3 บ้านแม่เปี้ยะ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 177.8 และ 157.4 mBq/l ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าค่า MCL หมู่ที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 110.7 mBq/l ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นเรเดียม-226 ต่ำสุดใน ตำบลคลองหรีง อยู่ที่หมู่ที่ 6 บ้านปลักทิง มีค่า 66.7 mBq/l ส่วนในหมู่ที่ 2, 4 และ 6 มีค่าเฉลี่ยยังไม่เกินค่า MCL

ความเข้มข้นเฉลี่ยของเรเดียม-226 จะมีค่ามากที่สุดที่ ต.คลองหรีง ต.ทุ่งขมิ้น ต.นาหม่อม ต.พิจิตร โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ใน ต.พิจิตร เป็นตำบลที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด แต่ก็ยังพบว่ายังมีหมู่บ้านที่มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของเรเดียม-226 สูงกว่าค่า MCL คือหมู่ที่ 2 บ้านโคกทั้ง

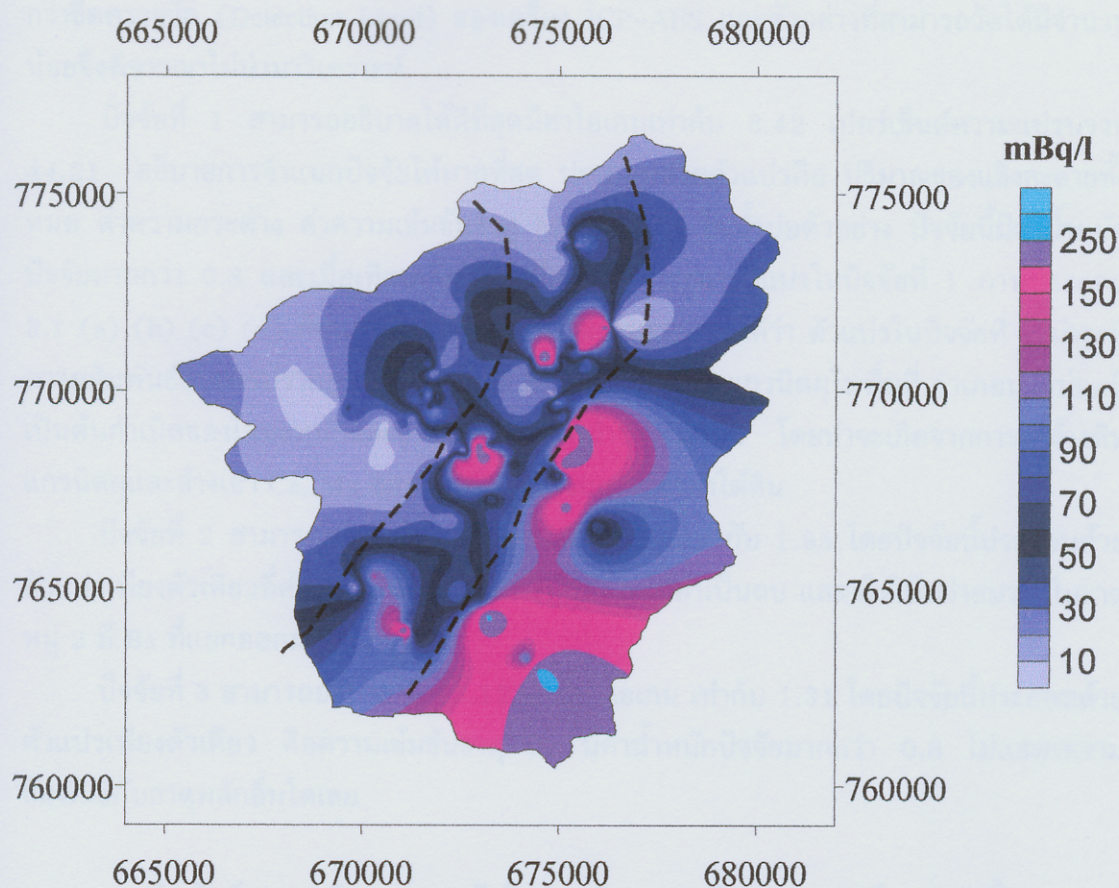
ตาราง 3.2 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำบ่อต้น
และค่าปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับต่อปี

ตำบล / หมู่บ้าน (จำนวนตัวอย่าง)	หมู่ที่	ช่วงความเข้มข้นเรเดียม-226 (mBq/l)	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของเรเดียม-226 (mBq/l)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับ (μ Sv) ต่อปี
บ้านเนินพิจิตร (10)	1	12.7-115.1	44.4	31.1	9.17
บ้านโคกห้าง (5)	2	14.5-262.4	126.5	110.0	25.9
บ้านโคกพะยอม (5)	3	22.6-57.5	41.0	14.0	8.4
บ้านพลีควาย (4)	4	48.8-60.2	52.7	5.1	10.8
บ้านทุ่งนาหวาน(4)	5	3.5-83.4	33.6	34.6	6.9
บ้านคลองม่วงตก (5)	6	21.6-38.4	30.7	7.4	6.3
ค่าเฉลี่ย ตำบลพิจิตร (33)		3.5-262.4	53.9	54.3	11.0
บ้านทุ่งตเอน (5)	1	29.0-198.7	89.8	68.9	18.4
บ้านทุ่งค้อ (8)	2	23.8-285.0	118.1	98.8	24.1
บ้านพรุมา (3)	3	6.8-42.9	27.7	18.7	5.7
บ้านควนจง (9)	4	9.3-28.1	16.9	7.4	3.4
บ้านนาม่วง (9)	5	17.2-134.1	69.5	35.4	14.2
บ้านโน (3)	6	16.3-136.2	65.7	62.7	13.4
บ้านชายนา (4)	7	26.5-75.1	57.1	21.5	11.7
บ้านทุ่งพระเคียน (3)	8	16.5-83.2	39.8	37.6	8.1
บ้านเกาะชะพู (3)	9	4.7-41.0	22.0	18.2	4.5
บ้านตีนวัด (4)	10	50.5-130.7	96.5	34.3	19.7
ค่าเฉลี่ย ตำบลนาหม่อม (51)		4.7-285.0	63.8	59.5	13.0
บ้านทุ่งขมิ้น (4)	1	6.8-44.4	21.9	16.3	4.5
บ้านลานไทร (3)	2	34.5-269.8	124.9	126.7	25.5
บ้านทุ่งโพธิ์ (5)	3	91.9-253.9	151.3	69.1	30.9
บ้านนาทองสุก (4)	4	9.8-126.3	58.4	49.0	11.9

บ้านนา (3)	5	22.2-28.1	24.3	3.3	5.0
บ้านทุ่งขมิ้น (7)	6	8.9-164.2	63.6	61.3	13.0
บ้านทุ่งโพธิ์ (7)	7	55.4-258.5	103.7	73.6	21.2
ค่าเฉลี่ย ตำบลทุ่งขมิ้น (33)		6.8-269.8	81.7	74.2	16.7
บ้านคลองหรั่ง (7)	1	30.8-245.1	110.7	89.2	22.6
บ้านแม่เป็ยะ (5)	2	50.1-115.2	93.2	27.8	19.1
บ้านแม่เป็ยะ (7)	3	27.2-292.1	157.4	88.2	32.2
บ้านแซะ (7)	4	31.7-216.3	71.1	69.3	14.5
บ้านต้นปริง (2)	5	91.7-264.0	177.8	121.8	36.4
บ้านปลักทิง (5)	6	24.3-107.1	66.7	31.5	13.6
ค่าเฉลี่ยตำบลคลองหรั่ง (33)		24.3-292.1	107.0	77.3	21.9
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ของ อำเภอหม่อม (150)		3.5-292.1	75.1	68.3	15.3
ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต, Multiplicative (S.D.), ของ อำเภอนาหม่อม		3.5-292.1	50.7	2.5	10.4

3.5 การกระจายของเรเดียม-226 ใน อำเภอนาหม่อม และความสัมพันธ์กับธรณีวิทยาในพื้นที่

เมื่อนำค่าความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำตัวอย่างจากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 150 จุด มาทำแผนที่คอนทัวร์โดยการกริดข้อมูลแบบ Krigging (ภาพประกอบ 3.4) โดยใช้โปรแกรม Surfer 8.0 พบว่าเส้นคอนทัวร์ของค่าความเข้มข้นเรเดียม-226 ระหว่าง 100 - 250 mBq/l จับกลุ่มอยู่เป็นบริเวณกว้างในตำบลคลองหรั่ง และกินเนื้อที่เข้าไปใน ตำบลนาหม่อมทางทิศตะวันตก เมื่อพิจารณาแผนที่ธรณีวิทยา (ภาพประกอบ 2.3) พบว่าบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีชุดหินแกรนิตและรอยเลื่อน ซึ่งหินแกรนิตในอำเภอนาหม่อมมีการแปรสภาพด้วยอิทธิพลของก๊าซและสารละลายร้อน อีกทั้งยังพบการแปรสภาพของแร่เฟลด์สปาร์ไปเป็นแร่ดินขาว (Pungrassami, 1984) หินแกรนิตที่นี้จึงมีลักษณะฝู จึงน่าจะเป็นสาเหตุทำให้ธาตุโลหะรวมทั้งเรเดียม ในหินมีโอกาสดูดซับละลายออกมาได้ง่ายกว่าในหินแกรนิตทั่วไปซึ่งเป็นหินแข็งและแน่น เรเดียมในหินฝุนั้นสามารถถูกชะล้างออกมาด้วยกระบวนการทางพลศาสตร์ของน้ำใต้ดินและส่งผ่านต่อไปยังชั้นอุ้มน้ำ (Dickson, 1990) ทำให้พื้นที่ในบริเวณนี้มีความเข้มข้นของเรเดียม-226 สูงกว่าในบริเวณข้างเคียง



ภาพประกอบ 3.4 คอนทัวร์ความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำบาดาล
ในอำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา

หากพิจารณาค่าความเข้มข้นของเรเดียม-226 ระหว่าง 40 - 120 mBq/l ที่ความได้ว่า เรเดียม-226 อาจจับกลุ่มกันเป็นแนวจาก ตำบลพิจิตร ลงมาถึง ตำบลทุ่งขมิ้น ต่อเนื่องจนถึง เหมืองทุ่งโพธิ์ ตามเส้นประที่ลากไว้ใน ภาพประกอบ 3.4 เทียบเคียงแนวต่อเนื่องดังกล่าว กับ แผนที่ธรณีวิทยา (ภาพประกอบ 2.3) บริเวณแนวต่อเนื่องนี้มีความสัมพันธ์กับรอยเลื่อนที่ปรากฏ อยู่ใน ทางใต้ของ ตำบลทุ่งขมิ้น ในแผนที่ธรณีวิทยา ทำให้ความเข้มข้นของเรเดียม-226 ใน ระบบน้ำใต้ ดิน มีการแสดงตัวในลักษณะเช่นนี้ คาดว่าแนวต่อเนื่องดังกล่าวเป็นแนวรอยเลื่อนที่มี ทิศทาง ตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ

3.6 ความสัมพันธ์ของโลหะหนักธาตุหลักและเรเดียม-226

นำข้อมูลของความเข้มข้นเรเดียม-226 โลหะหนัก และธาตุหลักในจุดเก็บตัวอย่างเดียวกัน จำนวน 39 ตัวอย่าง วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของทั้งหมด 10 ธาตุโดยใช้สถิติแบบพหุคูณ(ตาราง 3.3) ได้ไม่นำธาตุ Cr, Cd, Cu, Ni และ Pb มาวิเคราะห์เนื่องจากค่าความเข้มข้นที่วัดได้มีค่าต่ำ

กว่าขีดตรวจวัด (Detection Limit) ของเครื่อง ICP-AES และตัวอย่างที่สามารถวัดได้มีจำนวนน้อยจึงพิจารณาไม่นำมาวิเคราะห์

ปัจจัยที่ 1 สามารถอธิบายได้ดีที่สุดมีค่าไอเกนเท่ากับ 3.42 เปอร์เซ็นต์ความแปรปรวน 44.21 อธิบายการจำแนกปัจจัยได้มากที่สุด ประกอบด้วยตัวแปรคือ ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมด ค่าความกระด้าง ค่าความเข้มข้นธาตุ Mg และ Ca ในน้ำบ่อตัวอย่าง ปัจจัยนี้มีค่าน้ำหนักปัจจัยมากกว่า 0.8 และเมื่อเทียบเคียงแผนที่การกระจายของตัวแปรในปัจจัยที่ 1 ภาพประกอบ 3.1 (a) (b) (c) (d) กับแผนที่ธรณีวิทยา ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ตัวแปรในปัจจัยที่ 1 น่าจะมีความสัมพันธ์กับการปรากฏของหินแกรนิต เป็นไปได้สูงว่าหินแกรนิตในพื้นที่ อำเภอนาหม่อมนี้เป็นต้นกำเนิดของโลหะหนักและธาตุหลักที่พบในน้ำบ่อตัวอย่าง โดยน่าจะเกิดจากการชะล้างหินแกรนิตและล้างเอา Ca, Mg ออกมาโดยกระบวนการของน้ำใต้ดิน

ปัจจัยที่ 2 สามารถอธิบายได้ 19.55% มีค่าไอเกนเท่ากับ 1.95 โดยปัจจัยนี้ประกอบด้วยตัวแปรเพียงตัวเดียวที่ค่าน้ำหนักปัจจัยมากกว่า 0.8 แต่มีค่าเป็นลบ แสดงให้เห็นว่าสมาชิกในธาตุหมู่ 2 มี Ba ที่แยกออกมาจากกลุ่ม

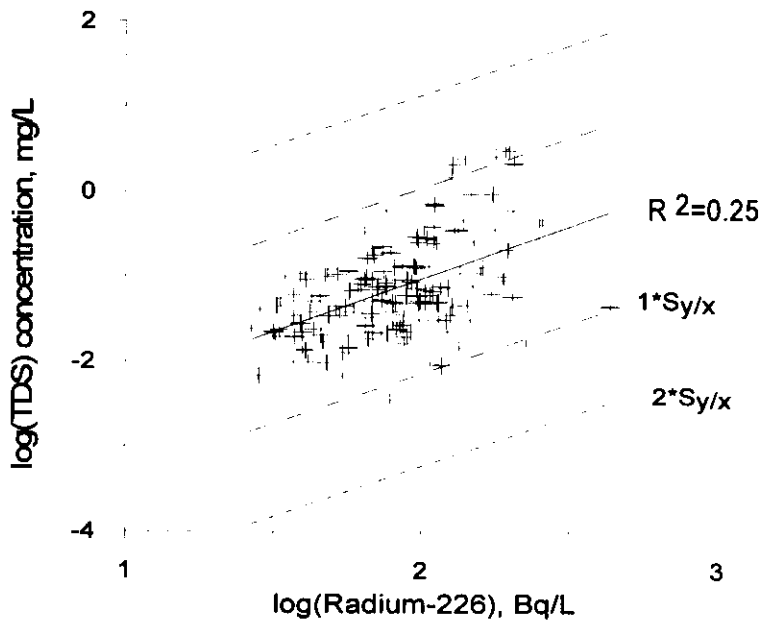
ปัจจัยที่ 3 สามารถอธิบายได้ 13.12 % มีค่าไอเกน เท่ากับ 1.31 โดยปัจจัยนี้ประกอบด้วยตัวแปรเพียงตัวเดียว คือความเข้มข้นธาตุ Fe มีค่าน้ำหนักปัจจัยมากกว่า 0.8 ไม่แสดงความสัมพันธ์กับธาตุหลักอื่นใดเลย

3.7 ความสัมพันธ์ของเรเดียม-226 กับโลหะหนัก ธาตุหลัก และของแข็งละลายทั้งหมด

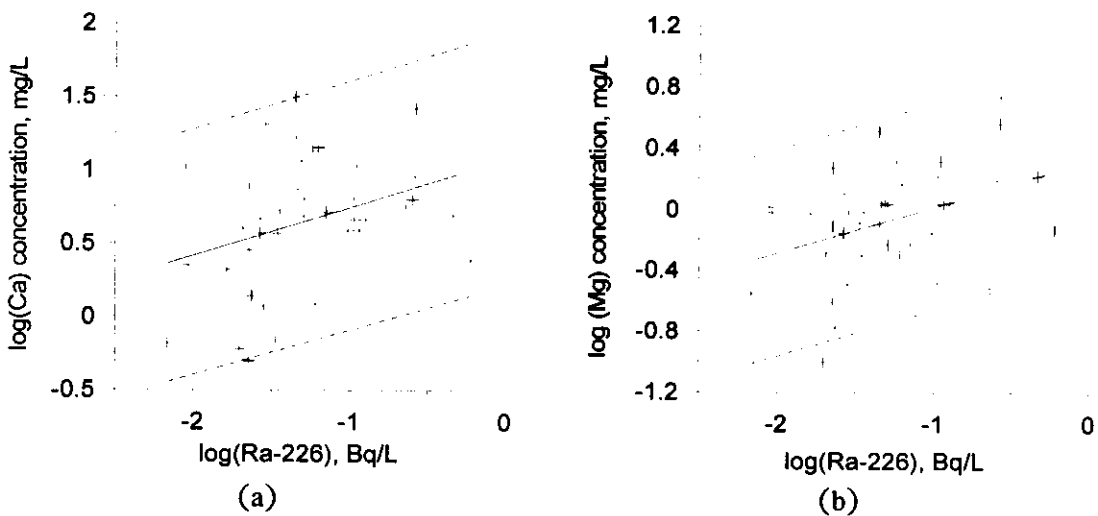
นำค่าความเข้มข้นของเรเดียม-226 ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมด และค่าพีเอช ของตัวอย่างน้ำบ่อต้นทั้งหมด 150 ตัวอย่าง วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ซึ่งเรเดียม-226 แสดงความสัมพันธ์เชิงบวกกับ ปริมาณของแข็งทั้งหมด(ภาพประกอบ 3.5) และไม่แสดงความสัมพันธ์กับค่าพีเอช ข้อมูลระหว่างของแข็งละลายทั้งหมดกับค่าที่ความเข้มข้นของเรเดียม-226 กลุ่มของข้อมูลอยู่ในกลุ่ม $1 * S_{y/x}$ ตัวอย่างที่ค่าความเข้มข้นมีค่ามากกว่า $2 * S_{y/x}$ มีเพียง 9 ตัวอย่าง เป็นไปได้ว่าหากตัวอย่างที่ทำการวัดค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่ามาก ค่าเรเดียมก็จะมากตามไปด้วย นำตัวอย่างที่วิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนักและธาตุหลักจำนวน 39 ตัวอย่างมาหาความสัมพันธ์พบว่าค่าความเข้มข้นของเรเดียม-226 มีความสัมพันธ์กับ Ca, Mg ในเชิงบวก (ภาพประกอบ 3.6 (a), (b)) อยู่ในช่วงไม่เกิน $2 * S_{y/x}$ ส่วนธาตุอื่นไม่แสดงความสัมพันธ์กับเรเดียม-226 ประเด็นนี้เนื่องมาจาก Ca, Mg, Ra มีคุณสมบัติทางเคมีที่คล้ายกัน และในหินแกรนิตธาตุ Ca, Ra จะมีความสัมพันธ์กัน (Andrews et al., 1989)

ตาราง 3.3 ค่าจากการคำนวณปัจจัยโดยสถิติพหุคูณ

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7	Factor 8	Factor 9	Factor 10
TDS	0.906	0.178	-0.108	0.124	0.195	0.043	-0.079	0.033	0.272	0.002
pH	0.545	0.049	0.137	-0.137	-0.008	-0.116	-0.806	-0.002	0.005	-0.001
total hardness	0.950	0.069	-0.034	0.147	0.096	-0.036	-0.223	-0.041	-0.084	-0.033
Ba	-0.192	-0.917	0.013	0.026	0.079	0.336	0.036	-0.002	-0.007	0.000
Ca	0.919	0.085	0.014	0.144	0.043	-0.085	-0.288	-0.127	-0.130	0.036
Fe	-0.107	-0.011	0.985	-0.104	-0.041	0.011	-0.078	-0.016	-0.006	0.000
Mg	0.840	0.035	-0.221	0.158	0.249	0.185	0.009	0.351	0.020	0.001
Mn	0.234	-0.078	-0.043	-0.024	0.954	0.162	0.002	0.017	0.008	0.000
Zn	0.028	-0.336	0.013	0.026	0.180	0.920	0.084	0.019	0.005	0.000
Ra-226	0.253	-0.024	-0.114	0.957	-0.022	0.024	0.079	0.011	0.003	0.000
Eigenvalue	4.42	1.96	1.31	0.87	0.63	0.41	0.21	0.12	0.08	0.00
Percentage of variance	44.210	19.551	13.102	8.740	6.282	4.077	2.096	1.155	0.765	0.023
Cumulative percentage	44.210	63.761	76.862	85.603	91.885	95.962	98.057	99.212	99.977	100.000



ภาพประกอบ 3.5 ความเข้มข้นเรเดียม-226 และ ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมด



ภาพประกอบ 3.6 (a) ความเข้มข้นเรเดียม-226 และ Ca

(b) ความเข้มข้นเรเดียม-226 และ Mg

3.8 ประเมินปริมาณเรเดียม-226 ที่ร่างกายได้รับต่อปี

คำนวณหาปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคน้ำบ่อตื้น ใน อำเภอหนองม่อม (ตาราง 3.2) จากการจัดอันดับหมู่บ้านที่ประชาชนจะได้รับปริมาณรังสีจากเรเดียม-226 ในน้ำ สูงสุด 10 อันดับแรก ประกอบด้วย บ้านต้นปริง หมู่ 5 ต.คลองหรั่ง (36.4 μSv) บ้านแม่เปี้ยะ หมู่ 3 ต.คลองหรั่ง (32.2 μSv) บ้านทุ่งโพธิ์ หมู่ 3 ต.ทุ่งขมิ้น (30.9 μSv) บ้านโคกทัง หมู่ 2 ต.พิจิตร (25.9 μSv) บ้านลานไทร หมู่ 2 ต.ทุ่งขมิ้น (25.5 μSv) บ้านทุ่งค้อ หมู่ 2 ต.นาหม่อม

(24.1 μSv) บ้านคลองหรั่ง หมู่ 1 ต.คลองหรั่ง (22.6 μSv) บ้านทุ่งโพธิ์ หมู่ 7 ต.ทุ่งขม้น (21.2 μSv) บ้านดินวัด หมู่ 10 ต.นาหม่อม (19.7 μSv) และ บ้านแม่เปี้ยะ หมู่ 2 ต.คลองหรั่ง (19.1 μSv) ICRP (International Commission on Radiological Protection) ได้กำหนดปริมาณรังสีที่ควรได้รับต่อปี จากการได้รับรังสีทุกชนิดในบุคคลทั่วไปว่าปริมาณรังสีในเกณฑ์ปลอดภัยเป็น 1 mSv/y (dose limit) (ICRP, 1991) และปริมาณรังสีขนาดเสี่ยง (committed dose) 0.1 mSv/y ซึ่งจะลดลงเป็น 10 เท่าของเกณฑ์ เมื่อเทียบค่าปริมาณรังสีที่ประชาชนได้รับต่อปีนั้น มีค่า แตกต่างจากกับค่าปริมาณรังสีขนาดเสี่ยงมาก

อย่างไรก็ตามปริมาณรังสีดังกล่าวคำนวณจากการบริโภคน้ำดื่มเพียงอย่างเดียว หากในอาหารอื่น ๆ เช่น ข้าว เนื้อสัตว์ ผักและผลไม้ มีปริมาณเรเดียม-226 อยู่ด้วย ประชาชนก็จะได้รับปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้นด้วยตามสัดส่วนที่บริโภคและความเข้มข้นเรเดียม-226 ในอาหารประเภทนั้น ๆ

3.9 ปริมาณเรเดียม-226 ที่ร่างกายได้รับต่อปี

ผลการกรอกแบบสอบถามการใช้น้ำบริโภคของชาว อ.นาหม่อม พบว่าน้ำบ่อนี้ยังคงเป็นแหล่งน้ำหลักสำหรับการบริโภคและอุปโภคของประชาชนที่นี่ เมื่อประเมินปริมาณการบริโภคน้ำและการได้รับปริมาณเรเดียม-226 เข้าสู่ร่างกายต่อปี ของชาว อ.นาหม่อม โดยอนุโลมใช้เกณฑ์ตาม WHO (2002) ซึ่งประเมินอัตราการบริโภคน้ำไว้ที่ 2 ลิตร/วัน ในเวลา 1 ปี จะดื่มน้ำ 730 ลิตร เมื่อใช้ค่าปัจจัย 2.8×10^{-7} Sv/Bq (WHO, 2002) เป็นปัจจัยสำหรับการประเมินปริมาณรังสีสมมูลที่ร่างกายได้รับ/ปีในผู้ใหญ่ (adult annual equivalent dose) ผลการคำนวณปริมาณรังสีที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคน้ำบ่อนี้ ใน อ.นาหม่อม แสดงอยู่ใน ตาราง 3.2

ICRP (International Commission on Radiological Protection) ได้กำหนดเกณฑ์ปริมาณรังสีที่บุคคลทั่วไปได้รับจากรังสีทุกชนิดเป็น ค่าปริมาณรังสีขนาดเสี่ยง (committed dose) ว่าควรได้รับไม่เกิน 0.1 mSv หรือเท่ากับ 1/10 ของเกณฑ์ปลอดภัย 1 mSv (dose limit; ICRP, 1991) ซึ่งยังคงเป็นปริมาณรังสีที่สูงมากเมื่อเทียบกับปริมาณรังสีที่จะได้รับจากรีเดียม-226 จากน้ำดื่ม อย่างไรก็ตาม UNSCEAR (2000) ได้กำหนดปริมาณรังสีขนาดเสี่ยงที่จะได้รับจากรีเดียม-226 ต่อ อายุ-น้ำหนัก ว่าไม่ควรได้รับเกิน 8 μSv /ปี ในการศึกษาครั้งนี้ได้อนุโลมใช้เกณฑ์นี้ในการประเมินปริมาณรังสีที่ชาว อ.นาหม่อม จะได้รับจากรีเดียม-226 ในน้ำบ่อนี้

ตำบลพิจิตร ค่าปริมาณรังสีที่ประชาชนชาว ต.พิจิตร ได้รับต่อปี มีค่า 11.0 μSv ค่าสูงสุดอยู่ที่หมู่ที่ 2 บ้านโคกทังมีค่าสูงถึง 25.9 μSv และในหมู่ที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเกินกว่า 8 μSv โดยอาจแยกกลุ่มหมู่บ้านออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่ปริมาณรังสีที่ได้รับเข้าไปในร่างกายต่อปีเกินกว่า 8 μSv คือประชาชนในหมู่ที่ 1, 2, 3 และ 4 และกลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่ปริมาณรังสีที่ได้รับเข้าไปในร่างกายต่อปีเฉลี่ยต่ำกว่า 8 μSv คือประชาชนในหมู่ที่ 5 และ 6

ตำบลนาหม่อม ค่าปริมาณรังสีที่ประชาชนใน ต.นาหม่อม ได้รับต่อปี จากปริมาณเรเดียม-226 ในน้ำดื่ม มีค่า 13.0 μSv สูงกว่าใน ต.พิจิตรไม่มากนัก หมู่ที่ 2 บ้านทุ่งค้อมีค่าสูงสุดคือ 24.1 μSv โดยสามารถแยกกลุ่มหมู่บ้านออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกได้รับปริมาณรังสีต่อปีมีค่าสูงกว่า 8 μSv คือประชาชนในหมู่ที่ 1, 2, 5, 6, 7, 8 และ 10 และกลุ่มที่ค่าได้รับปริมาณรังสีเฉลี่ยต่อปีน้อยกว่า 8 μSv คือประชาชนใน หมู่ที่ 3, 4 และ 9

ตำบลทุ่งขมิ้น ค่าปริมาณรังสีที่ประชาชนใน ต.ทุ่งขมิ้นได้รับต่อปี จากปริมาณเรเดียม-226 ในน้ำดื่มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.7 μSv เมื่อแยกหมู่บ้านออกเป็นกลุ่มที่จะได้รับปริมาณรังสีเกินกว่า 8 μSv คือประชาชนในหมู่ที่ 2, 3, 4, 6 และ 7 และกลุ่มที่ได้รับปริมาณรังสีเฉลี่ยต่อปีน้อยกว่า 8 μSv มีเพียง 2 หมู่บ้าน คือ หมู่ที่ 1 และ 5

ตำบลคลองหรีง ประชาชนชาว ต.คลองหรีงจะได้รับปริมาณรังสีต่อปี เฉลี่ยเท่ากับ 21.9 μSv โดยทุกหมู่บ้านใน ต.คลองหรีง จะได้รับปริมาณรังสีเกินกว่า 8 μSv หมู่บ้านที่ได้รับต่ำสุดคือ หมู่ที่ 6 บ้านปลักทิงได้รับ 13.6 μSv ต่อปี

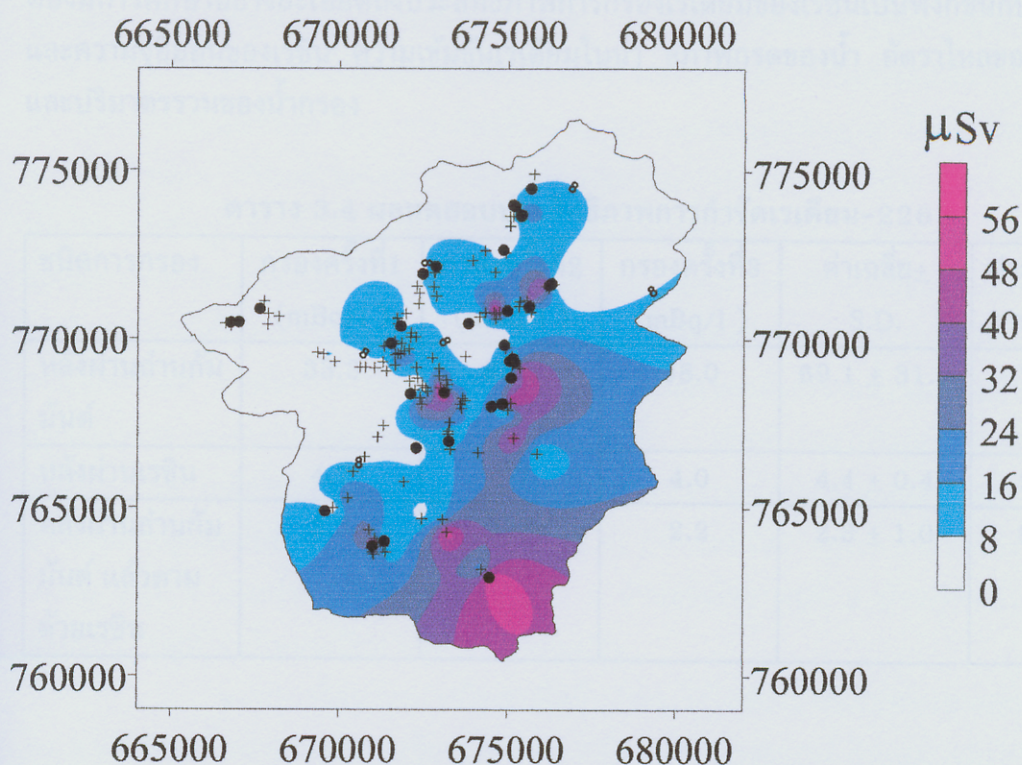
จากการจัดอันดับหมู่บ้านที่ประชาชนจะได้รับปริมาณรังสีจากเรเดียม-26 ในน้ำ สูงสุด 10 อันดับแรก ประกอบด้วย บ้านต้นปริง หมู่ 5 ต.คลองหรีง (36.4 μSv) บ้านแม่เป็ยะ หมู่ 3 ต.คลองหรีง (32.2 μSv) บ้านทุ่งโพธิ์ หมู่ 3 ต.ทุ่งขมิ้น (30.9 μSv) บ้านโคกทัง หมู่ 2 ต.พิจิตร (25.9 μSv) บ้านลานไทร หมู่ 2 ต.ทุ่งขมิ้น (25.5 μSv) บ้านทุ่งค้อ หมู่ 2 ต.นาหม่อม (24.1 μSv) บ้านคลองหรีง หมู่ 1 ต.คลองหรีง (22.6 μSv) บ้านทุ่งโพธิ์ หมู่ 7 ต.ทุ่งขมิ้น (21.2 μSv) บ้านตินวัด หมู่ 10 ต.นาหม่อม (19.7 μSv) และ บ้านแม่เป็ยะ หมู่ 2 ต.คลองหรีง (19.1 μSv)

เมื่อพิจารณาเกณฑ์ปริมาณรังสีขนาดเสี่ยง 8 μSv (UNSCEAR, 2000) ในจำนวนหมู่บ้านทั้งหมด 29 หมู่บ้านที่สำรวจ พบว่า มีจำนวน 22 หมู่บ้าน มีโอกาสได้รับปริมาณรังสีสูงเกิน 8 μSv และมีเพียง 7 หมู่บ้านที่มีโอกาสได้รับปริมาณรังสีต่ำกว่า 8 μSv อย่างไรก็ตามปริมาณรังสีดังกล่าวคำนวณจากการบริโภคน้ำดื่มเพียงอย่างเดียว หากในอาหารอื่นๆ เช่น ข้าว เนื้อสัตว์ ผักและผลไม้ มีปริมาณเรเดียม-226 อยู่ด้วย ประชาชนก็จะได้รับปริมาณรังสีเพิ่มมากขึ้นด้วยตามสัดส่วนที่บริโภคและความเข้มข้นเรเดียม-226 ในอาหารประเภทนั้นๆ

3.10 ความสัมพันธ์เรเดียม-226 กับอุบัติการณ์โรคมะเร็งในช่องปากและหลอดอาหาร

จเร วุฒิศาสตร์ และคณะ (2547) ได้นำสมบัติเคมีของน้ำบ่อตื้น อ.นาหม่อม จากบ่อน้ำบ้านที่มีประวัติการเป็นโรคมะเร็งช่องปาก และมะเร็งหลอดอาหาร (เฉพาะที่มีประวัติที่หน่วยมะเร็ง คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์) และบ่อน้ำบ้านที่ไม่มีประวัติมะเร็ง มาทดสอบ T-test โดยพบว่า ค่าความเข้มข้น Ca และ Mg ระหว่างกลุ่มข้อมูลที่มีประวัติมะเร็ง กับกลุ่มข้อมูลที่ไม่มีประวัติการเป็นมะเร็ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า Ca และ Mg มีส่วนเกี่ยวข้องในการดูดซึมเรเดียมเข้าสู่ร่างกาย เมื่อแสดงตำแหน่งพิกัดบ่อน้ำทั้งหมด 150 บ่อ (บ่อที่มีประวัติมะเร็ง จำนวน

35 บ่อ ใช้สัญลักษณ์ ● และบ่อที่ไม่มีประวัติมะเร็ง 115 บ่อ ใช้สัญลักษณ์ +) ลงในแผนที่แสดงระดับปริมาณรังสีที่ประชาชนจะได้รับต่อปี (ภาพประกอบ 3.7) โดยใช้เกณฑ์ปริมาณรังสีขนาดเล็กลง 8 μSv พบว่า กลุ่ม 1 กลุ่มบ่อในพื้นที่ที่จะได้รับปริมาณรังสีสูงกว่าเกณฑ์ มีสัดส่วนบ่อที่มีประวัติมะเร็ง : บ่อไม่มีประวัติ เท่ากับ 16 : 61 คิดเป็น 26% และ กลุ่ม 2 กลุ่มบ่อในพื้นที่ที่จะได้รับปริมาณรังสีต่ำกว่าเกณฑ์ มีสัดส่วนเท่ากับ 19 : 89 คิดเป็น 21% จะเห็นว่าสัดส่วนบ่อทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าไม่ต่างกันมากนัก อาจสรุปได้ว่า ระดับความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำบ่อต้น ไม่มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับอุบัติการณ์มะเร็งในพื้นที่ อ.นาหม่อม



ภาพประกอบ 3.7 แผนที่คอนทัวร์แสดงการได้รับปริมาณเรเดียม-226 ต่อปี (μSv)

ในอำเภอนาหม่อม (●) สัญลักษณ์แสดงจุดที่มีข้อมูลการเป็นมะเร็ง

(+) สัญลักษณ์แสดงจุดที่ไม่มีข้อมูลการเป็นมะเร็ง

3.11 ศึกษาประสิทธิภาพการกำจัดเรเดียม-226

ผลการศึกษาการกำจัดเรเดียมออกจากน้ำด้วยสารกรองน้ำ 2 ชนิด คือ ถ่านกัมมันต์ และเรซิน แลกเปลี่ยนไอออนบวก โดยได้สร้างเครื่องกรองน้ำอย่างง่ายแบบคอลัมน์เดียว นำน้ำบ่อเป็อนเรเดียม-226 ความแรง 294.8 mBq/l มากรองผ่าน (1) ถ่านกัมมันต์เพียงอย่างเดียว (2)

เรซินเพียงอย่างเดียว และ (3) กรองผ่านถ่านกัมมันต์และนำน้ำที่ผ่านมากรองผ่านเรซินอีกครั้งหนึ่ง โดยให้น้ำไหลผ่านเครื่องกรองในอัตรา 1.5 ลิตรต่อนาที ผลการวัดความเข้มข้นของเรเดียม-226 ในน้ำที่ผ่านการกรองด้วยถ่านกัมมันต์มีประสิทธิภาพในการกรองเรเดียมในน้ำได้ต่ำสุดเพียง 77 % (ตาราง 3.4) ขณะที่การกรองด้วยเรซินเพียงอย่างเดียวและกรองด้วยถ่านกัมมันต์แล้วตามด้วยเรซินจะมีประสิทธิภาพการกรองเรเดียมใกล้เคียงกันคือ 98 และ 99 % ตามลำดับ (ตาราง 3.4) จึงเป็นที่ชัดเจนว่าเรซินแลกเปลี่ยนไอออนมีประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดเรเดียมออกจากน้ำเนื่องจากเรเดียมอยู่ในกลุ่มธาตุหมู่ 2 ซึ่งเป็นธาตุที่มีประจุจึงสามารถจับเรเดียมด้วยเปลี่ยนไอออน อย่างไรก็ตามเนื่องจากพฤติกรรมการแลกเปลี่ยนไอออนของเรซินในกระบวนการกรอง จึงต้องมีการศึกษาอย่างละเอียดถึงประสิทธิภาพการกรองเรเดียมของเรซินเป็นฟังก์ชันกับปริมาตรและความจุไอออนของเรซิน ความเข้มข้นเรเดียมในน้ำ สภาพกรดของน้ำ อัตราไหลของน้ำกรอง และปริมาตรรวมของน้ำกรอง

ตาราง 3.4 ผลทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดเรเดียม-226

ชนิดการกรอง	กรองครั้งที่1 (mBq/l)	กรองครั้งที่2 (mBq/l)	กรองครั้งที่3 (mBq/l)	ค่าเฉลี่ย± S.D.	ประสิทธิ ภาพ(%)
หลังผ่านถ่านกัม มันต์	33.3	85.9	88.0	69.1 ± 31.0	76.8
หลังผ่านเรซิน	4.7	4.7	4.0	4.4 ± 0.4	98.5
หลังผ่านถ่านกัม มันต์ แล้วตาม ด้วยเรซิน	3.3	1.4	2.2	2.3 ± 1.0	99.2