

การศึกษาอุทกธรณีเคมีเพื่อจำแนกระบบการไหลของน้ำบาดาล ในพื้นที่อำเภอหนองหญ้าไซ
อำเภอดอนเจดีย์ และอำเภอสามชูก จังหวัดสุพรรณบุรี

The Hydrogeochemical Studies for Classifying Groundwater Flow Systems in Nong Ya Sai,
Don Chedi and Sam Chuk Districts, Suphan Buri Province

ปราณี รักษานบุญ (Pranee Raksaboon)* ดร. รุ่งเรือง เลิศศิริวรกุล (Dr. Rungruang Lertsirivorakul)**

บทคัดย่อ

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมอำเภอหนองหญ้าไซ อำเภอดอนเจดีย์ และอำเภอสามชูก จังหวัดสุพรรณบุรี อยู่ในแอ่งเจ้าพระยาตอนล่างซึ่งเป็นแอ่งน้ำบาดาลขนาดใหญ่และสำคัญที่สุดในประเทศ มีลักษณะการสะสมตะกอนยุคควอเตอร์นารี ภายใต้สภาวะแวดล้อมทางน้ำพาและสภาพแวดล้อมชายฝั่ง ลักษณะธรณีสัณฐานวิทยาเป็นตะกอนรูปพัดและตะกอนลำน้ำ ประกอบด้วย การวางตัวสลับกันของชั้นดินเหนียว ทรายแป้ง ทรายและกรวด จากข้อมูลหลุมเจาะ บ่อน้ำบาดาล ข้อมูลสำรวจธรณีฟิสิกส์ และข้อมูลยังธรณีหลุมเจาะ สามารถนำมาสร้างแบบจำลองอุทกธรณีวิทยาเชิงโมโนทอน เพื่อแสดงลำดับหน่วยหินอุทกธรณีวิทยาและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลโดยน้ำจะไหลจากพื้นที่รับน้ำด้านทิศตะวันตกและไหลออกด้านทิศตะวันออก ชั้นหินให้น้ำเป็นตะกอนร่วนกรวดทราย สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ชั้น (ความลึกตั้งแต่ 20 ถึงมากกว่า 250 เมตร) มีชั้นดินเหนียวเป็นหินกั้นน้ำจากข้อมูลทางอุทกธรณีเคมีสามารถจำแนกชุดลักษณะหรือชนิดของน้ำบาดาลตามชั้นหินให้น้ำ โดยส่วนใหญ่เป็นน้ำจืดชนิด Ca-Na-HCO₃ และ Ca-HCO₃ บ่อน้ำบาดาลในระดับลึกตั้งแต่ชั้นหินให้น้ำชั้นที่ 2 ลงไปจะเป็นน้ำกร่อย ชนิด Na-Ca-HCO₃-Cl และ Ca-Mg-NO₃ ชุดลักษณะอุทกธรณีเคมีที่พบในน้ำบาดาลสามารถระบุทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในระดับภูมิภาคได้ แต่จากการศึกษาชุดลักษณะอุทกธรณีเคมีของชั้นหินให้น้ำทั้ง 5 ชั้นมีความใกล้เคียงกันมาก บ่งบอกได้ว่าน้ำบาดาลมีแหล่งที่มาเดียวกัน

ABSTRACT

The study area covers Nong Ya Sai, Don Chedi and Sam Chuk Districts, Suphan Buri Province. The area is a part of the Lower Chao Phraya Basin which is one the large and important groundwater basin in Thailand. The sediments deposited in the Quaternary period under fluvial condition and sea shore environment. Geomorphology of the areas is classified as alluvial fan and terrace deposits. The deposition sequence was started with gravel and fining upward to become sand, sand and clay and clay layer interbedded. Data from bore holes lithological logs and geophysical survey interpretations were employed to establish the hydrogeological conceptual model, by classifying hydrostratigraphic units and groundwater flow directions. Generally recharge area is located in the west of the area, whereas the groundwater discharges into the east and southeast. The unconsolidated aquifer can be divided into 5 layers (depth from 20 m. to more than 250 m. below the ground surface). The Hydrogeochemistry data can be used for classifying hydrogeochemical facies or water types. Most of groundwater samples show the water type as Ca-Na-HCO₃ and Ca-HCO₃. For the deeper aquifers, the groundwater become brackish showing water types as Na-Ca-HCO₃-Cl and Ca-Mg-NO₃. The hydrogeochemical facies can be used to identify the regional groundwater flow. However, the results of this study showing the hydrogeochemical facies are very similar indicated that the recharge of groundwater in the basin may come from the same source.

คำสำคัญ: แบบจำลองอุทกธรณีเชิงโมโนทอน อุทกธรณีเคมี ระบบการไหลของน้ำบาดาลหนองหญ้าไซ

Keywords: Hydrogeological conceptual model, Hydrogeochemistry, Groundwater flow Nong Ya Sai

* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีธรณี คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีธรณี คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

ปัญหาความแห้งแล้งและภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นในปัจจุบันทวีความรุนแรงมากขึ้น น้ำบาดาลจึงถูกพัฒนาขึ้นมาใช้อย่างกว้างขวางทั้งเพื่อการอุปโภค-บริโภค อุตสาหกรรม และเพื่อการเกษตรกรรม ทั้งในชั้นหินให้น้ำจากตะกอนหินร่วนและรอยแตกหินแข็ง แหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาจัดเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญ เพราะสามารถพัฒนาขึ้นมาใช้ในอัตราให้น้ำมาก โดยเฉพาะเพื่อการเกษตรกรรมมีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้เป็นจำนวนมาก จากข้อมูลบ่งชี้ถึงสถานการณ์ในพื้นที่ศึกษาพบว่าระดับน้ำบาดาลลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาจส่งผลให้ปริมาณน้ำบาดาลลดลงและคุณภาพน้ำบาดาลเปลี่ยนแปลงไปเพราะในธรรมชาติเมื่อน้ำบาดาลเคลื่อนที่ผ่านชั้นหินให้น้ำจะละลายแร่ธาตุต่าง ๆ และเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้คุณภาพน้ำบาดาลเปลี่ยนแปลงตามระยะทางและเวลาตามเส้นทางการไหล การเปลี่ยนแปลงทางอุทกธรณีเคมีจึงนำมาใช้จำแนกระบบการไหลของน้ำบาดาลได้ โดยแบ่งเป็นเขต เรียกว่า ชุดลักษณะอุทกธรณีเคมี (Toth, 1963) ดังนั้น คุณภาพของน้ำบาดาลขึ้นอยู่กับเคลื่อนที่ของแร่ธาตุต่าง ๆ และคุณสมบัติของชั้นหินให้น้ำ ซึ่งสามารถบ่งบอกการเกิด การเคลื่อนที่ของน้ำบาดาลได้ การศึกษาอุทกธรณีเคมีของชั้นหินให้น้ำครั้งนี้ จะทำการวิเคราะห์และแปลความหมายถึงคุณลักษณะทางอุทกเคมีของชั้นหินให้น้ำ เพื่อประเมินความเหมาะสมในการใช้น้ำบาดาลในกิจกรรมต่าง ๆ

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาอุทกธรณีวิทยา การจำแนกชั้นหินให้น้ำ การแผ่ขยายของชั้นหินให้น้ำและระบบการไหลของน้ำบาดาล โดยนำข้อมูลผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา มาทำการวิเคราะห์ และแปลความหมาย ชุดลักษณะทางอุทกธรณีเคมีของชั้นหินให้น้ำแต่ละชั้น เพื่อจำแนกระบบการไหลของน้ำบาดาลและจัดทำแบบจำลองอุทกธรณีวิทยาเชิงมโนทัศน์

วิธีการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษาวิจัย

พื้นที่ศึกษาจำแนกตามขอบเขตการปกครองครอบคลุมพื้นที่อำเภอหนองหญ้าไซ อำเภอดอนเจดีย์ และอำเภอสามสูง จังหวัดสุพรรณบุรี มีพื้นที่ 1,051 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 656,875 ไร่ และพื้นที่ใกล้เคียง ตั้งอยู่ระหว่างพิกัด UTM WGS 84 โซน 47P ระหว่าง 1596573 ถึง 1657700 เหนือ และระหว่าง 547135 ถึง 636466 ตะวันออก ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มและลูกคลื่นลอนลาดที่ถูกกัดเซาะโดยทางน้ำ พื้นที่ทางด้านทิศตะวันตกตลอดแนวตั้งแต่ทิศเหนือจรดใต้เป็นที่ราบสูง บริเวณต่ำสุดอยู่ทางด้านทิศตะวันออก ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ยระหว่าง 3-700 เมตร (กรมทรัพยากรธรณี, 2557) (ภาพที่ 1)

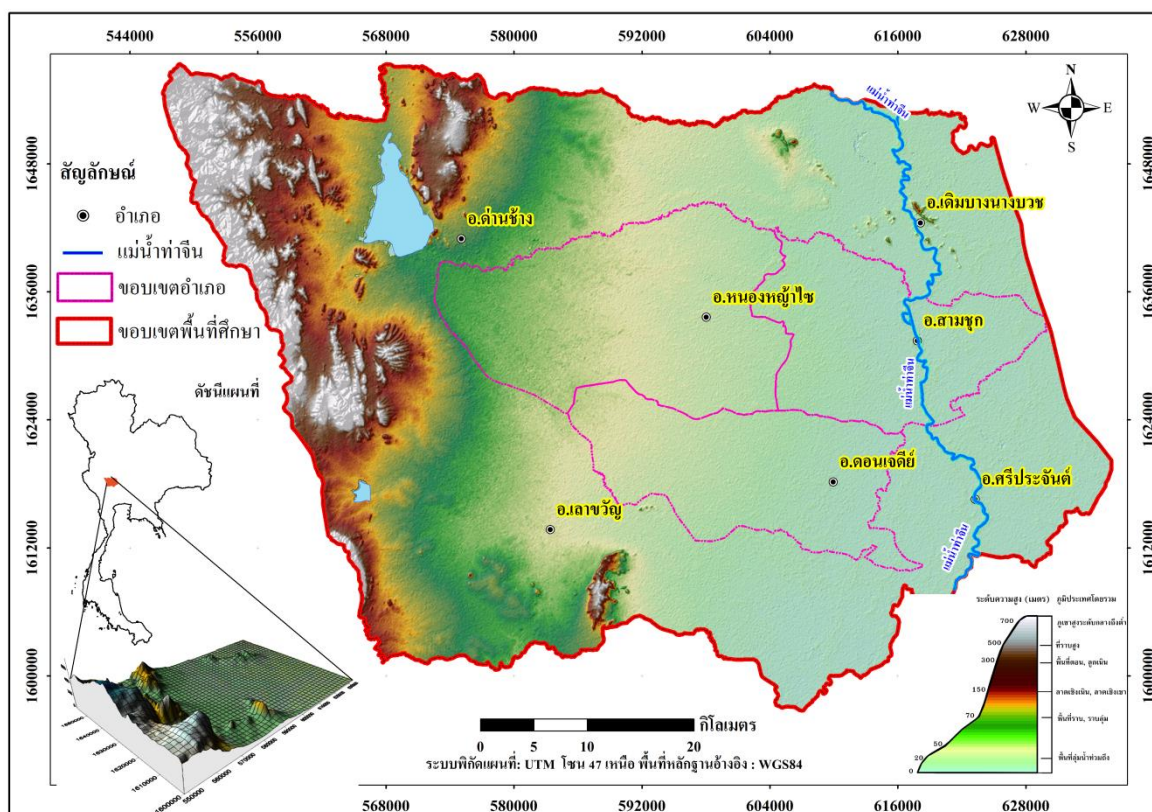
2. การรวบรวมข้อมูล

2.1 อุตุนิยมนิเทศและอุทกวิทยา

สภาพภูมิอากาศของจังหวัดสุพรรณบุรีได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านช่วงเดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้พัดผ่านในเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ทำให้เกิด 3 ฤดูกาล คือ ฤดูฝน (กลางเดือนพฤษภาคม – กลางเดือนตุลาคม) ฤดูหนาว (เดือนตุลาคม – กลางเดือนกุมภาพันธ์) และฤดูร้อน (กลางเดือนกุมภาพันธ์ – เดือนเมษายน)

ข้อมูลทางสถิติของกรมอุตุนิยมวิทยาโดยสถานีตรวจวัดอากาศจังหวัดสุพรรณบุรี ตรวจวัดภูมิอากาศย้อนหลังในคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2526 - พ.ศ. 2556) วิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ทางสถิติพบว่า ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งพื้นที่ประมาณ 995.4 มิลลิเมตรต่อปี โดยเดือนกันยายนมีปริมาณฝนตกมากที่สุด 230.9 มิลลิเมตร เดือนมกราคมมีปริมาณฝนตกน้อยที่สุด 3.7 มิลลิเมตร อุณหภูมิโดยเฉลี่ยตลอดทั้งปี 28.1 องศาเซลเซียส เดือนเมษายนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 30.5 องศาเซลเซียส และเดือนธันวาคมมีอุณหภูมิต่ำสุด 25.2 องศาเซลเซียส มีค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำของพืช (ET_p) ต่ำสุด 125.6 มิลลิเมตรในเดือนมกราคม และสูงสุด 186.9 มิลลิเมตรในเดือนเมษายน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560) (ภาพที่ 2)

ข้อมูลอุทกวิทยาพื้นที่ศึกษา มีแม่น้ำสายสำคัญไหลผ่านจากเหนือสุดถึงใต้สุด ได้แก่ แม่น้ำท่าจีน ซึ่งไหลผ่านอำเภอสามชุก และมีแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง กระจายอยู่ทั่วไป

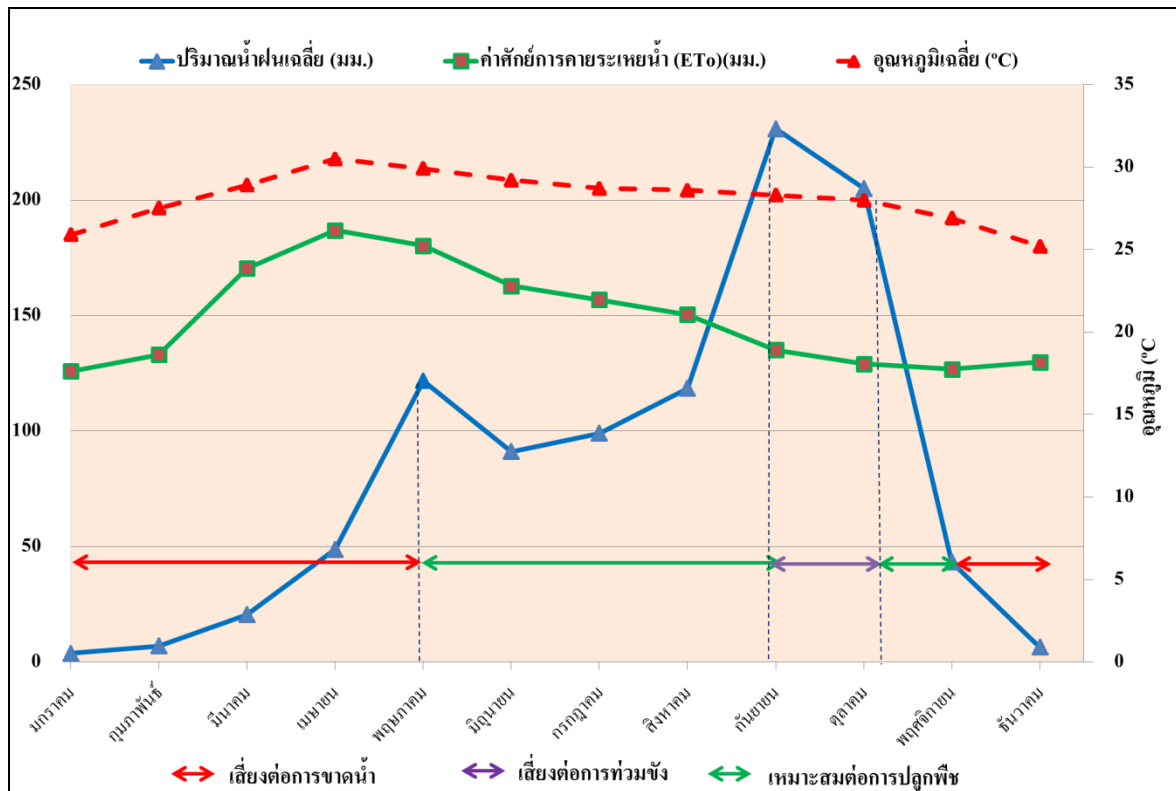


ภาพที่ 1 ที่ตั้งและลักษณะภูมิประเทศ

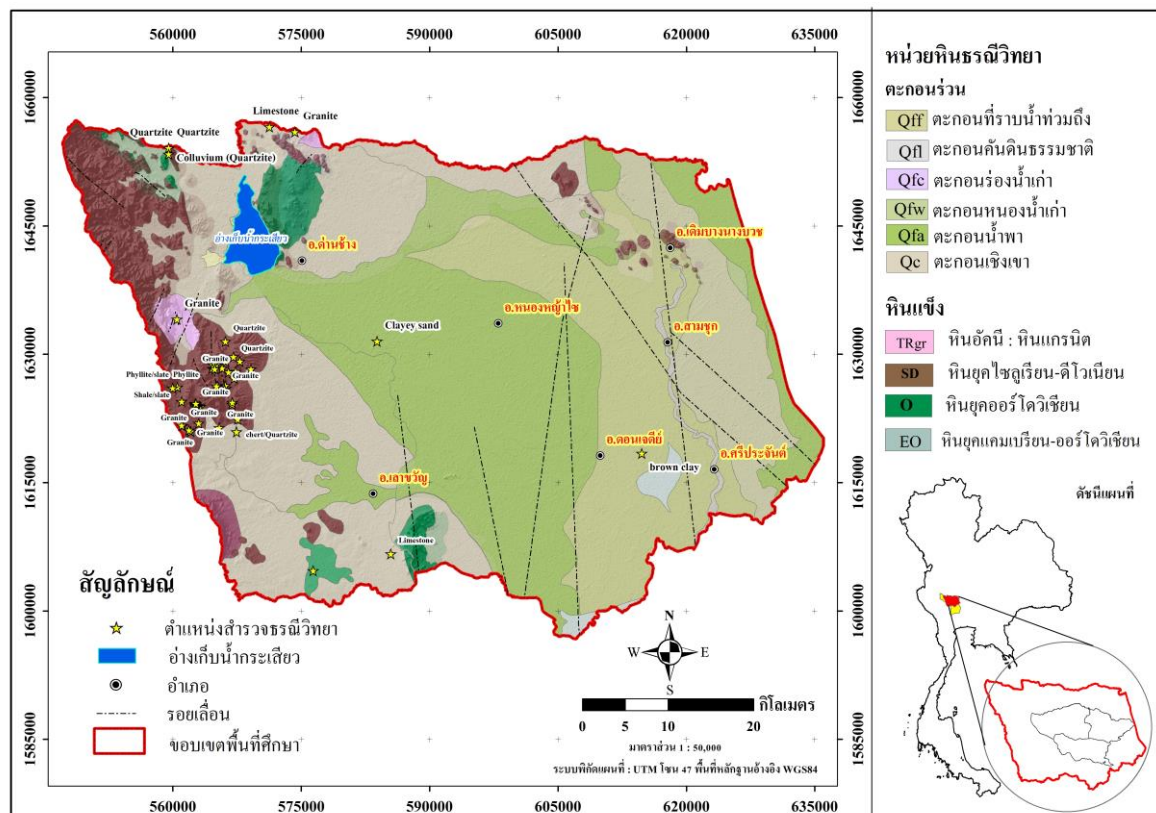
2.2 ธรณีสัณฐานวิทยาและลักษณะทางธรณีวิทยา

พื้นที่ศึกษาอยู่ในที่ราบลุ่มภาคกลาง ซึ่งเป็นแหล่งสะสมตะกอนยุคควอเทอร์นารีภายใต้สภาพแวดล้อมทางน้ำพาและชายฝั่ง ธรณีสัณฐานวิทยาพบที่ราบด้านตะวันตกเป็นเนินตะกอนรูปพัดและตะกอนลำน้ำบริเวณข้างเคียงพื้นที่ศึกษา ประกอบด้วยพื้นที่ภูเขาและเนินตะกอนลำน้ำในทิศตะวันตก ส่วนตอนกลางและทิศตะวันออกเป็นเนินตะกอนรูปพัดและที่ราบน้ำท่วมถึง

ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ส่วนใหญ่ เป็นตะกอนร่วนยุคควอเทอร์นารี ได้แก่ ตะกอนเศษหินเชิงเขา ตะกอนตะกอนน้ำ (Qc) ตะกอนน้ำพาตะกอนสะสมตัวรูปพัดดินดอนสามเหลี่ยม (Qd) และตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง (Qm) ลักษณะตะกอนประกอบด้วย กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว และ ร้อยละ 20 ของพื้นที่เป็นหินแข็ง ได้แก่ หินอ่อน หินโคลไรต์ หินควอตซ์-ไมกา-ชีสต์ หินปูน หินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง และหินแกรนิต เป็นต้น (กรมทรัพยากรธรณี, 2557) ลักษณะทางกายภาพของชั้นดินชั้นหินที่แตกต่างกัน จะส่งผลต่อคุณภาพน้ำบาดาล



ภาพที่ 2 ปริมาณน้ำฝน ค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำ และอุณหภูมิของพื้นที่ศึกษา ในคาบเฉลี่ย 30 ปี (พ.ศ. 2526-2556) (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560)



ภาพที่ 3 ธรณีวิทยาพื้นที่ศึกษา (กรมทรัพยากรธรณี, 2557)

2.3 ลักษณะอุทกธรณีวิทยา

การศึกษาสภาพอุทกธรณีวิทยา ได้จากการวิเคราะห์และแปลความหมาย ข้อมูลบ่อน้ำบาดาล ความลึก ชั้นหินให้น้ำ และระดับน้ำปกติ จัดทำแผนที่อุทกธรณีวิทยาและภาคตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา ตรวจสอบภาคสนามเบื้องต้น จำแนกชั้นหินให้น้ำ การวางตัว การแผ่ขยายและความหนาของชั้นหินให้น้ำ

ชั้นหินให้น้ำบริเวณพื้นที่ศึกษาเป็นชั้นตะกอนร่วน ประกอบด้วย ตะกอนน้ำพา และตะกอนตะกั่วกลุ่มน้ำ ได้แก่ กรวด ทราย ทรายแป้งและดินเหนียว ซึ่งน้ำบาดาลจะสะสมตัวอยู่ในช่องว่างของกรวดทราย จากข้อมูลบ่อสังเกตการณ์ และบ่อน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล สามารถจำแนกชั้นหินให้น้ำจากความลึกได้ 5 ชั้นหินให้น้ำ และจากการติดตามการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบาดาลในชั้นหินให้น้ำตะกอนร่วน ของบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาลในพื้นที่จำนวน 22 บ่อ พบว่าระดับน้ำบาดาลมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น – ลดลง ตามฤดูกาล การใช้น้ำบาดาลในช่วงที่มีและไม่มีฝนตก ช่วงฤดูแล้งที่ยาวนาน ปี พ.ศ. 2558 มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้มากกว่าปกติในทุกชั้นหินให้น้ำ และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาลลดลงอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 – เดือนสิงหาคม 2559 และระดับน้ำบาดาลมีแนวโน้มคงที่ตั้งแต่เดือนกันยายน 2559 – เดือนกุมภาพันธ์ 2560 (ตารางที่ 1, ภาพที่ 4 และภาพที่ 5)

ตารางที่ 1 ข้อมูลบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา

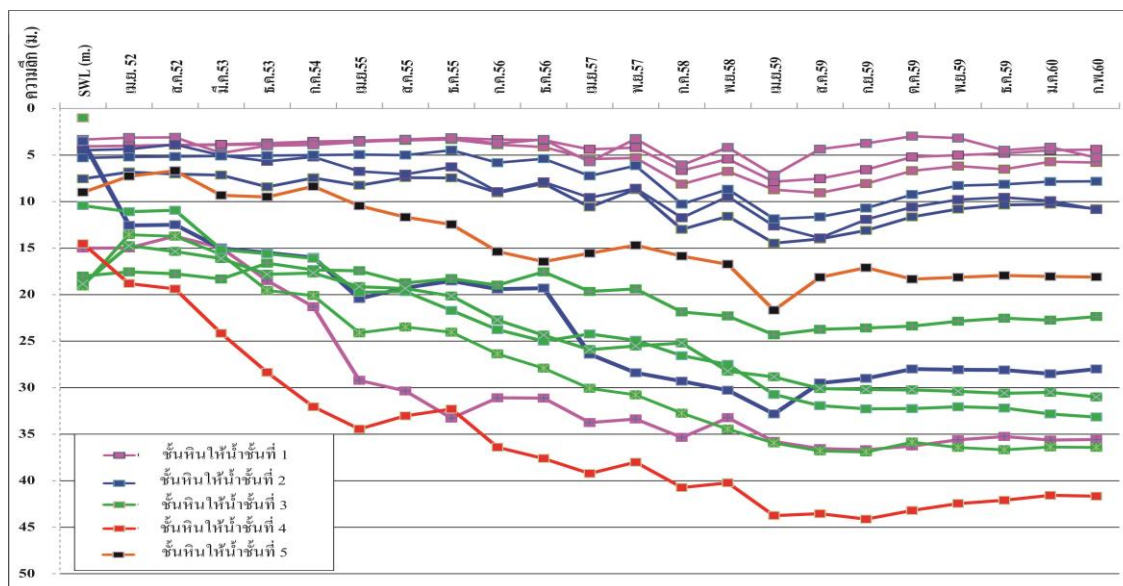
ลำดับ	สถานี	UTM_E	UTM_N	สถานที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ความลึก เจาะ (เมตร)	ระดับน้ำปกติ หลังเจาะเสร็จ (เมตร)	ปริมาณน้ำ (ลบม./ชม.)	ระยะต่อกรอง (เมตร)	ชั้นหินให้น้ำ (Aquifer)
1	CWE10/3	621764	1644237	วัดคงพิบูล	ยางนอน	เดิมบางนางบวช	สุพรรณบุรี	18.00	4.07	6.00	12-15	1
2	CWE14/2	620509	1629864	วัดลำพระยา	สามชุก	สามชุก	สุพรรณบุรี	31.00	3.36	15.00	24-27.5	1
3	CWE17/3	621113	1608441	วัดเทพสุทราวาส	มดแดง	ศรีประจันต์	สุพรรณบุรี	36.00	3.33	7.20	28-34	1
4	CWE110/2	599027	1644254	วัดขวางเวฬุวัน	บ่อกรู	เดิมบางนางบวช	สุพรรณบุรี	42.00	5.00	4.00	29-37	1
5	CWE119/2	598504	1633276	สำนักสงฆ์สามยอดพุทธธรรม	หนองหญ้าไซ	หนองหญ้าไซ	สุพรรณบุรี	45.00	11.00	3.00	32-40	1
6	CWE118/1	587338	1631336	วัดทองเงินเขตรวัน	ทัพหลวง	หนองหญ้าไซ	สุพรรณบุรี	58.00	15.00	5.00	34-42	1
7	CWE10/2	621764	1644237	วัดคงพิบูล	ยางนอน	เดิมบางนางบวช	สุพรรณบุรี	54.00	4.07	4.00	45-51	1
8	CWE109/3	629450	1637534	วัดปากดงท่าศาล	เขาดิน	เดิมบางนางบวช	สุพรรณบุรี	67.00	6.00	15.00	50-62	1
9	CWE17/2	621113	1608441	วัดเทพสุทราวาส	มดแดง	ศรีประจันต์	สุพรรณบุรี	109.00	22.00	7.20	100-106	2
10	CWE13/3	612148	1631801	วัดหนองผักนาก	หนองผักนาก	สามชุก	สุพรรณบุรี	73.00	3.50	7.20	64-70	2
11	CWE119/1	598441	1633260	สำนักสงฆ์สามยอดพุทธธรรม	หนองหญ้าไซ	หนองหญ้าไซ	สุพรรณบุรี	74.00	14.91	5.00	66-68	2
12	CWE110/1	599006	1644254	วัดขวางเวฬุวัน	บ่อกรู	เดิมบางนางบวช	สุพรรณบุรี	92.00	4.48	8.00	78-86	2
13	CWE10/1	621764	1644237	วัดคงพิบูล	ยางนอน	เดิมบางนางบวช	สุพรรณบุรี	102.00	5.30	2.00	84-90	2
14	CWE109/2	629450	1637535	วัดปากดงท่าศาล	เขาดิน	เดิมบางนางบวช	สุพรรณบุรี	111.00	7.55	10.00	98-106	2
15	CWE106/2	602739	1617409	วัดนครสุวรรณธรรมาราม	ดอนเจดีย์	ดอนเจดีย์	สุพรรณบุรี	140.00	19.08	4.00	124-136	3
16	CWE109/1	629476	1637520	วัดปากดงท่าศาล	เขาดิน	เดิมบางนางบวช	สุพรรณบุรี	154.00	18.00	10.00	130-138	3
17	CWE14/1	620509	1629864	วัดลำพระยา	สามชุก	สามชุก	สุพรรณบุรี	250.00	18.85	6.00	144-150	3
18	CWE13/1	612148	1631801	วัดหนองผักนาก	หนองผักนาก	สามชุก	สุพรรณบุรี	156.00	6.81	3.60	147-153	3
19	CWE17/1	621113	1608441	วัดเทพสุทราวาส	มดแดง	ศรีประจันต์	สุพรรณบุรี	159.00	35.00	0.05	150-156	3
20	CWE116/2	625993	1621237	วัดสามจันทน์	ดอนปรู	ศรีประจันต์	สุพรรณบุรี	167.00	10.43	10.00	154-162	3
21	CWE106/1	602732	1617410	วัดนครสุวรรณธรรมาราม	ดอนเจดีย์	ดอนเจดีย์	สุพรรณบุรี	302.00	14.53	8.00	238-256	4
22	CWE116/1	625978	1621227	วัดสามจันทน์	ดอนปรู	ศรีประจันต์	สุพรรณบุรี	300.00	9.00	5.00	258-270	5

3. การสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม

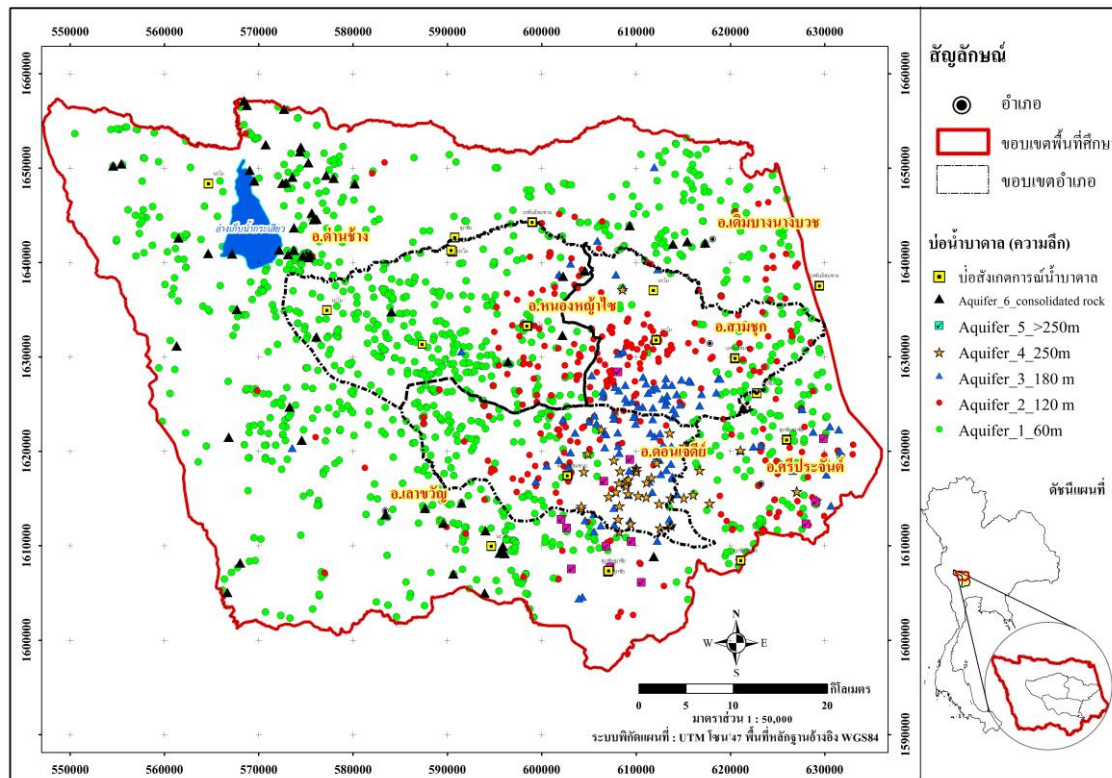
3.1 การสำรวจธรณีฟิสิกส์ โดยวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (Resistivity survey) เลือกใช้เครื่อง IRIS รุ่น SYSCAL R-1 Plus และการหยั่งธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ (Geophysical well logging) เลือกใช้ยี่ห้อ GeoVista รุ่น GV500 และ STRATALOG และรวบรวมข้อมูลผลการสำรวจที่มีอยู่ในพื้นที่เพื่อใช้ในการจำแนกชั้นหินให้น้ำ

3.2 การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล

การเก็บตัวอย่างน้ำจะมีการวางแผนการเก็บที่แน่นอน ตัวอย่างที่เก็บ บันทึกรายละเอียดผู้เก็บ การใช้เครื่องมือที่ได้มาตรฐาน ภาชนะที่บรรจุตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์แต่ละพารามิเตอร์ โดยปิดฉลากที่มีข้อมูลรายละเอียด เช่น สถานที่เก็บตัวอย่าง วันที่เก็บ หน่วยงาน วิธีการเก็บรักษาคุณภาพก่อนส่งให้ห้องปฏิบัติการ ปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่เก็บขนาด 1 ลิตร และ 240 มิลลิลิตร โดยข้อมูลบ่อสังเกตการณ์ จำนวน 22 บ่อ ได้จากสำนักอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล และรวบรวมข้อมูลบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาที่มีผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2560)



ภาพที่ 4 ระดับน้ำบาดาลของบ่อสังเกตการณ์จำแนกตามชั้นดินให้น้ำ (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2560)



ภาพที่ 5 แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อน้ำบาดาล (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2560)

4. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาด้านธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา ประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูลตำแหน่งบ่อน้ำบาดาล การเก็บตัวอย่างน้ำ วิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี การสร้างแบบจำลองอุทกธรณีวิทยาเชิงมโนทัศน์

4.1 การจัดทำแผนที่และรูปตัดขวางอุทกธรณีวิทยา

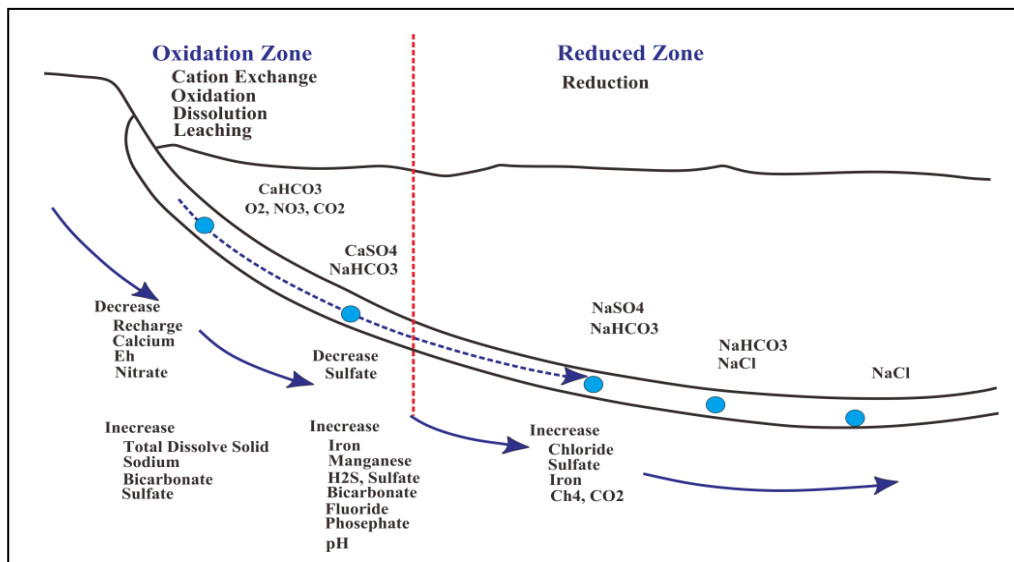
การจัดทำแผนที่และรูปตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา จากข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา ข้อมูลอุทกวิทยา ผลการแปลความหมายการสำรวจธรณีฟิสิกส์ด้วยการวัดค่าไฟฟ้าแบบยังลึก (Vertical Electric Sounding, VES) และข้อมูลการหยั่งธรณีหลุมเจาะ ข้อมูลบ่อน้ำบาดาล และระดับน้ำบาดาล โดยนำมาวิเคราะห์สำหรับจำแนกชั้นหินให้น้ำ เพื่อให้ทราบถึงลักษณะชนิดดิน หิน การวางตัว การแผ่ขยายและความหนาของชั้นหินให้น้ำทุกชั้น รวมทั้งคุณภาพน้ำที่ได้จากข้อมูลบ่อน้ำบาดาลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ซึ่งทำการวิเคราะห์คุณภาพปี พ.ศ. 2558-2559 ผลสุดท้ายจะจัดทำเป็นแผนที่อุทกธรณีวิทยา พร้อมทั้งจัดทำรูปตัดขวางอุทกธรณีวิทยาเพื่อแสดงชั้นหินให้น้ำในแนวตั้ง

4.2 การศึกษาคุณภาพน้ำบาดาล (Groundwater quality)

4.2.1 คุณภาพน้ำบาดาลทั่วไป

คุณสมบัติทางเคมีของน้ำบาดาลโดยทั่วไปจะมีการเปลี่ยนแปลงตามการไหลของน้ำบาดาล เริ่มตั้งแต่การเติมเข้าสู่ระบบน้ำบาดาลหรือชั้นหินให้น้ำของน้ำฝนตามธรรมชาติ การไหลของน้ำบาดาลผ่านชั้นหินให้น้ำต่าง ๆ น้ำจะละลายเอาแร่ส่วนประกอบของชั้นหินให้น้ำเหล่านั้นไปด้วย และปริมาณสารที่ละลายอยู่จะเพิ่มปริมาณมากขึ้นตามทิศทางการไหลของน้ำจากการละลายของแร่ในชั้นหินให้น้ำ (Freeze and Cherry, 1979) และจะมีการวิวัฒนาการของไอออนหลักเกิดขึ้นในขณะที่มีการเคลื่อนที่ของน้ำบาดาล (Toth, 1993) เมื่ออายุและระยะทางการไหลของน้ำเพิ่มมากขึ้น ไอออนลบ (Anions) ก็จะมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี โดยเริ่มจากน้ำฝนที่ละลายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ในอากาศและสภาพเป็นกรดอ่อน ๆ ในลักษณะของ ไอออนหลักกลุ่มไบคาร์บอเนต (HCO_3^- - Dominant Type) เมื่อตกลงถึงผิวดินจะละลายเกลือซัลเฟตในอินทรีย์และอนินทรีย์สารกลายเป็น ไบคาร์บอเนต-ซัลเฟต ($\text{HCO}_3^- - \text{SO}_4^{2-}$) หรือ ไอออนหลักกลุ่มซัลเฟต (SO_4^{2-} Dominant Type) เมื่อน้ำไหลซึมลึกลงไปในพื้นที่ดินหรือชั้นหินให้น้ำตกค้างก็จะมีการวิวัฒนาการไปเป็น ซัลเฟต-คลอไรด์ ($\text{SO}_4^{2-}, \text{Cl}^-$) หรือคลอไรด์-ซัลเฟต ($\text{Cl}^-, \text{SO}_4^{2-}$) หรือคลอไรด์ (Cl^-) (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบาดาลเมื่อความลึกเปลี่ยนไป (ดัดแปลงจาก David G. Pyne, 1995)

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำบาดาลทั้งหมด 15 พารามิเตอร์ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า เหล็ก โซเดียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม แคลเซียม คลอไรด์ ไบคาร์บอเนต ไนเตรต ซัลเฟต ความกระด้างทั้งหมด และปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (TDS)

4.2.2 คุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรม คำนวณหาอัตราส่วนของการดูดซับอนุมูลโซเดียม (Sodium Adsorption Ration, SAR)

ค่า SAR เป็นค่าที่ใช้จำแนกน้ำที่มีอนุมูลโซเดียมในระดับต่าง ๆ ที่พืชสามารถทนได้ ซึ่งผลกระทบของโซเดียมจะทำให้ธาตุอาหารของพืชเปลี่ยนแปลงไป และโครงสร้างของดินเปลี่ยนด้วยการจำแนกค่า SAR ที่วัดจากน้ำที่สกัดจากดิน สามารถแบ่งได้ดังตารางที่ 2 และผลกระทบของโซเดียมที่มีต่อพืช ค่า SAR สามารถคำนวณได้จากสมการ (1)

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{2}}} \quad \text{หน่วยเป็น meq/l} \quad \text{สมการ(1)}$$

ตารางที่ 2 เกณฑ์พิจารณาคุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเกษตร

ความเหมาะสม	Cl (meq/L)	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$ ที่ 25°C)	SAR	Na (%)	ระดับปริมาณ โซเดียม	pH
เหมาะสมมากที่สุด	-	≤ 250	-	≤ 20	-	ค่าที่
เหมาะสมมาก	-	> 250-750	0-10	>20-40	ต่ำ	เหมาะสม
เหมาะสมปานกลาง	≤ 4	>750-2000	10-18	>40-60	ปานกลาง	ต่อการ

ไม่เหมาะสม	>4-10	2000-3000	18-26	>60-80	สูง	เพาะปลูก
ไม่ควรนำมาใช้	>10	>3000	>26	>80	สูงมาก	5.5-7.5

ที่มา : คัดแปลงจาก ทวีศักดิ์ (2546)

4.2.3 วิธีการวิเคราะห์

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำจะเป็นไปตามวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีน้ำของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล และวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป AquaChem 4.0 (Waterloo hydrogeologic Inc, 2006) เพื่อจำแนกชนิดน้ำโดยคัดเลือกบ่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ทุกเคมีของชั้นหินให้น้ำแต่ละชั้นจำนวน 300 บ่อ

ผลการวิจัย

การจำแนกชั้นหินให้น้ำ

ชั้นหินให้น้ำในตะกอนร่วน แบ่งได้เป็น 5 ชั้น และชั้นหินให้น้ำในหินแข็ง 1 ชั้น ดังนี้

- 1) ชั้นหินให้น้ำตะกอนน้ำพา (Alluvial Aquifer, Qfd) เป็นชั้นหินให้น้ำที่ประกอบขึ้นด้วยตะกอนที่ตกทับถมกันในที่ราบน้ำท่วมถึงหรือที่ราบน้ำหลากของแม่น้ำท่าจีน ความลึกถึงชั้นหินให้น้ำประมาณ 20-60 เมตร
- 2) ชั้นหินให้น้ำตะกอนน้ำพารูปพัดยุคเก่า (Old Alluvial Fan Aquifer, Qf₁) เป็นชั้นหินให้น้ำที่วางตัวรองรับอยู่ใต้ชั้นหินให้น้ำตะกอนน้ำพารูปพัดยุคใหม่ ความลึกถึงชั้นหินให้น้ำประมาณ 10-50 เมตร (ชั้นหินให้น้ำพระประแดง)
- 3) ชั้นหินให้น้ำตะกอนตะกักระดับต่ำ (Low Terrace Aquifer, Qlt₂) วางตัวอยู่ใต้ชั้นหินให้น้ำตะกอนน้ำพา (Qfd) ความลึกถึงชั้นหินให้น้ำประมาณ 60-120 เมตร เป็นชั้นหินให้น้ำที่มีอายุเทียบลำดับกับชั้นหินให้น้ำพระประแดง
- 4) ชั้นหินให้น้ำตะกอนตะกักระดับกลาง (Middle Terrace Aquifer, Qlt₁) วางตัวรองรับอยู่ใต้ชั้นหินให้น้ำตะกอนน้ำพา ความลึกถึงชั้นหินให้น้ำประมาณ 130-150 เมตร มีอายุเทียบลำดับกับชั้นหินให้น้ำนครหลวง
- 5) ชั้นหินให้น้ำตะกอนตะกักระดับสูง (High Terrace Aquifer, Qht) เป็นชั้นหินให้น้ำที่วางตัวอยู่ใต้ชั้นหินให้น้ำตะกอนตะกักระดับต่ำ (Qlt₂) ปรากฏอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษา ความลึกถึงชั้นน้ำมากกว่า 150 เมตร สามารถเทียบลำดับได้กับชั้นหินให้น้ำนนทบุรี
- 6) ชั้นหินให้น้ำในหินแข็ง

ทิศทางการไหลของน้ำบาดาล

ได้จัดทำแผนที่ระดับความสูงของระดับน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา และแสดงทิศทางการไหลของน้ำบาดาลพบว่าทิศทางการไหลของน้ำบาดาลโดยทั่วไปจะไหลจากขอบแอ่งทางด้านตะวันตกไปทางตะวันออกส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งไหลจากด้านทิศเหนือไปสู่ด้านทิศใต้

คุณภาพน้ำบาดาล

จากผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ตั้งแต่ 1.62 ถึง 9.92 และค่าการนำไฟฟ้า ตั้งแต่ 22 ถึง 2,069 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ชุดลักษณะของน้ำบาดาล สามารถแบ่งประเภทของน้ำ ดังตารางที่ 3, 4

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลของบ่อสังเกตการณ์

ลำดับ	หมายเลขบ่อ	สถานที่	ชั้นหิน ให้น้ำ	ชนิดของน้ำบาดาล	คุณสมบัติทางกายภาพ		คุณสมบัติทางเคมี (มิลลิกรัมต่อลิตร)													
					pH	EC (µS)	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	SO ₄	Cl	CO ₃	HCO ₃	NO ₃	กระด้าง ทั้งหมด	TDS	
1	CWE10/2	วัดคงพิบูล	1	Ca-Mg-Na-HCO ₃	6.62	313.0	26	9	15	2.3	20	1.1	2	5.6	0	159	1.7	100	170	
2	CWE10/3	วัดคงพิบูล	1	Ca-Na-Mg-HCO ₃ -SO ₄	6.38	680.0	45	14	41	4	34	3.4	84	36	0	146	5.1	170	346	
3	CWE110/2	วัดขวางเวฬุวัน	1	Ca-Na-Cl-HCO ₃	6.67	2069.0	180	22	130	4.6	0.9	0	84	270	0	280	190	540	1110	
4	CWE119/2	สำนักสงฆ์สามยอดพุทธาราม	1	Ca-Na-HCO ₃	6.60	386.00	110	15	48	6.8	2.2	1.2	2	33	0	486	14	330	500	
5	CWE14/2	วัดลำพระยา	1	Ca-Na-Mg-HCO ₃	6.63	421.0	28	7.9	23	2.1	17	1.6	2	15	0	171	<0.9	100	192	
6	CWE17/3	วัดเทพสุธาวาส	1	Na-Cl-HCO ₃ -CO ₃	7.13	455.0	1	3.3	140	2.7	0.1	0	2	99	54	128	1.1	16	480	
7	DF129	บ้านหนองใหญ่	1	Na-Mg-Ca-HCO ₃	7.57	726.0	22	20	45	5.8	0	0	6	6.8	0	305	<0.9	140	368	
8	DF9	วัดศรีทองคำวนาราม	1	Na-HCO ₃	7.52	1112.0	12	9.2	240	1.3	7.5	0.1	25	72	0	633	<0.9	68	767	
9	MN311	บ้านห้วยน้ำจันทร์	1	Na-Ca-HCO ₃	1.62	22.0	25	7.5	38	6.7	0.1	0	16	11	0	183	4.5	94	226	
10	MN317	โรงเรียนวัดบ้านโคกหม้อ	1	Na-HCO ₃	7.53	1286.0	44	14	240	2.5	3.1	0.1	10	32	27	706	<0.9	170	748	
11	CWE10/1	วัดคงพิบูล	2	Na-Ca-HCO ₃ -Cl	6.29	422.0	23	7.2	34	3.4	570	2	10	25	0	147	14	88	216	
12	CWE109/3	วัดปากคลองท่าศาล	2	Ca-Mg-HCO ₃	6.73	451.0	49	14	20	2.7	0.1	0.3	14	14	0	227	1.5	180	259	
13	CWE110/1	วัดขวางเวฬุวัน	2	Ca-Na-HCO ₃	7.09	713.0	69	12	32	5.4	0.4	0	3	40	0	292	11	220	350	
14	CWE13/3	วัดหนองผกนก	2	Ca-Na-Mg-HCO ₃	7.52	860.0	71	24	77	5.4	2.7	0.5	<1	8	0	532	<0.9	280	493	
15	SP1	วัดศรีทองคำวนาราม	2	Ca-Na-Mg-HCO ₃	7.25	231.0	55	11	33	4.2	0.1	0	9	20	0	266	7.5	180	316	
16	CWE106/2	วัดนเรศวรธรรมาราม	3	Ca-Na-HCO ₃	6.97	621.0	56	8.2	43	8.6	0.3	0.1	<1	13	0	311	<0.9	170	332	
17	CWE109/2	วัดปากคลองท่าศาล	3	Ca-Na-HCO ₃	6.81	282.0	23	3.6	25	2.6	0.2	0.1	5	16	0	129	3	7	165	
18	CWE116/2	วัดสามจันทน์	3	Ca-Na-HCO ₃	7.61	184.0	75	17	38	7	0	0.1	7	26	0	384	<0.9	260	400	
19	CWE14/1	วัดลำพระยา	3	Ca-Na-HCO ₃	7.12	698.0	76	16	41	7.2	0	0.5	1	5.2	0	404	<0.9	260	381	
20	CWE17/1	วัดเทพสุธาวาส	3	Na-Ca-Mg-Cl-HCO ₃	9.92	372.0	42	22	110	6.8	2.9	0.4	17	240	0	119	1.1	190	620	
21	CWE106/1	วัดนเรศวรธรรมาราม	4	Ca-Na-Mg-HCO ₃	6.95	689.0	51	19	38	9.6	0.9	0.1	1	4	0	386	<0.9	210	376	
22	CWE116/1	วัดสามจันทน์	5	Na-Ca-Mg-HCO ₃	7.48	313.0	27	13	37	5.4	0.2	0	1	27	0	201	2.5	120	240	

ตารางที่ 4 ผลการจำแนกประเภทของชนิดน้ำบาดาล

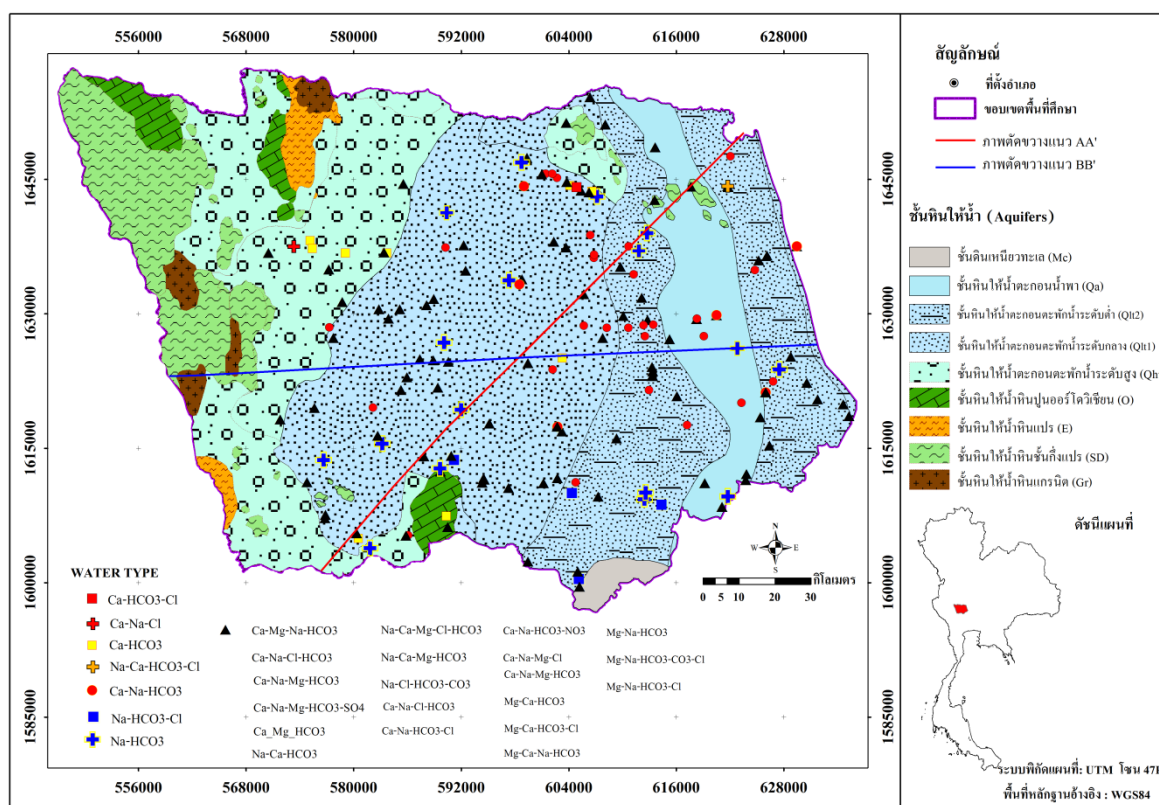
ชั้นหินให้น้ำ	กลุ่มน้ำหลัก (ชนิดน้ำบาดาล)	รายละเอียด
ชั้นหิน ให้น้ำที่ 1	แคลเซียม-ไบคาร์บอเนต (Ca-HCO ₃), แคลเซียม-โซเดียม-ไบคาร์บอเนต (Ca-Na-HCO ₃), โซเดียม-ไบคาร์บอเนต (Na-HCO ₃)	มักพบในน้ำบาดาลเกิดใหม่และมีอายุน้อย มีสภาพเป็นกรดอ่อน ๆ พบตามพื้นที่ที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นที่สูงหรือพื้นที่รับน้ำฝนโดยตรง ส่วนใหญ่คุณภาพน้ำบาดาลเป็นน้ำจืด พบกลุ่มน้ำนี้บริเวณด้านตะวันตกที่เป็นพื้นที่เติมน้ำ (Recharge area)
	แคลเซียม-โซเดียม-ไบคาร์บอเนต-คลอไรด์ (Ca-Na-HCO ₃ -Cl)	พบในน้ำบาดาลที่มีการเคลื่อนที่มาจากพื้นที่เติมน้ำ คุณภาพน้ำจืดเป็นส่วนใหญ่ พบกลุ่มน้ำนี้บริเวณพื้นที่สูญเสียน้ำที่ศตวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา
ชั้นหิน ให้น้ำที่ 2	แคลเซียม-โซเดียม-ไบคาร์บอเนต (Ca-Na-HCO ₃), แคลเซียม-โซเดียม-แมกนีเซียม-ไบคาร์บอเนต (Ca-Na-Mg-HCO ₃), แมกนีเซียม-ไนเตรท (Mg-NO ₃), แคลเซียม-โซเดียม-แมกนีเซียม-ไบคาร์บอเนต-คลอไรด์ (Ca-Na-Mg-HCO ₃ -Cl)	มักพบในน้ำบาดาลเกิดใหม่และมีอายุน้อย มีสภาพเป็นกรดอ่อน ๆ พบตามพื้นที่ที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นที่สูงหรือพื้นที่รับน้ำฝนโดยตรง คุณภาพน้ำบาดาลเป็นน้ำจืดเป็นส่วนใหญ่ พบกลุ่มน้ำนี้ในบริเวณด้านตะวันตกที่เป็นพื้นที่เติมน้ำ

ชั้นหิน ให้น้ำที่ 3	แคลเซียม-โซเดียม-ไบคาร์บอเนต (Ca-Na-HCO ₃) และ โซเดียม-แคลเซียม-แมกนีเซียม-คลอไรด์-ไบคาร์บอเนต (Na-Ca-Mg-Cl-HCO ₃)	น้ำบาดาลมีอายุน้อยและมีสภาพเป็นกรดอ่อนๆ พบกลุ่มน้ำนี้ไม่มากนัก พบกลุ่มน้ำนี้บริเวณที่ราบตอนกลางตอนไปทางทิศตะวันตกที่เป็นพื้นที่เติมน้ำ
ชั้นหิน ให้น้ำที่ 4	แคลเซียม-ไบคาร์บอเนต (Ca-HCO ₃), แคลเซียม-ไนเตรต (Ca-NO ₃), แคลเซียม-โซเดียม-แมกนีเซียม-ไบคาร์บอเนต (Ca-Na-Mg-HCO ₃), โซเดียม-ไบคาร์บอเนต – คลอไรด์ (Na-HCO ₃ -Cl),	น้ำบาดาลมีการเคลื่อนที่มาเป็นระยะทางไกล ๆ จากพื้นที่เติมน้ำ มักจะพาความเค็มมาด้วยหรือเป็นน้ำดกค้ำ (Connate Water) ที่มีความเค็ม
ชั้นหินให้ น้ำที่ 5	โซเดียม-แคลเซียม-แมกนีเซียม-ไบคาร์บอเนต (Na-Ca-Mg-HCO ₃)	น้ำบาดาลมีการเคลื่อนที่มาเป็นระยะทางไกล ๆ จากพื้นที่เติมน้ำ มักจะพาความเค็มมาด้วยหรือเป็นน้ำดกค้ำ (Connate Water) ที่มีความเค็ม

หมายเหตุ วิเคราะห์จากข้อมูลบ่อน้ำบาดาล จำนวน 300 บ่อ

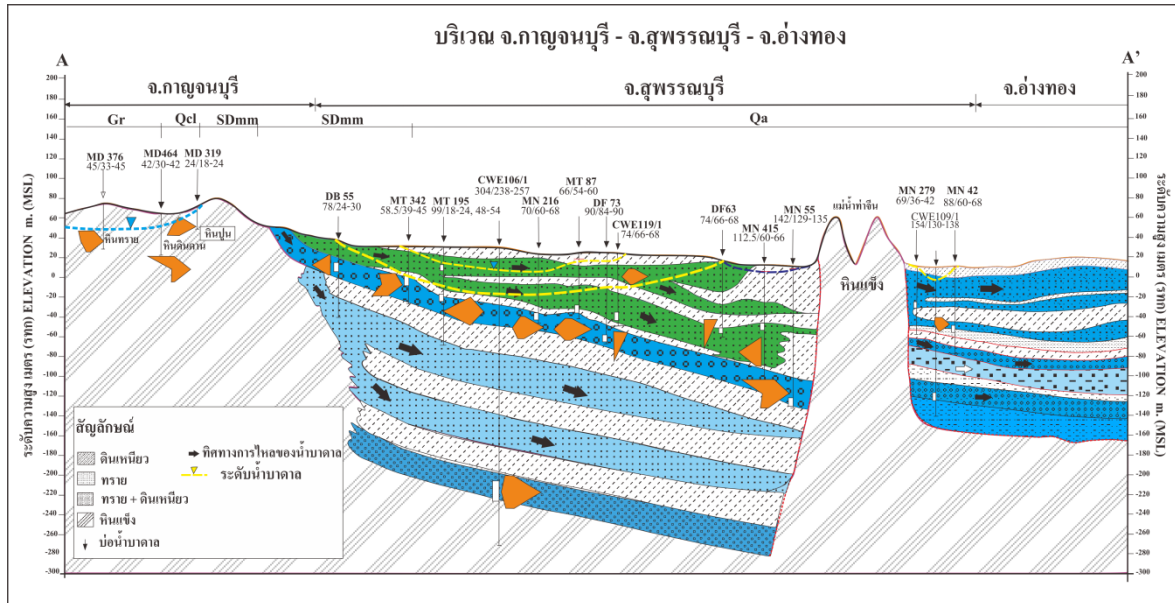
คุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรม

การใช้น้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรมในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ความลึกชั้นหินให้น้ำน้อยกว่า 100 เมตร แต่เนื่องจากปัจจุบันมีการพัฒนาน้ำบาดาลเพื่อใช้ในการเกษตรมากขึ้น ทำให้ระดับน้ำบาดาลลดลง ส่งผลให้บางพื้นที่ต้องเจาะน้ำบาดาลในระดับความลึกมากกว่า 200 เมตร

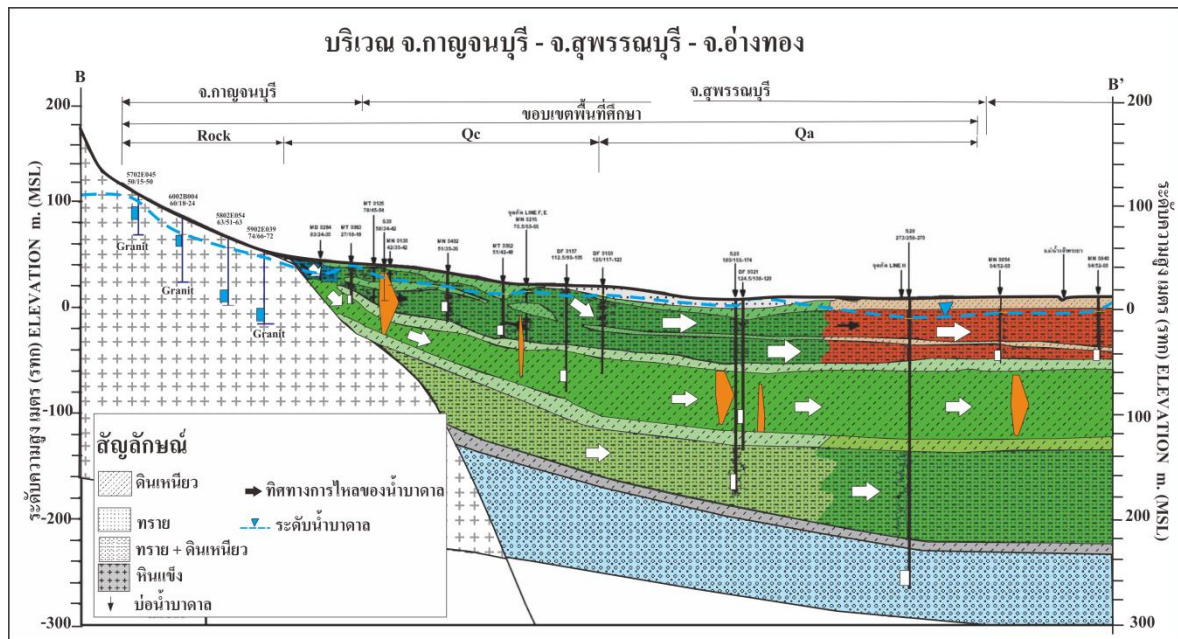


ภาพที่ 7 แผนที่แสดงอุทกธรณีเคมีของชั้นหินให้น้ำ

แบบจำลองอุทกธรณีวิทยาเชิงมโนทัศน์ (Hydrogeological Conceptual Model)



ภาพที่ 8 แบบจำลองอุทกธรณีวิทยาเชิงโมโนโทนัสแสดงทิศทางการไหลของชั้นหินให้น้ำ ตามแนวภาพตัดขวาง AA'



ภาพที่ 9 แบบจำลองอภิศรณิวิทย์ฯเชิงมโนทัศน์แสดงทิศทางการไหลของชั้นหินให้น้ำ ตามแนวภาพตัดขวาง BB'

จากการพล็อตแผนภูมิ สติฟ (stiff) โดยใช้ข้อมูลผลการวิเคราะห์เคมีของน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา โดยจำแนกออกตามชั้นหินให้น้ำ และตามแนวภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยาที่คิดมาเป็นตัวแทนจำนวน 2 แนว มาทำการศึกษาครั้งนี้ เราจะเห็นได้ว่า ชนิดแผนภูมิมีรูปแบบกระจายตัวแตกต่างกันไปดัง ภาพที่ 8 – 9 สามารถจำแนกชนิดของน้ำบาดาล และการกระจายตัวของมัน ได้ดังนี้

ชนิด 1 เป็น Ca-HCO_3 จะพบการกระจายตัวทางต้นน้ำทางด้านทิศเหนือของพื้นที่ศึกษา ในชั้นหินให้น้ำตื้น (ชั้นหินให้น้ำที่ 1) และพบในชั้นหินให้น้ำลึก ๆ ด้านทิศตะวันตก บ่งบอกถึงน้ำบาดาลที่อยู่ใน Oxidation zone

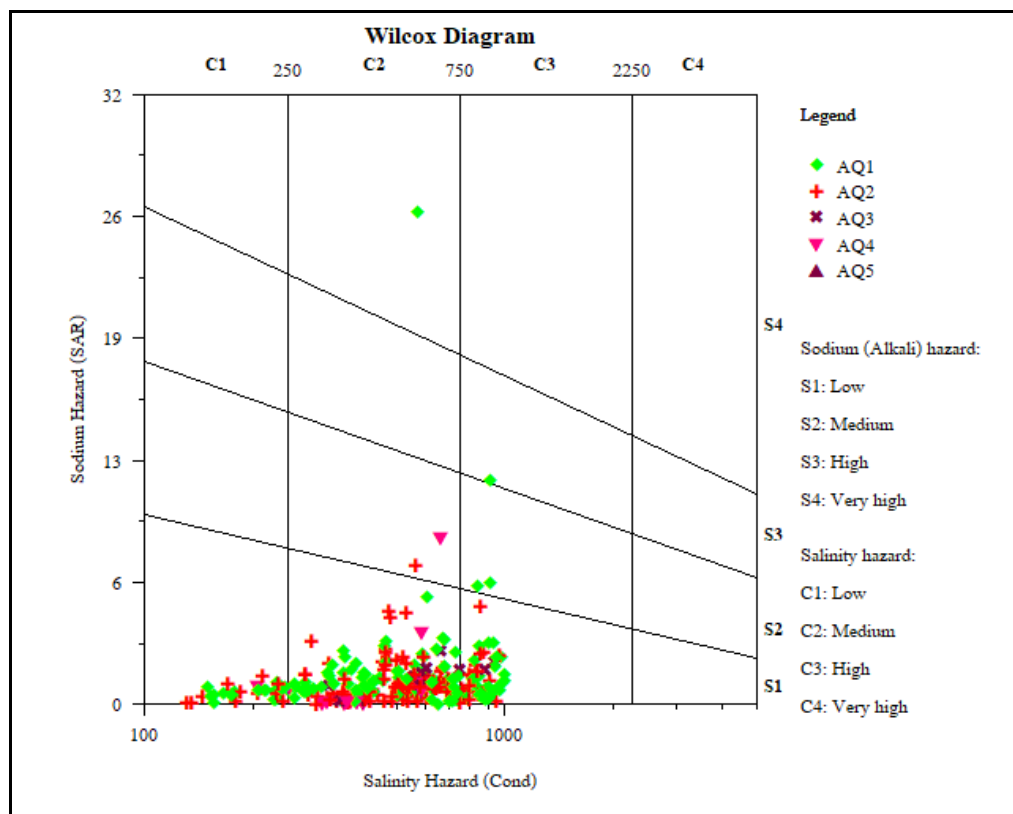
ชนิด 2 เป็น Ca-Na-HCO_3 พบการกระจายตัวบริเวณทางด้านตะวันตกของพื้นที่ศึกษา และพบตรงบริเวณกลางพื้นที่ศึกษา พบในชั้นหินให้น้ำตื้นและลึก (ชั้นหินให้น้ำที่ 1 และชั้นหินให้น้ำที่ 2) บ่งบอกถึงน้ำบาดาลที่อยู่ใน Oxidation zone

ชนิด 3 เป็น Na-CO_3 พบการกระจายตัวบริเวณทางด้านตะวันตกและตรงบริเวณกลางของพื้นที่ศึกษา ในชั้นหินให้น้ำตื้นและลึก บ่งบอกถึงน้ำบาดาลที่อยู่ใน Oxidation zone และมีการแลกเปลี่ยนประจุบวก จาก Ca ไปเป็น Na แสดงวิวัฒนาการของน้ำบาดาลว่ามีการไหลผ่านไปยังชั้นหินให้น้ำที่ลึกลงไปกว่าชนิดที่ 1

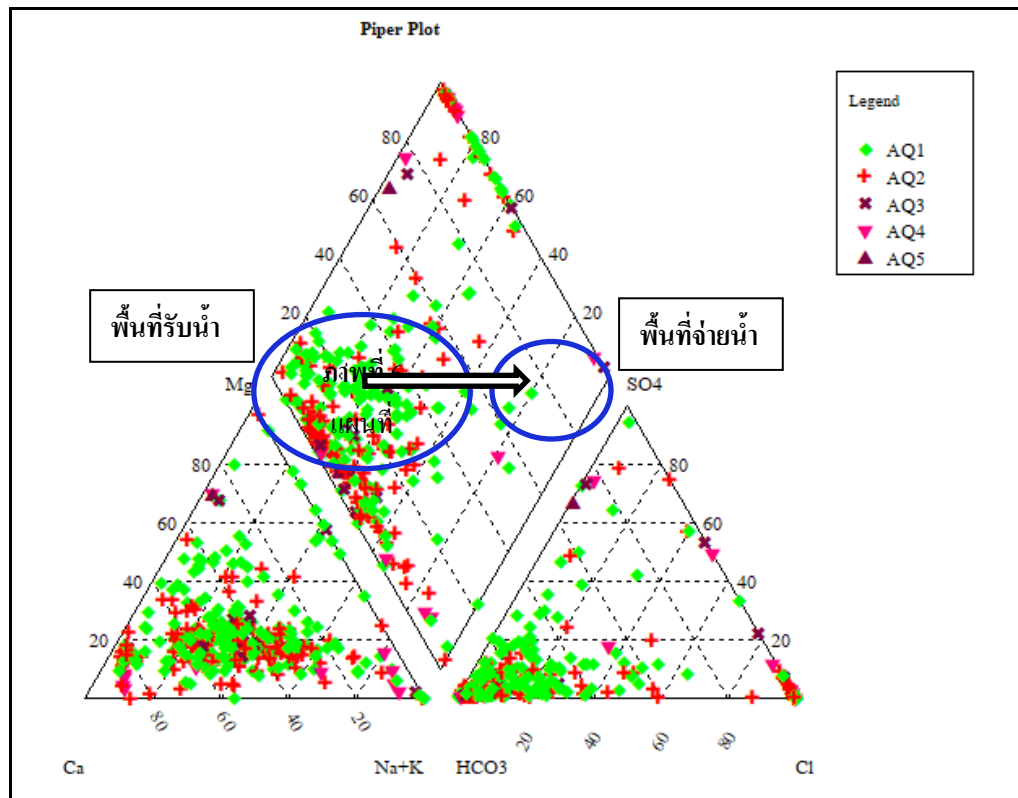
ชนิด 4 เป็น $\text{Ca-Na-HCO}_3\text{-Cl}$ พบส่วนใหญ่บริเวณทิศตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ องค์ประกอบในน้ำชนิดนี้อาจบ่งชี้ได้ว่าเป็นบริเวณที่มีการแทรกคั่นของน้ำเค็มหรืออาจจะเกิดจากการผสมกันของชั้นหินให้น้ำหลาย ๆ ชั้น

ชนิด 5 เป็น Cl พบบริเวณตอนกลางของพื้นที่ เป็นน้ำกร่อยและเค็ม องค์ประกอบในน้ำชนิดนี้อาจบ่งชี้ได้ว่าเป็นบริเวณที่มีการแทรกคั่นของน้ำเค็ม การแปลความหมายของน้ำชนิดนี้จะบ่งบอกถึงน้ำบาดาลที่อยู่ใน Reduced zone

การจำแนกชั้นหินให้น้ำ เพื่อการเกษตรกรรมจะใช้ Wilcox diagram ที่ใช้ค่าการนำไฟฟ้ากับอัตราส่วนของการดูดซับอนุโมลโซเดียม พบว่าน้ำบาดาลส่วนใหญ่เหมาะสำหรับการเกษตรกรรม และใช้แผนภาพของไปเปอร์ (Piper) มาแบ่งชั้นหินให้น้ำ ในพื้นที่รับน้ำและจ่ายน้ำ ซึ่งสามารถลากทิศทางการไหลของน้ำบาดาล (ภาพที่ 10 และ 11)



ภาพที่ 10 Wilcox diagram สำหรับคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรของชั้นหินให้น้ำทุกชั้น



ภาพที่ 11 Piper diagram แสดงชุดลักษณะอุทกเคมี (Hydrochemical facies วงกลม) และทิศทางการไหล (Flow direction ลูกศร) ของชั้นหินให้น้ำทุกชั้น

อภิปรายและสรุปผลการศึกษาวิจัย

น้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่พัฒนาในชั้นตะกอนร่วน โดยน้ำฝนเป็นแหล่งเพิ่มเติมน้ำแก่ชั้นหินให้น้ำ ระบบการไหลของน้ำบาดาลไม่ซับซ้อน เป็นการไหลเฉพาะแห่งและขนาดกลาง มีทิศทางการไหลจากทิศตะวันตกไปสู่ทิศตะวันออก เมื่อศึกษาความสัมพันธ์และความต่อเนื่องการแผ่ขยายของชั้นหินให้น้ำสามารถวิเคราะห์การไหลของน้ำบาดาลในระดับต้นและระดับลึกได้ พื้นที่ศึกษามีศักยภาพน้ำบาดาลสูงและคุณภาพน้ำที่ดีสามารถนำมาใช้เพื่อการเกษตรกรรมได้อย่างเพียงพอ ส่วนการใช้เพื่อการอุปโภค บริโภคจำเป็นต้องปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาลก่อน

การศึกษาต่อไปควรศึกษาการจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำบาดาลและประเมินสมดุลของน้ำบาดาลในพื้นที่ ศึกษาด้วยการใช้แบบจำลองน้ำบาดาลทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลให้ เกิดประโยชน์สูงสุดและเกิดความสมดุลในวัฏจักรน้ำตลอดไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. รุ่งเรือง เลิศศิริวรกุล ที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและให้คำปรึกษาด้านวิชาการ และขอขอบคุณ สำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต 2 สุพรรณบุรี กรมทรัพยากรน้ำบาดาล สำหรับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับน้ำบาดาลในด้านต่าง ๆ ในการทำการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. โครงการประเมินศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลโดยอาศัยแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหาปริมาณการสูบน้ำที่เหมาะสมของชั้นหินให้น้ำ ตะกอนหินร่วน (Safe yield) เป็นรายจังหวัด พื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนและแม่กลอง. กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2551.

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. ระบบฐานข้อมูลทรัพยากรน้ำบาดาล (พสุธารา) [Online].[อ้างเมื่อ, ธันวาคม; 2560] จาก

http://www.dgr.go.th/bgnew/services_fordgr.html.

กรมทรัพยากรธรณี. การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดสุพรรณบุรี. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. จันทวนิชย์ ชีเกียรติดี พรินต์ติ้ง; 2557.

กรมอุตุนิยมวิทยา. สถิติภูมิอากาศจังหวัดสุพรรณบุรีในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2526-2556). กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรุงเทพฯ; 2560.

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. โครงการศึกษาผลกระทบจากการแก้ปัญหาการใช้ น้ำบาดาลเกินปริมาณสมดุลด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รายงานหลัก รายงานฉบับสุดท้าย กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ; 2547.

ทวีศักดิ์ ระมิงวงศ์. น้ำบาดาล. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2546.

บริษัท ปัญญา คอนซัลแตนท์ จำกัด บริษัท พี แอนด์ ซี แมเนจเม้นท์ จำกัด และบริษัท แอ็กทีคอนซัลท์ จำกัด. โครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรัง และท่าจีน. รายงานหลัก รายงานฉบับสุดท้าย. กรมทรัพยากรน้ำ, กรุงเทพฯ; 2549.

Domenico, PA, Schwartz, FW. Physical and Chemical Hydrogeology. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons; 1998.

Driscoll, FG. Groundwater and Wells. 2nd ed. Johnson Division. St. Paul, Minnesota; 1986.

Fetter, CW. Applied Hydrogeology. 3rd ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc; 2001.

Toth, J. A theoretical analysis of groundwater flow small drainage basin. Journal of geophysical Research; 1963.

Waterloo Hydrogeologic, Inc. AquaChem v. 4.0. Canada: Waterloo Hydrogeologic, Inc; 1998.