

ลักษณะอุทกธรณีเคมีของชั้นน้ำบาดาลบริเวณศูนย์การศึกษาห้วยทราย  
อันเนื่องมาจากพระราชดำริและบริเวณใกล้เคียง  
อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

นางสาวอติญาณ์ วลีอิทธิกุล

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2556

HYDROGEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF AQUIFERS IN HUAY SAI ROYAL  
DEVELOPMENT STUDY CENTER AND ADJACENT AREAS,  
AMPHOE CHA-AM, CHANGWAT PHETCHABURI

MISS ATHIYA WALEEITTIKUL

A REPORT IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT  
FOR THE DEGREE OF THE BACHELOR SCIENCE  
DEPARTMENT OF GEOLOGY, FACULTY OF SCIENCE  
CHULALONGKORN UNIVERSITY 2012

ลักษณะอุทกธรณีเคมีของชั้นน้ำบาดาลบริเวณศูนย์การศึกษาห้วยทรายอันเนื่องมาจาก  
พระราชดำริและบริเวณใกล้เคียง อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

นางสาว อธิญาณ วัลลือธิติกุล

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรศัพท์: 0-8062-54766, อีเมล: athiya.w@gmail.com

**บทคัดย่อ**

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชมหาราชทรงมีพระราชดำริให้จัดตั้งพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายขึ้นเพื่อพัฒนาพื้นที่เสื่อมโทรมในภาคตะวันตก ทว่าอย่างไรก็ตามยังคงมีปัญหาภัยแล้งอยู่เสมอโดยเฉพาะในฤดูแล้ง พื้นที่ศึกษาในครั้งนี้ครอบคลุมตำบลสามพระยา ไร่ใหม่พัฒนา และตำบลห้วยทรายเหนือ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี และส่วนหนึ่งของตำบลเขากระปุก อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้คือ เพื่อสำรวจสภาพทางอุทกธรณีเคมีของชั้นน้ำบาดาลต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีอยู่สามชั้นน้ำหลัก ประกอบด้วยชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก (Qfd) ชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส (PCms) และชั้นน้ำแกรนิต (Gr) โดยได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำมาเพื่อวิเคราะห์ทางเคมี 68 ตัวอย่าง พบว่าชนิดน้ำหลักภายในสามชั้นน้ำ คือ ชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก ชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส และชั้นน้ำแกรนิตเป็นน้ำประเภทแคลเซียม-แมกนีเซียม-คลอไรด์ (Ca-Mg-Cl) ประเภทโซเดียม-คลอไรด์ (Na-Cl) และ แคลเซียม-แมกนีเซียม-คลอไรด์ (Ca-Mg-Cl) และประเภท โซเดียม-คลอไรด์ (Na-Cl) ตามลำดับ และจากการเปรียบเทียบกับ Gibb's Diagram พบว่าเคมีของน้ำบาดาลทั้งสามชั้นน้ำนั้น กว่า 90%เกิดจากการละลายของแร่ภายในวัสดุทางธรณีวิทยาหรือหินต้นกำเนิดของชั้นน้ำ สำหรับความสัมพันธ์กับทางอุทกธรณีวิทยา คาดว่าโซเดียมไอออนมาจากการฟุ้งของแร่แอลไบท์ในหินแกรนิต และแร่ดินในหินตะกอน แคลเซียมและแมกนีเซียมไอออนคาดว่ามาจากแหล่งหินปูนบริเวณพื้นที่เพิ่มเติมน้ำทางทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษา ในขณะที่คลอไรด์ที่สูงมาจากการที่น้ำบาดาลถูกกับเก็บมายาวนาน

คำสำคัญ: อุทกธรณีเคมี, ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย, น้ำบาดาล

HYDROGEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF AQUIFERS IN HUAY SAI ROYAL  
DEVELOPMENT STUDY CENTER AND ADJACENT AREAS, AMPHOE CHA-AM,  
CHANGWAT PHETCHABURI  
MISS ATHIYA WALEEITIKUL

Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Tel: 0-8062-54766, E-mail: athiya.w@gmail.com

**ABSTRACT**

His Majesty King Bhumibol Adulyadej initiated to establish Huay Sai Royal Development StudyCenter as a demonstrated area of deteriorated western area. However, this area has faced the drought problem, particular in dry season.

The study area is located in Tambon Sam Phraya, Tambon Huay Sai Nua and Tambon Rai Mai Phattana, Amphoe Cha-am, Changwat Phetchaburi and part of Tambon Khao Kra Puk, Amphoe Thayang, Changwat Phetchaburi. The propose of this study is to investigate the hydrogeochemical characteristics of groundwater aquifers in the study area, namely Quaternary floodplain deposits aquifer (Qfd), Permian-Carboniferous metasedimentary aquifer (PCms) and Granitic aquifer (Gr). Sixty-eight groundwater samples were collected in these three aquifers to analyze hydrogeochemical facies. Major types of groundwater in Qfd, PCms and Gr are Ca-MgCl type, Na-Cl and Ca-Mg-Cl types and Na-Cl type, respectively. Furthermore, identification of water mechanism in aquifers derived from Gibb's Diagram. It shows about 90% in three aquifers representing the influence of chemical properties in groundwater is dominated by dissolution of minerals in aquifer media or host rock. For the ascription of hydrogeology and hydrogeochemistry relationship, sodium ion may come from weathering of plagioclase feldspar in granite rock and clay mineral in sedimentary rocks, calcium and magnesium ion may came from limestone in the recharge area at the western part of study area and chloride dominant occur due to long retention time of groundwater.

**Keywords:** Hydrogeochemistry, Huay Sai Royal development study center, groundwater

## กิตติกรรมประกาศ

การที่โครงการวิจัยฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเป็นเพราะความช่วยเหลือจากหลายๆ ฝ่ายด้วยกัน ก่อนอื่นข้าพเจ้าต้องขอขอบคุณ ผศ.ดร.ศรีเลิศ โชติพันธรัตน์ ที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนให้การดูแลในทุกๆ เรื่องตลอดระยะเวลาที่ได้ทำงานวิจัยชิ้นนี้

ขอบคุณ ผศ.ดร. สันติ ภัยหลบลี้ และ นายจาตุรนต์ กอนกุล ที่สอนและสนับสนุนข้อมูล GIS โปรแกรม Surfer 8 และ Arcgis 9.3

ขอขอบคุณนายเทวนพฤทธิ ภาคไชย และนางสาวจิรวรรณ อังรังศรีสกุล ที่ได้ให้ความช่วยเหลือตลอดการออกภาคสนาม รวมไปถึงความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำบาดาลภายในห้องปฏิบัติการ

และสุดท้ายนี้ขอบคุณเพื่อนๆ และพี่ๆ บุคลากรของภาควิชาธรณีวิทยาและสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้เสมอมาจนทำให้โครงการวิจัยเสร็จสมบูรณ์

## สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญรูปภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	1
1.3 นิยามปัญหา	5
1.4 สมมติฐาน	5
1.5 วัตถุประสงค์	6
1.6 ขอบเขตการศึกษา	6
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
1.8 ตารางการปฏิบัติงาน	6
บทที่ 2 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา	7
2.1 ขนาดและที่ตั้ง	7
2.2 ภูมิประเทศ	8
2.3 ลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา	8
2.4 ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา	9
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	11
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	11
3.2 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน	12
3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	13
3.4 การออกภาคสนาม	14
3.5 ตรวจสอบวิเคราะห์สารเคมีในน้ำบาดาล	22

บทที่ 4 ผลการศึกษา	31
4.1 ผลการวิเคราะห์ทางอุทกธรณีเคมี	31
4.1.1 Piper Diagram	31
4.1.2 Gibbs Diagram	34
4.2 ผลการวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำบาดาล	35
4.3 ภาพตัดขวางของชั้นน้ำบาดาลและชนิดของน้ำบาดาล	40
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผลการศึกษา	43
5.1 อภิปรายผล	43
5.2 สรุปผลการศึกษา	44
5.3 ข้อเสนอแนะ	45
เอกสารอ้างอิง	46

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	13
ตารางที่ 3-2 ข้อมูลบ่อบาดาลจากภาคสนาม ตำบลสามพระยา	16
ตารางที่ 3-3 ข้อมูลบ่อบาดาลจากภาคสนาม ตำบลไร่ใหม่พัฒนา	18
ตารางที่ 3-4 ข้อมูลบ่อบาดาลจากภาคสนาม ตำบลห้วยทรายเหนือ	20
ตารางที่ 3-5 ข้อมูลบ่อบาดาลจากภาคสนาม ตำบลเขากระปุก	21
ตารางที่ 3-6 ผลการวิเคราะห์น้ำบาดาลของชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก	23
ตารางที่ 3-7 ผลการวิเคราะห์น้ำบาดาลของชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส	27
ตารางที่ 3-8 ผลการวิเคราะห์น้ำบาดาลของชั้นน้ำแกรนิต	29



## สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1-1 Piper Diagram	2
รูปที่ 2- 1 พื้นที่ศึกษา	7
รูปที่ 2-2 แผนที่อุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา	9
รูปที่ 2-3 แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา	10
รูปที่ 3-1 แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อบาดาลที่ทำการเก็บข้อมูล	14
รูปที่ 3-2 บ่อบาดาลที่ทำการวัดระดับน้ำบาดาล	15
รูปที่ 3-3 บ่อบาดาลที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล	15
รูปที่ 3-4 (ก) เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer และ	22
รูปที่ 3-4 (ข) การวิเคราะห์ตัวอย่าง Atomic Absorption Spectrophotometer	22
รูปที่ 3-5 (ก) เครื่อง Ion Chromatography และ	22
รูปที่ 3-5 (ข) การวิเคราะห์ตัวอย่าง Ion Chromatography	22
รูปที่ 4-1 Piper Diagram ของชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก (Qfd)	31
รูปที่ 4-2 Piper Diagram ของชั้นน้ำหินตะกอนกึ่งแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส (PCms)	32
รูปที่ 4-3 Piper Diagram ของชั้นน้ำหินแกรนิต (Gr)	33
รูปที่ 4-4 ชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส (PCms)	34
รูปที่ 4-5 Gibbs Diagram ของ Permian-Carboniferous metasedimentary aquifer	34
รูปที่ 4-6 Gibbs Diagram ของ Granitic aquifer	35
รูปที่ 4-7 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำที่ราบลุ่มน้ำหลาก ปี พ.ศ.2554	36
รูปที่ 4-8 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำที่ราบลุ่มน้ำหลาก ปี พ.ศ.2555	36
รูปที่ 4-9 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำแกรนิต ปี พ.ศ.2556	36
รูปที่ 4-10 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำหินชั้นกึ่งแปร ปี พ.ศ.2554	37
รูปที่ 4-11 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำหินชั้นกึ่งแปร ปี พ.ศ.2555	37
รูปที่ 4-12 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำหินชั้นกึ่งแปร ปี พ.ศ.2556	38
รูปที่ 4-13 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำแกรนิต ปี พ.ศ.2554	38
รูปที่ 4-14 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำแกรนิต ปี พ.ศ.2555	39
รูปที่ 4-15 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำแกรนิต ปี พ.ศ.2556	39
รูปที่ 4-16 ภาพตัดขวางแนว A-A'	40
รูปที่ 4-16 ภาพตัดขวางแนว B-B'	41
รูปที่ 4-16 ภาพตัดขวางแนว C-C'	41

รูปที่ 4-16 ภาพตัดขวางแนว D-D'	42
รูปที่ 5-1 schematic model ของพื้นที่ศึกษา	44

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

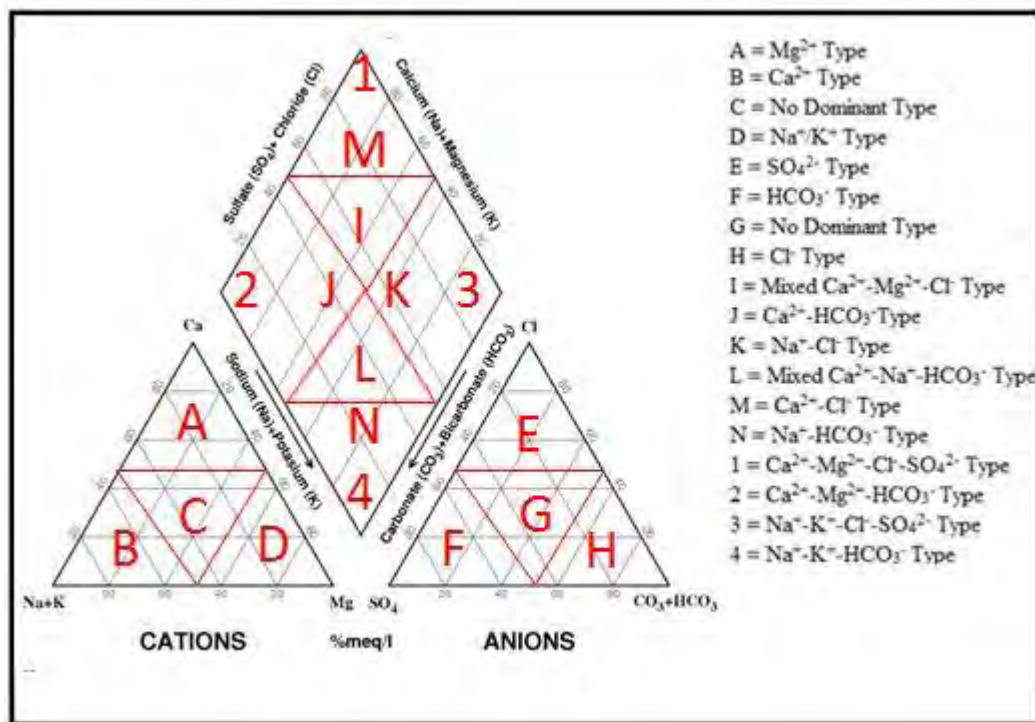
ในอดีตบริเวณพื้นที่ห้วยทรายเคยมีความอุดมสมบูรณ์เป็นอย่างมาก เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญ แต่ภายหลังเมื่อเกิดการบุกรุกแผ้วถางป่า ทำลายป่า มีการทำการเกษตรกรรมอย่างผิดวิธี ใช้สารเคมีที่ส่งผลเสียต่อดินและน้ำ ไม่มีการบำรุงรักษาคุณภาพดิน พื้นที่บริเวณดังกล่าวจึงเปลี่ยนแปลงสภาพไปอย่างรวดเร็ว หน้าดินถูกชะล้าง ความอุดมสมบูรณ์หายไป ดินกลายเป็นดินทรายและดินดานที่ไม่มีแร่ธาตุ นอกจากนี้พื้นที่ดังกล่าวประสบปัญหาฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาลด้วยเหตุนี้ เมื่อวันที่ 5 เมษายน 2526 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว จึงมีพระราชดำริให้จัดตั้งพื้นที่เป็นศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายขึ้น เพื่อเป็นแบบอย่างในการพัฒนาพื้นที่เสื่อมโทรมในภาคตะวันตก โดยพื้นที่ศึกษาจะครอบคลุมบริเวณตำบลห้วยทรายเหนือ ตำบลสามพระยา และตำบลไร่ใหม่พัฒนา อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี และส่วนหนึ่งของตำบลเขากระปุก อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี

นอกจากนี้บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาศึกษาห้วยทรายมีแหล่งน้ำบาดาลที่สำคัญที่ประชาชนในพื้นที่ใช้ทั้งอุปโภค บริโภค และทำการเกษตร เรียกได้ว่าเป็นแหล่งน้ำสำคัญที่นำมาใช้ทดแทนการขาดแคลนของน้ำผิวดิน การศึกษาในด้านคุณภาพของน้ำจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก และเนื่องมาจากลักษณะทางอุทกธรณีเคมีมีความสัมพันธ์กับชนิดของชั้นน้ำ ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาจึงสนใจศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางอุทกธรณีเคมีของแหล่งน้ำบาดาลในบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาศึกษาห้วยทราย โดยมีจุดประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของน้ำบาดาลและแบ่งประเภทของน้ำบาดาลเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อจัดทำแผนที่แสดงคุณภาพน้ำบาดาลของแต่ละชั้นน้ำประกอบการพัฒนาแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษานี้ ตลอดจนอธิบายความสัมพันธ์กับลักษณะทางธรณีวิทยาและระบบการไหลของน้ำบาดาลในพื้นที่

#### 1.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### 1.2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. Piper Diagram เป็น Ternary Diagram ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ทางอุทกเคมี โดยใช้ค่าของไอออนบวก (cation) และไอออนลบ (anion) หลัก 8 ตัวของน้ำบาดาล คือ โซเดียม ( $\text{Na}^+$ ) โพแทสเซียม ( $\text{K}^+$ ) แคลเซียม ( $\text{Ca}^{2+}$ ) แมกนีเซียม ( $\text{Mg}^{2+}$ ) คาร์บอเนต ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) ไบคาร์บอเนต ( $\text{HCO}_3^-$ ) ซัลเฟต ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) และ คลอไรด์ ( $\text{Cl}^-$ ) ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์แยกประเภทของน้ำบาดาลได้เป็น hydrochemical facies ต่างๆ โดยคำนวณการละลายของไอออนต่างๆ ในน้ำ เป็น equivalent per million (epm)



รูปที่ 1-1 Piper Diagram

2. ความสัมพันธ์ทางอุทกธรณีเคมีและคุณภาพน้ำบาดาล
- องค์ประกอบของแร่ในชั้นอุ้มน้ำบาดาลที่แตกต่างกัน จะส่งผลต่อลักษณะทางอุทกธรณีเคมีที่แตกต่างกันออกไปดังต่อไปนี้ (น้ำบาดาล, 2546)
- แคลเซียม (Ca) โดยทั่วไปพบอยู่ในน้ำบาดาล 10-100 มิลลิกรัม/ลิตร มีต้นกำเนิดมาจากแร่แคลไซต์โดโลไมต์และอราโกไนต์ ยิปซัม แอนไฮไดรต์ เฟลด์สปาร์ แอมฟิโบล และไพรอกซีน เป็นต้น
  - แมกนีเซียม (Mg) โดยทั่วไปพบอยู่ในน้ำบาดาล 1-40 มิลลิกรัม/ลิตร เกิดจากการละลายของแร่โดโลไมต์เป็นหลัก ซึ่งที่แมกนีเซียมมีปริมาณน้อยกว่าแคลเซียมเพราะโดโลไมต์ละลายได้ยากกว่าแคลไซต์ นอกจากนี้ยังเกิดจากแร่โอลิวีน ฮอนเบลนด์ ไบโอไทต์ เป็นต้น
  - โซเดียม (Na) เฉลี่ยที่พบอยู่ในน้ำบาดาลประมาณ 1-20 มิลลิกรัม/ลิตรแต่อาจสูงถึง 100 มิลลิกรัม/ลิตรก็ได้ต้นกำเนิดมาจากแร่แพลซิโอเคส เฟลด์สปาร์ เฮไลต์ และแร่ดินเหนียวบางตัว
  - โพแทสเซียม (K) พบในปริมาณน้อยไม่เกิน 10 มิลลิกรัม/ลิตร บริเวณที่พบสูงมักเป็นบริเวณที่มีแร่ซิลไวต์ (KCl) หรือบริเวณใกล้พื้นที่เกษตรกรรมที่ใช้ปุ๋ยโพแทสเซียม
  - เหล็ก (Fe) อยู่ทั้งในรูป  $Fe^{2+}$  และ  $Fe^{3+}$  มักละลายมาจากแร่ ไพรอกซีน แอมฟิโบล ไพไรต์ ฮีมาไทต์ แมกนีไทต์ ไบโอไทต์ หรือจากพวก iron bacteria

- คลอไรด์ (Cl) ในน้ำบาดาลทั่วไปพบไม่เกิน 30 มิลลิกรัม/ลิตร มีต้นกำเนิดมาจากน้ำทะเล น้ำฝน หรือ volcanic gases
- ซัลเฟต ( $\text{SO}_4$ ) มีต้นกำเนิดสำคัญมาจากแร่แอนไฮไดรต์ ยิปซัม และหินดินดานที่มีสารอินทรีย์สูง ซึ่งพวก sulphur bacteria จะทำการออกซิเดชัน และกำเนิดแร่ไพไรต์ มาร์คาไซต์
- คาร์บอเนตและไบคาร์บอเนต ( $\text{HCO}_3$ ,  $\text{CO}_3$ ) มักจะพบมากในชั้นน้ำที่เป็นหินจำพวกคาร์บอเนต ส่งผลให้น้ำบาดาลในบริเวณนั้นมีสภาพเป็นด่าง alkalinity สูง
- ไนเตรต ( $\text{NO}_3$ ) มีต้นกำเนิดมาจากสารอินทรีย์ที่ผุพัง เช่น ต้นไม้ ต้นหญ้า หรือปุ๋ยและสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรกรรม

### 1.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Yuce (2007) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางธรณีเคมีของแหล่งน้ำบาดาลบริเวณแอ่งมิสลี ซึ่งในบริเวณนี้เองจะมีลักษณะพิเศษทางอุทกธรณีวิทยา คือ มีน้ำร้อน (Thermal water) เข้ามาปะปนในชั้นน้ำบาดาล Yuce จึงวิเคราะห์ไอออนหลัก โดยเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลมาตรวจวัดไอออนต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  และ Cl และนำค่าที่ได้มาสร้างเป็นแผนภูมิวงกลม จากนั้นนำลงแผนที่ธรณีวิทยาเพื่อดูการกระจายตัวของไอออนหลักตามบริเวณต่างๆ และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างน้ำบาดาลในระดับตื้น กับบริเวณที่ได้รับอิทธิพลของน้ำร้อน โดยได้ผลสรุปออกมาว่า สำหรับน้ำบาดาลระดับตื้นในบริเวณนี้เป็นประเภท  $\text{Ca}^{2+}$ - $\text{Mg}^{2+}$ - $\text{HCO}_3^-$  ในขณะที่บริเวณที่เป็นน้ำร้อน จะเป็นประเภท Na-Cl- $\text{HCO}_3^-$  ซึ่งการที่มี Cl อยู่มากบ่งบอกถึงการที่น้ำอยู่ในชั้นน้ำมาเป็นระยะเวลาานาน

Al-Harbi และคณะ (2008) ได้ทำการศึกษาด้านกระบวนการทางอุทกธรณีเคมีและไอโซโทปของแอ่งน้ำเค็ม Al-Alchaziyah ในประเทศซาอุดีอาระเบียโดยได้มีการจัดเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลในบริเวณแอ่งน้ำเค็ม 32 ตัวอย่าง โดยเก็บหลังจากการเจาะบ่อ 24 ชั่วโมงเพื่อให้บาดาลในบ่อเข้าสู่สภาวะสมดุลและบ่อน้ำบาดาลที่เป็นบ่อใช้งาน ทั้งระดับตื้นและลึกอีก 11 ตัวอย่าง จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาค่า TDS และปริมาณของไอออนหลัก 8 ตัว จากนั้นนำไปทำเป็นแผนที่ชั้นความสูงเพื่อศึกษาการกระจายตัวของไอออนหลัก นอกจากนี้ยังใช้ Piper Diagram และ Durov Diagram เพื่อแยกประเภทของน้ำ และได้พบว่าน้ำในแอ่งน้ำเค็มเป็นน้ำประเภท Na-Mg-Cl ซึ่งตรงกับการที่พบความสัมพันธ์ที่สูงของคลอไรด์กับโซเดียม ( $R = 0.955$  บริเวณระดับตื้น และ  $R = 0.991$  ในบริเวณระดับลึก)

Wiewwiwun(2011) ได้ศึกษาลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาของบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย โดยนำข้อมูล Lithologic well log, Pumping test และข้อมูลระดับน้ำบาดาลมาสร้าง

ภาพตัดขวางของชั้นหิน 4 แนวคือ A-A' B-B' C-C' D-D' ซึ่งความสัมพันธ์คือได้ชั้นน้ำบาดาลประเภท หินตะกอนกึ่งแปรยุคเพอร์โม-คาร์บอนิเฟอรัส อยู่ชั้นล่างสุด ชั้นหินอุ้มน้ำประเภทตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึงวางตัวอยู่ชั้นบน และมีชั้นหินอุ้มน้ำแกรนิตแทรกอยู่ระหว่างทั้งสองชั้นและน้ำมีการไหลจากที่สูงไปยังที่ราบคือทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และได้นำข้อมูลอุทกธรณีเคมีจำนวน 28 บ่อ มาวิเคราะห์ด้วย PiperDiagram โดยแบ่งเป็น Floodplain Deposits aquifer 14 บ่อ เป็นน้ำประเภท  $\text{Ca-HCO}_3\text{Ca-Na-HCO}_3$  และ  $\text{Na-HCO}_3$  ตามลำดับ Metasedimentary aquifer จำนวน 8 บ่อ เป็นน้ำประเภท  $\text{Ca-HCO}_3$ ,  $\text{Ca-Na-HCO}_3$  และ  $\text{Na-HCO}_3$  และ Granitic aquifer 6 บ่อ เป็นน้ำประเภท  $\text{Ca-Na-HCO}_3\text{-ClCa-Na-HCO}_3$  และ  $\text{Na-HCO}_3$

Fangundo และคณะ (2013) ได้ทำการสำรวจ Havana southern Plain ซึ่งเป็นแหล่งน้ำบาดาลริมชายฝั่ง และมีความแตกต่างของลักษณะทางอุทกธรณีเคมีอันเนื่องมาจากกระบวนการทางธรณีเคมี เช่นการละลายและตกผลึกของแร่แคลไซต์และโดโลไมต์ การ Oxidation ของแร่ซัลไฟด์ หรือกระบวนการ anaerobic reduction ของแร่ซัลเฟต โดยกระบวนการเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนการผสมกันของน้ำจืดและน้ำเค็ม โดยสามารถแยกได้จากไอออนบวกในที่นี้ใช้  $\text{Cl}^-$  หาอัตราส่วนโดยแบ่งโซนของน้ำออกได้เป็น 5 โซนดังต่อไปนี้คือ

1. น้ำจืดที่ไม่มีการผสมของน้ำเค็มเลย จะพบการละลายของแคลไซต์และโดโลไมต์ การออกซิเดชันของไพไรต์ และการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างโซเดียมและแคลไซต์ ประเภทของน้ำคือ  $\text{Ca-HCO}_3$
2. น้ำจืดที่มีน้ำเค็มผสมน้อยมาก (0.2-0.4%) จะพบการตกผลึกของแคลไซต์ และการละลายของโดโลไมต์ มีการออกซิเดชันของไพไรต์และการแลกเปลี่ยนไอออนประเภทน้ำ  $\text{Ca} > \text{Na-HCO}_3 > \text{Cl}$
3. น้ำจืดที่มีน้ำเค็มผสมอยู่เบาบาง (1.2-4.4%) จะพบการตกผลึกของแร่แคลไซต์ Sulfate anaerobic reduction และการแลกเปลี่ยนไอออน  $\text{Na} > \text{Ca-Cl-HCO}_3$
4. Mixing zone จะมีน้ำเค็มผสม 10.3-45.9% ในบริเวณนี้จะความแตกต่างกันคือ บริเวณที่อยู่ห่างจากพื้นที่ชุ่มน้ำ(wetland) จะมีปฏิกิริยา Oxidation เป็นหลักเป็นน้ำประเภท  $\text{Na-Cl}$  ขณะที่บริเวณใกล้ Wetland จะเป็นปฏิกิริยา Reduction เป็นหลักเป็นน้ำประเภท  $\text{Na} > \text{Ca-Cl}$
5. Seawater Interface น้ำทะเล 97-100% ปฏิกิริยาจะเป็นแบบ Reducing Condition เช่นการตกผลึกของแร่โดโลไมต์ Sulfate Anaerobic reduction และการแลกเปลี่ยนไอออนของโซเดียมกับแคลเซียม น้ำประเภท  $\text{Na-Cl}$

Sonkahmbleและคณะ (2012) ศึกษากระบวนการทางอุทกเคมีของน้ำบาดาลบริเวณ Deccan Volcanic Province (DVP) ประเทศอินเดีย โดยมีชั้นน้ำบาดาลเป็นหินบะซอลต์และหินแกรนิต โดยน้ำ

บาดาลในชั้นหินบะซอลต์มีไอออนหลัก คือ ไอออนบวกได้แก่  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$  และ ไอออนลบได้แก่  $\text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-}$  ส่วนในชั้นหินแกรนิตมีไอออนหลักคือ  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+}$  และ Anions  $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-}$  และจากการใช้ Factor Analysis ประกอบกับการหาความสัมพันธ์ระหว่าง Ion Ratio ทำให้ทราบถึงกระบวนการทางอุทกธรณีเคมี โดยในชั้นหินอุ้มน้ำบะซอลต์ พบว่าไอออนในน้ำมาจากการผุพังของพวกคาร์บอเนต โดโลไมต์ แคลไซต์ และซิลิเกต ในขณะที่ในชั้นหินอุ้มน้ำแกรนิต พบว่าไอออนมาจากการผุพังของแอลไบต์และออร์โทเคลสเป็นหลัก

ชานูวัฒน์ (2012) ได้ทำการศึกษาประเมินความต้องการน้ำในบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี โดยศึกษาจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมระหว่างปี พ.ศ.2532 และ พ.ศ.2552 พบว่าพื้นที่เกษตรกรรมลดลงร้อยละ 21 พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นร้อยละ 54 พื้นที่ชุมชนเพิ่มขึ้นร้อยละ 136 และได้ศึกษาความต้องการใช้น้ำด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ พบว่ามีการใช้น้ำในการเกษตรที่เพิ่มสูงขึ้นสวนทางกับพื้นที่เกษตรกรรมที่ลดลง เนื่องจากปริมาณฝนได้ลดลงอย่างมากจาก 1303.7ม.ม. ในปีพ.ศ.2544 เหลือเพียง 814.5ม.ม. ในปีพ.ศ.2552 กล่าวโดยสรุป คือ พื้นที่ศึกษามีความต้องการใช้น้ำเพิ่มเติมจากแหล่งน้ำบาดาล 25.14-52.89 ล้าน ลบ.ม.

ศุภลักษณ์ (2012) ได้ทำการประเมินศักยภาพการเติมน้ำบาดาลด้วยเทคนิคสารสนเทศภูมิศาสตร์ บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริและบริเวณใกล้เคียง อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี โดยใช้วิธีถ่วงน้ำหนักตัวแปร ได้แก่หน่วยหินทางธรณีวิทยา โครงสร้างเชิงเส้น สิ่งปกคลุมดิน และความหนาแน่นลำน้ำ โดยพบว่าพื้นที่ที่มีศักยภาพการเติมน้ำสูงร้อยละ 3.15 ปานกลางร้อยละ 28.67 ต่ำร้อยละ 61.41 และต่ำมากร้อยละ 7.2 โดยพื้นที่เติมน้ำสูงสุดอยู่บริเวณตะวันออกของพื้นที่ศึกษา

### 1.3 นิยามปัญหา

ลักษณะทางอุทกธรณีเคมีของน้ำบาดาลในบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย มีความแตกต่างกันตามลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาอย่างไร

### 1.4 สมมติฐาน

ลักษณะทางอุทกธรณีเคมีของน้ำบาดาลในบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย มีความแตกต่างกันไปตามลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาที่แตกต่างกัน

### 1.5 วัตถุประสงค์

เพื่ออธิบายลักษณะทางอุทกธรณีเคมี ของชั้นน้ำต่างๆ ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายในพระราชดำริ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

### 1.6 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ เป็นศึกษาลักษณะทางอุทกธรณีเคมีของชั้นน้ำบาดาลบริเวณพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายในพระราชดำริ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี โดยใช้หลักการแบ่งประเภทตาม Piper Diagram

### 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงลักษณะทางอุทกธรณีเคมี ของแหล่งน้ำบาดาลบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายในพระราชดำริ
2. สามารถทำแผนที่แสดงลักษณะทางอุทกธรณีเคมีของพื้นที่ศึกษา เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคตได้

### 1.8 ตารางการปฏิบัติงาน

ระยะเวลาการทำงานวิจัย ตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2556 ถึง เดือนมีนาคม 2557

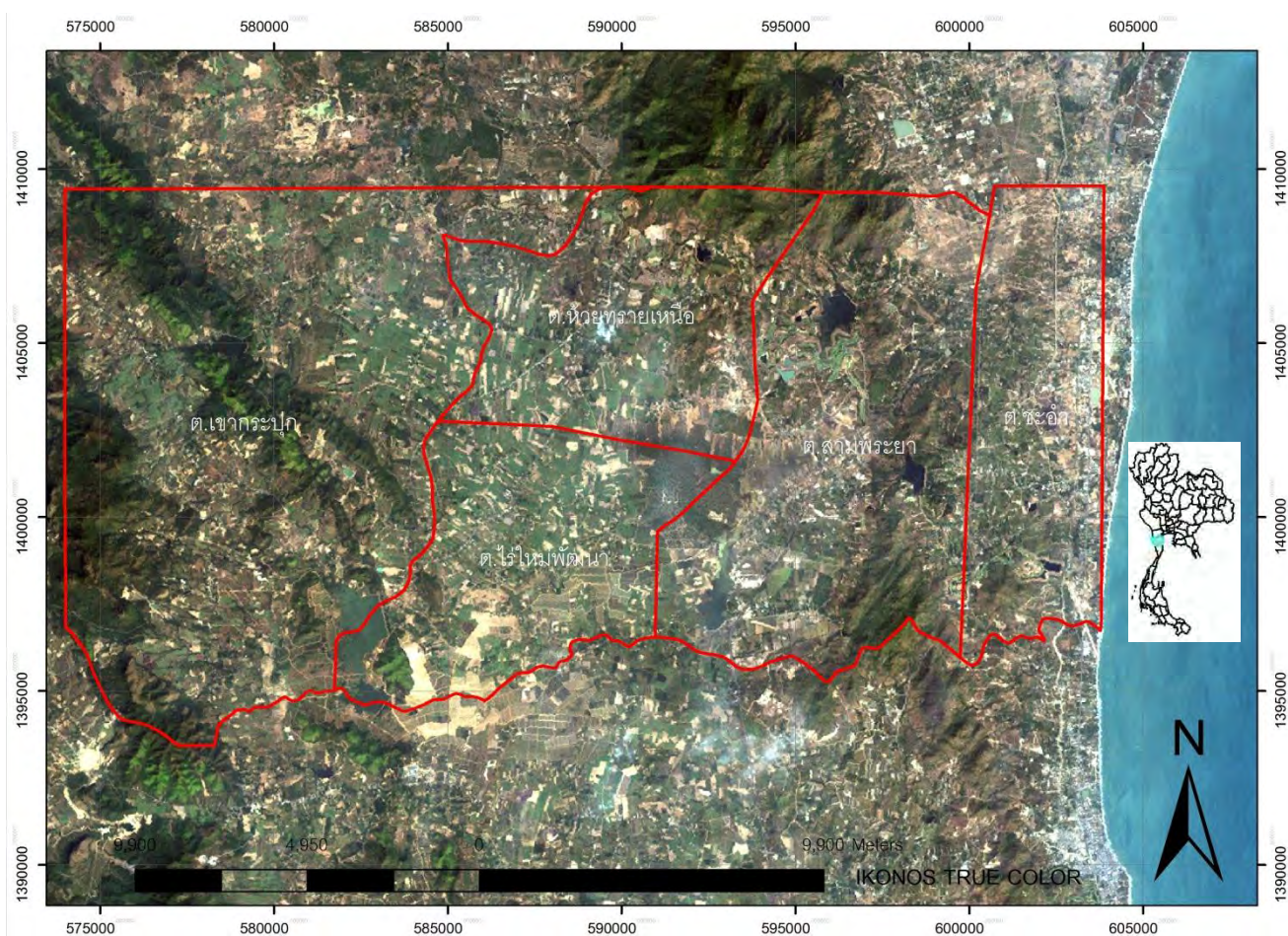
การดำเนินงานวิจัย	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. รวบรวมข้อมูลและศึกษา งานวิจัย										
2. จัดเตรียมซอฟต์แวร์ ประมวลผลข้อมูล และ อุปกรณ์ภาคสนาม										
3. ออกภาคสนามเพื่อเก็บ ตัวอย่าง										
4. วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ บาดาล										
5. วิเคราะห์ความสัมพันธ์										
6. จัดทำรูปเล่มรายงานและ นำเสนอในรูปแบบสัมมนา										



## บทที่ 2 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

### 2.1 ขนาดและที่ตั้ง

พื้นที่ศึกษาของงานวิจัยในครั้งนี้อยู่ในบริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทราย นครอบคลุม บริเวณตำบลห้วยทรายเหนือ ตำบลสามพระยา และตำบลไร่ใหม่พัฒนา และส่วนหนึ่งของตำบลเขากระปุก อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี มีพื้นที่โดยประมาณ 360 ตารางกิโลเมตร อยู่ในแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50000 ลำดับชุด L7017 ระวัง 4934 II ชื่อระวางแผนที่ อำเภอหัวหิน และ ระวัง 4934 III ชื่อระวางแผนที่ บ้านหนองพลับ



รูปที่ 2- 1 พื้นที่ศึกษาในบริเวณพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายในพระราชดำริและบริเวณใกล้เคียง อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

## 2.2 ภูมิประเทศ

พื้นที่ศึกษาอยู่ทางทิศตะวันออกของจังหวัดเพชรบุรี ภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงเชิงเขาและที่ราบลุ่ม ทางทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษาเป็นภูเขาและเนินเขาหลายลูก เช่น เขากระปุก เขาทอง เขาน้อย เขาเตาปูน เป็นต้น มีความลาดชันสูง และคาดว่าเป็นพื้นที่เดิมน้ำ ขณะที่ตอนกลางของพื้นที่จะเป็นที่ราบ มีความเอียงเทไปยังทิศตะวันออกซึ่งอยู่ติดกับตำบลชะอำซึ่งเป็นตำบลเลียบชายฝั่งทะเล

## 2.3 ลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา

ในพื้นที่ศึกษามีลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาที่สำคัญซึ่งแบ่งตามชนิดหินออกได้เป็น 3 หน่วยหลักดังต่อไปนี้คือ

### 1. ชั้นน้ำที่ราบลุ่มน้ำหลากและตะกอนเชิงเขา (Floodplain Deposit aquifer ; Qfd)

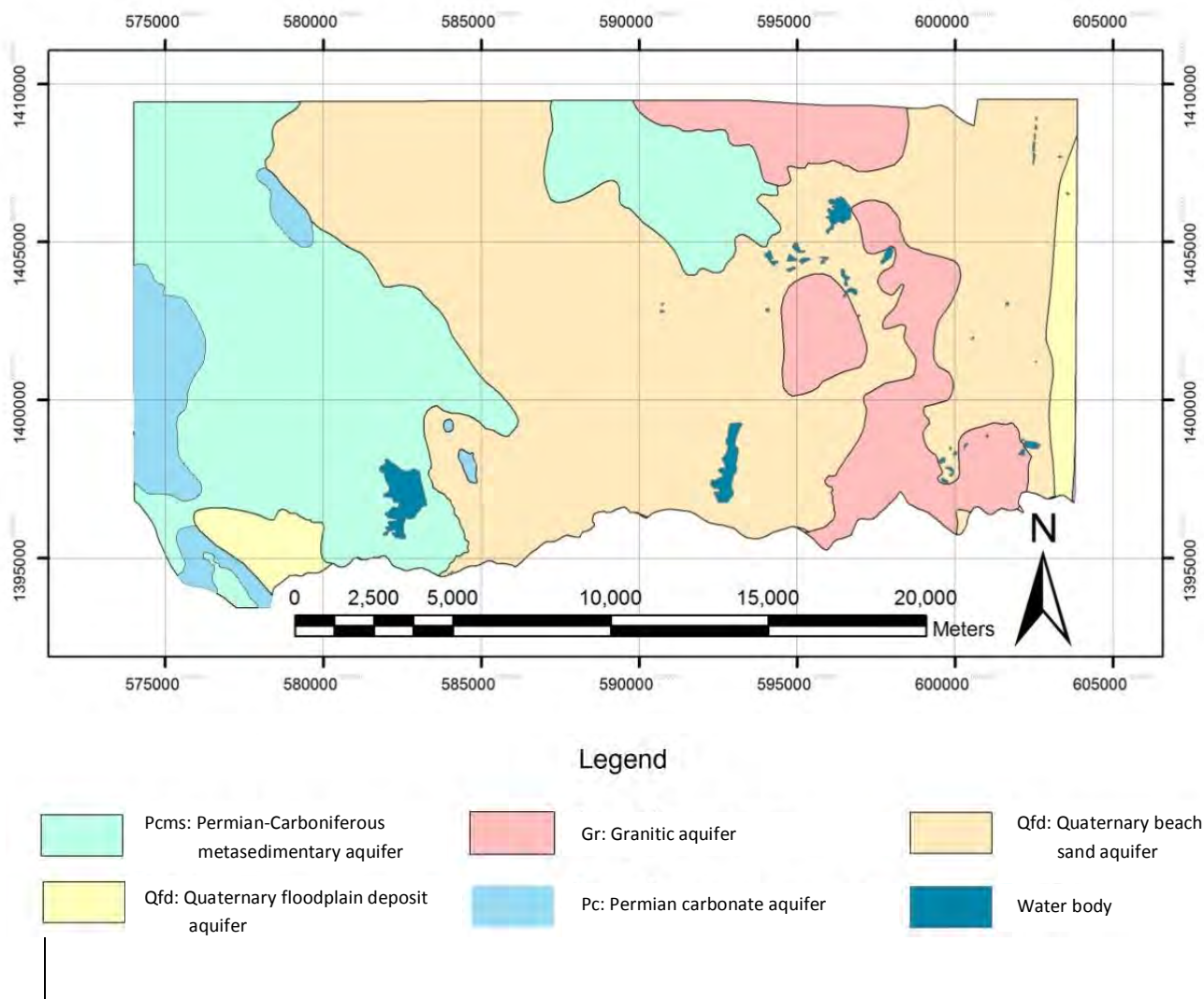
เป็นชั้นน้ำบาดาลชั้นบนสุด ประกอบด้วยตะกอนน้ำพาจำพวกกรวด ทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว น้ำบาดาลจะถูกกักเก็บอยู่ในช่องว่างของเม็ดตะกอน ความลึกของชั้นน้ำบาดาลเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.5-4.5 เมตร มีความหนาของชั้นน้ำอยู่ที่ 30-40 เมตร คุณภาพน้ำบาดาลอยู่ในระดับปานกลาง สามารถให้น้ำได้ 2-20 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

### 2. ชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรอายุเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส (Permo-Carboniferous metasedimentary aquifer ; PCms)

วางตัวอยู่ด้านล่าง Floodplain deposit aquifer ประกอบด้วยหินทรายควอร์ต หินดินดานกึ่งหินฟิลไลต์และกึ่งหินชนวน พบน้ำบาดาลบริเวณรอยต่อ รอยเลื่อน และรอยแตกของชั้นหิน ความลึกของชั้นน้ำบาดาลเฉลี่ย 30-40 เมตร ความหนาโดยประมาณ 100 เมตร พบปริมาณเหล็กสูงเกินกว่ามาตรฐาน (1.0 มก./ล.) ปริมาณการให้น้ำ 2-10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

### 3. ชั้นน้ำหินแกรนิตอายุครีเตเชียส (Cretaceous granitic aquifer; Gr)

แทรกตัวอยู่ระหว่างชั้นน้ำทั้งสองชั้นแรก จะพบทางบริเวณตะวันออกของพื้นที่ (ตำบลสามพระยา) เป็นส่วนใหญ่ ประกอบไปด้วยหินแกรนิต ที่มีแร่ไบโอไทต์ ฮอร์นเบลนด์ มัสโคไวต์ และทัวร์มาลีน เป็นส่วนประกอบ ผลึกเนื้อดอกขนาดเท่ากัน น้ำบาดาลจะอยู่ในรอยแตก รอยแยก และชั้นหินผุ ความลึกของชั้นน้ำบาดาลเฉลี่ย 2.5-4.5 เมตร ส่วนใหญ่จะมีปริมาณน้ำน้อย เพราะรอยแตกที่ไม่ต่อเนื่อง คุณภาพน้ำ



รูปที่ 2-2 แผนที่อุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา

#### 2.4 ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา

ประกอบไปด้วยการกระจายตัวของหินชนิดต่างๆดังต่อไปนี้คือ

##### ตะกอนและหินตะกอน

1. หินทรายยุคดีโวเนียนถึงไชลูเรียน (SD): เป็นหินทรายเนื้อควอตซ์ หินทรายเนื้อดิน สีน้ำตาลเทา และน้ำตาลแกมแดง ขนาดละเอียดถึงหยาบ เม็ดกึ่งกลม บางส่วนมีการแปรสภาพไปเป็น หินควอตซ์ไซต์ หินชนวน และหินฟิลไลต์ พบซากดึกดำบรรพ์จำพวกแทนจะควไคต์ในชั้นหินเชิร์ต มีอายุ 360-438 ล้านปี กระจายตัวอยู่ไม่มากนักบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษา
2. หินยุคคาร์บอนิเฟอรัส หมวดหินเขาเจ้า ( $C_{KC}$ ): อยู่ในกลุ่มหินแก่งกระจาน ประกอบด้วยหินทรายอาร์โคส สีขาวถึงสีน้ำตาลแกมเหลือง เนื้อละเอียดมากถึงปานกลาง การคัดขนาดปานกลางถึงดี หินโคลนสีขาวยสีเทาปานกลาง เนื้อละเอียดมากถึงละเอียด การคัดขนาดดีชั้นบาง

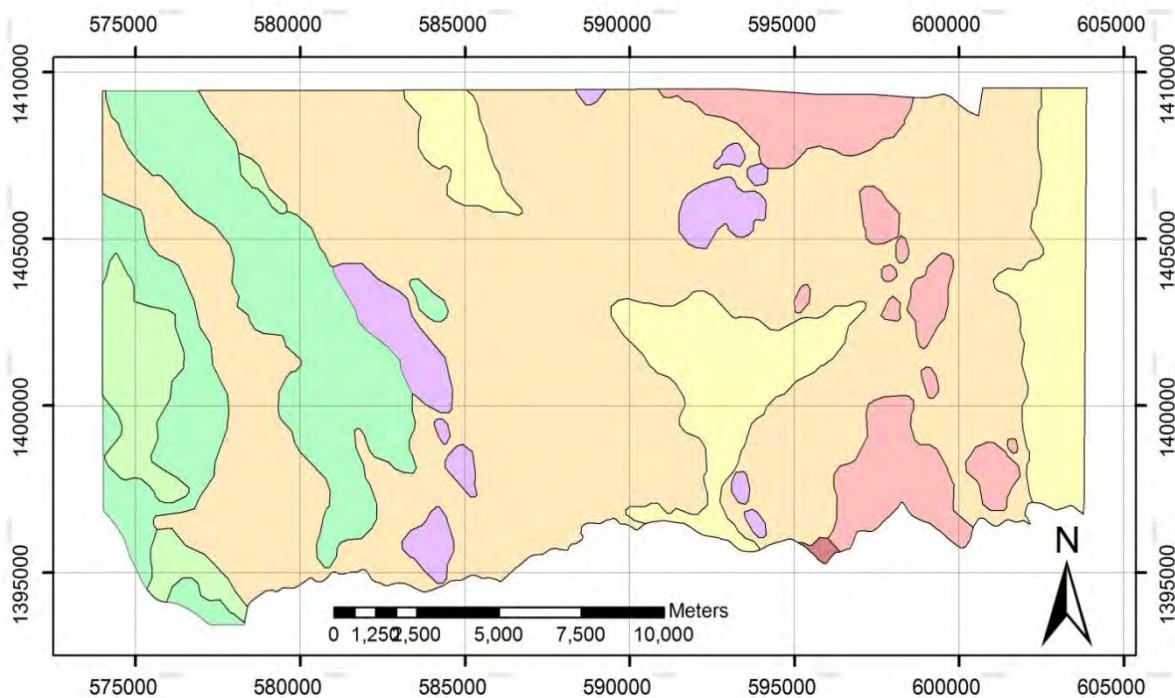


และเป็นแถบชั้นบาง เม็ดแร่มีลักษณะเหลี่ยม พบซากดึกดำบรรพ์จำพวกหอยตะเกียง พลัปลิงทะเลและไบรโอซัว กระจายอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา









3. ตะกอนน้ำพายุควอเทอร์นารี ( $Q_u$ ): ประกอบด้วยกรวด ททราย ททรายแป้ง และดินเหนียว พบบริเวณตอนใต้ของพื้นที่ศึกษา
4. ตะกอนตะพักลำนํ้ายุคควอเทอร์นารี ( $Q_d$ ): ประกอบด้วยกรวดและทราย ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ในพื้นที่

หินอัคนี

1. หินแกรนิตยุคคาร์บอนิเฟอรัส ( $C_{gr}$ ): เป็นหินแกรนิตเนื้อปานกลางถึงหยาบ พบการเรียงตัวของแร่กลุ่มเฟลสปาร์ผลึกใหญ่ค่อนข้างดี พบตั้งแต่บริเวณตอนกลางถึงทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา
2. หินแกรนิตยุคครีเตเชียส ( $K_{gr}$ ): หินแกรนิตสีจาง เนื้อปานกลางถึงหยาบ และหินแอพลอิตแกรนิต เนื้อละเอียดถึงปานกลาง พบเล็กน้อยบริเวณทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา



**Legend**

- |   |  |
|---|--|
|  Cgr: Carboniferous granite    |  Kgr: Cretaceous granite                |
|  P: Permian sedimentary rock   |  SD: Silurian-Devonian sedimentary rock |
|  Qt: Quaternary terrace        |  Ckp: Khao Phra formation               |
|  Qa: Quaternary alluvial plain |  |
|  Ckc: Khao Chao formation      |  |



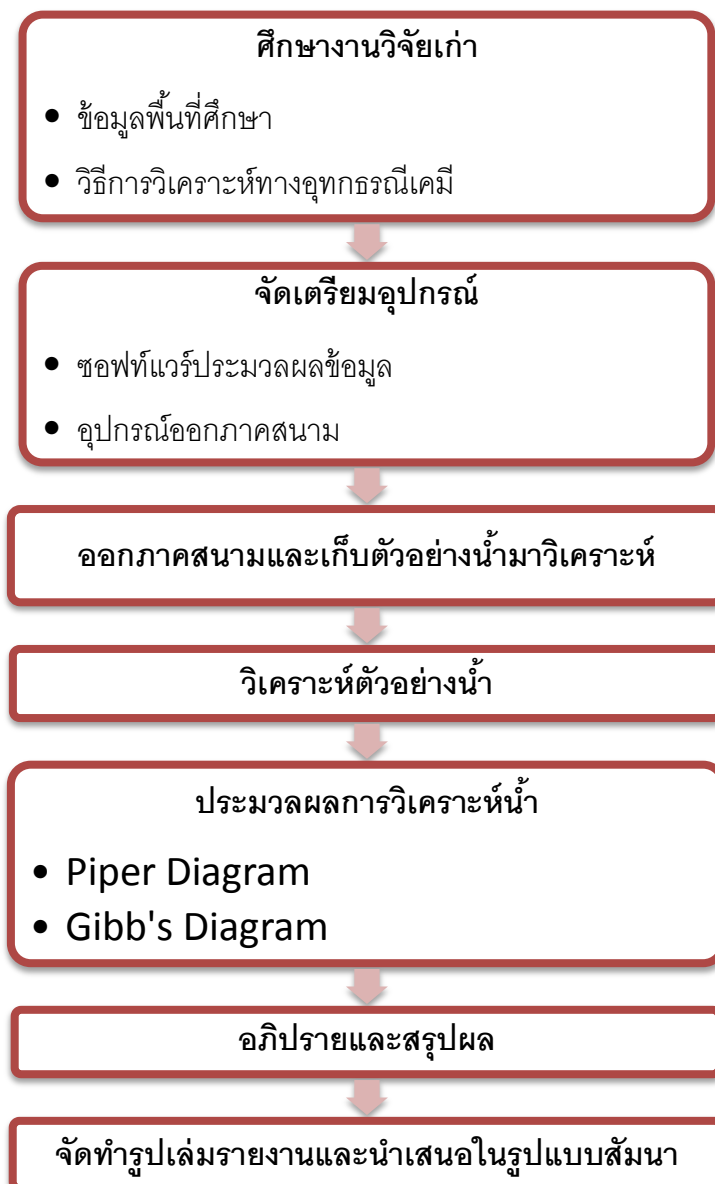
รูปที่ 2-3 แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา

## บทที่3 ระเบียบวิธีวิจัย

### 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เคยมีผู้ศึกษามาแล้ว โดยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ
  - ศึกษาและข้อมูลของพื้นที่ศึกษา จากแผนที่ธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา ข้อมูลตำแหน่งบ่อน้ำบาดาล
  - ศึกษาวิธีการวิเคราะห์ทางอุทกธรณีเคมีจากหลากหลายพื้นที่
2. จัดเตรียมซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล ในที่นี้ใช้ ArcGis 9.3 สำหรับแผนที่พื้นที่ศึกษา แผนที่ธรณีวิทยา และแผนที่อุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา Surfer8 สำหรับวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำบาดาล และโปรแกรม Groundwater Chart สำหรับวิเคราะห์ Piper diagram
3. ออกภาคสนามเพื่อเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ โดยในภาคสนามจะทำการวัดค่า พีเอช อุณหภูมิ และORP (oxidation reduction potential) รวมไปถึงการวัดระดับน้ำด้วย
4. ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ โดยวิเคราะห์ไอออนตามวิธีดังต่อไปนี้คือ
  - โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก ใช้เครื่อง AAS (Atomic Absorbtion Spectrophotometer)
  - คาร์บอนเนต และ ไบคาร์บอนเนตใช้การไตเตรทกับสารอินดิเคเตอร์
  - ซัลเฟต คลอไรด์ และไอออนลบอื่นๆ ใช้วิธี ion chromatography
5. ทำการวิเคราะห์ประเภทของน้ำโดยใช้ Piper diagram และ Gibb's diagram
6. จัดทำ flow direction map เพื่อดูทิศทางการไหลของน้ำบาดาล
7. วิเคราะห์ความสัมพันธ์กับข้อมูลด้านอุทกธรณีวิทยาและสรุปผลการศึกษา
8. จัดทำรูปเล่มรายงานและนำเสนอในรูปแบบสัมมนา

### 3.2 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน



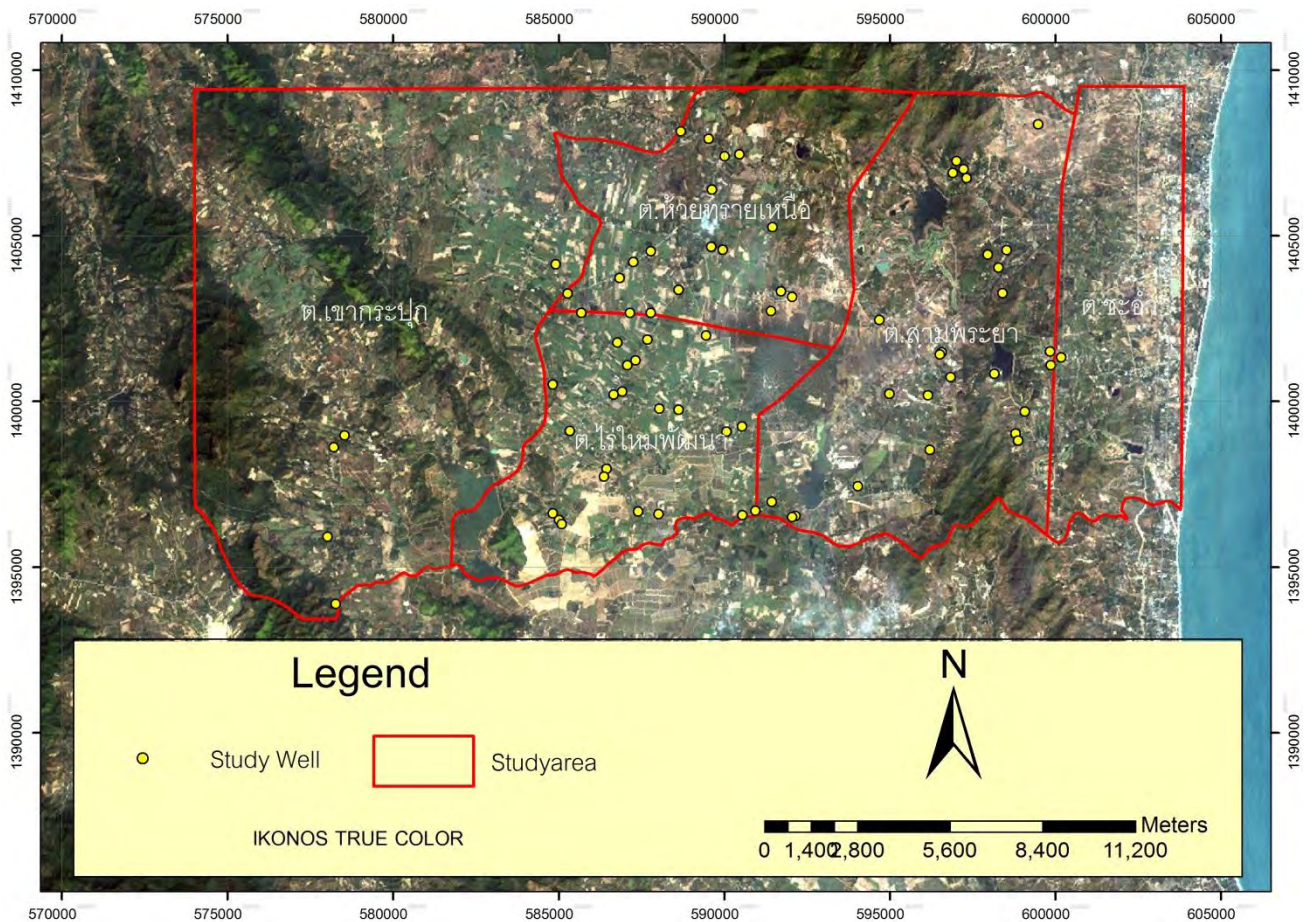
### 3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ชนิดข้อมูล	รายการข้อมูล	แหล่งที่มา	ปี	รายละเอียด
ภูมิประเทศและ การปกครอง	-แผนที่ภูมิประเทศ	-กรมแผนที่ทหาร	2552	ข้อมูล GIS (.shp)
	-ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม	-USGS	2552	ข้อมูล Raster
ธรณีวิทยา	-ข้อมูลหน่วยหินทาง ธรณีวิทยา	-กรมทรัพยากรธรณี	2552	ข้อมูล GIS (.shp)
อุทกธรณีวิทยา	-ข้อมูลหน่วยหินทางอุทก ธรณีวิทยา	-กรมทรัพยากรน้ำบาดาล	2552	ข้อมูล GIS (.shp)
	-ข้อมูลระดับน้ำบาดาลปี 2554	-วิจัยวรรณ (2554)	2554	ข้อมูลสถิติ (.xls)
	-ข้อมูลระดับน้ำบาดาลปี 2555	-ศุภลักษณ์ (2555)	2555	ข้อมูลสถิติ (.xls)
	-ข้อมูลระดับน้ำบาดาลปี 2556	-ภาคสนาม	2556	ข้อมูลสถิติ (.xls)

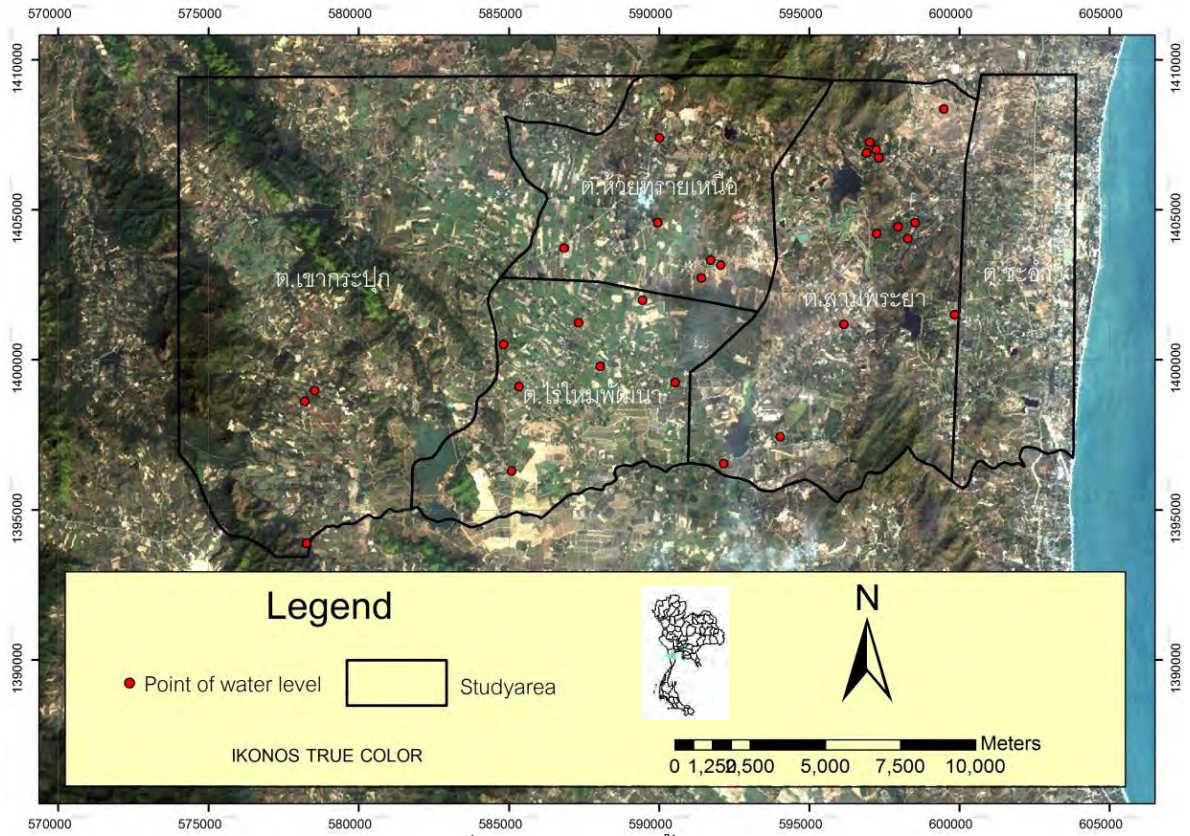
### 3.4 การออกภาคสนาม

มีการออกภาคสนามเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลไปแล้วตั้งแต่วันที่ 14 – 18 ตุลาคม พ.ศ. 2556 ในบริเวณพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายในพระราชดำริและอำเภอใกล้เคียง ครอบคลุมพื้นที่ตำบลสามพระยา ตำบลห้วยทรายเหนือ ตำบลไร่ใหม่พัฒนา และส่วนหนึ่งของตำบลเขากระปุก อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี ครอบคลุมพื้นที่โดยประมาณ 350 ตารางกิโลเมตร โดยได้ศึกษาตามบริเวณตำแหน่งบ่อน้ำบาดาลเดิมของ ศุภลักษณ์ (2555) และเพิ่มเติมพื้นที่ตำบลเขากระปุกเพิ่มเติม โดยข้อมูลที่ทำกรเก็บภายในการออกภาคสนามได้แก่ ชื่อบ่อน้ำบาดาล พิกัดตำแหน่งบ่อน้ำบาดาล ความสูงจากระดับน้ำทะเล ระดับน้ำ อุณหภูมิของน้ำบาดาล ค่า Oxidation-Reduction Potential (ORP) และค่า pH โดยแบ่งเป็นบ่อที่เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์ทางอุทกธรณีเคมี 68 บ่อ เก็บข้อมูลระดับน้ำเพื่อวิเคราะห์ Flow Direction 29 บ่อ รวม 78 บ่อ

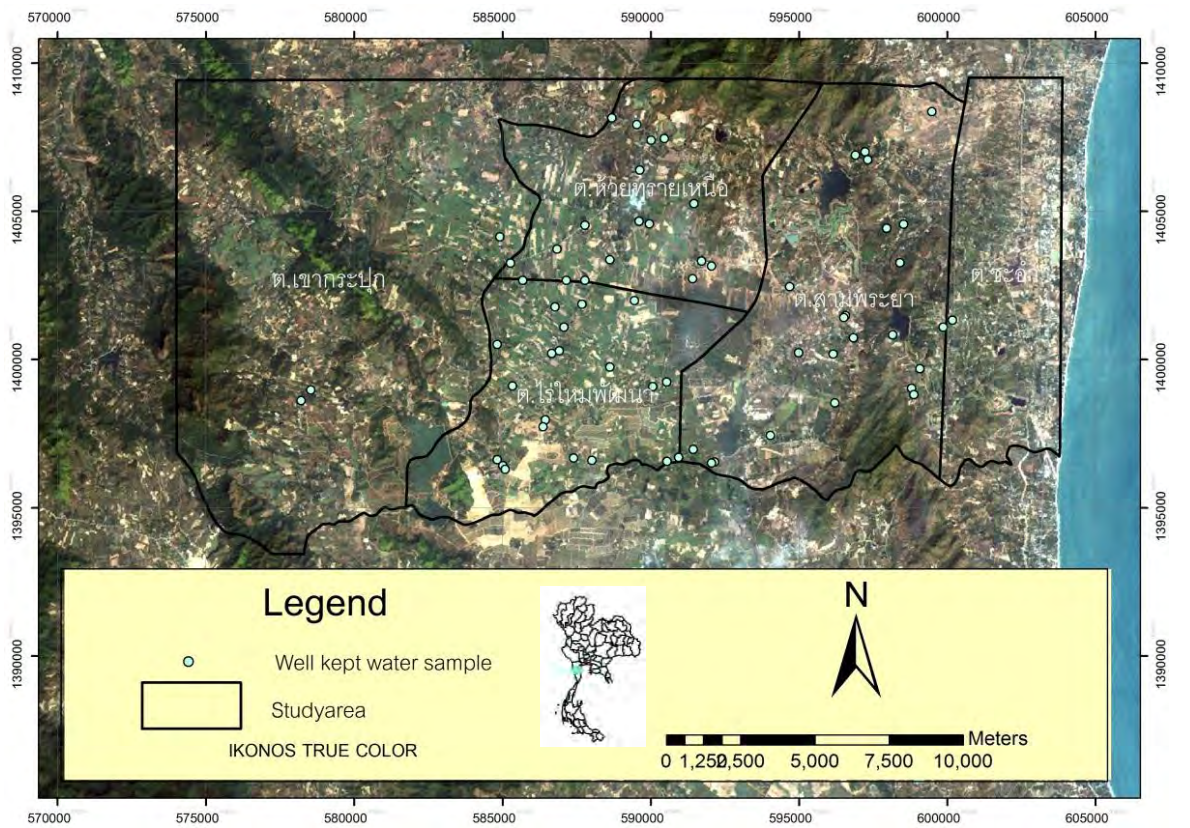


รูปที่ 3-1 แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อน้ำบาดาลที่ทำกรเก็บข้อมูล 78 บ่อ  
ระหว่างวันที่ 14 – 18 ตุลาคม พ.ศ. 2556





รูปที่ 3-2 บ่อบาดาลที่ทำการวัดระดับน้ำบาดาล จำนวน 29 บ่อ



รูปที่ 3-3 บ่อบาดาลที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลทั้งหมด 68 บ่อ

ตารางที่ 3-2 ข้อมูลบ่อบาดาลจากภาคสนาม ตำบลสามพระยา

บ่อที่	ID	X	Y	Type	Well depth	Water depth	Elevation	Water level	T	Ph	ORP	สถานที่/หมายเหตุ
33		591440	1396960	Tank					26	6.84	84.1	ม.5 ต. ไร่ใหม่พัฒนา
34	5508B036	592156	1396543	บ่อ สังเกตการณ์	56	10	40	30	28.5	6.33	-175	ม.5 ต. ไร่ใหม่พัฒนา
35	MU 339	592052	1396509	Tank	39				27.2	6.91	-91.8	ม.5 ต. ไร่ใหม่พัฒนา
40	DCD14818	594684	1402463	Tank					26	7.87	-1.5	ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก ต.สามพระยา
41		596152	1400179	Tank		6.22	54	47.78	26	7.01	97.2	
42	จ 76	596846	1400730	Tank					26.5	7.19	108.1	
43		596570	1401482	บ่อโยก					29	7.76	-93.4	ตรงข้ามจิมะศักดิ์ฟาร์ม
44		596519	1401415	Tank					29.9	6.95	75.3	โครงการประปา ต.สามพระยา
45	TL 4	596215	1398538	Tank	54				28.3	6.82	115	ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์
46		594037	1397436	Tank	80	18	50	32	27.5	7.25	-24.6	โรงเรียนศึกษาสงเคราะห์ เพชรบุรี
47		594989	1400232	บ่อโยก					28	7.8	-115.7	
48		600184	1401329	บ่อ					30.2	7.23	118.1	มัสยิดนูรุลเอียะห์ซาน
50		599083	1399686	บ่อ					25	7.32	102.5	
51		598804	1399033	บ่อ					24.9	7.21	159.5	
52		598878	1398812	Tank					25.8	7.43	140.4	โครงการเจาะบ่อบาดาล ม.1 ต.สาม พระยา

ตารางที่ 3-2 ข้อมูลบ่อบาดาลจากภาคสนาม ตำบลสามพระยา(ต่อ)

บ่อที่	ID	X	Y	Type	Well depth	Water depth	Elevation	Water level	T	Ph	ORP	สถานที่/หมายเหตุ
53		598168	1400833	บ่อ					29	7.25	76.4	โครงการศึกษาทดลองด้านพืช ศูนย์ ศึกษาห้วยทราย
54	MU 287	599484	1408365	บ่อ	46.5	5.67	21	15.33	29.2	7.95	171.1	โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล อ่างหิน
55		597323	1406746	บ่อ	101.3	3.9	50	46.1	28.7	7.67	41.9	โครงการเจาะบ่อบาดาล ต.อ่างหิน
56		598538	1404561	บ่อ	100	15	46	31	30	7.21	-163.6	ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายใน พระราชดำริ
57		597966	1404431	บ่อ	55	17.71	45	27.29	31.5	6.92	-49.7	ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายใน พระราชดำริ
58		599870	1401096	บ่อ					32	7.15	101.1	บ่อเลี้ยงกบ
59	540BD001	597015	1407255	บ่อ	102	8	63	55	27.7	7.32	-18.2	สวนสมเด็จพระเจ้า
60		597236	1407012	บ่อ		6.77	53	46.23	28.5	7.08	16.1	สวนสมเด็จพระเจ้า
62		598413	1403263	Tank	48		59	59	27	7.25	99.5	โรงเรียนบ้านบ่อหลวง
		599841	1401508	บ่อ	64	8.95	35	26.05				ปศุสัตว์
		598284	1404041	บ่อ		11.91	41	29.09				ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายใน พระราชดำริ
	040BD002	596913	1406894	บ่อ	140	5	63	58				สวนสมเด็จพระเจ้า

ตารางที่ 3-3 ข้อมูลบ่อบาดาลจากภาคสนาม ตำบลไร่ใหม่พัฒนา

บ่อที่	ID	X	Y	Type	Well depth	Water depth	elevation	Water level	T	Ph	ORP	สถานที่/หมายเหตุ
	5508C020	588044	1399777	บ่อ สังเกตการณ์	45	19.45	147	127.55				
	MU 317	587327	1401238		42	20.12	70	49.88				
2	MU 284	589458	1401987	Tank	42	11.33	48	36.67	30.5	6.91	103.1	
3	C 694	587683	1401868	Tank	54				26.3	7.01	171.4	
17		584827	1400510	บ่อ		5.98	56	50.02	31	7.37	86.2	บ้าน นางจีบ สังข์ศิริ 49 ม.3 บ้าน รางจิก ต.ไร่ใหม่
18	MU 394	585685	1402666	Tank	30				29	6.81	86.6	หมู่ 4 บ้านบ่อหลวง
19	MU 316	586771	1401774	Tank	48				28	7.01	95.9	31/1 ม.2 ต.ไร่ใหม่
20		587072	1401090	Tank					28	6.27	-2.5	158 ม.2 ต.ไร่ใหม่พัฒนา
21	Pw 0454	586917	1400300	Tank					27	7.11	53.6	อบต.ไร่ใหม่พัฒนาเก่า
22	DOH 11443	586659	1400204	Tank					27.7	7.12	82.2	รพ.ส่งเสริมสุขภาพตำบลไร่ใหม่พัฒนา
23	DCD 17493	585339	1399101	บ่อ					32	7.31	- 120.5	ศูนย์อเนกประสงค์บ้านโป่งแก้ง พัฒนา
24	MU 439	586446	1397965	Tank	54	4	53	49	29.5	6.97	86.3	281 ม.8 ต.ไร่ใหม่พัฒนา
25		586371	1397728	บ่อ	20				28	7.2	70.5	ฟาร์มเลี้ยงหมู ม.4 ต.ไร่ใหม่ พัฒนา

ตารางที่ 3-3 ข้อมูลบ่อบาดาลจากภาคสนาม ตำบลไร่ใหม่พัฒนา(ต่อ)

บ่อที่	ID	X	Y	Type	Well depth	Water depth	elevation	Water level	T	Ph	ORP	สถานที่/หมายเหตุ
26		585018	1396416	บ่อโยก	56				29.5	7.28	-156.1	บ่อโยก 310 ม.1 ต.ไร่ใหม่พัฒนา
27	MU 259	584824	1396621	บ่อ	66				26	7.36	-50.6	
28	MU 117	585096	1396296	บ่อ	42	3.57	117	113.43	32	7.59	54	
29	MU 325	587398	1396670	Tank	67.5				27	7.16	80.8	บ้านหนองช้างเหี้ยม ม.7
30		588015	1396596	Tank	0				28.5	6.69	133.9	บ้านหนองช้างเหี้ยม ม.7
31	MU 116	590555	1396559	บ่อ	42				26	7.09	-47.9	ม.2 ต. ไร่ใหม่พัฒนา
32	MU 106	590941	1396697	Tank	48				28.5	6.83	-65.4	
36	MU 434	590075	1399079	Tank	54				28.5	7.31	47.4	ม.4 ต. ไร่ใหม่พัฒนา
37	MU 54	590537	1399239	บ่อ	48	7.73	40	32.27	30.5			
66	MU 328	588623	1399744	Tank			63		30	7.19	138.1	บ้านใกล้ศูนย์กลางธรรมกิจผู้ดี

ตารางที่ 3-4 ข้อมูลบ่อบาดาลจากภาคสนาม ตำบลห้วยทรายเหนือ

บ่อที่	ID	X	Y	Type	Well depth	Water depth	elevation	Water level	T	Ph	ORP	สถานที่/หมายเหตุ
1	MU 97	588619	1403364	Tank	31.5				27.5	7.04	170.1	หมู่ 1 ต. ห้วยทรายเหนือ
4	MU 258	587786	1402667	บ่อ	30				29	7.53	107.4	หมู่ 1 ต. ห้วยทรายเหนือ
5	MU 96	587154	1402669	Tank	36				29.5	6.99	117.7	หมู่ 1 ต. ห้วยทรายเหนือ
6	MU 438	588687	1408152	บ่อโยก	42				27	6.88	153.5	โรงเรียนบ้านหนองขาม
7	MU 126	589529	1407931	Tank	39				28.5	6.75	-148.3	ที่ทำการหมู่บ้าน หมู่ 5 บ้านหนองขาม
8	6M (ป2)	590457	1407454	Tank					28	6.93	56.5	
9		590019	1407400	บ่อ	70	6.6	104	97.4	29	6.86	98.5	ชาวบ้าน खुดเอง ฟาร์มเลี้ยงหมู
10	DOH 11453	589638	1406390	บ่อโยก					27	7.12	142.3	บ่อโยก
11	จ 652	589608	1404671	บ่อ					28	6.88	92.5	บ้านผู้ใหญ่สนิท นาเมือง 25 หมู่ 7 บ้านไร่ดินทอง ต.ห้วยทรายเหนือ
13	DCD 14836	589957	1404574	Tank		5.8	45	39.2	32.5	8.67	54.5	
15	MU 82	585270	1403255	Tank	66				29.5	6.92	175.1	บ่อโดยกรมทรัพยากรธรณี
38	DOH 11451	591459	1405265	Tank					29.2	6.89	48.6	
39	5508F011	591415	1402732	Tank	80	6	50	44	29.1	6.76	-68.4	โครงการก่อสร้างห้องน้ำ อบต.สามพระ ยา
61		587788	1404531	บ่อ		11.93	69	57.07	27.9	6.94	-134.2	บ้านสี่เขียว
63		586840	1403723	บ่อ	50	10.15	59	48.85	28.2	7.14	-14.1	Mointering well

ตารางที่ 3-4 ข้อมูลบ่อบาดาลจากภาคสนาม ตำบลห้วยทรายเหนือ(ต่อ)

บ่อที่	ID	X	Y	Type	Well depth	Water depth	elevation	Water level	T	Ph	ORP	สถานที่/หมายเหตุ
64		591719	1403322	บ่อ		0.51	56	55.49	29	7.22	-154	ศาลารีนเรียงชัย ต.สามพระยา
65		592059	1403156	บ่อ		7.49	61	53.51	29.1	7.12	93.1	บ่อกกลางพงหญ้า
		587256	1404202	บ่อ		9.58	54	44.42				

ตารางที่ 3-5 ข้อมูลบ่อบาดาลจากภาคสนาม ตำบลเขากระปุก

บ่อที่	ID	X	Y	Type	Well depth	Water depth	elevation	Water level	T	Ph	ORP	สถานที่/หมายเหตุ
16	MU 319	584914	1404140	Tank	52.2				28.5	6.85	124.4	บ้าน น.ส.บุญยืน บั๊กครา 29 ม.3 บ้าน รางจิก ต.ไร่ใหม่
67	MU 594	578540	1398971	Tank	25	4.15	140	135.85	30	7.1	110.8	
68	MU 119	578208	1398616	Tank	30	5.26	125	119.74	32	9.08	28.7	สถานีอนามัย
	5.08E+56	578267	1393888		68	9	130	121				โรงเรียนบ้านหนองกระทุ่ม



### 3.5 ตรวจวิเคราะห์สารเคมีในน้ำบาดาล

ผลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีที่ดำเนินการไปแล้วมีดัง ต่อไปนี้

- ตรวจหาแมกนีเซียม( $Mg^{2+}$ ) แคลเซียม( $Ca^{2+}$ ) โซเดียม( $Na^{2+}$ ) และโพแทสเซียม( $K^+$ ) โดยใช้เครื่อง AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer)
- ตรวจหา Anion โดยใช้วิธี Ion chromatography สามารถตรวจพบ คลอไรด์ ( $Cl^-$ ) ซัลเฟต ( $SO_4^{2-}$ ) โบรไมด์ ( $Br^-$ ) ฟลูออไรด์ ( $F^-$ ) ไนเตรต ( $NO_3^-$ ) และฟอสเฟต ( $PO_4^{3-}$ )



รูปที่ 3-4 (ก) เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer และ  
(ข) การวิเคราะห์ตัวอย่าง Atomic Absorption Spectrophotometer



รูปที่ 3-5 (ก) เครื่อง Ion Chromatography และ  
(ข) การวิเคราะห์ตัวอย่าง Ion Chromatography



ผลการวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการตารางที่ 3-6 – 3-8

ตารางที่ 3-6 ผลการวิเคราะห์น้ำบาดาลของชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก (Qfd)

No	X	Y	K(mg/l)	Mg(mg/l)	Na(mg/l)	Ca(mg/l)	Cl(mg/l)	Br(mg/l)	NO3(mg/l)	SO4(mg/l)	CO3(mg/l)	HCO3(mg/l)	Conductivity ( $\mu$ S/cm)	TDS (mg/L)
1	588619	1403364	13.44	41.42	135.64	219.30	0.42	nd	0.03	nd	2	100	1291	689
2	589458	1401987	9.45	35.59	66.14	111.20	66.01	2.34	0.25	5.60	8	84	950	506
3	587683	1401868	1.73	33.55	97.60	48.10	97.66	2.8	11.79	8.72	nd	84	1220	650
4	587786	1402667	5.52	29.37	60.92	67.75	60.11	2.11	0.08	10.17	nd	66	759	405
5	587154	1402669	8.78	47.95	90.02	117.20	169.62	3.60	2.32	32.47	nd	78	1394	741
18	585685	1402666	9.03	34.64	133.60	53.90	73.73	2.45	5.96	10.03	6	92	1033	552
19	586771	1401774	8.83	39.25	98.53	59.55	92.84	2.57	11.00	12.14	nd	76	1075	577
20	587072	1401090	13.41	18.90	103.45	7.44	148.29	1.73	0.25	22.34	nd	38	1046	554
21	586917	1400300	12.14	48.38	77.25	36.13	189.86	3.57	4.95	14.61	nd	72	1353	721
22	586659	1400204	11.50	45.79	96.76	54.35	190.59	3.657	7.01	13.84	nd	72	1357	726

ตารางที่ 3-6 ผลการวิเคราะห์น้ำบาดาลของชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก (Qfd)

No	X	Y	K(mg/l)	Mg(mg/l)	Na(mg/l)	Ca(mg/l)	Cl(mg/l)	Br(mg/l)	NO3(mg/l)	SO4(mg/l)	CO3(mg/l)	HCO3(mg/l)	Conductivity ( $\mu$ S/cm)	TDS (mg/L)
24	586446	1397965	7.75	48.92	195.90	47.80	117.90	3.38	0.64	22.82	4	114	1347	720
25	586371	1397728	9.58	52.85	96.07	49.85	85.68	2.65	5.86	23.82	nd	84	1241	658
26	585018	1396416	5.39	44.92	125.20	17.00	145.73	2.99	0.16	0.17	6	110	1323	705
29	587398	1396670	7.74	44.34	117.12	50.85	38.60	2.61	0.37	12.80	6	96	1119	599
30	588015	1396596	7.52	42.10	76.49	65.53	165.46	2.56	12.76	14.69	nd	70	1050	559
31	590555	1396559	6.35	28.34	78.58	41.83	37.75	2.05	0.17	10.17	nd	70	806	428
32	590941	1396697	9.90	37.66	96.02	48.25	81.66	2.57	2.83	8.25	nd	86	995	529
33	591440	1396960	9.86	39.15	97.61	29.45	63.43	2.50	2.13	7.86	nd	64	1062	568
34	592156	1396543	11.67	43.12	103.14	76.75	75.00	2.95	0.06	1.04	nd	92	1118	594
35	592052	1396509	12.31	51.80	88.30	44.90	83.21	3.21	0.67	5.79	nd	94	1248	668
36	590075	1399079	8.72	43.855	49.91	83.35	81.41	2.29	1.40	5.12	nd	66	1260	671

ตารางที่ 3-6 ผลการวิเคราะห์น้ำบาดาลของชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก (Qfd)

No	X	Y	K(mg/l)	Mg(mg/l)	Na(mg/l)	Ca(mg/l)	Cl(mg/l)	Br(mg/l)	NO3(mg/l)	SO4(mg/l)	CO3(mg/l)	HCO3(mg/l)	Conductivity ( $\mu$ S/cm)	TDS (mg/L)
37	590537	1399239	1.21	3.76	22.82	13.69	-	-	-	-	nd	nd	2380	1270
39	591415	1402732	9.22	7.67	32.52	5.84	97.41	2.18	8.76	28.89	6	34	175	93.3
45	596215	1398538	8.05	21.79	128.94	158.25	154.83	2.54	22.44	18.89	nd	86	1316	705
46	594037	1397436	16.86	30.67	173.20	166.55	229.50	4.20	0.20	3.54	nd	102	1539	821
53	598168	1400833	6.76	15.37	67.16	134.2	45.81	2.55	2.87	15.21	4	88	96100	51300
54	599484	1408365	14.25	8.75	78.34	94.05	109.67	1.60	4.59	11.84	2	44	741	395
61	587788	1404531	24.52	54.02	179.40	95.9	291.27	4.57	0.90	8.24	nd	114	2000	1790
62	598413	1403263	2.38	27.09	24.92	59.65	37.73	1.83	0.37	6.64	nd	66	1686	904
63	586840	1403723	7.79	28.75	26.50	114.1	45.86	2.12	0.58	5.66	4	70	780	417
64	591719	1403322	15.37	31.01	63.44	92.35	132.88	2.20	0.08	25.09	nd	64	931	496
65	592059	1403156	7.54	30.63	93.66	81	149.87	2.90	1.42	46.59	4	134	1476	791

ตารางที่ 3-6 ผลการวิเคราะห์น้ำบาดาลของชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก (Qfd)

No	X	Y	K(mg/l)	Mg(mg/l)	Na(mg/l)	Ca(mg/l)	Cl(mg/l)	Br(mg/l)	NO3(mg/l)	SO4(mg/l)	CO3(mg/l)	HCO3(mg/l)	Conductivity ( $\mu$ S/cm)	TDS (mg/L)
66	588623	1399744	7.32	58.99	124.20	105.75	135.93	3.12	7.72	9.78	nd	130	1294	690

ตารางที่ 3-7 ผลการวิเคราะห์น้ำบาดาลของชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส(PCms)

No	X	Y	K(mg/l)	Mg(mg/l)	Na(mg/l)	Ca(mg/l)	Cl(mg/l)	Br(mg/l)	NO3(mg/l)	SO4(mg/l)	CO3(mg/l)	HCO3(mg/l)	Conductivity ( $\mu$ S/cm)	TDS (mg/L)
6	588687	1408152	12.84	39.66	91.61	154.40	214.74	3.38	5.86	11.65	nd	64	1464	783
7	589529	1407931	7.51	11.51	17.38	0.73	26.46	0.48	0.11	0.36	nd	10	165.2	88
8	590457	1407454	10.96	49.18	79.97	45.25	209.89	3.59	0.89	4.20	nd	66	1388	741
9	590019	1407400	7.57	39.12	81.72	33.08	1.12	nd	nd	0.04	nd	64	1125	599
10	589638	1406390	35.59	83.91	154.32	101.23	293.14	5.51	0.11	0.34	8	100	1941	1036
11	589608	1404671	25.40	41.24	155.38	57.70	225.23	4.31	2.06	7.68	nd	108	1669	891
12	589960	1404561	11.51	9.54	95.45	40.05	171.40	2.30	5.89	86.53	nd	60	1165	619
13	589957	1404574	17.64	14.55	90.95	42.85	164.06	2.00	8.62	13.99	nd	56	1012	539
15	585270	1403255	8.46	44.58	82.15	93.95	83.37	3.09	5.31	8.16	8	102	1184	639
16	584914	1404140	7.89	53.84	183.64	147.95	146.15	4.17	8.36	16.58	nd	110	1542	822
17	584827	1400510	57.93	25.515	116.42	18.84	136.10	1.51	46.85	6.29	nd	40	807	430

ตารางที่ 3-7 ผลการวิเคราะห์น้ำบาดาลของชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส(PCms)

No	X	Y	K(mg/l)	Mg(mg/l)	Na(mg/l)	Ca(mg/l)	Cl(mg/l)	Br(mg/l)	NO3(mg/l)	SO4(mg/l)	CO3(mg/l)	HCO3(mg/l)	Conductivity ( $\mu$ S/cm)	TDS (mg/L)
23	585339	1399101	2.64	99.86	160.85	71.13	345.26	5.95	2.51	0.51	nd	120	2320	1240
27	584824	1396621	6.33	32.90	172.25	27.8	21.75	3.08	nd	7.92	10	142	1318	703
28	585096	1396296	5.21	4.47	16.93	3.86	18.23	0.41	nd	0.52	nd	10	161.9	86
38	591459	1405265	9.91	55.10	68.79	132.80	-	-	-	-	nd	nd	1567	723
40	594684	1402463	16.47	6.23	54.86	46.00	12.50	0.79	0.92	3.51	nd	34	343	183
67	578540	1398971	1.57	87.75	185.00	161.15	304.06	0.69	8.88	170.46	nd	112	2230	1200
68	578208	1398616	1.95	76.31	129.54	12.91	253.49	2.77	0.18	160.21	6	64	1763	1250

ตารางที่ 3-8 ผลการวิเคราะห์น้ำบาดาลของชั้นน้ำแกรนิต (Gr)

No	X	Y	K(mg/l)	Mg(mg/l)	Na(mg/l)	Ca(mg/l)	Cl(mg/l)	Br(mg/l)	NO3(mg/l)	SO4(mg/l)	CO3(mg/l)	HCO3(mg/l)	Conductivity ( $\mu$ S/cm)	TDS (mg/L)
41	596152	1400179	34.22	20.685	285.90	78.95	314.97	4.75	49.74	103.36	nd	116	2140	1280
42	596846	1400730	7.88	21.08	118.22	107.00	143.59	2.74	0.58	3.11	nd	82	1229	658
43	596570	1401482	23.28	10.45	106.32	47.05	88.74	1.55	0.03	13.63	nd	48	354	664
44	596519	1401415	26.64	32.05	159.54	190.70	246.78	4.23	4.57	2.89	nd	114	1660	886
47	594989	1400232	22.29	31.16	685.20	76.35	528.09	8.83	1.91	101.70	18	212	4270	2430
48	600184	1401329	21.67	20.52	187.42	110.40	196.53	3.62	3.30	14.15	4	116	1555	830
49	599105	1399699	11.35	25.13	188.74	106.60	134.83	3.08	10.93	20.12	nd	92	1337	710
50	599083	1399686	8.41	23.79	166.80	99.45	131.09	3.70	16.55	0.32	nd	66	1119	595
51	598804	1399033	2.70	43.1	324.95	165.40	296.37	4.37	4.39	55.80	nd	102	1.98	1050
52	598878	1398812	7.15	36.72	92.48	226.95	327.79	4.20	13.62	202.20	14	98	2.34	1.25
55	597323	1406746	5.37	12.52	184.06	69.20	149.27	2.61	0.05	51.37	6	58	1308	698

ตารางที่ 3-8 ผลการวิเคราะห์น้ำบาดาลของชั้นน้ำแกรนิต (Gr)

No	X	Y	K(mg/l)	Mg(mg/l)	Na(mg/l)	Ca(mg/l)	Cl(mg/l)	Br(mg/l)	NO3(mg/l)	SO4(mg/l)	CO3(mg/l)	HCO3(mg/l)	Conductivity ( $\mu$ S/cm)	TDS (mg/L)
56	598538	1404561	2.39	21.94	84.16	101.50	164.24	3.10	nd	2.14	nd	60	1251	665
57	597966	1404431	6.26	21.64	87.52	149.40	160.61	2.93	nd	47.06	nd	56	1200	639
58	599870	1401096	11.17	21.99	171.2	99.45	211.76	2.81	2.96	10.77	nd	76	1455	778
59	596913	1406894	2.24	0.30	288.35	25.45	179.85	3.11	6.137	26.05	nd	104	1458	778
60	597236	1407012	2.29	19.96	64.26	117.70	256.50	3.83	nd	38.88	nd	94	1710	916



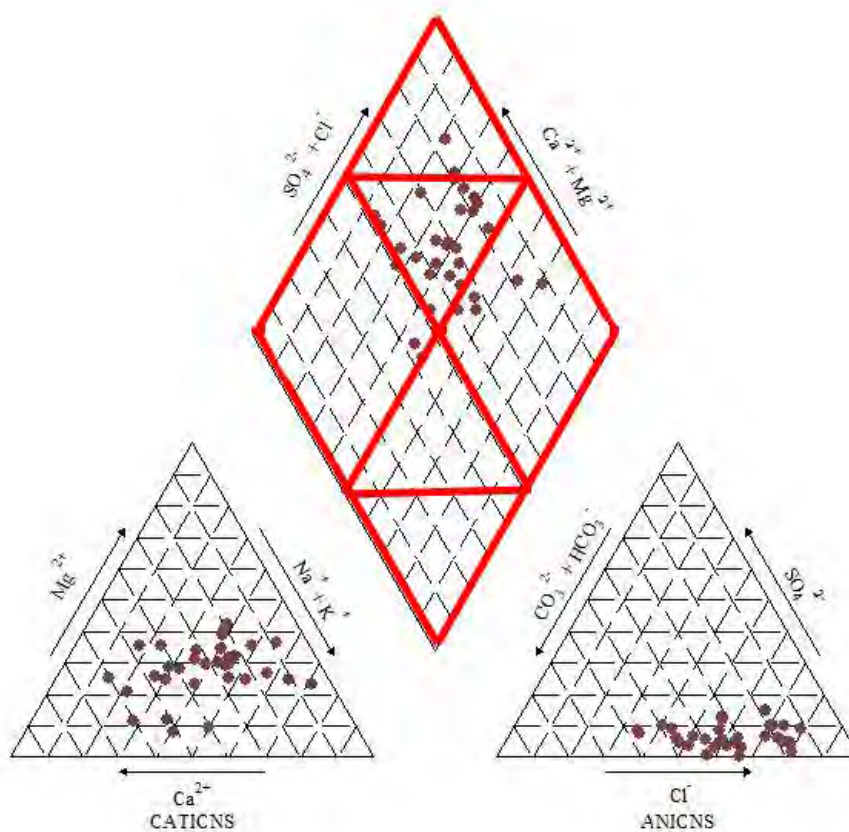
## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์ทางอุทกธรณีเคมี

##### 4.1.1 Piper Diagram

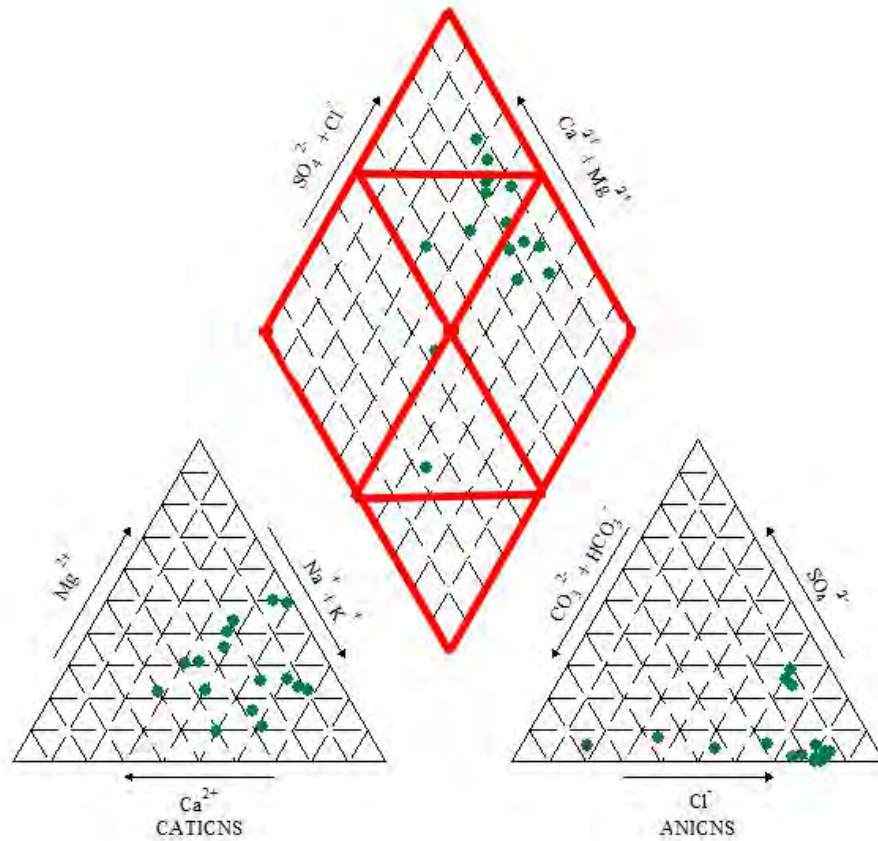
ผลการวิเคราะห์ทางอุทกธรณีเคมีของน้ำบาดาลในชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก (Qfd) แสดงในรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 Piper Diagram ของชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก (Qfd)

น้ำในชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง อยู่ในโซน I และ K เป็นหลัก เป็นน้ำประเภท แคลเซียม-แมกนีเซียม-คลอไรด์ (Ca-Mg-Cl) และ โซเดียม-คลอไรด์ (Na-Cl) ตามลำดับ

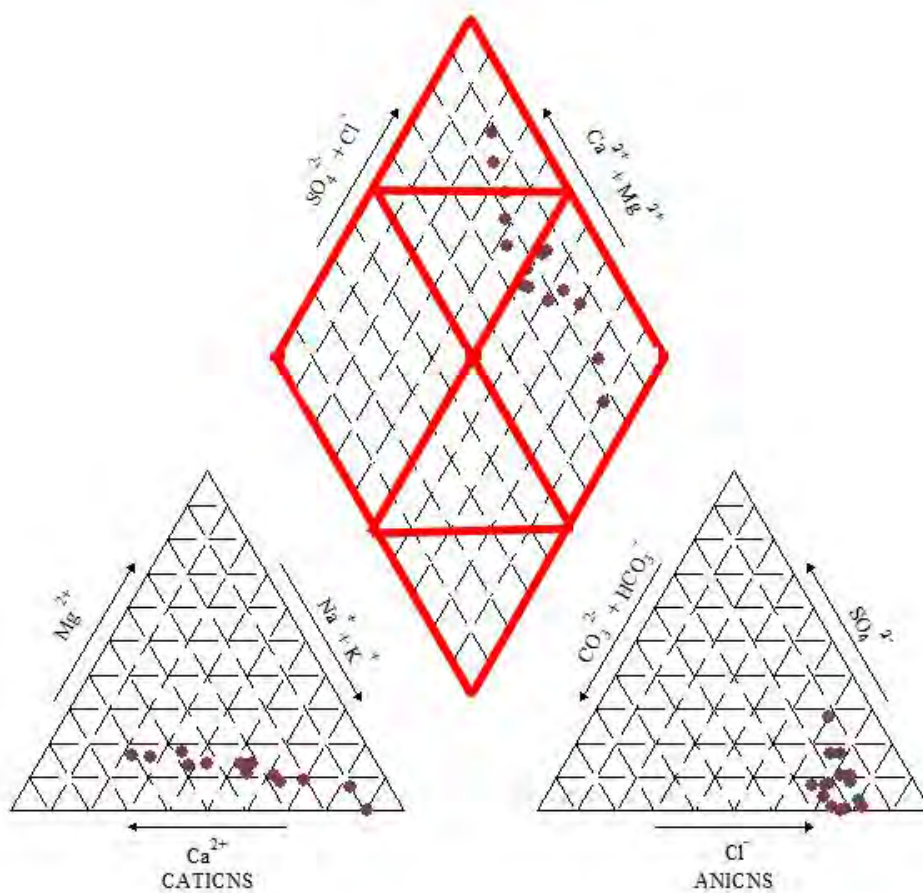
ผลการวิเคราะห์ทางอุทกธรณีเคมีของน้ำบาดาลในชั้นน้ำหินตะกอนกึ่งแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส (PCms) แสดงในรูปที่ 4-2



รูปที่ 4-2 Piper Diagram ของชั้นน้ำหินตะกอนกึ่งแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส (PCms)

น้ำในชั้นหินอุ้มน้ำหินตะกอนกึ่งแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส อยู่ในโซน I K และ M เป็นน้ำประเภท โซเดียม-คลอไรด์ (Na-Cl) แคลเซียม-แมกนีเซียม-คลอไรด์ (Ca-Mg-Cl) และแคลเซียม-คลอไรด์ (Ca-Cl) ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ทางอุทกธรณีเคมีของน้ำบาดาลในชั้นน้ำแกรนิต (Gr) แสดงในรูปที่ 4-3



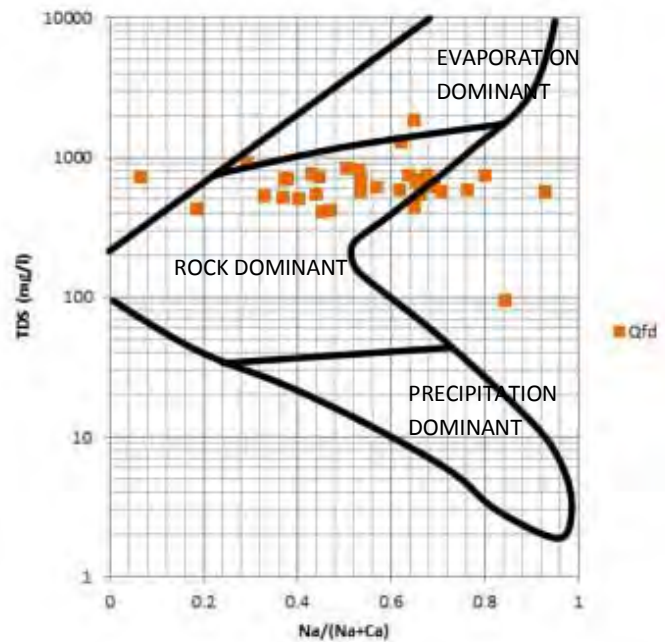
รูปที่ 4-3 Piper Diagram ของชั้นน้ำหินแกรนิต (Gr)

น้ำในชั้นหินอุ้มน้ำแกรนิต พบอยู่ในโซน K I และ M เป็นน้ำประเภท โซเดียม-คลอไรด์ (Na-Cl) แคลเซียม-แมกนีเซียม-คลอไรด์ (Ca-Mg-Cl) และ แคลเซียม-คลอไรด์ (Ca-Cl) ตามลำดับ

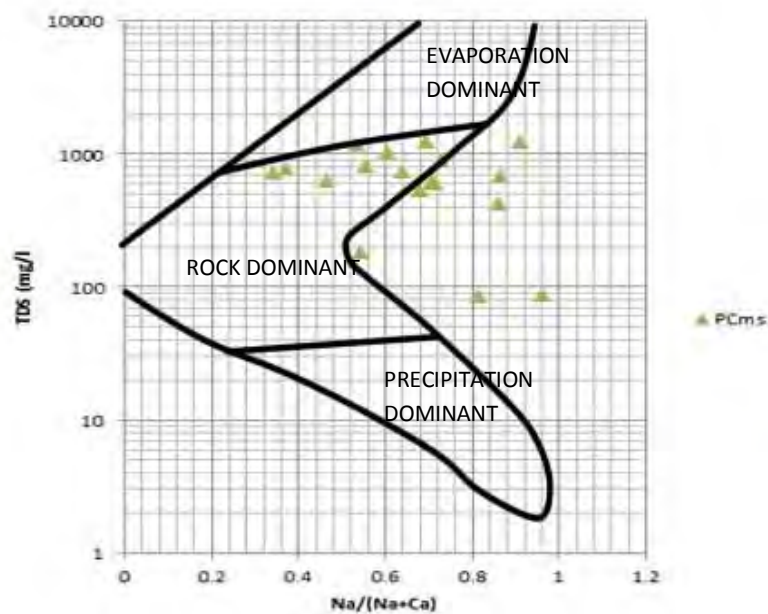
#### 4.1.2 Gibbs Diagram

Gibbs Diagram (Gibb 1970) เป็นไดอะแกรมที่ใช้บ่งบอกถึงสภาพทางกลศาสตร์ที่เป็นปัจจัยหลักในการเกิดสภาพทางเคมีของน้ำนั้นๆ โดยแบ่งเป็นสามปัจจัยหลัก คือ หยาดน้ำฟ้า (precipitation dominant) การละลายจากหิน (rock dominant) และการระเหย (evaporation dominant)

##### ชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก (Qfd)

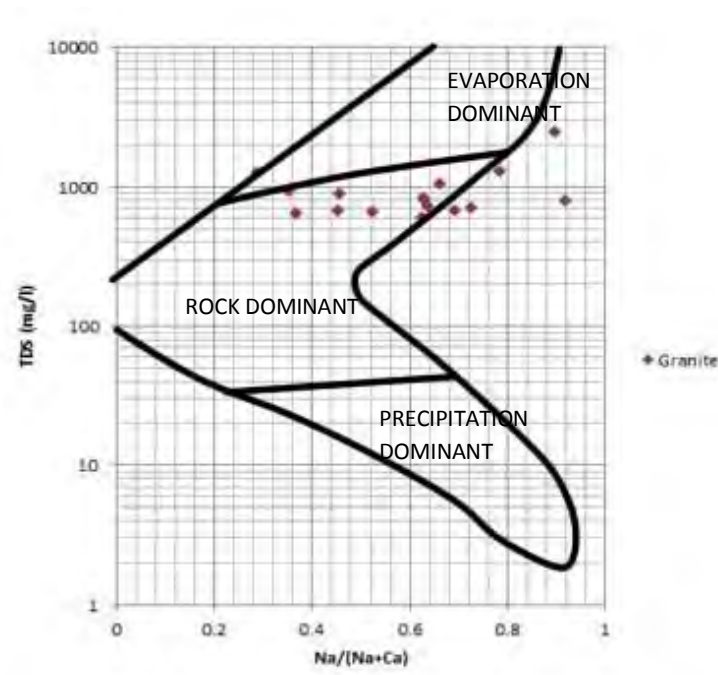


รูปที่ 4-4 Gibbs Diagram ของ Quaternary flood plain deposit aquifer ชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส (PCms)



รูปที่ 4-5 Gibbs Diagram ของ Permian-Carboniferous metasedimentary aquifer

### ชั้นน้ำแกรนิต (Gr)



รูปที่ 4-6 Gibbs Diagram ขอบ Granitic aquifer

จากผลการวิเคราะห์ด้วย Gibbs Diagram พบว่า น้ำจากชั้นน้ำทั้งสามชั้นต่างมีน้ำที่เกิดจากสภาพทางกลศาสตร์หลักคือการละลายของหิน (rock dominant) สามารถบ่งบอกได้ว่าสารเคมีภายในน้ำบาดาลที่วิเคราะห์ได้นั้นมีความสัมพันธ์กับอุทกธรณีวิทยา

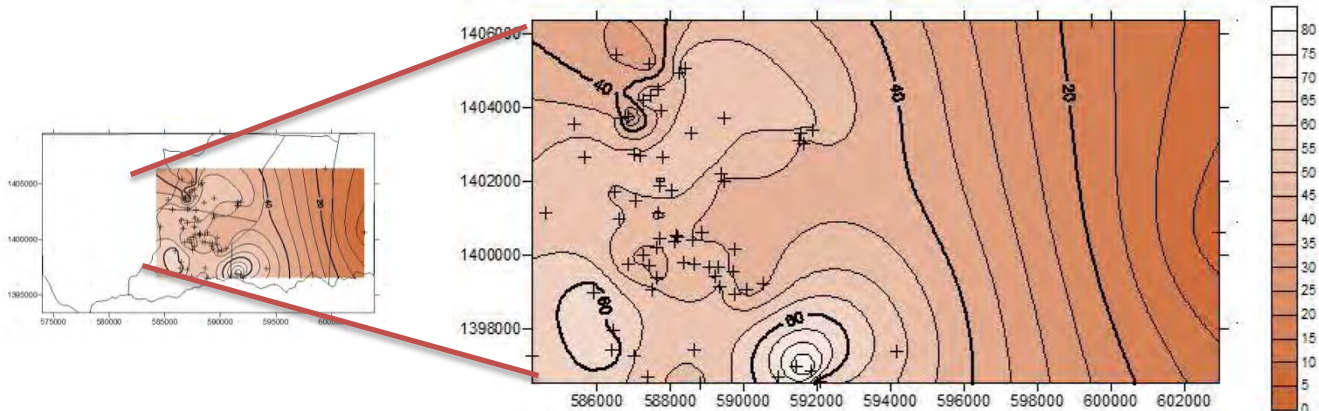
#### 4.2 ผลการวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำบาดาล (Groundwaterflow Direction)

สำหรับการวิเคราะห์ Flow direction ได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลเดือนตุลาคม ในช่วงระยะเวลา 3 ปี คือ ปีพ.ศ. 2554 อ้างอิงข้อมูลจาก วิวิวัฒน (2554) พ.ศ. 2555 อ้างอิงข้อมูลจาก ศุภลักษณ์ (2555) และปีพ.ศ. 2556 จากข้อมูลภาคสนาม โดยแบ่งแยกการวิเคราะห์ภาคสนามออกเป็นสามชั้นน้ำ ดังต่อไปนี้

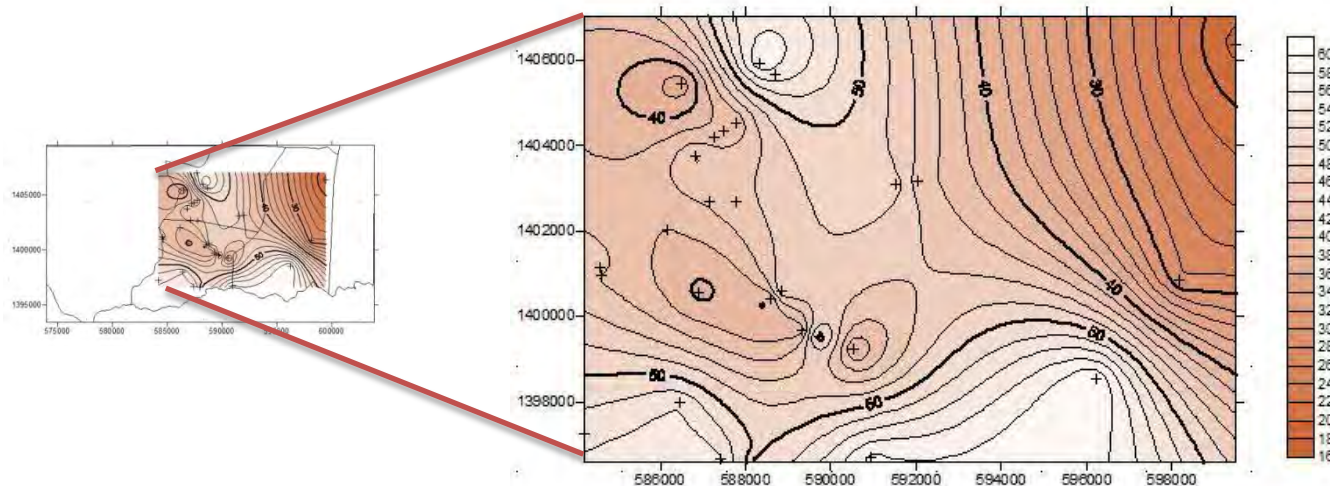


### ชั้นน้ำที่ราบลุ่มน้ำหลาก (Qfd)

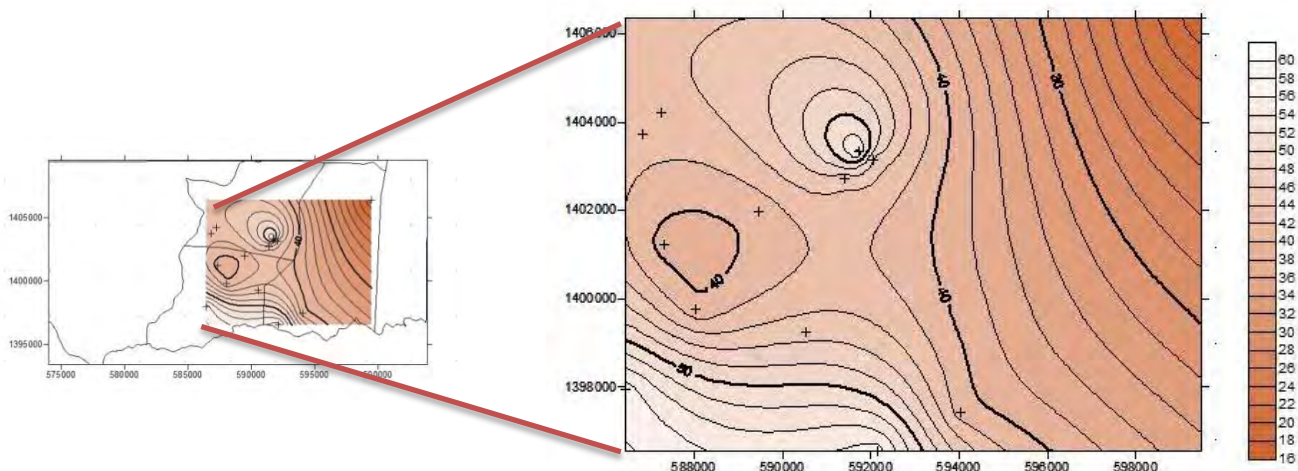
การไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำที่ราบลุ่มน้ำหลากของทั้งสามปีมีความสัมพันธ์กัน โดยมีการไหลจากทางทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 4-7 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำที่ราบลุ่มน้ำหลาก ปี พ.ศ.2554



รูปที่ 4-8 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำที่ราบลุ่มน้ำหลาก ปี พ.ศ.2555

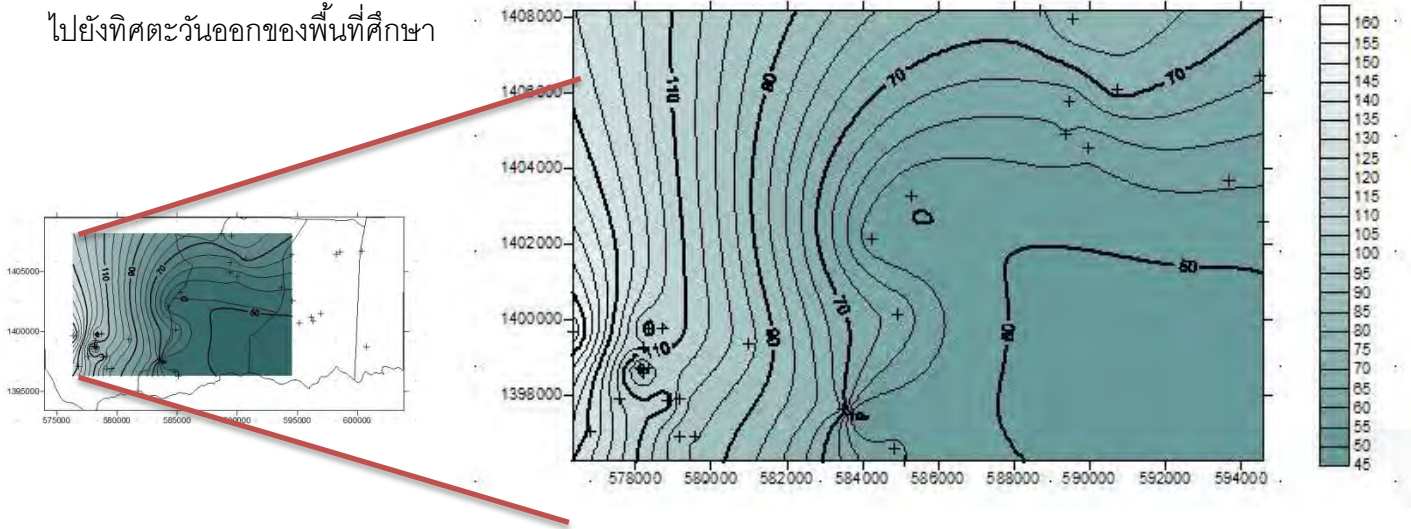


รูปที่ 4-9 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำแกรนิต ปี พ.ศ.2556

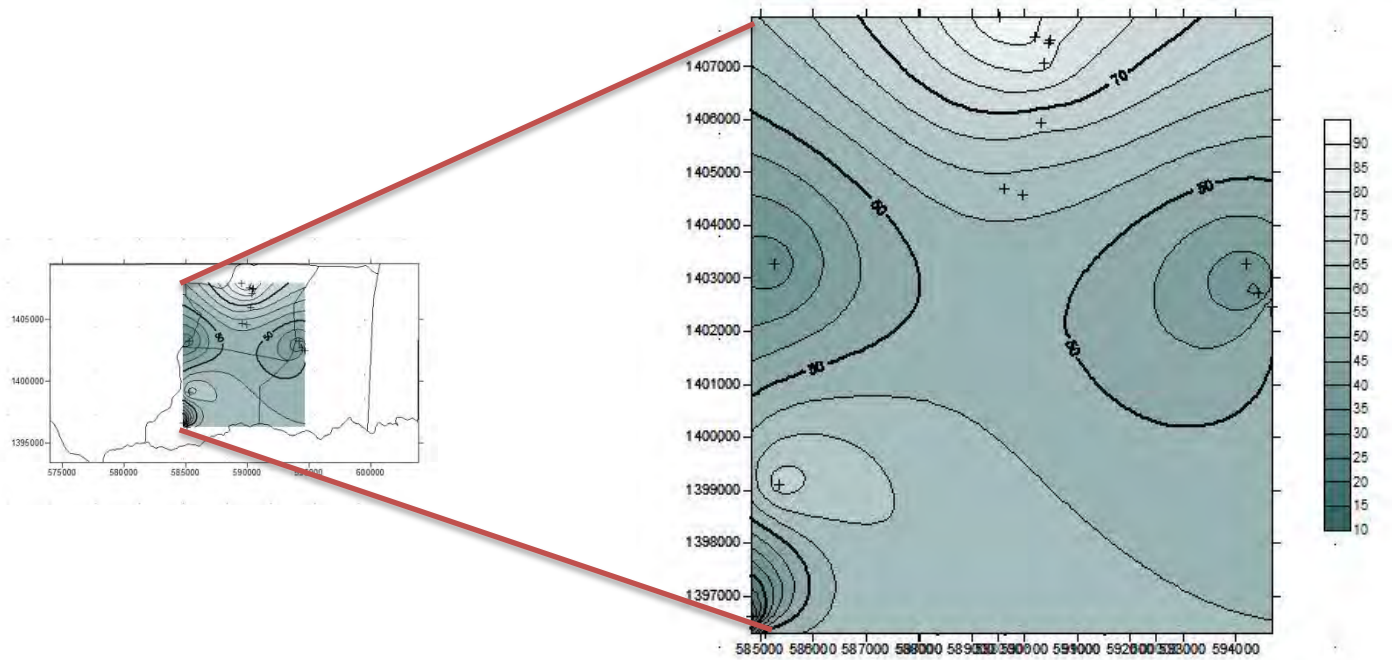
ชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส (PCMs)

ชั้นน้ำหินอุ้มน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัสทั้งสามปีมีการไหลจากทิศตะวันตก

ไปยังทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา

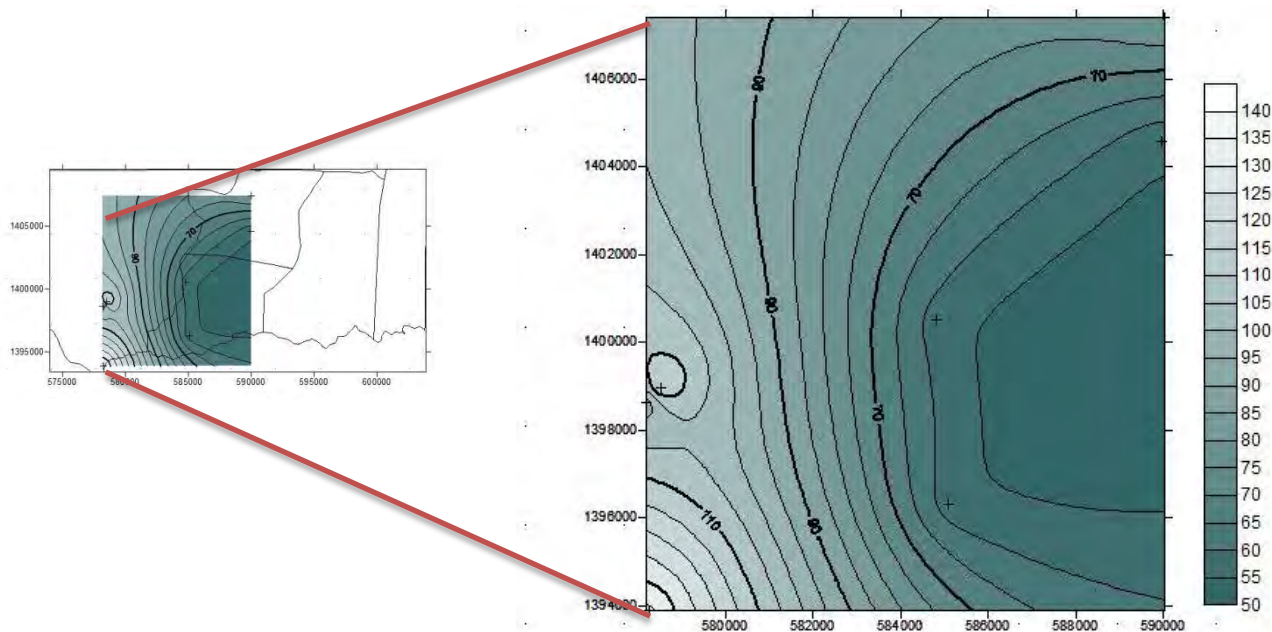


รูปที่ 4-10 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำหินชั้นกึ่งแปร ปี พ.ศ.2554



รูปที่ 4-11 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำหินชั้นกึ่งแปร ปี พ.ศ.2555

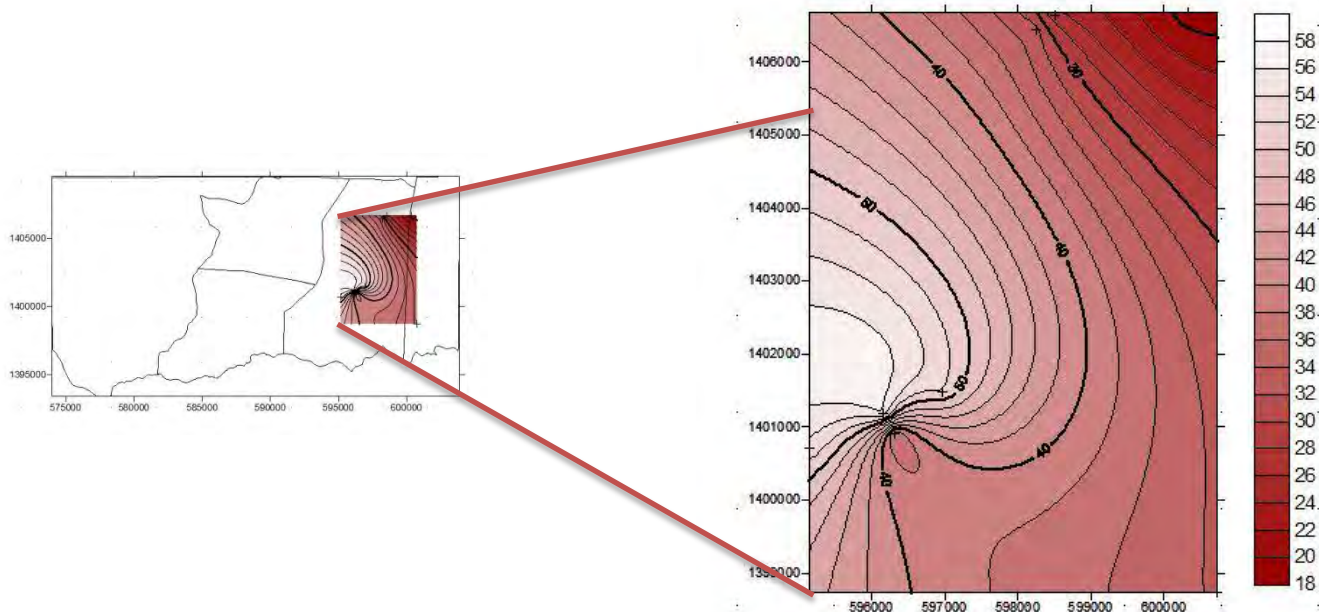




รูปที่ 4-12 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำหินชั้นกึ่งแปร ปี พ.ศ.2556

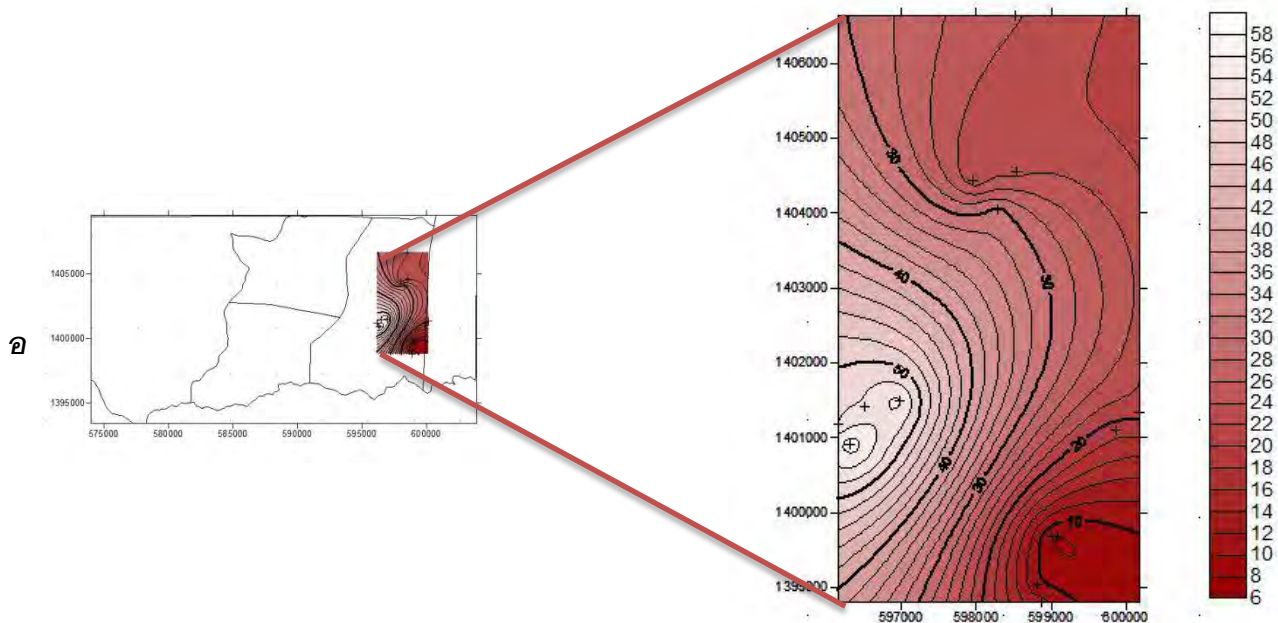
ชั้นน้ำแกรนิต (Gr)

ชั้นน้ำแกรนิตทั้งสามปีมีแนวโน้มการไหลจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา เช่นเดียวกับชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลากและชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส

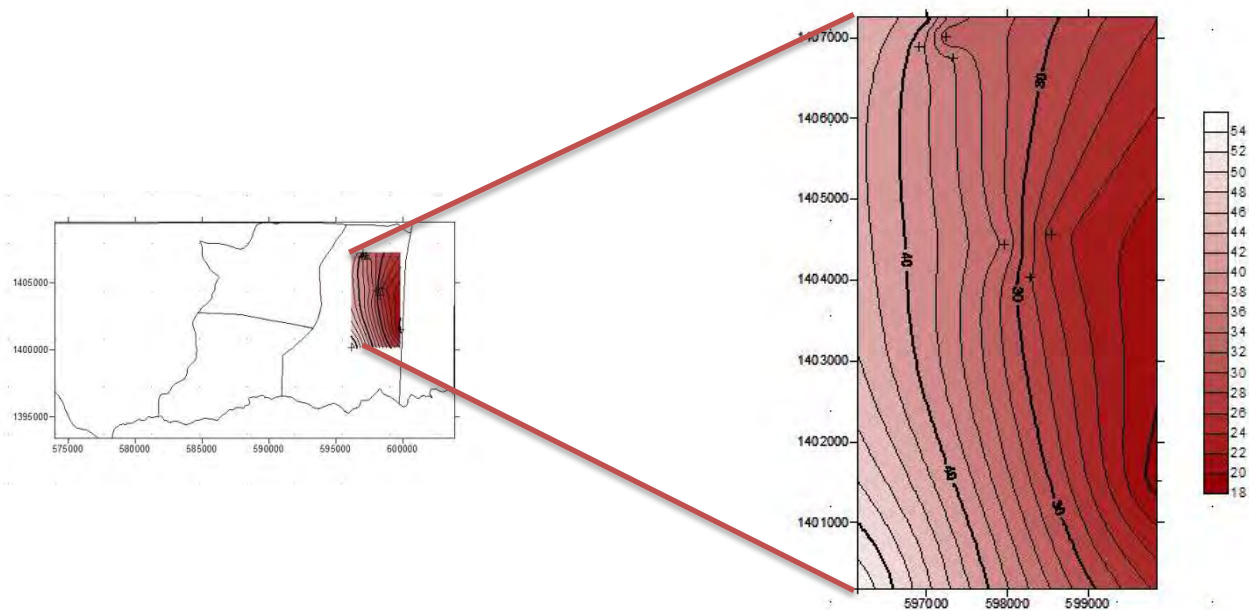


รูปที่ 4-13 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำแกรนิต ปี พ.ศ.2554





รูปที่ 4-14 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำแกรนิต ปี พ.ศ.2555



รูปที่ 4-15 ทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในชั้นน้ำแกรนิต ปี พ.ศ.2556

กล่าวโดยสรุป ระดับน้ำของทั้งสามปีมีความสอดคล้องกัน แตกต่างกันเพียงความสูงของระดับน้ำที่อาจมากขึ้นหรือลดลงตามฤดูกาลที่เปลี่ยนไป โดยในชั้นน้ำที่ราบลุ่มน้ำหลาก(Qfd)ที่เป็นชั้นน้ำหลักนั้นจะไหลมาจากพื้นที่เติมน้ำซึ่งก็คือเทือกเขาบริเวณตำบลเขากระปุก ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษา และเทือกเขาบริเวณบ้านพุทรวาย ตำบลห้วยทรายเหนือ ก่อนจะไหลไปตามทิศตะวันออกเฉียงเหนือ สู่อำเภอที่รับน้ำบริเวณตำบลสามพระยาและตำบลท่ายาง คล้ายคลึงกับชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปร (Pcms)

สำหรับชั้นน้ำแกรนิต มีพื้นที่เติมน้ำอยู่ที่บริเวณเขาน้อย ตำบลสามพระยา และไหลลงสู่พื้นที่รับน้ำบริเวณบ้านหนองข้าวฉก ตำบลสามพระยา ซึ่งมีอ่างเก็บน้ำห้วยทรายเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญ

### 4.3 ภาพตัดขวางของชั้นน้ำบาดาลและชนิดของน้ำบาดาล

จากข้อมูลการวิเคราะห์ทางเคมีของน้ำบาดาลในหัวข้อ 4.1 ได้นำมาทำการใส่ข้อมูลทางเคมีเพิ่มเติมลงตามภาพตัดขวางของ Wiewwiwan (2011) 4 แนว คือ A-A' B-B' C-C' และ D-D'

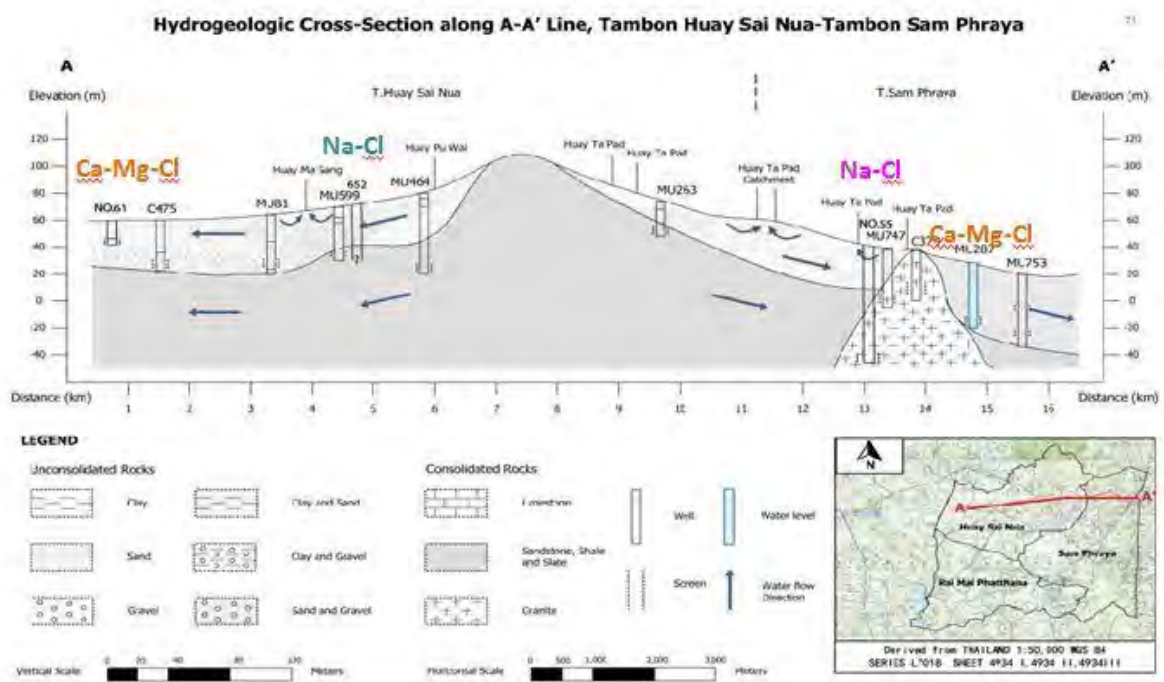


Figure 4.2 Hydrogeologic cross-section along A-A' Line, Tambon Huay Sai Nua-Tambon Sam Phraya

รูปที่ 4-16 ภาพตัดขวางแนว A-A'

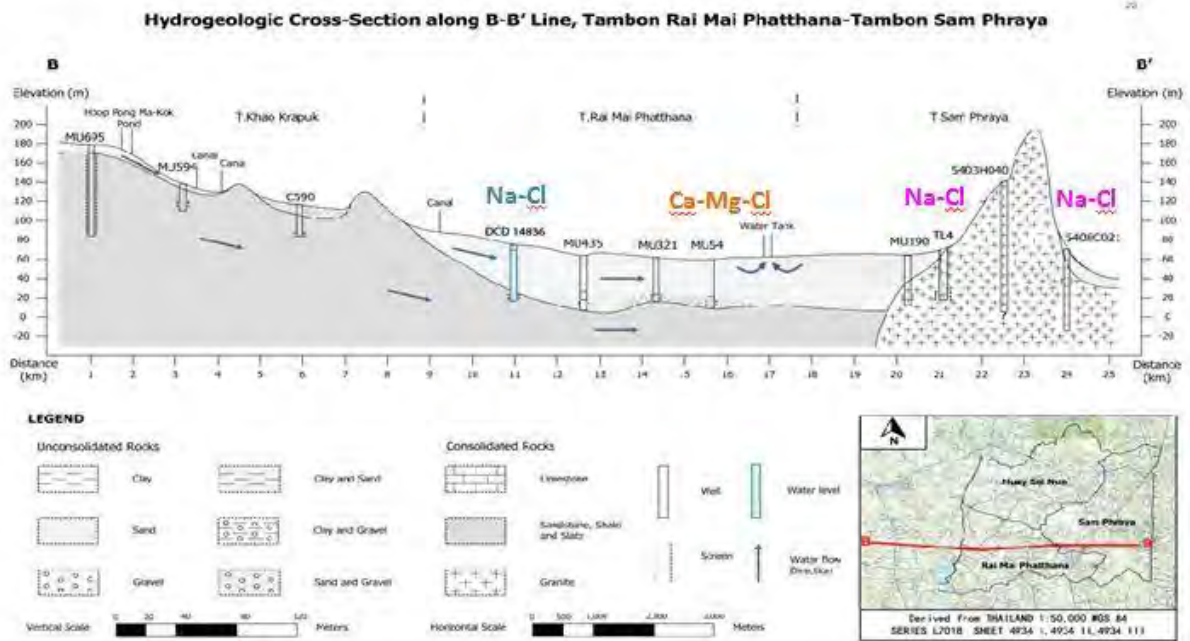


Figure 4.3 Hydrogeologic cross-section along B-B' Line, Tambon Rai Mai Phatthana-Tambon Sam Phraya

รูปที่ 4-16 ภาพตัดขวางแนว B-B'

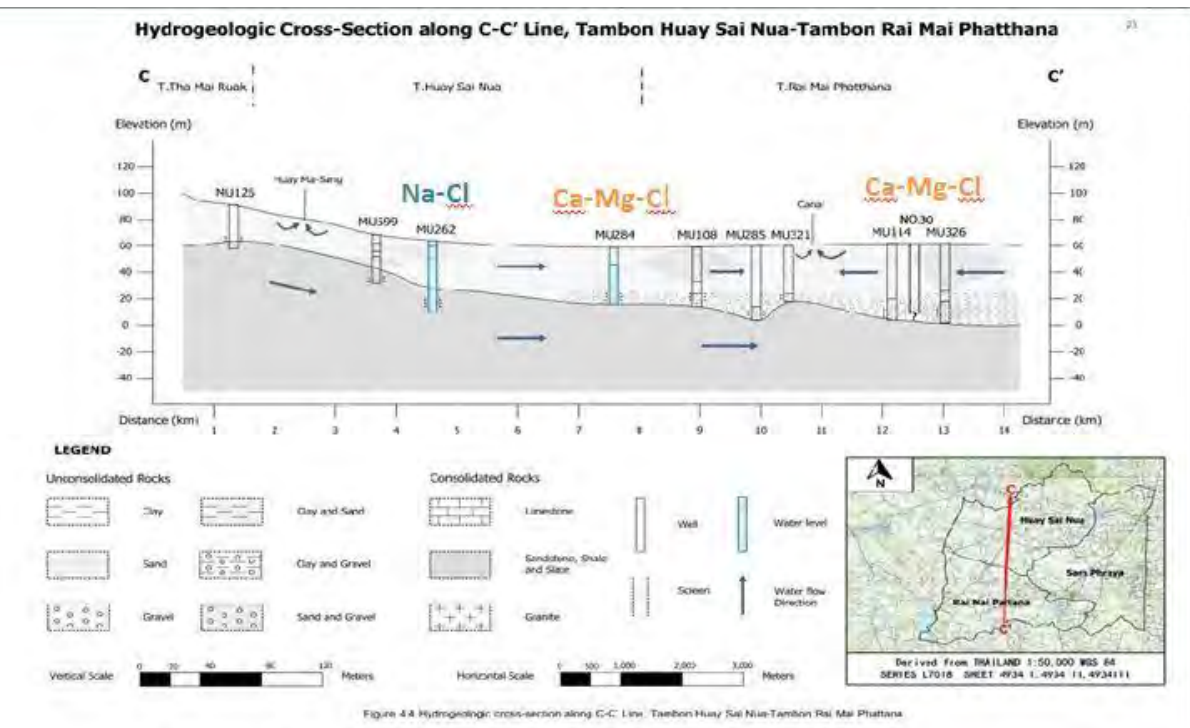


Figure 4.4 Hydrogeologic cross-section along C-C' Line, Tambon Huay Sai Nua-Tambon Rai Mai Phatthana

รูปที่ 4-16 ภาพตัดขวางแนว C-C'

### Hydrogeologic Cross-Section along D-D' Line, Tambon Rai Mai Phatthana-Tambon Huay Sai Nua-Tambon Sam Phraya

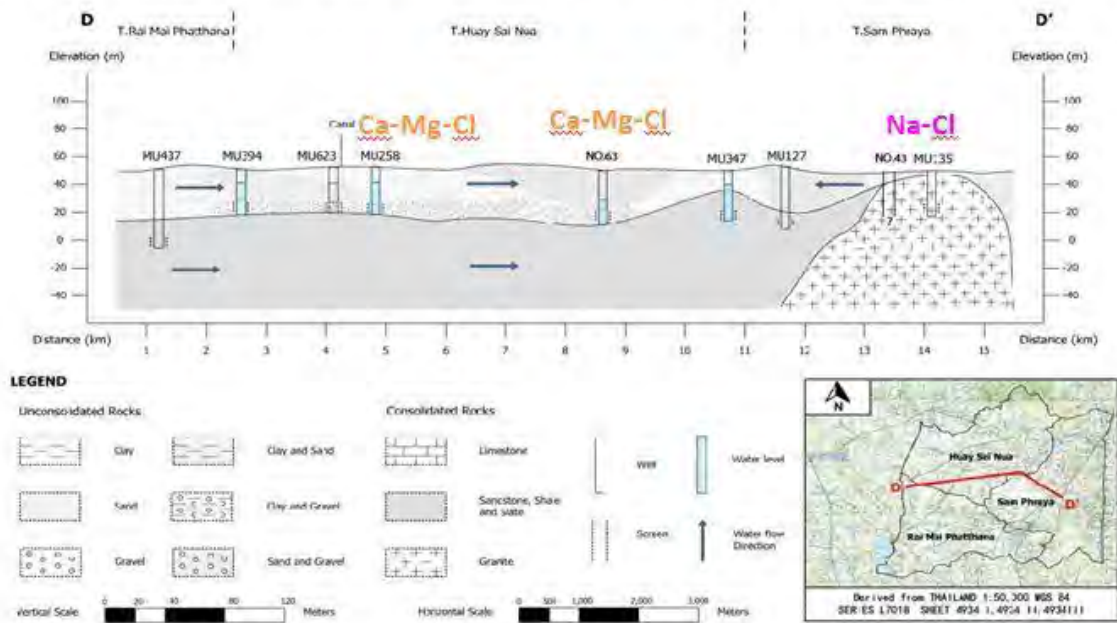


Figure 4.5 Hydrogeologic cross-section along D-D' Line, Tambon Rai Mai Phatthana-Tambon Huay Sai Nua-Tambon Sam Phraya

### รูปที่ 4-16 ภาพตัดขวางแนว D-D'

จากภาพตัดขวางทั้ง 4 แนว จะเห็นได้ว่าบ่อบาดาลซึ่งเจาะลงไปที่ชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก (Qfd) จะมีน้ำประเภท Ca-Mg-Cl ขณะที่บ่อที่ลึกไปถึงชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส(PCms) และชั้นน้ำแกรนิต(Gr) จะพบน้ำประเภท Na-Cl และมีระดับน้ำสูงกว่าบ่อของชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลากในบริเวณใกล้เคียงกัน

## บทที่ 5

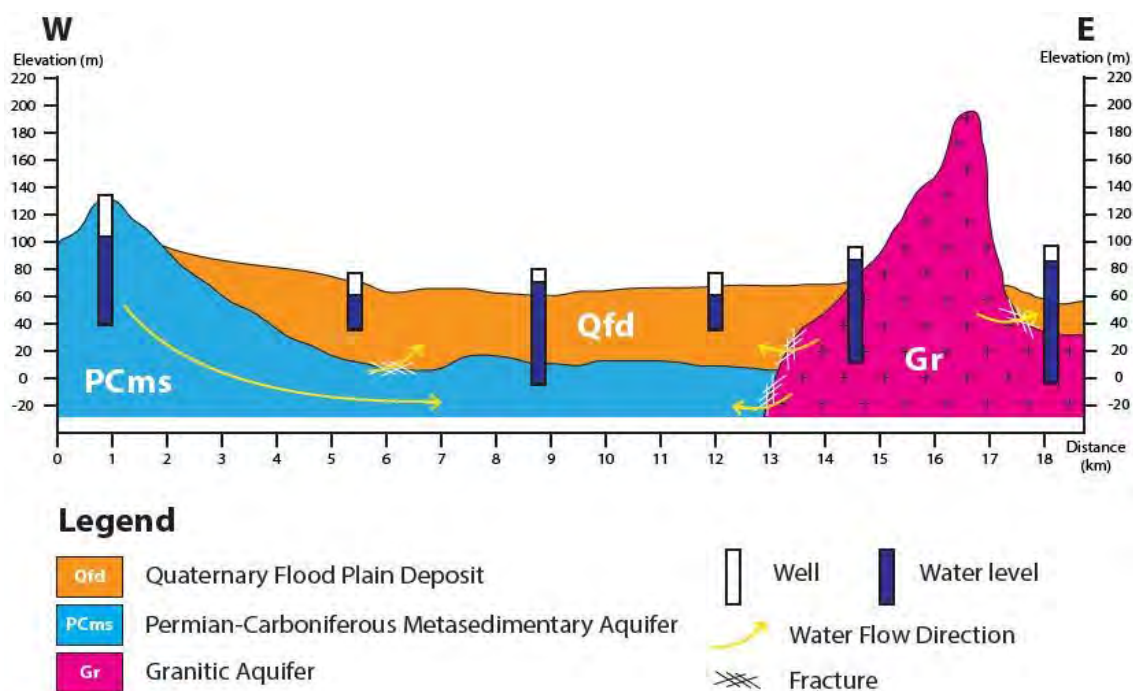
### สรุปและอภิปรายผล

#### 5.1 อภิปรายผล

จากผลการศึกษาด้านอุทกธรณีเคมี พบว่าภายในชั้นน้ำบาดาลทั้งสามชั้นภายในพื้นที่ศึกษามีความแตกต่างกันตามการแบ่งประเภทที่จัดแบ่งใน Piper Diagram คือ ภายในชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก (Qfd) ประกอบด้วยน้ำประเภท แคลเซียม-แมกนีเซียม-คลอไรด์ เป็นส่วนใหญ่ ชั้นน้ำหินชั้นกึ่งแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส (PC) ประกอบด้วยน้ำที่ค่อนข้างหลากหลาย คือประเภท โซเดียม-คลอไรด์ แคลเซียม-แมกนีเซียม-คลอไรด์ และ แคลเซียม-คลอไรด์ ตามลำดับ ขณะที่ชั้นน้ำแกรนิตประกอบด้วยน้ำประเภท โซเดียม-คลอไรด์ เป็นส่วนใหญ่ และจากผลการประเมินด้วย Gibbs Diagram ผลปรากฏว่าชั้นน้ำทั้งสามชั้นมีสภาพทางเคมีที่เด่นคือการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำและหิน จึงสามารถบอกได้ว่าไอออนต่างๆ ในน้ำที่วิเคราะห์ได้นั้นสามารถบ่งบอกสภาพทางอุทกธรณีวิทยาบางอย่างได้ จึงตั้งข้อสันนิษฐานว่า การที่ชั้นน้ำแกรนิตและชั้นน้ำหินชั้นกึ่งแปรนั้น ที่มีโซเดียมสูงเนื่องมาจากเกิดจากการละลายของ Silicate weathering ของแร่เฟลด์สปาร์ต่างๆ (Stallard and Edmond, 1983) ในขณะที่ชั้นน้ำตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึงมี แคลเซียม แมกนีเซียมสูง น่าจะมาจากการละลายของหินปูนในบริเวณทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษาซึ่งสามารถบ่งบอกจากสภาพภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสูงได้ว่าเป็นพื้นที่เพิ่มเติมน้ำ (ทวิศักดิ์ 2546) ส่วนปริมาณแร่คลอไรด์ที่สูงนั้นเกิดจากการที่น้ำมีอายุ (retention time) ยาวนาน (Appelo and Postma 2005)

และจากข้อมูลการสำรวจระดับน้ำในภาคสนามพบว่าในบริเวณที่ใกล้เคียงกันระดับน้ำของชั้นน้ำแกรนิตจะสูงกว่าชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก ในขณะที่ชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัสมีค่าระดับน้ำที่สูงกว่าระดับน้ำในชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลากเช่นกัน ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่าโซเดียมไอออนที่อยู่ภายในชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลากนั้นมาจากการไหลเติมของน้ำในชั้นน้ำแกรนิต และชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส ในขณะที่บางส่วนของชั้นน้ำแกรนิตและชั้นน้ำเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส นั้น ก็มีแคลเซียมและแมกนีเซียมสูงเช่นกัน ซึ่งคาดว่ามาจากการที่บ่อบาดาลนั้นมีการเปิดต่อสกรีนหลายชั้น ทำให้น้ำจากชั้นน้ำทั้งสองเข้ามาปนเปื้อนกันได้ เกิดเป็นความคลาดเคลื่อนที่ควรระวัง





รูปที่ 5-1 schematic model ของพื้นที่ศึกษา

## 5.2 สรุปผลการศึกษา

การศึกษาคั้งนี้อยู่ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายในพระราชดำริ ตั้งอยู่บริเวณตำบลสามพระยา ตำบลห้วยทรายเหนือ และตำบลไร่ใหม่พัฒนา อำเภอชะอำรวมถึงส่วนหนึ่งของตำบลเขากระปุก อำเภอกำแพง จังหวัดเพชรบุรี และมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงเชิงเขาและที่ราบลุ่ม ครอบคลุมพื้นที่กว่า 350 ตารางกิโลเมตร และมีสภาพอากาศที่แห้งแล้งเพราะอยู่ในเขตเงาฝน อีกทั้งยังมีการทำไร่เลื่อนลอย ทำการเกษตรที่ผิดวิธี ทำให้ประสบปัญหาน้ำขาดแคลนเป็นอย่างมาก ประชาชนในพื้นที่จึงจำเป็นต้องใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุปโภค บริโภค และการเกษตร ดังนั้นการศึกษา คุณทฤษฎีเคมีของน้ำบาดาล จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากและควรสนใจศึกษา

ในการศึกษาคั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเพื่อนำมาวิเคราะห์ 68 ตัวอย่าง และวัดระดับน้ำบาดาล 29 บ่อ โดยผลการวิเคราะห์ทางอุทกธรณีเคมีจากการแบ่งประเภทของน้ำตาม Piper Diagram พบว่า ภายในชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก (Qfd) ประกอบด้วยน้ำประเภท แคลเซียม-แมกนีเซียม-คลอไรด์ เป็นส่วนใหญ่ ชั้นน้ำหินชั้นกึ่งแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส(PCMs) ประกอบด้วยน้ำที่ค่อนข้างหลากหลาย ได้แก่ชนิด โซเดียม-คลอไรด์ แคลเซียม-แมกนีเซียม-คลอไรด์ และชนิด แคลเซียม-คลอไรด์ ตามลำดับ ขณะที่ชั้นน้ำแกรนิตประกอบด้วยน้ำชนิด โซเดียม-คลอไรด์ เป็นส่วนใหญ่ และจากการวิเคราะห์สภาพเคมีของน้ำด้วย Gibbs Diagram พบว่าไอออนต่างๆ ภายในน้ำมีผลมาจากการทำปฏิกิริยากับชั้นหินเป็นหลัก โดยโซเดียมที่สูงเนื่องจากเกิดจากการละลายของ Silicate weathering ของแร่เฟลด์สปาร์ต่างๆ

ในขณะที่น้ำที่มีแคลเซียม แมกนีเซียมสูง น่าจะมาจากการละลายของหินปูนในบริเวณทิศตะวันตกของพื้นที่ศึกษาซึ่งสามารถบ่งบอกจากสภาพภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสูงได้ว่าเป็นพื้นที่รับน้ำ ส่วนปริมาณแร่คลอไรด์ที่สูงนั้นเกิดจากการที่น้ำมีอายุยาวนาน

สำหรับผลการวัดระดับน้ำและประเมิน flow direction ด้วยโปรแกรม Surfer ของระดับน้ำในปี 2554 2555 และ 2556 พบว่ามีความสอดคล้องกัน โดยในชั้นน้ำที่ราบลุ่มน้ำหลาก (Qfd) ที่เป็นชั้นน้ำหลักนั้นจะไหลมาจากพื้นที่เติมน้ำซึ่งก็คือเทือกเขาบริเวณตำบลเขากระปุก ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ไหลไปตามทิศตะวันออกเฉียงเหนือ สู่อำเภอที่รับน้ำบริเวณตำบลสามพระยาและตำบลท่ายางคล้ายคลึงกับชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปร (Pcms) ส่วนชั้นน้ำแกรนิต มีพื้นที่เติมน้ำอยู่ที่บริเวณเขาน้อย ตำบลสามพระยาและไหลลงสู่พื้นที่รับน้ำบริเวณบ้านหนองข้าวฉาก ตำบลสามพระยา ซึ่งมีอ่างเก็บน้ำห้วยทรายเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญแต่เนื่องจากน้ำภายในชั้นน้ำแกรนิตนั้นถูกกักเก็บไว้ระหว่างรอยแตกของชั้นหินและมีข้อมูลบ่อค่อนข้างน้อยและไม่กระจายตัว ดังนั้นจึงอาจเกิดความคลาดเคลื่อนจากผลการสำรวจได้

อย่างไรก็ตามจากระดับน้ำและผลวิเคราะห์ทางอุทกธรณีวิทยาพบว่าในบริเวณที่ใกล้เคียงกันระดับน้ำของชั้นน้ำแกรนิตจะสูงกว่าชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลาก ในขณะที่ชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัสก็มากกว่าชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลากเช่นกัน จึงมีความเป็นไปได้ว่าชั้นน้ำตะกอนที่ราบลุ่มน้ำหลากจะได้รับอิทธิพลมาจากชั้นน้ำหินชั้นกึ่งหินแปรและชั้นน้ำแกรนิตที่มีความดันสูงกว่าได้ขณะเดียวกันการเปิดสกรีนของท่อกรองหลายชั้นน้ำเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำบาดาลเกิดการรั่วและผสมกันได้เช่นกัน

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

- การศึกษาในครั้งนี้ควรทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ของน้ำเพิ่มเติม เช่น การวิเคราะห์  $H_4SiO_4$  เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับรายละเอียดในด้าน Silicate weathering ได้มากขึ้น การวิเคราะห์หาไอออนของเหล็กซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งของมาตรฐานน้ำอุปโภคบริโภค
- ในการศึกษาครั้งหน้าหากมีเวลามากพอ ควรเก็บตัวอย่างของชั้นหินอุ้มน้ำ มาทำการวิเคราะห์ทางเคมีเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนข้อสันนิษฐานได้มากขึ้นกว่าเดิม

## เอกสารอ้างอิง

1. กรมทรัพยากรธรณี. 2551. การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัด เพชรบุรี. กรุงเทพฯ
2. ชานูวัทย์ ชัยจันทร์. 2552. การประเมินความต้องการน้ำ บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริและบริเวณใกล้เคียง อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี, โครงการปริญญาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ศุภลักษณ์ มุ่งดี. 2552. การประเมินศักยภาพในการเติมน้ำในชั้นน้ำบาดาลโดยใช้เทคนิคระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บริเวณศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริและบริเวณใกล้เคียง อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี, โครงการปริญญาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์. 2546. น้ำบาดาล. ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
5. Rojnborwornwittaya, W.,2011, Hydrogeologic characteristic of aquifer in Huai Sai royal development study center and adjacent areas, Amohoe Cha-am Changwat Phetchaburi, Senior Project, Chulalongkorn University, Thailand.
6. Yuce, G., 2006, A Geochemical study of the groundwater in the Misli basin and environmental implications, Environmental Geology (2007) 51:857–868.
7. Al-Harbi,O., Hussain,G., and Khan, M.M.,2008, Hydrogeochemical Processes and Isotopic Characteristics of Inland Subkha, Saudi Arabia, Asian Journal of Earth Science 1(1) : 16-30
8. Fangundo Castillo, J.R., Gonza´lez Hern´andez, P., Sua´rez Mun˜ oz, M., Hern´andez D´ıaz,R., and Melia´n Rodr´ıguez,C., 2013, Hydrogeochemical Processes Effect Over the Water Quality in the Coastal Limestone Aquifer of Gu´ıra-Quivica´n, Havana Southern Plane, Cuba. Management of Water Resources in Protected Areas, Environmental Earth Sciences : 57-65
9. Sonkamble, S., Sahya, A., Mondal, N.C., and Harikumar, P., 2011, Appraisal and evolution of hydrochemical processes from proximity basalt and granite areas of Deccan Volcanic Province (DVP) in India, Journal of Hydrology 438-439 : 181-193
10. Appelo, C.A.J., and Postma, D., 1993, Geochemistry, groundwater and pollution, 2nd Edition, A.A. Balkema Publishers, Leiden, The Netherlands: 1-649
11. Stallard, R.F., Edmond, J.M., 1983. Geochemistry of Amazon, the influence of geology and weathering environment on the dissolved load. Journal of Geophysical Research 88: 9671–9688.



12. Gibbs, R., 1970, Mechanisms Controlling World Water Chemistry, Science, New Series 170 : 1088-1090