

โครงการวิศวกรรมชลประทาน

( 02204799 )

ที่ 7/2557

เรื่อง

การศึกษาผลกระทบของปริมาณน้ำฝนต่อระดับน้ำใต้และคุณภาพของน้ำใต้ดิน  
: กรณีศึกษาแปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

A study on an effect of rainfall amount to water table and water quality  
: A case study in Irrigation Engineering Department's field plot

โดย

นายสิทธิชา ยอดเจริญ

นายสหรัฐ สุวัตดี

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา – ชลประทาน)

พุทธศักราช 2558

ใบรับรองโครงการวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เรื่อง การศึกษาผลกระทบของปริมาณน้ำฝนต่อระดับน้ำใต้ดิน และคุณภาพน้ำใต้ดิน

: กรณีศึกษาแปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

A study on an effect of rainfall amount to water table and water quality.

: Case study in Irrigation Engineering Department's field plot.

นามผู้ทำโครงการ : นายสิทธิชา ยอดเจริญ

นายสหรัฐ สวัสดิ์

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

.....

(ผศ.ดร.สมชาย ดอนเจดีย์)

...../...../.....

กรรมการ

.....

(ผศ.นิมิตร เจริญนันทพัฒนา)

...../...../.....

หัวหน้าภาควิชา

.....

(ผศ.นิมิตร เจริญนันทพัฒนา)

...../...../.....

## บทคัดย่อ

**เรื่อง** การศึกษาผลกระทบของปริมาณน้ำฝนต่อระดับน้ำใต้ดินและคุณภาพของน้ำใต้ดิน  
: กรณีศึกษาแปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

**โดย** นายสิทธิลา ยอดเจริญ  
นายสหัสรัฐ สวัสดิ์

**อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ:**

.....

(ผศ.ดร.สมชาย ดอนเจดีย์)

...../...../.....

โครงการชิ้นนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาผลกระทบของปริมาณฝนที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำใต้ดิน ซึ่งประกอบไปด้วยค่าความเค็มของน้ำใต้ดิน ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดิน รวมไปถึงวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อการเพิ่มหรือลดของระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่แปลงวิจัยของภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน ด้วยเครื่องมือ WTW multi 3430 โดยทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดเป็นรายสัปดาห์ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2557 ถึงเดือนมกราคม 2558 พร้อมจัดทำแผนที่คุณภาพน้ำใต้ดิน จากการศึกษาพบว่า ในช่วงหน้าแล้งค่าความเค็มของน้ำใต้ดินมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ค่าออกซิเจนละลายน้ำมีแนวโน้มลดลง ค่าความเป็นกรด-เบสมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย และระดับน้ำใต้ดินมีความลึกมากขึ้นด้วย ส่วนในช่วงหน้าฝนแนวโน้มจะมีทิศทางตรงกันข้าม ค่าความเค็มของน้ำใต้ดินและค่าออกซิเจนละลายน้ำจะมีแนวโน้มลดลง ค่าความเป็นกรด-เบสมีแนวโน้มไม่แตกต่างกันเท่าไรนัก และระดับน้ำใต้ดินมีความลึกน้อยลง ทั้งนี้ระดับน้ำใต้ดินจะแปรผันด้วยสองปัจจัย ปัจจัยหลักคือปริมาณฝนเฉลี่ยรายวันในพื้นที่ ส่วนปัจจัยรองคือการเพิ่มปริมาณน้ำในพื้นที่จากแหล่งน้ำขนาดใหญ่ข้างเคียง ซึ่งข้อมูลของการศึกษาทั้งหมดจะเป็นแนวทางเพื่อประโยชน์การวางแผนเพาะปลูกของเกษตรกรในลำดับต่อไป

## Abstract

**Title:** A study on an effect of rainfall amount to water table, salinity and dissolve oxygen. Case study in irrigation department's field plot

**By:** Mr.Sitha Yodjarane  
Mr.Saharat Sawasdee

**Project Advisor:** .....

(Asst. Prof.Dr.Somchai Donchedi)

...../...../.....

This project is made for study on an effect of rainfall amount to groundwater quality on a study area. Water table quality including salinity, dissolve oxygen, pH , total dissolved substance value and analyses variability about increase or decrease of water table. This study has buried piezometers around a study area in grid position and measurement the groundwater quality by WTW multi 3430. This study has measurement depth of water table and collection data on weekly. All groundwater data was analyzed for a year (BC.2014-2015) and made water table quality map each parameter and analyze in statistics. The analysis found salinity in water table has decrease in rainy reason because rain leaches salt in soil to the water table, dissolve oxygen is low in dry season. The pH is increase in dry season and water table is higher from two factor. First from rainfall amount that we collect from meteorological station. Second from recharging of the nearing large pond. This project is guidelines for planning on farm of farmer in a future.

## คำนิยม

โครงการวิศวกรรมชลประทานฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอพระคุณผู้ที่ให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สมชาย ดอนเจดีย์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ และอาจารย์ทุกๆท่าน รวมไปถึงบุคลากรของภาควิชาวิศวกรรมชลประทานทุกท่านที่ให้ความรู้และชี้แนะแนวทางในการดำเนินงานมาโดยตลอด

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการจัดซื้อเครื่องวัดคุณภาพน้ำ WTW multi 3430 และให้ยืมไปใช้ในการเก็บข้อมูล รวมไปถึงการอำนวยความสะดวกในการจัดทำอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นในระหว่างการศึกษาวิจัย

คณะผู้จัดทำ

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	๑
Abstract	๒
คำนิยม	๓
สารบัญ	๔
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	3
2.1 การแพร่กระจายของดินเค็ม	3
2.2 การวัดความเค็มของดิน	5
2.3 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ หรือดีไอ	6
2.4 พีเอช(PH)	6
2.5 การจำแนกพืชทนเค็ม	7
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	9
3.1 วัสดุอุปกรณ์	9
3.2 การเตรียมแปลงทดลอง	13
3.3 การเก็บข้อมูล	18
3.4 การวิเคราะห์ผลข้อมูล	23
บทที่ 4 ผลการศึกษา	24
4.1 ตำแหน่งที่ตั้งของการตรวจวัด	25
4.2 ระดับน้ำใต้ดิน	35
4.3 การตรวจวัดคุณภาพน้ำใต้ดิน	35
4.3.1 ค่าพีเอช	35
4.3.2 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ	43
4.3.3 ปริมาณสารแขวนลอย	47
4.3.4 ค่าความเค็มของน้ำใต้ดิน	56
4.4 การศึกษาผลกระทบของแหล่งน้ำขนาดใหญ่ใกล้เคียง ที่มีผลต่อการแปรผันของน้ำใต้ดิน	66

## สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผล	68
เอกสารอ้างอิง	70

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากปัญหาดินเค็มส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช หากในพื้นที่เพาะปลูกมีปริมาณความเค็มในดินมากเกินไปย่อมทำให้ปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำใต้ดินมีความเข้มข้นมากตามไปด้วย เมื่อพืชดูดซับเอาน้ำในเขตรากไปใช้ประโยชน์อาจทำให้เกิดอันตรายต่อพืช พืชอาจไม่สามารถดูดซับน้ำไปใช้ประโยชน์ได้เต็มที่ เนื่องจากกระบวนการเมทาบอลิซึมถูกรบกวนโดยเกลือบางชนิด เช่น โซเดียมคลอไรด์ ทำให้เกิดอาการขาดน้ำและชะงักการเจริญเติบโต หากปล่อยไว้นานจะทำให้พืชตายในที่สุด นอกจากนี้ผลกระทบทางอ้อมจะทำให้โครงสร้างของดินไม่ดี การซึมของน้ำลงดินช้าลงและมีการถ่ายเทของอากาศไม่ดี รวมไปถึงการสร้างอ่างเก็บน้ำบนดินเค็มหรือมีน้ำใต้ดินเค็ม อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้อ่างเก็บน้ำนั้นและพื้นที่รอบๆอ่างกลายเป็นน้ำเค็มและดินเค็ม เนื่องจากการยกระดับของน้ำใต้ดินที่เพิ่มขึ้นมาใกล้เคียงกับระดับน้ำในอ่างหรือใกล้ผิวดิน

ความเค็มของดินและปริมาณเกลือละลายน้ำใต้ดินมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลไม่คงที่ คาดว่าน่าจะเกิดจากปัจจัยหลายๆอย่าง โดยในการศึกษาจะมุ่งเน้นไปที่การศึกษาปริมาณฝนในรอบปี ว่าส่งผลให้ค่าความเค็มของน้ำใต้ดินมีแนวโน้มไปในทิศทางใด โดยสมมติฐานของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้คาดว่าปริมาณฝนที่ไหลลงสู่ใต้ดินจะส่งผลให้ความเข้มข้นของเกลือในน้ำใต้ดินลดลงด้วย นอกจากนี้คุณภาพของน้ำเพื่อการเกษตรมิได้วัดจากค่าความเค็มของน้ำใต้ดินเพียงอย่างเดียว แต่ยังต้องพิจารณาดัชนีวัดคุณภาพอื่นด้วย อาทิเช่น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรด - เบส รวมไปถึงผลกระทบที่เกิดจากการผันแปรของระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพของน้ำใต้ดินได้อีกด้วย

ด้วยเหตุนี้ โครงการนี้จึงต้องการศึกษาหาค่าความลึก ค่าความเค็ม ค่าออกซิเจนละลายน้ำ และค่าความเป็นกรด - เบสของน้ำใต้ดิน รวมถึงศึกษาผลกระทบของปริมาณฝนที่มีต่อค่าความลึก ค่าความเค็ม ค่าออกซิเจนละลายน้ำ และค่าความเป็นกรด - เบสของน้ำใต้ดิน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการดินให้เหมาะสมกับการผลิตพืชต่อไป



## 1.2. วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อหาค่าความผันแปรของความลึกค่าความเค็ม(Salinity) ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DissolveOxygen : DO) และค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำใต้ดินในพื้นที่กรณีศึกษา

1.2.2 เพื่อศึกษาผลกระทบของปริมาณฝนที่มีต่อความลึก ค่าความเค็ม ค่าออกซิเจนละลายน้ำ และค่าความเป็นกรดเบสของน้ำใต้ดิน

1.2.3 เพื่อจัดทำแผนที่ระดับน้ำใต้ดิน ความเค็ม ออกซิเจนละลายน้ำ และค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำใต้ดินในพื้นที่กรณีศึกษา

## 1.3 ขอบเขตการศึกษา

ทำการสำรวจพื้นที่ ติดตั้งบ่อตรวจวัด และทำการวัดความลึกของน้ำใต้ดิน และคุณภาพของน้ำใต้ดิน ได้แก่ ค่าความเค็ม ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรด - เบส รวมไปถึงปริมาณสารแขวนลอยในพื้นที่แปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน เป็นระยะเวลา 1 ปี เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2557 ไปจนถึงเดือนมกราคม 2558

## บทที่ 2

### บททวนวรรณกรรม

ดินเค็มเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระบบอุทกวิทยา เช่นการเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ป่าซึ่งมีต้นไม้ระบบรากลึกและใช้น้ำมากตลอดทั้งปีมาเป็นการปลูกพืชอายุสั้นมีระบบรากตื้นใช้น้ำน้อยทำให้มีน้ำบางส่วนเหลือจากการใช้น้ำของพืช(evapotranspiration) และมากกว่าความสามารถของดินที่ดูดซับไว้(filed capacity)เคลื่อนที่ลงไปในชั้นดิน(percolation)ไปเติมระดับน้ำใต้ดินที่เค็มทำให้เกิดการยกตัวของระดับน้ำใต้ดินขึ้นมาในระดับที่ก่อให้เกิดปัญหาดินเค็ม (สมศรี,2531)

แหล่งหรือบริเวณรับน้ำ(recharge area) ส่วนมากจะอยู่บนที่สูงหรือตามบริเวณเนินดินอาจจะอยู่ใกล้กับแหล่งที่เกิดปัญหาดินเค็ม(discharge area) เมื่อเกิดการเติมน้ำลงไปในน้ำใต้ดินแล้วอาจก่อให้เกิดปัญหาดินเค็มได้อีกทางหนึ่ง หรือแหล่งน้ำอาจจะเกิดในบริเวณดินเค็มโดยตรงจากน้ำใต้ดินที่อยู่ในสภาพความดันสูง(artesian groundwater) ซึ่งอยู่ในชั้นต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดินของบริเวณนั้น ไหลขึ้นมาตามแนวแตกของชั้นหินหรือชั้นดินแล้วมาเพิ่มระดับน้ำใต้ดินบริเวณนั้นๆ น้ำส่วนเกินนี้(recharge) อาจจะเคลื่อนที่ลงไปตามแนวตั้งลงไปในแหล่งน้ำใต้ดินเมื่อเจอชั้นดินที่มีความหนาแน่นสูง(impermeable layer) ทำให้ไม่สามารถผ่านต่อไปได้ก็จะเคลื่อนที่ไปด้านข้างแล้วไหลลงในที่ต่ำกว่า(seep) ทำให้เกิดปัญหาในที่ราบทางด้านล่าง นอกจากนี้ น้ำอาจจะมาจากคลองชลประทานที่มากเกินไป การใช้ของพืช(consumptive use) ทำให้น้ำส่วนนี้ไปเติมระดับน้ำใต้ดินได้(สมศรี,2531)

#### 2.1 การแพร่กระจายของดินเค็ม

เกลือชนิดต่างๆเป็นสารเคมีที่ละลายน้ำได้ดี ดังนั้นจึงเป็นตัวการหรือพาหนะในการนำเกลือไปด้วยและจะสะสมอยู่ในพื้นที่ต่างๆที่น้ำไหลผ่าน สาเหตุของการเกิดการแพร่กระจายดินเค็มเค็มพอสรุปได้ดังนี้(สมศรี,2531)

##### 2.1.1 สาเหตุจากธรรมชาติ

1) หินหรือแร่สลายตัวหรือผุพัง และเปลี่ยนคุณสมบัติไปโดยขบวนการทางเคมี และทางกายภาพก็จะทำให้มีเกลือต่างๆเกิดขึ้นมา เกลือเหล่านี้อาจสะสมอยู่กับที่หรือสลายตัวไปกับน้ำแล้วซึมลงสู่ชั้นล่างแล้วกลับขึ้นมาสะสมอยู่บนดินชั้นบนอีก โดยน้ำที่ซึมขึ้นมาชั้นนี้ได้ละลายเกลือไปโดยใช้แสงแดดหรือถูกพืชนำไปใช้

2) มีน้ำใต้ดินเค็มอยู่ระดับตื้นใกล้ผิวดิน เมื่อน้ำนี้ซึมขึ้นบนดินก็จะนำเกลือขึ้นมาด้วย ภายหลังจากที่น้ำระเหยแห้งไปแล้วก็จะทำให้มีเกลือเหลือสะสมอยู่บนดินได้

3) บางแห่งเป็นที่ต่ำเป็นเหตุให้น้ำไหลลงไปรวมกัน น้ำเหล่านี้ส่วนมากจะมีเกลือละลายอยู่ด้วย เมื่อน้ำระเหยไปจะมีเกลือสะสมอยู่ที่พื้นที่แห่งนั้นอาจจะเป็นหนองน้ำหรือทะเลสาบมาก่อนก็ได้

#### 2.1.2 สาเหตุจากมนุษย์

1) การทำนาเกลือ ทั้งวิธีการสูบน้ำเค็มขึ้นมาตากหรือวิธีการขีดคราบเกลือผิวดินมาต้ม เกลือที่อยู่ในน้ำทั้งจะมีปริมาณมากพอที่ทำให้พื้นที่บริเวณใกล้เคียงกลายเป็นพื้นที่ดินเค็มหรือแหล่งน้ำเค็มได้

2) การสร้างอ่างเก็บน้ำบนดินเค็มหรือมีน้ำใต้ดินเค็ม จะทำให้อ่างเก็บน้ำนั้นและพื้นที่รอบๆอ่างกลายเป็นน้ำเค็มและดินเค็ม เนื่องจากการยกระดับของน้ำใต้ดินที่เค็มขึ้นมาใกล้เคียงกับระดับน้ำในอ่างหรือใกล้ผิวดิน (สมศรี, 2531)

3) การตัดไม้ทำลายป่า หรือมีการปล่อยพื้นที่บริเวณที่มีศักยภาพในการแพร่กระจายเกลือให้ว่างเปล่าทำให้เกิดดินเค็มแพร่ไปในบริเวณเชิงเนิน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนาข้าว

4) เกิดขึ้นจากการใช้น้ำชลประทานจากแหล่งต่างๆ ย่อมมีเกลือละลายอยู่เล็กน้อยต่างหาก ดังนั้นการใช้น้ำชลประทานควรจะต้องใช้อย่างระมัดระวังให้ดี การตรวจดินอยู่เรื่อยๆ จะทำให้ไม่เกิดดินเกลือได้และจะต้องพิจารณาอย่างยิ่งประกอบด้วย เช่น คุณภาพของน้ำ ปริมาณของน้ำที่พืชใช้ และอื่นๆ การระบายน้ำของดิน ชนิดของดิน พืชที่จะปลูกเป็นต้น เกลือจะมีการสะสมอยู่ในดินเล็กน้อยและรวดเร็วแค่ไหนนั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำ หรือปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำและปริมาณน้ำที่รดเข้าไปในไร่ด้วยกรณีที่มีน้ำใต้ดินเค็มอยู่ไม่ลึกนัก เมื่อมีการใช้น้ำชลประทานก็จะไปยกระดับน้ำเค็มให้ใกล้ผิวดิน ทำให้เกิดดินเค็ม (สมศรี, 2531)

ความเค็มไม่ว่าจะเป็นของดินหรือน้ำปกติหมายถึงสภาพที่มีปริมาณโซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกงอยู่ในปริมาณสูง ก่อให้เกิดปัญหาทางการเพาะปลูกโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตหรือผลผลิตของพืชเอง โดยทั่วไปความเค็มมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชสองประการ ได้แก่ ความดันออสโมติก(Osmotic pressure)และความเป็นพิษ(Toxicity)ของธาตุโซเดียมเอง(สมศรี, 2531)

ความดันออสโมติกจะทำให้ปริมาณน้ำที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ลดลง ทั้งนี้เพราะสภาพความเค็มที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวทำให้เกิดความดันในดิน และปริมาณน้ำที่ลดลงขึ้นอยู่กับความเค็มของเกลือที่มีอยู่ ส่วนความเป็นพิษของธาตุโซเดียมเกิดขึ้นเมื่อปริมาณของธาตุดังกล่าวถูกพืชดูดเข้าไปสะสมไว้ในปริมาณที่มากพอที่เป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตหรือผลผลิตของพืชได้(สมศรี, 2531)

## 2.2 การวัดความเค็มของดิน

ความเค็มของดินประเมินได้จากการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical conductivity ;Ec) ซึ่งจะผันตามปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ ปกติจะวัดความเค็มของดินจากค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่สกัดจากดินขณะอิ่มตัว (Saturation) อย่างไรก็ตามเพื่อความสะดวกอาจใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเช่น 1:2, 1:5 ซึ่งในการรายงานค่าต้องระบุอัตราส่วนของดินต่อน้ำด้วย (สมศรี, 2531)

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำเพื่อการชลประทานตามมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา (USSL, 1954)

คุณภาพน้ำ	ความเค็ม		ผลกระทบต่อพืช
	Sal (g/l)	$\text{e} (\mu\text{s}/\text{cm})$	
ดี	< 0.2	0-250	ใช้เป็นน้ำชลประทานสำหรับพืชทุกชนิด
ปานกลาง	0.2 - 0.5	250-750	มีผลต่อพืชไม่ทนเค็ม เหมาะสำหรับพืชทนเค็มปานกลาง
ต่ำ	0.5 - 1.5	750-2250	ใช้กับพืชทนเค็มและต้องระวังการระบายน้ำไม่ให้เกลือสะสมในดิน
ต่ำมาก	>1.5	>2250	มีผลเสียต่อพืชโดยทั่วไป ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นน้ำชลประทาน

ค่าการนำไฟฟ้า (Ec) นอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้แล้วยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิขณะทำการวัดด้วย ในการวัดจะใช้ค่าที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งถือเป็นค่ามาตรฐาน ทั้งนี้เพราะการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2% ต่อองศาเซลเซียส (สมศรี, 2531)

ความต้านทานไฟฟ้า (Electrical resistance ;R) มีหน่วยเป็น ohm จะมีค่าเป็นส่วนโดยตรงกับระยะทาง L ในหน่วยเซนติเมตร ระหว่างขั้วอิเล็กโทรดคู่ที่จุ่มในสารละลายหรือในสารละลายดิน และจะมีค่าผกผันกับพื้นที่หน้าตัด A ในหน่วยตารางเซนติเมตร ของสารละลายดังกล่าวที่อยู่ระหว่างขั้วอิเล็กโทรดคู่นั้น ดังนั้น  $R = \frac{rL}{A}$  เมื่อ r คือค่าคงตัว ที่เรียกว่า electrical resistivity ซึ่งมีหน่วยเป็น โอห์ม-ซม. ค่าผกผันของ r หรือ  $1/r$  ก็คือค่าการนำไฟฟ้า (Ec) ซึ่งมีหน่วยเป็น โอห์ม/ซม. (mho/cm) ในสารละลายดินที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำมาก จึงมีหน่วยเล็กลงไปเป็น มิลลิโอห์ม/ซม. (mmho/cm) หรือ เดซิซีเมนต่อเมตร (dS/m) นอกจากนี้ ยังมีหน่วยอื่นๆอีกเช่น 1 baume มีค่าประมาณ 12.6 mmhos/cm หรือ dS/m (สมศรี, 2531)

นอกจากนี้องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (www.fao.org) ได้แบ่งชั้นคุณภาพของน้ำเพื่อการชลประทาน จากผลของค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณเกลือที่ละลายน้ำได้ และค่าปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดิน ต่อผลผลิตพืชดังต่อไปนี้

- 1) น้ำที่มีคุณภาพดี มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำกว่า 700 ไมโครโมล/ซม. หรือมีปริมาณสารแขวนลอยละลายในน้ำ (Total Dissolve Substance : TDS ) น้อยกว่า 450 mg/l เป็นน้ำชลประทานที่ใช้ได้โดยไม่มีข้อจำกัด
- 2) น้ำที่มีคุณภาพปานกลาง มีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 700 – 3,000 ไมโครโมล/ซม. หรือมีปริมาณสารแขวนลอยละลายในน้ำ (Total Dissolve Substance : TDS ) เท่ากับ 450 – 2000 mg/l เป็นน้ำชลประทานที่มีข้อจำกัดเล็กน้อยถึงปานกลางในการนำไปใช้โดยปลูกพืชทนเค็ม และมีระบบระบายเกลือ
- 3) น้ำที่มีคุณภาพต่ำ มีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่า 3,000 ไมโครโมล/ซม. หรือมีปริมาณสารแขวนลอยละลายในน้ำ (Total Dissolve Substance : TDS ) มากกว่า 2000 mg/l เป็นน้ำชลประทานที่มีข้อจำกัดรุนแรงในการใช้ โดยปลูกพืชทนเค็มมาก และต้องมีการควบคุมเกลือในดิน

### 2.3 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ หรือ ดีโอ

ค่าออกซิเจนละลายคือปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร ก๊าซออกซิเจนสามารถละลายน้ำได้น้อย ในน้ำสะอาดออกซิเจนละลายมีค่าอยู่ในช่วง 7-14.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 0-35 องศาเซลเซียส ซึ่งการละลายน้ำจะมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของน้ำและสิ่งเจือปนในน้ำ เช่นความเค็ม สารแขวนลอย และอื่นๆ สิ่งมีชีวิตในน้ำต้องการออกซิเจนในการหายใจ ดังนั้นควรมีออกซิเจนละลายในน้ำไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร(อรทัย,2545)

การหาค่าออกซิเจนละลายสามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือ(DO meter) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำได้โดยตรง เป็นมิลลิกรัมต่อลิตร หรือใช้วิเคราะห์ทางเคมีที่เรียกว่า เอไซด์โมดิฟิเคชัน(Azide Modification) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้วัดออกซิเจนละลายได้ทั้งในน้ำที่สะอาด น้ำเสีย และน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้ว(อรทัย,2545)

### 2.4 พีเอช(pH)

พีเอชเป็นลักษณะทางเคมีของน้ำอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญมากและมีความสัมพันธ์กับระบบต่างๆมากมาย งานวิเคราะห์น้ำมักจะวัดพีเอชทุกครั้งเนื่องจากสามารถวัดได้ง่าย วิศวกรสิ่งแวดล้อมใช้พีเอชเป็นตัวควบคุมของกระบวนการต่างๆทั้งในน้ำดีและน้ำเสีย เช่น ระบบผลิตน้ำประปา ระบบ

บ้ำบัดน้ำเสีย การตกตะกอน กระบวนการโคแอกกูเลชัน การกักกรองเป็นต้น พีเอชสามารถใช้หาสภาพต่าง ค่าคาร์บอนไดออกไซด์และสมมูลกรดต่างๆได้ ตลอดจนแสดงค่าความเข้มของการเป็นกรด-ด่างของสารละลายได้(มันสิน,2543)

ในทางทฤษฎีถือว่า พีเอชมีค่าอยู่ในช่วง 0-14 น้ำบริสุทธิ์มีพีเอชเท่ากับ 7 น้ำที่มีพีเอชสูงกว่า 7 ([H<sup>+</sup>]มีค่าน้อยกว่า10<sup>-7</sup>) ถือว่าเป็นด่าง ส่วนน้ำที่มีพีเอชต่ำกว่า7 ([H<sup>+</sup>]มีค่ามากกว่า10<sup>-7</sup>) ถือว่าเป็นกรด H<sup>+</sup> เกิดจากการแตกตัวของกรดในน้ำ น้ำผิวดินมักมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 6.5-8.5 น้ำใต้ดินอาจมีค่าพีเอชต่ำกว่า 6 เนื่องจากมีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำอยู่ปริมาณสูง น้ำในบ่อหรืออ่างเก็บน้ำอาจมีค่าพีเอชสูงได้ถึง9หรือมากกว่า ถ้ามีสาหร่ายสีเขียวเจริญเติบโตและทำการสังเคราะห์แสงภายในน้ำนั้น(มันสิน,2543)

การวัดค่าพีเอชทำได้ 2วิธี คือ วิธีเทียบสี (Colorimetric) และวิธีไฟฟ้า (Electrometric)การวัดค่าพีเอชโดยวิธีการเทียบสีเป็นวิธีที่ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายได้น้อย แต่วิธีนี้เหมาะสำหรับน้ำสะอาด น้ำไม่มีสีหรือไม่มีความขุ่นหรือไม่มีตะกอนแขวนลอย เป็นต้น ส่วนวิธีการวัดพีเอชโดยวิธีไฟฟ้า จะใช้ได้ผลถูกต้องแน่นอนกว่า แต่อุปกรณ์การวัดจะมีราคาแพงกว่า (มันสิน,2543)

## 2.5 การจำแนกพีชทนเค็ม

พืชเป็นดัชนีบอกสภาพความเค็มของดินได้ ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการทนเค็มได้ต่างกัน ซึ่งความเค็มสามารถทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชลดลง เนื่องจากพืชนำพลังงานงานที่จะใช้เพื่อการเจริญเติบโตมาปรับตัวต่อความเครียดจากกระบวนการออสโมติกที่เกิดขึ้น ซึ่งการจำแนกการทนเค็มของพืชเป็นไปดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางจำแนกพืชทนเค็มแต่ละระดับ (กลุ่มปรับปรุงดินเค็ม,มปป)

การนำไฟฟ้า ds/m	2	4	8	12	16	
ค่าความเค็ม g/l	0.12	0.25	0.5	0.75	1.0	มากกว่า 1
ระดับความเค็ม	เค็มน้อย	เค็มปานกลาง	เค็มมาก		เค็มจัด	
พืชผัก						
	ถั่วฝักยาว ผักกาด คะน้า พริกไทย แตงร้าน แตงไทย แตงกวา มะเขือ	บวบ พริกยักษ์ ถั่วลันเตา น้ำเต้า หอมใหญ่ ข้าวโพดหวาน ผักกาดหอม แตงกวาญี่ปุ่น บรอกโคลี	กะหล่ำดอก กะหล่ำปลี มันฝรั่ง กระเทียม หอมแดง แตงโม แคนตาลูป สับปะรด หน่อไม้ฝรั่ง ผักชี	ผักโขม ผักกาดหัว มะเขือเทศ ถั่วพุ่ม ชะอม กะน้า กะเพรา ผักบุ้งจีน		
ไม้ดอก						
	เย็บีรา	กุหลาบ		บานบุรี บานไม่รู้โรย เล็บมือนาง ชบา เฟื่องฟ้า	คุณนายต้นสาย เข็ม เขียวหมื่นปี เฟื่องฟ้า	
พืชไร่และพืชอาหารสัตว์						
	พืชตระกูลถั่ว งา	ข้าว โสนอินเดีย ป่าน ทานตะวัน ปอแก้ว ข้าวโพด หม่อน ข้าวฟ่าง อัญชัน มันสำปะหลัง ถั่วพุ่ม	หญ้านวลน้อย ข้าวทนเค็ม คำฝอย โสนแอฟริกัน มันเทศ หญ้าขน หญ้ากีนี	ฝ้าย หญ้าแพรก หญ้าเนเปียร์ หญ้าหัวหมู ป่านศรนารายณ์	กลุ่มพืชตระกูล หญ้า	

### บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

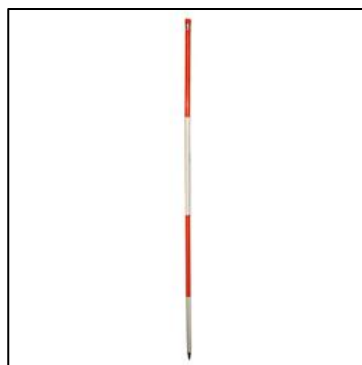
การดำเนินการศึกษาในครั้งนี้ได้แบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การเตรียมแปลงทดลอง การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ผลข้อมูล โดยมีรายละเอียดในการดำเนินงานดังนี้

#### 3.1 วัสดุอุปกรณ์



ภาพที่ 1 กล้องวัดระดับพร้อมขาตั้ง

ในการสำรวจระดับภูมิประเทศของแปลงทดลอง ใช้กล้องวัดระดับยี่ห้อ Leica รุ่น NA 828 พร้อมขาตั้งกล้อง และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการวัดค่าระดับ ซึ่งได้ยืมอุปกรณ์นี้จากภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน



ภาพที่ 2 ไม้ไพล

ใช้ในการเล็งแนวเพื่อทำการกำหนดพิกัดกริดในพื้นที่แปลงทดลอง ช่วยให้การตีกริดมีความเที่ยงตรงยิ่งขึ้น โดยได้ยืมอุปกรณ์นี้จากภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน





ภาพที่ 3 Staff Gauge

Staff Gauge ที่ใช้ในการสำรวจระดับพื้นที่รวมไปถึงการสำรวจระดับปากท่อในแปลงทดลอง เป็น Staff Gauge แบบพับเก็บได้มีความสูง 3 เมตร พร้อมระดับน้ำในตัวอุปกรณ์ซึ่งได้ยืมอุปกรณ์นี้ จากภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน



ภาพที่ 4 สว่านขุดเจาะดิน ( Hand Auger )

จากภาพคือสว่านขุดเจาะดินซึ่งประดิษฐ์ขึ้น โดยภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน โดยสว่านขุดเจาะดินทำจากท่อเหล็ก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบมีดเท่ากับ 2 นิ้ว และด้ามของสว่านสามารถเพิ่มได้ตามความลึกบ่อที่ต้องการ



ภาพที่ 5 ท่อพีวีซี

ท่อพีวีซีที่ใช้ทำเป็นบ่อตรวจวัด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 2 นิ้ว และนำมาตัดให้ได้ความยาวเท่ากับ 2 เมตร พร้อมเจาะรูระบายน้ำตลอดช่วงท่อประมาณ 1.8 เมตร ซึ่งเป็นส่วนที่ถูกฝังอยู่ใต้ดินเพื่อให้น้ำไหลเข้าท่อได้สะดวก



ภาพที่ 6 เครื่องวัดคุณภาพน้ำ WTW multi 3430

เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำชนิดนี้สามารถวัดค่าคุณภาพของน้ำได้หลายพารามิเตอร์ อาทิเช่น ค่าความเค็มของน้ำใต้ดิน ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำใต้ดิน ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ค่าพีเอช ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดิน อุณหภูมิของน้ำใต้ดิน เป็นต้น โดยอุปกรณ์ของเครื่องมือวัดประกอบไปด้วยตัวเครื่องวัด และมิเตอร์วัดค่าอีกสามชิ้น จากภาพที่ 6 มิเตอร์วัดด้านซ้าย(สีฟ้า) ใช้สำหรับวัดค่าพีเอชของน้ำ จะมีกระเปาะพลาสติกใสสำหรับใส่น้ำกลั่นเพื่อให้มิเตอร์มีสภาพเป็นกลางตลอดเวลา มิเตอร์ตัวกลาง (สีขาว) ใช้สำหรับวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำซึ่งภายในบุฟองน้ำเพื่อป้องกันแผ่นฟิล์มของ

มิเตอร์ชำระ และมิเตอร์ขวดสด (สี่คำ) ใช้สำหรับวัดค่าความเค็มของน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า และค่าปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ นอกจากนี้มิเตอร์วัดค่าทุกตัวสามารถวัดอุณหภูมิของน้ำได้อีกด้วย



ภาพที่ 7 ตลับเมตร

ตลับเมตรในภาพที่ 7 ใช้สำหรับวัดค่าความลึกของน้ำใต้ดิน โดยตลับเมตรที่ใช้ในการวัดความลึกของน้ำใต้ดินควรมีความยาวไม่ต่ำกว่า 2 เมตร เพื่อให้เพียงพอต่อการวัดค่า ในที่นี้ทางกลุ่มผู้วิจัยได้ใช้ตลับเมตรขนาดความยาว 5 เมตร เนื่องจากใช้ตลับเมตรนี้ในการวัดความยาวท่อเพื่อตัดท่อด้วย

### 3.2 การเตรียมแปลงทดลอง

3.2.1 ทำการสำรวจข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่แปลงชลประทานและทำการกำหนดพิกัดกริดเพื่อทำการติดตั้งบ่อตรวจวัด



ภาพที่ 8 แผนที่แสดงตำแหน่งของแปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

จากภาพที่ 8 จะสังเกตเห็นได้ชัดเจนว่าบริเวณแปลงของแปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทานมีตำแหน่งที่ตั้งที่ใกล้กับบ่อ 1 มาก โดยตำแหน่งของแปลงทดลองอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของบ่อ 1 ติดกับสถานีวิจัยพันธุ์ข้าวของศูนย์ส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันออกของแปลงทดลอง โดยขนาดพื้นที่ของแปลงทดลองประมาณ 12500 ตารางเมตร หรือคิดเป็น 78.12 ไร่ โดยพื้นที่ทั้งหมดเป็นที่ราบมีความลาดเทเล็กน้อยและเป็นแอ่งกระทะตรงกลางดังแสดงในภาพที่ และจากแผนที่ด้านบนแสดงตำแหน่งของบ่อตรวจวัดซึ่งพิกัดกริดมีขนาดเท่ากับ 80 x 80 เมตร ในการกำหนดชื่อท่อจะแทนสัญลักษณ์ภาษาอังกฤษในแนวทิศตะวันออกมาทิศตะวันตก และจะแทนตัวเลขในแนวทิศเหนือมาทิศใต้



**ภาพที่ 9** การกำหนดพิกัดกริดเพื่อติดตั้งบ่อตรวจวัด

จากภาพที่ 9 คือการเริ่มต้นการตีกริดโดยการออกจากของกริดเริ่มต้นไปจนทั่วแปลงจากการ  
ตั้งแนวโดยใช้ไม้ไผ่ เพื่อให้มีความเที่ยงตรงมากขึ้น



**ภาพที่ 10** การปักหมุดระบุตำแหน่งที่จะฝังท่อ

จากภาพที่ 10 เป็นการโยงเทปเพื่อวางแนวท่อ ซึ่งกำหนดให้มีระยะห่างของแต่ละท่อเท่ากับ  
80 เมตร ซึ่งในบางครั้งมีสิ่งกีดขวางมากทำให้การโยงเทปเป็นไปได้ด้วยความยากลำบากพอสมควรดัง  
เห็นได้จากภาพซึ่งเป็นบริเวณไร่อ้อยของแปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน





ภาพที่ 11 การสำรวจระดับภูมิประเทศของแปลงทดลอง

หลังจากที่มีการกำหนดพิกัดกริดเรียบร้อยแล้ว กลุ่มผู้วิจัยได้ทำการสำรวจระดับภูมิประเทศของแปลงภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน โดยละเอียด โดยวัดระดับพื้นดินเหนือตำแหน่งที่จะขุดต่อทุกจุดบนแปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน



ภาพที่ 12 การถ่ายระดับจากระดับอ้างอิง

จากภาพที่ 12 เป็นการถ่ายระดับจากระดับพื้นของอาคารตรวจวัดไฟฟ้าแลบของกรมอุตุนิคมวิทยานครปฐม เพื่อเป็นการอ้างอิงระดับของพื้นที่แปลงชลประทาน และระดับของน้ำใต้ดินที่จะทำการวัดในลำดับต่อไป

3.2.2 ขุดเจาะดินด้วยสว่านมือ(Hand Auger) พร้อมทั้งทำการติดตั้งท่อพีวีซีขนาด 2 นิ้ว ความยาว 2 เมตร เจาะรูระบายน้ำทุกกระยะ 15 เซนติเมตร โดยฝังท่อพีวีซีให้ลึกลงในหลุม ประมาณ 1.8 เมตร



ภาพที่ 13 การเจาะรูระบายน้ำ

ในการเจาะรูระบายน้ำดังภาพที่ 13 จะเจาะรูระบายน้ำได้ดินเป็นระยะห่าง 20 เซนติเมตร ตลอดความยาวส่วนที่ฝังอยู่ในดินซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.8 เมตร โดยเจาะรูเป็นแนวทั้งหมด 4 แนวรอบท่อ



ภาพที่ 14 การขุดดินด้วย Hand Auger

การขุดดินโดยใช้สว่านขุดดินต้องทำอย่างน้อย 2 คน เพื่อหมุนและดันสว่านเข้าไปในดินมีความง่ายขึ้น โดยหมุนในทิศทางเข็มนาฬิกา



ภาพที่ 15 ตัวอย่างท่อตรวจวัดที่ทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว

ในการติดตั้งท่อตรวจวัดจะมีการใส่กรวดหยาบและทรายหยาบเข้าไปก่อนเพื่อทำการรองกันบ่อและป้องกันไม่ให้โคลนด้านล่างคันตัวเข้ามาในบ่อได้โดยง่าย

3.2.3 ทำการสำรวจเส้นชั้นความสูงและสำรวจระดับปากบ่อตรวจวัดที่ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว พร้อมทั้งคำนวณความสูงของท่อเหนือพื้นดิน โดยละเอียด



ภาพที่ 16 การสำรวจระดับปากท่อ

การสำรวจระดับปากท่อจะทำเช่นเดียวกับการสำรวจระดับพื้นที่ของแปลงชลประทาน โดยการบากที่ปากท่อและทำการวัดระดับ ณ ตำแหน่งบากท่อโดยละเอียด และตำแหน่งบากท่อจะถูกใช้เป็นตำแหน่งสำหรับการวัดความลึกของน้ำใต้ดินในลำดับต่อไป



### 3.3 การเก็บข้อมูล

3.3.1 ทำการเก็บข้อมูลของน้ำใต้ดินในบ่อ โดยใช้เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำหลายพารามิเตอร์ WTW multi 3430 โดยทำการเก็บข้อมูลเป็นรายสัปดาห์ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2557 ถึง 31 มกราคม 2558 สำหรับการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้





- 1) ข้อมูลปริมาณความเค็มในดิน ในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร
- 2) ข้อมูลปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร
- 3) ข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำใต้ดิน
- 4) ค่าอื่นๆที่มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณความเค็มในดิน หรือปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ เช่น ค่าการนำไฟฟ้า( $\kappa$ ) ค่าความต้านทานไฟฟ้า ( $\rho$ ) สารแขวนลอยในน้ำ (TDS) และอุณหภูมิของน้ำใต้ดิน เป็นต้น

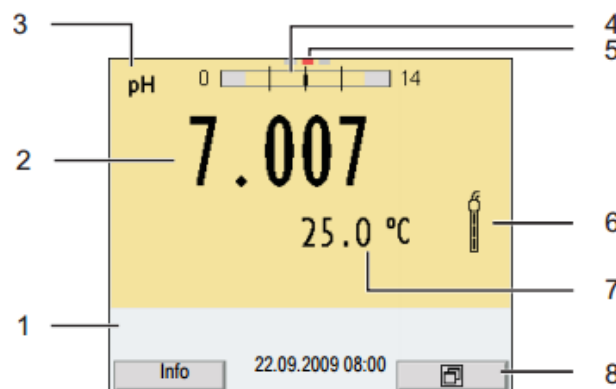


ภาพที่ 17 การวัดคุณภาพน้ำใต้ดินในบ่อตรวจวัดโดยเครื่องมือ WTW multi-3430



ภาพที่ 18 ผลที่ได้แสดงบนหน้าจอเครื่องมือ

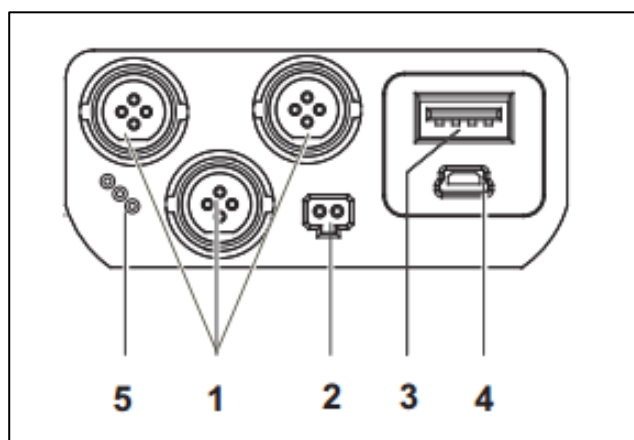
วิธีใช้เครื่องมือในการวัดค่าคุณภาพน้ำสามารถทำได้ง่าย จากภาพที่ 18 โดยเริ่มจากการกดปุ่มเปิดเครื่อง  จากนั้นหน้าจอแสดงผลจะปรากฏขึ้นเป็นสามชุด ซึ่งก็คือข้อมูลจากมิเตอร์ตรวจวัดทั้งสามตัว จากนั้นให้นำมิเตอร์ตรวจวัดจุ่มลงไปในพื้นที่ที่ต้องการสำรวจอย่างระมัดระวัง และมิเตอร์ที่วัดค่าออกซิเจนละลายน้ำต้องทำการแกว่งเบาๆ ด้วยเพื่อให้มีสภาวะเหมือนกับน้ำไหลตลอดเวลาเพื่อป้องกันค่ามีความคลาดเคลื่อนมากเกินไป รอจนกว่าค่าจากหน้าจอแสดงผลหยุดนิ่งแล้วจึงบันทึกค่า ซึ่งหน้าจอจะแสดงผลเพียงค่าใดค่าหนึ่งเท่านั้น และเราสามารถเลือกแสดงผลค่าอื่นที่ไม่ได้แสดงบนหน้าจอโดยการกดปุ่ม  ค่าอื่นที่ซ่อนไว้จะปรากฏขึ้นบนหน้าจอ และสามารถกดปุ่ม  หรือ  เพื่อเลื่อนเปลี่ยนค่าต่างๆ เป็นต้น



ภาพที่ 19 ตัวอย่างผลที่แสดงบนหน้าจอ

จากภาพที่ 19 แสดงผลที่แสดงบนหน้าจอของเครื่องมือวัดกรณีที่เกี่ยวข้องสายต่อเพียงมิเตอร์เดียวหน้าจจะขึ้นเพียงข้อมูลชุดเดียวซึ่งประกอบไปด้วย

1. แถบแสดงสถานะของเครื่องมือ
2. ค่าที่ได้จากการวัด (พร้อมหน่วย)
3. แสดงพารามิเตอร์ที่วัด ณ ขณะนั้น
4. แถบกราฟิกแสดงตำแหน่งของค่า ณ ขณะนั้น
5. แสดงตำแหน่งที่เกี่ยวข้องสายต่อมิเตอร์ ซึ่งมี 3 ตำแหน่ง
6. แสดงประสิทธิภาพของมิเตอร์วัดค่า ถ้ามีแถบเล็กสีดำภายในรูปสามแถบแสดงว่ามิเตอร์วัดอยู่ให้ค่าที่เที่ยงตรงไม่คลาดเคลื่อน หากแถบสีดำลดลงหรือไม่มีแถบมิเตอร์วัดค่าอาจมีความคลาดเคลื่อนสูงหรือเริ่มชำรุด ต้องทำการปรับเทียบมิเตอร์โดยใช้น้ำยาปรับเทียบร่วมกับเครื่องมือปรับเทียบอิเล็กทรอนิกส์ก่อนการใช้งาน
7. แถบแสดงอุณหภูมิของน้ำ
8. แถบแสดงวันเวลาและพิกัดที่ทำการตรวจวัด



ภาพที่ 20 ชุดเต้ารับของเครื่องมือวัด

จากภาพที่ 20 แสดงเต้ารับสำหรับต่อสายของมิเตอร์ตรวจวัดซึ่งอยู่ทางด้านบนของเครื่องมือวัดนี้ ซึ่งรายละเอียดประกอบไปด้วย

1. เต้ารับมิเตอร์ตรวจวัดทั้งสามตัว
2. เต้ารับสำหรับชาร์จไฟ
3. เต้ารับสำหรับเสียบแฟลชไดรฟ์
4. เต้ารับสำหรับเสียบเพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์เสริมอื่นๆ
5. ตัวปลั๊กสัญญาณเพื่อส่งต่อข้อมูลระหว่างเครื่อง

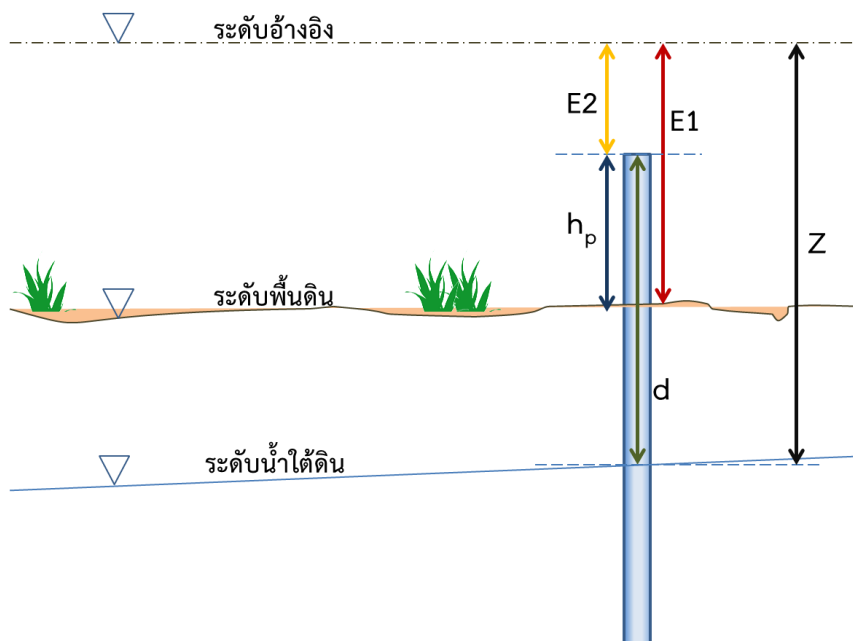
ข้อควรระวังในการใช้เครื่องมือคือไม่ควรใช้ในขณะที่มีอากาศร้อนจัดเพราะอาจทำให้เครื่องทำงานขัดข้อง และไม่ควรใช้ในขณะที่เกิดพายุฝนฟ้าคะนองเพราะอาจเกิดอันตรายต่อผู้ใช้ได้ นอกจากนี้ควรใช้เครื่องมืออย่างเบามือ และไม่ควรหย่อนมิเตอร์วัดค่าให้ถึงก้นบ่อเพราะอาจไปกระทบกับของแข็งด้านล่างและเกิดการชำรุดเสียหายได้ หากระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำมากจนเกือบถึงก้นบ่อ ควรตักน้ำในบ่อออกมาวัดค่าภายนอกเพื่อป้องกันการชำรุดของเครื่องมือ เป็นต้น

3.3.2 ทำการเก็บข้อมูลระดับความลึกของน้ำจากปากบ่อตรวจวัด และวัดระดับผิวน้ำบ่อ 1 ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของระดับน้ำใต้ดิน



ภาพที่ 21 การวัดความลึกของน้ำใต้ดิน

ในการวัดความลึกของน้ำใต้ดินจะใช้ตลับเมตรวัดความลึกจากระดับผิวน้ำใต้ดินด้านล่าง และอ่านค่าความลึกที่ปากท่อพีวีซี ค่าความลึกของน้ำใต้ดินที่ได้เป็นค่าความลึกของน้ำใต้ดินจากปากท่อ โดยกำหนดเป็นระยะ  $d$  ซึ่งขั้นตอนต่อไปคือการคำนวณหาค่าความลึกของระดับน้ำใต้ดินจากระดับอ้างอิงโดยผู้วิจัยได้กำหนดให้ระดับพื้นของอาคารตรวจวัดฟ้าแลบของกรมอุตุนิยมวิทยานครปฐม เป็นระดับอ้างอิงซึ่งกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์ ดังแสดงในภาพที่ 22



ภาพที่ 22 แผนภาพแสดงการวัดความลึกของน้ำใต้ดินจากระดับอ้างอิง (Z)

จากภาพที่ 22 จะเห็นว่าระดับอ้างอิงที่ใช้อยู่เหนือระดับปากท่อขึ้นไป โดยในการคำนวณจะกำหนดให้ความลึกจากระดับอ้างอิงมีค่าเป็นบวกเสมอ ซึ่งการหาค่าความลึกของน้ำใต้ดินจากระดับอ้างอิงเป็นดังสมการ

$$Z = d - h_p + E1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ Z คือ ความลึกของน้ำใต้ดินจากระดับอ้างอิง (m.)

d คือ ความลึกของน้ำใต้ดินจากระดับปากท่อ (m.)

$h_p$  คือ ความสูงของท่อเหนือพื้นดิน หาได้จาก  $h_p = E1 - E2$  (m.)

E1 คือ ระดับของพื้นดินเดิมจากระดับอ้างอิง (m.)

E2 คือ ระดับของปากท่อจากระดับอ้างอิง (m.)



ภาพที่ 23 Staff Gauge บอกระดับของน้ำบ่อ 1

Staff Gauge นี้ใช้บอกระดับของผิวน้ำของบ่อ 1 โดยที่ตั้งของ Staff Gauge จะอยู่ที่บริเวณทิศ ตะวันตกของบ่อ 1

3.3.3 ทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันเฉลี่ยสถานีวัดน้ำฝน จากสถานี ตรวจวัดอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา นครปฐม

### 3.4 ชั้นวิเคราะห์ผลข้อมูล

3.3.1 นำค่าระดับน้ำใต้ดิน ปริมาณความเค็มของน้ำใต้ดิน(sal) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำใต้ดิน(D.O.) และค่าพีเอชของน้ำใต้ดินที่ได้จากการดำเนินการตรวจวัดจากภาคสนามมาแสดงผลใน ลักษณะของแผนที่เส้นชั้นความสูงของระดับน้ำใต้ดิน แผนที่ปริมาณความเค็มของน้ำใต้ดิน แผนที่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และแผนที่ค่าพีเอชของน้ำใต้ดินโดยจัดทำเป็นรายเดือน

3.3.2 วิเคราะห์ปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของระดับของน้ำใต้ดิน ค่าความเค็ม ของน้ำใต้ดิน ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของน้ำใต้ดินและค่าพีเอชของน้ำใต้ดิน โดยใช้หลักทางสถิติ ร่วมในการวิเคราะห์

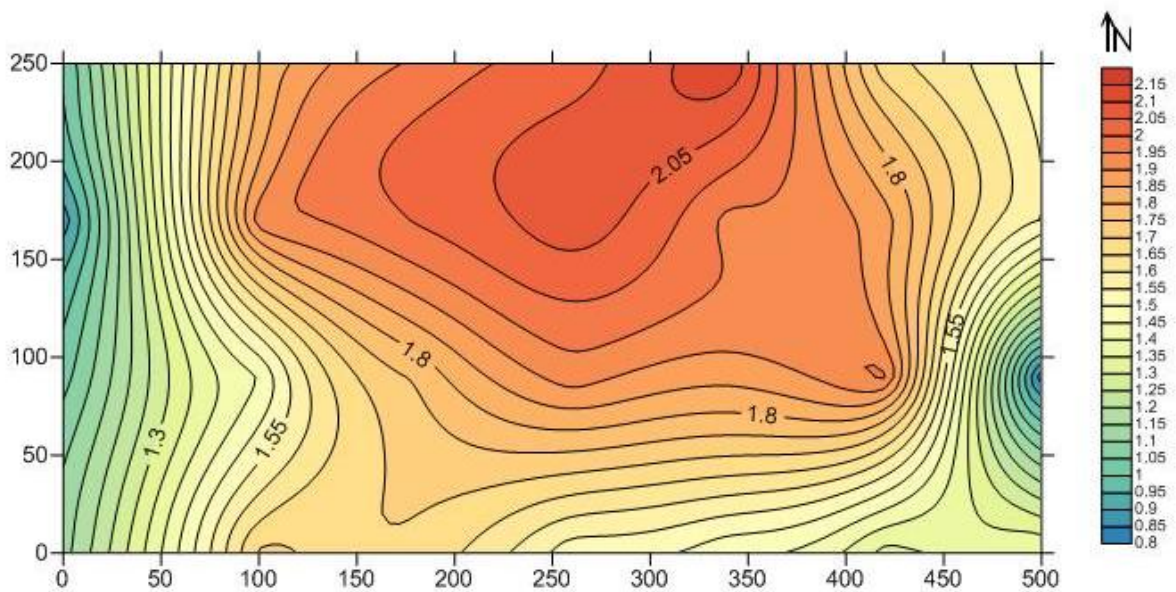


## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

#### 4.1 ตำแหน่งที่ตั้งของการตรวจวัด

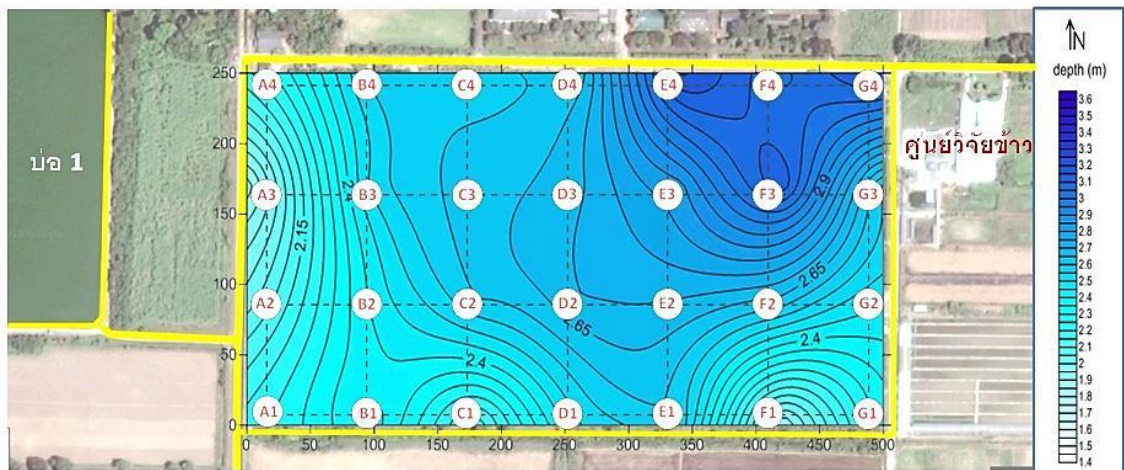
จากผลการสำรวจเพื่อกำหนดพิกัดกริดสำหรับการติดตั้งบ่อตรวจวัดและการสำรวจลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่แปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน ได้กำหนดตำแหน่งติดตั้งบ่อตรวจวัดดังแสดงในแผนที่แสดงตำแหน่งบ่อตรวจวัดในแปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน (ภาพที่ 8) และจากการสำรวจลักษณะภูมิประเทศของแปลงทดลองพบว่า พื้นที่ของแปลงทดลองมีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ บริเวณตอนกลางของพื้นที่จะมีระดับต่ำกว่าบริเวณโดยรอบ ทั้งนี้ความแตกต่างของระดับที่สูงที่สุดและต่ำที่สุดมีความแตกต่างกันประมาณ 180 เซนติเมตร ดังแสดงในภาพที่ 24



ภาพที่ 24 ลักษณะภูมิประเทศของแปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

#### 4.2 ระดับน้ำใต้ดิน (Water Table ; Z)

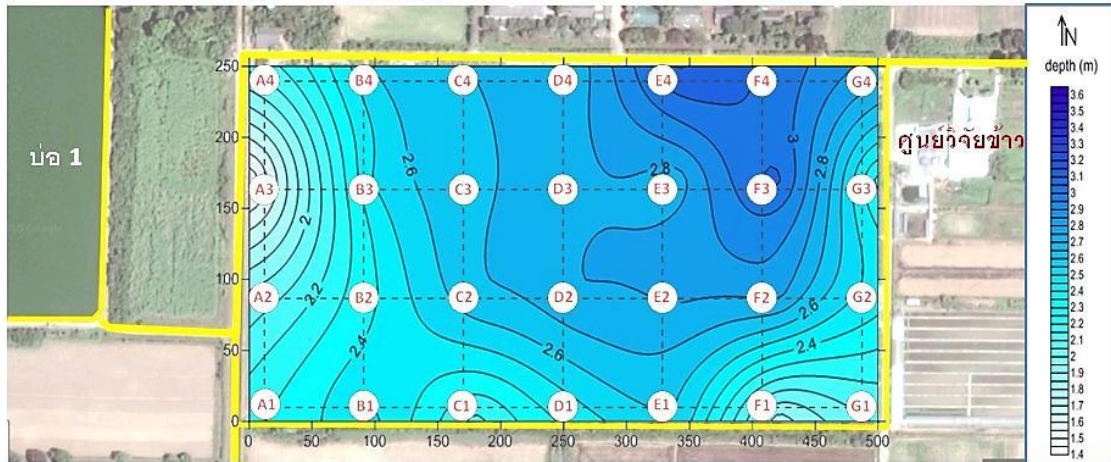
จากการเก็บข้อมูลค่าความลึกของน้ำใต้ดินจากแปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน เมื่อพิจารณาจากแผนที่ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยรายเดือนในภาพที่ 25 ถึงภาพที่ 34 พบว่าความลึกของน้ำใต้ดินเฉลี่ยมีค่าความลึกมากที่สุดในบริเวณทิศเหนือของพื้นที่ศึกษาบริเวณท่อ D4 - G4 , D3 - G3 และ E2 - G2 ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยค่าความลึกเฉลี่ยมากที่สุดที่ทำการตรวจวัดได้บริเวณท่อ E4 มีค่าเฉลี่ยจากระดับอ้างอิงซึ่งใช้ระดับพื้นอาคารของสถานีตรวจวัดฟ้าแลบของสถานีอุตุนิยมวิทยานครปฐมในภาพที่ 12 มาเป็นระดับอ้างอิงมีค่าเท่ากับ 3.57 เมตรในเดือนพฤษภาคม ซึ่งเป็นเดือนที่มีปริมาณฝนเฉลี่ยค่อนข้างต่ำในรอบปี



ภาพที่ 25 แผนที่ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์ 2557

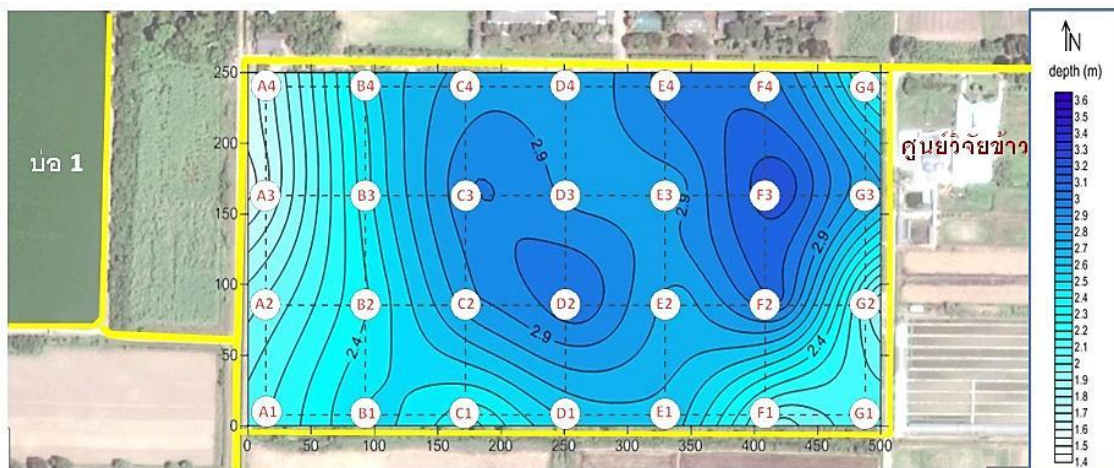
จากแผนที่ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยของเดือนกุมภาพันธ์ 2557 สังกัดได้ว่าระดับน้ำใต้ดินบริเวณท่อ E3 E4 F3 และ F4 จะค่อนข้างต่ำ โดยมีความลึกมากที่สุดที่ท่อ E4 ประมาณ 3.2 เมตรจากระดับอ้างอิง และบริเวณที่ระดับน้ำใต้ดินยกตัวสูงมากอยู่ทางด้านทิศตะวันตกและทิศใต้ของแปลงทดลอง บริเวณท่อ A1 ถึง A4, B1, C1, D1, E1, F1 และ G1 โดยบริเวณที่ระดับน้ำใต้ดินยกตัวสูงมากที่สุดจะอยู่บริเวณท่อ A3 วัดความลึกจากระดับอ้างอิงได้ประมาณ 1.8 เมตร





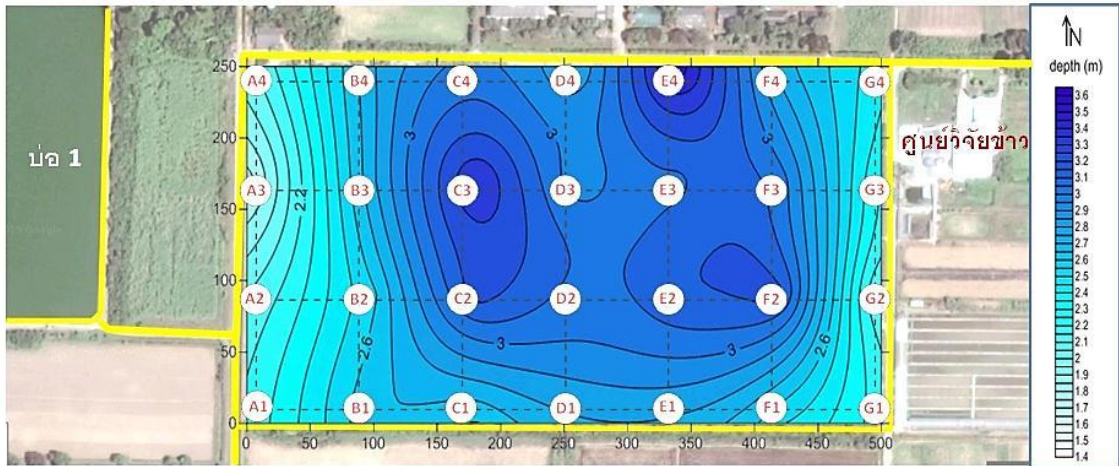
ภาพที่ 26 แผนที่ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนมีนาคม 2557

จากแผนที่ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยของเดือนมีนาคม 2557 พบว่ามีลักษณะไม่แตกต่างจากเดือนกุมภาพันธ์เท่าใดนัก แต่จะสังเกตเห็นได้ว่าระดับน้ำใต้ดินยกตัวสูงขึ้นเล็กน้อยซึ่งอาจเกิดจากการในช่วงเดือนมีนาคมมีฝนตกในพื้นที่บ้างเล็กน้อยเนื่องจากเป็นช่วงมรสุมจากพายุฤดูร้อนลูกแรกของปี 2557



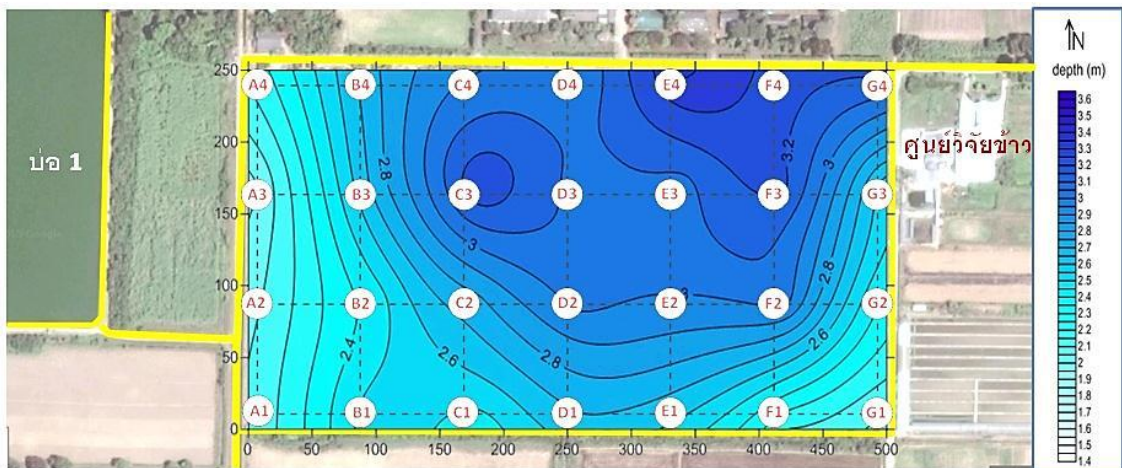
ภาพที่ 27 แผนที่ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนเมษายน 2557

จากแผนที่ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยของเดือนเมษายน 2557 จะเห็นได้ว่ามีระดับน้ำใต้ดินลดลงเล็กน้อยจากเดือนที่แล้ว โดยจุดที่มีระดับน้ำใต้ดินต่ำมีอยู่สองจุดคือ บริเวณท่อบริเวณ F3 ซึ่งมีความลึกจากระดับอ้างอิงเท่ากับ 3.3 เมตร และบริเวณท่อบริเวณ D3 ถึง C2 โดยมีความลึกเฉลี่ยจากระดับอ้างอิงประมาณ 3.1 เมตร



ภาพที่ 28 แผนที่ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนพฤษภาคม 2557

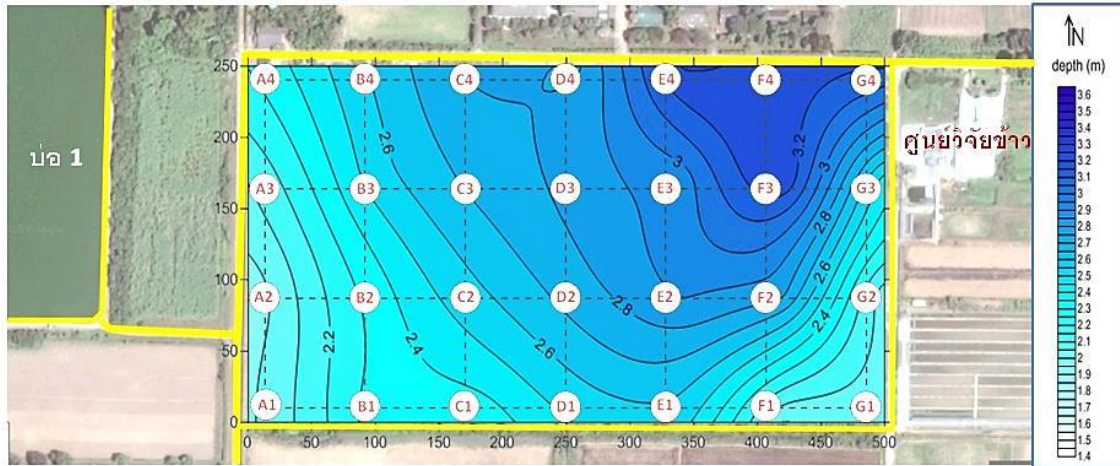
จากแผนที่ระดับน้ำใต้ดิน โดยเฉลี่ยของเดือนพฤษภาคม 255 พบว่าระดับน้ำใต้ดินลดลงอย่างมาก และเป็นเดือนที่ระดับน้ำใต้ดินลดลงต่ำที่สุด โดยระดับน้ำใต้ดินที่วัดได้บริเวณท่อ E4 มีความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 3.57 เมตรจากระดับอ้างอิง ส่วนบริเวณที่มีน้ำใต้ดินสูงอยู่บริเวณทิศตะวันออกและทิศตะวันตกของแปลง



ภาพที่ 29 แผนที่ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนมิถุนายน 2557

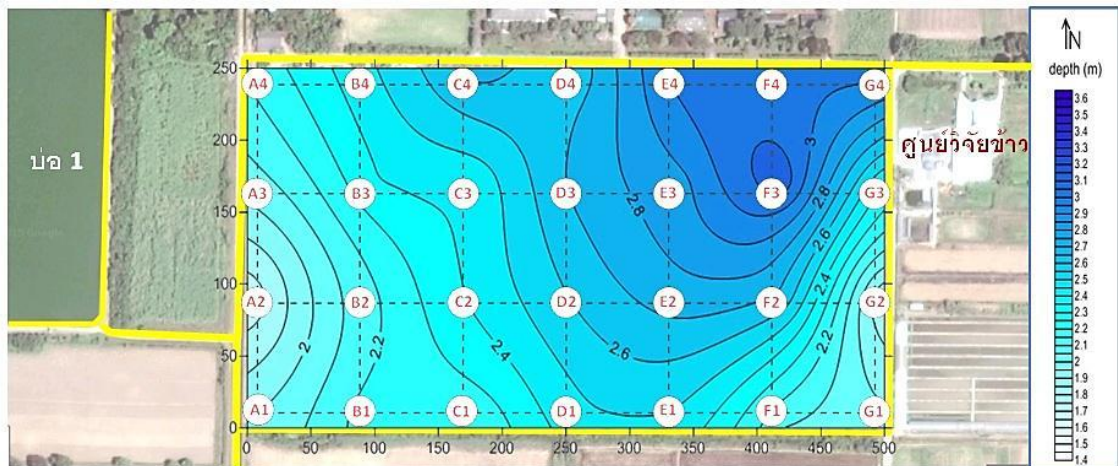
จากแผนที่ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยของแปลงทดลองในเดือนมิถุนายน 2557 พบว่าระดับน้ำใต้ดินของแปลงทดลองมีการยกตัวสูงขึ้นมากกว่าเดือนที่แล้ว ซึ่งจุดที่ระดับน้ำใต้ดินต่ำอยู่ที่บริเวณท่อ E4 และท่อ C3 ซึ่งมีความลึกโดยเฉลี่ยจากระดับอ้างอิงเท่ากับ 3.22 และ 3.29 เมตรตามลำดับ





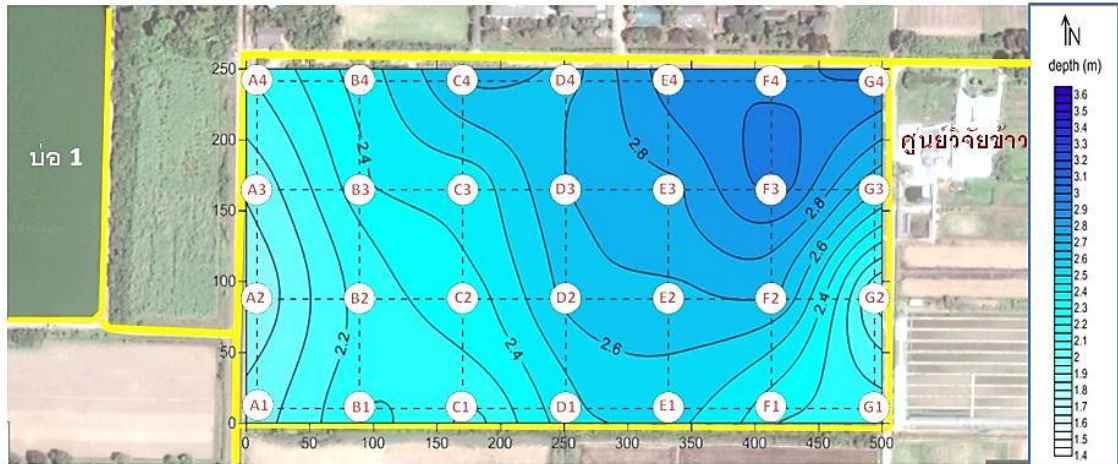
ภาพที่ 30 แผนที่ระดับน้ำใต้ดินเดือนกรกฎาคม 2557

จากแผนที่ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยในเดือนกรกฎาคม 2557 พบว่าระดับน้ำใต้ดินมีการยกตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อเทียบกับสองเดือนที่แล้ว โดยจุดที่มีระดับน้ำใต้ดินต่ำที่สุดอยู่บริเวณท่อบริเวณ E4 ซึ่งมีความลึกจากระดับอ้างอิงเท่ากับ 3.23 เมตร และจุดที่ระดับน้ำใต้ดินยกสูงที่สุดอยู่ที่ท่อบริเวณ A1 มีความลึกจากระดับอ้างอิงเท่ากับ 1.98 เมตร



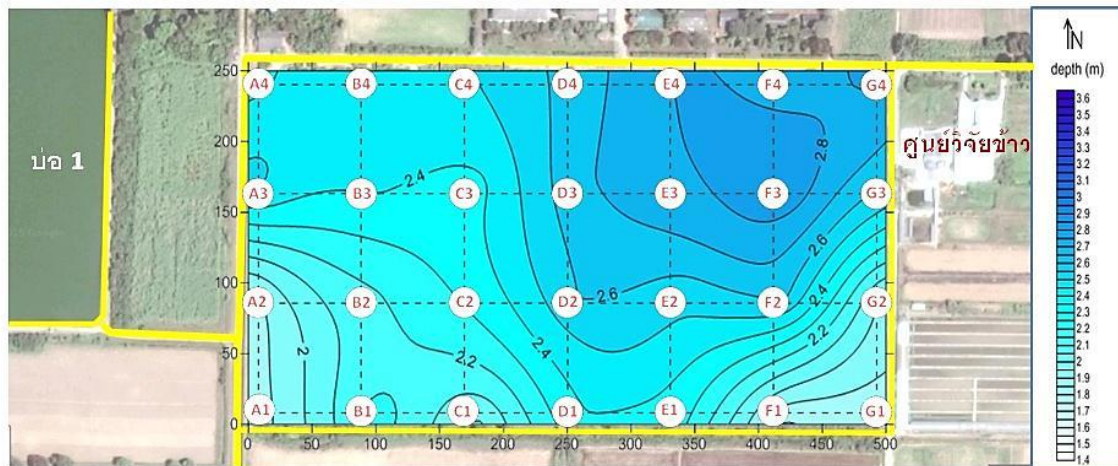
ภาพที่ 31 แผนที่ระดับน้ำใต้ดินเดือนสิงหาคม 2557

จากแผนที่ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยในเดือนสิงหาคม 2557 พบว่าระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยโดยภาพรวมมีการยกตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อเทียบกับเดือนที่แล้วอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งจุดที่มีระดับน้ำใต้ดินต่ำที่สุดอยู่บริเวณท่อบริเวณ F3 มีความลึกจากระดับอ้างอิงเท่ากับ 3.16 เมตร และจุดที่ระดับน้ำใต้ดินยกสูงที่สุดอยู่ที่ท่อบริเวณ A2 มีความลึกจากระดับอ้างอิงเท่ากับ 1.72 เมตร



ภาพที่ 32 แผนที่ระดับน้ำใต้ดินเดือนกันยายน 2557

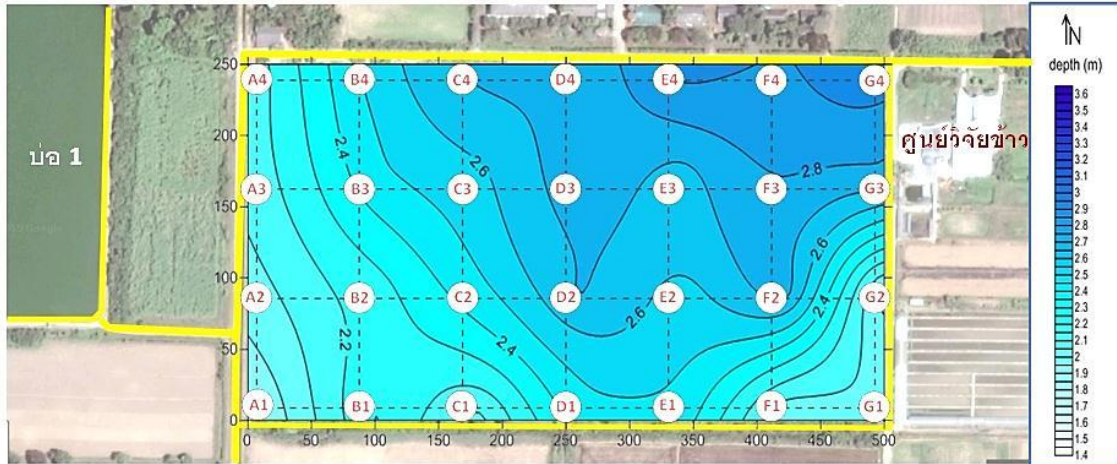
จากแผนที่ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยในเดือนกันยายน 2557 พบว่าระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยโดยภาพรวมมีการยกตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อเทียบกับเดือนที่แล้ว และจุดที่ระดับน้ำใต้ดินต่ำที่สุดและสูงที่สุดยังคงเป็นจุดเดิม โดยจุดที่มีระดับน้ำใต้ดินต่ำที่สุดอยู่บริเวณทอ F3 มีความลึกจากระดับอ้างอิงเท่ากับ 3.06 เมตร และจุดที่ระดับน้ำใต้ดินยกสูงที่สุดอยู่ที่ทอ A2 มีความลึกจากระดับอ้างอิงเท่ากับ 1.88 เมตร



ภาพที่ 33 แผนที่ระดับน้ำใต้ดินเดือนตุลาคม 2557

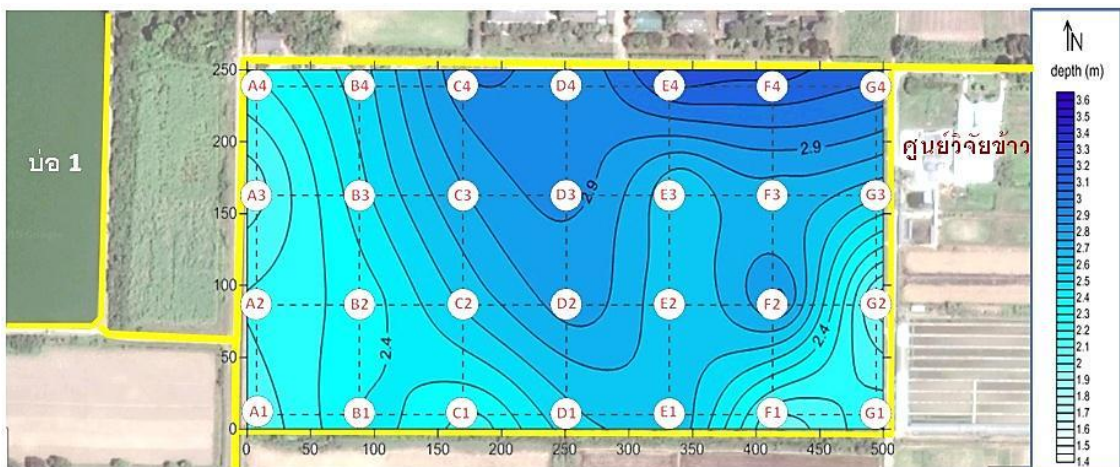
ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยของเดือนตุลาคม 2557 เมื่อพิจารณาจากแผนที่ที่แล้วโดยภาพรวมมีการยกตัวสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณฝนเฉลี่ยที่มากที่สุดในรอบปีที่มีการสำรวจ โดยจุดที่มีระดับน้ำใต้ดินต่ำที่สุดอยู่ที่ทอ F3 เช่นเดิม โดยมีความลึกเฉลี่ยจากระดับอ้างอิงเท่ากับ 2.89 เมตร และจุดที่ระดับน้ำใต้ดินสูงที่สุดอยู่ที่ทอ A1 และ G1 โดยมีความลึกเฉลี่ยจากระดับอ้างอิงเท่ากับ 1.83 และ 1.84 เมตรตามลำดับ





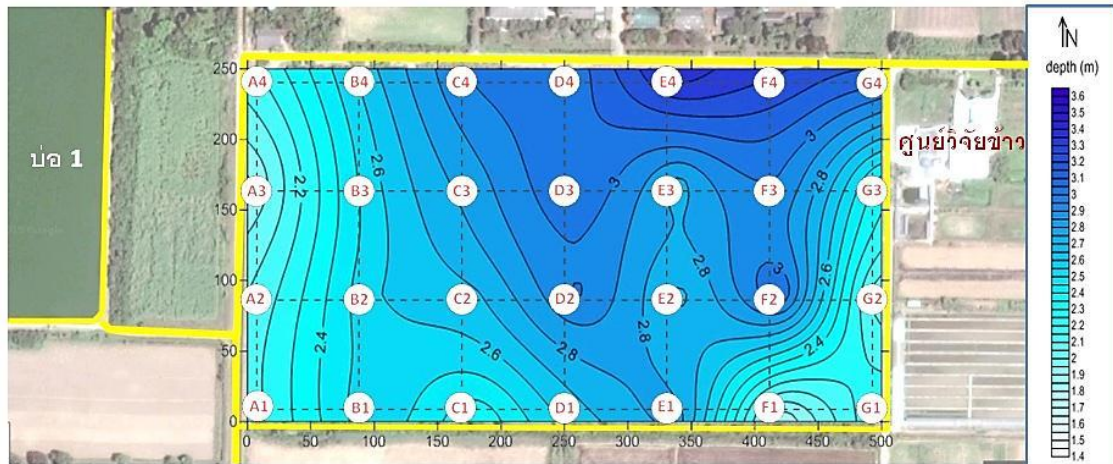
ภาพที่ 34 แผนที่ระดับน้ำใต้ดินเดือนพฤศจิกายน 2557

ระดับน้ำใต้ดินเฉลี่ยของเดือนพฤศจิกายน 2557 เมื่อพิจารณาจากแผนที่แล้วโดยภาพรวมมีการลดลงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับเดือนที่แล้ว โดยจุดที่มีระดับน้ำใต้ดินต่ำที่สุดอยู่ที่ท่อ E4 และ G4 โดยมีความลึกเฉลี่ยจากระดับอ้างอิงเท่ากับ 2.94 และ 2.96 เมตรตามลำดับ และจุดที่ระดับน้ำใต้ดินสูงที่สุดอยู่ในบริเวณทิศตะวันตกและทิศใต้ของแปลง โดยเฉพาะที่ท่อ A1 และ G1 เช่นเดิม โดยมีความลึกเฉลี่ยจากระดับอ้างอิงเท่ากับ 1.86 และ 2.11 เมตรตามลำดับ



ภาพที่ 35 แผนที่ระดับน้ำใต้ดินเดือนธันวาคม 2557

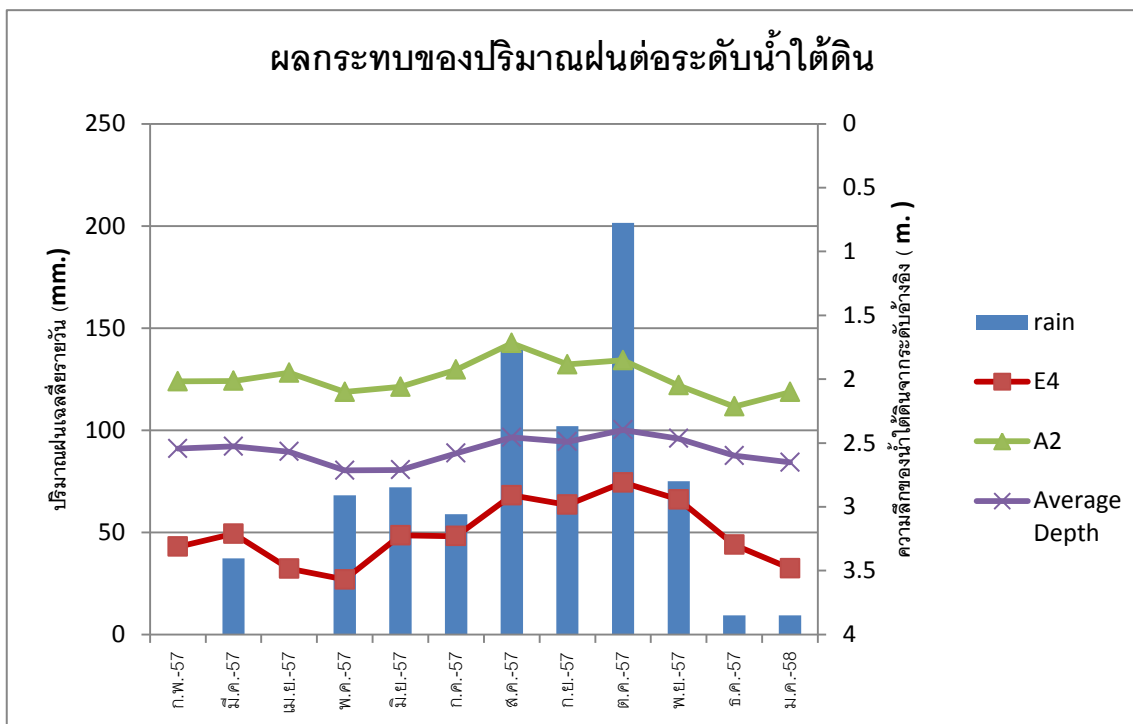
ระดับน้ำใต้ดินในเดือนธันวาคม 2557 เมื่อพิจารณาจากแผนที่พบว่ามีความโน้มลดลงตลอดทั้งแปลง โดยบริเวณที่มีระดับน้ำใต้ดินลดลงอย่างเห็นได้ชัดอยู่ที่ท่อ E4 และ F4 รวมไปถึงบริเวณท่อ D2 ถึง D3 ก็เริ่มลดลงด้วยเล็กน้อย โดยระดับน้ำใต้ดินที่จุดต่ำที่สุดอยู่ที่ท่อ F4 วัดความลึกจากระดับอ้างอิงได้เท่ากับ 3.24 เมตร



ภาพที่ 34 แผนที่ระดับน้ำใต้ดินเดือนมกราคม 2558

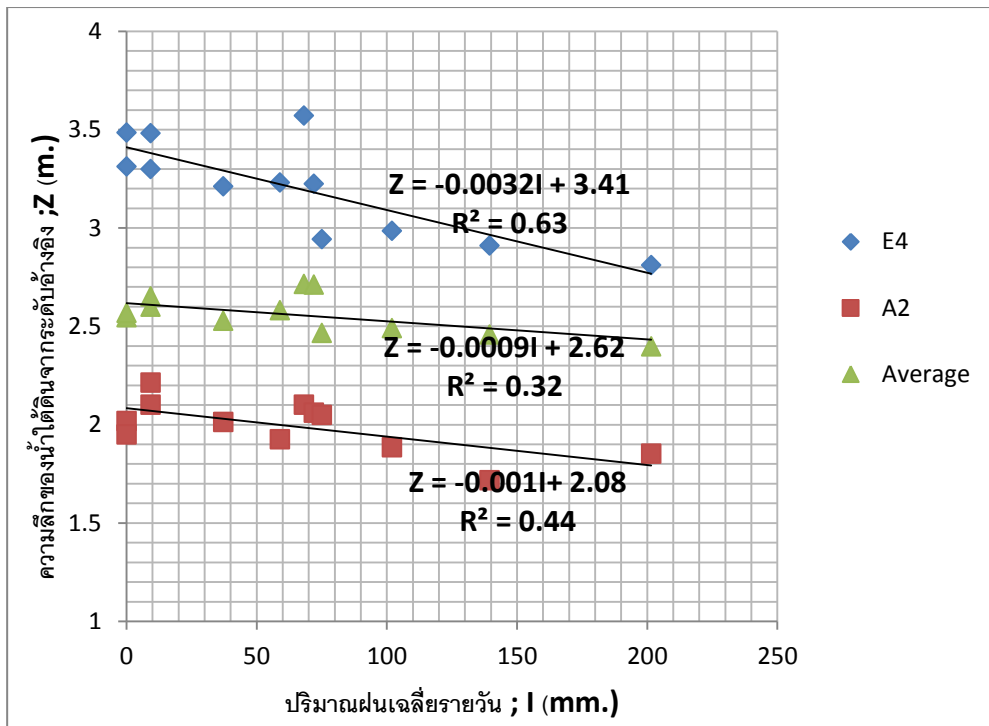
ระดับน้ำใต้ดินในเดือนมกราคม 2557 เมื่อพิจารณาจากแผนที่พบว่ามีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งแปลงโดยบริเวณที่มีระดับน้ำใต้ดินลดลงอย่างเห็นได้ชัดอยู่ที่ท่อ E4 และ F4 รวมไปถึงบริเวณท่อ D2, D3, D4 และ F2 มีการลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยระดับน้ำใต้ดินที่จุดต่ำที่สุดอยู่ที่ท่อ E4 วัดความลึกจากระดับอ้างอิงได้เท่ากับ 3.48 เมตร

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าความลึกของน้ำใต้ดินจากระดับอ้างอิงจากภาพที่ 35 พบว่า ระดับน้ำใต้ดินมีความลึกลดลงเมื่อปริมาณฝนเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มระดับของน้ำใต้ดิน โดยการเพิ่มของปริมาณน้ำจากฝนที่ตกในพื้นที่ลงสู่ใต้ดิน ความลึกของน้ำใต้ดินบริเวณท่อ E4 ซึ่งเป็นท่อที่มีความลึกเฉลี่ยของน้ำใต้ดินมากที่สุด มีค่าความลึกมากที่สุดอยู่ในเดือนพฤษภาคม 2557 เท่ากับ 3.75 เมตร และมีค่าความลึกน้อยที่สุดในเดือนตุลาคม 2557 เท่ากับ 2.81 เมตร และความลึกของน้ำใต้ดินบริเวณท่อ A2 ซึ่งเป็นท่อที่มีความลึกเฉลี่ยของน้ำใต้ดินน้อยที่สุด มีค่าความลึกมากที่สุดอยู่ในเดือนธันวาคม 2557 เท่ากับ 2.21 เมตร และมีค่าความลึกต่ำที่สุดในเดือนสิงหาคม 2557 เท่ากับ 1.72 เมตร รวมไปถึงค่าเฉลี่ยความลึกของน้ำใต้ดินทั่วทั้งแปลง มีค่าความลึกมากที่สุดอยู่ในเดือนพฤษภาคม 2557 เท่ากับ 2.71 เมตรและมีค่าความลึกน้อยที่สุดในเดือนตุลาคม 2557 เท่ากับ 2.40 เมตร ซึ่งเดือนที่ความลึกมากที่สุดและน้อยที่สุดมีความคล้ายคลึงกับท่อ E4



ภาพที่ 35 ผลกระทบของปริมาณฝนที่มีผลต่อค่าระดับน้ำใต้ดิน

เมื่อพิจารณาทางหลักเชิงสถิติพบว่า ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนที่มีผลต่อความลึกของระดับน้ำใต้ดินในภาพที่ 36 จากการวิเคราะห์ที่ท่อตัวอย่าง E4 ซึ่งมีความลึกโดยเฉลี่ยของน้ำใต้ดินมากที่สุด และจากท่อตัวอย่าง A2 ซึ่งมีความลึกเฉลี่ยของน้ำใต้ดินน้อยที่สุดในแปลง รวมไปถึงจากค่าความลึกโดยเฉลี่ยที่แปลงได้ผลดังนี้



ภาพที่ 36 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนเฉลี่ยกับความลึกของน้ำใต้ดินเฉลี่ย

เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยโดยที่แปลง ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.32 ซึ่งมีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ สอดคล้องกับสมการ

$$Z = -0.001I + 2.62 \quad \dots\dots\dots(2)$$

โดยที่ I คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ (mm.)

Z คือ ความลึกโดยเฉลี่ยของน้ำใต้ดินจากระดับอ้างอิง (m.)

จากสมการสามารถอธิบายได้ว่าถ้าไม่มีปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ ความลึกเฉลี่ยของน้ำใต้ดินจากระดับอ้างอิงมีค่าเท่ากับ 2.62 เมตร และถ้ามีปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ จะทำให้ความลึกของน้ำใต้ดินจากระดับอ้างอิงมีค่าลดลงตามไปด้วย และเมื่อสังเกตจากกราฟเราพบว่าปริมาณฝนเฉลี่ยกับความลึกของน้ำใต้ดินเฉลี่ยท่อ E4 มีความสัมพันธ์กันในระดับที่สูงกว่าท่อ A2 ทั้งนี้อาจเกิดจากบริเวณท่อ E4 มีความไกลจากคูส่งน้ำเข้าแปลงมากกว่า ท่อ A2 ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดินอาจมี



ผลกระทบมาจากปริมาณฝนที่ตกลงในพื้นที่โดยตรง เมื่อวิเคราะห์ตามหลักการทางสถิติแล้วจึงทำให้ค่ามีความน่าเชื่อถือมากกว่าท่อ A2 ที่อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับของน้ำใต้ดินในท่ออย่างฉับพลันในกรณีที่มีการส่งน้ำเข้าคูส่งน้ำของแปลงทดลอง



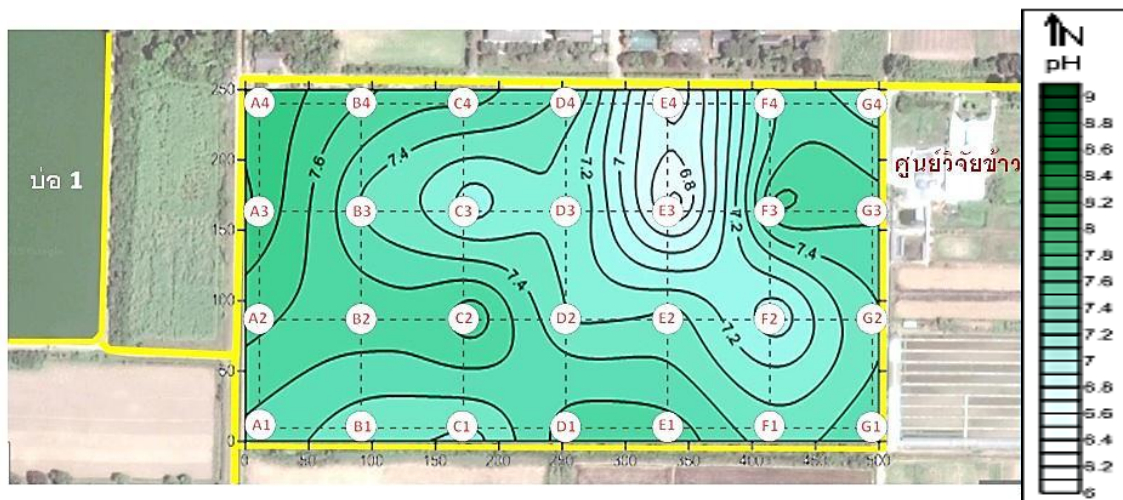
ภาพที่ 37 แนวคูส่งน้ำภายในแปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

เมื่อสังเกตจากภาพที่ 37 จะเห็นได้ว่าท่อ E4 อยู่ไกลจากคูส่งน้ำมากเมื่อเทียบกับท่อ A2 ซึ่งเป็นบริเวณที่มีคูส่งน้ำไหลผ่านหลายสาย โดยเส้นสีฟ้าคือคูส่งน้ำสายหลักซึ่งรับน้ำจากบ่อ 1 โดยมีน้ำไหลผ่านตลอดเวลา ส่วนเส้นสีเหลืองคือคูส่งน้ำสายย่อยที่ส่งเข้าแปลงทดลอง เมื่อพิจารณาควบคู่ไปกับแผนที่ระดับน้ำเฉลี่ยของแปลงทดลองข้างต้น พบว่าบริเวณที่มีระดับน้ำใต้ดินสูงส่วนใหญ่จะอยู่ใกล้กับคูส่งน้ำทั้งหมด

### 4.3 การตรวจวัดคุณภาพน้ำใต้ดิน

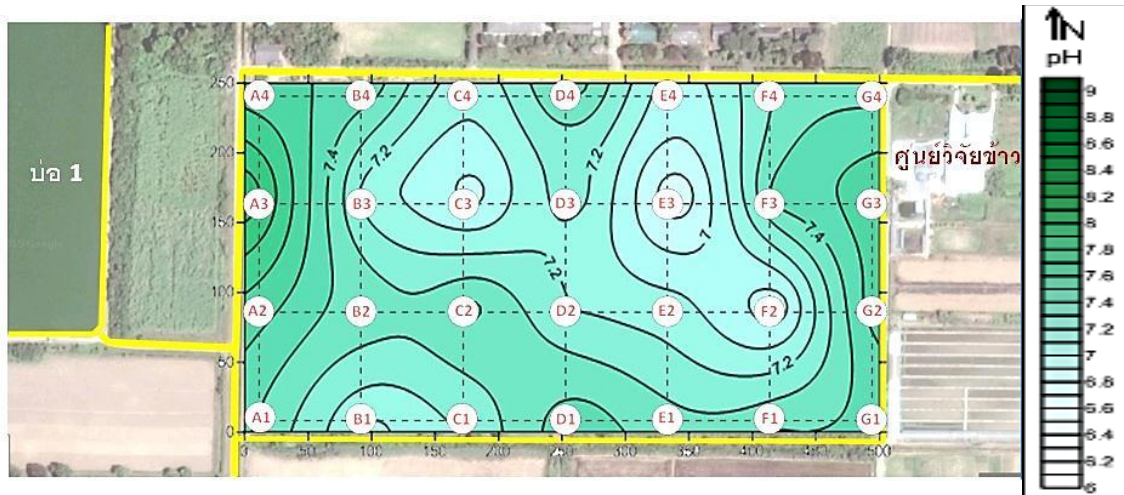
#### 4.3.1 ค่าพีเอช (pH)

ค่าพีเอชที่วัดได้จากภาคสนามของบริเวณแปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน เมื่อพิจารณาจากแผนที่ค่าพีเอชในภาพที่ 38 ถึงภาพที่ 49 พบว่ามีค่าพีเอชเฉลี่ยในช่วง 6.4 - 8.3 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานค่าพีเอชของน้ำชลประทานพบว่า ค่าพีเอชเฉลี่ยของน้ำใต้ดินอยู่ในช่วง 6.5 - 8.4 ถือว่าเหมาะสมที่จะใช้เป็นน้ำชลประทานเพื่อการเกษตรได้ (มันสิน,2543)



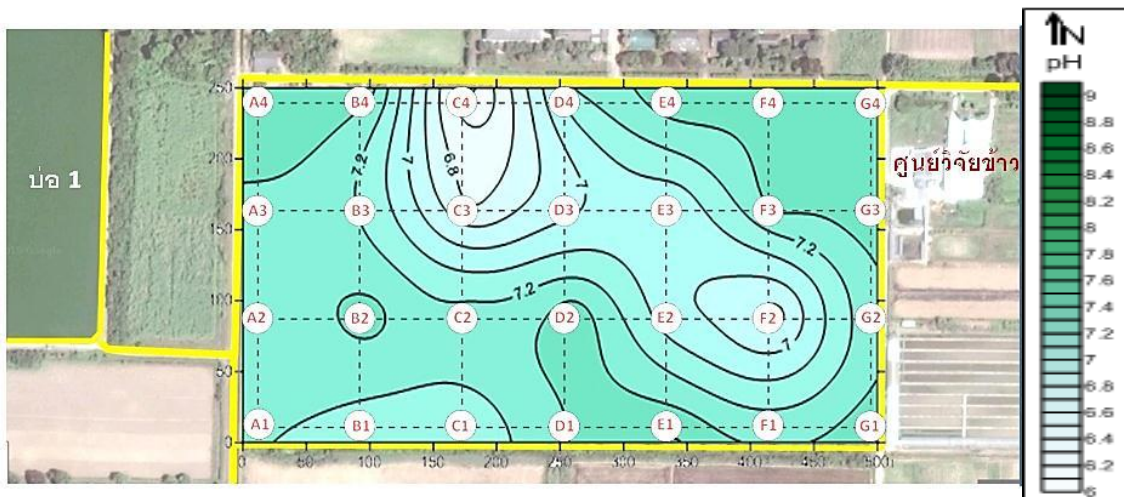
ภาพที่ 38 แผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์ 2557

เมื่อพิจารณาจากแผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยของเดือนกุมภาพันธ์ 2558 พบว่าค่าพีเอชของน้ำใต้ดินโดยส่วนใหญ่มีค่าเป็นเบสอ่อนๆ มีความเป็นเบสอ่อนมากที่สุดบริเวณท่อ A3 A4 เท่ากับ 7.8 และจุดที่มีค่าพีเอชต่ำกว่า 7 อยู่บริเวณท่อ E3 โดยมีค่าพีเอชเท่ากับ 6.7 ซึ่งในความเป็นจริงถือว่ามีค่าเกือบเป็นกลาง กล่าวคือแทบไม่มีจุดที่เสี่ยงต่อการเกิดปัญหาเกี่ยวกับน้ำใต้ดินมีค่าพีเอชสูงเกินมาตรฐาน ในเดือนนี้เลย



ภาพที่ 39 แผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยเดือนมีนาคม 2557

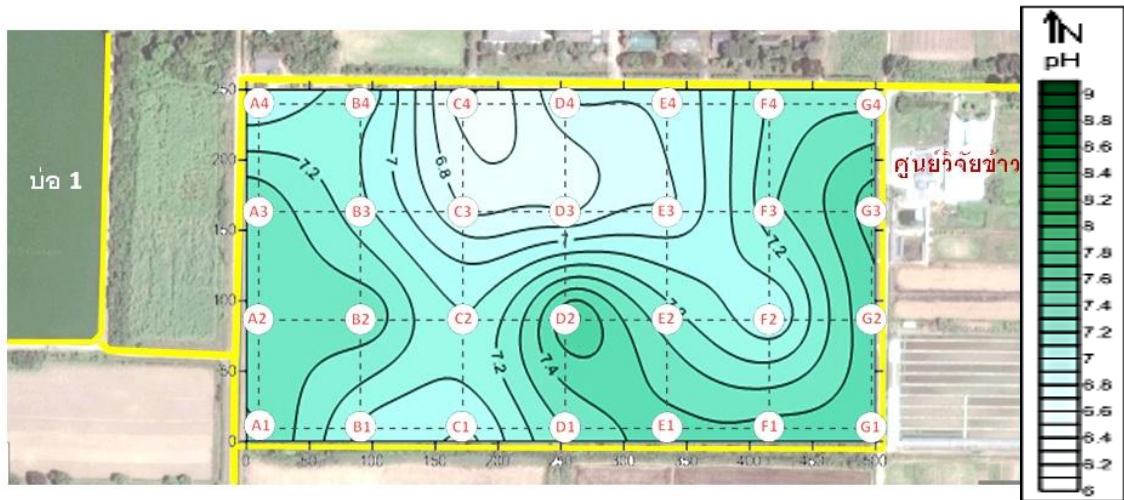
เมื่อพิจารณาจากแผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยของเดือนมีนาคมพบว่าค่าพีเอชลดลงเล็กน้อยจุดที่มีค่าพีเอชสูงที่สุดอยู่บริเวณทอ A3 และจุดที่มีค่าพีเอชต่ำที่สุดอยู่บริเวณทอ C3 E3 และ F2 โดยจุด A3 มีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 8.0 ซึ่งอยู่ในช่วงเบสอ่อน และจุด A3 มีค่าพีเอชต่ำที่สุดประมาณ 6.85



ภาพที่ 40 แผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยเดือนเมษายน 2557

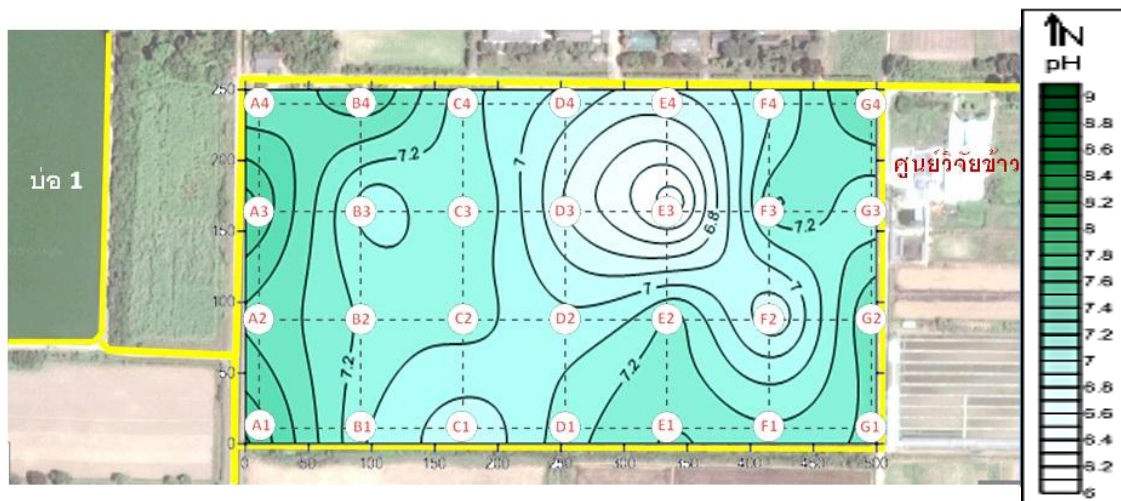
เมื่อพิจารณาจากแผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยของเดือนเมษายนพบว่าค่าพีเอชลดลงต่อเนื่องจากในเดือนที่แล้ว โดยจุดที่มีค่าพีเอชต่ำมีอยู่สองจุดคือบริเวณทอ C4 และ F2 โดยมีค่าพีเอชเฉลี่ยเท่ากับ 6.5 และ 6.8 ซึ่งมีค่าต่ำกว่า 7 เล็กน้อย และจุดที่มีค่าพีเอชสูงสุดคือบริเวณทอ E1 โดยมีค่าสูงกว่าเจ็ดเล็กน้อยเท่ากับ 7.4 และไม่ถือว่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำเพื่อการเกษตร





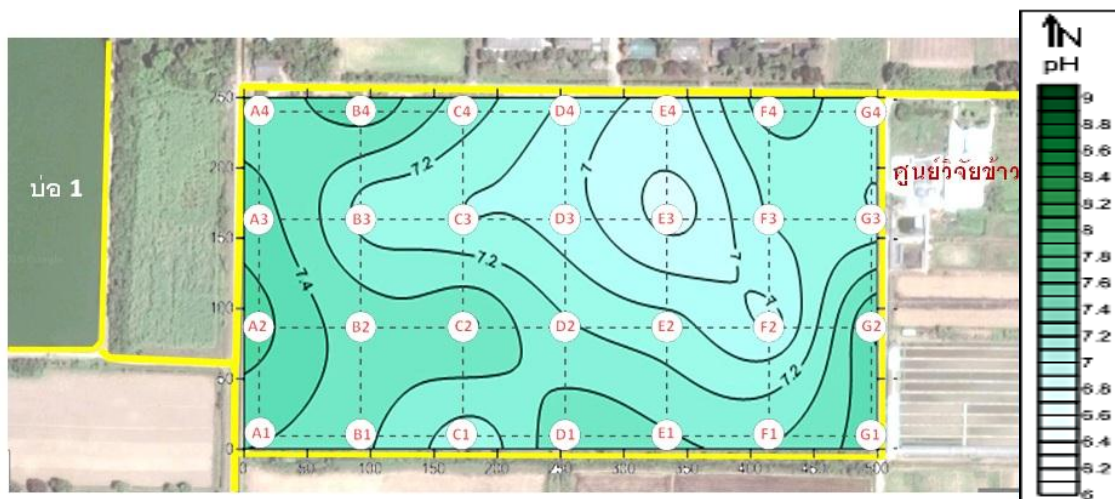
ภาพที่ 41 แผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยเดือนพฤษภาคม 2557

จากแผนที่ค่าพีเอชโดยเฉลี่ยในเดือนพฤษภาคมพบว่ามียค่าต่ำสุดอยู่ในบริเวณทอ C4 เท่ากับ 6.5 และจุดที่มีค่าพีเอชสูงที่สุดในแปลงอยู่บริเวณทอ D2 และ G3 มีค่าพีเอชเท่ากับ 7.6 ทั้งสองจุด



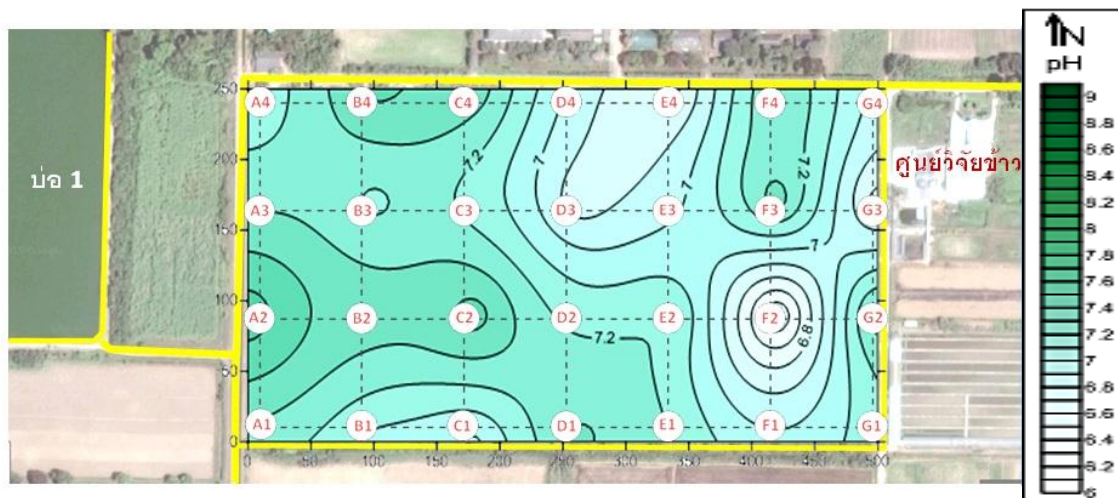
ภาพที่ 42 แผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยเดือนมิถุนายน 2557

เมื่อพิจารณาจากแผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยในเดือนมิถุนายนพบว่าจุดที่มีค่าพีเอชต่ำที่สุดอยู่ที่บริเวณทอ E3 โดยมีค่าเท่ากับ 6.4 และจุดที่มีค่าพีเอชสูงจะอยู่ในบริเวณทิศตะวันตกของแปลงทดลอง โดยมีค่าสูงที่สุดอยู่ที่ทอ A3 เท่ากับ 7.5 ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงจากเดือนที่แล้วมากนัก



ภาพที่ 43 แผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยเดือนกรกฎาคม 2557

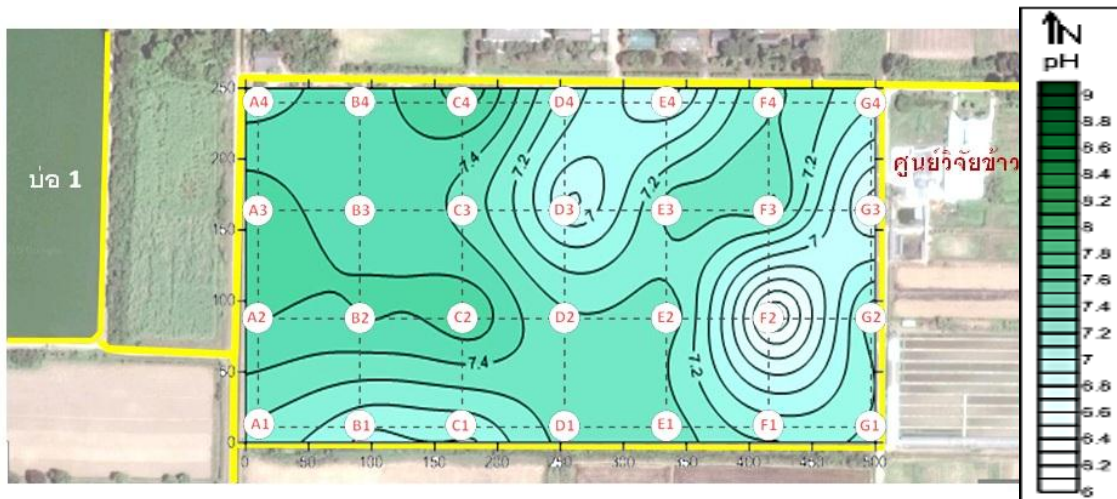
เมื่อพิจารณาจากแผนที่พีเอชเฉลี่ยของแปลงทดลองในเดือนกรกฎาคมพบว่า ค่าพีเอชมีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อยทั้งแปลง โดยจุดที่มีค่าพีเอชต่ำที่สุดยังอยู่ที่บริเวณท่อ E3 เช่นเดิม โดยมีค่าเท่ากับ 6.8 และบริเวณโดยรอบของแปลงทดลองโดยส่วนใหญ่มีค่าเป็นเบสเล็กน้อย โดยจุดที่มีค่าพีเอชสูงที่สุดอยู่ที่ท่อ A2 มีค่าเท่ากับ 7.6



ภาพที่ 44 แผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยเดือนสิงหาคม 2557

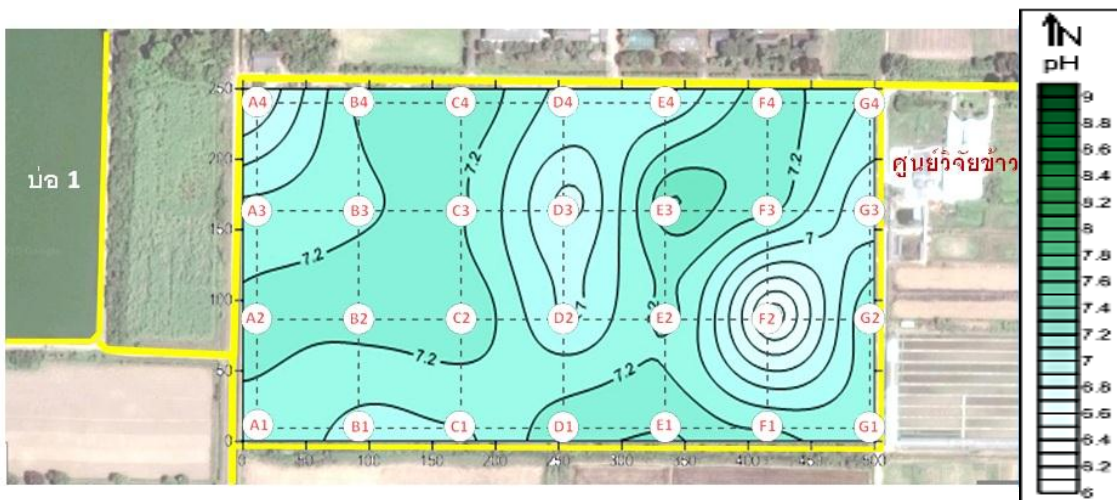
เมื่อพิจารณาแผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยในเดือนสิงหาคมพบว่า ค่าพีเอชมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยจากเดือนที่แล้ว โดยบริเวณที่มีค่าพีเอชต่ำอยู่ที่ท่อ F2 และ G3 มีค่าเท่ากับ 6.5 และ 6.7 ตามลำดับ และจุดที่มีค่าพีเอชสูงอยู่บริเวณท่อ A2, B4, C2 และ F3 โดยมีค่าเท่ากับ 7.6, 7.4, 7.5 และ 7.4 ตามลำดับ





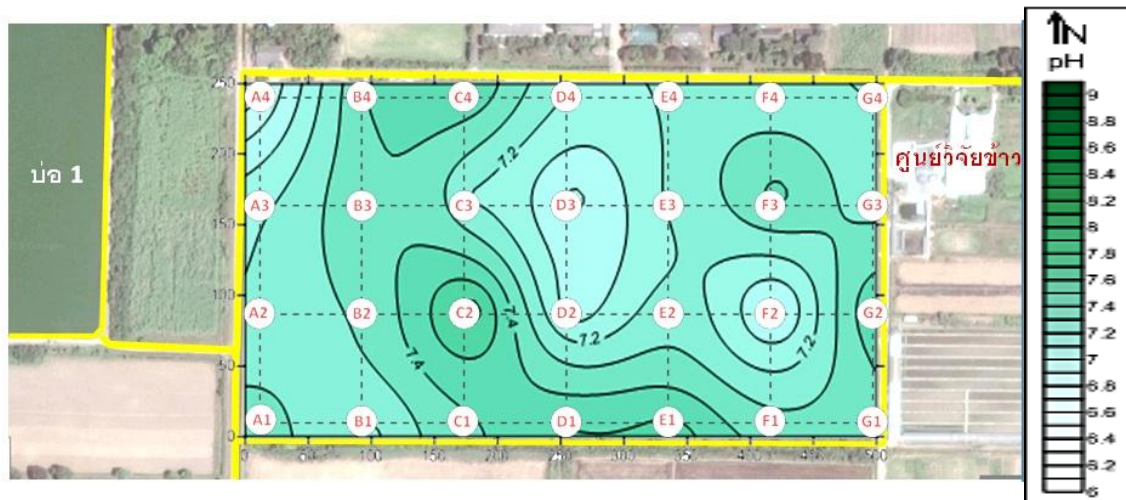
ภาพที่ 45 แผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยเดือนกันยายน 2557

เมื่อพิจารณาแผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยของเดือนกันยายนพบว่า มีลักษณะเช่นเดียวกับเดือนที่แล้ว แต่ค่าจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเช่นเดียวกัน โดยจุดที่มีค่าพีเอชต่ำที่สุดอยู่ที่บริเวณท่อ F2 มีค่าเท่ากับ 6.5 และบริเวณจุดที่มีค่าพีเอชสูงมีอยู่หลายจุดอาทิเช่นบริเวณท่อ C4 A2 ถึง C2 เป็นต้น



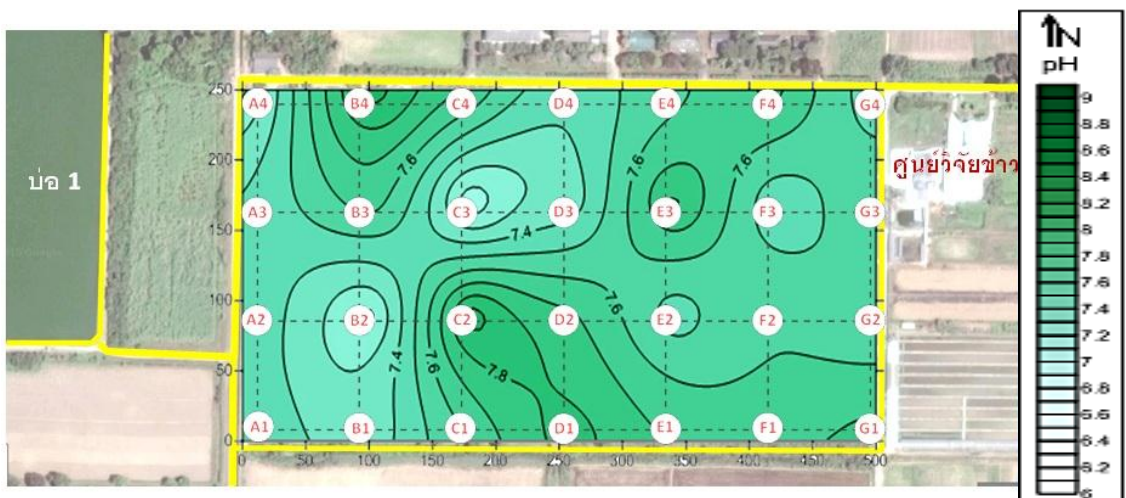
ภาพที่ 46 แผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยเดือนตุลาคม 2557

เมื่อพิจารณาแผนที่ค่าพีเอชในเดือนตุลาคมพบว่า ค่าพีเอชในน้ำใต้ดินเริ่มลดลงเล็กน้อยจากเดือนที่แล้วและมีสภาพความเป็นกลางมาก โดยจุดที่มีค่าพีเอชต่ำที่สุดอยู่ที่จุด F2 มีค่าเท่ากับ 6.6 และจุดที่มีค่าพีเอชสูงที่สุดในเดือนนี้อยู่บริเวณท่อ E3 มีค่าเท่ากับ 7.4 ซึ่งแตกต่างจากค่าพีเอชเป็นกลางเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทั้งนี้อาจเกิดจากมีปริมาณฝนเพิ่มในพื้นที่ซึ่งอาจทำให้สภาพความเป็นกรดเบสของน้ำใต้ดินลดลงเล็กน้อย



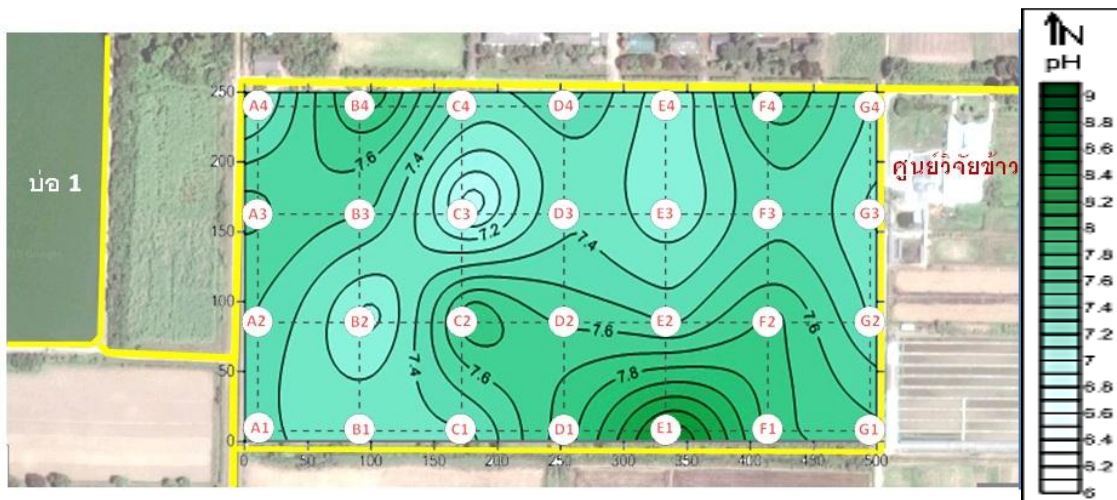
ภาพที่ 47 แผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยเดือนพฤศจิกายน 2557

จากแผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยในเดือนพฤศจิกายนพบว่ามีความเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากเดือนที่แล้ว โดยจุดที่มีค่าพีเอชต่ำมีอยู่หลายจุดได้แก่บริเวณทอ A4, D3 และ F2 ส่วนจุดที่มีค่าพีเอชสูงอยู่ที่ทอ C2 และ C4 แต่ก็ไม่ได้แตกต่างจากสภาพความเป็นกลางเท่าใดนัก



ภาพที่ 48 แผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยเดือนธันวาคม 2557

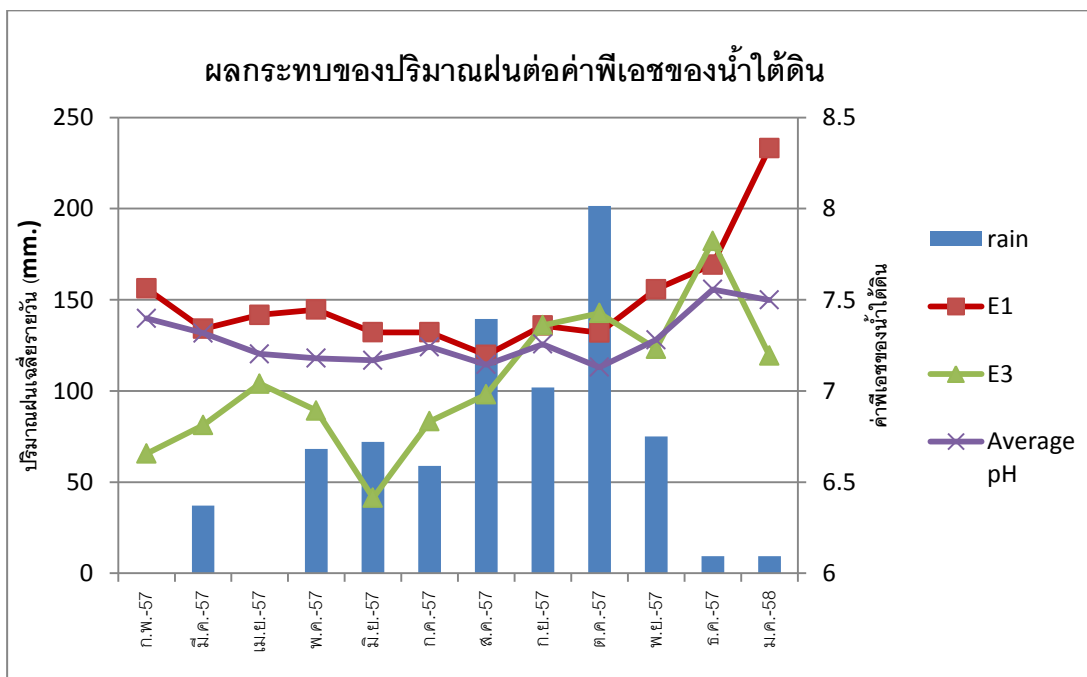
เมื่อพิจารณาแผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยรายเดือนของเดือนธันวาคมสังเกตได้ชัดเจนว่าค่าพีเอชสูงขึ้นจากเดือนที่แล้ว โดยจุดที่มีค่าพีเอชสูงมีอยู่หลายจุดโดยเฉพาะทอ C2 และ B4 โดยมีค่าเท่ากับ 8.0 และ 7.7 ตามลำดับ ส่วนจุดที่มีค่าพีเอชต่ำก็มีค่าสูงกว่าสภาพความเป็นกลางเช่นเดียวกัน



ภาพที่ 49 แผนที่ค่าพีเอชเฉลี่ยเดือนมกราคม 2558

จากแผนที่พีเอชในเดือนมกราคม 2558 พบว่ามีลักษณะคล้ายกับแผนที่พีเอชของเดือนที่แล้ว แต่จุดที่มีค่าพีเอชสูงที่สุดอยู่ที่ท่ E1 โดยมีค่าเท่ากับ 8.3 ซึ่งมีความสูงที่สุดเมื่อเทียบกับเดือนอื่นๆ แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำเพื่อการชลประทาน

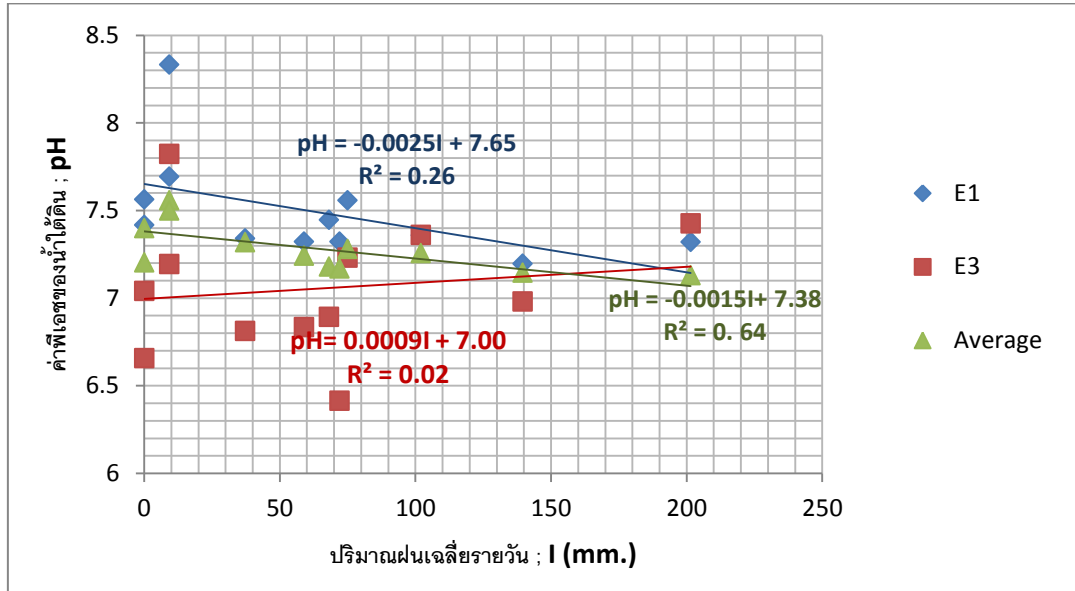
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับปริมาณฝนเฉลี่ยรายวันที่มีผลต่อการเพิ่ม-ลดของค่าพีเอช (ภาพที่ 50 ) พบว่าค่าพีเอชมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณฝนเพิ่มขึ้น โดยค่าพีเอชเฉลี่ยมีค่าที่สูงสุดที่วัดได้บริเวณท่ E3 และค่าพีเอชเฉลี่ยมีค่าสูงที่สุดที่วัดได้บริเวณท่ E1 โดยในรอบปีที่ทำการวัดสังเกตได้ว่าค่าพีเอชในพื้นที่ศึกษามีความสม่ำเสมอตลอดแปลง



ภาพที่ 50 ผลกระทบของปริมาณฝนที่มีผลต่อค่าพีเอชของน้ำใต้ดิน



เมื่อพิจารณาทางหลักเชิงสถิติพบว่า ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนที่มีผลต่อค่าพีเอชของน้ำใต้ดิน (ภาพที่ 51) จากการวิเคราะห์ที่ต่อตัวอย่าง E3 และ E1 ซึ่งมีค่าพีเอชโดยเฉลี่ยสูงที่สุดและต่ำที่สุดตามลำดับ รวมไปถึงวิเคราะห์จากความเป็นกรด-เบสโดยเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลงได้ผลดังนี้



ภาพที่ 51 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนเฉลี่ยกับค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำใต้ดินเฉลี่ย

เมื่อพิจารณาจากแนวโน้มค่าพีเอชกับปริมาณฝนของท่อ E1 พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.2665 ซึ่งถือว่าความสัมพันธ์ของสองตัวแปรอยู่ในระดับต่ำ เมื่อพิจารณาจากแนวโน้มของท่อ E3 พบว่าข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.02 และเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยตลอดแปลงพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.64 ซึ่งถือว่าความสัมพันธ์ของสองตัวแปรอยู่ในระดับปานกลาง ถือว่าความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ทั้งสองสอดคล้องกับสมการ

$$pH = -0.0015I + 7.38 \quad \dots\dots\dots(3)$$

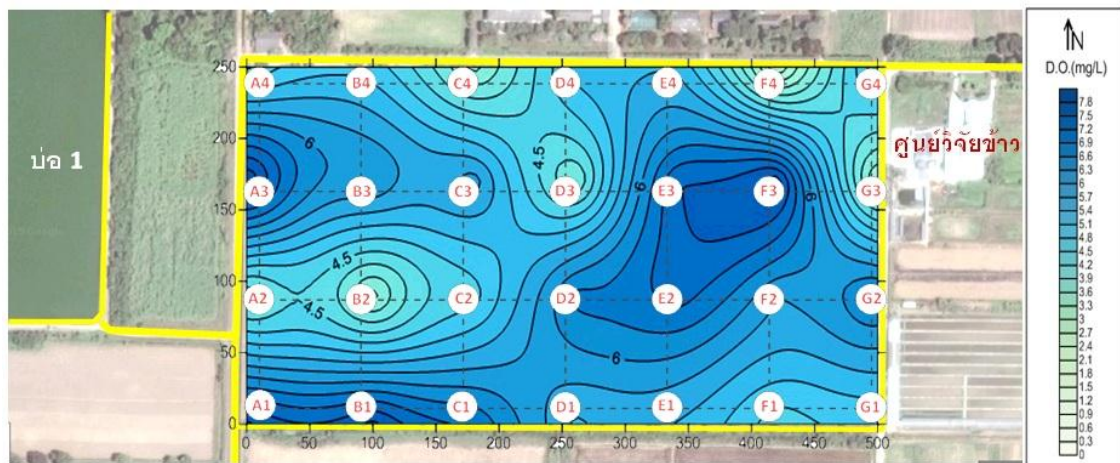
โดยที่ I คือ ปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ (mm.)

pH คือ ค่าพีเอชของน้ำใต้ดิน

จากสมการสามารถอธิบายได้ว่าถ้าไม่มีปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ ค่าพีเอชเฉลี่ยของน้ำใต้ดินมีค่าเท่ากับ 7.38 และถ้ามีปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ จะทำให้ค่าพีเอชของน้ำใต้ดินมีค่าลดลงตามไปด้วย และจากการประเมินผลกระทบของคุณภาพน้ำใต้ดินที่เกิดจากค่าความเป็นกรดเบส พบว่าความเป็นกรดเบสในพื้นที่ที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และพบว่ายังอยู่ในช่วงของค่าที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรได้เป็นอย่างดี

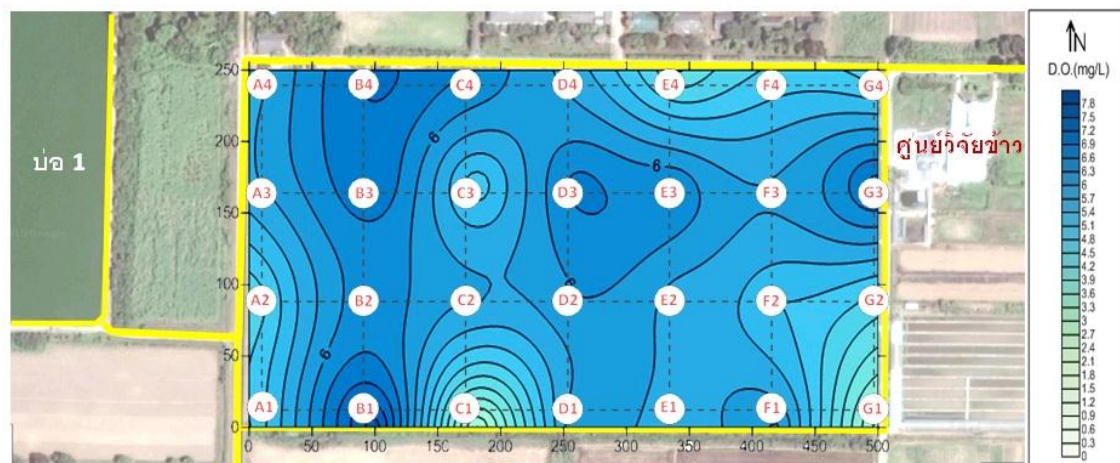
### 4.3.2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolve Oxygen ; D.O.)

จากการเก็บตัวอย่างค่าออกซิเจนละลายน้ำในบริเวณแปลงทดลองภาคทฤษฎีวิศวกรรมชลประทาน พบว่าผลจากแผนที่ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในภาพที่ 52 ถึงภาพที่ 57 มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยทางด้านทิศเหนือของพื้นที่บริเวณท่อ E3 E4 และ F3 เฉลี่ยต่ำที่สุดอยู่ในช่วง 1.9 - 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับมาตรฐาน ที่ต้องมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (มันสิน,2543)



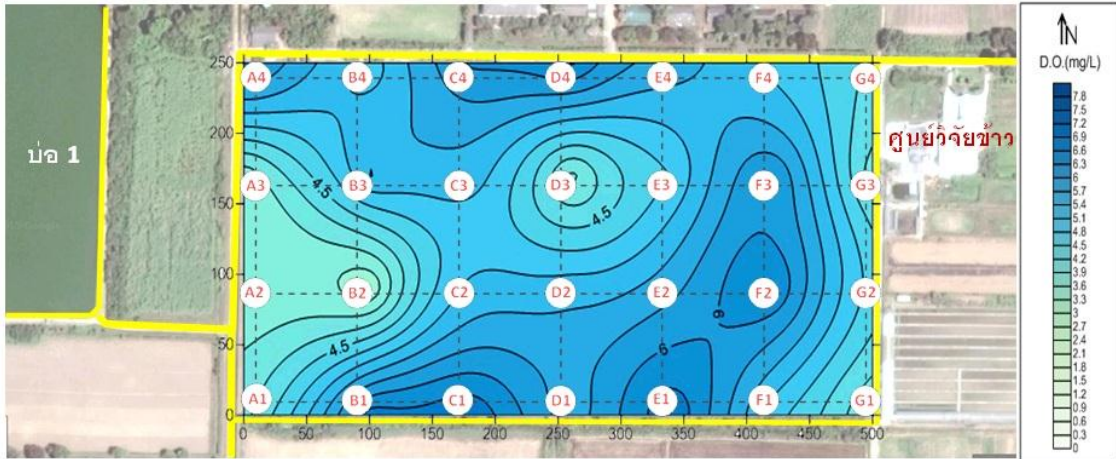
ภาพที่ 52 แผนที่ออกซิเจนละลายน้ำใต้ดินเดือนกุมภาพันธ์ 2557

เมื่อพิจารณาแผนที่ค่าออกซิเจนละลายน้ำในเดือนกุมภาพันธ์ ค่าออกซิเจนละลายน้ำค่อนข้างสูงสังเกตจากสีของเส้นชั้นค่าออกซิเจนละลายน้ำค่อนข้างเข้ม โดยเฉพาะบริเวณท่อ F3, A3 และ B1



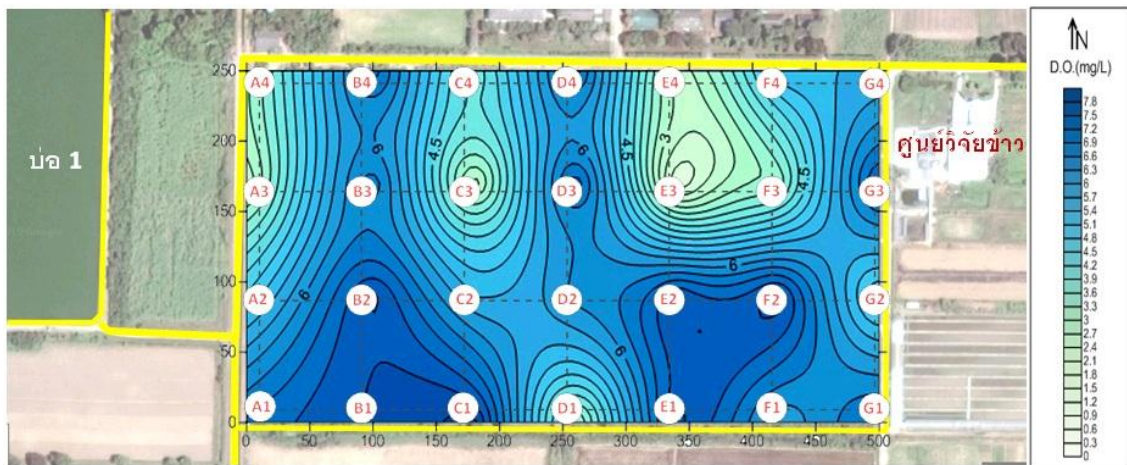
ภาพที่ 53 แผนที่ออกซิเจนละลายน้ำใต้ดินเดือนมีนาคม 2557

เมื่อพิจารณาแผนที่ค่าออกซิเจนละลายน้ำในเดือนมีนาคม 2557 พบว่าค่าออกซิเจนละลายน้ำลดลงเล็กน้อยและจุดที่มีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงจะอยู่บริเวณท่อ D3 B1 และ B4



ภาพที่ 54 แผนที่ค่าออกซิเจนละลายน้ำใต้ดินเดือนเมษายน 2557

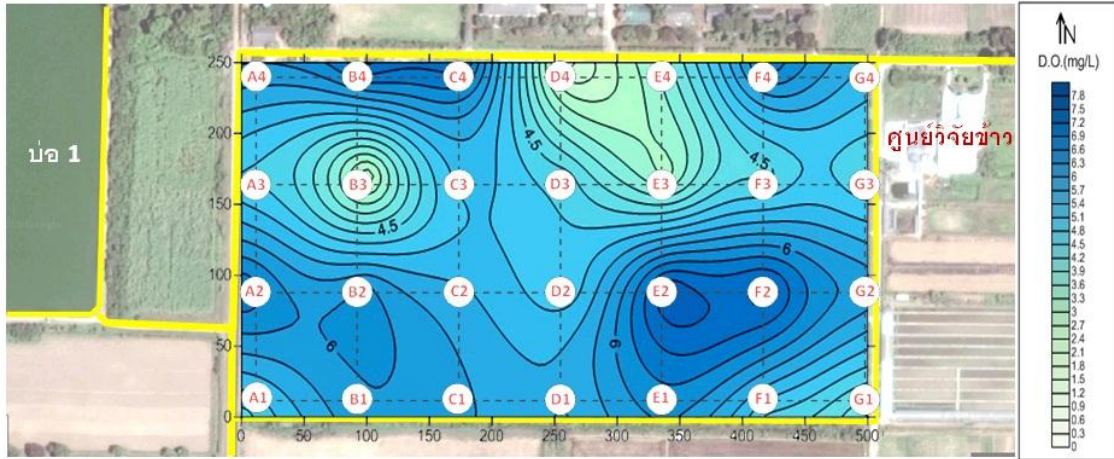
แนวโน้มของค่าออกซิเจนละลายน้ำเริ่มลดลงอย่างเห็นได้ชัดในเดือนเมษายน 2557 พบว่าจุดที่มีค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำมีอยู่หลายจุด ได้แก่บริเวณทอ A2, A3, B2 และ D3 ค่าออกซิเจนละลายน้ำโดยเฉลี่ยของบริเวณดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 3.29 มิลลิกรัมต่อลิตร



ภาพที่ 55 แผนที่ค่าออกซิเจนละลายน้ำใต้ดินเดือนพฤษภาคม 2557

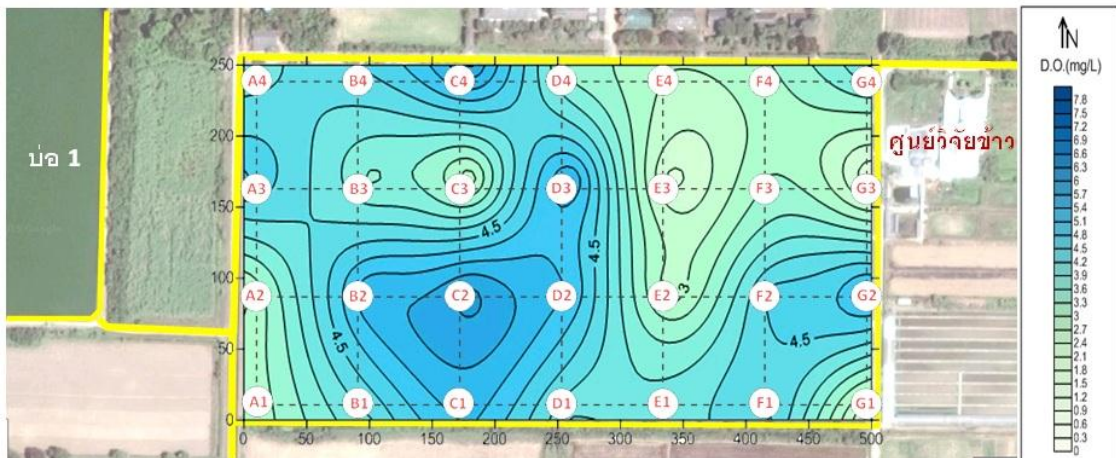
ในเดือนพฤษภาคม 2557 ค่าออกซิเจนละลายน้ำเริ่มมีความแปรปรวนมากขึ้น เนื่องจากพบว่ามีหลายบริเวณที่ค่าออกซิเจนสูงดังเช่นในบริเวณทอ C1 มีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงถึง 7.62 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีอีกหลายบริเวณที่มีค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำมากดังเช่นในบริเวณทอ E3 มีค่าออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 2.1 มิลลิกรัมต่อลิตร





ภาพที่ 56 แผนที่ค่าออกซิเจนละลายน้ำใต้ดินเดือนมิถุนายน 2557

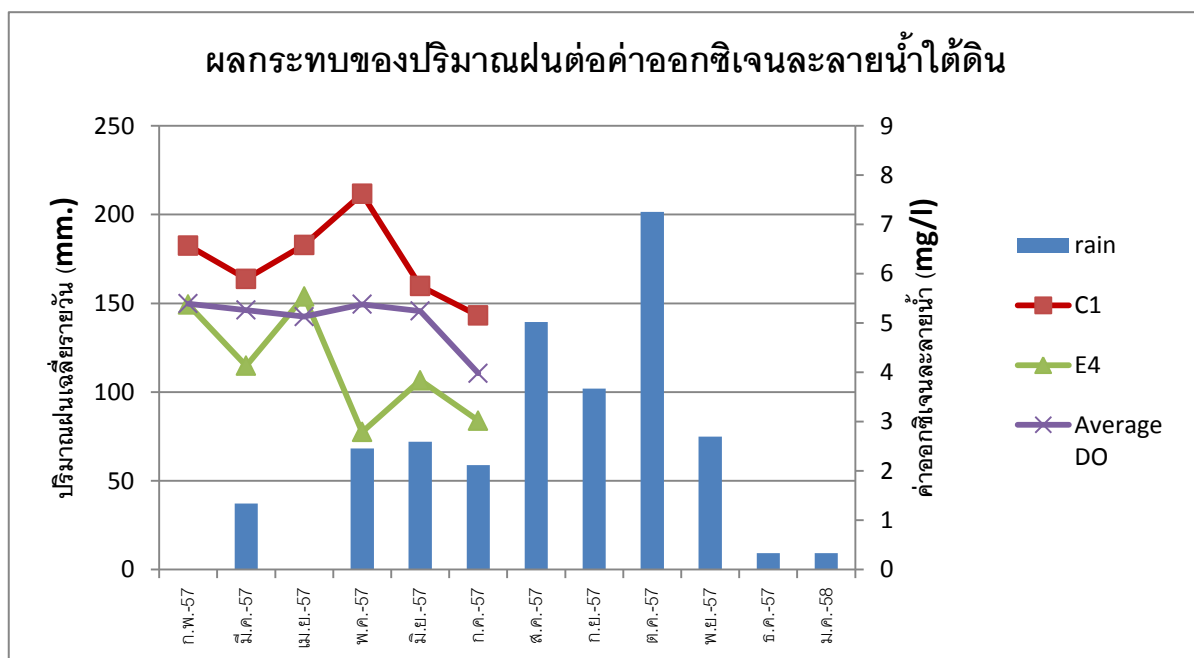
ในเดือนมิถุนายน 2557 ค่าออกซิเจนละลายน้ำมีความแปรปรวนลดลงเนื่องจากจุดที่มีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงที่สุด และต่ำที่สุดสามารถสังเกตได้ง่าย โดยจุดที่มีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงที่สุดในเดือนนี้อยู่บริเวณท่อบริเวณ E2 และ F2 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.07 มิลลิกรัมต่อลิตร และจุดที่มีค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำที่สุดอยู่บริเวณท่อบริเวณ D4 โดยมีค่าเฉลี่ยเพียง 2.27 มิลลิกรัมต่อลิตร



ภาพที่ 57 แผนที่ค่าออกซิเจนละลายน้ำใต้ดินเดือนกรกฎาคม 2557

ในเดือนกรกฎาคม 2557 ซึ่งเป็นเดือนสุดท้ายที่มีการตรวจวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ สามารถสังเกตได้ชัดเจนว่าค่าออกซิเจนละลายน้ำมีค่าลดลงตลอดแปลง โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐานอยู่หลายจุดได้แก่บริเวณท่อบริเวณ A2, C2, E1, E2, E3, G1 และ G3 โดยเฉพาะท่อบริเวณ E3 และ G3 มีค่าออกซิเจนละลายน้ำเพียง 2.28 และ 2.06 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ว่าต้องไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (มันสิน, 2543 )

เมื่อพิจารณาควบคู่ไปกับปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (ภาพที่ 20 ) ทำให้เราทราบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของน้ำใต้ดินมีแนวโน้มที่ลดลงในขณะที่ปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ที่มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการเจือปนของสารแขวนลอยต่างๆในปริมาณมากขึ้นทำให้ค่าออกซิเจนลดลง จากการสำรวจบ่อตรวจวัด C1 และ E3 ที่มีแนวโน้มการเพิ่ม - ลดของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำชัดเจนที่สุดพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยของน้ำใต้ดินในท่อ C1 มีค่ามากที่สุดในเดือนพฤษภาคม 2557 เท่ากับ 7.62 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้อยที่สุดในเดือนกรกฎาคม 2557 เท่ากับ 5.135 มิลลิกรัมต่อลิตร และในท่อ E4 มีค่ามากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2557 เท่ากับ 6.87 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคม 2557 เท่ากับ 2.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

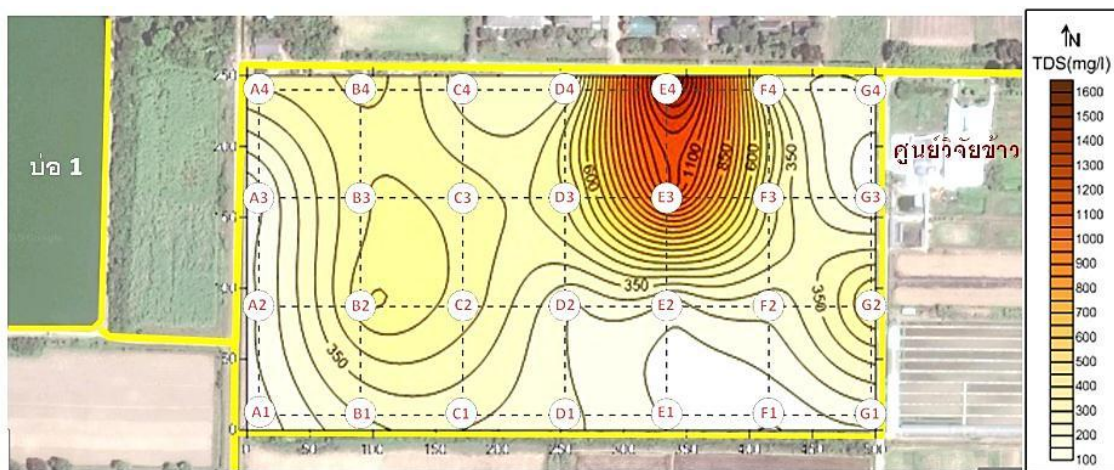


ภาพที่ 57 ผลกระทบของปริมาณฝนที่มีต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำใต้ดินโดยเฉลี่ยรายเดือน

ทั้งนี้เมื่อสังเกตแนวโน้มของท่อ C1 ในเดือนพฤษภาคม 2557 จะเห็นว่าค่าสูงผิดปกติซึ่งอาจมีความขัดแย้งกับข้อมูลชุดอื่นๆ ทั้งนี้ อาจเกิดจากการที่ท่อ C1 อยู่ใกล้กับคูส่งน้ำควดคอนกรีตของแปลงทดลองซึ่งอาจเพิ่มค่าออกซิเจนละลายน้ำในบริเวณดังกล่าวได้ ซึ่งในการเก็บข้อมูลโดยปกติจะทำในช่วงที่ไม่มีการส่งน้ำเข้าคู แต่ในบางครั้งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ จึงอาจทำให้ค่ามีความคลาดเคลื่อนบ้าง และเนื่องจากหัวของมิเตอร์วัดค่าออกซิเจนละลายน้ำเกิดการชำรุดเสียหายในระหว่างการปฏิบัติงาน ทำให้ต้องยุติการวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำไว้แต่เพียงเท่านี้ ซึ่งถือเป็นข้อจำกัดของการทดลองในครั้งนี้เนื่องจากไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าปริมาณฝนส่งผลต่อค่าออกซิเจนละลายน้ำในช่วงฤดูฝนอย่างไร และควรที่จะมีการศึกษาอย่างละเอียดมากยิ่งขึ้นในลำดับต่อไป

### 4.3.3 ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดิน (Total Dissolved Substance ; TDS )

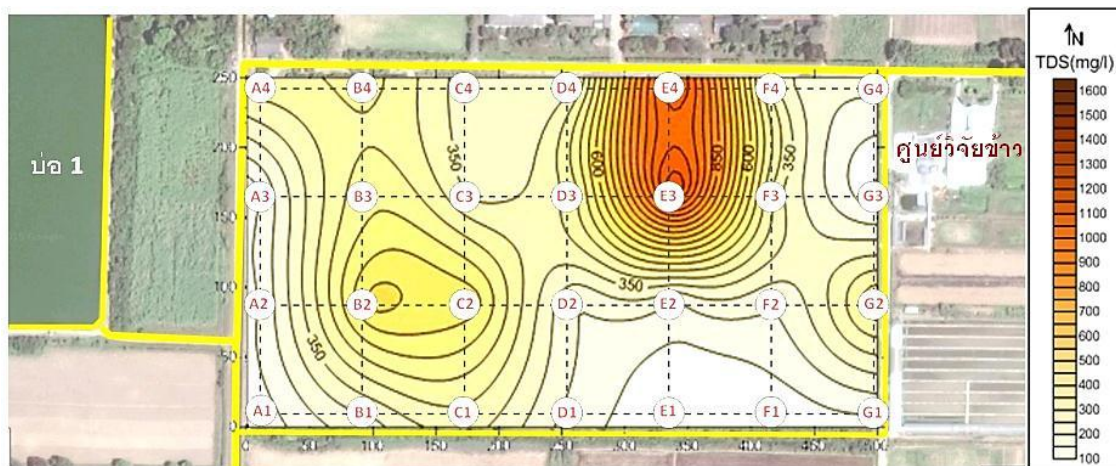
จากการเก็บข้อมูลปริมาณสารแขวนลอย หรือค่าความขุ่นของน้ำใต้ดินในบริเวณแปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน พบว่า ผลจากการวิเคราะห์แผนที่ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดินในภาพที่ 58 ถึงภาพที่ 69 พบว่ามีปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดินเฉลี่ยทางด้านทิศเหนือของพื้นที่แปลงทดลองบริเวณท่อ E3 E4 F3 และ F4 มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลางเมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการชลประทานขององค์การอาหารและเกษตรแห่งชาติ( [www.fao.org](http://www.fao.org) ) และปริมาณสารแขวนลอยนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าความเค็มของน้ำใต้ดินซึ่งสามารถสังเกตได้จากแผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดิน



ภาพที่ 58 แผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินเดือนกุมภาพันธ์ 2557

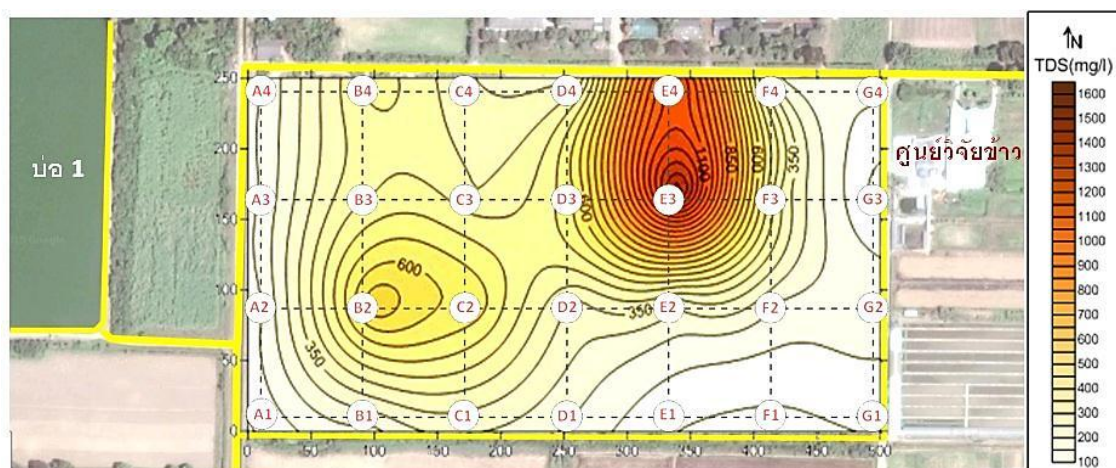
เมื่อพิจารณาจากแผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินในเดือนกุมภาพันธ์พบว่าจุดที่มีค่าปริมาณสารแขวนลอยสูงจะอยู่บริเวณท่อ E3 และ E4 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,170 และ 1,499 mg/l ตามลำดับ ส่วนบริเวณอื่นมีค่าปริมาณสารแขวนลอยอยู่ในระดับต่ำ โดยเมื่อพิจารณาเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานพบว่าคุณภาพน้ำใต้ดินบริเวณท่อ E3 และ E4 มีคุณภาพในระดับปานกลาง





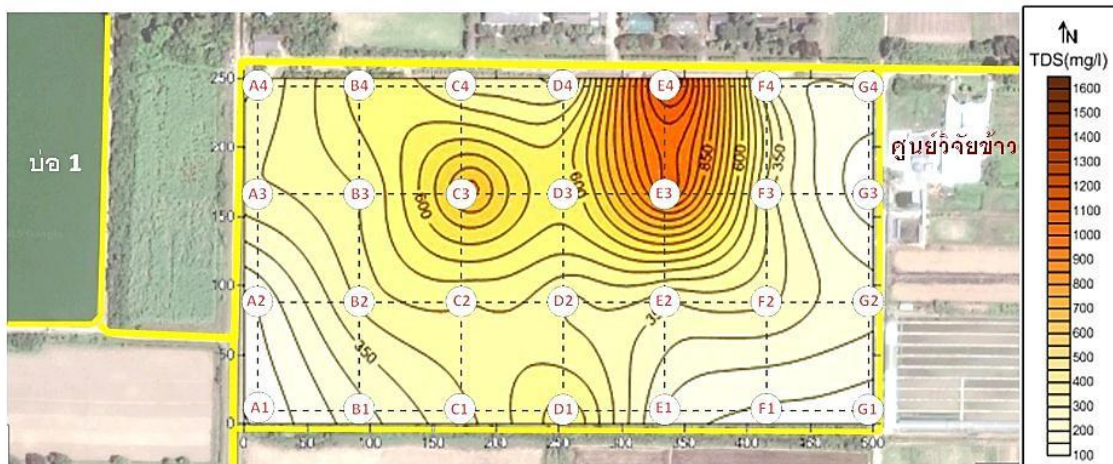
ภาพที่ 59 แผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินเดือนมีนาคม 2557

เมื่อพิจารณาจากแผนที่ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดินในเดือนมีนาคมพบว่า บริเวณที่มีปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดินมากที่สุดยังอยู่ในบริเวณท่อ E3 และ E4 โดยมีค่ามากที่สุดที่ท่อ E3 เท่ากับ 1,160.25 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยจะเห็นได้ว่าที่จุด B2 และ C2 ก็เริ่มมีปริมาณสารแขวนลอยเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน



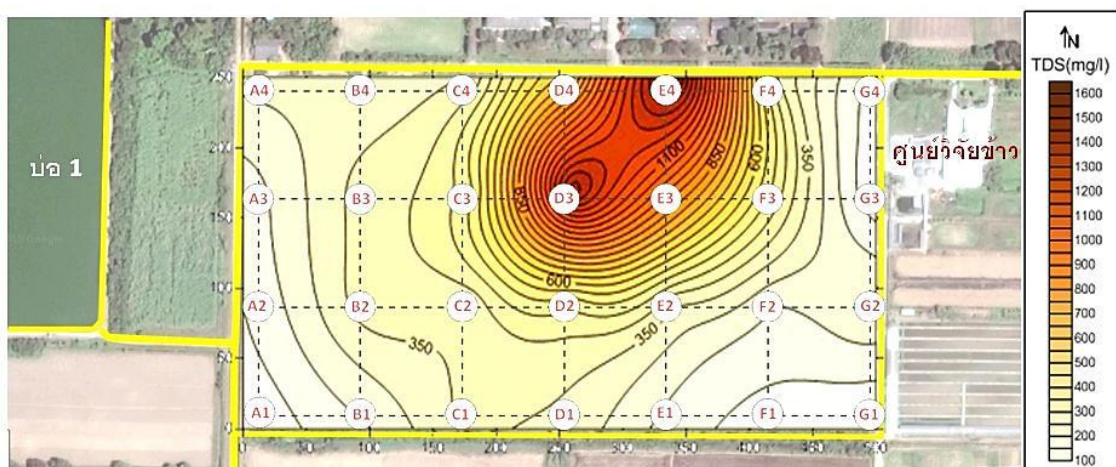
ภาพที่ 60 แผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินเดือนเมษายน 2557

เมื่อพิจารณาจากแผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินในเดือนเมษายนพบว่า ปริมาณสารแขวนลอยที่จุด E3 มีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากซึ่งมีค่าเท่ากับ 1395.5 มิลลิกรัมต่อลิตรและเริ่มมีการขยายวงกว้างซึ่งส่งผลให้ที่บริเวณท่อ B2 และ C2 มีปริมาณสารแขวนลอยเพิ่มขึ้นด้วยตามลำดับ



ภาพที่ 61 แผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินเดือนพฤษภาคม 2557

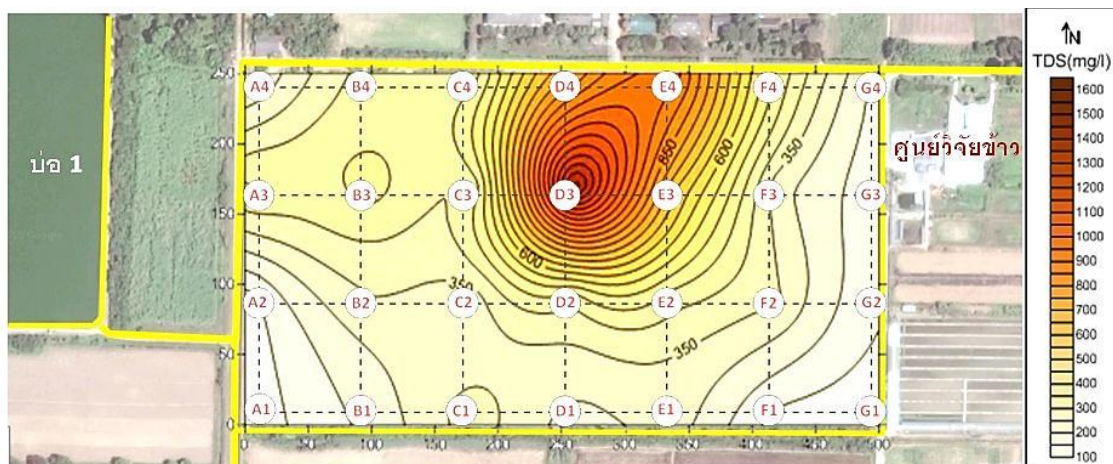
เมื่อพิจารณาแผนที่ในเดือนพฤษภาคมพบว่าปริมาณสารแขวนลอยมีค่ามากที่สุดที่บริเวณเดิมคือบริเวณท่อ E3 และ E4 แต่เห็นได้ชัดว่ามีค่าลดลงโดยมีค่าอยู่ที่ 1,031 และ 1,235 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ และบริเวณท่อ C3 มีค่าสูงขึ้นเล็กน้อยเช่นกัน



ภาพที่ 62 แผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินเดือนมิถุนายน 2557

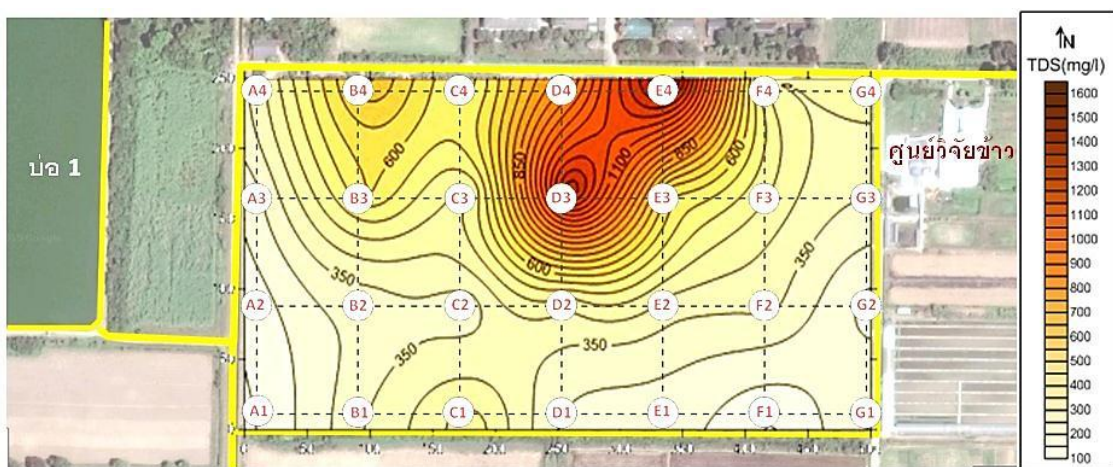
เมื่อพิจารณาจากแผนที่ปริมาณสารแขวนลอยในเดือนมิถุนายนพบว่าจุดบริเวณที่มีสารแขวนลอยอยู่สูงเริ่มขยายวงกว้างขึ้นมายังบริเวณท่อ D3 จากเดิมอยู่ที่บริเวณ E3 E4 และมีค่าปริมาณสารแขวนลอยเฉลี่ยค่อนข้างสูง โดยที่ท่อ D3 มีค่าเท่ากับ 1,395.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และที่ท่อ E4 มีค่าเท่ากับ 1,503.13 ซึ่งมีความสูงที่สุดในรอบปี





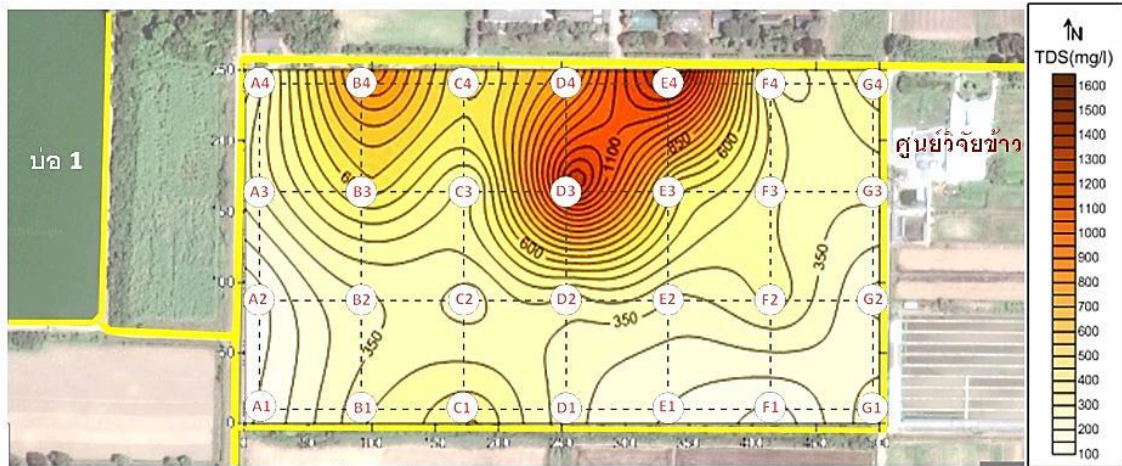
ภาพที่ 63 แผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินเดือนกรกฎาคม 2557

เมื่อพิจารณาจากแผนที่ของเดือนกรกฎาคมพบว่าค่าปริมาณสารแขวนลอยมีค่าสูงสุดที่บริเวณท่อ D3 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,388.75 มิลลิกรัมต่อลิตร และบริเวณท่อ E4 และ E3 มีปริมาณสารแขวนลอยลดลงเล็กน้อยจากเดือนที่แล้ว



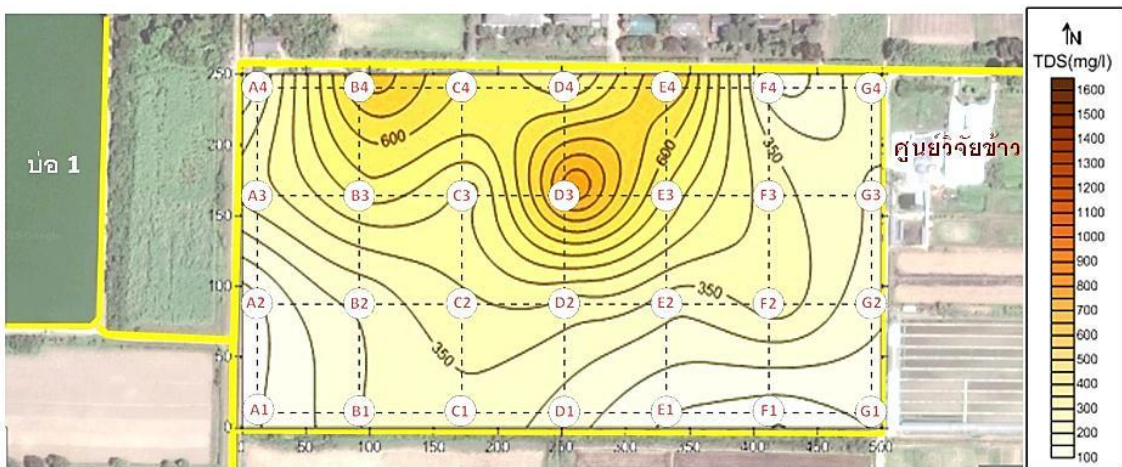
ภาพที่ 64 แผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินเดือนสิงหาคม 2557

เมื่อพิจารณาจากแผนที่ในเดือนสิงหาคม พบว่าปริมาณสารแขวนลอยมีค่ามากกว่าบริเวณแนวด้านทิศเหนือของแปลงทดลอง โดยจุดที่มีค่าปริมาณสารแขวนลอยมากที่สุดอยู่ที่ท่อ E4 และ D3 โดยมีค่าเท่ากับ 1,464.67 และ 1,358.33 ตามลำดับ และในบริเวณท่อ B4 เริ่มมีค่ามากขึ้นด้วย



ภาพที่ 65 แผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินเดือนกันยายน 2557

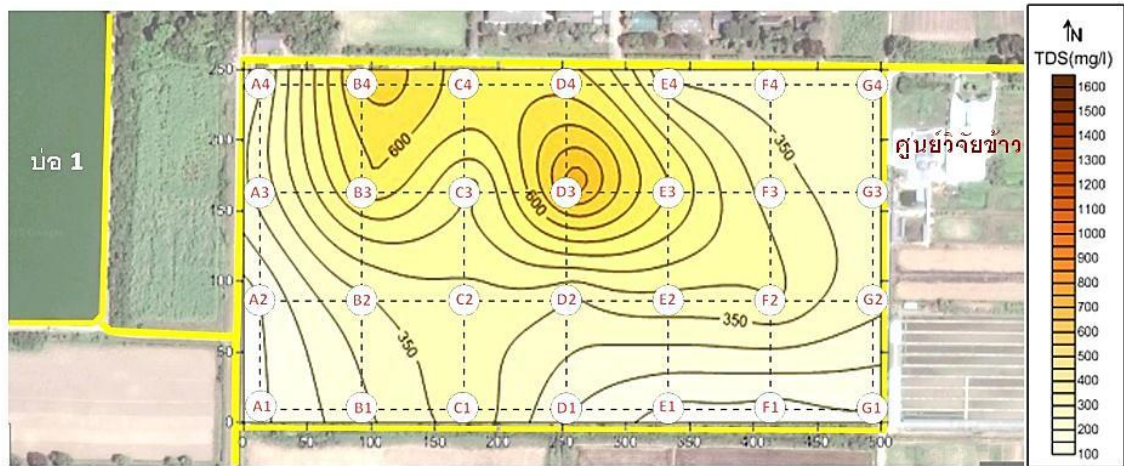
ในเดือนกันยายนค่าปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดินมีค่าใกล้เคียงกับเดือนที่แล้ว โดยที่ท่อ B4 มีปริมาณสารแขวนลอยเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และจุดที่มีค่ามากที่สุดคือที่ท่อ E4 และ D3 ซึ่งมีค่าปริมาณสารแขวนลอยใกล้เคียงกับเดือนที่แล้ว



ภาพที่ 66 แผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินเดือนตุลาคม 2557

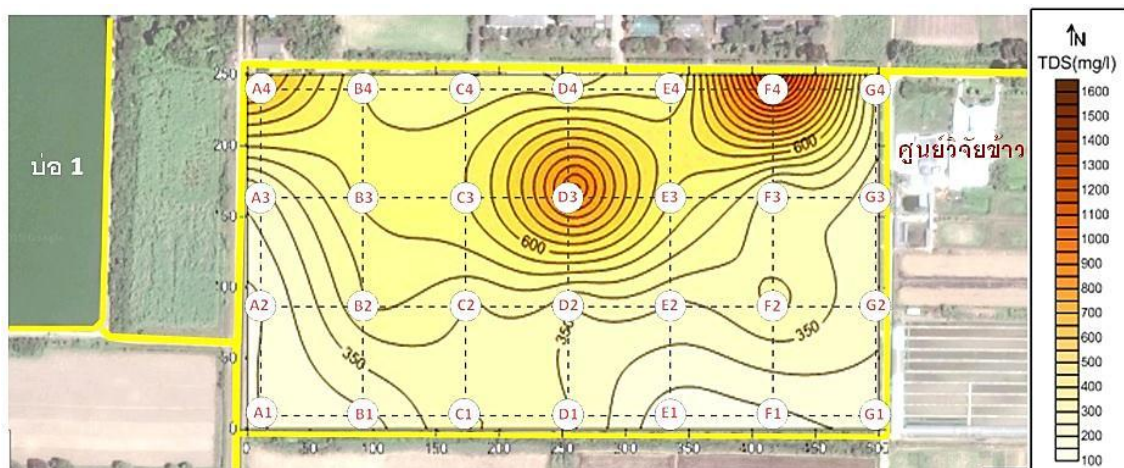
เมื่อพิจารณาแผนที่ในเดือนตุลาคมสังเกตได้ชัดเจนว่าปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดินมีแนวโน้มลดลงตลอดแปลงซึ่งมีความสอดคล้องกับปริมาณฝนที่ตกลงในพื้นที่ และจุดที่มีค่าปริมาณสารแขวนลอยมากที่สุดอยู่ที่ท่อ E3 เท่ากับ 721 มิลลิกรัมต่อลิตร และที่ท่อ B4 มีค่าปริมาณสารแขวนลอยสูงเท่ากับ 644 มิลลิกรัมต่อลิตร





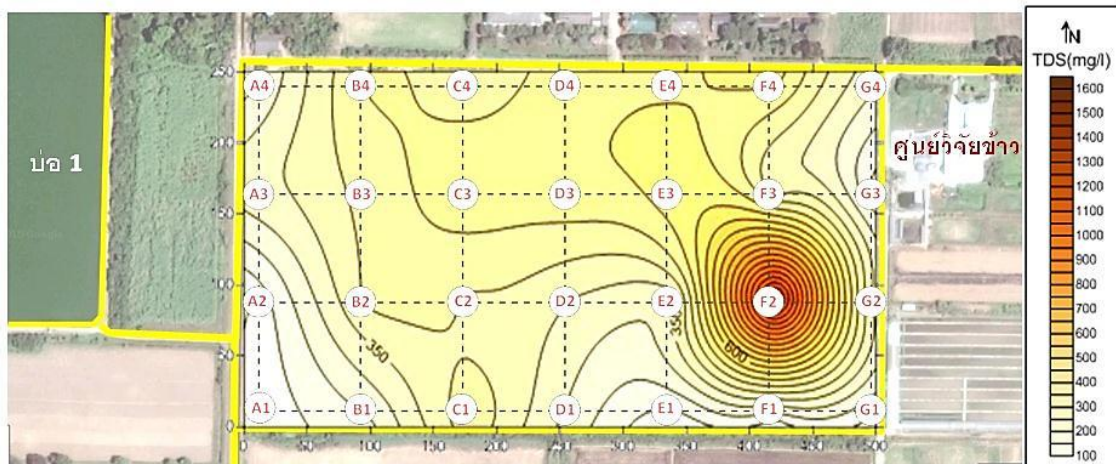
ภาพที่ 67 แผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินเดือนพฤศจิกายน 2557

เมื่อพิจารณาจากแผนที่ในเดือนพฤศจิกายนพบว่า ปริมาณสารแขวนลอยในพื้นที่แปลงลดลงอย่างมากโดยจุดที่มีค่าปริมาณสารแขวนลอยสูงยังคงอยู่ที่จุด D3 และ B4 เช่นเดิม



ภาพที่ 68 แผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินเดือนธันวาคม 2557

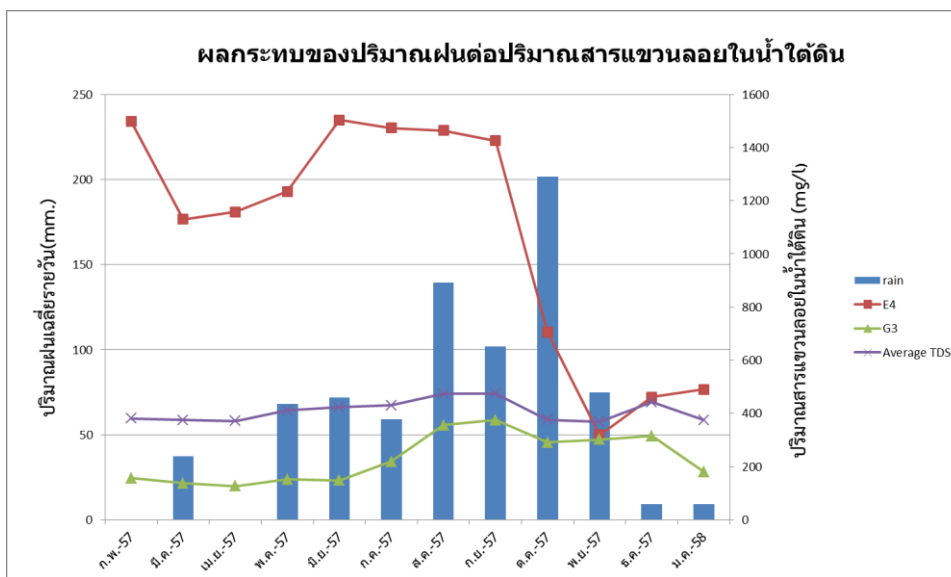
จากการพิจารณาแผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินในเดือนธันวาคมพบว่าเกิดการเปลี่ยนตำแหน่งที่มีค่าปริมาณสารแขวนลอยมากโดยแนวทางที่มีค่าสูงเริ่มตั้งแต่ท่อ A2 มายังท่อ D3 และต่อเนื่องไปยังจุด F4 โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดที่วัดได้อยู่ในบริเวณท่อ F4 มีค่าเท่ากับ 1,325.5 มิลลิกรัมต่อลิตร



ภาพที่ 69 แผนที่ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินเดือนมกราคม 2558

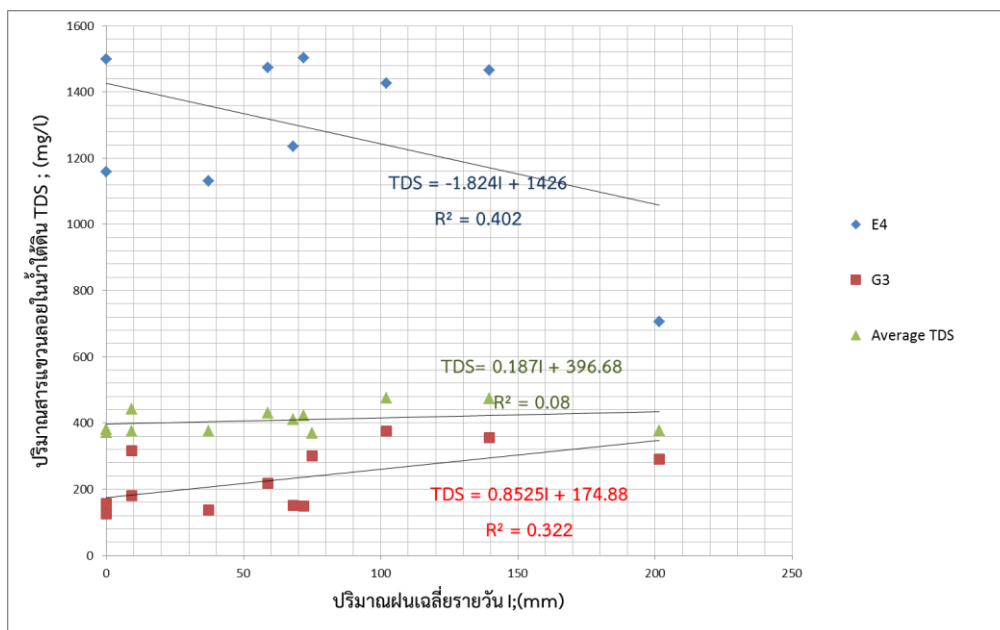
เมื่อพิจารณาจากแผนที่พบว่าในเดือนมกราคม 2558 ปริมาณสารแขวนลอยมีค่ามากที่สุดที่จุด F2 โดยเปลี่ยนตำแหน่งจากบริเวณทิศเหนือของแปลงทดลองมาเป็นบริเวณทิศตะวันออกเฉียงใต้ของแปลงแทน โดยจุดอื่น ๆ มีค่าปริมาณสารแขวนลอยต่ำ แต่ที่บริเวณที่ F2 มีค่าปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดินสูงถึง 1,266.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อพิจารณาควบคู่ไปกับปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (ภาพที่ 70 ) ทำให้เราทราบว่าปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินในพื้นที่แปลงทดลองนั้นมีแนวโน้มที่ลดลงในขณะที่ปริมาณฝนเฉลี่ยที่ตกลงในพื้นที่มีค่าเพิ่มขึ้น โดยค่าความเค็มเฉลี่ยของน้ำใต้ดินในท่อ E4 มีค่ามากที่สุดในเดือนมิถุนายน 2557 เท่ากับ 1,503.13 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้อยที่สุดในเดือนพฤศจิกายน 2557 เท่ากับ 319 มิลลิกรัมต่อลิตร และในท่อ G3 มีค่ามากที่สุดในเดือนกันยายน 2557 เท่ากับ 301.22 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 126 มิลลิกรัมต่อลิตรในเดือนเมษายน 2557



ภาพที่ 70 ผลกระทบของปริมาณฝนที่มีต่อปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินโดยเฉลี่ยรายเดือน

เมื่อพิจารณาทางหลักสถิติพบว่า ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนที่มีผลต่อการเพิ่ม - ลด ปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดิน(ภาพที่ 71 ) จากการสุ่มวิเคราะห์ที่ตัวอย่าง E4 และ G3 ซึ่งมี แนวโน้มปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดินเฉลี่ยมากที่สุดและน้อยที่สุดตามลำดับ รวมไปถึงการ วิเคราะห์จากค่าความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยทั้งแปลงได้ผลดังนี้



ภาพที่ 71 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนเฉลี่ยกับปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินเฉลี่ย

เนื่องจากค่าความเค็มของท่อ G3 มีความเค็มตลอดปีน้อยมากซึ่งอาจเกิดจากอยู่ใกล้คูส่งน้ำเข้าแปลงมาก (ภาพที่ 37) ทำให้เกิดการไหลเวียนของน้ำใต้ดินตลอดเวลาจนมีปริมาณสารแขวนลอยน้อยมาก และค่าเฉลี่ยของปริมาณสารแขวนลอยทั่วทั้งแปลงมีความสัมพันธ์เท่ากับ 0.08 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์น้อยมาก เมื่อเทียบกับท่อ E4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.4 แสดงให้เห็นว่าปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินเกิดขึ้นเพียงบางจุดของแปลงทดลองเท่านั้น ดังนั้นสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนต่อค่าปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดินเป็นไปตามสมการ

$$TDS = 0.187I + 396.68 \quad \dots (4)$$

โดยที่ I คือปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ ( mm. )

TDS คือปริมาณสารแขวนลอยที่ละลายในน้ำใต้ดิน ( g/L )

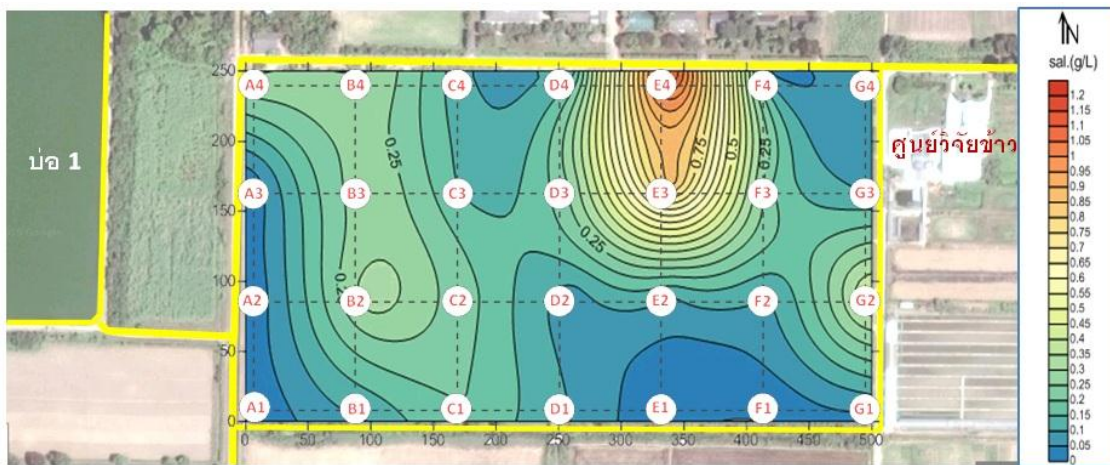
จากสมการสามารถอธิบายได้ว่าถ้าไม่มีปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ ปริมาณสารแขวนลอยเฉลี่ยของน้ำใต้ดินจะมีค่าเท่ากับ 1.31 กรัมต่อลิตร และถ้าปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าปริมาณสารแขวนลอยของน้ำใต้ดินมีค่าลดลงตามไปด้วย

เนื่องจากสมการค่าเฉลี่ยอาจให้ผลที่ไม่ถูกต้องเนื่องจากค่าเฉลี่ยของปริมาณสารแขวนรวมทั้งแปลงไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณฝนที่ตกลงในพื้นที่ ในเชิงปฏิบัติอาจจะพิจารณาเฉพาะจุดที่ประสบปัญหาปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดินมาก และเลือกใช้สมการที่ได้จากบริเวณนั้น โดยตรงมาวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้องในลำดับต่อไป



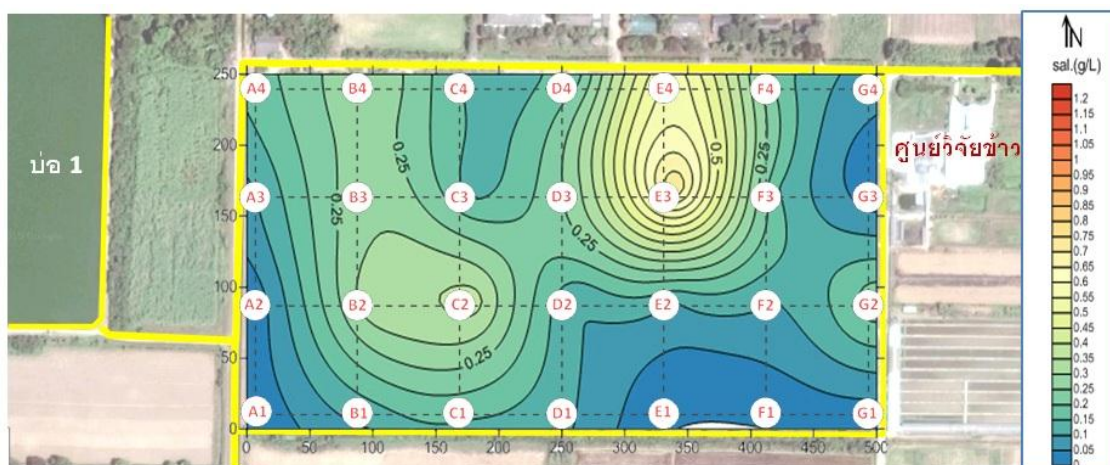
### 4.3.4 ความเค็มของน้ำใต้ดิน (Salinity)

จากการเก็บข้อมูลค่าความเค็มของน้ำใต้ดินในบริเวณแปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน พบว่า ผลจากการวิเคราะห์แผนที่ความเค็มในภาพที่ 72 ถึงภาพที่ 83 มีค่าความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยทางด้านทิศเหนือบริเวณท่อ E3 E4 และ F4 มีคุณภาพอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการชลประทาน (ตารางที่ 1) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.5 - 1.5 กรัมต่อลิตร ซึ่งเหมาะสมสำหรับกลุ่มพืชทนเค็ม และต้องมีการระบายน้ำที่ดี



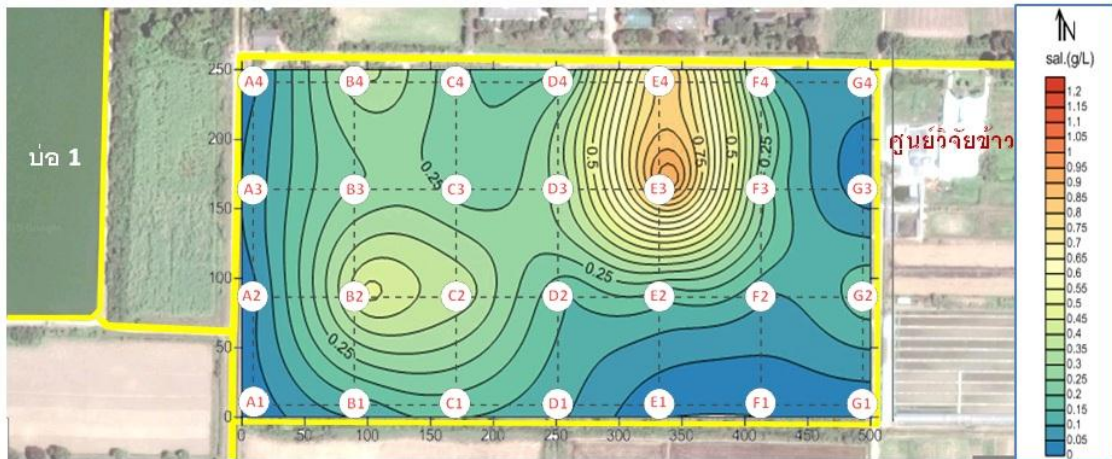
ภาพที่ 72 แผนที่ความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์ 2557

ในเดือนกุมภาพันธ์ 2557 จุดที่มีค่าความเค็มสูงมากอยู่ในบริเวณท่อ E3 และ E4 โดยค่าความเค็มเฉลี่ยสูงสุดที่วัดได้ที่ท่อ E3 และ E4 มีค่าเท่ากับ 0.75 และ 1.18 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ



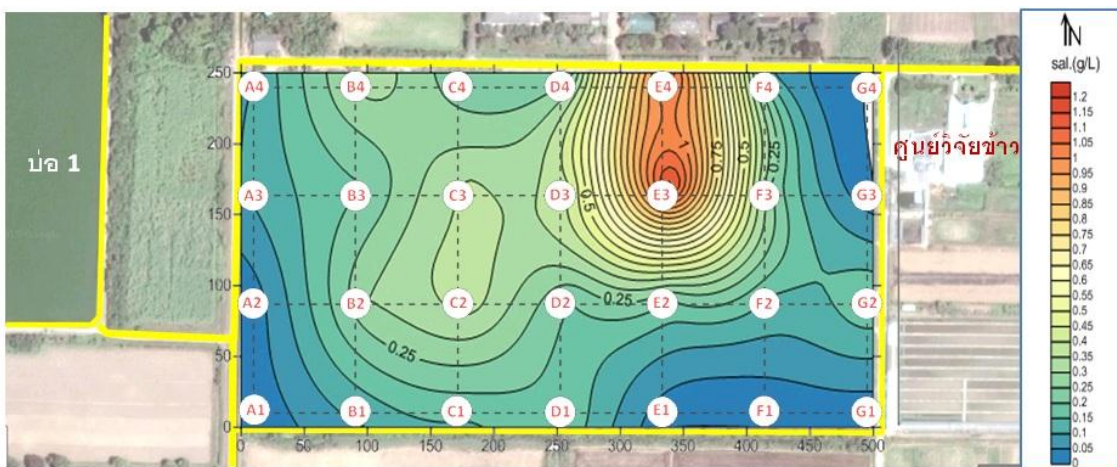
ภาพที่ 73 แผนที่ความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนมีนาคม 2557

ในเดือนมีนาคม 2557 ความเค็มของน้ำใต้ดินยังคงอยู่ในบริเวณท่อ E3 และ E4 แต่มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเนื่องจากในเดือนมีนาคมเกิดพายุฤดูร้อนมีฝนบางส่วนตกลงในพื้นที่ ความเค็มเฉลี่ยของน้ำใต้ดินที่มากที่สุดวัดได้จากท่อ E3 มีค่าเท่ากับ 0.76 กรัมต่อลิตร



ภาพที่ 74 แผนที่ความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนเมษายน 2557

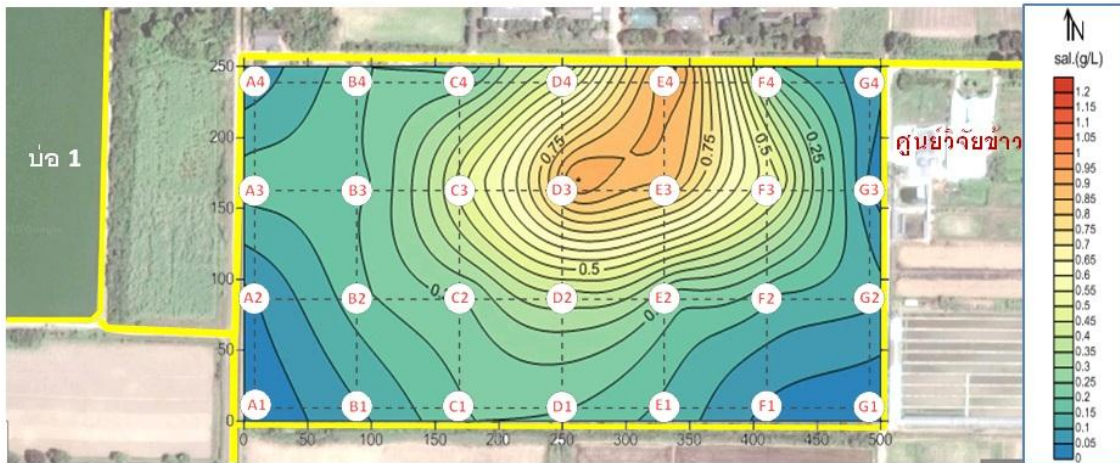
ในเดือนเมษายน 2557 ความเค็มของน้ำใต้ดินมีกลับมา มีค่าสูงอีกครั้งซึ่งวัดได้จากท่อ E3 เช่นเดียวกัน มีค่าเท่ากับ 1.03 กรัมต่อลิตร และสังเกตได้ว่าความเค็มของน้ำใต้ดินเริ่มมีการเคลื่อนตัวไปสะสมอยู่ที่ท่อ B2 ด้วยซึ่งค่าความเค็มเฉลี่ยของน้ำใต้ดินที่ท่อ B2 มีค่าเท่ากับ 0.475 กรัมต่อลิตร



ภาพที่ 75 แผนที่ความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนพฤษภาคม 2557

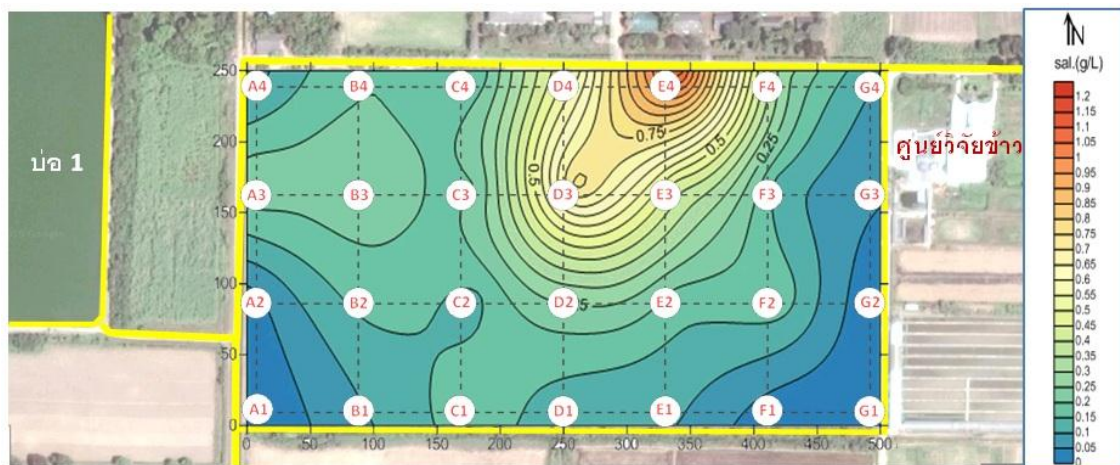
ในเดือนพฤษภาคม 2557 ความเค็มของน้ำใต้ดินบริเวณท่อ E3 และ E4 เริ่มมีค่ามากขึ้นซึ่งถือว่าความเค็มของน้ำใต้ดินในเดือนนี้มีค่าสูงมากในรอบปี โดยวัดค่าความเค็มเฉลี่ยสูงที่สุดที่ท่อ E3 ได้เท่ากับ 1.18 กรัมต่อลิตร และที่ท่อ E4 เท่ากับ 1.08 กรัมต่อลิตร





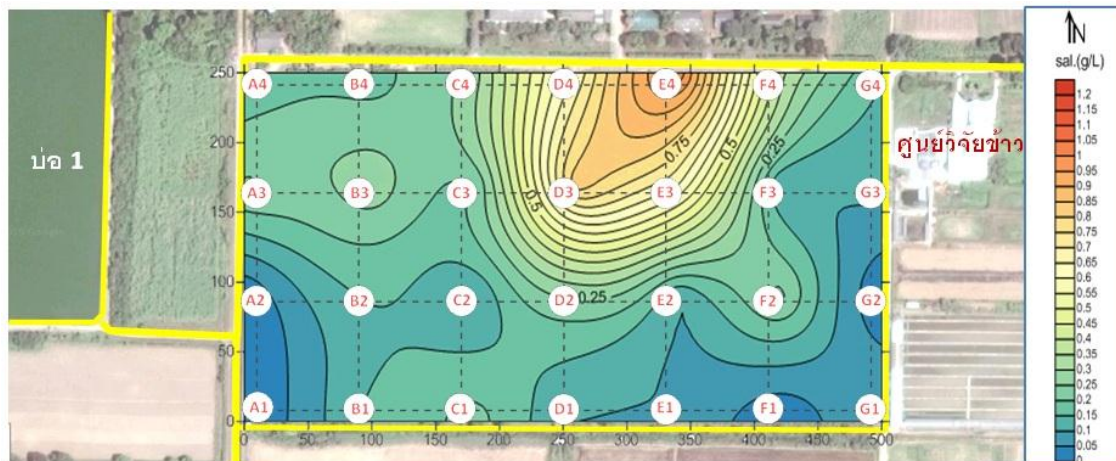
ภาพที่ 76 แผนที่ความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนมิถุนายน 2557

ในเดือนมิถุนายน 2557 ความเค็มของน้ำใต้ดินเริ่มมีการเคลื่อนที่จากบริเวณท่อ E3 และ E4 มายังบริเวณท่อ D3 จะเห็นว่าความเค็มของน้ำใต้ดินเริ่มมีการขยายวงกว้างมากขึ้น ค่าความเค็มเฉลี่ยสูงที่สุดที่วัดได้ที่ท่อ D3 มีค่าเท่ากับ 0.96 กรัมต่อลิตร



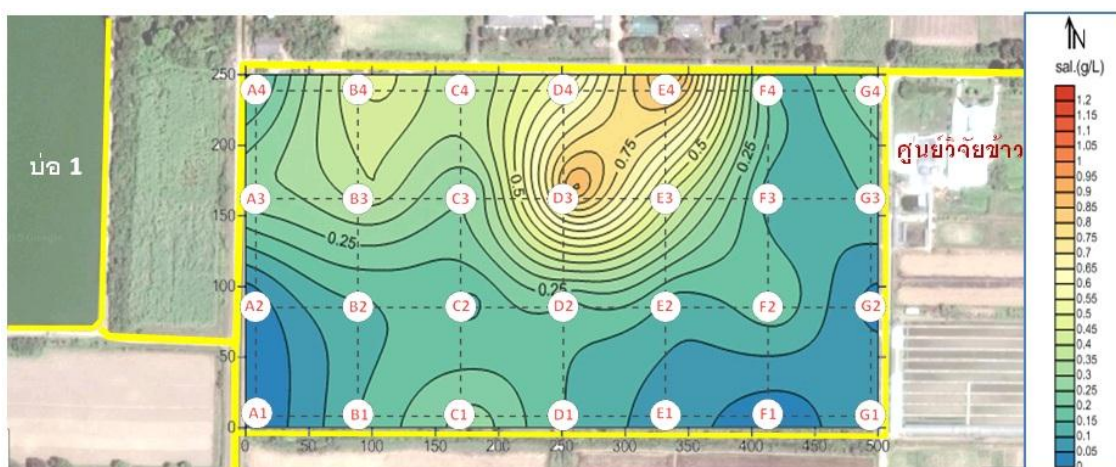
ภาพที่ 77 แผนที่ความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนกรกฎาคม 2557

ในเดือนกรกฎาคม 2557 ไม่มีการเคลื่อนตัวของความเค็มอย่างชัดเจนแต่ค่าความเค็มที่ท่อ E4 มีค่าสูงขึ้น โดยมีค่าความเค็มเฉลี่ยสูงถึง 1.15 กรัมต่อลิตร แต่การแพร่กระจายความเค็มของเกลือเริ่มลดลงอย่างเห็นได้ชัด



ภาพที่ 78 แผนที่ความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนสิงหาคม 2557

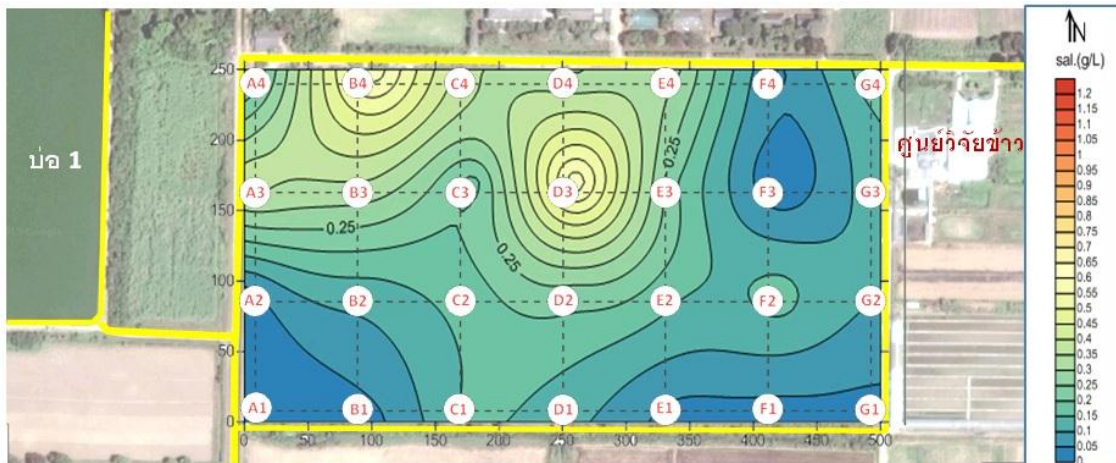
ในเดือนสิงหาคมค่าความเค็มของน้ำใต้ดินเริ่มมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยอันเนื่องมาจากอิทธิพลของฝนที่เพิ่มขึ้น บริเวณที่มีความเค็มมากที่สุดในเดือนนี้อยู่บริเวณท่อ E4 โดยมีค่าความเค็มโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร



ภาพที่ 79 แผนที่ความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนกันยายน 2557

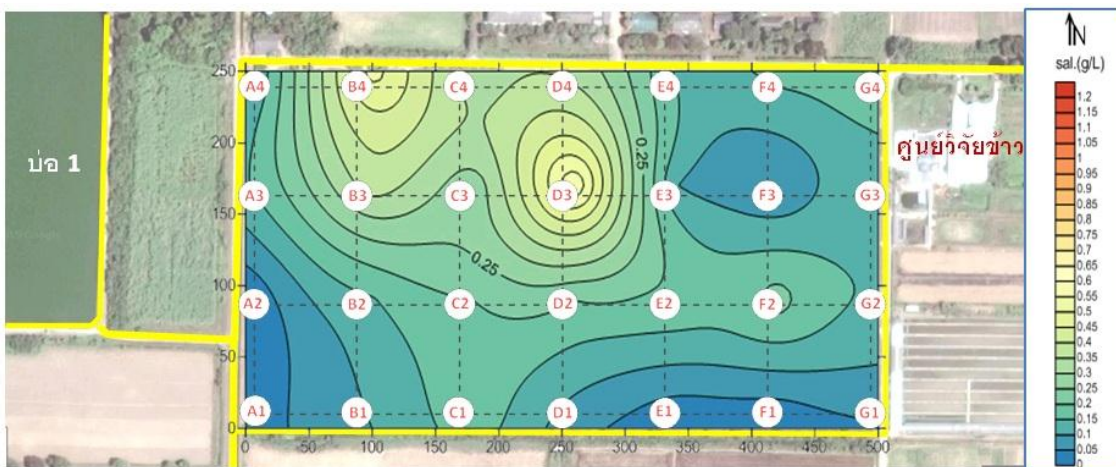
ในเดือนกันยายน 2557 เริ่มสังเกตเห็นว่าความเค็มของน้ำใต้ดินลดลงอย่างต่อเนื่อง แต่มีการกระจายตัวเป็นวงกว้างอย่างรวดเร็ว โดยความเค็มของน้ำใต้ดินเคลื่อนตัวจาก E4 ไปยัง D2 อีกครั้ง และเริ่มมีการสะสมของเกลือที่บริเวณท่อ B4 อีกด้วย





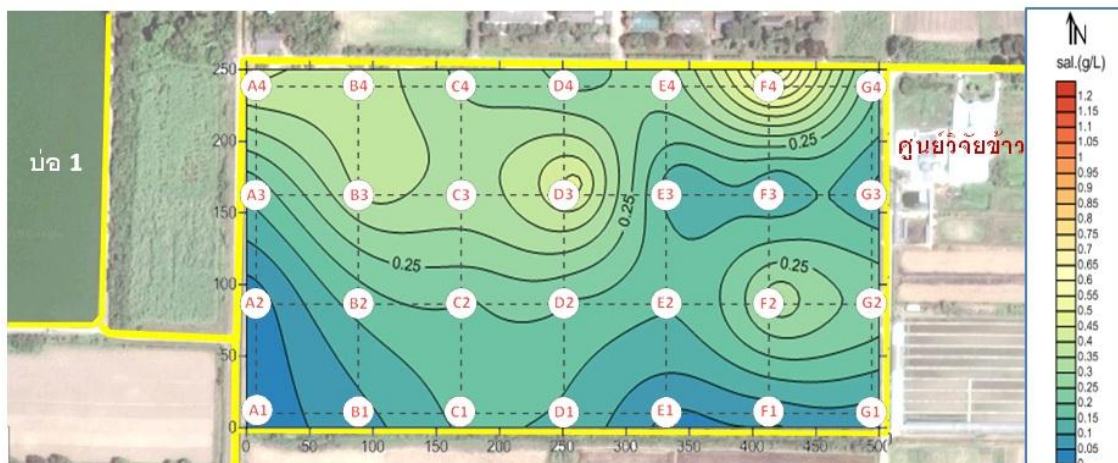
ภาพที่ 80 แผนที่ความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนตุลาคม 2557

ในเดือนตุลาคม 2557 ความเค็มของน้ำใต้ดินลดลงอย่างเห็นได้ชัดและเคลื่อนตัวมาสะสมที่ท่อ D3 มีค่าความเค็มเฉลี่ยเท่ากับ 0.64 กรัมต่อลิตร และที่บริเวณท่อ B4 ความเค็มมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน โดยมีความเค็มเฉลี่ยเท่ากับท่อ D3 นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าบริเวณท่อ E3 และ E4 ซึ่งเคยมีค่าความเค็มของน้ำใต้ดินสูง ในเดือนนี้แทบไม่มีความเค็มเลย



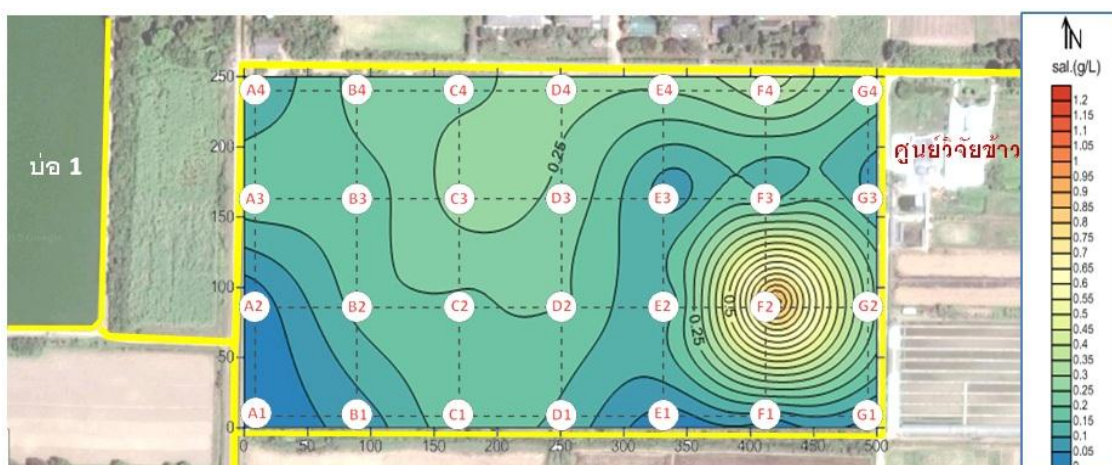
ภาพที่ 81 แผนที่ความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนพฤศจิกายน 2557

เมื่อพิจารณาจากแผนที่ความเค็มของน้ำใต้ดินในเดือนพฤศจิกายนพบว่ามีความเค็มค่อนข้างต่ำเช่นเดียวกับในเดือนตุลาคม ตำแหน่งที่มีค่าความเค็มสูงสุดยังคงอยู่ในตำแหน่งเดียวกันเดือนที่แล้วและมีความเค็มใกล้เคียงกับเดือนที่แล้วเช่นกัน



ภาพที่ 82 แผนที่ความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนธันวาคม 2557

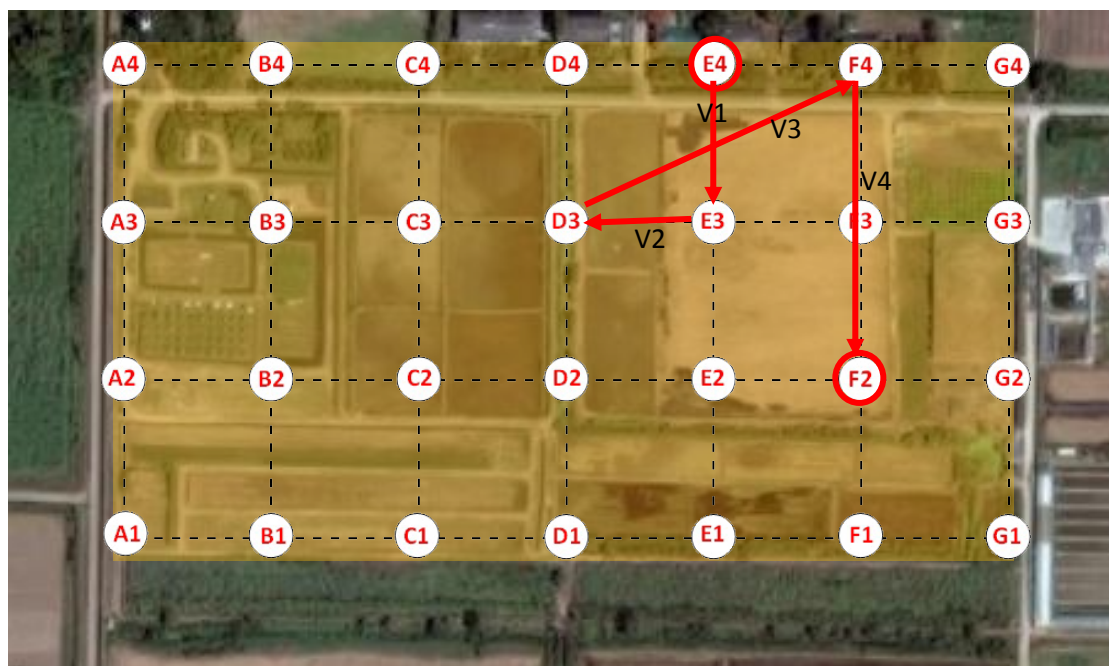
ในเดือนธันวาคมเมื่อสังเกตจากแผนที่พบว่าค่าความเค็มของน้ำใต้ดินในบริเวณที่เคยมีค่าสูงในเดือนที่แล้วมีค่าลดลงแต่จุดที่เริ่มมีค่าสูงขึ้นจนสังเกตได้คือบริเวณท่อน F4 และบริเวณท่อน F2 ตามลำดับ



ภาพที่ 83 แผนที่ความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยเดือนมกราคม 2557

ในเดือนมกราคม 2558 ซึ่งเป็นเดือนสุดท้ายของการตรวจวัด พบว่า ความเค็มของน้ำใต้ดินเคลื่อนที่มาสะสมอยู่บริเวณทิศตะวันออกเฉียงใต้ของแปลงทดลองบริเวณท่อน F2 แล้ววัดค่าความเค็มโดยเฉลี่ยได้เท่ากับ 0.96 กรัมต่อลิตร

นอกจากนี้ เมื่อทำการพิจารณาจากแผนที่ความเค็มของน้ำใต้ดินพบว่าความเค็มของน้ำใต้ดินมีการเปลี่ยนตำแหน่ง โดยการเปลี่ยนตำแหน่งของความเค็มดำเนินแบบค่อยเป็นค่อยไปดังแสดงในภาพที่ 84



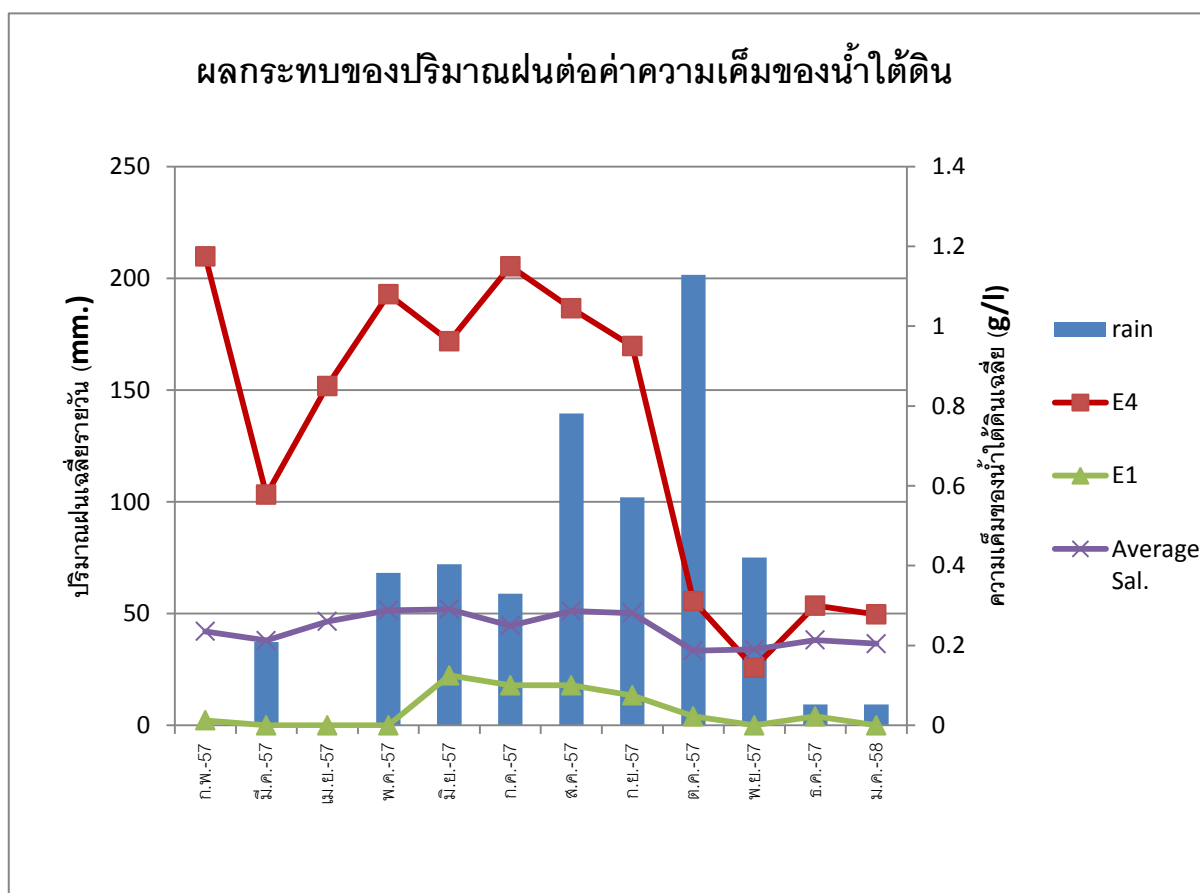
ภาพที่ 84 ทิศทางการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำใต้ดิน

จากภาพสามารถอธิบายได้ว่าความเค็มของน้ำใต้ดินที่มากที่สุดในช่วงแรกอยู่ที่ท่อ E4 ต่อมาความเค็มเริ่มเปลี่ยนตำแหน่งจากท่อ E4 ลงมาทางทิศใต้ตามทิศทางของเวกเตอร์ V1 จนถึงบริเวณท่อ E3 จากนั้นความเค็มเริ่มเปลี่ยนตำแหน่งอีกครั้งจากท่อ E3 ไปทางทิศตะวันตกตามทิศทางของเวกเตอร์ V2 จนถึงบริเวณท่อ D3 จากนั้นความเค็มเริ่มเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอีกครั้งจากท่อ D3 ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือตามทิศทางของเวกเตอร์ V3 จนถึงบริเวณท่อ F4 และสุดท้ายความเค็มมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งจากบริเวณท่อ F2 ลงมาทางทิศใต้ตามทิศทางของเวกเตอร์ V4 มาจนถึงบริเวณท่อ F2 ในช่วงสุดท้ายของการสำรวจ

ซึ่งจากการศึกษายังมีได้ให้ข้อสรุปที่แน่ชัดว่าการเปลี่ยนตำแหน่งของความเค็มในแปลงทดลองภาคทฤษฎีวิศวกรรมชลประทานนั้นมิสาเหตุมาจากมวลของน้ำใต้ดินที่มีความเค็มนั้นเคลื่อนตัวจากที่หนึ่งมาอีกที่หนึ่ง หรือเกิดจากการสะสมความเค็มของน้ำใต้ดินเฉพาะที่ ซึ่งประเด็นนี้จะต้องทำการศึกษาอย่างละเอียดในลำดับต่อไป



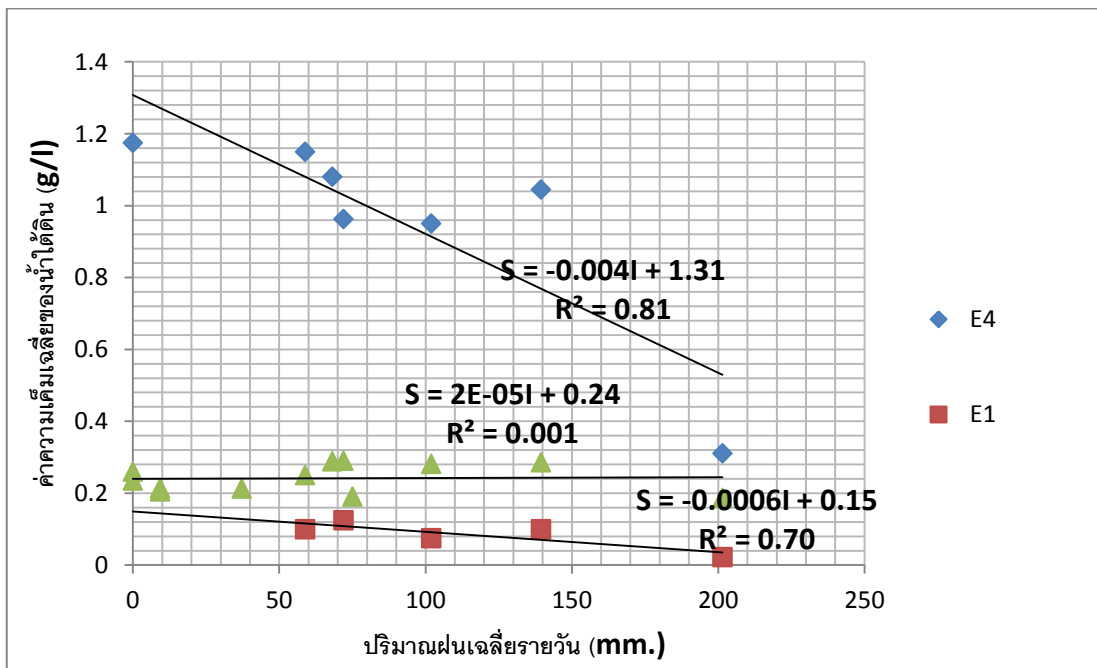
เมื่อพิจารณาควบคู่ไปกับปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (ภาพที่ 85) ทำให้เราทราบว่าค่าความเค็มของน้ำใต้ดินมีแนวโน้มที่ลดลงในขณะที่ปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่มีค่าเพิ่มขึ้น โดยค่าความเค็มเฉลี่ยของน้ำใต้ดินในท่อ E4 มีค่ามากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ 2557 เท่ากับ 1.18 กรัมต่อลิตร และน้อยที่สุดในเดือนพฤศจิกายน 2557 เท่ากับ 0.14 กรัมต่อลิตร และในท่อ E1 มีค่ามากที่สุดในเดือนมิถุนายน 2557 เท่ากับ 0.13 กรัมต่อลิตร และมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 0 กรัมต่อลิตร



ภาพที่ 85 ผลกระทบของปริมาณฝนที่มีต่อค่าความเค็มของน้ำใต้ดิน โดยเฉลี่ยรายเดือน



เมื่อพิจารณาทางหลักสถิติพบว่า ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนที่มีผลต่อการเพิ่ม - ลด ปริมาณความเค็มของน้ำใต้ดิน(ภาพที่ 86) จากการสุ่มวิเคราะห์ห่อตัวอย่าง E4 และ E1 ซึ่งมีแนวโน้ม ค่าความเค็มเฉลี่ยมากที่สุดและน้อยที่สุดตามลำดับ รวมไปถึงการวิเคราะห์จากค่าความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยทั้งแปลงได้ผลดังนี้



ภาพที่ 86 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนเฉลี่ยกับค่าความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ย

เนื่องจากค่าความเค็มของห่อ E1 มีความเค็มตลอดปีน้อยมากซึ่งอาจเกิดจากอยู่ใกล้คูส่งน้ำเข้าแปลงมากทำให้เกิดการไหลเวียนของน้ำใต้ดินตลอดเวลาจนมีความเค็มน้อยมาก และค่าเฉลี่ยของความเค็มที่ทั้งแปลงมีความสัมพันธ์เท่ากับ 0.70 ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์น้อยกว่า เมื่อเทียบกับห่อ E4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.81 แสดงให้เห็นว่าปัญหาความเค็มของน้ำใต้ดินเกิดขึ้นเพียงบางจุดของแปลงทดลองเท่านั้น ซึ่งในจุดที่มีความเค็มมากนี้อาจเกิดจากการเติมน้ำจากแหล่งน้ำที่อยู่สูงกว่าอาทิเช่น อ่างเก็บน้ำหรือคูส่งน้ำเข้าไปในพื้นที่ที่มีระดับต่ำกว่า และหากบริเวณดังกล่าวมีลักษณะเป็นแอ่งกระทะร่วมด้วยก็อาจทำให้เกิดการสะสมของเกลือในดินและในน้ำใต้ดินได้ง่ายขึ้น เป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถทำให้ความเค็มของน้ำใต้ดินในบริเวณดังกล่าวมีค่าสูงขึ้นจนควบคุมความเค็มในน้ำใต้ดินได้ยากในอนาคต (สมศรี,2531)

เมื่อพิจารณาจากค่าความเค็มของน้ำใต้ดินเฉลี่ยทั่วทั้งแปลงพบว่ามีสมการความสัมพันธ์  
เป็นไปตามสมการ

$$S = (2 \times 10^{-5})I + 0.24 \quad \dots\dots (5)$$

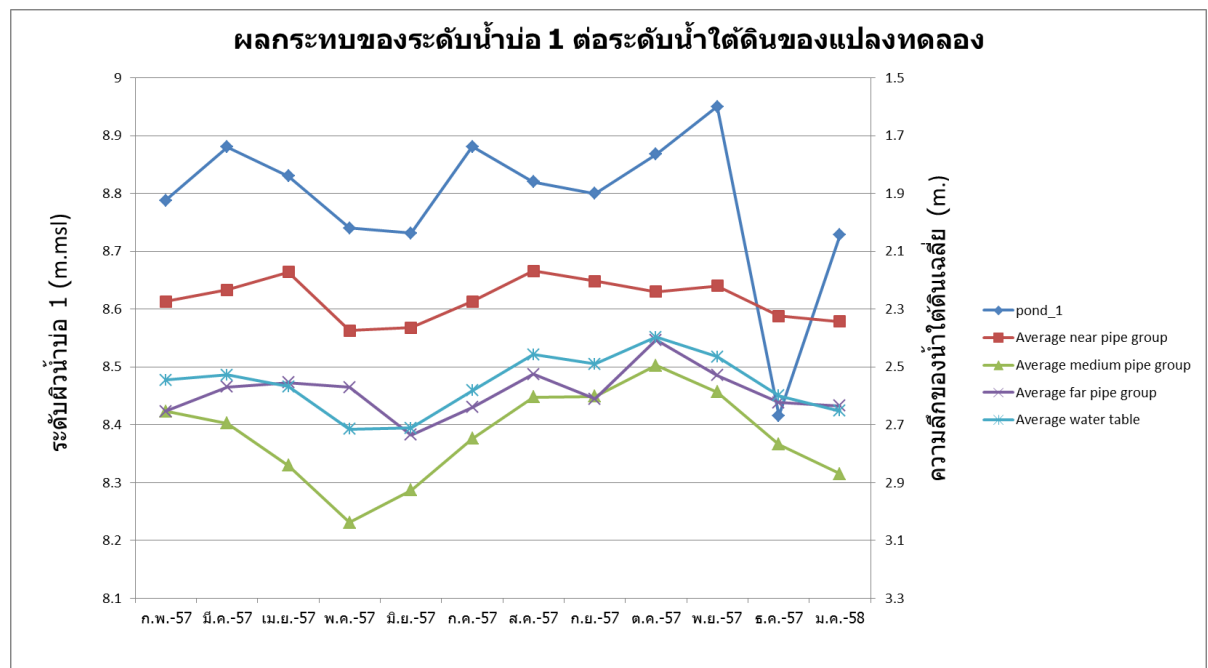
โดยที่ I คือปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ (mm.)

S คือค่าความเค็มของน้ำใต้ดิน (g/L)

จากสมการสามารถอธิบายได้ว่าถ้าไม่มีปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ ค่าความเค็มเฉลี่ยของน้ำใต้ดินจะมีค่าเท่ากับ 0.24 กรัมต่อลิตร และถ้าปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าออกซิเจนละลายของน้ำใต้ดินมีค่าลดลงตามไปด้วย แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นสมการที่ได้จากค่าเฉลี่ยนี้มีความความน่าเชื่อถือน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าอื่นจากกราฟ ในทางปฏิบัติเราอาจพิจารณาเฉพาะบริเวณที่มีค่าความเค็มมากในการกำหนดแนวทางในการวิเคราะห์วิจัยเพื่อให้ได้ผลที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

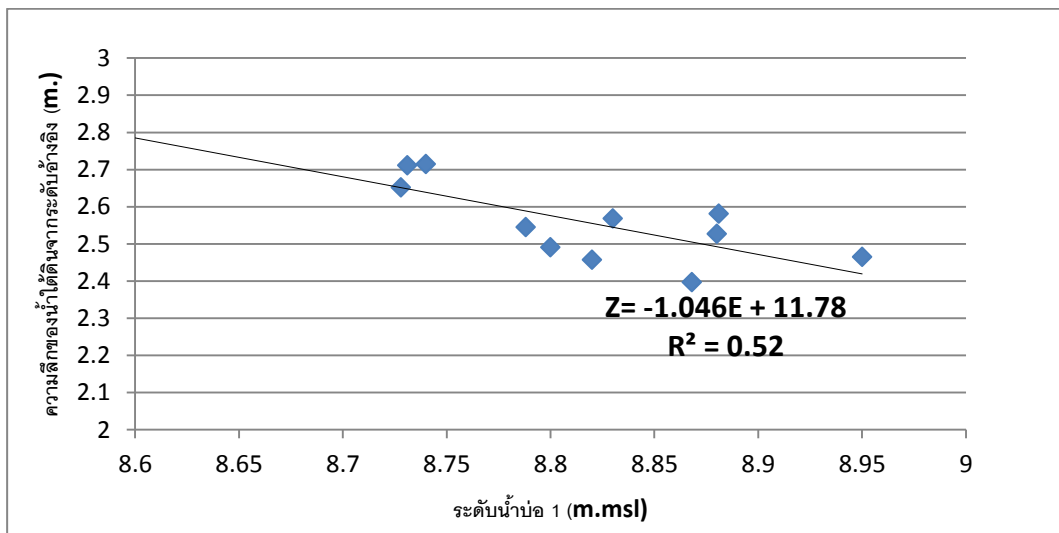
#### 4.4 การศึกษาผลกระทบของแหล่งน้ำขนาดใหญ่ใกล้เคียงที่มีผลต่อการแปรผันของระดับน้ำใต้ดิน

อันเนื่องมาจากแปลงทดลองภาควิชาวิศวกรรมชลประทานตั้งอยู่ใกล้ บ่อ 1 ซึ่งเป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ของมหาวิทยาลัย (ภาพที่ 8) ซึ่งเป็นแหล่งเพิ่มปริมาณน้ำให้แก่ น้ำใต้ดินของแปลงทดลองโดยตรง ดังนั้นทางกลุ่มผู้จัดทำโครงการจึงได้มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในบ่อ 1 เพื่อทราบถึงความสัมพันธ์ของการเพิ่มลดของระดับน้ำบ่อหนึ่งว่ามีผลกระทบต่อระดับน้ำใต้ดินหรือไม่ ผลที่ได้จากค่าเฉลี่ยของระดับน้ำของกลุ่มท่อที่อยู่ใกล้ บ่อ 1 ที่สุด กลุ่มที่อยู่ในระยะปานกลาง และไกลจากบ่อ 1 ที่สุด และค่าเฉลี่ยที่แปลงเป็นดังนี้



ภาพที่ 87 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำบ่อ 1 กับค่าความลึกของน้ำใต้ดินในตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาจากกราฟความสัมพันธ์(ภาพที่ 87) พบว่า ระดับน้ำใต้ดินโดยเฉลี่ยทุกชุดมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อระดับน้ำบ่อ 1 เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ดังนั้นทำให้เราทราบว่า บ่อ 1 มีส่วนเกี่ยวข้องกับต่อการเพิ่มระดับของน้ำใต้ดินในบริเวณแปลงทดลอง โดยเฉพาะบริเวณทิศตะวันตกของแปลงทดลอง ซึ่งอยู่ใกล้กับบ่อหนึ่งมาก ทำให้ระดับน้ำใต้ดินสูงกว่าบริเวณกลางแปลงและบริเวณทิศตะวันออกของแปลง และจะสังเกตเห็นว่าระดับน้ำบ่อ 1 ลดลงในเดือนธันวาคม 2557 อย่างชัดเจน แต่ระดับน้ำใต้ดินของข้อมูลแต่ละชุดลดลงเล็กน้อย อาจเกิดจากปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องกับอาทิเช่น ปริมาณฝนในพื้นที่ หรือเกิดจากการส่งน้ำเข้าแปลงเป็นต้น และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติของระดับน้ำบ่อ 1 และค่าความลึกของน้ำใต้ดินจากระดับอ้างอิงทั่วทั้งแปลงทดลอง (ภาพที่ 88) ได้ผลดังนี้



ภาพที่ 88 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำบ่อ 1 กับความลึกของน้ำใต้ดินเฉลี่ย

ดังนั้นจากกราฟความสัมพันธ์เป็นไปตามสมการ

$$z = -1.05E + 11.78 \quad \dots\dots\dots(6)$$

โดยที่ E คือระดับน้ำของแหล่งน้ำขนาดใหญ่ (m.msl.)

Z คือความลึกของน้ำใต้ดินจากระดับอ้างอิง (m.)

และค่าความเชื่อมั่นหรือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ( $R^2$ ) ของข้อมูลมีค่าเท่ากับ 0.52 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพารามิเตอร์ทั้งสองมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง และจากสมการสามารถอธิบายกรณีที่ระดับผิวของบ่อ 1 มีค่าน้อย จะให้ค่าความลึกของน้ำใต้ดินสูงกว่ากรณีที่ระดับผิวอ่างของบ่อ 1 มีค่ามาก

## บทที่ 5

### สรุปและวิจารณ์ผล

โครงการวิศวกรรมชลประทานเล่มนี้ได้ศึกษาคุณภาพของน้ำใต้ดินซึ่งเกิดจากผลกระทบของปริมาณฝนเฉลี่ยที่ตกลงในพื้นที่กรณีศึกษา ต่อค่าความเค็มของน้ำใต้ดิน ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรดเบส และค่าระดับน้ำใต้ดิน จากผลการศึกษาทั้งหมดทำให้ทราบถึงแนวโน้มของคุณภาพของน้ำใต้ดินในรอบหนึ่งปี โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

ค่าความเค็มของน้ำใต้ดินมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณฝนเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เกิดจากการที่น้ำฝนซึ่งมีความเค็มต่ำกว่าความเค็มของเกลือในชั้นน้ำใต้ดินทำหน้าที่ลดความเข้มข้นของเกลือในชั้นน้ำใต้ดิน บริเวณที่พบปัญหาน้ำใต้ดินเค็มมากที่สุดอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่แปลงชลประทานบริเวณท่อ E3, E4, F3 และ F4 ค่าความเค็มสูงสุดโดยเฉลี่ยที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 1.180 กรัมต่อลิตร เมื่อเทียบกับมาตรฐานแล้วมีคุณภาพอยู่ในระดับต่ำ ไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืชไม่ทนเค็ม และควรที่จะมีการระบายน้ำเพื่อช่วยในการชะล้างเกลือออกจากพื้นที่อย่างเป็นระบบต่อไป โดยเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 2 พบว่าพืชที่เหมาะสมที่นำมาปลูกควรเป็นพืชไร่หรือพืชอาหารสัตว์ทนเค็ม อาทิ เช่น ฝ้าย หญ้าเนเปียร์ ข้าวทนเค็ม หรือมันเทศ เป็นต้น

ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดินมีความคล้ายคลึงกับค่าความเค็มมากเมื่อสังเกตจากแผนที่ทั้งสองชุด ซึ่งปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดินมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณฝนเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น โดยบริเวณที่น้ำใต้ดินมีปริมาณสารแขวนลอยมากที่สุดในรอบปีอยู่ในบริเวณท่อ E3, E4, F3 และ F4 ปริมาณสารแขวนลอยสูงสุดที่วัดได้ในเดือนมิถุนายน 2557 มีค่าเท่ากับ 1,503.13 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อพิจารณาควบคู่ไปกับความเค็มของน้ำใต้ดินจะเห็นได้ว่าปริมาณสารแขวนลอยในน้ำใต้ดินแปรผันตรงกับค่าความเค็มของน้ำใต้ดินด้วย

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยที่ศึกษาในช่วงครึ่งปีแรกมีค่าออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐาน (ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยบริเวณที่มีค่าออกซิเจนต่ำเมื่อพิจารณาจากแผนที่ค่าออกซิเจนละลายน้ำพบว่าอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของแปลงชลประทานบริเวณท่อ E3, E4, F3 และ F4 ค่าออกซิเจนละลายน้ำที่ต่ำมากในระดับนี้อาจทำให้น้ำเกิดการเน่าเสียของน้ำใต้ดินได้ในระยะยาว

ค่าความเป็นกรดเบสของน้ำใต้ดินเฉลี่ยในพื้นที่ที่มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อปริมาณฝนเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นกรดเบสของน้ำใต้ดินอยู่ในช่วง 6.5 -8.4 เมื่อพิจารณาในเทอมของค่าความเป็นกรดเบสแล้วพบว่าไม่มีข้อจำกัดในการใช้เป็นน้ำเพื่อการชลประทาน



จากผลการศึกษาจะสังเกตได้ว่าบริเวณที่นำมาวิเคราะห์ผลกระทบจะอยู่ทางบริเวณทิศตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้เพราะว่าบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่การถ่ายเทของน้ำใต้ดินมีค่าน้อยกว่าบริเวณอื่น เนื่องจากเป็นบริเวณแอ่งกระทะมีระดับดินเค็มต่ำที่สุดและอยู่ห่างไกลคูส่งน้ำหรือคูระบายซึ่งช่วยลดปริมาณการเจือปนของความเค็มในน้ำใต้ดิน ดังนั้นเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้คุณภาพของน้ำในบริเวณดังกล่าวต่ำกว่าบริเวณอื่นๆ

ค่าระดับน้ำใต้ดินของแปลงชลประทานมีการวัดค่าเป็นความลึกของน้ำจากระดับอ้างอิง โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่ม-ลดระดับน้ำใต้ดินมีอยู่สองส่วนด้วยกันคือ ปริมาณฝนเฉลี่ยและแหล่งน้ำใกล้เคียง โดยปริมาณฝนเฉลี่ยถือเป็นปัจจัยคือหลักเมื่อปริมาณฝนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นระดับน้ำใต้ดินจะยกตัวสูงขึ้น(ความลึกลดลง) เดือนที่ระดับน้ำใต้ดินยกตัวได้สูงสุดคือเดือนตุลาคมซึ่งอยู่ในช่วงปลายฤดูฝน ส่วนอีกหนึ่งปัจจัยซึ่งถือเป็นปัจจัยรองคือแหล่งน้ำขนาดใหญ่หรือบ่อ 1 ซึ่งอยู่ใกล้กับแปลงทดลองมาก ส่งผลให้ระดับน้ำยกตัวสูงตลอดเวลา และจากการสังเกตพบว่าวันที่มีการส่งน้ำจากบ่อ 1 เข้าแปลงระดับน้ำในพื้นที่ที่อยู่ใกล้คูส่งน้ำก็จะยกตัวสูงมากขึ้นด้วย

โดยภาพรวมนั้นปัญหาคุณภาพของน้ำใต้ดินพื้นที่กรณีศึกษาข้างต้นถือว่าไม่รุนแรงมากนักเพราะปัญหาเกิดขึ้นเพียงบางจุดเท่านั้น พื้นที่บางส่วนน้ำใต้ดินยังคงอยู่ในสภาพที่ดีและสามารถนำมาใช้เพื่อการชลประทานได้ การศึกษานี้สามารถเป็นแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพน้ำใต้ดินเฉพาะจุดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมมากยิ่งขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

- กิจการ พรหมมา. 2555. **อุทกธรณีวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่1. บริษัท แอคทีฟพริ้นท์ จำกัด. สำนักพิมพ์แห่ง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- นิรนาม. 2558. **ภูมิอากาศไทย**. แหล่งที่มา: <http://th.wikipedia.org>, 10เมษายน 2558.
- พลกฤต ชาวนรินทร์ และคณะ. 2554. **การศึกษาค่าความเค็มและน้ำเพื่อการเกษตรในพื้นที่หมู่บ้าน  
หลักเมตร ต.ทุ่งขวาง อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม**. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขา  
วิศวกรรมชลประทาน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มันสิน ตันฑุลเวศม์. 2543. **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**. พิมพ์ครั้งที่ 3. บริษัท แซน อี 68 แล็บ จำกัด.  
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- สมศรี อรุณินท์. 2531. **ความรู้เรื่องดินเค็มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**. พิมพ์ครั้งที่1. ม.ป.ท.
- อรทัย ชาวลาภฤทธิ. 2545. **คู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย**. พิมพ์ครั้งที่ 1.ม.ป.ท.
- Colorado States University. 2014. pH and Alkalinity. **Irrigation Water Criteria**.fact  
sheet no.0056 : page no.3.