การติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำตามแผนการส่งน้ำเพื่อการเกษตรในรอบฤดูกาลของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรอง

Monitoring on Irrigation Water Quality for Agriculture Activities According to Seasonal Water Delivery Schedule of Lam Nangrong Operation and Maintenance Project

สุขลัคน์ นาเนกรังสรรค์ [1] และ สถาพร นาคคนึง [2]
Suckaluck Nanegrungsun [1] and Sathaporn Nakkanung [2]

[1] สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน
[1] Bureau of Research and Development, Royal Irrigation Department
[2] สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน
[2]Bureau of Water Management and Hydrology, Royal Irrigation Department

บทคัดย่อ

งานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) เปรียบเทียบคุณภาพน้ำกับเกณฑ์มาตรฐานและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และ 2) สร้างแบบจำลองคุณภาพน้ำแต่ละฤดูกาลโดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ ผลการวิจัยพบว่า 1) คุณภาพน้ำตามแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชและตามฤดูกาลมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ ยกเว้น ปริมาณโพแทสเซียม มีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐานเล็กน้อย และ 2) ดัชนีคุณภาพน้ำของแบบจำลองช่วงฤดูหนาว ได้แก่ ความเป็นกรด – ด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจน และปริมาณคลอไรด์ ดัชนีคุณภาพน้ำของแบบจำลองช่วงฤดูร้อน ได้แก่ ปริมาณฟอสเฟตฟอตฟอรัสและปริมาณคลอไรด์ และดัชนีคุณภาพน้ำของแบบจำลองช่วงฤดูฝน ได้แก่ ปริมาณสารแขวนลอย ปริมาณฟอสเฟตฟอตฟอรัส ปริมาณโพแทสเซียม และปริมาณคลอไรด์ สรุปผลการวิจัยได้ว่า 1) คุณภาพน้ำจัดอยู่ในประเภทน้ำชลประทานชนิด C1S1 จัดเป็นน้ำที่มีความเค็มต่ำและปริมาณโซเดียมต่ำ จัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และ 2) ดัชนีคุณภาพน้ำที่อยู่ในแบบจำลองคุณภาพน้ำทั้ง 3 ฤดูกาล คือ ปริมาณคลอไรด์แสดงว่าปริมาณคลอไรด์เป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่เด่น ซึ่งปริมาณคลอไรด์ระหว่างฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ถ้ามีปริมาณคลอไรด์มากพอจะทำให้น้ำมีรสเค็มหรือเป็นน้ำกร่อยและเป็นพิษต่อพืชได้

คำสำคัญ : คุณภาพน้ำ, แบบจำลองคุณภาพน้ำ, โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรอง

Abstract

This research is divided into 2 parts: 1) comparison of water quality with standard criteria and statistical analysis and 2) creating water quality model of seasonal by multiple regression analysis. The result of the research shows that 1) water quality of Lam Nangrong Operation and Maintenance Project was within the standard range except potassium content was higher than standard limit and

2) water quality index of each season : winter season's model were pH, DO, NO_2 – N and Cl , summer season's model were PO_4 – P and Cl and rainy season's model were SS, PO_4 – P, K and Cl. The results are as follows : 1) water quality of Lam Nangrong Operation and Maintenance Project is categorized as irrigation water type C1S1, low salinity and low sodium content, and surface water type 2 and 2) Cl was each water quality model of seasonal indicated that Cl was dominant water quality index and Cl content in winter, summer and rainy season had statistic difference with the given significant level of 0.05, so Cl was high level affect salinity water and harmful to plants.

Keyword : Water Quality, Water Quality Model, Lam Nangrong Operation and Maintenance Project

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อประเทศไทยในหลายด้านทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิอากาศที่มีค่าสูงขึ้นจะทำให้การระเหยของน้ำในแหล่งน้ำเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ฝนตกมากขึ้น ในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนมากเกินไปจะทำให้เกิดอุทกภัย ส่วนในพื้นที่ที่มีปริมาณฝนน้อยลงก็จะเกิดปัญหาภัยแล้ง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิทำให้วัฏจักรของน้ำเปลี่ยนแปลงไปด้วย ส่งผลกระทบต่อระบบน้ำผิวดินและใต้ดิน และระบบนิเวศ ในพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทำให้ปริมาณน้ำลดลงจะมีผลต่อผลผลิตด้านการเกษตร การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลต่อคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเนื่องจากอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน จำนวนวันที่ฝนตกในรอบปี ปริมาณน้ำฝนที่ตกในรอบวัน ความแห้งแล้ง และการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละฤดูกาลมีความแตกต่างกัน งานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดว่าควรมีการประเมินคุณภาพน้ำและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำในรอบฤดูกาลและตามแผนการส่งน้ำเพื่อการเกษตรฤดูแล้งและฤดูฝน เพื่อใช้ประกอบในการบริหารจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำให้มีสมดุลของระบบนิเวศน์และเกิดประโยชน์สูงสุด รวมทั้งเป็นการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำตามแผนยุทธศาสตร์ 4 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2560 – 2564 ของกรมชลประทาน ในประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2 : การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการน้ำอย่างบูรณาการตามวัตถุประสงค์การใช้น้ำ เป้าประสงค์ SG2 : การบริหารจัดการน้ำโดยให้ทุกภาคส่วนได้รับน้ำที่มีคุณภาพอย่างทั่วถึงและเป็นธรรมตามปริมาณน้ำต้นทุนที่มีในแต่ละปี ตัวชี้วัด K8 : ร้อยละของอ่างเก็บน้ำและทางน้ำชลประทานที่มีคุณภาพน้ำได้เกณฑ์มาตรฐานกลางของกรมชลประทาน กลยุทธ์ที่ 2.3 ควบคุมคุณภาพน้ำของลุ่มน้ำในแหล่งน้ำชลประทานและรักษาระบบนิเวศ งานวิจัยนี้ได้เลือกโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรองเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจาก 1) มีอ่างเก็บน้ำทั้งหมด 4 อ่างเก็บน้ำ และอยู่ไม่ไกลกันมากทำให้สามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้ในช่วงระยะเวลาเดียวกันหรือใกล้เคียงกันรวมทั้งมีสภาพแวดล้อมที่ไม่แตกต่างกันมาก เมื่อมีการวิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะทำให้สามารถวิเคราะห์ผลได้อย่างถูกต้อง และ 2) พื้นที่เพาะปลูกของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรองเป็นนาข้าวประมาณ 89.8% ซึ่งการปลูกข้าวต้องใช้น้ำมากอีกทั้งเป็นพืชเศรษฐกิจ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะส่งผลต่อผลผลิต จึงควรมีการประเมินคุณภาพน้ำ

และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำในรอบฤดูกาลและตามแผนการส่งน้ำเพื่อการเกษตรฤดูแล้งและฤดูฝนเพื่อเป็นโครงการนำร่องแก่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาต่าง ๆ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาอิทธิพลของฤดูกาลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในรอบฤดูกาลตามแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรอง

2.2 เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ประเมินคุณภาพน้ำอ่างเก็บน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรอง

3. วิธีการวิจัย

3.1 ส่วนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำโดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1) กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 12 จุด ได้แก่ บริเวณต้น กลาง และท้ายอ่างเก็บน้ำของอ่างเก็บน้ำลำนางรอง อ่างเก็บน้ำคลองมะนาว อ่างเก็บน้ำลำจังหัน และอ่างเก็บน้ำลำปะเทีย แสดงดังภาพที่ 1

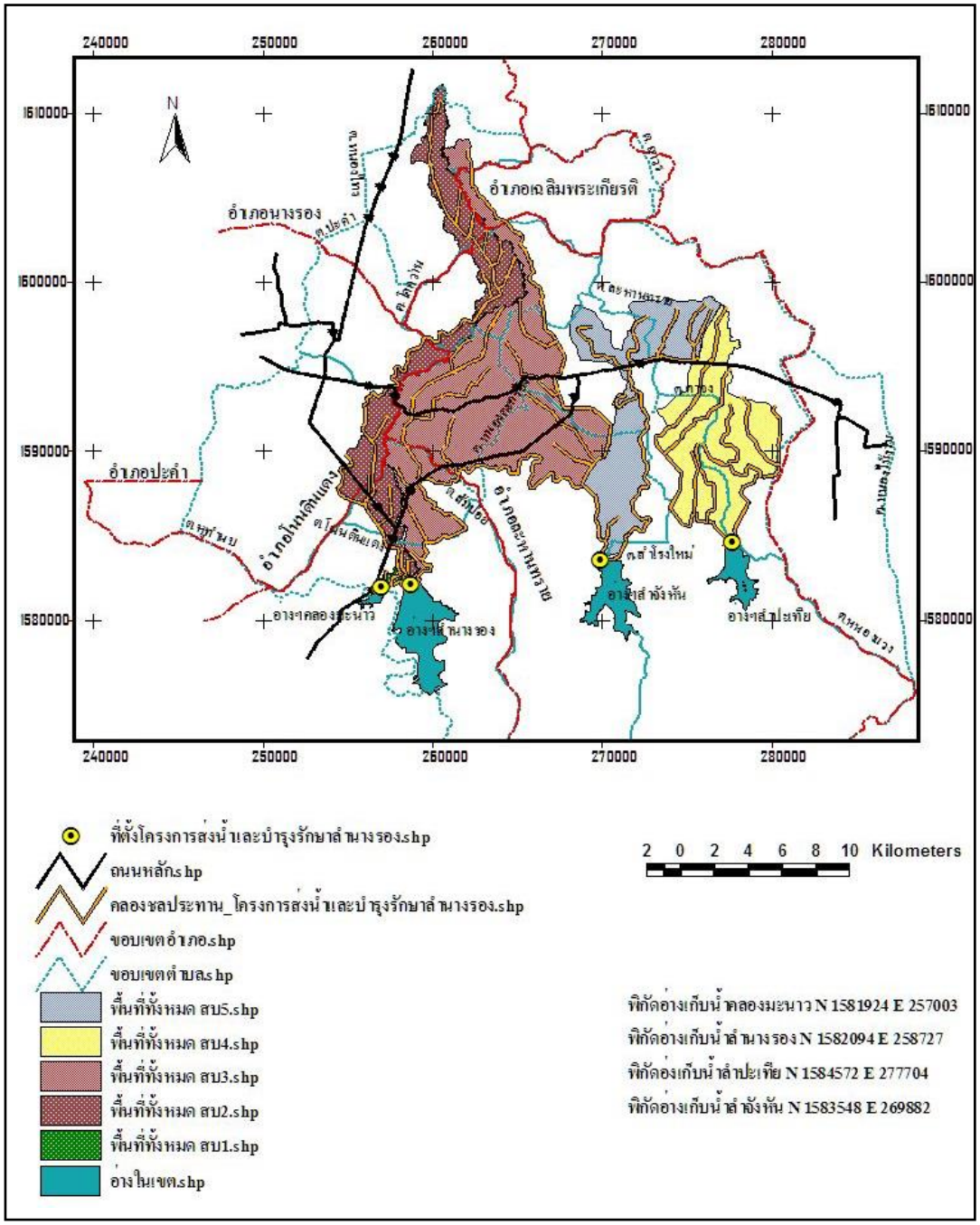
2) เก็บตัวอย่างน้ำแบบแยก (Grab Sampling) ที่ระดับความลึก 1 เมตร โดยเก็บตัวอย่างน้ำเดือนละ 1 ครั้ง แบ่งเป็น

- ช่วงแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชฤดูแล้ง (มกราคม – เมษายน 2559 และธันวาคม 2559 – เมษายน 2560) และแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชฤดูฝน (พฤษภาคม – กันยายน 2559 และพฤษภาคม – สิงหาคม 2560)
- ช่วงฤดูหนาว (ธันวาคม 2558 – กุมภาพันธ์ 2559 และธันวาคม 2559 – กุมภาพันธ์ 2560) ฤดูร้อน (มีนาคม – เมษายน 2559 และมีนาคม – เมษายน 2560) และฤดูฝน (พฤษภาคม – กันยายน 2559 และพฤษภาคม – สิงหาคม 2560)

3) วิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ความนำไฟฟ้า ความเค็ม ความขุ่น ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ปริมาณสารแขวนลอย ความเป็นกรด – ด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน ปริมาณไนเตรท – ไนโตรเจน ปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจน ปริมาณฟอสเฟตฟอสฟอรัส ปริมาณแคลเซียม ปริมาณแมกนีเซียม ปริมาณโซเดียม ปริมาณโพแทสเซียม ปริมาณคาร์บอเนต ปริมาณไบคาร์บอเนต ปริมาณคลอไรด์ ปริมาณซัลเฟต เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่ละลายน้ำ ปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตตกค้าง สัดส่วนของการดูดซับโซเดียม และปริมาณความกระด้างทั้งหมดในรูป $CaCO_3$ ตามวิธีวิเคราะห์ของ APHA, AWWA and WPCF (1992)

4) เปรียบเทียบผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำชลประทานของ FAO (1985) มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน มาตรฐานการระบายน้ำที่มีคุณภาพต่ำลงทางน้ำชลประทานและทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน และเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ส่วนเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่ละลายน้ำ (SSP) เทียบกับเกณฑ์ของ Wilcox (1955) และปริมาณโซเดียมคาร์บอเนตตกค้าง (RSC) เทียบกับเกณฑ์ของ Eaton (1950) ซึ่งทั้งเกณฑ์ของ Wilcox (1955) และ Eaton (1950) ได้รับการยอมรับและมี

ผู้นำไปใช้อ้างอิงอย่างแพร่หลาย และปริมาณความกระด้างทั้งหมดในรูป $CaCO_3$ ใช้เกณฑ์ที่นิยมใช้ทั่วไปดังที่ได้เผยแพร่โดย USGS (Online) รวมทั้งแบ่งชนิดของน้ำชลประทานตามความเค็มและปริมาณโซเดียมของ USDA Handbook No. 60 (1954)



ภาพที่ 1 แผนที่ของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรอง

5) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีระหว่างแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชฤดูแล้งและฤดูฝนโดยการใช้ t – test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

6) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของดัชนีคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีระหว่าง 3 ฤดูกาล โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One – Way ANOVA) ด้วยวิธี F – test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

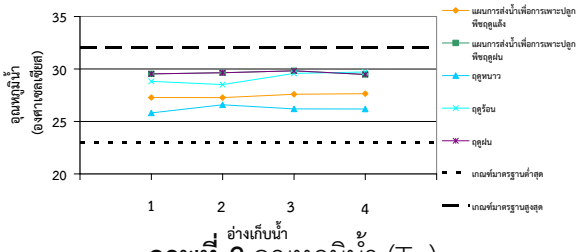
7) จำแนกกลุ่มอ่างเก็บน้ำโดยใช้คุณภาพน้ำเพื่อจัดกลุ่มของอ่างเก็บน้ำที่มีคุณภาพน้ำคล้ายคลึงกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันโดยใช้การวิเคราะห์กลุ่ม (Cluster analysis)

3.2 ส่วนที่ 2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคุณภาพน้ำของแต่ละฤดูกาลโดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ (Multiple regression)

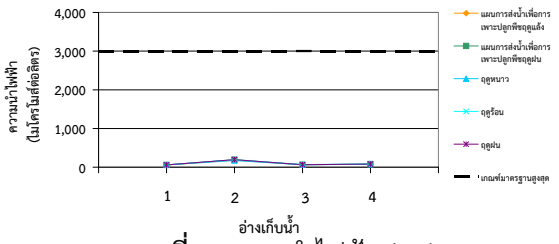
4. ผลการศึกษาวิจัยและวิจารณ์

4.1 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำกับเกณฑ์มาตรฐาน

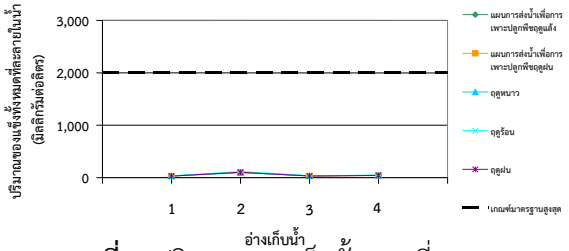
คุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำ มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ ยกเว้นปริมาณโพแทสเซียมของอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำ และปริมาณสารแขวนลอยของอ่างเก็บน้ำคลองมะนาวช่วงแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชฤดูแล้งและฤดูร้อน ที่มีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ การที่มีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำชลประทานของ FAO (1985) เนื่องจากการใช้ปุ๋ยที่มีสารประกอบของโพแทสเซียมเป็นส่วนผสมซึ่งส่วนใหญ่สารประกอบโพแทสเซียมละลายน้ำได้ดีมาก และอาจถูกชะจากดินในรูปของโพแทสเซียมไอออนได้ดี จึงทำให้มีปริมาณโพแทสเซียมมาก มีหลายแหล่งน้ำที่พบว่ามีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำชลประทานของ FAO (1985) ได้แก่ คลองดำเนินสะดวก ปี พ.ศ. 2558 (สุขลัคน์และสถาพร, 2558) อ่างเก็บน้ำกระเสียว ระบบส่งน้ำ คลองส่งน้ำฝั่งซ้าย คลองส่งน้ำฝั่งขวา และจุดเฝ้าระวังคุณภาพน้ำก่อนไหลออกจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษากระเสียว ปี พ.ศ. 2555 (สุขลัคน์และนวพล, 2556) อ่างเก็บน้ำกระเสียวและทางน้ำชลประทานในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษากระเสียว ปี พ.ศ. 2553 (สุขลัคน์, ศุภกฤษ และธีรเดช, 2554) และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรอง โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำตะคอง โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษามูลบน – ลำแชะ และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำพระเพลิง ตั้งแต่ พ.ศ. 2547 – 2553 (สุขลัคน์และจงกลณี, 2553) ส่วนการที่มีปริมาณสารแขวนลอยของอ่างเก็บน้ำคลองมะนาวช่วงแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชฤดูแล้งและฤดูร้อนมากกว่าช่วงอื่นแสดงว่ามีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ทำให้มีปริมาณสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์มากกว่าช่วงอื่น จึงมีสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ไหลบ่าลงสู่แหล่งน้ำมากกว่า ทำให้มีปริมาณสารแขวนลอยในช่วงแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝน ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำแสดงดังภาพที่ 2 – 22



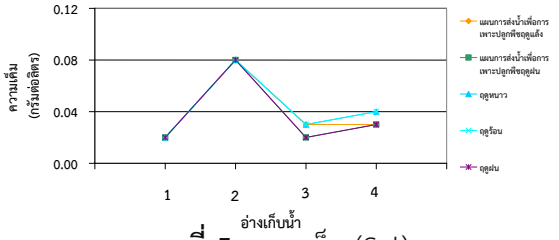
ภาพที่ 2 อุณหภูมิน้ำ (T_W)



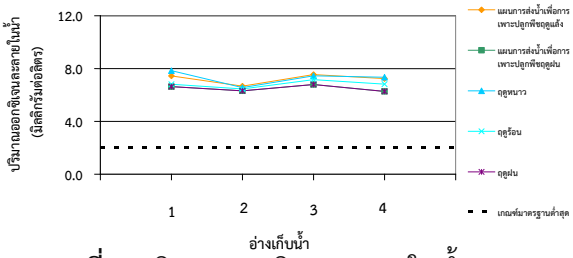
ภาพที่ 3 ความนำไฟฟ้า (EC)



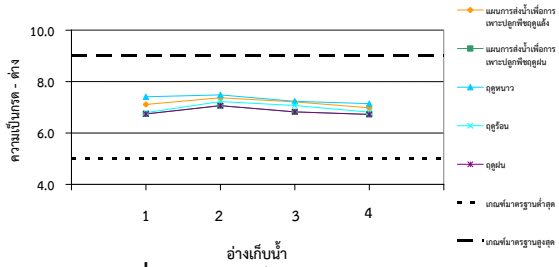
ภาพที่ 4 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (TDS)



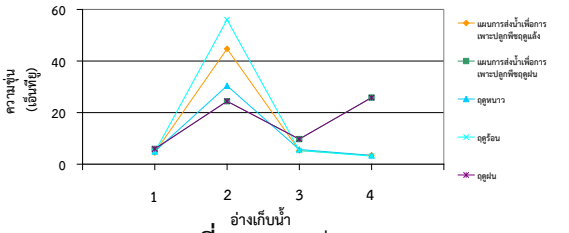
ภาพที่ 5 ความเค็ม (Sal)



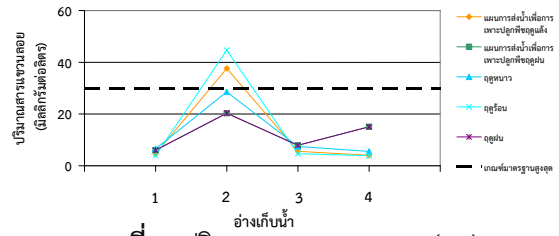
ภาพที่ 6 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO)



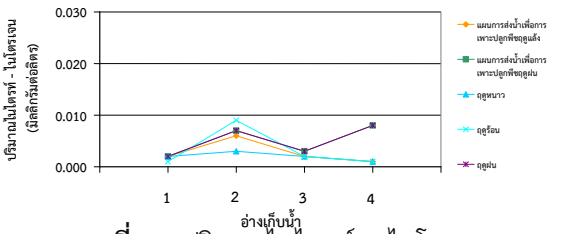
ภาพที่ 7 ความเป็นกรด – ด่าง (pH)



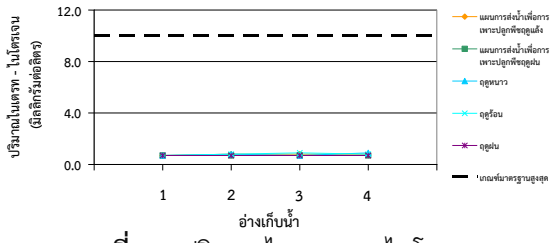
ภาพที่ 8 ความขุ่น (Tur)



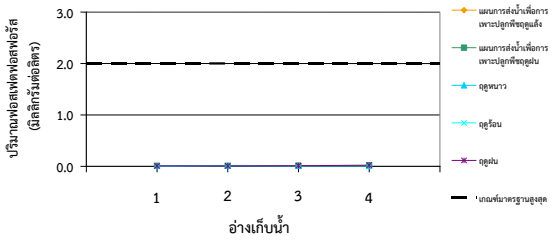
ภาพที่ 9 ปริมาณสารแขวนลอย (SS)



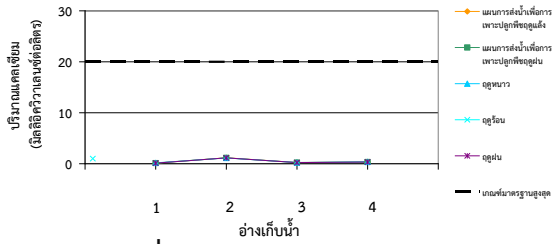
ภาพที่ 10 ปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจน (NO_2 – N)



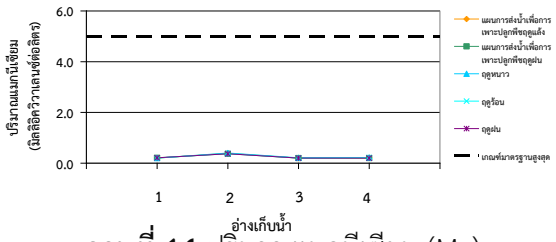
ภาพที่ 11 ปริมาณไนเตรท – ไนโตรเจน (NO_3 – N)



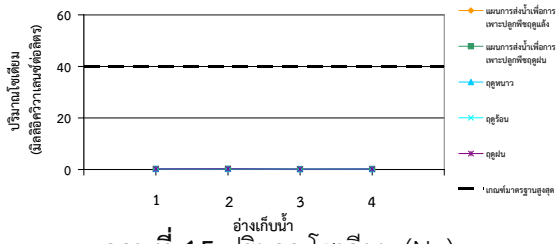
ภาพที่ 12 ปริมาณฟอสเฟตฟอสฟอรัส (PO_4 – P)



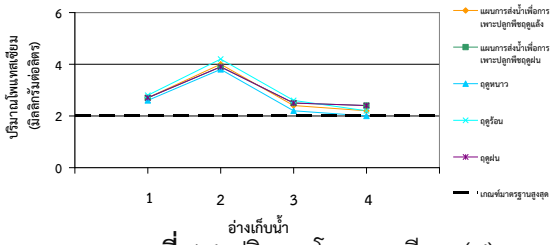
ภาพที่ 13 ปริมาณแคลเซียม (Ca)



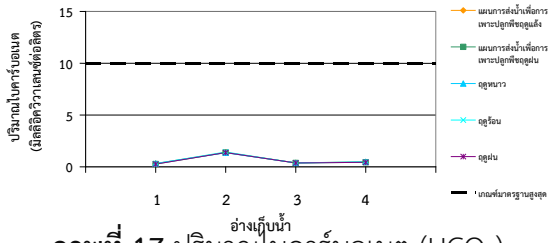
ภาพที่ 14 ปริมาณแมกนีเซียม (Mg)



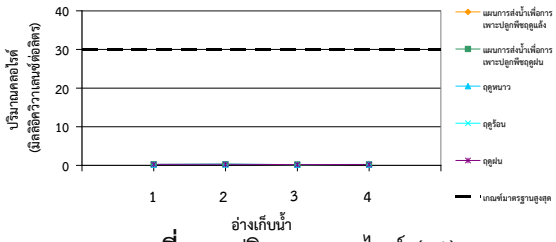
ภาพที่ 15 ปริมาณโซเดียม (Na)



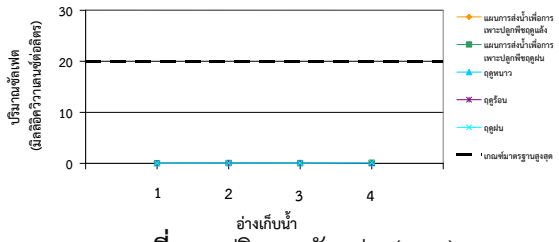
ภาพที่ 16 ปริมาณโพแทสเซียม (K)



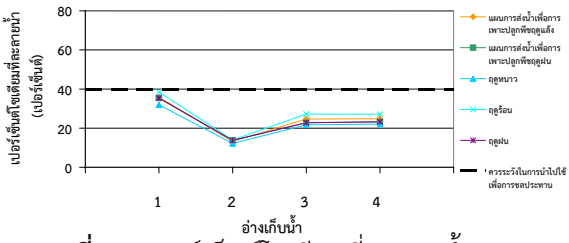
ภาพที่ 17 ปริมาณไบคาร์บอเนต (HCO_3)



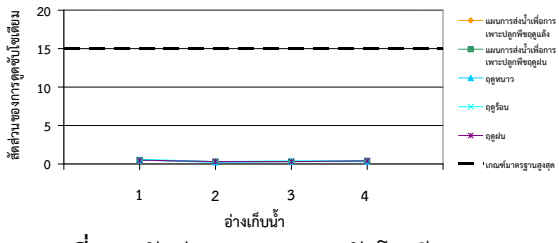
ภาพที่ 18 ปริมาณคลอไรด์ (Cl)



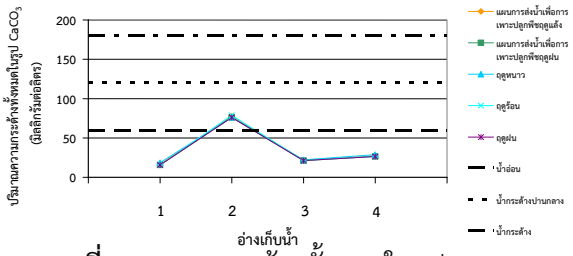
ภาพที่ 19 ปริมาณซัลเฟต (SO_4)



ภาพที่ 20 เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่ละลายน้ำ (SSP)



ภาพที่ 21 สัดส่วนของการดูดซับโซเดียม (SAR)



ภาพที่ 22 ความกระด้างทั้งหมดในรูป $CaCO_3$ (TH)

หมายเหตุ : 1 = อ่างเก็บน้ำลำนางรอง 2 = อ่างเก็บน้ำคลองมะนาว 3 = อ่างเก็บน้ำลำจังหัน 4 = อ่างเก็บน้ำลำปะเทีย

4.2 การจำแนกกลุ่มอ่างเก็บน้ำ

จากข้อมูลคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำ เมื่อนำมาจัดกลุ่มอ่างเก็บน้ำให้คุณภาพน้ำที่คล้ายคลึงกันอยู่ในกลุ่มเดียวกันโดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์กลุ่ม สามารถจัดกลุ่มอ่างเก็บน้ำออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย อ่างเก็บน้ำลำนางรอง อ่างเก็บน้ำลำจังหัน และอ่างเก็บน้ำลำปะเทีย และกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย อ่างเก็บน้ำคลองมะนาว ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้การสำรวจภาคสนามและแผนที่สภาพการใช้ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน รวมทั้งการวิเคราะห์ทางสถิติที่พบว่า อ่างเก็บน้ำที่มีค่าของดัชนีคุณภาพน้ำสูงที่สุด ได้แก่ อ่างเก็บน้ำคลองมะนาว จำนวน 15 ดัชนี รองลงมา คือ อ่างเก็บน้ำลำปะเทีย จำนวน 4 ดัชนี อ่างเก็บน้ำลำนางรอง จำนวน 3 ดัชนี และอ่างเก็บน้ำลำจังหัน จำนวน 1 ดัชนี ตามลำดับ

4.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของดัชนีคุณภาพน้ำระหว่างแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชฤดูแล้งและฤดูฝน

ดัชนีคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรองช่วงแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝน ได้แก่ ความเป็นกรด – ด่างและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ส่วนช่วงแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจน ปริมาณคลอไรด์ และปริมาณซัลเฟต เนื่องจาก 1) ช่วงแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชฤดูแล้งมีแสงแดดมากพอที่พืชน้ำสามารถสังเคราะห์แสงได้เพิ่มขึ้นและการสังเคราะห์แสงต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์อิสระในน้ำหมดไปจะมีการดึงเอาคาร์บอนไดออกไซด์จากขบวนการ buffer system มาใช้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบจากไบคาร์บอเนตไปเป็นคาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์ ตามลำดับ ทำให้มีความเป็นกรด – ด่างสูงขึ้นด้วย (ไมตรีและจารุวรรณ, 2529) 2) ช่วงแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชฤดูแล้งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ในอ่างเก็บน้ำมากกว่า จึงทำให้มีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมากกว่า เนื่องจากปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะถูกจุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำ 3) น้ำฝนจะไปชะล้างหน้าดินทำให้มีปริมาณอินทรีย์สารและอนินทรีย์สารไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำซึ่งปริมาณอินทรีย์สารและอนินทรีย์สารเหล่านี้จะไปดูดซับความร้อนทำให้อุณหภูมิน้ำตามแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง และ 4) ช่วงแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชฤดูฝนมีสารอินทรีย์และปุ๋ยที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ

รวมทั้งของเสียหรือสิ่งสกปรกจากชุมชนไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำน้ำมากกว่าทำให้มีปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจนมากกว่าและมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นน้อยกว่า ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่แบคทีเรียจะย่อยสลายเปลี่ยนไนไตรท์ไปเป็นไนเตรท

4.4 การเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของดัชนีคุณภาพน้ำระหว่าง 3 ฤดูกาล

ดัชนีคุณภาพน้ำระหว่าง 3 ฤดูกาล ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรอง แสดงดังตารางที่ 1 พบว่า ดัชนีคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรองระหว่าง 3 ฤดูกาล ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ความเป็นกรด – ด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจน ปริมาณฟอสเฟต ฟอสฟอรัส ปริมาณโซเดียม ปริมาณคลอไรด์ ปริมาณซัลเฟต เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่ละลายน้ำ และสัดส่วนของการดูดซับโซเดียม

ตารางที่ 1 ดัชนีคุณภาพน้ำระหว่าง 3 ฤดูกาล ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

อ่างเก็บน้ำ	ดัชนีคุณภาพน้ำ		
	ฤดูหนาวมากที่สุด	ฤดูร้อนมากที่สุด	ฤดูฝนมากที่สุด
อ่างเก็บน้ำในพื้นที่โครงการฯลำนางรอง	pH	PO_4-P, Na, Cl, SSP, SAR	T_W, DO, PO_4-P, NO_2-N, Cl, SO_4, SAR

4.5 การสร้างแบบจำลองคุณภาพน้ำทางคณิตศาสตร์โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุ

แนวคิดในการสร้างแบบจำลองคุณภาพน้ำทางคณิตศาสตร์เนื่องจากต้องการนำผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งเป็นการกำหนดให้ปัจจัยต่าง ๆ คงที่ คือ พิจารณาเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพน้ำและคุณภาพน้ำเท่านั้น เพราะปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพน้ำมีหลายชนิดและยากต่อการควบคุม อีกทั้งผู้วิจัยมีผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรองในอดีต คือ ตั้งแต่กุมภาพันธ์ 2547 – มกราคม 2553 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลวิเคราะห์ในปัจจุบัน คือ ตั้งแต่ธันวาคม 2558 – สิงหาคม 2560 พบว่า ค่าดัชนีคุณภาพน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าปัจจัยต่าง ๆ น่าจะมีผลต่อคุณภาพน้ำน้อยมาก จึงได้ทดลองสร้างแบบจำลองขึ้นมา ซึ่งดัชนีคุณภาพน้ำที่อยู่ในแบบจำลองเป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่ผ่านการทดสอบสมมติฐานว่ามีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ (Y) โดยพิจารณาจากค่า Sig < 0.05 ของตาราง ANOVA และทดสอบสมมติฐานว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับคุณภาพน้ำ (Y) หรือสามารถอธิบายความแปรผันของคุณภาพน้ำ (Y) ได้ โดยพิจารณาจากค่า Sig < 0.05 ของสถิติทดสอบ t รวมทั้งเป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่มีค่า Variance inflation factor (VIF) น้อยกว่า 10 ซึ่งแสดงว่าระหว่างดัชนีคุณภาพน้ำไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เนื่องจากตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กันจะให้รายละเอียดที่คล้ายคลึงกันต่อตัวแปรตามจึงเป็นการยากที่จะแยกอิทธิพลของตัวแปรอิสระแต่ละตัว สมการถดถอยสำหรับเป็นแบบจำลองคุณภาพน้ำ ได้แก่

1) แบบจำลองคุณภาพน้ำช่วงฤดูหนาว

Index = 234.685 + 62.522pH – 55.566DO + 127.966NO_2-N + 28.595Cl

2) แบบจำลองคุณภาพน้ำช่วงฤดูร้อน

Index = 128.873 + 50.318PO_4-P + 102.968Cl

3) แบบจำลองคุณภาพน้ำช่วงฤดูฝน

Index = 240.991 + 53.801SS + 11.937PO_4-P + 69.711K + 44.882Cl

ดัชนีคุณภาพน้ำที่อยู่ในแบบจำลองคุณภาพน้ำทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฤดูกาล คือ ปริมาณคลอไรด์ (Cl) แสดงว่าปริมาณคลอไรด์เป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่เด่นของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรอง ซึ่งปริมาณคลอไรด์ระหว่าง 3 ฤดูกาล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ถ้ามีปริมาณคลอไรด์มากพอจะทำให้น้ำมีรสเค็มหรือเป็นน้ำกร่อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอิออนบวกในน้ำด้วย เช่น น้ำบางแหล่งมีปริมาณคลอไรด์ 250 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีรสเค็มถ้าอิออนบวกที่มีอยู่ในน้ำ คือ โซเดียม ทำให้เกิดเป็นสารประกอบอิออนิกที่มีรสเค็มแต่ในน้ำบางแหล่งมีปริมาณคลอไรด์สูงถึง 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีรสเค็ม เนื่องจากไม่มีโซเดียมแต่มีปริมาณอิออนบวกชนิดอื่น เช่น แคลเซียมและแมกนีเซียม เป็นต้น แม้ว่าคลอไรด์มีความสำคัญต่อพืชน้อยแต่ก็เป็นพิษต่อพืชได้ถ้ามีปริมาณคลอไรด์สูง น้ำชลประทานที่มีปริมาณคลอไรด์มากกว่า 355 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นพิษเมื่อถูกดูดซับโดยรากพืช ขณะที่ปริมาณคลอไรด์มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำความเสียหายกับไม้ประดับถ้าได้รับทางใบไม้

แนวคิดในการกำหนดค่าดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อใช้กำหนดคุณภาพน้ำ หรือ Index สำหรับแต่ละแบบจำลองคุณภาพน้ำทางคณิตศาสตร์ได้ใช้ข้อมูลคุณภาพน้ำปัจจุบันของอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำ คือ ธันวาคม 2558 – สิงหาคม 2560 ประกอบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำและข้อมูลคุณภาพน้ำในอดีตของอ่างเก็บน้ำทั้ง 4 อ่างเก็บน้ำ คือ กุมภาพันธ์ 2547 – มกราคม 2553 (สุขลัคน์และจงกลณี, 2553) เมื่อแทนค่าลงในแบบจำลองคุณภาพน้ำทางคณิตศาสตร์แต่ละแบบสามารถแบ่งระดับคุณภาพน้ำออกเป็น 3 ระดับ ซึ่งพิจารณาจากระดับคะแนน โดยระดับคะแนนต่ำสุด คือ คุณภาพน้ำเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการเกษตร ระดับคะแนนปานกลาง คือ คุณภาพน้ำเหมาะสมปานกลางสำหรับการนำไปใช้ในการเกษตร และระดับคะแนนสูงสุด คือ คุณภาพน้ำไม่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในการเกษตร

5. การสรุปผลการวิจัย

5.1 คุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำมีความอุดมสมบูรณ์สูงและเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการชลประทาน จัดอยู่ในประเภทน้ำชลประทานชนิด C1S1 คือ เป็นน้ำที่มีความนำไฟฟ้าไม่เกิน 250 ไมโครโมส์ต่อเซนติเมตร และมีค่า SAR ไม่เกิน 10 จัดเป็นน้ำที่มีความเค็มต่ำและปริมาณโซเดียมต่ำสามารถใช้กับดินและพืชเกือบทุกชนิด โดยพืชที่ตอบสนองไวต่อความเป็นพิษของปริมาณโซเดียมจะสะสมความเสียหาย จัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 เป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง และการว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

5.2 คุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้น ปริมาณโพแทสเซียมที่มีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำชลประทานของ FAO (1985) และปริมาณสารแขวนลอยของอ่างเก็บน้ำคลองมะนาวช่วงแผนการส่งน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืชฤดูแล้งและฤดูร้อนมีค่ามากกว่าเกณฑ์มาตรฐาน การระบายน้ำที่มีคุณภาพต่ำลงทางน้ำชลประทานและทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในเขตพื้นที่โครงการชลประทาน

5.3 ดัชนีคุณภาพน้ำที่อยู่ในแบบจำลองคุณภาพน้ำทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ฤดูกาล คือ ปริมาณคลอไรด์ แสดงว่าปริมาณคลอไรด์เป็นดัชนีคุณภาพน้ำที่เด่นของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรอง ซึ่งปริมาณคลอไรด์ระหว่าง 3 ฤดูกาล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ถ้ามีปริมาณคลอไรด์มากพอจะทำให้น้ำมีรสเค็มหรือเป็นน้ำกร่อยและเป็นพิษต่อพืชได้

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 แบบจำลองคุณภาพน้ำทางคณิตศาสตร์และการให้ระดับคะแนนของแบบจำลองเพื่อบอกระดับคุณภาพน้ำของอ่างเก็บน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาลำนางรองเป็นเพียงแนวคิดของผู้วิจัย การจะนำไปใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุดควรต้องมีการพัฒนาต่อไปโดยผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างแบบจำลอง

6.2 การบริหารน้ำของโครงการชลประทาน และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาควรพิจารณาคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำประกอบด้วย เพื่อให้เกษตรกรที่อยู่ในเขตพื้นที่ชลประทานได้รับประโยชน์สูงสุดจากการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม

7. บรรณานุกรม

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. (2529). **คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง.** กรุงเทพ ฯ : กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุขลัคน์ นาเนกรังสรรค์ และจงกลณี วรรณเพ็ญสกุล. (2553). **การประเมินคุณภาพน้ำเพื่อการบริหารจัดการน้ำในเขตสำนักชลประทานที่ 8 ตั้งแต่ พ.ศ. 2547 – 2553.** กรุงเทพ ฯ : กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุขลัคน์ นาเนกรังสรรค์ และนวพล สิริโยธิน. (2556). **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำกับแผนการส่งน้ำเพื่อการเกษตร กรณีศึกษา : โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษากระเสียว.** กรุงเทพ ฯ : กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุขลัคน์ นาเนกรังสรรค์ และสถาพร นาคคนึง. (2559). **การแก้ไขปัญหาน้ำเสียในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาดำเนินสะดวกโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและการใช้ประโยชน์ที่ดิน.** กรุงเทพ ฯ : กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุขลัคน์ นาเนกรังสรรค์ ศุภกฤษ พัฒนศิริ และธีรเดช ขาวสบาย. (2554). **โครงการนำร่องในการประเมินคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีในอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และทางน้ำชลประทานโดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ : โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษากระเสียว.** กรุงเทพ ฯ : กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

APHA, AWWA, and WPCF. (1992). **Standard methods for the examination of water and**

wastewater. (18th ed.). Washington D.C. : American Public Health Association.

Ayers, R.S. and Westcot, D.W. (1985). **Water quality for agriculture.** FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. pp. 1-117.

Eaton, F.M., 1950. **Significance of carbonate in irrigation waters.** Soil Sci., 67, pp. 12 – 133.

United States Geological Survey. (2009). **Water Hardness and Alkalinity.** [Online] Available : http://water.usgs.gov/ owq/hardness- alkalinity.html. 2010, Nov 11.

United States Salinity Laboratory Staff. (1954). **Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils.** USDA Handbook No. 60. Washington D.C.

Wilcox, L.V., 1955. **Classification and use of irrigation water.** United State Department of Agriculture Circular No. 969. Washington D.C., pp : 19.