โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 5/2563

เรื่อง

การปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ของทานตะวัน โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากเว็บ IrriSAT

Adjustment of Crop Coefficient (Kc) of Sunflower

by using Satellite image data from IrriSAT Website

โดย

นางสาวรัตนา ลิ้มสุธาโภชน์

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

พุทธศักราช 2563

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมชลประทาน กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เรื่อง การปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ของทานตะวัน
โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากเว็บ IrriSAT

Adjustment of Crop Coefficient (Kc) of Sunflower
by using Satellite image data from IrriSAT Website

นามผู้วิจัย นางสาวรัตนา ลิ้มสุธาโภชน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(รศ.ดร.สมชาย ดอนเจดีย์)

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

กรรมการ .....

(รศ.วราวุธ วุฒิวณิชย์)

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

กรรมการ .....

( )

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

บทคัดย่อ

เรื่อง การปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ของทานตะวัน
โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากเว็บ IrriSAT

โดย นางสาวรัตนา ลิ้มสุธาโภชน์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

.....
(รศ.ดร.สมชาย ดอนเจดีย์)
...../...../.....

งานวิจัยนี้ทำขึ้นเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ทานตะวันที่สามารถนำไปใช้ได้ทุกพื้นที่ในประเทศไทยซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามาจากเว็บไซต์ IrriSAT จะเป็นข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมนำมาเทียบกับข้อมูลของกรมชลประทานที่ได้ผลจากกการทดลอง เพื่อเป็นการปรับแก้ค่าของ IrriSAT ให้ค่าเข้าใกล้ข้อมูลของกรมชลประทาน สาเหตุที่ต้องปรับแก้ค่าเนื่องจากการเก็บข้อมูลของ IrriSAT เป็นการประมาณค่าจากการแปลงค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI) จากภาพถ่ายดาวเทียมแต่ส่วนของกรมชลมีวิธีเก็บข้อมูลจากการคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman-Monteith กับปริมาณการใช้น้ำจริงที่ได้จากการทดลองในถังวัดปริมาณการใช้น้ำของพืช ซึ่งจะทำให้ค่าที่ปรับแก้แล้วมาใช้ในประเทศไทยได้ โดยจะต้องหาพื้นที่กลุ่มตัวอย่างมาอย่างน้อย 3 พื้นที่แล้วทำการแบ่งช่วงตามความเหมาะสม ซึ่งจากการศึกษาพบว่ามีรูปแบบการแบ่งช่วงอยู่ 3 แบบคือ 1 ช่วง 2 ช่วง และ 4 ช่วง แล้วเลือกการแบ่งช่วงมา 1 ช่วงที่พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ที่ช่วยในการตัดสินใจคือค่า R2 และค่า RMSE เมื่อได้ช่วงที่ดีที่สุดแล้วนำไปหาค่า K 1 ค่า แล้วทำการหากราฟความสัมพันธ์ระหว่าง กรมชลประทานกับ IrriSAT จะได้สมการมา 1 สมการ แล้วนำค่าที่ได้จาก IrriSAT ที่นำไปเฉลี่ยแล้วแทนในตัวแปร x ของสมการ จะได้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่สามารถนำเอาไปใช้ได้ทุกพื้นที่ชองประเทศไทย

ABSTRACT

Title Adjustment of Crop Coefficient (Kc) of Sunflower
by using Satellite image data from IrriSAT Website

By Miss Rattana Limsutapoch

Project Advisor

.....
(Assoc. Prof. Dr.Somchai Donjadee)

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

This research was conducted to determine the water coefficient of plants (Kc) sunflowers that can be used in all areas of Thailand, where the data used in the study came from the IrriSAT website. The data obtained from satellite imagery will be compared with the data of the Royal Irrigation Department that has been obtained from the experiment. In order to modify the IrriSAT value, close to the information of the Irrigation Department. The reason for the correction is because IrriSAT data collection is an estimate of the conversion of the Vegetation Index (NDVI) from satellite imagery but sections of the Irrigation Department have a way of collecting data from calculations for the relationship between plant water consumption are referenced by the Penman-Monteith method and the actual water consumption obtained through experiments in plant water consumption measurement tanks. This will allow the revised values to be used in Thailand by find at least 3 sample areas and divide them as appropriate according to the study, there are three different range patterns are 1 span, 2 ranges, and 4 ranges and select one range based on the coefficients that help you make decisions are R^2 and RMSE. The water coefficient of plants can be used in all areas of Thailand.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ของทานตะวันโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากเว็บ IrriSAT สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเนื่องจากความช่วยเหลือจากอาจารย์ เขวิกา สุขเอี่ยม อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย ผู้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่คณะวิจัย ทั้งยังตรวจแก้ไขวิจัยฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ คณะผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.วราวุธ วุฒิวณิชย์ ที่กรุณาให้การชี้แนะการใช้งานเบื้องต้นโปรแกรม IrriSAT และแก้ไขการศึกษาในครั้งนี้ ให้เป็นไปได้ดีและสมบูรณ์

ขอบคุณบิดา มารดา สมาชิกทุกคนในคณะผู้วิจัย ทั้งรุ่นพี่ รุ่นน้อง ที่คอยช่วยเหลือให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

และท้ายที่สุดนี้คณะผู้วิจัยหวังว่า งานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการแนวทางการพัฒนาชลประทานและผู้ที่สนใจทุกท่าน

ผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ก)

ABSTRACT (ข)

กิตติกรรมประกาศ (ค)

สารบัญ (ง)

สารบัญภาพ (ฉ)

สารบัญตาราง (ฌ)

คำอธิบายสัญญาลักษณ์และคำย่อ (ญ)

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย 1

วัตถุประสงค์การวิจัย 2

ขอบเขตการวิจัย 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชทานตะวันจากภาพถ่ายดาวเทียม 4

ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชทานตะวันของกรมชลประทาน 4

ข้อมูลช่วงของการเจริญเติบโตของพืช 6

ข้อมูลฤดูกาลปลูกทานตะวัน 7

สมาการในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช 7

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

ค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ 9

รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง 9

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

พื้นที่ศึกษา 10

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา 13

จัดเตรียมข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม 13

จัดเตรียมข้อมูลจากกรมชล 14

การเลือกแบ่งช่วงข้อมูลในการเปรียบเทียบ 14

การหาความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของทานตะวัน (Kc) 20

บทที่ 4 ผลการวิจัย

ค่าสัมประสิทธิ์ดอกทานตะวัน (Kc) ก่อนและหลังการปรับปรุงค่าของการแบ่งช่วงทุกช่วง 22

ค่า K ที่ใช้ในการปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ดอกทานตะวันในแต่ละช่วง 36

ค่าสัมประสิทธิ์ทานตะวัน (Kc) ที่ใช้ได้ทุกพื้นที่ในประเทศไทย 40

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลและอภิปรายผลการศึกษา 45

ข้อเสนอแนะ 45

เอกสารอ้างอิง 46

ประวัตินิสิต 47

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 กราฟค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชของทานตะวันที่แบ่งตามช่วงการเจริญเติบโตของพืช	5
รูปที่ 2 ช่วงของการเจริญเติบโตของพืชชนิดต่างๆ	6
รูปที่ 3 ลักษณะพื้นที่จากเว็บ IrriSAT ของจังหวัดลพบุรี	10
รูปที่ 4 ลักษณะพื้นที่จริงของจังหวัดลพบุรี	10
รูปที่ 5 ลักษณะพื้นที่จากเว็บ IrriSAT ของจังหวัดนครปฐม	11
รูปที่ 6 ลักษณะพื้นที่จริงของจังหวัดนครปฐม	11
รูปที่ 7 ลักษณะพื้นที่จากเว็บ IrriSAT ของจังหวัดนครราชสีมา	12
รูปที่ 8 ลักษณะพื้นที่จริงของจังหวัดนครราชสีม	12
รูปที่ 9 กราฟความสัมพันธ์เปรียบเทียบความถูกต้องหลัง Interpolate	14
รูปที่ 10 กราฟก่อนปรับแก้ค่า Kc IrriSAT ของทานตะวัน ของทั้ง 3 จังหวัด	16
รูปที่ 11 กราฟหลังปรับแก้ค่า Kc IrriSAT ของทานตะวันแบบ 1 ช่วง ของทั้ง 3 จังหวัด	16
รูปที่ 12 กราฟก่อนปรับแก้ค่า Kc IrriSAT ของทานตะวัน ของทั้ง 3 จังหวัด	17
รูปที่ 13 กราฟปรับแก้ค่า Kc IrriSAT ของทานตะวันแบบ 2 ช่วง ของทั้ง 3 จังหวัด	17
รูปที่ 14 กราฟก่อนปรับแก้ค่า Kc IrriSAT ของทานตะวัน ของทั้ง 3 จังหวัด	18
รูปที่ 15 กราฟปรับแก้ค่า Kc IrriSAT ของทานตะวันแบบ 4 ช่วง ของทั้ง 3 จังหวัด	18
รูปที่ 16 กราฟเปรียบเทียบการแสดงค่าปรับแก้ในแต่ละช่วงของจังหวัดลพบุรี	19
รูปที่ 17 กราฟเปรียบเทียบการแสดงค่าปรับแก้ในแต่ละช่วงของจังหวัดนครปฐม	19
รูปที่ 18 กราฟเปรียบเทียบการแสดงค่าปรับแก้ในแต่ละช่วงของจังหวัดนครราชสีมา	20
รูปที่ 19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT ก่อนปรับแก้ จังหวัดลพบุรี	23
รูปที่ 20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT หลังปรับแก้ จังหวัดลพบุรี	23
รูปที่ 21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรม ชล และค่า Kc IrriSAT ก่อนปรับแก้ จังหวัดนครปฐม	24

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT
หลังปรับแก้ 1 จังหวัดนครปฐม 24
รูปที่ 23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT
ก่อนปรับแก้ จังหวัดนครราชสีมา 25
รูปที่ 24 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT
หลังปรับแก้ 1 ช่วง จังหวัดนครราชสีมา 25
รูปที่ 25 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT ก่อนปรับแก้ จังหวัดลพบุรี 25
รูปที่ 26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT
หลังปรับแก้ 2 ช่วง จังหวัดลพบุรี 27
รูปที่ 27 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT ก่อนปรับแก้ จังหวัดนครปฐม 27
รูปที่ 28 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT
หลังปรับแก้ 2 ช่วง จังหวัดนครปฐม 28
รูปที่ 29 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT
ก่อนปรับแก้ จังหวัดนครราชสีมา 28
รูปที่ 30 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT
หลังปรับแก้ 2 ช่วง จังหวัดนครราชสีมา 29
รูปที่ 31 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT ก่อนปรับแก้ จังหวัดลพบุรี 29
รูปที่ 32 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT
หลังปรับแก้ 4 ช่วง จังหวัดลพบุรี 31
รูปที่ 33 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT ก่อนปรับแก้ จังหวัดนครปฐม 31
รูปที่ 34 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT
หลังปรับแก้ 4 ช่วง จังหวัดนครปฐม 32
รูปที่ 35 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT
ก่อนปรับแก้ จังหวัดนครราชสีมา 32

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 36 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT
หลังปรับแก้ 4 ช่วง จังหวัดนครราชสีมา 33
รูปที่ 37 กราฟก่อนปรับแก้ค่าเฉลี่ย KcIrriSAT เทียบกับ KcRID 33
รูปที่ 38 กราฟหลังปรับแก้ค่าเฉลี่ย KcIrriSAT เป็นค่าเฉลี่ย KcIrriSAT(adj) เทียบกับ KcRID 42
รูปที่ 39 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าKcRID และ ค่าKcIrriSAT (ก่อนปรับแก้) 42
รูปที่ 40 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าKcRId และ ค่าKcIrriSAT(adj) (หลังปรับแก้) 43
รูปที่ 41 กราฟแสดงความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของทานตะวัน
ระหว่างค่า KcRID กับค่า KcRID ที่ได้จากสมาการความสัมพันธ์
ระหว่าง ค่า ระหว่าง ค่า KcRId และ ค่า KcIrriSAT(adj 1 ช่วง) 43

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชโดยวิธี Penman – Monteith 5

ตารางที่ 2 อธิบายที่มาในการแบ่งช่วงกราฟ 15

ตารางที่ 3 ตารางแสดงค่า KcIrriSAT ก่อนปรับแก้และหลังปรับแก้ 1 ช่วงของทุกจังหวัด 26

ตารางที่ 4 ตารางแสดงค่า KcIrriSAT ก่อนปรับแก้และหลังปรับแก้ 2 ช่วงของทุกจังหวัด 30

ตารางที่ 5 ตารางแสดงค่า KcIrriSAT ก่อนปรับแก้และหลังปรับแก้ 4 ช่วงของทุกจังหวัด 34

ตารางที่ 6 ตารางผลการวิเคราะห์กราฟที่ได้จาการปรับแก้ทุกช่วง 35

ตารางที่ 7 ค่า K จังหวัดลพบุรี 36

ตารางที่ 8 ค่า K จังหวัดนครปฐม 36

ตารางที่ 9 ค่า K จังหวัดนครราชสีมา 36

ตารางที่ 10 ค่า R^2,RMSE จังหวัดลพบุรี 37

ตารางที่ 11 ค่า R^2,RMSE จังหวัดนครปฐม 37

ตารางที่ 12 ค่า R^2,RMSE จังหวัดนครราชสีมา 37

ตารางที่ 13 ตารางอธิบายผลเมื่อทำการปรับแก้ค่าตามช่วงการปรับแก้
และผลการเทียบค่าการปรับแก้ของแต่ละช่วงการปรับแก้ 38

ตารางที่ 14 ตารางสรุปการเลือกการแบ่งช่วงที่ดีที่สุด 39

ตารางที่ 15 ตารางค่าเฉลี่ย KcIrriSAT ของแต่ละสัปดาห์ของทุกจังหวัด 40

ตารางที่ 16 ค่า KcIrriSAT(adj) 41

ตารางที่ 17 ตารางค่า R^2,RMSE 42

คำอธิบายสัญญาลักษณ์และคำย่อ

ให้อธิบายสัญลักษณ์และคำย่อตามรูปแบบดังนี้

ET	=	ปริมาณการใช้น้ำ
ETo	=	ปริมาณการใช้น้ำพืชอ้างอิง
Kc	=	สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช
NDVI	=	ค่าดัชนีพืชพรรณ
K	=	ค่าคงที่ที่ใช้ในการปรับแก้ของแต่ละช่วง
$\overline{K}$	=	ค่าเฉลี่ยคงที่ที่ใช้ในการปรับแก้ของแต่ละช่วง
Kc_{RID}	=	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่ได้ค่าตามมาตรฐานกรมชลประทาน
$Kc_{IrriSAT}$	=	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจากเว็บไซต์ IrriSAT
$Kc_{IrriSAT(adj)}$	=	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจากเว็บไซต์ IrriSAT ที่ถูกปรับแก้แล้ว
$\overline{K_{C_{RID}}}$	=	ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่ได้ค่าตามมาตรฐานกรมชลประทาน
$\overline{K_{C_{IrriSAT}}}$	=	ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจากเว็บไซต์ IrriSAT

บทที่1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ประเทศไทยมีลักษณะภูมิศาสตร์ที่มีความเหมาะสมในการทำเกษตรกรรม มีประชากรประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก ดังนั้น การเพาะปลูกพืชและการใช้ระดับความรู้ในการเพาะปลูกของเกษตรกรจึงมีความแตกต่างกัน ซึ่งส่วนใหญ่จะปลูกพืชเศรษฐกิจ และเพาะปลูกพืชโดยการให้น้ำแบบเช้าเย็น หรือรอจนกว่าจะมีฝนตก โดยงานวิจัยนี้จะศึกษาเกี่ยวกับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของทานตะวัน

ทานตะวันซึ่งเป็นพืชน้ำมันที่สำคัญทางเศรษฐกิจของโลกในหลายประเทศรวมถึงประเทศไทยได้มีการแปรรูปทานตะวัน ออกมาเป็นอาหารขบเคี้ยวและน้ำมันสกัด การใช้น้ำมันเมล็ดทานตะวันมีความต้องการเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเป็นน้ำมันที่มีคุณภาพสูง มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง เหมาะสำหรับการอุปโภคและบริโภคในอุตสาหกรรมอาหารและครัวเรือน โดยทานตะวันเป็นพืชที่ทนทานต่อสภาพอากาศร้อนและแห้งแล้ง ตอบสนองต่อสภาพอากาศที่แดดจัด ใช้ปริมาณฝนที่ปานกลาง ความชื้นในอากาศต่ำ และเจริญเติบโตได้ดีในดินหลายประเภท

ในประเทศไทยมีความต้องการใช้เมล็ดทานตะวันมากกว่า 100,000 ถึง 150,000 ตันต่อปี แต่ผลิตได้ไม่ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณความต้องการ จึงมีการนำเข้าผลิตภัณฑ์ของทานตะวันในรูปต่างๆ ได้แก่ น้ำมันทานตะวัน กากทานตะวัน เมล็ดทานตะวันแปรรูป และเมล็ดทานตะวันสำหรับเพาะปลูก (กรมส่งเสริม การเกษตร, 2557) โดยความต้องการมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปีทำให้มีแรงจูงใจที่เกษตรกรสนใจปลูกทานตะวันเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากเกษตรกรไม่ได้คำนึงถึงปริมาณความต้องการน้ำของทานตะวันที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการเพาะปลูกสูง ซึ่งการคำนึงถึงปริมาณความต้องการน้ำของพืช สามารถคำนวณได้จากสมการออกมาเป็นค่าคงที่ หากเกษตรกรสามารถคำนวณค่าปริมาณความต้องการน้ำของพืชได้ ก็จะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำงานเกษตรและเพิ่มรายรับได้อย่างมาก

การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชสามารถทำการตรวจวัดค่าได้โดยตรงจากแปลงทดลอง และจากถังวัดปริมาณการใช้น้ำ (lysimeter) ซึ่งให้ผลที่ถูกต้อง แต่ไม่สามารถนำผลที่ได้ไปใช้ในพื้นที่เพาะปลูกแหล่งอื่น ดังนั้นการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชในสถานที่ใดๆ สามารถหาได้โดยการใช้ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ซึ่งได้จากการคำนวณโดยอาศัยข้อมูลสภาพภูมิอากาศของท้องที่นั้นๆ เมื่อนำมาคำนวณโดย ใช้สูตรสำหรับการคำนวณหาโดยเฉพาะนำไปคูณกับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ที่ต้องการจะทราบค่าปริมาณการใช้น้ำก็จะได้ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชชนิดนั้นๆ

การคำนวณความต้องการน้ำของพืชจะต้องกำหนดชนิดพืชและช่วงอายุการเจริญเติบโตของพืชเพื่อคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) ซึ่งการเก็บข้อมูลการเพาะปลูกสามารถเก็บได้จากปฏิทินการเพาะปลูก หากเกษตรกรในพื้นที่ไม่ได้เพาะปลูกพืชตามปฏิทินที่กำหนดจะทำให้ประสบปัญหาในการคำนวณความต้องการน้ำพืช ดังนั้น การคำนวณความต้องการน้ำพืชโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการเก็บข้อมูล

ในปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางด้านการสำรวจระยะไกลด้วยภาพถ่ายดาวเทียม (satellite remote sensing) ที่สามารถสำรวจและติดตามค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ซึ่งมีข้อดีในการสำรวจข้อมูลในพื้นที่ขนาดใหญ่ที่มีความหลากหลายของพืช และมีปฏิทินการเพาะปลูกที่ซับซ้อนเครื่องมือที่ใช้สำรวจและติดตามค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ที่มีงานวิจัยรองรับและมีความสะดวกในการใช้งาน คือ เว็บไซต์ IrriSAT ซึ่งการเก็บข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) เป็นค่าที่ผันแปรตามช่วงระยะการเจริญเติบโตของพืชซึ่งจะสัมพันธ์กับสัดส่วนของใบพืชที่ปกคลุมดิน (fraction vegetation cover) และดัชนีพืชพรรณ โดยการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 และ 8 เป็นหลัก ที่ความละเอียด 30X30 เมตร (ธเนศ และ จุติเทพ, 2564)

จากปัญหาการให้น้ำเกินความจำเป็นที่ส่งผลให้ต้นทุนสูง จึงเกิดการขาดแคลนผลผลิตจากทานตะวัน โดยงานวิจัยนี้เป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของต้นทานตะวัน (Kc) เพื่อนำไปคำนวณการใช้น้ำอย่างประหยัดที่สุด โดยจะมีการศึกษา 3 พื้นที่ คือ 1.แปลงทานตะวันในจังหวัดลพบุรี 2. .แปลงทานตะวันในจังหวัดนครปฐม และ 3. แปลงทานตะวันในจังหวัดนครราชสีมา สาเหตุที่เลือกแปลงทั้ง 3 แปลงนี้มาทำวิจัยเพราะแปลงที่ 1,3 เป็นแปลงที่ดอกทานตะวันมีการเจริญเติบโตไม่เท่ากันทั้งแปลงเนื่องจากสภาพอากาศแปรปรวนทำให้ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล แปลงที่ 2 เป็นแปลงที่มีการทดลองการปลูกดอกทานตะวันโดยทดลองปลูกในเดือนที่ไม่ใช่ฤดู ปลูกทานตะวันหรือปลูกช้ากว่าฤดูที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกแล้วดูผลการทดลองจากการบานของดอกทานตะวัน ทั้ง 3 แปลงเป็นการปลูกแบบตามธรรมชาติ คือ ใช้น้ำฝนในการรดน้ำพืช

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงงานวิจัย

1.เพื่อปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจากระบบติดตามการใช้น้ำของเว็บไซต์ IrriSAT ให้สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชของกรมชลประทานเพื่อนำมาใช้กับการประมาณการใช้น้ำของทานตะวัน

2.เพื่อศึกษาสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ที่ได้จาก IrriSAT กับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ของกรมชลประทานของทานตะวันในพื้นที่ที่ทำการศึกษา

1.3. ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตงานวิจัย คือ ศึกษาและเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของทานตะวัน ซึ่งศึกษาข้อมูลจากเว็บไซต์ IrriSAT เทียบข้อมูลกับกรมชลประทาน ซึ่งมีพื้นที่ศึกษา 3 จังหวัด คือ จังหวัดลพบุรี จังหวัดนครปฐม และจังหวัดนครราชสีมา แต่ละจังหวัดจะมีพื้นที่แปลงเพาะปลูกทานตะวันที่งานวิจัยชิ้นนี้ทำการศึกษาอยู่จังหวัดละ 1 แปลง

1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรที่ต้องการเพาะปลูกทานตะวันเพื่อให้มีผลผลิตที่มากขึ้นทำให้เพียงพอต่อความต้องการในประเทศโดยใช้ปริมาณน้ำที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช
- เป็นประโยชน์ต่อการใช้งานในด้านชลประทาน ทางด้านชลประทานนำงานวิจัยไปต่อยอดใช้คำนวณค่าความต้องการน้ำของพืชให้ดียิ่งขึ้นเพื่อส่งน้ำให้ในปริมาณที่เหมาะสม หรือ นำรูปแบบการใช้งานของตัวเว็บ IrriSAT ไปศึกษาต่อเป็นองค์ความรู้

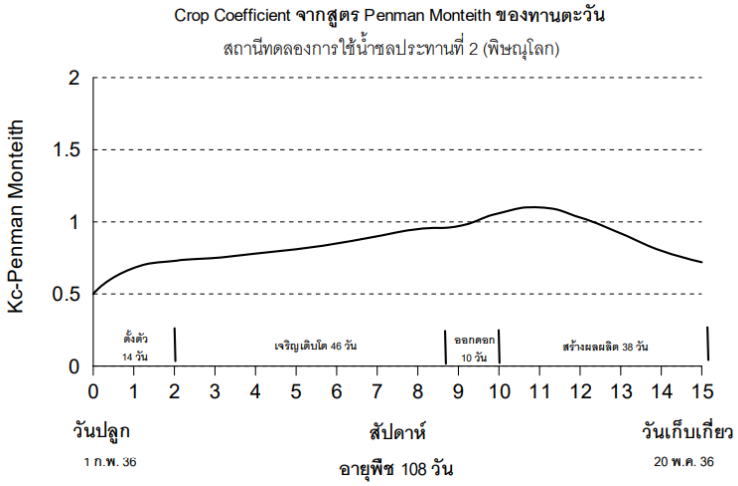
บทที่ 2
แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชทานตะวันจากภาพถ่ายดาวเทียม

ระบบติดตามการใช้น้ำของพืชบนเว็บ IrriSAT เป็นแพลตฟอร์มแบบออนไลน์สามารถเข้าใช้งานได้ที่ URL https://irrisat-cloud.appspot.com โดยระบบดังกล่าวจะใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมดาวเทียม Landsat 7,8 และ Sentinel 2 ผู้ใช้งานสามารถล็อคอินผ่าน Google Account เพื่อใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ซึ่งภาพที่ถ่ายจากดาวเทียมมาจาก Google Map (จีระนันท์ และ ชนัตถ์นิธิป, 2562) ตัวผู้ใช้งานสามรถเลือกพื้นที่ วัน เดือน ปี ที่จะทำการเก็บข้อมูลซึ่งค่าข้อมูลจะมีรอบเก็บค่าเป็นระยะเวลา 7 วันเก็บข้อมูล 1 ค่า โดยตัวเว็บ IrriSAT จะมีการโชว์ค่าข้อมูลออกมาเป็นรูปแบบกราฟ และสามารถเลือกเก็บชนิดของค่าสัมประสิทธิ์ได้เป็น 2 ชนิด คือ Kc และ NDVI

2.2 ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชทานตะวันของกรมชลประทาน

ส่วนการใช้น้ำชลประทาน สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา ได้ดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับปริมาณการใช้น้ำของพืชที่สถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานทั้ง 9 แห่ง แต่การทอลองการใช้น้ำของทานตะวันอยู่ที่ สถานีทดลองการใช้น้ำที่ 2 คือ จังหวัด พิษณุโลก ซึ่งข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชตามช่วงการเจริญเติบโตตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยว เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชพืช (Kc) โดยการคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงโดยวิธี Penman-Monteith กับปริมาณการใช้น้ำจริงที่ได้จากการทดลองในถังวัดปริมาณการใช้น้ำของพืช ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชของทานตะวันมีค่า ดังตารางที่ 1 และกราฟค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชของทานตะวันที่แบ่งตามช่วงการเจริญเติบโตของพืช ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กราฟค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชของทานตะวันที่แบ่งตามช่วงการเจริญเติบโตของพืช

ที่มา : กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน (2555)

ค่าสัมประสิทธิ์พืชโดยวิธี Penman – Monteith

Crop coefficient (K_c) of Penman – Monteith

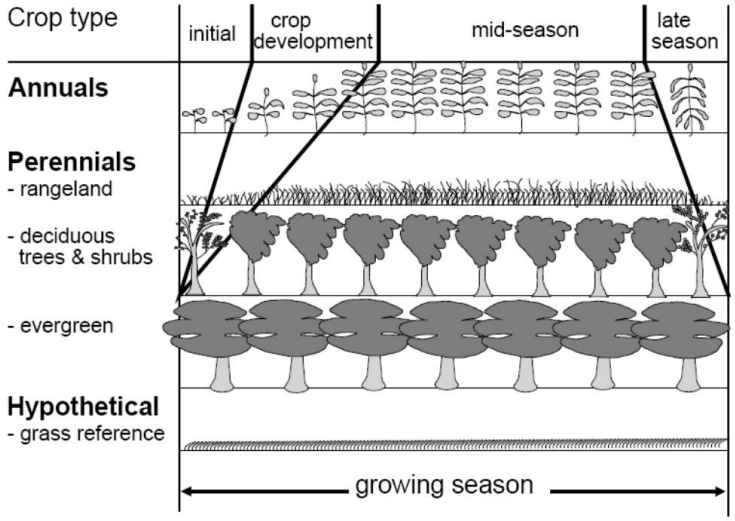
สัปดาห์ที่	ถั่วลิสง	ถั่วเขียว	งา	ยาสูบ	ทานตะวัน
1	0.60	0.58	0.59	0.45	0.68
2	0.72	0.87	0.70	0.57	0.73
3	0.85	1.18	0.85	0.69	0.75
4	0.94	1.40	1.11	0.88	0.78
5	1.17	1.28	1.23	1.01	0.81
6	1.24	1.19	1.28	1.36	0.85
7	1.28	0.66	1.24	1.61	0.90
8	1.36	0.44	1.21	1.48	0.95
9	1.04	0.34	1.13	1.44	0.97
10	0.99		0.98	1.30	1.06
11	0.91		0.71	1.21	1.10
12	0.77		0.55	1.00	1.03
13	0.60				0.92
14	0.50				0.80
15	0.45				0.72
16					
เฉลี่ย	0.89	0.88	0.97	1.08	0.87

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชโดยวิธี Penman – Monteith

ที่มา : กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน (2555)

2.3 ข้อมูลช่วงของการเจริญเติบโตของพืช

ช่วงของการเจริญเติบโตของพืช (crop growth stages) สำหรับการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชในกรณีมีการปลูกพืชใหม่ทุกปี (annual crop type) จะสามารถแบ่งช่วงของการเจริญเติบโตเป็น 4 ช่วงได้อย่างชัดเจนซึ่งการแบ่งเป็น 4 ช่วง ประกอบด้วย 1.ช่วงตั้งต้น (initial stage) 2.ช่วงเจริญเติบโตทางลำต้น (crop development stage) 3.ช่วงกลางของการเพาะปลูก (mid-season stage) และ 4.ช่วงปลายของการเพาะปลูก (late season stage) (เอกสิทธิ์, 2552) แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ช่วงของการเจริญเติบโตของพืชชนิดต่างๆ

ที่มา : Allen et al., 1998

ช่วงตั้งตัวของพืช (initial stage) นับจากวันเริ่มปลูกจนถึงระยะที่พืช ปกคลุมดินร้อยละ 10 เนื่องจากในช่วงแรกของการปลูก พื้นที่ใบยัง มีไม่มาก ปริมาณการใช้น้ำของพืชส่วนใหญ่จึงเป็นน้ำที่ระเหยจากผิวดิน ดังนั้น ในกรณีที่ดินมีความชุมชื้นสูงจากน้ำชลประทานหรือน้ำฝน ปริมาณการใช้น้ำของพืช จะมีค่าสูงและในทางกลับกันจะมีค่าต่ำเมื่อดินแห้ง

ช่วงเจริญเติบโตทางลำต้น (crop development stage) นับต่อจาก ช่วงตั้งตัวซึ่งพืชปกคลุมดินร้อยละ 10 จนถึงระยะพืชปกคลุมดินเต็มที่ (effective full cover) ซึ่งส่วนใหญ่จะตรงกับระยะเริ่มออกดอก พืชจะแผ่ขยายร่มเงาบังผิวดิน เพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีผลให้การระเหยน้ำจากผิวดินจะลดลง ส่วนการคายน้ำจะค่อยๆมีสัดส่วนเพิ่มมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นนี้จะสัมพันธ์กับสัดส่วนที่พืชปกคลุมดิน และ

ระยะพัฒนาการของพืช อย่างไรก็ตาม ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำจะผันแปรไป ตามลักษณะของพืช และสภาพการให้น้ำ

ช่วงกลางของการเพาะปลูก (mid-season stage) นับต่อจากช่วงของ การเจริญเติบโตทางลำต้นจากระยะที่พืชปกคลุมดินเต็มที่จนถึงระยะเริ่มสุกแก่ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจะเพิ่มถึงค่าสูงสุดในช่วงกลางของ การเพาะปลูกและมีค่าค่อนข้างคงที่

ช่วงปลายของการเพาะปลูก (late season stage) นับต่อจากช่วงกลาง ของการเพาะปลูกจากระยะที่ผลผลิตเริ่มสุกแก่จนถึงระยะเก็บเกี่ยวหรือพืชแก่เต็มที่ (full senescence) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่ระยะสิ้นสุดของการเพาะปลูก (Kc end) จะขึ้นกับการจัดการเพาะปลูกและการให้น้ำ ค่าของ Kc end จะมีค่าสูง ในขณะที่พืชบางชนิดจะปล่อยผลผลิตให้แห้งในแปลงก่อนเก็บเกี่ยว ซึ่งในกรณีนี้ Kc end จะมีค่าลดต่ำลงมาก

2.4 ข้อมูลฤดูกาลปลูกทานตะวัน

การปลูกทานตะวันจะขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ คือ ในพื้นที่ที่เป็นดินร่วนเหนียวสีดำ ควรปลูกระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน และในพื้นที่ที่เป็นดินรวน หรือดินร่วนทราย ควรปลูกระหว่างปลายเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม โดยทั่วไปจะปลูกหลังจากเก็บเกี่ยวพืชหลัก ได้แก่ ถั่วเหลือง หรือข้าวโพด เกษตรกรปส่วนใหญ่จะปลูกทานตะวันเป็นพืชรองจากข้าวโพดซึ่งจะอาศัยน้ำจากฝนเป็นหลัก (สุพจน์ และ กรมส่งเสริมการเกษตร, ม.ป.ป.)

2.5 สมาการในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช

2.4.1.การหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop Coefficient, *Kc*)

สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช เป็นอัตราส่วนระหว่างปริมาณการใช้น้ำของพืชต่อปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง ดังสมการที่ (1) สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชนี้เป็นการผนวกรวมปัจจัยของพืชชนิดหนึ่งๆ ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ภูมิอากาศ การระเหยน้ำจากผิวดินเปล่า และช่วงการเจริญเติบโตของพืช (เอกสิทธิ์, 2552)

$$Kc = \frac{ETc}{ETo} \qquad (1)$$

2.4.2 การใช้น้ำของพืช (Crop Evapotranspiration, *ETc*)

“การใช้น้ำของพืช” (crop evapotranspiration) เขียนโดยย่อเป็น ETc การใช้น้ำของพืชสามารถคำนวณได้โดยทำการปรับค่าการใช้น้ำของ พืชอ้างอิง (ETo) ด้วยสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient, Kc) ที่ช่วง ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ ในปัจจุบันคู่มือ FAO-56 (Allen et al., 1998) ได้นิยามการใช้น้ำของพืช หรือ ETc ว่าเป็น”การใช้น้ำในสภาพมาตราฐาน” (Crop Evapotranspiration Under Standard Conditions) (เอกสิทธิ์, 2552)

2.4.3.ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration, *ETo*)

มีการให้สมการ FAO Penman – Monteith เป็นวิธีมาตรฐานเดียวสำหรับคำจำกัดความและการคำนวณการระเหยของสารอ้างอิงโดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศ เช่น รังสีอุณหภูมิอากาศความชื้นในอากาศ และ ความเร็วลม (Allen et al. 1998) ดังสมการที่ (2)

$$ETo = \frac{0.408\Delta(Rn-G)+\gamma\frac{900}{T+273}u_2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1+0.34u_2)} \quad (2)$$

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยของ Janelle et al. (2015) ได้พูดถึงการหาค่า Kc โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อประมาณค่าการเพาะปลูกค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ที่ความละเอียด 30x30 ม. โดย IrriSAT จะคำนวณค่า Kc จาก ความสัมพันธ์เชิงเส้นกับดาวเทียมที่ได้มาจาก Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ดังสมการที่ 3 เป็นการคำนวณอัตราส่วนของผลต่างต่อผลรวมของการสะท้อนแสงอินฟราเรดใกล้ (RNIR) และการ สะท้อนแสงสีแดง (RRED) โดยจะอยู่ในช่วงระหว่าง 0-1

$$\boldsymbol{NDVI = \frac{R_{NIR}-R_{RED}}{R_{NIR}+R_{RED}}} \quad \textbf{(3)}$$

ต่อมา Trout and Johnson (2007) พบความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง NDVI และการปกคลุมของเรือนยอดสำหรับพืชต่างๆ จึงสามารถนำวิธีนี้มาช่วยในการแปลงค่า NDVI เป็นค่าสัมประสิทธิ์ การเพาะปลูกได้ดังสมการ ที่ 4

$$\boldsymbol{Kc = 1.37 \times NDVI - 0.086} \quad \textbf{(4)}$$

จากรายงานการประชุมทางวิชาการ Khin Muyar et al. (2020) ได้ทำการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกรมชลประทาน (Kc-RID) และที่ได้จาก IrriSAT(Kc-IrriSAT) โดยการคำนวณค่าเฉลี่ย Kc-RID ของพื้นที่ชลประทาน 4 แห่งใน ลุ่มแม่น้ำปิง 1.โดยใช้พืช 4 ชนิด 1.ข้าว 2.อ้อย 3.ข้าวโพด 4.มัน สำปะหลังปลูกตั้งแต่เดือนตุลาคม 2561 ถึงเดือน กันยายน 2562 โดยมีการสรุปความสัมพันธ์ระหว่าง Kc-RID และ Kc-IrriSAT โดยมีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูง และไปในทิศทางที่ดี และเขาได้สรุปว่า IrriSAT สามารถช่วยสนับสนุนในการประมาณความต้องการน้ำของพืช ได้อย่างทันท่วงทีสามารถจัดการน้ำ พืชเฉพาะพื้นที่นั้นๆ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการได้ดี แต่ต้องมีการปรับแก้เฉพาะช่วงเวลาของค่า Kc-IrriSAT เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับวิธีการหาความต้องการน้ำ ที่ได้ข้อมูลจากภาคสนาม

2.7 ค่าสัมประสิทธิ์ในการตัดสินใจ (Coefficent of Determination, R^2)

เป็นตัวบ่งชี้ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น (Liner Regression) ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ซึ่งหากมีค่าใกล้ 1 หมายถึง ตัวแปรอิสระสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้มาก หากมีค่าใกล้ 0 หมายถึงข้อมูลมีความสัมพันธ์แบบตัวแปรอิสระสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามได้น้อยคำนวณได้ ดังสมการที่ (5) $\hat{y}$ คือ ค่าทำนายสำหรับข้อมูลลำดับที่ , $\bar{y}$ คือ ค่าเฉลี่ย , N = จำนวนข้อมูล

$$R^2 = 1 - (\frac{\sum_{i=1}^{i=N}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{i=N}(y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (5)$$

2.8 รากที่สองของค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Root Mean Square Error, *RMSE*)

เป็นค่าวัดความคลาดเคลื่อนของการคาดคะเนกับข้อมูลจริงคำนวณได้ ดังสมการที่ (6) KcRID คือ ค่า Kc กรมชลที่ Interpolate , KcIrriSAT) คือ ค่า Kc ของเว็บ IrriSAT ,n คือ จำนวนชุดข้อมูล

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum(Kc_{RID} - Kc_{IrriSAT})^2} \quad (6)$$

2.9 สมการหาค่า K ในการแบ่งแต่ละช่วง

เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากเว็บ IrriSAT ใช้วิธีการคำนวณที่อ้างอิงมาจากวิธี FAO-56 แต่ข้อมูลจากกรมชลวิธีการคำนวณไม่ได้อ้างอิงจาก FAO-56 จึงต้องทำการปรับปรุงข้อมูลที่ได้จากเว็บ IrriSAT เพื่อให้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่ได้จากเว็บ IrriSAT ใช้งานในประเทศไทยได้ง่ายขึ้นซึ่งคำนวณได้ ดังสมการที่ (7) $\overline{Kc_{RID}}$ คือ ค่าเฉลี่ยของ Kc กรมชล $\overline{Kc_{IrriSAT}}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่า Kc IrriSAT

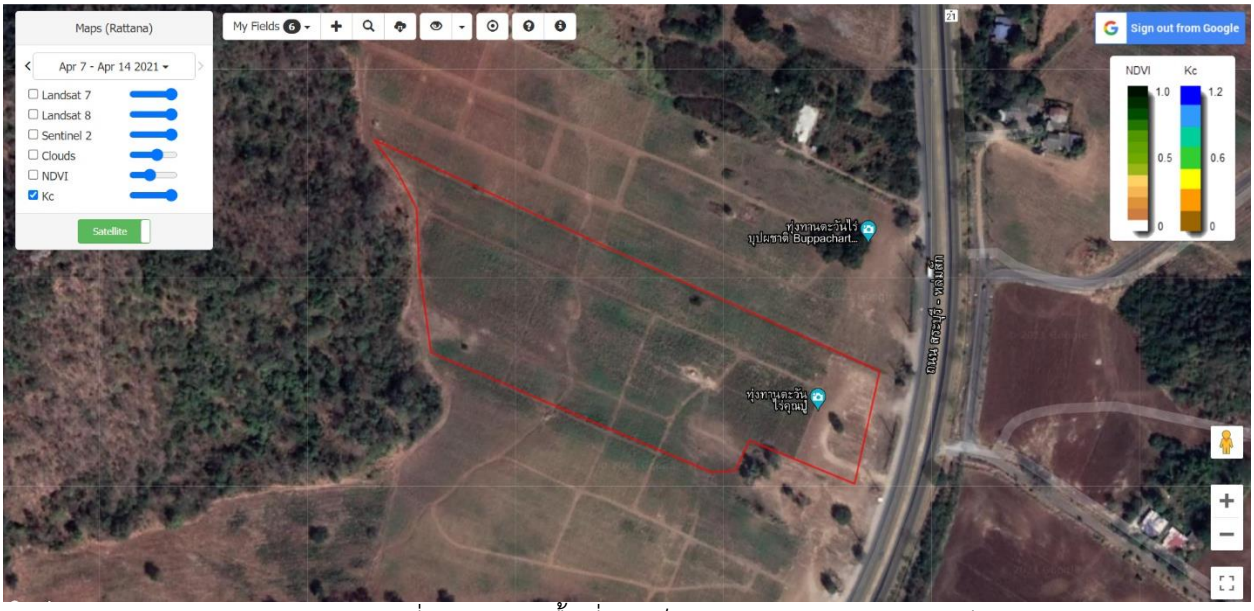
$$K_i = \frac{\overline{Kc_{RID}}}{\overline{Kc_{IrriSAT}}} \quad (7)$$

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

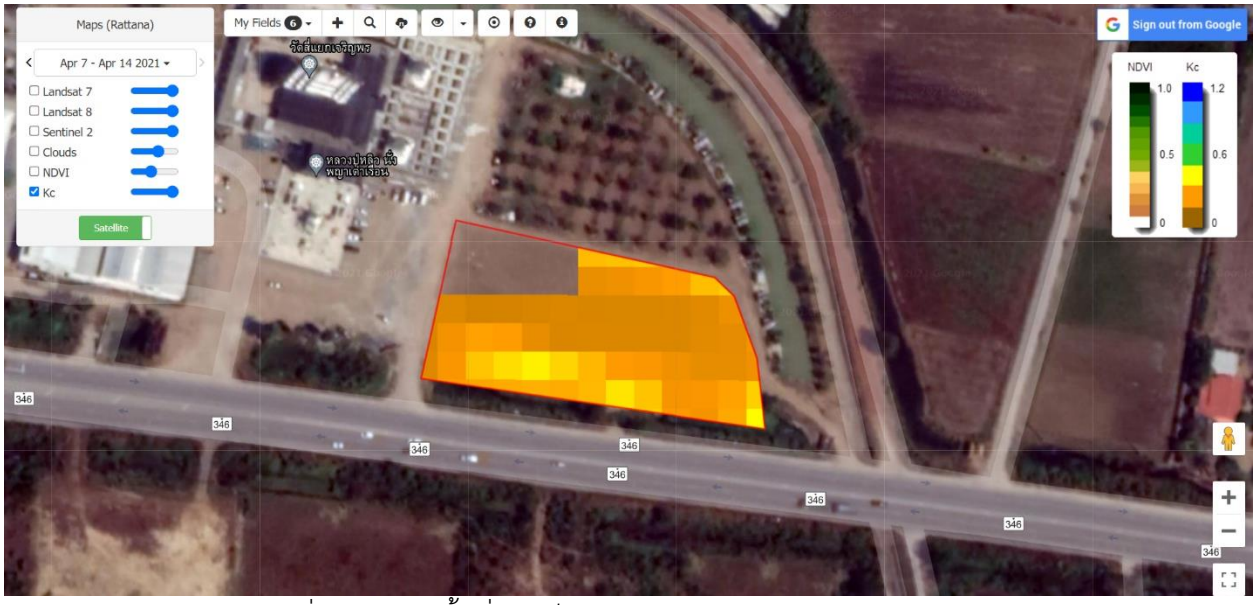
การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีพื้นที่ศึกษาบริเวณพื้นทีเพาะปลูกทานตะวันทั้งหมด 3 พื้นที่ คือ 1.แปลงที่ 1 ตั้งอยู่ที่ ต.ชองสาริกา อ.พัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี ขนาดพื้นที่ 23.75 ไร่ แสดง ดังรูปที่ 3,4



รูปที่ 3 ลักษณะพื้นที่จากเว็บ IrriSAT ของจังหวัดลพบุรี

รูปที่ 4 ลักษณะพื้นที่จริงของจังหวัดลพบุรี

2. แปลงที่ 2 ตั้งอยู่ที่ ต.หนองกระทุ่ม อ.กำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ขนาดพื้นที่ 3.75 ไร่ แสดง ดังรูปที่ 5,6



รูปที่ 5 ลักษณะพื้นที่จากเว็บ IrriSAT ของจังหวัดนครปฐม

รูปที่ 6 ลักษณะพื้นที่จริงของจังหวัดนครปฐม

3. แปลงที่ 3 ตั้งอยู่ที่ ต.หมูสี อ.ปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ขนาดพื้นที่ 18.75 ไร่ พื้นที่รวมทั้งหมด 46.25 ไร่ แสดง ดังรูปที่ 7,8

รูปที่ 7 ลักษณะพื้นที่จากเว็บ IrriSAT ของจังหวัดนครราชสีมา

รูปที่ 8 ลักษณะพื้นที่จริงของจังหวัดนครราชสีมา

3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษา

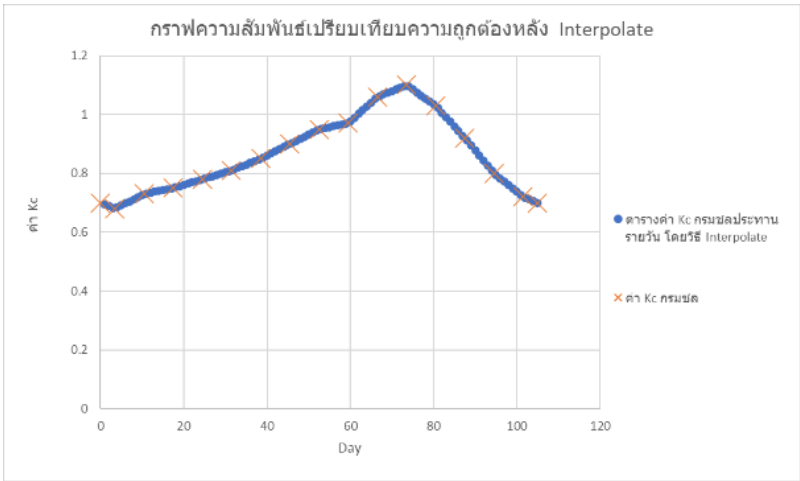
ในงานวิจัยนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างพื้นที่เพาะปลูกทานตะวัน ทั้งหมด 3 พื้นที่ คือ 1.จังหวัดนครราชสีมา 2. จังหวัดนครปฐม 3.จังหวัดลพบุรี ซึ่งมี 2 จังหวัด ที่อยู่ภาคกลาง มี 1 จังหวัด ที่อยู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งขั้นต่ำของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องใช้คือ 3 ตัวอย่างถ้าเป็นการทำพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ มันสำปะหลัง ข้าวโพด ข้าว อ้อย พื้นที่ตัวอย่างห้ามอยู่ภูมิภาคเดียวกัน เมื่อได้พื้นที่ตัวอย่างแล้วทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับประวัติแปลงโดยการสอบถามหรือสัมภาษณ์ ข้อมูลจากเจ้าของพื้นที่การเพาะปลูก ได้แก่ วันที่ปลูก วันเก็บเกี่ยว พันธุ์ของพืช วิธีการปลูก ปัญหาที่เคยพบเจอ ขอบเขตพื้นที่ที่ชัดเจน ฯลฯ

3.3 จัดเตรียมข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม

ดาวโหลดข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจากเว็บไซต์ https://irrisat-cloud.appspot.com ตามข้อมูลปฏิทินการเพาะปลูกซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ค่า Kc และใช้ค่าข้อมูลย้อนหลังไป 5 ปี หรือย้อนหลังไปเท่าที่แปลงพืชนั้นทำการเพาะปลูกพืชชนิดที่ต้องการศึกษาแล้วทำการเลือกค่า Kc(Average) มาใช้ในการเปรียบเทียบแล้วนำค่า Kc(Average) ของสัปดาห์เดียวกันของทุกปีมาทำการเฉลี่ยให้เป็นค่าเฉลี่ย $Kc_{IrriSAT}$ ที่ไว้ใช้ในการคำนวณ ซึ่งตัวข้อมูลจะมีค่าที่บอกถึงการมองเห็นของดาวเทียมในการอ่านค่า Kc จากพื้นที่การเพาะปลูก คือ เปอร์เซ็นต์การมองเห็น (Field Visit) ถ้าค่า Field Visit มีค่าไม่ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ให้ตัดค่าออกเพื่อลดการคลาดเคลื่อนของข้อมูลโดยคำนึงถึงค่าก่อนหน้าและหลังของค่าที่มีเปอร์เซ็นต์การมองเห็นต่ำถ้าค่า Kc มีความสอดคล้องกันสามารถใช้ค่านั้นได้ แล้วยังมีค่าที่ดาวเทียมไม่สามารถอ่านค่าได้จะขึ้นค่า -999 ให้ตัดค่านี้ออกแล้วเอาไปทำการเปรียบเทียบกับค่า Kc ของกรมชล ถ้าข้อมูลรายสัปดาห์หายไปหลายปีจนมีค่าข้อมูลไม่ถึง 3 ค่าให้ทำการเปลี่ยนพื้นที่ในการศึกษา

3.4 จัดเตรียมข้อมูลจากกรมชล

เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากกรมชลเป็นรายสัปดาห์แต่ข้อมูลที่ได้จากเว็บ IrriSAT เป็นการเก็บรายวันจึงต้องนำค่าข้อมูลของกรมชลไปทำการ interpolate ให้เป็นรายวันจะได้กราฟแสดง ดังรูปที่ 9



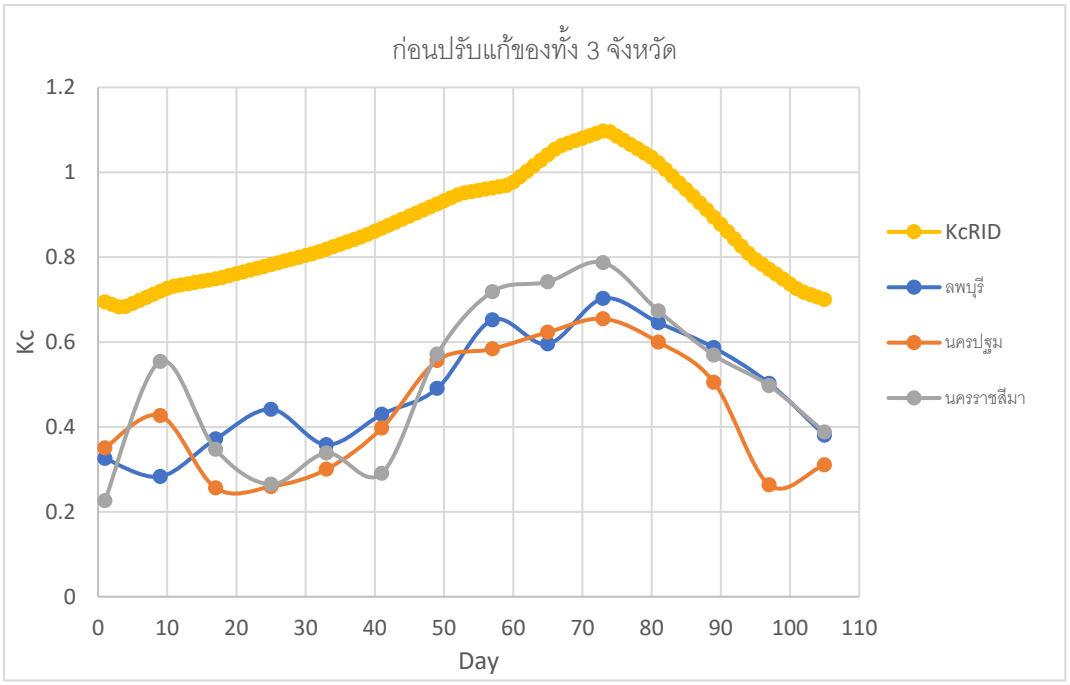
รูปที่ 9 กราฟความสัมพันธ์เปรียบเทียบความถูกต้องหลัง Interpolate

3.5 การเลือกแบ่งช่วงข้อมูลในการเปรียบเทียบ

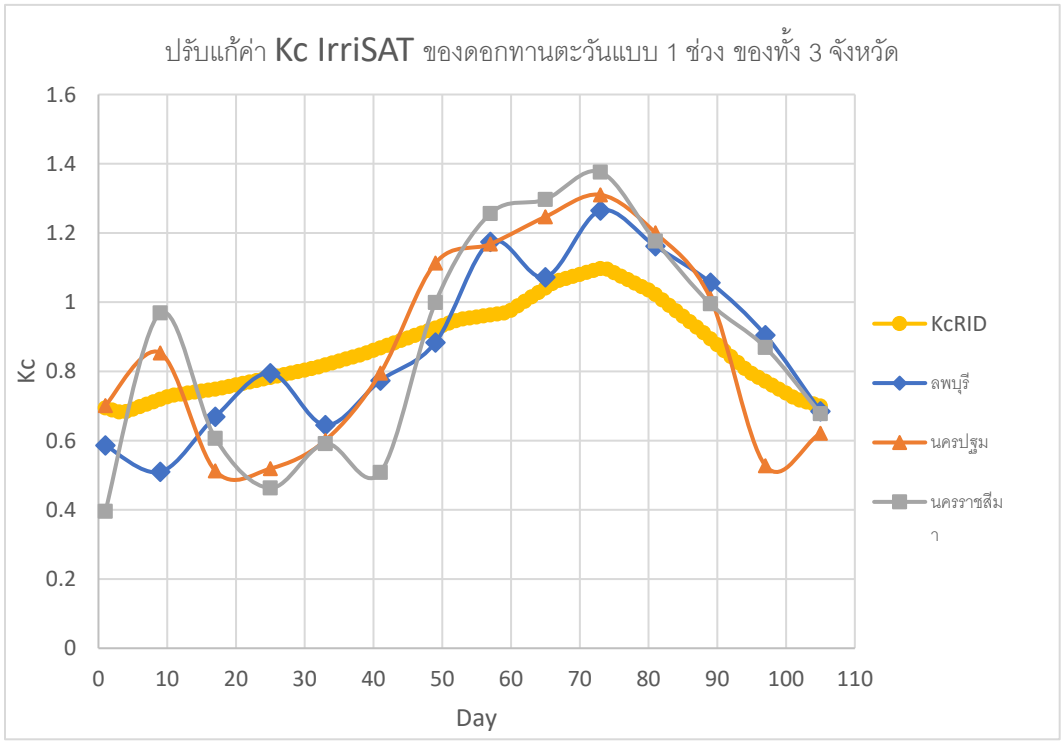
การแบ่งช่วงมี 3 แบบ คือ 1.แบ่ง 1 ช่วง คือ การแบ่งช่วงโดยใช้ค่า K 1 ค่า ในการแบ่งช่วงข้อมูล 2.แบ่ง 2 ช่วง คือ การแบ่งช่วงโดยใช้ค่า K 2 ค่าในการแบ่งข้อมูล 3.แบ่ง 4 ช่วง คือ การแบ่งช่วงโดยใช้ค่า K 4 ค่า ในการแบ่งช่วงข้อมูล คำอธิบายที่มาของการแบ่งช่วงการปรับแก้อยู่ในตารางที่ 2 กราฟการแบ่งช่วงแสดง ดังรูปที่ 10-15 และกราฟเปรียบเทียบการแบ่งช่วงของแต่ละจังหวัดแสดง ดังรูปที่ 16-18

ช่วงการปรับแก้กราฟ	ที่มาของการแบ่งช่วงการปรับแก้
1	ปรับแก้ 1 ช่วงมาจากการนำผลรวมของข้อมูลของกรมชลหารด้วยผลรวมข้อมูลของ IrriSAT จะได้ค่า K มา 1 ค่า
2	ปรับแก้ 2 ช่วงมาจากการดูลักษณะของกราฟกรมชลจะมีจุดสูงสุดของกราฟอยู่ 1 จุด เลยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ก่อนจุดสูงสุดของกราฟและหลังจุดสูงสุดของกราฟ ซึ่งจะได้ค่า K มา 2 ค่า
4	ปรับแก้ 4 ช่วงมาจากการแบ่งตามระยะการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงของดอกทานตะวัน คือ 1.ระยะตั้งตัว 14 วัน 2.ระยะเจริญเติบโต 46 วัน 3.ระยะออกดอก 10 วัน 4.ระยะสร้างผลผลิต 35 วัน ซึ่งจะได้ค่า K มา 4 ค่า

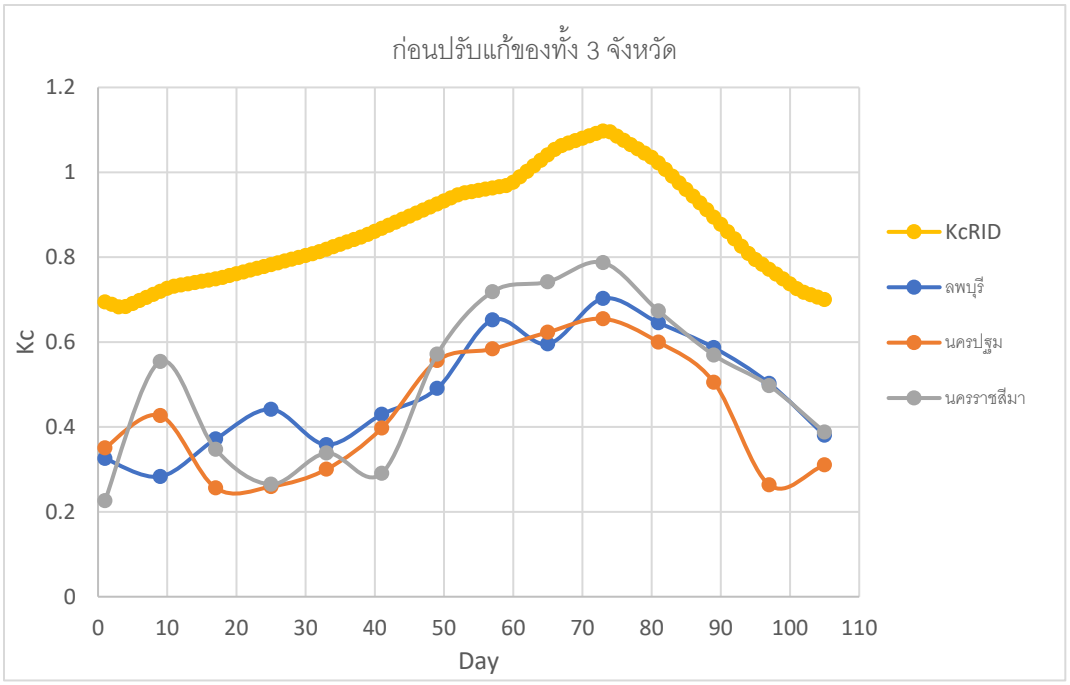
ตารางที่ 2 อธิบายที่มาในการแบ่งช่วงกราฟ



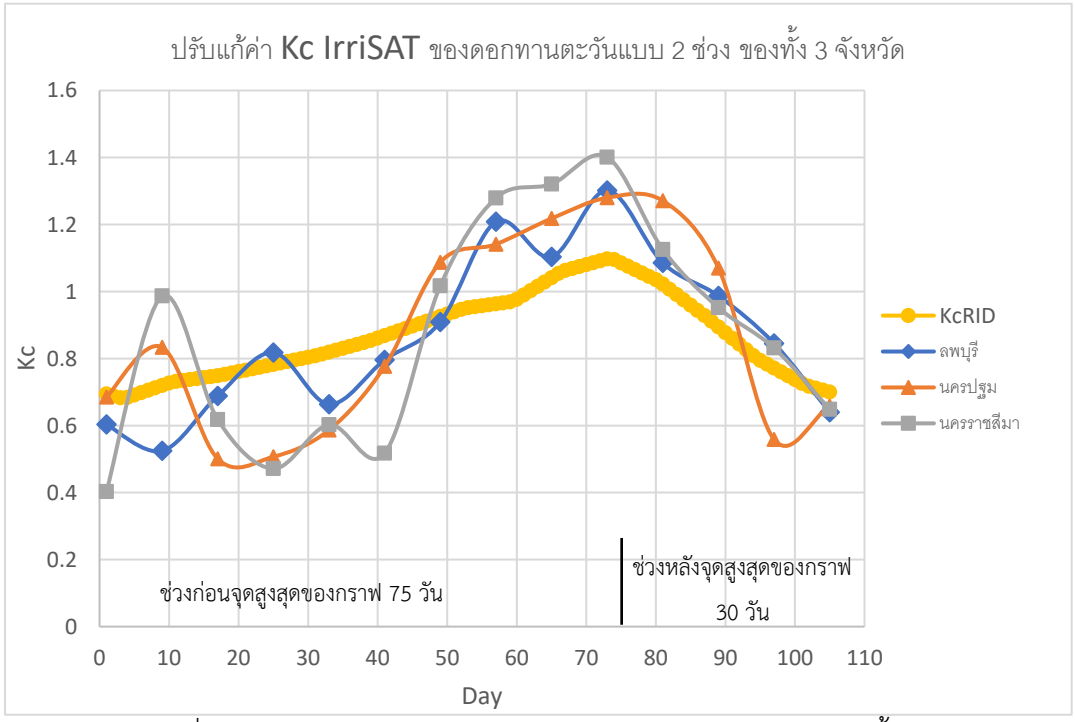
รูปที่ 10 กราฟก่อนปรับแก้ค่า Kc IrriSAT ของทานตะวัน ของทั้ง 3 จังหวัด



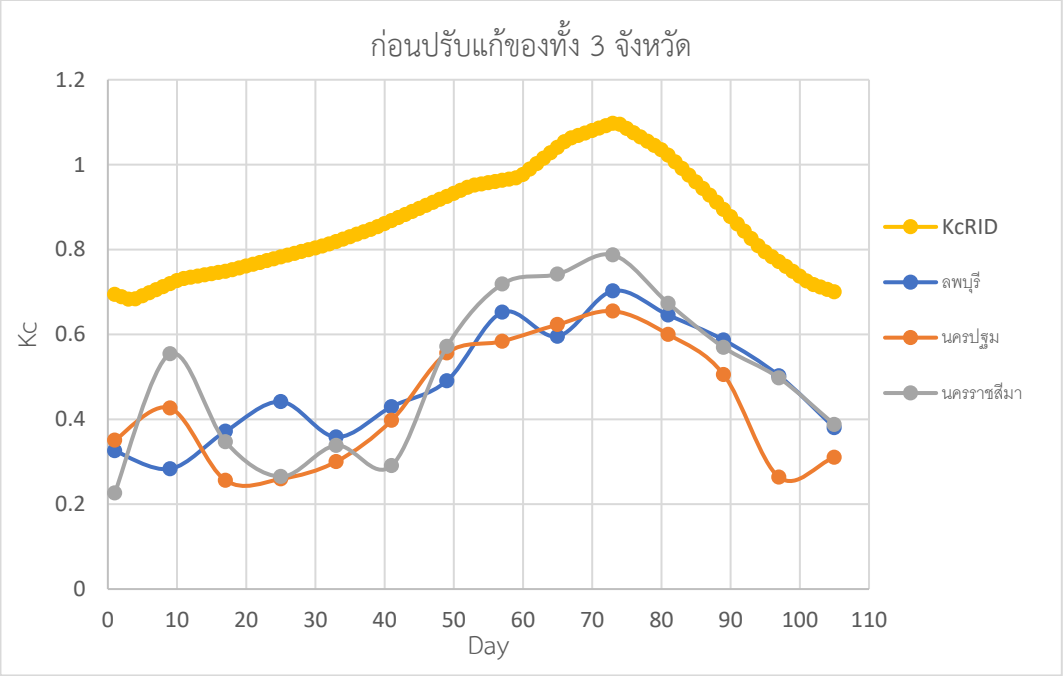
รูปที่ 11 กราฟหลังปรับแก้ค่า $Kc_{IrriSAT}$ ของทานตะวันแบบ 1 ช่วง ของทั้ง 3 จังหวัด



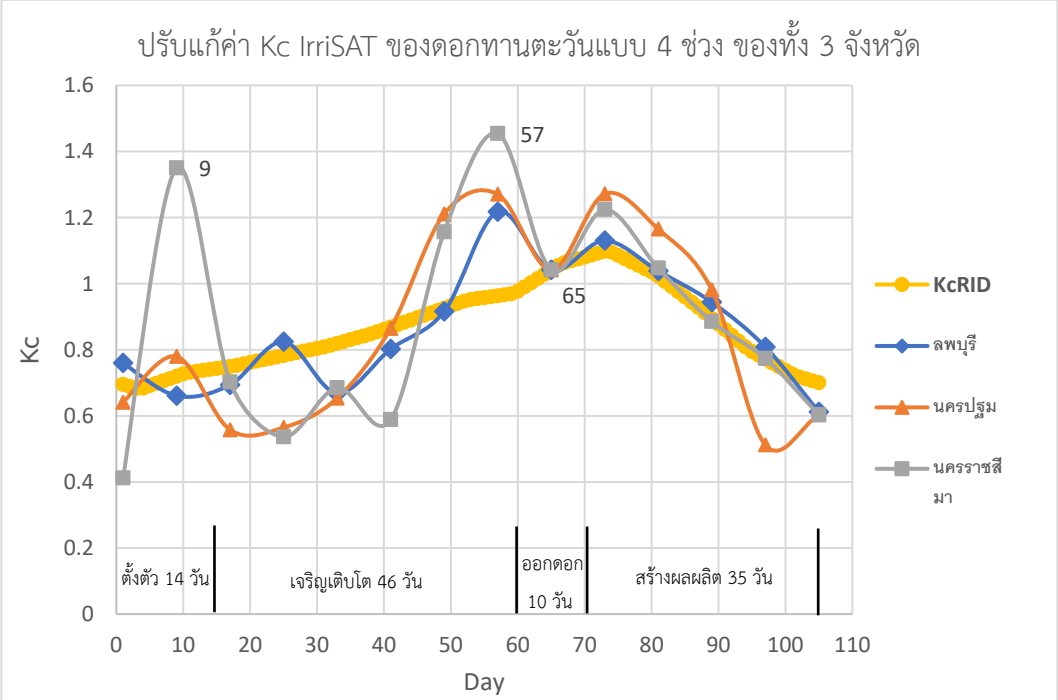
รูปที่ 12 กราฟก่อนปรับแก้ค่า $Kc_{IrriSAT}$ ของทานตะวัน ของทั้ง 3 จังหวัด



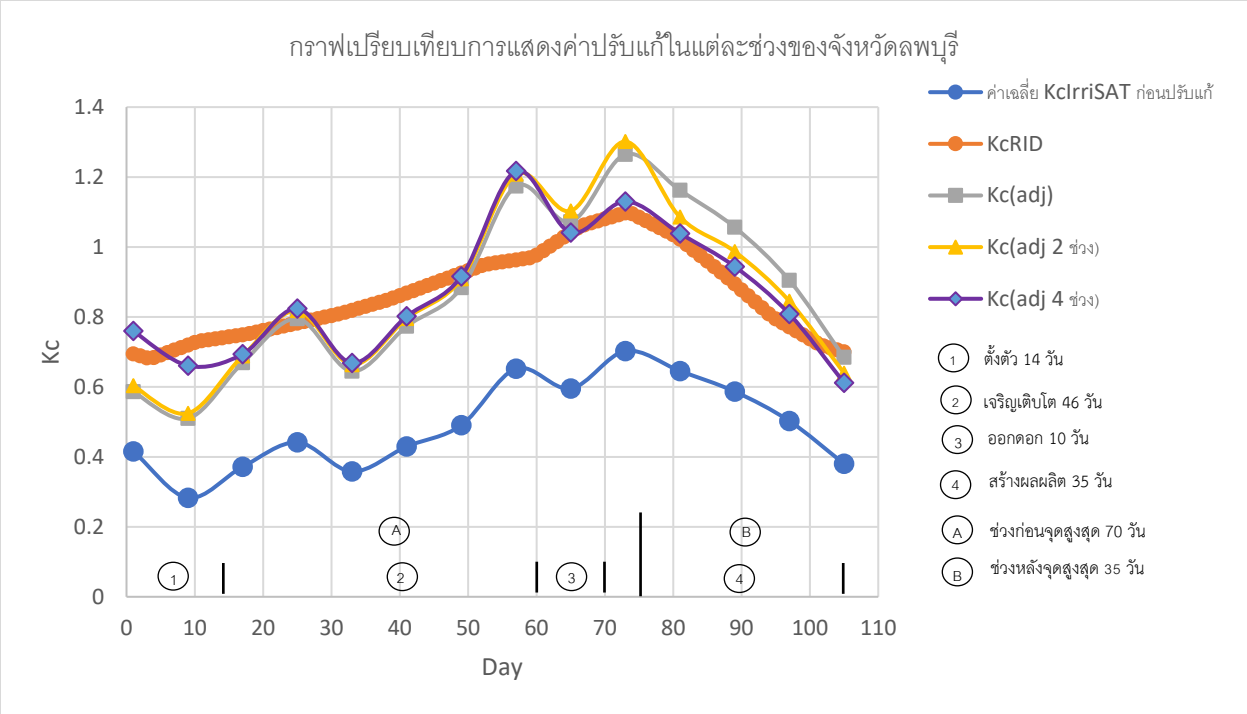
รูปที่ 13 กราฟปรับแก้ค่า $Kc_{IrriSAT}$ ของทานตะวันแบบ 2 ช่วง ของทั้ง 3 จังหวัด



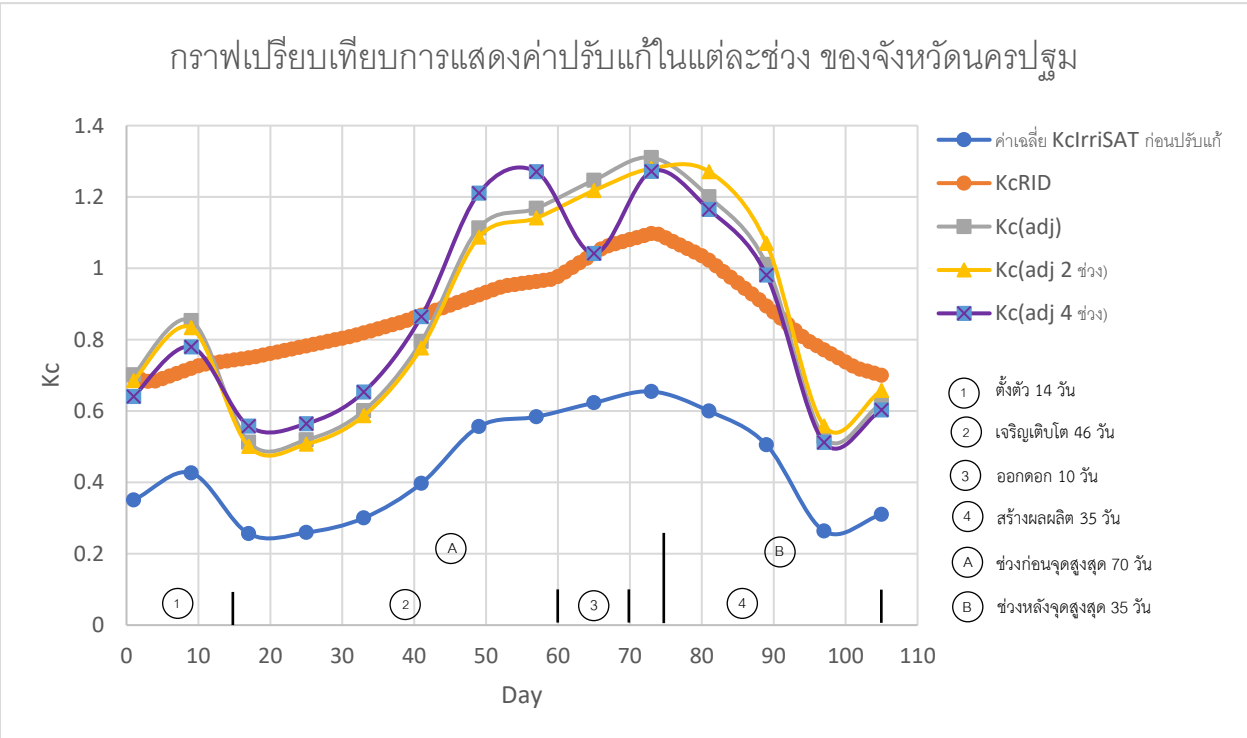
รูปที่ 14 กราฟก่อนปรับแก้ค่า $Kc_{IrriSAT}$ ของทานตะวัน ของทั้ง 3 จังหวัด



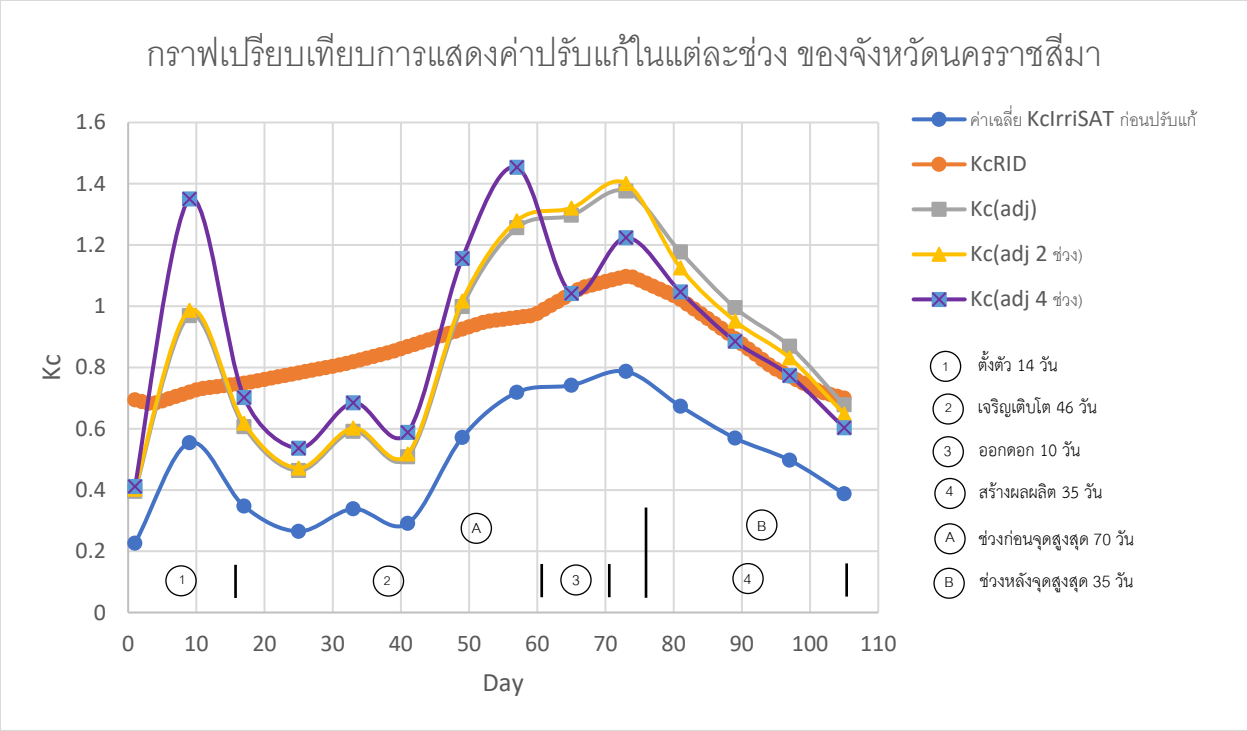
รูปที่ 15 กราฟปรับแก้ค่า $Kc_{IrriSAT}$ ของทานตะวันแบบ 4 ช่วง ของทั้ง 3 จังหวัด



รูปที่ 16 กราฟเปรียบเทียบการแสดงค่าปรับแก้ในแต่ละช่วงของจังหวัดลพบุรี



รูปที่ 17 กราฟเปรียบเทียบการแสดงค่าปรับแก้ในแต่ละช่วงของจังหวัดนครปฐม



รูปที่ 18 กราฟเปรียบเทียบการแสดงค่าปรับแก้ในแต่ละช่วงของจังหวัดนครราชสีมา

3.6 การหาความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของทานตะวัน (Kc)

การหาความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำทานตะวันด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นระหว่างค่า $Kc_{IrriSAT}$ กับ Kc_{RID} โดยใช้การแบ่งช่วงที่ดีที่สุด ซึ่งจะใช้ค่า R^2 เพื่อดูความสอดคล้องของข้อมูลเพื่อตรวจสอบค่าที่ปรับแก้แล้วของค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของทานตะวัน และใช้ค่า RMSE เพื่อดูค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลเพื่อตรวจสอบค่าที่ปรับแก้แล้วว่ามีความคลาดเคลื่อนมากน้อยเท่าไหร่ซึ่งทั้ง 2 ตัวเป็นค่าที่ไว้ช่วยประกอบการตัดสินใจว่าค่าที่ออกมานั้นสามารถนำไปใช้ได้หรือไม่

เมื่อได้ช่วงการแบ่งช่วงที่ดีที่สุดแล้วนำค่า K ของการแบ่งช่วงนั้นไปหาค่าเฉลี่ยของทุกจังหวัดออกมาคำนวณได้ดั่งสมการที่ 9 จะได้ค่า $\overline{K}$ ออกมาแล้วนำค่า $Kc_{IrriSAT}$ ของทุกแปลงไปหาค่าเฉลี่ยรายสัปดาห์จะได้แล้วนำค่าที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยออกมาเป็น $\overline{K_{C_{IrriSAT}}}$ แล้วนำค่าที่ได้ไปคำนวณตามสมการที่ 7 จะได้ค่า K การปรับแก้ช่วงมา 1 ค่า แล้วนำค่า $\overline{K_{C_{IrriSAT}}}$ ไปคำนวณดั่งสมการที่ 10 จะได้ค่า $Kc_{IrriSAT(adj)}$ แล้วทำการหาค่า R^2,RMSE ออกมาดูค่าความสัมพันธ์และค่าความคลาดเคลื่อนว่ามีค่าเท่าไหร่แล้วนำไปหากราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าKc_{RId} และ ค่า $Kc_{IrriSAT(adj)}$ จะได้สมการออกมา 1 สมาการแล้วนำค่า $\overline{K_{C_{IrriSAT}}}$ ไปแทนในตัวแปร x ของสมการจะได้ค่าออกมาซึ่งค่าที่ได้จะเป็นตัวแทนค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของทานตะวันทุกพื้นที่ในประเทศไทยแล้วนำค่าที่ได้

ไปพ็อตกราฟหากราฟแสดงความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของทานตะวันระหว่างค่า Kc_{RID} กับค่า $Kc_{IrriSAT(adj)}$

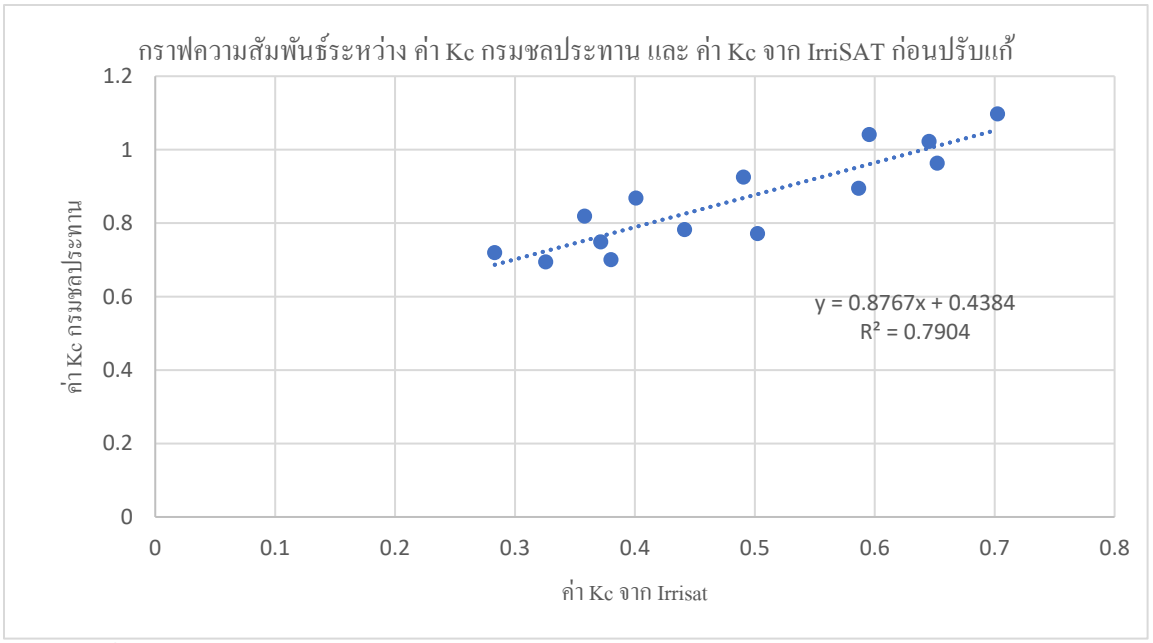
$$\overline{K} = \frac{\text{ค่า } \boldsymbol{K} \text{ของช่วงที่เลือกของทุกจังหวัด}}{N} \tag{9}$$

$$Kc_{IrriSAT(adj)} = K \times \overline{K_{C\,IrriSAT}} \tag{10}$$

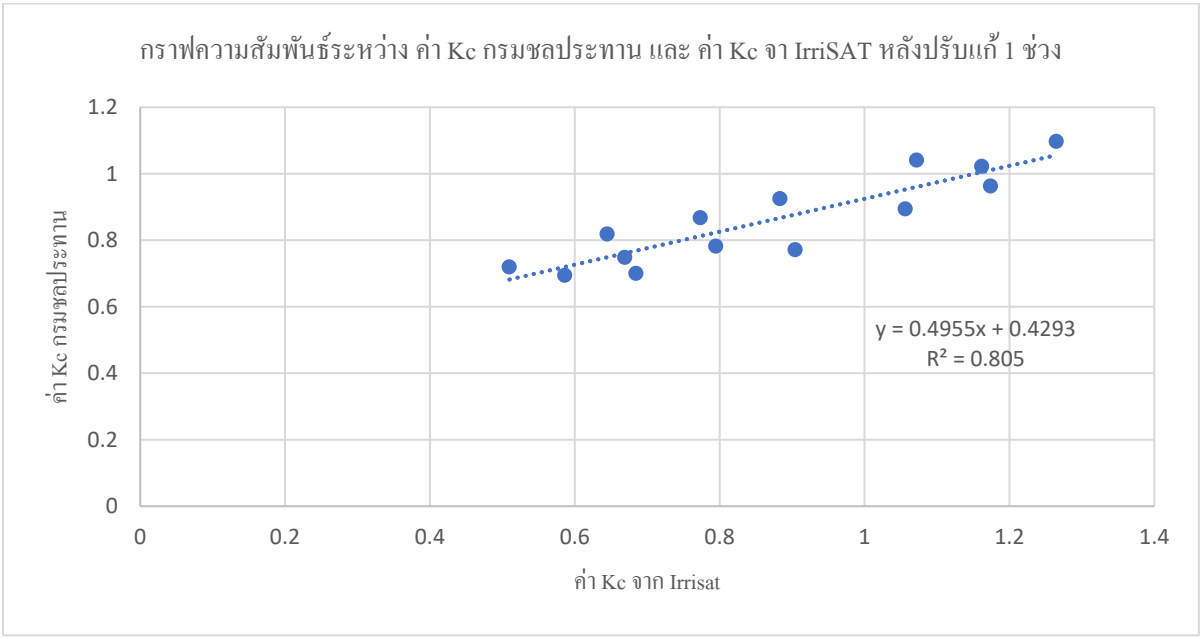
บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1. ค่าสัมประสิทธิ์ดอกทานตะวัน (Kc) ก่อนและหลังการปรับปรุงค่าของการแบ่งช่วงทุกช่วง

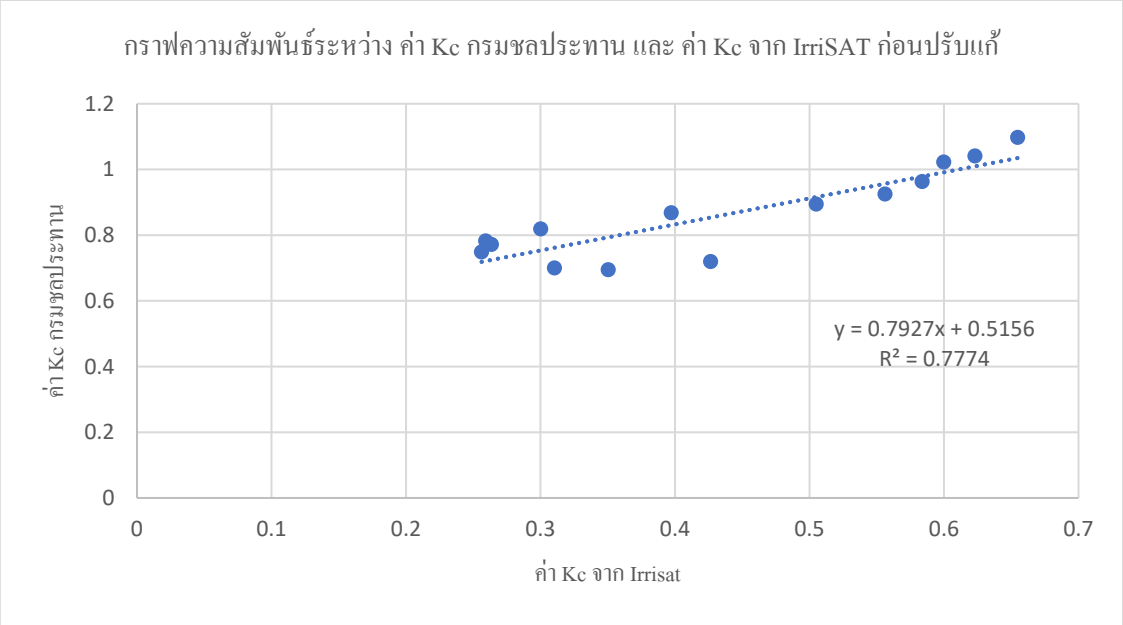
ผลการศึกษาความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำทานตะวันรายสัปดาห์ ก่อนปรับแก้กับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำทานตะวันรายสัปดาห์พบว่าความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์ทานตะวัน ก่อนปรับแก้ค่ามีค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.6504 - 0.7904 หลังปรับแก้วิธีการด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น โดยใช้การแบ่งช่วง 1 ช่วงด้วยค่า K 1 ค่า จากกลุ่มพื้นที่ตัวอย่าง 3 พื้นที่ โดยใช้ข้อมูลเฉลี่ยย้อนหลัง 3-5ปี หลังจากปรับแก้ R^2 อยู่ในช่วง 0.6054 - 0.8050 ดังรูปที่ 13-18 และการปรับแก้ 2 ช่วงด้วยค่า K 2 ค่า พบว่าความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์ทานตะวัน หลังจากปรับแก้ R^2 อยู่ในช่วง 0.6594 - 0.8050 ดังรูปที่ 19-24 และการปรับแก้ 4 ช่วงด้วยค่า K 4 ค่า พบว่าความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์ทานตะวัน หลังจากปรับแก้ R^2 อยู่ในช่วง 0.3456 - 0.7732 ดังรูปที่ 25-30 ค่า $Kc_{IrriSAT}$ ก่อนปรับแก้และหลังปรับแก้แบบ 1 ช่วง แสดงในตารางที่ 3 ค่า $Kc_{IrriSAT}$ ก่อนปรับแก้และหลังปรับแก้แบบ 2 ช่วง แสดงในตารางที่ 4 ค่า $Kc_{IrriSAT}$ ก่อนปรับแก้และหลังปรับแก้แบบ 4 ช่วง แสดงในตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์กราฟที่ได้จาการปรับแก้จะแสดงอยู่ในตารางที่ 6



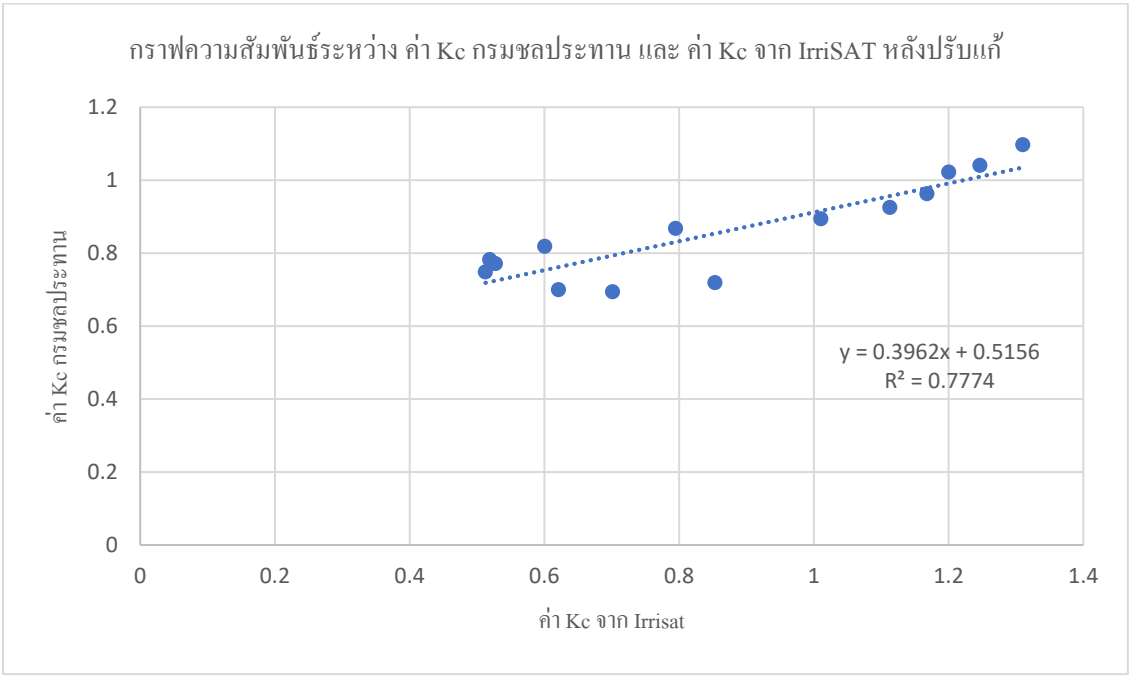
รูปที่ 19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ ก่อนปรับแก้ จังหวัดลพบุรี



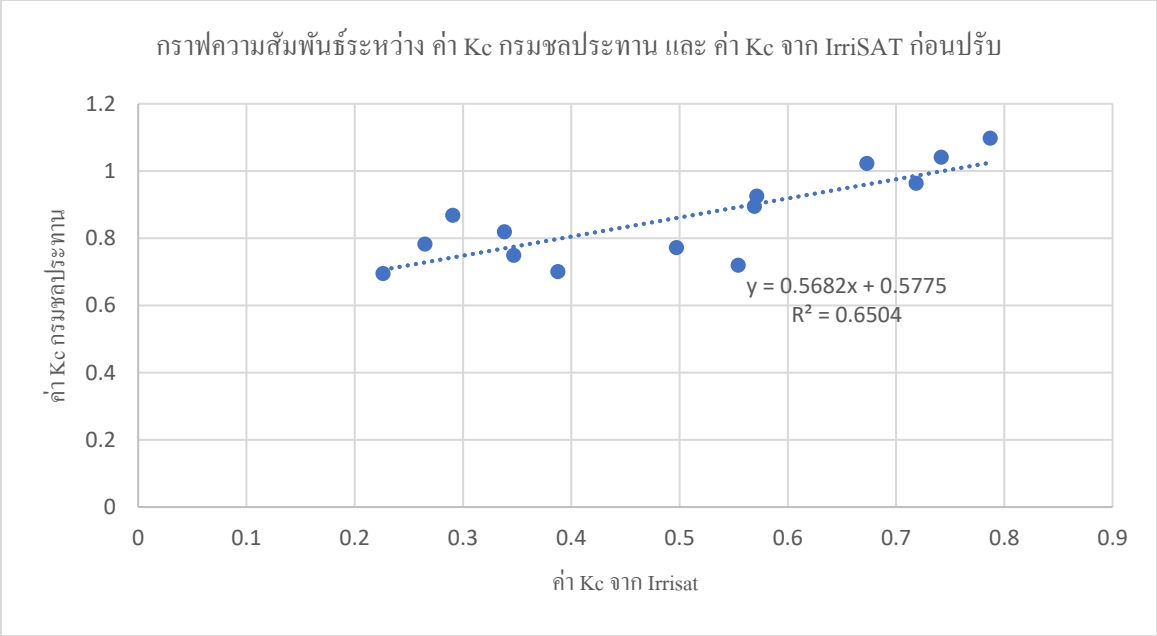
รูปที่ 20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ หลังปรับแก้ จังหวัดลพบุรี



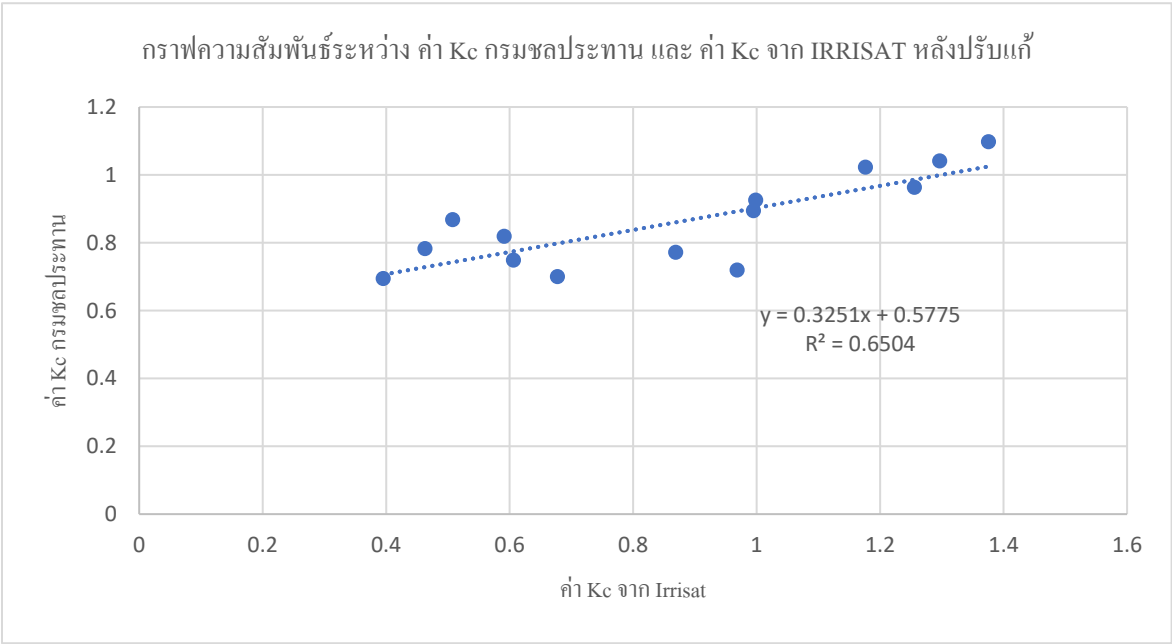
รูปที่ 21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรม ชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ ก่อนปรับแก้ จังหวัดนครปฐม



รูปที่ 22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ หลังปรับแก้ 1 จังหวัดนครปฐม



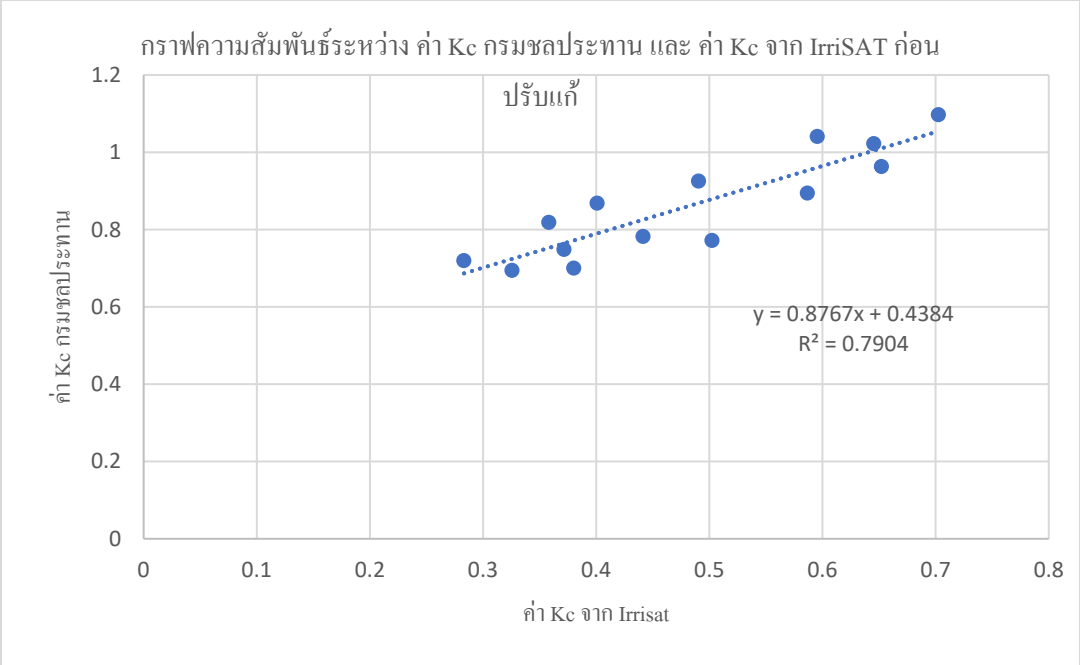
รูปที่ 23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ ก่อนปรับแก้ จังหวัดนครราชสีมา



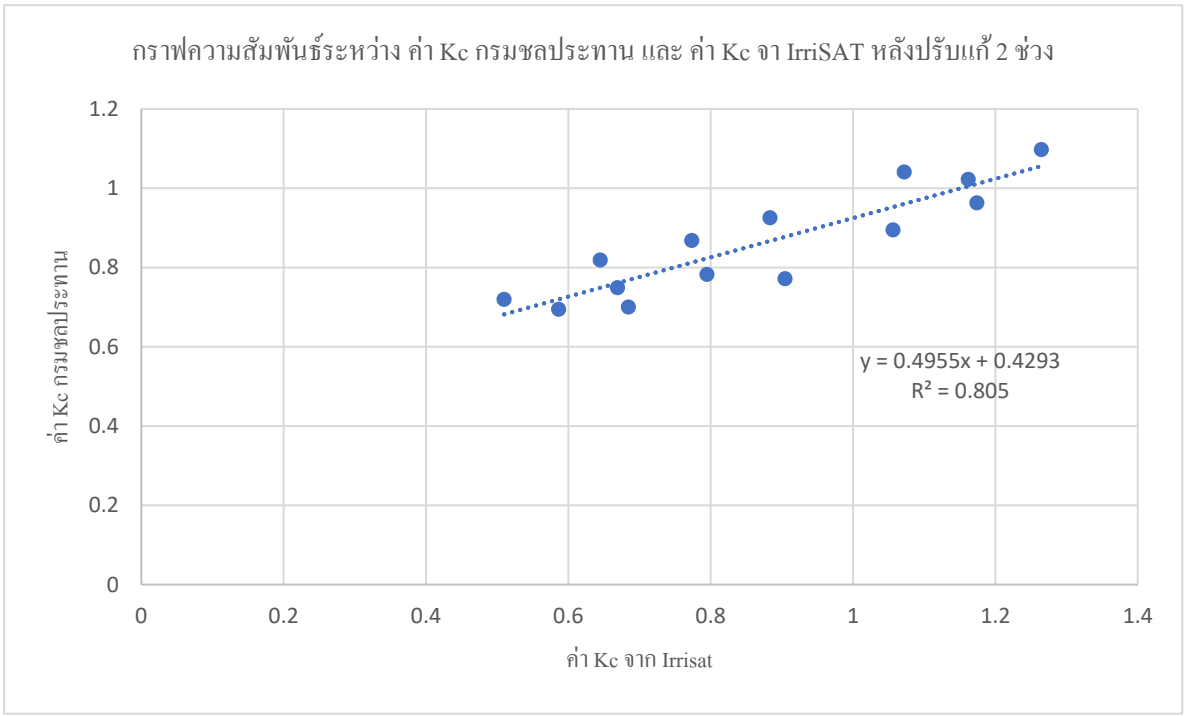
รูปที่ 24 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ หลังปรับแก้ 1 ช่วง จังหวัดนครราชสีมา

ลพบุรี		นครปฐม		นครราชสีมา	
KcIrriSAT (ก่อนปรับแก้)	KcIrriSAT (หลังปรับแก้)	KcIrriSAT (ก่อนปรับแก้)	KcIrriSAT (หลังปรับแก้)	KcIrriSAT (ก่อนปรับแก้)	KcIrriSAT (หลังปรับแก้)
0.32572	0.58640	0.35049	0.70130	0.22626	0.39548
0.28311	0.50970	0.42654	0.85348	0.55430	0.96887
0.37167	0.66913	0.25619	0.51261	0.34705	0.60662
0.44149	0.79483	0.25939	0.51902	0.26498	0.46316
0.35820	0.64488	0.30023	0.60073	0.33837	0.59144
0.40094	0.77343	0.39729	0.79496	0.29071	0.50814
0.49064	0.88331	0.55624	1.11299	0.57145	0.99883
0.65218	1.17413	0.58382	1.16819	0.71861	1.25605
0.59550	1.07210	0.62309	1.24677	0.74191	1.29678
0.70253	1.26479	0.65484	1.31029	0.78714	1.37584
0.64540	1.16194	0.59992	1.20040	0.67318	1.17664
0.58677	1.05637	0.50510	1.01067	0.56932	0.99511
0.50240	0.90448	0.26360	0.52744	0.49732	0.86927
0.38021	0.68450	0.31044	0.62116	0.38776	0.67777

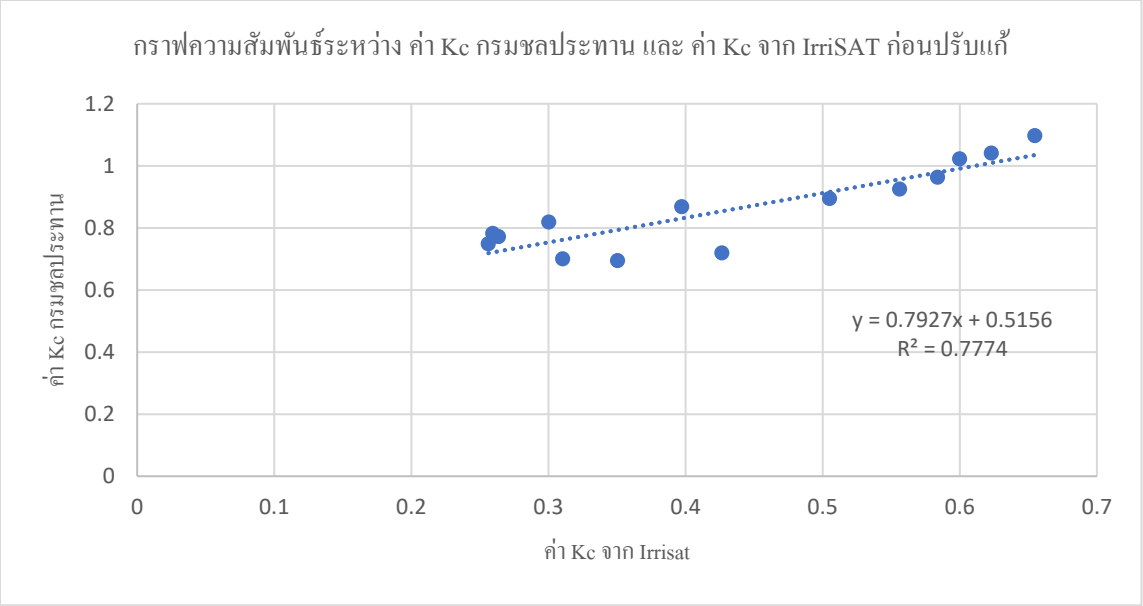
ตารางที่ 3 ตารางแสดงค่า KcIrriSAT ก่อนปรับแก้และหลังปรับแก้ 1 ช่วงของทุกจังหวั



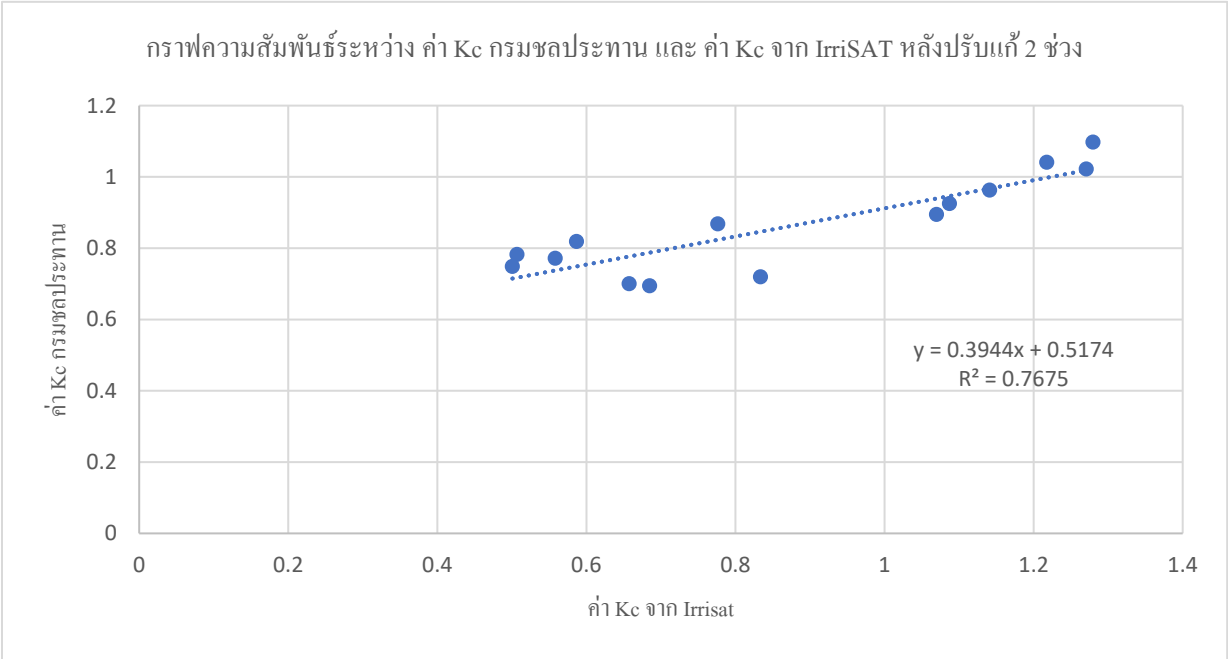
รูปที่ 25 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ ก่อนปรับแก้ จังหวัดลพบุรี



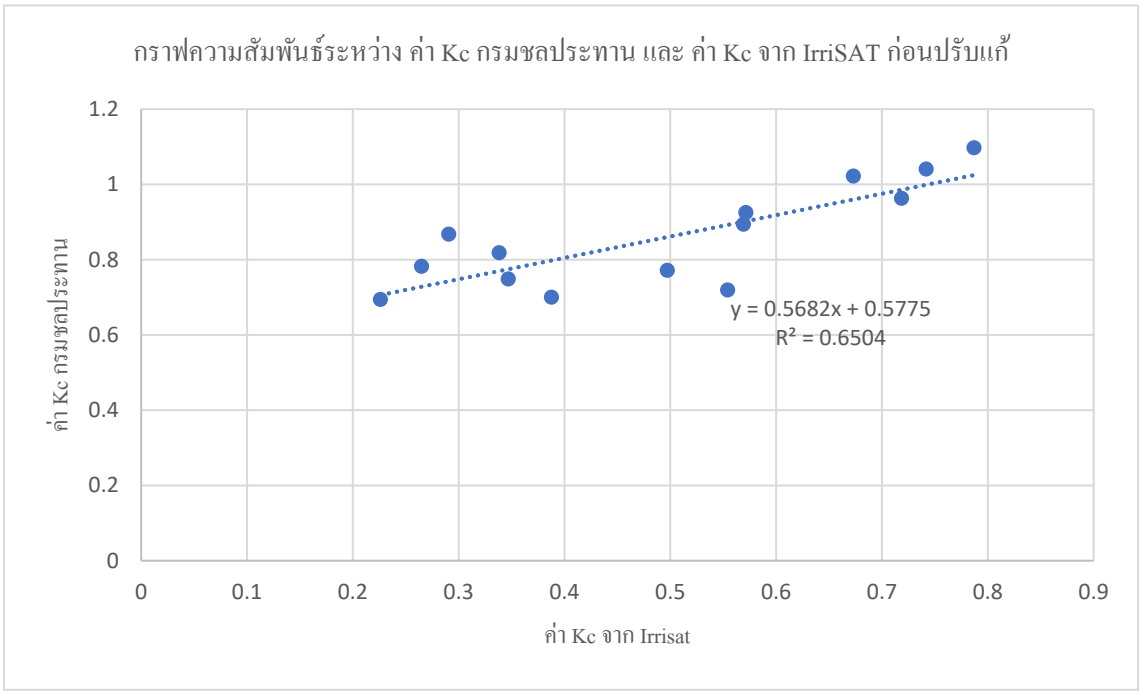
รูปที่ 26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ หลังปรับแก้ 2 ช่วง จังหวัดลพบุรี



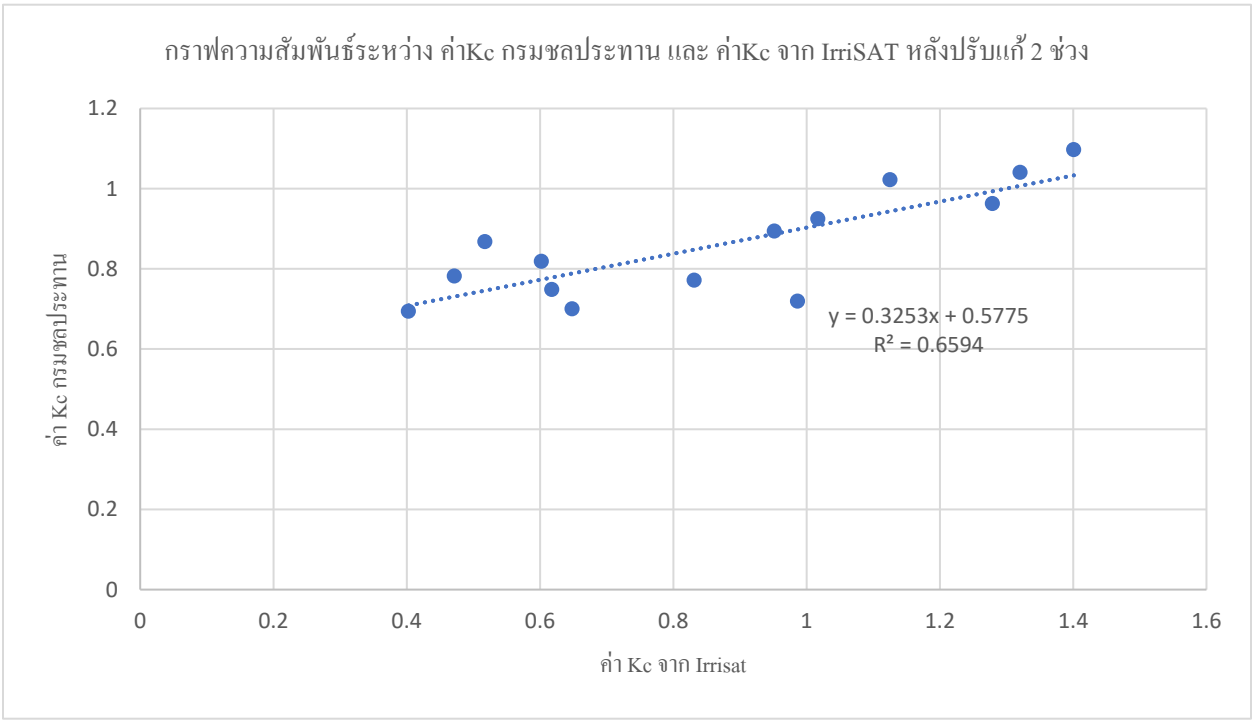
รูปที่ 27 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ ก่อนปรับแก้ จังหวัดนครปฐม



รูปที่ 28 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ หลังปรับแก้ 2 ช่วง จังหวัดนครปฐม



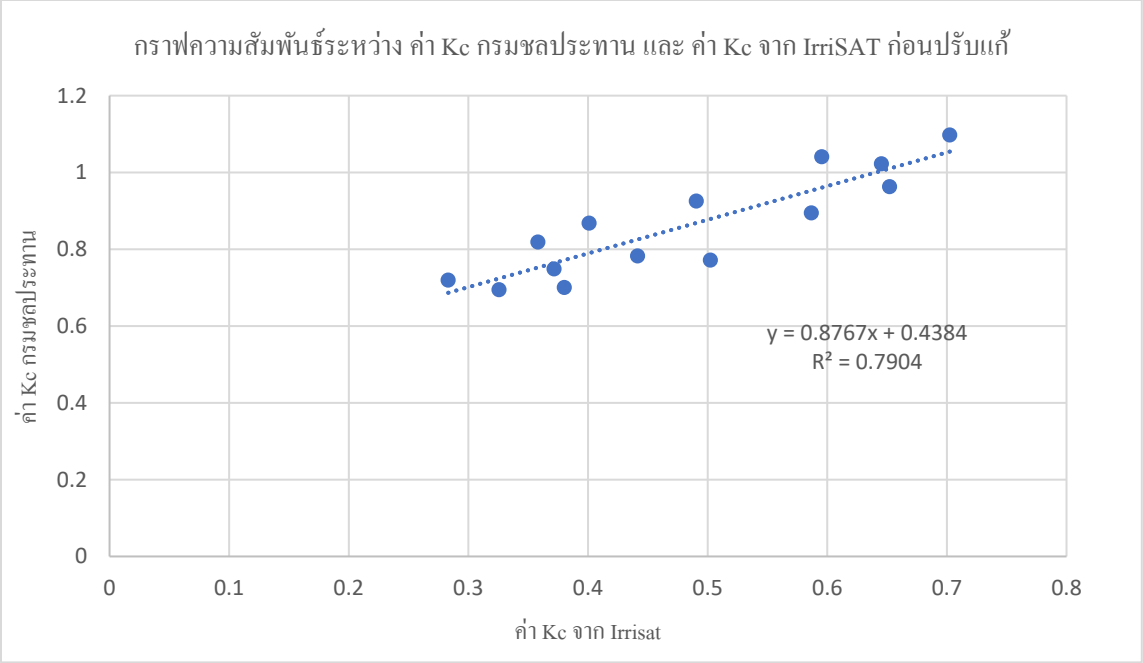
รูปที่ 29 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ ก่อนปรับแก้ จังหวัดนครราชสีมา



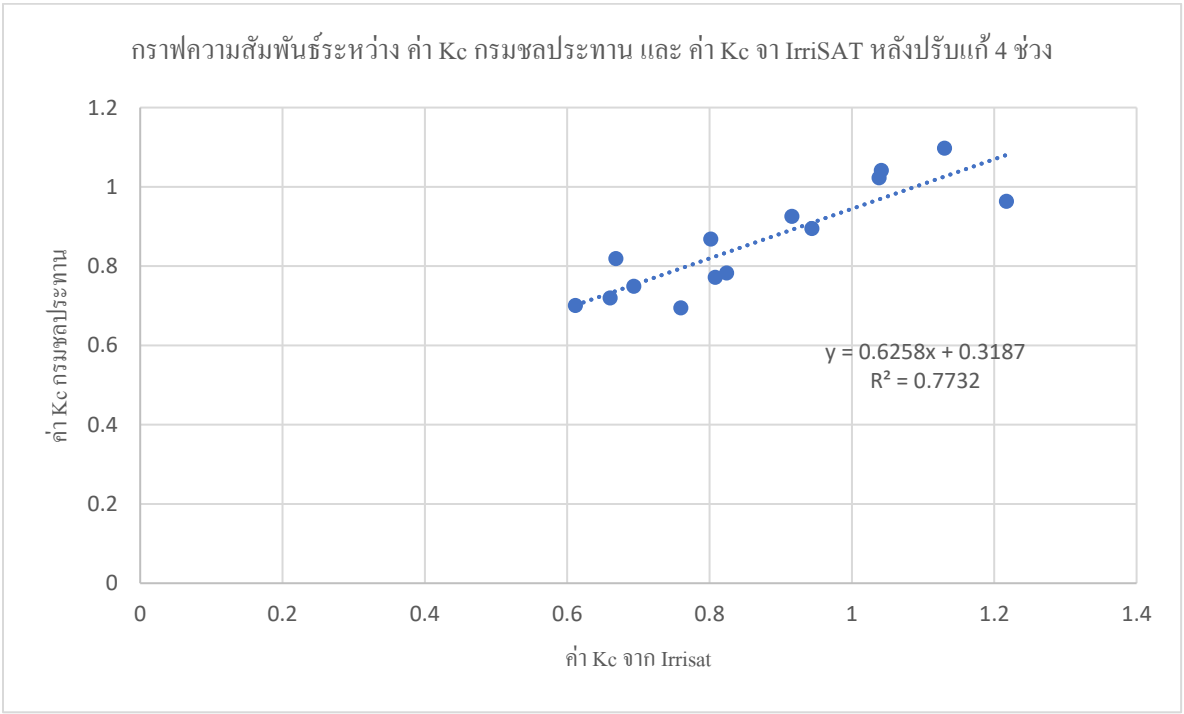
รูปที่ 30 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ หลังปรับแก้ 2 ช่วง จังหวัดนครราชสีมา

ลพบุรี		นครปฐม		นครราชสีมา	
KcIrriSAT (ก่อนปรับแก้)	KcIrriSAT (หลังปรับแก้)	KcIrriSAT (ก่อนปรับแก้)	KcIrriSAT (หลังปรับแก้)	KcIrriSAT (ก่อนปรับแก้)	KcIrriSAT (หลังปรับแก้)
0.32572	0.60343	0.35049	0.68504	0.22626	0.40271
0.28311	0.52775	0.42654	0.83369	0.55430	0.98658
0.37167	0.69284	0.25619	0.50073	0.34705	0.61770
0.44149	0.82299	0.25939	0.50699	0.26498	0.47162
0.35820	0.66772	0.30023	0.58680	0.33837	0.60225
0.40094	0.74739	0.39729	0.77653	0.29071	0.51742
0.49064	0.91460	0.55624	1.08719	0.57145	1.01709
0.65218	1.21572	0.58382	1.14110	0.71861	1.27901
0.59550	1.11008	0.62309	1.21787	0.74191	1.32048
0.70253	1.30959	0.65484	1.27991	0.78714	1.40098
0.64540	1.08549	0.59992	1.27083	0.67318	1.12538
0.58677	0.98687	0.50510	1.06996	0.56932	0.95176
0.50240	0.84497	0.26360	0.55839	0.49732	0.83140
0.38021	0.63947	0.31044	0.65761	0.38776	0.64824

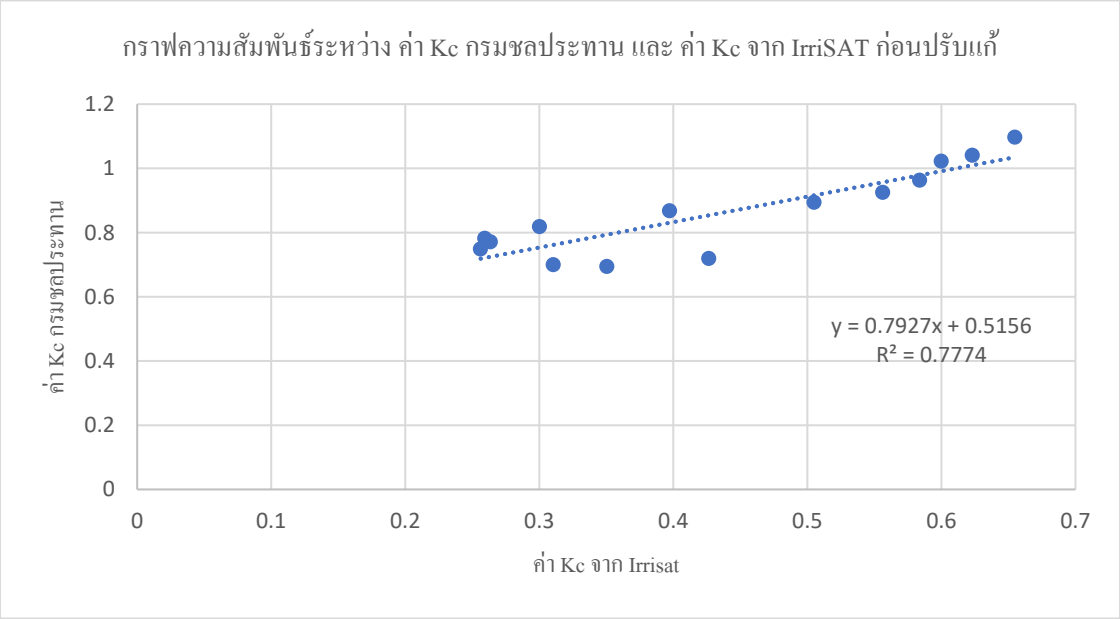
ตารางที่ 4 ตารางแสดงค่า $Kc_{IrriSAT}$ ก่อนปรับแก้และหลังปรับแก้ 2 ช่วงของทุกจังหวัด



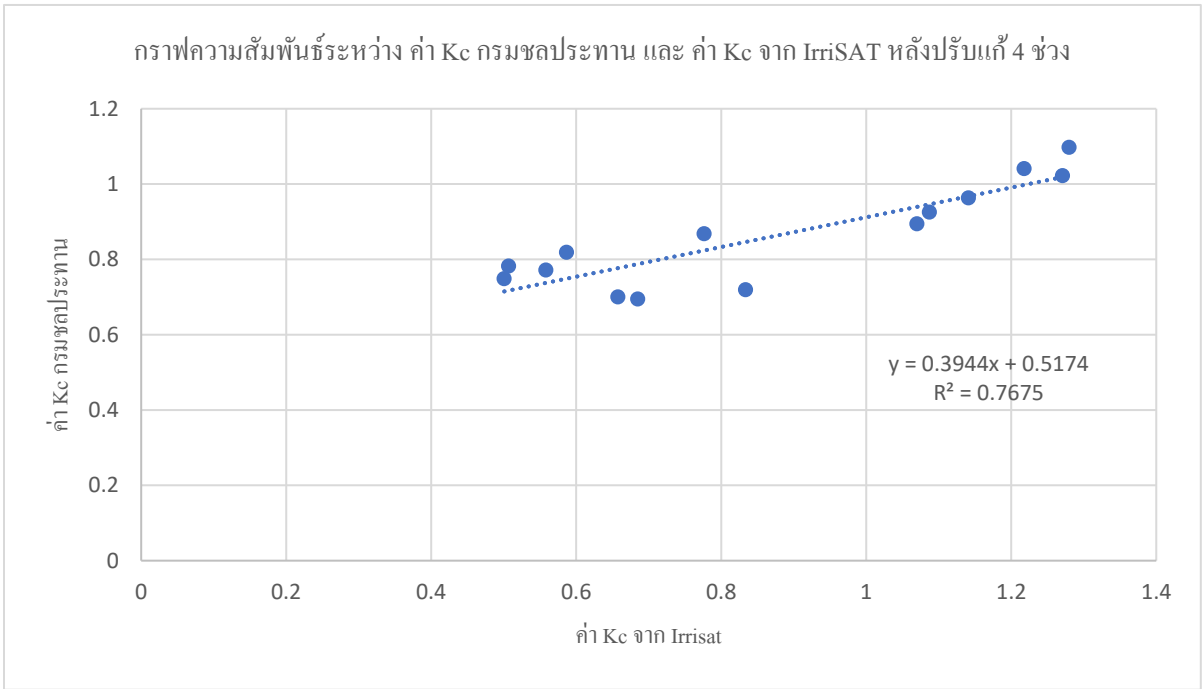
รูปที่ 31 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ ก่อนปรับแก้ จังหวัดลพบุรี



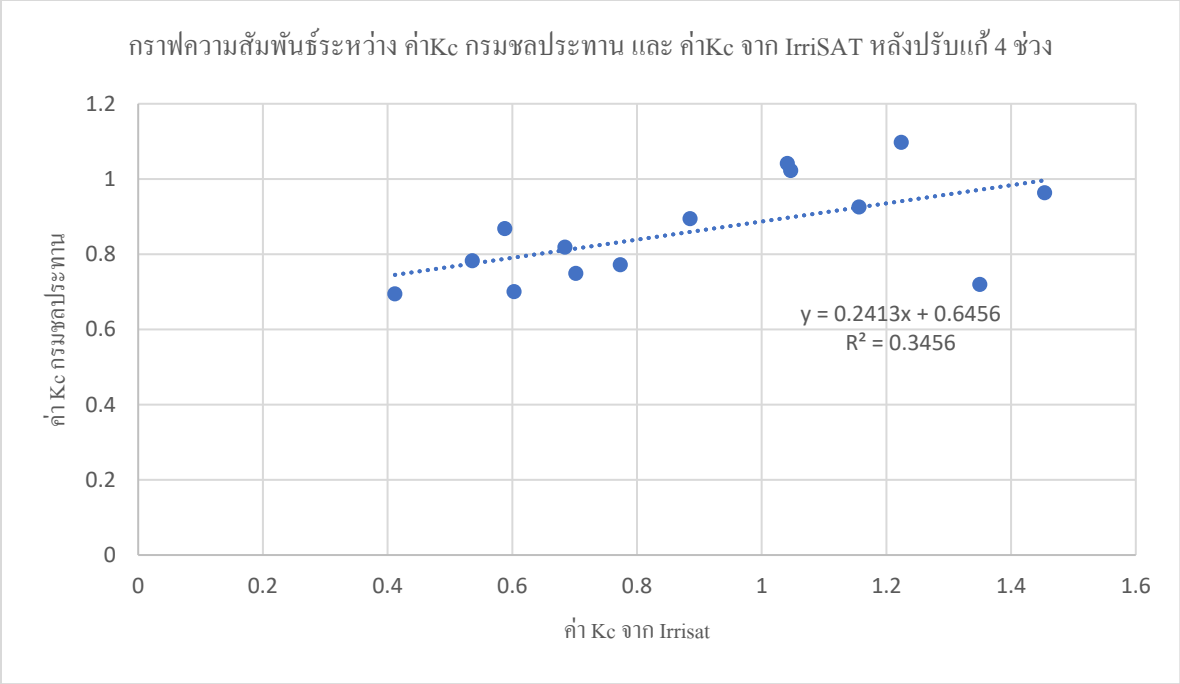
รูปที่ 32 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า Kc IrriSAT หลังปรับแก้ 4 ช่วง จังหวัดลพบุรี



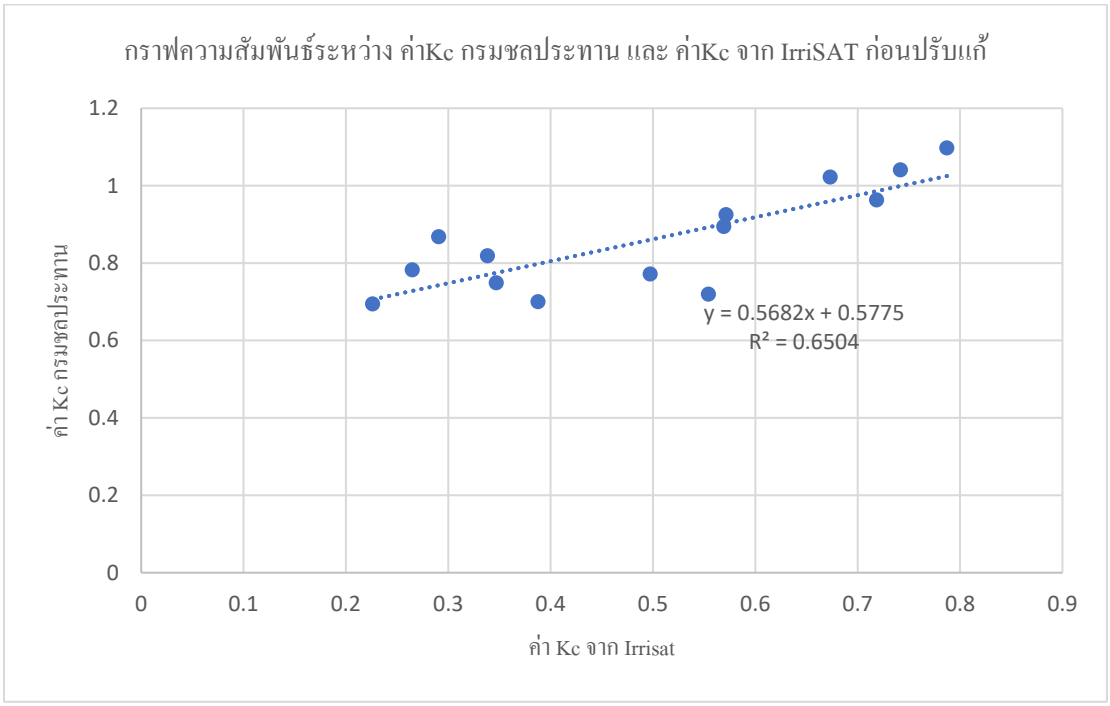
รูปที่ 33 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ ก่อนปรับแก้ จังหวัดนครปฐม



รูปที่ 34 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ หลังปรับแก้ 4 ช่วง จังหวัดนครปฐม



รูปที่ 35 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ ก่อนปรับแก้ จังหวัดนครราชสีมา



รูปที่ 36 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc กรมชล และค่า $Kc_{IrriSAT}$ หลังปรับแก้ 4 ช่วง จังหวัดนครราชสีมา

ลพบุรี		นครปฐม		นครราชสีมา	
KcIrriSAT (ก่อนปรับแก้)	KcIrriSAT (หลังปรับแก้)	KcIrriSAT (ก่อนปรับแก้)	KcIrriSAT (หลังปรับแก้)	KcIrriSAT (ก่อนปรับแก้)	KcIrriSAT (หลังปรับแก้)
0.32572	0.75996	0.35049	0.64074	0.22626	0.41176
0.28311	0.66055	0.42654	0.77977	0.55430	1.35016
0.37167	0.69373	0.25619	0.55756	0.34705	0.70220
0.44149	0.82405	0.25939	0.56453	0.26498	0.53614
0.35820	0.66859	0.30023	0.65340	0.33837	0.68463
0.40094	0.80187	0.39729	0.86466	0.29071	0.58820
0.49064	0.91579	0.55624	1.21058	0.57145	1.15621
0.65218	1.21730	0.58382	1.27061	0.71861	1.45396
0.59550	1.04143	0.62309	1.04143	0.74191	1.04143
0.70253	1.13027	0.65484	1.27176	0.78714	1.22407
0.64540	1.03836	0.59992	1.16511	0.67318	1.04685
0.58677	0.94403	0.50510	0.98095	0.56932	0.88534
0.50240	0.80828	0.26360	0.51193	0.49732	0.77338
0.38021	0.61171	0.31044	0.60290	0.38776	0.60301

ตารางที่ 5 ตารางแสดงค่า KcIrriSAT ก่อนปรับแก้และหลังปรับแก้ 4 ช่วงของทุกจังหวัด

ช่วงการปรับแก้กราฟ	ผลที่ได้จากการปรับแก้
1	ทำให้ชุดข้อมูลค่าของ Kc IrrISAT ใกล้เคียงกับชุดข้อมูลค่า Kcกรมชลยิ่งขึ้นแต่รูปแบบกราฟไม่มีการเปลี่ยนแปลงซึ่งรูปแบบเหมือนกับก่อนมีการปรับแก้ค่า Kc
2	รูปแบบของกราฟ Kc IrriSAT ของทุกจังหวัดมีการเปลี่ยนแปลงโดยกราฟบางช่วงลู่เข้าหากราฟ Kc กรมชลมากขึ้น
4	รูปแบบของกราฟมีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากเดิมโดยจุดสูงสุดของกราฟจะอยู่ในช่วง 70-80 วัน หรือ ช่วงระยะสร้างผลผลิต ของทุกจังหวัดแต่ปรับแก้แบบ 4 ช่วง ทำให้จุดสูงสุดของทุกจังหวัดอยู่ในช่วง 50-60 วัน หรือ ช่วงระยะออกดอก และในวันที่ 65 ของทุกจังหวัดลงมาอยู่ในจุดเดียวกันคือมีค่าเท่ากับชุดข้อมูลของ Kcกรมชล

ตารางที่ 6 ตารางผลการวิเคราะห์กราฟที่ได้จาการปรับแก้ทุกช่วง

4.2 ค่า K ที่ใช้ในการปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ดอกทานตะวันในแต่ละช่วง

ค่า K หรือ ค่าคงที่ ของแต่ละช่วงของแต่ละจังหวัดจะแสดงในตารางที่ 7-9 ซึ่งค่า K ของการปรับแก้ 1 ช่วง เฉลี่ยของทุกจังหวัดมีค่า 1.84972 และ ค่า R^2 , RMSE ของแต่ละช่วงแต่ละจังหวัดในตารางที่ 9-11 คำอธิบายผลการปรับแก้ของแต่ละช่วงและการเปรียบเทียบค่าของแต่ละช่วงที่เอามาเปรียบเทียบกันอยู่ในตารางที่ 12 และสรุปการเลือกการแบ่งช่วงที่ดีที่สุดแสดงในตารางที่ 13

จำนวนช่วง	สถานะของแต่ละช่วง	ค่าK
1	ค่า k ของปรับแก้ช่วงเดียว	2.001
2	ก่อนพืค	1.955
	หลังพืค	2.118
4	ปรับแก้ช่วงที่5	1.828
	ปรับแก้ช่วงที่6	2.176
	ปรับแก้ช่วงที่7	1.671
	ปรับแก้ช่วงที่8	1.942

ตารางที่ 7 ค่า K จังหวัดลพบุรี

จำนวนช่วง	สถานะของแต่ละช่วง	ค่าK
1	ค่า k ของปรับแก้ช่วงเดียว	1.748
2	ก่อนพืค	1.780
	หลังพืค	1.672
4	ปรับแก้ช่วงที่1	1.820
	ปรับแก้ช่วงที่2	2.023
	ปรับแก้ช่วงที่3	1.404
	ปรับแก้ช่วงที่4	1.555

ตารางที่ 8 ค่า K จังหวัดนครปฐม

จำนวนช่วง	สถานะของแต่ละช่วง	ค่าK
1	ค่า k ของปรับแก้ช่วงเดียว	1.800
2	ก่อนพืค	1.853
	หลังพืค	1.682
4	ปรับแก้ช่วงที่9	2.333
	ปรับแก้ช่วงที่10	1.867
	ปรับแก้ช่วงที่11	1.749
	ปรับแก้ช่วงที่12	1.609

ตารางที่ 9 ค่า K จังหวัดนครราชสีมา

สถานะช่วง	R^2	RMSE
ก่อนปรับแก้	0.80499419	0.384002931
หลังปรับแก้ 4 ช่วง	0.77315779	0.091492493
หลังปรับแก้ 1 ช่วง	0.80499419	0.131025241
หลังปรับแก้ 2 ช่วง	0.8571434	0.126104954

ตารางที่ 10 ค่า R^2,RMSE จังหวัดลพบุรี

สถานะช่วง	R^2	RMSE
ก่อนปรับแก้	0.777430728	0.43084708
หลังปรับแก้ 4 ช่วง	0.762043919	0.17507883
หลังปรับแก้ 1 ช่วง	0.777430728	0.18365157
หลังปรับแก้ 2 ช่วง	0.767464639	0.18422097

ตารางที่ 11 ค่า R^2,RMSE จังหวัดนครปฐม

สถานะช่วง	R^2	RMSE
ก่อนปรับแก้	0.650432645	0.37878383
หลังปรับแก้ 4 ช่วง	0.34563807	0.26151949
หลังปรับแก้ 1 ช่วง	0.650432645	0.22885159
หลังปรับแก้ 2 ช่วง	0.659366763	0.22973051

ตารางที่ 12 ค่า R^2,RMSE จังหวัดนครราชสีมา

ช่วงการปรับแก้กราฟ	เมื่อเทียบผลที่ได้กับปรับแก้ 1 ช่วง	เมื่อเทียบผลที่ได้กับปรับแก้ 2 ช่วง
1	-	-
2	รูปแบบของกราฟ Kc IrriSAT ของจังหวัดนครปฐมและลพบุรีมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบกราฟของทั้ง2จังหวัดเล็กน้อยในทั้ง 2ช่วงส่วนกราฟของจังหวัดนครราชสีมาช่วงหลังจุดสูงสุดของกราฟของกราฟมีการลู่เข้าหากราฟ Kc กรมชลมากกว่าปรับแก้ 1 ช่วง	-
3	กราฟของจังหวัดลพบุรีมีการลู่เข้าหากราฟของกรมชลมากกว่าปรับแก้ 1 ช่วงแต่ก็มีบางจุดของกราฟที่ลู่ออกแต่เล็กน้อยเพราะมีเพียงไม่กี่จุดแต่มีจุดหนึ่งที่ส่งผลให้จุดสูงสุดของกราฟมีการเปลี่ยนแปลงคือจุดข้อมูลของวันที่ 57 ส่วนกราฟของจังหวัดนครปฐมในช่วง 40 วันแรกและช่วงวันที่ 65-89 ยังลู่เข้ามากกว่าเมื่อเทียบกับปรับแก้ 1 ช่วงแต่ในช่วง 42-60 วัน และ 90-105 วันของปรับแก้ 4 ช่วง กราฟ Kc IrriSAT ลู่ออกจากกราฟ Kcกรมชลมากกว่าเมื่อเทียบกับปรับแก้ 1และมีช่วงสูงสุดของกราฟ 2 ช่วงซึ่งเมื่อเทียบกับปรับแก้ 1 ช่วง ที่มีช่วงสูงสุดของกราฟ 1 ช่วงส่วนกราฟของจังหวัดนครราชสีมาจุดข้อมูลของวันที่ 9,46-57,97-105 ของกราฟปรับแก้ 4 ช่วง ลู่ออกจากกราฟ Kc กรมชลมากกว่าปรับแก้ 1 ช่วง ตั้งแต่วันที่ 10-45,60-97 กราฟ Kc IrriSAT ลู่เข้ากราฟ Kc กรมชลมากกว่าปรับแก้ 1ช่วง	กราฟของจังหวัดลพบุรีในการปรับแก้ 4 ช่วงเมื่อเทียบกับปรับแก้ 2 ช่วงนั้นมีจุดที่กราฟ Kc IrriSAT ลู่เข้าหากราฟ Kc กรมชลมากกว่า ส่วนกราฟของจังหวัดนครปฐมปรับแก้ 4 ช่วงมีช่วงที่ลู่เข้ามากกว่าและมีช่วงสูงสุดของกราฟ Kc IrriSAT ที่ต่างช่วงกันซึ่งจำนวนช่วงพืคก็ต่างกันด้วย ส่วนกราฟของจังหวัดนครราชสีมาช่วงกราฟของวันที่ 9 ของกราฟ Kc IrriSAT ของปรับแก้ 2 ช่วงมี่ค่าเข้าใกล้กราฟ Kcกรมชล มากกว่าปรับแก้ 4 ช่วงและช่วงพืคของกราฟต่างช่วงกันแต่ปรับแก้ 4 ช่วงตั้งแต่วันที่ 65-105 กราฟ Kc IrriSAT มีค่าลู่เข้ากราฟ Kc กรมชลมากกว่าปรับแก้ 2 ช่วง

ตารางที่ 13 ตารางอธิบายผลเมื่อทำการปรับแก้ค่าตามช่วงการปรับแก้และผลการเทียบค่าการปรับแก้ของแต่ละช่วงการปรับแก้

จังหวัด	แปลงที่	จำนวนช่วงในการปรับแก้	R^2	RMSE	ช่วงในการแบ่ง	ค่า k ที่ใช้ในการปรับแก้	การปรับแก้ช่วงไหนดีสุด	เหตุผลในการเลือกว่าควรปรับแก้กี่ช่วงดีที่สุด
ลพบุรี	5	ก่อนปรับแก้	0.80499419	0.384002931	-	-		เนื่องจากค่า R^2 ทุกช่วงของการปรับแก้อยู่ในช่วงที่ดีหมดทุกตัวจึงตัดสินกันด้วยค่า RMSE ซึ่งหลังปรับแก้ 1 ช่วงมีค่าน้อยที่สุด
		หลังปรับแก้ 1 ช่วง	0.773157793	0.091492493	ค่า k ปรับแก้ช่วงเดียว	1.80033208	/	
		หลังปรับแก้ 2 ช่วง	0.80499419	0.131025241	ก่อนจุดพีคของการใช้น้ำ	1.85261447		
					หลังพีคของการใช้น้ำ	1.68187507		
		หลังปรับแก้ 4 ช่วง	0.857143401	0.126104954	ระยะตั้งตัว	2.33317795		
					ระยะเจริญเติบโต	1.86652456		
					ระยะออกดอก	1.74882059		
					ระยะสร้างผลผลิต	1.60886242		
นครปฐม	4	ก่อนปรับแก้	0.777430728	0.430847077	-	-		เนื่องจากค่า R^2 ทุกช่วงของการปรับแก้อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกันจึงตัดสินกันด้วยค่า RMSE ซึ่งหลังปรับแก้ 1 ช่วงมีค่าน้อยที่สุดซึ่งใกล้เคียงกับการปรับแก้ 2 ช่วง แต่การปรับแก้ 1 ช่วง ใช้ค่า K 1 ค่า ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน
		หลังปรับแก้ 1 ช่วง	0.777430728	0.183651574	ค่า k ปรับแก้ช่วงเดียว	2.00093146	/	
		หลังปรับแก้ 2 ช่วง	0.767464639	0.184220972	ก่อนจุดพีคของการใช้น้ำ	1.95454391		
					หลังพีคของการใช้น้ำ	2.11833020		
		หลังปรับแก้ 4 ช่วง	0.762043919	0.175078828	ระยะตั้งตัว	1.82814022		
					ระยะเจริญเติบโต	2.17636855		
					ระยะออกดอก	1.67138140		
					ระยะสร้างผลผลิต	1.94210272		
นครราชสีมา	3	ก่อนปรับแก้	0.650432645	0.378783834	-	-		เนื่องจากค่า R^2 ทุกช่วงของการปรับแก้อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกันจึงตัดสินกันด้วยค่า RMSE ซึ่งหลังปรับแก้ 1 ช่วงมีค่าน้อยที่สุดซึ่งใกล้เคียงกับการปรับแก้ 2 ช่วง แต่การปรับแก้ 1 ช่วง ใช้ค่า K 1 ค่า ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน
		หลังปรับแก้ 1 ช่วง	0.650432645	0.228851589	ค่า k ปรับแก้ช่วงเดียว	1.74789963	/	
		หลังปรับแก้ 2 ช่วง	0.659366763	0.229730509	ก่อนจุดพีคของการใช้น้ำ	1.77984677		
					หลังพีคของการใช้น้ำ	1.67175111		
		หลังปรับแก้ 4 ช่วง	0.34563807	0.261519486	ระยะตั้งตัว	1.81984835		
					ระยะเจริญเติบโต	2.02330390		
					ระยะออกดอก	1.40371923		
					ระยะสร้างผลผลิต	1.55509191		

ตารางที่ 14 ตารางสรุปการเลือกการแบ่งช่วงที่ดีที่สุด

4.3 ค่าสัมประสิทธิ์ทานตะวัน (Kc) ที่ใช้ได้ทุกพื้นที่ในประเทศไทย

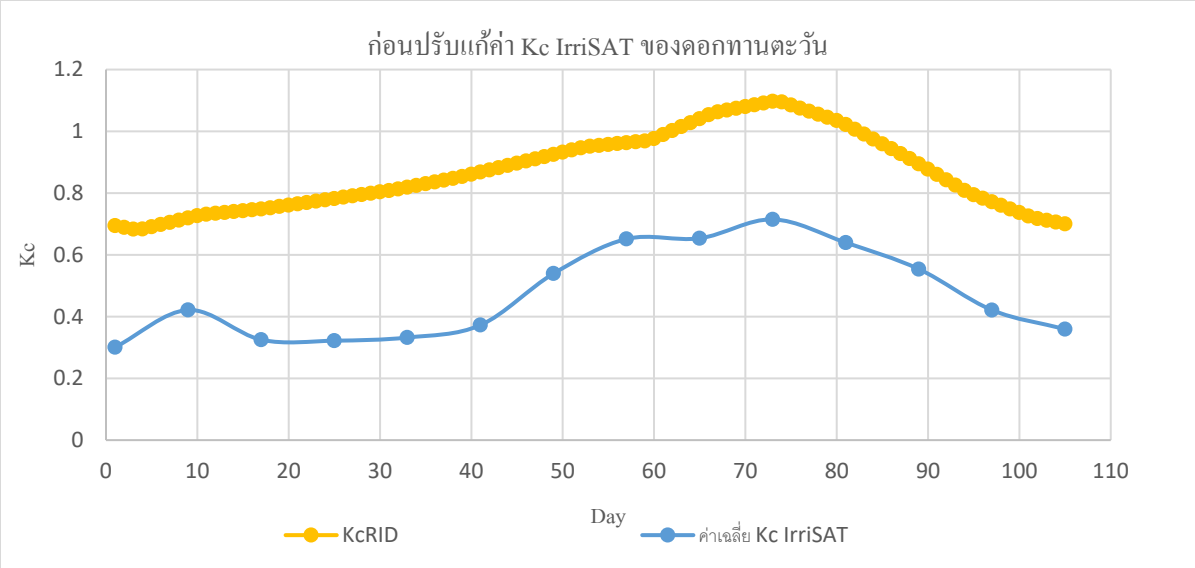
ช่วงที่เลือกนำมาใช้จริงคือ การปรับแก้ค่า 1 ช่วง เนื่องจากค่า R^2 มีค่าใกล้เคียงกันความหมายเหมือนกัน คือ เป็นชุดข้อมูลที่มีค่าที่ดี RMSE มีค่าที่น้อยกว่าช่วงอื่นๆ ค่าเฉลี่ย $Kc_{IrriSAT}$ ของแต่ละสัปดาห์ของทุกจังหวัดแสดงในตารางที่ 13 แล้วหาค่าเฉลี่ยของ ค่าเฉลี่ย $Kc_{IrriSAT}$ ได้ค่า 0.472 แล้วหาค่าเฉลี่ย Kc_{RID} ไดค่า 0.870 หากราฟก่อนปรับแก้ค่าเฉลี่ย $Kc_{IrriSAT}$ เทียบกับ Kc_{RID} จะได้ดังรูปที่ 31 และกราฟหลังปรับแก้ค่าเฉลี่ย $Kc_{IrriSAT}$ เป็นค่าเฉลี่ย แล้วนำทั้ง 2 ค่า คำนวณตามสมการ (7) ได้ค่า $\overline{K} = 1.84350$ แล้วคำนวณตามสมการ (8) ได้ค่า KcIrriSAT(adj) แสดงในตารางที่ 14 นำค่า $Kc_{IrriSAT(adj)}$ เทียบกับค่า Kc_{RID} จะได้ดังรูปที่ 32 แล้วทำการหากราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Kc_{RID} กับ $Kc_{IrriSAT(adj)}$ จะได้ดังรูปที่ 33 แล้วคำนวณค่า R^2,RMSE แสดงในตารางที่ 15 แล้วนำสมการที่ได้จากกราฟความสัมพันธ์ไปหาค่า y หรือ $Kc_{IrriSAT}$ ที่ได้จากสมการแล้วนำไปเทียบกับค่า Kc_{RID} ของกรมชล ดังรูปที่ 34

สัปดาห์	ค่าเฉลี่ย $Kc_{IrriSAT}$			
	ลพบุรี	นครปฐม	นครราชสีมา	ทุกจังหวัด
1	0.32572	0.35049	0.22626	0.30082
2	0.28311	0.42654	0.55430	0.42132
3	0.37167	0.25619	0.34705	0.32497
4	0.44149	0.25939	0.26498	0.32195
5	0.35820	0.30023	0.33837	0.33227
6	0.42960	0.39729	0.29071	0.37254
7	0.49064	0.55624	0.57145	0.53944
8	0.65218	0.58382	0.71861	0.65153
9	0.59550	0.62309	0.74191	0.65350
10	0.70253	0.65484	0.78714	0.71483
11	0.64540	0.59992	0.67318	0.63950
12	0.58677	0.50510	0.56932	0.55373
13	0.50240	0.26360	0.49732	0.42111
14	0.38021	0.31044	0.38776	0.35947

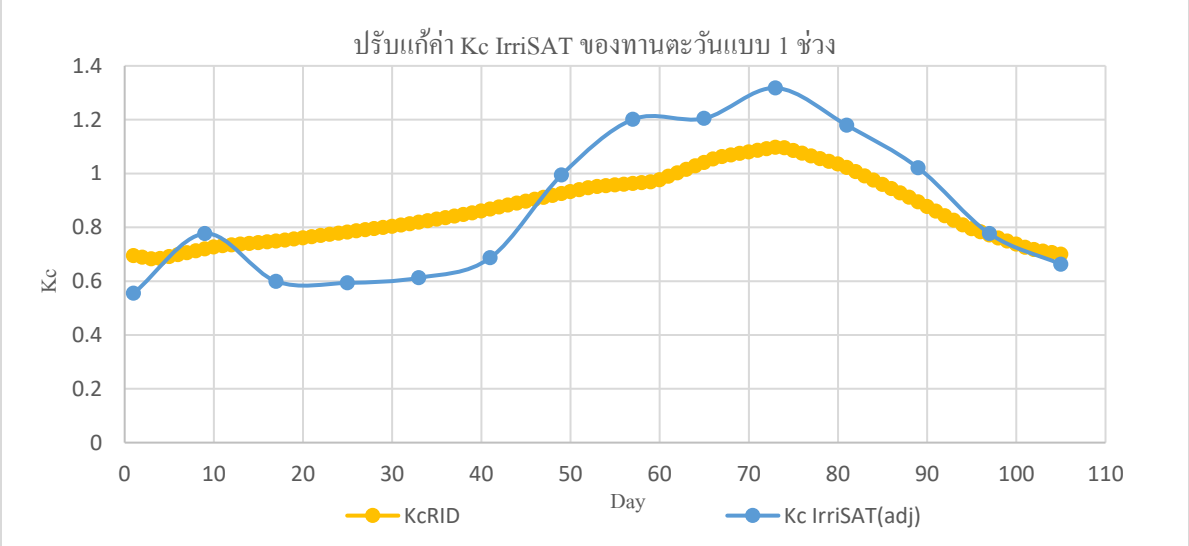
ตารางที่ 15 ตารางค่าเฉลี่ย $Kc_{IrriSAT}$ ของแต่ละสัปดาห์ของทุกจังหวัด

ค่าเฉลี่ย K	ค่าเฉลี่ย $Kc_{IrriSAT}$	$Kc_{IrriSAT(adj)}$
1.84350	0.30082	0.55457
	0.42132	0.77670
	0.32497	0.59909
	0.32195	0.59352
	0.33227	0.61253
	0.37254	0.68677
	0.53944	0.99446
	0.65153	1.20111
	0.65350	1.20473
	0.71483	1.31780
	0.63950	1.17892
	0.55373	1.02080
	0.42111	0.77631
	0.35947	0.66268

ตารางที่ 16 ค่า $Kc_{IrriSAT(adj)}$



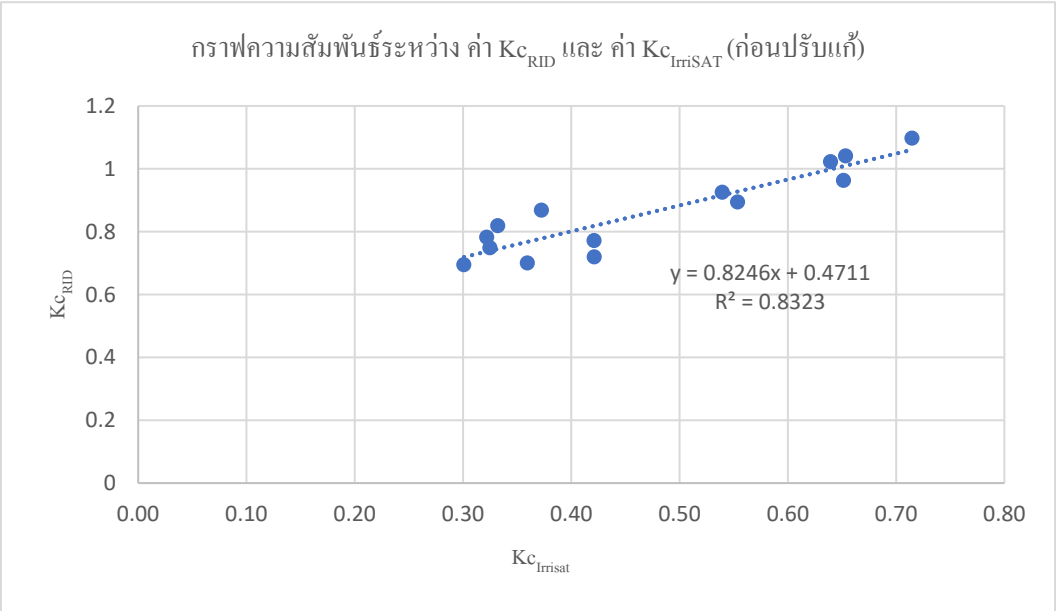
รูปที่ 37 กราฟก่อนปรับแก้ค่าเฉลี่ย $Kc_{IrriSAT}$ เทียบกับ Kc_{RID}



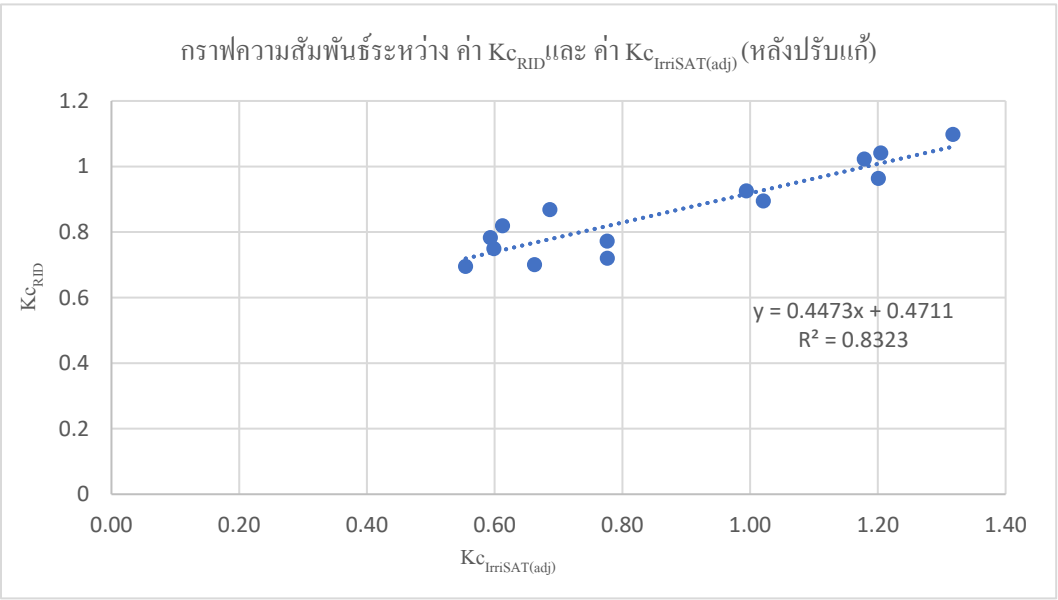
รูปที่ 38 กราฟหลังปรับแก้ค่าเฉลี่ย $Kc_{IrriSAT}$ เป็นค่าเฉลี่ย $Kc_{IrriSAT(adj)}$ เทียบกับ Kc_{RID}

สถานะช่วง	R^2	RMSE
ก่อนปรับแก้	0.832	0.393
หลังปรับแก้	0.832	0.155

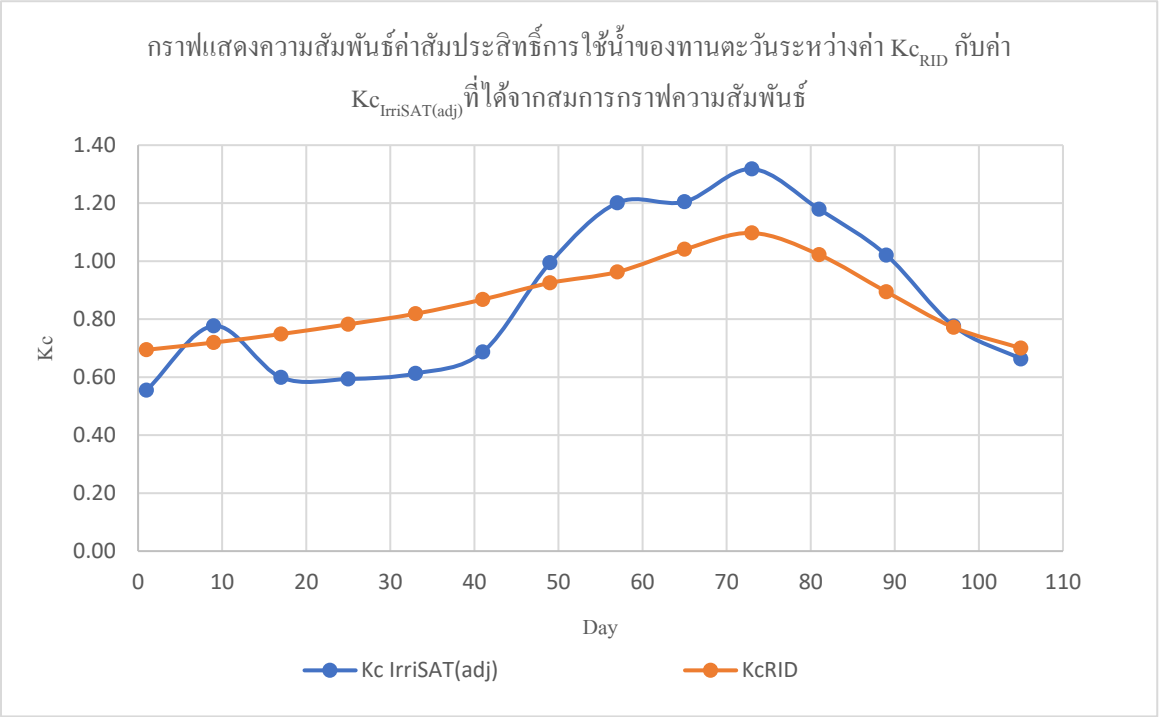
ตารางที่ 17 ตารางค่า R^2,RMSE



รูปที่ 39 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc_{RID} และ ค่า $Kc_{IrriSAT}$ (ก่อนปรับแก้)



รูปที่ 40 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc_{RId} และ ค่า $Kc_{IrriSAT(adj)}$ (หลังปรับแก้)



รูปที่ 41 กราฟแสดงความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของทานตะวันระหว่างค่า Kc_{RID} กับค่า $Kc_{IrriSAT(adj)}$ ที่ได้จากสมาการความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า ระหว่าง ค่า Kc_{RID} และ ค่า $Kc_{IrriSAT(adj)}$

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1. สรุปผลและอภิปรายผลการศึกษา

สรุปผลโครงการวิจัย การแบ่งช่วง 1 ช่วง เป็นการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำที่ดีที่สุด ซึ่งเหตุผลของการเลือกใช้การแบ่งช่วง 1 ช่วง คือ การแบ่งช่วง 1 ช่วง มีค่า R^2 อยู่ในระดับที่สูงสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้จริงถึงการแบ่งช่วงรูปแบบอื่นจะมีค่า R^2 สูงกว่าแต่ค่า RMSE ของการแบ่งช่วง 1ช่วง มีค่าน้อยกว่ารูปแบบอื่นจึงนำรูปแบบการแบ่งช่วง 1 ช่วงมาใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของทานตะวัน โดยค่า K จากการแบ่งช่วง 1 ช่วง ในขั้นตอนการเลือกรูปแบบการแบ่งช่วง มีค่า 1.84972 ส่วนค่า K จากการแบ่งช่วง 1 ช่วง ในขั้นตอนการหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชโดยมีการแบ่งข้อมูลแบบ 1 ช่วง มีค่า 1.84350 แล้วนำไปคำนวณตามสมการที่ (8) ได้ค่า $Kc_{IrriSAT(adj)}$ ซึ่งเป็นค่าตัวแทน ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของทานตะวันทุกพื้นที่ในประเทศไทยเมื่อนำค่าไปพล็อตหากราฟความสัมพันธ์กับค่า Kc_{RID} ดังรูปที่ 33,34 จะเห็นได้ว่าค่า R^2 มีค่า 0.832 ซึ่งมีค่า R^2 เท่ากันกับก่อนปรับแก้แบบ 1 ช่วงแต่ค่า RMSE ต่างกันหลังปรับแก้มีค่า 0.155 ก่อนปรับแก้มีค่า 0.393 ซึ่งหลังปรับแก้มีค่าน้อยกว่าแสดงว่าข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าและเมื่อนำค่า $Kc_{IrriSAT(adj)}$ ไปพล็อตหากราฟความสัมพันธ์กับค่า Kc_{RID} ดั่งรูปที่ 35 จะเห็นได้ว่ารูปแบบกราฟมีความสอดคล้องกันจึงสรุปได้ว่าสามารถนำค่า $Kc_{IrriSAT(adj)}$ หรือ สมการ $y = 0.4473x+0.4711$ ที่ได้จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า Kc_{RID} และ ค่า $Kc_{IrriSAT(adj)}$ (หลังปรับแก้) มาใช้งานได้ในทุกพื้นที่ของประเทศไทย

5.2. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากโครงงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษากลุ่มพื้นที่ตัวอย่าง 3 พื้นที่ ควรศึกษาพื้นที่กลุ่มตัวอย่างอื่นเพิ่มเติมหรือถ้าจะนำไปใช้กับพืชชนิดอื่นโดยการนำวิธีการดำเนินงานโครงงานวิจัยไปใช้ควรศึกษาวิจัยหรือบทความอื่นเพิ่มเติมจากโครงงานวิจัยเล่นนี้

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานวิจัยการใช้น้ำชลประทาน สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ. 2562. **ค่าสัมประสิทธิ์พืช(Kc).**แหล่งที่มา: http://water.rid.go.th/hwm/cropwater/CWRdata/Kc/kc_th.pdf,12 กันยายน 2563.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. **รายงานข้อมูลภาวะการผลิตพืชแบบรายปี.** สืบค้นจาก : http://production.doae.go.th/report/report_main2.php?report_type=1 [ก.ค. 2557].

สุพจน์ และ กรมส่งเสริมการเกษตร. ม.ป.ป.. **ทานตะวัน**. แหล่งที่มา : https://esc.doae.go.th/wp-content/uploads/2015/02/sunflower.pdf,20 เมษายน 2564.

ธเนศ สัมฤทธิ์นรพงศ์ และ จุติเทพ วงษ์เพ็ชร์. 2564. การปรับแก้ค่าประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยจากเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการบริหารจัดการน้ำชลประทานดดยเว็บไซต์ IrriSAT : กรณีศึกษาพื้นที่เพาะปลูกอ้อยในเขตชลประทานแม่กลองใหญ่. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ** 31 (2): 179-190

เอกสิทธิ์โฆสิตสกุลชัย. (2552). **การใช้น้ำของพืช ทฤษฎีและกำรประยุกต์ (Crop Evapotranspiration Theory and Applications).** ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

Allen, R. G., L.S. Pereira, D. Raes, and M. Smith. 1998. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Requirements. **FAO Irrigation and Drainage Paper No 56**. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. 300 pp

Janelle Montgomery, John Hornbuckle, Iain Hume and Jamie Vleeshouwer. 2015. IrriSAT – weather based scheduling and benchmarking technology. **Proceedings of the 17th ASA Conference**. 20-24 September 2015. Hobart,Australia.

Khin, M.K., Areeya, R., Yutthana, P., Allan, S.T., Wudhichart, S., Jidapa, K., Yutthana, T. and Varawoot, V. 2020. Tracing crop water demand in the lower ping river basin, Thailand using cloud-based IrriSAT application. **Proceedings of the 22 nd IAHR-APD Congress** . 2020. Sapporo,Japan.

T.J. Trout and L. F. Johnson. 2007. ”Estimating crop water use from remotely sensed NDVI, Crop Models and Reference ET”, 275-285. in Proceedings. **USCID Fourth International Conference**.

ประวัตินิสิต

นางสาวรัตนา ลิ้มสุธาโภชน์ เลขประจำตัวนิสิต 6020501779

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ที่อยู่ปัจจุบัน 1387 ตรอกมีนมณี 1 ซอยเพชรเกษม 4 แขวงท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร 10600

โทรศัพท์บ้าน 022221473 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 084-9357684

Email : rattana.li@ku.th

ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี

คุณวุฒิการศึกษา	โรงเรียน/สถาบัน	ปีการศึกษาที่จบ
มัธยมศึกษาตอนปลาย	กุหลาบวิทยา	2559
มัธยมศึกษาตอนต้น	กุหลาบวิทยา	2556