โครงงานวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 3/2563

เรื่อง

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) ของข้าวนาหว่านน้ำตม โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม (IrriSAT) หลายช่วงเวลา

Estimating Crop Coefficient (Kc) of Lowland Rice using Satellite image data from IrriSAT Program

โดย

นางสาวเบญจรัตน์ คีรีรัตน์

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)

พุทธศักราช 2563

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรมชลประทาน

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

เรื่อง การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) ของข้าวนาหว่านน้ำตม
โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม (IrriSAT) หลายช่วงเวลา
Estimating Crop Coefficient (Kc) of Lowland Rice
using Satellite image data from IrriSAT Program

นามผู้จัดทำโครงงาน นางสาวเบญจรัตน์ คีรีรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ **.....**

(รศ.ดร.สมชาย ดอนเจดีย์)

กรรมการ **.....**

(.....)

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

กรรมการ .....

(.....)

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

ชื่อเรื่อง การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) ของข้าวนาหว่านน้ำตม
โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม (IrriSAT) หลายช่วงเวลา

ผู้วิจัย นางสาวเบญจรัตน์ คีรีรัตน์

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(รศ.ดร.สมชาย ดอนเจดีย์)

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

บทคัดย่อ

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) เป็นอีกองค์ประกอบสำคัญในการคำนวณหาค่าความต้องการใช้น้ำของพืช โดยปัจจุบันการหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชได้มาจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc ที่ได้จากโปรแกรม IrriSAT กับค่า Kc ข้าวนาหว่านน้ำตมตามมาตรฐานกรมชลประทาน การนำค่าที่ได้จาก IrriSAT มาใช้จึง มีความจำเป็นที่จะต้องทำการปรับแก้ ซึ่งการปรับแก้ต้องเปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชของกรมชลประทาน โดยเลือกพื้นที่ศึกษา 4 แปลงภายในจังหวัดตรัง ทำการปรับแก้ข้อมูลด้วยวิธีการแบ่งช่วงของชุดข้อมูลอ้างอิงมาจากตามมาตรฐาน FAO ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ช่วงคือ ช่วงตั้งตัวของพืช ช่วงกลางของการเพาะปลูก และช่วงปลายของการเพาะปลูก ซึ่งค่าปรับแก้อยู่ที่ระหว่าง 1.30-2.90 ค่าความสัมพันธ์ R-Square ของแต่ละแปลงอยู่ที่ระหว่าง 0.60-0.78 ซึ่งหลังจากทำการปรับแก้แล้วสามารถนำมาคำนวณหาค่าความต้องการน้ำของพืชในนาข้าวได้

Title Estimating Crop Coefficient (Kc) of Lowland Rice

using Satellite image data from IrriSAT Program

By Miss Benjarat Keereerat

Project Advisor

.....

(Mr. Somchai Donjadee)

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

ABSTRACT

Crop coefficient (Kc) is another important component in the calculation of plant water consumption. Currently, the plant water consumption coefficient was derived from satellite imagery. Correlation between Kc from IrriSAT and Kc value for rice, paddy, water according to the Royal Irrigation Department standard. Using the IrriSAT value, it is necessary to make adjustments, where the correction must be compared with the Irrigation Department's plant water consumption coefficient. By selecting 4 study areas in Trang Province The data was modified by means of separating the reference ranges from the FAO standard, which were divided into 3 phases: Initail Stage, Mid-Season Stage, and Late Stage. Planting where the correction is between 1.30-2.90, the R-Square correlation of each plot is between 0.60-0.78, which after adjustment can be used to calculate the water demand of Crops in rice fields.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยเล่มนี้สามารถดำเนินการจนประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนเป็นอย่างดียิ่งจาก อาจารย์รศ.ดร.สมชาย ดอนเจดีย์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ความรู้ ข้อคิด ข้อแนะนำ และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆจรกระทั่งการวิจัยครั้งนี้สำเร็จเรียบร้อยดี ดิฉันขอกราขอบกระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

และขอบคุณอาจารย์ รศ.วราวุธ วุฒิวณิชย์ ที่กรุณาช่วยสอนวิธีการใช้โปรแกรม IrriSAT เบื้องต้นและช่วยให้คำแนะนำ คำปรึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการปรับแก้ข้อมูล เพื่อนำใช้ในการจัดทำโครงงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ดิฉันหวังเป็นอย่างยิ้งว่าโครงงานวิจัยเล่มนี้จะเป็นประโยชน์และแนวทางในการนำไปพัฒนาต่อไป

ผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	iii
ABSTRACT	iv
กิตติกรรมประกาศ	v
สารบัญ	vi
สารบัญภาพ	viii
สารบัญตาราง	x
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	xi
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย	6
3.1 พื้นที่ศึกษา	6
3.2 จัดเตรียมข้อมูลจากภาพดาวเทียม	8
3.3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)	8
3.4 การเลือกการแบ่งช่วงข้อมูล	10
3.5 การปรับแก้ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว	10

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวกข. นาหว่านน้ำตม 11

4. ผลการวิจัย 12

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชที่ได้จาก IrriSAT กับ มาตรฐานของกรมชลประทาน 12

5. สรุปและข้อเสนอแนะ 21

5.1 สรุปผลและอภิปรายผลการศึกษา 21

5.2 ข้อเสนอแนะ 21

บรรณาณุกรม 22

ประวิตินิสิต 23

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 ความยาวคลื่นและช่วงความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการกระจายการสะท้อนแสงของพืชดิน 5
และน้ำในช่วงความยาวคลื่น Visible, near-infrared และ mid-infared
รูปที่ 2 พื้นที่แปลงนาข้าวแปลงที่ 1 ตำบลนาโยงใต้ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง 6
รูปที่ 3 พื้นที่แปลงนาข้าวแปลงที่ 2 ตำบลนาโยงใต้ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง 6
รูปที่ 4 พื้นที่แปลงนาข้าวแปลงที่ 3 ตำบลนาหมื่นศรี อำเภอเมือง จังหวัดตรัง 7
รูปที่ 5 พื้นที่แปลงนาข้าวแปลงที่ 4 ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง 7
รูปที่ 6 ข้อมูลที่ดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ IrriSAT 8
รูปที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ตามแนวทางของ FAO-56 9
รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc ที่ได้จาก IrriSAT กับค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน 14
ก่อนปรับแก้ของแปลงที่ 1
รูปที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc ที่ได้จาก IrriSAT กับค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน 14
หลังปรับแก้ของแปลงที่ 1
รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc ที่ได้จาก IrriSAT กับค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน 15
ก่อนปรับแก้ของแปลงที่ 2
รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc ที่ได้จาก IrriSAT กับค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน 15
หลังปรับแก้ของแปลงที่ 2
รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc ที่ได้จาก IrriSAT กับค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน 16
ก่อนปรับแก้ของแปลงที่ 3

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc ที่ได้จาก IrriSAT กับค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน หลังปรับแก้ของแปลงที่ 3 16

รูปที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc ที่ได้จาก IrriSAT กับค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน ก่อนปรับแก้ของแปลงที่ 4 17

รูปที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc ที่ได้จาก IrriSAT กับค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน หลังปรับแก้ของแปลงที่ 4 17

รูปที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc จาก IrriSATกับค่า Kc กรมชลประทาน 18

รูปที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน กับค่า Kc IrriSAT ก่อนปรับแก้ 19

รูปที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน กับค่า Kc IrriSAT adj. หลังปรับแก้ 19

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว กข. นาหว่านน้ำตม 8

ตารางที่ 2 การ Interpolate ค่าสัมประสิทธิ์กรใช้น้ำพืชของกรมชลประทาน 9

ตารางที่ 3 วิธีการปรับแก้ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม IrriSAT 10

ตารางที่ 4 ค่า R-Square ก่อนปรับแก้ 12

ตารางที่ 5 ค่า R-Square หลังปรับแก้ 12

ตารางที่ 6 ช่วงเวลาปรับแก้ที่ศึกษาและค่าปรับแก้ช่วงเวลา 12

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์ก่อน-หลังปรับแก้ และค่า Kc มาตราฐานของกรมชลประทาน 13

ตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละแปลงที่นำมาศึกษาเพิ่มเติมและทำการปรับแก้ใหม่ 18

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

อธิบายสัญลักษณ์และคำย่อตามรูปแบบดังนี้

ET	=	ปริมาณการใช้น้ำพืช
ETo	=	ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง
Kc	=	สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช
NDVI	=	ค่าดัชนีพืชพรรณ
R_{NIR}	=	การสะท้อนแสงอินฟาเรดใกล้
R_{RED}	=	การสะท้อนแสงแดง
K	=	ค่าปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช
Kc_{RID}	=	สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่ได้จากกรมชลประทาน
$Kc_{IrriSAT}$	=	สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่ได้จากโปรมแกรม IrriSAT

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ปริมาณการใช้น้ำของพืช หมายถึง ปริมาณน้ำที่พืชใช้ในขบวนการคายระเหยน้ำ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างอาหารและเจริญเติบโตของพืช โดยทั่วไปตามหลักการชลประทานถือว่าพืชที่ไม่เป็นโรคจะใช้น้ำตาปกติถ้าความชื้นในดินไม่จำกัด แต่เมื่อใดก็ตามที่ความชื้นในดินต่ำกว่าวิกฤติ (Critical Point) พืชจะดูดน้ำจากดินได้น้อยลง การใช้น้ำของพืชในขบวนการคายระเหยน้ำจะลดลงซึ่งมีผลทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชลดลงด้วย ปริมาณการใช้น้ำของพืชสามารถคำนวณได้โดยการคูณค่าสัมประสิทธิ์ของพืช (Kc) กับค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) โดยที่ข้อมูลปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงได้จากการคำนวณข้อมูลทางสภาพภูมิอากาศต่าง ๆที่ได้จากสถานีวัดในท้องถิ่น (ณัฐพล และ ธงทิศ ,2563) ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยที่มีความสำคัญ การใช้น้ำชลประทานส่วนใหญ่จึงเน้นไปที่การใช้น้ำของข้าว อย่างไรก็ตามพื้นที่ปลูกข้าวหลายพื้นที่มีการปลูกข้าวสลับกับปลูกพืชชนิดอื่นตลอดทั้งปีจึงไม่สามารถระบุช่วงเวลาเริ่มต้นการเพาะปลูกได้อย่างชัดเจน ทำให้การคำนวณความต้องการน้ำชลประทานสำหรับพื้นที่ปลูกข้าวโดยใช้ค่า Kc ทำได้ยาก

ปัจจุบันการนำเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลด้วยภาพถ่ายจากดาวเทียม (Satellite Remote Sensing) จึงเป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาช่วยสำรวจและติดตามค่า Kc ในระดับโครงการชลประทานได้โดยมีจุดเด่นคือสามารถสำรวจข้อมูลได้ครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้างรวมทั้งจากคุณสมบัติของคาบโคจรการถ่ายภาพซ้ำของดาวเทียมทำให้สามารถติดตามข้อมูลการเพาะปลูกได้อย่างต่อเนื่องเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Index) จากภาพถ่ายดาวเทียมกับค่า Kc โดยมีสมมติฐานว่าค่า Kc เป็นค่าที่ผันแปรตามช่วงระยะการเจริญเติบโตของพืชสัมพันธ์กับสัดส่วนของใบพืชที่ปกคลุมดิน (Fraction Vegetation Cover) และค่าดัชนีพืชพรรณ (Allen et al., 2005; Trout and Johnson, 2007) โดยการศึกษาได้ทำการศึกษาการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) โดยดัชนีพืชพรรณจากภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา และเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) ของกรมชลประทาน เพื่อหาสมการปรับแก้ความถูกต้องก่อนนำมาใช้การคำนวณหาความต้องการน้ำของพืชได้อย่างแม่นยำและเป็นประโยชน์ในการจัดการหรือจัดสรรน้ำให้เป็นประโยชน์สูงสุดของประเทศ

1.2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc ที่ได้จาก IrriSAT กับค่า Kc ข้าวนาหว่านน้ำตมของกรมชลประทาน

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 กำหนดพื้นที่ศึกษานาข้าว 4 แห่ง ได้แก่ตำบลนาโยงใต้ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง จำนวน 2 แปลง ตำบลนาหมื่นศรี อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง จำนวน 1 แปลง และตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง จำนวน 1 แปลง

1.3.2 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชที่ได้จาก IrriSAT กับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชจากกรมชลประทานเพื่อปรับแก้หาความสัมพันธ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc จาก IrriSAT กับค่า Kc ข้าวนาหว่านน้ำตมตามมาตรฐานของกรมชลประทาน นำมาใช้ในการปรับแก้ทำให้ทราบค่า Kc ของข้าวนาหว่านน้ำตมที่นำไปใช้จริง

1.4.2 นำไปใช้งานได้จริงและมีประโยชน์สูงสุดต่อการเกษตรในด้านต่าง ๆ เช่น ทำให้ประหยัดทรัพยากรน้ำและงบประมาณ

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า เอกสิทธิ์ (2552) สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช เป็นอัตราส่วนการใช้น้ำของพืชต่อปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง เป็นปัจจัยหลักในการคำนวณหาความต้องการน้ำของพืช เนื่องด้วยพืชแต่ละชนิดมีค่าไม่เท่ากันและช่วงของการเจริญเติบโตของพืชก็มีผลต่อสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช โดยแบ่งหลักๆออกเป็น 4 ช่วง ดังนี้

1. ช่วงตั้งตัวของพืช

ความยาวนานของช่วงตั้งตัวของพืช (initial stage) ขึ้นอยู่กับช่วงเวลาเพาะปลูก สภาพภูมิอากาศ และชนิดของพืช เนื่องจากช่วงแรกของการปลูกพืชที่ใบยังมีไม่มาก ปริมาณการใช้น้ำของพืชส่วนใหญ่จึงเป็นน้ำที่ระเหยจากผิวดิน ดังนั้น ในกรณีที่ดินมีความชุ่มชื้นสูงจากน้ำชลประทานหรือน้ำฝน ปริมาณการใช้น้ำของพืชจะมีค่าสูง และในทางกลับกันจะมีค่าต่ำเมื่อดินแห้ง

2. ช่วงเจริญเติมโตทางลำต้น

ช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น (crop development stage) พืชจะแผ่ขยายร่มเงาบังผิวดินเพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีผลให้การระเหยน้ำจากผิวดินจะลดลง ส่วนการคายน้ำจะค่อยๆมีสัดส่วนเพิ่มมากขึ้น จึงมีความสัมพันธ์กับสัดส่วนที่พืชปกคลุมดิน

3. ช่วงกลางของการเพาะปลูก

ช่วงกลางของการเพาะปลูก (mid-season stage) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชจะเพิ่มถึงค่าสูงสุดในช่วงกลางของการเพาะปลูก และมีค่าค่อนข้างคงที่ โดยหลักๆแล้วเป็นผลจากความสูงของต้นพืช สภาพความต้านทานของพื้นผิว และสภาพอากาศ

4. ช่วงปลายของการเพาะปลูก

ช่วงปลายของการเพาะปลูก (late season stage) ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชที่ระยะสิ้นสุดของการเพาะปลูก จะขึ้นกับการจัดการเพาะปลูกและการให้น้ำ ในกรณีที่เก็บเกี่ยวผลผลิตจะต้องมีการให้น้ำอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งเก็บเกี่ยว จะมีค่าสูงในขณะที่พืชบางชนิดปล่อยผลผลิตให้แห้งในแปลงก่อนเก็บเกี่ยว ซึ่งกรณีนี้จะมีค่าต่ำลงมาก

ซึ่งจะเห็นได้ว่าการหาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำค่อนข้างจะทำการหาได้ยากและใช้เวลา ในปัจจุบันมีการพัฒนาการเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีพืชพรรณ (vegetation index) จากภาพถ่ายดาวเทียมกับค่า Kc โดยมีสมมติฐานว่าค่า Kc เป็นค่าที่ผันแปรตามช่วงระยะการเจริญเติบโตของพืชของพืชซึ่งสัมพันธ์กับสัดส่วนของใบพืชที่ปกคลุมดิน (fraction vegetation cover) และค่าดัชนีพืชพรรณ (ณัฐธยาน์ และคณะ ,2562)

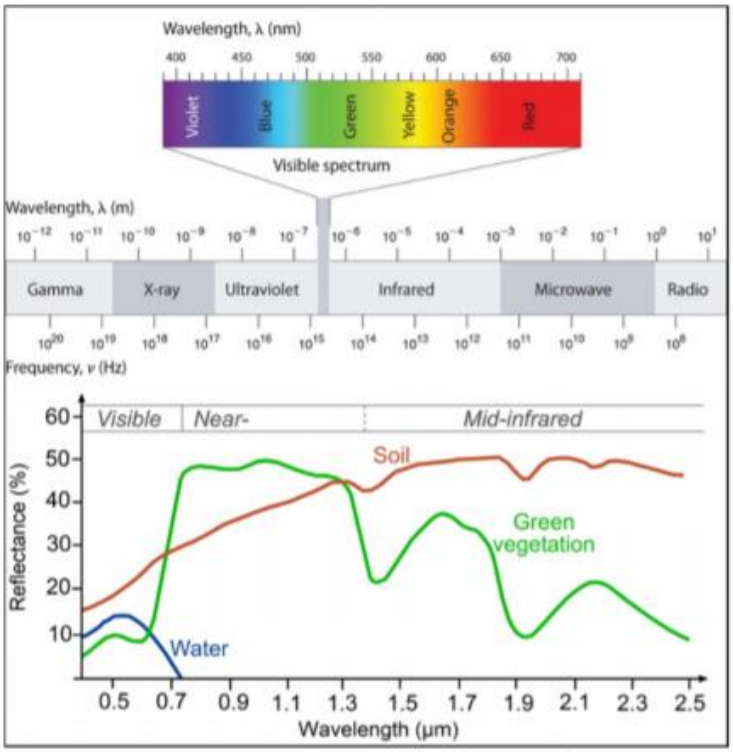
Janelle et al. (2015) ได้กล่าวถึง โปรแกรม IrriSAT ว่า เป็นการรวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อคำนวณหา NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)และข้อมูลอ้างอิงการระเหย ที่ได้จากสถานีตรวจวัด เพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์การเพาะปลูก (Kc) ซึ่ง NDVI คือการคำนวณอัตตราส่วนของความแตกต่างต่อผลรวมของการสะท้อนในช่วงคลื่นใกล้อินฟาเรด(R_{NIR})กับการสะท้อนช่วงคลื่นตามองเห็นสีแดง (R_{RED}) ดังสมการ

$$NDVI = \frac{(R_{NIR} - R_{RED})}{(R_{NIR} + R_{RED})}$$

Trout and Johnson (2007) พบว่า NDVI กับ ทรงพุ่มของพืชมีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากการคายน้ำเป็นสัดส่วนกับพืชคลุมดินสมเหตุสมผลที่จะเชื่อมโยง NDVI กับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำ ด้วยเหตุนี้จึงสามารถสร้างแผนที่ Kc บนภาพถ่ายดาวเทียมได้ จึงมีสมการความสัมพันธ์ดังสมการ

$$Kc = 1.37 \times NDVI - 0.086$$

การกระจายสเปกตรัมของแสงที่สะท้อนจากทรงพุ่มของพืชเป็นประโยชน์ต่อการตรวจสอบการเจริญเติบโตของทรงพุ่ม และการสังเคราะห์ด้วยแสง โครงสร้างใบและส่วนประกอบเช่นคลอโรฟิลล์หรือเม็ดสีอื่น ๆ มีผลต่อหารดูดซับแสง ใบไม้แต่ละใบจะมี 4 ชนิดของพิกเม้นท์ (pigment) ได้แก่ 1. คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) ซึ่งทำให้ใบไม้มีสีเขียว 2. แซนโทฟิลล์ (Xanthophylls) ซึ่งทำให้ใบไม้มีสีเหลือง
3. แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) ซึ่งทำให้ใบไม้มีสีส้ม 4. แอนโทไซยานิน (Anthocyanins) ซึ่งทำให้ใบไม้มีสีแดง ในฤดูใบไม้ผลิและฤดูร้อน ใบไม้มีสีเขียวเนื่องจากขณะนั้นใบไม้สร้างคลอโรฟิลล์เป็นจำนวนมาก คลอโรฟิลล์สำคัญช่วยให้พืชสร้างพลังงานจากแสงอาทิตย์ ซึ่งเรียกว่าขบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) ในขณะที่เปลี่ยนจากฤดูร้อนเป็นฤดูใบไม้ร่วง กลางวันเริ่มสั้นลงและมีแสงอาทิตย์ลดลง นี้เป็นสัญญาณให้ใบไม้เตรียมตัวเข้าสู่ฤดูหนาวและหยุดสร้างคลอโรฟิลล์ ทำให้สีเขียวของใบไม้เปลี่ยนเป็นสีแดง ส้ม และเหลือง ซึ่งในการสะท้อนส่วนใหญ่ในช่วง near-infrared spectrum ทำให้การสะท้อนแสงแตกต่างจากดินและน้ำ ดังรูปที่ 1 พืชสีเขียวแสดงให้เห็นการสะท้อนค่อนข้างต่ำในช่วง visible และเพิ่มขึ้นฉับพลันได้ช่วงความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร (red-dege) ในขณะที่ดินมีแนวโน้วจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆเมื่อความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น (John et al. ,2016)



รูปที่ 1 : ความยาวคลื่นและช่วงความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ด้านบน) และ การกระจายการสะท้อนแสงของพืชดิน และน้ำ ในช่วงความยาวคลื่น Visible, near-infrared และ mid-infared

ที่มา : John *et al.* (2016)

จากบทความ AREEYA (2020)ได้ทำการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกรมชลประทาน (Kc-RID) และที่ได้จาก IrriSAT(Kc-IrriSAT) โดยการคำนวณค่าเฉลี่ย Kc-RID ของพื้นที่ชลประทาน 4 แห่งในลุ่มแม่น้ำปิง โดยใช้พืช 4 ชนิด 1.ข้าว 2.อ้อย 3.ข้าวโพด 4.มันสำปะหลังปลูกตั้งแต่เดือ นตุลาคม 2561 ถึงเดือนกันยายน 2562 โดยมีการสรุปความสัมพันธ์ระหว่าง Kc-RID และ Kc-IrriSAT โดยมีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงและไปในทิศทางที่ดี และเขาได้สรุปว่า IrriSAT สามารถช่วยสนับสนุนในการประมาณความต้องการน้ำของพืชได้อย่างทันท่วงที สามารถจัดการน้ำพืชเฉพาะพื้นที่นั้น ๆ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการได้ดี แต่ต้องมีการปรับแก้เฉพาะช่วงเวลาของค่า Kc-IrriSAT เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับวิธีการหาความต้องการน้ำที่ได้ข้อมูลจากภาคสนาม

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญกับประเทศไทยและมีการปลูกข้าวกันในทุกภูมิภาคของประเทศไทย ในการศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาในพื้นที่จังหวัดตรังซึ่งเลือกมา 4 แปลงได้แก่ ตำบลนาโยงใต้ อำเภอเมืองจังหวัดตรัง จำนวน 2 แปลง (รูปที่ 2-3) มีพื้นที่ 53.75 ไร่ และ 106.875 ไร่ ตำบลนาหมื่นศรี อำเภอนาโยง จังหวัดตรัง จำนวน 1 แปลง (รูปที่ 4) มีพื้นที่ 38.75 ไร่ และตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง จำนวน 1 แปลง (รูปที่ 5) มีพื้นที่ 84.375 ไร่

รูปที่ 2 พื้นที่แปลงนาข้าวแปลงที่ 1 ตำบลนาโยงใต้ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง

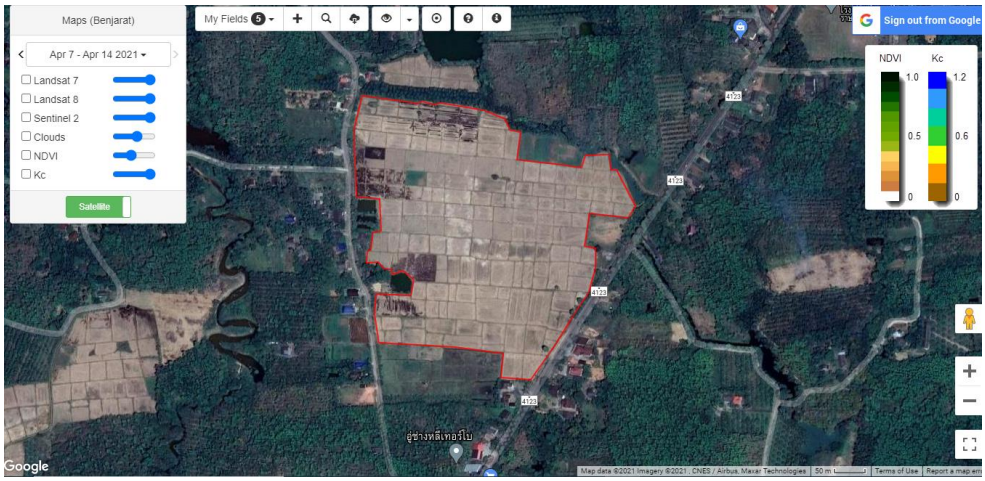
ที่มา : IrriSAT

รูปที่ 3 พื้นที่แปลงนาข้าวแปลงที่ 2 ตำบลนาโยงใต้ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง

ที่มา : IrriSAT

รูปที่ 4 พื้นที่แปลงนาข้าวแปลงที่ 3 ตำบลนาหมื่นศรี อำเภอเมือง จังหวัดตรัง

ที่มา : IrriSAT

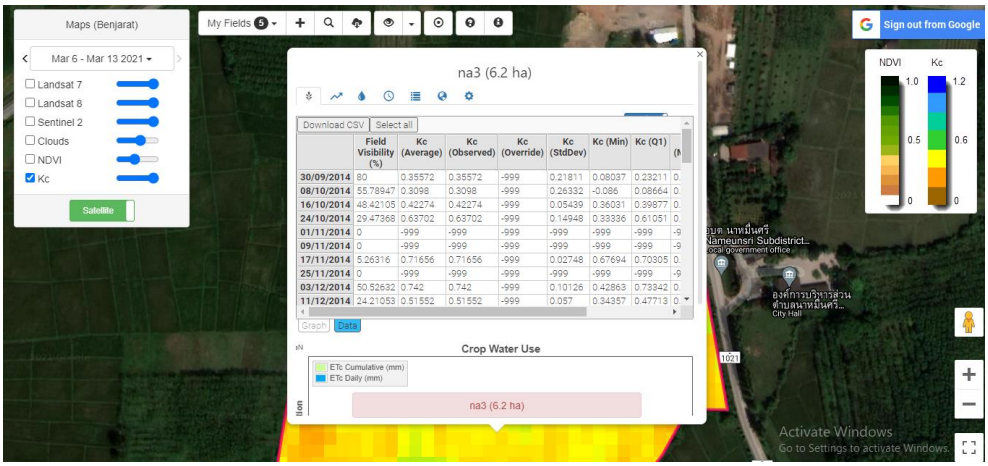


รูปที่ 5 พื้นที่แปลงนาข้าวแปลงที่ 4 ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง

ที่มา : IrriSAT

3.2 จัดเตรียมข้อมูลจากภาพดาวเทียม

จัดเตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมโดยโหลดข้อมูลจากเว็บไซต์ https://irrisat-cloud.appspot.com/ ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี โดยข้าวนาหว่านน้ำตมทำการปลูกปีละครั้งๆละ 3-4 เดือนช่วงเวลาที่บันทึกเริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม ปีค.ศ. 2015 ถึงเดือนมกราคม ปีค.ศ. 2020 เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอต่อการวิเคราะห์ (รูปที่ 6) จากนั้นตัดช่วงที่ไม่สามารถอ่านค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ออกโดยจะขึ้นเป็น -999 และตัดค่าช่วงที่มีเปอร์เซ็นต์การมองเห็นที่ต่ำออกด้วย



รูปที่ 6 ข้อมูลที่ดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ IrriSAT

ที่มา : IrriSAT

3.3 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)

ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชในประเทศไทยมีเอกสารวิชาการที่เผยแพร่โดยวิธีการ Penman-Montrith โดยกรมชลประทานได้ใช้เป็นข้อมูลสำหรับการชลประทานและพัฒนาแหล่งน้ำ ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้ได้เลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้นำพืชของข้าว กข. นาหว่านน้ำตม ซึ่งมีอายุข้าว 14 สัปดาห์ ดังแสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชที่ได้จาก IrriSAT วิเคราะห์ได้ราย 8 วัน จึงต้องนำค่ามาวิเคราะห์ในรายวันโดยทำการ Interpolate แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว กข. นาหว่านน้ำตม

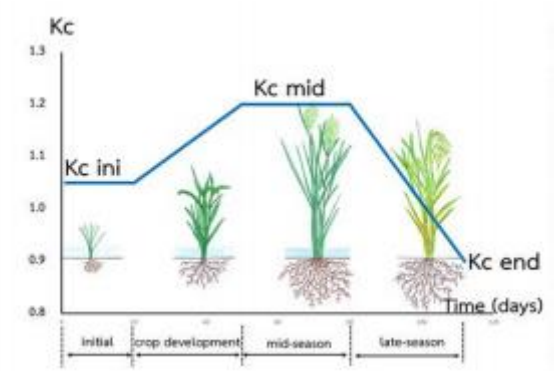
สัปดาห์ที่	ค่าสัมประสิทธิ์พืช (Crop Coefficient ; Kc)						
	Modified Penman	Blaney-Criddle	Pan Method	Thornthwaite	Hargreaves	Radiation	Penman-Monteith
นับจากหลังหว่าน							
1	0.82	0.85	1.18	0.86	0.98	0.85	0.80
2	0.84	0.91	1.09	0.95	1.02	0.89	1.05
3	1.09	1.29	1.27	1.16	1.28	1.18	1.25
4	1.05	1.11	1.25	1.13	1.23	1.10	1.40
5	0.95	0.99	1.24	0.98	1.17	1.00	1.50
6	1.42	1.44	1.75	1.45	1.64	1.49	1.55
7	1.36	1.63	1.66	1.38	1.58	1.45	1.60
8	1.07	1.27	1.70	1.04	1.34	1.10	1.63
9	1.04	1.19	1.36	1.07	1.22	1.10	1.68
10	1.11	1.50	1.55	1.05	1.32	1.15	1.60
11	1.09	1.41	1.36	1.01	1.21	1.16	1.50
12	1.20	1.62	1.56	1.15	1.36	1.26	1.36
13	0.86	1.12	1.25	0.81	0.92	1.02	1.08
14	0.87	1.06	0.89	0.70	0.79	1.06	0.65
เฉลี่ย	1.06	1.24	1.37	1.05	1.22	1.13	1.33

ตารางที่ 2 แสดงการ Interpolate ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชของกรมชลประทาน

			ตาราง Kc จากกรมชล				ตาราง Kc interpolate			
			date	kc	slope	date	t1	Kc1	slop	Kc2
สัปดาห์	จำนวนวัน		0	0.725	0.0214	1	0	0.725	0.0214	0.7464
1	7	3.5	3.5	0.8	0.0357	9	3.5	0.8	0.0357	0.9964
2	7	3.5	10.5	1.05	0.0286	17	10.5	1.05	0.0286	1.2357
3	7	3.5	17.5	1.25	0.0214	25	24.5	1.4	0.0143	1.4071
4	7	3.5	24.5	1.4	0.0143	33	31.5	1.5	0.0071	1.5107
5	7	3.5	31.5	1.5	0.0071	41	38.5	1.55	0.0071	1.5679
6	7	3.5	38.5	1.55	0.0071	49	45.5	1.6	0.0043	1.6150
7	7	3.5	45.5	1.6	0.0043	57	52.5	1.63	0.0071	1.6621
8	7	3.5	52.5	1.63	0.0071	65	59.5	1.68	-0.0114	1.6171
9	7	3.5	59.5	1.68	-0.0114	73	66.5	1.6	-0.0143	1.5071
10	7	3.5	66.5	1.6	-0.0143	81	80.5	1.36	-0.0400	1.3400
11	7	3.5	73.5	1.5	-0.0200	89	87.5	1.08	-0.0614	0.9879
12	7	3.5	80.5	1.36	-0.0400	97	94.5	0.65	0.0214	0.7036
13	7	3.5	87.5	1.08	-0.0614	98	98	0.725	0.0074	0.7250
14	7	3.5	94.5	0.65	0.0214					
	98	49	98	0.725	0.0074					

3.4 การเลือกการแบ่งช่วงข้อมูล

การเลือกการแบ่งช่วงเวลาของข้อมูลจะทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ช่วงเวลาเพื่อทำการปรับปรุงข้อมูลแต่ละช่วง โดยจะทำการแบ่งที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) ที่อ้างอิงตามแนวทางของ FAO-56 แนะนำให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวตามช่วงระยะการเจริญเติบโต คือในช่วงตั้งตัว (Kc_{ini}) เป็นเวลาประมาณ 35 วัน ช่วงกลางของการเพาะปลูก (Kc_{mid}) เป็นเวลาประมาณ 28 วัน และช่วงสิ้นสุดการเพาะปลูก (Kc_{end}) เป็นเวลาประมาณ 35 วัน โดยมีการแบ่งเวลาดังนี้ (รูปที่ 7)



รูปที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ตามแนวทางของ FAO-56

3.5 การปรับแก้ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว

ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมใช้วิธีการคำนวณอ้างอิงจากวิธี FAO-56 แต่การศึกษาวิจัยนี้ต้องการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชให้มีความสอดคล้องกับกรมชลประทาน เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้กับพื้นที่เกษตรในประเทศไทยได้ โดยทำการปรับปรุงข้อมูลแต่ละช่วงเวลาที่แบ่งไว้จากสมการดังกล่าว แสดงวิธีทำแสดงดังตารางที่ 3 โดยจะนำค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชของแต่ละปีมาทำการเฉลี่ยก่อนที่จะปรับแก้

$$K_i = \frac{Kc_{RID}}{Kc_{irriSAT}}$$

K_i = ค่าปรับแก้สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวนาหว่านน้ำตม

Kc_{RID} = ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำข้าวนาหว่านน้ำตมของกรมชลประทาน (ค่าเฉลี่ยในช่วงปรับแก้)

$Kc_{IrriSAT}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำข้าวนาหว่านน้ำตมจากโปรแกรม IrriSAT (ค่าเฉลี่ยในช่วงปรับแก้)

หลังจากได้ค่าปรับแก้ค่า Kc ของข้าวนาหว่านน้ำตม (Ki) สามารถนำมาคำนวณหาค่า Kc IrriSAT หลังการปรับแก้ (Kc IrriSAT$_{adj.}$) โดยสมการ

$$Kc_{IrriSAT\ adj.} = K_i \times Kc_{IrriSAT}$$

ตารางที่ 3 แสดงวิธีการปรับแก้ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม IrriSAT (แปลงท่าปาบ 1)

		ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	เฉลี่ย	ปรับแก้	ค่าปรับแก้
	1	0.4530				0.5074	0.4802	0.9027	
	9	0.5247				0.6478	0.5862	1.1020	
	17	0.5587				0.7180	0.6383	1.2000	
	25					0.7312	0.7312	1.3745	
ช่วง 1	33					0.7007	0.7007	1.3172	1.8798
	41				0.7546	0.7447	0.7496	1.5948	
	49		0.7150			0.7369	0.7260	1.5444	
	57	0.7581	0.7511	0.7488	0.8262	0.8965	0.7961	1.6937	
ช่วง 2	65	0.7658					0.7658	1.6292	2.1274
	73		0.8230		0.7544	0.9172	0.8315	1.1156	
	81		0.8737		0.7843	0.9297	0.8625	1.1573	
	89		0.8153		0.7186	0.8635	0.7991	1.0722	
	97	0.7373	0.6918		0.7667		0.7319	0.9820	
ช่วง 3	98	0.7428				0.6531	0.6980	0.9364	1.3417
							0.2597	0.7782	

3.6 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวกข. นาหว่านน้ำตม

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวตามมาตรฐานกรมชลประทานและค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวที่ได้จากโปรแกรม IrriSAT มีวิธีการวิเคราะห์การถดถ้อยเชิงเส้น (Regression Analysis) เพื่อได้ค่า R-squared มาดูความสอดคล้องของข้อมูลโดยเปรียบเทียบข้อมูลก่อนปรับแก้และหลังปรับแก้ว่าเป็นอย่างไร

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชที่ได้จาก IrriSAT กับ มาตรฐานของกรมชลประทาน

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การใช้นำพืชจาก IrriSAT กับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชของข้าวกข.นาหว่านน้ำตมจากผลการศึกษาของกรมชลประทาน (ในที่นี้กำหนดเป็น Kc RID) ได้ทำการศึกษาเป็นรายสัปดาห์โดยนำข้อมูลจำนวน 5 ปีมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ การศึกษางานวิจัยนี้ได้ทำการแบ่งเวลาในการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ช่วงเวลาได้แก่ ช่วงตั้งตัวของพืช (Initail Stage) ช่วงกลางของการเพาะปลูก (Mid-Season Stage) และช่วงปลายของการเพาะปลูก (Late-Season Stage) ดังแสดงในรูปที่ 7 โดยค่าความสอดคล้อง R-Square ก่อนที่ปรับแก้มีค่าในช่วง 0.04-0.26 ดังแสดงตารางที่ 4 และค่าความสอดคล้อง R-Square หลังปรับแก้มีค่าในช่วง 0.61-0.77 ดังแสดงตารางที่ 5 ค่าการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์ก่อนและหลังปรับแก้ ดังตารางที่ 6- ตารางที่ 7 และแสดงความสัมพันธ์ดังรูปที่ 8-รูปที่ 16

ตารางที่ 4 แสดงค่า R-Square ก่อนปรับแก้

ค่า R-square ก่อนปรับแก้			
แปลงท่าปาบ 1	แปลงท่าปาบ 2	แปลงนาหมื่นศรี	แปลบ้านโพธิ์
0.2597	0.2094	0.2272	0.0410

ตารางที่ 5 แสดงค่า R-Square หลังปรับแก้

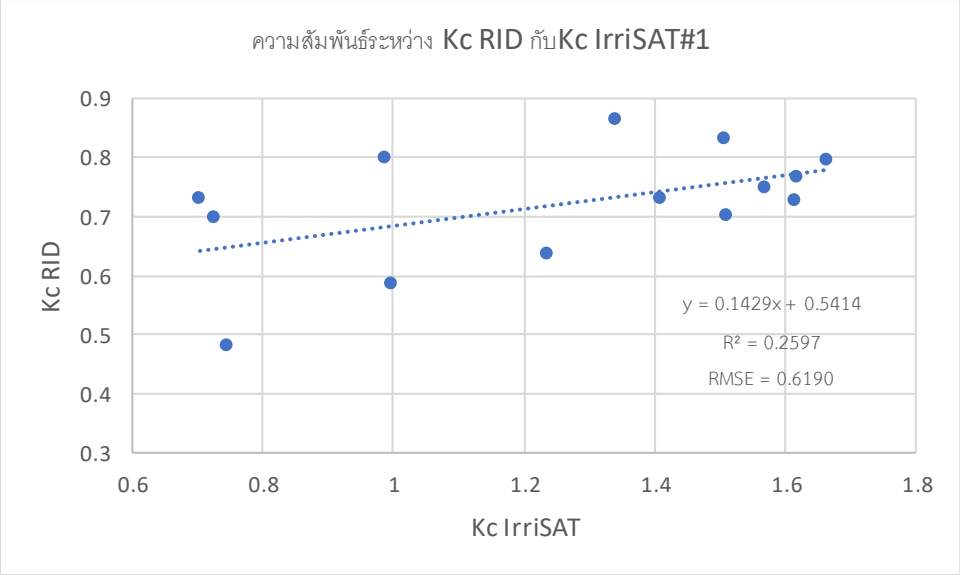
ค่า R-square หลังปรับแก้			
แปลงท่าปาบ 1	แปลงท่าปาบ 2	แปลงนาหมื่นศรี	แปลบ้านโพธิ์
0.7782	0.6937	0.7678	0.6188

ตารางที่ 6 แสดงช่วงเวลาปรับแก้ที่ศึกษาและค่าปรับแก้ช่วงเวลา

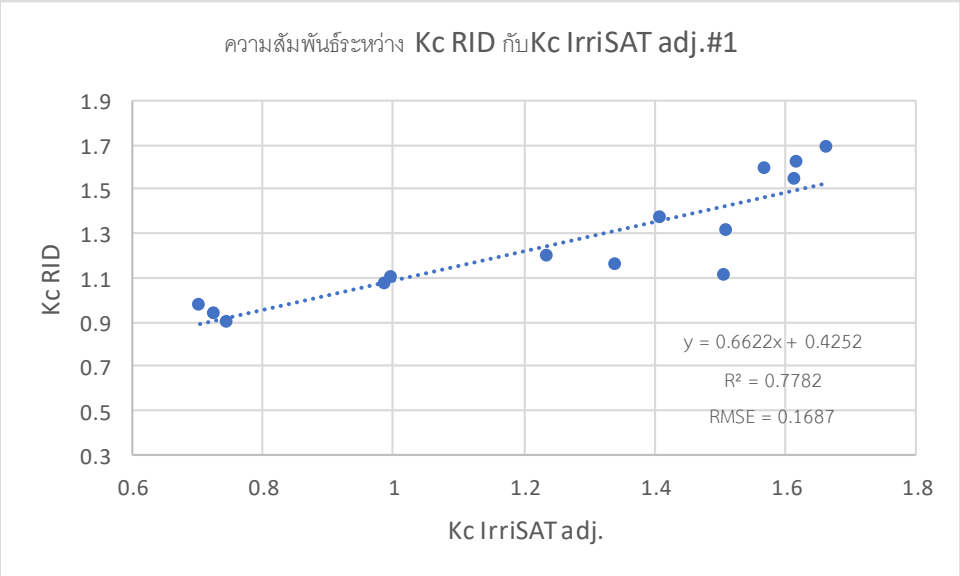
ค่าการปรับแก้ค่า Kc ที่ได้จาก IrriSAT กับมาตรฐานกรมชลประทาน				
ช่วงเวลา/สถานที่	ค่าการปรับแก้			
	แปลงท่าปาบ 1	แปลงท่าปาบ 2	แปลงนาหมื่นศรี	แปลบ้านโพธิ์
ช่วง Initail	1.8798	2.8455	2.1457	1.9701
ช่วง Mid-Season	2.1274	2.4804	2.2448	2.4045
ช่วง End	1.3417	1.5234	1.4140	1.4432

ตารางที่ 7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ก่อน-หลังปรับแก้ และค่า Kc มาตราฐานของกรมชลประทาน

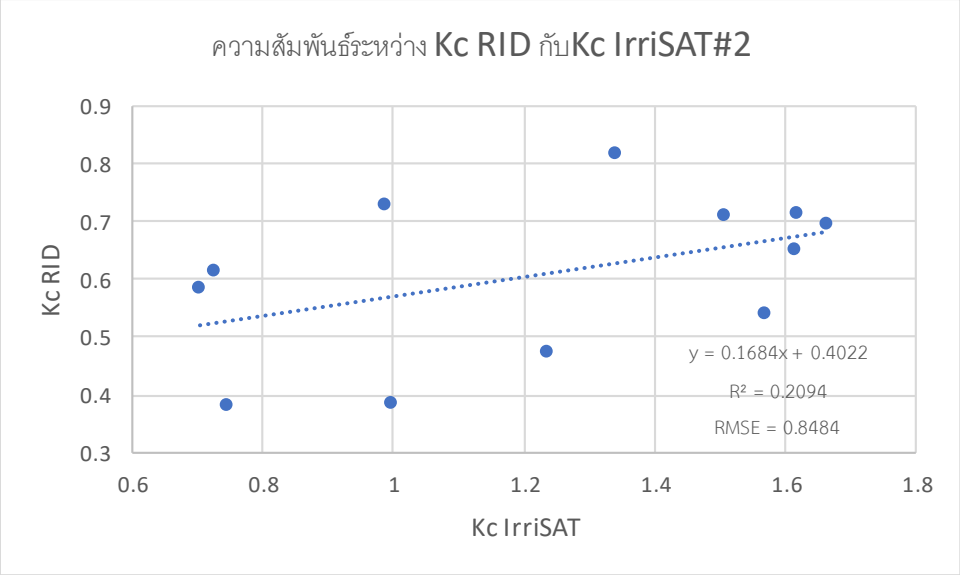
		ก่อนปรับแก้				หลังปรับแก้			
วัน	ค่า KC จากกรมชลประทาน	ท่าปาบ 1	ท่าปาบ 2	นาหมื่นศรี	บ้านโพธิ์	ท่าปาบ 1	ท่าปาบ 2	นาหมื่นศรี	บ้านโพธิ์
1	0.74643	0.4802	0.3833	0.4339	0.5311	0.9027	1.0907	0.9309	1.0464
9	0.99643	0.5862	0.3845	0.4397	0.5675	1.1020	1.0942	0.9434	1.1181
17	1.23571	0.6383	0.4755	0.5249	0.5877	1.2000	1.3530	1.1263	1.1579
25	1.40714	0.7312		0.7101	0.6386	1.3745		1.5237	1.2581
33	1.51071	0.7007		0.6395	0.6679	1.3172		1.3721	1.3159
41	1.56786	0.7496	0.5414	0.6869	0.6338	1.5948	1.3430	1.5419	1.5239
49	1.61500	0.7260	0.6519	0.7198	0.6386	1.5444	1.6171	1.6158	1.5354
57	1.66214	0.7961	0.6969	0.7321	0.7096	1.6937	1.7286	1.6435	1.7063
65	1.61714	0.7658	0.7150	0.7399	0.7056	1.6292	1.7735	1.6610	1.6965
73	1.50714	0.8315	0.7089	0.7591	0.7525	1.1156	1.0799	1.0733	1.0860
81	1.34000	0.8625	0.8160	0.8625	0.7181	1.1573	1.2432	1.2195	1.0363
89	0.98786	0.7991	0.7291	0.7953	0.7913	1.0722	1.1107	1.1245	1.1420
97	0.70357	0.7319	0.5865	0.6432	0.6971	0.9820	0.8935	0.9094	1.0060
98	0.72500	0.6980	0.6146	0.6625	0.6882	0.9364	0.9363	0.9368	0.9932



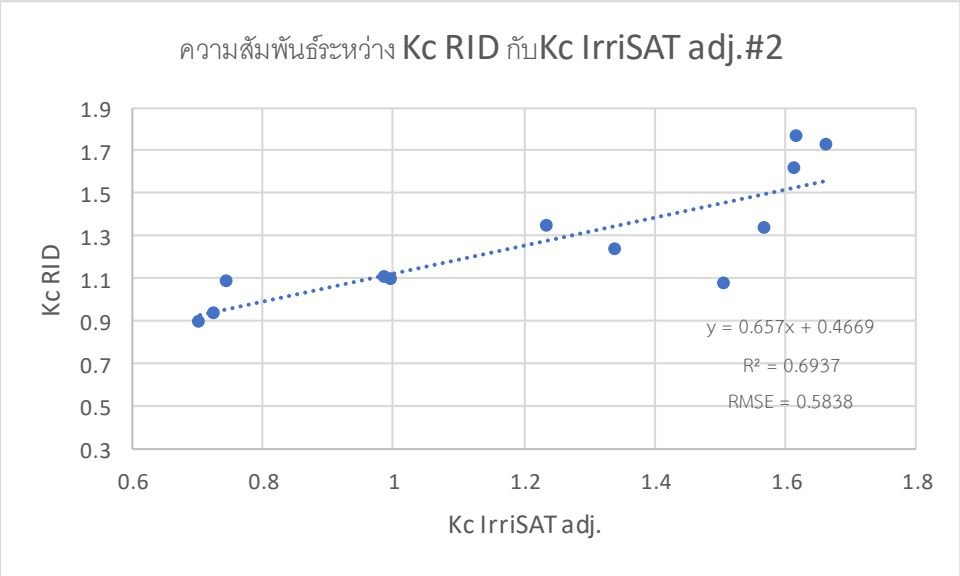
รูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน กับค่า Kc IrriSAT ก่อนปรับแก้ของแปลงที่ 1



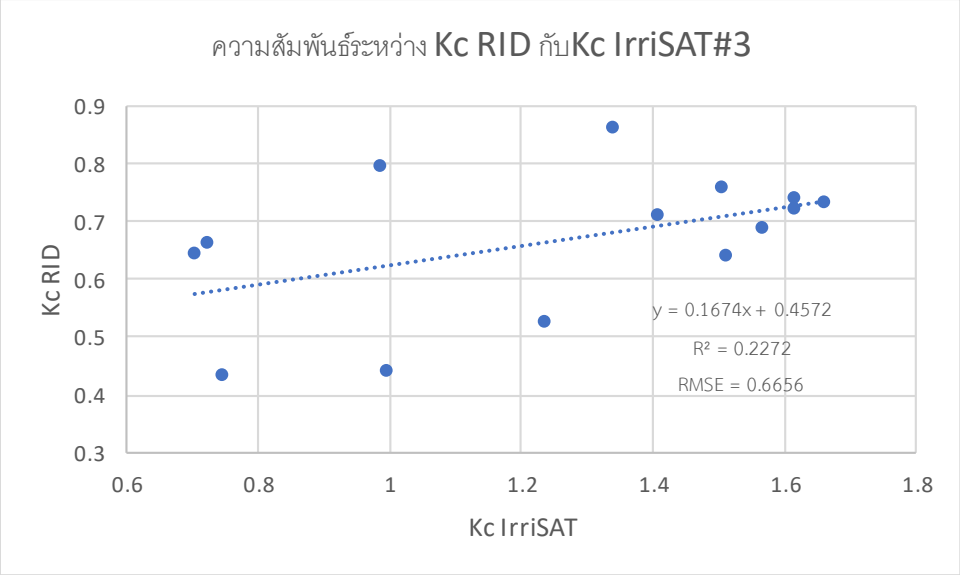
รูปที่ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน กับค่า Kc IrriSAT adj. หลังปรับแก้ของแปลงที่ 1



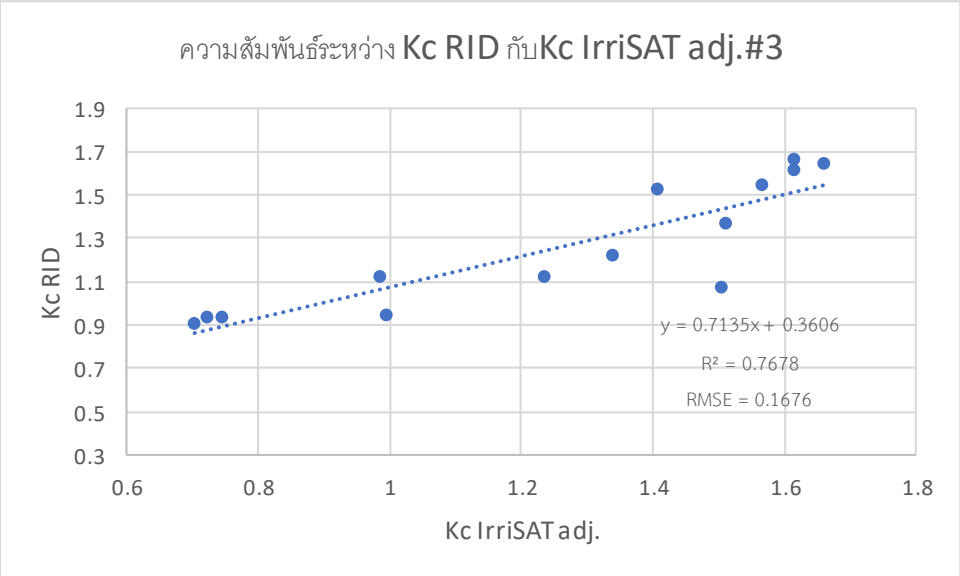
รูปที่ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน กับค่า Kc IrriSAT ก่อนปรับแก้ของแปลงที่ 2



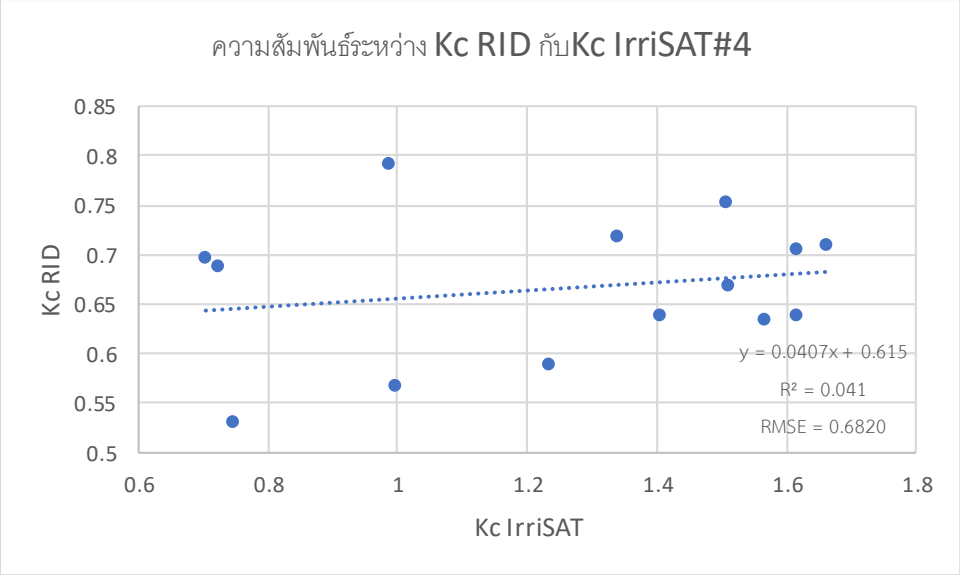
รูปที่ 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน กับค่า Kc IrriSAT adj. หลังปรับแก้ของแปลงที่ 2



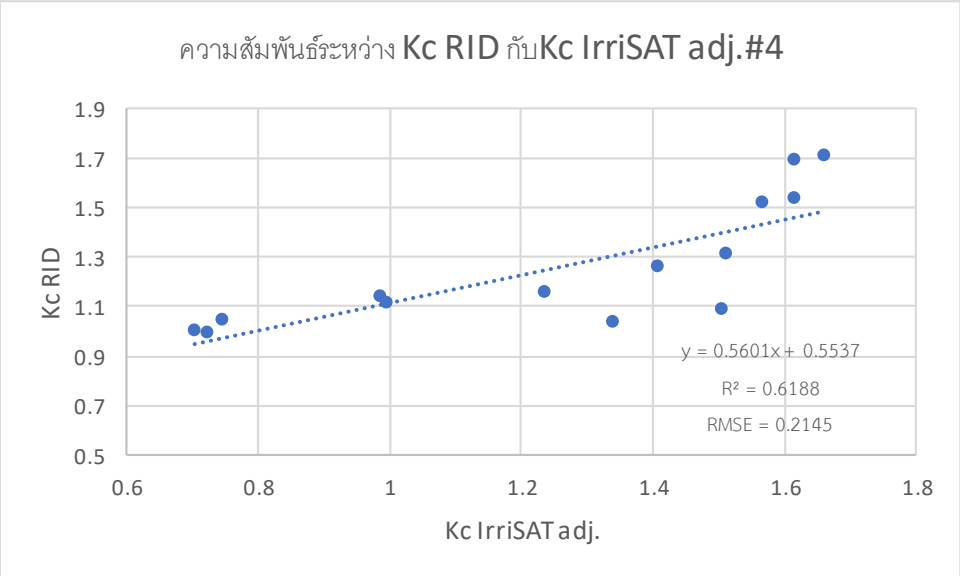
รูปที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน กับค่า Kc IrriSAT ก่อนปรับแก้ของแปลงที่ 3



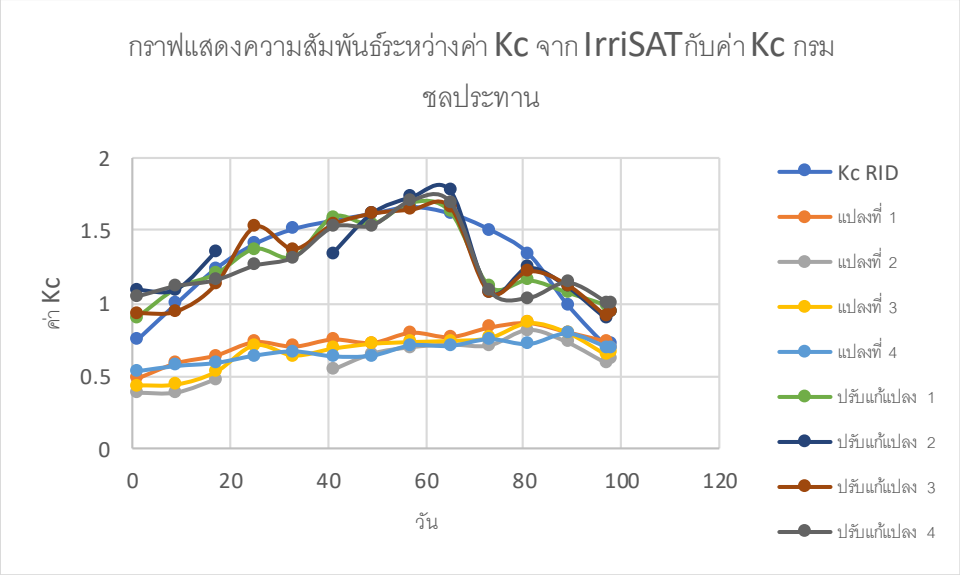
รูปที่ 13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน กับค่า Kc IrriSAT adj. หลังปรับแก้ของแปลงที่ 3



รูปที่ 14 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน กับค่า Kc IrriSAT ก่อนปรับแก้ของแปลงที่ 4



รูปที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน กับค่า Kc IrriSAT adj. หลังปรับแก้ของแปลงที่ 4

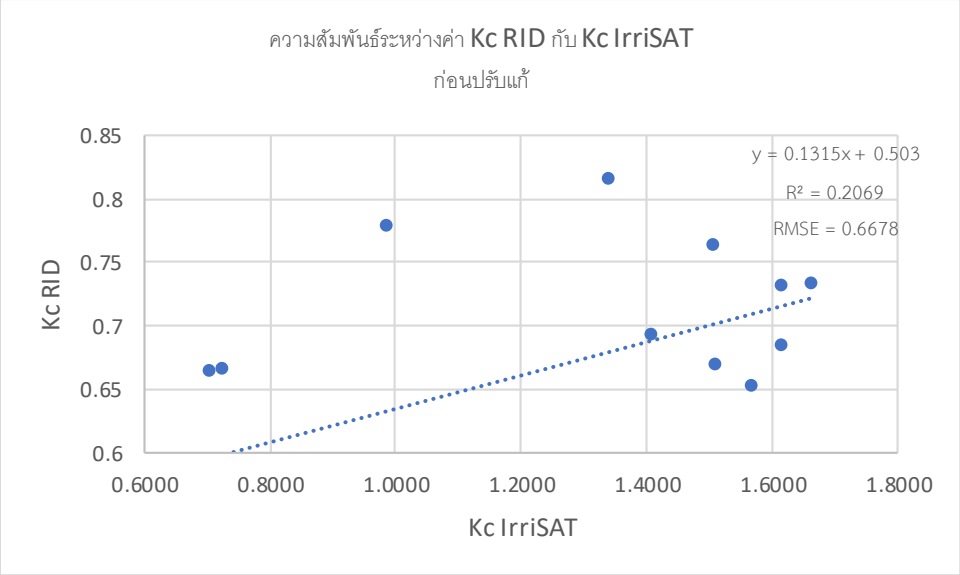


รูปที่ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc จาก IrriSATกับค่า Kc กรมชลประทาน ก่อนปรับแก้-หลังปรับแก้ของทุกพื้นที่การศึกษา

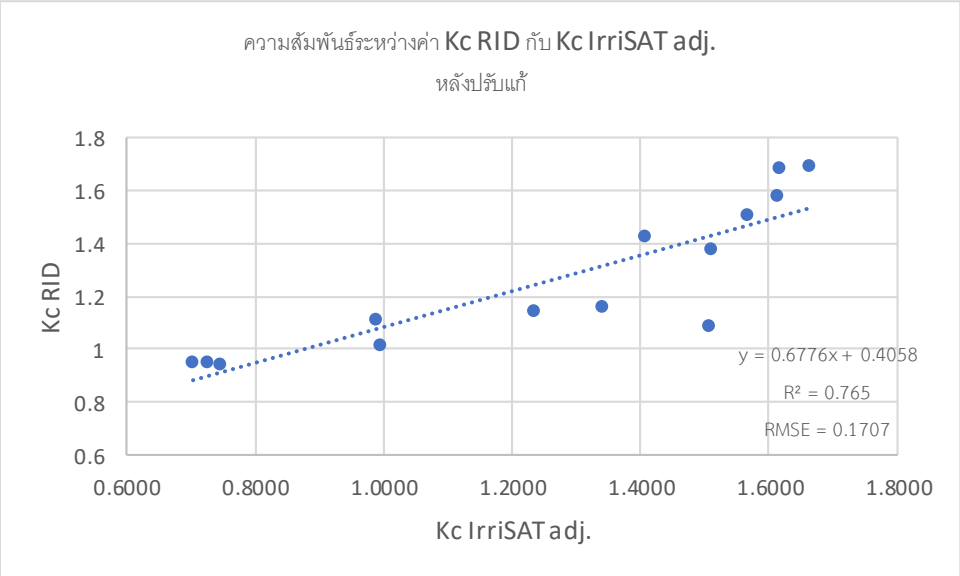
จากการศึกษาเพิ่มเติมโดยนำค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชจาก IrriSAT ที่เฉลี่ยแล้วของแต่ละแปลงมาทำการเฉลี่ยใหม่และหาค่าปรับแก้ใหม่โดยแบ่งช่วงเวลาการปรับแก้เป็น 3 ช่วงเหมือนเดิมคือ ช่วงตั้งตัวของพืช (Initail Stage) ช่วงกลางของการเพาะปลูก (Mid-Season Stage) และช่วงปลายของการเพาะปลูก (Late-Season Stage) ดังตารางที่ 8 และจากแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน กับค่า Kc IrriSAT ดังรูปที่ 17-18 จะได้สมการเพื่อที่จะนำมาใช้ในการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชจาก IrriSAT (Kc $IrriSAT_{adj.}$) ที่สามารถนำมาใช้จริงได้

ตารางที่ 8 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ของแต่ละแปลงที่นำมาศึกษาเพิ่มเติมและทำการปรับแก้ใหม่

วัน	ท่าปาบ 1	ท่าปาบ 2	นาหมื่นศรี	บ้านโพธิ์	เฉลี่ย	ค่าปรับแก้	ปรับแก้	ค่า KC จากกรมชลประทาน
1	0.4802	0.3833	0.4339	0.5311	0.4571		0.9389	0.7464
9	0.5862	0.3845	0.4397	0.5675	0.4945		1.0156	0.9964
17	0.6383	0.4755	0.5249	0.5877	0.5566		1.1432	1.2357
25	0.7312		0.7101	0.6386	0.6933		1.4239	1.4071
33	0.7007		0.6395	0.6679	0.6694	2.0538	1.3748	1.5107
41	0.7496	0.5414	0.6869	0.6338	0.6529		1.5057	1.5679
49	0.7260	0.6519	0.7198	0.6386	0.6841		1.5775	1.6150
57	0.7961	0.6969	0.7321	0.7096	0.7337		1.6919	1.6621
65	0.7658	0.7150	0.7399	0.7056	0.7316	2.3060	1.6870	1.6171
73	0.8315	0.7089	0.7591	0.7525	0.7630		1.0893	1.5071
81	0.8625	0.8160	0.8625	0.7181	0.8148		1.1632	1.3400
89	0.7991	0.7291	0.7953	0.7913	0.7787		1.1117	0.9879
97	0.7319	0.5865	0.6432	0.6971	0.6647		0.9489	0.7036
98	0.6980	0.6146	0.6625	0.6882	0.6658	1.4276	0.9505	0.7250
							0.7650	



รูปที่ 17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน กับค่า Kc IrriSAT ก่อนปรับแก้



รูปที่ 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kc มาตรฐานของกรมชลประทาน กับค่า Kc IrriSAT adj. หลังปรับแก้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลและอภิปรายผลการศึกษา

ผลจากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การใช้นำพืชของข้าวกข.นาหว่านน้ำตม (Kc) จากโปรแกรม IrriSAT กับค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชของข้าวกข.นาหว่านน้ำตมตามมาตรฐานกรมชลประทาน เนื่องจากค่า Kc IrriSAT มีการเก็บข้อมูลทุกๆ 8 วัน จึงจะต้องทำการปรับแก้ค่า Kc RID .ให้เป็นข้อมูลราย 8 วัน จากนั้นต้องทำการปรับแก้ค่า Kc IrriSAT โดยแบ่งช่วงเวลาการปรับแก้เป็น 3 ช่วงคือ ช่วงตั้งตัวของพืช (Initail Stage) ช่วงกลางของการเพาะปลูก (Mid-Season Stage) และช่วงปลายของการเพาะปลูก (Late-Season Stage) โดยหลังจากทำการปรับแก้ค่า Kc RID และค่า Kc IrriSAT พบว่าค่าความสอดคล้อง R-Square ของแปลงที่ 1 แปลงที่ 2 แปลงที่ 3 และแปลงที่ 4 มีค่า 0.7782 0.6937 0.7678 และ 0.6188 ตามลำดับ ซึ่งมีความสอดคล้องกันดี แต่เมื่อทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยนำค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชจาก IrriSAT ที่เฉลี่ยแล้วของแต่ละแปลงมาทำการเฉลี่ยใหม่และหาค่าปรับแก้ใหม่โดยแบ่งช่วงเวลาการปรับแก้เป็น 3 ช่วงเหมือนเดิม ทำให้ได้ค่าความสอดคล้อง R-Square มีค่าเท่ากับ 0.7650 สรุปได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชจากโปรแกรม IrriSAT สามารถนำมาประมาณค่าการน้ำของข้าวนาหว่านน้ำตมได้ แต่ต้องมีการปรับปรุงข้อมูลตามช่วงเวลานั้นๆ เพื่อจะช่วยอำนวยความสะดวกในการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำชองข้าวกข.นาหว่านนำตมในพื้นที่ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแค่ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืชแค่เฉพาะข้าวนาหว่านน้ำตม อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมสำหรับการหาค่า Kc ของพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดอื่น ๆ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการอ่านค่าของโปรแกรม IrriSAT

บรรณานุกรม

ณัฐธยาน์ นามอินทร์, ชูพันธ์ ชมพูจันทร์ และเกศวรา สิทธิโชค. 2562. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำพืช (Kc) ของข้าวนาหว่านน้ำตมโดยใช้ดัชนีพืชพรรณจากภาพถ่ายดาวเทียมหลายช่วงเวลา. **วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย** 20 (พิเศษ): 331-334

ณัฐพล เย็นสกุลสุข และธงทิศ ฉายากุล. 2563. การประมาณค่าปริมาณการใช้น้ำของข้าวแบบนาหว่านน้ำตมในเขตพื้นที่ชลประทานของลุ่มน้ำเจ้าพระยาโดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล. ใน **รายงานการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25**. มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์, กรุงเทพฯ

วราวุธ วุฒิวณิชย์ และพีระชาติ อุดาการ. 2545. การศึกษาหาค่าปริมาณการใช้น้ำและสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย. **วารสารวิศวกรรมสาร มก.** 16 (46) :54-56

เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย. (2552). **การใช้น้ำของพืช ทฤษฎีและการประยุกต์ (Crop Evapotranspiration Theory and Applications.)** ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

Areeya rittma. 2020. Tracing crop water demand in the lower ping river basin,thailand using cloud-based IrriSAT application,pp. 1-8. In **Proceeding of the 22nd IAHR-APD Congress.** 14-17 September 2020, international Association. Sapporo,Japan.

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

John Hornbuckle, Jamie Vleeshouwe, Carlos Ballester, Janelle Montgomery, Robert Hoohers and Robert Birdgart. 2016. **IrriSAT Technical Reference.** Deakin Universiry, Australia.

ประวัตินิสิต

ชื่อ นางสาวเบญจรัตน์ คีรีรัตน์ เลขประจำตัวนิสิต 6020503054

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่อยู่ 183 หมู่ 8 ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดตรัง 92000

โทรศัพท์บ้าน - โทรศัพท์ 091-8219418

E-mail : Benjarat.ke@ku.th

ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี

คุณวุฒิการศึกษา	โรงเรียน / สถาบัน	ปีการศึกษาที่จบ
มัธยมศึกษาตอนปลาย	วิเชียรมาตุ	2559
มัธยมศึกษาตอนต้น	วิเชียรมาตุ	2556