

การพัฒนาแบบจำลองกำหนดการให้น้ำอ้อย

Development of Sugar Cane Irrigation Schedule Model

ธเนศ สัมฤทธิ์นรพงศ์^{1*}, จุติเทพ วงษ์เพ็ชร¹, ระวี อยู่สำราญ¹, พงศธร โสภภาพันธุ์¹

Tane Samritnorapong^{1*}, Jutithep Vongphet¹, Rawee Yoosamran¹, Pongsathorn Sopaphun¹

¹ห้องปฏิบัติการวิจัยจำลองระบบทรัพยากรน้ำด้วยคอมพิวเตอร์และระบบสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม, รหัสไปรษณีย์ 73140

¹Laboratory of Water Resources Computer Modelling and Information System (WRCMIS LAB), Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineering at Khamphaengsaen, Kasetsart University, Nakhon Pathom, 73140

*Corresponding author: Tel: +66-9-1403-6278, E-mail: tanets.2538@gmail.com

บทคัดย่อ

แบบจำลองกำหนดการให้น้ำอ้อย (Sugar Cane Irrigation Schedule Model, SCIS) ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจการให้น้ำแก่อ้อยโดยแบบจำลองคำนวณปริมาณและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการให้น้ำจากปริมาณความชื้นในดินซึ่งพิจารณาจากปริมาณความต้องการน้ำของอ้อยร่วมกับปริมาณฝนใช้การ กำหนดการให้น้ำถูกแจ้งต่อผู้ใช้เมื่อปริมาณความชื้นในดินมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 50 ของความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้และปริมาณน้ำชลประทานเพื่อชดเชยความชื้นในดินที่หายไปจากจุดความชื้นชลประทานโดยพิจารณาจากกราฟความอุ้มน้ำของดินแบบจำลองถูกประยุกต์ใช้กับการปลูกอ้อยตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2560 (อายุอ้อย 9 เดือน) โดยพิจารณาให้น้ำที่เขตรากลึก 30 และ 60 cm ซึ่งมีจำนวนครั้งในการให้น้ำ 27 และ 14 ครั้ง และปริมาณน้ำที่พืชใช้ทั้งหมดเท่ากับ 1,132.46 และ 906.58 m³ ต่อไร่ตามลำดับ แบบจำลองนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้สนับสนุนการตัดสินใจในการให้น้ำเพื่อรักษาความชื้นในดินให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตตลอดช่วงอายุของอ้อย อีกทั้งยังอำนวยความสะดวกแก่เกษตรกรให้มีการบริหารจัดการน้ำสำหรับแปลงอ้อยอย่างมีประสิทธิภาพ และได้มาซึ่งผลผลิตสูงสุด นอกเหนือจากนั้นแบบจำลองนี้สามารถเป็นต้นแบบในการคำนวณกำหนดการให้น้ำที่เหมาะสมสำหรับพืชชนิดอื่น อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อทำการจำลองเชิงพื้นที่

คำสำคัญ: อ้อย, กำหนดการให้น้ำ, ความต้องการน้ำชลประทาน

Abstract

Sugar Cane Irrigation Schedule Model (SCIS) was developed to support the decision on water application for sugar cane. The irrigation amount and time were generated by considering soil moisture content which are governed by sugar cane water requirement and effective rainfall. The irrigation schedule was notified to users when soil moisture content suddenly lower than 50% of available moisture content, and the amount of irrigation water was estimated to compensate moisture in soil to the field capacity point by referring the soil moisture characteristics curve. The SCIS model was applied to the sugar cane field in Nakhon Pathom during 1 April to 31 December 2017 (Sugar cane age; 9 months) by assuming for two different cases of root depths; those are 30 and 60 cm. As the results of two cases of root depths, thirty and sixty-centimeters, numbers of irrigation time were 27 and 14, and total of irrigation water volumes were 1,132.46 and 906.58 m³, respectively. The model enables to generate irrigation schedule for sugar cane, and facilitates farmers to effectively manage the irrigation system for their sugar cane fields with high productivity. Furthermore, the model will be developed for other several crops. In addition, this model would be incorporated with the Geo-Information System to create the spatial-irrigation schedule.

Keywords: Sugar cane, Irrigation schedule, Irrigation water requirement

1 บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจหลักที่สำคัญของประเทศตามยุทธศาสตร์สินค้าพืชเศรษฐกิจ 4 สินค้า ซึ่งประกอบด้วย ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน และอ้อย และเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตน้ำตาลทราย และพลังงานทดแทน ที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของไทยเป็นอย่างมากดังนั้นอ้อยจึงมีความจำเป็นต่อระบบเศรษฐกิจขอประเทศไทยเป็นอย่างมาก

ประเทศไทยมีการเพาะปลูกอ้อยเป็นจำนวนมากนับแต่อดีต ปัจจุบัน อีกทั้งการเพาะปลูกอ้อยยังเป็นอีกทางเลือกที่เกษตรกรปรับเปลี่ยนรูปแบบการเพาะปลูกจากข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจอื่นที่มีความเหมาะสม ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงมีแนวคิดที่ต้องการช่วยเหลือเกษตรกรให้สามารถปลูกอ้อยได้อย่างมีประสิทธิภาพลดค่าใช้จ่าย ประหยัดเวลา และทำให้เกิดผลผลิตสูงสุด ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องมีอยู่หลายปัจจัยได้แก่ ธาตุอาหารในดิน วัชพืชศัตรูพืช และปัจจัยที่สำคัญที่สุดคือน้ำ

ธงชัย และคณะ, (2550) ศึกษาประเมินความต้องการน้ำของอ้อย โดยพบว่าหากพิจารณาผลผลิตที่ 15 ตันต่อไร่ อ้อยมีความต้องการน้ำตั้งแต่ 1,335-1,770m³ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศชนิดดินในพื้นที่ และชนิดพันธุ์ที่ปลูก จะเห็นได้ว่าการผลิตอ้อยมีความต้องการใช้น้ำในปริมาณที่สูง จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาจัดการน้ำในไร่อ้อยให้มีประสิทธิภาพจะทำให้ช่วยเพิ่มผลผลิตและสามารถใช้น้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด ยิ่งไปกว่านั้นในปัจจุบันเกษตรกรผู้ปลูกอ้อยส่วนใหญ่มีวิธีการให้น้ำโดยอาศัยประสบการณ์ ทั้งการพิจารณาช่วงเวลาและปริมาณน้ำที่ให้ส่งผลให้การให้น้ำไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากการให้น้ำไม่ตรงตามความต้องการ ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการพัฒนาแอปพลิเคชันการให้น้ำแก่อ้อยเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจแก่เกษตรกรในการให้น้ำทั้งช่วงเวลาและปริมาณความต้องการน้ำที่เหมาะสม

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองกำหนดการให้

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัสดุ อุปกรณ์

2.1.1 วัสดุ อุปกรณ์

พืชมีความต้องการใช้น้ำสำหรับการเจริญเติบโต การคายน้ำของพืช และอื่นๆ ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการน้ำของพืชคือช่วงอายุของพืชที่ปลูกและสภาพภูมิอากาศในขณะนั้นหรือในรูปแบบของการคำนวณความต้องการใช้น้ำของพืช (Etc) คือสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) และปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) มีความสัมพันธ์กันดังสมการ (1) แบบจำลองกำหนดการให้น้ำอ้อยมีการนำค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยซึ่งพัฒนาโดยกรมชลประทานมีค่าดัง Table1และใช้สมการ penman monteith ในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง โดยมีการใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศดังนี้ พิกัดทางภูมิศาสตร์, อุณหภูมิของอากาศ, ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ, ความเร็วลมจากผิวดินที่ระดับ 2.00 m และจำนวนชั่วโมงแสงแดด (Allen, 1998)

$$Etc | Kc \Delta Eto \quad (1)$$

2.1.2 วัสดุ อุปกรณ์

ปริมาณฝนใช้การฝนใช้การ คือส่วนหนึ่งของปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมายังพื้นที่ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ตามวัตถุประสงค์หรือความต้องการใช้น้ำ สำหรับในด้านชลประทานปริมาณฝนใช้การ หมายถึงน้ำฝนที่ตกลงในแปลงเพาะปลูก และมีประโยชน์ต่อการเตรียมแปลงเพาะปลูก หรือมีประโยชน์สำหรับพืชดูดน้ำเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและเพื่อการระเหยในแปลง ซึ่งในการพัฒนาแบบจำลองกำหนดการให้น้ำอ้อยมีการคำนวณหาค่าปริมาณฝนใช้การด้วยวิธี Soil Conservation Service (SCS)ถูกพัฒนาโดยหน่วยงาน United States Department of Agriculture(USDA)ปริมาณฝนใช้การ (R_f)มีการพิจารณาจาก

Table1 Crop coefficient of sugar cane.

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kc Penman Monteith	0.65	0.86	1.13	1.35	1.56	1.29	1.2	0.93	0.63	0.52

ที่มา: (กรมชลประทาน, 2555)

น้ำอ้อย ด้วยวิธีวิเคราะห์ความชื้นที่คงเหลือในดิน จากการพิจารณาข้อมูลสภาพภูมิอากาศร่วมกับสภาพพื้นที่และรูปแบบการเพาะปลูก ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกในการพัฒนาแอปพลิเคชันสนับสนุนการตัดสินใจแก่เกษตรกรในการให้น้ำอ้อย อีกทั้งยังประยุกต์ใช้แบบจำลองกับพื้นที่การปลูกอ้อยในเขต อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพและข้อจำกัดของแบบจำลอง

ปริมาณฝน(R_f), สภาพภูมิอากาศ (Et) ,ข้อมูลความชื้นของดิน(F) และความสามารถเก็บน้ำของดินในเขตรากพืช(D)คำนวณได้ดังสมการ (2)ซึ่งการคำนวณมีหน่วยความลึกน้ำเป็น cm(ศิริพร, 2545)

$$R_f | (0.329\Delta R^{204:6} 4 20338+\Delta *32^{2022:Et}+\Delta F \Delta 4076 \quad (2)$$

$$\text{โดยที่ } F = 0.532 + 0.116D - 0.99D^2 + 0.0002D^3$$

2.1.3 $\delta \quad \delta \quad \delta \quad \delta \quad \delta$

ความต้องการน้ำชลประทานสุทธิ คือปริมาณน้ำทั้งหมดที่ต้องให้เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของพืชเพิ่มเติมจากปริมาณฝน ใช้การสามารถคำนวณได้ดังสมการ (3)

$$Irr \ (WR) \ | \ \frac{Etc \ 4 \ R_e}{Eff \ \delta Irr \ \delta} \quad (3)$$

โดยหากพิจารณาปริมาณน้ำชลประทานที่ให้จากปริมาณความชื้นในดินต่ำกว่าความชื้นที่ยอมให้ โดยการให้น้ำจะมีการให้น้ำถึงจุดให้น้ำชลประทาน (Field Capacity) เป็นไปตามสมการ (3) และความต้องการน้ำ (Irr. WR) จะพิจารณาจากปริมาณน้ำที่พืชต้องการ (Consumptive use) และประสิทธิภาพการชลประทาน ซึ่งประสิทธิภาพการชลประทานมีความแตกต่างกันในแต่ละวิธีการให้น้ำ การให้น้ำแบบผิวดินอยู่ในช่วงร้อยละ 60-80, การให้น้ำแบบฉีดฝอยอยู่ในช่วงร้อยละ 70-80 และการให้น้ำแบบน้ำหยดอยู่ในช่วงร้อยละ 85-90 (บุญมา, 2546)

ปริมาณน้ำที่ให้พิจารณาการให้น้ำถึงความชื้นชลประทาน (Field Capacity : FC) หรือเท่ากับที่แรงดึงความชื้น 1/3 bar ซึ่งปริมาณความชื้นในดินต้องไม่ต่ำกว่าจุดเหี่ยวเฉาถาวร (Permanent wilting point : PWP) หรือเท่ากับที่แรงดึงความชื้น 15 bar เพื่อไม่ให้พืชเหี่ยวเฉาจากการขาดน้ำโดยแบบจำลองมีการกำหนดการให้น้ำเมื่อปริมาณความชื้นในดินคงเหลือต่ำกว่าความชื้นที่จุดวิกฤต (Critical point : CP) ซึ่งอยู่กึ่งกลางระหว่างความชื้นชลประทานและจุดเหี่ยวเฉาถาวรหรือที่ร้อยละ 50 ของปริมาณความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้ทั้งหมด (Available water content : AWC) ปริมาณน้ำชลประทานเพียงพอต่อการใช้น้ำของอ้อยคำนวณได้ดังสมการ (4)

$$dw \ | \ Pw \ \Delta \ As \ \Delta \ dp \quad (4)$$

ในการคำนวณสมการ (4) dw คือปริมาณน้ำชลประทาน, Pw คือปริมาณความชื้นในดินที่เพิ่มขึ้นเพื่อเติมความชื้นในดินให้ถึงความชื้นชลประทาน, As คือความถ่วงจำเพาะปรากฏของดิน และ dp คือความลึกของเขตราก

โดยความลึกของเขตรากพิจารณาที่ความลึกครึ่งหนึ่งของความลึกราก ซึ่งปริมาณน้ำที่พืชนำไปใช้ร้อยละ 70 ถูกดูดซึมจากความลึกรากที่ร้อยละ 50 แบบจำลองกำหนดการให้น้ำอ้อยทำการคำนวณสำหรับอ้อยที่มีความลึกของราก 60 และ 120 cm จึงมีการพิจารณาเขตรากที่ความลึก 30 และ 60 cm (วิบูลย์, 2526)

2.2 $\delta \quad \delta \quad \delta$

2.2.1 $\delta \quad \delta \quad \delta$

การพัฒนาแบบจำลองกำหนดการให้น้ำแก่อ้อยถูกออกแบบจากการใช้ความรู้พื้นฐานในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในดินกับปริมาณน้ำที่พืชต้องการ เกณฑ์การให้น้ำขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดินโดยใช้กราฟความอุ้มน้ำของดินเป็นตัวกำหนด ในการพัฒนาแบบจำลองกำหนดการให้น้ำอ้อยถูกพัฒนาขึ้นเพื่อจำลองกำหนดการให้น้ำอ้อยภายในแปลงสาธิตภาคีวิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยา

เขตกำแพงแสน ทำการเจาะสำรวจดินแบบคงสภาพด้วยกระบอกเก็บตัวอย่างดิน (Soil core sampler) ที่ระดับความลึก 30, 60 cm จากผิวดิน และทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อทดสอบหาความชื้นในดินเมื่อมีแรงดึงความชื้นที่ค่าต่าง ๆ ด้วยหม้อความดัน (Extractor chamber)

2.2.2 $\delta \quad \delta \quad \delta$

ในงานชลประทานมักใช้ค่าความถ่วงจำเพาะปรากฏมากกว่าความถ่วงจำเพาะที่แท้จริง ซึ่งความถ่วงจำเพาะปรากฏของดิน (Apparent specific gravity, A_s) คำนวณได้จาก การเปรียบเทียบอัตราส่วนน้ำหนักของเมล็ดดิน (W_s) ต่อปริมาตรของเมล็ดดินรวมช่องว่าง (V) กับน้ำหนักจำเพาะของน้ำ (γ_w) คำนวณได้ดังสมการ (5) โดยการเจาะสำรวจดินในภาคสนามด้วยกระบอกเก็บตัวอย่างดิน (Soil core sampler) นำเข้าเตาอบ 24 ชั่วโมงเพื่อให้น้ำระเหย ซึ่งเฉพาะน้ำหนักของเมล็ดดิน และวัดปริมาตรรวมของกระบอกเก็บตัวอย่าง

$$A_s \ | \ \frac{W_s}{V \ \gamma_w} \quad (5)$$

2.3 $\delta \quad \delta \quad \delta \quad \delta \quad \delta$

2.3.1 $\delta \quad \delta \quad \delta$

การพัฒนาแบบจำลองกำหนดการให้น้ำแก่อ้อยมีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อพัฒนาการกำหนดการให้น้ำแก่อ้อยสำหรับแปลงสาธิตภาคีวิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ซึ่งใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดนครปฐม ในปี พ.ศ.2560

ฐานข้อมูลภายในมีการแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ 1) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศซึ่งนำไปคำนวณการใช้น้ำของพืชและปริมาณฝนใช้การ, 2) สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยและ 3) การคำนวณความชื้นในดิน

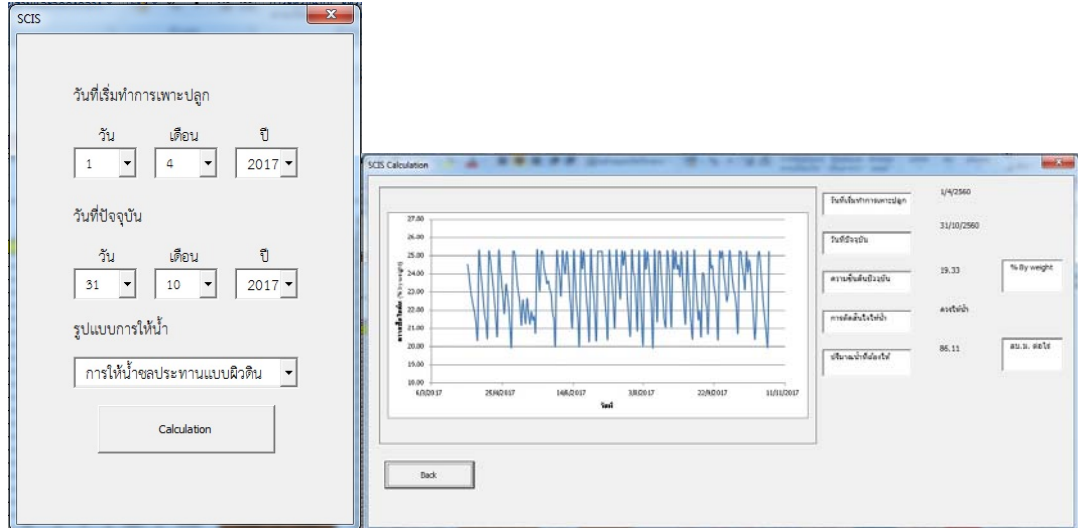
2.3.2 $\delta \quad \delta \quad \delta$

การสร้างอินเตอร์เฟซสำหรับผู้ใช้งานถูกพัฒนาขึ้นจากภาษา Visual basic ซึ่งสามารถทำการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล โดยที่อินเตอร์เฟซสำหรับผู้ใช้งานประกอบไปด้วยส่วนของการรับข้อมูลจากผู้ใช้คือวันที่ปลูก, วันที่ปัจจุบัน, วิธีการให้น้ำ เป็นไปตาม Figure 1(a) และส่วนของการแสดงผลมีการแสดงผลวันที่เริ่มทำการเพาะปลูก, วันที่ปัจจุบัน, ความชื้นดินปัจจุบัน, การตัดสินใจให้น้ำ และปริมาณน้ำที่ต้องให้เป็นไปตาม Figure 1(b)

2.3.3 $\delta \quad \delta \quad \delta \quad \delta \quad \delta \quad \delta$

เหมาะสมสำหรับอ้อยไม่ความต่ำกว่าความชื้นที่จุดวิกฤต(นุขกรินทร์ และอรรถสิทธิ์, 2555)

การทำงานของแบบจำลองกำหนดการให้น้ำอ้อยมีการทำงานเป็นไปตาม Figure 2 ในการทำงานของแบบจำลองกำหนดการให้น้ำอ้อยจะถูกแบ่งการนำเข้าข้อมูลออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของการนำเข้าโดยผู้ใช้โดยนำเข้าข้อมูลวันที่เริ่มปลูก วันที่ปัจจุบัน และวิธีการให้น้ำส่วนของการนำเข้าข้อมูลจากฐานข้อมูลโดยการนำเข้าข้อมูลอุตุนิยมวิทยา, สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อย (Kc)



(a) Interface for input data by user.(b)Interface display for user form.

Figure 1 SCIS model

และคุณสมบัติของดิน (ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินและความถ่วงจำเพาะของดิน) นอกเหนือจากส่วนนำเข้าข้อมูลจะเป็นส่วนการคำนวณ ในส่วนการคำนวณปริมาณฝนใช้การตามสมการ (2) และปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงตามสมการ Penman Monteith เป็นการนำเข้าข้อมูลอุตุนิยมวิทยามาคำนวณ ซึ่งปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงและสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของอ้อยถูกนำไปคำนวณการใช้น้ำของอ้อย เมื่อมีข้อมูลการใช้น้ำของอ้อยและฝนใช้การในวันนั้นๆแล้วจะทำการคำนวณปริมาณความชื้นในดินที่คงเหลือในวันนั้น ๆตามสมการ (6) ถ้าปริมาณความชื้นในดินต่ำกว่าร้อยละ 50 ของความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะมีการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องให้แก่อ้อย และจะมีการคำนวณต่อในวันถัดไป หรือปริมาณความชื้นในดินสูงกว่าร้อยละ 50 ของความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะมีการคำนวณต่อในวันถัดไป ซึ่งแบบจำลองจะมีการคำนวณตั้งแต่วันที่เริ่มปลูกถึงวันปัจจุบัน และส่วนสุดท้ายคือส่วนการแสดงผล

ปริมาณความชื้นของดินปัจจุบัน (Sm_i) มีการคำนวณจากวิธีการสมดุลย์น้ำสำหรับความลึกรากจะมีการพิจารณาถึงปริมาณความชื้นในวันก่อนหน้า (Sm_{i-1}), ปริมาณน้ำฝนใช้การที่เกิดขึ้นในวันนั้น (Re_i) และปริมาณการใช้น้ำของพืชในวันนั้น (ETC_i) เป็นไปตามสมการ (6) ซึ่งทั้งหมดเป็นหน่วยความลึกของน้ำ

$$Sm_i = Sm_{i-1} + Re_i - ETC_i \quad (6)$$

สำหรับช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการให้น้ำจะถูกกำหนดโดยกราฟความอุ้มน้ำของดิน ซึ่งปริมาณความชื้นในดินที่

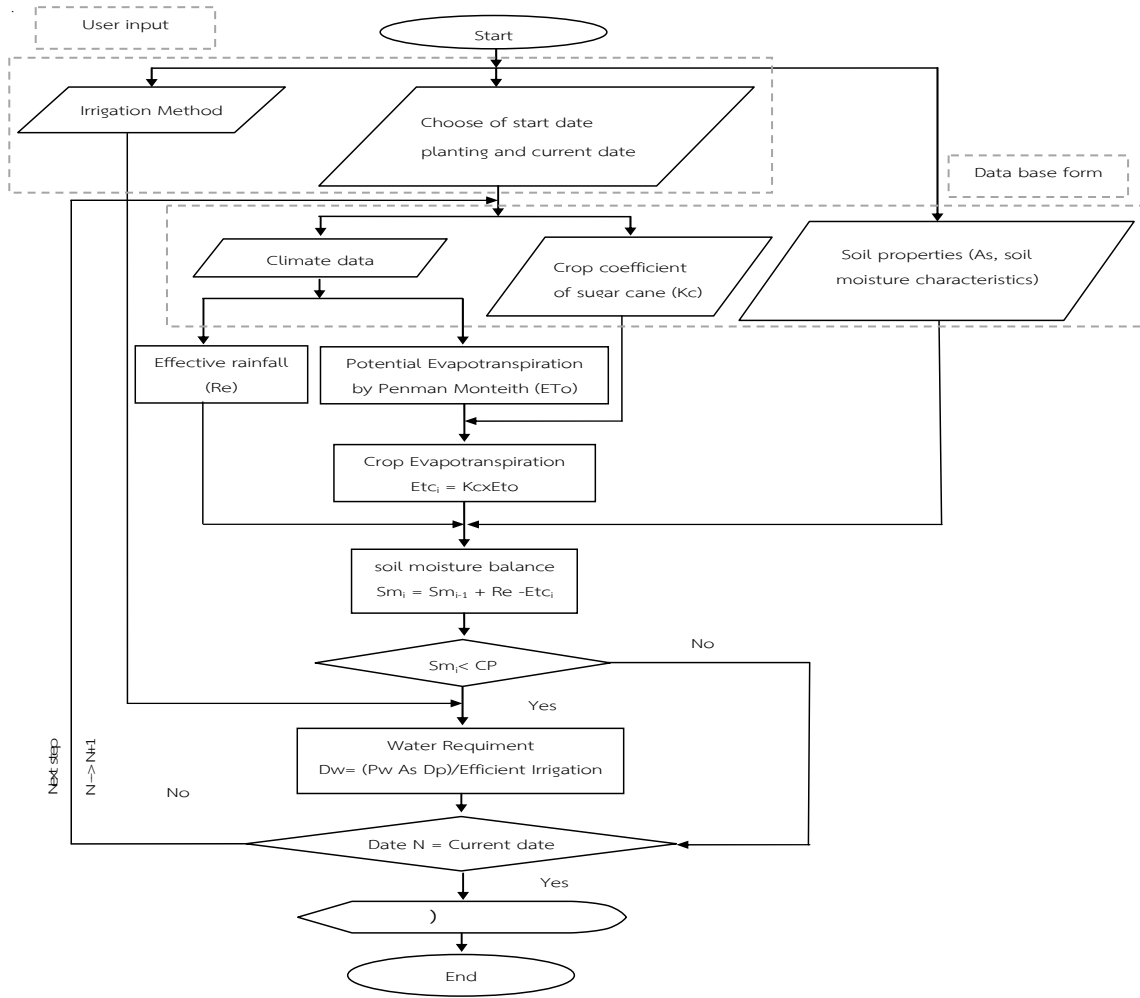


Figure 2 SCIS model flow chart.

3 ผลและวิจารณ์

3.1 ๐ ก๊๐

กราฟความสามารถในการอุ้มน้ำของดินสร้างขึ้นจากความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงความชื้นกับความชื้นในดินโดยมีค่าแรงดึงความชื้นที่ตั้งแต่ 0 จนถึง 15 bar สามารถสร้างกราฟความสามารถในการอุ้มน้ำที่ระดับความลึก 30 และ 60 cm ของดินเป็นไปตาม Figure 3(a) และ Figure 3(b)ตามลำดับ ซึ่งจากกราฟสามารถอ่านค่าความชื้นชลประทาน (Field capacity) เท่ากับร้อยละ 25 และ 30 โดยน้ำหนัก และจุดเหี่ยวถาวร (Permanent wilting point) เท่ากับร้อยละ 15 และ 20 โดยน้ำหนัก ดังนั้นของความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (Available water content) เท่ากับร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก และจุดวิกฤต (Critical point) เท่ากับร้อยละ 20 และ 25 โดยน้ำหนัก

ความถ่วงจำเพาะปรากฏจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการที่เขตราก 30 cm มีค่าเท่ากับ 1.52 ซึ่งบ่งบอกว่าเนื้อดินเป็นดิน

ร่วนปนทราย และ 60 cm มีค่าเท่ากับ 1.27 ซึ่งบ่งบอกว่าเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนตะกอนทรายเป็นไปตาม Table 2

Table 2 Apparent specific gravity at 30 cm of root depth.

Category	Depth (cm)	
	30	60
Average weight (g)	100.58	84.41
Average volume (cm ³)	66.38	66.66
Apparent specific gravity	1.52	1.27

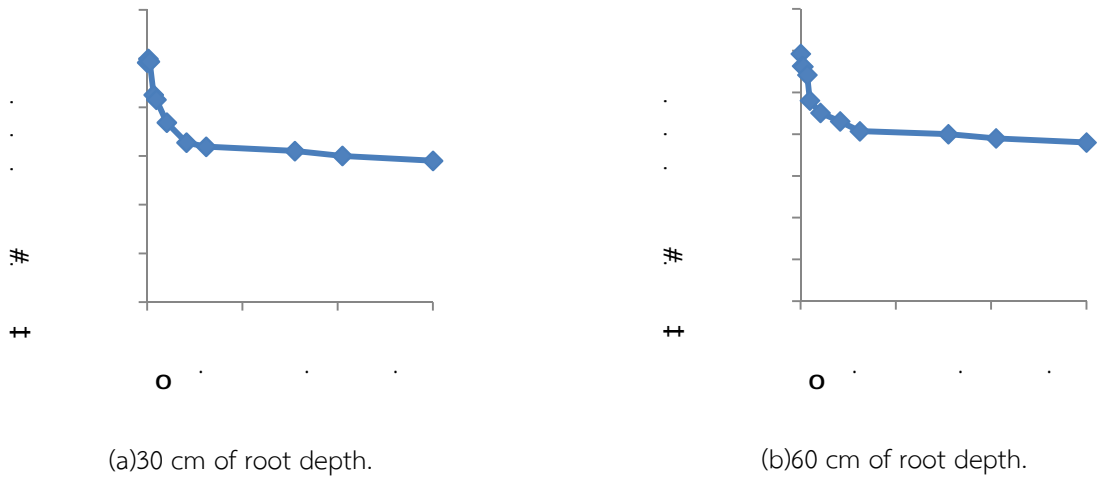


Figure 3 Soil moisture characteristics.

3.2 อ๋ อ๋ อ๋ อ๋

แบบจำลองกำหนดการให้น้ำอ้อยพิจารณาภายในแปลงสาธิต ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2560 (อายุอ้อย 9 เดือน) ที่เขตความลึกของราก 30 และ 60 cm มีผลการคำนวณคือมีจำนวนครั้งในการให้น้ำ 27 และ 14 ครั้ง และปริมาณน้ำที่พืชใช้ทั้งหมดคิดเป็นต่อไร่เท่ากับ 1,132.46 และ 906.58 m³ เมื่อคำนวณปริมาณความต้องการน้ำชลประทานเท่ากับ 1617.80 และ 1295.11 m³ ตามลำดับมีความใกล้เคียงกับงานวิจัยของธงชัยและคณะ ปริมาณความชื้นในดินและปริมาณน้ำชลประทานที่ให้ที่เขตความลึกของราก 30 และ 60 cm แสดงผลในรูปแบบกราฟเป็นไปตาม Figure 4 และ Figure 5 ตามลำดับ จากกราฟจะเห็นได้ว่าเมื่อมีปริมาณความชื้นในดินต่ำ

กว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก จะมีการให้น้ำชลประทานทำให้ปริมาณความชื้นในดินสูงขึ้นจนถึงจุดชลประทาน และในการสูงขึ้นของความชื้นในดินนอกเหนือจากการให้น้ำชลประทานจะเป็นผลจากปริมาณฝนใช้การ

แบบจำลองกำหนดการให้น้ำอ้อยมีการวิเคราะห์การให้น้ำ วิเคราะห์ความชื้นดินให้อยู่ในช่วงร้อยละ 100-50 ของความชื้นเป็นประโยชน์ต่อพืช(Available water content : AWC)เพื่อให้ อ้อยไม่เกิดความเครียดจากการขาดน้ำทำให้อ้อยมีการเจริญเติบโตที่ดีทำให้การปลูกอ้อยได้รับผลผลิตสูง

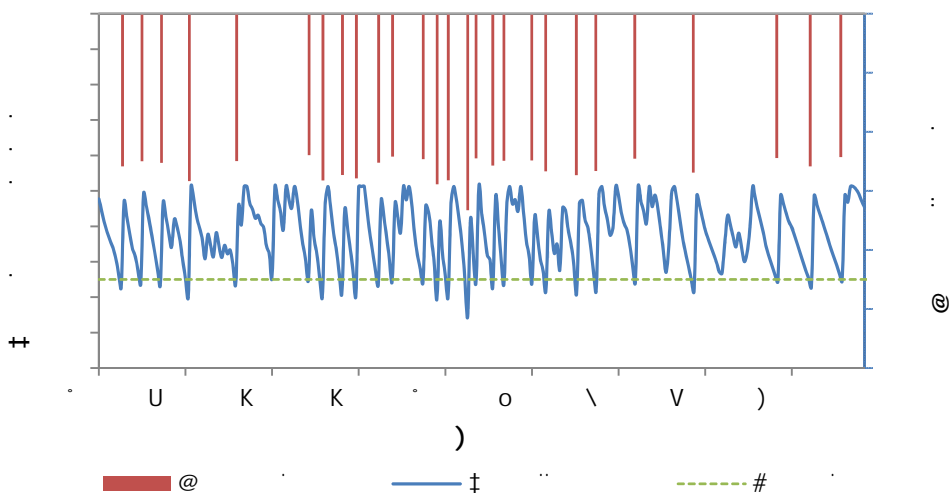


Figure 4 Graph of daily soil moisture and irrigation water at 30 cm of root depth.

