รูปแบบการใช้น้ำจากสระเก็บน้ำผิวดินเพื่อการผลิตอ้อย กรณีศึกษาอ้อยแปลงใหญ่ในจังหวัดสุรินทร์

Surface Water use Patterns of Farm Pond for Sugarcane Production: Case Study of large-scale Sugar Cane Plantation in Surin Province.

วรธรรม ยิ่งเชิดงาม ปิยวัฒน์ คุ้มเขว้า ธุรกิจ วันศรี ธนัญญา สังสีแก้ว ฉัตรชัย โชติษฐยางกูร* และชวนากร สีดาชมพู

Woratam Yingchordngam Piyawat Khumkhwao Thurakit Wansri Thananya Sungseekaew Chatchai Jothityangkoon* and Chavanakorn Sidachompoo

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Civil Engineering, Suranaree University of Technology

*E-mail: cjothit@sut.ac.th

Received: 28 Oct 19

Revised: 07 Aug 20

Accepted: 13 Aug 20

บทคัดย่อ

การศึกษารูปแบบการบริหารจัดการน้ำชลประทานให้แก่อ้อย โดยใช้แหล่งน้ำจากสระเก็บน้ำในพื้นที่ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ (1) ประมาณความต้องการน้ำชลประทานของอ้อย (2) ประมาณปริมาณน้ำผิวดินจากสระน้ำด้วยวิธีสมดุลของน้ำของสระน้ำ (3) การจำลองเหตุการณ์เมื่อมีการใช้น้ำจากสระน้ำกรณีต่าง ๆ โดยแบ่งความไม่แน่นอนของฝนออกเป็น 3 รูปแบบ คือ ปีฝนน้อย ปีฝนปานกลาง และปีฝนมาก และมีรูปแบบการปลูกที่แตกต่างกัน 6 รูปแบบคือ อ้อยปลูกเดือนตุลาคม อ้อยตอเดือนธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน ที่สอดคล้องกับช่วงเวลาการหีบอ้อยของโรงงานน้ำตาล จึงจำลองเหตุการณ์ได้ทั้งหมด 18 กรณี ผลการคำนวณความต้องการน้ำชลประทานของอ้อย ตลอดช่วงระยะเวลาปลูกเท่ากันที่ 10 เดือน และการจำลองเหตุการณ์พบว่า กรณีอ้อยปลูกเดือนตุลาคม มีการความต้องการใช้น้ำชลประทานมากกว่าทุกกรณี คือ ในปีฝนน้อย ปีฝนปานกลาง และปีฝนมาก ต้องการน้ำชลประทาน 725 714 และ 688 มิลลิเมตรต่อไร่ น้ำจากสระน้ำเพียงพอสำหรับพื้นที่ปลูกอ้อยน้อยกว่าทุกกรณี ขนาด 35 40 และ 65 ไร่ ตามลำดับ กรณีอ้อยตอ เดือนมีนาคมมีความต้องการใช้น้ำชลประทานน้อยที่สุด คือ ในปีฝนน้อย ปีฝนปานกลาง และปีฝนมาก ต้องการน้ำชลประทาน 199 179 และ 158 มิลลิเมตรต่อไร่ น้ำจากสระน้ำเพียงพอสำหรับพื้นที่ปลูกอ้อยมากกว่าทุกกรณีขนาด 175 285 และ 350 ไร่ ตามลำดับ ผลการศึกษานี้เป็นแนวทางการบริหารจัดการ การให้น้ำชลประทานแก่อ้อยได้อย่างเหมาะสม มีความสอดคล้องกันระหว่างรูปแบบการปลูก และความไม่แน่นอนของฝน

คำสำคัญ: สมดุลน้ำ น้ำผิวดิน น้ำชลประทาน ความต้องการน้ำของอ้อย ความไม่แน่นอนของฝน

Abstract

The study of irrigated water management for sugarcane in a farm pond consisted of three main phases. The first phase was to estimate a requirement of irrigated water for sugarcane. The second phase was to estimate the volume of surface water in the farm pond by applying water balance principle of the farm pond. The third step was to simulate the combination of different planting patterns and variability of rainfall. The variability of rainfall was classified into three patterns: dry years, normal years, and wet years. Planting patterns represented patterns of surface water were classified into 6 cases: planting sugarcane in October, ratooning sugarcane in December, January, February, March, and April. This related to a timeline of sugar factories to press sugarcanes. Total cases of simulations were 18 cases. Calculated results of irrigated water requirement for sugarcane through 10 months of growing period were used. To plant sugarcane in October, irrigated water requirement was at the highest when compared to the other cases. The amount of irrigated water for dry years, normal years, and wet years were 725, 714, and 688 mm/Rai and adequated for planting areas 35, 40 and 65 Rai, respectively. To ratoon sugarcane in March, irrigated water requirement was at the lowest, irrigated water for dry years, normal years, and wet years are 199, 179 and 158 mm/Rai and adequated for planting area 175, 285 and 350 Rai, respectively. These results could

be used as guidelines for irrigated water management for sugarcane, which considering all possible conditions of planting patterns and rainfall variability.

Keywords: water balance, surface water, irrigated water, sugarcane water requirement, rainfall variability

1. บทนำ

อ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตน้ำตาล ปัจจุบันน้ำตาลเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของไทยโดยในปี พ.ศ. 2561 มีการส่งออกน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ ในปริมาณ 8.30 ล้านตัน มูลค่ากว่า 0.88 แสนล้านบาทต่อปี [1] การปลูกอ้อยจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับเกษตรกรระหว่าง มันสำปะหลัง อ้อย และข้าว โดยเฉพาะเกษตรกรในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีพื้นที่ปลูกอ้อย มากถึง 5.3 ล้านไร่ ปริมาณอ้อยทั้งหมด 58.8 ล้านตัน ในปีการผลิต 2561/2562 [2] แต่ปัญหาหลักสำหรับการปลูกอ้อยในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือไม่มีแหล่งน้ำที่เพียงพอสำหรับการปลูกอ้อย การขาดน้ำชลประทานที่เพียงพอนอกจากจะส่งผลให้อ้อยมีผลผลิตต่ำแล้วยังทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกและการไว้ตอของอ้อยลดลงอีกด้วย [3]

การจัดหาแหล่งน้ำ กักเก็บน้ำและบริหารจัดการน้ำที่มีอยู่ สำหรับการปลูกอ้อยจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการปลูกอ้อยในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งน้ำโดยทั่วไปมี 2 แหล่งคือ แหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดิน โดยในการศึกษานี้จำกัดเฉพาะในส่วนของน้ำผิวดินที่มีการกักเก็บไว้ในสระกักเก็บน้ำในไร่อ้อยเอง การบริหารจัดการสระเก็บน้ำต้องบริหารจัดการความไม่แน่นอนของธรรมชาติและความต้องการใช้น้ำ ได้แก่ การแปรผันของปริมาณฝน ปริมาณน้ำที่ไหลลงสระ ปริมาณน้ำที่ใช้เพื่อการชลประทาน เป็นต้น ดังนั้นในการจัดการสระเก็บน้ำที่จะมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล จึงจำเป็นต้องอาศัยเทคนิค หรือวิธีการที่จะคาดการณ์ ล่วงหน้าจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งในอดีตและปัจจุบัน เพื่อประกอบการตัดสินใจ [5]

การให้น้ำระบบน้ำหยด (Drip Irrigation) เป็นเทคโนโลยีการให้น้ำพืชที่พัฒนาจากต่างประเทศ ที่ใช้ในเขตแห้งแล้งสำหรับการปลูกพืชเกือบทุกชนิด หลักการของการใช้น้ำหยด คือให้ความชื้นแก่ดินในรูปของกรวยตัดแล้วให้รากพืชเจริญเติบโต อยู่ภายในกรวยของความชื้นนั้นโดยรักษาความชื้นในดินให้อยู่ในระดับความชื้นชลประทาน (Field Capacity) ตลอดเวลา สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการให้น้ำแก่พืชหลายชนิด ช่วยให้สามารถประหยัดน้ำได้อย่างดี วิธีนี้เป็นที่นิยมทั่วไปและจะมีบทบาทมากขึ้นในอนาคตโดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ต้องประสบกับปัญหาการขาดแคลนน้ำและแรงงานในการให้น้ำ [4]

จากการศึกษาของ [5] การให้น้ำชลประทานระบบน้ำหยดและระบบร่องคู่กับอ้อยพันธุ์อู่ทอง3 ในชุดดินกำแพงแสน จังหวัดสุพรรณบุรี ในฤดูปลูกอ้อยปี 2547/48 และ 2548/49 พบว่าผลผลิตอ้อยตอจากการให้น้ำทั้งในระบบร่องคูและระบบน้ำหยดเฉลี่ยเท่ากับ 17.45 ตัน/ไร่ วิธีการทดลองที่ให้อ้อยได้รับน้ำปริมาณ 1.25 เท่า 1 เท่า และ 0.75 เท่าของความต้องการน้ำของอ้อย ให้ผลผลิตน้ำหนักลำไม่แตกต่างกันทางสถิติเฉลี่ย 18.69 18.75 และ 17.65 ตัน/ไร่ตามลำดับ โดยทั้งสามการทดลองนี้ให้ผลผลิตสูงกว่า การให้น้ำอ้อยโดยน้ำฝนตามธรรมชาติ ซึ่งให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุดเพียง 14.70 ตัน/ไร่ แสดงให้เห็นได้ว่าปริมาณน้ำที่ให้เพิ่มมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตอย่างเด่นชัดในทั้งสามวิธีให้น้ำ คิดเป็นร้อยละ 20.1 27.6 และ 27.1 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับผลผลิตอ้อยที่อาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ ผลการศึกษาของ [4] ยืนยันว่าการใหน้ำในการปลูกอ้อย 3 วิธีคือ (1) ให้ตามร่อง (2) ให้น้ำหยดบนดิน และ (3) ให้น้ำหยดใต้ดิน ให้ผลผลิตอ้อยสูงกว่าการไม่ให้น้ำชลประทานหรือให้น้ำตามฝนที่ตก

การศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้แหล่งน้ำใต้ดิน เป็นน้ำชลประทานสำหรับการปลูก มันสำปะหลัง และข้าวโพด สำหรับพื้นที่การเกษตรขนาดเล็ก ในจังหวัดนครราชสีมา โดยการเปรียบเทียบความต้องการใช้น้ำของพืชกับความสามารถการให้น้ำของบ่อน้ำบาดาล ผลการศึกษาพบว่า มีความเป็นไปได้ที่จะเผชิญกับความแปรผันของฝน ในกรณีปีน้ำน้อยหรือปีแล้ง สามารถดำเนินการเพาะปลูกต่อไป โดยต้องปรับเวลาหรือเลื่อนเวลาเพาะปลูก และลดพื้นที่ปลูก ให้เหมาะสมกับปริมาณฝนที่น้อยลงแต่ปริมาณน้ำใต้ดินที่ค่อนข้างคงที่ [6]

การศึกษานี้ เป็นการประเมินรูปแบบ การใช้น้ำผิวดินจากสระน้ำ สำหรับการปลูกอ้อยที่เป็นไปได้รูปแบบต่าง ๆ ตามการเปลี่ยนแปลงของฝน และตารางเวลาการปลูกอ้อย ทั้งอ้อยปลูกใหม่ (planting sugarcane) และอ้อยตอ (ratooning sugarcane) ซึ่งเป็นความความต้องการของบริษัท น้ำตาลสุรินทร์ ที่ต้องการนำไปใช้บริหารจัดการพื้นที่ปลูกอ้อยที่ต้องมีการให้น้ำชลประทาน ได้อย่างเหมาะสม

2. สมการสมดุลของน้ำ

การประยุกต์ใช้สมการสมดุลของน้ำประกอบด้วยสองส่วนคือ สมการสมดุลของลุ่มน้ำ และสมการสมดุลของสระเก็บน้ำ ซึ่งแตกต่างกันที่ลักษณะของปริมาตรควบคุม (control volume) ปริมาตรควบคุมของลุ่มน้ำของสระน้ำกำหนดจากเส้นสันปันน้ำในแผนที่ภูมิประเทศ ปริมาตรควบคุมของสระเก็บน้ำกำหนดจากรูปร่างและขนาดของสระเก็บน้ำ

หลักการสมดุลน้ำในอ่างเก็บน้ำ (Reservoir water balance approach) เป็นทฤษฎีพื้นฐาน ที่สำคัญสำหรับ

ประยุกต์ใช้ในงานด้านการวางแผนและบริหารจัดการลุ่มน้ำและสระน้ำให้มีประสิทธิภาพ หลักการสมดุลของน้ำของสระน้ำคือค่าผลต่างระหว่างเทอมผลรวมของปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสระน้ำสุทธิ (Net inflow) กับเทอมผลรวมของปริมาณน้ำที่ไหลออกจากสระน้ำสุทธิ (Net outflow) เท่ากับการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำเก็บกักในสระน้ำ (Pond storage change, ΔS) ΔS เท่ากับ Net inflow – Net outflow

ในกรณีปริมาตรควบคุม เป็นสระน้ำ โดยที่ inflow ประกอบด้วย ปริมาณฝนที่ตกลงสู่สระน้ำโดยตรง (P) และน้ำที่ไหลเข้าสระน้ำจากน้ำผิวดิน และหรือน้ำใต้ดิน (Q_{in}) Outflow ประกอบด้วย การระเหยจากผิวน้ำของสระน้ำ (E) การซึมของน้ำจากสระน้ำ (F) น้ำล้นสระเมื่อเกิดน้ำท่วมผ่านทางระบายน้ำล้น (Q_{over}) ปริมาณน้ำชลประทาน (Q_{irr}) [7]

$$\Delta S = \left(P + Q_{in}\right) - E - F - Q_{over} - Q_{irr} \qquad (1)$$

ในกรณีปริมาตรควบคุม เป็นลุ่มน้ำ ใช้สมการ Rational method เปลี่ยนน้ำฝนเป็นปริมาณน้ำไหลออกผิวดิน [8]

$$Q_{in} = CiA \qquad (2)$$

โดย Q_{in} คือปริมาณน้ำไหลออกผิวดินที่เติมให้สระน้ำ C คือสัมประสิทธิ์การไหลออก (Runoff coefficient) i คือปริมาณฝนที่ตกในลุ่มน้ำ A คือพื้นที่ลุ่มน้ำของสระเก็บน้ำ

3. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ปลูกอ้อยโรงงานของบริษัทน้ำตาลสุรินทร์ ตั้งอยู่บริเวณ ตำบลบัวเชด อำเภอบัวเชด จังหวัดสุรินทร์ มีพื้นที่ปลูกอ้อยรวมทั้งหมดประมาณ 1,300 ไร่ (2.08 ตารางกิโลเมตร) ตอนกลางของพื้นที่เป็นที่เนินสันปันน้ำ ค่าระดับสูงสุด 220 เมตร (รทก.) แบ่งขอบเขตลุ่มน้ำย่อยแบ่งออกได้เป็น 5 ลุ่มน้ำย่อยตามตำแหน่งสระน้ำเดิม (A1 ถึง A5) แสดงในรูป (Figure 1)

การศึกษานี้ได้เลือกลุ่มน้ำย่อย A4 ซึ่งมีการขุดสระเก็บน้ำใหม่ เมื่อเดือนมีนาคม 2562 (Figure 2) มีความจุในการกักเก็บน้ำได้ 31,400 m^3 มีพื้นที่ลุ่มน้ำ 0.874 ตารางกิโลเมตร อยู่ในพื้นที่ศึกษา มีน้ำผิวดินจากลุ่มน้ำย่อยภายนอกพื้นที่ศึกษาอีก 1.815 ตารางกิโลเมตร (Figure 3) ข้อมูลภูมิอากาศ ข้อมูลการระเหย ใช้สถานี 432201-สุรินทร์ จ.สุรินทร์ มีข้อมูล ปี พ.ศ. 2494-2561

4. วิธีการศึกษา

การศึกษาประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การประมาณความต้องการน้ำของอ้อย การประมาณน้ำผิวดินจากสระน้ำด้วยวิธีงบน้ำและการจำลองเหตุการณ์เมื่ออ้อยมีการใช้น้ำจากสระน้ำกรณีต่าง ๆ

4.1 การประมาณความต้องการน้ำชลประทานของอ้อย

เริ่มจากการคำนวณหาปริมาณการคายระเหยจริงของพืช คำนวณได้จาก [9]

$$ET_C = k_S \cdot k_C \cdot ET_p \qquad (3)$$

โดย ET_C คือปริมาณการคายระเหยจริงของพืช (Actual evapotranspiration) (มิลลิเมตร/วัน) ET_P คือการคายระเหยน้ำของพืชตามศักยภาพ หรือปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference crop evaporation) k_S คือค่าสัมประสิทธิ์ของดิน (Soil coefficient) ($0 \le k_S \le 1.0$) k_C คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop coefficient) ($0.2 \le k_C \le 1.3$) [9]

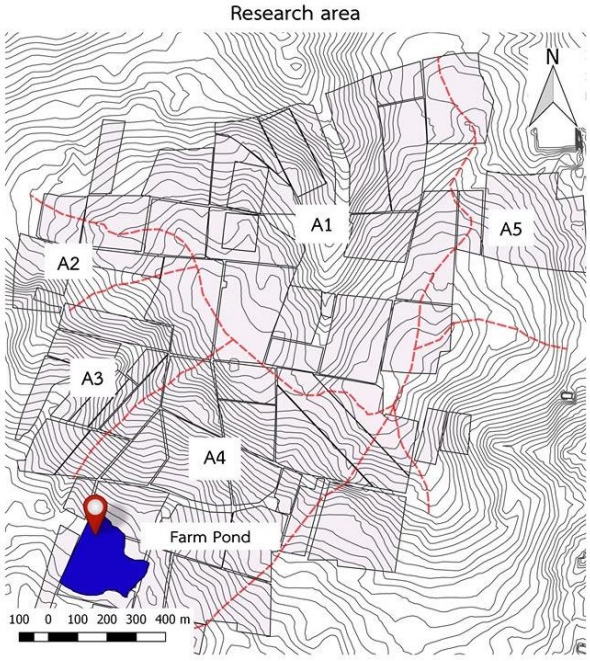

Figure 1 Targeted pond and its catchment area

Figure 2 Study Pond

ปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของอ้อย คำนวณได้จาก

$$WR_{IRR} = (ET_C - F - R) / IE \quad (4)$$

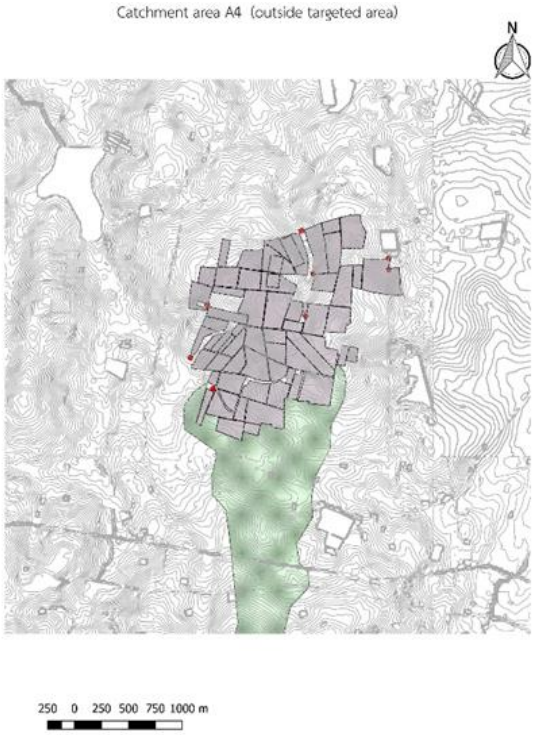

Figure 3 Catchment area (outside targeted area)

โดย WR_{IRR} คือความต้องการใช้น้ำชลประทานของอ้อย, F คือ ปริมาณการซึมเลยเขตรากพืช, R คือปริมาณฝนใช้การ (Effective rainfall), IE คือประสิทธิภาพของระบบชลประทาน (Irrigation efficiency) เนื่องจากยังไม่พบผลการศึกษาในพื้นที่ที่ชัดเจนเกี่ยวกับค่า F และ IE การศึกษานี้จึงใช้สมมุติฐานอย่างง่ายว่า ไม่มีการซึมที่เลยเขตรากพืช (F = 0) และใช้ IE = 1

ET_P หมายถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากแปลงพืชมาตรฐานหรือพืชอ้างอิง โดยที่พื้นที่เพาะปลูกจะต้องมีพืชปกคลุมอยู่อย่างทั่วถึง ดินต้องมีความชื้นอยู่อย่างเพียงพอกับความต้องการของพืชตลอดเวลาและพื้นที่เพาะปลูกจะต้องมีบริเวณกว้างใหญ่พอที่จะไม่ทำให้การระเหยและการคายน้ำของพืชได้รับผลกระทบจากปัจจัยภายนอกมากเกินไป นอกจากการวัดจากพืชโดยตรงแล้ว ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิงยังสามารถคำนวณได้จากสภาพภูมิอากาศ ณ ช่วงเวลา และสถานที่ที่ใช้ทดลอง หรือสถานที่ที่จะนำค่าการใช้น้ำของพืชอ้างอิงไปใช้งาน [10] ได้รวบรวมค่า ET_P ในจังหวัดต่าง ๆ โดยกระจายเป็นรายเดือน จากข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรอบ 25 ปี (พ.ศ. 2499-2523) ไว้แล้ว

4.2 การประมาณปริมาณน้ำผิวดินจากสระน้ำด้วยวิธีสมดุลน้ำกราฟลักษณะของสระน้ำ

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับพื้นที่ผิวของสระน้ำ และระหว่างระดับน้ำกับปริมาตรน้ำในสระน้ำที่ทำการศึกษาสร้างโดย ใช้การคำนวณปริมาตรดินตัดดินถม จากรูปแปลน รูปตัดของแบบก่อสร้างของสระเก็บน้ำ สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำที่ค่าต่าง ๆ กับปริมาตรของน้ำในสระน้ำ จากนั้นนำเข้าข้อมูลระดับน้ำเทียบเท่าเส้นระดับชั้นความสูงของพื้นในโปรแกรม QGIS แล้ววัดพื้นที่ผิวน้ำที่ระดับต่าง ๆ จนได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับพื้นที่ผิวน้ำในสระน้ำ

Table 1 Crop coefficient (k_C) for sugarcane [3]

Month	Kc
1	0.65
2	0.86
3	1.13
4	1.35
5	1.56
6	1.29
7	1.20
8	0.93
9	0.63
10	0.52
Average	1.01

Table 2 Reference crop evapotranspiration (ET_P) by Penman-Monteith method At Surin Agricultural Weather Station [10]

Month	ET_P (mm/day)
January	3.5
February	4.0
March	4.4
April	4.6
May	4.0
June	4.0
July	3.5
August	3.5
September	3.6
October	3.6
November	3.7
December	3.4

ปริมาณการซึมของน้ำจากสระน้ำ

โดยการเก็บตัวอย่างดินก้นสระน้ำที่ศึกษา ส่งทดสอบ Permeability หาค่าการนำทางชลศาสตร์ (hydraulic conductivity) ของดินตัวอย่าง ใช้เป็นค่าอัตราการซึม ปริมาตรการซึมของน้ำออกจากสระน้ำ คำนวณได้จาก การคูณค่าการนำทางชลศาสตร์กับพื้นที่ผิวน้ำของสระน้ำ

ปริมาตรการระเหยของน้ำ จากสระน้ำ

ใช้ข้อมูลอัตราการระเหยจากถาด ที่วัดอัตราการระเหยที่สถานีสุรินทร์ ใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้ง 6 ปี (พ.ศ.2556-2562) เป็นตัวแทน ของข้อมูลการระเหยรายวัน โดยมีสมมติฐานว่าปริมาณการระเหยในแต่ละปีมีค่าไม่ต่างกันมาก ปริมาตรการระเหยของน้ำจากสระน้ำ คำนวณจากการคูณอัตราการระเหยนี้กับพื้นที่ผิวน้ำของสระน้ำ

ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (Runoff coefficient)

อ่านจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์น้ำท่ากับปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย (Annual mean rainfall) จากข้อมูลฝนและน้ำท่าจากสถานีวัดต่าง ๆ ในลุ่มน้ำมูล (Figure 3)

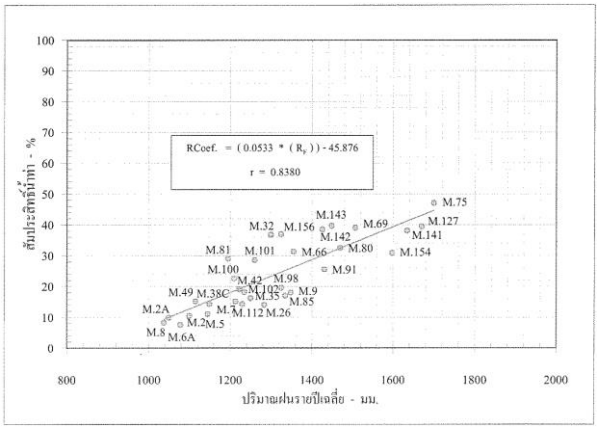

Figure 3 The relationship between Runoff coefficient and mean Annual rainfall of Mun River Basin [11]

สมดุลของน้ำของสระน้ำ

การคำนวณสมดุลของน้ำของสระน้ำใช้ตารางสมดุลของน้ำรายเดือน มีรายการข้อมูลที่ต้องนำเข้า ดังนี้ (1) ข้อมูลฝนรายเดือน สถานี จ.สุรินทร์ (2) อัตราการระเหยจากถาดรายเดือน (3) อัตราการซึม (4) ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (5) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ พื้นที่ผิวน้ำและปริมาตรน้ำในสระน้ำ

4.3 การจำลองเหตุการณ์เมื่ออ้อยมีการใช้น้ำจากสระเก็บน้ำกรณีต่าง ๆ

ความเป็นไปได้ของการใช้น้ำแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มความไม่แน่นอนของฝน และกลุ่มรูปแบบการปลูกอ้อย โดยใช้ข้อมูลฝนรายปี ของ จ.สุรินทร์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลฝนรายวัน 68 ปี (ค.ศ. 1951-2018) สรุปความไม่แน่นอนของฝนแบ่งออกเป็น 3 กรณีคือ ปีฝนน้อยหรือปีน้ำน้อย (dry years) ปีฝนปานกลางหรือปีน้ำปรกติ (Normal year) และปีฝนมากหรือปีน้ำมาก (wet year) ปริมาณฝนแบ่งเป็น 3 ช่วง จากการวิเคราะห์ความถี่ข้อมูลปริมาณฝนรายปีจากน้อยไปหามาก และหาค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล แบ่งได้ดังนี้ ปีน้ำน้อย ปริมาณน้ำฝนรายปีน้อยกว่า 1,260 มิลลิเมตรต่อปี (เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ 33) ปีน้ำปานกลางปริมาณน้ำฝนรายปีอยู่ระหว่าง 1,260 ถึง 1,440 มิลลิเมตรต่อปี ปีน้ำมากปริมาณน้ำฝนรายปีมากกว่า 1,440 มิลลิเมตรต่อปี (เปอร์เซ็นต์ไทล์ ที่ 67) นำข้อมูลฝนรายวันมาจัดเรียงใหม่โดยรวมให้เป็นรายเดือน และรายปี แล้วจัดหมวดหมู่ตามหลักเกณฑ์ข้างต้นจากนั้นนำค่าเฉลี่ยแต่ละกรณีเป็นค่านำเข้าในการคำนวณสมดุลน้ำ กรณีกลุ่มรูปแบบของการปลูกอ้อยแบ่งออกได้เป็น 6 รูปแบบ ตามการปลูกอ้อยในปัจจุบันของ บริษัทน้ำตาลสุรินทร์ จำกัด ที่สอดคล้องกับช่วงเวลาการนำอ้อยเข้าหีบของโรงงาน คืออ้อยปลูกเดือนตุลาคม และอ้อยตอเดือนธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน ดังนั้นจึงมีการจำลองเหตุการณ์ทั้งหมด 3 คูณ 6 เท่ากับ 18 กรณี

การจำลองเหตุการณ์การปลูกอ้อยในสภาพฝนแต่ละกรณี ให้พอดีกับขนาดพื้นที่ปลูกอ้อย ใช้วิธีลองผิดลองถูกดังนี้ เริ่มต้นด้วยการสมมุติพื้นที่ปลูกอ้อย กรณีอ้อยปลูกใหม่ เริ่มเดือนตุลาคม สมมุติปริมาณน้ำในสระเริ่มต้นเป็นศูนย์ คำนวณสมดุลของน้ำจากสระน้ำรายเดือนเป็นเวลา 3 ปี (น้ำฝนและการระเหยคงที่เท่ากันทุกปี) ได้ปริมาตรน้ำในสระน้ำเดือนสุดท้ายเท่าไร นำไปใช้เป็นปริมาตรน้ำในสระน้ำเริ่มต้น เพื่อให้เข้าสู่ภาวะสมดุล คือ ปริมาตรน้ำในสระน้ำในเดือนเริ่มต้นและเดือนสุดท้ายมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลแล้วหากปริมาตรน้ำในสระน้ำยังมีเหลือมาก ให้เพิ่มพื้นที่ปลูกอ้อย คำนวณที่ภาวะสมดุลอีกครั้ง หากปริมาตรน้ำในสระน้ำมีค่าติดลบให้ลดพื้นที่ปลูกอ้อยลง จนกว่าจะได้พื้นที่การปลูกอ้อยที่พอดีกับปริมาณน้ำจากสระน้ำที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ การใช้ระยะเวลาจำลองเหตุการณ์ 3 ปี เพื่อให้การจำลองเหตุการณ์มีความเป็นไปได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ที่น้ำผิวดินในสระน้ำจากฝนปีนี้ สามารถเก็บไว้ใช้ข้ามปีได้ ส่วนการใช้เวลามากกว่านี้ ให้ผลใกล้เคียงกันจึงใช้เวลาจำลองเหตุการณ์เพียง 3 ปี

5. ผลการศึกษา

5.1 การหาความต้องการน้ำชลประทานของอ้อย

จาก Table 3 และกราฟ Figure 4 แสดงตัวอย่างการประมาณ ความต้องการน้ำชลประทานของอ้อย กรณีที่ 1 คือ อ้อยปลูกใหม่เดือนตุลาคม และปลูกในช่วงปีฝนน้อย โดยอ้างอิงจากสมการที่ 3 ใช้ค่า k_S = 1 ได้ความต้องการน้ำของอ้อยตลอดการปลูก 10 เดือน มีปริมาณสะสม 1,187.6 มิลลิเมตร มีปริมาณน้ำฝนสะสม 10 เดือน 724.8 มิลลิเมตร ซึ่งปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอต่อความต้องการน้ำของอ้อยในช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน ถึง มีนาคม) จึงต้องใช้ปริมาณน้ำชลประทาน 724.5 มิลลิเมตร หรือ 1,159 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่ เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการในการเติบโตของอ้อยปลูกข้ามฤดูแล้ง

Table 4 สรุปผลการคำนวณความต้องการน้ำชลประทานรายเดือน แสดงความแตกต่างของปริมาณความต้องการน้ำชลประทานของการปลูกอ้อย ทั้ง 16 กรณี ในกรณีปีฝนน้อยเหมือนกัน อ้อยปลูกใหม่ (Plating sugarcane, Ps) เดือนตุลาคมต้องการน้ำชลประทานมากกว่า การปลูกอ้อยตอ (Ratooning sugarcane, Rs) เดือนมีนาคมถึง 3.6 เท่า (724/199)

5.2 การประมาณปริมาณน้ำผิวดินจากสระน้ำ

Figure 5 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับพื้นที่ผิวของสระน้ำ และระหว่างระดับน้ำกับปริมาตรน้ำในสระน้ำที่ทำการศึกษา พื้นที่ผิวน้ำสูงสุดเมื่อระดับน้ำสูงสุด เท่ากับ 54,469 ตารางเมตร และปริมาตรน้ำกักเก็บสูงสุด เท่ากับ 31,416 ลูกบาศก์เมตร (เต็มสระน้ำ)

การเปลี่ยนความลาดชันของเส้นกราฟ มาจากลักษณะของสระน้ำที่เป็นการขุดดิน นำมาถมเป็นคันกั้นน้ำ โดยขุดดินลึก 4 เมตร ปริมาตรดินขุดประมาณ 6,500 ลูกบาศก์เมตร นำดินไปถมปิดร่องน้ำเป็นคันกั้นน้ำสูง 2 เมตร ที่ระดับน้ำมากกว่า 4 เมตร จึงเก็บน้ำได้มากขึ้น ในร่องน้ำธรรมชาติ

ปริมาณการซึมของน้ำที่ก้นสระจากผลการทดสอบหาค่า Permeability ได้ค่า การนำทางชลศาสตร์ของดินก้นสระน้ำ เท่ากับ 4.9 x 10^{-11} เมตร/วินาที

Table 3 Irrigated water estimation for October grown sugarcane in the dry years $(ET_C = k_C \cdot ET_p)$.

Data	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Sum
ET_P (mm)	3.60	3.70	3.40	3.50	4.00	4.40	4.60	4.00	4.00	3.50	-
k_C	0.65	0.86	1.13	1.35	1.56	1.29	1.20	0.93	0.63	0.52	-
ET_C (mm/day)	2.34	3.18	3.84	4.73	6.24	5.68	5.52	3.72	2.52	1.82	-
ET_C (mm/month)	70.2	95.5	115.3	141.8	187.2	170.3	165.6	111.6	75.6	54.6	1187.6
Rainfall (mm/month)	91.0	20.3	1.0	5.4	8.1	27.3	88.9	144.6	173.6	164.6	724.8
Irrigated water (mm/month)	0.0	75.2	114.3	136.3	179.1	143.0	76.7	0.0	0.0	0.0	724.5
Irrigated water (m^3./Rai/month)	0.0	120.2	182.8	218.2	286.5	228.8	122.7	0.0	0.0	0.0	1159.2

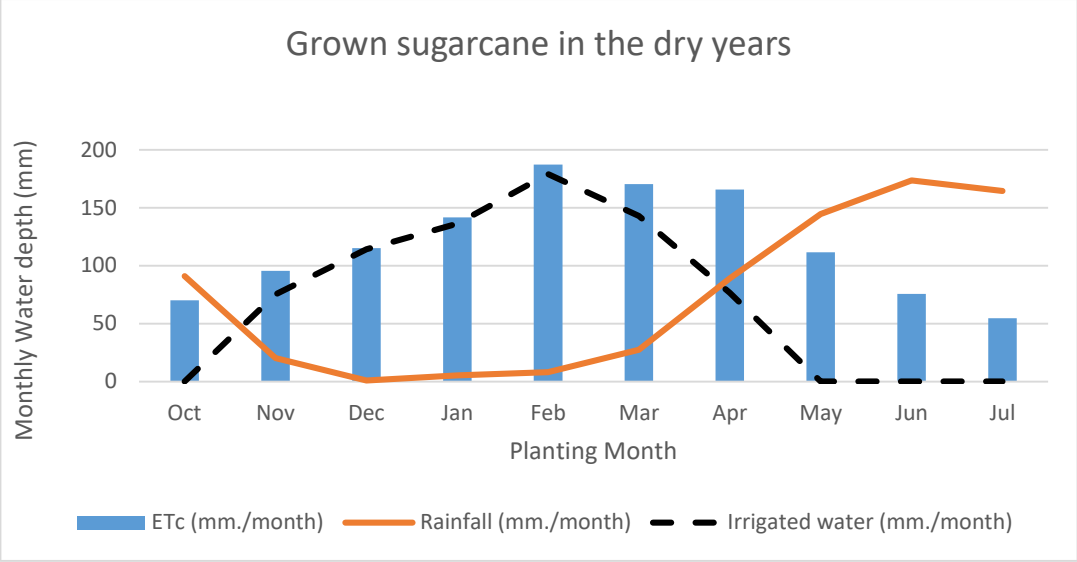

Figure 4 The relationship between sugarcane water requirement, rainfall, and irrigated water of October grown sugarcane in the dry years.

Table 4 Monthly irrigated water (mm)

		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Sum
Dry year	Ps (Oct)	136.35	179.09	142.98	76.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.16	114.27	724.51
	Rs(Dec)	84.90	127.49	150.90	126.35	10.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.30	565.09
	Rs(Jan)	62.85	95.09	121.86	97.37	42.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	419.72
	Rs(Feb)	0.00	69.89	86.22	67.01	17.36	13.63	0.00	0.00	0.00	0.00	37.42	0.00	291.52
	Rs(Mar)	0.00	0.00	58.50	29.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.42	49.63	52.05	199.35
	Rs(Apr)	49.20	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.58	82.93	63.27	234.75
Nor-mal year	Ps (Oct)	139.51	176.54	134.72	86.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	62.65	114.53	714.25
	Rs(Dec)	88.06	124.94	142.64	135.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.60	557.22
	Rs(Jan)	66.01	92.54	113.60	107.00	20.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	399.69
	Rs(Feb)	0.00	67.34	77.96	76.64	0.00	9.02	0.00	0.00	0.00	0.00	24.91	0.00	255.88
	Rs(Mar)	0.00	0.00	50.24	39.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.12	52.31	179.05
	Rs(Apr)	83.84	0.00	0.00	16.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	112.67	101.65	314.80
Wet year	Ps (Oct)	135.35	175.30	125.68	71.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	69.16	110.56	687.55
	Rs(Dec)	83.90	123.70	133.60	121.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	61.60	523.98
	Rs(Jan)	61.87	91.30	104.58	92.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	349.96
	Rs(Feb)	0.00	66.10	68.94	61.85	0.00	10.25	0.00	0.00	0.00	0.00	31.46	0.00	238.59
	Rs(Mar)	0.00	0.00	41.22	24.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.67	48.31	157.79
	Rs(Apr)	48.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.97	59.53	184.70

Note: Ps = Planting sugarcane

Rs= Ratooning sugarcane

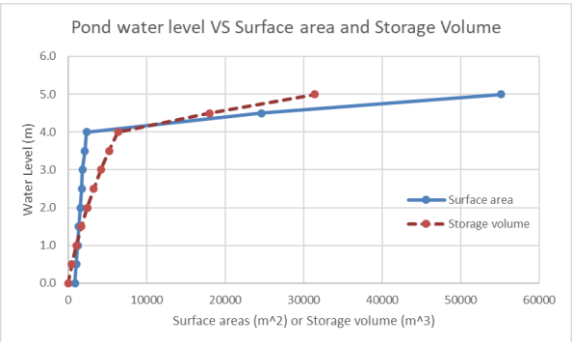

Figure 5 The relationship between pond water level, surface area and storage volume.

หาค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (Runoff coefficient) จาก Figure 3 ปีน้ำน้อยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 1,139 มิลลิเมตร สัมประสิทธิ์น้ำท่า เท่ากับ 0.149 ปีน้ำเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 1,361 มิลลิเมตร สัมประสิทธิ์น้ำท่า เท่ากับ 0.267 ปีน้ำมาก ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี เท่ากับ 1,594 มิลลิเมตร สัมประสิทธิ์น้ำท่า เท่ากับ 0.391

ตัวอย่างการคำนวณจาก Table 5 เดือนพฤศจิกายน ของปีที่หนึ่ง จากสิ้นเดือนตุลาคมที่น้ำเต็มสระ มีระดับน้ำประมาณ 5 เมตร พื้นที่ผิวน้ำของสระเท่ากับ 54,469 ตารางเมตร ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (Inflow runoff volume) (m^3) คำนวณจาก ปริมาณน้ำฝนรายเดือน 20.3 mm คูณพื้นที่ขอบเขตลุ่มน้ำ 2.69 km^2 คูณค่า

สัมประสิทธิ์น้ำท่า 0.149 ได้ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเท่ากับ 8,138 m^3 ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในสระน้ำโดยตรงรายเดือน (Direct volume in the pool) (m^3) คำนวณจากปริมาณน้ำฝนรายเดือน คูณพื้นที่ผิวน้ำของสระน้ำ มีค่าเท่ากับ 1,106 m^3 ปริมาณน้ำระเหยออกจากสระรายเดือน (Evaporation volume (m^3) พื้นที่ผิวน้ำของสระน้ำ 54,469 m^2 คูณอัตราการระเหยจากถาด 125.07 mm ได้ปริมาณระเหยเท่ากับ 6,820 m^3 ปริมาณน้ำซึมลงก้นสระรายเดือน (Infiltration Volume (m^3) พื้นที่ผิวสระน้ำ 54,469 m^2คูณอัตราการซึมน้ำ 4.9 x 10^{-11} m/s ได้ปริมาณน้ำซึมลงก้นสระ 7 m^3 ปริมาณน้ำชลประทานสำหรับอ้อยรายเดือน (Irrigated water Volume for sugarcane (m^3) คำนวณจากความต้องการน้ำของอ้อยเดือนพฤศจิกายน 75.16 mm คูณพื้นที่ปลูก 35 ไร่ (กรณีที่ 1 ใน Table 6) ต้องการน้ำชลประทานสำหรับอ้อย 4,209 m^3 ปริมาณน้ำกักเก็บภายในสระเมื่อสิ้นเดือนพฤศจิกายน (Pond storage volume (m^3) คำนวณได้จาก 31,416 + 8,138 +1,106 + 6,820 -7 – 4,209 = 29,624 ลูกบาศก์เมตร เปลี่ยนเป็นค่าระดับน้ำกักเก็บ (Pond water level (m^3) มีค่าเท่ากับ 4.9 เมตร จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับปริมาตรน้ำในสระ (Figure 5) หากปริมาตรนี้มากกว่าความจุการกักเก็บน้ำสูงสุดของสระน้ำคือ 31,416 ลูกบาศก์เมตร จะมีปริมาณน้ำล้นที่ระบายออกทางช่องทางน้ำล้นรายเดือน (Overflow Volume) (m^3) ดังที่เกิดขึ้นในเดือนตุลาคม จำนวน 34,620 ลูกบาศก์เมตร ผลการศึกษาเพื่อหาขนาดพื้นที่ที่สามารถให้น้ำชลประทานแก่อ้อยได้อย่างเพียงพอ ในแต่ละกรณีแสดงในตารางที่ 6

Table 5 Planting sugarcane in October of the dry year

Month	Monthly rainfall (mm)	Inflow runoff volume, Q_{in} (m^3)	Direct rainfall volume in pond, P_{in} (m^3)	Evaporation volume, E (m^3)	Infiltration volume, F (m^3)	Irrigated water volume for sugarcane, Q_{irr}(m^3)	Pond storage volumes (m^3)	Overflow volume, Q_{over} (m^3)	Pond water level (m.)
Jan.	5.40	2,166	0	0	0	7,635	0	0	0.0
Feb.	8.11	3,250	0	0	0	10,029	0	0	0.0
Mar.	27.30	10,944	0	0	0	8,007	2,937	0	2.1
Apr.	88.93	35,643	144	290	0	4,294	31,416	2,726	5.0
May	144.64	57,972	7,878	9,322	7	0	31,416	56,522	5.0
Jun.	173.57	69,569	9,454	8,496	7	0	31,416	70,520	5.0
Jul.	164.57	65,962	8,964	7,488	7	0	31,416	67,431	5.0
Aug.	165.67	66,401	9,024	7,916	7	0	31,416	67,501	5.0
Sep.	248.97	99,790	13,561	6,642	7	0	31,416	106,703	5.0
*Oct.	91.02	36,481	4,958	6,812	7	0	31,416	34,620	5.0
Nov.	20.30	8,138	1,106	6,820	7	4,209	29,624	0	4.9
Dec.	0.99	395	50	6,681	6	6,399	16,982	0	4.4
Jan.	5.40	2,166	129	3,175	3	7,635	8,465	0	4.1
Feb.	8.11	3,250	48	790	1	10,029	943	0	0.9
Mar.	27.30	10,944	32	200	0	8,007	3,712	0	2.6
Apr.	88.93	35,643	160	321	0	4,294	31,416	3,485	5.0
May	144.64	57,972	7,878	9,322	7	0	31,416	56,522	5.0
Jun.	173.57	69,569	9,454	8,496	7	0	31,416	70,520	5.0
Jul.	164.57	65,962	8,964	7,488	7	0	31,416	67,431	5.0
Aug.	165.67	66,401	9,024	7,916	7	0	31,416	67,501	5.0
Sep.	248.97	99,790	13,561	6,642	7	0	31,416	106,703	5.0
Oct.	91.02	36,481	4,958	6,812	7	0	31,416	34,620	5.0
Nov.	20.30	8,138	1,106	6,820	7	4,209	29,624	0	4.9
Dec.	0.99	395	50	6,681	6	6,399	16,982	0	4.4
Jan.	5.40	2,166	129	3,175	3	7,635	8,465	0	4.1
Feb.	8.11	3,250	48	790	1	10,029	943	0	0.9
Mar.	27.30	10,944	32	200	0	8,007	3,712	0	2.6
Apr.	88.93	35,643	160	321	0	4,294	31,416	3,485	5.0
May	144.64	57,972	7,878	9,322	7	0	31,416	56,522	5.0
Jun.	173.57	69,569	9,454	8,496	7	0	31,416	70,520	5.0
Jul.	164.57	65,962	8,964	7,488	7	0	31,416	67,431	5.0
Aug.	165.67	66,401	9,024	7,916	7	0	31,416	67,501	5.0
Sep.	248.97	99,790	13,561	6,642	7	0	31,416	106,703	5.0
Oct.	91.02	36,481	4,958	6,812	7	0	31,416	34,620	5.0
Nov.	20.30	8,138	1,106	6,820	7	4,209	29,624	0	4.9
Dec.	0.99	395	50	6,681	6	6,399	16,982	0	4.4

ดำเนินการคำนวณสมดุลของน้ำจากสระน้ำให้ครบทั้ง 16 กรณี สรุปผลการหาขนาดพื้นที่ชลประทานที่เหมาะสมกับประมาณน้ำในสระ แสดงใน Table 6 กรณีฝนน้อยอ้อยปลูกเดือนตุลาคม ต้องการใช้น้ำชลประทานมากที่สุด ทำให้ได้พื้นที่ปลูกที่น้อยที่สุด 35 ไร่ กรณีอ้อยตอเดือนมีนาคม ต้องการใช้น้ำชลประทานน้อยที่สุด ทำให้ได้พื้นที่ปลูกที่มากที่สุด 175 ไร่

6. สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

จากผลการศึกษาความต้องการน้ำชลประทานของอ้อยและการจำลองเหตุการณ์เมื่ออ้อยมีการใช้น้ำจากสระน้ำ ในปีที่มีฝนน้อย ปีฝนปานกลาง และปีฝนมาก ซึ่งมีการปลูก 6 รูปแบบ คือ อ้อยปลูกเดือนตุลาคม อ้อยตอเดือนธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน สมมุติฐานปริมาณการระเหยในแต่ละปีมีค่าไม่ต่างกันมาก ได้ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

รูปแบบที่ 1 อ้อยปลูกเดือนตุลาคม ในปีฝนน้อย ปีฝนปานกลาง และปีฝนมาก อ้อยมีความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยเท่ากับ 724 714 และ 688 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 6 6 และ 6 เดือนตามลำดับ และน้ำในสระสามารถให้น้ำชลประทานแก่อ้อยได้ จำนวน 35 40 และ 65 ไร่ ตามลำดับ

รูปแบบที่ 2 กรณีอ้อยตอเดือนธันวาคม ในปีฝนน้อย ปีฝนปานกลาง และปีฝนมาก อ้อยมีความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 565 557 และ 524 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 6 5 และ 5 เดือน ตามลำดับ และน้ำในสระสามารถให้น้ำชลประทานแก่อ้อยได้ จำนวน 50 65 และ 100 ไร่

รูปแบบที่ 3 กรณีอ้อยตอเดือนมกราคม ในปีฝนน้อย ปีฝนปานกลาง และปีฝนมาก อ้อยมีความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 420 400 และ 350 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 5 5 และ 4 เดือน ตามลำดับ และน้ำในสระสามารถให้น้ำชลประทานแก่อ้อยได้ จำนวน 70 105 และ 160 ไร่ ตามลำดับ

Table 6 Maximum irrigated area for 16 sugarcane planting patterns

Climatic pattern	Sugarcane planting pattern	Maximum Irrigated area (Rai*)
Dry year	Ps (Oct)	35
	Rs (Dec)	50
	Rs (Jan)	70
	Rs (Feb)	115
	Rs (Mar)	175
	Rs (Apr)	100
Normal year	Ps (Oct)	40
	Rs (Dec)	65
	Rs (Jan)	105
	Rs (Feb)	210
	Rs (Mar)	285
	Rs (Apr)	130
Wet year	Ps (Oct)	65
	Rs (Dec)	100
	Rs (Jan)	160
	Rs (Feb)	330
	Rs (Mar)	350
	Rs (Apr)	190

Note: 1Rai = 1,600 square meters

Ps = Planting sugarcane

Rs= Ratooning sugarcane

รูปแบบที่ 4 กรณีอ้อยตอเดือนกุมภาพันธ์ ในปีฝนน้อย ปีฝนปานกลาง และปีฝนมาก อ้อยมีความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย 292 256 และ 239 มิลลิเมตร ในช่วงระยะเวลา 6 5 และ 5 เดือน ตามลำดับ และน้ำในสระสามารถให้น้ำชลประทานแก่อ้อยได้ จำนวน 115 210 และ 330 ไร่ ตามลำดับ

รูปแบบที่ 5 กรณีอ้อยตอเดือนมีนาคม ในปีฝนน้อย ปีฝนปานกลาง และปีฝนมาก อ้อยมีความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ย เท่ากับ 199 179 และ 158 มิลลิเมตร ใช้น้ำในช่วงเวลาระยะเวลา 5 4 และ 4 เดือนตามลำดับ และน้ำในสระสามารถให้น้ำชลประทานแก่อ้อยได้ จำนวน 175 285 และ 350 ไร่

รูปแบบที่ 6 กรณีอ้อยเดือนเมษายน ในปีฝนน้อย ปีฝนปานกลาง และปีฝนมาก อ้อยมีความต้องการน้ำชลประทานเฉลี่ยเท่ากับ 235 315 และ 185 มิลลิเมตร ใช้น้ำในช่วงเวลาระยะเวลา 5 4 และ 3 เดือนตามลำดับ และน้ำในสระสามารถให้น้ำชลประทานแก่อ้อยได้ จำนวน 100 130 และ 190 ไร่

สาเหตุที่ การปลูกอ้อยตอเดือนมีนาคม ทั้งในปีฝนน้อย ปีฝนปานกลาง และปีฝนมาก มีความต้องการน้ำชลประทานน้อยกว่าการปลูกในเดือนอื่น ๆ 5 กรณี เนื่องจากการเริ่มต้นปลูกเดือนมีนาคม ทำให้อ้อยช่วงเติบโตเต็มที่ ในช่วงเดือนที่ 3- 6 ที่ต้องการน้ำมากที่สุด เป็นช่วงฤดูฝนพอดี เมื่อได้รับน้ำจากฝนในสัดส่วนที่มากแล้ว จึงทำให้อ้อยมีความต้องการน้ำชลประทานน้อย ดังนั้น เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำในสระน้ำกับความต้องการใช้น้ำชลประทานของอ้อย จึงสามารถให้น้ำชลประทานแก่อ้อยในพื้นที่ขนาดใหญ่ที่สุด (350 ไร่ ปีฝนมาก) ตรงข้ามกับกรณีอ้อยปลูกเดือนตุลาคม อ้อยมีความต้องการน้ำชลประทานมากกว่าการปลูกในเดือนอื่น ๆ 5 กรณี เนื่องจากเป็นการปลูกอ้อยข้ามฤดูแล้ง ที่มีฝนน้อย ดังนั้น จึงนำปริมาณน้ำในสระน้ำ ใช้เป็นน้ำชลประทานแก่อ้อยได้ในพื้นที่ขนาดเล็กที่สุด (35 ไร่ ปีฝนน้อย)

ผลการศึกษาเบื้องต้นนี้ใช้สมมุติฐาน มีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่น ใช้ข้อมูลฝนจากการวัดทั้งหมดเป็นฝนประสิทธิผล ไม่คิดการสูญเสียน้ำในระบบชลประทาน ซึ่งปัจจุบันเป็นการให้น้ำระบบน้ำหยด ที่มีประสิทธิภาพสูง การใช้ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าเป็นข้อมูลภาพรวมของลุ่มน้ำมูล การดำเนินการต่อไปควรมีการศึกษาข้อมูลทางกายภาพเฉพาะของพื้นที่ศึกษาให้มากขึ้น เช่น ข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา การซึมน้ำของดิน ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า เป็นต้น กรณีที่เกิดปีน้ำน้อยสองปีต่อเนื่องกัน

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกรมอุตุนิยมวิทยาที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลฝนและข้อมูลภูมิอากาศ ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.)ที่สนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณบริษัท น้ำตาลสุรินทร์ จำกัด ที่สนับสนุนข้อมูล การสำรวจพื้นที่ศึกษา

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Office of Agricultural Economics. 2018. **Thailand foreign agricultural trade statistics 2018.** http://www.oae.go.th/assets/portals/1/files/ebook/2562/tradestat61.pdf. Accessed 19 October 2019 (*in Thai*).

[2] Office of Cane and Sugar Board. 2018. **Report sugarcane planting area Production year 2018/19.** http://www.ocsb.go.th/upload/journal/fileupload/923-9040.pdf. Accessed 19 October 2019 (*in Thai*).

[3] Wonprasaid, S. and Girdthai T. 2015. **Soil and Water Management for Ratoon Yield Improvement of Sugarcane in The Northeast. Research report.** Suranaree University of Technology (*in Thai*).

[4] Rittima, A. 2018. **Reservoir Systems and Operation Planning,** Mahidol University (*in Thai*).

[5] Kaewkongka, T. 2006. **The Comparison Study between Furrow and Drip Irrigation Systems for Sugarcane of Kamphaeng Saen Soil Series in Central Area. Research report. Agricultural Production Sciences Research and Development Office,** Department of Agriculture (*in Thai*).

[6] Puttha, P., Jothityangkoon, C. and Wonprasaid, S. 2017. Evaluation of groundwater requirement of groundwater development project for agriculture: a case study of Nong Boon Mak district, Nakhon Ratchasima province, **The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok.,** 27(4), 631–642, (in Thai).

[7] Jothityangkoon, C. 2019. **Hydrology for Engineer,** Suranaree University of Technology Press (in Thai).

[8] Mulvancy, T.J. 1851. On the use of self-registering rain and flood gauges in making observations of the relationship of rainfall and flood discharges in a given catchment, **Proceeding of the Institute of Civil Engineering of Irelan**d. 4(2): 18-31.

[9] Chow, V. T., Maidment, D.R. and Mays, L.W. 1988. Chapter 3 atmospheric water, in **Applied Hydrology**, McGraw-Hill, pp.53–98.

[10] Thong-a-raam, D. and et al. 2002. **Design and technology of crop irrigation**, 2nd edition, Mitrkaset marketing and advertising, LTD. (*in Thai*).

[11] Office of Water management and Hydrology. 2009. **The Study of Runoff Coefficient and Relation between Mean Annual Runoff of 25 River Basins in Thailand**, Royal irrigation department Thailand, Hydrology Report No.1516/09. (*in Thai*).