การจัดการน้ำร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรในแปลงนาในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชัณสูตร

Joint water management between government agencies and farmers in the paddy fields in the Chanasute Operation and Maintenance Project

จักรพันธุ์ เชาว์มะเริง[1]*, ทศพล จตุระบุล[2], ธีรวัฒน์ สุวรรณเลิศเจริญ[3], กอบเกียรติ ผ่องพุฒิ[1]
Chakkraphan Chaomaroeng[1]*, Thodsapol Chaturabul[2],
Teerawat Suwanlertcharoen[3], Kobkiat Pongput[1]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร
[2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร
[3] สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กรุงเทพมหานคร
*Corresponding author Email: chakkraphan_champ65@hotmail.com

บทคัดย่อ

สถานการณ์การขาดแคลนน้ำเป็นปัญหาที่สำคัญและเพิ่มระดับความเข้มข้นขึ้นอย่างต่อเนื่องต่อการบริหารจัดการน้ำ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาแนวทางการจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าเพื่อให้เกิดผลดีต่อผู้ใช้น้ำในทุกภาคส่วน สำหรับประเทศไทย การทำนาข้าวถือเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่มีการใช้น้ำในปริมาณมาก และผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วว่าการจัดการน้ำร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรในระดับแปลงนาจะเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการจัดการน้ำในระดับพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ได้ต่อไป จึงได้กำหนดวัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อเรียนรู้การจัดการน้ำในแปลงนาร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกร ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชัณสูตร โดยดำเนินการศึกษาในนาข้าว 2 แปลง และใช้สมดุลน้ำรายสัปดาห์ในแปลงนาเป็นเครื่องมือในการหาสัดส่วนการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ และสัดส่วนของบทบาทการจัดการน้ำระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกร ผลจากสมดุลน้ำนำไปสู่การพัฒนาแนวทางการจัดการน้ำในระดับแปลงนา ซึ่งสามารถขยายผลไปสู่การจัดการน้ำร่วมกันในระดับกลุ่มผู้ใช้น้ำ ระดับคลองส่งน้ำ ระดับฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษา ระดับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา และระดับลุ่มน้ำ ตามลำดับ

คำสำคัญ: การจัดการน้ำร่วมกัน, การจัดการน้ำในระดับแปลง, การจัดการน้ำในแปลงนา, สมดุลน้ำ

ABSTRACT

Water scarcity is a significant problem and concentratedly increase continuously in water management. Therefore, it is necessary to find practical and cost-effective water management that benefits all water user sectors. In Thailand, rice cultivation is one of the activities that consume much water. Therefore, the researchers have determined that joint water management between government agencies and farmers at the rice field level is an essential basis for water management at a larger level. The objective of this study was to learn about the joint management between government agencies and farmers in Channasute Operation and Maintenance Project. The study was conducted in two rice fields and used weekly water balance in rice fields to determine the proportion of water use from different sources and the proportion of the role of water management between government agencies and farmers. The result drawn from water balance leads to the development of water management guidelines at the rice field level., which can be extended to the joint water management at the water user group level, irrigation canal level, operation and maintenance branch, operation and maintenance project, and river basin level.

Keywords: Joint Water management, Field level water management, Rice field water management, Water balance

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัญหาการขาดแคลนน้ำเป็นปัญหาที่สำคัญในการบริหารจัดการน้ำให้กับประชาชนผู้ใช้น้ำในทุกช่วงเวลา เนื่องจากความต้องการใช้น้ำของประชาชนไม่ได้ลดน้อยลงไปตามฤดูกาลหรือปริมาณของน้ำฝน ประกอบกับปริมาณน้ำต้นทุนที่มีอยู่ในแหล่งเก็บน้ำต่างๆ ถูกนำไปบริหารจัดการใช้น้ำอยู่ตลอดเวลา

การทำนาข้าวถือเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่มีการใช้น้ำในปริมาณมาก แต่เนื่องจากปัจจุบันมีแหล่งน้ำสำหรับใช้เป็นน้ำต้นทุนอย่างจำกัด การเกิดสถานการณ์ฝนทิ้งช่วง ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในแหล่งเก็บน้ำต่างๆ ไม่เพียงพอ ระบบชลประทานไม่สามารถส่งน้ำให้ทั่วถึงได้ทุกพื้นที่ เกษตรกรจำเป็นต้องลงทุนค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมเพื่อให้ได้มาซึ่งน้ำต้นทุนสำหรับการทำนา การจัดการน้ำร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรในระดับแปลงนาจึงเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะส่งผลต่อการจัดการน้ำในระดับพื้นที่ขนาดใหญ่ และมีความจำเป็นที่จะต้องมีแนวทางการจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าเพื่อให้เกิดผลดีต่อเกษตรกร ซึ่งได้มีการศึกษาที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ Supriyasilp et al. (2020) ได้ทำการศึกษาการบริหารจัดการน้ำแบบยืดหยุ่นโดยปรับใช้หลายแหล่งน้ำร่วมกันระหว่างคณะผู้วิจัยซึ่งถือเป็นตัวแทนของหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรในพื้นที่ฝายเหมืองหลวง อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ โดยใช้สมดุลน้ำเป็นเครื่องมือในการสื่อสารและสร้างความเข้าใจกับเกษตรกร ผู้ทำการศึกษาได้ให้ความสำคัญในการส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการจัดการน้ำระหว่างเกษตรกรและหน่วยงานของรัฐ พนิดา และอุ่นเรือน. (2564) ได้การศึกษาผลกระทบและการยอมรับการทำนาแบบเปียกสลับแห้งเพื่อการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของชาวนาในอำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อศึกษาปัจจัยด้านการรับรู้ผลกระทบและการยอมรับนวัตกรรมกับการทำนาเปียกสลับแห้ง ปรีชา และคณะ. (2551) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวนาปรังที่ปลูกในนาดินเหนียวภาคกลาง เพื่อศึกษาปริมาณน้ำใช้ และประสิทธิภาพการใช้น้ำ ของการผลิตข้าวในนาภาคกลางที่ปลูกในฤดูนาปรัง ภาณุพันธุ์ และหิรัญ. (2558) ได้ทำการศึกษากระบวนการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการจัดทำแผนพัฒนาการเกษตร กรณีศึกษา ชุมชนบ้านโคกกุง ตำบลโนนแดง อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม เพื่อศึกษาสถานการณ์การทำการเกษตร กระบวนการมีส่วนร่วมและเงื่อนไขของการมีส่วนร่วมในการจัดทำแผนพัฒนาการเกษตร

การศึกษานี้ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาในนาข้าว 2 แปลง ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชัณสูตรเป็นพื้นที่ศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อเรียนรู้การจัดการน้ำในแปลงนาร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกร ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวนี้ประสบปัญหาเรื่องการใช้น้ำสำหรับการทำนาในฤดูแล้ง ทั้ง 2 แปลง มีการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ ในปริมาณและสัดส่วนที่ต่างกัน ผู้วิจัยคาดหวังว่าการจัดการน้ำในแปลงนาร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรในครั้งนี้จะสามารถใช้เป็นแนวทางจัดการน้ำในระดับพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นไปได้

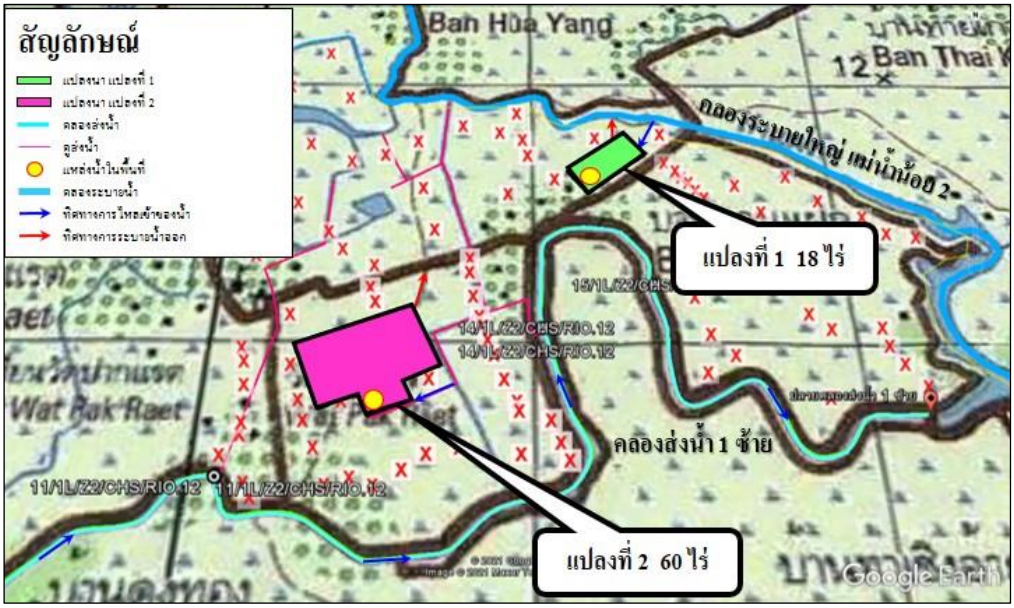
1. วัตถุประสงค์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเรียนรู้การจัดการน้ำในแปลงนาร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกร เพื่อหาสัดส่วนการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ และสัดส่วนของบทบาทการจัดการน้ำระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกร แล้วนำเสนอแนวทางการจัดการน้ำในระดับแปลงนาเพื่อขยายผลไปสู่พื้นที่ระดับใหญ่ขึ้น

2. วิธีการวิจัย

2.1 พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในแปลงนา 2 แปลง ในพื้นที่ของฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชัณสูตร เขตตำบลทับยา อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี มีรายละเอียดดังที่แสดงในภาพที่ 1 โดยแปลงนาทั้ง 2 แปลงนี้ เกษตรกรมีวิธีการใช้น้ำในการเพาะปลูกจากแหล่งน้ำต่างๆ กิจกรรมระหว่างการเพาะปลูก และวิธีการจัดการน้ำที่ต่างกัน ดังที่แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 1



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงที่ตั้งแปลงนาที่ใช้ในการศึกษา

ตารางที่ 1 ข้อมูลแปลงนาที่ทำการศึกษา

ข้อมูลแปลงนา	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
ขนาดแปลง (ไร่)	18	60
พันธุ์ข้าว	กข.41	กข.41
วิธีปลูก	นาหว่าน	นาหว่าน
แหล่งน้ำที่ใช้	ฝน แหล่งน้ำในพื้นที่ และคลองระบายน้ำ	ฝน แหล่งน้ำในพื้นที่ คลองส่งน้ำชลประทาน และคลองระบายน้ำ
การใช้สารเคมี	ไม่ใช้	ใช้
การทำนา	เปียกสลับแห้ง	ขังตื้น

2.2 วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในฤดูแล้งปี 2560/2561 (ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2560 ถึง เมษายน 2561) โดยมีขั้นตอนและวิธีการศึกษาดังที่แสดงในภาพที่ 3 รายละเอียดการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

1. จัดประชุมเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์และขั้นตอนการดำเนินการให้เกษตรกรในพื้นที่ศึกษาได้รับทราบ พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการศึกษา

2. จัดประชุมเพื่อเลือกแปลงนาและเกษตรกรที่จะเป็นตัวแทนในการเข้าร่วมศึกษากับผู้วิจัย โดยเกษตรกรตัวแทนนี้มีบทบาทในการสำรวจพื้นที่ รวบรวมข้อมูล ตรวจวัด และจัดเก็บข้อมูลร่วมกับผู้วิจัย

3. ผู้วิจัยและเกษตรกรผู้เป็นตัวแทนร่วมกันสำรวจพื้นที่ศึกษา แหล่งน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูกในแปลงนา ได้แก่ ฝน คลองส่งน้ำชลประทาน แหล่งน้ำในพื้นที่ และคลองระบายน้ำ ตำแหน่งและทิศทางการไหลของน้ำที่เข้าแปลงนาและน้ำที่ระบายออกจากแปลงนา และกำหนดจุดตรวจวัดปริมาณน้ำที่ไหลเข้าและไหลออก

4. เกษตรกรผู้เป็นตัวแทนร่วมทำการตรวจวัดน้ำตามจุดที่กำหนดวันละ 1 ครั้ง และรวบรวมข้อมูลร่วมกันกับผู้วิจัยเป็นรายสัปดาห์ตามที่แสดงในภาพที่ 2

ภาพที่ 2 การตรวจวัดน้ำตามจุดที่กำหนด

5. รวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศและปริมาณฝนจากสถานีที่อยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษา โดยในการศึกษานี้เลือกใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากสถานี 402301-ชัยนาท สกษ. จ.ชัยนาท ซึ่งเป็นสถานีอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ใกล้พื้นที่ศึกษามากที่สุดและใช้ข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝน Noi 17 ของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชัณสูตร มาวิเคราะห์การกระจายและการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและปริมาณฝนเพื่อเตรียมแนวทางการลดการขาดแคลนน้ำ

6. รวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลฝน ข้อมูลพืชและปฏิทินการเพาะปลูก ข้อมูลคุณสมบัติดิน และปริมาณน้ำที่ใช้จากคลองส่งน้ำชลประทาน แหล่งน้ำในพื้นที่ (บ่อบาดาล) และคลองระบายน้ำ แล้วจัดทำแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช

7. วิเคราะห์และตรวจสอบสมดุลน้ำรายสัปดาห์จากข้อมูลความต้องการใช้น้ำของพืชในขั้นตอนที่ 6 และจากการตรวจวัดในแปลงนาตามจุดต่างๆ ที่เก็บข้อมูล พร้อมทั้งหาสัดส่วนการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ ที่ใช้เพาะปลูก

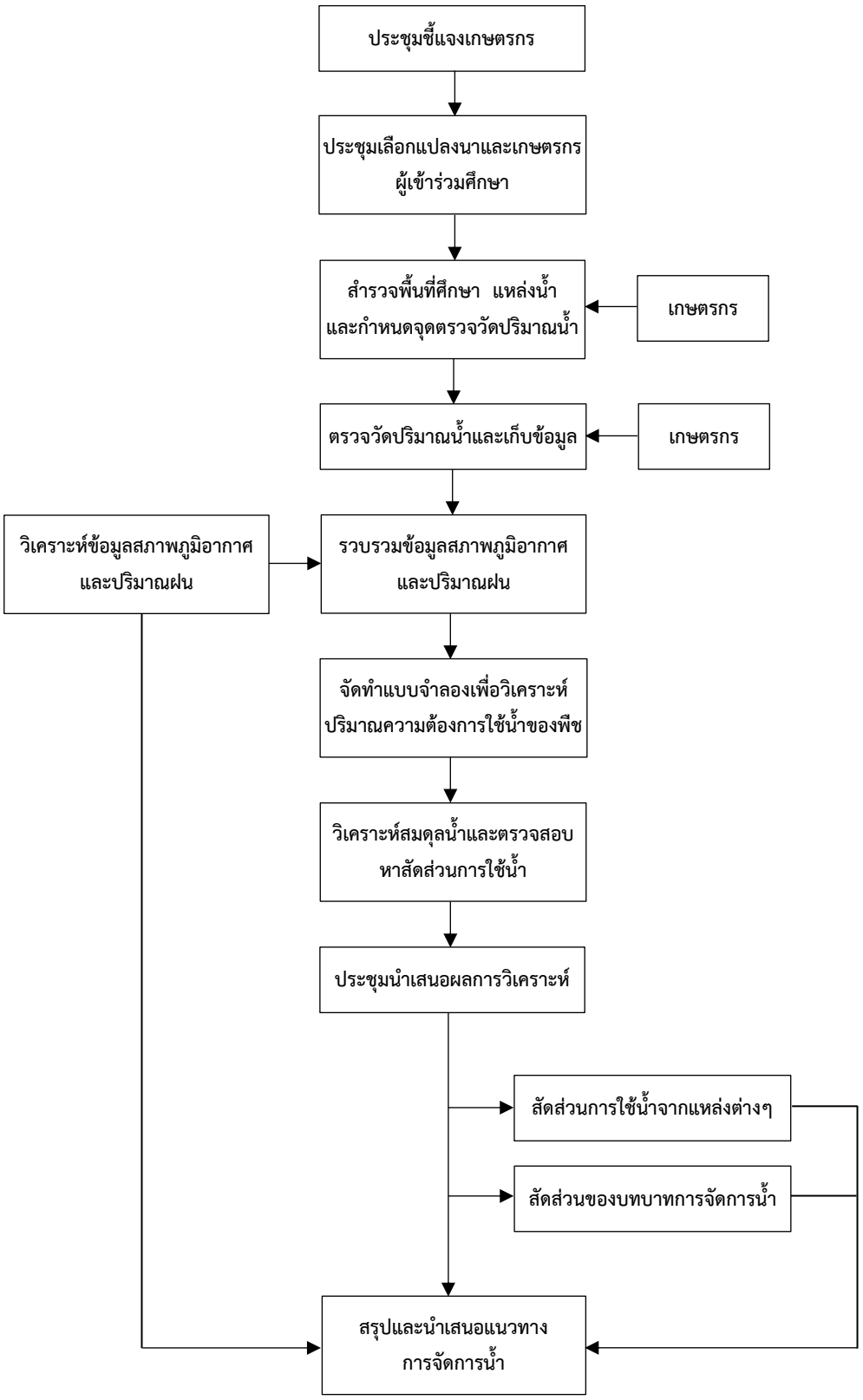
การวิเคราะห์สมดุลน้ำพิจารณาจากน้ำที่เข้ามาในแปลงนาและน้ำที่หายไปจากแปลงนาตามการตรวจวัดในขั้นตอนที่ 4 ซึ่งน้ำที่เข้ามาในแปลงนาเกิดจากการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ ในบริเวณรอบพื้นที่ศึกษาที่เกษตรกรสามารถนำมาใช้เพาะปลูกได้ โดยมีแหล่งน้ำ 4 แหล่ง ดังนี้

1.) ฝน (P) หมายถึง ฝนที่ตกลงในแปลงนา แต่ทั้งนี้ไม่รวมกับปริมาณของฝนที่ตกลงบริเวณใกล้เคียงนอกแปลงนาแล้วไหลเข้ามาในแปลงนา

2.) น้ำจากคลองส่งน้ำ (I1) หมายถึง น้ำที่ได้จากคลองส่งน้ำ 1 ซ้าย โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชัณสูตร โดยผ่านคูน้ำแล้วเข้าสู่แปลงนา

3.) น้ำจากแหล่งน้ำในพื้นที่ (I2) หมายถึง แหล่งน้ำที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษาที่เกษตรกรสามารถนำมาใช้เพาะปลูกได้ โดยในการศึกษานี้เป็นบ่อบาดาลที่อยู่ในแปลงนาของเกษตรกร

4.) น้ำจากคลองระบายน้ำ (I3) หมายถึง น้ำที่ได้จากคลองระบายใหญ่ แม่น้ำน้อย 2 ในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชัณสูตร



ภาพที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการศึกษา

ในส่วนของน้ำที่หายไปจากแปลงนาประกอบด้วยน้ำที่สูญเสียไปจากการคายระเหยของข้าว น้ำที่สูญเสียจากการระบายน้ำส่วนเกินออกจากแปลงนาตามขั้นตอนการเพาะปลูกช่วงต่างๆ และการสูญเสียน้ำจากการ รั่วซึมในแปลงนา

จากการศึกษาของ Perry (2007) ซึ่งวิเคราะห์สมดุลน้ำในระดับลุ่มน้ำ ได้เสนอสมการที่สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์สมดุลน้ำในแปลงนาดังสมการที่ 1

$$P + I = R + E + T + O + dS \qquad (1)$$

โดยที่ P = ฝนที่ตกลงในแปลงนา
I = ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าแปลงนา
R = ปริมาณน้ำส่วนเกินที่ไหลบนผิวดิน
E = การระเหย
T = การคายน้ำของพืช
O = น้ำระบายทิ้ง
dS = ผลรวมของการเปลี่ยนแปลงในการเก็บกักน้ำรวมการรั่วซึม

ในการศึกษานี้ แหล่งน้ำที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษาที่เกษตรกรสามารถนำมาใช้เพาะปลูกได้เป็นบ่อบาดาลที่อยู่ในแปลงนาของเกษตรกร ซึ่งไม่มีพื้นที่ผิวน้ำทำให้ไม่มีผลในการพิจารณาเมื่อเปรียบเทียบกับขนาดพื้นที่ของแปลงนา ดังนั้นจึงแก้ไขสมการที่ 1 เป็นสมการที่ 2 ดังนี้

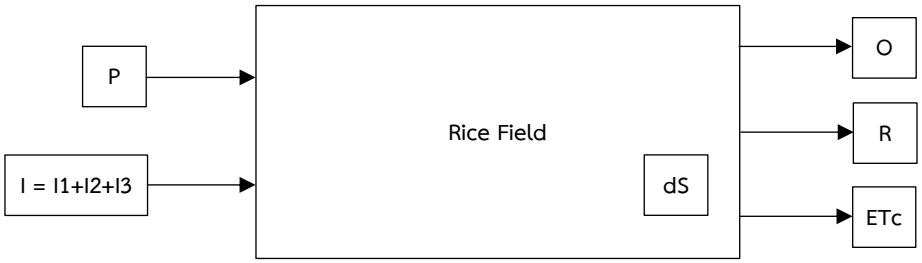
$$P + I = R + ETc + O + dS \qquad (2)$$

$$I = I1 + I2 + I3 \qquad (3)$$

$$ETc = Ks \times Kc \times ETo \qquad (4)$$

โดยที่ I หมายถึง ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าแปลงนา
I1 หมายถึง น้ำที่ได้จากคลองส่งน้ำชลประทาน
I2 หมายถึง น้ำที่ได้จากแหล่งน้ำในพื้นที่ (บ่อบาดาล)
I3 หมายถึง น้ำที่ได้จากคลองระบายน้ำ
ETc หมายถึง ปริมาณการใช้น้ำของพืช
Ks หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ปรับแก้ปริมาณการใช้น้ำ
Kc หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์พืช
ETo หมายถึง ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง

พื้นที่ศึกษานี้เป็นพื้นที่ในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา จึงกำหนดสมมติฐานให้พื้นที่ศึกษามีปริมาณน้ำเพียงพอทำให้ดินมีความชื้นเพียงพอต่อความต้องการของพืชตลอดเวลา ดังนั้นกำหนดให้ค่า Ks มีค่าเท่ากับ 1 ค่า ETo, Kc และ ETc ได้มาจากการคำนวณโดยใช้สมการ FAO Penman–Monteith (Allen et al., 1998) โดยการศึกษานี้ใช้ FAO-CROPWAT 8.0 ในการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชปริมาณฝนใช้การ การรั่วซึม ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืช (รวมปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลง) จากการพิจารณาสมการที่ 2 ปริมาณน้ำส่วนเกินที่ไหลบนผิวดิน (R) เป็นน้ำที่ระบายออกจากแปลงนี้แล้วจะถูกนำไปใช้ใหม่ในแปลงอื่นต่อไป แต่ไม่ได้นำกลับมาใช้ใหม่ในแปลงเดิม ซึ่งได้แสดงรายละเอียดของระบบสมดุลน้ำในแปลงนาไว้ในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ระบบสมดุลน้ำในแปลงนา

8. จัดประชุมนำเสนอผลการวิเคราะห์สัดส่วนการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ ให้เกษตรกรในพื้นที่ศึกษาได้รับทราบ พร้อมทั้งแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันกับเกษตรกรที่เข้าร่วมประชุมเพื่อทำความเข้าใจและหาจุดยอมรับ ผลการวิเคราะห์สัดส่วนการใช้น้ำในครั้งนี้ รวมถึงสัดส่วนของบทบาทการจัดการน้ำระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกร ตามที่แสดงในภาพที่ 5

ภาพที่ 5 การประชุมวิเคราะห์สัดส่วนการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ และสัดส่วนของบทบาทการจัดการน้ำ

9. จัดทำสรุปหลังจากที่ได้ผลการวิเคราะห์สัดส่วนการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ และสัดส่วนของบทบาทการจัดการน้ำระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรที่เป็นที่ยอมรับร่วมกันแล้ว นำเสนอผ่านการประชุมพร้อมทั้งนำเสนอแนวทางการจัดการน้ำในระดับแปลงนาเพื่อขยายผลไปสู่พื้นที่ระดับใหญ่ขึ้น

3. ผลการศึกษาวิจัย

การศึกษานี้ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาในนาข้าว 2 แปลง ในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชัณสูตรเป็นพื้นที่ศึกษา ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวนี้ประสบปัญหาเรื่องการใช้น้ำสำหรับการทำนาในฤดูแล้ง โดยแปลงที่ 1 ไม่สามารถใช้น้ำจากคลองส่งน้ำได้เนื่องจากไม่มีระบบส่งน้ำเข้าถึงแปลงนา ส่วนแปลงที่ 2 สามารถใช้น้ำจากคลองส่งน้ำได้แต่พื้นที่แปลงอยู่ช่วงปลายของคลองส่งน้ำทำให้ในช่วงฤดูแล้งไม่สามารถใช้น้ำจากคลองส่งน้ำได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการ จากการรวบรวมข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลฝน ข้อมูลพืชและปฏิทินการเพาะปลูก ข้อมูลคุณสมบัติดิน แล้วจัดทำแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณความต้องการใช้น้ำของข้าว ได้ผลการวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำ และปริมาณความต้องการใช้น้ำของข้าว ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 2 สรุปได้ว่า เมื่อทั้ง 2 แปลง ทำการเพาะปลูกในช่วงเวลาเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน โดยทั้ง 2 แปลง อยู่ไม่ไกลกันและอยู่ในบริเวณพื้นที่เดียวกัน ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลฝน และข้อมูลคุณสมบัติดิน ที่นำมาวิเคราะห์จึงเป็นชุดข้อมูลเดียวกัน ทำให้ค่าปริมาณการใช้น้ำ และปริมาณความต้องการใช้น้ำของข้าว ของทั้ง 2 แปลง มีค่าเท่ากัน

เมื่อทำการวิเคราะห์สมดุลน้ำจากการทำแบบจำลองและจากการตรวจวัดในแปลงนาตามจุดต่างๆ พบว่า ทั้ง 2 แปลง มีวิธีการใช้น้ำและปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ ที่ต่างกัน ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 3 ส่งผลให้ได้สัดส่วนการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 4 โดยมีปฏิทินการเพาะปลูกข้าวและกราฟสมดุลน้ำในแปลงนาตามที่แสดงในภาพที่ 6 และภาพที่ 7

ตารางที่ 2 ปริมาณการใช้น้ำ และปริมาณความต้องการใช้น้ำของข้าวที่ได้จากแบบจำลอง

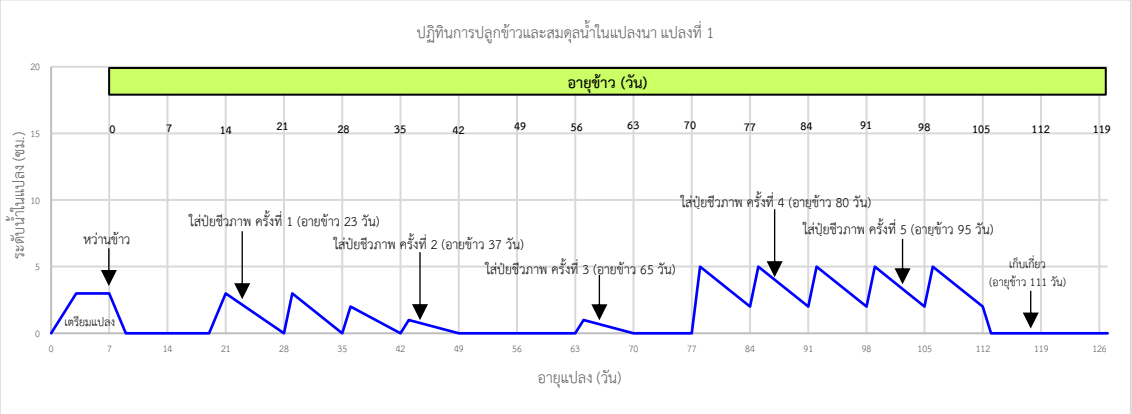
ข้อมูลการใช้น้ำของข้าว	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
ระยะเวลาการเพาะปลูก (วัน)	120	120
ขนาดแปลง (ไร่)	18	60
ปริมาณการใช้น้ำของพืช (มม.)	758	758
ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ลบ.ม.)	21,830	72,768
ปริมาณการใช้น้ำของพืช (ลบ.ม./ไร่)	1,212	1,212
ปริมาณฝนใช้การ (มม.)	83	83
ปริมาณการซึมลึกผ่านผิวดิน (มม.)	460	460
ปริมาณการซึมลึกผ่านผิวดิน (ลบ.ม.)	13,248	44,160
ปริมาณการซึมลึกผ่านผิวดิน (ลบ.ม./ไร่)	736	736
ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน (ลบ.ม./ไร่)	2,156	2,156

ตารางที่ 3 ปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ ในแปลงนา ที่ได้จากการตรวจวัด

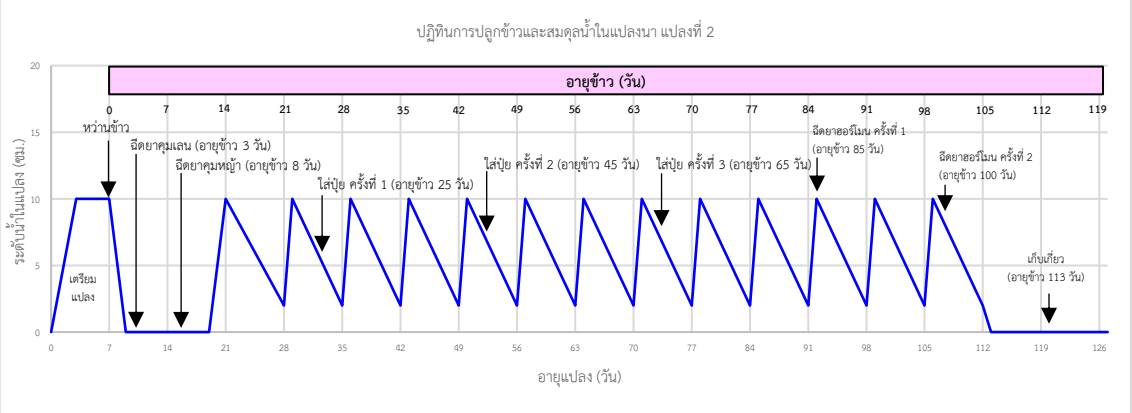
แปลงนา	ปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ ในแปลงนา (ลบ.ม.)				รวม
	ฝน	คลองส่งน้ำชลประทาน	แหล่งน้ำในพื้นที่ (บ่อบาดาล)	คลองระบายน้ำ	
แปลงที่ 1	0	0	11,750	5,530	17,280
แปลงที่ 2	0	22,932	68,796	17,472	109,200

ตารางที่ 4 สัดส่วนการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ ในแปลงนา ที่ได้จากการตรวจวัด

แปลงนา	สัดส่วนการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ ในแปลงนา (%)				รวม
	ฝน	คลองส่งน้ำชลประทาน	แหล่งน้ำในพื้นที่ (บ่อบาดาล)	คลองระบายน้ำ	
แปลงที่ 1	0	0	68	32	100
แปลงที่ 2	0	21	63	16	100



ภาพที่ 6 ปฏิทินการเพาะปลูกข้าวและกราฟสมดุลน้ำในแปลงนา แปลงที่ 1



ภาพที่ 7 ปฏิทินการเพาะปลูกข้าวและกราฟสมดุลน้ำในแปลงนา แปลงที่ 2

จากตารางที่ 3 ปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ ในแปลงนา ที่ได้จากการตรวจวัด พบว่า แปลงที่ 1 ที่ทำนาแบบเปียกสลับแห้ง ใช้น้ำ 17,280 ลบ.ม. เท่ากับ 960 ลบ.ม. ต่อไร่ น้อยกว่าปริมาณความต้องการน้ำชลประทานที่ได้จากแบบจำลองที่มีค่าเท่ากับ 2,156 ลบ.ม. ต่อไร่ อยู่ที่ 55.47 % ส่วนแปลงที่ 2 ที่ทำนาขังตื้น ใช้น้ำ 109,200 ลบ.ม. เท่ากับ 1,820 ลบ.ม. ต่อไร่ น้อยกว่าปริมาณความต้องการน้ำชลประทานที่ได้จากแบบจำลองที่มีค่าเท่ากับ 2,156 ลบ.ม. ต่อไร่ อยู่ที่ 15.58 % โดยแปลงที่ 1 ใช้น้ำประหยัดกว่าแปลงที่ 2 860 ลบ.ม. ต่อไร่ หรือคิดเป็นใช้น้ำน้อยกว่า 47.25 %

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า แปลงที่ 1 มีสัดส่วนการใช้น้ำจาก ฝน : คลองส่งน้ำ : แหล่งน้ำในพื้นที่ : คลองระบายน้ำ เป็นร้อยละ 0 : 0 : 68 : 32 ตามลำดับ แปลงที่ 2 มีสัดส่วนการใช้น้ำจาก ฝน : คลองส่งน้ำ : แหล่งน้ำในพื้นที่ : คลองระบายน้ำ เป็นร้อยละ 0 : 21 : 63 : 16 ตามลำดับ แปลงที่ 1 มีสัดส่วนการใช้น้ำจากแหล่งน้ำในพื้นที่มากที่สุด มีสัดส่วนการใช้น้ำจากคลองระบายน้ำรองลงมา และไม่มีสัดส่วนการใช้น้ำจากฝนและคลองส่งน้ำ การที่แปลงที่ 1 มีสัดส่วนการใช้น้ำจากแหล่งน้ำในพื้นที่มากที่สุดนั้นเนื่องมาจากเกษตรกรได้มีการจัดทำบ่อบาดาลไว้อยู่เดิมแล้ว เมื่อมีความต้องการที่จะใช้น้ำก็สามารถที่จะสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้ทันที ในขณะเดียวกันถ้าหากน้ำในคลองระบายน้ำมีปริมาณมากเกษตรกรก็จะทำการสูบน้ำจากคลองระบายน้ำขึ้นมาใช้ซึ่งจะได้ปริมาณน้ำมากกว่าการสูบน้ำจากแหล่งน้ำในพื้นที่เมื่อใช้ระยะเวลาการสูบน้ำเท่ากัน แต่เนื่องจากปริมาณน้ำในคลองระบายน้ำมีอยู่อย่างจำกัดทำให้เกษตรกรต้องมีการสูบน้ำจากแหล่งน้ำในพื้นที่มากกว่า และในส่วนที่ไม่มีสัดส่วนการใช้น้ำได้แก่ฝนนั้นเนื่องมาจากในช่วงที่ทำการศึกษาไม่มีฝนตกในพื้นที่และในแปลงนา และการที่ไม่มีสัดส่วนการใช้น้ำจากคลองส่งน้ำนั้นเนื่องมาจาก แปลงที่ 1 ไม่สามารถใช้น้ำจากคลองส่งน้ำได้เพราะไม่มีระบบส่งน้ำเข้าถึงแปลงนา

สำหรับแปลงที่ 2 มีสัดส่วนการใช้น้ำจากแหล่งน้ำในพื้นที่มากที่สุด มีสัดส่วนการใช้น้ำจากคลองส่งน้ำและคลองระบายน้ำรองลงมาตามลำดับ และไม่มีสัดส่วนการใช้น้ำจากฝน การที่แปลงที่ 2 มีสัดส่วนการใช้น้ำจากแหล่งน้ำในพื้นที่มากที่สุดนั้นมาจากเกษตรกรได้มีการจัดทำบ่อบาดาลไว้อยู่เดิมแล้วเช่นเดียวกับแปลงที่ 1 ในขณะเดียวกันถ้าหากน้ำในคลองส่งน้ำและคลองระบายน้ำมีปริมาณมากเกษตรกรก็จะทำการสูบน้ำจากคลองส่งน้ำและคลองระบายน้ำขึ้นมาใช้ซึ่งจะได้ปริมาณน้ำมากกว่าการสูบน้ำจากแหล่งน้ำในพื้นที่เมื่อใช้ระยะเวลาการสูบน้ำเท่ากัน แต่เนื่องจากปริมาณน้ำในคลองส่งน้ำและคลองระบายน้ำมีอยู่อย่างจำกัดทำให้เกษตรกรต้องมีการสูบน้ำจากแหล่งน้ำในพื้นที่มากกว่า และในส่วนที่ไม่มีสัดส่วนการใช้น้ำได้แก่ฝนนั้นเนื่องมาจากในช่วงที่ทำการศึกษาไม่มีฝนตกในพื้นที่และในแปลงนาเช่นเดียวกับแปลงที่ 1

หลังจากนำเสนอผลการวิเคราะห์สัดส่วนการใช้น้ำจากแหล่งต่างๆ ให้เกษตรกรในพื้นที่ศึกษาได้รับทราบและเป็นที่ยอมรับแล้ว ได้ทำการร่วมกันวิเคราะห์สัดส่วนของบทบาทการจัดการน้ำระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรได้ผลตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 5 พบว่า แปลงที่ 1 มีสัดส่วนของบทบาทการจัดการน้ำระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกร เป็น 37.50 : 62.50 มีการใช้น้ำจาก ฝน : คลองส่งน้ำ : แหล่งน้ำในพื้นที่ : คลองระบายน้ำ เกษตรกรมีส่วนร่วมอยู่ที่ร้อยละ 70, 0, 100 และ 80 ตามลำดับ แปลงที่ 2 มีสัดส่วนของบทบาทการจัดการน้ำระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกร เป็น 30.00 : 70.00 มีการใช้น้ำจาก ฝน : คลองส่งน้ำ : แหล่งน้ำในพื้นที่ : คลองระบายน้ำ เกษตรกรมีส่วนร่วมอยู่ที่ร้อยละ 70, 50, 100 และ 60 ตามลำดับ แปลงที่ 1 เกษตรกรมีสัดส่วนบทบาทการจัดการน้ำจากการใช้น้ำจากแหล่งน้ำในพื้นที่มากที่สุดเนื่องจากเกษตรกรได้มีการจัดทำบ่อบาดาลไว้ใช้เป็นแหล่งน้ำส่วนตัวจึงมีสิทธิ์ในการใช้น้ำจากแหล่งน้ำนี้อย่างเต็มที่เช่นเดียวกับแปลงที่ 2 การใช้น้ำคลองส่งน้ำ สำหรับแปลงที่ 1 การที่เกษตรกรไม่มีส่วนร่วมเนื่องจากแปลงที่ 1 ไม่สามารถใช้น้ำจากคลองส่งน้ำได้เพราะไม่มีระบบส่งน้ำเข้าถึงแปลงนา ส่วนแปลงที่ 2 หน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรมีบทบาทการจัดการน้ำเท่ากันที่ร้อยละ 50 โดยสามารถใช้น้ำจากคลองส่งน้ำได้แต่พื้นที่แปลงอยู่ช่วงปลายของคลองส่งน้ำซึ่งในช่วงฤดูแล้งไม่สามารถใช้น้ำจากคลองส่งน้ำได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการเหมือนกับช่วงฤดูฝน

เมื่อวิเคราะห์สัดส่วนของบทบาทการจัดการน้ำระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรแล้วนำเสนอในที่ประชุมจนเป็นที่ยอมรับร่วมกันแล้ว สามารถสรุปและนำเสนอแนวทางการจัดการน้ำในระดับแปลงนาเพื่อขยายผลไปสู่พื้นที่ระดับใหญ่ขึ้น

ตารางที่ 5 สัดส่วนของบทบาทการจัดการน้ำในแปลงนาระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกร

แปลงนา	แหล่งน้ำ	กิจกรรมตามบทบาทการจัดการน้ำ		สัดส่วนของบทบาทการจัดการน้ำ (%)		
		หน่วยงานภาครัฐ	เกษตรกร	หน่วยงานภาครัฐ	เกษตรกร	รวม
แปลงที่ 1	1. ฝน	1. ฝนเทียม (ไม่มีฝนตกในช่วงที่ทำการศึกษา)	1. กักเก็บน้ำฝนที่ตกในแปลงนาไว้ใช้เพาะปลูก	30	70	100
	2. คลองส่งน้ำ	1. ส่งน้ำเข้าคลองส่งน้ำ 2. กำจัดวัชพืช 3. ขุดลอกตะกอน	ไม่สามารถใช้น้ำจากคลองส่งน้ำ	100	0	100
	3. แหล่งน้ำในพื้นที่	ไม่มีส่วนร่วม	1. จัดทำบ่อบาดาล 2. สูบน้ำใช้	0	100	100
	4. คลองระบายน้ำ	1. บริหารจัดการน้ำในคลองระบายน้ำ 2. กำจัดวัชพืช 3. ขุดลอกตะกอน	1. สูบน้ำใช้	20	80	100
แปลงที่ 2	1. ฝน	1. ฝนเทียม (ไม่มีฝนตกในช่วงที่ทำการศึกษา)	1. กักเก็บน้ำฝนที่ตกในแปลงนาไว้ใช้เพาะปลูก	30	70	100
	2. คลองส่งน้ำ	1. ส่งน้ำเข้าคลองส่งน้ำ 2. กำจัดวัชพืช 3. ขุดลอกตะกอน	1. สามารถใช้น้ำจากคลองส่งน้ำ 2. สูบน้ำจากคลองส่งน้ำ	50	50	100
	3. แหล่งน้ำในพื้นที่	ไม่มีส่วนร่วม	1. จัดทำบ่อบาดาล 2. สูบน้ำใช้	0	100	100
	4. คลองระบายน้ำ	1. บริหารจัดการน้ำในคลองระบายน้ำ 2. กำจัดวัชพืช 3. ขุดลอกตะกอน	1. สูบน้ำใช้	40	60	100

การเพิ่มสัดส่วนบทบาทการจัดการน้ำของเกษตรกรให้สูงขึ้นเพื่อให้เกษตรกรได้ตระหนักถึงการใช้น้ำต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่า ส่งผลดีต่อเกษตรกรเองที่จะประหยัดค่าใช้จ่ายในการให้ได้มาซึ่งน้ำต้นทุน โดยการที่จะส่งเสริมให้เกษตรกรได้มีสัดส่วนบทบาทการจัดการน้ำสูงขึ้น ควรต้องดำเนินการดังนี้

1. มีการประชุมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรก่อนที่จะเริ่มดำเนินการจัดการน้ำในแต่ละฤดูการส่งน้ำ

2. สร้างความเข้าใจในบทบาทและความสามารถของหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรในการจัดการน้ำ โดยมุ่งเน้นให้เกษตรกรเห็นความสำคัญในบทบาทหน้าที่ของตนเองที่จะต้องร่วมกันจัดการน้ำให้สำเร็จลุล่วงและเพียงพอต่อความต้องการ

3. ต้องมีการประชาสัมพันธ์แผนการส่งน้ำและขอบเขตพื้นที่ของแผนการเพาะปลูกในแต่ละฤดูการส่งน้ำให้เกษตรกรรับทราบและเกิดความเข้าใจก่อนที่จะทำการเพาะปลูกหรือใช้น้ำเพื่อกิจกรรมอื่นๆ

4. การอภิปรายสรุปผลและข้อเสนอแนะ

1. ผลของการที่เกษตรกรมีส่วนในการจัดการน้ำที่สูงขึ้น

การจัดการน้ำร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรในระดับแปลงนาทำให้หน่วยงานภาครัฐเกิดการเรียนรู้และเกิดความเข้าใจในการจัดการน้ำระดับพื้นฐาน และในขณะเดียวกันเกษตรกรผู้มีส่วนร่วมในการจัดการน้ำเกิดการเรียนรู้และเกิดความเข้าใจถึงวิธีการจัดการน้ำต้นทุนที่มีอยู่อย่างจำกัด การจัดการน้ำในแปลงนาที่มีอยู่ให้เกิดประสิทธิภาพและคุ้มค่า รวมถึงการระบายน้ำส่วนเกินออกจากแปลงนาให้เกิดผลกระทบต่อส่วนอื่นๆ ให้น้อยที่สุด ดังนั้นการที่จะให้เกษตรกรมีส่วนร่วมในการจัดการน้ำในสัดส่วนที่สูงขึ้นจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลดีต่อเกษตรกรในการใช้น้ำได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการ และส่งผลดีต่อหน่วยงานภาครัฐในการเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ

2. การขยายผลจากการจัดการน้ำในแปลงนาสู่การจัดการน้ำในพื้นที่ระดับใหญ่ขึ้น

การจัดการน้ำร่วมกันระหว่างหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรในแปลงนาในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชัณสูตร นั้น เมื่อหน่วยงานภาครัฐและเกษตรกรเกิดความเข้าใจจากการเรียนรู้การจัดการน้ำในระดับแปลงนาได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าแล้วจึงจะนำไปสู่การขยายผลในการจัดการน้ำร่วมกันในระดับกลุ่มผู้ใช้น้ำ ระดับคลองส่งน้ำ ระดับฝ่ายส่งน้ำและบำรุงรักษา ระดับโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา จนถึงระดับลุ่มน้ำ ได้ต่อไปตามลำดับ ส่งผลดีต่อเกษตรกรและผู้ใช้น้ำในทุกภาคส่วนที่จะสามารถลดปัญหาการขาดแคลนน้ำได้และมีทรัพยากรน้ำไว้ใช้ได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการ โดยมีแนวทางการจัดการน้ำในระดับแปลงนาเพื่อขยายผลไปสู่พื้นที่ระดับใหญ่ขึ้นตามที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แนวทางการจัดการน้ำในระดับแปลงนาเพื่อขยายผลไปสู่พื้นที่ระดับใหญ่ขึ้น

แหล่งน้ำ	บทบาทการจัดการน้ำ	
	หน่วยงานภาครัฐต้องทำ	**เกษตรกรต้องร่วมมือ**
1. ฝน	1. สนับสนุนปริมาณน้ำต้นทุนในช่วงที่มีฝนทิ้งช่วงโดยการทำฝนเทียม 2. การประชาสัมพันธ์สภาพภูมิอากาศให้รับทราบอย่างสม่ำเสมอ 3. ส่งเสริมให้มีการใช้น้ำฝนตามฤดูกาลเพื่อใช้ในการเพาะปลูกพืชเป็นหลัก	1. กักเก็บน้ำฝนที่ตกในแปลงนาไว้ใช้เพาะปลูก 2. ปรับสภาพพื้นที่แปลงนาให้สามารถรับและกักเก็บน้ำฝนไว้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3. เพิ่มปริมาณและความจุแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่

ตารางที่ 6 แนวทางการจัดการน้ำในระดับแปลงนาเพื่อขยายผลไปสู่พื้นที่ระดับใหญ่ขึ้น (ต่อ)

แหล่งน้ำ	บทบาทการจัดการน้ำ	
	หน่วยงานภาครัฐต้องทำ	**เกษตรกรต้องร่วมมือ**
2. คลองส่งน้ำ	1. บริหารน้ำต้นทุนและส่งน้ำเข้าคลองส่งน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ 2. รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำเข้าคลองส่งน้ำในช่วงฤดูฝน 3. ประชาสัมพันธ์แผนการส่งน้ำในแต่ละฤดูการส่งน้ำให้เกษตรกรรับทราบ 4. ปรับปรุง ซ่อมแซม และบำรุงรักษาคลองส่งน้ำและอาคารประกอบให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ 5. กำจัดวัชพืชและสิ่งกีดขวางทางน้ำ ขุดลอกตะกอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่งน้ำ 6. ส่งเสริมการจ้างแรงงานเกษตรกรหรือผู้ใช้น้ำในพื้นที่ในช่วงที่ไม่มีการทำนา 7. จัดกิจกรรมบำรุงรักษาคลองส่งน้ำร่วมกับเกษตรกร 8. บริหารจัดการน้ำแบบรอบเวร	1. กำจัดวัชพืชและสิ่งกีดขวางทางน้ำในคูส่งน้ำให้พร้อมใช้งานเสมอ 2. รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำเข้าคลองส่งน้ำในช่วงฤดูฝน 3. เข้าร่วมประชุมและติดตามข่าวการประชาสัมพันธ์แผนการส่งน้ำในแต่ละฤดูการส่งน้ำ 4. ใช้ดุลยพินิจในการเพาะปลูกพืชตามฤดูกาลและตามปริมาณน้ำต้นทุนที่หน่วยงานภาครัฐบริหารจัดการ 5. เข้าร่วมกิจกรรมบำรุงรักษาคลองส่งน้ำร่วมกับหน่วยงานภาครัฐ 6. ใช้น้ำจากคลองส่งน้ำตามรอบเวร 7. สูบน้ำจากคลองส่งน้ำเข้าคูส่งน้ำในช่วงที่ระดับน้ำในคลองส่งน้ำไม่ถึงระดับปากคูส่งน้ำ โดยรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำ
3. แหล่งน้ำในพื้นที่	1. สนับสนุนการเพิ่มปริมาณและความจุแหล่งกักเก็บน้ำในพื้นที่	1. จัดทำบ่อน้ำหรือบ่อบาดาลเพื่อใช้เป็นแหล่งน้ำในพื้นที่ 2. รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำ
4. คลองระบายน้ำ	1. บริหารน้ำต้นทุนที่ได้จากการรับน้ำระบาย 2. ประชาสัมพันธ์แผนการรับน้ำและการระบายน้ำให้เกษตรกรรับทราบ 3. ปรับปรุง ซ่อมแซม และบำรุงรักษาคลองระบายน้ำและอาคารประกอบให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ 4. กำจัดวัชพืชและสิ่งกีดขวางทางน้ำ ขุดลอกตะกอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกักเก็บน้ำไว้ใช้ 5. บริหารจัดการน้ำแบบรอบเวร	1. กำจัดวัชพืชและสิ่งกีดขวางทางน้ำในคูระบายน้ำให้พร้อมใช้งานเสมอ 2. เข้าร่วมประชุมและติดตามข่าวการประชาสัมพันธ์แผนการระบายน้ำในแต่ละฤดูการส่งน้ำ 3. ใช้ดุลยพินิจในการเพาะปลูกพืชตามฤดูกาลและตามปริมาณน้ำต้นทุนที่หน่วยงานภาครัฐบริหารจัดการ 4. ใช้น้ำจากคลองระบายน้ำตามรอบเวร 5. รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำ

5. เอกสารอ้างอิง

ปรีชา จำปาเงิน และคณะ. (2551). *ประสิทธิภาพการใช้น้ำของข้าวนาปรังที่ปลูกในนาดินเหนียวภาคกลาง.* กรุงเทพฯ: กรมการข้าว สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว.

พนิดา พุทธรัตน์รักษา และอุ่นเรือน เล็กน้อย. (2564). ผลกระทบและการยอมรับการทำนาแบบเปียกสลับแห้งเพื่อการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของชาวนาในอำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี. วารสารมหาจุฬานาครทรรศน, 8(1), 135-144.

ภาณุพันธุ์ ประภาติกุล และหิรัญ แสวงแก้ว. (2558). กระบวนการมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการจัดทำแผนพัฒนาการเกษตรกรณีศึกษา ชุมชนบ้านโคกกุง ตำบลโนนแดง อำเภอบรบือ จังหวัดหาสารคาม. วารสารเกษตรพระวรุณ, 12(1), 49-58.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., & Smith, M. (1 9 9 8). *Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements.* FAO irrigation and drainage paper no. 56.

Perry, C. (2007). Efficient irrigation; inefficient communication; flawed recommendations. *Irrigation and Drainage*: The journal of the International Commission on Irrigation and Drainage, 56(4), 367-378.

Supriyasilp, T., Pongput, K., Boonyanupong, S. and Pongput, N. (2020) Flexible water management by conjunctive use of multiwater sources: case study of Muang Luang Weir, A. Chom Thong, Chiangmai. Research report of project no. PRP6205030190 funded by the Agricultural Research Development Agency (Public Organization) (ARDA), Thailand.