

การศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าว ในเขตจังหวัดสุพรรณบุรี

A Study of Water Footprint of Rice in Supanburi Province

อรรวิกา ศรีทอง¹
onwika@vru.ac.th¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวที่ปลูกในเขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีในช่วงปี พ.ศ. 2559 ในการวิจัยครั้งนี้ เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีเทคนิคการวิจัยภาคสนาม นอกจากนี้ คำนวณหาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยใช้โปรแกรมคำนวณความต้องการน้ำเพื่อการปลูกข้าว (WAPF) ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูล โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลปฐมภูมิ คือ ข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลจากสถานที่จริง โดยการสัมภาษณ์ เกษตรกร จำนวน 35 คน ได้แก่ ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกข้าว ข้อมูลข้าว วิธีการเพาะปลูก ข้อมูลการเตรียมแปลง ปริมาณการใช้น้ำ และข้อมูลทุติยภูมิ คือ ข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ในซอฟต์แวร์ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETo) และค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว (Kc) ผลการวิจัยสามารถอธิบายได้ดังนี้ เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกข้าวนาปีด้วยวิธีการนาหว่านน้ำตาม ซึ่งมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงิน(Wblue) มีค่าเท่ากับ 1,246.48 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว (Wgreen) มีค่าเท่ากับ 694.90 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทา (Wgrey) มีค่าเท่ากับ 877.16 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยรวมของการปลูกข้าวเท่ากับ 2,818.53 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และให้ผลผลิตเฉลี่ย 0.8 ตันต่อไร่ จากผลการวิจัยดังกล่าว ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรี มีค่าแตกต่างจากข้าวในพื้นที่อื่น ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอปัจจัยที่ทำให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าแตกต่าง และเสนอแนะแนวทางการลดปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวในเขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีด้วย

คำสำคัญ: วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ข้าว สุพรรณบุรี

¹ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

Abstract

The objective of this research was to assess the water footprint of rice in Supanburi province in year 2016. In this research, the data was collected by the field research technique. Moreover, the WAPF software was used to assess the water footprint. The researcher collected the data which were distinguished into two types. Primary data was the filed collection from interviewing the 35 farmers. These data consisted of the area of rice production, rice data, and the amount of fertilizers. Secondly, the secondary data was recorded within the software. These were the volume of rainfall, Reference Crop Evapotranspiration (Eto), and Crop Coefficient (Kc). The results indicated that the blue water footprint (Wblue) was 1,246.48 m³/ton, the green water footprint (Wgreen) was 694.9 m³/ton, the grey water footprint (Wgrey) was 877.16 m³/ton, and the total water footprint of rice was 2,818.53 m³/ton. Furthermore, the yield of rice was average 0.8 ton/rai. From above results, the water footprint of rice in Supanburi province differed from other areas. Therefore, this research had presented the factors that made the differences and suggested the ways to reduce the water footprint of rice in Supanburi province as well.

Keywords: water footprint, rice, Supanburi

1. บทนำ

ในปัจจุบัน หลายประเทศทั่วโลกกำลังประสบกับปัญหาสภาวะแวดล้อม ทั้งที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติ เช่น ไฟป่า แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด น้ำท่วม และเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การขยายตัวของชุมชนเมือง การเพิ่มของประชากร และความรู้เท่าไม่ถึงการณ์

ปัญหาด้านทรัพยากรน้ำ นับเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่หลายประเทศได้ให้ความสำคัญ เนื่องจาก ปริมาณน้ำในโลกมีปริมาณมากกว่า 70 เพอร์เซ็นต์ของพื้นที่โลก แต่มีเพียงประมาณ 2.5 เพอร์เซ็นต์ที่เป็นน้ำจืดและมีน้อยกว่า 1 เพอร์เซ็นต์เท่านั้นที่สามารถนำมาใช้อุปโภคบริโภคได้ [1] ดังนั้น การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำถือเป็นเรื่องสำคัญในการจัดการสิ่งแวดล้อมในระดับภูมิภาคและระดับ

สากล ในขณะนี้ ประเทศไทยกำลังเผชิญปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็นปัญหาน้ำเน่าเสีย ปัญหาอุทกภัย ปัญหาขาดแคลนน้ำ ซึ่งทางหน่วยงานต่างๆทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการแก้ไขปัญหาต่างๆ เหล่านี้ เช่น ในปี พ.ศ. 2560 ทางรัฐบาลได้บรรจุวาระการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำทั้งระบบอย่างยั่งยืน

การวิจัยครั้งนี้ ได้นำหลักการวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ มาใช้เพื่อช่วยในการวางแผนบริหารจัดการทรัพยากรน้ำกล่าวคือ หลักการวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ หมายถึง การคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของกระบวนการผลิตสินค้าและองค์กร ในปัจจุบันได้ถูกนำมาใช้

อย่างกว้างขวางเพื่อช่วยในการวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ซึ่งการประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ จะช่วยให้ผู้ผลิตหรือองค์กรต่างๆ ทราบถึงข้อมูลปริมาณการใช้น้ำในแต่ละผลิตภัณฑ์หรือแต่ละกิจกรรมเพื่อวางแผนการจัดสรรน้ำและ วางแผนการใช้น้ำอย่างประหยัดและเหมาะสม และเป็นการสนับสนุนให้องค์กรมีการดำเนินงานอย่างยั่งยืน และในปัจจุบันสำนักงานรับรองมาตรฐานไอเอสโอได้จัดทำมาตรฐาน ISO14046: 2015, Environmental management -- Water footprint -- Principles, requirements and guidelines บรรจุอยู่ในอนุกรมมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14000 เพื่อเป็นแนวทางการจัดทำร่องรอยการใช้น้ำหรือวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ บนพื้นฐานการประเมินวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์

จากผลการศึกษาของ Hoekstra และ Chapagain [2] ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2544 ประเทศที่มีค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำสูงสุด 5 อันดับแรก (คิดเป็นสัดส่วนต่อจำนวนประชากร) ได้แก่ สหรัฐอเมริกา อิตาลี ไทย ไนจีเรีย และรัสเซีย ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าว การใช้น้ำของประเทศไทยเป็นอันดับ 3 ของโลกมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ย 2,223 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี รองจากประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศอิตาลีที่มีค่าเฉลี่ย 2,485 และ 2,332 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยต่อจำนวนประชากรของประเทศไทยมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของโลกมากถึงร้อยละ 44 ซึ่งน้ำส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในภาคอุตสาหกรรมเกษตร โดยเฉลี่ย 2,131 ลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี คิดเป็นอัตราส่วนมากกว่าร้อยละ 95 ของค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยทั้งหมดของประเทศ นอกจากนี้ รายงานการวิจัยของ Hoekstra และ Mekonnen [3] ได้สนับสนุนว่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์

ของผู้บริโภคในโลก ซึ่งนับรวมจากการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยประมาณ 3.8% ของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เกี่ยวข้องกับการใช้ในครัวเรือน 96.2% ของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่ไม่สามารถมองเห็นเกี่ยวข้องกับการผลิตผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในตลาด ซึ่งแบ่งออกเป็น 91.5% ของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร และ 4.7% เป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ข้าว นับเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากเป็นอาหารหลักและสินค้าส่งออกที่สำคัญ มีการส่งออกข้าวไทย ในปี 2558 ปริมาณ 9,795,763 ตัน มีมูลค่า 155,912 ล้านบาท หรือประมาณ 4,613 ล้านเหรียญสหรัฐฯ [4] ในปี 2558 เขตภาคกลาง จังหวัดสุพรรณบุรีนับเป็นจังหวัดที่เนื้อที่เพาะปลูกมากที่สุดและให้ผลผลิตมากที่สุดคือ เนื้อที่เพาะปลูกข้าวจำนวน 1,077,052 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 631,710 ไร่ และให้ผลผลิตจำนวน 732,395 ตัน [5]

การประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวในประเทศไทยนั้นเป็นการประเมินค่าโดยรวมทั้งประเทศหรือบางเขตพื้นที่ ซึ่งจังหวัดสุพรรณบุรีเป็นเขตพื้นที่มีการเพาะปลูกข้าวมากเป็นอันดับต้นๆ ในเขตภาคกลาง แต่ยังไม่มีการดำเนินประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวที่เพาะปลูกในจังหวัด ทำให้การจัดสรรน้ำเพื่อการเพาะปลูกข้าวอาจไม่เพียงพอหรือขาดประสิทธิภาพ

ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวที่ปลูกในเขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อให้เกิดการจัดสรรน้ำได้อย่างเพียงพอและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์

แนวคิดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ เริ่มคิดค้นโดย

ศาสตราจารย์ Hoekstra และคณะ ชาวเนเธอร์แลนด์ ในปี ค.ศ. 2002 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ หมายถึง ปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าและบริการทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยคำนวณปริมาณน้ำจากผลรวมของทุกขั้นตอนตลอดห่วงโซ่ของการผลิตสินค้าและบริการ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อปีหรือลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี [6] ซึ่งวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงิน (Blue Water Footprint, Wblue) หมายถึง ปริมาณน้ำบนผิวดินและน้ำใต้ดิน เช่น น้ำบาดาล น้ำชลประทาน ที่ถูกนำไปใช้

2) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว (Green Water Footprint, Wgreen) หมายถึง ปริมาณน้ำฝนที่ถูกนำไปใช้

3) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทา (Grey Water Footprint, Wgrey) หมายถึง ปริมาณน้ำสะอาดที่นำไปชะล้างน้ำเสียหรือบำบัดน้ำเสียให้เป็นน้ำดีตามค่ามาตรฐาน

ตัวอย่างค่าเฉลี่ยระดับโลกสำหรับการใช้น้ำในการผลิตสินค้าต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตสมาร์ทโฟน 1 เครื่องใช้น้ำ 910 ลิตร ผลิตเสื้อยืดคอตัดตอน 1 ตัว ใช้น้ำ 2,500 ลิตร ผลิตยางรถยนต์ใหม่ 4 เส้น ใช้น้ำ 7,850 ลิตร ผลิตน้ำโคล่า 1 ขวด (500 มิลลิลิตร) ใช้น้ำ 175 ลิตร และผลิตซอสมะเขือเทศ 1 กิโลกรัม ใช้น้ำ 530 ลิตร [7]

การประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในภาคเกษตรกรรมของ Mekonnen และ Hoekstra [8] อ้างถึงใน สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม [9] ได้แสดงวิธีการหาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทั้งหมดที่เกิดจากการเพาะปลูกพืชหรือต้นไม้ (Total water footprint of process of growing crop or tree, WF_{proc, crop}) ดังสมการต่อไปนี้

$$WF_{proc, crop} = WF_{proc, blue} + WF_{proc, green} + WF_{proc, grey} \quad (1)$$

$$WF_{proc, blue} = \frac{CWU_{blue}}{Y} \quad (2)$$

$$WF_{proc, green} = \frac{CWU_{green}}{Y} \quad (3)$$

$$WF_{proc, grey} = \frac{(\alpha \times AR) / (C_{max} - C_{natural})}{Y} \quad (4)$$

CWU คือ ปริมาณน้ำที่พืชใช้ (ลูกบาศก์เมตรต่อไร่)
AR คือ อัตราการใช้สารเคมีในพื้นที่เพาะปลูก (กิโลกรัมต่อไร่)

α คือ สัดส่วนการชะล้างสารพิษ

C_{max} คือ ความเข้มข้นมากที่สุดของสารพิษที่ยอมรับได้ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

$C_{natural}$ คือ ความเข้มข้นตามธรรมชาติของสารพิษ (กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

Y คือ ปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก (ตันต่อไร่)

Hoekstra และ Chapagain [10] ได้วิจัยปริมาณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของภาคเกษตรกรรม ซึ่งผลการวิจัยพบว่า กาแฟมีค่าเท่ากับ 17,373 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน มะกอกมีค่าเท่ากับ 4,393 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน มะพร้าวมีค่าเท่ากับ 2,545 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ข้าวมีค่าเท่ากับ 2,291 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ข้าวบาร์เลย์ มีค่าเท่ากับ 1,388 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน มันฝรั่งมีค่าเท่ากับ 255 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และอ้อยมีค่าเท่ากับ 175 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน

2.2 การปลูกข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรี

จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจ [5] พบว่า จังหวัดสุพรรณบุรี ในเขตพื้นที่ทั้งหมด 10 อำเภอ มีเนื้อที่เพาะปลูกข้าว และผลผลิตดังตารางที่ 1 ดังนั้น

ในการวิจัยครั้งนี้ ทางผู้วิจัยได้เลือกพื้นที่สำหรับทำการวิจัย คือ อำเภอที่มีเนื้อที่ในการเพาะปลูกและให้ผลผลิตมากที่สุด 7 อำเภอ ได้แก่ อำเภอบางพลาม้า อำเภอเมืองสุพรรณบุรี อำเภอเดิมบางนางบวช อำเภอสองพี่น้อง อำเภออู่ทอง อำเภอศรีประจันต์ และอำเภอสามชูก ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ขั้วนาปี : เนื้อที่เพาะปลูกและผลผลิตรายอำเภอ จังหวัดสุพรรณบุรี ปีเพาะปลูก 2557 [5]

อำเภอ	เนื้อที่ เพาะปลูก (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)
บางพลาม้า	204,110	154,919
เมืองสุพรรณบุรี	190,847	138,746
เดิมบางนางบวช	172,503	124,720
สองพี่น้อง	154,066	117,090
อู่ทอง	140,345	102,171
ศรีประจันต์	126,445	92,811
สามชุก	122,615	88,651
ดอนเจดีย์	97,651	76,571
หนองหญ้าไซ	96,705	64,986
ด่านช้าง	1,131	293

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยศึกษาเชิงสำรวจเฉพาะกรณี (Case Study) ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัยตามหลักการของ Yin [11] โดยแบ่งเป็น 6 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดคำถามการวิจัย ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดคำถามการวิจัย คือ ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวในเขตจังหวัดสุพรรณบุรีคือเท่าใด

ขั้นที่ 2 เลือกกรณีศึกษา หาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและวิธีวิเคราะห์ข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาและการสำรวจในเขตพื้นที่ที่กำหนด ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตกรณีศึกษาดังนี้ คือ 1) เขตอำเภอที่มีการเพาะปลูกข้าวในจังหวัดสุพรรณบุรีและอยู่ในเขตชลประทานจำนวน 7 อำเภอ ได้แก่ อำเภอบางพลาม้า อำเภอเมืองสุพรรณบุรี อำเภอเดิมบางนางบวช อำเภอสองพี่น้อง อำเภออู่ทอง อำเภอศรีประจันต์ และอำเภอสามชุก 2) ศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นไปตามหลักของ Gosset [12] ดังที่กล่าวไว้ว่า จำนวนกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กที่สุดที่จะทำการวิเคราะห์ทดสอบใด ๆ คือจำนวน 30 คน ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ จึงทำการเลือกศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างจากเกษตรกรในเขตพื้นที่ 7 อำเภอ อำเภอละ 5 คน รวม 35 คน และทางผู้วิจัยได้ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างในเก็บข้อมูลด้วยวิธีการเลือกแบบตามสะดวก (Convenience Sampling) เนื่องจากงบประมาณและระยะเวลาที่จำกัด 3) ศึกษาโดยใช้ข้อมูลการเพาะปลูกในช่วงปี 2559 และ 4) ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในเขตจังหวัดสุพรรณบุรี, ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว (Crop Coefficient, Kc), ค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (Reference Crop Evapotranspiration, ETo) โดยใช้สูตร Penman Monteith [13] จากโปรแกรมคำนวณความต้องการน้ำเพื่อการปลูกข้าว (Water Allocation in Paddy Field, WAPF) เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดทำขึ้นโดยกรมชลประทาน มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการคำนวณความต้องการน้ำของการเพาะปลูกข้าวในเขตชลประทาน ดังแสดงในรูปที่ 1

ขั้นที่ 3 การเตรียมเก็บข้อมูล ในขั้นตอนนี้ทางผู้วิจัยได้ทำการเตรียมเก็บข้อมูล โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท เพื่อให้สามารถนำมาประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวได้ ดังต่อไปนี้

The screenshot shows a software interface titled "Water Allocation in Paddy Field" with a timestamp of 23:03:52. The interface is divided into several sections for data entry:

- Location (สถานที่):** Includes fields for "District (อำเภอ) 12", "Sub-district (ตำบล) 12", "Village (หมู่บ้าน) 2", and "Road (ถนน) 2".
- Water User (เกษตรกร):** Includes "Name (ชื่อ) 15", "Age (อายุ) 95", and "Gender (เพศ) 1".
- Water Allocation (การชลประทาน):** Includes "Area (พื้นที่) 4", "Crop (พืช) 2559", and "Irrigation (ชลประทาน) 14".
- Water Management (การจัดการน้ำ):** Includes "Water Source (แหล่งน้ำ) 1", "Water Type (ชนิดน้ำ) 18", and "Water Use (ใช้น้ำ) 17".
- Water Allocation (การกระจายน้ำ):** Includes "Area (พื้นที่) 1", "Crop (พืช) 2559", and "Irrigation (ชลประทาน) 14".
- Water Allocation (การกระจายน้ำ):** Includes "Area (พื้นที่) 1", "Crop (พืช) 2559", and "Irrigation (ชลประทาน) 14".
- Water Allocation (การกระจายน้ำ):** Includes "Area (พื้นที่) 1", "Crop (พืช) 2559", and "Irrigation (ชลประทาน) 14".

At the bottom, there are buttons for "คำนวณ" (Calculate), "จบการคำนวณ" (End Calculation), and "ช่วยเหลือ" (Help).

รูปที่ 1 ตัวอย่างการคำนวณด้วยโปรแกรมคำนวณความต้องการน้ำเพื่อการปลูกข้าว

1) ข้อมูลปฐมภูมิ คือ ข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่เก็บข้อมูลจากสถานที่จริง โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรใน 7 อำเภอละ 5 คนจำนวนรวมทั้งสิ้น 35 คน ได้แก่ ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกข้าว ข้อมูลข้าว วิธีการเพาะปลูก ข้อมูลการเตรียมแปลง ข้อมูลคุณสมบัติของดินและปริมาณการใช้น้ำ

2) ข้อมูลทุติยภูมิ คือ ข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ในซอฟต์แวร์ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าวและค่าปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง โดยใช้สูตร Penman Monteith

ขั้นที่ 4 การเก็บข้อมูล ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เริ่มเก็บบันทึกตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม 2559

ขั้นที่ 5 ประเมินและวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมคำนวณความต้องการน้ำเพื่อการปลูกข้าว (WAPF) ของกรมชลประทาน

ขั้นที่ 6 สรุปผลการวิจัยและจัดทำรายงาน

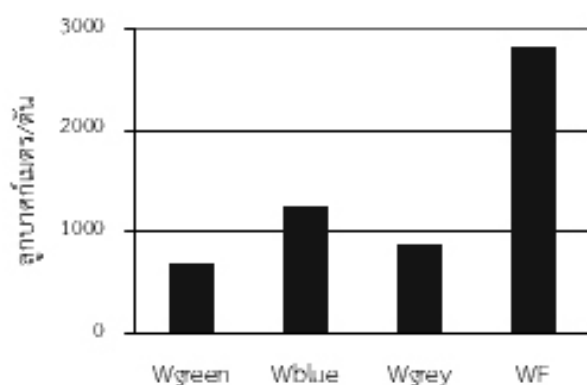
3. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ในเขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีนิยมปลูกข้าวนาปีด้วยวิธีการนาหว่านน้ำตมและนิยมใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าวดังนั้น การคำนวณค่าความต้องการน้ำที่สีเทา (W_{grey}) ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้ค่า C_{max} เท่ากับ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพิจารณาจากปริมาณของไนโตรเจน (N) ที่มีอยู่ในปุ๋ยที่เกษตรกรใช้ในการเพาะปลูก โดยใช้ค่ามาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537 [14] ซึ่งกำหนดให้มีค่าไนเตรต (NO_3) ในน้ำไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และกำหนดให้ค่า C_{nat} เท่ากับศูนย์เนื่องจากขาดข้อมูลที่เหมาะสม ตามหลักการของ Hoekstra และคณะ [15] ดังนั้น ผลการวิจัยพบว่าในแต่ละอำเภอมียาปุ๋ยไนโตรเจนที่เฉลี่ยของการปลูกข้าว ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยของการปลูกข้าวในแต่ละอำเภอ

อำเภอ	W _{green} (m ³ /ton)	W _{blue} (m ³ /ton)	W _{grey} (m ³ /ton)	WF (m ³ /ton)	Yield (kg/rai)
บางปลาหมอ	657.55	1,198.04	792.03	2,647.62	830.00
เมือง	741.70	1,304.59	1,017.13	3,063.42	730.00
เดิมบางนางบวช	767.15	1,358.33	849.82	2,975.30	730.00
สองพี่น้อง	558.89	1,165.41	771.64	2,495.95	900.00
อู่ทอง	566.00	1,117.69	1,028.92	2,712.61	960.00
ศรีประจันต์	789.19	1,226.29	811.12	2,826.60	750.00
สามชุก	783.82	1,355.02	869.42	3,008.25	700.00
เฉลี่ย	694.90	1,246.48	877.16	2,818.53	800.00

และมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉลี่ยรวมทั้งจังหวัดดังนี้ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงิน (W_{blue}) มีค่าเท่ากับ 1,246.48 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว (W_{green}) มีค่าเท่ากับ 694.9 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทา (W_{grey}) มีค่าเท่ากับ 877.16 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยรวมของการปลูกข้าวเท่ากับ 2,818.53 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ดังแสดงในรูปที่ 2 และให้ผลผลิตข้าวเฉลี่ย 0.8 ตันต่อไร่



รูปที่ 2 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าว
ในจังหวัดสุพรรณบุรี

จากผลการวิจัยดังกล่าว ทางผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบการประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวในเขตพื้นที่อื่นๆ คือ การปลูกข้าวในประเทศไทย [16] การปลูกข้าวในเขตชลประทานโครงการโคกกระเทียมและพื้นที่ฝั่งซ้ายคลองชัยนาท-ป่าสัก [17] และการปลูกข้าวในเขตพื้นที่จังหวัดน่าน [18] ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในเขตพื้นที่อื่นๆ

พื้นที่	W _{green} (m ³ /ton)	W _{blue} (m ³ /ton)	W _{grey} (m ³ /ton)	WF (m ³ /ton)	Yield (kg/rai)
สุพรรณบุรี	694.9	1,246.48	877.16	2,818.5	800
ประเทศไทย [16]	559	942	116	1,617	260
โคกกระเทียม [17]	438	438	438	438	438
น่าน [18]	1,470.33	-	788.49	2,258.82	747

ทำการเพาะปลูก และระยะเวลาที่ใช้ในการเพาะปลูก เป็นช่วงที่ในเขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีมีปริมาณฝน จำนวนมาก ซึ่งส่งผลโดยตรงกับปริมาณค่า W_{green} ซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ จึงส่งผลให้ค่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวสูงไปด้วย

ปัจจัยที่สอง คือ ปริมาณน้ำผิวดินที่มีปริมาณ สูง เนื่องจากจังหวัดสุพรรณบุรีซึ่งอยู่เขตในภาคกลาง มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำลำคลองจำนวนมาก และจังหวัดสุพรรณบุรีมีเขตชลประทานสุพรรณบุรี โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ส่งผลให้ไม่มีการขาดแคลนน้ำในการทำนาข้าว และส่งผลให้ปริมาณ W_{blue} มีปริมาณมากเพียงพอ และรวมถึงไม่มีการขาดแคลน น้ำผิวดินในการเพาะปลูกข้าวของเกษตรกร

ปัจจัยที่สาม คือ ปริมาณการใช้น้ำ เนื่องจาก ในปัจจุบัน การเพาะปลูกข้าวของเกษตรกรส่วนใหญ่ นิยมการใช้น้ำอย่างต่อเนื่องซึ่งส่งผลต่อสภาพดิน ทำให้ดินมีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยลง ทำให้เกษตรกร ต้องมีการเพิ่มปริมาณการใช้น้ำอย่างต่อเนื่อง และ ส่งผลให้ปริมาณ W_{grey} ของการเพาะปลูกข้าวใน เขตจังหวัดสุพรรณบุรีมีปริมาณสูงมากเมื่อเทียบกับ ปริมาณที่วิจัยที่ผ่านมา [16-18]

ปัจจัยที่สี่ ปริมาณผลผลิตต่อไร่ เนื่องจาก ปริมาณผลผลิตต่อไร่ เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ W_{green} , W_{blue} , W_{grey} ตามสมการ ถ้าปริมาณ ผลผลิตต่อไร่มีปริมาณสูงจะส่งผลให้ค่าปริมาณ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ลดลง และในทางกลับกัน หาก ปริมาณผลผลิตต่อไร่มีปริมาณน้อยจะส่งผลให้ค่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีปริมาณมากด้วย

ปัจจัยที่ห้า คือ ปริมาณความร้อนในธรรมชาติ ซึ่งส่งผลค่า ET_o และ K_c ทำให้ข้าวต้องมีการใช้น้ำ เพิ่มมากกว่าปกติ ซึ่งหากค่า ET_o และ K_c มีปริมาณสูง จะส่งผลต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ให้มีปริมาณสูง เช่นกัน

แนวทางการการลดปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ในการเพาะปลูกข้าวในเขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี สามารถทำได้หลายวิธี เช่น

1. จากผลการวิจัย พบว่าปริมาณ W_{grey} สามารถลดลงได้ โดยควรให้เกษตรกรลดปริมาณ การใช้น้ำที่เป็นสารเคมี โดยส่งเสริมให้มีการใช้น้ำ ชีวภาพ หรือใช้จุลินทรีย์ช่วยในการบำรุงดินให้พร้อม ในการปลูกข้าว เพื่อลดการใช้น้ำเคมี ซึ่งจะสามารถ ลดปริมาณ W_{grey} และส่งผลโดยรวมของวอเตอร์ ฟุตพริ้นท์ลดลง

2. ควรส่งเสริมให้เกษตรกรมีการใช้เมล็ด พันธุ์ข้าวที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ และให้ผลผลิต ที่มีปริมาณสูง ซึ่งค่าเฉลี่ยของผลผลิตของกลุ่มตัวอย่าง มีค่าประมาณ 800 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสามารถพัฒนา หรือส่งเสริมให้ชาวนามีผลผลิตข้าวมากกว่าใน ปัจจุบันได้

5. สรุป

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินค่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวที่ปลูกในเขตพื้นที่จังหวัด สุพรรณบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2559 โดยเก็บรวบรวม ข้อมูลโดยใช้เทคนิคการวิจัยภาพสนาม และคำนวณ หาค่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยใช้โปรแกรมคำนวณ ความต้องการน้ำเพื่อการปลูกข้าว (WAPF) ซึ่งได้ผล การวิจัย ดังต่อไปนี้ ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงิน (W_{blue}) มีค่าเท่ากับ 1,246.48 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว(W_{green}) มีค่าเท่ากับ 694.9 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทา (W_{grey}) มีค่าเท่ากับ 877.16 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และค่า วอเตอร์ฟุต พริ้นท์โดยรวมของการปลูกข้าวเท่ากับ 2,818.53 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน และให้ผลผลิตข้าว เฉลี่ย 0.8 ตันต่อไร่ ซึ่งจากผลการวิจัยที่ได้พบว่าค่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี

มีค่าสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ เนื่องมาจาก 5 ปัจจัยหลัก คือ สภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำผิวดิน ปริมาณการใช้น้ำของเกษตรกร ปริมาณผลผลิตต่อไร่ และปริมาณความร้อนในธรรมชาติ นอกจากนี้ทางผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการลดปริมาณมอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี คือ การลดปริมาณการใช้น้ำของเกษตรกร และการใช้พันธุ์ข้าวที่มีความเหมาะสมกับพื้นที่ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มากขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ งบประมาณแผ่นดิน โดยผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

เอกสารอ้างอิง

- [1] University of Michigan., 2006. **Human appropriation of the world's fresh-water supply.**
- [2] Hoekstra A. Y. and Chapagain A. K., 2007. "Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern," **Water Resources Management.** 21: 35-48.
- [3] Hoekstra A. Y. and Mekonnen M. M., 2012. "The water footprint of humanity," **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.** 109 : 3232-3237.
- [4] สมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย, 2559. "สถิติการส่งออกข้าวของไทย," **ข่าวสมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย.** 2: 1.
- [5] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2558.** กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร.
- [6] Chapagain A. K., Hoekstra A. Y., Savenije H. H. G., and Gautam R., 2006. "The water footprint of cotton consumption: An assessment of the impact of worldwide consumption of cotton products on the water resources in the cotton producing countries," **Ecological Economics.** 60: 186-203.
- [7] Leahy S., 2014. **Your Water Footprint: The Shocking Facts about how Much Water We Use to Make Everyday Products: Firefly Books.**
- [8] Mekonnen M. M. and Hoekstra A. Y., 2011 "The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products", **Hydrology and Earth System Sciences.** 15: 1577-1600.
- [9] สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2557. **ร่องรอยการใช้น้ำหรือมอเตอร์ฟุตพริ้นท์.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: <http://fic.nfi.or.th/waterfootprint/index.php/component/content/article/79-studybasic/75-footprint23> (31 พฤษภาคม 2560)
- [10] Hoekstra A. Y. and Chapagain A. K., 2008. **Globalization of Water: haring the Planet's Freshwater Resources.** Wiley.

- [11] Yin R. K., 2003. **Case Study Research: Design and Methods**. SAGE Publications.
- [12] Gosset W. S., 1908. "The Probable Error of a Mean," **Biometrika**. 6: 1-25.
- [13] Monteith J. L., 1965. "Evaporation and environment," **Symp Soc Exp Biol**. 19: 205-34.
- [14] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537), 2537. กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน. ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 111 ตอน16ง.
- [15] Hoekstra A. Y., Chapagain A., Martinez-Aldaya M., and Mekonnen M., 2011. **The water footprint assessment manual; setting the global standard**. Earthscan: London, UK.
- [16] Chapagain A. K. and Hoekstra A. Y., 2011. "The blue, green and grey water footprint of rice from production and consumption perspectives," **Ecological Economics**, 70 : 749-758.
- [17] อีระวัฒน์ ธรรมนิยม, 2555. **วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของข้าวในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโคกกระเทียม**. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- [18] Chatpanyacharoen W., Hungspreug N., Anurugsa B., and Taweessuk S. 2015. "Water Footprint Evaluation of *Oryza sativa* L. Tha Wang Pha District, Nan Province", **Thammasat International Journal of Science and Technology**. 20: 21 – 28.