



การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปลาตะบูนจากฟาร์มเพาะเลี้ยง  
ในพื้นที่อำเภอสენา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

## Water Footprint Assessment of Red Tilapia Production from Fishery Farms in the Sena Districts, Phranakhon Si Ayutthaya Province

วัชรภรณ์ ตันติพนาทิพย์<sup>1\*</sup>

*Received: June, 2017; Accepted: December, 2017*

### บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำของกระบวนการผลิตปลาตะบูนจากฟาร์มเพาะเลี้ยงในอำเภอสენา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยอาศัยแนวคิดวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งในการวิเคราะห์และบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำต่อหนึ่งหน่วยผลผลิตปลาตะบูนจากฟาร์มเพาะเลี้ยงจำนวน 60 ฟาร์ม ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2560 ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปลาตะบูนมีค่าเท่ากับ 4,460.77 ลิตร/ปลาตะบูน 1 กิโลกรัม ซึ่งมีการใช้ทรัพยากรน้ำตลอดกระบวนการผลิต (บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์) เท่ากับ 4,213.48 ลิตร/ปลาตะบูน 1 กิโลกรัม และปริมาณน้ำเสีย (เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 247.29 ลิตร/ปลาตะบูน 1 กิโลกรัม ดังนั้นแนวทางการลดปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์จากกระบวนการผลิตปลาตะบูนจากการทำฟาร์มเพาะเลี้ยงจึงควรมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากรน้ำภายในฟาร์มเพาะเลี้ยง

คำสำคัญ : วอเตอร์ฟุตพริ้นท์; การผลิตปลาตะบูน; ฟาร์มเพาะเลี้ยง; จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

<sup>1</sup> Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University

\* Corresponding Author E - mail Address: momojay\_25@hotmail.com

## Abstract

The used water use analysis of red tilapia (*Oreochromis niloticus-mossambicus*). The production from fishery farms was conducted in Sena districts, Phranakhon Si Ayutthaya province using water footprint concept which is a tool for sustainable water analysis and management. This research aimed to analyze amount of used water per product unit of red tilapia. The sample was 60 fishery farms during March, 2016 to January, 2017. The results showed that the average water footprint of red tilapia production was 4,460.77 L/1 kg of red tilapia that consisted of 4,213.48 L/1 kg of red tilapia from direct water use in the process (blue water footprint) and 247.29 L/1 kg of red tilapia from waste water (gray water footprint) in fishery farms. Therefore, to decrease the amount of water footprint from red tilapia production should be focus on developing the efficiency water system to sustainably in fishery farms.

**Keywords:** Water Footprint; Red Tilapia Production; Fishery Farms; Phranakhon Si Ayutthaya Province

## บทนำ

กิจกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นหนึ่งในภาคการผลิตอาหารหลักของประเทศไทย โดยเฉพาะการผลิตปลาตะกิมจากฟาร์มเพาะเลี้ยงที่สร้างรายได้หลักให้แก่ประชาชนทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งเป็นเขตเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศและมีจำนวนผลผลิตปลาตะกิมเป็นอันดับสองของจังหวัด [1] สืบเนื่องจากนโยบายที่ส่งเสริมการเพาะเลี้ยงปลาตะกิมเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริมจากทั้งภาครัฐบาลและเอกชน โดยการให้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเลี้ยงปลาตะกิม การจัดหาอุปกรณ์อาหาร ตลาดจำหน่ายผลผลิตและยังคอยติดตามดูแลกลุ่มเกษตรกรอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาตะกิมในพื้นที่อำเภอเสนา [2] ขณะเดียวกันการดำเนินกิจกรรมฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศไทยยังคงมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งในด้านจำนวนและขนาดของพื้นที่ฟาร์มเพาะเลี้ยงรวมถึงอุตสาหกรรมการผลิตอาหารประเภทเนื้อสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นผลจากความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีและเทคนิคการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ทำให้เกษตรกรสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตสัตว์น้ำที่มีคุณภาพและปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคทั้งภายในและภายนอกประเทศที่เพิ่มสูงขึ้น

ในทางกลับกันเมื่อกิจกรรมฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาตะกิมเพิ่มจำนวนขึ้นย่อมส่งผลให้ความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำเพิ่มขึ้นด้วย [3] โดยเฉพาะช่วงของการเลี้ยงปลาในฟาร์มเพาะเลี้ยง ทั้งยังก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทางน้ำจากเศษอาหารตกค้างภายในบ่อเลี้ยง การใช้ยารักษาโรคและสารเคมี การเปลี่ยนถ่ายน้ำและการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีการระบายน้ำเสียออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งส่งผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัด [4] - [5] จากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำและนโยบายส่งเสริมให้ผู้ใช้ใช้ทั้งทางตรงและทางอ้อมได้ตระหนักถึงปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตสินค้าและบริการ รวมถึงการมีส่วนร่วมรับผิดชอบเพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรน้ำที่เหมาะสมมากขึ้น โดยการพัฒนาแนวทางวิเคราะห์

ปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตและเป็นรูปธรรมมากขึ้นตามแนวคิดของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ทำให้มองเห็นสถานการณ์ของการใช้น้ำที่เกิดขึ้นและการใช้น้ำนั้นมีความเหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์หรือไม่ [6] - [8]

จากแนวคิดการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทำให้ภาคประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต่างได้รับความสนใจในฐานะของการเป็นผู้ใช้ทรัพยากรน้ำรายใหญ่โดยเฉพาะประเทศไทย เนื่องจากเป็นประเทศที่มีการส่งออกผลิตภัณฑ์ประมงรายใหญ่ของโลก แต่กลับมีการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในกิจกรรมประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำค่อนข้างน้อย [9] - [10] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตปลาตะเพียนจากฟาร์มเพาะเลี้ยง ซึ่งมีขอบเขตการพิจารณาครอบคลุมเฉพาะในขั้นตอนของการเลี้ยงปลาตะเพียนในบ่อดินเท่านั้น เนื่องจากสามารถวิเคราะห์ปริมาณและความคุ้มค่าการใช้ทรัพยากรน้ำตลอดกระบวนการผลิตเนื้อปลาตะเพียนได้อย่างเต็มประสิทธิภาพโดยการวิจัย ครึ่งนี้มุ่งหวังที่จะนำผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาทั้งด้านปริมาณ แหล่งที่มา และรูปแบบความต้องการใช้น้ำในระยะของการเลี้ยงปลาตะเพียนไปใช้ในการจัดสรรและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำในกระบวนการเลี้ยงปลาตะเพียนหรือสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. พื้นที่ศึกษาและการเก็บข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินกิจกรรมภายในฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาตะเพียนของอำเภอสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยใช้ฐานข้อมูลเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาตะเพียนที่ขึ้นทะเบียนกับสำนักงานประมงจังหวัดพระนครศรีอยุธยาในปี พ.ศ. 2555 จำนวน 73 ฟาร์ม ด้วยวิธีการสุ่มเลือกแบบเฉพาะเจาะจงเพื่อให้ครอบคลุมฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาตะเพียนในบ่อดินทั้งขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดจำนวนตัวอย่างฟาร์มทั้งสิ้น 60 ฟาร์ม จากการประยุกต์ใช้วิธีกำหนดขนาดตัวอย่างของ Krejcie, R. V. and Morgan, E. W. [11] และ Yamane, T. [12] การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยวิธีสัมภาษณ์ (Interview) เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาตะเพียนในแต่ละฟาร์มเป็นจำนวน 3 ครั้ง ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2560

การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการเลี้ยงปลาตะเพียน ได้แก่ รูปแบบการเพาะเลี้ยง ระยะเวลาเลี้ยง ประเภทและปริมาณการให้อาหารสัตว์น้ำ ผลผลิตปลาตะเพียน การใช้ทรัพยากรน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม ปริมาณของเสียและน้ำเสียที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการผลิตเนื้อปลาตะเพียน รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น

### 2. การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตปลาตะเพียนจากฟาร์มเพาะเลี้ยง

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ถูกจัดเป็นตัวชี้วัดการใช้ทรัพยากรน้ำจากกระบวนการผลิตสินค้าและบริการ ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยสามารถคำนวณได้จากปริมาณน้ำทั้งหมดที่ถูกนำมาใช้จากผลรวมของทุกขั้นตอนตลอดห่วงโซ่ของกระบวนการผลิตสินค้าและบริการ ทั้งยังแสดงถึงแหล่งที่มาของน้ำใช้และน้ำเสียที่เกิดขึ้น โดยทั่วไปจะแสดงในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อปีหรือลูกบาศก์เมตรต่อคนต่อปี [13] - [14] ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสภาพภูมิศาสตร์และช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ดังนั้นการศึกษาในพื้นที่ใด ๆ และช่วงเวลาที่แตกต่างกันจะทำให้ปริมาณความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำมีค่าแตกต่างกัน

การคำนวณปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่นิยมใช้กันแพร่หลายเป็นวิธีประเมินของ Water Footprint Network (WFN) ซึ่งเป็นการคำนวณผลรวมปริมาณการใช้ทรัพยากรน้ำทั้ง 3 ประเภท [7] คือ

1) กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Green Water Footprint: WFGreen) คือ ปริมาณน้ำที่อยู่ในรูปของความชื้นในดินที่ถูกนำมาใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าและบริการ ซึ่งจากการสำรวจพบว่าไม่มีข้อมูลการใช้น้ำในส่วนดังกล่าว จึงไม่มีการคำนวณปริมาณกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการศึกษาครั้งนี้

2) บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Blue Water Footprint: WFBlue) คือ ปริมาณน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติทั้งแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำจากระบบชลประทานที่ถูกนำมาใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าและบริการ ในที่นี้หมายถึงปริมาณน้ำทั้งหมดที่เกษตรกรนำมาใช้ตลอดกระบวนการเลี้ยงปลาที่บ่อบ่มในฟาร์มประมง

3) เกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Gray Water Footprint: WFGray) คือ ปริมาณน้ำที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตสินค้าและบริการให้เป็นน้ำดีตามค่ามาตรฐาน ในที่นี้หมายถึงปริมาณน้ำดีที่ถูกนำมาใช้ในการเจือจางน้ำเสียตลอดกระบวนการเพาะเลี้ยงปลาที่บ่อบ่มให้เป็นน้ำดีตามค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน

การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาจากการใช้ทรัพยากรน้ำจากแหล่งน้ำที่แตกต่างกัน ซึ่งขอบเขตของงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดกระบวนการผลิตปลาที่บ่มในระยะของฟาร์มเพาะเลี้ยงเท่านั้น (รูปที่ 1) ดังนั้นปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตปลาที่บ่มจากกิจกรรมฟาร์มเพาะเลี้ยงจำนวน 60 ฟาร์ม สามารถคำนวณได้จากผลรวมของบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ โดยแสดงในหน่วยลิตร/ผลผลิตปลาที่บ่ม 1 กิโลกรัม ดังสมการที่ (1) - (5)

$$WF = WF_{Green} + WF_{Blue} + WF_{Gray} \quad (1)$$

$$WF_{prod}(p) = \left[ WF_{proc}(p) + \sum_{i=1}^y \frac{WF_{prod}(i)}{f_p(p,i)} \right] \times f_v(p) \quad (2)$$

$$f_p(p,i) = \frac{W(p)}{W(i)} \quad (3)$$

$$f_v(p) = \frac{price(p) \times w(p)}{\sum_{p=1}^z price(p) \times w(p)} \quad (4)$$

$$WF_{prod}(p) = WF_{proc}(p) + \frac{WF_{prod}(i)}{f_p(p,i)} \quad (5)$$

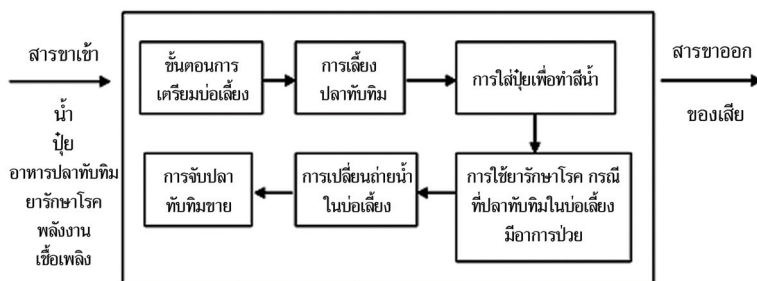
โดย

$WF_{prod}(p)$  คือ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปลาที่บ่ม (ลิตร/ปลาที่บ่ม 1 กิโลกรัม)

$WF_{prod}(i)$  คือ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของวัตถุดิบและทรัพยากรทั้งหมดในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาที่บ่ม (ลิตร/ปลาที่บ่ม 1 กิโลกรัม)

$WF_{proc}(p)$  คือ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปริมาณน้ำที่ใช้ในการผลิตปลาที่บ่มจากฟาร์มเพาะเลี้ยงทั้งทางตรงและทางอ้อม (ลิตร/ปลาที่บ่ม 1 กิโลกรัม)

- $f_p(p, i)$  คือ สัดส่วนมวลของผลิตภัณฑ์ปลาตะบั้ง (Product Fraction)  
 $f_v(p)$  คือ สัดส่วนมูลค่าของผลิตภัณฑ์ปลาตะบั้ง (Value Fraction)  
 $W(p)$  คือ ผลผลิตปลาตะบั้ง (กิโลกรัม)  
 $W(i)$  คือ การใช้อาหาร ยารักษาโรค และปุ๋ย (กิโลกรัม)  
 $price(p)$  คือ ราคาของผลิตภัณฑ์ปลาตะบั้ง (บาทต่อกิโลกรัม)



รูปที่ 1 แผนผังการประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตปลาตะบั้งจากกิจกรรมฟาร์มเพาะเลี้ยง

### 3. การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment)

ปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตเนื้อปลาตะบั้งจากฟาร์มเพาะเลี้ยงสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการใช้ทรัพยากรน้ำและมลพิษทางน้ำที่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาตะบั้ง [15]

#### 1) ปริมาณน้ำที่ตลอดกระบวนการผลิตปลาตะบั้งจากฟาร์มเพาะเลี้ยง

น้ำที่ที่เกิดขึ้นตลอดระยะการเลี้ยงปลาตะบั้งในบ่อดินมีค่าเท่ากับผลรวมของปริมาณน้ำที่ทั้งหมด ได้แก่ การเปลี่ยนถ่ายน้ำระหว่างเลี้ยงปลาตะบั้ง การคัสดขนาด การประเมินอัตราการรอดของปลาตะบั้งในบ่อเลี้ยงและการเก็บเกี่ยวผลผลิตปลาตะบั้ง ดังแสดงในสมการที่ (6)

$$WT = TW \times W(p) \quad (6)$$

โดย

- $WT$  คือ น้ำที่ที่เกิดขึ้นจากฟาร์มเลี้ยงปลาตะบั้ง (ลิตร)  
 $TW$  คือ น้ำที่ทั้งหมดของการผลิตปลาตะบั้ง (ลิตร/ปลาตะบั้ง 1 กิโลกรัม)  
 $W(p)$  คือ ผลผลิตปลาตะบั้ง (กิโลกรัม)

#### 2) ปริมาณน้ำที่จากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาตะบั้งที่ถูกระบายสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

น้ำที่จากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาตะบั้งที่ถูกระบายออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ น้ำที่จากฟาร์มเพาะเลี้ยงที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียและน้ำที่จากฟาร์มเพาะเลี้ยงที่มีระบบบำบัดน้ำเสีย ดังแสดงในสมการที่ (7)

$$W = [TW \times W(p) \times \%W(n) \times \%W(o)] + [TW \times W(p) \times \%W(h) \times \%W(o)] \quad (7)$$

โดย

|          |     |                                                                |
|----------|-----|----------------------------------------------------------------|
| $W$      | คือ | น้ำทิ้งจากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาที่ระบายสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ (ลิตร) |
| $TW$     | คือ | น้ำทิ้งทั้งหมดจากการผลิตปลาที่ต้ม (ลิตร/ปลาที่ต้ม 1 กิโลกรัม)  |
| $W(p)$   | คือ | ผลผลิตปลาที่ต้ม (กิโลกรัม)                                     |
| $\%W(n)$ | คือ | ร้อยละของฟาร์มเพาะเลี้ยงที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย (%)           |
| $\%W(h)$ | คือ | ร้อยละของฟาร์มเพาะเลี้ยงที่มีระบบบำบัดน้ำเสีย (%)              |
| $\%W(o)$ | คือ | ร้อยละของฟาร์มเพาะเลี้ยงที่ปล่อยน้ำเสียสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ (%) |

### 3) ปริมาณมลพิษที่เกิดจากฟาร์มเลี้ยงปลาที่ต้ม

ปริมาณมลพิษทั้งหมดจากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาที่ต้มในบ่อดินมีค่าเท่ากับผลรวมของปริมาณ การปล่อยมลพิษตลอดการเลี้ยงปลาที่ต้ม ได้แก่ การเปลี่ยนถ่ายน้ำ การคัดขนาดและประเมินอัตราการรอดของปลาที่ต้ม และการเก็บเกี่ยวผลผลิตปลาที่ต้ม [16] ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (8)

$$TW = F_n \times W(p) \quad (8)$$

โดย

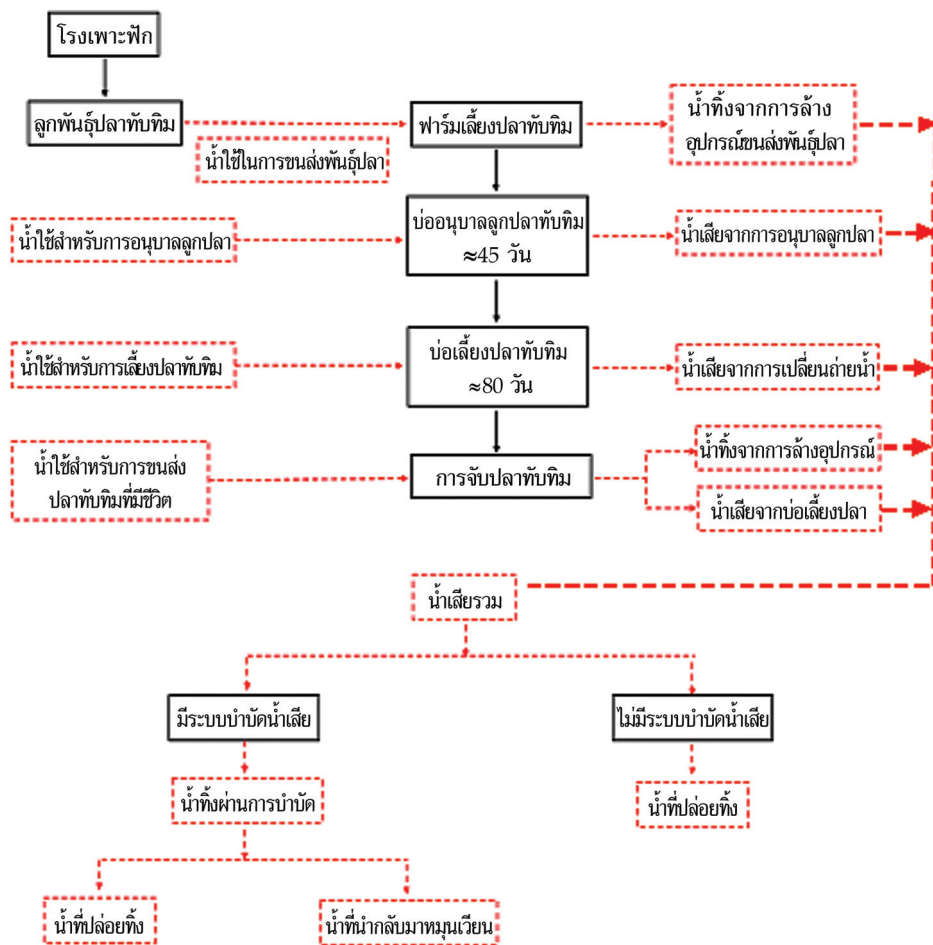
|        |     |                                                                                 |
|--------|-----|---------------------------------------------------------------------------------|
| $T_w$  | คือ | ปริมาณมลพิษจากฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาที่ต้มที่เกิดขึ้นจริง (ลิตร)                    |
| $F_n$  | คือ | ค่าคงที่ของปริมาณมลพิษที่เกิดจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำ (ลิตร/ปลาที่ต้ม 1 กิโลกรัม) |
| $W(p)$ | คือ | ผลผลิตปลาที่ต้ม (กิโลกรัม)                                                      |

สำหรับการศึกษานี้ได้ใช้ค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand) เป็นพารามิเตอร์พื้นฐานในการคำนวณค่าเกรยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ซึ่งถูกกำหนดไว้ในมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตามประกาศของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม [15] ดังนั้นจึงกำหนดให้ค่าความเข้มข้นสูงสุดของมลสารที่ยอมรับได้ ( $C_{max}$ ) อ้างอิงจากค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีค่าเท่ากับ 20 มก./ลิตร และค่าความเข้มข้นตามธรรมชาติ ( $C_{nat}$ ) มีค่าเท่ากับ 0 มก./ลิตร [16]

## ผลการวิจัย

### 1. การดำเนินกิจกรรมฟาร์มเลี้ยงปลาที่ต้มในอำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ผลการศึกษากระบวนการผลิตอาหารประเภทเนื้อปลาที่ต้มในอำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวนทั้งสิ้น 60 ฟาร์ม พบว่าการดำเนินกิจกรรมของฟาร์มเพาะเลี้ยงมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันทั้งด้านวิธีและเทคนิคการเลี้ยงปลา อุปกรณ์และเครื่องจักร รวมถึงชนิดของอาหารสัตว์น้ำ ต่างกันเพียงแหล่งจัดซื้ออุปกรณ์ปลาที่ต้ม ปริมาณการให้อาหารสัตว์น้ำและขนาดของฟาร์มเพาะเลี้ยง นอกจากนี้ยังพบว่าการดำเนินกิจกรรมภายในฟาร์มเพาะเลี้ยงล้วนมีความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำและก่อให้เกิดน้ำเสียตลอดกระบวนการเลี้ยงปลาที่ต้ม สำหรับเทคนิคด้านการดูแลรักษาและควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาที่ต้มสามารถแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนผังการใช้ทรัพยากรน้ำและแหล่งกำเนิดน้ำเสียตลอดการผลิตปลาตะบิมจากฟาร์มเพาะเลี้ยง

## 2. รายการบัญชีด้านสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตเนื้อปลาตะบิมจากกิจกรรมประมง

รายการบัญชีด้านสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตอาหารประเภทเนื้อปลาตะบิมสามารถคำนวณในรูปของผลผลิตปลาตะบิมจำนวน 1 กิโลกรัม พบว่ามีสารขาเข้า ได้แก่ ลูกพันธุ์ปลาตะบิม อาหาร ปริมาณน้ำใช้ ระยะเวลาในการเลี้ยง พลังงานไฟฟ้า น้ำมันเชื้อเพลิง และแก๊ส LPG เป็นต้น ส่วนสารขาออก ได้แก่ ผลผลิตปลาตะบิม ตะกอนเลนและน้ำเสีย เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณความต้องการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม ตลอดกระบวนการผลิตปลาตะบิมดังแสดงในตารางที่ 1

ผลการศึกษาการใช้ทรัพยากรน้ำในฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาตะบิมพบว่า ตลอดกระบวนการผลิตเนื้อปลาตะบิมมีความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำ โดยสามารถแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่หนึ่งเป็นการใช้น้ำสำหรับการขนส่งลูกพันธุ์ปลาตะบิมจากโรงเพาะฟักมายังฟาร์มเพาะเลี้ยงและการทำความสะอาดภาชนะที่ใช้ในการขนส่ง ส่วนช่วงที่สองเป็นการใช้ทรัพยากรน้ำระหว่างการเลี้ยงปลาตะบิมภายในฟาร์มเพาะเลี้ยง ซึ่งเป็นระยะที่มีการใช้ทรัพยากรน้ำในปริมาณมากที่สุด ได้แก่ น้ำที่ปล่อยลงบ่อเลี้ยงปลาตะบิมและน้ำสะอาดสำหรับการเปลี่ยนถ่ายน้ำระหว่างการเลี้ยงปลาตะบิมจนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิต

ตารางที่ 1 บัญชีรายการสารขาเข้าและขาออกตลอดกระบวนการผลิตปลาตะบิมจำนวน 1 กิโลกรัม  
อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

|              | ประเภท         | หน่วย              | ฟาร์ม               |
|--------------|----------------|--------------------|---------------------|
| ข้อมูลทั่วไป | ขนาดบ่อเลี้ยง  | ไร่                | 1.01±0.54           |
|              | ระยะเวลา       | วัน                | 129.00±13.86        |
|              | FCR            | -                  | 1.96±2.15           |
| สารขาเข้า    | ปริมาณอาหาร    | กก./ไร่/ปี         | 10,824.26±16,880.56 |
|              | ไฟฟ้า          | kWh/ปลา 1 กก./ไร่  | 1.19±1.20           |
|              | น้ำมันดีเซล    | ลิตร/ปลา 1 กก./ไร่ | 0.59±0.60           |
|              | แก๊ส LPG       | กก./ปลา 1 กก./ไร่  | 0.46±1.17           |
|              | น้ำใช้         | ลูกบาศก์เมตร       | 4,219.83±2,403.63   |
| สารขาออก     | ผลผลิตปลาตะบิม | กก./ไร่/ปี         | 4,026.00±3,109.74   |
|              | น้ำทิ้ง        | ลูกบาศก์เมตร       | 4,157.48±2,368.63   |
|              | มูลปลาตะบิม    | กก.                | 343.27±125.49       |

หมายเหตุ: \* FCR (Feed Conversion Ratio) = อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในกระบวนการผลิตปลาตะบิม 1 กก.

\* kWh = กิโลวัตต์ - ชั่วโมง

นอกจากนี้ กระบวนการผลิตเนื้อปลาตะบิมจากฟาร์มเพาะเลี้ยงยังก่อให้เกิดการปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำน้อย โดยแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงที่หนึ่งเป็นการปล่อยน้ำทิ้งระหว่างการเลี้ยงปลาตะบิม ซึ่งเกษตรกรนิยมเปลี่ยนถ่ายน้ำจากบ่อเลี้ยงลงสู่แม่น้ำน้อยโดยตรง (ไม่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย) มีอัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำแต่ละครั้งประมาณ 35 - 40 % ของปริมาณน้ำทั้งหมดในบ่อเลี้ยง ซึ่งมีความถี่ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำเฉลี่ย 2 เดือนต่อครั้ง (อาจเปลี่ยนแปลงตามปริมาณน้ำในแม่น้ำน้อยและคุณภาพน้ำภายในบ่อเลี้ยง) ส่วนช่วงที่สองเป็นการปล่อยน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาตะบิม เนื่องจากการคัดขนาดปลาที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจำหน่ายเพื่อลดความหนาแน่นของปลาตะบิมในบ่อเลี้ยง ผลการศึกษาพบว่าเกษตรกรนิยมระบายน้ำออกจากบ่อเลี้ยงประมาณ 20 % ของปริมาณน้ำทั้งหมดในบ่อเลี้ยง สำหรับช่วงสุดท้ายเป็นการปล่อยน้ำทิ้ง (100 %) จากกิจกรรมการเก็บเกี่ยวผลผลิต ทั้งนี้สามารถแสดงข้อมูลปริมาณน้ำทั้งหมดที่ถูกนำมาใช้ตลอดกระบวนการผลิตปลาตะบิมจากฟาร์มเพาะเลี้ยงในตารางที่ 2 ขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาข้อมูลการใช้ทรัพยากรน้ำและปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการเลี้ยงปลาตะบิมพบว่า มีทรัพยากรน้ำบางส่วนที่หายไปอาจเนื่องจากอัตราการระเหยกลายเป็นไอและการรั่วซึมของน้ำภายในบ่อเลี้ยงปลาตะบิม

### 3. วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตปลาตะบิมจากฟาร์มเพาะเลี้ยง

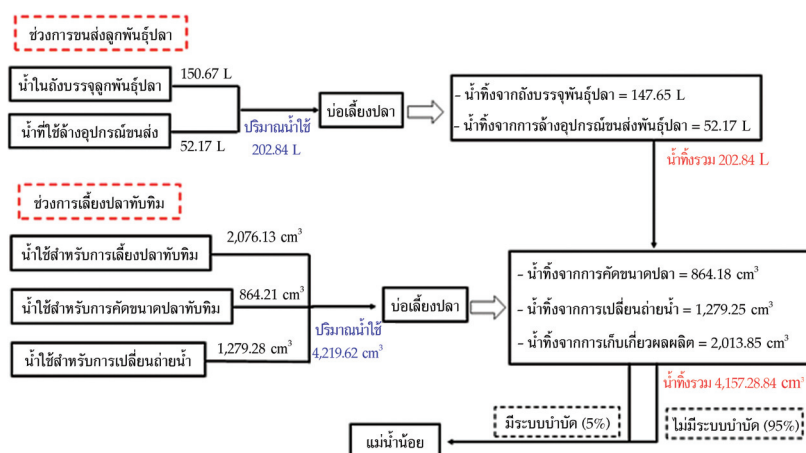
การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดกระบวนการผลิตอาหารประเภทเนื้อปลาตะบิมจากการดำเนินกิจกรรมฟาร์มเพาะเลี้ยงทั้ง 60 ฟาร์ม ในอำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สามารถประเมินได้จากปริมาณการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อมในรูปของบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ได้แก่ ทรัพยากรน้ำทั้งหมดที่ใช้ในกระบวนการเลี้ยงตั้งแต่หน้าที่ใช้บรรจุน้ำในปลา น้ำที่ใช้ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงในฟาร์มประมง รวมถึงน้ำที่ใช้ในการทำความสะดวกอุปกรณ์ สำหรับปริมาณน้ำทิ้งทั้งหมดที่ถูกระบายออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติสามารถคำนวณในรูปของเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่แสดงในรูปที่ 3

ผลการศึกษาปริมาณทรัพยากรน้ำที่ถูกนำมาใช้ตลอดกระบวนการผลิตเนื้อปลาตะบิลพบว่ามีการใช้ทรัพยากรน้ำสำหรับขั้นตอนการขนส่งลูกพันธุ์ปลาตะบิลจากโรงเพาะฟักมายังฟาร์มเพาะเลี้ยงทั้งหมด 202.84 ลิตร แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ การใช้สำหรับบรรจุลูกพันธุ์ปลาตะบิล (150.67 ลิตร) และการใช้สำหรับล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการขนส่งลูกพันธุ์ปลาตะบิล (52.17 ลิตร) นอกจากนี้ยังมีการปล่อยน้ำเสียสำหรับกิจกรรมขนส่งลูกพันธุ์ปลาตะบิลเท่ากับ 199.82 ลิตร ดังนั้น ผลประเมินปริมาณบวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สำหรับขั้นตอนการขนส่ง ลูกพันธุ์ปลาตะบิลเท่ากับ 2.44 ลิตร/ปลาตะบิล 1 กิโลกรัม และปริมาณเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ 2.40 ลิตร/ปลาตะบิล 1 กิโลกรัม

ตารางที่ 2 การใช้ทรัพยากรน้ำและน้ำทิ้งตลอดกระบวนการผลิตปลาตะบิลจากฟาร์มเพาะเลี้ยงอำเภอสโน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

| รายการ                                     | ปริมาตรน้ำที่ใช้<br>(m <sup>3</sup> ) | สัดส่วนน้ำใช้<br>(%) | ปริมาตรน้ำทิ้ง<br>(m <sup>3</sup> ) | สัดส่วนน้ำทิ้ง<br>(%) |
|--------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| การขนส่งลูกพันธุ์ปลาตะบิล                  | 0.15±0.01                             | 0.004                | 0.15±0.01                           | 0.004                 |
| การทำความสะอาดอุปกรณ์<br>ในการขนส่ง        | 0.05±0.01                             | 0.001                | 0.05±0.01                           | 0.001                 |
| บ่อเลี้ยง                                  | 2,076.13±1,171.29                     | 49.199               | -                                   | -                     |
| การเปลี่ยนถ่ายน้ำระหว่าง<br>เลี้ยงปลาตะบิล | 1,279.28±781.96                       | 30.316               | 1,279.25±781.96                     | 30.77                 |
| การคัดขนาดปลาตะบิล                         | 864.18±477.20                         | 20.48                | 864.21±477.20                       | 20.786                |
| การเก็บเกี่ยวผลผลิตปลาตะบิล                | -                                     | -                    | 2,013.85±1,136.16                   | 48.439                |
| ค่าเฉลี่ย                                  | 4,219.80±2,430.48                     | 100                  | 4,157.51±2,395.34                   | 100                   |

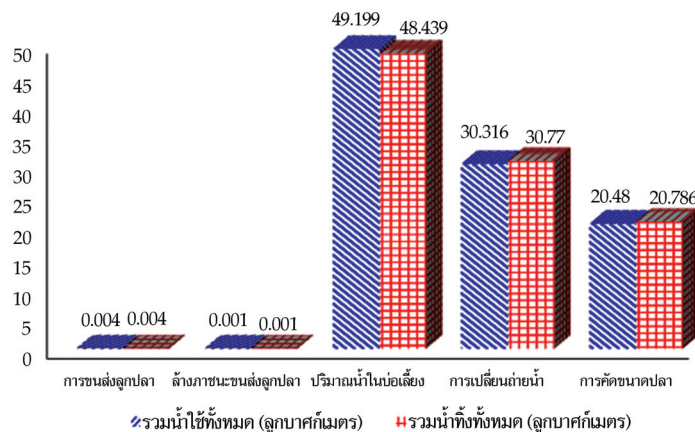
หมายเหตุ: m<sup>3</sup> = ลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 3 ปริมาณน้ำใช้ตลอดกระบวนการผลิตปลาตะบิลจากฟาร์มเพาะเลี้ยง ณ อำเภอสโน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าตลอดระยะเวลา 4 - 6 เดือนของการเลี้ยงปลาตะเพียนในฟาร์มเพาะเลี้ยง เป็นระยะที่มีความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำในปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 4,219,627 ลิตร โดยสามารถแบ่งลักษณะความต้องการใช้น้ำออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ทรัพยากรน้ำสำหรับใช้เติมเข้าสู่บ่อเลี้ยง เนื่องจากขนาดบ่อเลี้ยงมีความหลากหลายจึงทำให้ปริมาณความต้องการใช้น้ำในแต่ละฟาร์มเพาะเลี้ยงมีความแตกต่างกัน สำหรับการศึกษานี้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการใช้น้ำสำหรับเติมเข้าสู่บ่อเลี้ยงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,076,133 ลิตร ทั้งนี้ระหว่างการเลี้ยงปลาตะเพียนต้องการใช้น้ำสะอาดสำหรับการเปลี่ยนถ่ายน้ำ โดยเฉลี่ย 864,183 ลิตร/ครั้ง จากการคัดขนาดและการคัดแยกเพศปลาตะเพียน นอกจากนี้ยังมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อเลี้ยงเพื่อควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาตะเพียนโดยมีอัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำเฉลี่ย 2 - 3 ครั้งต่อรอบการเลี้ยง ความถี่ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำจะขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงและคุณภาพน้ำของแม่น้ำน้อย โดยแต่ละครั้งจะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำเท่ากับ 1,279,250 ลิตร สำหรับลักษณะสุดท้ายของการใช้ทรัพยากรน้ำเป็นการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาตะเพียนเมื่อครบระยะการเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยปริมาณน้ำทิ้งที่ถูกระบายออกจากบ่อเลี้ยงเท่ากับ 2,013,849 ลิตร และเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษแก่น้ำน้อยมากที่สุดในบ่อเลี้ยง เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย (95 %) ก่อนปล่อยน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาตะเพียนสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทั้งนี้ผลประเมินปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เฉพาะระยะของการเลี้ยงปลาตะเพียนในฟาร์มประมาณ 4 - 6 เดือน แสดงค่าบวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ 4,211.04 ลิตร/ปลาตะเพียน 1 กิโลกรัม และค่าเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ 244.89 ลิตร/ปลาตะเพียน 1 กิโลกรัม

ข้อมูลการใช้ทรัพยากรน้ำและการปล่อยน้ำทิ้งตลอดกระบวนการผลิตปลาตะเพียนจากฟาร์มเพาะเลี้ยง สามารถแสดงสัดส่วนการใช้น้ำและปริมาณน้ำทิ้งในรูปที่ 4



รูปที่ 4 สัดส่วนการใช้น้ำของการผลิตปลาตะเพียนจากกิจกรรมฟาร์มเพาะเลี้ยง อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ผลประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดกระบวนการผลิตปลาตะเพียนจากฟาร์มเพาะเลี้ยงในอำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สามารถสรุปข้อมูลได้ 2 ส่วน คือ บวอเตอร์ฟุตพริ้นท์และเกรย์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ส่วนกรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์นั้นไม่มีการประเมิน เนื่องจากไม่มีรายงานการใช้

ทรัพยากรน้ำในส่วนของน้ำฝนในกระบวนการผลิต ดังนั้น จึงสรุปผลการประเมินได้ว่าตลอดระยะเวลาการเลี้ยงปลาตะเพียนในฟาร์มเพาะเลี้ยงมีค่าบลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ 4,213.48 ลิตร/ปลาตะเพียน 1 กิโลกรัม และค่ากรียวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ 247.29 ลิตร/ปลาตะเพียน 1 กิโลกรัม ดังนั้นวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตปลาตะเพียนจากฟาร์มเพาะเลี้ยง (Product Fraction; PF) มีค่ารวมเท่ากับ 4,460.77 ลิตร/ปลาตะเพียน 1 กิโลกรัม

## การอภิปรายผล

ผลการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการผลิตอาหารประเภทเนื้อปลาตะเพียนจากฟาร์มเพาะเลี้ยงจำนวน 60 ฟาร์มในอำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่ามีการใช้ทรัพยากรน้ำปริมาณมากที่สุด 4,219,780 ลิตร โดยเฉพาะน้ำสะอาดที่สูบเข้าบ่อเลี้ยง (2,076,130 ลิตร) และน้ำสะอาดสำหรับการเปลี่ยนถ่ายน้ำ (1,279,280 ลิตร) เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมเปลี่ยนถ่ายน้ำเฉลี่ย 2 - 3 ครั้งต่อรุ่น (คิดเป็นร้อยละ 75) แต่พบข้อมูลการเปลี่ยนถ่ายน้ำในบางรายที่มีความถี่มากกว่า 5 ครั้งต่อรุ่น (คิดเป็นร้อยละ 25) สืบเนื่องจากปัญหาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลาตะเพียนที่เลี้ยง ซึ่งเป็นผลจากการให้อาหารสัตว์น้ำในปริมาณมาก อัตราการปล่อยปลาตะเพียนที่มีความหนาแน่นสูง รวมถึงคุณภาพน้ำและปริมาณน้ำในแม่นํ่าน้อย เป็นต้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Rong, H. et al. [17] ที่สรุปว่าคุณภาพน้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำและคุณภาพน้ำที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้สัตว์น้ำเกิดความเครียด ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยง ขณะที่ความหนาแน่นของสัตว์น้ำ ปริมาณการให้อาหารสัตว์น้ำและการขับถ่ายของเสียจะแปรผันโดยตรงต่ออัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อเลี้ยงด้วย นอกจากนี้กิจกรรมเพาะเลี้ยงปลาตะเพียนจากฟาร์มเพาะเลี้ยงยังก่อให้เกิดน้ำเสียที่ถูกระบายออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติเท่ากับ 4,157,480 ลิตร และส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำในแม่นํ่าน้อยอย่างยิ่งโดยเฉพาะกิจกรรมการเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ปล่อยน้ำเสียออกสู่แม่นํ่าน้อยโดยไม่ผ่านระบบบำบัดน้ำเสีย (2,076,850 ลิตร) ทั้งยังสร้างความกังวลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพน้ำแก่ประชาชนที่อาศัยในบริเวณแม่นํ่าน้อย

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตปลาตะเพียนจากฟาร์มเพาะเลี้ยงนี้มีค่ารวมเท่ากับ 4,460.77 ลิตร/ปลาตะเพียน 1 กิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกิจกรรมประมงในประเทศจีน โดยการศึกษาของ Yuan, Q. et al. [18] ที่รายงานปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ บลูวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ กรีนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ และกรียวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีค่าเท่ากับ 3,110 740 1,930 และ 440 ลิตร/ผลผลิต 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาข้อมูลความต้องการใช้น้ำในฟาร์มเพาะเลี้ยงพบว่า กิจกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำในปริมาณมาก สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Merino, G. et al. [9] และ Vanham, D. et al. [3] ที่สรุปว่ากิจกรรมภาคเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการประมงมีความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำในปริมาณมาก โดยเฉพาะกระบวนการผลิตอาหารสัตว์น้ำและขั้นตอนการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำแต่ละชนิด ซึ่งควรให้ความสำคัญและเร่งทำการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในสัตว์น้ำเศรษฐกิจชนิดอื่น ๆ เพื่อให้สามารถหาแนวทางลดการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน [19] - [20] นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นในกิจกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตและปริมาณอาหารที่สัตว์น้ำควรบริโภคในแต่ละช่วงอายุ ซึ่งจะแปรผันโดยตรงกับน้ำหนักตัวของสัตว์น้ำและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ตามอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำชนิดนั้น ๆ [21] - [22]

ดังนั้นการพิจารณาในเชิงผลกระทบต่อความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำตลอดกระบวนการผลิตอาหารประเภทเนื้อปลาที่บริโภคสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการดำเนินกิจกรรมของฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาที่บริโภคในพื้นที่อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำในปริมาณสูง (4,219,780 ลิตร) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณผลผลิตปลาที่จับได้เพียง 4,026 กิโลกรัม/ไร่/ปี ซึ่งอาจเป็นผลมาจากขนาดของบ่อเลี้ยงที่ค่อนข้างเล็กทำให้อัตราการปล่อยปลาที่บริโภคพื้นที่เพาะเลี้ยงค่อนข้างน้อยในบางฟาร์มเพาะเลี้ยง ขณะที่ข้อมูลจากผลสำรวจฟาร์มเพาะเลี้ยงบางฟาร์มกลับพบอัตราการปล่อยปลาที่บริโภคพื้นที่เพาะเลี้ยงค่อนข้างหนาแน่น ซึ่งจะมีผลต่ออัตราการรอดตายของปลาที่บริโภคเมื่อถึงระยะของการเก็บเกี่ยวผลผลิต ขณะเดียวกันการปล่อยปลาที่บริโภคในอัตราที่หนาแน่นนั้นย่อมแปรผันโดยตรงต่อความถี่ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องหาแนวทางในการลดปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตเนื้อปลาที่บริโภคจากกระบวนการเพาะเลี้ยงในฟาร์ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะของการเลี้ยงปลาที่บริโภคในบ่อดินด้วยการพัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงปลาที่บริโภคเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ เช่น การพิจารณาความหนาแน่นของปลาที่บริโภคต่อพื้นที่ของบ่อเลี้ยง การบริหารจัดการระบบน้ำภายในฟาร์ม การควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงในแต่ละฤดูกาล การกำหนดปริมาณการให้อาหารสัตว์น้ำที่เหมาะสม เป็นต้น เพื่อลดความถี่ของการเปลี่ยนถ่ายน้ำระหว่างการเลี้ยงปลาที่บริโภค ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรมีความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำในส่วนนี้ลดน้อยลงและยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

นอกจากนี้เกษตรกรควรหมั่นตรวจสอบคุณภาพน้ำภายในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถวางแผนการใช้ทรัพยากรน้ำอย่างเหมาะสม ขณะเดียวกันควรมีการพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้สามารถนำน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับมาหมุนเวียนใช้ประโยชน์ภายในฟาร์มเพาะเลี้ยงอีกครั้ง โดยเฉพาะความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำในกิจกรรมการเปลี่ยนถ่ายน้ำหรือการเติมน้ำเข้าสู่บ่อเลี้ยงจากกิจกรรมการคัดแยกขนาดและการคัดแยกเพศปลาที่บริโภค ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้ทรัพยากรน้ำค่อนข้างสูงและยังเป็นการลดปริมาณน้ำทิ้งที่จะถูกระบายออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์และประเมินความเหมาะสมของปริมาณทรัพยากรน้ำหรือพื้นที่เลี้ยงต่ออัตราการปล่อยปลาที่บริโภค ซึ่งแนวทางดังกล่าวข้างต้นยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ ได้ โดยการใช้ฐานข้อมูลการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่เหมาะสม

## บทสรุป

การประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดกระบวนการผลิตเนื้อปลาที่บริโภคจากฟาร์มเพาะเลี้ยงจำนวน 60 ฟาร์มในพื้นที่อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีผลรวมเท่ากับ 4,460.77 ลิตร/ปลาที่บริโภค 1 กิโลกรัม ซึ่งจำแนกออกเป็นปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (4,213.48 ลิตร/ปลาที่บริโภค 1 กิโลกรัม) และปริมาณเกรยัวร์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (247.29 ลิตร/ปลาที่บริโภค 1 กิโลกรัม) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมประมงดังกล่าวล้วนมีความต้องการใช้ทรัพยากรน้ำในปริมาณสูง เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณผลผลิตปลาที่บริโภคที่ได้จากการเพาะเลี้ยง สืบเนื่องจากรูปแบบการบริหารจัดการฟาร์มเพาะเลี้ยงของเกษตรกรที่ยังขาดข้อมูลพื้นฐานด้านปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาที่บริโภค ดังนั้นผลการศึกษาปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในครั้งนี้จะสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นที่ต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการเพาะเลี้ยงปลาที่บริโภคในบ่อดิน โดยการแนะนำ

และส่งเสริมให้เกษตรกรมีการวางแผนและพิจารณาความเหมาะสมด้านการบริหารจัดการฟาร์มเพาะเลี้ยง ที่มีการใช้ทรัพยากรน้ำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ได้แก่ การเลือกชนิดของสัตว์น้ำ การออกแบบขนาดบ่อเลี้ยง การคำนวณปริมาณทรัพยากรน้ำที่เหมาะสมต่อการเติมในบ่อเลี้ยงในแต่ละกิจกรรม เทคนิคการคำนวณ ความหนาแน่นของสัตว์น้ำที่เลี้ยงต่อขนาดบ่อเลี้ยงหรือปริมาณน้ำภายในบ่อเลี้ยง ชนิดและปริมาณการให้อาหารสัตว์น้ำ ระยะเวลาเลี้ยง การจัดการฟาร์มและระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น ซึ่งจะช่วยลดปริมาณ ทรัพยากรน้ำที่จะถูกนำมาใช้ในกระบวนการผลิตอาหารประเภทเนื้อปลาทับทิมจากฟาร์มเพาะเลี้ยงลงได้

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยดีโดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏ พระนครศรีอยุธยา ประจำปีงบประมาณ 2559

## References

- [1] Office of Agricultural Economics. (2016). **Marketing and Potential of Nile Tilapia Production**. Bureau of Agricultural Economics Research, Ministry of Agriculture and Cooperatives.
- [2] Fisheries Development Policy and Strategy Division. (2017). **Fisheries Statistics of Thailand 2015**. Ministry of Agriculture and Cooperatives: Department of Fisheries.
- [3] Vanham, D., Hoekstra, A. Y., and Bidoglio, G. (2013). Potential Water Saving Through Changes in European Diets. **Environment International**. Vol. 61, pp. 45-56. DOI: 10.1016/j.envint.2013.09.011
- [4] Polomski, R. F., Bielenberg, D. G., Whitwell, T., Taylor, M. D., Bridges, W. C. and Klaine, S. J. (2008). Differential Nitrogen and Phosphorus Recovery by Five Aquatic Garden Species in Laboratory-Scale Subsurface-Constructed Wetlands. **Hort Science**. Vol. 43, No. 3, pp. 868-874
- [5] FAO. (2012). **The State of World Fisheries and Aquaculture**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- [6] Hoekstra, A. Y. and Chapagain, A. K. (2008). **Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resources**. Oxford: Blackwell
- [7] Aldaya, M. M., Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y., and Mekonnen, M. M. (2011). **The Water Footprint Assessment Manual**. Cornwall, UK: T.J. International Ltd.
- [8] Boulay, Anne-Marie, Hoekstra, A. Y., and Vionnet, S. (2013). Complementarities of Water-Focused Life Cycle Assessment and Water Footprint Assessment. **Environmental Science & Technology**. Vol. 47, Issue 21, pp. 11926-11927. DOI: 10.1021/es403928f

- [9] Merino, G., Barange, M., Blanchard, J. L., Harle, J., Holmes, R., Allen, I., Allison, E. H., Badjeck, M. C., Dulvy, N. K., Holt, J., Jennings, S., Mullon, C., and Rodwell, L. D. (2012). Can Marine Fisheries and Aquaculture Meet Fish Demand from a Growing Human Population in a Changing Climate?. **Global Environmental Change**. Vol. 22, Issue 4, pp. 795-806. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2012.03.003
- [10] Vanham, D., Mak, T. N., and Gawlik, B. M. (2016). Urban Food Consumption and Associated Water Resources: The Example of Dutch Cities. **Science of the Total Environment**. Vol. 565, pp. 232-239. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.04.172
- [11] Krejcie, R. V. and Morgan, E. W. (1970). Determining Sample Size for Research Activities. **Educational and Psychological Measurement**. pp. 607-610. DOI: 10.1177/001316447003000308
- [12] Yamane, T. (1973). **Mathematics for Economists: An Elementary Survey**. (2<sup>nd</sup> ed). New Delhi: Prentice-Hall.
- [13] 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**. Vol. 60, Issue 1, pp. 186-203. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2005.11.027
- [14] Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., and Mekonnen, M. M. (2011). **The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard**. Water Footprint Network: The Netherlands
- [15] The Regional Environment Office 13 (Chonburi). (2017). **Guide to The Environmental Quality Standards**. Environmental Quality Control: Ministry of Natural Resources and Environment.
- [16] Mekonnen, M. M. and Hoekstra, A. Y. (2011). The Green, Blue and Grey Water Footprint of Crop and Derived Crop Product. **Hydrology and Earth System Sciences**. Vol. 15, Issue 5, pp. 1577-1600. DOI: 10.5194/hess-15-1577-2011
- [17] Rong, H., Li, G., and Zhang, J. (2013). Construction of Demonstration Aquaculture Farms Backed up by Regional Resources Advantage. **Hebei Fish**. Vol. 230, pp. 56-57
- [18] Yuan, Q., Song, G., Fullana-i-Palmer, P., Wang, Y., Semakula, H. M., Mekonnen, M. M., and Zhang, S. (2017). Water Footprint of Feed Required by Farmed Fish in China Based on a Monte Carlo-Supported Von Bertalanffy Growth Model: A Policy Implication. **Journal of Cleaner Production**. Vol. 153, pp. 41-50. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.03.134
- [19] Gjerdem, T., Robinson, N., and Rye, M. (2012). The Importance of Selective Breeding in Aquaculture to Meet Future Demands for Animal Protein: A Review. **Aquaculture**. Vol. 350, pp. 117-129. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2012.04.008
- [20] Hess, T., Andersson, U., Mena, C., and Williams, A. (2015). The Impact of Healthier Dietary Scenarios on the Global Blue Water Scarcity Footprint of Food Consumption in the UK. **Food Policy**. Vol. 50, pp. 1-10. DOI: 10.1016/j.foodpol.2014.10.013

- [21] Verdegem, M. C. J. and Bosma, R. H. (2009). Water Withdrawal for Brackish and Inland Aquaculture, and Options to Produce more Fish in Ponds with Present Water Use. **Water Policy**. Vol. 11, Issue S1, pp. 52-68. DOI: 10.2166/wp.2009.003
- [22] Pahlow, M., van Oel, P. R., Mekonnen, M. M., and Hoekstra, A. Y. (2015). Increasing Pressure on Freshwater Resources due to Terrestrial Feed Ingredients for Aquaculture Production. **Science of the Total Environment**. Vol. 536, pp. 847-857. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.07.124