



COMPARATIVE STUDY ON THE WATER FOOTPRINT OF OIL PALM
IN PATHUMTHANI AND CHONBURI PROVINCES

The Engineering Institute of Thailand under H.M. The King's Patronage

การศึกษาเปรียบเทียบวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีและชลบุรี
COMPARATIVE STUDY ON THE WATER FOOTPRINT OF OIL PALM
IN PATHUMTHANI AND CHONBURI PROVINCES

วรณี แพงจันทึก¹ และจิตติ มังคละศิริ²

¹ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

²ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

E-mail: pworanee@engr.tu.ac.th

บทคัดย่อ

เนื่องด้วยการส่งเสริมการผลิตพลังงานทดแทนมากขึ้น ส่งผลให้มีการสนับสนุนการปลูกปาล์มน้ำมันในหลายพื้นที่ของประเทศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้น้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดในแต่ละพื้นที่ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) ของปาล์มน้ำมัน ด้วยโปรแกรม CROPWAT โดยทำการศึกษเปรียบเทียบความเหมาะสมของการปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีและชลบุรี นอกจากนี้ได้ทำการศึกษเปรียบเทียบวิธีการคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้ำเงิน และแหล่งข้อมูลของสภาพอากาศที่จะนำมาใช้ในการศึกษา เพื่อหาวิธีการและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสม ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าพื้นที่จังหวัดปทุมธานีมีความเหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมันมากกว่าชลบุรี และผลจากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้

Abstract

Due to an encouragement of renewable energy, an implantation of oil palm in Thailand is increased. It affects the amount of water consumption in each area. From this point, the aim of this work is to evaluated water footprint (WF) of oil palm using CROPWAT program. The water footprint assessment of oil palm in Pathumthani and Chonburi Provinces are comparatively studied finding the suitable plantation area. In addition, the appropriate blue water footprint calculation methods and weather data sources are evaluated. The results revealed that Pathumthani Province is more suitable plantation area than Chonburi Province. In addition, the results from this study can be used as a water management approach.

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีการส่งเสริมการปลูกพืชที่ให้พลังงานเพื่อผลิตเป็นพลังงานทดแทนมากขึ้น ปาล์มน้ำมันเป็นหนึ่งในพืชพลังงานที่มี การปลูกเป็นจำนวนมาก เนื่องจากปาล์มน้ำมัน เป็นพืชที่ให้ผลกำไรเฉลี่ยต่อไร่สูงและให้ผลผลิตยาวนานกว่าการเพาะปลูกพืชชนิด อื่นในเขตพื้นที่เดียวกัน โดยปาล์มน้ำมันสามารถผลิตน้ำมันปาล์มได้สูงถึงประมาณ 520 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งสูงกว่าถั่วเหลืองประมาณ 10 เท่า นอกจากนี้ยังมีต้นทุนในการผลิตน้ำมันตอกิโลกรัมน้อยกว่าพืชน้ำมันชนิดอื่นด้วย โดยพื้นที่การปลูกปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่ คือ ภาคใต้ และในปัจจุบันได้มีการขยายพื้นที่การเพาะปลูกไปยังภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศอย่างกว้างขวาง ทั้งภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือแม้แต่พื้นที่ลุ่มภาคกลาง และมีแนวโน้มการปลูกที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [1] ซึ่งการปลูกปาล์มน้ำมัน ในพื้นที่ภาคกลางนั้น ส่วนใหญ่ปลูกในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี โดยเฉพาะบริเวณทุ่งรังสิต และการปลูกในปทุมธานีนี้สามารถ ให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันในปริมาณมาก เนื่องจากพื้นที่นี้เคยเป็นพื้นที่ปลูกสับปะรดมาก่อนโดยลักษณะการปลูกปาล์มเป็นร่อง ส่วนเช่นเดียวกับการปลูกสับ และจังหวัดปทุมธานียังมีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่าน ทำให้มีระบบน้ำชลประทานที่สมบูรณ์ ซึ่งลักษณะ การปลูกปาล์มน้ำมันนั้นจะแตกต่างกับการปลูกปาล์มในภาคใต้ที่อาศัยปริมาณน้ำฝนเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ในพื้นที่ภาคตะวันออก ของประเทศก็นิยมปลูกปาล์มน้ำมันเช่นกัน โดยจังหวัดชลบุรีเป็นพื้นที่ที่มีการปลูกมากที่สุดภาคตะวันออก ซึ่งการปลูกปาล์ม น้ำมันในภาคตะวันออกนี้จะมีลักษณะสวนและวิธีการปลูกเช่นเดียวกับทางภาคใต้

น้ำมีความสำคัญมากในการเพาะปลูกปาล์มน้ำมัน เราจึงต้องคำนึงปริมาณการใช้น้ำในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยเหตุว่า น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เราต้องใช้น้ำในการอุปโภคและบริโภค รวมถึงใช้ในภาคเกษตร และอุตสาหกรรม ถึงแม้ว่าพื้นที่ผิวโลกกว่าร้อยละ 71 จะปกคลุมไปด้วยน้ำ แต่มากกว่าร้อยละ 97.5 เป็นน้ำเค็ม อีกร้อยละ 1.75 เป็นน้ำจืดที่ถูกกักไว้ใน รูปของหิมะและน้ำแข็ง เหลือน้ำที่สามารถใช้ได้ไม่ถึงร้อยละ 1 [2] ดังนั้นเราควรตระหนักถึงความสำคัญของการใช้น้ำอย่างประหยัด และเกิดประโยชน์สูงสุด ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีการศึกษาจากวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water Footprint) เกิดขึ้น เพื่อเป็นเครื่องมือในการ ชี้วัดปริมาณการใช้น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ทำให้เห็นภาพปริมาณการใช้น้ำที่ซ่อนเร้นอยู่ใน การผลิตสินค้าได้อย่างชัดเจนมากขึ้น และยังสามารถนำมาประเมินผลกระทบที่เกิดจากการผลิตและการค้าต่อการใช้ทรัพยากรน้ำ ได้อีกด้วย ซึ่งจะทำให้เข้าใจปัญหาการขาดแคลนน้ำและมลภาวะทางน้ำได้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งนำไปสู่วิธีแก้ไขปัญหาคือเชื่อมโยงกับ กระบวนการผลิตสินค้าและห่วงโซ่อุปทาน (Supply chain) ทั้งระบบได้โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีหลักการและแนวความคิดที่คล้ายคลึง กับรอยเท้าทางนิเวศวิทยา (Ecological Footprint) ซึ่งรอยเท้าทางนิเวศวิทยานี้เป็นตัวชี้วัดความต้องการพื้นที่ในการตอบสนอง กิจกรรมของมนุษย์ต่อโลก แสดงผลในรูปของพื้นที่ต่อคน ส่วนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์นั้น ผลลัพธ์จะแสดงในรูปของปริมาณน้ำที่ใช้ [3]

ปัจจุบันประเทศไทยได้ตระหนักถึงผลกระทบทางด้านการใช้น้ำมากขึ้น ทำให้มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งทำการศึกษาประเมิน วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในผลิตภัณฑ์หลาย ๆ ประเภท อาทิเช่น กระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลัง [4] ผลิตภัณฑ์อ้อยและ มันสำปะหลังที่ใช้ผลิตไบโอเอทานอล [5] สำหรับผลิตภัณฑ์ปาล์มน้ำมัน งานวิจัย [6] ได้ทำการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของการ ปลูกปาล์มน้ำมันในพื้นที่ทางภาคเหนือและใต้ของประเทศ ผลจากการศึกษาพบว่าในเขตพื้นที่ภาคเหนือมีปริมาณการใช้น้ำสูงถึง 3.9 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ภาคใต้ โดยจังหวัดที่ใช้น้ำมากที่สุดคือ พิจิตร มีค่าเท่ากับ 6,098 ลูกบาศก์เมตรต่อตัน ผลปาล์ม และจังหวัดที่มีการใช้น้ำน้อยที่สุดคือ สุราษฎร์ธานี มีค่าเท่ากับ 1,070 ลูกบาศก์เมตรต่อตันผลปาล์ม เนื่องจากค่าของ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางภูมิศาสตร์ ช่วงเวลา และสภาพพื้นที่ [7] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาเปรียบเทียบค่า วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของทะลายปาล์มน้ำมันสดในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีและชลบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันทางด้านภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ลักษณะสวน และระบบชลประทาน เพื่อแสดงให้เห็นถึงปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่ และเปรียบเทียบ ความเหมาะสมของการใช้น้ำในแต่ละพื้นที่

2. ทฤษฎีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ คือ ค่าปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม วอเตอร์ฟุตพริ้นท์จัดเป็นมาตรฐาน สิ่งแวดล้อม ตาม ISO 14046 โดยเป็นทางเลือกเพื่อให้ทุกคนตระหนักถึงการใช้น้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์คุ้มค่า สูงสุดทำให้ผู้บริโภคเป็นผู้เลือกสินค้าและบริการที่ใช้น้ำน้อยที่สุด รวมทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้า โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

สามารถแบ่งออกเป็น 6 ประเภทซึ่งแตกต่างกันตามลักษณะและขอบเขตของการศึกษา ได้แก่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของธุรกิจ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของประเทศ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผู้บริโภค วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของชุมชน และ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางภูมิศาสตร์ [2]

ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมัน ซึ่งจัดอยู่ในประเภทวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ โดยสามารถแบ่งประเภทของน้ำตามแหล่งที่มาได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เขียว (Green Water Footprint) หมายถึง ปริมาณน้ำฝนและน้ำที่อยู่ในรูปของความชื้นในดินที่ถูกนำไปใช้ในการผลิตสินค้า

2. วอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้ำเงิน (Blue Water Footprint) หมายถึง ปริมาณน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติรวมทั้งแหล่งน้ำผิวดิน เช่น น้ำในแม่น้ำ ทะเลสาบ รวมทั้งน้ำในอ่างเก็บกักน้ำในอ่างเก็บน้ำต่าง ๆ และแหล่งน้ำใต้ดิน อันได้แก่น้ำบาดาลที่ใช้ในการผลิตสินค้า

3. วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เทา (Grey Water Footprint) หมายถึง ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตสินค้า ซึ่งคำนวณจากปริมาณน้ำที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียให้เป็นน้ำดีตามค่ามาตรฐาน [7]

โดยค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์มีหน่วยวัดเป็น ปริมาตรน้ำต่อผลผลิตที่ได้ เช่น ลูกบาศก์เมตร/ตันผลผลิต, ลิตร/กิโลกรัม เป็นต้น โดยมีปัจจัยหลายด้านที่ส่งผลต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ได้แก่ ลักษณะการปลูก ชนิดและพันธุ์พืช พื้นที่เพาะปลูก สภาพภูมิอากาศ ปริมาณน้ำที่ใช้ และปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น

การคำนวณหาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (WF) ของผลิตภัณฑ์ปาล์มน้ำมันสามารถคำนวณได้จากผลรวมวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เขียว น้ำเงิน และเทา ดังสมการที่ 1

$$WF = WF_{green} + WF_{blue} + WF_{grey} \quad (1)$$

โดยวิธีการคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์นั้นอ้างอิงจากงานวิจัย [3-8] ซึ่งสามารถพิจารณาวิธีการคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ได้ ดังนี้
วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เขียว (WF_{green} , m^3/ton)

$$WF_{green} = \frac{CWU_{green}}{Y} \quad (2)$$

โดยที่ CWU_{green} คือ ปริมาณน้ำฝนในเพาะปลูก (m^3/ha)

Y คือ ปริมาณผลผลิต (ton/ha)

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้ำเงิน (WF_{blue} , m^3/ton)

$$WF_{blue} = \frac{CWU_{blue}}{Y} \quad (3)$$

โดยที่ CWU_{blue} คือ ปริมาณน้ำชลประทานที่พืชต้องการ (m^3/ha)

ซึ่งค่า CWU_{green} และ CWU_{blue} สามารถพิจารณาได้จากค่าผลรวมของปริมาณน้ำประเภทต่างๆ ที่พืชต้องการ (Crop evapotranspiration, ET mm/day) ตลอดช่วงอายุของพืช (Length of growing period; lgp)

$$CWU_{green/blue} = 10 \times \sum_{d=1}^{lgp} ET_{green/blue} \quad (4)$$

ซึ่งค่า 10 คือ ค่าการเปลี่ยนหน่วยของปริมาณน้ำที่ใช้จาก mm ไปเป็น m^3/ha

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เทา (WF_{grey} , m^3/ton)

$$WF_{grey} = \frac{(\alpha \times AR)/(C_{max} - C_{nat})}{Y} \quad (5)$$

โดย α คือ สัดส่วนการชะล้างปุ๋ยลงสู่แม่น้ำ AR คือ อัตราการใช้สารเคมีในพื้นที่เพาะปลูก (kg/ha) C_{nat} คือ ความเข้มข้นของมลพิษ (kg/m^3) และ C_{max} คือ ความเข้มข้นมากที่สุดที่ยอมรับได้ (kg/m^3) ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาผลกระทบจากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนเท่านั้น และกำหนดให้ค่า α เท่ากับ 10% ของอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ค่า C_{max} เท่ากับ 5 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งอ้างอิงจากมาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ และค่า C_{nat} เท่ากับศูนย์

3. วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ศึกษาประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์โดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0 ในการคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เขียว และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้ำเงินของการปลูกปาล์มน้ำมัน [9] และใช้โปรแกรม SimaPro 7.3.2 ในการประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางอ้อมที่มาจากกระบวนการประกอบที่สำคัญในการปลูกปาล์มน้ำมัน นอกจากนี้จะทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้ข้อมูลสภาพอากาศ และปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยากับข้อมูลจากโปรแกรม CLIMWAT 2.0 เพื่อศึกษาความเหมาะสมในการเลือกใช้แหล่งข้อมูล โดยข้อมูลการเพาะปลูกที่ใช้ในการศึกษาของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันซึ่งปลูกในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีและชลบุรี ในปี 2553 นั้นประกอบไปด้วย ค่าอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ความเร็วลม เวลาที่มีแสงแดดต่อวัน ปริมาณน้ำฝน ค่าสัมประสิทธิ์ของพืช ช่วงระยะเวลาในการเจริญเติบโตของพืช ความยาวราก Critical depletion ปริมาณผลผลิตต่อไร่ต่อปี ความสูงของพืช ชนิดของดิน ความชื้นในดิน ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ และปริมาณน้ำชลประทาน โดยแหล่งที่มาของข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษานั้นได้มาจากกรมอุตุนิยมวิทยา สำนักงานเกษตรจังหวัด และสวนปาล์มน้ำมันในแต่ละจังหวัด ในปี 2553 ซึ่งข้อมูลสภาพอากาศแสดงในตารางที่ 1 และข้อมูลการเพาะปลูกปาล์มน้ำมันแสดงในตารางที่ 2 สำหรับข้อมูลอื่นๆ เช่น ค่าสัมประสิทธิ์ของพืช (K_c , crop coefficient) อ้างอิงจากงานวิจัย [10]

ตารางที่ 1 ข้อมูลสภาพอากาศของจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2553 (กรมอุตุนิยมวิทยา)

เดือน	อุณหภูมิ ต่ำสุด (°C)		อุณหภูมิ สูงสุด (°C)		ความชื้น (%)		ความเร็วลม (กม./วัน)		แสงแดด/วัน (ชม.)		ปริมาณฝน (มม.)	
	ปทุม	ชล	ปทุม	ชล	ปทุม	ชล	ปทุม	ชล	ปทุม	ชล	ปทุม	ชล
ม.ค.	22.9	20	32.6	34.2	73	73	2.5	2.6	7.0	7.4	23.2	45.5
ก.พ.	24.8	24.5	34.7	34.4	74	76	3.2	3.7	7.0	8.7	5.3	39.0
มี.ค.	24.9	22.4	36.3	37.3	66	68	3.9	3.9	7.0	7.0	4.3	19.1
เม.ย.	26.4	24.2	37.5	37.7	67	70	4.7	3.9	8.0	8.8	51.5	15.6
พ.ค.	26.8	24.6	36.7	39	74	74	4.0	2.2	8.0	6.5	100.6	132.7
มิ.ย.	26.5	24	35.4	36.4	76	75	4.2	1.9	8.0	5.4	234.1	132.7
ก.ค.	25.9	24.7	33.6	35.5	79	77	3.5	1.5	9.0	4.5	228.2	191.0
ส.ค.	25.3	23.9	33.1	34.6	81	80	3.2	1.7	8.0	4.5	226.3	249.6
ก.ย.	25.5	23.9	33.4	35.2	82	80	2.4	1.5	8.0	5.2	535.6	247.1
ต.ค.	25.2	21.4	31.6	34.6	81	80	2.3	2.4	8.0	4.4	223.9	300.7
พ.ย.	24.0	21.6	32.2	35.7	67	65	2.9	5.0	8.0	6.2	0.0	0.0
ธ.ค.	22.7	19	32.1	34.5	70	67	2.8	3.3	7.0	7.2	39.8	3.4

หมายเหตุ ปทุม หมายถึง จังหวัดปทุมธานี และ ชล หมายถึง จังหวัดชลบุรี

ตารางที่ 2 ข้อมูลการปลูกปาล์มน้ำมัน

ชนิดข้อมูล	จังหวัดปทุมธานี	จังหวัดชลบุรี
พันธุ์ปาล์ม	เทนอรา	เทนอรา
ชนิดดิน	ดินเหนียวดำ	ดินร่วนผสมทราย
ปริมาณน้ำชลประทาน	5,040 m ³ /ไร่/ปี	64.97 m ³ /ไร่/ปี
ปริมาณปุ๋ยที่ใช้	สูตร 13-6-27 : 22.88 กก/ไร่/ปี	สูตร 21-0-0 : 23.1 กก/ไร่/ปี สูตร 0-0-60 : 79.2 กก/ไร่/ปี
ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่	4.96 ตัน/ไร่	3.50 ตัน/ไร่

4. ผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีและชลบุรี โดยมีประเด็นในการศึกษาเปรียบเทียบ 3 ประเด็น ดังนี้

4.1 การศึกษาเปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันที่เพาะปลูกบนพื้นที่ที่แตกต่างกันในจังหวัดปทุมธานีและชลบุรี

ผลการศึกษาประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมัน โดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0 และข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณแสงแดด ความเร็วลม และปริมาณน้ำฝนในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีและชลบุรีปี 2553 แสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีและชลบุรีปี 2553 ที่ประเมินจากโปรแกรม CROPWAT และข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาปี 2553

พื้นที่	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางตรง (m ³ /ton)			วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางอ้อม (m ³ /ton)	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม (m ³ /ton)
	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เขียว	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้ำเงิน	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เทา		
ปทุมธานี	512.83	240.47	92.22	0.32	845.84
ชลบุรี	718.10	317.60	131.96	0.34	1,168.00

โดยพบว่าค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของปาล์มน้ำมันในจังหวัดชลบุรี (1,070.65 m³/ton) มีค่าสูงกว่าปทุมธานี (678.84 m³/ton) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจังหวัดชลบุรีมีปริมาณการใช้น้ำสูงกว่าจังหวัดปทุมธานีทั้งสามด้าน ทั้งการใช้น้ำจากน้ำฝน ค่าความชื้นในดิน (พิจารณาจากค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เขียว) ปริมาณความต้องการน้ำชลประทาน (พิจารณาจากค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้ำเงิน) และการใช้ปุ๋ยและสารเคมี (พิจารณาจากค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เทา) นอกจากนี้หากพิจารณาถึงปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันที่เพาะปลูกได้จากแต่ละพื้นที่ในตารางที่ 2 จะพบว่าจังหวัดปทุมธานีนั้นให้ปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันต่อไร่ (4.96 ตัน/ไร่) มากกว่าจังหวัดชลบุรี (3.50 ตัน/ไร่) ถึง 150 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น จึงเป็นอีกหนึ่งเหตุผลที่ทำให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีมีค่าต่ำกว่าจังหวัดชลบุรี

4.2 การศึกษาเปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมัน โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา และโปรแกรม CLIMWAT

ในการศึกษาประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์นั้น ข้อมูลสำคัญที่ใช้อธิบายลักษณะความสมบูรณ์ของแต่ละพื้นที่คือ ข้อมูลสภาพอากาศ ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้ได้ศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันโดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาของแต่ละพื้นที่ เปรียบเทียบกับการใช้ข้อมูลจากโปรแกรม CLIMWAT 2.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่รวบรวมฐานข้อมูลด้านสภาพอากาศของแต่ละพื้นที่ไว้ ผลการศึกษาแสดงได้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีและชลบุรีปี 2553 ที่ประเมินจากโปรแกรม CROPWAT โดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากโปรแกรม CLIMWAT 2.0

พื้นที่	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางตรง (m ³ /ton)			วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางอ้อม (m ³ /ton)	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม (m ³ /ton)
	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่เขียว	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่น้ำเงิน	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่เทา		
ปทุมธานี	423.77	162.53	92.22	0.32	678.84
ชลบุรี	635.65	302.70	131.96	0.34	1,070.65

ผลจากการศึกษาพบว่าข้อมูลสภาพอากาศจะมีอิทธิพลต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่เขียวและน้ำเงินเท่านั้น ซึ่งค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่เขียวและน้ำเงินของปาล์มน้ำมันที่ใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากโปรแกรม CLIMWAT (ตารางที่ 4) มีความแตกต่างจากการใช้ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา (ตารางที่ 3) โดยค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่เขียวและน้ำเงินจากการใช้ข้อมูลสภาพอากาศในโปรแกรม CLIMWAT 2.0 จะมีค่ามากกว่าค่าจริงจากกรมอุตุนิยมวิทยาในทุกพื้นที่ที่ศึกษา และส่งผลให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมมีค่าสูงกว่าความเป็นจริงด้วย ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่า การเลือกใช้แหล่งข้อมูลสภาพอากาศมีอิทธิพลต่อผลการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ซึ่งเมื่อพิจารณารายละเอียดแหล่งที่มาของข้อมูลที่รวบรวมไว้ในโปรแกรม CLIMWAT 2.0 พบว่าเป็นข้อมูลเฉลี่ยของสภาพอากาศในแต่ละพื้นที่ที่รวบรวมไว้ในช่วงปี ค.ศ.1971 ถึง 2000 (พ.ศ. 2514 ถึง 2543) ซึ่งแตกต่างจากข้อมูลของสวนปาล์มน้ำมัน ปี 2553 ที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้ ดังนั้นการเลือกข้อมูลสภาพอากาศจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ และในการศึกษานี้ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาในการศึกษาประเมินวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมัน

4.3 การศึกษาเปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่น้ำเงินที่ประเมินจากโปรแกรม CROPWAT และข้อมูลจริง

ในส่วนนี้เป็นการศึกษาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่น้ำเงิน ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณน้ำชลประทานที่ควรที่ให้แก่พืชโดยศึกษาเปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่น้ำเงินที่ประเมินได้จากโปรแกรม CROPWAT 8.0 ตามสมการที่ (3) และค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่น้ำเงินที่พิจารณาจากข้อมูลปริมาณการให้น้ำชลประทานจริงจากสวนปาล์มน้ำมัน โดยผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่น้ำเงินนี้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เงินของปาล์มน้ำมันในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีและชลบุรีปี 2553 ที่ประเมินจากโปรแกรม CROPWAT และข้อมูลจริงจากสวนปาล์มน้ำมัน

พื้นที่	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้ำเงิน (m ³ /ton)	
	CROPWAT	ข้อมูลจริงจากสวน
ปทุมธานี	162.53	1,016.13
ชลบุรี	302.70	18.56

ผลจากการศึกษาพบว่าปริมาณการให้น้ำชลประทานแก่ปาล์มน้ำมันของสวนทั้งสองพื้นที่นั้นมีค่าแตกต่างจากค่าที่ประเมินได้จากโปรแกรม CROPWAT ในลักษณะที่ต่างกัน โดยจังหวัดปทุมธานีมีการให้น้ำชลประทานแก่ปาล์มน้ำมัน (1,016.13 m³/ton) ในปริมาณที่สูงมาก (สูงกว่าค่าที่ประเมินได้ 162.53 m³/ton ประมาณ 6 เท่า) เนื่องจากจังหวัดปทุมธานีเป็นพื้นที่ที่มีระบบชลประทานที่ดี และมีแม่น้ำไหลผ่าน จึงทำให้สามารถใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ และน้ำชลประทานได้ในปริมาณสูงมาก นอกจากนี้ในบางพื้นที่ได้ทำสวนส้มมาก่อนจะมีลักษณะพื้นที่สวนที่เหมาะสมกับการปลูกปาล์มน้ำมันด้วย แต่สำหรับจังหวัดชลบุรีนั้นมีระบบน้ำชลประทานที่ไม่ดีนัก น้ำที่ใช้ส่วนมากในการเกษตรเป็นน้ำฝน การใช้น้ำผิวดินและใต้ดินซึ่งมีราคาในการดำเนินการนั้น เป็นข้อจำกัดที่สำคัญของสวนในภาคตะวันออก ดังนั้นจึงมีการให้น้ำชลประทานแก่ปาล์มน้ำมันเพียง 18.56 m³/ton ซึ่งมีปริมาณที่น้อยกว่าค่าที่ควรจะเป็นมาก กล่าวคือค่าที่ประเมินได้เท่ากับ 302.70 m³/ton และค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของปาล์มน้ำมันที่พิจารณา ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้ำเงินจากการใช้น้ำชลประทานจริงจากสวน แสดงได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีและชลบุรีปี 2553 ที่พิจารณาปริมาณการใช้น้ำชลประทาน (วอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้ำเงิน) จริงจากสวน

พื้นที่	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางตรง (m ³ /ton)			วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางอ้อม (m ³ /ton)	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม (m ³ /ton)
	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์เขียว	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้ำเงิน (จากสวน)	เทา		
ปทุมธานี	423.77	1,016.13	92.22	0.32	1,532.44
ชลบุรี	635.65	18.56	131.96	0.34	786.51

อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงนั้นทั้งสองพื้นที่มีสภาพอากาศและฤดูกาล (ตารางที่ 1) ที่ใกล้เคียงกัน แต่มีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่ต่างกัน ตัวแปรที่สำคัญคือระบบชลประทานที่ดี ที่จะทำให้ผลผลิตทะลายปาล์มออกอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะฤดูอื่นที่ไม่ใช่ฤดูฝน จะเห็นความแตกต่างของผลผลิตที่ชัดเจน นอกจากนั้นงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการใช้น้ำชลประทานที่มากเกินไปของจังหวัดปทุมธานี ซึ่งแนวทางการจัดการน้ำที่เหมาะสมเพื่อการเกษตรนั้นเป็นสิ่งสำคัญในอนาคต เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนน้ำจะทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นในกรณีนี้หากมีการจัดการน้ำอย่างเหมาะสม ปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้ำเงินส่วนเกินสามารถนำไปใช้กับการเกษตรและอุตสาหกรรมอื่น ๆ ในพื้นที่เพื่อสร้างมูลค่าให้มากขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม ปาล์มน้ำมัน พืชที่ในสมัยก่อนนิยมปลูกในภาคใต้ เนื่องจากเป็นพืชที่ต้องการปริมาณน้ำสูง แต่ด้วยระบบชลประทานที่ดี ทำให้สามารถปลูกปาล์มน้ำมันนี้ได้ในภาคกลางและในอนาคตด้วยมูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่สูง ปาล์มน้ำมันจะเป็นทางเลือกที่สำคัญของเกษตรกร

5. สรุป

จากการศึกษาประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันในพื้นที่จังหวัดปทุมธานีและชลบุรีในปี 2553 พบว่าจังหวัดชลบุรีมีปริมาณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สูงกว่าจังหวัดปทุมธานีทั้งสามด้าน ทั้งการใช้น้ำจากน้ำฝน ค่าความชื้นในดิน ปริมาณความต้องการน้ำ

ชลประทาน และการใช้ปุ๋ยและสารเคมี นอกจากนี้จังหวัดปทุมธานีสามารถให้ปริมาณผลผลิตปาล์มน้ำมันต่อไร่มากกว่า จังหวัดชลบุรีถึง 150 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าจังหวัดปทุมธานีเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการปลูกปาล์มน้ำมันมากกว่าชลบุรี และเนื่องจากการเลือกใช้แหล่งข้อมูลสภาพอากาศมีอิทธิพลต่อผลการศึกษาวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ ดังนั้นในการศึกษานี้ผู้วิจัยเลือกใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยาในการศึกษา และงานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาเปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้ำเงินที่ประเมินได้จากโปรแกรม CROPWAT 8.0 และค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์น้ำเงินที่พิจารณาจากข้อมูลปริมาณการให้น้ำชลประทานจริงจากสวนปาล์มน้ำมัน ผลการศึกษาพบว่าจังหวัดปทุมธานีมีการให้น้ำชลประทานแก่ปาล์มน้ำมันในปริมาณที่สูงมาก ซึ่งสูงกว่าค่าที่ประเมินได้ประมาณ 6 เท่า เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากจังหวัดปทุมธานีเป็นพื้นที่ที่มีระบบชลประทานที่ดี แต่สำหรับจังหวัดชลบุรีนั้นมีระบบน้ำชลประทานที่ไม่ดีนัก จึงมีการให้น้ำชลประทานที่น้อยกว่าค่าที่ควรจะเป็นมาก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปัญหาในการบริหารจัดการการใช้น้ำในแต่ละพื้นที่ ดังนั้น จากผลการศึกษาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนพัฒนาระบบการบริหารจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในแต่ละพื้นที่ต่อไปได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ และกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้เงินสนับสนุนการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมส่งเสริมการเกษตร, ข้อมูลพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันภาคตะวันออก, กรมส่งเสริมการเกษตร, 2553, <http://www.edoae.doae.go.th/oil%20palm.htm>
- [2] United Nations Environment Programme (UNEP), "Water footprint and corporate water accounting for resource efficiency", Korea International Cooperation Agency (KOICA), 2011.
- [3] A. Y. Hoekstra, A. K. Chapagain, M. M. Aldaya and M. M. Mekonnen, "Water Footprint Manual State of the Art" Water Footprint Network, Netherlands, 2009.
- [4] ชินาธิปกรณ พงศ์ภิญโญภาพ และอรรณรัตน์ มุ่งเจริญ, "วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกระบวนการผลิตเอทานอลจากมันสำปะหลังในประเทศไทย", วิศวกรรมสาร มก., 24, 2554, หน้า 41-51.
- [5] R. Kongboon and S. Sampattagul, "The water footprint of sugarcane and cassava in northern Thailand" Procedia-social and Behavioral Sciences, Vol. 40, 2012, pp.451-456.
- [6] ลักขณา เจริญสุข, รัตชยุดา กองบุญ และเศรษฐ์ สัมภิตตะกุล, "การวิเคราะห์วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของปาล์มน้ำมันสำหรับผลิตไบโอดีเซลในประเทศไทย" การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม นวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ 1, 17-18 ตุลาคม 2555, ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพฯ.
- [7] A. Y. Hoekstra, Chapagain, A. K. Aldaya and M. M., Mekonnen, "The Water Footprint Assessment Manual", Water Footprint Network, Netherlands, 2011.
- [8] M. S. Babel, B. Shrestha and S. Perret, "Hydrological impact of biofuel production: A case study of the Khlong Phlo Watershed in Thailand", Agricultural Water Management, Vol.101, 2011, pp.8-26.
- [9] FAO (Food and Agriculture Organization), "Software CROPWAT 8.0 and Example of the use of CROPWAT 8", Development and Management Service, Rome, Italy, 2007.
- [10] FAO (Food and Agriculture Organization) Irrigation and Drainage Paper. "Crop Evapotranspiration. Water Resources", Development and Management Service, Rome, Italy, 2006.