



WATER FOOTPRINT OF DENDROBIUM ORCHIDS IN THAILAND

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

วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายในประเทศไทย
WATER FOOTPRINT OF DENDROBIUM ORCHIDS IN THAILAND

วรณี แพงจันทึก¹ นิชนันท์ ตราโช¹ และจิตติ มังคละศิริ²

¹ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ คลองหลวง ปทุมธานี 12120

²ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

คลองหลวง ปทุมธานี 12120

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

บทคัดย่อ

เนื่องด้วยผลิตภัณฑ์ที่ส่งออกหลักของประเทศไทยเป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ส่งผลให้มีการใช้น้ำเป็นจำนวนมากในกระบวนการเพาะปลูก โดยกล้วยไม้มีปริมาณการส่งออกมากที่สุดในการค้าไม้ตัดดอกส่งออกของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้วยไม้สกุลหวายซึ่งมีการส่งออกมากถึงร้อยละ 80 ของการส่งออกกล้วยไม้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณการใช้น้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดในแต่ละพื้นที่ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water footprint) ของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายในประเทศไทย ด้วยโปรแกรม CROPWAT 8.0 โดยทำการศึกษเปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์และความเหมาะสมของการเพาะปลูกกล้วยไม้สกุลหวายในพื้นที่จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร และราชบุรี ในปี พ.ศ. 2550 – 2553 และศึกษาเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่เกษตรกรในแต่ละจังหวัดใช้เพื่อการเพาะปลูกกับปริมาณน้ำที่พืชต้องการ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกล้วยไม้สกุลหวายในจังหวัดนครปฐมมีค่า $1.285 \text{ m}^3/\text{kg}$ ในขณะที่จังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดราชบุรีมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์เท่ากับ $1.389 \text{ m}^3/\text{kg}$ และ $1.416 \text{ m}^3/\text{kg}$ ตามลำดับ ผลการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่เกษตรกรในแต่ละจังหวัดใช้เพื่อการเพาะปลูกกับปริมาณน้ำที่พืชต้องการพบว่า การใช้น้ำของเกษตรกรในการเพาะปลูกกล้วยไม้นั้นมีปริมาณมากกว่าความต้องการน้ำของกล้วยไม้ 1.8 เท่า 4.12 เท่า และ 2.14 เท่า สำหรับจังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร และราชบุรี ตามลำดับ จากผลการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนบริหารจัดการน้ำและตัดสินใจเลือกพื้นที่เพาะปลูกกล้วยไม้ให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้นได้

คำสำคัญ: กล้วยไม้สกุลหวาย, วอเตอร์ฟุตพริ้นท์, ปริมาณการใช้น้ำ, โปรแกรม CROPWAT

ABSTRACT

Due to the main Thailand exports are agricultural products, they consume a large amount of water for cultivation. Orchid flowers are the most export volume of Thailand's crop flowers, especially Dendrobium orchids which have exported more than 80 percent. Orchid planting affects the amount of water consumption in each area. Therefore, the purpose of this study is to evaluate water footprint (WF) of Dendrobium orchids in Thailand using CROPWAT 8.0 program. The water footprint assessments of Dendrobium orchids in Nakhon Pathom, Samut Sakhon, and Ratchaburi Provinces in 2007–2010 are comparatively studied finding the suitable plantation area. In addition, the amount of water use and the water supply requirement in each province are evaluated. The results are shown that total water footprint of Dendrobium orchids in

Woranee Paengjuntuek¹, Nichanun Trachow and Jitti Mungkalasiri²

¹Chemical Engineering Department, Engineering Faculty, Thammasat University, 99 Phaholyothin Rd., Klong 1, Klong Luang, Pathumthani 12120

²Life Cycle Assessment Laboratory, National Metal and Materials Technology Center, National Science and Technology Development Agency, 114 Phaholyothin Rd., Klong 1, Klong Luang, Pathumthani 12120



Nakhon Pathom Province is 1.285 m³/kg. While water footprint of Samut Sakhon and water footprint of Ratchaburi have the values of 1.389 m³/kg and 1.416 m³/kg, respectively. Additionally, the water use results are shown that the irrigation water use to cultivate orchid is more than the water requirement 1.8 times 4.12 times and 2.14 times in Nakorn Pathom, Samut Sakorn and Ratchaburi, respectively. In addition, the results from this study can be used as a guideline for irrigation water management and selecting orchid plantation area.

KEYWORADS: Dendrobium orchids, Water footprint, Irrigation water use, CROPWAT program

1. บทนำ

น้ำเป็นสิ่งสำคัญต่อการดำรงชีพของมนุษย์ แม้ว่าพื้นที่บนผิวโลกส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยน้ำ แต่น้ำจืดที่สามารถนำไปใช้ได้มีเพียงร้อยละ 1 เท่านั้น [1] นอกจากนี้แล้วน้ำยังถูกแบ่งไปใช้ทั้งในภาคเกษตรและอุตสาหกรรมทั่วโลกอีกด้วย ประเทศไทยแม้จะมีลักษณะภูมิประเทศที่มีแม่น้ำหลายสายไหลผ่าน แต่เนื่องด้วยเป็นประเทศที่มีอาชีพเกษตรกรรมทำให้น้ำส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้เพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดระบบการจัดการน้ำที่เหมาะสม ทำให้มีการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกอย่างฟุ่มเฟือย ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อขาดแคลนน้ำได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำ หรือวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในการเพาะปลูกกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายในประเทศไทย เนื่องจากกล้วยไม้ถือเป็นพืชเศรษฐกิจส่งออกที่สำคัญชนิดหนึ่งของไทย อุตสาหกรรมกล้วยไม้ไทยสามารถสร้างรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นอันดับหนึ่งในบรรดาไม้ดอกไม้ประดับทั้งหมดที่มีการส่งออก จากข้อมูลสถิติของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2556) ในปี พ.ศ. 2553 พบว่าพื้นที่การเพาะปลูกกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายเพื่อการส่งออกนั้นส่วนใหญ่ตั้งอยู่บริเวณภาคกลางของประเทศไทย ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกจำนวน 21,335 ไร่ ดังตารางที่ 1 โดยคิดเป็น 96% ของพื้นที่เพาะปลูกกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายในประเทศไทย จากพื้นที่เพาะปลูกกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายในประเทศไทยทั้งสิ้น 22,217 ไร่ โดยพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่ตั้งอยู่บริเวณจังหวัดนครปฐม (8,173 ไร่) สมุทรสาคร (5,296 ไร่) กรุงเทพมหานคร (2,487 ไร่) และ ราชบุรี (2,056 ไร่) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง ในปี พ.ศ. 2553

ภูมิภาค	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	882	2,364	2,680
ภาคกลาง	21,335	51,662	2,421

ที่มา: สถิติการเกษตรของประเทศไทย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2556) [2]

ตารางที่ 2 เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ของแต่ละจังหวัดในปี พ.ศ. 2553

จังหวัด	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)
นครปฐม	8,173	21,201	2,594
สมุทรสาคร	5,296	13,913	2,627
กรุงเทพฯ	2,487	6,014	2,418
ราชบุรี	2,056	3,742	1,820
นนทบุรี	1,026	2,388	2,327
นครราชสีมา	838	2,291	2,734
อยุธยา	669	1,262	1,886
กาญจนบุรี	659	1,211	1,838
ปทุมธานี	450	955	2,122
ชลบุรี	253	565	2,233
สุพรรณบุรี	166	233	1,404
เพชรบุรี	54	98	1,815
สกลนคร	40	67	1,674
สระบุรี	33	51	1,545
ปราจีนบุรี	13	29	2,231
ขอนแก่น	4	6	1,471

ที่มา: สถิติการเกษตรของประเทศไทย สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2556) [2]

ในการเพาะปลูกกล้วยไม้เพื่อการค้านั้นการให้น้ำและปุ๋ยรวมถึงสารเคมีต่างๆถือว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ หากตลอดกระบวนการเพาะปลูกกล้วยไม้ตัดดอกเพื่อการส่งออกนั้นไม่มีระบบการจัดการน้ำที่เหมาะสม มีการใช้น้ำในกระบวนการเพาะปลูกอย่างฟุ่มเฟือย อาจจะทำให้ประสบกับปัญหาความขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูกและการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาระเมินค่าการใช้น้ำหรือวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ (Water footprint) ของการเพาะปลูกกล้วยไม้สกุลหวายในประเทศไทย โดยจะพิจารณาพื้นที่เพาะปลูกในจังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร และราชบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2550 – 2553 ด้วยโปรแกรม CROPWAT 8.0 [3]

2. ทฤษฎีวอเตอร์ฟุตพริ้นท์

แนวคิดเรื่องวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ถูกนำเสนอโดย Hoekstra (2002) [4] ซึ่งเป็นเครื่องมือในการประเมินปริมาณน้ำทางตรง (Direct water) และน้ำทางอ้อม (Indirect water) ที่ใช้ในกระบวนการผลิตและการให้บริการโดยจะพิจารณาตลอดขั้นตอนของการเพาะปลูก รวมทั้งแสดงแหล่งที่มาของน้ำใช้และน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการซึ่งค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์นี้จะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางภูมิศาสตร์และเวลาที่ทำการศึกษา ซึ่งการศึกษาในพื้นที่และเวลาที่ต่างกันจะทำให้ค่าการใช้น้ำไม่เท่ากัน [5] โดยวิธีการคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่นิยมใช้แพร่หลายเป็นวิธี Water Footprint Network (WFN) ซึ่งเป็นการคำนวณผลรวมการใช้น้ำจากทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว (Green water footprint, WF_{green}) วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงิน (Blue water footprint, WF_{blue}) และวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทา (Grey water footprint, WF_{grey}) โดยวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียวนั้นคือปริมาณน้ำในรูปของน้ำฝนและความชื้นในดิน วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงินคือน้ำจากชลประทานที่มีมาจากแหล่งน้ำทั้งผิวดินและใต้ดิน ส่วนวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สี

เทาคือปริมาณน้ำที่ถูกใช้เพื่อเจือจางน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการให้อยู่ในระดับมาตรฐานที่ยอมรับได้ โดยในงานวิจัยนี้จะคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายในประเทศไทยในหน่วยของปริมาณน้ำที่ใช้ต่อปริมาณผลิตภัณฑ์ (m^3/kg) ซึ่งค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางตรง ($\text{WF}_{\text{direct}}$) สามารถคำนวณได้ตามสมการ (1)

$$\text{WF}_{\text{direct}} = \text{WF}_{\text{green}} + \text{WF}_{\text{blue}} + \text{WF}_{\text{grey}} \quad (1)$$

การคำนวณหาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียวและสีน้ำเงินนั้นจะคำนวณหาปริมาณน้ำฝนและน้ำชลประทานที่พืชต้องการใช้ (Crop water use, $\text{CWU m}^3/\text{ha}$) ดังสมการที่ (2) และ (3) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากค่าการคายระเหยน้ำ (ET , mm/day) ซึ่งได้มาจากโปรแกรม CROPWAT 8.0 โดยโปรแกรมนี้จะนำเอาข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลลักษณะเฉพาะของพืชและดินมาประมวลผลโดยงานวิจัยนี้จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์พืช (K_c , Crop coefficient) ของวานิลลา ซึ่งเป็นพืชวงศ์กล้วยไม้ (Orchidaceae) ในวงศ์ย่อย Epidendroideae ซึ่งเป็นวงศ์ย่อยเดียวกับกล้วยไม้สกุลหวายและแคตลียา [6] สำหรับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่นำมาใช้ในการคำนวณนั้นเป็นค่าโดยเฉลี่ยในช่วงระยะเวลา 4 ปี (พ.ศ. 2550 – 2553) ซึ่งได้แก่ ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ความเร็วลมที่ระดับความสูง 2 เมตรเหนือพื้นดิน จำนวนชั่วโมงที่มีแสงแดดต่อวัน และปริมาณน้ำฝนในแต่ละพื้นที่ และคำนวณหาปริมาณน้ำฝนใช้การ (Effective rain) โดยใช้วิธี Dependable Rainfall [7] ซึ่งจากข้อมูลเหล่านี้จะสามารถนำมาคำนวณหาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียวและค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงินได้ดังสมการ (4) และสมการ (5)

$$\text{CWU}_{\text{green}} = 10 \times \sum_{d=1}^{\text{lgp}} \text{ET}_{\text{green}} \quad (2)$$

$$\text{CWU}_{\text{blue}} = 10 \times \sum_{d=1}^{\text{lgp}} \text{ET}_{\text{blue}} \quad (3)$$

$$\text{WF}_{\text{green}} = \frac{\text{CWU}_{\text{green}}}{Y} \quad (4)$$

$$\text{WF}_{\text{blue}} = \frac{\text{CWU}_{\text{blue}}}{Y} \quad (5)$$

โดย 10 คือ ค่าการเปลี่ยนหน่วยจาก mm เป็น m^3/ha ค่า lgp คือ ระยะเวลาของช่วงการเติบโตของพืช มีหน่วยเป็นวัน ค่า ET_{green} และ ET_{blue} คือ ค่าที่ได้จากโปรแกรม CROPWAT และ Y คือ ปริมาณผลผลิต (kg/ha)

การคำนวณวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทา สามารถคำนวณได้จากปริมาณน้ำที่ถูกใช้เพื่อเจือจางน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการให้อยู่ในระดับมาตรฐานที่ยอมรับได้ ซึ่งจะแสดงในหน่วยลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม (m^3/kg) ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะมีการใช้ปุ๋ยในกระบวนการเพาะปลูก เมื่อพืชนำไปใช้ไม่หมดจะมีการตกค้างและซึมลงสู่ดินหรือถูกชะลงสู่แหล่งน้ำ โดยจะพิจารณาจากผลกระทบที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยในโตรเจนเท่านั้น ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทาได้จากสมการ (6)

$$\text{WF}_{\text{grey}} = \frac{(\alpha \times \text{AR}) / (\text{C}_{\text{max}} - \text{C}_{\text{nat}})}{Y} \quad (6)$$

โดยกำหนดให้สัดส่วนการชะล้างปุ๋ยลงสู่แม่น้ำ (α) เท่ากับ 10% ของอัตราการใช้ปุ๋ย (AR) ที่เกิดขึ้น [8] ส่วนความเข้มข้นของมลพิษสูงสุดที่ยอมรับได้ (C_{max} , kg/m^3) อ้างอิงจากค่ามาตรฐานคุณภาพในแหล่งน้ำผิวดินของประเทศไทยจากกรมควบคุม

มลพิษซึ่งมีค่าเท่ากับ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร และความเข้มข้นของมลพิษตามธรรมชาติ (C_{nat} , kg/m^3) มีค่าเท่ากับศูนย์

ในส่วนของวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางอ้อม ($WF_{indirect}$) หรือน้ำแฝงที่เกษตรกรใช้ในการเพาะปลูกกล้วยไม้ตัดดอกนี้คือ ปริมาณน้ำที่ใช้เพื่อการผลิตปุ๋ยที่เกษตรกรใช้ในการเพาะปลูก หรือปริมาณน้ำเพื่อผลิตสารเคมีเพื่อป้องกันโรคพืช โดยจะใช้โปรแกรม SimaPro ในการคำนวณหาปริมาณน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตปุ๋ยและสารเคมี ซึ่งจะได้ปริมาณน้ำทางอ้อมที่ใช้ในกระบวนการเพาะปลูกกล้วยไม้ โดยข้อมูลปริมาณการใช้ปุ๋ยและสารเคมีในการเพาะปลูกกล้วยไม้อ้างอิงจากสำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [9] และค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ตลอดกระบวนการเพาะปลูกกล้วยไม้ (WF_{total}) สามารถคำนวณได้จากผลรวมของปริมาณน้ำทางตรงและปริมาณน้ำทางอ้อมดังสมการ

$$WF_{total} = WF_{direct} + WF_{indirect} \quad (7)$$

3. ผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายในประเทศไทยโดยพิจารณาเปรียบเทียบค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ในพื้นที่เพาะปลูก 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครปฐม จังหวัดสมุทรสาคร และจังหวัดราชบุรี เนื่องจากเป็นพื้นที่เพาะปลูกกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายเพื่อการส่งออกสูงเป็นอันดับต้น ๆ ของพื้นที่เพาะปลูกภายในประเทศ

3.1 วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวาย

จากการศึกษาประเมินค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายทั้งทางทางตรงและทางอ้อม ด้วยโปรแกรม CROPWAT 8.0 ที่ศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2550 – 2553 แสดงได้ดังตารางที่ 4 ซึ่งค่าที่ได้จากการประเมินด้วยโปรแกรมนี้เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณความต้องการน้ำของพืช (Crop water requirement)

ตารางที่ 4 ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายในพื้นที่จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร และราชบุรี ในปี พ.ศ. 2550 – 2553

จังหวัด	ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย (Y) (กิโลกรัม/ไร่)	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางตรง (m^3/kg)			วอเตอร์ฟุตพริ้นท์ทางอ้อม (m^3/kg)	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวม (m^3/kg)
		วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว (m^3/kg)	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงิน (m^3/kg)	วอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทา (m^3/kg)		
นครปฐม	2,544	0.455	0.442	0.384	0.0043	1.285
สมุทรสาคร	2,574	0.833	0.308	0.245	0.0025	1.389
ราชบุรี	1,785	0.632	0.573	0.208	0.0031	1.416

ผลการศึกษาพบว่าจังหวัดราชบุรีมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของการเพาะปลูกกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายสูงที่สุด คือ 1.416 m^3/kg รองลงมาคือจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมเท่ากับ 1.389 m^3/kg และจังหวัดนครปฐมมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมน้อยที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 1.285 m^3/kg โดยปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก (Crop yield) สภาพภูมิอากาศ และปริมาณฝนที่ตกในแต่ละจังหวัด เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของแต่ละจังหวัดมีค่าแตกต่างกัน โดยจังหวัดราชบุรีมีปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูกต่ำกว่าจังหวัดอื่น ๆ (1,785 kg/rai) ในขณะที่จังหวัดนครปฐมและสมุทรสาครมีปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก 2,544 kg/rai และ 2,574 kg/rai ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากการใช้น้ำฝนและค่าความชื้นในดินซึ่งพิจารณาจากค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว พบว่าจังหวัดสมุทรสาครมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียวสูงกว่าพื้นที่เพาะปลูกจังหวัดอื่น ๆ คือ 0.833 m^3/kg เนื่องจากพื้นที่เพาะปลูกจังหวัดสมุทรสาครมีปริมาณน้ำฝนที่ตกสูงกว่าจังหวัดอื่น (1,970.7 mm) ส่งผลให้

ปริมาณน้ำฝนใช้การ (Effective rain) ของช่วงระยะที่มีฝนตกในพื้นที่มีค่าสูงกว่าจังหวัดอื่น ในขณะที่จังหวัดนครปฐมและจังหวัดราชบุรีมีปริมาณน้ำฝนเพียง 1,150.8 mm และ 1,146.9 mm ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำผิวดินและชลประทานซึ่งพิจารณาจากค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่น้ำเงินพบว่า จังหวัดสมุทรสาครมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่น้ำเงินน้อยที่สุดเท่ากับ $0.308 \text{ m}^3/\text{kg}$ ซึ่งค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่น้ำเงินที่ได้จากโปรแกรม CROPWAT นี้หมายถึงปริมาณน้ำชลประทานที่ควรให้แก่พืชเพิ่มเติม ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่พืชได้รับนั้นมีปริมาณสูงเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น ส่งผลให้ความต้องการในการใช้น้ำชลประทานในจังหวัดสมุทรสาครมีค่าน้อย โดยความต้องการในการใช้น้ำชลประทานในจังหวัดสมุทรสาครนั้นส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงระยะที่ไม่มีฝนตกในพื้นที่ ซึ่งแตกต่างจากจังหวัดนครปฐมและราชบุรีที่ยังคงมีความต้องการใช้น้ำชลประทานร่วมกับน้ำฝนที่พืชได้รับ เนื่องจากปริมาณฝนที่ตกในจังหวัดนครปฐมและราชบุรีนั้นยังไม่เพียงพอต่อความต้องการน้ำเพื่อการเติบโตของพืช โดยจังหวัดราชบุรีมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่น้ำเงินเท่ากับ $0.573 \text{ m}^3/\text{kg}$ ซึ่งสูงกว่าจังหวัดสมุทรสาคร ($0.308 \text{ m}^3/\text{kg}$) และนครปฐม ($0.442 \text{ m}^3/\text{kg}$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพื้นที่จังหวัดราชบุรีมีความต้องการน้ำชลประทานในการเพาะปลูกกล้วยไม้สกุลหวายมากกว่าการปลูกในจังหวัดนครปฐมและสมุทรสาคร อย่างไรก็ตามค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ที่น้ำเงินที่ได้จากโปรแกรม CROPWAT 8.0 นี้คือค่าความต้องการน้ำชลประทานของพืช ซึ่งอาจจะมีค่าที่แตกต่างจากการใช้น้ำชลประทานในการเพาะปลูกจริงของเกษตรกรได้

เมื่อพิจารณาการใช้ปุ๋ยและสารเคมีซึ่งพิจารณาจากค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทาพบว่าจังหวัดนครปฐมมีค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเทา $0.384 \text{ m}^3/\text{kg}$ สูงกว่าจังหวัดอื่น ๆ โดยจังหวัดสมุทรสาครมีค่า $0.245 \text{ m}^3/\text{kg}$ และจังหวัดราชบุรี มีค่า $0.207 \text{ m}^3/\text{kg}$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากระบวนการเพาะปลูกกล้วยไม้สกุลหวายในจังหวัดนครปฐมมีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนมากกว่าจังหวัดสมุทรสาครและราชบุรี

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากปริมาณการใช้น้ำทางอ้อมพบว่า น้ำทางอ้อมมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับน้ำทางตรงที่พืชได้รับ โดยน้ำทางอ้อมที่พืชได้รับนั้นมีความแตกต่างกันในแต่ละจังหวัดเนื่องจากลักษณะการเพาะปลูกของแต่ละพื้นที่ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีในปริมาณที่ต่างกัน โดยจังหวัดนครปฐมมีค่าน้ำทางอ้อมสูงกว่าจังหวัดอื่น ($0.004245 \text{ m}^3/\text{kg}$) เนื่องจากจังหวัดนครปฐมมีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีในปริมาณที่สูงกว่าจังหวัดราชบุรี ($0.0031 \text{ m}^3/\text{kg}$) และสมุทรสาคร ($0.0025 \text{ m}^3/\text{kg}$)

3.2 ปริมาณการใช้น้ำจริงในการเพาะปลูกของเกษตรกร

งานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลการใช้น้ำของเกษตรกรในแต่ละจังหวัด เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำจริงในการเพาะปลูกของเกษตรกร (Irrigation water) กับปริมาณน้ำชลประทานที่กล้วยไม้ต้องการ (Crop water requirement or Blue water footprint) ที่ประเมินด้วยโปรแกรม CROPWAT 8.0 โดยในพื้นที่จังหวัดนครปฐมทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 450 ไร่ พื้นที่จังหวัดสมุทรสาครทำการเก็บข้อมูลรวมทั้งหมด 460 ไร่ และพื้นที่จังหวัดราชบุรีทำการเก็บข้อมูลทั้งหมด 380 ไร่ ซึ่งจำนวนพื้นที่ทำการเก็บข้อมูลในแต่ละจังหวัดนั้นจะมีค่ามากกว่าค่าความแม่นยำทางสถิติที่ยอมรับได้ 95% และค่าเบี่ยงเบน 5% ผลการศึกษาเปรียบเทียบความต้องการใช้น้ำของกล้วยไม้ (Blue water footprint) กับปริมาณน้ำที่เกษตรกรใช้ในการเพาะปลูก (Blue water or Irrigation water) มีค่าดังแสดงในตารางที่ 5

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกของเกษตรกรนั้นมีค่าสูงกว่าปริมาณความต้องการน้ำของกล้วยไม้ในทุกจังหวัด โดยจังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดราชบุรี และจังหวัดนครปฐม จะมีปริมาณการใช้น้ำสูงกว่าความต้องการน้ำของกล้วยไม้คิดเป็น 4.12 เท่า 2.14 เท่า และ 1.8 เท่า ตามลำดับ

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบปริมาณน้ำชลประทานที่กล้วยไม้ต้องการกับปริมาณน้ำที่เกษตรกรใช้เพื่อการเพาะปลูก

จังหวัด	Blue water footprint จากโปรแกรม CROPWAT (m^3/kg)	Irrigation water จากการใช้น้ำของเกษตรกรโดยเฉลี่ย (m^3/kg)
นครปฐม	0.442	0.795
สมุทรสาคร	0.308	1.268
ราชบุรี	0.573	1.225

ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยที่ต่างกันระหว่างการคำนวณค่าการใช้น้ำจริงของเกษตรกร และการคำนวณจากโปรแกรม CROPWAT 8.0 โดยในการคำนวณค่าจากโปรแกรม CROPWAT 8.0 นั้นเป็นการคำนวณค่าความต้องการน้ำของพืชโดยมีการพิจารณาถึงการคายระเหยน้ำของพืช ช่วงอายุของพืช ความยาวราก ค่าสัมประสิทธิ์พืช ความสูงของพืช อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ความยาวนานและความเข้มของแสงแดดในแต่ละพื้นที่เป็นสำคัญ เพียงเพื่อพิจารณาหาความต้องการน้ำที่เหมาะสมแก่พืช โดยไม่มีการพิจารณาถึงปัจจัยของวัสดุปลูก คุณภาพของน้ำ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในขณะให้น้ำเพื่อการเพาะปลูกของเกษตรกรนั้นจะคำนึงถึงปัจจัยเรื่องคุณภาพน้ำเป็นสำคัญ โดยจากการเก็บข้อมูลพบว่าเกษตรกรจะยังคงให้น้ำแก่พืชเพิ่มเติม แม้จะเป็นฤดูฝน เนื่องจากเกษตรกรจะต้องปรับปรุงค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำให้เหมาะสมกับพืช และจะให้น้ำเพิ่มเติมเพื่อล้างน้ำฝนหรือน้ำค้าง เพราะจะทำให้กล้วยไม้เป็นจุดหรือลาย ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของดอก

4. สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาประเมินค่าอวอเตอร์ฟุตพริ้นท์ของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายเพื่อการส่งออกของไทยในพื้นที่จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร และราชบุรีในปี 2550 – 2553 พบว่าจังหวัดนครปฐมมีค่าอวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมต่ำกว่าจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดราชบุรี โดยมีค่าอวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมเท่ากับ $1.285 \text{ m}^3/\text{kg}$, $1.389 \text{ m}^3/\text{kg}$ และ $1.415 \text{ m}^3/\text{kg}$ ตามลำดับ โดยจะพบว่าค่าอวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียว และอวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีน้ำเงินของจังหวัดนครปฐมนั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกันแสดงให้เห็นว่าจังหวัดนครปฐมมีการใช้น้ำจากน้ำฝนและน้ำจากชลประทานในการเพาะปลูกในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ในขณะที่จังหวัดสมุทรสาครมีค่าอวอเตอร์ฟุตพริ้นท์สีเขียวสูงกว่าจังหวัดอื่น ๆ ส่งผลให้ค่าอวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมของพื้นที่จังหวัดสมุทรสาครมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้จังหวัดราชบุรีมีค่าอวอเตอร์ฟุตพริ้นท์รวมสูงที่สุด เนื่องจากปริมาณผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูกของจังหวัดราชบุรีมีค่าต่ำ ส่งผลให้ปริมาณการใช้น้ำในการเพาะปลูกเมื่อเทียบกับปริมาณผลผลิตที่ได้นั้นมีค่าสูงกว่าจังหวัดอื่น ๆ ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าจังหวัดนครปฐมเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมในการเพาะปลูกกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวาย เนื่องจากมีการใช้น้ำตลอดขั้นตอนการเพาะปลูกที่ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับการใช้น้ำของจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดราชบุรี อย่างไรก็ตามการใช้น้ำของเกษตรกรในการเพาะปลูกกล้วยไม้นั้น มีปริมาณมากกว่าความต้องการน้ำของกล้วยไม้ ทั้งนี้เนื่องมาจากปัจจัยการพิจารณาความต้องการน้ำของพืชและปริมาณการให้น้ำแก่พืชที่แตกต่างกัน ดังนั้น เกษตรกรสามารถลดปริมาณการใช้น้ำในแต่ละพื้นที่ลงได้ โดยให้มีปริมาณเหมาะสมเพียงพอต่อความต้องการของกล้วยไม้ และคุณภาพของดอก โดยสรุปผลจากการศึกษาวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจเลือกพื้นที่เพาะปลูกกล้วยไม้ และใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนพัฒนาระบบการบริหารจัดการน้ำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2557 และภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] United Nations Environment Program (UNEP), “Water footprint and corporate water accounting for resource efficiency”, Korea International Cooperation Agency (KOICA), 2011.
- [2] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, “พื้นที่เพาะปลูกและปริมาณผลผลิตของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวาย”, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร, 2556.
- [3] FAO (Food and Agriculture Organization), “Software CROPWAT 8.0 and Example of the use of CROPWAT 8.0”, Development and Management Service, Rome, Italy, 2007.
- [4] Hoekstra, A.Y. and Hung, P.O., “Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade”, UNESCO-IHE, Delft, Netherlands, 2002.
- [5] Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M., and Mekonnen, M.M., “The Water Footprint Assessment Manual”, Water Footprint Network, Netherlands, 2011.
- [6] Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y., “Water Footprints of Nations”, UNESCO-IHE Institute for Water Education, 2004.
- [7] Amatayakul, P., “Estimating the monthly effective rainfall using dependable rainfall at 80% in Thailand”, Meteorological Department Bureau, 2006.
- [8] Allen, R.F., Pereira L.S., Roca, D., Smith, “Crop evapotranspiration for computing crop requirements.” United Nations Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 1998.
- [9] Office of Agricultural Economics, “Production and Marketing of Orchids”, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand, 2003.