การพัฒนาเรือเก็บวัชพืชน้ำขนาดเล็ก

Development of Mini Aquatic Weed Harvester

ดร.ปริญญา กมลสินธุ์[1], กัญญา อินทร์เกลี้ยง[2]

[1]ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมชลประทาน(ด้านชลศาสตร์) สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

[2]วิศวกรโยธาชำนาญการพิเศษ สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

บทคัดย่อ

วัชพืชที่เกิดขึ้นในทางน้ำชลประทาน กีดขวางการไหล ไหลปนกับน้ำ ทำความเสียหายให้แก่เครื่องสูบน้ำ อุดตันประตูระบายน้ำ ทำให้ประสิทธิภาพการส่งน้ำและระบายน้ำลดลง 40 – 70 % ถึงแม้การกำจัดวัชพืชทำได้หลายวิธี แต่ทุกวิธีล้วนมีข้อจำกัด การกำจัดด้วยสารเคมีอาจสร้างมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม การใช้แรงงานคน ทำได้ล่าช้าและมีข้อจำกัดมาก ขณะที่การใช้เรือกำจัดวัชพืชถึงแม้จะเป็นวิธีการแก้ปัญหาวัชพืชที่ทำได้รวดเร็ว แต่จำนวนเรือที่ใช้งานอยู่มีน้อยเมื่อเทียบกับคลองและทางน้ำชลประทานทั้งประเทศ ราคาแพง เนื่องจากต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ค่าใช้จ่ายการขนย้ายสูง ไม่สามารถเข้าปฏิบัติงานในพื้นที่หรือคลองขนาดเล็ก สำนักวิจัยและพัฒนาจึงทำการประดิษฐ์เรือเก็บวัชพืชน้ำขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ขนย้ายสะดวก สามารถปฏิบัติงานได้ทั้งในแหล่งน้ำและทางน้ำขนาดเล็ก ที่เรือกำจัดวัชพืชขนาดใหญ่ไม่สามารถเข้าปฏิบัติงานได้ เรือเก็บวัชพืชน้ำขนาดเล็กที่ประดิษฐ์เป็นแบบคาตามาราน (Catamaran) ลอยน้ำด้วยโป๊ะรูปทรงกระสวยทำด้วยไฟเบอร์กลาส ขนาดกว้าง 0.6 เมตร สูง 0.7 เมตร ยาว 5.5 เมตร 2 ข้าง ขนาดเรือกว้าง 1.7 เมตร ยาว 5.5 เมตร มีเสาโครงเหล็กตั้งบนเรือรับหลังคา น้ำหนักเรือพร้อมเครื่องยนต์ทั้งหมดรวมประมาณ 500 กก. น้ำหนักบรรทุกสูงสุดประมาณ 700 กก. โดยเครื่องเก็บวัชพืชได้พัฒนา 2 แบบ คือโมเดลI แบบตัดดูดวัชพืช และโมเดล II แบบช้อนตักวัชพืช ซึ่งจากการทดลองประสิทธิภาพในการทำงาน พบว่า เรือเก็บวัชพืชโมเดล I สามารถเก็บสาหร่ายได้ดี รวมถึงจอกหูหนู แต่ไม่เหมาะที่จะกำจัดดีปลีน้ำที่มีความหนาแน่นมาก ส่วนโมเดล II เป็นการปรับแก้จุดอ่อนของโมเดล I โดยใช้ตะกร้าขนาดใหญ่ติดตั้งด้านหน้าเรือ ตัวเรือขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์เบนซินขนาด 13 แรงม้า โดยใช้ใบพัดหางเสือขับน้ำให้เรือแล่น การปฏิบัติงานของเรือเก็บวัชพืชโมเดล II ทำได้ 2 ลักษณะ คือ (1) การดันให้วัชพืชเคลื่อนเข้าหาฝั่ง แล้วตักยกขึ้นทิ้งบนฝั่ง (2) การตักวัชพืชโดยหัวตักตะกร้าด้านหน้าเรือ ตักยกวัชพืชลอยขึ้นเหนือผิวน้ำนำมาเทบนตลิ่ง เรือสามารถเก็บวัชพืชทั้งพืชลอยน้ำและพืชใต้น้ำ เช่น ดีปลี สาหร่าย จอกหูหนู และผักตบชวาที่ขึ้นหนาแน่นไม่มากนัก ถึงปานกลาง ความสามารถในการเก็บวัชพืช ประมาณ 3-5 ตัน ต่อชั่วโมง อัตราการใช้น้ำมันสูงสุด 1.8 ลิตรต่อชั่วโมง ใช้ผู้ปฏิบัติงานบนเรือ 3 คน ประกอบด้วย พนักงานขับเรือ 1 คน ผู้ควบคุมเครื่องตักเก็บวัชพืช 1 คน และ คนช่วยถ่อเรือกันกระแทกกับฝั่งและช่วยดันเรือออกจากฝั่ง 1 คน ผลการทดสอบเก็บสาหร่ายหาง

กระรอกและบัวสาย อ่างเก็บน้ำห้วยเสนง จังหวัดสุรินทร์ ความหนาแน่นวัชพืชประมาณ 5-6 ตัน/ไร่ อัตราการเก็บวัชพืชประมาณ 1.3 ไร่/ชั่วโมง คิดเป็นอัตราค่าใช้จ่ายในการเก็บวัชพืช ประมาณ 28 บาท / ตัน

Keywords: Aquatic Weed, Hydrilla, Pondweed, Aquatic Weed Harvester

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

วัชพืชน้ำเป็นพืชที่สามารถขยายพันธุ์และเจริญเติบโตปกคลุมพื้นที่ผิวน้ำได้อย่างรวดเร็ว ความหนาแน่นของวัชพืชในแม่น้ำลำคลองและบึงต่างๆ ก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ มากมาย เช่น ขัดขวางการสัญจรทางน้ำ ปิดกั้นทางระบายน้ำของคลองระบายน้ำและเขื่อนต่างๆ ทำให้น้ำเสียและเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำโดยเฉพาะปลา แย่งอาหารพืชที่ปลูก ลดปริมาณออกซิเจนในน้ำ ประชาชนไม่สามารถใช้น้ำอุปโภคบริโภคได้ แม่น้ำลำคลองจะตื้นเขินเร็วขึ้นและยังเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของสัตว์น้ำ อันเป็นพาหะของพยาธิหรือเชื้อโรค เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงที่เป็นพาหนะของโรคมาลาเรีย ไข้เลือดออก เป็นต้น

ในระบบชลประทานวัชพืชที่เกิดขึ้น กีดขวางการไหลของน้ำ (รูปที่1) ทำให้น้ำไหลไม่ได้ตามปริมาณที่ต้องการ วัชพืชไหลปนกับน้ำ ทำความเสียหายให้แก่เครื่องสูบน้ำ กังหันน้ำ อุดตันประตูระบายน้ำ ทำให้ประสิทธิภาพการส่งน้ำและระบายน้ำชลประทานลดลง 40 – 70 เปอร์เซ็นต์ กรมชลประทานต้องจัดสรรงบประมาณในการกำจัดวัชพืชโดยตรงไม่น้อยกว่า 65 ล้านบาทและกำจัดโดยอ้อมวิธีอื่น เช่น การขุดลอกปีละนับร้อยล้านบาท การกำจัดวัชพืชถึงแม้จะทำได้หลายวิธี แต่ละวิธีก็มีข้อจำกัด เช่น การกำจัดด้วยสารเคมีอาจมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การใช้กำลังคนงานตัด ดึง ถอน ก็ล่าช้าและใช้กำลังงานจำนวนมาก (รูปที่2) การกำจัดด้วยเครื่องจักร เรือเก็บวัชพืชของกรมชลประทาน ที่มีอยู่ ส่วนมากมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ค่าใช้จ่ายการขนย้ายสูง ไม่สามารถเข้าปฏิบัติงานในพื้นที่หรือคลองขนาดเล็ก จำนวนเครื่องมีน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่ชลประทาน และ ราคาแพงเนื่องจากต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ (รูปที่ 3)

รูปที่ 1 วัชพืชที่เกิดขึ้นในคลองและแหล่งน้ำชลประทาน

รูปที่ 2 การเก็บกำจัดวัชพืชด้วยแรงงาน ทำได้ล่าช้า และ ประสิทธิภาพต่ำ

รูปที่ 3 เรือเก็บวัชพืชขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ค่าขนย้ายสูง การปฏิบัติงานในพื้นที่ขนาดเล็กทำได้ไม่สะดวกและไม่คุ้มทุนในการขนย้ายเครื่องมือไปปฏิบัติงาน

2.วัตถุประสงค์

เพื่อจัดทำเรือเก็บวัชพืชน้ำ ที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา เคลื่อนย้ายได้สะดวก และสามารถปฏิบัติงานในคลองขนาดเล็ก

3. การดำเนินงาน

การดำเนินงานประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

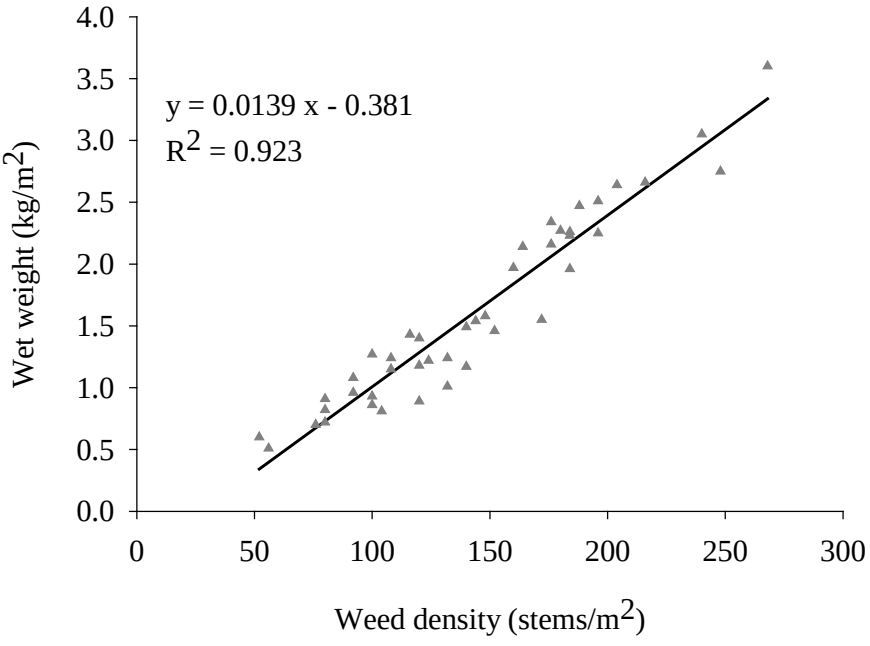
1. สำรวจ ศึกษาข้อมูล วัชพืชน้ำที่ระบาดในระบบชลประทาน ของโครงการต่าง ๆ
2. ทดสอบคุณสมบัติทางกลศาสตร์กายภาพของวัชพืช เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

3. ออกแบบและจัดทำชิ้นส่วนสำคัญของเครื่องตัดเก็บวัชพืชน้ำ และทดลองในห้องปฏิบัติการ ปรับปรุงทดลองหาความเหมาะสม
4. ออกแบบและสร้างต้นแบบเรือเก็บวัชพืชน้ำ
5. ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเรือเก็บวัชพืชน้ำต้นแบบ

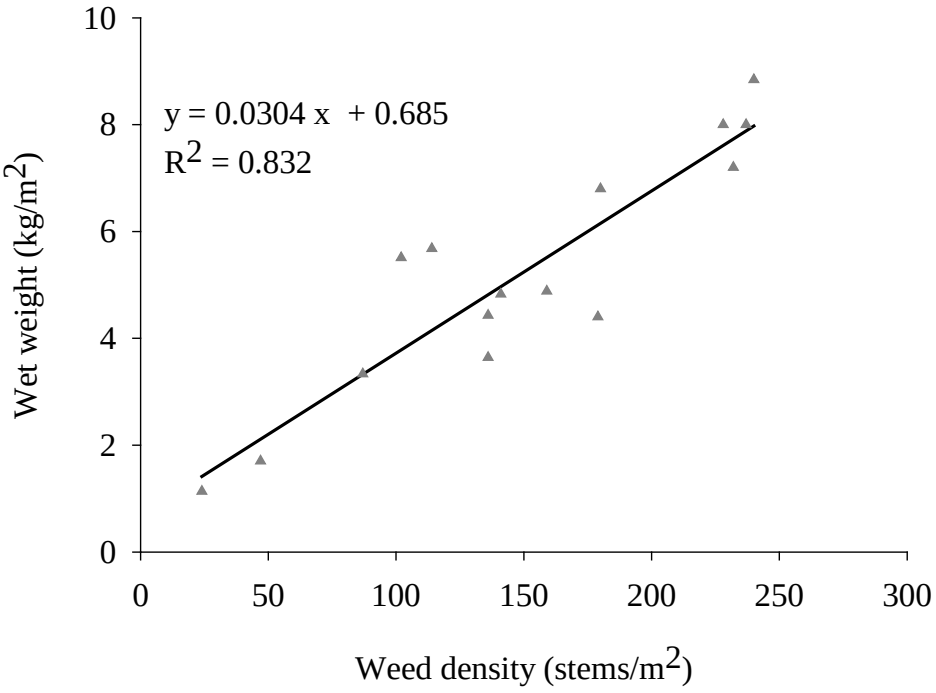
4. ผลการดำเนินงาน

4.1 การสำรวจและทดสอบคุณสมบัติทางกลศาสตร์ของวัชพืชน้ำ

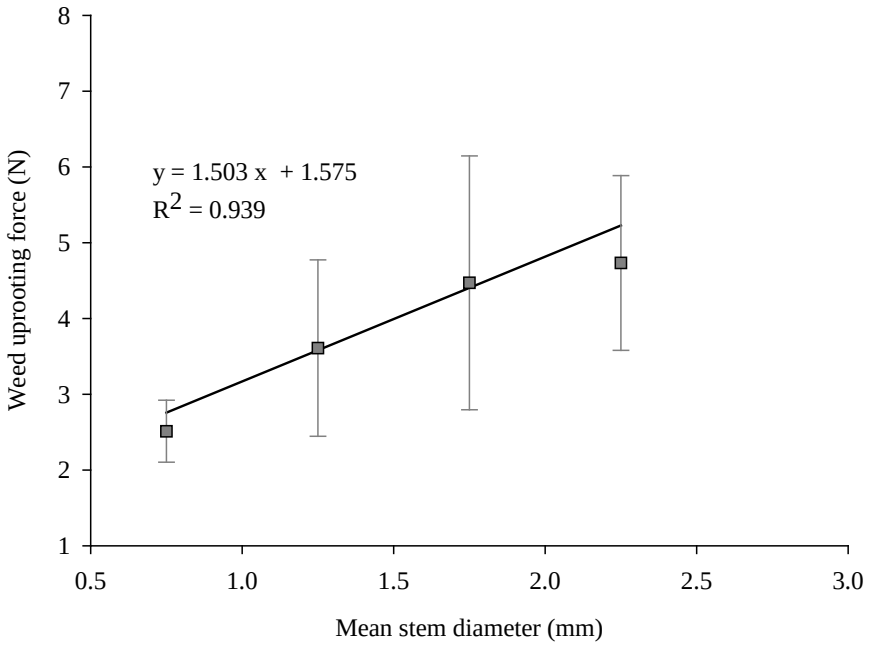
ข้อมูลรายงานการสำรวจวัชพืชน้ำในแหล่งน้ำ คลองชลประทาน โดยกลุ่มงานวัชพืช ส่วนวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ สำนักวิจัยและพัฒนา พบว่าวัชพืชน้ำส่วนใหญ่ที่พบในคลองชลประทาน ได้แก่ ดีปลีน้ำ และสาหร่ายหางกระรอก จึงได้ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของพืช (Physico-Mechanical Properties) เพื่อนำไปใช้ออกแบบเรือเก็บวัชพืชน้ำ ข้อมูลที่สำคัญประกอบด้วย ความหนาแน่น (Weed Density) ค่าแรงดึงถอนราก (Uprooting Force) ค่าต้านทานแรงดึงขาดของลำต้น (Tensile Force) ได้ผลการทดสอบดังแสดงใน (รูปที่4 ถึง 9)



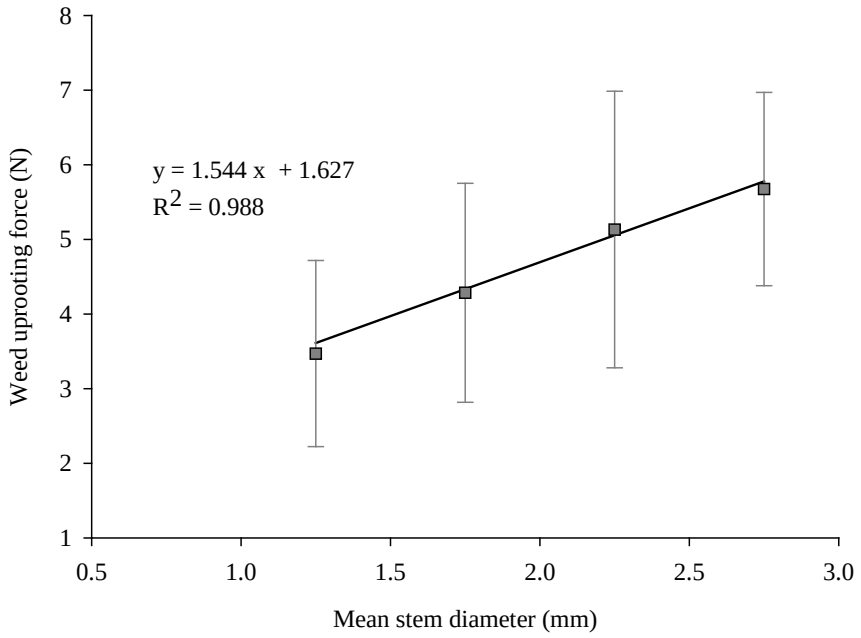
รูปที่ 4 น้ำหนักเปียกและความหนาแน่นของสาหร่ายหางกระรอก



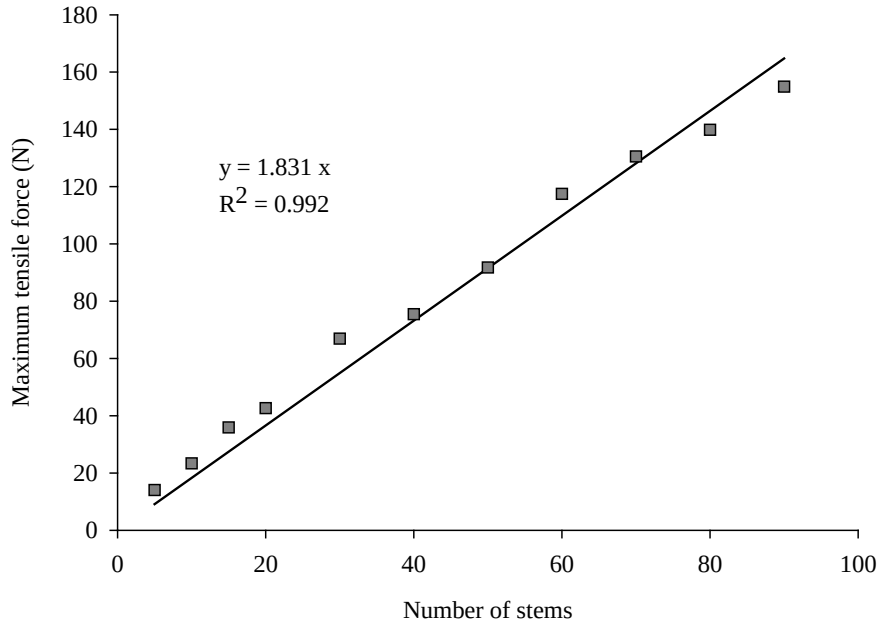
รูปที่ 5 น้ำหนักเปียกและความหนาแน่นของดีปลีน้ำ



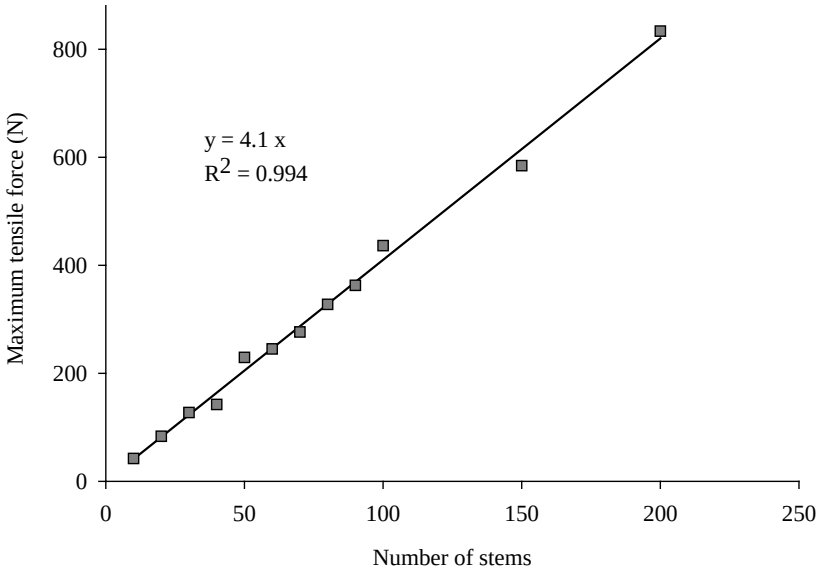
รูปที่ 6 ค่าแรงดึงถอนรากและขนาดลำต้นเฉลี่ยของสาหร่ายหางกระรอก



รูปที่ 7 ค่าแรงดึงถอนรากและขนาดลำต้นเฉลี่ยของดีปลีน้ำ



รูปที่ 8 ค่าแรงต้านการดึงขาดของลำต้นและจำนวนลำต้นของสาหร่ายหางกระรอก



รูปที่ 9 ค่าแรงต้านการดึงขาดของลำต้นและจำนวนลำต้นของดีปลีน้ำ

4.2 เรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดล I

ก) ส่วนประกอบ

เรือเก็บวัชพืชน้ำต้นแบบ มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนหลัก ดังนี้

ส่วนที่1 เรือที่ใช้ติดตั้งเครื่องตัดเก็บวัชพืช (Carrying Unit)

ต้นแบบเรือเก็บวัชพืชน้ำต้นแบบโมเดล I เป็นแบบคาตามาราน (Catamaran) ลอยน้ำได้ด้วยโป๊ะทำด้วยไฟเบอร์กลาส รูปทรงกระสวยขนาดกว้าง 0.6 เมตร สูง 0.7 เมตร ยาว 5.5 เมตร 2 ข้าง ขนาดเรือกว้าง 1.7 เมตร ยาว 5.5 เมตร มีเสาโครงเหล็กตั้งบนเรือรับหลังคาและโครงยกของเครื่องเก็บวัชพืช น้ำหนักเรือพร้อมเครื่องยนต์ทั้งหมดรวมประมาณ 500 กก. น้ำหนักบรรทุกสูงสุดประมาณ 700 กก. ตัวเรือขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์เบนซินขนาด 9 แรงม้า โดยใช้ใบพัดหางเสือขับน้ำให้เรือแล่น

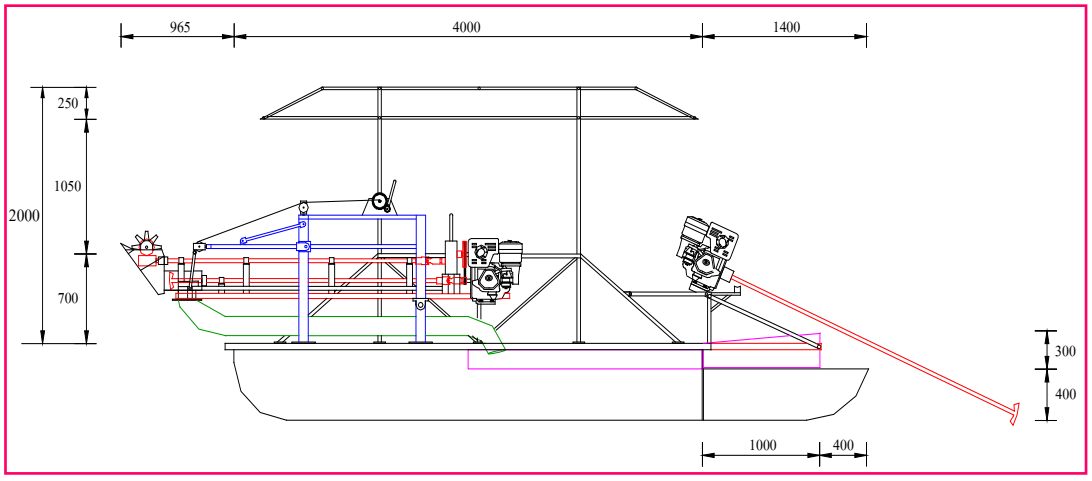
ส่วนที่ 2 เครื่องตัดเก็บวัชพืช (Chopping Unit) ประกอบด้วยกล่องหัวตัด ซึ่งมีใบมีดหมุนดึงวัชพืชเข้ามาในกล่องและตัดเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วดูดด้วยท่อดูดที่มีใบพัดอยู่ภายใน ดูดน้ำผสมกับวัชพืชที่ถูกตัดเป็นชิ้นเล็กๆแล้ว ไปเก็บไว้ในตะกร้าที่ติดตั้งอยู่ท้ายเรือ วัชพืชที่ดูดมาจะค้างบนตะกร้าส่วนน้ำ ไหลกลับลงทางน้ำ บริเวณที่ทำงาน เครื่องตัดเก็บวัชพืชขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์เบนซินขนาด 13 แรงม้า รายละเอียดเรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดลI แสดงในรูปที่10 และลักษณะหัวตัดดังรูปที่11

ข) หลักการทำงาน

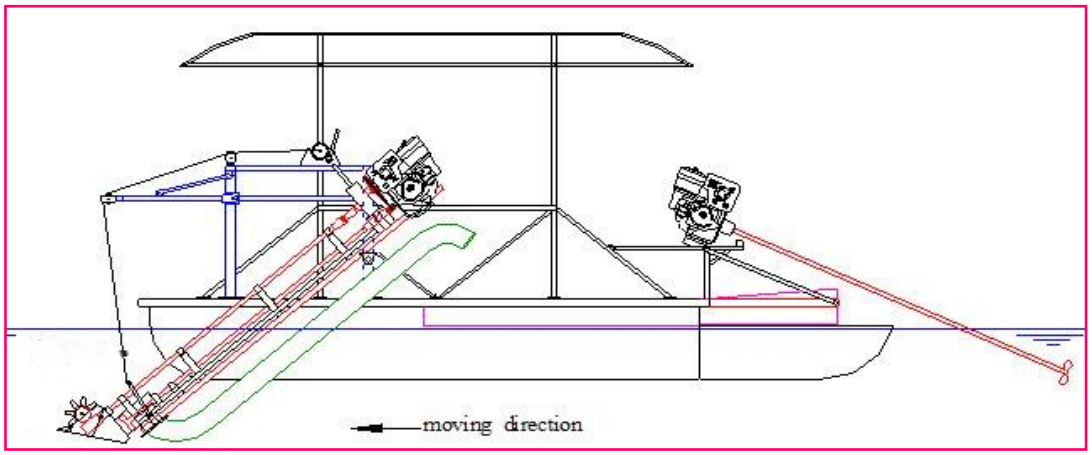
การทำงานของเรือเก็บวัชพืชโมเดลI ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การเกี่ยว ดึงวัชพืชเข้าสู่กล่องตัด และ ใบมีดตัดวัชพืช เป็นชิ้นเล็กๆในกล่องตัด และการดูดวัชพืชที่ถูกตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ปนกับน้ำสู่ตะกร้าบนเรือ และปล่อยให้น้ำไหลผ่านตะกร้าลงสู่คลอง ส่วนวัชพืชที่ค้างบนตะกร้านำไปทิ้งบนฝั่ง

ค) ความสามารถในการปฏิบัติงาน

เรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดล I สามารถตัดเก็บวัชพืชที่ เป็นพืชเถาจมในน้ำ เช่น สาหร่ายทุกชนิด และ พืชลอยน้ำขนาดเล็ก ได้แก่ จอกชนิดต่างๆ อัตราการตัดเก็บขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของวัชพืช บริเวณที่สาหร่ายระบาดหนาแน่น การทำงานของเรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดลI (รูปที่ 12 และ 13) อัตราการตัดเก็บ ประมาณ 1.8-2 ตัน ต่อชั่วโมง (รูปที่14) อัตราการใช้น้ำมัน 2-3 ลิตร ต่อ ชั่วโมง (รวมเครื่องยนต์เครื่องตัดวัชพืชและเครื่องยนต์ขับเรือ)



a) แบบเรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดล I



b) แสดงเรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดล I ขณะปฏิบัติงาน

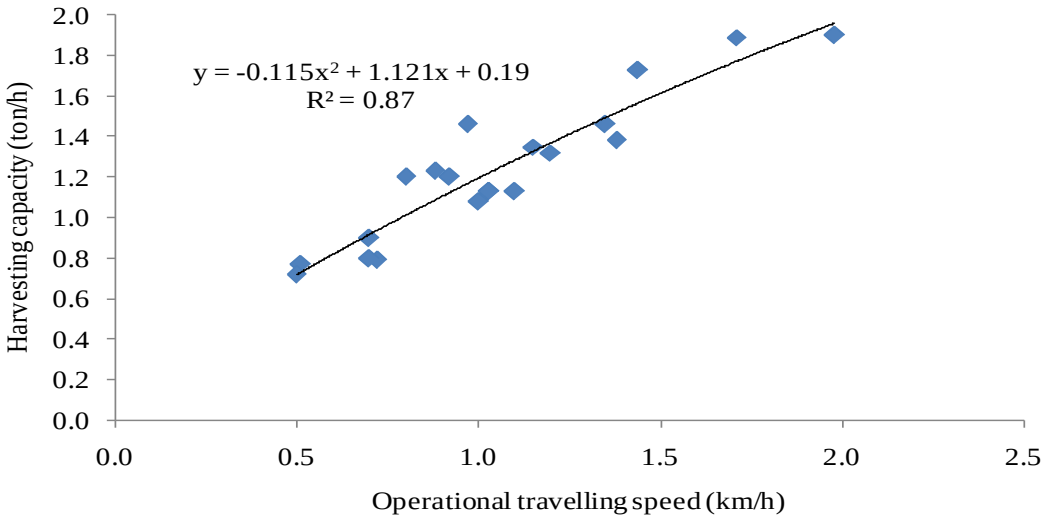
c) ภาพเรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดล I

รูปที่ 10 แสดงรายละเอียดเรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดล I

รูปที่11 แสดงลักษณะหัวตัด ของเรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดล I

รูปที่12 การทำงานของเรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดล I ขณะดูดตัดเก็บสาหร่ายหางกระรอกในอ่างเก็บน้ำ

รูปที่13 การทำงานของหัวตัด ขณะปฏิบัติงานดูดตัดเก็บสาหร่ายหางกระรอก



รูปที่ 14 ผลการทดสอบการปฏิบัติงานเก็บสาหร่ายหางกระรอกที่ขึ้นหนาแน่นในน้ำประมาณ 4 ตัน/ไร่

4.2 เรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดล II

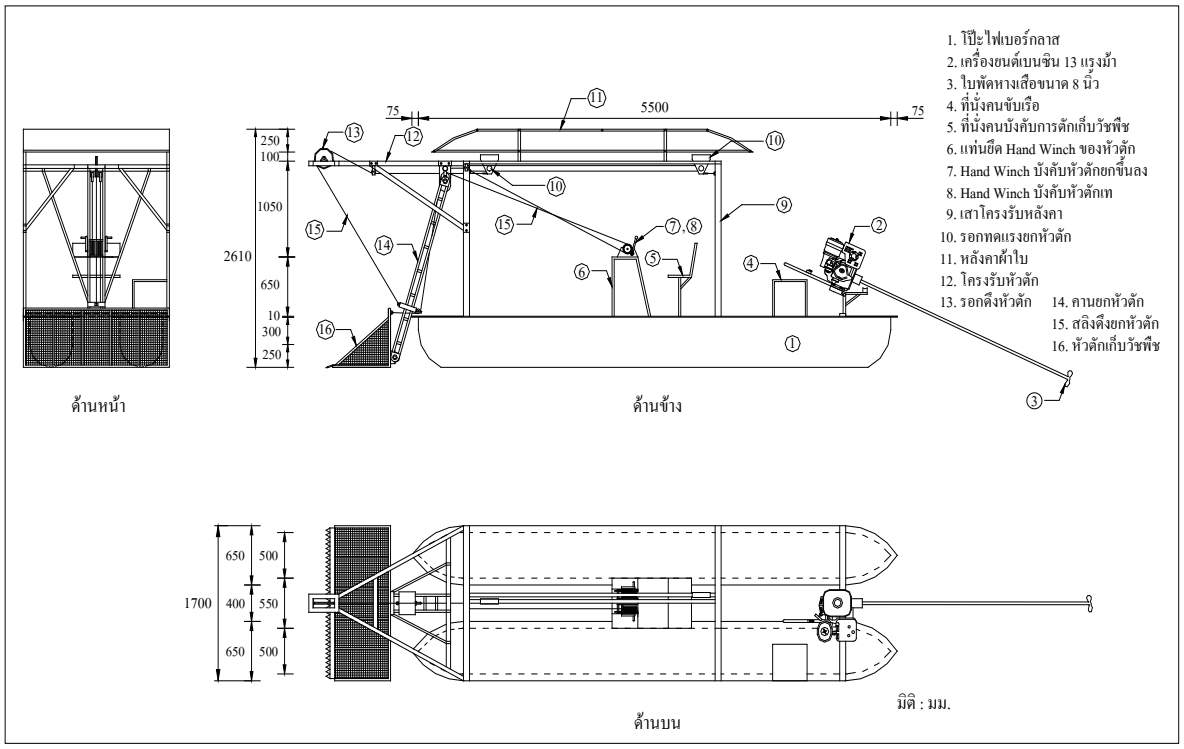
ก) ส่วนประกอบ

เรือเก็บวัชพืชน้ำต้นแบบ มีส่วนประกอบ ที่สำคัญ 2 ส่วนหลัก ดังนี้

ส่วนที่ 1. เรือที่ใช้ติดตั้งเครื่องเก็บวัชพืชในการปฏิบัติงาน ลักษณะเหมือนกับโมเดล I ตัวเรือขับเคลื่อนด้วยเครื่องยนต์เบนซินขนาด 13 แรงม้า โดยใช้ใบพัดหางเสือขับน้ำ ให้เรือแล่น

ส่วนที่ 2. เครื่องเก็บ ผลักดัน วัชพืช

เครื่องเก็บ ผลักดันวัชพืช ประกอบด้วยระบบรอกทุ่นแรง ดึง ยก หัวตัก ซึ่งทำเป็นตะกร้าเก็บวัชพืช โดยมี Hand Winch ช่วยในการดึงสลิงให้หัวตักที่ติดตั้งอยู่ด้านหน้าเรือขึ้นลง และตัก เทวัชพืชได้ตามต้องการ หัวตักสร้างให้สามารถยื่นออกได้ไกลจากหัวเรือ 2.5 เมตร ยกวัชพืชเทได้สูงประมาณ 2 เมตรรายละเอียดเรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดล II แสดงในรูปที่ 15



a) แบบแสดงรายละเอียดเรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดล II

b) เรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดล II ในพื้นที่ปฏิบัติงาน

รูปที่15 รายละเอียดเรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดล II

ข) หลักการทำงาน

การปฏิบัติงานเก็บวัชพืชที่ประดิษฐ์ ทำงานได้ 2 ลักษณะ คือ

การผลักดัน : เป็นการดันให้วัชพืชเคลื่อนเข้าหาฝั่ง แล้วตักยกขึ้นทิ้งบนฝั่ง หรือ ดันวัชพืชลอยเข้าหาฝั่งให้เครื่องจักรที่ติดตั้งบนฝั่ง ตักเก็บขึ้นฝั่งอีกทอดหนึ่ง

การตักเก็บวัชพืช : ใช้ตะกร้า ตักยกวัชพืชลอยขึ้นเหนือผิวน้ำนำมาเทบนตลิ่ง

การปฏิบัติงานเก็บวัชพืชน้ำ ของเรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดล II แสดงในรูปที่ 16

a) การปฏิบัติงานเก็บดีปลีน้ำในคลองส่งน้ำชลประทาน

b) การปฏิบัติงานเก็บสาหร่ายหางกระรอก และ บัวสาย ในอ่างเก็บน้ำ

รูปที่ 16 แสดงการปฏิบัติงานเก็บวัชพืชน้ำ ของเรือเก็บวัชพืชน้ำโมเดล II

ค) ความสามารถในการปฏิบัติงาน

เรือสามารถทำงานได้ บริเวณที่ผักตบชวาขึ้นหนาแน่นไม่มากนัก ถึงปานกลาง ความสามารถในการเก็บวัชพืช ประมาณ 3-5 ตัน ต่อชั่วโมง อัตราการใช้น้ำมันสูงสุด 1.8 ลิตร ต่อ ชั่วโมง ใช้ผู้ปฏิบัติงานบนเรือ 3 คน ประกอบด้วย พนักงานขับเรือ 1 คน ผู้ควบคุมเครื่องตักเก็บวัชพืช 1 คน และ คนช่วยถ่อเรือป้องกันเรือกระแทกกับฝั่งและช่วยดันเรือออกจากฝั่ง 1 คน

ผลการทดสอบเก็บสาหร่ายหางกระรอกและบัวสาย อ่างเก็บน้ำห้วยเสนง จังหวัดสุรินทร์ ความหนาแน่นวัชพืช ในอ่างบริเวณที่กำจัด ประมาณ 5-6 ตัน/ไร่

- ความสามารถในการเก็บวัชพืช 1.3 ไร่/ชั่วโมง (แรงงานคน 20 คน ทำงานได้ประมาณ 400 ตารางเมตร /วัน หรือ 0.25 ไร่/วัน)
- ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย ค่าแรงคนงาน 3 คนๆละ 300 บาท /วัน (ทำงานวันละ 7 ชั่วโมง) และ ค่าน้ำมัน (เบนซิน ลิตรละ 40 บาท)

- คิดเป็นอัตราค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการเก็บวัชพืช 154 บาท/ไร่ หรือ ประมาณ 28 บาท/ตัน (กรมบัญชีกลาง ก.พ. 2555 กำหนดราคากลาง ค่าดำเนินการกำจัดวัชพืชด้วยเรือ 39.76 บาท/ตัน)

5. สรุปผลการดำเนินงาน

เรือเก็บวัชพืชน้ำที่ประดิษฐ์ มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบาเคลื่อนย้ายสะดวก จึงเหมาะที่จะใช้เป็นหน่วยปฏิบัติการเคลื่อนที่เร็ว ปฏิบัติงานได้ในพื้นที่เล็กๆที่เครื่องจักรหรือเรือขนาดใหญ่ไม่สามารถเข้าปฏิบัติงานได้ การทำงานประหยัดค่าน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถเก็บวัชพืชได้ทั้งวัชพืชลอยน้ำ และวัชพืชใต้น้ำ เช่น ผักตบชวา จอก แหน สาหร่าย ดีปลีน้ำ เป็นต้น

6. ประโยชน์

1. เรือเก็บวัชพืชน้ำขนาดเล็กที่สร้างขึ้น ช่วยกำจัดวัชพืชในแหล่งน้ำ ทางน้ำคลองชลประทาน และทางน้ำทั่วไป ทำให้การส่งน้ำในคลองชลประทานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยลดปัญหาวัชพืชกีดขวาง การสัญจรทางน้ำ
2. เรือต้นแบบมีขนาดเล็ก ประกอบด้วยเครื่องจักรที่สามารถ ถอดแยกชิ้นส่วนส่วนประกอบได้ จึงสะดวกและประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนย้าย และ ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน
3. เรือเก็บวัชพืชน้ำต้นแบบ ส่วนประกอบต่างๆสามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายใน การจัดซื้อ และสามารถสร้างเพิ่มได้ตลอดเวลา ตามความต้องการ และ อาจประยุกต์ดัดแปลงทำงานอย่างอื่นได้อีก เช่น ใช้เป็นเรือเก็บขยะ ทำความสะอาดทางน้ำ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

Gangstad, E.O. 1978. Weed Control Methods for River Basin Management. CRC Press Inc.

Gupta, o.p. 1987. Aquatic weed management. Today & Tomorrow's printer and publishers, New Delhi, 2478.

Mehta, R.K. Sharma. 1973. Effect of weeds on the flow capacity of Chambal Irrigation system in Kota, Rajasthan Aquatic weed in Southeast Asia: proceeding of a Regional Seminar on Noxious Aquatic vegetation, New Delhi, 12-17 December.

Stokoe, E.A. 1975. Reed's Naval Architecture Marine Engineers. Thomas Reed Publication limited, Sunderland and London. :pp379

Sytsma, M.D. and M. Parker. 1999. Aquatic vegetation in irrigation canals: A guide to integrated Management. Oregon Department of Agriculture and V.S. Environmental Protection Agency. 51p.