โครงการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์วัดความชื้นของดิน สำหรับระบบบริหารจัดการน้ำที่**เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในพื้นที่น้ำนอง (นาเปียกสลับแห้ง)**

A Development Soil Moisture Measurement Prototype for Water Management in Wet Area (Alternate Wetting and Drying Cultivation)

ชวกร ริ้วตระกูลไพบูลย์[1] จีรภัทร์ เตชะกุลชัยนันท์[2] กรตสุวรรณ โพธิ์สุวรรณ[3] กัณฐ์ฐณัฐ กรกรัณย์พล[4]
สถาบันพัฒนาการชลประทาน สำนักวิจัยและพัฒนา

E-mail : Yimmax3399@gmail.com, workrid@gmail.com, krotsuwan@gmail.com, konkharanpon@gmail.com

Abstract

This study has an objective to develop a prototype of soil moisture measurement for water management in case of alternate wetting and drying cultivation. The study has concerned some of parameters such as moisture level in each soil layer, reliable of measurement, to control of a distributing water system, to consume low power.

The soil moisture measurement consist capacitor circuit and applies frequency domain reflectometry technique. The device detects soil moisture by transforming frequency to moisture level in term of percentage by weight. Soil samples were divided into 4 layers (0-10, 11-20, 21-30-31-40 cm-in depth). Moreover, soil moisture data can be sent via blue tooth system to show on smart phone in real-time. All procedures consume little power as 9 volts-battery. A principle of equipment monitors soil moisture every hour. Once it detects soil moisture is lowering than a limitation, signal sending to water pumping automatically. Irrigation system at that area will operate until soil moisture increasing to field capacity level. Time for measuring takes only 30 seconds.

In this study the equipment is installed at field experiment of Irrigation Development Institute (IDI) Royal Irrigation Department, it is an alternative wet and dry paddy concerning water depth and soil moisture. The study found a relationship between soil moisture level and frequency level as equation $y = 210.63x^4 - 6084.5x^3 + 65915x^2 - 317391x + 573205$ (R^2=0.992). This shows that the soil moisture measurement prototype is useful in the field.

To conclusion the equipment can be applied in cultivation areas especially in paddy field and upland crop. This device is very important for water management in precision agriculture. For supporting Thai farmers use widely, this prototype should be made as mass production.

Key word : soil moisture , water management , equipment , irrigation

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์วัดความชื้นของดิน สำหรับระบบบริหารจัดการน้ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในพื้นที่น้ำนอง (นาเปียกสลับแห้ง) โดยคำนึงปัจจัยพื้นที่แตกต่างกัน ระดับความชื้นตามความลึกในดิน ความถูกต้องแม่นยำการตรวจสอบความชื้นในดิน สามารถเชื่อมต่อกับสั่งการควบคุมการกระจายน้ำกับพืชอย่างเหมาะสมแบบเรียลไทม์รูปแบบใช้งานสะดวกและประหยัดพลังงาน

อุปกรณ์วัดความชื้นประกอบด้วยวงจรรูปแบบตัวเก็บประจุ มีความสามารถในการตรวจวัดความชื้นด้วย การใช้คลื่นความถี่แล้วแปลงค่าความชื้นในดินโดยน้ำหนัก โดยหาจากความสัมพันธ์ระหว่างระดับความชื้นในดิน กับระดับคลื่นความถี่ อุปกรณ์แบ่งช่วงการตรวจวัดความชื้น 4 ช่วงระดับความลึก ช่วงละ 10 เซนติเมตร วัดความชื้นในดินได้ตั้งแต่ 0-40 เซนติเมตร ส่งข้อมูลที่วัดได้ผ่านระบบ Buletooth แสดงผลบนสมาร์ทโฟน ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ขนาด 9 โวล์ต หลักการทำงานของอุปกรณ์จะตรวจวัดความชื้นทุกชั่วโมง และเมื่อพบว่าขณะนั้นดินมีความชื้นต่ำ จะสั่งให้น้ำให้พืชเพื่อรักษาระดับความชื้นให้อยู่ในระดับความชื้นชลประทาน ใช้เวลาดำเนินการตรวจวัดเพียง 30 วินาที

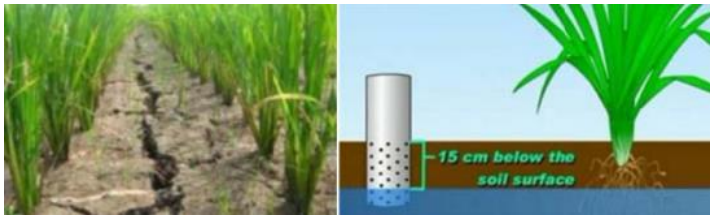
จากการพัฒนาอุปกรณ์เครื่องวัดความชื้นกับดินในสถานีทดลอง ณ สถาบันพัฒนาการชลประทาน กรมชลประทาน ซึ่งได้ทำการเพาะปลูกนาข้าวรูปแบบนาเปียกสลับแห้ง ที่มีความจำเป็นต้องติดตามระดับความลึกน้ำในดินและระดับความชื้นในดินสำหรับการเจริญเติบโตของนาข้าว พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นดินกับคลื่นความถี่ คือ $y = 210.63x^4 - 6084.5x^3 + 65915x^2 - 317391x + 573205$ มีค่า (R^2=0.992) และผลการดำเนินการทดสอบแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์สามารถวัดความชื้นในดินได้อย่างแม่นยำ

อุปกรณ์นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับพื้นที่เกษตรทุกประเภทโดยเฉพาะพื้นที่นาและพืชไร่ที่ต้องการการบริหารจัดการน้ำแบบแม่นยำ และเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาโดยใช้วัสดุที่หาได้ในประเทศจึงมีราคาถูกกว่าอุปกรณ์ วัดความชื้นในดินจากต่างประเทศ อีกทั้งถ้าได้รับการผลิตในระดับอุตสาหกรรมจะยิ่งทำให้ราคาถูกลงมากขึ้น

คำสำคัญ : ความชื้นในดิน , ระบบบริหารจัดการน้ำ , อุปกรณ์ , การเจริญเติบโตของพืช

1. บทนำ

การทำนาเป็นอาชีพหลักของเกษตรกรไทยและได้มีการส่งต่อสืบทอดลักษณะการทำนามาเป็นหลาย ชั่วอายุคนจนกลายเป็นวัฒนธรรมของชาวนาไทย เนื่องจากการทำนาของชาวนาไทยต้องประสบปัญหาที่หลากหลายจึงพยายามหาวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆในการทำนา โดยอาศัยการเข้าใจและเข้าถึงหลักของการทำนาควบคู่กับการนำเทคโนโลยี ความรู้ใหม่มาประยุกต์จึงทำให้เกิดการพัฒนาลักษณะและแนวทางการทำนาที่ถูกต้องเหมาะสมกับสภาพของแต่ละพื้นที่อันสอดคล้องกับสภาวะภูมิอากาศของโลกในปัจจุบัน



ภาพที่ 1.1 การเพาะปลูกข้าวแบบนาเปียกสลับแห้ง

การเจริญเติบโตของต้นข้าวมีองค์ประกอบหลักสำคัญอยู่หลายอย่าง หนึ่งในองค์ประกอบสำคัญหลักต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวคือน้ำและดินโดยมีความสัมพันธ์ในรูปของความชื้นในดิน ดังนั้นหากทราบปริมาณความชื้นของดินที่เหมาะสมแท้จริงในการเพาะปลูกข้าวและใช้ความรู้เกี่ยวกับการเพาะปลูกข้าวแล้ว จะทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตของการเพาะปลูกข้าวได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและปริมาณที่สูง

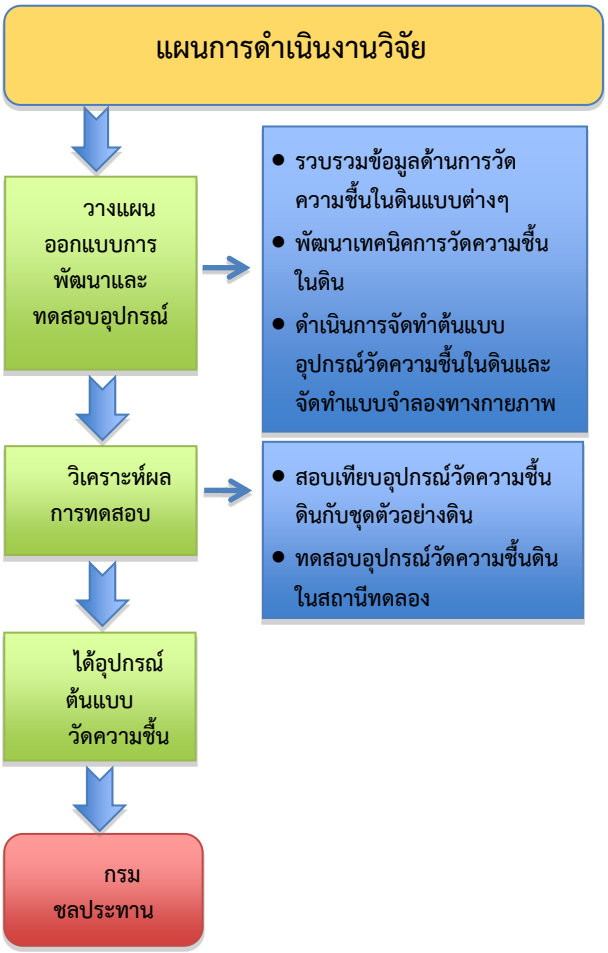
ดังนั้น การวิจัยนี้จึงเป็นการพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์วัดความชื้นของดิน สำหรับหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำ และดินเพื่อใช้ในการบริหารจัดการน้ำสำหรับการเพาะปลูกข้าวให้เหมาะสม โดยมีการเชื่อมต่อกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยในการพัฒนาอุปกรณ์ได้พัฒนาหัววัดความชื้นแบบเจาะจงระดับความลึก โดยอาศัยหลักการนำไฟฟ้าของประจุในดิน พื้นที่ทำการทดลอง ที่สถานีทดลองเทคโนโลยีสมัยใหม่ สถาบันพัฒนาการชลประทาน สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน นอกจากนี้การวิจัยนี้ยังเป็นการศึกษา และจัดทำแบบจำลองทางกายภาพ (Physical Model) ของการบริหารจัดการน้ำแบบการทำนาเปียกสลับแห้งอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาต้นแบบอุปกรณ์วัดความชื้นของดินสำหรับนาข้าวแบบนาเปียกสลับแห้ง

2.2. เพื่อจัดทำแบบจำลองทางกายภาพ (Physical Model) ของอุปกรณ์ต้นแบบวัดความชื้น

3. แผนการดำเนินงานวิจัย



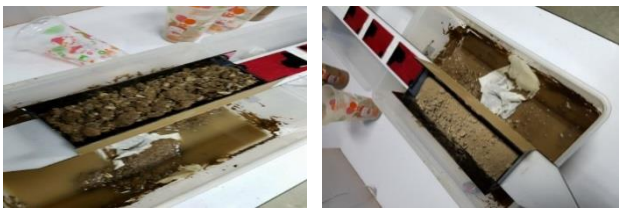
ภาพที่ 1.2 แสดงแผนการดำเนินงานวิจัย

3. การสอบเทียบเครื่องวัดความชื้นแบบตัวเก็บประจุ

การสอบเทียบเครื่องวัดความชื้นแบบตัวเก็บประจุ เริ่มจากการเตรียมดินที่ความชื้นต่างๆ ทั้งหมด 9 ระดับความชื้น ตั้งแต่ 0, 10, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (ภาพที่ 1.2) โดยการนำดินจากสถานีทดลองไปเข้ากระบวนการอบด้วยเตา (Oven) ให้แห้งหลังจากนั้นนำดินไปผสมกับน้ำโดยคิดตามเปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักดิน ยกตัวอย่าง เช่น ดิน 100 กรัม ที่ความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ ต้องใส่น้ำ 10 กรัม เป็นต้น

ภาพที่ 1.3 แสดงปริมาณความชื้นของดิน

โดยเมื่อได้ความชื้นต่างๆมาแล้วจะนำมาดินที่ผ่านการผสมนำมาวางลงบนหัววัดความชื้นตามภาพที่ 1.3 และวัดค่าความถี่ที่ได้จากเครื่องวัดความชื้นเพื่อทำการสอบเทียบในขั้นต่อไป



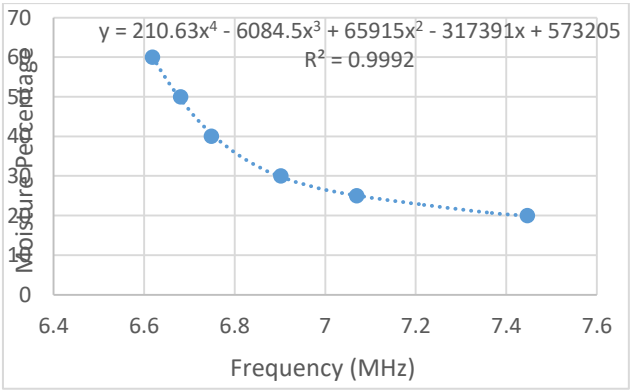
ภาพที่ 1.4 แสดงการสอบเทียบหัววัดความชื้นที่ระดับความชื้นต่างๆ

สัญญาณความถี่ที่ได้จากเครื่องวัดความชื้นแบบตัวเก็บประจุเปรียบเทียบกับความชื้นของดินที่ระดับต่างๆ แสดงยังตารางที่ 1.1 โดยที่ f1 – f5 แสดงถึงความถี่ของหัววัดความชื้นทั้ง 5 หัว

ตารางที่ 1.1 แสดงค่าความถี่ที่ได้จากเครื่องวัดความชื้นเปรียบเทียบกับความชื้นที่ระดับต่างๆ

%Moisture	f1	f2	f3	f4	f5	Fave(Hz)	Fave(KHz)
0	20136	20150	20148	20132	20143	20141.8	20.1418
10	16181	16563	16567	16559	16553	16484.6	16.4846
20	7449	7447	7445	7448	7447	7447.2	7.4472
25	7068	7067	7068	7072	7074	7069.8	7.0698
30	6902	6900	6900	6905	6905	6902.4	6.9024
40	6737	6748	6755	6756	6750	6749.2	6.7492
50	6679	6681	6680	6680	6685	6681	6.681
60	6617	6617	6618	6620	6622	6618.8	6.6188

จากการสอบเทียบพบว่าช่วงความชื้น 0–20 เปอร์เซ็นต์ จะได้ค่าความถี่ที่ไม่คงที่เนื่องจากเนื้อดินมีความชื้นในแต่ละจุดไม่สม่ำเสมอ ทำให้ค่าที่ได้ค่อนข้างไม่แน่นอน ซึ่งค่าความชื้นที่มีความแม่นยำสูงจะอยู่ในช่วง 20–60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าความชื้นที่มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ นั้นเครื่องมือจะไม่สามารถระบุค่าได้ เนื่องจากปริมาณความชื้นในดินเริ่มอิ่มตัวและมีการแยกชั้นของน้ำกับดินอย่างชัดเจน



ภาพที่ 1.5 แสดงความสัมพันธ์การสอบเทียบระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นดินกับความถี่

จากภาพที่ 1.4 ได้จากการสอบเทียบเครื่องมือถูกนำไปสร้างเป็นสมการกำลังสี่ (4^{th} polynomial equation) ดังสมการข้างล่าง

$$y = 210.63x^4 - 6084.5x^3 + 65915x^2 - 317391x + 573205$$

ซึ่งสมการดังกล่าวมีค่าสัมประสิทธ์ของการตัดสินใจ (R-square) อยู่ที่ 0.9992 ซึ่งหมายความว่าอุปกรณ์นี้มีความแม่นยำที่ ความชื้น 20–60 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ความชื้นที่ 0–20 เปอร์เซ็นต์ จะใช้สมการเส้นตรงในการวิเคราะห์เนื่องจากความชื้นตรงนี้ค่อนข้างแปรปรวนทำให้ระบุค่าที่แม่นยำได้ค่อนข้างยาก ซึ่งทำให้ตรงนี้เป็นจุดที่เป็นข้อเสียของวิธีการวัดความชื้นทางอ้อม

ภาพที่ 1.5 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์วัดความชื้นที่แปลงทดลองจริง

อุปกรณ์ถูกนำไปใช้ในแปลงนาทดลองดังแสดงในภาพที่ 1.5 และเก็บผลการทดลอง ซึ่งอุปกรณ์ถูกนำไปปักลงที่ระดับความลึกประมาณ 50 เซนติเมตร อุปกรณ์สามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อม

ต่างๆ และสามารถวัดค่าความชื้นได้อย่างแม่นยำ อีกทั้งยังทนต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน โดยค่าความชื้นที่วัดได้จากหัววัดที่สองไปจนถึงหัววัดที่ห้า(นับจากข้างบนลงไป) พบว่ามีค่าความชื้นอยู่ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสภาพนาในขณะที่ทำการวัด เป็นสภาพน้ำขังในนาเป็นส่วนใหญ่ อันเนื่องมาจากฝนตกอยู่เป็นระยะ ทำให้ค่าความชื้นในแต่ละวันค่อยข้างเหมือนเดิม กล่าวคือไม่มีการเปลี่ยนแปลงความชื้นในแต่ละวัน โดยขณะนี้อุปกรณ์ยังถูกติดตั้งเพื่อเก็บผลการทดลองของเครื่องมือและทดสอบความทนทานของอุปกรณ์อยู่อย่างต่อเนื่อง

4. สรุปผลการพัฒนาอุปกรณ์วัดความชื้นในดินแบบตัวเก็บประจุ

อุปกรณ์สามารถวัดความชื้นได้จริงทั้งและยังสามารถวัดความชื้นที่ระดับต่างๆได้อย่างแม่นยำ ซึ่งผู้วิจัยยังสามารถลดต้นทุนในการผลิตอุปกรณ์วัดความชื้นได้ ทำให้สามารถลดการนำเข้าอุปกรณ์จากต่างประเทศ โดยอุปกรณ์ยังถูกเพิ่มประสิทธิภาพให้มีการติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้แบบไร้สายทำให้การวัดความชื้นนั้นเป็นไปได้ง่ายและรวดเร็วซึ่งเมื่อเทียบกับอุปกรณ์แบบเก่า อุปกรณ์เครื่องวัดความชื้นแบบตัวเก็บประจุสามารถที่จะวัดความชื้นได้ทันทีไม่จำเป็นต้องรอเวลาในการวัดแบบอุปกรณ์สมัยเก่า อีกทั้งอุปกรณ์วัดความชื้นแบบตัวเก็บประจุยังสามารถวัดความชื้นได้ในสภาพดินที่หลากหลายทำให้อุปกรณ์สามารถนำไปต่อยอดใช้งานกับดินสภาพต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากอุปกรณ์เครื่องวัดความชื้นนี้ เป็นอุปกรณ์ต้นแบบทำให้ในอนาคตอาจมีการพัฒนาในเรื่องการออกแบบให้มีขนาดเล็กลงและพัฒนาให้มีความแข็งแรงทนทานมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถพัฒนารูปแบบวงจรให้ประหยัดพลังงานในการใช้ ซึ่งสามารถต่อยอดไปถึงการใช้งานในรูปแบบสมาร์ทฟาร์ม (Smart Farm) โดยสามารถควบคุมการจ่ายน้ำทางไกล ให้เหมาะสมกับปริมาณความต้องการของพืช เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการน้ำต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

Rayshobby.net, University of Minnesota Extension.

Susha Lekshmi S.U., et al., A critical review of soil moisture measurement