บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ปริมาณน้ำในดินเป็นข้อมูลสำคัญทั้งทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ธรณีวิทยา นิเวศวิทยา ชีววิทยา อุทกวิทยา และการเกษตร เพื่อแสดงคุณสมบัติทางชีวภาพและทางกายภาพของดิน (Susha Lekshmi et al., 2014 : 92–105) สำหรับด้านการเกษตรปริมาณน้ำในดินหรือความชื้นดินมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเติบโตของพืช พืชจะเจริญเติบโตได้อย่างเหมาะสมเมื่อได้รับน้ำอย่างต่อเนื่องและเพียงพอต่อความต้องการในแต่ละช่วงการเติบโต (Majcher et al., 2020 : 1-13) ระดับความชื้นที่น้อยเกินไปส่งผลทำให้ดินแห้งและพืชอาจตายในที่สุด หรือเมื่อระดับความชื้นสูงมากเกินไปก็ทำให้ความโปร่งของดินลดลง อากาศในดินถูกแทนที่ด้วยอนุภาคของน้ำ การหายใจของรากทำได้ไม่ดีส่งผลให้พืชตายในที่สุด (Kumar & Dwivedi, 2011 : 115-118) รวมถึงเป็นข้อมูลสำคัญในการบริหารจัดการน้ำ และคาดการณ์ผลผลิตสำหรับการเกษตรแม่นยำสูง (Precision agriculture) (Wang et al., 2018 : 5433-5442) ดังนั้นการตรวจวัดความชื้นดินจึงเป็นกระบวนการสำคัญเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง (Xu et al., 2015) วิธีวัดความชื้นดินที่ดีจึงต้องแม่นยำ และแสดงผลได้ทันที

วิธีวัดความชื้นในปัจจุบันสามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธีหลัก คือ การวัดโดยตรงและการวัดโดยอ้อม การวัดความชื้นดินโดยตรงเป็นการวัดปริมาณน้ำในดิน โดยการชั่งมวลของดินที่ต้องการวัด จากนั้นนำดินไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Majcher et al., 2020 : 1-13) ชั่งมวลของดินอีกครั้งหลังอบแห้ง และนำมาคำนวณค่าความชื้นในดิน (Gravimetric moisture content) วิธีนี้ให้ความแม่นยำสูง แต่ใช้เวลานาน และต้องทำในห้องปฏิบัติการ จึงไม่เหมาะสำหรับนำไปใช้งานภาคสนาม โดยทั่วไปจึงใช้การวัดความชื้นดินด้วยวิธีทางอ้อม ซึ่งเป็นการวัดพารามิเตอร์อื่นของดินแล้วนำมาหาความสัมพันธ์กับความชื้นดิน การวัดโดยอ้อมให้ความแม่นยำน้อยกว่า แต่สามารถแสดงผลได้ทันที จึงเหมาะกับการใช้งานภาคสนาม เซนเซอร์วัดความชื้นเชิงพาณิชย์โดยทั่วไปใช้หลักการวัดทางอ้อม แต่ด้วยข้อจำกัด ได้แก่ ราคาสูง ความแม่นยำต่ำ (Xu et al., 2015 : 4587-4594) และต้องใช้งานแบบสัมผัส นักวิจัยยังได้พัฒนาเทคนิคการวัดความชื้นโดยวิธีทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่ การใช้รังสีแสง การวัดชื้นดินจากคุณสมบัติทางไฟฟ้า วิธีการเหล่านี้ยังมีข้อจำกัดในการนำไปใช้งานจริง ราคาสูงและเป็นการวัดแบบต้องสัมผัสหรือฝังลงในดิน การประยุกต์ใช้กำลังงานการส่งผ่านของคลื่นความถี่ย่านไมโครเวฟ ในการตรวจวัดความชื้นดินภายในภาชนะบรรจุ (ประพัน ลี้กุล และพรพิมล ฉายแสง, 2562 : 21-30) เทคนิคนี้ใช้การส่งผ่านคลื่นความถี่ผ่านดินตัวอย่างที่อยู่ภายในภาชนะบรรจุการแยกระดับความชื้นสามารถทำได้แม่นยำ แต่อย่างไรก็ตาม ในขั้นตอนการตรวจวัดยังคงมีความซับซ้อนเนื่องจากต้องบรรจุดินตัวอย่างลงในภาชนะที่กำหนดทุกครั้ง การใช้งานในพื้นที่การเกษตรจึงทำได้ยากและอาจไม่สะดวกสำหรับเกษตรกร ดังนั้นการตรวจวัดความชื้นดินแบบไร้การสัมผัสและสามารถใช้ในพื้นที่ทางการเกษตรได้อย่างสะดวกจึงเป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบความชื้นดินแบบไร้การสัมผัส โดยใช้กำลังงานของคลื่นสะท้อนที่ความถี่ 2.4 และ 2.45 กิกะเฮิรตซ์ เนื่องจากเป็นช่วงความถี่เสรี (ISM

band) รวมถึงมีอุปกรณ์รองรับการใช้งานจำนวนมาก การตรวจวัดความชื้นดิน การตรวจวัดทำครั้งละ 1 ความถี่ ในแต่ละครั้งใช้การสวิตช์เพื่อเปลี่ยนความถี่เพื่อให้ข้อมูลมีความแม่นยำเพิ่มมากขึ้น ข้อมูลจากการวัดได้รับการประมวลผลและตัดสินใจด้วยโครงข่ายประสาทเทียมบนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถวัดโดยไม่สัมผัสกับดิน มีความแม่นยำสูง เหมาะกับการนำไปใช้งานจริงภาคสนามและประยุกต์ใช้กับการเชื่อมต่อระบบอินเตอร์เน็ต การแสดงผลการตรวจแบบออนไลน์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างระบบเซนเซอร์ไมโครเวฟสำหรับตรวจสอบความชื้นในดินแบบไร้การสัมผัส
2. เพื่อออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับประมวลผลความชื้นในดินจากกำลังงานคลื่นสะท้อนย่านความถี่ 2.4 และ 2.45 กิกะเฮิรตซ์

ประโยชน์ของการวิจัย

ได้ระบบเซนเซอร์ตรวจสอบความชื้นดินแบบไม่สัมผัสที่มีความแม่นยำ และสามารถแสดงผลได้ทันที เหมาะกับการนำไปใช้งานจริงภาคสนาม โดยใช้หลักการสะท้อนของไมโครเวฟความถี่ 2.4 และ 2.45 กิกะเฮิรตซ์

ขอบเขตของการวิจัย

1. การพัฒนาระบบใช้ดินตัวอย่างที่ผสมความชื้นในขนาดจำกัด ทดสอบในห้องปฏิบัติการที่ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดการทดสอบที่ 25 องศาเซลเซียส
2. ดินที่ใช้ในการทดสอบคือดินอาคาดะมะ
3. ใช้ 2 คลื่นความถี่ คือ 2.4 และ 2.45 กิกะเฮิรตซ์ ตรวจสอบความชื้นในดิน
4. พัฒนาโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อตรวจวัดและแยกระดับความในดินจำนวน 8 ระดับ

กรอบแนวความคิดของการวิจัย

การวัดค่าความชื้นของดินใช้หลักของทฤษฎีการสะท้อนของคลื่นย่านความถี่ไมโครเวฟ ณ บริเวณรอยต่อของตัวกลางที่มีคุณสมบัติไดอิเล็กตริกแตกต่างกัน ประมวลผลความแตกต่างระหว่างกำลังงานของคลื่นสะท้อนกลับ โดยดินที่มีความชื้นสูงเกิดการสะท้อนกลับมากกว่าเนื่องจากมีองค์ประกอบของน้ำมากกว่า จึงมีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกสูงกว่าดินที่มีความชื้นต่ำ

คลื่นตกกระทบถูกส่งออกจากสายอากาศที่ออกแบบเฉพาะสำหรับงานวิจัยนี้ สามารถส่งและรับคลื่นได้ดีที่ความถี่ 2.4 และ 2.45 กิกะเฮิรตซ์ กำลังงานของคลื่นสะท้อนถูกใช้เป็นข้อมูลสำหรับตัดสินใจจำแนกระดับความชื้นด้วยโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อให้ระบบสามารถการวัดมีความแม่นยำ