บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบกระถางปรับความชื้นอัจฉริยะสำหรับบอนไซ อาศัยพื้นฐานทฤษฎี ได้แก่ คุณสมบัติไดอิเล็กตริกซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานที่ใช้ในการตรวจสอบความชื้นของกระถางปรับความชื้นอัจฉริยะสำหรับบอนไซ หลักการออกแบบและสร้างสายอากาศไมโครสตริปสำหรับใช้เป็นอุปกรณ์ส่งและรับคลื่นความถี่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ ผ่านวัสดุปลูกในกระถางบอนไซ ลักษณะของบอนไซสนชิมปากุซึ่งเป็นบอนไซต้นแบบที่นำมาศึกษา และหัวข้อสุดท้ายคืองานวิจัยเกี่ยวข้องกับเทคนิคการวัดความชื้นในดิน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ถูกนำไปวิเคราะห์และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบ วิเคราะห์ และพัฒนาในงานวิจัย

คุณสมบัติไดอิเล็กตริก

คุณสมบัติไดอิเล็กตริก (Dielectric properties) เป็นคุณสมบัติหนึ่งของวัสดุที่แสดงถึงความสามารถในการเก็บสะสมพลังงานของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ประกอบด้วยค่าสภาพยอมไฟฟ้า (Permittivity: ε) เป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถในการเก็บสะสมพลังงานสนามไฟฟ้า และ (Permeability: μ) คือความสามารถในการเก็บสะสมพลังงานสนามแม่เหล็ก คุณสมบัติไดอิเล็กตริกเป็นค่าไม่คงที่เปลี่ยนแปลงตามความถี่ อุณหภูมิ ความดัน การจัดเรียงขั้วประจุ สารที่ผสมอยู่ และโครงสร้างของโมเลกุลของวัสดุนั้น

ค่าสภาพยอมไฟฟ้าสัมพัทธ์ (ε_r) คืออัตราส่วนของค่าสภาพยอมไฟฟ้าของวัสดุหารด้วยค่าสภาพยอมไฟฟ้าของสุญญากาศ (ε_0) ดังสมการที่ (2.1) และค่าสภาพยอมไฟฟ้าสัมพัทธ์เชิงซ้อนดังสมการที่ (2.2)

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r \tag{2.1}$$

$$\varepsilon_r = \varepsilon_r^{'} - j\varepsilon_r^{''} \tag{2.2}$$

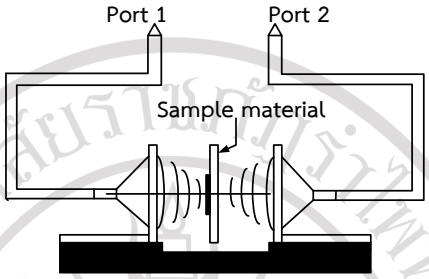
ส่วนจริงเรียกว่าค่าคงที่ไดอิเล็กตริก เป็นปริมาณที่แสดงถึงความสามารถในการเก็บสะสมพลังงานสนามไฟฟ้า และส่วนจินตภาพคือ ตัวประกอบการสูญเสียไดอิเล็กตริก แสดงถึงความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานสนามไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน (Keysight technologies, 2017) คุณสมบัติไดอิเล็กตริกจึงสามารถนำมาเป็นตัวบ่งชี้สำหรับการจำแนกวัสดุได้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

1. เทคนิคอวกาศว่าง

วิธีการตรวจวัดคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของวัสดุมีหลายวิธี วิธีการวัดแบบเทคนิคอวกาศว่างเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งเลือกมาใช้ในงานวิจัยนี้เนื่องจากสามารถวัดคุณสมบัติไดอิเล็กตริกได้โดยไม่สัมผัสด้วย เป็นวิธีที่ไม่ต้องเตรียมตัวอย่างพิเศษและสามารถใช้ได้กับวัสดุที่มีอุณหภูมิสูงหรือไม่เป็นสาร

เนื้อเดียว เทคนิคอวกาศว่างสะดวกสำหรับการตรวจสอบเพื่อควบคุมความชื้น วิธีการคือนำวัสดุวางระหว่างสายอากาศส่งและรับ จากนั้นวัดขนาดของสัญญาณส่งผ่านจากตัวส่งไปยังตัวรับที่ผ่านวัสดุทดสอบแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การวัดแบบเทคนิคอวกาศว่างด้วยเครื่องวิเคราะห์โครงข่าย
ที่มา: Keysight Technologies (2017)

2. การแพร่กระจายคลื่นไมโครเวฟ

คุณสมบัติไดอิเล็กตริกเป็นคุณสมบัติของวัสดุที่มีผลต่อการแพร่กระจายคลื่นย่านไมโครเวฟ ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยค่าคงที่การแพร่กระจายคลื่นไมโครเวฟ ในสมการที่ (2.3)

$$\gamma = \alpha + j\beta \tag{2.3}$$

เมื่อ α คือ ค่าคงที่การลดทอน และ β คือ ค่าคงที่เฟส ในวัสดุที่ไม่เป็นตัวนำ ($\sigma = 0$) ค่าคงที่การแพร่กระจายคลื่น ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของวัสดุ ประกอบด้วย ค่าสภาพยอมไฟฟ้า (ε) และค่าความซึมซาบแม่เหล็ก (μ) ซึ่งมีผลต่อการแพร่กระจายคลื่นไมโครเวฟ ตามสมการที่ (2.4) (Pozar, 2012)

$$\gamma = j\omega\sqrt{\mu\varepsilon'(1 - j\tan\delta)} \tag{2.4}$$

เมื่อ ε' คือค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของวัสดุ เป็นปริมาณที่บอกถึงการสะสมพลังงานสนามไฟฟ้าในวัสดุ $\tan\delta$ คือ ค่าแทนเจนต์ของการสูญเสียไดอิเล็กตริกเป็นปริมาณการสูญเสียพลังงานสนามแม่เหล็กไฟฟ้าในวัสดุ โดยทั่วไปวัสดุที่ไม่เป็นตัวนำไม่มีคุณสมบัติทางแม่เหล็ก ค่าความซึมซาบแม่เหล็กมีค่าเท่ากับในอากาศ (Kaye & Laby, 1986)

การลดทอนของคลื่นเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงค่าสภาพยอมไฟฟ้าของตัวกลางที่คลื่นย่านไมโครเวฟหรือคลื่นวิทยุเดินทางผ่าน ทฤษฎีนี้ได้นักวิจัยถูกนำมาประยุกต์ใช้วัดความแตกต่างของวัสดุโดยการใช้คลื่นวิทยุ ซึ่งพบว่าสามารถวัดได้ในบริเวณกว้าง และไม่ต้องสัมผัสกับวัสดุทดสอบ รวมถึงการเปลี่ยนตัวอย่างทดสอบสามารถทำได้ต่อเนื่อง การตรวจวัดโดยไม่สัมผัสถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เช่น การวัดความชื้นข้าวเปลือกด้วยเทคนิคอวกาศว่าง (Free spec techniques) ที่มี

ประสิทธิภาพสูง (Limpiti & Krairiksh, 2012 : pp. 2230 – 2241) รวมถึงได้มีการประยุกต์ใช้ทางด้านการเกษตรเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณสมบัติไดอิเล็กตริกเทียบกับระดับความอ่อน ความแก่ ความหนาแน่น และความชื้น (Seker & Abatay, 2006 : pp. 320-327) (Nelson, 2006 : pp. 688-702) เช่นเดียวกับในงานวิจัยนี้ที่ได้ใช้ปริมาณการลดทอนของคลื่นความถี่ 2.5 กิกะเฮิรตซ์ในวัสดุปลูกที่มีค่าสภาพยอมไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความชื้น มาเป็นเครื่องมือในการบอกระดับความชื้น

สายอากาศไมโครสตริป

สายอากาศไมโครสตริป (Microstrip antenna) หรือสายอากาศแพทช์ (Patch antenna) เป็นสายอากาศที่มีการนำไปใช้งานอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมโทรศัพท์มือถือ เนื่องจากเป็นสายอากาศที่สร้างง่าย ราคาถูกและมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน สามารถสร้างลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ได้ รูปร่างของสายอากาศแพทช์มีอยู่หลากหลายรูปแบบ โครงสร้างสายอากาศแพทช์รูปสี่เหลี่ยมเป็นโครงสร้างที่ง่ายต่อการสร้างและออกแบบ การออกแบบขนาดของสายอากาศแพทช์รูปสี่เหลี่ยมต้องกำหนดคุณลักษณะของสายอากาศที่ต้องการเบื้องต้นก่อน ได้แก่ ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของวัสดุฐานรอง และกำหนดความถี่ทำงานของสายอากาศ (f_r) เริ่มต้นการคำนวณขนาดของสายอากาศด้วยการหาค่าความยาวคลื่น (λ) ดังสมการที่ (2.5)

$$\lambda = \frac{c}{f_r} \tag{2.5}$$

โดย c หมายถึงความเร็วคลื่นของแสงในสุญญากาศ การออกแบบสายอากาศต้องใช้ความยาวคลื่นในวัสดุฐานรองที่มีคุณสมบัติเป็นไดอิเล็กตริก ดังนั้นจึงคำนวณความยาวคลื่นในวัสดุไดอิเล็กตริกได้ดังสมการที่ (2.6)

$$\lambda_g = \frac{\lambda}{\sqrt{\varepsilon_{eff}}} \tag{2.6}$$

เมื่อ ε_{eff} คือ ค่าคงตัวไดอิเล็กตริกประสิทธิผล ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของค่าคงตัวไดอิเล็กตริกของอากาศและวัสดุฐานรอง สามารถหาค่าได้จากสมการ (2.7)

$$\varepsilon_{eff} = \sqrt{\frac{\varepsilon_r + 1}{2}} \tag{2.7}$$

ขนาดของสายอากาศแพทช์ที่เหมาะสมกับการแพร่กระจายคลื่นจะมีขนาดเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวคลื่นในวัสดุฐานรอง ตามสมการที่ (2.8)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

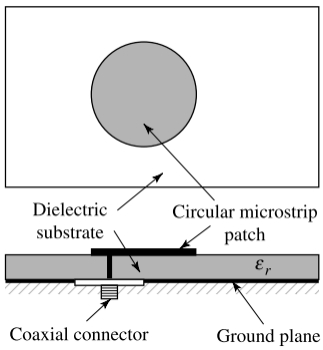
$$\text{ขนาดของสายอากาศ} = \frac{\lambda_g}{2} \quad (2.8)$$

เมื่อได้ขนาดของสายอากาศแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการคำนวณระยะจุดป้อนสัญญาณแบบโพรบ ดังสมการที่ (2.9)

$$\text{ระยะจุดป้อนสัญญาณ} = \frac{\lambda_g}{4} \quad (2.9)$$

จากข้อมูลทั้งหมดในการคำนวณข้างต้นจะได้ ระยะความกว้าง ระยะความยาว และระยะจุดป้อนสัญญาณ เพื่อใช้เป็นค่าเริ่มต้นในการจำลองเสมือนจริงด้วยโปรแกรมจำลองสนามแม่เหล็กไฟฟ้า สร้างแบบจำลองสายอากาศแพทช์ เพื่อศึกษาถึงขนาดของสายอากาศที่มีสมรรถนะตามที่ต้องการ

ส่วนป้อนสัญญาณ (Feed line) ให้กับไมโครสตริป ซึ่งส่วนนี้มีความสำคัญมาก เนื่องจากมีผลต่อการโพลาไรเซชัน (Polarization) ของสายอากาศและการแมทชิ่ง (Matching) ไมโครสตริปที่ป้อนกลับแบบโพรบ (Probe feed) วิธีนี้จะใช้สายนำสัญญาณซึ่งมีใช้กันทั่วๆ ไปคือ สายแกนคู่ (Coaxial) เข้าไปต่อร่วมกับฐานของสายอากาศตามภาพที่ 2 ซึ่งการที่จะต่อให้สายนำสัญญาณกับแผ่นตัวนำ (Patch) อยู่ในมุมที่ตั้ง 90 องศา ซึ่งการต่อกับระนาบกราวด์ (Ground plane) เพื่อลดผลของสัญญาณรบกวน การแพร่กระจายคลื่นของสายอากาศสำหรับการป้อนสัญญาณลักษณะนี้จะขึ้นอยู่กับความหนาของชั้นสารตัวกลาง เนื่องจากกรณีที่สารตัวกลางหนามากจะมีการแพร่กระจายคลื่นออกมาในปริมาณมาก และจะมีการแพร่กระจายน้อยในสารตัวกลางที่มีความหนาของชั้นสารตัวกลางน้อย ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

ภาพที่ 2.2 ลักษณะการป้อนสัญญาณแบบโพรบ (Probe feed)
ที่มา: Balanis (2016)

ข้อดีของการป้อนสัญญาณในลักษณะนี้คือ สามารถต่อสายนำสัญญาณของสายอากาศกับสายนำสัญญาณรูปแบบอื่นได้ง่าย แต่การป้อนสัญญาณลักษณะนี้จะทำให้เกิดรูบนแผ่นตัวนำและจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของการโพลาไรเซชัน และการแพร่กระจายของสัญญาณ

สนชินปากุ

สนชินปากุ หรือที่เรียกในภาษาจีนว่า Shimpakuchinensis และในภาษาญี่ปุ่นว่า Shimpakuitoigawa เป็นไม้ยืนต้นที่มีถิ่นกำเนิดอยู่บริเวณตอนเหนือของญี่ปุ่นและทางตะวันออกเฉียงเหนือของจีน สามารถทนต่อสภาพอากาศที่หลากหลาย สามารถเติบโตได้ดีในหน้าหนาวที่อากาศเย็นจัด ลักษณะลำต้นของสนชิมปากุเป็นพุ่มเตี้ยในแนวราบปกคลุมดิน ลำต้นเหนียวแข็งแรง มีลำต้นบิดสวยงามเป็นไม้ที่มีการเจริญเติบโตตลอดปี ต้นสนชิมปากุเป็นหนึ่งในไม้ที่นิยมนำมาทำบอนไซมากที่สุดเนื่องจากมีลักษณะของใบและเปลือกไม้ที่สวยงาม สนชิมปากุจึงติดอันดับยอดนิยมของบอนไซ (Life's Little Amusements, 2018) การเจริญเติบโตของต้นสนชิมปากุสามารถเติบโตได้ในดินหลายชนิด แต่สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในดินร่วนปนทราย ไม่ชอบที่มีน้ำท่วมขัง ควรปลูกในบริเวณที่มีแสงแดดตลอดวัน เพื่อการเจริญเติบโตที่ดีและทำให้ใบเป็นพุ่มแน่น หากได้รับแสงน้อย อาจทำให้ใบด้านในจะร่วงและกิ่งตายได้ การให้น้ำสามารถได้ทุกวันวันละ 2 ครั้ง แต่ต้องระวังไม่ให้เกิดน้ำท่วมขัง ลักษณะของบอนไซจากต้นสนชิมปากุดังภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3 บอนไซจากต้นสนชิมปากุ
ที่มา: Wayne (2012)

งานวิจัยนี้เลือกใช้ต้นสนชิมปากุเป็นบอนไซต้นแบบสำหรับการทดสอบเนื่องจากเป็นพืชนำเข้าจากญี่ปุ่นจึงต้องการการดูแลเป็นพิเศษ และเป็นบอนไซที่มีราคา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การตรวจสอบความชื้นดินจึงเป็นที่สนใจกันอย่างแพร่หลายในหมู่นักวิจัย รวมถึงได้นำเสนอวิธีการตรวจสอบความชื้นในดิน (Soil moisture) ไว้หลายเทคนิค โดยเทคนิคที่นักวิจัยให้ความสนใจคือ การตรวจวัดแบบทีอาร์ดี (Time domain reflectometer: TRD) นอกจากนี้ยังได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมความชื้นในดินหรือวัสดุปลูก สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเซ็นเซอร์วัดความชื้น

ปี 2008 ไคซิโต และคณะได้นำเสนอระบบเซ็นเซอร์การตรวจวัดความชื้นดินแบบวัดการเก็บประจุ (Capacitance soil moisture sensor) วิธีการนี้เป็นการวัดด้วยคลื่นความถี่ต่ำช่วง 5 – 150 เมกะเฮิรตซ์ (Kizito et al., 2008 : pp.367– 378) ซึ่งในงานนี้มีข้อจำกัดในเรื่องค่าความแตกต่างของเอาท์พุตที่ใช้ในการแบ่งแยกระดับความชื้น ซึ่งกำลังงานที่ได้อยู่ในระดับมิลลิโวลต์ ทำให้การแยกระดับความชื้นไม่สามารถทำได้อย่างชัดเจน

ปี 2004 วอกเกอร์ ได้นำเสนอการพัฒนาเซนเซอร์สำหรับการวัดความชื้นดินแบบเวอร์ริบ (Virrib) รีเฟลคโตมิเตอร์ ใช้วิธีการวัดองค์ประกอบของน้ำ (Water content reflectometer) การติดตั้งเซ็นเซอร์สำหรับตรวจวัดความชื้นดินใช้วิธีการฝังและการตรวจวัดแบบทีอาร์ดี (Walker et al., 2004 : pp.85–99) ซึ่งเทคนิคการวัดด้วยทีอาร์นี้ได้รับความนิยมกว้างขวางเนื่องจากระบบการวัดมีความแม่นยำ

การวัดความชื้นในดินด้วยทีอาร์ดีเริ่มได้รับการพัฒนาอย่างจริงจังเมื่อปี 2005 โดยแฟรตตาและคณะได้ศึกษาการวัดความชื้นดินด้วยทีอาร์ดีร่วมกับการวัดความเร็วของคลื่นพี (P wave velocity) (Fratta et al., 2005 : pp. 553-563) วิธีการนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์หลายส่วน และมีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ 10%

ปี 2010 ปิอุซซิและคณะได้ศึกษาการวัดความชื้นดินด้วยทีดีอาร์ โดยการเพิ่มปรับปรุงการปรับเทียบข้อมูลจากการวัดทำให้ผลการวัดมีความแม่นยำมากขึ้น (Piuzzi et al., 2010 : pp. 2747-2754) ถึงแม้ว่าการวัดด้วยทีอาร์ดีให้ค่าความแม่นยำแต่ในทางปฏิบัติยังคงใช้อยู่ภายในห้องทดลองเนื่องจากเครื่องมือที่ใช้มีราคาสูง

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมความชื้น

ปี 2551 สมบูรณ์ มั่นความดี ผจงจิตต์ ศรีสุข และ สุภัทตรา นุชนารถ ได้พัฒนาเครื่องวัดความชื้นในดินทดแทนใช้วิธีการวัดแบบ capacitance เป็นการวัดที่อาศัยคลื่นความถี่สูงระหว่างแผ่นโลหะขนาน 2 แผ่น วัดค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของดิน ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นในดิน วงจรวัดการเปลี่ยนแปลงของค่าคงที่ไดอิเล็กตริกที่สร้างขึ้นทำให้สามารถแสดงค่าของความชื้นในดินได้ตั้งแต่ 0 - 100% การทดสอบเครื่องวัดความชื้นที่พัฒนาเทียบกับเครื่องวัดความชื้นชนิดจากต่างประเทศ การทดสอบทำ 3 ระดับคือ การทดสอบในห้องปฏิบัติการ เรือนทดลอง และในแปลงทดลองปลูกพืชของเกษตรกร ผลการทดสอบพบว่าเครื่องวัดความชื้นจากต่างประเทศและเครื่องวัดความชื้นที่พัฒนามีคุณสมบัติเหมือนกันและความแน่นเท่ากัน ผลการวัดค่าความชื้นจากเครื่องวัดทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (สมบูรณ์ มั่นความดี และคณะ, 2551)

ปี 2556 พรนรินทร์ ต้นกระหาด และทรงวุฒิ แสงจันทร์ ได้ออกแบบโครงข่ายเซนเซอร์ความชื้นในดินสำหรับควบคุมการให้น้ำพืช ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบส่วนควบคุมการทำงานหลักและส่วนตรวจจับความชื้นไร้สาย สร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นของดินกับค่าความต่างศักย์ซึ่งได้จากกระแสไฟฟ้าที่ส่งไปยังเซนเซอร์ โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลกลับมากน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความชื้นของดิน ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่รับค่าความต่างศักย์จากกระแสไฟฟ้าตรงที่ส่งออกไปเพื่อแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล และบันทึกค่าไว้ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลไปใช้อ้างอิงสำหรับ

สร้างสมการแบบจำลองความสัมพันธ์ในโปรแกรมควบคุม ซึ่งเป็นการสร้างระบบโครงข่ายที่สามารถทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถประเมินขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับจำนวนเซนเซอร์ได้ ตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อการตรวจจับความชื้น เช่น อุณหภูมิของดิน ชนิดของดิน และระยะห่างระหว่างเซนเซอร์กับส่วนควบคุมหลัก (พรนรินทร์ ต้นกระหาด และ ทรงวุฒิ แสงจันทร์, 2556)

ปี 2560 รศ.ดร.สุเพชร จิรขจรกุล จากสาขาวิชาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนายั่งยืน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้คิดค้นชุดอุปกรณ์ควบคุมการรดน้ำอัจฉริยะที่มีต้นทุนอยู่ที่ 1,000 บาท ชุดอุปกรณ์นี้ทำงานร่วมของระบบควบคุมการเปิด-ปิดน้ำ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ช่วยควบคุมอุปกรณ์เปิด-ปิดไฟฟ้า มีระบบเซนเซอร์ติดตามสภาพอากาศ กรณีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเกินกว่ากำหนด ระบบจะสั่งเปิดระบบน้ำหยด หรือสปริงเกอร์ จนกว่าอุณหภูมิจะลดลงเข้าสู่ภาวะปกติ และวัดความชื้นในดินร่วมด้วย ซึ่งหากต่ำกว่าที่กำหนด ระบบจะสั่งรดน้ำโดยอัตโนมัติ ระบบสั่งการและแจ้งเตือนทั้งหมด สามารถผ่านแอพพลิเคชั่นบนสมาร์ทโฟน เพื่ออำนวยความสะดวก เพิ่มประสิทธิภาพ และประหยัดเวลา (ไทยรัฐฉบับพิมพ์, 4 พ.ค. 2560)

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดความชื้นในกระถาง

สำหรับการพัฒนาระบบการตรวจสอบความชื้นสำหรับพืชในกระถางได้มีนักวิจัยนำเสนอไว้ก่อนหน้า ส่วนใหญ่ใช้เซนเซอร์สำเร็จรูปที่มีลักษณะการใช้งานที่ต้องเสียบลงไป เช่น งานของ อามาดาสและราฮิม (Amardas. & Rahim, 2016, pp. 55-62) ในปี 2016 และงานของอิมเทจในปี 2017 (Imteaj et al., 2017, pp. 830-835) ซึ่งในขั้นตอนการติดตั้งเสียบตัวเซนเซอร์ลงในดินจึงเสี่ยงต่อทำลายรากของต้นไม้ โดยเฉพาะบอนไซที่มีรากในกระถางหนาแน่น หรือวัดความชื้นของดาชนาในปี 2015 ด้วยเซนเซอร์เพียงตัวเดียว (Darshna et al., 2015, pp. 32-36) อาจไม่ครอบคลุมความชื้นทั้งหมดได้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี