

Smart hydroponic

โดย ๑. นายเกียรติภูมิ พลสาร

๒. นายคณนาถ ภูขาว

๓. นายธนกร ทองศรี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ - ๖ โรงเรียนศรีธาตุพิทยาคม

สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุดรธานี

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนประกอบของโครงงานคอมพิวเตอร์ประเภทซอฟต์แวร์

เนื่องในงานศิลปหัตถกรรมนักเรียน ครั้งที่ ๗๐ ปีการศึกษา ๒๕๖๕

ระดับ ☐ เขต ☒ ภาค

วันที่ ๓๐-๑ เดือน มกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๖

Smart hydroponic

โดย ๑. นายเกียรติภูมิ พลสาร
๒. นายคณนาถ ภูขาว
๓. นายธนกร ทองศรี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ - ๖ โรงเรียนศรีธาตุพิทยาคม
สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุดรธานี

ครูที่ปรึกษา

๑. นายวีระพล ศรีมูลตา
๒. นายพงศกร โกชารักษ์

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนประกอบของโครงงานคอมพิวเตอร์ประเภทซอฟต์แวร์

เนื่องในงานศิลปหัตถกรรมนักเรียน ครั้งที่ ๗๐ ปีการศึกษา ๒๕๖๕

ระดับ ☐ เขต ☒ ภาค

วันที่ ๓๐-๑ เดือน มกราคม-กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๖

ชื่อโครงการ	Smart hydroponic
โดย	๑. นายเกียรติภูมิ พละสาร ๒. นายคนนาถ ภูขาว ๓. นายธนกร ทองศรี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่	๔ - ๖ โรงเรียนศรีธาตุพิทยาคม
สังกัด	สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุดรธานี
ครูที่ปรึกษา	นายวีระพล ศรีมูลดา นายพงศกร โกชาร์ักษ์
ปีการศึกษา	๒๕๖๕

บทคัดย่อ

การจัดทำโครงการ Smart hydroponic มีวัตถุประสงค์ ๑) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชัน Smart hydroponic ควบคุมการทำงานของระบบ ๒) เพื่อทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน Smart hydroponic

ผลจากการศึกษา พบว่า แอปพลิเคชัน Smart hydroponic สามารถควบคุมการทำงานของปั้มน้ำ และแสงอัตโนมัติได้ สามารถตรวจสอบและแสดงค่า pH ของน้ำได้ สามารถแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในฟาร์มได้ เมื่อค่า pH ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ จะทำการเติมสารละลายเพื่อปรับค่า pH ผลการทดสอบค่า EC ในน้ำ พบว่า ค่า EC เฉลี่ยอยู่ที่ ๑.๕๔ ซึ่งเหมาะสมต่อการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ ค่า EC มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลง ประมาณ ๐.๑-๐.๕ ในช่วงเวลาที่เก็บสถิติ โดยสรุปได้ว่าค่า EC จะเพิ่มหรือลดมากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวัน ค่า pH เฉลี่ยอยู่ที่ ๗.๑๕ ซึ่งเหมาะสมต่อการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ ค่า pH ในน้ำ เพิ่มขึ้นหรือลดลง ประมาณ ๐.๑-๐.๓ ในช่วงเวลาที่เก็บ ค่า Humidity เฉลี่ยอยู่ที่ ๖๘.๐๐ ซึ่งเหมาะสมต่อการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ ค่า Humidity ในอากาศจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวัน ค่า temperature เฉลี่ยอยู่ที่ ๒๕.๓๓ ซึ่งเหมาะสมต่อการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ ค่า temperature ในอากาศจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวัน

กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาและพัฒนา “Smart hydroponic” จนสำเร็จลุล่วงในครั้งนี้ ผู้จัดทำโครงการได้รับการสนับสนุนและความอนุเคราะห์เป็นอย่างดีจากโรงเรียนศรีธาตุพิทยาคม

ขอขอบพระคุณ นายสนทยา เจริญพันธ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีธาตุพิทยาคม คุณครูวิระพล ศรีมูลดา และคุณครูพงศกร โกชารักษ์ ครูที่ปรึกษาโครงการ ที่ได้เสียสละเวลาในการให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำโครงการ คุณครูประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ ที่ได้ให้คำปรึกษาและประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้เป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้การสนับสนุน คอยเป็นกำลังใจ สนับสนุนด้านทุนทรัพย์ในการจัดทำโครงการ เพื่อน ๆ ที่ให้กำลังใจและให้คำปรึกษาและบุคคลท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการทำการทำโครงการครั้งนี้ ผู้จัดทำขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา และบูรพาจารย์ ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้เป็นกำลังใจช่วยเหลือ และมีส่วนในการจัดทำโครงการในครั้งนี้เป็นผลสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญภาพ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ ๑ บทนำ	๑
๑.๑ ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	๑
๑.๒ วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	๑
๑.๓ ขอบเขตของโครงการ	๑
๑.๔ ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	๒
๑.๕ ขั้นตอนการดำเนินงาน	๒
๑.๖ ระยะเวลาในการดำเนินงาน (Grant Chat).....	๒
บทที่ ๒ เอกสารที่เกี่ยวข้อง	๓
๒.๑ การปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponic).....	๓
๒.๒ ความรู้เกี่ยวกับ ESP๓๒.....	๔
๒.๒.๑ ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ (Hardware).....	๔
๒.๒.๒ ส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ (Software).....	๕
๒.๓ ความรู้เกี่ยวกับ Thunkable.....	๕
๒.๓.๑ ความรู้เกี่ยวกับ Thunkable.....	๕
๒.๓.๒ สิ่งที่ต้องเตรียมพร้อมสำหรับการใช้งาน Thunkable.....	๖
๒.๔ เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน Smart hydroponic.....	๖
๒.๔.๑ ด้าน Software.....	๖
๒.๔.๒ ด้าน Hardware.....	๖
๒.๕ โครงการที่เกี่ยวข้อง.....	๙
๒.๕.๑ ระบบปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์.....	๙
๒.๕.๒ ลักษณะการทำงานที่คล้ายกัน.....	๙
บทที่ ๓ อุปกรณ์และวิธีการในการดำเนินงาน	๑๐
๓.๑ เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงาน.....	๑๐
๓.๒ การออกแบบระบบควบคุมการทำงานของ Smart hydroponic.....	๑๐
๓.๒.๑ การออกแบบระบบ Smart hydroponic.....	๑๐

๓.๒.๒ การออกแบบระบบเปิดปิดไฟด้วย Smart hydroponic.....	๑๑
๓.๒.๓ การออกแบบระบบควบคุม PH.....	๑๑
๓.๒.๔ การออกแบบระบบแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น.....	๑๑
๓.๒.๕ การออกแบบระบบแสดงผลค่าความนำไฟฟ้าของสารละลาย (EC).....	๑๒
๓.๒.๖ การออกแบบระบบแสดงผลอุณหภูมิของน้ำ.....	๑๒
๓.๓ การออกแบบ Smart hydroponic application.....	๑๒
บทที่ ๔ ผลการดำเนินงาน	๑๓
๔.๑ ผลการทำงานของแอปพลิเคชัน Smart hydroponic.....	๑๓
๔.๑.๑ แอปพลิเคชัน Smart hydroponic บนมือถือ.....	๑๓
๔.๑.๒ ผลการทำงานของ ระบบ Smart hydroponic.....	๑๔
๔.๑.๓ ผลการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบ Smart hydroponic.....	๑๕
๔.๒ ผลการวัดค่า EC ในน้ำ.....	๑๕
๔.๓ ผลการวัดค่า pH ในน้ำ.....	๑๖
๔.๔ ผลการทดสอบค่า Humidity ในการอากาศ.....	๑๖
๔.๕ ผลการทดสอบค่า temperature ในอากาศ.....	๑๗
บทที่ ๕ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	๑๘
๕.๑ สรุปผลการดำเนินงาน.....	๑๘
๕.๒ ปัญหาและอุปสรรค.....	๑๘
๕.๓ แนวทางการแก้ไข.....	๑๘
๕.๔ ข้อเสนอแนะ.....	๑๙
๕.๕ แนวทางในการนำไปพัฒนาต่อ.....	๑๙

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ ๒.๑ ESP๓๒ Module.....	๕
รูปภาพที่ ๒.๒ ตัวอย่างโปรแกรม Arduino.....	๕
รูปภาพที่ ๒.๓ Thunkable.....	๖
รูปภาพที่ ๒.๔ ตัวอย่างโปรแกรม Arduino IDE.....	๗
รูปภาพที่ ๒.๕ ESP๓๒ Module.....	๗
รูปภาพที่ ๒.๖ Module รีเลย์ relay ๔ Channel.....	๘
รูปภาพที่ ๒.๗ DHT๒๒ Module.....	๘
รูปภาพที่ ๒.๘ PH Sensor Module with Probe E-๒๐๑-C + Arduino module.....	๙
รูปภาพที่ ๓.๑ การออกแบบวงจรและอุปกรณ์ Smart hydroponic.....	๑๐
รูปภาพที่ ๓.๒ บล็อกไดอะแกรมของการควบคุมการเปิดปิดไฟ.....	๑๑
รูปภาพที่ ๓.๓ บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุม PH.....	๑๑
รูปภาพที่ ๓.๔ บล็อกไดอะแกรมของระบบแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น.....	๑๑
รูปภาพที่ ๓.๕ บล็อกไดอะแกรมของระบบแสดงผลค่าความนำไฟฟ้าของสารละลาย (EC).....	๑๒
รูปภาพที่ ๓.๖ บล็อกไดอะแกรมของระบบแสดงผลอุณหภูมิของน้ำ.....	๑๒
รูปภาพที่ ๔.๑ แอปพลิเคชัน Smart hydroponic.....	๑๓
รูปภาพที่ ๔.๒ ผลการทำงานของระบบ Smart hydroponic ช่วงกลางวัน.....	๑๔
รูปภาพที่ ๔.๓ ผลการทำงานของระบบ Smart hydroponic ช่วงกลางคืน.....	๑๔
รูปภาพที่ ๔.๔ ผลการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบ Smart hydroponic.....	๑๕
รูปภาพภาคผนวกที่ ๑ การทำงานของแอปพลิเคชัน Smart hydroponic.....	๒๓
รูปภาพภาคผนวกที่ ๒ การแสดงผลการบันทึกค่าอุณหภูมิในอากาศ.....	๒๓
รูปภาพภาคผนวกที่ ๓ การแสดงผลการบันทึกค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity).....	๒๔
รูปภาพภาคผนวกที่ ๔ การแสดงผลการบันทึกค่า pH ในน้ำ.....	๒๔
รูปภาพภาคผนวกที่ ๕ ผลการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบ Smart hydroponic.....	๒๕
รูปภาพภาคผนวกที่ ๖ ผลการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบ Smart hydroponic.....	๒๕
รูปภาพภาคผนวกที่ ๗ ผลการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบ Smart hydroponic.....	๒๖
รูปภาพภาคผนวกที่ ๘ ผลการทำงานของระบบ Smart hydroponic ช่วงกลางวัน.....	๒๖
รูปภาพภาคผนวกที่ ๙ ผลการทำงานของระบบ Smart hydroponic ช่วงกลางคืน.....	๒๗
รูปภาพภาคผนวกที่ ๑๐ ขั้นตอนการวางแผนในการทำโครงงาน.....	๒๗
รูปภาพภาคผนวกที่ ๑๑ ขั้นตอนวิเคราะห์และออกแบบระบบ.....	๒๘

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปภาพภาคผนวกที่ ๑๒	ขั้นตอนออกแบบและทำแอปพลิเคชันSmart hydroponic.....	๒๘
รูปภาพภาคผนวกที่ ๑๓-๑๔	ขั้นตอนการลงมือทำโมเดล Smart hydroponic.....	๒๙
รูปภาพภาคผนวกที่ ๑๕-๑๖	ขั้นตอนการทดสอบและแก้ไขแอปพลิเคชัน.....	๒๙

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ ๑ ตารางระยะเวลาในการดำเนินงาน (Grant Chat).....	๒
ตารางที่ ๒ ตารางแสดงผลการวัดค่า EC ในน้ำ.....	๑๕
ตารางที่ ๓ ตารางแสดงผลการวัดค่า pH ในน้ำ.....	๑๖
ตารางที่ ๔ ตารางแสดงผลการทดสอบค่า Humidity.....	๑๖
ตารางที่ ๕ ตารางแสดงผลการทดสอบค่า temperature ในอากาศ.....	๑๖
ตารางภาคผนวกที่ ๑ บันทึกการทดลองปลูกผักสลัด.....	๒๒

บทที่ ๑

บทนำ

๑.๑ ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันความต้องการเกษตรกรรมแบบสมัยใหม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมักจะพบกับปัญหาพื้นที่ทำการเกษตรไม่เพียงพอ หรือพื้นที่ในการเพาะปลูกไม่เหมาะสม เช่น ดินเค็ม ดินเปรี้ยวจัด ดินทราย ดินอินทรีย์ ดินปนกรวด เป็นต้น จึงเป็นเหตุที่ทำให้มีการพัฒนาการปลูกพืชใหม่ ๆ ขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาข้างต้น รูปแบบการปลูกพืชชนิดใหม่ที่น่าสนใจ คือ การปลูกพืชไร้ดินแบบไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponics) มีประโยชน์หลัก ๆ ๒ ประการด้วยกัน ประการแรกคือ ทำให้ควบคุมและจำกัดตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ให้ออกจากการปลูกพืช ประการที่สองก็คือ พืชหลายชนิดจะให้ผลผลิตที่มากขึ้นในเวลาทีลดลงกว่าเดิม และมีคุณภาพที่ดีขึ้นกว่าเดิมขณะที่ปลูกในพื้นที่ที่จำกัด นอกจากนี้ยังใช้น้ำน้อยลง เนื่องจากใช้ภาชนะหรือระบบน้ำวนแบบปิด เพื่อหมุนเวียนน้ำ

การปลูกผักระบบรากแช่แบบระบบ (Nutrient Film Technique) ข้อดีของการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์แบบระบบ NFT ที่ออกแบบอย่างเหมาะสมนั้น ขึ้นอยู่กับการใช้ความชันของช่องทางที่ถูกต้อง อัตราการไหลที่ถูกต้อง และความยาวของช่องทางที่ถูกต้อง รากพืชได้รับน้ำ ออกซิเจน และสารอาหารอย่างเพียงพอ ในระบบการผลิตก่อนหน้านี้ มีข้อขัดแย้งระหว่างการจัดหาข้อกำหนดเหล่านี้ เนื่องจากปริมาณที่มากเกินไปหรือไม่เพียงพอของสิ่งหนึ่ง ส่งผลให้เกิดความไม่สมดุลของสิ่งหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง เนื่องจากการออกแบบ NFT จึงจัดให้มีระบบที่สามารถตอบสนองความต้องการทั้งสามประการ สำหรับการเจริญเติบโตของพืชที่ดีได้ในเวลาเดียวกัน โดยมีเงื่อนไขว่าแนวคิดง่าย ๆ ของ NFT จะได้รับผลลัพธ์ของข้อดีเหล่านี้ คือ ทำให้ได้ผลผลิตคุณภาพสูงในช่วงระยะเวลาการเพาะปลูกที่ยาวนานขึ้น ข้อเสียของ NFT คือมีการบัพเฟอร์น้อยลง และการหยุดชะงักของระบบการทำงานเช่น ผลจากไฟฟ้าดับ แต่โดยรวมแล้วมันเป็นหนึ่งในเทคนิคที่มีประสิทธิภาพมาก

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าการปลูกพืชไร้ดินแบบไฮโดรโปนิคส์ มีข้อได้เปรียบมากกว่าและน่าสนใจในด้านคุณภาพของผลผลิต จึงเป็นที่มาของโครงการนี้ที่จะประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการควบคุมระบบ NFT ด้วย Microcontroller โดยนำมาประมวลผลสั่งการให้มีควบคุมการไหลของน้ำ และวัดค่า EC และ pH ในน้ำให้เหมาะสมในช่วงของการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูก และสร้างแอปพลิเคชันที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกในการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์

๑.๒ วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ

๑.๒.๑ เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชัน Smart hydroponic ควบคุมการทำงานของระบบ

๑.๒.๒ เพื่อทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน Smart hydroponic

๑.๓ ขอบเขตของโครงการ

๑.๓.๑ แอปพลิเคชัน Smart hydroponic สามารถควบคุมการทำงานของปั้มน้ำและแสงได้อัตโนมัติ

๑.๓.๒ แอปพลิเคชัน Smart hydroponic สามารถตรวจสอบและแสดงค่า pH ของน้ำได้

๑.๓.๓ แอปพลิเคชัน Smart hydroponic สามารถแสดงค่าอุณหภูมิภายในฟาร์มได้

๑.๓.๔ แอปพลิเคชัน Smart hydroponic สามารถแสดงค่าความชื้นภายในฟาร์มได้

๑.๔ ผลที่คาดว่าจะได้รับ

๑.๔.๑ ได้แอปพลิเคชัน Smart hydroponic ที่สามารถควบคุมการทำงานของระบบการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

๑.๔.๒ สามารถเป็นแอปพลิเคชันต้นแบบในควบคุมการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

๑.๔.๓ เพื่ออำนวยความสะดวกในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์

๑.๔.๔ สามารถนำสถิติจากแอปพลิเคชันไปใช้วิเคราะห์ข้อมูล

๑.๔.๕ เพื่อยกระดับอุตสาหกรรมการเกษตรให้มีคุณภาพมากขึ้น

๑.๕ ขั้นตอนการดำเนินงาน

๑.๕.๑ การกำหนดหัวข้อการศึกษาเฉพาะกรณี

๑.๕.๒ นำเสนอหัวข้อกรณีศึกษาต่อครูที่ปรึกษา

๑.๕.๓ วางแผน

๑.๕.๔ เก็บรวบรวมข้อมูล

๑.๕.๕ วิเคราะห์และออกแบบระบบ

๑.๕.๖ จัดทำแอปพลิเคชัน

๑.๕.๗ ทดสอบและแก้ไขแอปพลิเคชัน

๑.๕.๘ จัดทำรูปเล่มรายงานและคู่มือการใช้งานโปรแกรม

๑.๖ ระยะเวลาในการดำเนินงาน (Grant Chat)

ตารางที่ ๑ ตารางระยะเวลาในการดำเนินงาน (Grant Chat)

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาในการดำเนินงาน			
	ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๕			
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
๑. การกำหนดหัวข้อการศึกษาเฉพาะกรณี	←→			
๒. นำเสนอหัวข้อกรณีศึกษาต่อครูที่ปรึกษา	←→			
๓. วางแผน	←→	←→		
๔. เก็บรวบรวมข้อมูล		←→		
๕. วิเคราะห์และออกแบบระบบ		←→		
๖. จัดทำแอปพลิเคชัน		←→	←→	
๗. ทดสอบและแก้ไขแอปพลิเคชัน			←→	
๘. จัดทำรูปเล่มรายงาน				←→

บทที่ ๒

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำโครงการ Smart hydroponic มีเอกสารที่เกี่ยวข้องดังนี้

- ๑) การปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponic)
- ๒) ความรู้เกี่ยวกับ ESP๓๒
- ๓) ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Thunkable
- ๔) เครื่องมือที่ใช้ในการทำ Smart hydroponic
- ๕) โครงการที่เกี่ยวข้อง

๒.๑ การปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponic)

การปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ (Hydroponic) เป็นการปลูกพืชแบบหนึ่งที่ยอดนิยมในปัจจุบัน เนื่องจากการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์นั้นจะเป็นการปลูกพืชแบบไร้ดิน ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงปัจจัยต่างๆที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการปลูกพืชแบบทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น สภาพดินปลูกที่ไม่เหมาะสม สภาพอากาศแปรปรวน รวมไปถึงขนาดของพื้นที่ในการปลูกเป็นต้น ซึ่งการควบคุมปัจจัยทางสภาพแวดล้อมได้อย่างถูกต้องและแม่นยำจะส่งผลให้พืชมีผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพสูงขึ้น ข้อดีสำหรับการปลูกพืชไร้ดิน คือ เกษตรกรสามารถปลูกพืชในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการปลูกพืชได้ซึ่งสามารถปลูกพืชได้ตลอดปี สามารถลดค่าใช้จ่ายในการเตรียมดินปลูกและลดภาระในการกำจัดวัชพืช นอกจากนี้พืชจะเจริญเติบโตเร็วและให้ผลผลิตที่มากกว่าการปลูกแบบธรรมดา ยิ่งไปกว่านั้นเกษตรกรยังสามารถใช้น้ำและธาตุอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผักที่นิยมปลูกแบบไร้ดินแบ่งเป็นหลายกลุ่ม ดังนี้ กลุ่มผักสลัดไฮโดรโปนิคส์ เช่น บัตเตอร์เฮด กรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค กรีนคอส เรดคอรอล เป็นต้น และกลุ่มผักสวนครัว เช่น ผักคะน้าผักบุ้งจีน กวางตุ้ง ผักกาดขาวโตโตเกี่ยวผักกาดฮ่องเต้ ผักโขม เป็นต้น

ปัจจัยที่ทำให้พืชเจริญเติบโตได้นั้นมีหลายปัจจัย เช่น แสง น้ำ ธาตุอาหาร อุณหภูมิ ความเป็นกรดต่าง ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งการปลูกพืชบนดินจะมีปัจจัยเหล่านี้ครบแต่ดินในแต่ละพื้นที่จะมีคุณสมบัติไม่แน่นอนทำให้ปัจจัยที่กล่าวมาสามารถเปลี่ยนแปลงได้ สำหรับการปลูกพืชไร้ดินนั้น พืชจะได้รับสารละลายที่มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งพืชสามารถดูดซึมไปใช้ได้ทันที เพราะมีการปรับค่าการนำไฟฟ้า และความเป็นกรดต่างให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมแล้ว สารละลายนี้เรียกว่า “สารละลายธาตุอาหารพืช” ที่เป็นการละลายมาจากปุ๋ยเคมีในน้ำ ส่วนการปลูกพืชโดยทั่วไปจะมีสารอาหารในน้ำและในดินผสมกันจะเรียกว่า “สารอาหารในดิน” รากของพืชจะสัมผัสกับสารละลายดังกล่าว เพื่อดูดเอาไปใช้ในการเจริญเติบโต

สำหรับการจัดการสารละลายในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ จำเป็นต้องมีการควบคุมค่าการนำไฟฟ้า(Electrical conductivity) และความเป็นกรดต่าง (pH) เพื่อให้พืชสามารถดูดซึมสารอาหารได้อย่างเหมาะสม ยิ่งไปกว่านั้น ยังต้องควบคุมอุณหภูมิและออกซิเจนในสารละลายธาตุอาหารอีกด้วย กรณีที่ค่าความเป็นกรดต่างสูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้เกิดตะกอน ซึ่งหากสารละลายมีความเป็นกรดมากสามารถปรับสมดุลได้

โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) เป็นต้น หากสารละลายมีความเป็นด่างมาก ใช้กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) กรดไนตริก (HNO_3) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) กรดอะซิติก (CH_3COOH) เป็นต้น

ในส่วนของการควบคุมค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายนั้น ต้องคำนึงถึงระยะการเติบโตของพืช โดยที่พืชอยู่ในระยะแรกของการปลูกจะมีความต้องการค่าการนำไฟฟ้าต่ำ และจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีความเจริญเติบโต ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะมีความต้องการด้านการนำไฟฟ้าต่างกัน เช่น ผักสลัดต้องการสารละลายธาตุอาหารที่มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง ๐.๕ – ๒.๐ นอกจากนี้ค่าการนำไฟฟ้าในสารละลายจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิสูงจะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้น ระบบที่ใช้ในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ มี ๕ ระบบ คือ

๑) NFT (Nutrient Film Technique) เป็นการปลูกแบบระบบให้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากพืช เป็นแผ่นบาง ๆ เหมือนแผ่นฟิล์ม ซึ่งจะไหลบนรางปลูกอย่างต่อเนื่อง

๒) NFLT (Nutrient Flow Technique) การปลูกแบบระบบให้สารละลายธาตุอาหารไหลผ่านรากพืชแบบแผ่นหนายาวต่อเนื่อง รากพืชจะได้รับออกซิเจนขณะน้ำไหลผ่าน

๓) DFT (Deep Flow Technique) เป็นระบบที่ปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลายลึกประมาณ ๑๕ เซนติเมตร – ๒๐ เซนติเมตร โดยจะมีการปลูกพืชบนแผ่นโฟมหรือวัสดุที่สามารถลอยน้ำได้ ซึ่งระบบนี้จะต้องใช้ปั๊มน้ำในการดูดสารละลายแบบหมุนเวียน เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจน

๔) DRFT (Dynamic Root Floating Technique) เป็นการปลูกพืชโดยให้รากแช่อยู่ในสารละลาย และให้อากาศไหลผ่านรากพืชที่ระดับความลึกประมาณ ๔ เซนติเมตร ซึ่งสารละลายจะไหลลงถึงบรรจุและจะไหลเวียนขึ้นมาที่ถาดปลูก ขณะที่สารละลายไหลเวียนขึ้นมาจะผ่านหัวพ่นอากาศ เพื่อใช้สำหรับเติมอากาศลงสารละลาย

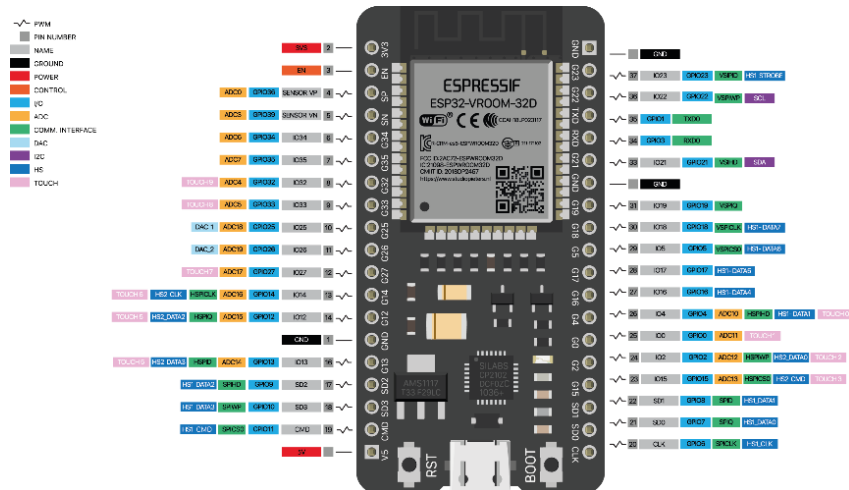
๕) FAD (Food and Drain) เป็นการปลูกพืชที่เป็นการผสมระหว่างระบบ NFT และระบบ DFT โดยให้สารละลายธาตุอาหารท่วมภาชนะปลูกและรากพืชอยู่ช่วงเวลาหนึ่ง จากนั้นจึงระบายออกตามช่วงเวลาสลับกันไปเรื่อย ๆ

๒.๒ ความรู้เกี่ยวกับ ESP๓๒

ESP๓๒ เป็นชื่อของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อ Wifi และ Bluetooth ๔.๒ BLE ในตัว ผลิตโดยบริษัท Espressif จากประเทศจีน ประกอบไปด้วย

๒.๒.๑ ส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ (Hardware)

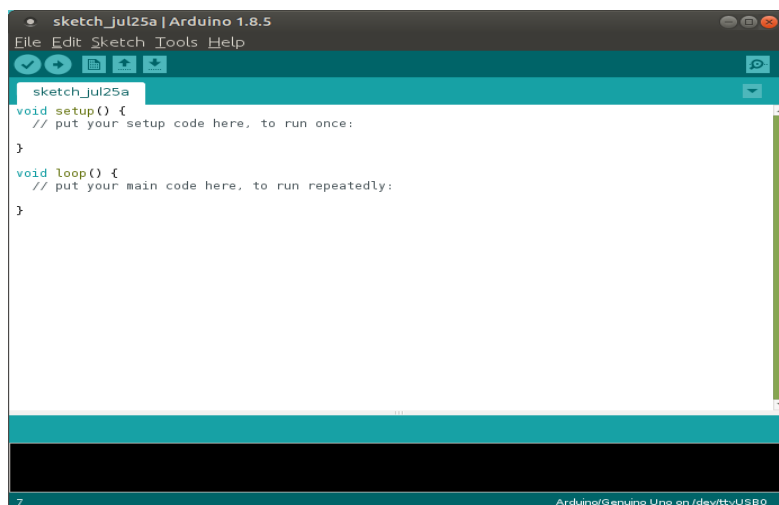
บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก ที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) เป็นชิ้นส่วนหลัก ถูกนำมาประกอบร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน หรือที่เรียกกันว่า ESP๓๒ โดย ESP๓๒ ที่ผลิตโดย IntoRobot มีอยู่ ๒ รุ่นคู่กัน คือรุ่น W๓๒ และ W๓๓ ข้อแตกต่างของทั้ง ๒ รุ่น คือรุ่น W๓๒ จะใช้เสาอากาศแบบ PCB ส่วนรุ่น W๓๓ จะมีเสาแบบเซรามิกเป็นเสาหลักในการรับสัญญาณ และสามารถเปลี่ยนไปใช้คอนเนคเตอร์แบบ IPEX สำหรับต่อเสาเพิ่มเติมภายนอกได้ ตำแหน่งขาและขนาด จะมีความแตกต่างจากโมดูลทุกรุ่นที่กล่าว



รูปภาพที่ ๒.๑ ESP๓๒ Module

๒.๒.๒ ส่วนที่เป็นซอฟต์แวร์ (Software)

ภาษา Arduino คือ ภาษา C/C++ ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมควบคุม MCU Arduino IDE เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Arduino, คอมไพเลอร์โปรแกรม (Compile) และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด (Upload)

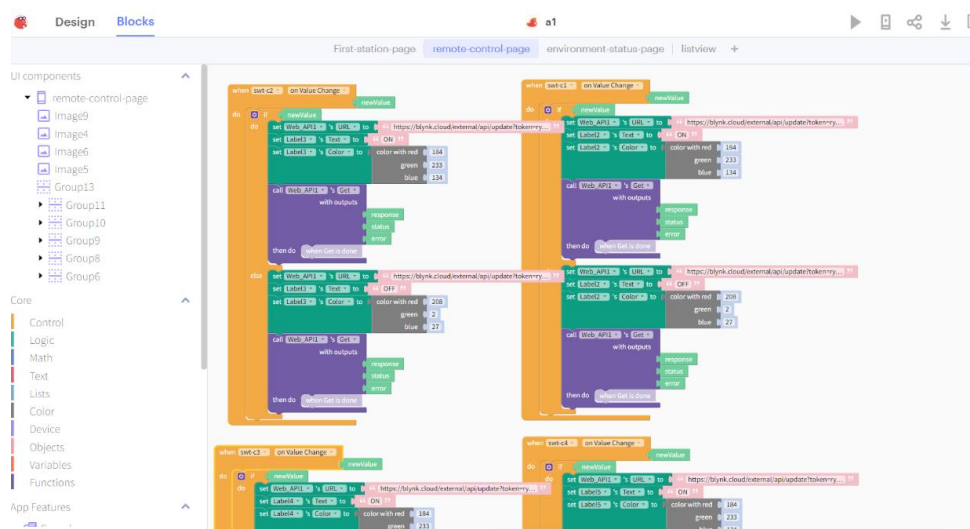


รูปภาพที่ ๒.๒ ตัวอย่างโปรแกรม Arduino

๒.๓ ความรู้เกี่ยวกับ Thunkable

๒.๓.๑ ความรู้เกี่ยวกับ Thunkable

Thunkable เป็นเครื่องมือสร้างโมบายแอปพลิเคชัน เพื่อติดตั้งบนสมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android, iOS โดยเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างนั้นนอกจากเครื่องมือพื้นฐานแล้ว ยังมีการเชื่อมต่อไปยังผลิตภัณฑ์จาก Google , Twitter และ Microsoft Thunkable คือเว็บไซต์ที่ให้เราสามารถสร้างโมบายแอปพลิเคชันสวย ๆ ใช้งานได้ และมีประโยชน์ตามแนวคิด “Thunkable enables anyone to create beautiful and powerful mobile apps”



รูปภาพที่ ๒.๓ Thunkable

๒.๓.๒ สิ่งที่ต้องเตรียมพร้อมสำหรับการใช้งาน Thunkable

๑. เตรียม Computer หรือ Notebook ให้พร้อมก่อนเข้าใช้งาน Thunkable
๒. เตรียมระบบปฏิบัติการ (Windows) Windows XP, Vista, ๗, ๘, ๑๐, Mac OS, Ubuntu
๓. เตรียมบราวเซอร์ Chrome ๔.๐ หรือใหม่กว่า Mozilla Firefox ๓.๖ หรือใหม่กว่า
๔. อุปกรณ์โมบายพร้อมติดตั้งแอป Thunkable โดยสามารถค้นหาแอป Thunkable ได้จาก Play Stores และติดตั้งได้ทันที
๕. เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
๖. มี Google Account หรือ Gmail

๒.๔ เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน Smart hydroponic

๒.๔.๑ ด้าน Software

๑. ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

แอนดรอยด์ (Android) คือ ระบบปฏิบัติการแบบเปิดเผยแพร่ต้นฉบับ (Open Source) โดยบริษัท กูเกิล (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีหลากหลายระดับ หลากราคา รวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอ และความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกได้ตามต้องการ และหากมองในทิศทางสำหรับนักพัฒนาโปรแกรม (Programmer) แล้วนั้น การพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ไม่ใช่เรื่องที่ยาก เพราะมีข้อมูลในการพัฒนารวมทั้ง Android SDK (Software Development Kit) เตรียมไว้ให้กับนักพัฒนาได้เรียนรู้ และเมื่อนักพัฒนาต้องการจะเผยแพร่หรือจำหน่ายโปรแกรมที่พัฒนาแล้ว สำหรับ Android SDK จะยึดโครงสร้างของภาษาจาวา (Java language) ในการเขียนโปรแกรม เพราะโปรแกรมที่พัฒนามาได้ จะต้องทำงานอยู่ภายใต้ Dalvik Virtual Machine เช่นเดียวกับโปรแกรมจาวา ที่ต้อง

๒. Module รีเลย์ relay ๔ Channel ๒๕๐V/๑๐A Active HIGH II

บอร์ดรีเลย์ ๕ โวลต์ แบบแยกอิสระ ๔ ช่อง พร้อมไฟ LED แสดงผลการทำงาน ช่องต่อแบบ terminal สามารถต่อสายไฟได้สะดวก โมดูลนี้สามารถทำงานได้ทั้ง ๒ แบบ คือ Active High เซตจัมเปอร์ขากลางไว้ที่ H โดยเมื่อป้อนไฟ ๓-๕V หรือสัญญาณ ๑ ที่ขา IN๑-IN๔ บอร์ดรีเลย์จะทำงาน Active Low เซตจัมเปอร์ขากลางไว้ที่ L โดยเมื่อป้อนไฟ ๐V หรือสัญญาณ ๐ บอร์ดจะทำงาน



รูปภาพที่ ๒.๖ Module รีเลย์ relay ๔ Channel

๓. DHT๒๒ Module

การทำงาน DHT๒๒ ถ้าต้องการความถูกต้องแม่นยำในการวัดอุณหภูมิและความชื้น แนะนำตัวนี้เลย DHT๒๒ High Accuracy Digital Temperature and Humidity Sensor DHT๒๒ ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้น ออกแบบมาให้วัดได้แม่นยำกว่ารุ่น DHT๑๑ ใช้งานสามารถนำ DHT๒๒ ไปเปลี่ยนแทน DHT๑๑ ได้เลยเพราะโค้ด Arduino DHT๒๒ เขียนเหมือนกัน



รูปภาพที่ ๒.๗ DHT๒๒ Module

๔. PH Sensor Module with Probe E-๒๐๑-C + Arduino module

ใช้วัดค่า pH ของน้ำมาพร้อมกับ Probe วัด (มีผง KCL สำหรับผสมน้ำสำหรับรักษาหัวโพรบในขวดขาว ควรถอดใช้อย่างระมัดระวัง) วัดความเป็นกรด-เบส ของสารละลายวัดได้ในช่วง ๐-๑๔ pH โดยให้ค่าออกมาเป็น Analog ๐-๑๐๒๔ mA สามารถเชื่อมต่อกับ Arduino ได้



รูปภาพที่ ๒.๘ PH Sensor Module with Probe E-๒๐๑-C + Arduino module

๒.๕ โครงการที่เกี่ยวข้อง

๒.๕.๑ ระบบปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์

โครงการระบบปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ เป็นโครงการที่ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมของราก เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารของพืช และแสดงถึงระบบการทำงานของระบบปรับความชื้น โดยจะอาศัยเซ็นเซอร์วัดความชื้นและมีคอนโทรลเลอร์ เป็นตัวสั่งการให้พัดระบายอากาศ และปั๊มพ่นหมอกทำงานเพื่อควบคุมความชื้น และการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิ โดยมีเซ็นเซอร์รับค่าอุณหภูมิ จากนั้นจะส่งให้คอนโทรลเลอร์ แล้วคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้พัดลมระบายหรือดูดอากาศ เพื่อปรับอุณหภูมิให้เหมาะสม การทำงานของระบบควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย โดยมี pH เซ็นเซอร์รับค่าความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย จากนั้นจะส่งข้อมูลให้คอนโทรลเลอร์แล้วคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้ปั๊มสารละลายทำงานเพื่อควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลายให้เหมาะสมกับพืช

๒.๕.๒ ลักษณะการทำงานที่คล้ายกัน

- ใช้ Arduino Uno R๓ และ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นบอร์ดควบคุมและตัวสั่งการทำงานของอุปกรณ์

บทที่ ๓

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

โครงการ Smart hydroponic มีวิธีการดำเนินงานตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ๑) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน
- ๒) การออกแบบระบบควบคุมการทำงานของ Smart hydroponic
- ๓) การออกแบบ Smart hydroponic Application

๓.๑ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

๓.๑.๑ ด้านซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา (Software)

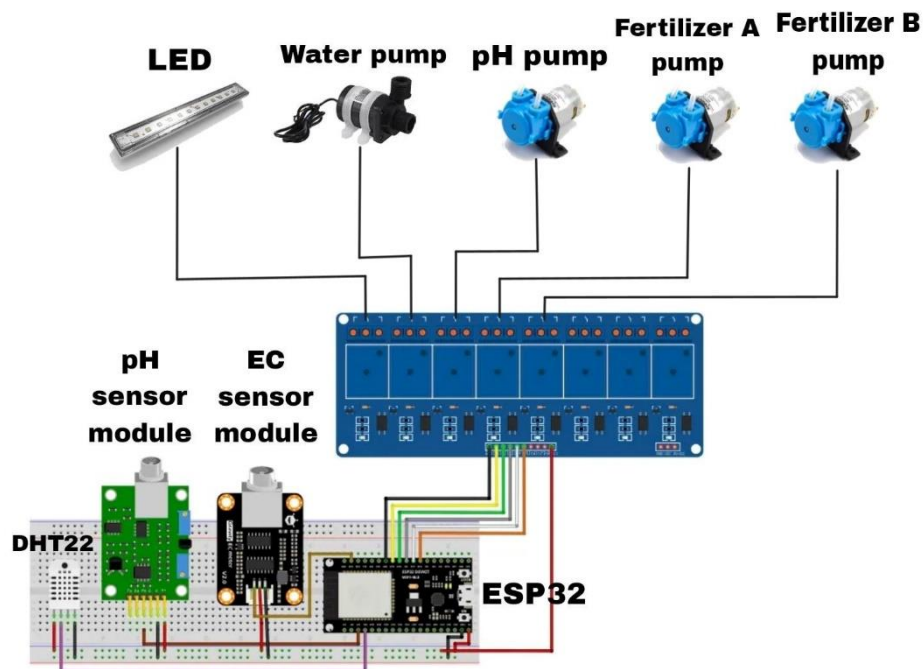
๑. Thunkable
๒. Arduino IDE

๓.๑.๒ ด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware)

๑. ESP๓๒
๒. DHT๒๒ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น
๓. E-๒๐๑-C PH Sensor เซ็นเซอร์วัดค่า PH
๔. EC sensor เซ็นเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ

๓.๒ การออกแบบระบบควบคุมการทำงานของ Smart hydroponic

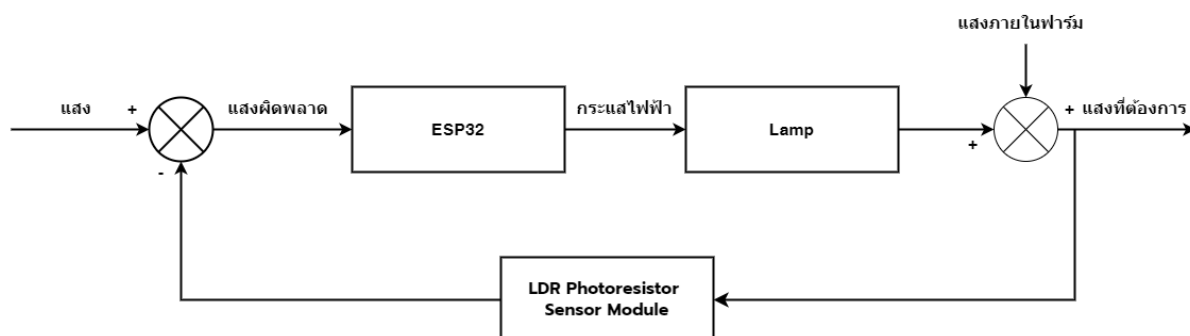
๓.๒.๑ การออกแบบระบบ Smart hydroponic



รูปภาพที่ ๓.๑ การออกแบบวงจรและอุปกรณ์ Smart hydroponic

๓.๒.๒ การออกแบบระบบเปิดปิดไฟด้วย Smart hydroponic

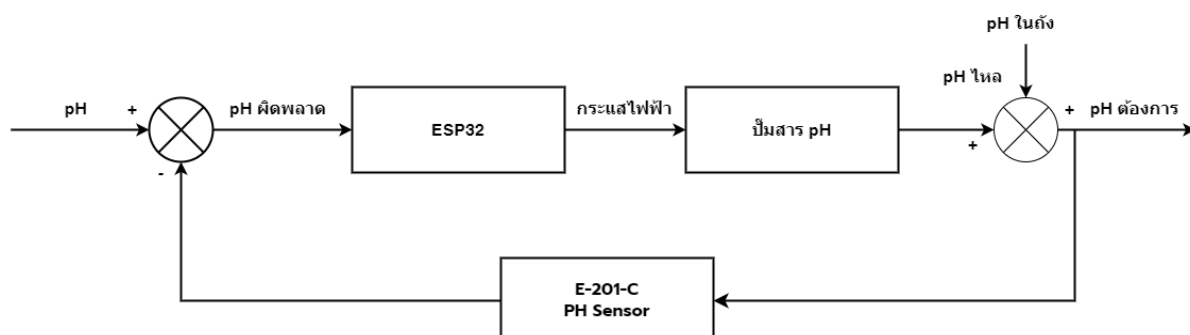
พืชทั่วไปต้องการความเข้มแสง ๔,๐๐๐ ลักซ์ (ลูเมน/ตารางเมตร) เมื่อแสงมีค่าน้อยกว่า ๔,๐๐๐ ลักซ์ จะส่งสัญญาณไปยัง ESP๓๒ เพื่อควบคุมการเปิดไฟ



รูปภาพที่ ๓.๒ บล็อกไดอะแกรมของการควบคุมการเปิดปิดไฟ

๓.๒.๓ การออกแบบระบบควบคุม pH

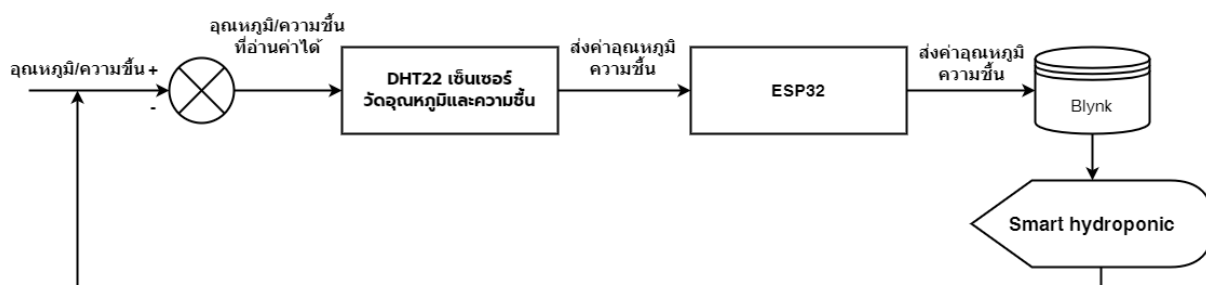
เป็นการทำงานของระบบควบคุม กรด-ด่าง ของ pH ในถังไฮโดรโปนิคส์ โดยจะมี pH เซ็นเซอร์รับค่าความเป็นกรด - ด่าง จากนั้นจะส่งไปยังคอนโทรลเลอร์ ESP๓๒ เพื่อสั่งงานให้ปั๊มสารละลายทำงาน เพื่อควบคุมความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลายให้เหมาะสมต่อการปลูกพืช



รูปภาพที่ ๓.๓ บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุม pH

๓.๒.๔ การออกแบบระบบแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น

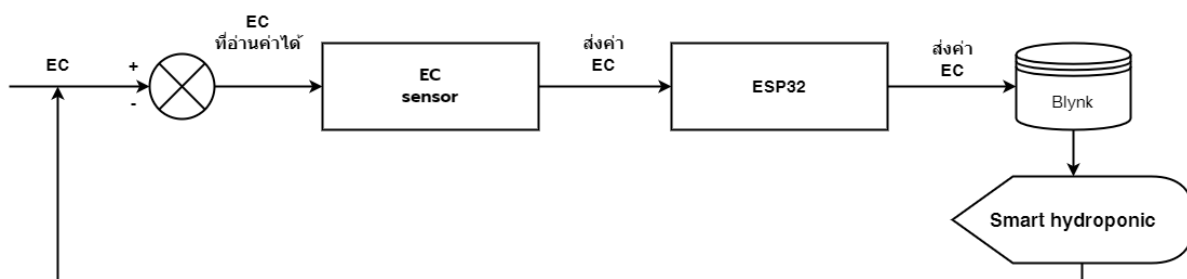
การทำงานของระบบแสดงผลอุณหภูมิและความชื้นในการปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ โดยจะมี DHT๒๒ รับค่าอุณหภูมิส่งไปยัง ESP๓๒ เพื่อส่งค่าไปยัง Blynk และแสดงผลบนแอปพลิเคชัน Smart hydroponic



รูปภาพที่ ๓.๔ บล็อกไดอะแกรมของระบบแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น

๓.๒.๕ การออกแบบระบบแสดงผลค่าความนำไฟฟ้าของสารละลาย (EC)

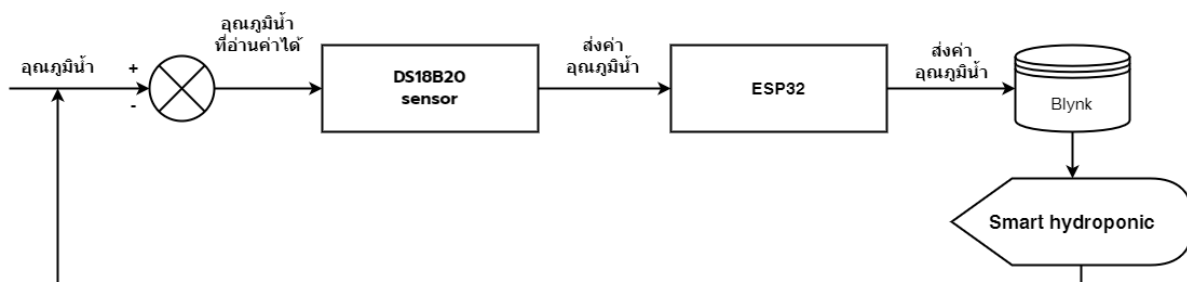
การทำงานของระบบแสดงผลค่าความนำไฟฟ้าของสารละลาย (EC) ในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ โดยจะมี EC sensor รับค่า EC ส่งไปยัง ESP๓๒ เพื่อส่งค่าไปยัง Blynk และแสดงผลบนแอปพลิเคชัน Smart hydroponic



รูปภาพที่ ๓.๕ บล็อกไดอะแกรมของระบบแสดงผลค่าความนำไฟฟ้าของสารละลาย (EC)

๓.๒.๖ การออกแบบระบบแสดงผลอุณหภูมิของน้ำ

การทำงานของระบบแสดงผลค่าอุณหภูมิของน้ำในการปลูกผักไฮโดรโปนิกส์ โดยจะมี EC sensor รับค่าอุณหภูมิของน้ำ ส่งไปยัง ESP๓๒ เพื่อส่งค่าไปยัง Blynk และแสดงผลบนแอปพลิเคชัน Smart hydroponic



รูปภาพที่ ๓.๖ บล็อกไดอะแกรมของระบบแสดงผลอุณหภูมิของน้ำ

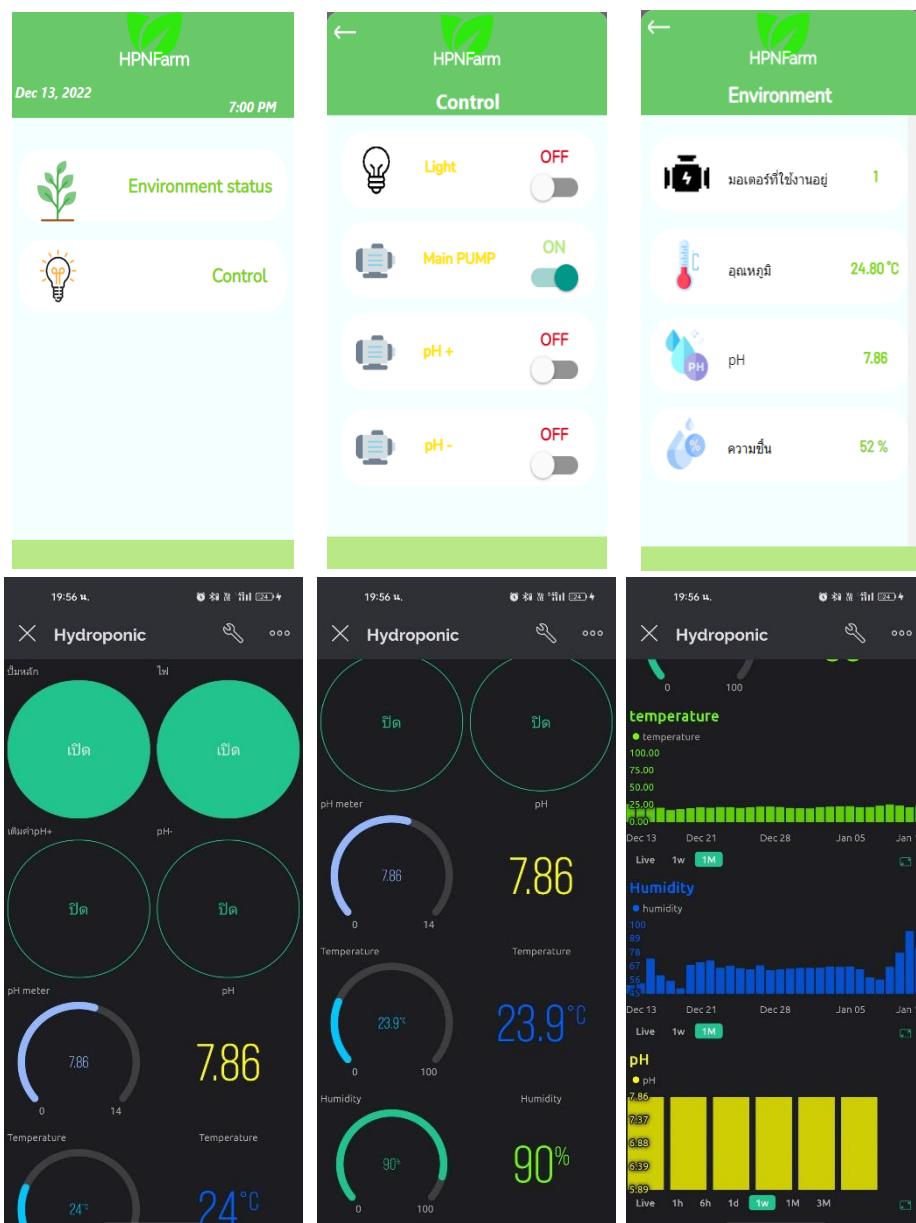
บทที่ ๔

ผลการดำเนินงาน

๔.๑ ผลการดำเนินงาน

๔.๑.๑ ผลการทำงานของแอปพลิเคชัน Smart hydroponic

แอปพลิเคชัน Smart hydroponic สามารถควบคุมการทำงานของปั้มน้ำและแสงอัตโนมัติได้ สามารถตรวจสอบและแสดงค่า pH ของน้ำได้ สามารถแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในฟาร์มได้ เมื่อค่า pH ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ จะทำการเติมสารละลายเพื่อปรับค่า pH โดยผู้ใช้งานต้องทำการเชื่อมต่อกับ Wi-Fi ของ ESP๓๒ แล้วเข้าสู่แอปพลิเคชัน Smart hydroponic ก่อนใช้



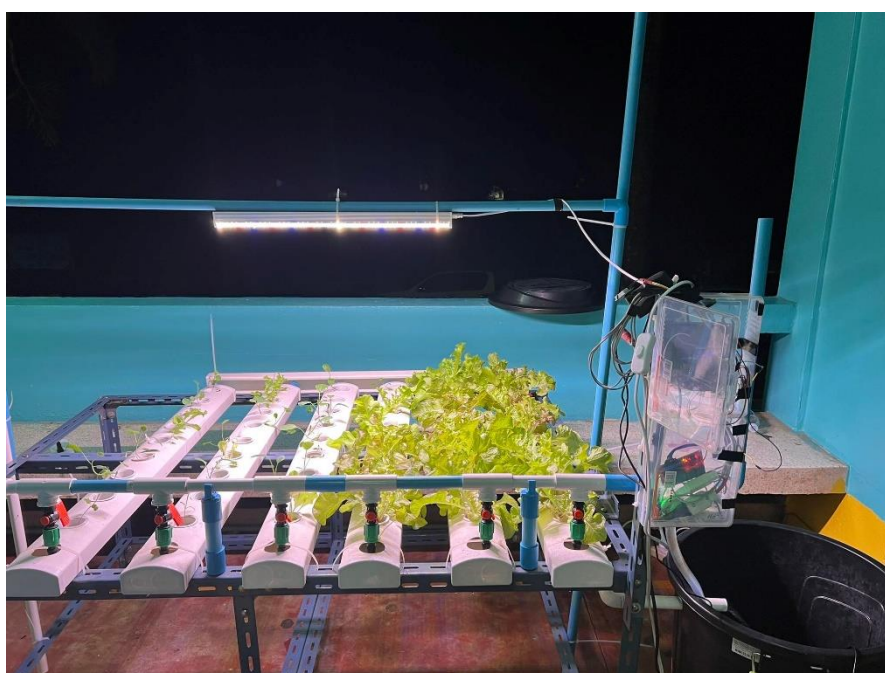
รูปภาพที่ ๔.๑ แอปพลิเคชัน Smart hydroponic

๔.๑.๒ ผลการทำงานของ ระบบ Smart hydroponic

จากการบันทึกข้อมูลของแอปพลิเคชัน Smart hydroponic ตั้งแต่วันที่ ๑๓ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๖๕ ถึง วันที่ ๑๒ มกราคม พ.ศ.๒๕๖๖ เป็นระยะเวลา ๓๐ วัน ทำงานโดยไม่มีการปิดระบบ พบว่า ผลการทำงานของ ระบบ Smart hydroponic สามารถใช้งานในการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ได้จริง ระบบสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ พืชที่ปลูกด้วยระบบ Smart hydroponic สามารถเจริญเติบโตได้



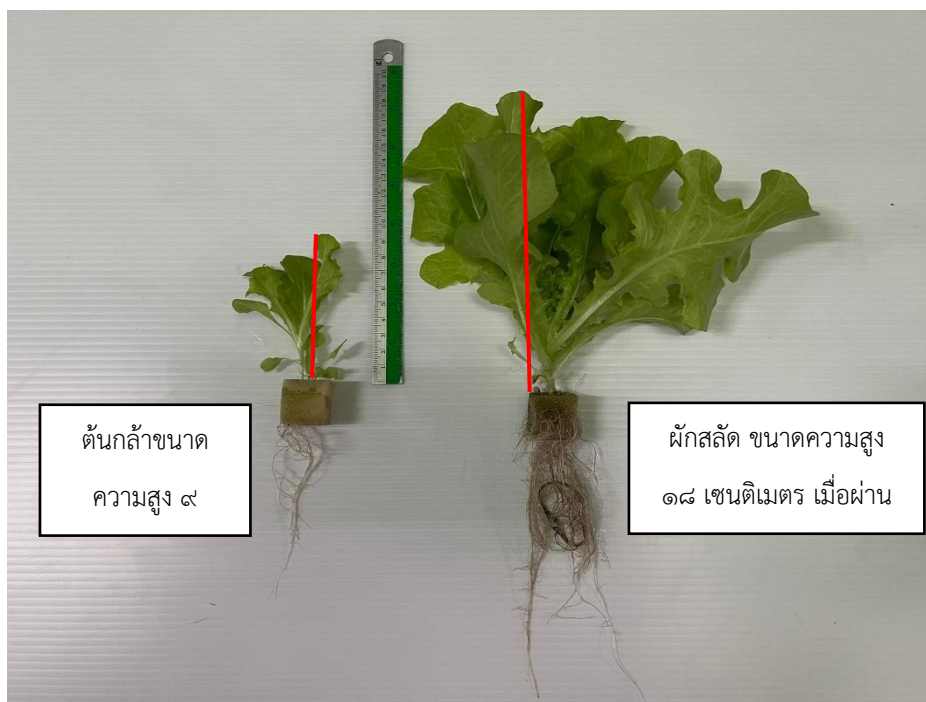
รูปภาพที่ ๔.๒ ผลการทำงานของระบบ Smart hydroponic ช่วงกลางวัน



รูปภาพที่ ๔.๓ ผลการทำงานของระบบ Smart hydroponic ช่วงกลางคืน

๔.๑.๓ ผลการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบ Smart hydroponic

จากการทดลองปลูกผักสลัดด้วยระบบ Smart hydroponic ตั้งแต่วันที่ ๑๓ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๖๕ ถึงวันที่ ๑๒ มกราคม พ.ศ.๒๕๖๖ เป็นระยะเวลา ๓๐ วัน ด้วยการนำต้นกล้าที่มีขนาด ๔-๕ เซนติเมตร ลงปลูกในรางของระบบ Smart hydroponic แบบ NFT รากแช่น้ำไหลผ่าน พบว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไป ๓๐ วัน ผักสลัดทดลองปลูกมีการเจริญเติบโต โดยวัดความสูงเพิ่มเป็น ๑๘ เซนติเมตร สามารถนำไปรับประทานได้



รูปภาพที่ ๔.๔ ผลการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบ Smart hydroponic

๔.๒ ผลการวัดค่า EC ในน้ำ

ตารางที่ ๒ ตารางแสดงผลการวัดค่า EC ในน้ำ

วัน/เดือน/ปี	เวลา	ค่า EC (S/m)	สถานะ	การทำงาน
๓ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๔	เปิด	ทำงาน
๔ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๔	เปิด	ทำงาน
๕ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๖	เปิด	ทำงาน
๖ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๕	เปิด	ทำงาน
๗ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๖	เปิด	ทำงาน
๘ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๘	เปิด	ทำงาน
๙ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๘	เปิด	ทำงาน
๑๐ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๕	เปิด	ทำงาน
๑๑ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๓	เปิด	ทำงาน

สรุปผลการทดสอบค่า EC ในน้ำ

ผลการทดสอบค่า EC ในน้ำ เริ่มต้นที่เวลา ๐๙.๐๐-๑๖.๐๐ ใช้เวลาในการเก็บสถิติ ๙ วัน จากการเก็บสถิติ พบว่า ค่า EC เฉลี่ยอยู่ที่ ๑.๕๔ ซึ่งเหมาะสมต่อการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ ค่า EC มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลง ประมาณ ๐.๑-๐.๕ ในช่วงเวลาที่เก็บสถิติ โดยสรุปได้ว่าค่า EC จะเพิ่มหรือลดเล็กน้อยแค่นั้น ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวัน

๔.๓ ผลการวัดค่า pH ในน้ำ

ตารางที่ ๓ ตารางแสดงผลการวัดค่า pH ในน้ำ

วัน/เดือน/ปี	เวลา	ค่าpH	สถานะ	การทำงาน
๓ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๗.๘๖	เปิด	ทำงาน
๔ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๗.๘๘	เปิด	ทำงาน
๕ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๖.๙๓	เปิด	ทำงาน
๖ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๖.๙๕	เปิด	ทำงาน
๗ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๖.๙๖	เปิด	ทำงาน
๘ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๖.๙๘	เปิด	ทำงาน
๙ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๖.๙๘	เปิด	ทำงาน
๑๐ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๖.๙๔	เปิด	ทำงาน
๑๑ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๖.๙๑	เปิด	ทำงาน

สรุปผลการทดสอบค่า pH ในน้ำ

ผลการทดสอบค่า pH ในน้ำ เริ่มต้นที่เวลา ๐๙.๐๐-๑๖.๐๐ ใช้เวลาในการเก็บสถิติ ๙ วัน จากการเก็บสถิติ พบว่าค่า pH เฉลี่ยอยู่ที่ ๗.๑๕ ซึ่งเหมาะสมต่อการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ ค่า pH ในน้ำเพิ่มขึ้นหรือลดลง ประมาณ ๐.๑-๐.๓ ในช่วงเวลาที่เก็บ

๔.๔ ผลการทดสอบค่า Humidity ในการอากาศ

ตารางที่ ๔ ตารางแสดงผลการทดสอบค่า Humidity

วัน/เดือน/ปี	เวลา	Humidity (%)	สถานะ	การทำงาน
๓ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๖๗	เปิด	ทำงาน
๔ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๖๖	เปิด	ทำงาน
๕ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๖๕	เปิด	ทำงาน
๖ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๖๓	เปิด	ทำงาน
๗ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๕๖	เปิด	ทำงาน
๘ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๕๐	เปิด	ทำงาน
๙ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๗๐	เปิด	ทำงาน

ตารางที่ ๔ ตารางแสดงผลการทดสอบค่า Humidity (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี	เวลา	Humidity (%)	สถานะ	การทำงาน
๑๐ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๘๐	เปิด	ทำงาน
๑๑ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๙๕	เปิด	ทำงาน

สรุปผลการทดสอบค่า Humidity ในอากาศ

ผลการทดสอบค่า Humidity ในอากาศ เริ่มต้นที่เวลา ๐๙.๐๐-๑๖.๐๐ ใช้เวลาในการเก็บสถิติ ๙ วัน จากการเก็บสถิติ พบว่าค่า Humidity เฉลี่ยอยู่ที่ ๖๘.๐๐ ซึ่งเหมาะสมต่อการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ ค่า Humidity ในอากาศจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวัน

๔.๕ ผลการทดสอบค่า temperature ในอากาศ

ตารางที่ ๕ ตารางแสดงผลการทดสอบค่า temperature ในอากาศ

วัน/เดือน/ปี	เวลา	Temperature (°C)	สถานะ	การทำงาน
๓ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๒๘	เปิด	ทำงาน
๔ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๒๙	เปิด	ทำงาน
๕ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๓๐	เปิด	ทำงาน
๖ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๒๕	เปิด	ทำงาน
๗ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๒๓	เปิด	ทำงาน
๘ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๒๗	เปิด	ทำงาน
๙ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๒๕	เปิด	ทำงาน
๑๐ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๒๓	เปิด	ทำงาน
๑๑ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑๘	เปิด	ทำงาน

สรุปผลการทดสอบค่า temperature ในอากาศ

ผลการทดสอบค่า temperature ในอากาศ เริ่มต้นที่เวลา ๐๙.๐๐-๑๖.๐๐ ใช้เวลาในการเก็บสถิติ ๙ วัน จากการเก็บสถิติ พบว่าค่า temperature เฉลี่ยอยู่ที่ ๒๕.๓๓ ซึ่งเหมาะสมต่อการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ ค่า temperature ในอากาศจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวัน

บทที่ ๕

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

๕.๑ สรุปผลการดำเนินงาน

การจัดทำโครงงาน Smart hydroponic มีวัตถุประสงค์ ๑) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชัน Smart hydroponic ควบคุมการทำงานของระบบ ๒) เพื่อทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน Smart hydroponic ผลจากการศึกษาพบว่า แอปพลิเคชัน Smart hydroponic สามารถควบคุมการทำงานของปั้มน้ำและแสงอัตโนมัติได้ สามารถตรวจสอบและแสดงค่า pH ของน้ำได้ สามารถแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในฟาร์มได้ เมื่อค่า pH ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ จะทำการเติมสารละลายเพื่อปรับค่า pH ผลการทดสอบค่า EC ในน้ำ พบว่า ค่า EC เฉลี่ยอยู่ที่ ๑.๕๔ ซึ่งเหมาะสมต่อการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ ค่า EC มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลง ประมาณ ๐.๑-๐.๕ ในช่วงเวลาที่เก็บสถิติ โดยสรุปได้ว่าค่า EC จะเพิ่มหรือลดเล็กน้อยแค่นั้น ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวัน ค่า pH เฉลี่ยอยู่ที่ ๗.๑๕ ซึ่งเหมาะสมต่อการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ ค่า pH ในน้ำ เพิ่มขึ้นหรือลดลง ประมาณ ๐.๑-๐.๓ ในช่วงเวลาที่เก็บ ค่า Humidity เฉลี่ยอยู่ที่ ๖๘.๐๐ ซึ่งเหมาะสมต่อการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ ค่า Humidity ในอากาศจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวัน ค่า temperature เฉลี่ยอยู่ที่ ๒๕.๓๓ ซึ่งเหมาะสมต่อการปลูกพืชไฮโดรโปนิคส์ ค่า temperature ในอากาศจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวัน

๕.๒ ปัญหาและอุปสรรค

การสร้างแอปพลิเคชัน Smart hydroponic มีปัญหา และอุปสรรคสรุปได้ดังนี้

๕.๒.๑ การออกแบบลายวงจรพิมพ์ควรกำหนดตำแหน่งการวางอุปกรณ์ให้เหมาะสม

๕.๒.๒ การออกแบบโครงสร้างและรูปร่างให้มีขนาดที่เหมาะสมและสวยงาม

๕.๒.๓ ราคาอุปกรณ์ค่อนข้างราคาสูง

๕.๒.๔ การศึกษาเกี่ยวกับการใช้ ESP๓๒ ค่อนข้างใช้เวลานาน

๕.๒.๕ การเขียน code ให้ระบบทำงานค่อนข้างใช้เวลานาน

๕.๒.๖ การต่อวงจรต้องมีความรู้และความเชี่ยวชาญในการทำ

๕.๒.๗ การสร้างแอปพลิเคชันค่อนข้างยากและต้องเชื่อม ESP๓๒

๕.๒.๘ ต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับอุปกรณ์ Electronic

๕.๓ แนวทางการแก้ไข

๕.๓.๑ ศึกษาขั้นตอนการต่อวงจรไฟฟ้าให้ละเอียด

๕.๓.๒ ศึกษาขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือให้ละเอียด

๕.๓.๓ ศึกษาการ Coding Program ให้เข้าใจ

๕.๓.๔ วางแผนและออกแบบโครงสร้างให้มีขนาดที่เหมาะสม

๕.๔ ข้อเสนอแนะ

๕.๔.๑ การต่อวงจรควรทำให้ถูกต้องครบถ้วน เพราะถ้าหากต่อผิดพลาดอาจทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ได้

๕.๔.๒ หากเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยควรปติดต่อผู้จัดทำเพื่อสอบถามเพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดในการทำงานและเพื่อเรียนรู้วิธีใช้งานที่ถูกต้อง

๕.๕ แนวทางในการนำไปพัฒนาต่อ

๕.๕.๑ สามารถนำเอารูปแบบวงจรและการสร้าง Application ไปประยุกต์ใช้กับงานอื่น ๆ ได้

๕.๕.๒ พัฒนาระบบให้สามารถใช้กับอุตสาหกรรมการเกษตรขนาดใหญ่ได้

บรรณานุกรม

“ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องไฟฟ้า”. [ออนไลน์]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก<http://homepage.eng.psu.ac.th/adm/akarn/electric-basic.htm> (วันที่ค้นข้อมูล: ๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๕).

“ความรู้เกี่ยวกับ ESP๓๒”. [ออนไลน์]. <https://www.arduitronics.com/article/๑/เริ่มต้นใช้งาน-ESP๓๒-ตอนที่๑-แนะนำตัวกันก่อน> (วันที่ค้นข้อมูล: ๒๙ ตุลาคม ๒๕๖๕).

ชลัษฏพร เหมะรัชตะ และคณะ. **การค้นคว้าและเขียนรายงาน**. พิมพ์ครั้งที่ ๓. ภาควิชาบรรณารักษศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๔๒.

“บทที่ ๓ - เริ่มใช้ Thunkable สร้างแอปแรก”. [ออนไลน์]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก <https://www.youtube.com/watch?v=P๙t-๔FSfTXE> (วันที่ค้นข้อมูล: ๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๕).

“บทที่ ๔ - เรียนรู้เกี่ยวกับ figma (คลิปที่ ๒)”. [ออนไลน์]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก <https://www.youtube.com/watch?v=Zck๗Lsfhzow> (วันที่ค้นข้อมูล: ๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๕).

บรรณารักษศาสตร์, ภาควิชามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. **สารนิเทศกับการศึกษา**
ค้นคว้า. พิมพ์ครั้งที่ ๓. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์นการพิมพ์, ๒๕๓๘.

“สอนใช้งาน NodeMCU ESP๓๒”. [ออนไลน์]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก<https://www.cybertice.com/article/๒๒๖/สอนใช้งาน-ESP๓๒-เริ่มต้นใช้งาน-ติดตั้งโปรแกรมเบื้องต้น-ESP๓๒>. (วันที่ค้นข้อมูล: ๕ พฤศจิกายน ๒๕๖๕).

“สร้างappมือถือง่ายๆด้วยai๒”. [ออนไลน์]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก<https://www.youtube.com/watch?v=A๘๕gcuGd๖CE>. (วันที่ค้นข้อมูล: ๗ พฤศจิกายน ๒๕๖๕).

“Thunkable สำหรับมือใหม่”. [ออนไลน์]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก <http://ai๒startup.blogspot.com/> (วันที่ค้นข้อมูล: ๗ พฤศจิกายน ๒๕๖๕).

“Thunkable แนะนำการใช้งานเบื้องต้น สร้างAppติดตั้งในมือถือ ๑๖ นาที”. [ออนไลน์]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก<https://www.youtube.com/watch?v=m๓WCAEIJJaZc>. (วันที่ค้นข้อมูล: ๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๕).

ภาคผนวก

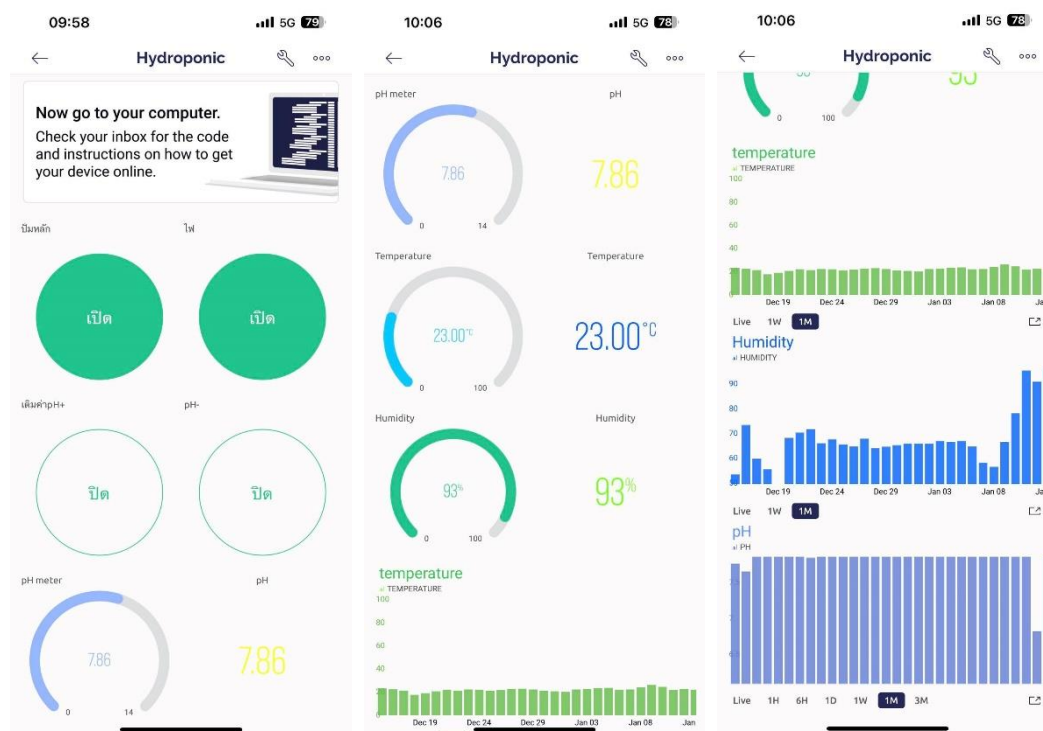
๑. ผลการบันทึกการทดลองปลูกผักสลัด

ตารางภาคนวกที่ ๑ บันทึกการทดลองปลูกผักสลัด ตั้งแต่ ๑๓ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๖๕ ถึง ๑๒ มกราคม พ.ศ.๒๕๖๖

วัน/เดือน/ปี	ระบบ Smart hydroponic					สถานะการ	การทำงาน
	เวลา	ค่า EC (S/m)	pH	Humidity (%)	Temperature (°C)		
๒๕ ธันวาคม ๒๕๖๕	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๙	๖.๘๖	๖๙	๒๓	เปิด	ทำงาน
๒๖ ธันวาคม ๒๕๖๕	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๖	๖.๘๘	๖๗	๒๕	เปิด	ทำงาน
๒๗ ธันวาคม ๒๕๖๕	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๕	๖.๗๐	๗๒	๒๗	เปิด	ทำงาน
๒๘ ธันวาคม ๒๕๖๕	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๓	๖.๘๕	๖๕	๓๐	เปิด	ทำงาน
๒๙ ธันวาคม ๒๕๖๕	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๒.๓	๖.๘๕	๖๘	๓๐	เปิด	ทำงาน
๓๐ ธันวาคม ๒๕๖๕	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๒.๑	๖.๘๓	๗๐	๒๗	เปิด	ทำงาน
๓๑ ธันวาคม ๒๕๖๕	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๙	๖.๘๑	๗๑	๒๕	เปิด	ทำงาน
๑ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๗	๖.๘๓	๖๙	๒๒	เปิด	ทำงาน
๒ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๔	๗.๘๕	๖๖	๒๗	เปิด	ทำงาน
๓ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๔	๗.๘๖	๖๗	๒๘	เปิด	ทำงาน
๔ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๖	๗.๘๘	๖๖	๒๙	เปิด	ทำงาน
๕ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๕	๖.๙๓	๖๕	๓๐	เปิด	ทำงาน
๖ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๖	๖.๙5	๖๓	๒๕	เปิด	ทำงาน
๗ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๘	๖.๙๖	๕๖	๒๓	เปิด	ทำงาน
๘ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๘	๖.๙๘	๕๐	๒๗	เปิด	ทำงาน
๙ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๕	๖.๙๘	๗๐	๒๕	เปิด	ทำงาน
๑๐ มกราคม ๒๕๖๖	๐๙.๐๐-๑๖.๐๐	๑.๓	๖.๙๔	๘๐	๒๓	เปิด	ทำงาน

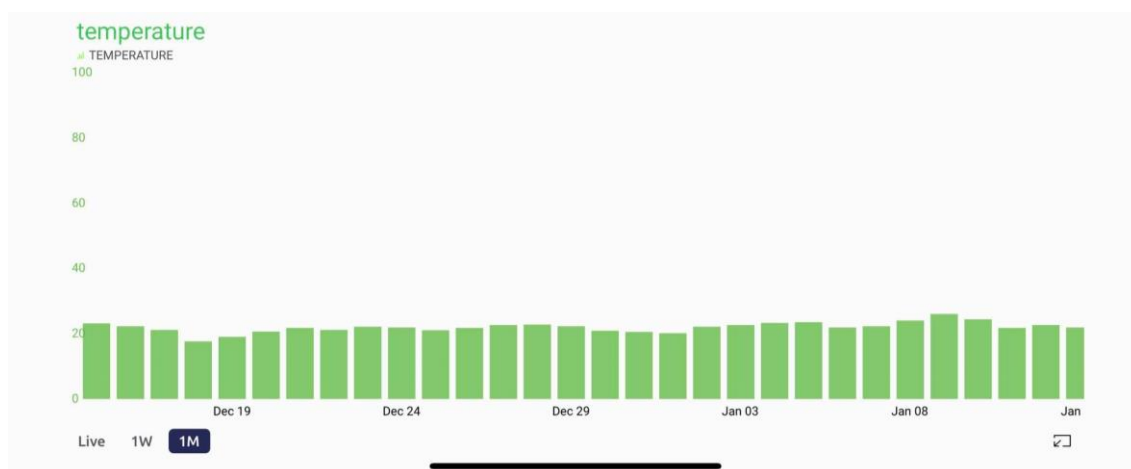
๒. ผลการทำงานของแอปพลิเคชัน Smart hydroponic

แอปพลิเคชัน Smart hydroponic สามารถควบคุมการทำงานของปั้มน้ำและแสงอัตโนมัติได้ สามารถตรวจสอบและแสดงค่า pH ของน้ำได้ สามารถแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในฟาร์มได้ เมื่อค่า pH ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ จะทำการเติมสารละลายเพื่อปรับค่า pH โดยผู้ใช้ต้องทำการเชื่อมต่อกับ Wi-Fi ของ ESP๓๒ แล้วเข้าสู่แอปพลิเคชัน Smart hydroponic ก่อนใช้



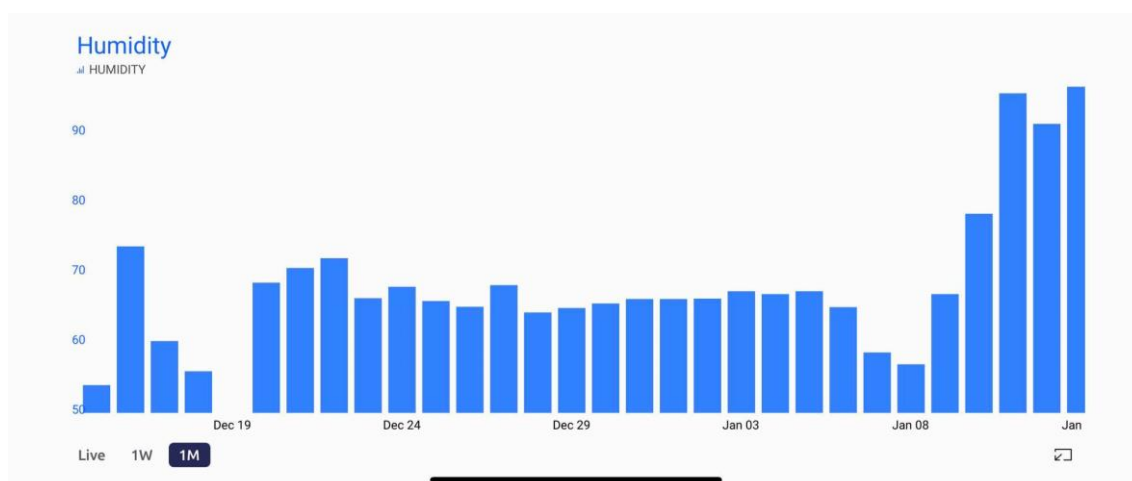
รูปภาพภาคผนวกที่ ๑ การทำงานของแอปพลิเคชัน Smart hydroponic

๓. การแสดงผลการบันทึกค่าอุณหภูมิในอากาศ



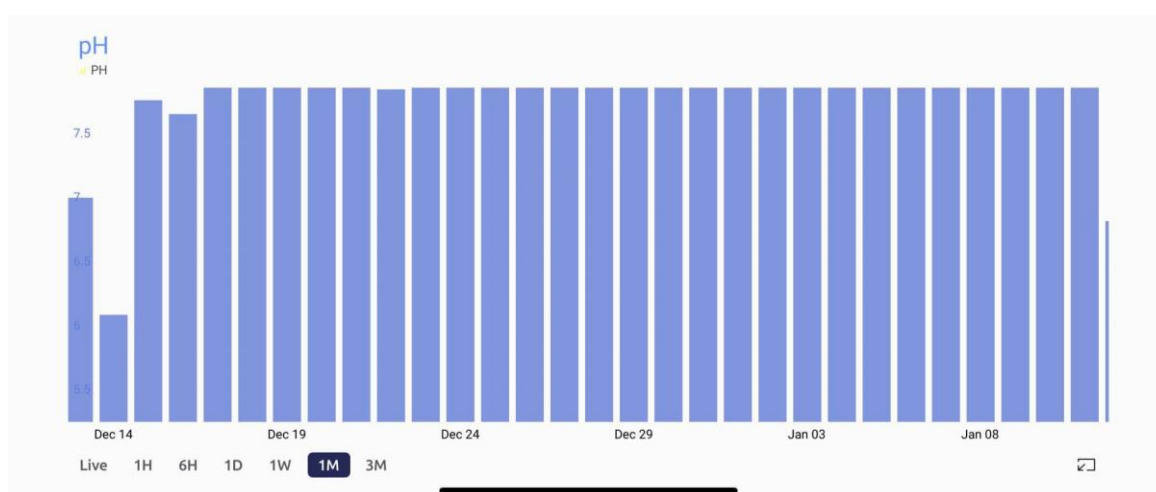
รูปภาพภาคผนวกที่ ๒ การแสดงผลการบันทึกค่าอุณหภูมิในอากาศ

๔. การแสดงผลการบันทึกค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity)



รูปภาพภาคผนวกที่ ๓ การแสดงผลการบันทึกค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity)

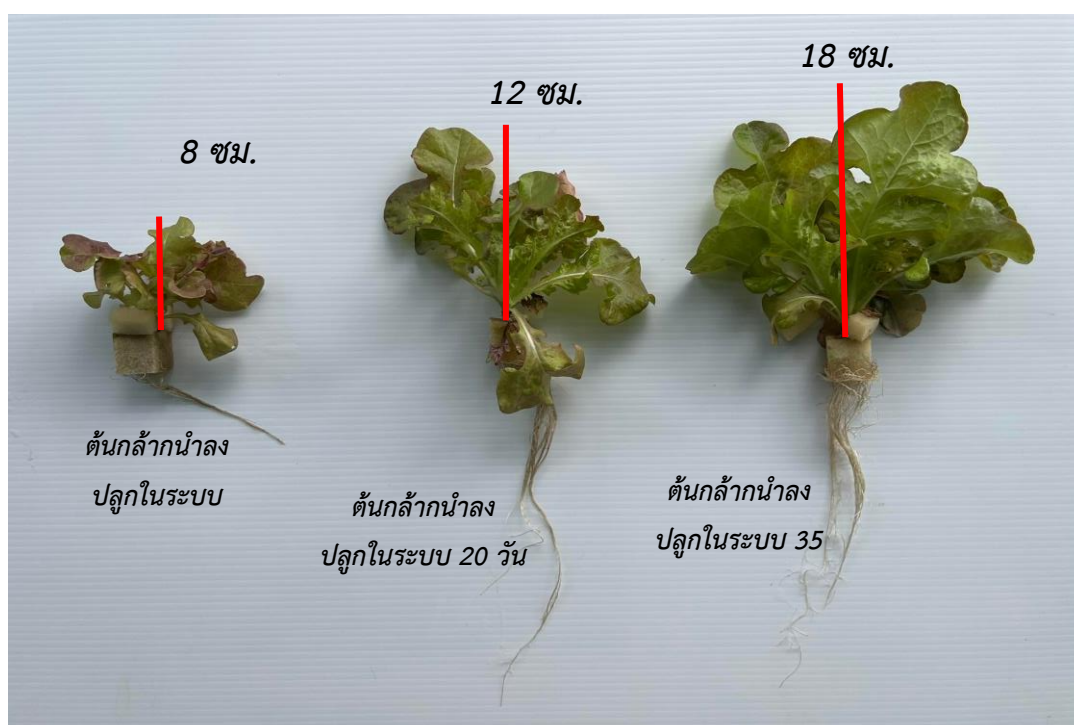
๕. การแสดงผลการบันทึกค่า pH ในน้ำ



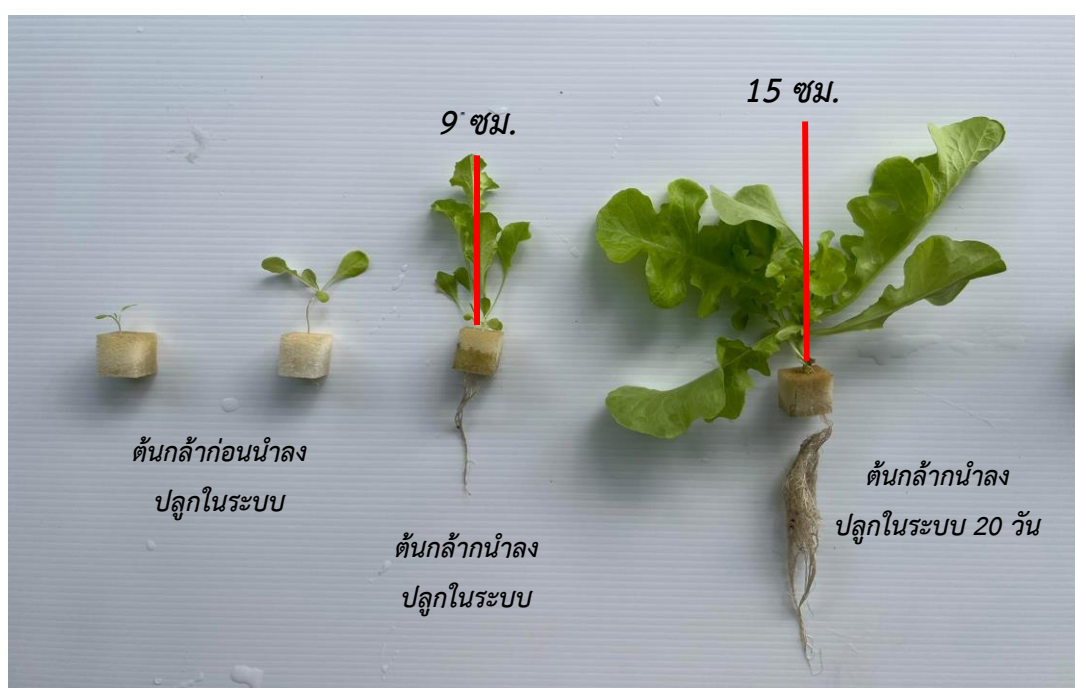
รูปภาพภาคผนวกที่ ๔ การแสดงผลการบันทึกค่า pH ในน้ำ

6. ผลการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบ Smart hydroponic

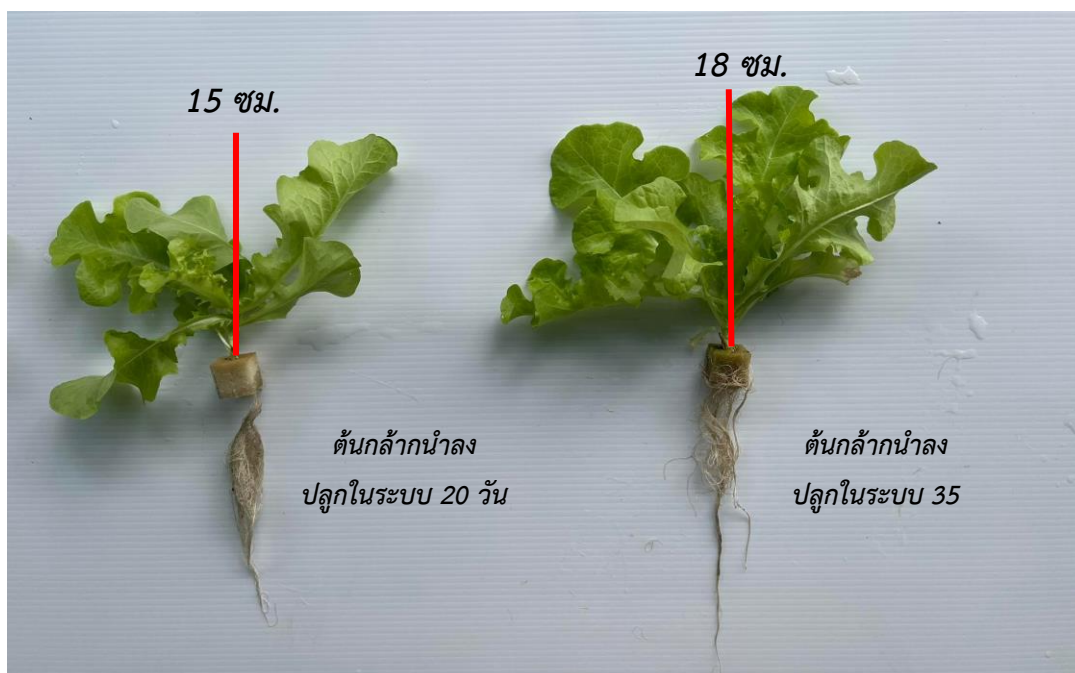
จากการทดลองปลูกผักสลัดด้วยระบบ Smart hydroponic ตั้งแต่วันที่ ๑๓ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๖๕ ถึงวันที่ ๑๒ มกราคม พ.ศ.๒๕๖๖ เป็นระยะเวลา ๓๐ วัน ด้วยการนำต้นกล้าที่มีขนาด ๔-๙ เซนติเมตร ลงปลูกในรางของระบบ Smart hydroponic แบบ NFT รางแช่น้ำไหลผ่าน เมื่อระยะเวลาผ่านไป ๓๐ วัน ปรากฏผลดัง รูปภาพภาคผนวกที่ ๕ ผลการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบ Smart hydroponic



รูปภาพภาคผนวกที่ ๕ ผลการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบ Smart hydroponic
ตั้งแต่วันที่ ๑๓ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๖๕ ถึงวันที่ ๑๒ มกราคม พ.ศ.๒๕๖๖



รูปภาพภาคผนวกที่ ๖ ผลการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบ Smart hydroponic
ตั้งแต่วันที่ ๑๓ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๖๕ ถึงวันที่ ๑๒ มกราคม พ.ศ.๒๕๖๖



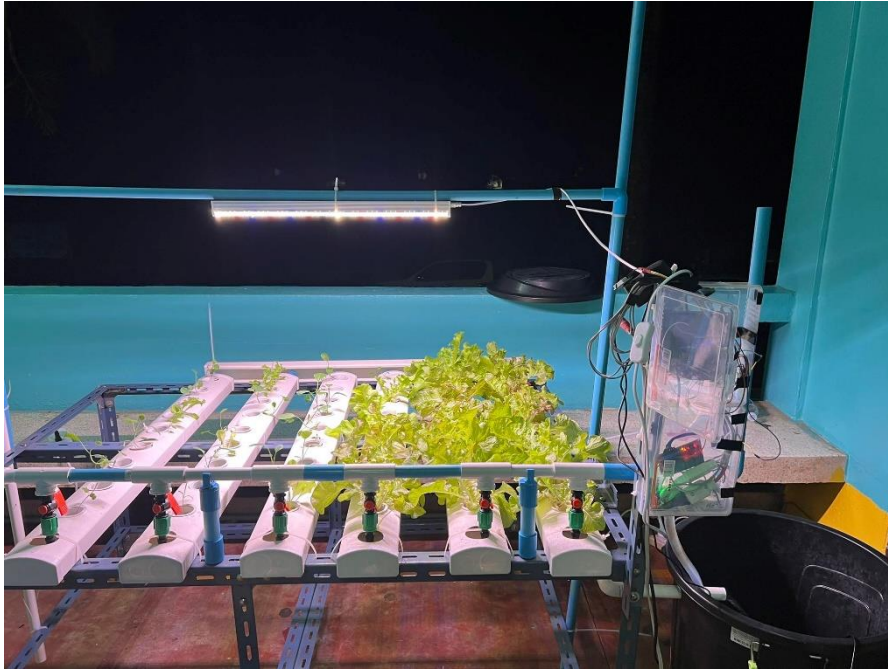
รูปภาพภาคผนวกที่ ๗ ผลการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยระบบ Smart hydroponic ตั้งแต่วันที่ ๑๓ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๖๕ ถึงวันที่ ๑๒ มกราคม พ.ศ.๒๕๖๖

๗. การทำงานของระบบ Smart hydroponic

ผลการทำงานของ ระบบ Smart hydroponic ตั้งแต่วันที่ ๑๓ ธันวาคม พ.ศ.๒๕๖๕ ถึงวันที่ ๑๒ มกราคม พ.ศ.๒๕๖๖ เป็นระยะเวลา ๓๐ วัน ทำงานโดยไม่มีการปิดระบบ



รูปภาพภาคผนวกที่ ๘ ผลการทำงานของระบบ Smart hydroponic ช่วงกลางวัน



รูปภาพภาคผนวกที่ ๙ ผลการทำงานของระบบ Smart hydroponic ช่วงกลางวัน

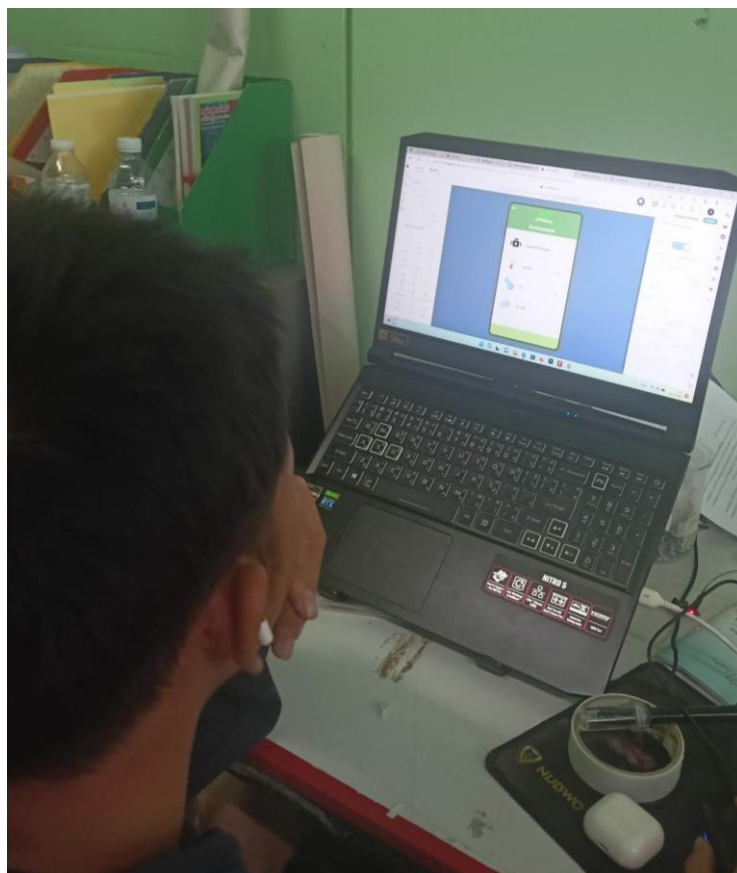
๘. ภาพกิจกรรมการดำเนินโครงการ



รูปภาพภาคผนวกที่ ๑๐ ขั้นตอนการวางแผนในการทำโครงการ



รูปภาพภาคผนวกที่ ๑๑ ขั้นตอนวิเคราะห์และออกแบบระบบ



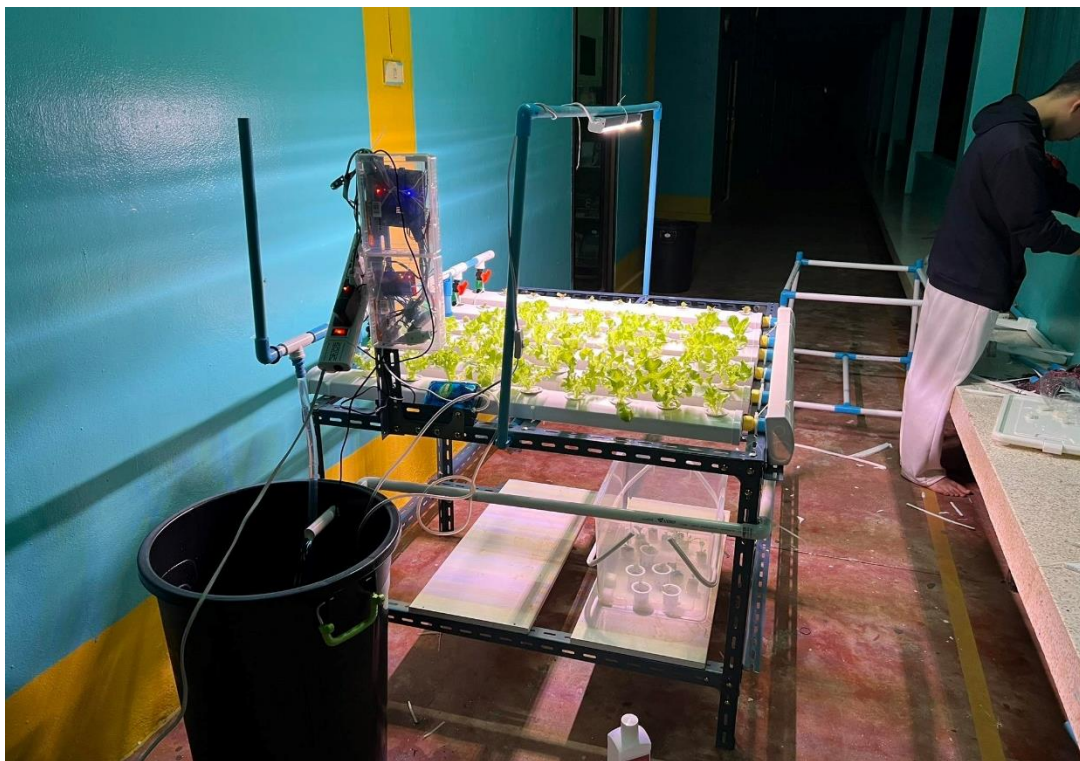
รูปภาพภาคผนวกที่ ๑๒ ขั้นตอนออกแบบและทำแอปพลิเคชันSmart hydroponic



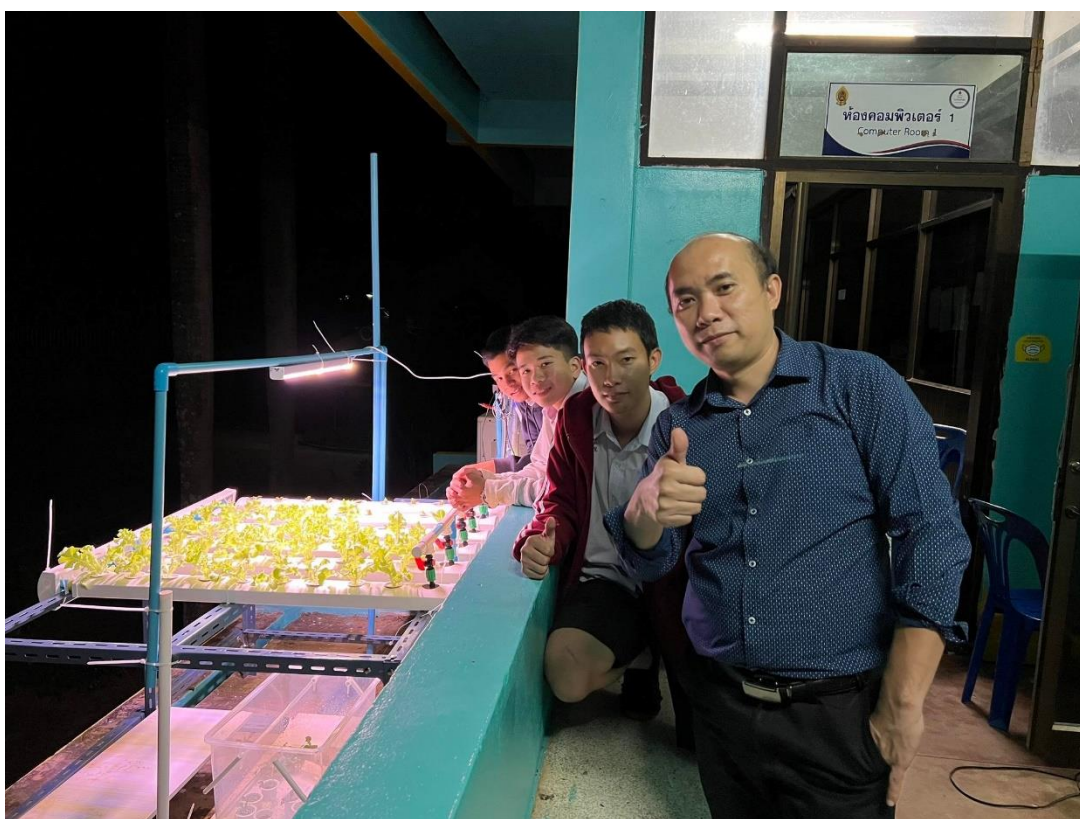
รูปภาพภาคผนวกที่ ๑๓ ขั้นตอนการลงมือทำโมเดล Smart hydroponic



รูปภาพภาคผนวกที่ ๑๔ ขั้นตอนการลงมือทำโมเดล Smart hydroponic



รูปภาพภาคผนวกที่ ๑๕ ขั้นตอนการทดสอบและแก้ไขแอปพลิเคชัน



รูปภาพภาคผนวกที่ ๑๖ ขั้นตอนการทดสอบและแก้ไขแอปพลิเคชัน

ประวัติผู้จัดทำโครงการ



นายคนนาถ ภูขาว

ชื่อเล่น โจ๊ก

ที่อยู่ 59 หมู่ 5 บ้านโนนสมบูรณ์ ตำบลหนองหญ้าไซ

อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี

จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเลิงถ่อนโนนสมบูรณ์ ตำบลหนองหญ้าไซ อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี

ปัจจุบันศึกษาที่ โรงเรียนศรีธาตุพิทยาคม อำเภอศรีธาตุ จังหวัดอุดรธานี

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



นายธนกร ทองศรี

ชื่อเล่น แชนต้า

ที่อยู่ 246 หมู่ 1 บ้านหนองหญ้าไซ ตำบลหนองหญ้าไซ

อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี

จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีธาตุพิทยาคม

อำเภอศรีธาตุ จังหวัดอุดรธานี

ปัจจุบันศึกษาที่ โรงเรียนศรีธาตุพิทยาคม อำเภอศรีธาตุ

จังหวัดอุดรธานี

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



นายเกียรติภูมิ พละสาร

ชื่อเล่น ภูมิ

ที่อยู่ 77 หมู่ 4 บ้านเลิงถ่อนโนนสมบูรณ์ ตำบลหนองหญ้าไซ

อำเภอวังสามหมอ จังหวัดอุดรธานี

จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนศรีธาตุพิทยาคม

อำเภอศรีธาตุ จังหวัดอุดรธานี

ปัจจุบันศึกษาที่ โรงเรียนศรีธาตุพิทยาคม อำเภอศรีธาตุ

จังหวัดอุดรธานี

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5