

# การพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติ สำหรับสวนทุเรียนโดยสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน The Development of Automatic Watering System for Durian Plants via Smart Phone Application

สันติชัย สุวรรณฤทธิ์<sup>1</sup> วีระยุทธ สุดสมบูรณ์<sup>2</sup> ฉัตรชัย แก้วดี<sup>3</sup> และวีรพล ปานศรีนวล<sup>4</sup>

Santichai Suwanrit<sup>1</sup> Weerayute Sudsomboon<sup>2</sup> Chatchai Kaewdee<sup>3</sup> and Weeraphol Pansrinual<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280  
Industrial Technology, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University,  
Nakhon Si Thammarat 80280

<sup>2</sup> Corresponding Author: E-mail: weerayute\_sud@nstru.ac.th

Received: 17 Nov. 2023; Revised: 28 May 2024; Accepted: 28 May 2024

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน และ 2) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน และแบบประเมินประสิทธิภาพ การเก็บรวบรวมการวิจัย ได้แก่ การบันทึกข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพระบบควบคุมการจ่ายน้ำและทดสอบประสิทธิภาพการสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ยและสมการการถดถอยเชิงเส้น ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียน โดยใช้เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขับเคลื่อนโดยโซลาร์เซลล์โดยนำแอปพลิเคชัน Blynk สมาร์ทโฟนมาประยุกต์ใช้ โดยดำเนินการเก็บข้อมูลในพื้นที่หมู่ที่ 1 ตำบลกะหรอ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพระบบควบคุมการจ่ายน้ำ อัตราการไหลน้ำเฉลี่ยสูงสุด คือ เดือนมิถุนายน โดยความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง มี  $R^2 = 0.9454$  จัดอยู่ในรูปสมการเส้นตรง  $y = 0.0125x - 4.2031$  กำลังไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ (PV) แปรผันตรงกับค่ารังสีแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้น และกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยรายวันมีค่าเฉลี่ย 2.08 kW คิดเป็น 90.43% ของกำลังไฟฟ้าสูงสุด (2.30 kW) โดยช่วงเวลาที่ค่ารังสีแสงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ย 443 W/m<sup>2</sup> ในเวลา 10.00 น. ประสิทธิภาพระบบควบคุมการจ่ายน้ำสามารถกำหนดระยะเวลาในการเปิด-ปิดน้ำตามเวลาที่เหมาะสมได้ และ 2) ประสิทธิภาพระบบสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน พบว่า ค่าความชื้นในดินทั้ง 6 จุด มีค่าเพิ่มขึ้นและค่าอุณหภูมิในอากาศเพิ่มขึ้น โดยความชื้นในดินค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ เดือนพฤษภาคม ค่าความชื้นในดินค่าเฉลี่ย 71.50% และค่าอุณหภูมิในอากาศสูงสุด 37°C ถือเป็นการสร้างนวัตกรรมระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนพื้นที่สวนทุเรียนอำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนในบริบทเชิงพื้นที่อย่างแท้จริง

**คำสำคัญ:** อาร์ดูโน้ อุปกรณ์วัดความชื้นในดิน อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ อุปกรณ์วัดอัตราการไหล

## Abstract

The objectives of this research were to: 1) design and develop an automatic water supply control system for durian farm via a smart phone application and 2) examine the efficiency of the automatic water supply control system for durian farm via the smart phone application. The research instruments were the automatic water supply control system for durian farm via the smart phone application and the efficiency examination form. The data were collected by a record of the efficiency examination of the automatic water supply control system for durian farm via the smart phone application and then, analyzed by mean and linear regression analysis. The researcher designed and developed the automatic water supply control system for durian farm via the smart phone application by using a hybrid AC/DC submersible water pump. The Blynk application was implemented in this research. The data collection was conducted in a durian farm in Moo 1, Kralor Sub - district, Noppitum District, Nakhon Si Thammarat Province.

The research results showed that: 1) the efficiency of the maximum water supply flow rate was yielded in July 2023 with the linear regression analysis of  $R^2 = 0.9454$ ,  $y = 0.0125x - 4.2031$ . The maximum output voltage from the photovoltaic had direct variation with gained solar irradiance. The daily mean of the electrical power output was 2.08 kW or 90.43% based on the maximum electrical power output of 2.30 kW. Moreover, the maximum mean of the solar irradiance was at 443 W/m<sup>2</sup> at 10.00 am. As a whole, the efficiency of the maximum water supply flow rate can be controlled on-off according to the appropriateness of the time setting. 2) The efficiency of the automatic water supply control system for durian farm via the smart phone application revealed that the soil moisture levels and air temperatures were consistently higher in 6 setting sensors. The data showed that the highest recorded average soil moisture level at 71.50% was in May 2023 with a maximum air temperature of 37°C. This innovative water-flow control system implemented via the smart phone application at durian farm in Moo 1, Kralor Su-district, Noppitum District, Nakhon Si Thammarat Province, was appropriate and aligned with the demands of local durian farmers and the specific context of the area.

**Keywords:** Arduino, Soil Moisture Sensor, Temperature Sensor, Water Flow Sensor

## 1. บทนำ

ปัจจุบันการส่งออกผลไม้สดมูลค่าสูงของประเทศไทยเพิ่มสูงขึ้น 6 เท่าของการส่งออกผลไม้ในรอบ 10 ปีที่ผ่านมา โดยประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกทุเรียนอันดับที่ 1 ของโลก ซึ่งในปี 2563 มีปริมาณการส่งออก 620,892.72 ตัน มูลค่า 2,072.79 ล้านบาทหรือคิดเป็นร้อยละ 77.33 ของมูลค่าการส่งออกทุเรียนสดของโลก จากข้อมูลสถิติการส่งออกทุเรียนสดของประเทศไทยในรอบ 5 ปีที่ผ่านมาปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรได้รายงานผลทางการเกษตรจังหวัดนครศรีธรรมราชว่า พื้นที่

ปลูกทุเรียนมากที่สุดในจังหวัด คือ อำเภอนบพิตำ และผลผลิตทุเรียนของจังหวัดมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปี โดยกำลังให้ความสำคัญด้านการเกษตรตามยุทธศาสตร์ที่ 3 ของจังหวัด ซึ่งมีเป้าประสงค์ คือเพิ่มผลผลิต เพิ่มมูลค่าเพิ่มรายได้จากการพัฒนาด้านการเกษตรส่งเสริมการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมเกษตรอัจฉริยะ (Smart Farming) และขับเคลื่อนการพัฒนาด้วยโมเดลเศรษฐกิจแบบ BCG เศรษฐกิจชีวภาพเศรษฐกิจหมุนเวียน และเศรษฐกิจสีเขียวเพื่อบูรณาการเชิงพื้นที่ (Area-based) และเพิ่มมูลค่าผลผลิตด้านการเกษตรให้ดียิ่งขึ้น [2]



จากการลงพื้นที่ของผู้วิจัย เพื่อเก็บข้อมูลเชิงปฐมภูมิ (Primary Data) ร่วมกับเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียนและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ณ องค์การบริหารส่วนตำบลกะหรอ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2565 ทำให้ทราบถึงปัญหาการปลูกทุเรียนของเกษตรกร ดังนี้ 1) ต้องเผ่าระวังการให้น้ำอย่างใกล้ชิดตามระยะเวลาของการเจริญเติบโตของต้นทุเรียนเพื่อควบคุมความชื้นในดิน 2) ต้องป้องกันกำจัดโรครากเน่าโคนเน่าในช่วงฤดูฝน ป้องกันต้นทุเรียนใบไหม้ในช่วงฤดูแล้ง และสภาวะอื่น ๆ และ 3) ต้องใช้ประสบการณ์และความชำนาญอย่างสูงในการสังเกตความชื้น โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งที่ต้องใช้เวลาสำหรับการดูแลสวนทุเรียนและใช้กำลังคนมากจนเกินไป และจากงานวิจัยศิริพรและคณะ [3] เรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการผลิตทุเรียนคุณภาพ และการกระจายการผลิต กล่าวว่า การรวบรวมองค์ความรู้เพื่อใช้ในการปรับตัวและตั้งรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อการผลิตทุเรียนได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝนเป็นประเด็นปัญหาที่ยังไม่สามารถแก้ไขได้อย่างครอบคลุมเพื่อให้ได้แนวทางการจัดการทั้งระบบและขบวนการผลิตที่เหมาะสม ควรประยุกต์เทคโนโลยีเพื่อเสริมประสิทธิภาพการผลิตทุเรียนคุณภาพต่อไป

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดพัฒนาระบบควบคุมการให้น้ำในสวนทุเรียนบริเวณพื้นที่ราบในอำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช จึงจัดทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยส่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ตโฟน เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติ ให้เหมาะสมกับพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน ได้นวัตกรรมต้นแบบในการควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติให้มีอัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสมตามการเปลี่ยนแปลงสภาพความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ในดิน

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยส่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ตโฟน

2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยส่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ตโฟน

## 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

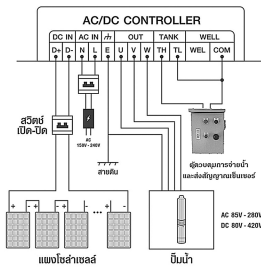
ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดลำดับขั้นตอนการวิจัย เรื่องการพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยส่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ตโฟน ภายใต้กรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 1) ประชากร ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ณ องค์การบริหารส่วนตำบลกะหรอ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 10 คน
- 2) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ สวนทุเรียนคุณวิสุทธิ์ ภูละวัง หมู่ที่ 1 ตำบลกะหรอ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งได้มาโดยการคัดเลือกจากเกษตรกรปลูกทุเรียน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

### 3.2 การสร้างเครื่องมือการวิจัย

- 1) การออกแบบและพัฒนาระบบการจ่ายน้ำอัตโนมัติ เพื่อให้น้ำแก่สวนทุเรียนในปริมาณที่เหมาะสม รวมถึงการเปิด/ปิดเครื่องสูบน้ำ วงจรไฟฟ้าระบบจ่ายน้ำ เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ แสดงดังภาพที่ 1 (ก) จากนั้นติดตั้งระบบการจ่าย โดยใช้ชุดปั๊มน้ำโซลาร์เซลล์ AC/DC แบบ Submersible Water Pump ในพื้นที่ทดลองระยะการจ่ายน้ำจากบ่อน้ำไปยังต้นทุเรียน 80 m จำนวน 2 แถว 22 ต้น และแต่ละต้นมีอายุ 7 ปี แสดงดังภาพที่ 1 (ข)



(ก)



(ข)



(ค)

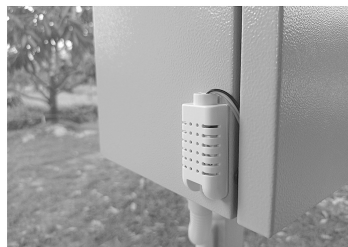
ภาพที่ 1 การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม (ก) วงจรไฟฟ้าระบบจ่ายน้ำเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ (ข) พื้นที่ทดลอง (ค) ติดตั้งระบบการจ่ายน้ำเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

2) การออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยส่งผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทฟोन โดยผู้วิจัยลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลเชิงปฐมภูมิ (Primary Data) ร่วมกับเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ณ องค์การบริหารส่วนตำบลกะหรอ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช จากนั้นออกแบบระบบการจ่ายน้ำ และติดตั้งระบบการจ่ายน้ำแก่ต้นทุเรียน ได้แก่ ติดตั้งอุปกรณ์วัดค่าความชื้นในดิน Soil Moisture

Sensor Module จำนวน 6 จุด แต่ละจุดห่างกัน 20 เมตร ขอบเขตของพื้นที่ตัวอย่างสำหรับทดสอบในสวนทุเรียน จำนวน 2 แถว 22 ต้น โดยเซ็นเซอร์ใช้กำลังไฟจากแผงโซลาร์เซลล์ 12V 50W อุปกรณ์วัดค่าอุณหภูมิในอากาศ DTH22 Module จำนวน 1 จุด บริเวณตู้ควบคุม และอุปกรณ์วัดค่าอัตราการไหลของน้ำ Water Flow Sensor จำนวน 1 จุด บริเวณท่อน้ำออก



(ก)



(ข)



(ค)

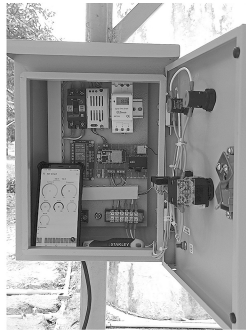
ภาพที่ 2 ติดตั้งระบบควบคุมการจ่ายน้ำ (ก) เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน (ข) เซ็นเซอร์วันอุณหภูมิอากาศ (ค) เซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำ

3) ติดตั้งระบบควบคุมการจ่ายน้ำและทดลองระบบสั่งการผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทฟोन โดยใช้อุปกรณ์ควบคุม คือ บอร์ด NODEMCU ESP32 และบอร์ด Nano V3

(ATMega328) เพื่อควบคุมระบบสั่งการเปิด-ปิดของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทฟोन



(ก)



(ข)

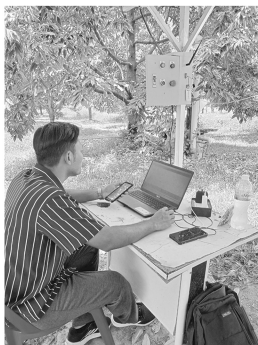


(ค)

ภาพที่ 3 (ก) ติดตั้งระบบควบคุมการจ่ายน้ำ (ข) ตู้ระบบควบคุมผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน  
(ค) ตู้ระบบควบคุมเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

4) การทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบบันทึกข้อมูลการทดสอบ เพื่อใช้สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการทดสอบประสิทธิภาพระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยส่งผ่านผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน ไปพร้อมกับการเก็บบันทึกผลการทำงานของระบบการจ่ายน้ำ และอัตราการไหลของน้ำทุกๆ 5 นาที ช่วงเวลาทดสอบการจ่ายน้ำ 9.00-10.00 น. ในเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม 2566 ณ สวนทุเรียนเขต

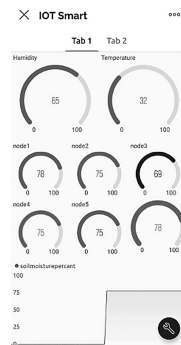
พื้นที่หมู่ที่ 1 ตำบลกะหรอ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช จากการสัมภาษณ์เกษตรกรและผู้เชี่ยวชาญระยะที่ต้นทุเรียนต้องการน้ำมากกว่าปกติหรือช่วงหน้าแล้ง ซึ่งเป็นระยะดอกทุเรียนบานกลายเป็นผลทุเรียน (อ้างอิงตามพฤติกรรมความต้องการน้ำของทุเรียนจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและเกษตรกร) ทำการทดลองโดยบันทึกผลค่ารังสีแสงอาทิตย์ ค่าเซ็นเซอร์ความชื้นในดิน และเซ็นเซอร์อื่น ๆ



(ก)



(ข)

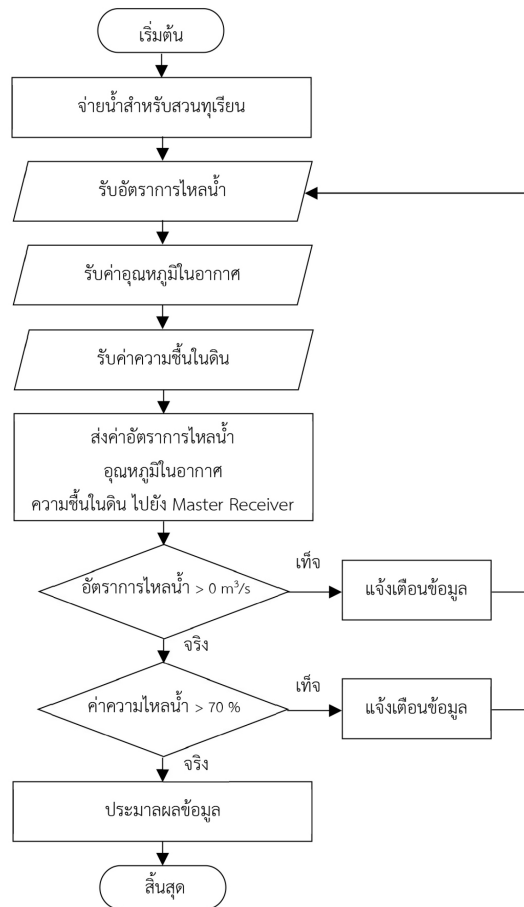


(ค)

ภาพที่ 4 (ก) ทดสอบประสิทธิภาพ (ข) แสดงผลการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน (ค) หน้าจอแสดงผลข้อมูล

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเริ่มจากการศึกษาสภาพการปลูกทุเรียนของจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลเชิงปฐมภูมิ (Primary Data) ร่วมกับเกษตรกรผู้ปลูกทุเรียน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จากนั้นผู้วิจัยออกแบบระบบการจ่ายน้ำแก่ต้นทุเรียน ติดตั้งระบบการจ่ายน้ำแก่ต้นทุเรียน และทดสอบการ

ทำงานของระบบการจ่ายน้ำ ตามลำดับ การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบควบคุมการจ่ายน้ำ โดยส่งผ่านผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน การบันทึกผลการทดสอบ ได้แก่ อัตราการไหลของน้ำ ค่าความชื้นในดิน และค่าอุณหภูมิในอากาศ โดยมีขั้นตอนเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้



ภาพที่ 5 Flowchart ขั้นตอนเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล  
การทำงานของระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับ  
สวนทุเรียนโดยส่งผ่านผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟน โดย  
วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการพัฒนาระบบควบคุมการ  
จ่ายน้ำอัตโนมัติ ดังนี้

1) ค่าร้อยละ (Percentile) ใช้อธิบายลักษณะของ  
ประชากรศาสตร์ [4] โดยมีสูตร ดังนี้

$$\text{สูตร } P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ  $P$  = ร้อยละ

$f$  = ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

$n$  = จำนวนความถี่ทั้งหมด

2) ค่าเฉลี่ย (Mean) ใช้อธิบายในการแปลความหมาย  
ข้อมูล [4] โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ  $\bar{X}$  = ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

$\sum x$  = ผลรวมข้อมูลทั้งหมด

$n$  = จำนวนข้อมูล

3) การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression  
Analysis) ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร  
โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{สูตร } P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ  $P$  = ร้อยละ

$f$  = ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

$n$  = จำนวนความถี่ทั้งหมด

## 4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยส่งผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทฟोन

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัย มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบและทดสอบประสิทธิภาพการออกแบบระบบควบคุม

การจ่ายน้ำอัตโนมัติแบบเรียลไทม์ เป็นการประยุกต์ใช้งานด้านการเกษตร ผลดำเนินงานได้ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยส่งผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทฟोन 1 ชิ้นงาน โดยผลการสร้างและพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติ ดังนี้

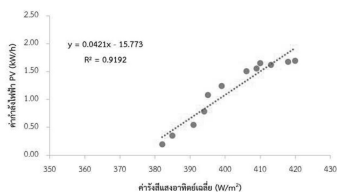
ตารางที่ 2 คุณสมบัติชุดปั้มน้ำโซลาร์เซลล์ AC/DC แบบ Submersible Water Pump

| รุ่น | แรงดันไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้า<br>DC (โวลต์) | AC (โวลต์) | กำลังไฟฟ้า<br>(วัตต์) | ปริมาณน้ำ<br>สูงสุด<br>(ลิตร/ชั่วโมง) | ระยะส่ง<br>สูงสุด<br>(เมตร) | ขนาดท่อ<br>ออก (นิ้ว) | แรงดันไฟฟ้า<br>สูงสุดไม่เกิน<br>(โวลต์) | จำนวน<br>แผง |
|------|--------------------------------------|------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|--------------|
| SA22 | 80-420                               | 85-280     | 2,200                 | 13,000                                | 110                         | 2                     | 420                                     | 8            |

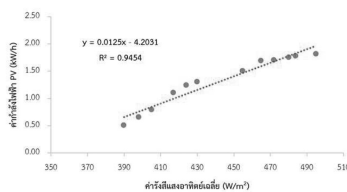
4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยส่งผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทฟोन

1) ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบควบคุมการจ่ายน้ำของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ชุดปั้มน้ำโซลาร์เซลล์ AC/DC แบบ Submersible Water Pump

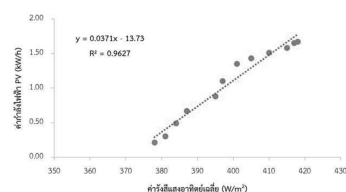
โดยบันทึกผลการทำงานของระบบการจ่ายน้ำ และอัตราการไหลของน้ำ ทุก ๆ 5 นาที ช่วงเวลาทดสอบการจ่ายน้ำ เวลา 09.00-10.00 น. ในเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม 2566 ณ สวนทุเรียนเขตพื้นที่หมู่ที่ 1 ตำบลกะหรอ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช



(ก)

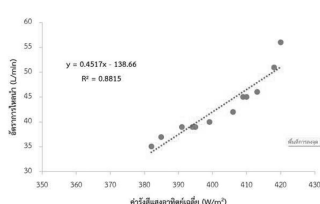


(ข)

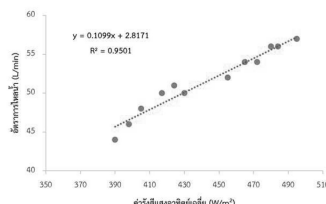


(ค)

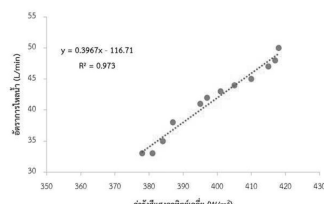
ภาพที่ 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยรายวันและค่ารังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ย ช่วงที่เปิดใช้งานเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ (ก) พฤษภาคม (ข) มิถุนายน (ค) กรกฎาคม



(ก)



(ข)

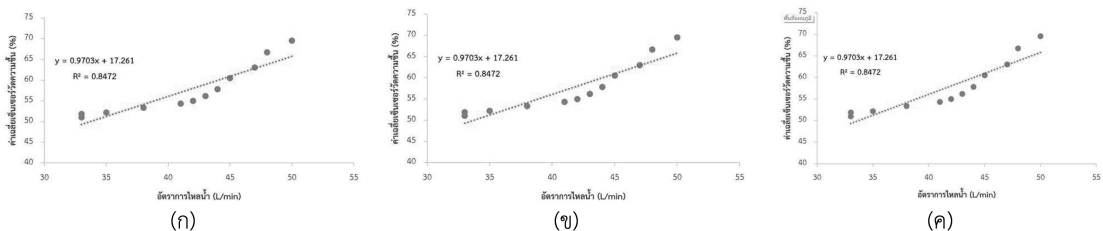


(ค)

ภาพที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ของค่ารังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยและอัตราการไหลของน้ำ ช่วงที่เปิดใช้งานเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ (ก) พฤษภาคม (ข) มิถุนายน (ค) กรกฎาคม

2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพการสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทฟอน โดยทดลองการส่งข้อมูลค่าความชื้นในดิน (%) จำนวน 6 จุด และค่าอุณหภูมิในอากาศ (°C) จำนวน 1 จุด แสดงผลไปยังหน้าจอแอปพลิเคชัน

สมาร์ทฟอน โดยทดสอบไปพร้อมกับช่วงเวลาของการจ่ายน้ำเวลา 09.00-10.00 น. ในเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม 2566 ณ สวนทุเรียนเขตพื้นที่หมู่ที่ 1 ตำบลกะหรอ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช และบันทึกข้อมูลทุก ๆ 5 นาที



ภาพที่ 7 กราฟแสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพการสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทฟอน ระหว่างอัตราการไหลน้ำ (L/min) และค่าเฉลี่ยเซ็นเซอร์วัดความชื้น (%) (ก) พฤษภาคม (ข) มิถุนายน (ค) กรกฎาคม

## 5. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผล

1) การออกแบบระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียน โดยใช้เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ชุดปั๊มน้ำโซลาร์เซลล์ AC/DC แบบ submersible water pump โดยใช้แผงโซลาร์เซลล์ จำนวน 8 แผง แรงดันไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์มีค่าอยู่ระหว่าง 80-420 VDC และ 85-280 VAC ขนาดกำลังงานไฟฟ้า 2,200 W ค่าอัตราการไหลสูงสุดของน้ำในท่อมี 13,000 ลิตรต่อชั่วโมง และออกแบบการสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทฟอน โดยนำ Application Blynk มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบทางวิศวกรรมเขียนโค้ดโปรแกรมเข้าไปในบอร์ด Node MCU ESP 32 ด้วยโปรแกรม Arduino IDE เพื่อควบคุมการจ่ายน้ำในสวนทุเรียน ผู้วิจัยได้ตั้งค่ากล่องควบคุมที่มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เพื่อส่งข้อมูลให้แสดงผลการทำงานผ่านแอปพลิเคชัน ได้แก่ ค่าความชื้นในดิน ค่าอุณหภูมิในอากาศ และค่าอัตราการไหลของน้ำ

2) การทดสอบประสิทธิภาพระบบสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทฟอน โดยการทดสอบการสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทฟอนช่วงเวลา 09.00-10.00 น. ในเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม 2566 และบันทึกข้อมูลทุก ๆ 5 นาที ไปพร้อมกับการบันทึกผลการจ่ายน้ำ ถือว่า

อยู่ในเกณฑ์การกระจายน้ำที่ดี และสามารถกำหนดระยะเวลาในการเปิด-ปิดน้ำตามเวลาที่เหมาะสมได้ สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพได้ดังนี้

2.1) ประสิทธิภาพระบบสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทฟอนเดือนพฤษภาคม พบว่า ค่าความชื้นในดินทั้ง 6 จุดมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าอุณหภูมิในอากาศเพิ่มขึ้น ค่าความชื้นในดินค่าเฉลี่ยสูงสุด 71.50 % และค่าอุณหภูมิในอากาศสูงสุด 37°C ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ PV และค่ารังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยในวันอาทิตย์ที่ 7 พฤษภาคม 2566 พบว่า มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง (Linear Regression) มี  $R^2 = 0.9192$  จัดอยู่ในรูปสมการเส้นตรง  $y = 0.0421x - 15.773$  กำลังไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ (PV) แปรผันตรงกับค่ารังสีแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้น และกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยรายวันมีค่าเฉลี่ย 2.14 kW คิดเป็น 95.11% ของกำลังไฟฟ้าสูงสุด (2.25 kW) โดยประสิทธิภาพระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบอัตโนมัติโดยสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสำหรับพื้นที่สวนทุเรียนที่พัฒนาขึ้นผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุด 2.25 kW และช่วงเวลาที่ค่ารังสีแสงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ย 420 W/m<sup>2</sup> ในเวลา 10.00 น.

2.2) ประสิทธิภาพระบบสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทฟอนเดือนมิถุนายน พบว่า ค่าความชื้นในดินทั้ง 6 จุด

มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าอุณหภูมิในอากาศเพิ่มขึ้น ค่าความชื้นในดินค่าเฉลี่ยสูงสุด 69.17% และค่าอุณหภูมิในอากาศสูงสุด 37°C ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ PV และค่ารังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยในวันพุธที่ 14 มิถุนายน 2566 พบว่ามีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง (Linear Regression) มี  $R^2 = 0.9454$  จัดอยู่ในรูปสมการเส้นตรง  $y = 0.0125x - 4.2031$  กำลังไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ (PV) แปรผันตรงกับค่ารังสีแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้น และกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยรายวันมีค่าเฉลี่ย 2.08 kW คิดเป็น 90.43% ของกำลังไฟฟ้าสูงสุด (2.30 kW) โดยประสิทธิภาพระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบอัตโนมัติโดยส่งผ่านแอปพลิเคชันสำหรับพื้นที่สวนทุเรียนที่พัฒนาขึ้นผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุด 2.30 kW และช่วงเวลาที่มียังค่ารังสีแสงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ย 443 W/m<sup>2</sup> ในเวลา 10.00 น.

2.3) ประสิทธิภาพระบบส่งผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนเดือนกรกฎาคม พบว่าค่าความชื้นในดินทั้ง 6 จุดมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าอุณหภูมิในอากาศเพิ่มขึ้น ค่าความชื้นในดินค่าเฉลี่ยสูงสุด 69.50% และค่าอุณหภูมิในอากาศสูงสุด 36°C ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ PV และค่ารังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยในวันศุกร์ที่ 28 กรกฎาคม 2566 พบว่า มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง (Linear Regression) มี  $R^2 = 0.9627$  จัดอยู่ในรูปสมการเส้นตรง  $y = 0.0371x - 13.73$  กำลังไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ (PV) แปรผันตรงกับค่ารังสีแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้น และกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยรายวันมีค่าเฉลี่ย 2.13 kW คิดเป็น 94.67% ของกำลังไฟฟ้าสูงสุด (2.25 kW) โดยประสิทธิภาพระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบอัตโนมัติโดยส่งผ่านแอปพลิเคชันสำหรับพื้นที่สวนทุเรียนที่พัฒนาขึ้นผลิตกำลังไฟฟ้าสูงสุด 2.25 kW และช่วงเวลาที่มียังค่ารังสีแสงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ย 399 W/m<sup>2</sup> ในเวลา 10.00 น.

## 5.2 อภิปรายผล

ผลการพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยส่งผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ทโฟนมีการกำหนดเวลาในการจ่ายน้ำ และกำหนดปริมาณน้ำให้มีความเหมาะสมสำหรับสวนทุเรียนตาม

สภาพความชื้นในดิน บูรณาการแอปพลิเคชัน Blynk ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jaisingh, et al. [5] ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง Implementation of PID Controller for Liquid Level System using mGWO and Integration of IoT Application ซึ่งผลการวิจัยพบว่าระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรมควบคุมระดับของเหลวโดยแอปพลิเคชัน IoT เพื่อตรวจสอบและควบคุมระดับของเหลวแบบเรียลไทม์บน IoT สร้างคอนโทรลเลอร์ PID บนโมดูลไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และแอปพลิเคชันบนระบบ Android โดยใช้แพลตฟอร์ม Blynk สำหรับการตรวจสอบควบคุม IoT ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการควบคุมและความคล่องตัวในการตรวจสอบ

ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาระบบเซ็นเซอร์สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อพัฒนาระบบวิเคราะห์ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ต้นทุนต่ำแบบเรียลไทม์ในการตรวจวัดความชื้นของดินแบบเชิงพื้นที่ เพื่อติดตามปัญหาการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณผลผลิตของพืชด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนัทกมล [6] ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบเซ็นเซอร์สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นถูกออกแบบให้ใช้ทำหน้าที่ 2 อย่างหลัก ๆ คือ 1) การติดตามความชื้นดินแบบเรียลไทม์ 2) ระบบแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify โดยใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ผ่านโซลาร์เซลล์ไปยังที่เก็บไฟ เมื่อเซ็นเซอร์เริ่มทำงานระบบจะจำการวัดค่าความชื้นในดิน และแสดงค่าแบบเรียลไทม์บน Smart Phone (Blynk Application) รวมถึงส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่าย จากนั้นข้อมูลที่ถูกรับไปยังฐานข้อมูลจะถูกเรียกมาแสดงในรูปแบบกราฟต่าง ๆ นอกจากนั้นยังมีการนำข้อมูลค่าความชื้นดินมาคำนวณหาการประมาณค่าด้วยระยะทางกลับโดยน้ำหนัก เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์บริเวณพื้นที่ปลูกพืชของเกษตรกร

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1) ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยส่งผ่านผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ตโฟน สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในเวลา 09.00-15.00 น. ช่วงเดือนพฤษภาคม-กันยายน เพราะเป็นช่วงหน้าร้อนหรือหน้าแล้งของภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย

2) ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยส่งผ่านผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ตโฟน สามารถวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชัน จึงควรมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อให้เกิดความแม่นยำด้านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งได้อย่างแท้จริง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับสวนทุเรียนโดยส่งผ่านผ่านแอปพลิเคชันสมาร์ตโฟน ให้สามารถใช้งานได้ทั่วถึงของสวนทุเรียนทั้งสวน และประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในวงกว้าง โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะปลูกพืชที่มีพื้นที่ในการเพาะปลูกอย่างจำกัด และเพาะปลูกพืชที่ต้องการน้ำในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อเป็นการประหยัดต้นทุนในการเพาะปลูก และสามารถปลูกพืชได้ในทุกพื้นที่ แม้แต่พื้นที่ที่คับแคบก็ตาม หรือพื้นที่ที่มีแสงสว่างไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูก

2) ควรปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบอัตโนมัติให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดตามผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตัวแปร และพารามิเตอร์ที่ศึกษา ด้วยระบบควบคุม

[3] ศิริพร วรกุลดำรงชัย และคณะ. (2558). การเพิ่มประสิทธิภาพด้านการผลิตทุเรียนคุณภาพและการกระจายการผลิต. จันทบุรี: ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี.

[4] ธาณินทร์ ศิลป์จารุ. (2555). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพมหานคร: สามัญปธิชเนสนอร์แอนด์ตี.

[5] Bhokya, J., Kumar, M. V., Kumar, J. R., Rao, A. S. (2022). Implementation of PID Controller for Liquid Level System using mGWO and Integration of IoT Application. Department of Electronics and Communication Engineering, Journal of Industrial Information Integration, 28, 100368.

[6] นัทกมล ผินนอก. (2563). การพัฒนาระบบเซนเซอร์สำหรับตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบเรียลไทม์เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านเกษตรแม่นยำด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

## เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมวิชาการเกษตร. (2561). การผลิตทุเรียนภาคใต้ตอนล่าง. สงขลา: สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- [2] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2564). [ออนไลน์]. ผลผลิตทางการเกษตรจังหวัดนครศรีธรรมราช. [สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2565]. จาก <https://mis-app.oae.go.th/product/ทุเรียน>.