

## แบบจำลองค่าความเข้มแสงธรรมชาติของจังหวัดสุราษฎร์ธานี

### Natural Light Intensity Model of Surat Thani Province

ธาดา ประทีป ณ ถลาง<sup>1\*</sup> และ ศักดิ์ศรี รักไทย<sup>1</sup>  
Tada Pradip na talang<sup>1\*</sup> and Saksri Rakthai<sup>1</sup>

ได้รับบทความ: 2 ก.ย. 2564

ได้รับบทความแก้ไข: 2 พ.ย. 2564

ยอมรับตีพิมพ์: 24 พ.ย. 2564

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองค่าความเข้มแสงธรรมชาติของจังหวัดสุราษฎร์ธานีเพื่อใช้ออกแบบเทคโนโลยีการควบคุมความเข้มแสงธรรมชาติสำหรับประโยชน์ในการเกษตรกรรมหรืองานอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการแสงธรรมชาติ โดยการศึกษาโครงสร้างสิ่งแวดล้อมธรรมชาติที่มีอิทธิพลต่อความเข้มแสงธรรมชาติ จากการสร้างสถานีเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาแบบเฉพาะพื้นที่และบันทึกข้อมูลตามเวลาจริง (Real time) จำนวน 5 ข้อมูล ได้แก่ ความเข้มแสงธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราเร็วลม และ ทิศทางของลม ณ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุราษฎร์ธานี (8°52'42"N, 98°49'30"E) แล้วนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) และการวิเคราะห์ถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) โดยแปลงข้อมูลเป็นลอการิทึมฐานธรรมชาติ (Natural Logarithm Transformation) หรือการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับสิ่งที่เราสนใจ โดยอาศัยการแปลงข้อมูลโดยใช้ค่าล็อกธรรมชาติ จึงนำไปสร้างเป็นแบบจำลองค่าความเข้มแสงธรรมชาติในรูปแบบของ Linear Regression with Natural Logarithm Transformation Model หรือ LRNLT-Model จากนั้นทดสอบสมรรถนะของแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้ข้อมูลที่จากสถานีเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาดังกล่าว พบว่าค่าความเข้มแสงธรรมชาติที่คำนวณได้จากแบบจำลอง (การคำนวณ) มีความสอดคล้องกับค่าที่ได้จากการวัดจริงเป็นอย่างดี โดยมีความแตกต่างของข้อมูลในรูปของค่าที่แสดงถึงความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าคำนวณจากแบบจำลองกับค่าจากการวัดจริง (RMSD) เท่ากับ ร้อยละ 8.18 และค่าความเอนเอียงของข้อมูลมีทิศทางไปทางด้านค่าจากการวัดมากกว่าค่าจากการคำนวณ (MBD) เพียงร้อยละ 0.23

**คำสำคัญ:** แบบจำลอง ความเข้มแสงธรรมชาติ การถดถอยเชิงพหุคูณแบบไม่เป็นเส้นตรง สุราษฎร์ธานี

<sup>1</sup> หลักสูตรเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมเพื่อการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

<sup>1</sup> Environmental Technology for Agriculture Program, Faculty of Science and Technology, Pathumwan Institute of Technology, Bangkok 10330

\* ผู้พันธ์ประสานงาน (Corresponding author) e-mail: tadaprd@gmail.com

## ABSTRACT

The objective of this research was to create a natural light intensity model of Surat Thani Province for designing natural light intensity control technology for agriculture or other work related to natural light. The structures of the natural environment influencing natural light intensity were studied. A local meteorological data collection station was installed at Surat Thani College of Agriculture and Technology (8°52'42"N, 98°49'30"E). The station recorded 5 real-time data, (1) natural light intensity (2) air temperature (3) relative humidity (4) wind speed and (5) wind direction. The data were analysed using correlation analysis and multiple regression analysis. The data analysis of the relationship between variables and interests was based on data transformations using natural logarithm values. The natural light intensity model was created in the form of a Linear Regression with Natural Logarithm Transformation Model or LRNLT-Model, and then the performance of the model created was tested using data from the meteorological data collection station. It was found that the natural light intensity values calculated from the model was consistent with the actual measurement values. The difference in the data in the form of values indicating the discrepancy between the calculated values from the model and the actual measurement values (RMSD) was 8.18 percent. The data bias was directed towards the measurement values and it was only 0.23% more than the calculated values (MBD).

**Keywords:** Model; natural light intensity; nonlinear multiple regression; Suratthani Province

## บทนำ

ความเข้มแสง (light intensity) เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช[1] โดยความเข้มแสงที่สูงหรือต่ำเกินไปจะมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) ในช่วงการถ่ายทอดอิเล็กตรอนในระบบแสงสอง (photosystem II; PSII) ไปกระตุ้นศูนย์กลางปฏิกิริยาแสง (photosynthetic reaction center)[2] โดยแสงขาว (visible light) ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประกอบด้วยช่วงคลื่นหลายความถี่แผ่จากดวงอาทิตย์ผ่านบรรยากาศกระทบพื้นผิวโลกโดยมีความถี่ในช่วงคลื่นที่สายตาเราสามารถมองเห็นได้ 400 – 700 นาโนเมตร จะมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช[3] การเพิ่มความเข้มแสงสูงขึ้นทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัวด้วยแสง จากนั้นจะไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชอีกต่อไป (light saturation point)[4] ดังตัวอย่างการศึกษาของนิตยา เกตุแก้ว พบว่าความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ เท่ากับ 8,000-20,000 ลักซ์[5] อย่างไรก็ตาม ค่าความเข้มแสงในธรรมชาติหรือความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ (Daylight Intensity)[6] ที่ผิวโลกมีค่าแตกต่างกันและไม่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์และสภาพบรรยากาศ[7] นอกจากนี้แสงยังเป็นส่วนหนึ่งของแหล่งพลังงานสำหรับขับเคลื่อนระบบบรรยากาศและองค์ประกอบของพื้นผิวโลก ได้แก่การไหลเวียนของบรรยากาศและการไหลเวียนของกระแสน้ำในทะเลและมหาสมุทร[8] ซึ่งในปัจจุบันนั้นได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและส่งผลกระทบต่อเกษตรกรโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพาะปลูก [9]

## บทความวิจัย (Research Article)

วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร

ปีที่ 6 • ฉบับที่ 1 • มกราคม – มิถุนายน 2565

จังหวัดสุราษฎร์ธานีเป็นจังหวัดที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์[10] จากสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่มากกว่าช่วงฤดูกาลหรือช่วงปี[11] การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นการเกษตรคิดเป็นร้อยละ 45.6 ของพื้นที่จังหวัด โดยมีพื้นที่ปลูกยางพารามากที่สุด รองลงมาคือ ปาล์ม น้ำมัน มะพร้าว ไม้ผล (ทุเรียน เงาะ มังคุด ลองกอง) ข้าว กาแฟ และสับปะรด ตามลำดับ มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (GPP) ณ ราคาตลาดในปี พ.ศ. 2560 พบว่าสาขาเกษตรกรรมมีค่าสูงสุดเท่ากับ 47,266 ล้านบาท คิดเป็นร้อยละ 22.4 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด[12]

เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันส่งผลกระทบต่อความเข้มแสงสว่างธรรมชาติซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตของพืช การพยากรณ์ระดับความเข้มแสงธรรมชาติจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจะทำให้เกษตรกรมีข้อมูลสำหรับการวางแผนเลือกชนิดพืชที่ปลูกให้ตรงกับความต้องการของพืชซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตพืชได้ จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มผลผลิตด้วยแสงหลายประการเช่น การศึกษาผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในระบบแพลนท์แฟคทอรีที่พบว่าแสงอาทิตย์ให้ผลผลิตดีกว่าแสงแอลอีดี[13] การพัฒนาระบบควบคุมการส่องสว่างสำหรับการปลูกพืชด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสามารถควบคุมความเข้มแสงในระดับที่พืชต้องการได้อย่างถูกต้องและแม่นยำและสามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านระบบสื่อสารไร้สายได้ตลอดเวลา[14] การศึกษาอิทธิพลของความเข้มแสงต่อสรีรวิทยาและการเปลี่ยนแปลงโปรตีนในใบข้าวเหนียวดำที่พบว่าความเข้มแสงต่ำทำให้โปรตีนในใบข้าวเหนียวลดลง[1] ซึ่งนอกจากการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรด้วยแสงแล้ว การศึกษาข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่เฉพาะเพื่อนำมาสร้างแบบจำลองสนับสนุนการตัดสินใจการทำการเกษตรก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งเห็นได้จากการศึกษาแบบจำลองการประเมินผลของความแปรปรวนภูมิอากาศต่อศักยภาพผลผลิตของข้าวนาสวนในจังหวัดชัยนาทด้วยแบบจำลอง DSSAT-CERE ที่พบว่าผลผลิตข้าวได้รับผลกระทบจากความแปรปรวนของพลังงานแสงอาทิตย์จำนวนวันเพาะปลูกได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิและหากมีปริมาณน้ำจำกัดผลผลิตข้าวจะแปรผันตามปริมาณน้ำฝนในช่วงการเพาะปลูก[15] เห็นได้ว่าการสร้างแบบจำลองจากสถานีตรวจวัดที่มีความแม่นยำและเป็นข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉพาะพื้นที่ตามเวลาจริง (Real time) นั้นเป็นปัจจัยหนึ่งในการสนับสนุนการตัดสินใจการเกษตรให้สอดคล้องกับสภาพธรรมชาติได้

จากข้อมูลดังกล่าวการศึกษานี้จึงนำหลักการสร้างแบบจำลองจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเฉพาะพื้นที่ตามเวลาจริง (Real time) เป็นหลักในการออกแบบการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองค่าความเข้มแสงธรรมชาติของจังหวัดสุราษฎร์ธานีโดยสร้างสถานีอุตุนิยมวิทยาขนาดเล็ก ณ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุราษฎร์ธานี บันทึกข้อมูลอุตุนิยมวิทยา 5 ข้อมูลคือ ความเข้มแสงธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราเร็วลมและทิศทางลมทุกๆ 5 นาทีต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 30 วัน วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราเร็วลมและทิศทางลมโดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ร่วมกับการแปลงข้อมูลโดยใช้ลอการิทึมฐานธรรมชาติ (Natural Logarithm Transformation) เพื่อสร้างเป็น Linear Regression with Natural Logarithm Transformation Model หรือ LRNL-Model ผลการศึกษาจะนำไปสู่การสนับสนุนการตัดสินใจการวางแผนการเพาะปลูกพืชให้เหมาะสมกับพื้นที่โดยเกษตรกร ผู้สนใจและหน่วยงานราชการต่อไป

## วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การวิจัยแบ่งวิธีการวิจัยออกเป็น 8 ขั้นตอนดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลหัตถุณิยนิยมวิทยาลัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้มแสงธรรมชาติบริเวณวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุราษฎร์ธานี จากเอกสารบทความวิชาการ บทความวิจัย และเอกสารจากหน่วยงานราชการต่างๆ เช่น ข้อมูลหัตถุณิยนิยมวิทยาลัยของแผนกวิชาประมง พ.ศ. 2563-2564 ข้อมูลหัตถุณิยนิยมวิทยาลัยของสถานียุทธนิยมวิทยาลัยนาสินสุราษฎร์ธานี สถานียุทธนิยมวิทยาลัยเกษตร และสถานียุทธนิยมวิทยาลัยพระแสง ข้อมูลค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ของจังหวัดสุราษฎร์ธานีของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เป็นต้น

2. คัดเลือกข้อมูลหัตถุณิยนิยมวิทยาลัยที่มีผลต่อการไหลเวียนของบรรยากาศอันได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราเร็วลม และทิศทางลมเป็นตัวแปรต้นสำหรับทำนายค่าการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงสว่างธรรมชาติซึ่งเป็นตัวแปรตาม

3. ออกแบบและสร้างอุปกรณ์บันทึกข้อมูล ความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราเร็วลม และทิศทางลม จากบทความวิชาการ บทความวิจัย วิทยานิพนธ์ เอกสารวิชาการและเอกสารเผยแพร่ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบันทึกข้อมูล โดยคัดเลือกอุปกรณ์ที่มีความแม่นยำ มีเสถียรภาพในการวัดสูง ทนทานต่ออุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ตามมาตรฐานการใช้งานอุตสาหกรรม ใช้ค่าสื่อสารสัญญาณไฟฟ้าหรือข้อมูลไฟฟ้าตามมาตรฐานเครื่องมือวัดสากล สำรองข้อมูลได้ในตัวและเพื่อความปลอดภัยกับผู้ใช้งาน ผู้วิจัยจึงเลือกใช้แรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 24 โวลต์และมีแบตเตอรี่สำรองภายในไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมงเพราะพื้นที่ทำการวิจัยตั้งห่างไกลจากชุมชนจึงมีความมั่นคงของการจ่ายกระแสไฟฟ้าต่ำมีไฟฟ้าดับบ่อย

4. ทดสอบความคลาดเคลื่อนและความแม่นยำของสถานียุทธนิยมวิทยาลัยบันทึกข้อมูลหัตถุณิยนิยมวิทยาลัย โดยติดตั้งสถานียุทธนิยมวิทยาลัยบันทึกข้อมูลหัตถุณิยนิยมวิทยาลัยบริเวณพื้นที่โล่งที่มาสภาพใกล้เคียงกับบริเวณพื้นที่ศึกษา เชื่อมสัญญาณกับระบบสื่อสารและระบบคลาวด์ บันทึกข้อมูลตามช่วงเวลาโดยแบ่งออกเป็น 7 ช่วงเวลา คือ 06.30, 08.30, 10.30, 12.30, 14.30, 16.30 และ 18.30 น. เปรียบเทียบค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราเร็วลม และทิศทางลม ระหว่างสถานียุทธนิยมวิทยาลัยบันทึกข้อมูลหัตถุณิยนิยมวิทยาลัยกับเครื่องมือวัดมาตรฐาน ซึ่งผลการสอบเทียบมีค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง  $\pm 0.6$  % ตามหลักการ Test Accuracy Ratio Level Standards ชนิดอุปกรณ์วัดไฟฟ้าทั่วไป Class D ยอมรับได้  $\pm 1.00$  % [16]

5. รวบรวมและบันทึกข้อมูลปฐมภูมิค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราเร็วลม และทิศทางลม ทุก 5 นาทีต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 30 วัน บริเวณแผนกวิชาประมงวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี (  $8^{\circ}52'42''N$ ,  $98^{\circ}49'30''E$ ) เป็นพื้นที่ศึกษารายละเอียดดังนี้

5.1 กำหนดพื้นที่ติดตั้งสถานียุทธนิยมวิทยาลัยบันทึกข้อมูลหัตถุณิยนิยมวิทยาลัยบริเวณตำแหน่งที่ไม่มีสิ่งกีดขวางการเคลื่อนที่ของลมตามฤดูกาลจากทิศใต้ไปทิศเหนือ

5.2 ติดตั้งสถานียุทธนิยมวิทยาลัยบันทึกข้อมูลหัตถุณิยนิยมวิทยาลัยผ่านการทดสอบความคลาดเคลื่อนและความแม่นยำเรียบร้อยแล้ว ทดสอบการเชื่อมต่อสัญญาณการสื่อสารไร้สาย (Internet) ปรับเทียบสถานียุทธนิยมวิทยาลัยบันทึกข้อมูลหัตถุณิยนิยมวิทยาลัยอีกครั้ง โดยการเปรียบเทียบค่าข้อมูลที่บันทึกได้จากสถานียุทธนิยมวิทยาลัยบันทึกข้อมูลหัตถุณิยนิยมวิทยาลัยกับข้อมูลที่บันทึกได้จากอุปกรณ์พกพา ปรับแก้เพื่อให้ได้ค่าที่ตรงกัน

6. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงสว่างธรรมชาติกับ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราเร็วลม โดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis)[17] คัดเลือกตัวแปรที่มีความสัมพันธ์นำไปสร้างแบบจำลองค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติต่อไป

## บทความวิจัย (Research Article)

วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร

ปีที่ 6 • ฉบับที่ 1 • มกราคม – มิถุนายน 2565

7. สร้างแบบจำลองค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติโดยวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณแบบไม่เป็นเส้นตรง (Multiple Nonlinear Regression) ซึ่งข้อมูลจะถูกแปลงเป็นค่าบวกและการกระจายตัวของข้อมูลจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของการแจกแจงปกติเพื่อให้เหมาะสมโดยใช้ลอการิทึมฐานธรรมชาติ (Natural Logarithm Transformation) เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติในรูปแบบของ Linear Regression with Natural Logarithm Transformation Model หรือ LRNLT-Model

8. ทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ โดยการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติที่คำนวณได้จากแบบจำลองและค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติที่บันทึกจริงจากสถานีบันทึกข้อมูลอุตุนิยมิวิทยา ด้วย Root mean square difference (RMSD) และ Mean bias difference (MBD)[18] ดังสมการที่ (1) และ (2) ดังนี้

$$\%RMSD = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (LI_{model,i} - LI_{meas,i})^2}{N}}}{\frac{\sum_{i=1}^N (LI_{meas,i})}{N}} \times 100 \quad (1)$$

$$\%MBD = \frac{\frac{\sum_{i=1}^N (LI_{model,i} - LI_{meas,i})}{N}}{\frac{\sum_{i=1}^N (LI_{meas,i})}{N}} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ	<i>RMSD</i>	คือ	รากที่สองของค่าเฉลี่ยความแตกต่างยกกำลังสอง (ค่าสัมพัทธ์, %)
	<i>MBD</i>	คือ	ความแตกต่างในรูปความเอนเอียง (ค่าสัมพัทธ์, %)
	$LI_{model,i}$	คือ	ค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองของข้อมูลที่ <i>i</i>
	$LI_{meas,i}$	คือ	ค่าที่ได้จากการวัดของข้อมูลที่ <i>i</i>
	<i>N</i>	คือ	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

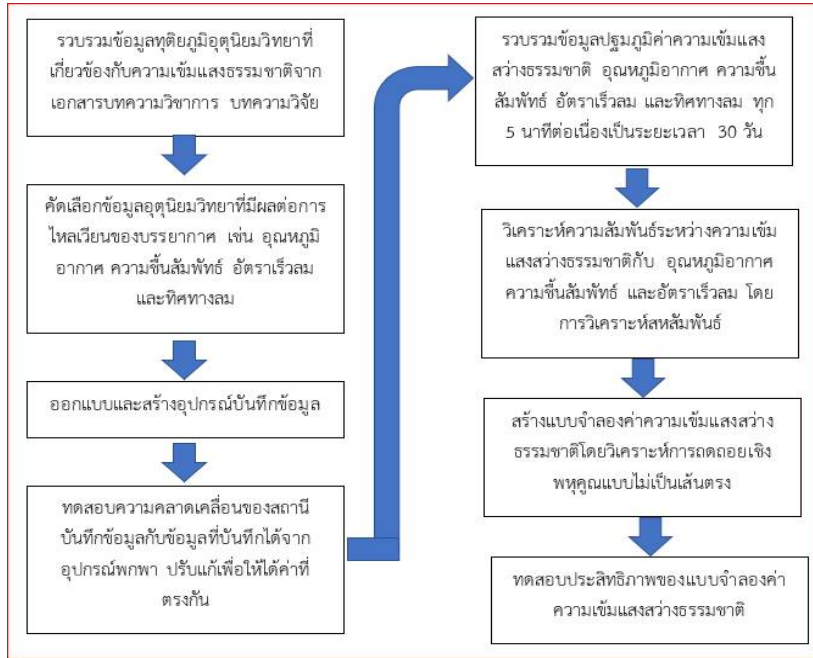
โดยค่า RMSD เป็นค่าที่แสดงความคลาดเคลื่อนของค่าจากการคำนวณจากแบบจำลองกับค่าจากการวัดจริง เนื่องจากการยกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างค่าจากการคำนวณกับค่าจากการวัด ดังนั้น RMSD จึงมีค่าเป็นบวกเสมอ ในกรณีอุดมคติ ค่าจากการคำนวณเท่ากับค่าจากการวัดทั้งหมด ค่า RMSD จะมีค่าเป็นศูนย์ แบบจำลองที่ดีจะต้องได้ค่า RMSD เข้าใกล้ศูนย์ ส่วนค่า MBD นั้นเป็นค่าที่แสดงความแตกต่างในรูปความเอนเอียงเฉลี่ย ซึ่งเป็นค่าทางสถิติที่บอก ความแตกต่างระหว่างกลุ่มข้อมูลที่ได้จากการคำนวณกับค่าที่ได้จากการวัด MBD อาจมีค่าเป็นบวกหรือเป็นลบก็ได้ ถ้าค่าเป็นบวกแสดงว่าข้อมูลมีความเอนเอียงไปในด้านที่ค่าจากการคำนวณมากกว่าค่าจากการวัด ในทาง กลับกันถ้าค่าเป็นลบแสดงว่าข้อมูลมีความเอนเอียงไปในด้านที่ค่าจากการวัดมากกว่าค่าจากการคำนวณ แบบจำลองที่ดี ค่า MBD ต้องมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งหมายความว่า

## บทความวิจัย (Research Article)

วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร

ปีที่ 6 • ฉบับที่ 1 • มกราคม – มิถุนายน 2565

ว่าค่าจากการคำนวณไม่มีความเอนเอียงไปทางด้านใดด้านหนึ่งมากนัก ทั้งนี้สามารถสรุปวิธีการดำเนินการวิจัยได้ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 1 สรุปวิธีการดำเนินการวิจัย

### ผลการวิจัย

ผลการวิจัยประกอบไปด้วย 4 ส่วนรายละเอียดมีดังนี้

1. ผลการออกแบบสถานีบันทึกข้อมูลอุตุนิยมวิทยา พบว่าสถานีบันทึกข้อมูลประกอบไปด้วย 5 ข้อมูล ได้แก่ ความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อัตราเร็วลม และ ทิศทางลม รายละเอียดมีดังนี้

1.1 อุปกรณ์บันทึกความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ มีลักษณะเป็นโอมรับแสงชนิด LDR (Light Dependent Resistor) ทำหน้าเปลี่ยนความเข้มแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วแปลงเป็นข้อมูลทางไฟฟ้าโดยใช้มาตรฐานในการสื่อสารแบบ RS485 หรือ EIA (สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์) RS485 เป็นสายส่งแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์แบบสมดุกระบบให้ระยะการส่งข้อมูลสูงสุด 1.2 กม.[19] ดังแสดงในภาพที่ 2

## บทความวิจัย (Research Article)

วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร

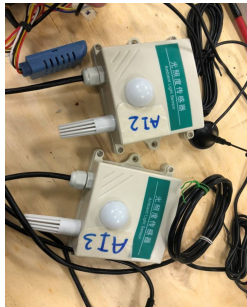
ปีที่ 6 • ฉบับที่ 1 • มกราคม – มิถุนายน 2565



ภาพที่ 2 อุปกรณ์วัดความชื้นแสงสว่างธรรมชาติ

1.2 อุปกรณ์บันทึกอุณหภูมิอากาศมีลักษณะเป็นเทอร์โมมิเตอร์ดิจิทัล RTD คือโอห์มมิเตอร์วัดความต้านทานของเซ็นเซอร์คู่ ใช้มาตรฐานในการสื่อสารแบบ RS485 ดังแสดงในภาพที่ 3

1.3 อุปกรณ์บันทึกความชื้นสัมพัทธ์มีลักษณะเป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้วัดความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute Humidity) จะอาศัยการคำนวณความแตกต่างระหว่างค่าการนำความร้อนของอากาศแห้งกับอากาศที่มีไอน้ำโดยใช้มาตรฐานในการสื่อสารแบบ RS485 ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์อากาศ

ภาพที่ 4 อุปกรณ์อัตราเร็วลมมีลักษณะแบบถ้วย

1.4 อุปกรณ์บันทึกอัตราเร็วลมมีลักษณะแบบถ้วย (Cup Anemometer) เป็นเครื่องวัดความเร็วลม เมื่อลมพัดผ่านถ้วยจะทำให้แกนหมุนซึ่งจะถูกนำมาใช้คำนวณหาความเร็วลมและแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า มาตรฐานในการสื่อสารแบบอนาล็อก 4-20 มิลลิแอมป์ดังแสดงในภาพที่ 4

1.5 อุปกรณ์บันทึกทิศทางลมมีลักษณะเป็นแผ่นขวางลมเมื่อมีลมไหลผ่านจะบังคับให้ปลายชี้ตรงข้ามกับทิศทางลมขับเซ็นเซอร์วัดมุมซึ่งเป็นระบบความต้านทานทางไฟฟ้าและถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้ามาตรฐานในการสื่อสาร 4-20 มิลลิแอมป์ดังแสดงในภาพ 5



ภาพที่ 5 อุปกรณ์วัดทิศทางลม

ทั้งนี้เมื่อนำอุปกรณ์บันทึกข้อมูลทั้ง 5 ข้อมูลมาประกอบรวมกันแล้ว ได้เป็นสถานีบันทึกข้อมูล อุตุนิยมวิทยาขนาดเล็กซึ่งมีลักษณะเป็นกล่อง ขาดัง ทรงสูง ติดตั้งภายใต้วัสดุบังแดดและบังฝนซึ่งภายในบรรจุด้วยอุปกรณ์ประมวลผลข้อมูล อุปกรณ์บันทึกข้อมูล อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายรับส่งสัญญาณทางไกลไร้สาย และอุปกรณ์สำรองพลังงานการทำงานคือเมื่ออุปกรณ์วัดโครงสร้างสิ่งแวดล้อมคืออุปกรณ์วัดความเข้มแสงธรรมชาติ อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ อุปกรณ์วัดความชื้นสัมพัทธ์ อุปกรณ์วัดความเร็วลมและอุปกรณ์วัดทิศทางลมวัดค่าจากสิ่งแวดล้อมได้ส่งสัญญาณไฟฟ้าให้อุปกรณ์ประมวลผลแปลงสัญญาณไฟฟ้าจากการวัดเป็นข้อมูลแล้วทำการบันทึกข้อมูลลงในอุปกรณ์บันทึกข้อมูลและส่งข้อมูลไปสำรองในระบบคลาวด์ผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่ายรับส่งข้อมูลทางไกลไร้สายและซอฟต์แวร์ในระบบคลาวด์จะทำหน้าที่แปลงข้อมูลเชิงตัวเลขให้อยู่ในรูปรายงานที่ต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 6

2. ผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนและความแม่นยำของสถานีบันทึกข้อมูลอุตุนิยมวิทยา พบว่า สามารถบันทึกข้อมูลอุตุนิยมวิทยาได้จำนวน 4 ข้อมูล คือ ความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราเร็วลม ส่วนทิศทางลมไม่สามารถเก็บข้อมูลเพื่อทดสอบความคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยอุปกรณ์บันทึกไม่สามารถบันทึกได้ โดยเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความคลาดเคลื่อนและความแม่นยำกับเครื่องมือวัดมาตรฐาน พบว่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ ( + ) 0.60 มีค่าเฉลี่ยข้อมูลที่ได้ต่ำกว่าเครื่องมือวัดมาตรฐาน -0.42 อุณหภูมิอากาศมีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ ( + ) 0.39 มีค่าเฉลี่ยข้อมูลที่ได้ต่ำกว่าเครื่องมือวัดมาตรฐาน -0.21 ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ ( + ) 0.50 มีค่าเฉลี่ยข้อมูลที่ได้ต่ำกว่าเครื่องมือวัดมาตรฐาน -0.38 อัตราเร็วลมค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ ( + ) 0.60 มีค่าเฉลี่ยข้อมูลที่ได้ต่ำกว่าเครื่องมือวัดมาตรฐาน -0.36



ภาพที่ 6 สถานีเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาแบบเฉพาะพื้นที่และบันทึกข้อมูลตามเวลาจริง (Real time)

เห็นได้ว่าสถานีบันทึกข้อมูลอุตุนิยมวิทยา มีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง  $-0.21$  ถึง  $-0.42$  ซึ่งอยู่ภายใต้มาตรฐานการสอบเทียบ ( $D \pm 1.0\%$ ) แสดงให้เห็นว่าสถานีบันทึกข้อมูลอุตุนิยมวิทยา มีความแม่นยำ ตามหลักการของ Test Accuracy Ratio Level Standards[16] แสดงสรุปในตารางที่ 1

3. ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis) จากการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ วันที่ 1 – 26 เมษายน 2564 ทุก ๆ 5 นาที รวมจำนวน 7,385 ชุดข้อมูลแต่เนื่องจากทิศทางลมไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้ ดังนั้นการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงสว่างธรรมชาติกับความเข้มแสงสว่างธรรมชาติกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจึงมีเพียง 3 รายการ คือ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราเร็วลม ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 2

3.1 ความเข้มแสงสว่างธรรมชาติกับอุณหภูมิอากาศ มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน  $r=0.903$  กล่าวคือเมื่อความเข้มแสงสว่างธรรมชาติเพิ่มขึ้นอุณหภูมิอากาศจะเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 6)

3.2 ความเข้มแสงสว่างธรรมชาติกับความชื้นสัมพัทธ์ มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกัน  $r=-0.885$  กล่าวคือ เมื่อความเข้มแสงสว่างธรรมชาติเพิ่มขึ้นความชื้นสัมพัทธ์จะลดลง (ภาพที่ 7)

3.3 ความเข้มแสงสว่างธรรมชาติกับอัตราเร็วลม มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน  $r= 0.837$  กล่าวคือ เมื่อความเข้มแสงสว่างธรรมชาติเพิ่มอัตราเร็วลมจะเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 8)

## บทความวิจัย (Research Article)

วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร

ปีที่ 6 • ฉบับที่ 1 • มกราคม – มิถุนายน 2565

**ตารางที่ 1** ความคลาดเคลื่อนและความแม่นยำของสถานีอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูล	เวลา						
	06.30	08.30	10.30	12.30	14.30	16.30	18.30
ความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ (Lux)							
อุปกรณ์บันทึก	1,634.34	44,561.52	57,193.09	56,886.36	50,336.89	31,381.90	236.19
เครื่องมือวัด	16,83.37	40,996.60	54,333.44	51,766.59	473,316.68	29,185.16	241.62
มาตรฐาน							
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย				-0.42			
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซ็นเซียส)							
อุปกรณ์บันทึก	22.43	25.17	31.17	33.07	31.53	27.53	24.90
เครื่องมือวัดมาตรฐาน	23.76	25.48	32.89	30.60	29.47	24.82	23.83
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย				-0.21			
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)							
อุปกรณ์บันทึก	95.13	86.20	63.73	56.00	60.57	74.43	85.13
เครื่องมือวัดมาตรฐาน	91.55	89.07	58.97	52.64	56.33	76.15	78.32
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย				-0.38			
อัตราเร็วลม (เมตร/วินาที )							
อุปกรณ์บันทึก	0.06	0.38	0.83	0.63	0.98	1.08	0.39
เครื่องมือวัดมาตรฐาน	0.06	0.35	0.85	0.62	0.90	1.11	0.36
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย				-0.36			
ทิศทางลม (องศา)							
อุปกรณ์บันทึก	284.18	306.00	307.58	292.73	295.88	278.78	287.33
เครื่องมือวัดมาตรฐาน	-	-	-	-	-	-	-
ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย				-			

**ตารางที่ 2** สหสัมพันธ์ระหว่างแสงสว่างธรรมชาติกับอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราเร็วลม

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	ความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ
อุณหภูมิอากาศ	0.903 <sup>**</sup>
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.885 <sup>**</sup>
อัตราเร็วลม	0.837 <sup>**</sup>

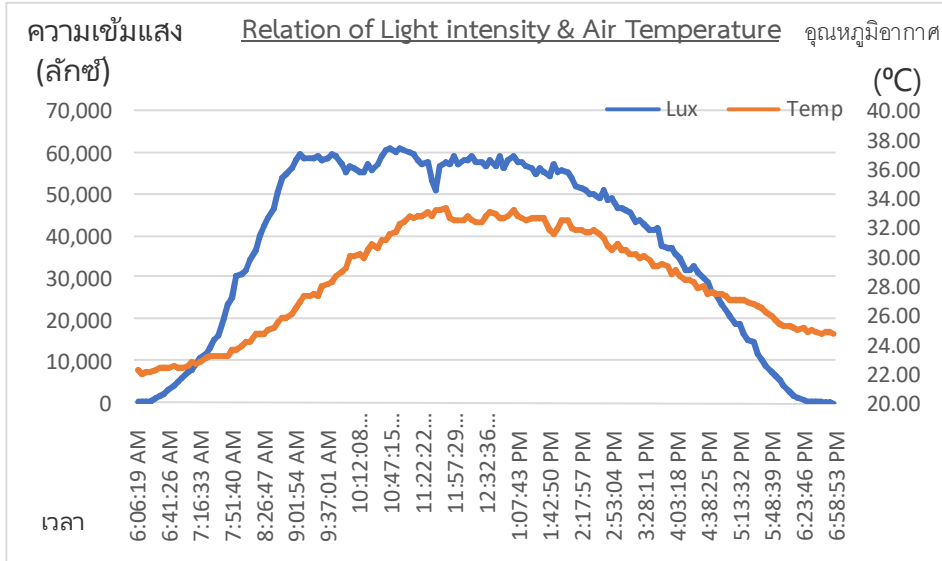
<sup>\*\*</sup> P<0.01

ผลจากการคำนวณความสัมพันธ์ตามตารางที่2 พบว่า P>0.01 หรือมีความคลาดเคลื่อนของข้อมูลอยู่ในระดับต่ำมากหรือไม่มีความสำคัญ

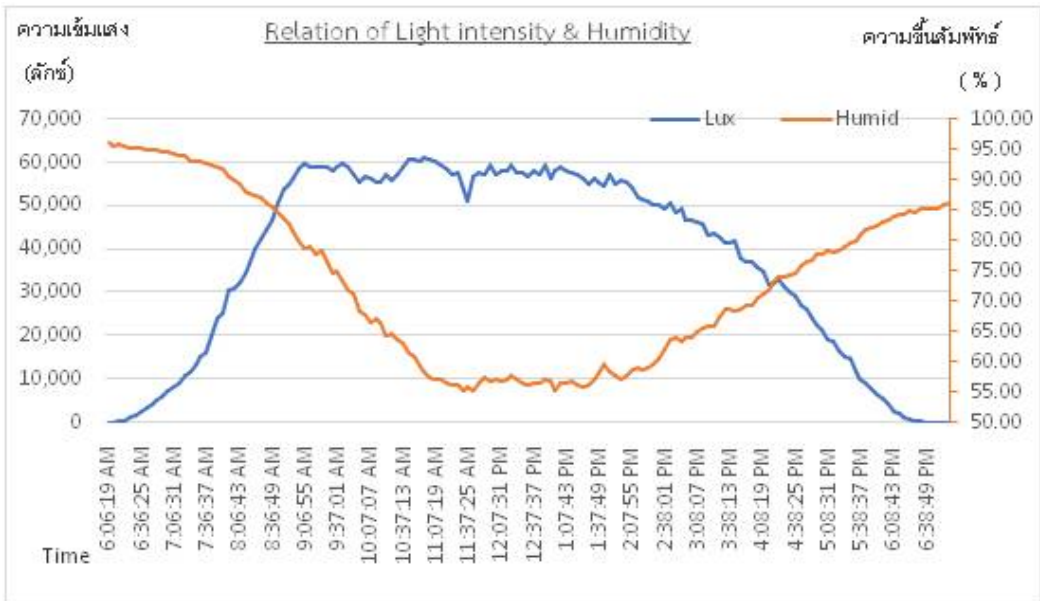
## บทความวิจัย (Research Article)

วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร

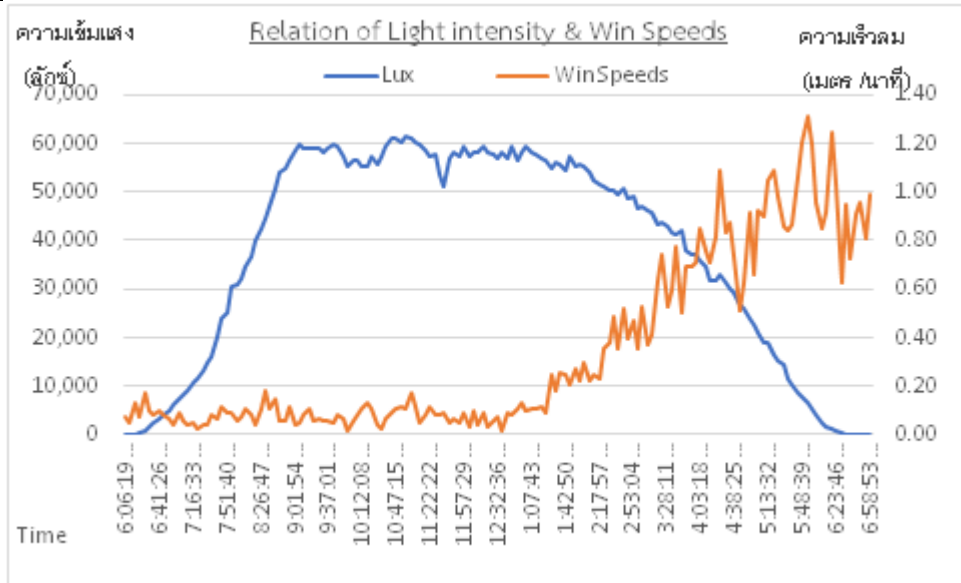
ปีที่ 6 • ฉบับที่ 1 • มกราคม - มิถุนายน 2565



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างแสงธรรมชาติกับอุณหภูมิ



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างแสงธรรมชาติกับความชื้นสัมพัทธ์



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างแสงธรรมชาติกับความเร็วลม

จากตารางที่ 2 เห็นได้ว่าอุณหภูมิอากาศมีความสัมพันธ์กับความเข้มแสงสว่างธรรมชาติในระดับมาก และเป็นไปในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กับความเข้มแสงสว่างธรรมชาติในระดับมากในทิศทางตรงกันข้ามกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ อัตราเร็วลมมีความสัมพันธ์กับความเข้มแสงสว่างธรรมชาติในระดับมากในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังนั้นนำอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราเร็วลมไปใช้ในการสร้างแบบจำลองค่าความเข้มแสงธรรมชาติต่อไป

4. ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ร่วมกับการแปลงข้อมูลโดยใช้ลอการิทึมฐานธรรมชาติ (Natural Logarithm Transformation) เพื่อสร้างเป็น LRNL-Model โดยการนำข้อมูลอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราเร็วลม ที่มีความสัมพันธ์กับความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ มาทำการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณแบบไม่เป็นเส้นตรง หลังจากนั้นจึงแปลงข้อมูลโดยใช้ลอการิทึมฐานธรรมชาติ (Natural Logarithm Transformation) ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 3

บทความวิจัย (Research Article)

วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร

ปีที่ 6 • ฉบับที่ 1 • มกราคม – มิถุนายน 2565

ตารางที่ 3 สัมประสิทธิ์การถดถอยของอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์และอัตราเร็วลมกับแสงสว่างธรรมชาติของ LRNLT-Model

ตัวแปร	Estimate	Std Error	T-Statistic	P- Value
ค่าคงที่ ( $\beta_0$ )	-327.3052	32.2013	-8.5679	0.0000002
การแปลงข้อมูลโดยใช้ลอการิทึมฐานธรรมชาติ (Natural Logarithm Transformation)				
ค่าอุณหภูมิอากาศ ( $\ln X_1$ )	87.4131	10.1875	8.5804	0.0000001
ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ( $\ln X_2$ )	65.6297	8.0255	8.1776	0.0000005
ค่าอัตราเร็วลม ( $\ln X_3$ )	72.5982	10.3266	7.0302	0.0000008
ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิอากาศและค่าความชื้นสัมพัทธ์ ( $\ln X_1, \ln X_2$ )	-16.4505	2.1444	-7.6714	0.0000018
ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิอากาศและค่าอัตราเร็วลม ( $\ln X_1, \ln X_3$ )	-11.4581	1.6605	-6.9004	0.0000008
ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นสัมพัทธ์และค่าอัตราเร็วลม ( $\ln X_2, \ln X_3$ )	-7.9904	1.1389	-7.0161	0.0000002
ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ				
R-Squared ( $r^2$ )	0.9118			
Adjusted R-Squared	0.9035			

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิอากาศความชื้นสัมพัทธ์และอัตราเร็วลมทำนายความเข้มแสงธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับร้อยละ 91 ส่วน ตัวแปรที่สามารถทำนายได้มากตามลำดับ คือ อุณหภูมิอากาศ (0.903) และความชื้นสัมพัทธ์(-0.885) อัตราเร็วลม (0.837) โดยร่วมกันทำนายได้  $**P < 0.01$  หรือร้อยละ 99 ทั้งนี้สามารถแสดงในรูปแบบสมการได้ดังสมการที่ 3 และภาพที่ 6 สมการแบบจำลองค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ร่วมกับการแปลงข้อมูลโดยใช้ลอการิทึมฐานธรรมชาติ (Natural Logarithm Transformation) หรือ LRNLT-Model จากการศึกษาในครั้งนี้ คือ

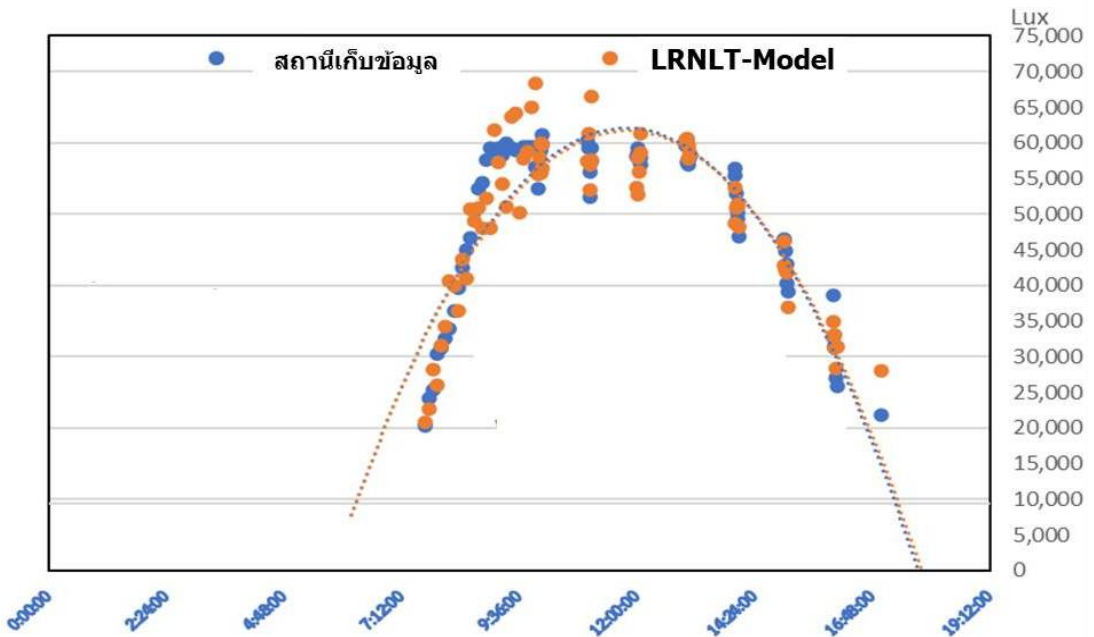
$$\ln Y = -327.3052 + 87.4131 \ln X_1 + 65.6297 \ln X_2 + 72.5982 \ln X_3 - 16.4505 \ln X_1 \ln X_2 - 11.4581 \ln X_1 \ln X_3 - 7.9904 \ln X_2 \ln X_3 \quad (3)$$

เมื่อ  $Y$  คือ ความเข้มแสงได้จากแบบจำลองมีหน่วยเป็น ลักซ์

$X_1$  คือ ค่าอุณหภูมิที่ได้จากการวัดจริงมีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส

$X_2$  คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ได้จากการวัดจริงมีหน่วยเป็น เปอร์เซนต์

$X_3$  คือ ค่าอัตราเร็วลมที่ได้จากการวัดจริงมีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที



ภาพที่ 9 เปรียบเทียบค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติจากแบบจำลอง (LRNLT-Model) และสถานีเก็บข้อมูล

5. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ ถึงแม้ว่าจากแบบจำลองสามารถอธิบายได้ว่าอุณหภูมิอากาศความชื้นสัมพัทธ์และอัตราเร็วลม ทำนายค่าความเข้มแสงได้ถูกต้องร้อยละ 90 แต่เพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของแบบจำลองสามารถอธิบายเพิ่มได้จากการคำนวณค่า Root mean square difference (RMSD) และ Mean bias difference (MBD) ผลการศึกษาพบว่าค่า RMSD เท่ากับ 8.2 และค่า MBD เท่ากับ -0.23 หมายความว่าหากในเวลา 10.00 น. อุณหภูมิอากาศที่วัดได้จริงเท่ากับ 30.28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้จริงเท่ากับ 67.28 % และอัตราเร็วลมที่วัดได้จริงเท่ากับ 0.86 เมตรต่อวินาที ค่าความเข้มแสงที่คำนวณได้จะเท่ากับ 53,628.53 Lux ซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนจากความเข้มแสงที่วัดได้จริง 8.2% หรือหมายความว่า ความเข้มแสงที่วัดได้จริงจะอยู่ระหว่าง 49,230-58,026 Lux และมีแนวโน้มอยู่ระหว่าง 53,630 -58,026 Lux เนื่องจากค่า MBD มีค่าติดลบ หมายถึงค่าที่ได้จากคำนวณมีแนวโน้มใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จริง แบบจำลองนี้จึงสามารถนำไปใช้ทำนายความเข้มแสงจากข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์อากาศกับอุณหภูมิอากาศ บริเวณพื้นที่วิจัยในช่วงเดือนเมษายน ณ จังหวัดสุราษฎร์ธานีได้จริง

### อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

1) ผลการวิจัยพบว่าอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราเร็วลม มีผลต่อค่าความเข้มแสงธรรมชาติคือ ความเข้มแสงสว่างตามธรรมชาติกับอุณหภูมิมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเข้มแสงสว่างตามธรรมชาติกับความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกันในระดับมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และความเข้มแสงสว่างตามธรรมชาติกับอัตราเร็วลมมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2) ผลการสร้างแบบจำลองค่าความเข้มแสงจากธรรมชาติ พบว่าอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และ อัตราเร็วลม สามารถทำนายค่าความเข้มแสงธรรมชาติได้ถูกต้องร้อยละ 91% ( $r^2=0.91$ ) และเมื่อนำแบบจำลอง มาทดสอบประสิทธิภาพในการพยากรณ์เมื่อเทียบกับค่าความเข้มแสงที่วัดได้ในธรรมชาติ พบว่าแบบจำลองมีค่า RMSD เท่ากับ 8.2 และ MBD เท่ากับ-0.23 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำสูงแต่การเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนน้อยกว่าการศึกษาของตรีสุขและคณะ (2561) เมื่อนำค่า RMSD และ MBD ของแบบจำลองที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้เปรียบเทียบกับ แบบจำลองคำนวณค่ารังสีรวมของดวงอาทิตย์จากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาสำหรับจังหวัดเพชรบูรณ์ [17] พบว่าแบบจำลองคำนวณค่ารังสีรวมของดวงอาทิตย์มีค่า RMSD และ MBD เท่ากับ 5.58% และ-1.44% แสดงให้เห็นว่า ทั้งสองแบบจำลองมีประสิทธิภาพ และมีความแม่นยำในระดับใกล้เคียงกัน เนื่องจากในช่วงต้นปีเป็นช่วงฤดูหนาว สภาพท้องฟ้าโดยทั่วไปจะมีเมฆน้อยจึงทำให้ความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าค่อนข้างสูงซึ่งจะมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน เนื่องจากในเดือนนี้มุมตกกระทบของรังสีอาทิตย์ตอนเที่ยงวันจะตั้งฉาก หรือเกือบตั้งฉากกับพื้นผิวโลกจากนั้นจึงค่อยๆ ลดลงจนมีค่าต่ำสุดช่วงสิงหาคมถึงเดือนกันยายน จากนั้นจึงค่อยๆ เพิ่มขึ้นอีกครั้งไปจนถึงเดือนธันวาคม [18] กล่าวได้คือรังสีอาทิตย์จะตกกระทบผิวโลกเป็นมุมไม่เท่ากัน

3) ผลการทำนายค่าความเข้มแสงธรรมชาติจากแบบจำลองเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่บันทึกได้จริงตามธรรมชาติจากงานวิจัยการศึกษาโครงสร้างแสงที่เหมาะสมเพื่อใช้ออกแบบเทคโนโลยีการควบคุมความเข้มแสงธรรมชาติสำหรับประโยชน์ในการเกษตรกรรมหรืองานอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการแสงธรรมชาติ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ดังตัวอย่างการศึกษาของนิตยา เกตุแก้ว พบว่าความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำเท่ากับ 8,000-20,000 ลักซ์ซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่ศึกษาและช่วงเวลาทำการศึกษาเดียวกันหรือระหว่างเวลาประมาณ 10 – 12 นาฬิกา[5] ซึ่งพบว่าข้อมูลที่บันทึกได้ตามธรรมชาติกับผลการทำนายค่าความเข้มแสงที่ได้จากแบบจำลองมีความสอดคล้องในทิศทางเดียวกัน โดยมีความละเอียดและแม่นยำสูงกว่าการเก็บข้อมูลด้วยวิธีบันทึกด้วยมือเนื่องจากการบันทึกข้อมูลด้วยระบบอัตโนมัติที่ความละเอียดในการเก็บข้อมูลทุกๆ 5 นาที

อย่างไรก็ตามสำหรับการพัฒนาให้แบบจำลองมีความแตกต่างของข้อมูลในรูปของค่าที่แสดงถึงความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าคำนวณจากแบบจำลองกับค่าจากการวัดจริง (RMSD) ลดลง ซึ่งจะทำให้ผลการคำนวณจากแบบจำลองมีความแม่นยำมากขึ้น ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการพิจารณาค่าการชดเชยที่เกิดจากอิทธิพลของการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ร่วมด้วย เนื่องจากค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติที่ผิวโลกมีค่าแตกต่างและไม่สม่ำเสมอขึ้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์และสภาพบรรยากาศ รวมทั้งดวงอาทิตย์ยังเป็นแหล่งพลังงานหลักสำหรับขับเคลื่อนระบบบรรยากาศและองค์ประกอบของพื้นผิวโลก ได้แก่การไหลเวียนของบรรยากาศและการไหลเวียนของกระแสน้ำในทะเลและมหาสมุทร ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลก็เป็นสาเหตุสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติที่ผิวโลกนั่นเอง

## เอกสารอ้างอิง

- [1] กัญญาญจน์ พูนศิริ และกัลยา กองเงิน. (2557). อิทธิพลของความเข้มแสงต่อสรีรวิทยาบางประการและการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในใบข้าวเหนียวดำ. ใน *การประชุมวิชาการเสนอมผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15*. (น. 882-890). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [2] Pallardy, S. G. (2008). *Physiology of Woody Plants*. 3<sup>rd</sup> Ed. Burlington: Elsevier.

## บทความวิจัย (Research Article)

วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร

ปีที่ 6 • ฉบับที่ 1 • มกราคม – มิถุนายน 2565

- [3] เฉลิมพล แซมเพชร. (2535). *สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์
- [4] อรุณี จันทรสนิท และคณะ. (2547). บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การสังเคราะห์ด้วยแสง (Photo Synthesis) เข้าถึงได้จาก [http://www.sc.chula.ac.th/courseware/2305103/add\\_topics/add3/2\\_photosynthesis.html](http://www.sc.chula.ac.th/courseware/2305103/add_topics/add3/2_photosynthesis.html)
- [5] นิตยา เกตุแก้ว. (2564). *การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมการผลิตไชน้ำ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน).
- [6] รุ่งรัตน์ วัตตาล. (2548). *การศึกษาแบบจำลองและลักษณะทางสถิติของความเข้มแสงสว่างธรรมชาติในประเทศไทย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- [7] นัสรีนา เจ๊ะมะและคณะ. (2559). *การสร้างเกรตติงสเปกโตรมิเตอร์โดยใช้แผ่นซีดี* (รายงานผลการวิจัย). ยะลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- [8] เสริม จันทรฉาย และคณะ. (2545). *การศึกษาแบบจำลองและลักษณะทางสถิติของรังสีดวงอาทิตย์ในประเทศไทย*. (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- [9] FAO. (2012). FAOSTAT. from <https://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- [10] Corvalan, C. F. & Patz, J. A. (2004). Global warming kills trees, and people. *Bulletin of the World Health Organization*, 82 (7): 481.
- [11] Aggarwal, P. K., & Penning de Vries, F. W. T. (1989). Potential and water-limited wheat yields in rice based cropping systems in Southeast Asia. *Agricultural Systems*, 30(1), 49--69.
- [12] สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุราษฎร์ธานี. (2562). ข้อมูลพื้นฐานด้านการเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี 2561. เข้าถึงได้จาก <https://www.opsmoac.go.th/suratthani-dwl-files-411591791865>
- [13] จริญญา ฤทธิรัมย์ และอารักษ์ ธีรอำพน. (2562). ผลของความเข้มแสงต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอมในระบบแปลงที่แฟคทอรี. *แก่นเกษตร*, 47(6), 1243-1250.
- [14] อรัญ ประกอบสัญญา และคณะ. (2559). การพัฒนาระบบควบคุมการส่องสว่างสำหรับการปลูกพืชด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย. *วารสารวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ*, 6(2), 1-8.
- [15] เอกพันธ์ มาเลิศ และเอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย. (2562). การประเมินผลของความแปรปรวนภูมิอากาศต่อศักยภาพผลผลิตของข้าวนาสวนในจังหวัดชัยนาทด้วยแบบจำลอง DSSAT-CERES. ใน *12<sup>th</sup> THAICID NATIONAL SYMPOSIUM*. (น.73-86). นนทบุรี: กรมชลประทาน.
- [16] ณรัฐ รุจิรัตน์ (2557). ความรู้ความเข้าใจด้านมาตรวิทยาและระบบคุณภาพ เข้าถึงได้จาก <https://www.nimt.or.th/training/files/CognitiveMetrologyAndQualitySystems.pdf>.
- [17] ตรีนุช เอลลิส และคณะ. (2562). แบบจำลองสำหรับคำนวณค่ารังสีรวมของดวงอาทิตย์จากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาสำหรับจังหวัดเพชรบูรณ์. *วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์*. 11(2). 132-141.
- [18] เสริม จันทรฉาย. (2560). *รังสีอาทิตย์*. นครปฐม: บริษัท เพชรเกษมพรีนติ้ง กรุ๊ป จำกัด.
- [19] Maximintegrated. (2001). RS-485 (EIA/TIA-485) Differential Data Transmission System Basics. Retrived 1 November 2021. From <https://www.maximintegrated.com/>.