

แบบจำลองความสัมพันธ์ค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ กับผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลก

THE RELATIONSHIP MODELS BETWEEN THE EXTREME VALUES OF RAINFALL AND TEMPERATURE WITH THE YIELD OF SAFE RICE IN PHITSANULOK PROVINCE

ศรัญญา ทองสุข^{1*} โสภณา สำราญ² และณัฏฐินี ดีแท้¹

Saranya Thongsook^{1*}, Sophana Somran² and Natthinee Deetae¹

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสุดขีดของสภาพภูมิอากาศและปริมาณผลผลิตทางการเกษตรถือเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพื่อให้สามารถคาดการณ์ผลผลิตทางการเกษตรในอนาคตได้อย่างถูกต้องแม่นยำเพื่อช่วยให้หน่วยงานที่รับผิดชอบสามารถตัดสินใจได้อย่างเหมาะสมที่สุดเพื่อรับประกันความมั่นคงทางอาหารทั้งในปัจจุบันและอนาคตต่อไป ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิกับผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลก โดยใช้วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง 3 วิธี คือ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ วิธีป่าสุ่มและวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ผลการศึกษาพบว่าค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกและวิธีที่มีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือสำหรับแบบจำลองสำหรับความสัมพันธ์นี้คือ วิธีป่าสุ่มซึ่งสามารถอธิบายความผันแปรของผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกได้ถึง 86% นอกจากนี้พบว่าค่าสุดขีดของอุณหภูมิเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกและวิธีที่มีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือสำหรับแบบจำลองสำหรับความสัมพันธ์นี้คือ วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนซึ่งสามารถอธิบายความผันแปรของผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกได้ถึง 98%

คำสำคัญ: ค่าสุดขีดของสภาพภูมิอากาศ การเรียนรู้ของเครื่อง ผลผลิตข้าวปลอดภัย ข้อมูลขนาดเล็ก

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

¹Faculty of Science and Technology, Pibulsongkram Rajabhat University, Muang District, Phitsanulok Province 65000

²คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

²Faculty of Sciences and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Muang District, Phitsanulok Province 65000

*corresponding author e-mail: saranya.tho@psru.ac.th

Received: 8 August 2023; Revised: 5 October 2023; Accepted: 17 November 2023

DOI: <https://doi.org/10.14456/lsej.2023.39>

Abstract

The ability to predict the future crop yield facilitates the responsible authorities to make the most appropriate decisions in order to ensure food security in the present and the future. As a result, studying the relationship between climate extremes and agricultural productivity is essential. Therefore, this research was to study the relationship between the extreme values of rainfall and temperature and the yield of safe rice in Phitsanulok province using three machine learning methods. Three machine learning methods consisted of multiple linear regression, random forest and support vector machine. The results showed that the extreme values of rainfall correlate with safe rice yields in Phitsanulok province. The extreme values of rainfall could explain 86% of the variation in the yield of safe rice in Phitsanulok province. The random forest method was an effective and reliable method for this modeling. In addition, it was found that the extreme values of average temperature were related to the yield of safe rice in Phitsanulok province. The extreme values of average temperature could explain the variation in safety rice yield in Phitsanulok province by 98%. The support vector machine method was effective and reliable for modeling the yield of safe rice in Phitsanulok province.

Keywords: Climate extremes, Machine learning, Safe rice production, Small data

บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีข้าวเป็นผลิตผลหลักทางการเกษตร ซึ่งแหล่งปลูกข้าวในประเทศไทยพบได้กระจายทั่วทุกภาคของประเทศไทย ข้าวจึงเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ สร้างรายได้ให้กับประเทศ ปัจจุบันเกษตรปลอดภัยเป็นทางเลือกที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในช่วงเวลาสิบกว่าปีที่ผ่านมา ดังนั้นการผลิตข้าวปลอดภัยจึงมีมากขึ้นเป็นลำดับ เนื่องจากประชาชนโดยทั่วไปทั้งคนไทยและคนต่างชาติให้ความสำคัญกับสุขภาพและสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ผลผลิตที่ได้จากการผลิตแบบปลอดภัยจึงเป็นที่ต้องการเพิ่มมากขึ้นและมีราคาสูงกว่าผลิตผลที่ได้จากการผลิตแบบเคมี (Phoket, 2016) ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเกษตรอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ในปี พ.ศ. 2561 งานวิจัยของ Crane-Droesch (2018) ได้ชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีผลกระทบเชิงลบอย่างมากต่อผลผลิตข้าวโพด (ปัจจุบันการศึกษาผลกระทบหรือความสัมพันธ์ของค่าสุดขีดของสภาพอากาศกับปริมาณผลผลิตทางการเกษตรจึงได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างมาก (Alidoost et al., 2019) สร้างแบบจำลองระหว่างดัชนีค่าสุดขีด

ของสภาพภูมิอากาศและปริมาณผลผลิต ต้นทุนและราคาของพันธุ์ในประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยวิธีการประยุกต์ใช้โคปุลา โดยกำหนดดัชนีค่าสุดขีดของอุณหภูมิอากาศและปริมาณของน้ำฝนหรือหิมะ จากสถานีตรวจอากาศ 33 สถานีและจากศูนย์พยากรณ์อากาศในทวีปยุโรปในช่วงปี 1980-2017 ผลการศึกษาพบว่าวิธีการประยุกต์ใช้โคปุลาเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับสร้างแบบจำลองผลกระทบของ ดัชนีค่าสุดขีดของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อตัวแปรตามโดยเฉพาะในกรณีที่มีตัวแปรตามหลายตัว ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการประยุกต์ใช้โคปุลาเหมาะสมกับกรณีที่ตัวแปรไม่เป็นเชิงเส้น (Vogel et al., 2019) ศึกษาผลกระทบของค่าสุดขีดของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อความผิดปกติของผลผลิตของข้าวโพด ถั่วเหลือง ข้าว และข้าวสาลีฤดูใบไม้ผลิโดยใช้ข้อมูลผลผลิตในประเทศต่างๆ โดยใช้วิธีเอนโดมฟอร์เรสรี เกตชัน (Random Forest Regression) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าค่าสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยและ ค่าสุดขีดของสภาพภูมิอากาศสามารถอธิบายความผันแปรของความผิดปกติของผลผลิตได้ 20% - 49% โดย 18% - 43% ของความผันแปรที่อธิบายมีสาเหตุมาจากค่าสุดขีดของสภาพภูมิอากาศโดยขึ้นอยู่กับ ชนิดของผลผลิต Konduri et al. (2020) ศึกษาความสัมพันธ์และแบบจำลองการพยากรณ์ของดัชนีค่า สุดขีดของสภาพภูมิอากาศกับปริมาณผลผลิตข้าวโพดโดยใช้วิธีการถดถอยแบบส่วนประกอบหลัก (Principal Component Regression) วิธีการถดถอยแบบบริดจ์ (Ridge Regression) วิธีซัพพอร์ต เวกเตอร์เรกชัน (Support Vector Regression: SVR) และวิธีป่าสุ่ม (Random Forest Regression) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธีป่าสุ่มเป็นวิธีที่ดีที่สุดและให้ค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดสำหรับการ พยากรณ์ในข้อมูลชุดทดสอบในการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตข้าวโพดกับดัชนีค่าสุด ขีดของสภาพภูมิอากาศ Feng et al. (2020) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝนกับ ผลผลิตข้าวและผลผลิตข้าวโพดของมณฑลเสฉวนประเทศจีนโดยประยุกต์ใช้ค่า Z-index ของปาล์ม เมอร์และวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ผลการศึกษพบว่าค่าผลรวมของ Z-index สามารถใช้จับเหตุการณ์ที่มีความแห้งแล้งและความชื้นมาก ๆ ได้อย่างแม่นยำ และวิธีป่าสุ่มเป็นวิธีที่ดี สำหรับการสร้างแบบจำลองในการประเมินผลกระทบของค่าสุดขีดของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อ ผลผลิตพืช จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่าเหตุการณ์ที่สภาพภูมิอากาศที่มีการเปลี่ยนแปลง จึงคาดการณ์ได้ว่าผลกระทบของค่าสุดขีดของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อระบบเกษตรกรรมจะเพิ่มขึ้นใน อนาคต (Harrison et al, 2016) ซึ่งสามค่าสุดขีดของสภาพภูมิอากาศที่พบว่ามีผลกระทบต่อผลผลิต ทางได้การเกษตรที่สำคัญ คือ ค่าสุดขีดของความแห้งแล้ง ค่าสุดขีดของอุณหภูมิ และค่าสุดขีดของ ปริมาณน้ำฝน (Rotter et al, 2018)

สำหรับในประเทศไทยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับศึกษาผลกระทบของค่าสุดขีดของสภาพภูมิอากาศ ที่มีต่อปริมาณผลผลิตทางการเกษตรยังมีไม่มากนัก ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจ ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝนและ อุณหภูมิที่มีต่อผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลก เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการคาดการณ์

ผลผลิตทางการเกษตรล่วงหน้าซึ่งถือเป็นการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องสำหรับการวางแผนการใช้ที่ดินและนโยบายเศรษฐกิจอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งหากการคาดการณ์ตามสภาพอากาศมีความแม่นยำมากขึ้น เกษตรกรจะได้รับการแจ้งเตือนล่วงหน้าอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดการสูญเสียครั้งใหญ่ เช่น ช่วยเกษตรกรในการตัดสินใจสำหรับการเลือกพืชทางเลือกหรือการทิ้งพืชผลที่มีปัญหาตั้งแต่เนิ่น ๆ ในกรณีของสถานการณ์วิกฤต ช่วยให้เกษตรกรมีวิสัยทัศน์ที่ดีขึ้นในการเพาะปลูกพืชผลตามฤดูกาล และเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเติบโตทางด้านการเกษตรและด้านเศรษฐกิจของประเทศไทยในปัจจุบันและอนาคตต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ผลผลิตข้าวปลอดภัยในแต่ละอำเภอในจังหวัดพิษณุโลก

กลุ่มตัวอย่าง : กลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

2.1 ข้อมูลทุติยภูมิของผลผลิตข้าวปลอดภัยของกลุ่มอำเภอเป้าหมายทั้ง 5 อำเภอ จากศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก โดยใช้ข้อมูลทั้งหมด 6 ปี เริ่มตั้งแต่ปี 2559 ถึง ปี 2564 และข้อมูลผลผลิตข้าวปลอดภัยจากเกษตรกรในอำเภอเป้าหมายทั้ง 6 อำเภอ ซึ่งประกอบด้วยพรหมพิราม บางระกำ เมืองพิษณุโลก บางกระทุ่ม เนินมะปราง นครไทย (Origin: Phitsanulok Rice Seed Center)

2.2 ข้อมูลทุติยภูมิของสภาพภูมิอากาศจากจากกรมอุตุนิยมวิทยาในช่วงปี พ.ศ. 2559 - 2564 ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ค่าสถิติของสภาพภูมิอากาศโดยการประยุกต์ใช้ค่า Z-index ของปาล์มเมอร์

วิธีการกำหนดค่าสถิติของสภาพภูมิอากาศสำหรับการศึกษาผลกระทบหรือความสัมพันธ์ ระหว่างค่าสถิติของสภาพภูมิอากาศกับปริมาณผลผลิตทางการเกษตรในงานวิจัยต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลสภาพอากาศรายวันในระยะยาว จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่ผ่านมาใช้วิธีการกำหนดค่าสถิติของสภาพภูมิอากาศ เช่น ดัชนีสภาพภูมิอากาศหรือการประยุกต์ใช้ค่า Z-index ของปาล์มเมอร์ เป็นต้น สำหรับการหาค่าดัชนีสภาพภูมิอากาศสำหรับการกำหนดค่าสถิติของสภาพภูมิอากาศจำเป็นต้องพิจารณาในระดับหนึ่งเนื่องจากมีค่าดัชนีสภาพภูมิอากาศหลายค่าวิธีการนี้จึงไม่เหมาะกับงานวิจัยเริ่มศึกษาหรือนักวิจัยที่มีประสบการณ์ไม่มากนัก สำหรับการประยุกต์ใช้ค่า Z-index ของปาล์มเมอร์ ซึ่งประยุกต์ใช้วิธีดัชนีภัยแล้งรุนแรงของพาลเมอร์ (Palmer Z-index) คือชุดการวัดดัชนีอุทกภัยหรือภัยแล้งในระดับภูมิภาคและแผนการจัดความรุนแรงที่เสนอโดย Tan et al. (2003) ซึ่งดัชนีเป็นวิธีที่นิยมและได้รับการยอมรับอย่างยิ่งโดยเฉพาะในประเทศจีน ทั้งนี้เนื่องจากคำนวณง่ายและมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล โดยค่าเกณฑ์ที่กำหนดจะเป็นตัวเลขมีความสัมพันธ์กับความน่าจะเป็นตามทฤษฎีของสถานีเดียวดังนั้นดัชนีจึงมีข้อจำกัดน้อยกว่าสำหรับการใช้ในพื้นที่แตกต่างกัน ดังนั้นสำหรับ

งานวิจัยนี้จะใช้การประยุกต์ใช้ค่า Z-index ของปาล์มเมอร์ในการกำหนดค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝน และค่าสุดขีดของอุณหภูมิ ซึ่งมีขั้นตอนสำหรับการคำนวณดังข้างล่าง

2.1.1) คำนวณค่าดัชนีดัชนีอุทกภัยหรือภัยแล้ง (Z-index) จากสมการที่ 1

$$Z_i = \frac{6}{C_s} \left(\frac{C_s}{6} \phi_i + 1 \right)^{\frac{1}{3}} - \frac{6}{C_s} + \frac{C_s}{6} \quad (1)$$

ซึ่ง C_s และ ϕ_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความเบ้และตัวแปรปริมาณน้ำฝนที่ถูกทำให้เป็นปกติตามลำดับ สำหรับค่าทั้งสองค่าสามารถหาได้จากสมการที่ 2 และ 3

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{n\sigma^3} \quad (2)$$

$$\phi_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \quad (3)$$

ซึ่ง X_i , $\bar{X}$, σ และ n คือ ผลรวมของปริมาณน้ำฝนรายเดือนหรือผลรวมของอุณหภูมิรายเดือน ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลรวมของปริมาณน้ำฝนรายเดือนหรือผลรวมของอุณหภูมिरายเดือนในแต่ละเดือนในช่วงเวลาของการปลูกข้าวในแต่ละพื้นที่ และขนาดตัวอย่าง เมื่อ $i = 1, \dots, n$ ตามลำดับ

2.1.2) เมื่อคำนวณค่าดัชนีอุทกภัยหรือภัยแล้ง (Z-index) เรียบร้อยแล้วคณะผู้วิจัยจะได้ค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝนหรือค่าสุดขีดของอุณหภูมิโดยพิจารณาจากค่า Z-index ดังแสดงในตารางที่ 1 (Table 1)

Table 1 The z-index of precipitation and temperature extremes

Category	Value Range	Quantile
Extreme dry	$Z \leq -1.65$	Less than 5%
Severe dry	$-1.65 \leq Z \leq -1.04$	5% - 15%
Moderate dry	$-1.04 \leq Z \leq -0.52$	15% - 30%
Normal	$-0.52 \leq Z \leq 0.52$	30% - 70%
Moderate wet	$0.52 \leq Z \leq 1.04$	70% - 85%
Severe wet	$1.04 \leq Z \leq 1.65$	85% - 95%
Extreme wet	$Z \geq 1.65$	Greater than 95%

2.1.3) สำหรับค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝนหรือค่าสุดขีดของอุณหภูมิในงานวิจัยนี้จะคำนวณจากผลรวมของค่า Z-index ที่ตกอยู่ในทุกกลุ่มยกเว้นกลุ่มปกติ

2.2 อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง (machine learning algorithms)

วิธีการที่ใช้สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการศึกษามลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะค่าสถิติของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อปริมาณผลผลิตทางการเกษตรในอดีต ได้แก่ วิธีอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง วิธีการประยุกต์ใช้โคปูลา (Copula) ฯลฯ สำหรับวิธีการที่ได้รับความนิยม คือ วิธีอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง ได้แก่ การวิเคราะห์ การถดถอยพหุคูณ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน วิธีป่าสุ่ม และเครือข่ายประสาทเทียม เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ทั้งวิธีตัวแบบเชิงเส้น ซึ่งได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression : MLR) และตัวแบบไม่เชิงเส้น ซึ่งได้แก่ วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVR) และวิธีป่าสุ่ม (Random Forest: RF) สำหรับทำนายผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกโดยใช้โปรแกรมอาร์ (R Program) เวอร์ชัน 4.3.1 ซึ่งแต่ละวิธีมีรายละเอียดโดยย่อดังนี้

1.2.1 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (MLR) การวิเคราะห์การถดถอยเชิงพหุคูณเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ หลายตัวกับตัวแปรตาม 1 ตัว เพื่อศึกษาว่ามีตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่ร่วมกันทำนายหรือพยากรณ์ หรืออธิบายการผันแปรของตัวแปรตามได้ โดยเขียนความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการที่ (4)

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p + e \quad (4)$$

โดยที่ Y_i คือ ตัวแปรตาม (Dependent Variable), $X_1, \dots, X_p$ คือ ตัวแปรอิสระ (Independent Variable), β_0 คือ จุดตัดแกน Y หรือค่าของ Y เมื่อ $X = 0$, $\beta_1, \dots, \beta_p$ คือ ความชัน (Slope) ของเส้นตรงเป็นค่าที่แสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของ Y เมื่อ X เปลี่ยนไป 1 หน่วย, e คือ ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม (Random Error) เมื่อ $i = 1, \dots, p$

1.2.2 วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (SVR) สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยเป็นแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลแบบเชิงเส้น (linear) และไม่เชิงเส้น (nonlinear) ทั้งแบบการจำแนกประเภท (classification) และการวิเคราะห์การถดถอย (regression) ซึ่งเหมาะกับข้อมูลที่มีขนาดเล็กไปจนถึงขนาดกลาง SVR สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยกำหนดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) ได้ดังสมการที่ (5)

$$\text{ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ : } \min \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^l (\epsilon_i + \epsilon_i^*) \quad (5)$$

โดยมีเงื่อนไข :

$$y_i - \langle w, x_i \rangle - b \leq \epsilon + \epsilon_i$$

$$\langle w, x_i \rangle + b - y_i \leq \epsilon + \epsilon_i$$

$$\epsilon_i, \epsilon_i^* \geq 0$$

เมื่อ w คือ เวกเตอร์น้ำหนัก

b คือ ค่าสัมประสิทธิ์

ϵ_i คือ ตัวแปรส่วนขาด

โดยเป้าหมายในการฝึกแบบจำลองคือ การหาฟังก์ชันการตัดสินใจที่ y_i ไม่เกินค่า ε สำหรับทุก ๆ x_i ดังแสดงในสมการที่ (6)

$$|e|_\varepsilon = \begin{cases} 0 & \text{if } |e| \leq \varepsilon \\ |e| - \varepsilon & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

1.2.3 วิธีป่าสุ่ม (Random Forest: RF) สำหรับการวิเคราะห์การถดถอย เป็นหนึ่งในอัลกอริทึมพื้นฐานของการเรียนรู้ของเครื่อง และถือได้ว่าเป็นเครื่องมือทางสถิติที่มีประสิทธิภาพสำหรับการทำนายอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งวิธีป่าสุ่มสามารถใช้ได้ทั้งในงานการจำแนกประเภทและการวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งเกิดจากการทำงานร่วมกันของวิธีการจำแนกประเภทแบบพิเศษและวิธีการรีเกรชันทรี (Regression Trees : CART) วิธีป่าสุ่มเป็นวิธีการที่ใช้การคาดการณ์โดยการรวมการคาดการณ์จากต้นไม้การตัดสินใจหลาย ๆ แบบโดยใช้เทคนิคการรวบรวม Bootstrap หรือที่เรียกว่า Bagging สำหรับการทำนายขั้นสุดท้ายของวิธีป่าสุ่มทำโดยการหาค่าเฉลี่ยจากต้นไม้แต่ละต้นวิธีนี้เป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลเชิงปริมาณและเหมาะสำหรับแบบจำลองที่ไม่เป็นเชิงเส้น สำหรับค่าพารามิเตอร์สำหรับวิธีป่าสุ่ม เช่น จำนวนต้นไม้ ความลึกสูงสุดของต้นไม้ จำนวนสูงสุดในการแบ่งกลุ่มแต่ละครั้งและจำนวนตัวอย่างที่น้อยที่สุดในการแบ่งกลุ่มแต่ละครั้งจะถูกกำหนดโดยการค้นหาแบบกริด ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีป่าสุ่มสำหรับการวิเคราะห์การถดถอยผ่านแพ็คเกจที่ชื่อว่า random Forest ในโปรแกรมอาร์ (R Program) เวอร์ชัน 4.3.1 โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้เท่ากับค่าเริ่มต้น

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

ภาพที่ 1 (Figure 1) แสดงรายละเอียดกรอบแนวคิดการวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยนี้

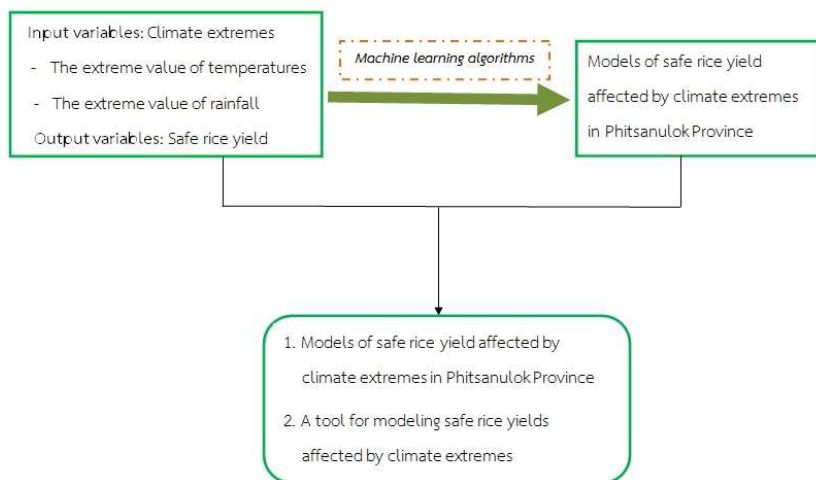


Figure 1 Research conceptual framework

4. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรนำเข้า (ตัวแปรอิสระ) สำหรับการวิจัยนี้ คือ ค่าปริมาณน้ำฝนรวมรายปี อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ค่าขีดสุดของปริมาณน้ำฝนและค่าขีดสุดของอุณหภูมิเป็นตัวแปรผลลัพธ์ (ตัวแปรตาม) คือ ผลผลิตข้าวปลอดภัยของแต่ละปี

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าขีดสุดของปริมาณน้ำฝนและค่าขีดสุดของอุณหภูมิกับผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลก โดยใช้โปรแกรม R เวอร์ชัน 4.1.3 ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

5.1 การแบ่งข้อมูล (split data) สำหรับการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกใช้สำหรับสร้างสมการ (train data) และส่วนที่สองใช้สำหรับทดสอบสมการ (test data) สำหรับการศึกษานี้แบ่งข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลอง (train data) คิดเป็น 50%, 60%, 70%, 80% และ 90% ของข้อมูลทั้งหมด (ตามขนาดของชุดข้อมูล) ตามลำดับ และข้อมูลทดสอบสำหรับทดสอบแบบจำลอง (test data) คิดเป็น 50%, 40%, 30%, 20% และ 10% ของข้อมูลทั้งหมด (ตามขนาดของชุดข้อมูล) ตามลำดับ

5.2 การสร้างแบบจำลองสำหรับงานวิจัยนี้ใช้วิธีการเรียนรู้ของเครื่อง 3 วิธี ประกอบด้วย การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (MLR), ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (SVR) และวิธี ป่าสุ่ม (RF)

5.3 การตรวจสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยวิธี Train/Test split จากนั้นจะคำนวณค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE), ค่าอาร์กำลังสอง (R-squared) และอาร์กำลังสองที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R-squared) เพื่อใช้สำหรับพิจารณาประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ได้จากแบบจำลองทั้ง 3 วิธี

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าขีดสุดของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิกับผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกโดยวิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (MLR) ป่าสุ่ม (RF) และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (SVR) ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

แบบจำลองความสัมพันธ์ของผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกกับค่าขีดสุดของปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนรวมรายปี

ค่าอาร์กำลังสอง (R-squared), อาร์กำลังสองที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R-squared) ของชุดข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกกับค่าขีดสุดของปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนรวมรายปีแสดงไว้ในตารางที่ 2 (Table 2)

Table 2 Performance of models for the z-index of rainfall and the total annual rainfall

Model	R-squared	Adjusted R-squared	RMSE (Ton/Rai)
MLE + zindex_prec	0.52	0.28	4,734.43
RF + zindex_prec	0.86	0.80	1,507.63
SVR + zindex_prec	0.60	0.20	4,851.88
MLE + Precipitation	0.97	0.94	4,050.08
RF + Precipitation	0.84	0.76	2,103.56
SVR + Precipitation	0.98	0.96	2,581.25

จากตารางที่ 2 (Table 2) สำหรับแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระคือ ค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝน (zindex_prec) พบว่าวิธีป่าสุ่มเป็นวิธีการที่ให้ค่าอาร์กำลังสอง และอาร์กำลังสองที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R-squared) สูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.86 และ 0.80 ตามลำดับ และยังเป็นวิธีที่ให้ค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 1,507.63 ต้น/ไร่ สำหรับแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระคือ ปริมาณน้ำฝนรวมรายปี (Precipitation) พบว่าวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเป็นวิธีการที่ให้ค่าอาร์กำลังสอง และอาร์กำลังสองที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R-squared) สูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.98 และ 0.96 ตามลำดับ แต่พบว่าวิธีป่าสุ่มเป็นวิธีที่ให้ค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 2,103.56 ต้น/ไร่

แบบจำลองความสัมพันธ์ของผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกกับค่าสุดขีดของอุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิเฉลี่ย

ค่าอาร์กำลังสอง (R-squared), อาร์กำลังสองที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R-squared) ของชุดข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกกับค่าสุดขีดของอุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิเฉลี่ยแสดงไว้ในตารางที่ 3 (Table 3)

Table 3 Performance of models for the z-index of average temperature and the average temperature

Model	R-squared	Adjusted R-squared	RMSE (Ton/Rai)
MLE + zindex_atemp	0.97	0.94	5,972.49
RF + zindex_atemp	0.84	0.76	5,221.78
SVR + zindex_atemp	0.98	0.95	3,559.73
MLE + atemp	0.66	0.50	7,474.32
RF + atemp	0.85	0.70	4,395.45
SVR + atemp	0.79	0.69	5,305.96

จากตารางที่ 3 (Table 3) สำหรับแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระคือ ค่าสุดขีดของอุณหภูมิเฉลี่ย (zindex_atemp) พบว่าวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทซึนเป็นวิธีการที่ให้ค่าอาร์กำลังสอง (R-squared) และอาร์กำลังสองที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R-squared) สูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.98 และ 0.95 ตามลำดับ และยังเป็นวิธีที่ให้ค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 3,559.73 ต้น/ไร่ สำหรับแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระคือ อุณหภูมิเฉลี่ย (atemp) พบว่าวิธีป่าสุ่มเป็นวิธีการที่ให้ค่าอาร์กำลังสอง (R-squared) และอาร์กำลังสองที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R-squared) สูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.85 และ 0.70 ตามลำดับ และยังเป็นวิธีที่ให้ค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 4,395.45 ต้น/ไร่

แบบจำลองความสัมพันธ์ของผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกกับค่าสุดขีดของอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยและอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย

ค่าอาร์กำลังสอง (R-squared), อาร์กำลังสองที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R-squared) ของชุดข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกกับค่าสุดขีดของอุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิเฉลี่ยแสดงไว้ในตารางที่ 4 (Table 4)

Table 4 Performance of models for the z-index of average minimum temperature and the average minimum temperature

Model	R-squared	Adjusted R-squared	RMSE (Ton/Rai)
MLE + zindex_mintemp	0.22	-0.04	7,247.53
RF + zindex_mintemp	0.43	0.14	2,011.45
SVR + zindex_mintemp	0.56	0.34	807.78
MLE + mintemp	0.65	0.30	6,324.10
RF + mintemp	0.68	0.51	3,901.13
SVR + mintemp	0.77	0.53	4,513.94

จากตารางที่ 4 (Table 4) สำหรับแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระ คือ ค่าสุดขีดของอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (zindex_mintemp) พบว่าวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทซึนเป็นวิธีการที่ให้ค่าอาร์กำลังสอง (R-squared) และอาร์กำลังสองที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R-squared) สูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.56 และ 0.34 ตามลำดับ และยังเป็นวิธีที่ให้ค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 807.78 ต้น/ไร่ สำหรับแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระคือ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (mintemp) พบว่าวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทซึนเป็นวิธีการที่ให้ค่าอาร์กำลังสอง (R-squared) และอาร์กำลังสองที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R-squared) สูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.77 และ 0.53 ตามลำดับ แต่พบว่าวิธีป่าสุ่มเป็นวิธีที่ให้ค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 3,901.13 ต้น/ไร่

แบบจำลองความสัมพันธ์ของผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกกับค่าสุดขีดของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยและอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย

ค่าอาร์กำลังสอง (R-squared), อาร์กำลังสองที่ปรับค่าแล้ว (Adjusted R-squared) ของชุดข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ของผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกกับค่าสุดขีดของอุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิเฉลี่ยแสดงไว้ในตารางที่ 5 (Table 5)

Table 5 Performance of models for the z-index of average maximum temperature and the average maximum temperature

Model	R-squared	Adjusted R-squared	RMSE (Ton/Rai)
MLE + zindex_maxtemp	0.54	0.09	7,226.01
RF + zindex_maxtemp	0.76	-Inf	5,351.82
SVR + zindex_maxtemp	0.72	0.45	5,484.67
MLE + maxtemp	1.00	-Inf	6,018.92
RF + maxtemp	0.53	0.05	4,557.65
SVR + maxtemp	0.98	-Inf	5,597.07

Remark The adjusted R-squared value is -Inf because the sample size for the modeling data set is 2 (small sample size), so the divisor for calculating the adjusted R-squared value is zero. The adjusted R-squared value is therefore not divisible.

จากตารางที่ 5 (Table 5) สำหรับแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระคือ ค่าสุดขีดของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (zindex_maxtemp) พบว่าวิธีป่าสุ่มเป็นวิธีการที่ให้ค่าอาร์กำลังสอง (R-squared) สูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.76 และยังเป็นวิธีที่ให้ค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 5,351.82 ตัน/ไร่ สำหรับแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระคือ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (maxtemp) พบว่าวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทซินเป็นวิธีการที่ให้ค่าอาร์กำลังสอง (R-squared) สูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.98 แต่พบว่าวิธีป่าสุ่มเป็นวิธีที่ให้ค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 4,557.65 ตัน/ไร่

อภิปรายผล

จากการพิจารณาวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง 3 วิธี ประกอบด้วย การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (MLR), ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทซิน (SVR) และวิธี ป่าสุ่ม (RF) โดยพิจารณาจากค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยและค่าอาร์กำลังสอง (R-squared) ในเวลาเดียวกัน สำหรับแบบจำลองค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิกับผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกโดย ได้ผลสรุปดังแสดงในภาพที่ 2-5 (Figure 2-5)

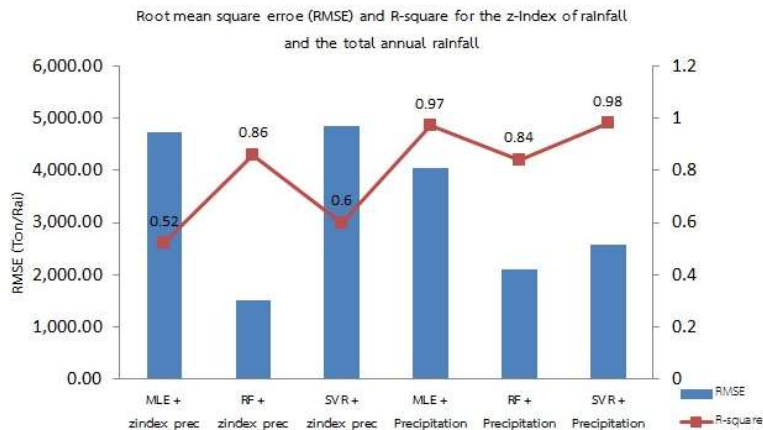


Figure 2 RMSE and R-square for the z-index of rainfall and the total annual rainfall

เมื่อเปรียบเทียบแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระคือ ค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝน (zindex_prec) กับแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระคือ ปริมาณน้ำฝนรวมรายปี (Precipitation) (Figure 2) พบว่าแบบจำลองโดยวิธีป่าสุ่มและมีค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝนเป็นตัวแปรอิสระให้รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยค่าต่ำที่สุด รวมทั้งให้ค่าอาร์กำลังสองค่อนข้างสูงโดยมีค่าเท่ากับ 0.86 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Feng et al, (2019) ซึ่งทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝนกับผลผลิตข้าวและผลผลิตข้าวโพดของมณฑลเสฉวนประเทศจีนโดยใช้วิธีการเรียนรู้ของเครื่องโดยผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝนสามารถใช้จับเหตุการณ์ที่มีความแห้งแล้งและมีความชื้นมาก ๆ ได้อย่างแม่นยำ และวิธีป่าสุ่มเป็นวิธีที่ดีที่สุดสำหรับการสร้างแบบจำลองในการประเมินผลกระทบของค่าสุดขีดของสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตทางการเกษตร

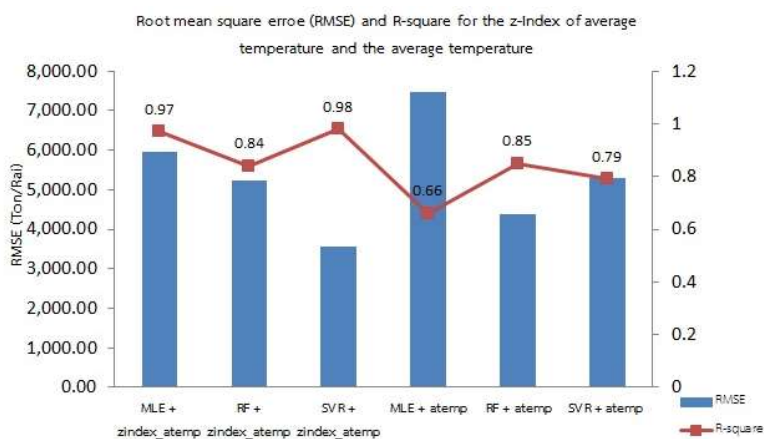


Figure 3 RMSE and R-square for the z-index of average temperature and the average temperature

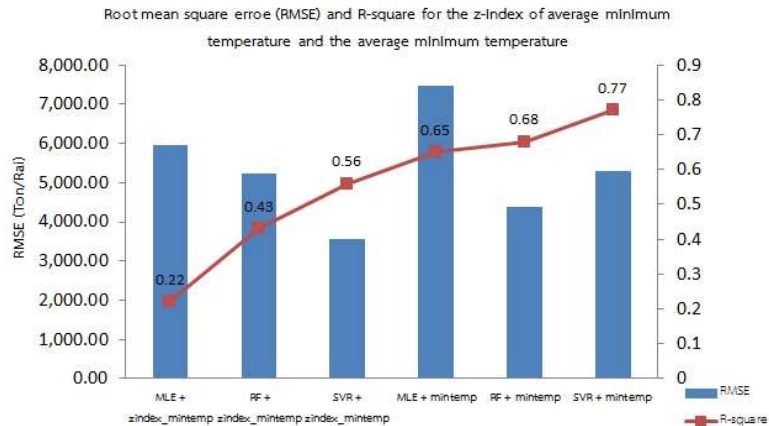


Figure 4 RMSE and R-square for the z-index of average minimum temperature and the average minimum temperature

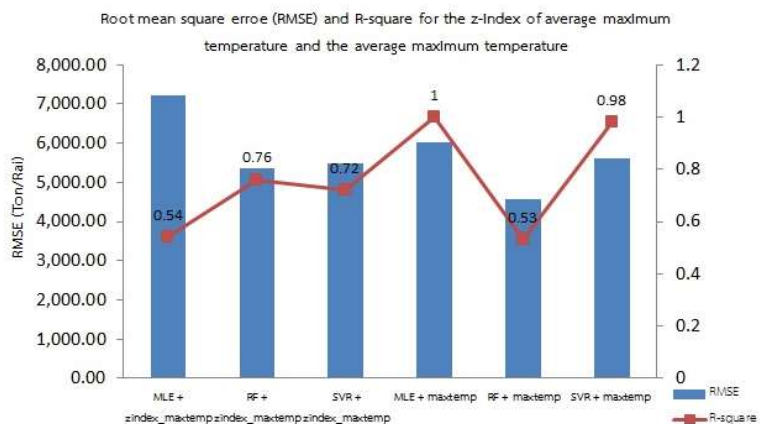


Figure 5 RMSE and R-square for the z-index of average maximum temperature and the average maximum temperature

สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระ คือ ค่าสุดขีดของอุณหภูมิเฉลี่ย (zindex_atemp) กับแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระคือ อุณหภูมิเฉลี่ย (atemp) ภาพที่ 3 (Figure 3) พบว่าแบบจำลองโดยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทซึนที่มีค่าสุดขีดของอุณหภูมิเฉลี่ยเป็นตัวแปรอิสระให้รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยค่าต่ำที่สุดและให้ค่าอาร์กำลังสองสูงที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 0.98 สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระคือ ค่าสุดขีดของอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (zindex_mintemp) กับแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระคือ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (mintemp) ภาพที่ 4 (Figure 4) พบว่าแบบจำลองโดยวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทซึนที่มีค่าสุดขีดของอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยเป็นตัวแปรอิสระให้รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยค่าต่ำที่สุดแต่อย่างไรก็ตามให้ค่าอาร์กำลังสองมีค่าเท่ากับ 0.56

ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าอาร์ก่าลังสองที่มีตัวแปรอิสระคืออุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย สำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระคือ ค่าสุดขีดของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (zindex_maxtemp) กับแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระคือ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (maxtemp) ภาพที่ 5 (Figure 5) พบว่า แบบจำลองโดยวิธีป่าสุ่มที่มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยเป็นตัวแปรอิสระให้ค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุดแต่ในขณะเดียวกันก็ให้ค่าอาร์ก่าลังสองต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับแบบจำลองที่มีตัวแปรอิสระอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตามแบบจำลองโดยวิธีป่าสุ่มที่มีค่าสุดขีดของอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยเป็นตัวแปรอิสระให้รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำรองลงมาเป็นอันดับสอง และให้ค่าอาร์ก่าลังสองค่อนข้างสูงโดยมีค่าเท่ากับ 0.76

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิกับผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกแสดงให้เห็นว่า ค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกและวิธีที่มีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือสำหรับแบบจำลองสำหรับความสัมพันธ์คือ วิธีป่าสุ่มซึ่งสามารถอธิบายความผันแปรของผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกได้ถึงร้อยละ 86 และให้ค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด นอกจากนี้พบว่าค่าสุดขีดของอุณหภูมิเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกและวิธีที่มีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือสำหรับแบบจำลองสำหรับความสัมพันธ์คือ วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทซ์ซึ่งสามารถอธิบายความผันแปรของผลผลิตข้าวปลอดภัยในจังหวัดพิษณุโลกได้ถึงร้อยละ 98 และให้ค่ารากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยต่ำที่สุด ดังสรุปไว้ในตารางที่ 6 (Table 6)

Table 6 The summary of the best method for the relationship between the extreme values of rainfall and temperature and the yield of safe rice in Phitsnulok province

	Method	R-squared	RMSE
The rainfall extreme	Random Forest	0.86	1,507.63
The temperature extreme	Support vector Regression	0.98	3,559.73

ประโยชน์สำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ในงานวิจัยนี้เพื่อใช้คาดการณ์ปริมาณผลผลิตข้าวปลอดภัยที่ได้รับผลกระทบจากดัชนีค่าสุดขีดของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิในจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับเฝ้าระวังและติดตามปริมาณผลผลิตข้าวปลอดภัยตลอดช่วงระยะเวลาการผลิตสำหรับผู้ใช้งาน ผู้สนใจหรือหน่วยงานที่ต้องการทราบปริมาณผลผลิตข้าวปลอดภัยในพื้นที่ต่าง ๆ ในช่วงระยะเวลาการผลิตและอนาคตต่อไป ซึ่งการศึกษาดังกล่าวนี้นี้จะเป็นข้อมูลที่สำคัญและเป็นประโยชน์ทางตรงต่อเกษตรกรและหน่วยงานของภาครัฐเพื่อใช้สำหรับการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ

ผลผลิตให้ได้อย่างทันทีเมื่อปริมาณผลผลิตไม่เป็นไปตามที่ต้องการ นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้ดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ทางอ้อมต่อหน่วยงานภาครัฐซึ่งเป็นผู้กำหนดนโยบายต่าง ๆ ทางภาคการเกษตร เช่น การประเมินการประกันราคาข้าว การปรับนโยบายการผลิตให้เหมาะสมกับสถานการณ์ต่าง ๆ การวางแผนการใช้ที่ดินและการกำหนดนโยบายเศรษฐกิจที่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น อีกทั้งข้อมูลที่ได้นี้จะยังเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ผลิตข้าวในแง่ของการตัดสินใจ เช่น การเลือกพืชทางเลือกหรือการทิ้งพืชในระยะแรกในกรณีที่สถานการณ์คับขัน นอกจากนี้ยังสามารถช่วยให้เกษตรกรมีวิสัยทัศน์ที่ดีขึ้นเกี่ยวกับการเพาะปลูกพืชตามฤดูกาลและตามช่วงเวลาอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยได้รับความอนุเคราะห์และเงินสนับสนุนจากกองทุนสนับสนุนการวิจัยและบริหารจัดการงานวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ประจำปีงบประมาณ 2564

เอกสารอ้างอิง

- Alidoost F, Su Z, Stein A. Evaluating the effects of climate extremes on crop yield, production and price using multivariate distributions: A new copula application. *Weather and Climate Extremes* 2019; 26:1-9.
- Crane-Droesch, A. Machine learning methods for crop yield prediction and climate change impact assessment in agriculture. *Environmental Research Letters* 2018;13:114003.
- Feng J, Jintrawet A, Sangchyoswat C. The relationships between extreme precipitation and rice and maize yields using machine learning in Sichuan province, China. *Current Applied Science and Technology* 2019;20(3):453-469.
- Harrison MT, Cullen BR, Rawnsley RP. Modelling the sensitivity of agricultural systems to climate change and extreme climatic events. *Agricultural Systems* 2016;148:135-148.
- Konduri VS, Vandal TJ, Ganguly S, Ganguly AR. Data science for weather impacts on crop yield. *Frontiers in Sustainable Food System* 2020;52(4):1-11.
- Phoket Y. The extension of safety and standardized rice production adhering to good agricultural practice for farmers in Roi Et Province. *Khon Kaen Agriculture Journal* 2016;44(1):624-629.
- Rotter RP, Appiah M, Fichtler E, Kersebaum KC. Linking modelling and experimentation to better capture crop impacts of agroclimatic extremes-A review. *Field Crops Research* 2018;221:142-156.
- Tan G, Zhaobo S, Chen H. Diagnosis of summer time floods/droughts and their atmospheric circulation anomalies over north China. *ACTA Meteorol Sinica* 2003;17:257-273.
- Vogel E, Donat MG, Alexander LV, Meinshausen M, Ray DK, Karoly D, Meinshausen N. et al. The effects of climate extremes on global agricultural yields. *Environmental Research Letters* 2019; 14: 054010.