

การพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์อุทกภัยรายจังหวัดในประเทศไทย ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องจักร

ฉวีรัตน์ ศรีพิสุทธิ^{1*}, ณัฏชา หะยะมิน¹ และกัลยณัฐ กุหลาบเพชรทอง¹

¹สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และนวัตกรรมข้อมูล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

*s65122250044@ssru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์การเกิดอุทกภัยรายจังหวัดในประเทศไทยสำหรับปี พ.ศ. 2568 โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนที่คาดการณ์ล่วงหน้า และสถิติการเกิดอุทกภัยในช่วงปี พ.ศ. 2564–2566 ซึ่งมีความสำคัญต่อการวางแผน และเตรียมความพร้อมรับมือกับภัยพิบัติในอนาคต งานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) โดยใช้เทคนิคแรนดอมฟอเรสต์ (Random Forest) เพื่อสร้างแบบจำลองที่มีความแม่นยำในการพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย

กระบวนการวิเคราะห์ประกอบด้วยการจัดการข้อมูลเบื้องต้น เช่น การตรวจสอบค่าที่หายไป การวิเคราะห์ข้อมูลซ้ำซ้อน และการเตรียมข้อมูล ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการฝึก และทดสอบโมเดล โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนล่วงหน้า 6 เดือน และข้อมูลสถิติการเกิดอุทกภัยรายปี ผลการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสนับสนุนการตัดสินใจ และการบริหารจัดการความเสี่ยงจากอุทกภัยของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงสามารถพัฒนาแบบจำลองพยากรณ์ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในอนาคต

คำสำคัญ: อุทกภัย ปริมาณฝน เทคนิคแรนดอมฟอเรสต์ การเรียนรู้ของเครื่องจักร

Development of a Provincial Flood Prediction Model for Thailand in 2025 Using Machine Learning Techniques

Kharawan Sripisuth^{1*}, Natcha Hayamin¹ and Kunyanuth Kularbphetpong¹

¹Computer Science and Data Innovation Program, Faculty of Science and Technology

Suan Sunandha Rajabhat University

*s65122250044@ssru.ac.th

Abstract

The study aims to develop a provincial flood prediction model for Thailand in 2025, employing projected rainfall data and flood statistics from 2021 to 2023. The model is essential for catastrophe preparedness and future risk management strategies. This study utilizes statistical analysis alongside machine learning methodologies employing the Random Forest algorithm to develop a highly accurate model for forecasting flood-prone regions.

The analytical procedure include data preprocessing, including the identification of missing values, the management of data redundancy, and the preparation of the dataset prior to model training and testing. The data include monthly precipitation forecasts for the forthcoming six months and yearly flood statistics. The findings of this study can be utilized to enhance decision-making and risk management regarding floods by pertinent agencies. The findings establish a basis for the future advancement of more efficient predictive algorithms.

Keywords: Flood, rainfall, Random Forest algorithm, machine learning

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีภูมิประเทศที่หลากหลาย ซึ่งบางพื้นที่มักประสบปัญหาอุทกภัยเป็นประจำในช่วงฤดูฝน [1] โดยเฉพาะในพื้นที่ลุ่มต่ำ และบริเวณแม่น้ำสายหลักที่มีการระบายน้ำไม่ทันกับปริมาณฝนที่ตกลงมา การเกิดอุทกภัยไม่เพียงแต่ทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิต และทรัพย์สินของประชาชน แต่ยังส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ และสังคมในระยะยาว [2] อีกทั้งการเตรียมการ และการจัดการอุทกภัยยังคงเป็นปัญหาที่ท้าทาย เนื่องจากการทำนาย และการจัดการความเสี่ยงจากอุทกภัยในแต่ละจังหวัดยังไม่เพียงพอ [3]

การพยากรณ์ล่วงหน้าเกี่ยวกับการเกิดอุทกภัย เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการลดความเสี่ยง และเตรียมความพร้อมในการรับมือกับภัยธรรมชาติ [4,5] การใช้ข้อมูลทางสถิติ และเทคนิคการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ เพื่อพยากรณ์การเกิดอุทกภัยในแต่ละจังหวัด ในอนาคตจะช่วยให้สามารถจัดทำแผนการบริหารจัดการอุทกภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมกับสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ [4,6]

การศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์การเกิดอุทกภัยในประเทศไทยสำหรับปี 2568 โดยการใช้ข้อมูลสถิติการเกิดอุทกภัยในช่วงที่ผ่านมา เพื่อเสริมสร้างการเตรียมความพร้อม และลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากอุทกภัยในอนาคต [1,2,5] ดังนั้น การศึกษานี้มีความสำคัญในการพัฒนาระบบพยากรณ์น้ำท่วมที่แม่นยำ และมีประสิทธิภาพ โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน และข้อมูลอุทกภัยจริงมาวิเคราะห์ร่วมกันผ่านเทคนิค Machine Learning [6,7] เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดการภัยพิบัติอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1. เพื่อพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์การเกิดอุทกภัยในแต่ละจังหวัดของประเทศไทยในปี 2568 โดยใช้ข้อมูลสถิติจากอุทกภัยในปีที่ผ่านมา [1,2]

1.2.2 เพื่อประเมินความเสี่ยงจากอุทกภัยในแต่ละพื้นที่ และทำนายพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง [3,5]

1.2.3 เพื่อเสนอแนวทางการเตรียมความพร้อมและการจัดการความเสี่ยงสูงจากอุทกภัยในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง [3]

1.2.4 เพื่อให้ข้อมูลและเครื่องมือที่สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจ และวางแผนการรับมือกับอุทกภัยในอนาคต [6,7]

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตด้านข้อมูล การวิจัยนี้ใช้ข้อมูลปริมาณฝนที่คาดการณ์ล่วงหน้ารายเดือนเป็นระยะเวลา 6 เดือนล่วงหน้า รายจังหวัด ระหว่างปี พ.ศ. 2564-2568 รวมถึงข้อมูลสถิติการเกิดอุทกภัยรายปีในช่วงปี พ.ศ. 2564-2566 โดยข้อมูลครอบคลุมทุกจังหวัดในประเทศไทย [5,6]

1.3.2 ขอบเขตด้านระยะเวลา การศึกษาใช้ข้อมูลที่เกิดขึ้นในช่วงปี พ.ศ. 2564-2568 โดยวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝน ที่พยากรณ์ล่วงหน้าตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม และสถิติการเกิดอุทกภัยที่เกิดขึ้นจริงตลอดทั้งปีในช่วงปี พ.ศ. 2564-2566 [6]

1.3.3 ขอบเขตด้านพื้นที่การศึกษา พื้นที่ศึกษาครอบคลุมทุกจังหวัดในประเทศไทย เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ภาพรวมของสถานการณ์อุทกภัยในระดับประเทศ [1,2]

1.3.4 ขอบเขตด้านวิธีการวิเคราะห์ ใช้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ และกระบวนการจัดการข้อมูลเบื้องต้น เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลสูญหาย (Missing Data Analysis) การตรวจสอบข้อมูลซ้ำซ้อน (Duplicate Data Analysis) การทำความสะอาด และเตรียมข้อมูล (Data Cleaning & Preprocessing) รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ได้แก่ train_test_split, fit, predict, และอัลกอริธึม เช่น Random Forest และ K-Nearest Neighbors (KNN) โดยดำเนินการผ่านเครื่องมือ Python และไลบรารี Pandas [7]

1.3.5 ขอบเขตด้านการนำไปใช้ ผลการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนบริหารจัดการอุทกภัยในระดับจังหวัด และสนับสนุนการดำเนินงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิ สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจ และสังคม ศูนย์ข้อมูลเกษตรแห่งชาติ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร และสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ ทั้งยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดแบบจำลองการพยากรณ์อุทกภัยให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น [5]

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ช่วยทำนายพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงจากอุทกภัยในปี 2568 [3]

1.4.2 ช่วยให้การเตรียมความพร้อม และจัดการอุทกภัยที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น [1,2]

1.4.3 ลดความเสียหายจากอุทกภัยทั้งในด้านชีวิต และทรัพย์สิน [2,5]

1.4.4 สร้างข้อมูลสำหรับการวางแผนการรับมือ และพัฒนากลยุทธ์ในการจัดการอุทกภัยในอนาคต [6,7]

2. วิธีวิจัย/วิธีการศึกษา

2.1 ประชากร/กลุ่มเป้าหมาย

2.1.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ ชุดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์อุทกภัย และปริมาณฝนในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2564–2568 ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลสถิติการเกิดอุทกภัยในรายจังหวัด [2,4] และข้อมูลปริมาณฝนที่พยากรณ์ล่วงหน้าแบบรายเดือน [6] โดยครอบคลุมทุกจังหวัดในประเทศไทย

2.1.2 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยนี้ คือ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการอุทกภัย และการเตรียมความพร้อมรับมือภัยธรรมชาติ เช่น หน่วยงานด้านสถิติ หน่วยงานด้านเกษตรกรรม หน่วยงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศด้านน้ำ และหน่วยงานท้องถิ่นที่ต้องใช้ข้อมูลการพยากรณ์อุทกภัยในการวางแผนเชิงรุก [5]

2.2 เครื่องมือและการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.2.1 เครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

- ชุดข้อมูล ปริมาณฝนที่พยากรณ์ล่วงหน้า รายเดือน รายจังหวัด ในช่วงปี พ.ศ. 2564-2568 [6]
- ชุดข้อมูล สถิติการเกิดอุทกภัยรายปีของแต่ละจังหวัด ระหว่างปี พ.ศ. 2564–2566 [2,4]
- ซอฟต์แวร์และเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่
 - ภาษาโปรแกรม Python
 - ไลบรารี Pandas สำหรับการจัดการข้อมูล
 - ไลบรารี scikit-learn สำหรับการประยุกต์ใช้เทคนิค Machine Learning เช่น Random Forest และ K-Nearest Neighbors (KNN)
 - ไลบรารี Matplotlib และ Seaborn สำหรับการสร้างภาพข้อมูล
 - Google Colab เป็นแพลตฟอร์มสำหรับเขียน และประมวลผลโค้ด [7]

2.2.2 การหาคุณภาพเครื่องมือ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ และข้อมูลดำเนินการผ่านกระบวนการดังนี้

- การตรวจสอบคุณภาพข้อมูล (Data Quality Check)
 - วิเคราะห์ข้อมูลที่ขาดหาย (Missing Data Analysis)
 - ตรวจสอบค่าผิดปกติ และข้อมูลซ้ำซ้อน (Outlier & Duplicate Analysis)
 - การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) และการเตรียมข้อมูล (Data Preprocessing) [7]
- การประเมินคุณภาพของแบบจำลอง (Model Validation)
 - ใช้วิธีแบ่งชุดข้อมูลเป็นข้อมูลฝึกสอน และข้อมูลทดสอบ (Train/Test Split)
 - เปรียบเทียบผลการพยากรณ์จากอัลกอริธึมต่าง ๆ เพื่อเลือกแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพสูงสุด [7]

2.2.3 Attribute และ Data Set

ชุดข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาโมเดลประกอบด้วย Attribute หลักดังนี้

Attribute	คำอธิบาย	หน่วย/รูปแบบข้อมูล
Province	จังหวัดที่ทำการเก็บข้อมูล	ชื่อจังหวัด (String)
Year	ปีของข้อมูล	ปี พ.ศ. (Integer)
Month	เดือนของข้อมูล	เลขเดือน (1-12)
Rainfall	ปริมาณน้ำฝนที่คาดการณ์	มิลลิเมตร (Float)
Flood_Count	จำนวนครั้งของน้ำท่วมในเดือนนั้น	ครั้ง (Integer)

ขนาดข้อมูลและการแบ่ง Train-Test

- ข้อมูลรวมทั้งหมด 36,774 เรคอร์ด
- แบ่งเป็น Training Set 80% และ Testing Set 20%

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้ [2,4,6]

- ข้อมูลปริมาณฝนที่พยากรณ์ล่วงหน้า ได้มาจากหน่วยงานที่ให้บริการข้อมูลด้านภูมิอากาศ เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา หรือแหล่งข้อมูลโอเพนซอร์สที่ให้ค่าพยากรณ์ล่วงหน้าในระดับรายจังหวัด รายเดือน ครอบคลุมช่วงปี พ.ศ. 2564 ถึง พ.ศ. 2568 [6]
- ข้อมูลสถิติการเกิดอุทกภัย ได้จากหน่วยงานภาครัฐ เช่น กรมป้องกัน และบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.) หรือสำนักงานสถิติแห่งชาติ โดยเก็บข้อมูลรายปี ระหว่าง พ.ศ. 2564 ถึง พ.ศ. 2566 [2,4]
- ข้อมูลทั้งหมดจะถูกนำเข้าสู่ระบบ และจัดระเบียบให้อยู่ในรูปแบบตารางข้อมูล (Data Frame) โดยใช้เครื่องมือ Python และไลบรารี Pandas เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ [7]
- ก่อนการวิเคราะห์ ได้มีการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล เช่น ค่าที่ขาดหาย ค่าผิดปกติ และข้อมูลซ้ำซ้อน เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลมีความถูกต้อง และเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ [7]

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะหลัก ได้แก่ การเตรียมข้อมูล และการสร้างแบบจำลองการพยากรณ์ ดังนี้

2.4.1 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

- ตรวจสอบ และจัดการกับข้อมูลที่ขาดหาย (Missing Values) โดยใช้เทคนิค เช่น การแทนค่าด้วยค่าเฉลี่ย หรือการลบแถวข้อมูล
- ตรวจสอบข้อมูลซ้ำซ้อน (Duplicate Data) และลบออกหากพบ
- วิเคราะห์ค่าผิดปกติ (Outliers) และปรับปรุงให้เหมาะสมต่อการนำไปวิเคราะห์
- ปรับรูปแบบข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการประมวลผลด้วยอัลกอริธึม Machine Learning [7]

2.4.2 การวิเคราะห์และสร้างแบบจำลอง (Modeling and Analysis)

- แบ่งชุดข้อมูลออกเป็นชุดฝึกสอน (Training Set) และชุดทดสอบ (Testing Set) โดยใช้ฟังก์ชัน `train_test_split` [7]
- นำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Machine Learning เช่น
 - Random Forest เพื่อวิเคราะห์ลักษณะข้อมูลที่ซับซ้อน และมีปัจจัยหลายมิติ
 - K-Nearest Neighbors (KNN) เพื่อเปรียบเทียบพื้นที่ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันในอดีต
- ใช้ไลบรารีจากภาษา Python ได้แก่ `pandas`, `scikit-learn`, `matplotlib`, และ `seaborn` เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ และสร้างภาพผลลัพธ์ [7]

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

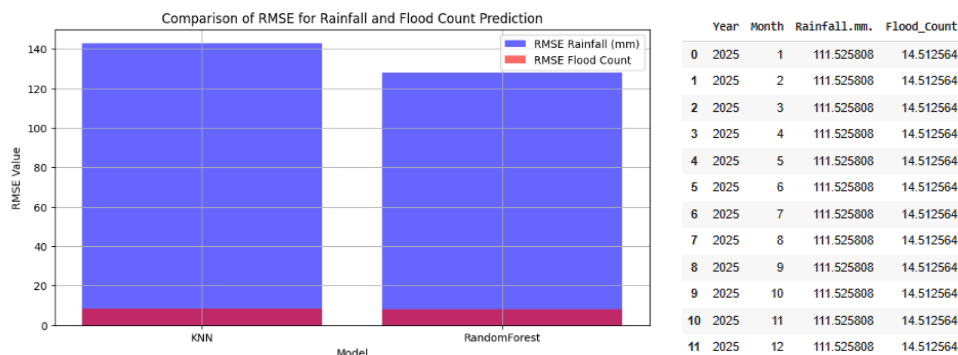
3.1 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดล

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมในการพยากรณ์ข้อมูล ได้แก่ K-Nearest Neighbors (KNN) และ Random Forest โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองราก (Root Mean Squared Error: RMSE) เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของโมเดล สำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน (Rainfall) และจำนวนครั้งของน้ำท่วม (Flood Count) [7] ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองราก (RMSE) ของโมเดล KNN และ Random Forest

แบบจำลอง	RMSE_Rainfall	RMSE_Flood
KNN	142.81	8.39
RandomForest	128.19	8.08

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า โมเดล Random Forest มีค่า RMSE ต่ำกว่าโมเดล KNN ทั้งในกรณีของการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน และจำนวนครั้งของน้ำท่วม ซึ่งหมายถึงโมเดล Random Forest มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่า [7] โดยแสดงผลอย่างชัดเจนในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบค่า RMSE ระหว่างโมเดล KNN และ Random Forest

ที่มา: ผู้วิจัยประมวลผลข้อมูลโดยใช้เครื่องมือ Google Colab (2025) [7]

3.2 ผลการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต

จากการทดลองพยากรณ์ข้อมูลในอนาคตโดยใช้โมเดล Random Forest พบว่าค่าที่ได้มีความสม่ำเสมอในทุกเดือนของปี 2025 โดยสามารถสรุปได้ว่า

- ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อเดือน เท่ากับ 111.525808 มิลลิเมตร
- จำนวนครั้งของน้ำท่วมเฉลี่ยต่อเดือน เท่ากับ 14.512564 ครั้ง

การพยากรณ์ดังกล่าว ช่วยให้สามารถคาดการณ์สถานการณ์ในอนาคตได้อย่างต่อเนื่อง และมีแนวโน้มที่จะนำไปใช้ในการเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติ หรือ วางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำได้ [7]

3.3 การอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่าโมเดล Random Forest มีความสามารถในการพยากรณ์ที่แม่นยำกว่า KNN อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจาก Random Forest เป็นโมเดลที่รวมผลลัพธ์จากหลาย ๆ ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Trees) ซึ่งช่วยลดปัญหา Overfitting และสามารถประมวลผลข้อมูลที่มีความซับซ้อนได้ดี [7,10,11]

นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน และจำนวนครั้งของน้ำท่วมพบว่า มีค่าสหสัมพันธ์ในเชิงบวกประมาณ 0.22 ซึ่งหมายถึงความสัมพันธ์ในระดับต่ำ แต่มีแนวโน้มที่ชัดเจนว่าปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อโอกาสในการเกิดน้ำท่วมมากขึ้น [1,2] ทั้งนี้ ความสัมพันธ์ในระดับต่ำอาจเกิดจากปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ เช่น ระบบระบายน้ำ พื้นที่รับน้ำ และปัจจัยทางกายภาพของภูมิประเทศที่ไม่ได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ [2,4]

4. สรุปผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดล K-Nearest Neighbors (KNN) และ Random Forest ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน และจำนวนครั้งของน้ำท่วม โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองราก (RMSE) เป็นตัวชี้วัด [7]

ผลการวิเคราะห์พบว่า:

- Random Forest มีค่า RMSE ต่ำกว่า KNN ทั้งในส่วนของการประมาณน้ำฝน (128.19 เทียบกับ 142.81) และจำนวนครั้งของน้ำท่วม (8.08 เทียบกับ 8.39) แสดงให้เห็นถึงความแม่นยำที่สูงกว่า [7,10]
- ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน และจำนวนครั้งของน้ำท่วมเท่ากับ 0.22 แสดงถึงความสัมพันธ์ในระดับต่ำ แต่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน [1,2]
- การพยากรณ์ข้อมูลในอนาคต (ปี 2025) ด้วยโมเดล Random Forest ให้ค่าเฉลี่ยต่อเดือนของ:
 - ปริมาณน้ำฝน = 111.53 มิลลิเมตร
 - จำนวนครั้งของน้ำท่วม = 14.51 ครั้ง [7]

สรุปได้ว่าโมเดล Random Forest เหมาะสมกว่าสำหรับการพยากรณ์ข้อมูลลักษณะนี้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนรับมือกับสถานการณ์น้ำฝน และน้ำท่วมในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ [7,10,11]

ข้อจำกัดของการวิจัย (Limitations)

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลปริมาณฝน และสถิติการเกิดอุทกภัยในช่วงปี พ.ศ. 2564–2566 ซึ่งอาจไม่ครอบคลุมปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วม เช่น สภาพภูมิประเทศ ระบบระบายน้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดิน และปัจจัยทางสังคม นอกจากนี้ ความแม่นยำของการพยากรณ์ยังขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูลพยากรณ์ฝน ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนจากความไม่แน่นอนทางสภาพอากาศ ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรพิจารณาเพิ่มข้อมูลปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยเสริมอื่น ๆ รวมทั้งใช้ข้อมูลในช่วงเวลาที่ยาวขึ้น เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความครอบคลุมของแบบจำลอง

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งต่อไปควรพิจารณารวมข้อมูลปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยเสริมอื่น ๆ รวมทั้งใช้ข้อมูลในช่วงเวลาที่ยาวขึ้น เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความครอบคลุมของแบบจำลอง

5. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] Pongpan, S. (2013). Flood management in Thailand. Chiang Mai University Press.
- [2] Thai Meteorological Department. (2017). Floods and climate change. Bangkok: Meteorological Department Publishing.
- [3] Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning. (2019). Report on the flood situation and its impact on Thailand's economy and society. Bangkok: ONEP Publishing.
- [4] Department of Disaster Prevention and Mitigation. (2018). Guidelines for flood risk assessment. Bangkok: DDPM Publishing.
- [5] National Disaster Warning Center. (2020). Disaster prevention and mitigation measures in Thailand. Bangkok: NDWC Publishing.
- [6] Thai Meteorological Department. (2022). Rainfall forecasting and related factors. Retrieved from <http://www.tmd.go.th>
- [7] World Meteorological Organization (WMO). (2023). Advancements in rainfall forecasting and climate modeling. Geneva: WMO Publications.
- [8] NASA. (2022). Global precipitation measurement mission overview. Retrieved from <https://gpm.nasa.gov>
- [9] Thai Meteorological Department. (2023). Meteorological knowledge. Retrieved from <https://www.tmd.go.th/info/การพยากรณ์อากาศ-1> (in Thai)
- [10] Smith, J., & Brown, K. (2021). Numerical weather prediction and AI-based forecasting. *Journal of Meteorological Science*, 45(3), 210–225.
- [11] Moon, S. H., Kim, Y. H., Lee, Y. H., & Moon, B. R. (2019). Application of machine learning to an early warning system for very short-term heavy rainfall. *Journal of Hydrology*, 568, 1042–1054. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.11.060>