

เปรียบเทียบการประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่ด้วยวิธีทางสถิติบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

Comparison of Spatial Rainfall Interpolation by Using Statistical Methods at Thailand's Eastern Coast Basin

สุภลักษณ์ วิมาลา^{1*}, สุเพชร จิระจรกุล¹, วณรัตน์ กรอิสรานุกุล¹, และกาญจนา นาคะภากร²
Supaluk Wimala^{1*}, Supet Jirakajohnkool¹, Wanarat Konisranukul¹, and Kanchana Nakhapakorn²

¹สาขาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

¹Department of Sustainable Development Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Thailand

²คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

²Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Thailand

ABSTRACT

Background and Objectives: Accurate rainfall estimation is essential for effective water resource management. This is especially true for regions with varying geographical features. The Eastern Coast Basin of Thailand experiences significant rainfall variation due to topographical influences. Conventional point-based rainfall measurements often fail to provide comprehensive spatial coverage, requiring the use of spatial interpolation techniques. By estimating the daily rainfall data in the Eastern Coast Basin using Geographic Information Systems (GIS), this study aims to compare the accuracy of three statistical interpolation methods: Inverse Distance Weighting (IDW), Kriging, and Co-Kriging. The objective is to determine the most effective method for improving rainfall data accuracy in regions with limited ground-based measurement stations.

Methodology: The study employs a quantitative research method utilizing daily rainfall data from 20 automatic telemetering stations collected between May and October 2017. The IDW, Kriging, and Co-Kriging techniques were implemented using GIS-based analysis. The performance of these methods was evaluated using statistical validation metrics, including Mean Absolute Error (MAE) and Root Mean Square Error (RMSE). Additionally, spatial distributions of interpolated rainfall were visually assessed to identify patterns and discrepancies. Comparative analysis was conducted to determine the most suitable method for estimating rainfall within the study area.

Main Results: The findings indicate that IDW produced the lowest MAE and RMSE values, making it the most accurate method for spatial rainfall estimation in this region. The results align with previous studies which found that IDW was the most effective method for rainfall interpolation in the Chern River Basin of Thailand's Chaiyaphum Province. The study also reveals that while Kriging and Co-Kriging can capture spatial variability more effectively in some cases, they tend to introduce greater estimation

ARTICLE INFO

Article history:

Received 23 August 2021

Received in revised form

17 November 2021

Accepted 22 November 2021

Available online

4 March 2025

Keywords:

Spatial Interpolation
(การประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่),
Eastern Coast Basin
(ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก),
Geographic Information Systems
(ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์)

errors when applied to areas with limited rainfall measurement stations.

Discussions: The study highlights the importance of selecting appropriate interpolation methods based on data availability and regional characteristics. IDW's superiority in this study suggests that weighing nearby station data based on proximity is an effective strategy in this specific basin. However, the limitations of each method must be considered. While Kriging and Co-Kriging offer advantages in capturing spatial trends, they require a denser network of measurement stations to minimize errors. The research underscores the need for expanding rainfall measurement networks and integrating remote sensing data, such as weather radar, to enhance spatial rainfall estimation. Future studies should explore hybrid approaches that combine multiple interpolation techniques for improved accuracy.

Conclusions: This study concludes that IDW is the most suitable spatial interpolation method for daily rainfall estimation in the Eastern Coast Basin due to its lower estimation errors compared to Kriging and Co-Kriging. The findings emphasize the importance of selecting appropriate interpolation techniques based on regional data density and topographical variations. Further research should focus on integrating additional data sources, such as satellite and radar-based rainfall estimates, to enhance interpolation accuracy. Policymakers and hydrologists should consider refining rainfall measurement networks to improve the reliability of spatial rainfall estimation models, ensuring better water resource planning and disaster management in rainfall-dependent regions.

**Corresponding author*

E-mail address: supaluk.wimala@gmail.com

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์: การประมาณค่าปริมาณน้ำฝนอย่างแม่นยำมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศแตกต่างกันอย่างชัดเจน กลุ่มน้ำชายฝั่งตะวันออกของประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่มีความแปรปรวนของปริมาณน้ำฝนสูง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของวิธีการประมาณค่าเชิงสถิติ 3 วิธี ได้แก่ Inverse Distance Weight (IDW), Kriging และ Co-Kriging ในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันภายในกลุ่มน้ำชายฝั่งตะวันออก โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อค้นหาวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ที่มีสถานีวัดภาคพื้นดินจำกัด

ระเบียบวิธีวิจัย: การศึกษานี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจากเครื่องวัดอัตโนมัติระยะไกลจำนวน 20 สถานี ซึ่งเก็บรวบรวมระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม 2017 เทคนิคการประมาณค่า ได้แก่ Inverse Distance Weight (IDW) Kriging และ Co-Kriging ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์

เชิงพื้นที่โดยอาศัยระบบ GIS ประสิทธิภาพของแต่ละวิธีถูกประเมินโดยใช้ตัวชี้วัดทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error: MAE) และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE)

ผลการศึกษา: ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า เทคนิค IDW ให้ค่า MAE และค่า RMSE ต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่าเป็นวิธีที่มีความแม่นยำสูงสุดในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่ในพื้นที่ศึกษา ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ ซึ่งพบว่า IDW เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนในกลุ่มน้ำเชิงภู จังหวัดชัยภูมิ นอกจากนี้ การศึกษายังพบว่า แม้เทคนิค Kriging และ Co-Kriging จะสามารถสะท้อนความแปรปรวนเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนได้ดีกว่าในบางกรณี แต่ทั้งสองวิธีมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดข้อผิดพลาดในการประมาณค่ามากขึ้น เมื่อถูกนำไปใช้ในพื้นที่ที่มีสถานีวัดปริมาณน้ำฝนจำนวนน้อย

อภิปรายผล: การศึกษานี้ย้ำถึงความสำคัญของการเลือกใช้วิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความพร้อมของข้อมูลและลักษณะเฉพาะของพื้นที่ และแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำของเทคนิค IDW บ่งชี้ว่า การให้นำหนักข้อมูลจากสถานีวัดที่อยู่ใกล้เคียงตามระยะทางเป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพสำหรับกลุ่มน้ำเฉพาะแห่งนี้ อย่างไรก็ตาม ควรพิจารณาข้อจำกัดของแต่ละวิธี โดยแม้ว่าเทคนิค Kriging และ Co-Kriging จะมีข้อได้เปรียบในการจับแนวโน้มเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนได้ดีกว่า แต่จำเป็นต้องมีเครือข่ายสถานีวัดที่หนาแน่นเพียงพอเพื่อลดข้อผิดพลาดในการประมาณค่า งานวิจัยนี้เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการขยายเครือข่ายสถานีวัดปริมาณน้ำฝน รวมถึงการบูรณาการข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล เช่น ข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่ นอกจากนี้ การศึกษาวิจัยในอนาคตควรพิจารณาแนวทางแบบผสมผสานที่รวมเทคนิคการประมาณค่าหลายรูปแบบเข้าด้วยกัน เพื่อเพิ่มความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์

สรุปผลการศึกษา: การศึกษานี้สรุปว่า IDW เป็นวิธีการประมาณค่าเชิงพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันในกลุ่มน้ำชายฝั่งตะวันออก และย้ำถึงความสำคัญของการเลือกใช้เทคนิคการประมาณค่าที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากความหนาแน่นของข้อมูลเชิงพื้นที่และลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา

บทนำ

ปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการพิจารณาการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ เนื่องจากเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์ Chankao (1996) ได้กล่าวถึงความสำคัญของฝนว่าเป็นปัจจัยสำคัญในวัฏจักรของน้ำ เป็นส่วนที่ทำให้บรรยากาศชุ่มฉ่ำ เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ รักษาสมดุลของสถานะบรรยากาศ และยังเป็นส่วนที่จะช่วยในการบริหารงานทั้งทางด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และคมนาคมได้เป็นอย่างดี ดังนั้น ปริมาณน้ำฝนเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตและใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภค เกษตรกรรม อุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่ง การผลิตพลังงาน นอกจากนี้ยังมีความจำเป็นอย่างมากในการพัฒนา

เศรษฐกิจและ Kaosa-Ard and Itsarangkun Na Ayutthaya (1995) กล่าวว่า ศักยภาพการวัดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ตามเวลาจริงที่ฝนตกนั้น นำไปสู่แนวทางการวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำที่สำคัญต่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน และนำไปสู่คุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชน (Eiamprasert, 2011)

สำหรับประเทศไทยการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนแบบจุดในแต่ละสถานีตรวจวัดน้ำฝนแต่ละหน่วยงาน เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) เป็นต้น Rattanaburi (2014) ได้กล่าวไว้ว่า ข้อมูลเหล่านี้ได้จากเครื่องมือตรวจวัดน้ำฝนซึ่งสามารถบันทึกข้อมูลฝนที่ตกในแต่ละพื้นที่ได้อย่างต่อเนื่องและน่าเชื่อถือ แต่เนื่องจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้มาเป็นเพียงตัวแทนของข้อมูลแต่ละสถานี ณ บริเวณที่ทำการตรวจวัดเท่านั้น ไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนบริเวณที่อยู่ห่างไกลออกไปจากสถานีตรวจวัดน้ำฝนได้ (Eiamprasert, 2011) ดังนั้นจึงเป็นข้อจำกัดด้านข้อมูลปริมาณน้ำฝนในบริเวณที่ห่างไกลจากพื้นที่ทำการของสถานีตรวจวัดน้ำฝน

Kirtsang et al. (2015) กล่าวว่า ปัจจุบันเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกล ได้แก่ เรดาร์ตรวจอากาศ มีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วและสามารถประยุกต์ใช้สำหรับภารกิจด้านต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สิ่งแวดล้อม และสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง สำหรับภารกิจด้านอุตุนิยมวิทยาที่สำคัญประการหนึ่ง ได้แก่ การตรวจวัดปริมาณฝนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการติดตามสถานการณ์ เดือนภัยธรรมชาติ การพยากรณ์อากาศ และการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ได้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเรดาร์ตรวจอากาศมาใช้ในการปฏิบัติงานการประมาณปริมาณฝนเพื่อลดข้อจำกัดของการตรวจวัดปริมาณฝนด้วยวิธีการปกติที่ข้อมูลที่ได้จะมีรูปแบบเชิงจุด และไม่ครอบคลุมพื้นที่ห่างไกลปรกทึบ ภูเขา บึงน้ำขนาดใหญ่ และทะเล จึงทำให้ประสิทธิภาพในการเตือนภัย การพยากรณ์อากาศ และการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพิ่มขึ้นกว่าอดีต แต่เนื่องจากลักษณะข้อมูลของเรดาร์ตรวจอากาศจะมีช่วงเวลาที่ต้องปิดปรับปรุงและซ่อมแซม ทำให้ไม่สามารถตรวจวัดกลุ่มฝนได้ตลอดเวลา

จากข้อจำกัดของเครื่องมือตรวจวัดน้ำฝนและข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ ผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญกับการใช้ข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดหลาย ๆ สถานีนำมาวิเคราะห์และหาค่าเฉลี่ยเชิงพื้นที่ด้วยเทคนิคการประมาณค่าในช่วงเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) เพื่อคาดคะเนปริมาณน้ำฝนในบริเวณที่ไม่ได้มีการติดตั้งเครื่องตรวจวัดรวมถึงขาดข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝน ด้วยการใช้เทคนิคในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) ด้วยวิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนในบริเวณที่ห่างไกลจากพื้นที่ทำการของสถานีตรวจวัดน้ำฝน ทั้งนี้ ลักษณะการกระจายตัวของฝนที่ตกมีการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างมาก ทั้งตามระยะทาง เวลา และความหนักเบาของฝน ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีความสำคัญต่อการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนได้อย่างถูกต้องและแม่นยำจากอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้น (Eiamprasert, 2011)

การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันในแต่ละวิธี โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยเทคนิควิธีประมาณค่าในช่วงเพื่อลดข้อจำกัดด้านข้อมูลปริมาณน้ำฝน

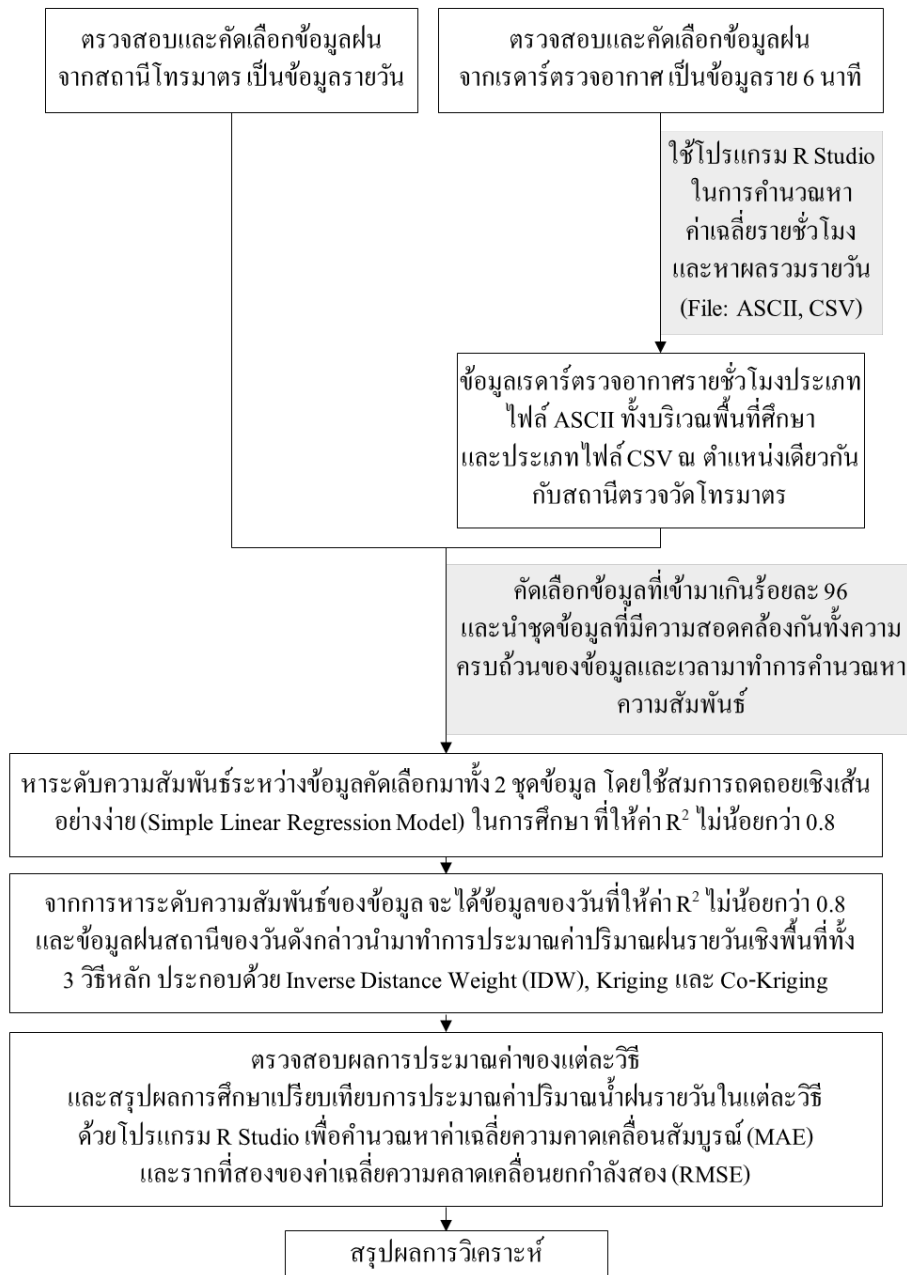
ในบริเวณที่มีข้อจำกัดนั้น ด้วยการเปรียบเทียบการประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่ด้วยวิธีทางสถิติบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก จำนวน 3 วิธี ได้แก่ 1) Inverse Distance Weight (IDW) 2) Kriging และ 3) Co-Kriging เพื่อหาวิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันที่มีความถูกต้องแม่นยำ และเหมาะสมในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ซึ่งเป็นลุ่มน้ำที่มีความแตกต่างทางด้านภูมิประเทศเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ เพื่อสามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันจากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความถูกต้องแม่นยำและมีประสิทธิภาพไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการสนับสนุนการวางแผนการจัดการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จำนวน 3 วิธี ได้แก่ Inverse Distance Weight (IDW) Kriging และ Co-Kriging ด้วยวิธีทางสถิติ

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยการเปรียบเทียบการประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่ด้วยวิธีทางสถิติบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกในครั้งนี้ จะประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ได้แก่ การรวบรวมและจัดเตรียมข้อมูล การคัดเลือกข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา การวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

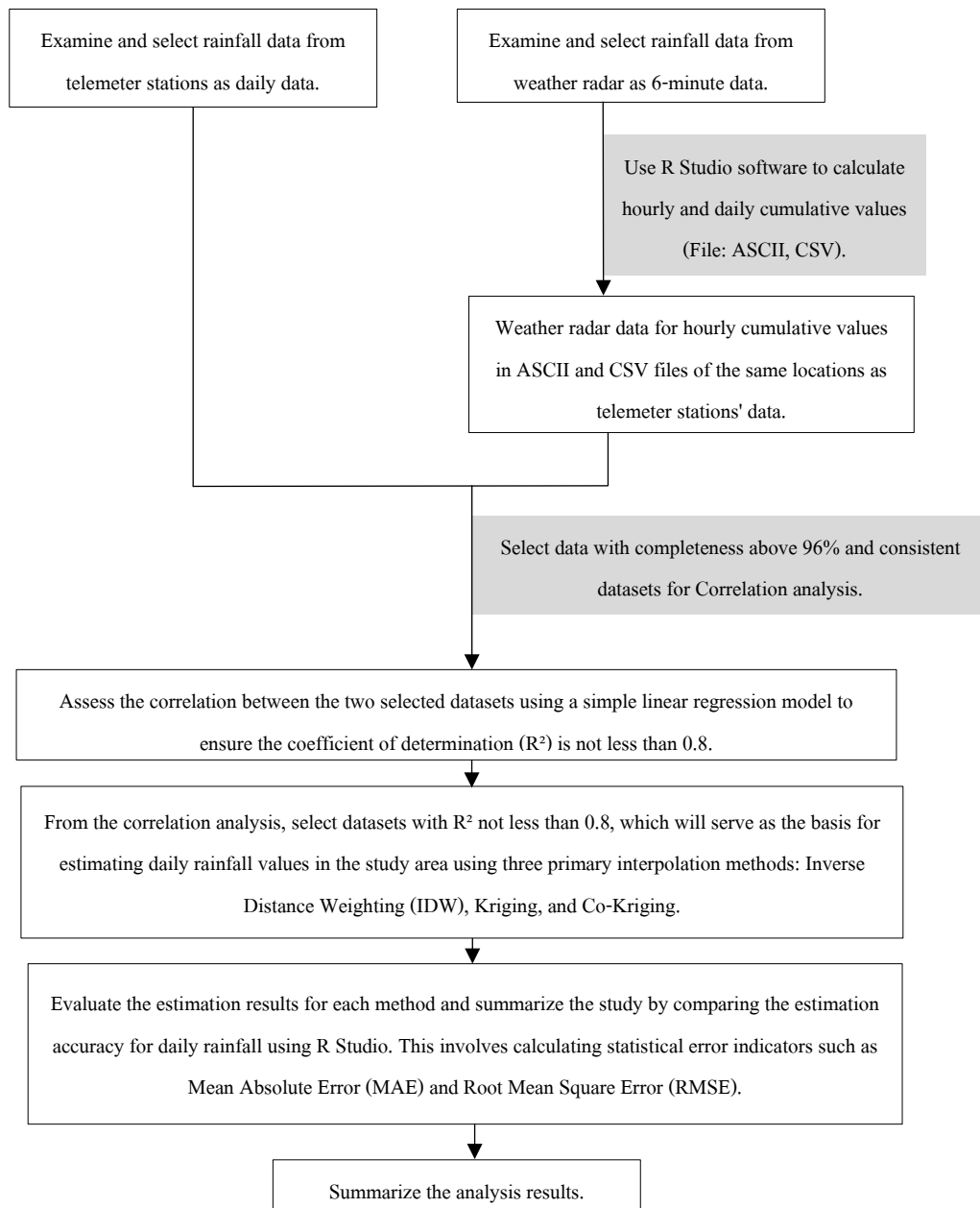


Figure 1 Conceptual Framework

วิธีการศึกษา

ในการศึกษาวิจัยการประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่จากข้อมูลฝนตรวจวัดภาคพื้นดินในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกในครั้งนี้ ได้กำหนดตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และตัวแปรตาม (Dependent Variables) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การกำหนดตัวแปร

- (1) ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่ วิธีการประมาณค่าด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แต่ละวิธี จำนวนทั้งสิ้น 3 วิธี ได้แก่ Inverse Distance Weighting (IDW) Kriging และ Co-Kriging
- (2) ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรายวันที่ได้จากการประมาณค่าในแต่ละวิธี

2. การรวบรวมข้อมูลและจัดเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

(1) รวบรวมข้อมูลสถานีตรวจวัดฝนรายวันของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) เดือนพฤษภาคม-ตุลาคม ปี พ.ศ. 2560 ในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก โดยแต่ละสถานีตรวจวัดฝนจะประกอบไปด้วย รหัสสถานี ชื่อสถานี ตำแหน่งแนวเส้นรุ้ง (Latitude) และตำแหน่งแนวเส้นแวง (Longitude)

(2) ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ของพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ขอบเขตลุ่มน้ำ ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของสถานีวัดน้ำฝน โดยใช้ข้อมูลของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) ในการศึกษาจะต้องจัดเตรียมข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็น 2 แบบ คือ ระบบพิกัดแบบภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System) ซึ่งมีหน่วยเป็นองศา และระบบพิกัดแบบกริด (Grid Coordinate System) Projection UTM (Universal Transverse Mercator) Datum WGS84 Zone 47 ซึ่งมีหน่วยเป็นเมตร เพื่อให้เหมาะสมในการศึกษาการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันในแต่ละวิธี

(3) ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM) ซึ่งมีรายละเอียดภาพ 30 เมตร

(4) ข้อมูลความเข้มฝนรายกริด 1 กม. x 1 กม. หน่วย มิลลิเมตร/ชั่วโมง จากโครงการพัฒนาระบบประเมินปริมาณน้ำฝนและพยากรณ์ฝนล่วงหน้า

3. การคัดเลือกข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

(1) ตรวจสอบข้อมูลฝนรายวันเบื้องต้น ทำการตรวจสอบข้อมูลของสถานีวัดน้ำฝนโดยการจัดเตรียมข้อมูลฝนรายวัน (7.00 น.) ที่ได้ตัดค่าปริมาณน้ำฝนที่เกิน 650 มิลลิเมตรออกไปแล้ว และทำการตัดข้อมูลสถานีตรวจวัดที่มีความไม่สม่ำเสมอของข้อมูลในแต่ละเดือนทิ้งไป

(2) ตัดข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดฝนในเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม ปี พ.ศ. 2560 โดยการหาเลือกข้อมูลฝนรายวันที่มีมากที่สุดของแต่ละเดือน เพื่อใช้เป็นตัวแทนการวิเคราะห์การกระจายตัวของฝนในแต่ละเดือน

(3) คัดเลือกข้อมูลความเข้มฝนจากเรดาร์ของสถานีสดหีบที่มีความสมบูรณ์ที่สุด โดยผู้ศึกษาเลือกวันที่มีฝนตกโดยพิจารณาจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน)

4. การหาระดับความสัมพันธ์ของข้อมูล

การหาระดับความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความเข้มฝนจากเรดาร์ 1 วัน กับข้อมูลปริมาณน้ำฝน 1 วัน ที่ได้จากสถานีวัดน้ำฝนของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Model) ในการศึกษา ที่ให้ค่า R^2 ไม่น้อยกว่า 0.8

5. การวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการประมาณค่าปริมาณฝนรายวันเชิงพื้นที่

วิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนรายวันที่ตรวจวัดได้จริงกับปริมาณน้ำฝนรายวันที่ได้จากการประมาณค่า นำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองทางสถิติเชิงพื้นที่ (Geostatistical Model) เพื่อการประมาณค่าทั้ง 3

วิธี ประกอบด้วย Inverse Distance Weighting (IDW) Kriging และ Co-Kriging โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS ประมาณค่าของข้อมูลฝนซึ่งมีลักษณะข้อมูลแบบจุดให้เป็นข้อมูลในเชิงพื้นที่ในรูปแบบข้อมูลต่อเนื่องหรือกริดในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจะต้องใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ระบบพิกัดแบบภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System)

(1) นำเข้าข้อมูลฝนที่คัดเลือกแล้ว ซึ่งเป็นฝนรายวันของแต่ละสถานีวัดน้ำฝน

(2) ใช้โปรแกรม ArcGIS สร้างปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่ด้วยวิธีต่าง ๆ ได้แก่ Inverse Distance Weighting (IDW) Kriging และ Co-Kriging โดยสร้างให้ครอบคลุมเต็มพื้นที่ขอบเขตศึกษาที่กำหนดไว้

6. การประมาณค่าเชิงพื้นที่ของข้อมูลฝนภาคพื้นดินร่วมกับข้อมูลสภาพภูมิประเทศ

จำนวน 1 วิธี ได้แก่ Co-Kriging ส่วนวิธีที่ไม่ต้องใช้ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ 2 วิธี ได้แก่ Inverse Distance Weighting (IDW) และ Kriging ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Inverse Distance Weighted Interpolation (IDW) เป็นการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่แบบ Exact Local Deterministic Interpolation โดยหลักของตำแหน่งใกล้เคียงกันย่อมมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ การประมาณค่าให้กับตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าจากผลรวมเชิงเส้นของค่าที่ทราบแล้วถ่วงน้ำหนักจุดให้ถูกจำกัดด้วยระยะทางจากจุดที่ไม่ทราบค่าไปยังจุดที่ทราบค่าจุดต่อไป ซึ่งจุดทราบค่าที่อยู่ใกล้ที่สุดจะมีความสำคัญหรือมีค่าน้ำหนักมากที่สุดในการประมาณค่า จุดไม่ทราบค่าจะได้รับอิทธิพลจากจุดควบคุมที่อยู่ใกล้มากกว่าระดับของอิทธิพลแปรผกผันกับระยะทางระหว่างจุดซึ่งเพิ่มขึ้นตามค่ากำลังการเลือกค่ายกกำลัง (Power) ในวิธี IDW ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการประมาณค่าสำหรับค่ายกกำลังมีค่ามากจุดล้อมรอบค่าที่ไม่ทราบค่า (Neighbor) ตำแหน่งที่อยู่ใกล้ที่สุดจะมีอิทธิพลมาก ซึ่งการเลือกจำนวนจุดที่ล้อมรอบมากจะส่งผลทำให้พื้นผิวมีความราบเรียบน้อยลง (Jirakajohnkool, 2009)

$$Z_j = \frac{\sum_i \frac{Z_i}{d_{ij}^n}}{\sum_i \frac{1}{d_{ij}^n}}$$

โดย	Z_i	=	เป็นค่าของสถานีตรวจวัด (Value at the measurement station)
	Z_j	=	เป็นจุดที่ไม่ทราบค่า (Value at the unknown point)
	n	=	เป็นเลขยกกำลังที่ผู้ใช้เลือก (มักจะเป็น 1,2,3)
			(Power parameter chosen by the user - commonly 1, 2, or 3)
	d_{ij}	=	เป็นระยะทางจากสถานีตรวจวัด (Distance from the measurement station to the unknown point)

Kriging เป็นวิธีการประมาณค่าจากระยะทางหรือทิศทางระหว่างจุดตัวอย่างแต่ละจุด โดยการคำนวณจากค่าน้ำหนักโดยใช้แบบจำลองเซมิวาริโอแกรม (Semi-Variogram) เพื่อหาค่าวาเรียนซ์ในการประมาณค่าข้อมูล ณ ตำแหน่งที่ไม่มีข้อมูล โดยการหาค่าความสัมพันธ์เชิงพื้นที่เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนพื้นผิววิธี Kriging จะเลือกสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับจุดตัวอย่างจากการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของข้อมูลสร้างแบบจำลองแบบ Variogram เพื่อทราบความแปรปรวนของพื้นที่ผิว (Jirakajohnkool, 2009)

$$Z_0 = \sum_{i=1}^s Z_x w_x$$

โดย	Z_0	=	ค่าประมาณที่ต้องการ (Desired estimated value)
	Z_x	=	ค่าของจุด (Value at the point)
	w_x	=	น้ำหนักที่มีความสัมพันธ์ระหว่างจุดที่ต้องการประมาณค่ากับสถานีตรวจวัด (Weight representing the relationship between the target point being estimated and measurement stations)
	x	=	จำนวนสถานีตรวจวัดที่จะใช้ในการประมาณค่า (Number of measurement stations used for estimation)

Co-kriging เป็นการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ที่คล้ายกับวิธี Kriging แต่มีการเพิ่มชุดข้อมูลเพื่อให้การประมาณค่าดียิ่งขึ้น โดยชุดข้อมูลที่เพิ่มจะสัมพันธ์กับชุดข้อมูลหลักเพื่อให้ผลลัพธ์ดียิ่งขึ้น (Apaydin et al., 2004)

$$Z_0^* = \sum_{i=1}^n Z_i w_i + \sum_{j=1}^n \beta_j t_j$$

โดย	Z_0^*	=	ค่าประมาณที่ต้องการ (Desired estimated value)
	Z_i	=	ค่าของจุดเป็นตัวแปรหลัก (Value of the primary variable at the point)
	w_i	=	น้ำหนักที่มีความสัมพันธ์ระหว่างจุดที่ต้องการประมาณค่ากับจุดที่ไม่ทราบค่า Z_i แตกต่างกัน 0 และ 100% (Weight representing the relationship between the target point being estimated and the known points Z_i varying between 0 and 100%)

n	=	จำนวนสถานีตรวจวัดที่จะใช้ในการประมาณค่า (Number of measurement stations used for estimation)
β_j	=	น้ำหนักที่มีความสัมพันธ์ระหว่างจุดที่ต้องการประมาณค่า กับ t_j ค่าแตกต่างกัน 0 และ 100% (Weight representing the relationship between the target point being estimated and the secondary variable t_j , varying between 0 and 100%)
t_j	=	ตัวแปรรองที่มีความสัมพันธ์ด้านที่ตั้งกับตัวแปรหลัก Z_i (Secondary variable that has a spatial relationship with the primary variable Z_i)

7. ตรวจสอบผลการประมาณค่าของแต่ละวิธีและสรุปผลการศึกษาเปรียบเทียบการประมาณค่าปริมาณฝนรายวันในแต่ละวิธี

เปรียบเทียบการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันเชิงพื้นที่ด้วยลักษณะทางสถิติต่าง ๆ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error: MAE) และรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Root Mean Square Error: RMSE) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การประเมินผลด้วย MAE คือ วิธีการหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างสัมบูรณ์ระหว่างค่าจากการประมาณค่าและค่าจริง หาก MAE มีค่าน้อย แสดงว่าค่าการประมาณที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริง

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - x|$$

โดย	MAE	=	ค่า Error ที่เกิดขึ้น (Error value)
	x_i	=	ค่าจริง (Actual value)
	x	=	ค่าที่ได้จากการประมาณค่า (Estimated value)
	n	=	จำนวนข้อมูลทั้งหมด (Total data)

การประเมินผลด้วย RMSE คือการวัดค่าความแตกต่างระหว่างค่าจริงและค่าประมาณที่ได้จากการประมาณค่าแต่ละวิธี หากค่า RMSE มีค่าน้อย แสดงว่าค่าการประมาณที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริง

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x)^2}$$

โดย $RMSE$ = ค่า Error ที่เกิดขึ้น (Error value)
 x_i = ค่าจริง (Actual value)
 x = ค่าที่ได้จากการประมาณค่า (Estimated value)
 n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด (Total data)

ผลการศึกษา

1. การตรวจสอบและคัดเลือกข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

(1) คัดเลือกข้อมูลฝนรายวันของสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) เดือน พฤษภาคม-ตุลาคม ปี พ.ศ. 2560 และการคัดเลือกข้อมูลฝนตรวจวัดอากาศเรดาร์จากกรมฝนหลวงและการบินเกษตร โดยทำการเลือกข้อมูลฝนรายวันที่มีความครบถ้วนถึงร้อยละ 96 เพื่อนำไปวิเคราะห์

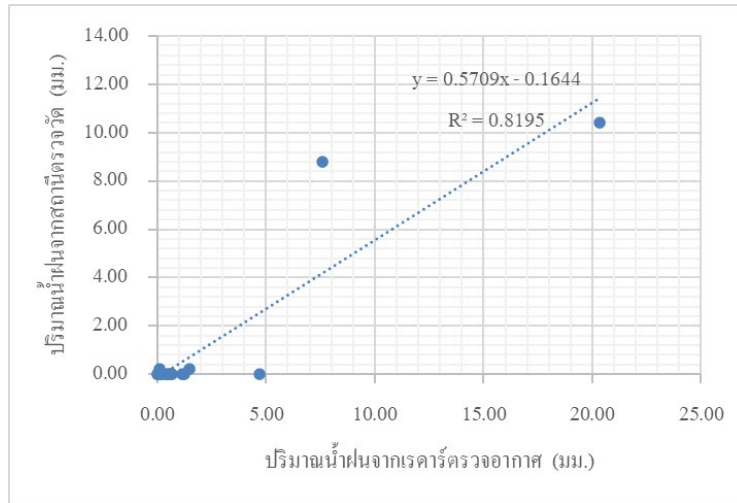
(2) ทดสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลฝนด้วยการใช้สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Model) โดยพิจารณาหาระดับความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความเข้มฝนจากเรดาร์กับข้อมูลตรวจวัดภาคพื้นดินที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ R^2 ไม่น้อยกว่า 0.8 ซึ่งพบว่ามีทั้งสิ้น 3 วัน โดยที่ R^2 อยู่ในช่วงระหว่างค่า 0.82-0.93 และข้อมูลที่คัดเลือกมานำไปใช้ในการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 1 (Table 1) และภาพที่ 2-4 (Figure 2-4)

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนที่ได้จากสถานีโทรมาตรกับปริมาณน้ำฝนที่ได้จากเรดาร์

ตรวจอากาศ (เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2560 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2560) ที่ให้ค่า R^2 ไม่น้อยกว่า 0.8

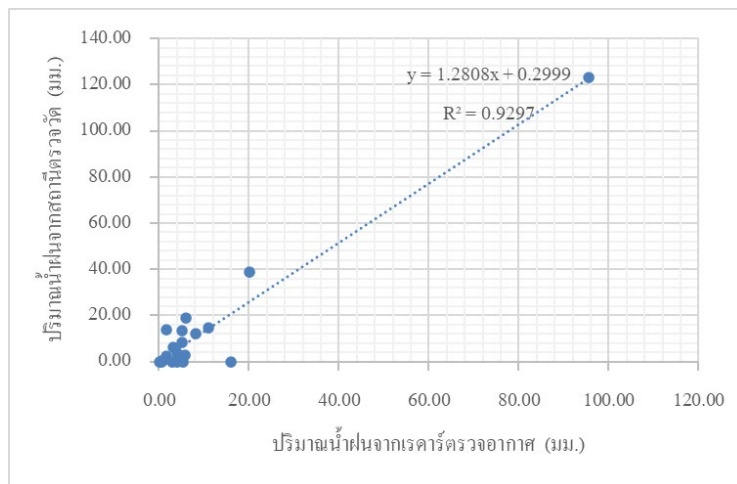
Table 1. The Relationship Between Rainfall from Telemeter Stations and Rainfall from Weather Radar (May 2017 to October 2017) with an R^2 Value of Not Less Than 0.8

ข้อมูลวันที่ (Date)	สมการถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Equation)	R-squared (R^2)	Coefficient of Correlation
2 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 (May 2, 2017)	$y = 0.5709x - 0.1644$	$R^2 = 0.8195$	$R = 0.9053$
24 สิงหาคม พ.ศ. 2560 (August 24, 2017)	$y = 1.2808x + 0.2999$	$R^2 = 0.9297$	$R = 0.9642$
8 ตุลาคม พ.ศ. 2560 (October 8, 2017)	$y = 1.1130x - 1.2680$	$R^2 = 0.8322$	$R = 0.9122$



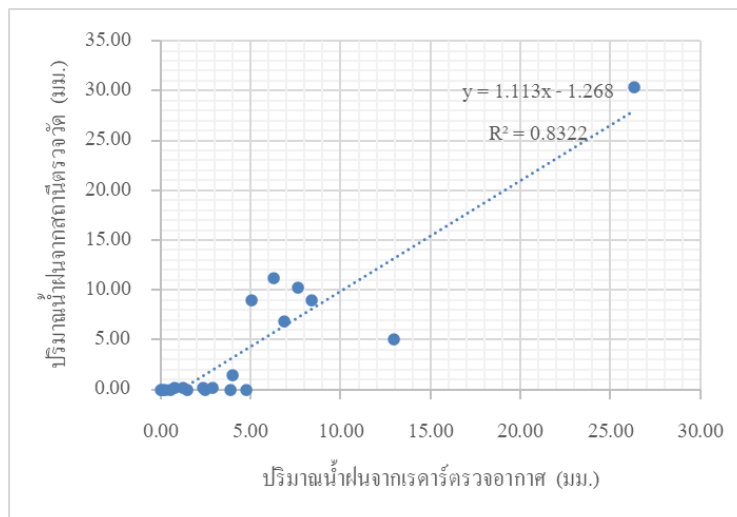
ภาพที่ 2 สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Model) วันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2560

Figure 2: Simple Linear Regression Model Equation on May 2, 2017



ภาพที่ 3 สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Model) วันที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2560

Figure 3 Simple Linear Regression Model Equation on August 24, 2017



ภาพที่ 4 สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Model) วันที่ 8 ตุลาคม พ.ศ. 2560

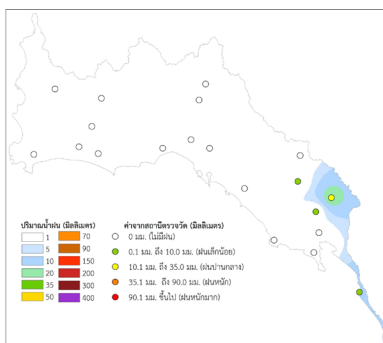
Figure 4 Simple Linear Regression Model Equation on October 8, 2017

2. ผลการประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่

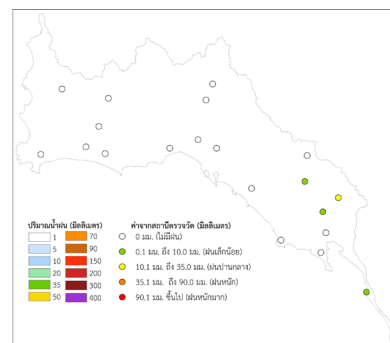
การศึกษาการประมาณค่าปริมาณฝนเชิงพื้นที่ ด้วยวิธีการทั้ง 3 วิธี ได้แก่ วิธี Inverse Distance Weighting (IDW) Kriging และ Co-Kriging โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS ประมาณค่าของข้อมูลฝนซึ่งมีลักษณะข้อมูลแบบจุดให้เป็นข้อมูลในเชิงพื้นที่ในรูปแบบข้อมูลต่อเนื่อง หรือกริดในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจะต้องใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ระบบพิกัดแบบภูมิศาสตร์ (Geographic Coordinate System)

ภาพแสดงผลการประมาณค่าฝนรายวัน โดยวิธี ภาพย่อยที่ (1) ใช้วิธี Inverse Distance Weighting (IDW) ภาพย่อยที่ (2) ใช้วิธี Kriging ภาพย่อยที่ (3) ใช้วิธี Co-Kriging และภาพย่อยที่ (4) เรดาร์ ดังแสดงในภาพที่ 5-7 (Figure 5-7)

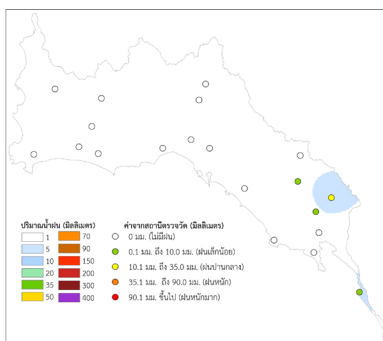
(1) Inverse Distance Weighting (IDW)



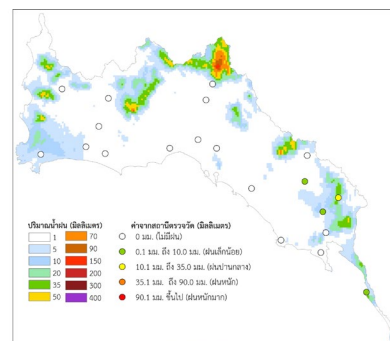
(3) Co-Kriging



(2) Kriging



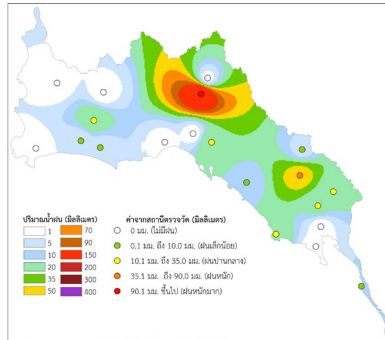
(4) Radar



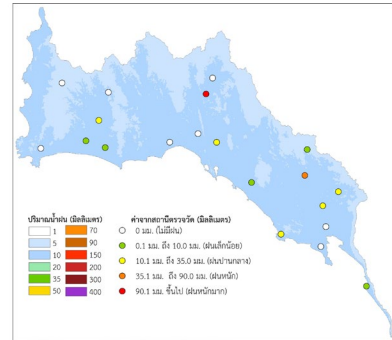
ภาพที่ 5 การกระจายตัวของปริมาณฝนในแต่ละวิธี วันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2560

Figure 5 The Distribution of Rainfall by Each Method on May 2, 2017

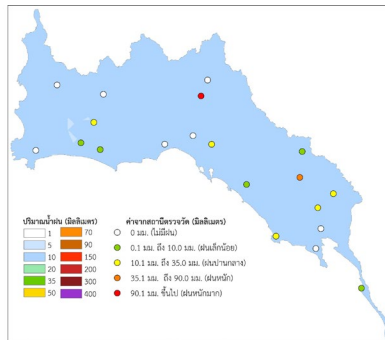
(1) Inverse Distance Weighting (IDW)



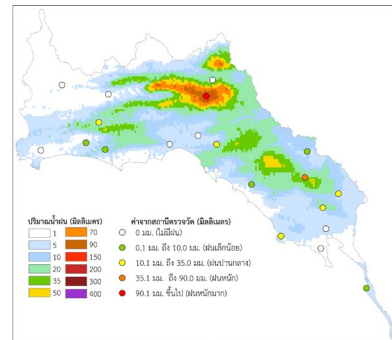
(3) Co-Kriging



(2) Kriging



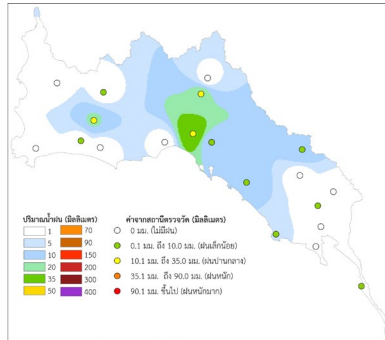
(4) Radar



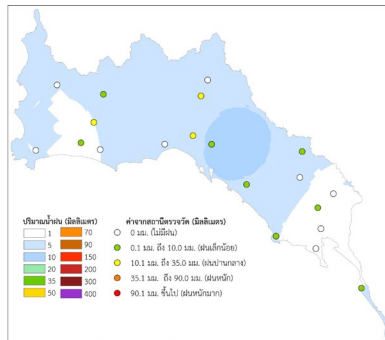
ภาพที่ 6 การกระจายตัวของปริมาณฝนในแต่ละวิธี วันที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2560

Figure 6 The Distribution of Rainfall by Each Method on August 24, 2017

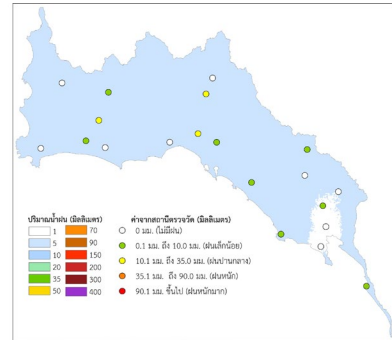
(1) Inverse Distance Weighting (IDW)



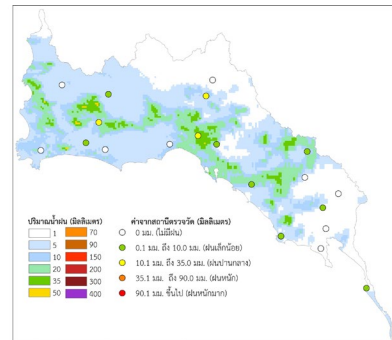
(2) Kriging



(3) Co-Kriging



(4) Radar



ภาพที่ 7 การกระจายตัวของปริมาณฝนในแต่ละวิธี วันที่ 8 ตุลาคม พ.ศ. 2560

Figure 7 The Distribution of Rainfall by Each Method on October 8, 2017

พิจารณาตามวิธีการหลักทั้ง 3 วิธี ด้วยโปรแกรม R Studio พบว่า วันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 วิธี Co-Kriging มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) และรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (RMSE) ต่ำที่สุด รองลงมาเป็นวิธี Inverse Distance Weighting (IDW) และ Kriging วันที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2560 วิธี Inverse Distance Weighting (IDW) มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) และรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (RMSE) ต่ำที่สุด รองลงมาเป็นวิธี Co-Kriging และ Kriging ตามลำดับ และวันที่ 8 ตุลาคม พ.ศ. 2560 วิธี Inverse Distance Weighting (IDW) มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) และรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (RMSE) ต่ำที่สุด รองลงมาเป็นวิธี Kriging และวิธี Co-Kriging ตามลำดับ

และจากการวิเคราะห์ผลเฉลี่ยทั้ง 3 วัน สามารถวิเคราะห์ได้ว่า วิธี Inverse Distance Weighting (IDW) มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) และรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (RMSE) ต่ำที่สุด รองลงมาเป็นวิธี Co-Kriging และวิธี Kriging ตามลำดับ

ตารางที่ 2. ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) ของประมาณค่าปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่

Table 2. Mean Absolute Error (MAE) of Spatial Rainfall Estimation

วิธีหลัก (Methods)	ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ Mean Absolute Error (MAE)		
	2 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 (May 2, 2017)	24 สิงหาคม พ.ศ. 2560 (August 24, 2017)	8 ตุลาคม พ.ศ. 2560 (October 8, 2017)
IDW	4.98	6.06	4.13
Kriging	5.05	9.00	4.14
Co-Kriging	4.97	8.89	4.46

ตารางที่ 3. ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (RMSE) ของประมาณค่าปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่

Table 3. Root Mean Square Error (RMSE) of Spatial Rainfall Estimation

วิธีหลัก (Methods)	ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง Root Mean Square Error (RMSE)		
	2 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 (May 2, 2017)	24 สิงหาคม พ.ศ. 2560 (August 24, 2017)	8 ตุลาคม พ.ศ. 2560 (October 8, 2017)
IDW	8.96	9.04	5.64
Kriging	8.99	13.35	5.68
Co-Kriging	8.88	13.26	5.96

อภิปรายผล

การประมาณค่าปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก โดยข้อมูลจากสถานีตรวจวัดโทรมาตรอัตโนมัติมีความสมบูรณ์ของข้อมูลค่อนข้างมาก เนื่องจากเป็นหน่วยงานที่มีการจัดเก็บข้อมูลฝนอย่างต่อเนื่อง แต่ยังคงมีความหนาแน่นค่อนข้างน้อยและการติดตั้งสถานีโทรมาตรตรวจวัดส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ชุมชน ทำให้การตรวจวัดค่าปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ที่เป็นภูเขาสูงอาจยังไม่ครอบคลุมทั่วถึง

ค่าฝนเชิงพื้นที่ที่ประมาณค่าได้โดยรวมให้ลักษณะการกระจายตัวของฝนที่ค่อนข้างแตกต่างกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่า การประมาณค่าปริมาณฝนเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Inverse Distance Weighting (IDW) ให้ผลการประมาณค่าในเชิงพื้นที่ได้ดีกว่าวิธีอื่น แต่ยังคงมีลักษณะการกระจายตัวและปริมาณฝนที่แตกต่างไปจากผลตรวจวัดเรดาร์ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวไม่มีจุดตรวจวัดปริมาณน้ำฝน หรือเป็นบริเวณที่เป็นใจกลางของฝนจะประมาณค่าได้ผิดพลาดเหมือน ๆ กัน ซึ่งวิธีเหล่านี้จำเป็นต้องใช้สถานีวัดน้ำฝนที่มีความหนาแน่นเพียงพอจึงส่งผลต่อการประมาณค่าเชิงพื้นที่ในแต่ละวิธี

ซึ่งในการศึกษาการประมาณค่าในครั้งนี้ จะให้ผลที่น้อยกว่าค่าจริงเนื่องจากระยะห่างของสถานีและการตกของฝนที่มีฝนต่อการประมาณค่าความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝน สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Eiamprasert (2011) ที่สรุปผลการศึกษาไว้ว่า ยังมีความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนมากยิ่งทำให้การประมาณค่าปริมาณน้ำฝนมีความคลาดเคลื่อนน้อยลง

สรุปผลข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการวิจัย

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันที่คัดเลือกจากสถานีโทรมาตรอัตโนมัติ จำนวนทั้งสิ้น 20 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก โดยทำการทดสอบความถูกต้องของการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน จำนวนทั้งสิ้น 3 วิธีหลัก Inverse Distance Weighting (IDW) Kriging และ Co-Kriging ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ลักษณะทางสถิติเชิงพื้นที่ (Geo-Statistic) โดยใช้ลักษณะข้อมูลทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) และรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (RMSE) ค่าที่สุด เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมและให้ค่าการประมาณใกล้เคียงกับข้อมูลเชิงพื้นที่จากเรดาร์ตรวจอากาศมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบความถูกต้องของการประมาณค่ากับข้อมูลจากสถานีเรดาร์ตรวจอากาศมีข้อเสียในเรื่องความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากค่าที่สามารถวัดได้จากสถานีเรดาร์ตรวจอากาศไม่ใช่ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงถึงพื้นดินโดยตรง ดังนั้นการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดน้ำฝนภาคพื้นดินให้มีความหนาแน่นมากยิ่งขึ้นจึงจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการประมาณค่าให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

จากการเปรียบเทียบการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันตามวิธีการหลักทั้ง 3 วิธี พบว่า วิธี Inverse Distance Weighting (IDW) มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ประมาณค่าปริมาณน้ำฝนรายวันมากที่สุด เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) และรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน

ยกกำลังสอง (RMSE) ต่ำที่สุด เช่นเดียวกับ Suwanwerakamtorn (2000) ได้ทำการศึกษาบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำเชิญ จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งได้สรุปผลการศึกษาไว้ว่า วิธี Inverse Distance Weighting (IDW) เหมาะสมที่สุด

2. ข้อเสนอแนะ

(1) ผลการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่ที่ไม่มีวิธีใดที่ให้ค่าความถูกต้องดีที่สุดเสมอไปสำหรับทุกลักษณะภูมิประเทศ ดังนั้น ควรทำการศึกษาค่าความคลาดเคลื่อนก่อนทุกครั้ง เนื่องจากลักษณะการตกของฝนและลักษณะภูมิประเทศที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่ รวมไปถึงการปรับค่าสมการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับจุดตัวอย่างจากการนำมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติของข้อมูลเพื่อการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่

(2) การนำข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศมาวิเคราะห์ร่วมด้วยควรต้องมีการเพิ่มปัจจัยอื่นที่ส่งผลกระทบต่อผลของเรดาร์ตรวจอากาศที่วัดได้ด้วย เนื่องจากข้อมูลของเรดาร์ตรวจอากาศไม่ใช่ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงถึงพื้นดินโดยตรง ดังนั้น ควรมีการนำปัจจัยทั้งความเร็วลม ทิศทางลม การคำนวณเวลาที่กลุ่มฝน ณ เวลานั้นตรวจวัดได้เทียบกับปริมาณและเวลาที่ตกลงสู่พื้นดินจริง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ภายใต้ “ทุนวิจัยทั่วไป” ตามสัญญาเลขที่ ทน 21/2561 และทุนบัณฑิตเรียนดีเพื่อศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปีการศึกษา 2558

เอกสารอ้างอิง

- Apaydin, H., Sonmez, FK., & Yildirim, YE. (2004). Spatial interpolation techniques for climate data in the GAP region in Turkey. *Climate Research*, 28(1), 31-40.
<https://doi.org/10.3354/cr028031>
- Chunkao, K. (1996). *Principles of watershed management*. (In Thai). Kasetsart University.
- Eiamprasert, S. (2011). *Comparison of spatial daily rainfall amount interpolation methods by using geographic information system at Chao-Phra-Ya Flood Plain*. (In Thai). Master of Science Program in Environmental Management, Faculty of Social and Environmental Development, The National Institute of Development Administration.
- Jirakajohnkool, S. (2009). *Geospatial Systems with ArcGIS Desktop 9.3.1*. (In Thai). S. R. Printing Massproducts Company.
- Kaosa-Ard, M. & Itsarangkun Na Ayutthaya, A. (1995). *Management issues and water conflicts exploring the frontiers of knowledge*. (In Thai). Thailand Development Research Institute.
- Kirtsang, S., Chantraket, P., & Sukthawee, P. (2015). Improving precipitation estimates from weather radar over Southern Thailand. (In Thai). *In Proceeding of the 20th National Convention on Civil Engineering (NCCE20)*. Thailand.

- Rattanaburi, P. (2014). *Comparison of the spatial rainfall in upper Ping Basin and Tha Chin Basin by spatial interpolation techniques*. (In Thai). Master of Engineering Program in Irrigation Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University.
- Suwanwerakamtorn, R. (2000). Comparison of interpolation methods for spatial rainfall pattern using GIS: A case study of Nam Choen Watershed. (In Thai). *Journal of Remote Sensing and GIS Association of Thailand*, 1 (3), 35-48.