

การประเมินเทคนิคการประมาณค่าฝนร่วมกับข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศเชิงตัวเลข ในลุ่มน้ำตาปี

Assessment an Areal Rainfall Technique with Digital Elevation Model Data in Tapi Basin

ฐาปนีย์ มีชำนาญ¹, ธเนศร์ สมบูรณ์² วิษุวัตก์ แท้สมบัติ^{3*}

¹สำนักงานจัดรูปที่ดินกลาง กรมชลประทาน เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

²สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา กรมชลประทาน เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

³ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

Tapanee Meechamnan¹ Thanet Somboon² Wisuwat Taesombat^{3*}

¹Bureau of Central Land Consolidation, Royal Irrigation Department, Dusit District, Bangkok

²Office of Water Management and Hydrology, Royal Irrigation Department, Dusit District, Bangkok

³Irrigation Engineering Department, Faculty of Engineering, Kasetsart University

Kamphaeng Saen Campus

*Corresponding author: Email: fengwwt@ku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่ของข้อมูลฝนรายวันที่ตรวจวัดจากภาคพื้นดิน โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการประมาณค่าเชิงพื้นที่ จำนวน 3 วิธี คือ Co-Kriging, Thin plate spline และ Thiessen Polygon ร่วมกับข้อมูลลักษณะภูมิประเทศเชิงตัวเลข SRTM-DEM ของ NASA ซึ่งมีความละเอียดในทางราบประมาณ 90 เมตร โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายวันจากสถานีวัดน้ำฝนลุ่มน้ำตาปี จำนวน 12 สถานี และพื้นที่ข้างเคียง 8 สถานี พิจารณาข้อมูลปริมาณฝนเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 มีนาคมปี พ.ศ. 2554 พฤศจิกายน พ.ศ. 2554 และ มกราคมปี พ.ศ. 2555 โดยทำการทดสอบความถูกต้องในการประมาณค่าโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (ME) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAE) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (RMSE) ผลการศึกษาพบว่า ในลุ่มน้ำตาปี ซึ่งมีภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบมีภูเขาไม่มากนัก มีค่า ME เป็นลบ ทั้ง 3 วิธี แสดงว่า มีการประมาณค่าที่สูงกว่าค่าจริง (Over-Estimate) และยังพบว่าวิธีที่มีค่า MAE และ RMSE ที่ดีที่สุดคือวิธี Thin plate spline รองลงมาคือวิธี Co-Kriging และ วิธี Thiessen Polygon ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าวิธี Thin plate spline มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นวิธีการประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่ลุ่มน้ำตาปี

คำสำคัญ: การประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่ ทินเพลท สปาย โค-คริกกิง ลุ่มน้ำตาปี

ABSTRACT

This study aims to compare the areal daily rainfall interpolation derived from ground measurement rainfall by applying 3 techniques of areal interpolation: Co-Kriging, Thin plate spline, and Thiessen polygon. All the techniques were used with SRTM-DEM numerical topographic information of NASA whose horizontal resolution is 90 meters by using daily rainfall data from 12 rainfall stations in Tapi Basin and 8 adjoining stations. This study focused on rainfall data in November 2010, March 2011, November 2011, and January 2012 by testing the accuracy of the interpolation using ME, MAE and RMSE. The result shows that in southern part, whose topography is plain area with few mountains, ME from all methods were negative which means that the interpolation was over-estimated. It was also found that the best ME and RMSE came from Thin plate spline technique, following by Co-Kriging and Thiessen Polygon, respectively. The Thin plate spline is suitable areal rainfall interpolation in Tapi Basin.

Keyword: Areal rainfall interpolation, thin plate spline, co-kriging, Tapi basin.

1. บทนำ

ในประเทศไทยการตรวจวัดปริมาณฝนเป็นแบบจุดในแต่ละสถานีตรวจวัดฝนและสถานีตรวจวัดอากาศแต่ละหน่วยงาน เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ รวมทั้งสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) เป็นต้น อย่างไรก็ตามในประเทศไทยมีความหนาแน่นของจำนวนสถานีวัดน้ำฝนค่อนข้างน้อย ข้อมูลปริมาณฝนที่ได้จึงเป็นเพียงตัวแทนของข้อมูล ณ บริเวณที่ทำการตรวจวัดเท่านั้น ไม่สามารถเป็นตัวแทนบริเวณที่อยู่ห่างไกลจากสถานีตรวจวัดฝนได้ จึงจำเป็นต้องหาเทคนิคการประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่ ทั้งนี้ในปัจจุบันเทคนิคในการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Spatial Interpolation) ของข้อมูลฝนได้ถูกพัฒนาไปมาพร้อมทั้งมีการนำข้อมูลสภาพภูมิประเทศมาวิเคราะห์ร่วมด้วย ได้แก่ วิธี Thin plate spline และวิธี Co-Kriging เป็นต้น ซึ่งเป็นเพราะเชื่อว่าฝนจะมีโอกาสที่ฝนจะตกมากขึ้นในพื้นที่ที่มีความสูงเพิ่มขึ้น ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีความสำคัญต่อการประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นจากอิทธิพลของสภาพภูมิประเทศที่เกิดขึ้น

ข้อจำกัด Grimes et al. (1999) ที่เด่นชัดของการตรวจวัดปริมาณฝนจากสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินคือเป็น

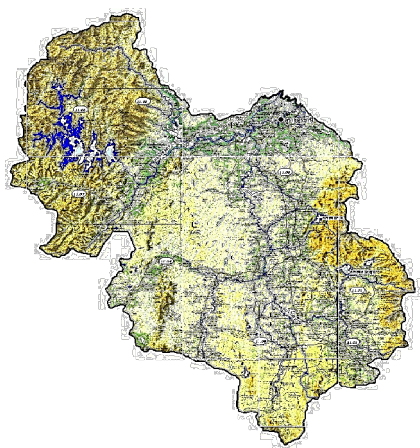
การตรวจวัดข้อมูลเป็นจุด ดังนั้น จำเป็นต้องมีจำนวนสถานีตรวจวัดภาคพื้นดินค่อนข้างหนาแน่นจึงจะทำให้การประมาณปริมาณฝนเชิงพื้นที่ที่มีความถูกต้องมากขึ้น ได้ ศึกษาการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของข้อมูลปริมาณฝนรายวันโดยวิธี Thin plate spline ในลุ่มน้ำปิงตอนบน มาเปรียบเทียบกับประมาณค่าด้วยวิธีรูปเหลี่ยมสี่เหลี่ยมและวิธีเส้นชั้นน้ำฝน พบว่าการประมาณค่าข้อมูลฝนโดยวิธี Thin plate spline ให้ผลการประมาณค่าที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่เป็นภูเขาสลับซับซ้อน ยกตัวอย่างเช่น (วิชูวัฒน์, 2550) พบว่าฝนในภาคเหนือในลุ่มน้ำปิงตอนบน จะมีลักษณะเป็นฝนภูเขาซึ่งพบว่าฝนจะมีปริมาณมากขึ้นในพื้นที่ที่มีความสูงเพิ่มขึ้น ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีความสำคัญต่อการประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำมากขึ้นจากอิทธิพลของสภาพภูมิประเทศที่เกิดขึ้น (วิชูวัฒน์, 2555)

การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการประมาณค่าปริมาณฝนเชิงพื้นที่ของข้อมูลฝนรายวันภาคพื้นดินร่วมกับข้อมูลสภาพภูมิประเทศด้วยเทคนิคการประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่ 3 วิธี ได้แก่ Thin Plate Spline Co-Kriging และ Thiessen Polygon กับพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำตาปีซึ่งมีลักษณะของสภาพภูมิประเทศที่แตกต่างจาก

ภาคเหนือ และภาคอื่นๆ ทั้งนี้ วิธี Thin Plate Spline และ Co-Kriging เป็นวิธีที่ต้องใช้ค่าระดับความสูงของสถานีน้ำฝนมาเป็นตรรกะอีกตัวหนึ่งในการประมาณค่า ส่วนวิธี Thiessen Polygon ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในการใช้ประมาณค่าน้ำฝนจะใช้ค่าปริมาณน้ำของแต่ละสถานีเพียงอย่างเดียวในการประมาณค่า

2. พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาคือพื้นที่ลุ่มน้ำตาปีในภาคใต้ของประเทศไทย ตั้งอยู่ระหว่างเทือกเขาถนนศรีธรรมราชและทิวเขาภูเก็ด พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ แม่น้ำตาปีซึ่งมีต้นกำเนิดจากเขาช่องลมใต้บริเวณเทือกเขาถนนศรีธรรมราช จะไหลขึ้นไปทางเหนือผ่านจังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่วนแม่น้ำพุมดวงมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาภูเก็ดในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จะไหลมาบรรจบกับแม่น้ำตาปี ที่อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลุ่มน้ำตาปี

3. หลักการและทฤษฎีในการศึกษา

3.1 การตรวจวัดข้อมูลฝนภาคพื้นดินภาคพื้นดิน

3.1.1 การตรวจวัดน้ำฝนด้วยเครื่องวัด

น้ำฝน (Rain Gauge)

การตรวจวัดน้ำฝนด้วยเครื่องวัดน้ำฝนภาคพื้นดิน (Rain Gauge) เป็นเครื่องมือการตรวจวัดที่

นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลาย กล่าวคือเครื่องมือดังกล่าว จะทำการบันทึกค่าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในภาชนะต่อหนึ่งหน่วยเวลาโดยตรง ตัวอย่างของเครื่องวัดน้ำฝนแบบบันทึกต่อเนื่องที่นิยมใช้ในงานอุทกวิทยามี 3 ชนิดได้แก่ เครื่องวัดน้ำฝนแบบถ้วยกระดก (Tipping Bucket Rain Gauge) เครื่องวัดน้ำฝนแบบชั่งน้ำหนัก (Weighting Bucket Rain Gauge) เครื่องวัดน้ำฝนแบบลูกลอย (Float Type Rain Gauge)

3.2 ลักษณะฝนภูเขา

ฝนภูเขา (orographic storm) มวลอากาศที่อุ้มน้ำพัดจากทะเล ปะทะภูเขาจะลอยตัวสูงขึ้นและกลั่นตัวเป็นน้ำฝนบริเวณด้านหน้าภูเขา ดังแสดงในรูปที่ 2

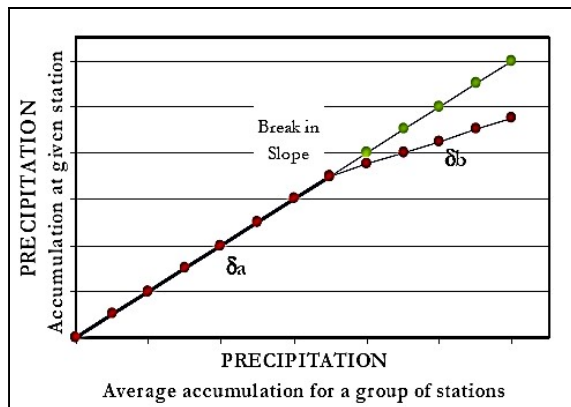


รูปที่ 2 ลักษณะฝนภูเขา

ที่มา: วิษุวัต (2555)

3.3 การตรวจสอบความกลมกลืนของข้อมูลของข้อมูลฝน (Gauge consistency)

แนวทางการตรวจสอบทำได้ด้วยการวิเคราะห์ด้วย double-mass curve ซึ่งกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมของสถานีที่ต้องการตรวจสอบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนสะสมของกลุ่มสถานีที่อยู่ข้างเคียง กรณี ข้อมูลของสถานีนั้นมีความกลมกลืนกันตลอดช่วงเวลาที่ทำการบันทึก กราฟที่ได้จะเป็นเส้นตรง หากข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลง กราฟจะมีลักษณะเป็นเส้นหักดังแสดงในรูปที่ 3 สังเกตได้จากการเปลี่ยนความลาดชันของเส้นกราฟ ซึ่งค่าความลาดชันเหล่านี้จะนำมาใช้ในการปรับข้อมูลให้กลับมากลมกลืนกัน



รูปที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมของ
สถานีที่ต้องการตรวจสอบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝน
สะสมของกลุ่มสถานีที่อยู่ข้างเคียง
ที่มา: วิษุวัตก์ (2555)

3.4 ความลึกเฉลี่ยของฝนทั้งพื้นที่ (Average Areal Rainfall)

3.4.1 วิธี Cokriging

วิธี Cokriging เป็นการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ คล้ายกับวิธี Kriging แต่มีการเพิ่มชุดข้อมูลเพื่อให้การประมาณค่าดียิ่งขึ้น โดยชุดข้อมูลที่เพิ่มจะสัมพันธ์กับชุดข้อมูลหลักเพื่อให้ผลลัพธ์ดียิ่งขึ้น เช่น ใช้ตัวแปรรวมระดับความสูงจากน้ำทะเลพิจารณาพร้อมกับข้อมูลในการประมาณค่าข้อมูลอุณหภูมิหรือปริมาณน้ำฝน เป็นต้น

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^n P_i \times w_i + \sum_{j=1}^n \beta_j \times t_j \quad (1)$$

เมื่อ $\bar{P}$ = ค่าประมาณที่ต้องการ

P_i = ค่าของจุด

w_i = น้ำหนักที่มีความสัมพันธ์ระหว่างจุดที่ต้องการประมาณค่ากับจุดที่ไม่ทราบค่า

β_j = แตกต่างกัน 0 และ 100%

t_j = น้ำหนักที่มีความสัมพันธ์ระหว่างจุดที่ต้องการประมาณค่ากับ

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3.4.2 วิธี Thin Plate Spline

การประมาณค่าด้วยวิธี Thin Plate Spline จะสมมติให้ข้อมูลน้ำฝนที่สถานีวัดน้ำต่างๆ แปรผันไปตามพิกัดภูมิศาสตร์ในระบบพิกัดแบบ Latitude และ Longitude และมีความสัมพันธ์กับระดับความสูงของพื้นที่ด้วย (Taesombat and Sriwongsitanon, 2009)

$$r(x_i, y_i, z_i) = z(x_i, y_i, z_i) + \varepsilon(x_i, y_i, z_i) \quad (2)$$

เมื่อ r = ข้อมูลน้ำฝนแบบจุดที่สถานีวัดน้ำฝน

z = ค่า smoothing function ที่เหมาะสมที่สุดที่ประเมินได้จากข้อมูลฝนแบบจุด

ε = ค่าความผิดพลาดแบบไม่ต่อเนื่องที่สถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่ง

x_i = ค่า latitude ที่สถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่ง

y_i = ค่า longitude ที่สถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่ง

z_i = ค่าระดับความสูงที่สถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่ง

3.4.3 วิธี Thiessen Polygon

วิธีของธิเอสเซนเป็นการสร้างรูปหลายเหลี่ยม (Polygon) ขึ้น โดยถือว่าปริมาณน้ำฝนในพื้นที่หลายเหลี่ยมนั้นมีค่าสม่ำเสมอเท่ากับสถานีวัดที่ตั้งในรูปหลายเหลี่ยมนั้น แล้วจึงหาพื้นที่แต่ละสถานีครอบคลุมเพื่อทำการคำนวณค่าเฉลี่ยแบบมีค่าถ่วงน้ำหนักต่อไป (เอกสิทธิ์, 2547ข) ข้อจำกัดของวิธีนี้คือ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของสถานีวัดน้ำฝน จะต้องหาค่า Weighting Factor หรือรูปหลายเหลี่ยม Thiessen ใหม่ นอกจากนี้วิธีนี้ไม่ได้คำนึงถึงอิทธิพลของสภาพภูมิประเทศต่อลักษณะการเกิดฝน โดยจะคำนึงถึงเฉพาะระยะทางเป็นหลักในการสร้างรูปหลายเหลี่ยมเท่านั้น (สายสุนีย์, 2546)

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot P_i, \quad w_i = \frac{A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (3)$$

เมื่อ $\bar{P}$: ปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งพื้นที่ศึกษา

P_i : ปริมาณฝนของแต่ละสถานีในพื้นที่
ศึกษา

n : จำนวนสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา

A_i : พื้นที่แต่ละสถานีศึกษา

w_i : สัดส่วนพื้นที่ต่อพื้นที่ทั้งหมดของ
แต่ละสถานี

3.5 วิธีการตรวจสอบผลการประมาณค่าเชิงพื้นที่

วิธีการตรวจสอบผลการประมาณค่าที่ใช้มี 3 วิธี
คือ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute
Error, MAE), ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง
(Root Mean Square Error, RMSE) และค่าเฉลี่ยความ
คลาดเคลื่อน (Mean Error)

4. วิธีดำเนินการ

4.1 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย ข้อมูลฝนตรวจวัด
ภาคพื้นดินแบบรายวัน และข้อมูล SRTM-DEM จาก
หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ลุ่มน้ำตาปีในภาคใต้ของ
ประเทศไทย

4.2 การตรวจสอบกลมกลืนและการคัดเลือก สถานีวัดฝน

ตรวจสอบข้อมูลน้ำฝนเบื้องต้น ทำการคัดเลือก
ข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนที่ขาดหายไปทั้งปี หรือมีค่าผิดปกติออก

การตรวจสอบกลมกลืนและการคัดเลือกสถานีวัด
ฝนด้วยวิธี Double Mass Curve โดยพิจารณาจากกราฟ
ของสถานีฝนได้มีการเรียงตัวเป็นเส้นตรงด้วยความชัน
เดียวเมื่อเปรียบเทียบสถานีฝนโดยรอบจะถูกคัดเลือกเพื่อ
นำไปใช้วิเคราะห์ประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่ต่อไป

คัดเลือกข้อมูลฝนจากสถานีวัดน้ำฝนโดยจะเลือก
ศึกษาในกรณีฝนสูงสุด 2 ปี

4.3 การวิเคราะห์เพื่อหาระดับความสูงของสถานีวัด ฝนภาคพื้นดิน

การวิเคราะห์เพื่อหาระดับความสูงของสถานีวัด
ฝนภาคพื้นดินโดย SRTM-DEM จะถูกรวบรวมให้
ครอบคลุมพื้นที่ภาคใต้และนำตำแหน่งของสถานีฝนแต่ละ

แห่งมาวิเคราะห์ด้วยใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศ
ภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อหาระดับความสูงในหน่วยของ
ระดับน้ำทะเลปานกลาง หรือ ม.รทก. (m MSL) หลังจาก
นั้น จะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างฝนเฉลี่ยราย
ปีกับระดับความสูงของสถานีฝนว่ามีค่าสหสัมพันธ์ที่ดี
หรือไม่ ถ้ามีค่ามากกว่า 0.6 แสดงว่า ปริมาณฝนจะแปร
ผันโดยตรงกับระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น

การวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ R^2 ระหว่าง
ระดับความสูงของสถานีวัดน้ำฝนภาคพื้นดินกับค่าปริมาณ
น้ำฝนเฉลี่ยรายปี

4.4 การประมาณค่าเชิงพื้นที่ของข้อมูลฝน ภาคพื้นดินร่วมกับข้อมูลสภาพภูมิประเทศด้วยวิธีต่างๆ

4.4.1 วิธี Co-Kriging

1) สร้างขอบเขตที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาใน
รูปแบบ Polygon

2) นำเข้าข้อมูลฝนที่คัดเลือกแล้ว ซึ่งเป็นฝน
รายวันของแต่ละสถานีวัดน้ำฝนแสดงในรูปที่ 4 รูป (ก)

3) ทำการปิดสถานีวัดน้ำฝนที่ต้องการทราบ
ค่า จากนั้นใช้โปรแกรม ArcGIS สร้างปริมาณฝนเชิงพื้นที่
ด้วยวิธี Co-Kriging ดังแสดงในรูปที่ 4 รูป (ข)

4) หาค่าปริมาณฝนที่ทำกรประมาณค่าที่
ตรงกับตำแหน่งพิกัดของสถานีวัดน้ำฝนที่ทำกรปิดไว้ใน
ข้อ 3) ทำการบันทึกข้อมูลเพื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับ
ค่าจริงของสถานีนั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 4 รูป (ค)

5) ทำการสร้างค่าปริมาณฝนทุกๆสถานีวัด
น้ำฝนที่ต้องการทราบค่า จนครบทุกสถานีใน 1 เดือน

4.4.2 วิธี Thin plate spline

หาค่าปริมาณฝนเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Thin
Plate Spline โดยใช้โปรแกรม ANUSPLIN Version 4.4
ประมาณค่าของข้อมูลฝนซึ่งมีลักษณะข้อมูลแบบจุดให้
เป็นข้อมูลในเชิงพื้นที่ในรูปแบบข้อมูลต่อเนื่องหรือเป็นก
ริดในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1) สร้างขอบเขตที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาใน
รูปแบบ Polygon

2) นำเข้าข้อมูลฝนที่คัดเลือกแล้ว ซึ่งเป็นฝน
รายวันของแต่ละสถานีวัดน้ำฝน

3) ทำการปิดสถานีวัดน้ำฝนที่ต้องการทราบค่า จากนั้นใช้โปรแกรม ANUSPLIN Version 4.4 สร้างปริมาณฝนเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Thin Plate Spline โดยสร้างให้เต็มพื้นที่ขอบเขตที่กำหนดไว้ในข้อ 1)

4) หาค่าปริมาณฝนที่ทำการประมาณค่าที่ตรงกับตำแหน่งพิกัดของสถานีวัดน้ำฝนที่ทำการปิดไว้ในข้อ 3) ทำการบันทึกข้อมูลเพื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริงของสถานีนั่นๆ

5) ทำการสร้างค่าปริมาณฝนทุก ๆ สถานีวัดน้ำฝนที่ต้องการทราบค่า จนครบทุกสถานีใน 1 เดือน

4.4.3 วิธี Thiessen Polygon

1) สร้างขอบเขตที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาในรูปแบบ Polygon

2) นำเข้าข้อมูลฝนที่คัดเลือกแล้ว ซึ่งเป็นฝนรายวันของแต่ละสถานีวัดน้ำฝน

3) ทำการปิดสถานีวัดน้ำฝนที่ต้องการทราบค่า จากนั้นใช้โปรแกรม ArcGIS สร้างปริมาณฝนเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Thiessen Polygon โดยสร้างให้เต็มพื้นที่ขอบเขตที่กำหนดไว้ในข้อ 1)

4) หาค่าปริมาณฝนที่ทำการประมาณค่าที่ตรงกับตำแหน่งพิกัดของสถานีวัดน้ำฝนที่ทำการปิดไว้ในข้อ 3) ทำการบันทึกข้อมูลเพื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริงของสถานีนั่นๆ

5) ทำการสร้างค่าปริมาณฝนทุก ๆ สถานีวัดน้ำฝนที่ต้องการทราบค่า จนครบทุกสถานีใน 1 เดือน

4.4.4 ดรรชนีทางสถิติ

โดยการบรรยายลักษณะการกระจายของปริมาณน้ำฝนโดยวิธีการประมาณค่าแต่ละวิธีด้วยลักษณะทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error, MAE), ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Root Mean Square Error, RMSE) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (Mean Error)

1) ME (Mean Error)

ME เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างระหว่างค่าจากการประมาณค่าและค่าจริง หาก ME มีค่าเป็นบวก แสดงว่า ค่าการประมาณที่ได้ต่ำกว่าค่าจริง แต่ถ้าหาก ME มีค่าเป็นลบ แสดงว่า ค่าการประมาณที่ได้สูงกว่าค่าจริง

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x) \quad (4)$$

โดย x_i = ค่าจริง

x = ค่าที่ได้จากการประมาณค่า

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2) MAE (Mean Absolute Error)

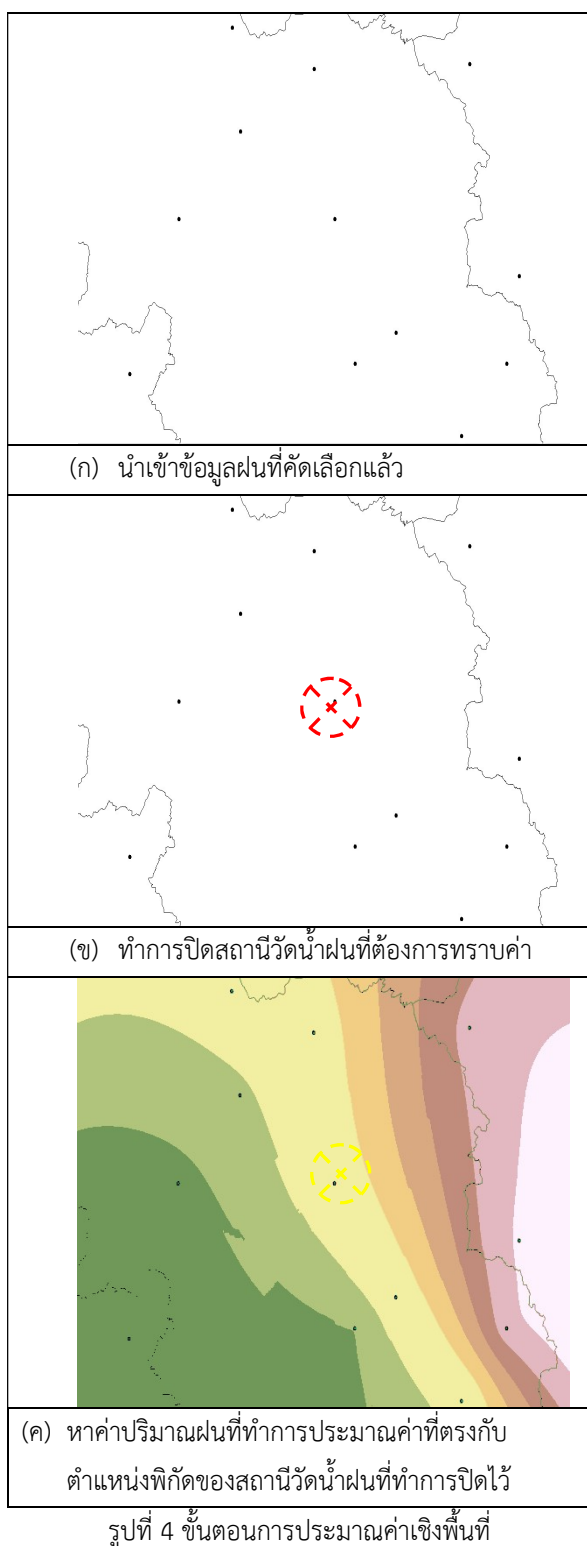
MAE เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยของความแตกต่างสัมบูรณ์ระหว่างค่าจากการประมาณค่าและค่าจริง หาก MAE มีค่าน้อย แสดงว่า ค่าการประมาณที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริง

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - x| \quad (5)$$

3) RMSE (Root Mean Square Error)

RMSE คือการวัดค่าความแตกต่างระหว่างค่าจริงและค่าประมาณที่จากการประมาณค่าแต่ละวิธี หากค่า RMSE มีค่าน้อย แสดงว่า ค่าการประมาณที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าจริง

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x)^2} \quad (6)$$

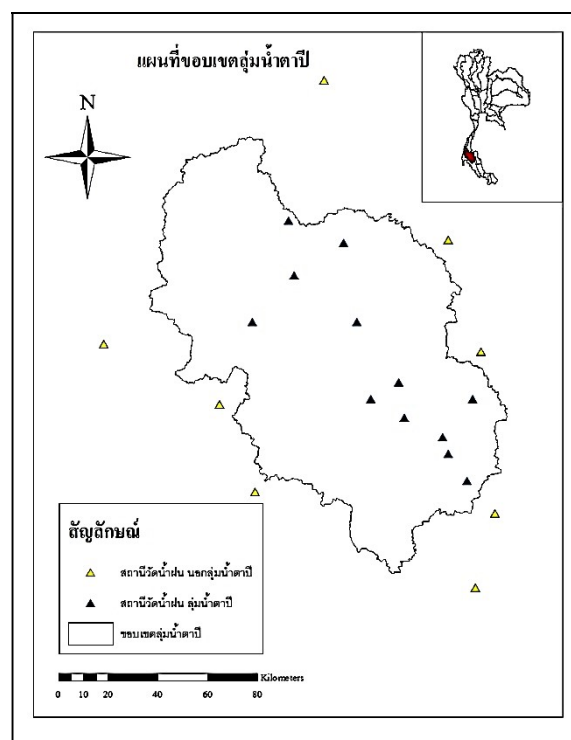


5. ผลการทดลอง

5.1 การรวบรวมข้อมูล

5.1.1 ข้อมูลฝนภาคพื้นดิน

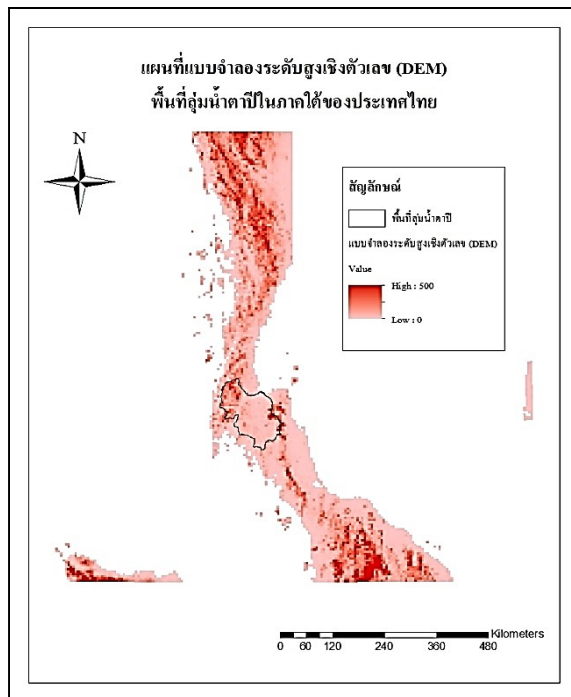
ข้อมูลฝนภาคพื้นดินจะรวบรวมจากสองหน่วยงาน ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยาและสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) ในช่วงเดือนเมษายน 2552 ถึง เดือน มีนาคม 2557 ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ขอบเขตพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยและสถานีวัดน้ำฝน

5.1.2 ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ

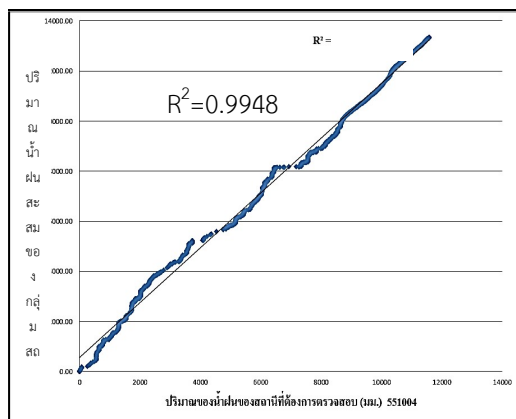
ข้อมูลสภาพภูมิประเทศจะใช้ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศเชิงตัวเลข DEM: Digital Elevation Model จาก SRTM ของ NASA ซึ่งมีความละเอียดทางราบประมาณ 90 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงตัวเลข (DEM) พื้นที่ลุ่มน้ำตาปีในภาคใต้ของประเทศไทย

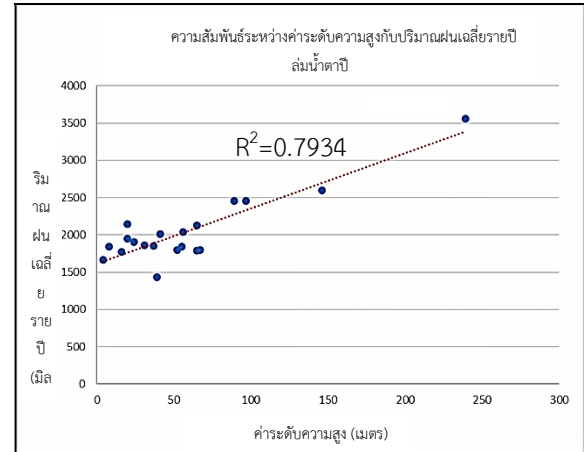
5.2 ผลการตรวจสอบความกลมกลืนและการคัดเลือกสถานีน้ำฝน

ผลของการตรวจสอบความกลมกลืนและการคัดเลือกสถานีน้ำฝนในลุ่มน้ำตาปีจำนวน 12 สถานีมีค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.9993 – 0.9903 และพื้นที่ข้างเคียงจำนวน 8 สถานี มีค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.9991 – 0.9781 ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ภาพตัด ปริมาณของน้ำฝนของสถานีที่ต้องการตรวจสอบ (มม.) 551004 สมของสถานีที่ต้องการตรวจสอบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนสะสมของกลุ่มสถานีที่อยู่ข้างเคียงของสถานี 551004 (ศรีรัฐนิคม)

5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีกับระดับความสูง



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับความสูงกับปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีลุ่มน้ำตาปี

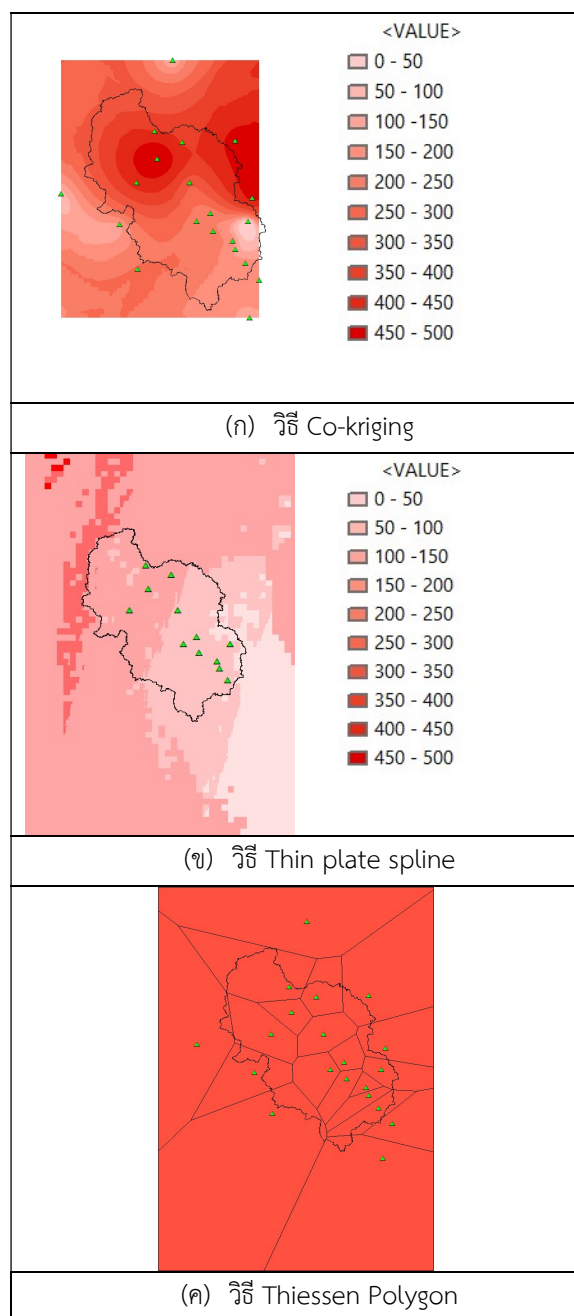
จากรูปที่ 8 จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำฝนกับค่าความสูงของสถานีมีความสัมพันธ์ค่อนข้างดี เนื่องจากค่า R^2 0.7934 ซึ่งถือว่ามากพอสมควร

5.4 ผลการประเมินค่าฝนเชิงพื้นที่

การศึกษาการประมาณค่าปริมาณฝนเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการทั้ง 3 ได้คัดเลือกวันที่มีฝนตกหนักมาแสดงเป็นตัวอย่างเป็นตัวอย่างของผลการประมาณค่าข้อมูลน้ำฝนภาคพื้นดินรายวันทั้งลุ่มน้ำตาปี ได้แก่ ข้อมูลฝนรายวันของวันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2554 ดังรูปที่ 8

5.4.1 ผลการประมาณค่าเชิงพื้นที่ของข้อมูลฝนภาคพื้นดินร่วมกับข้อมูลสภาพภูมิประเทศด้วยวิธีต่างๆ

จากรูปที่ 9 เป็นการจะแสดงตัวอย่างลักษณะรูปแบบการกระจายตัวของปริมาณฝน (มิลลิเมตร) ภาคพื้นดินในแต่ละวิธีของลุ่มน้ำตาปีในภาคใต้ของประเทศไทย ณ วันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2554 โดยวิธีแรก รูป (ก) คือ วิธี Co-kriging ต่อมารูป (ข) คือ วิธี Thin plate spline และสุดท้ายรูป (ค) คือ วิธี Thiessen Polygon

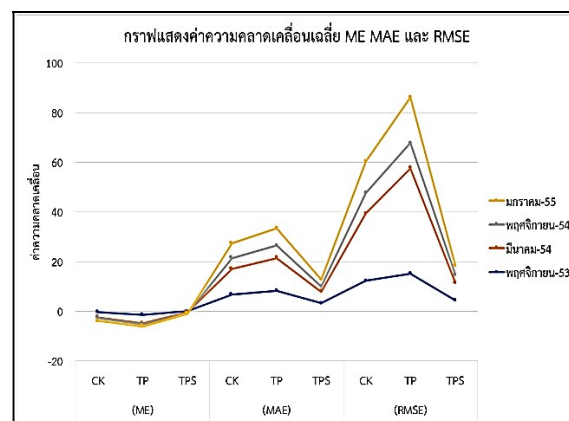


รูปที่ 9 ลักษณะรูปแบบการกระจายตัวของปริมาณฝน (มิลลิเมตร) ภาคพื้นดินในแต่ละวิธี กลุ่มน้ำตาปีในภาคใต้ของประเทศไทย ณ วันที่ 29 มีนาคม พ.ศ. 2554

5.4.2 ผลของตรรกะทางสถิติ

จากตารางที่ 1 แสดงค่า ME MAE และ RMSE ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 มีนาคม พ.ศ. 2554 พฤศจิกายน พ.ศ. 2554 และมกราคม พ.ศ. 2555 วิธีการประมาณค่าที่ดีที่สุดคือ Thin Plate Spline และจาก

รูปที่ 10 จะเห็นว่าเส้นกราฟค่า ME ทั้งวิธี Co-Kriging, Thin plate spline และ Thiessen Polygon นั้นใกล้เคียงกันและมีค่าเป็นลบ ส่วนค่า MAE และ RMSE เส้นกราฟค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละวิธีโดยเรียงจากน้อยไปมากคือ วิธี Thin plate spline, Co-Kriging และ Thiessen Polygon ตามลำดับ



รูปที่ 10 กราฟแสดงค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย ME MAE และ RMSE

ตารางที่ 1 ลักษณะทางสถิติในการประมาณค่าในแต่ละวิธีของกลุ่มน้ำตาปี

ลักษณะทางสถิติ	การประมาณค่า	กลุ่มน้ำตาปี			
		พ.ย. 53	มี.ค. 54	พ.ย. 54	ม.ค. 55
(ME)	CK	-0.48	-2.02	-0.30	-1.17
	TP	-1.53	-3.48	-0.39	-0.89
	TPS	-0.10	-0.41	-0.27	-0.20
(MAE)	CK	6.66	10.44	4.24	6.08
	TP	8.16	13.18	5.09	6.91
	TPS	3.21	4.60	2.03	2.95
(RMSE)	CK	12.26	27.11	8.15	12.75
	TP	15.02	42.57	10.22	18.40
	TPS	4.40	7.12	3.02	3.84

หมายเหตุ CK คือ Co-Kriging

TP คือ Thiessen Polygon

TPS คือ Thin Plate Spline

ME คือ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน

MAE คือ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

RMSE คือ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง

6. วิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการประมาณค่าฝนภาคพื้นดินจากการหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error, MAE), ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Root Mean Square Error, RMSE) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (Mean Error) ทั้ง 3 วิธี วิธีที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มน้ำตาปีของข้อมูลในเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 มีนาคม พ.ศ.2554 พฤศจิกายน พ.ศ. 2554 และ มกราคม พ.ศ.2555 คือวิธี Thin plate spline ซึ่งให้ค่าประมาณความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์น้อยที่สุด เนื่องจากการหาค่าประมาณฝนด้วยวิธี Thin plate spline เนื่องจากเป็นวิธีที่ใช้ความระดับสูงของสถานีมาเป็นตรรกะอีกตัวหนึ่งในการประมาณค่าฝนเหมือนกับวิธี Co-Kriging แต่วิธี Thin plate spline นั้นสามารถใช้ได้กับข้อมูลฝนที่เป็น 0 หลายวันติดต่อกันได้ซึ่งต่างจากวิธี Co-Kriging ที่ไม่สามารถประมาณค่าน้ำฝนเชิงพื้นที่ได้แม่นยำในกรณีที่ค่าฝน มีค่าเป็น 0 ส่วนวิธี Thiessen Polygon ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้นิยมใช้ในการประมาณค่าฝนให้ค่าความคลาดเคลื่อนสูงเนื่องจากการประมาณค่าใช้เพียงค่าน้ำฝนเพียงอย่างเดียว ไม่ได้มีความระดับความสูงเข้ามาเกี่ยวข้อง

7. สรุป

7.1 บทสรุป

ในการประมาณค่าฝนภาคพื้นดินจากการหาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Error, MAE), ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Root Mean Square Error, RMSE) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (Mean Error) วิธีที่ดีที่สุดคือวิธี Thin plate spline ซึ่งถือว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มน้ำตาปีในภาคใต้ของประเทศไทย

7.2 ข้อเสนอแนะ

7.2.1 ในการศึกษาเรื่องการประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่กรณีที่จะนำไปศึกษาต่อนั้นควรจะศึกษาทั้งในกรณีที่ปริมาณฝนมาก ปานกลาง และน้อย ในพื้นที่นั้นๆ และควรใช้ข้อมูลฝนมากกว่า 5 ปี ขึ้นไปมาพิจารณาเพื่อความน่าเชื่อถือในผลการทดลองมากขึ้น

7.2.2 การศึกษาเรื่องการประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำตาปีในภาคใต้ของประเทศไทยเป็นเพียงส่วนเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นควรจะมีการศึกษาที่ให้ครอบคลุมทั้งประเทศต่อไป

7.2.3 การศึกษาเรื่องการประมาณค่าฝนเชิงพื้นที่นอกจากจะใช้ความสูงของพื้นที่มาพิจารณาแล้วนั้น ยังสามารถนำเรื่องการใช้ที่ดิน เส้นทางพายุ ฯ มาพิจารณาร่วมได้

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงสำหรับผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิษุวัตม์ แต่สมบัติ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.ไชยพงษ์ เทพประสิทธิ์ ที่ให้คำปรึกษาเสนอแนะแนวทางในการวางแผนงานวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของวิทยานิพนธ์ จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณ ดร.ธนทร์ สมบูรณ์ ผู้ทรงคุณทรงวุฒิภายนอก ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมชลประทานทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนด้วยดีตลอดมา รวมถึงบุคลากรทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่าง ๆ ขอขอบคุณกรมอุตุฯ วิทยาลัยการเกษตรและเทคโนโลยีสุราษฎร์ธานี และสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) และเจ้าหน้าที่ของกรมชลประทาน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลรวมทั้งให้ความช่วยเหลือด้วยดีมาตลอด

สุดท้ายขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมชลประทาน, โครงการศึกษาวางระบบและติดตั้งระบบโทรมาตรเพื่อพยากรณ์น้ำและเตือนภัยลุ่มน้ำท่าจีน, กรุงเทพมหานคร: บริษัท ล็อกซ์เลย์ จำกัด (มหาชน), 2557.
- [2] กิรติ สิวังกุล, *อุทกวิทยา*, ปทุมธานี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต, 2543.
- [3] เฉลิมชัย เอกก้านตรง, การศึกษาและวิเคราะห์ด้านอุตุนิยมวิทยาที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยในภาคใต้ของประเทศไทย ระหว่างวันที่ 18-26 พฤศจิกายน 2543, กรุงเทพมหานคร: กรมอุตุนิยมวิทยา, 2543.
- [4] ประกอบ วิโรจน์กูฏ, “การหาปริมาณน้ำฝนบนพื้นที่โดยวิธี KRINGING,” *วิศวกรรมสารมหาวิทยาลัยขอนแก่น*, ปีที่ 21, หน้า 29-43, มกราคม-กุมภาพันธ์, 2537.
- [5] รังสรรค์ อาภาคัพทะกุล, *อุตุนิยมวิทยาเบื้องต้น*, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- [6] รัศมี สุวรรณวีระกำธร, “การเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าน้ำฝนเชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำเชิญ,” *วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์*, ปีที่ 1, หน้า 35-48, กันยายน-ธันวาคม, 2543.
- [7] วิษุวัตก์ แต่สมบัติ, “การประมาณค่าเชิงพื้นที่ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน โดยวิธี Thin Plate Smoothing Spline สำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบน,” ใน *การประชุมทางวิชาการ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม ครั้งที่ 4*, 2550.
- [8] วิษุวัตก์ แต่สมบัติ, *อุทกวิทยาทางวิศวกรรม (เอกสารประกอบการสอน)*, นครปฐม: ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, 2555.
- [9] วีระพล แต่สมบัติ, *หลักอุทกวิทยา*, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2528.
- [10] สุเพชร จิรจรรกุล, *เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 10.1*, กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาเทคโนโลยีชนบท มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2555.
- [11] เอกสิทธิ์ โสสิตสกุลชัย, *การหาค่าการใช้น้ำของพืชในโครงการชลประทานขนาดใหญ่โดยใช้การสำรวจระยะไกล*, กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.
- [12] สายสุนีย์ พุทธาคณเจริญ, *วิศวกรรมอุทกวิทยา*, กรุงเทพมหานคร: ไบรารี นายน พับลิชชิง, 2546.
- [13] พิระพงศ์ รัตนบุรี, “การเปรียบเทียบการประมาณฝนเชิงพื้นที่ของกลุ่มน้ำปิงตอนบนและลุ่มน้ำท่าจีน โดยเทคนิคการประมาณค่าเชิงพื้นที่,” *วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, กรุงเทพมหานคร, 2557.
- [14] H. Apaydin, F. Sonmez and Y. Yildirim, “Spatial interpolation techniques for climate data in the GAP region in Turkey,” *Climate Res.*, vol. 28, no.1, pp. 31–40, 2004.
- [15] P. Burrough, R. McDonnell and C. Lloyd, *Principles of Geographical Information Systems*, Oxford, Oxford University Press, 2015.
- [16] C. Chang, S. Lo and S. Yu, “The parameter optimization in the inverse distance method by genetic algorithm for estimating precipitation,” *Environ. Monitor. Assess*, vol. 117, no. 1-3, pp. 145–155, 2006.
- [17] V. Chaplot, F. Darboux, H. Bourennane, S. Leguédais, N. Silvera and K. Phachomphon, “Accuracy of interpolation techniques for the derivation of digital elevation models in

- relation to landform types and data density,” *Geomorphology*, vol. 77, no. 1-2, pp. 126–141, 2006.
- [18] P. Goovaerts, “Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall,” *J. Hydro.*, vol. 228, no. 1-2, pp. 113–129, 2000.
- [19] M. Hutchinson, “Interpolating mean rainfall using thin plate smoothing splines,” *Inter. J. Geogr. Inform. Syst.*, vol. 9, no. 4, pp. 385–403, 1995.
- [20] M. Hutchinson and P. Gessler, “Splines — more than just a smooth interpolator,” *Geoderma*, vol. 62, no 1-3, pp. 45–67, 1994.
- [21] W. Taesombat and N. Sriwongsitanon, “Areal rainfall estimation using spatial interpolation techniques,” *Sci. Asia*, vol. 35, no. 3, pp. 268-275, 2009.