

การประมาณค่าปริมาณฝนโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม FY-2E และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมในประเทศไทย

Rainfall Estimation Using Artificial Neuron Networks (ANNs) and FY-2E Satellite Image in Thailand

ฟาตา มรรษทวิ¹
ปิยพงษ์ ทองดีนอก²

Fatah Masthawee¹
Piyapong Tongdeenok²

¹สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา

Meteorological Development Bureau, Thai Meteorological Department

E-mail: fatah_m@yahoo.com

²คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasertsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

รับต้นฉบับ 1 เมษายน 2556

รับลงพิมพ์ 20 พฤษภาคม 2556

ABSTRACT

The objectives of this research were to estimate the brightness temperature from remotely sensed data as FY-2E satellite, and to evaluate rainfall amount by using Artificial Neural Networks (ANNs) model that require brightness temperature for assessment. The percentage error and root of the mean square error (RMSE) were employed to calibration and validation approach. The data were compiled during 1 July to 31 December 2010 and bands resolution within FY-2E were used as IR1, IR2, WV and IR4 for find out brightness temperature.

The results showed that the average monthly brightness temperature indicated that maximum in winter season and minimum in rainy season due to the wetness of land cover affected to decrease surface temperature. The relationship between brightness temperature and rainfall amount were no significant in every region of Thailand due to the fact that rainfall amount were caused by various factors and atmospheric condition. The estimated rainfall amount from ANNs model were found that the highest appeared in August while the lowest was showed in December in every region of Thailand. The ranged of correlation between rainfall estimation and observation was moderated to high as 58 – 99 percentage in which high correlation was found in heavy rainy period and moderately showed in dry period. The model calibration and validation were found that the percentage error showed a little bit low between 29.96 to 40.72 and the root mean square was similar pattern between 29.07 to 45.62.

Keywords: Artificial Neuron Networks, Satellite, FY-2E, Rainfall Estimation

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินค่าปริมาณฝนจากดาวเทียม FY-2E โดยการใช้ข้อมูลช่วงคลื่นความร้อน 4 ช่วงความยาวคลื่น ประกอบด้วย IR1, IR2, WV และ IR4 บันทึกข้อมูลทุกชั่วโมงในช่วงระหว่างวันที่ 1 กรกฎาคม ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2553 เพื่อทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอุณหภูมิส่องสว่างกับความเข้มฝนที่ตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดฝนอัตโนมัติที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งการวิเคราะห์ได้เลือกใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks; ANNs) เพื่อหาความสัมพันธ์ จากนั้นทำการปรับแก้ความถูกต้องโดยใช้ค่าความผิดพลาดโดยประมาณ (percentage error) และค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Root Mean Square Error; RMSE)

ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิส่องสว่าง มีค่าผันแปรสูงสุดปรากฏในช่วงฤดูหนาว และมีค่าต่ำสุดในช่วงฤดูฝน ทั้งนี้เนื่องจากช่วงฤดูฝนมีค่าความเปียกของพื้นที่ดินสูงทำให้ค่าอุณหภูมิพื้นผิวต่ำลงมากกว่าช่วงฤดูอื่นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิส่องสว่างรายเดือนกับค่าปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการเกิดฝนนั้นมีหลายปัจจัย และมีเงื่อนไขของสภาพบรรยากาศ สำหรับการประยุกต์ใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนรายเดือน พบว่าค่าปริมาณน้ำฝนที่คำนวณได้มีค่าสูงสุดในช่วงเดือนสิงหาคม และมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคม ส่วนการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) อยู่ในระดับปานกลางและสูง โดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 58 ถึง 99 ทั้งนี้ค่าความสัมพันธ์สูงปรากฏในช่วงที่มีปริมาณฝนตกสูง ส่วนค่าความสัมพันธ์ต่ำปรากฏในช่วงที่มีค่าปริมาณน้ำฝนต่ำและเมื่อทดสอบความถูกต้องพบว่ามีการ้อยละความผิดพลาดโดยประมาณอยู่ในช่วง 29.96-40.72 และค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองมีค่าอยู่ในช่วง 29.07-45.62 ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ในทางอุตุนิยมวิทยา

คำสำคัญ: แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ภาพถ่ายดาวเทียม FY-2E ประเมินค่าปริมาณฝน

คำนำ

ในปี พ.ศ. 2554 ได้เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนในประเทศไทย โดยสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งเกิดจากปริมาณน้ำที่มีมากเกินไปจนบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดการท่วมจากการหลากของน้ำในลำน้ำหรือน้ำล้นตลิ่ง โดยทั่วไปการคาดการณ์เหตุการณ์น้ำล้นตลิ่งสามารถทำได้หากมีข้อมูลที่ถูกต้องและเพียงพอ แต่เหตุการณ์น้ำท่วมอีกรูปแบบหนึ่งที่เกิดขึ้นรวดเร็วและอาจเป็นอันตรายถึงชีวิตมากกว่าหากไม่สามารถทำการเตือนภัยได้ทันเวลาที่ให้แก่การเกิดน้ำท่วมฉับพลันซึ่งมีสาเหตุมาจากฝนที่ตกหนักและต่อเนื่อง ซึ่งสาเหตุหลักของเหตุการณ์นี้นั้นมาจากการที่ฝนตก

หนักและต่อเนื่อง โดยปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีเรดาร์มาช่วยทำการตรวจวัดเพื่อลดความสูญเสียจากเหตุการณ์น้ำล้นตลิ่งแต่ก็มีข้อจำกัดในเรื่องของราคาสูง ทำให้ไม่สามารถติดตั้งให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ได้ เพื่อเป็นการลดข้อจำกัดดังกล่าวจึงมีการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในการวิเคราะห์ปริมาณฝน วิธีการนี้สามารถสนับสนุนการเตือนภัยเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากภาพถ่ายดาวเทียมมีความละเอียดทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา สามารถตรวจวัดได้ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ฝนตกหนักหรือมีพายุพัดอย่างใดก็ตาม ข้อมูลฝนจากภาพถ่ายดาวเทียมเป็นการตรวจวัดทางอ้อม ที่ใช้วิธีการแปลงข้อมูลจากอุณหภูมิส่องสว่างที่ตรวจวัดได้จากดาวเทียมให้เป็นปริมาณฝน ซึ่งช่วงคลื่น

ความถี่ที่แตกต่างกันจะให้ภาพถ่ายของอุณหภูมิ
ส่องสว่างที่แตกต่างกัน

การศึกษานี้จะมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการหาค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม FY-2E รวมทั้งศึกษาลักษณะความผันแปรของอุณหภูมิดังกล่าวนอกจากนั้นในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนและภาพถ่ายดาวเทียม FY-2E ได้เลือกใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network; ANNs) เพื่อทำการประเมินค่าปริมาณฝนในประเทศไทย โดยทำการแยกพื้นที่ออกเป็น 5 พื้นที่ตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่ส่งผลต่อการก่อตัวของเมฆที่แตกต่างกัน (Ahrens, 2010) ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้

อุปกรณ์และวิธีการ

ตรวจสอบและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากเอกสารวิชาการที่มีการเผยแพร่ในวารสารที่เป็นสากล และมีความน่าเชื่อถือ ในขอบข่ายที่มีความเกี่ยวข้องได้แก่ งานวิจัยด้านการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมกับงานด้านต่างๆ และงานวิจัยที่มีความใกล้เคียงกันที่ได้มีการศึกษามาแล้ว

รวบรวมข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการศึกษาดังนี้

1. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม FY-2E

สำหรับการวิจัยนี้ได้รวบรวมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม FY-2E จากฐานข้อมูลดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาของกรมอุตุนิยมวิทยา และจากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยดาวเทียม FY-2E เป็นดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาชินติคั้งฟ้า (geostationary satellite) ของประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งจุดเด่นของดาวเทียม FY-2E คือมีตำแหน่งอยู่ใกล้เคียงกับประเทศไทยมากที่สุดเมื่อเทียบกับดาวเทียมคั้งฟ้าอื่นๆ จึงทำให้ความผิดพลาดจากการบิดเบือนของภาพมีผลน้อย โดยดาวเทียม FY-2E นี้ได้ถูกส่งขึ้นสู่อวกาศเมื่อวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2550 และเริ่มใช้งานจริงในปี พ.ศ. 2551 ซึ่งดาวเทียม FY-2E นั้นมีอุปกรณ์การตรวจวัด (sensor) ชนิด VIS/IR ซึ่งข้อมูลการตรวจวัดเมฆและวัตถุในบรรยากาศด้วยความยาวคลื่น 5 ช่วง (Table 1)

2. ข้อมูลขอบเขตจังหวัดและขอบเขตประเทศไทย มาตราส่วน 1:50,000 ชุดแผนที่ L7018 จากกรมพัฒนาที่ดิน

3. ข้อมูลสถานีตรวจวัดปริมาณฝน

โดยข้อมูลในส่วนของปริมาณฝนนั้น ได้รวบรวมข้อมูลจากการตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยมีจำนวนสถานีที่ใช้ทั้งสิ้น 930 สถานี ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลจากสถานีตรวจวัดฝนอัตโนมัติ โดยนำข้อมูลรายวินาทีมาทำการวิเคราะห์ความเข้มของฝน (rainfall intensity) ณ เวลาเดียวกับที่ดาวเทียมทำการถ่ายภาพ

Table 1 Spectrum bands and wavelengths of FY-2E geostationary satellite.

Spectrum band	Wavelength (μm)
VIS	0.50-0.75
IR1	10.3-11.3
IR2	11.5-12.5
WV	6.3-7.6
IR4	3.5-4.0

Source: World Meteorological Organization (2011)

เครื่องมือตรวจวัดปริมาณฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นแบบถังกระดก (tipping bucket) ที่กระดกทุกครั้งเมื่อมีฝนสะสมได้ 0.5 มิลลิเมตร ดังนั้นข้อมูลฝนที่ตรวจวัดได้จึงมีได้มีเพียงแต่รูปแบบค่าฝนรวมทุก 15 นาทีที่ส่งไปยังศูนย์ปฏิบัติการระบบโทรมาตรของกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อการเตือนภัย หากแต่ยังได้รับข้อมูลในรูปแบบของเวลาของถึงวัดฝนที่กระดกแต่ละครั้งไว้ด้วยซึ่งเป็นรูปแบบที่เหมาะสมอย่างยิ่งต่อการนำไปทำการวิจัยและพัฒนา

สำหรับขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังแสดงใน Figure 1 นั้น ขั้นตอนแรกทำการนำเข้าข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่าง (brightness temperature) ในความยาวคลื่นช่วงอินฟราเรด ทั้ง 4 ช่วงคลื่นที่มีตำแหน่งตรงกับสถานีตรวจวัดฝนอัตโนมัติตั้งอยู่จากนั้นเลือกข้อมูลที่มีอุณหภูมิส่องสว่างน้อยกว่า 253 เคลวิน เพื่อทำการวิเคราะห์ หาค่าความเข้มฝนในเวลาตรงที่ตรงกับดาวเทียมถ่ายภาพนั้นคือตรงกับนาฬิกาที่ 0 หรือเมื่อทุกเข้มยาวของนาฬิกาตรงกับเลข 12 โดยการคำนวณหาความเข้มฝนนั้นได้เลือกใช้

ข้อมูลที่วัดได้จากเครื่องวัดฝนแบบถ้วยกระดก ซึ่งมีความละเอียด 0.5 มิลลิเมตร ต่อการกระดกแต่ละครั้ง หลังจากนั้นจึงทำการรวมข้อมูลอุณหภูมิส่องสว่างจากภาพถ่ายดาวเทียม และข้อมูลตรวจวัดฝนเพื่อทำการคัดเลือกเฉพาะกรณีที่มีฝนรุนแรงในที่นี้ก็คือปริมาณฝนตั้งแต่ 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป (Met Office, 2011) ก่อนนำไปคำนวณผ่านโครงข่ายประสาทเทียม โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างช่วงคลื่น IR1, IR2, WV และ IR4 กับความเข้มฝน

การวิเคราะห์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำโดยแบ่งข้อมูลช่วงแรก ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2553 จำนวน 930 สถานี เพื่อไปสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมและความเข้มฝน ส่วนอีกชุดหนึ่งเป็นข้อมูลในช่วงวันที่ 1 กรกฎาคม ถึงวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2555 มีไว้เพื่อทดสอบสมการที่ได้จากชุดแรก ส่วนสมการทดสอบนั้นใช้สมการ percentage error และค่า root mean square error ตามแบบของ Chukwu and Nwachukwu (2012)

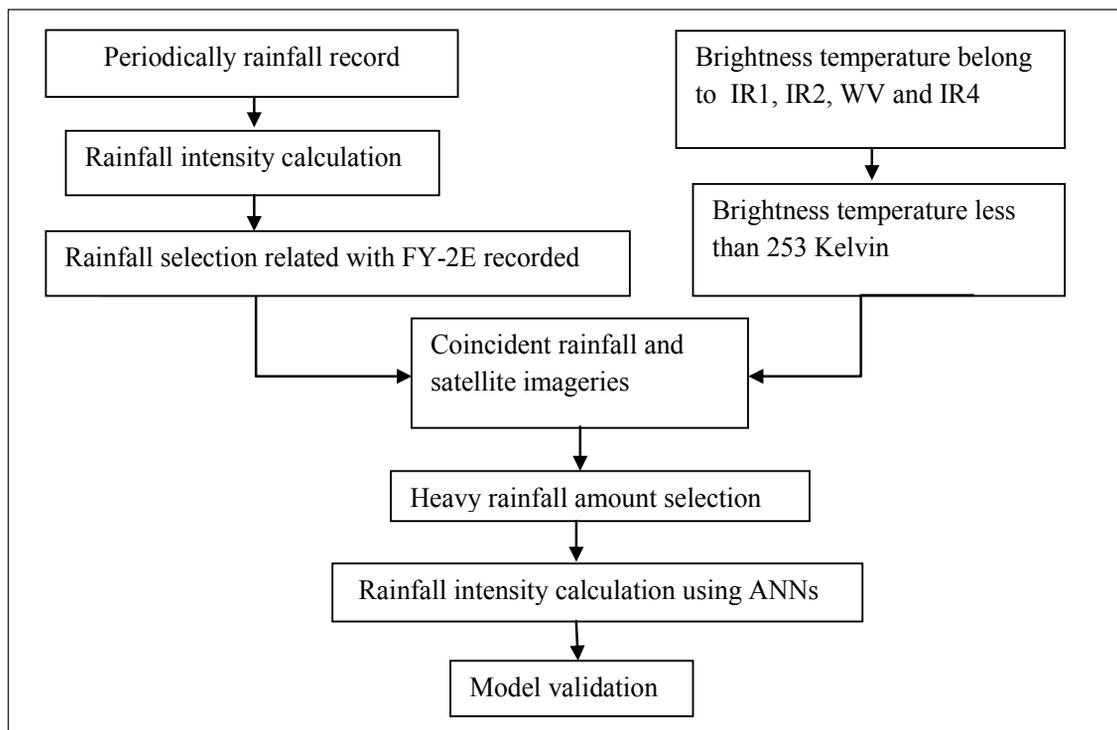


Figure 1 Schematic diagram of research plan.

ผลและวิจารณ์

ความผันแปรของอุณหภูมิส่องสว่าง และความสัมพันธ์กับปริมาณฝน

ความผันแปรของอุณหภูมิส่องสว่าง

อุณหภูมิส่องสว่าง เป็นการแสดงค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีของวัตถุดำ (equivalent blackbody temperature) หรืออีกนัยหนึ่งเป็นการจำแนกค่าสเปกตรัมของการแผ่รังสีในช่วงคลื่นอินฟราเรด โดยความสว่างของภาพถ่ายดาวเทียมมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบต่างๆ ของเมฆ รวมทั้งความสูงเมฆด้วย ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ของค่าความยาวคลื่น

จากการศึกษาพบว่า ภาคใต้มีค่าอุณหภูมิส่องสว่างต่ำ ในช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงฤดูฝนของทางภาคใต้ ส่วนภาค

อื่นๆ มีแนวโน้มไปในแนวทางเดียวกันคือมีค่าอุณหภูมิส่องสว่างต่ำในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน ทั้งนี้เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนของภาคดังกล่าวเช่นกัน (Figure2) และจากการวิเคราะห์ความผันแปรพบว่า ความผันแปรของอุณหภูมิส่องสว่างนั้นแปรเปลี่ยนตามลักษณะภูมิอากาศของแต่ละภูมิภาค โดยเฉพาะอิทธิพลของร่องความกดอากาศ รวมทั้งอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งทำให้เกิดการก่อตัวของเมฆฝน ส่งผลให้การแผ่รังสีลดลง ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิส่องสว่างลดลงตาม โดยอุณหภูมิส่องสว่างนั้นแปรผกผันกับปริมาณฝน เนื่องจากพื้นดินที่แห้งมีความจุความร้อนน้อยกว่าพื้นดินเปียกจึงทำให้มีการแผ่รังสีได้สูงกว่าพื้นดินเปียก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Negri and Adler (1987)

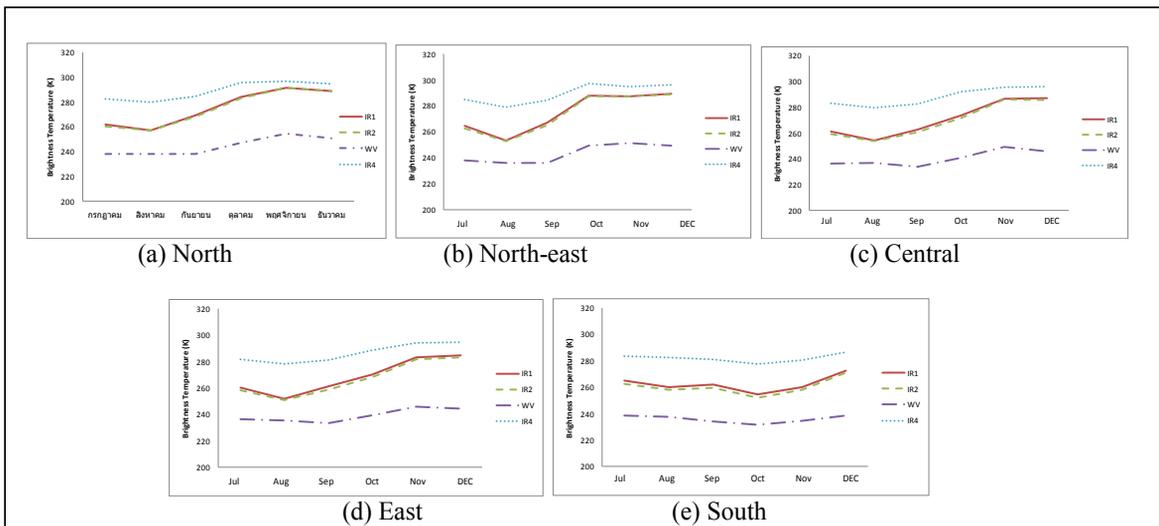


Figure 2 Monthly variation of brightness temperature.

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิส่องสว่างกับปริมาณฝน

การหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิส่องสว่างกับค่าปริมาณฝน โดยทำการคัดเลือกเฉพาะกรณีที่มีฝนในเกณฑ์หนักโดยคัดเลือกฝนปริมาณมากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์โดยสมการเชิงเส้นพบว่าค่า IR4 มีอิทธิพลต่อปริมาณฝนมากที่สุดเมื่อเทียบ

กับปัจจัยอื่น ทั้งนี้เนื่องจากมีค่าความยาวช่วงคลื่นต่ำสุด ให้ความการสะท้อนได้ใกล้เคียงกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนได้มากที่สุด ขณะที่พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความสัมพันธ์ในลักษณะเชิงเส้นมากกว่าภาคอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณฝนและจำนวนวันที่ฝนตกมาก ทำให้มีค่าความสัมพันธ์สูง อย่างไรก็ตาม ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดจากการวิเคราะห์สมการถดถอยจากทุกช่วง

คลื่นและทุกภูมิภาค (Table 2) พบว่ามีค่าต่ำ โดยมีความสัมพันธ์ระหว่าง 0.00-0.17 ซึ่งแสดงให้เห็นไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากพบว่า ค่าข้อมูลที่ได้ไม่เป็นในลักษณะเชิงเส้น ทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่ำ ดังกล่าว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของกมลเดช (2549)

และ เจน (2550) ที่ทำการศึกษาโดยใช้สมการเชิงเส้น พบว่า ที่บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก และลุ่มน้ำอู่ตะเภา นั้น ก็พบว่ามีค่าความสัมพันธ์ที่ต่ำเช่นกัน เพราะเป็นอิทธิพลจากปัจจัยอื่น รวมทั้งค่าอุณหภูมิส่องสว่างที่ได้เป็นการคำนวณจากค่าการสะท้อน ทำให้มีค่าความสัมพันธ์ต่ำ

Table 2 Coefficient of determination (R^2) between brightness temperature and rainfall amount.

Region	Coefficient of determination (R^2)			
	IR1	IR2	WV	IR4
North	0.0062	0.0061	0.0006	0.0318
North-east	0.0034	0.0032	0.0039	0.0064
Central	0.00002	0.00009	0.0005	0.0191
East	0.1777	0.1042	0.1775	0.0139
South	0.0002	0.0004	0.0013	0.0041

การประเมินค่าปริมาณฝนโดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

จากการวิเคราะห์ปริมาณฝน โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อหาสมการเพื่อประมาณค่าปริมาณฝน จากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยานั้น ได้เลือกเฉพาะกรณีที่เกิดฝนในเกณฑ์หนักคือ 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป และเมื่อนำมาคำนวณเป็นค่าปริมาณฝนรายวัน พบว่า มีค่าปริมาณฝนรายวันเฉลี่ยสูงสุดในเดือนสิงหาคม โดยเฉพาะในพื้นที่บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง โดยมีค่า 134.7 และ 118.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table 3) ส่วนในเดือนพฤศจิกายนและในเดือนธันวาคม พบว่า ไม่มีฝนในทุกภาคยกเว้นภาคใต้ ซึ่งการที่ภาคใต้อยังมี

ฝนอยู่นั้นยังคงได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยภาพรวมพบว่าค่าที่ได้จากการคำนวณมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยมีแนวโน้มความผันแปรไปในแนวทางเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากการคัดเลือกเหตุการณ์ที่มีฝนหนักจะเลือกกลุ่มเมฆที่มีขนาดใหญ่ แต่มีหลายกรณีที่มีเมฆในลักษณะคล้ายกันนั้น ให้ปริมาณฝนที่น้อย แบบจำลองจะวิเคราะห์ให้ค่าปริมาณฝนหนักตามไปด้วย และในอีกกรณีหนึ่งจากการวิเคราะห์ค่าจากภาพถ่ายดาวเทียมเป็นการวิเคราะห์ค่าในช่วงเวลาหนึ่งๆ ซึ่งการที่นำไปหาปริมาณฝนเป็นชั่วโมงหรือเป็นรายวันนั้นมีความคลาดเคลื่อนไปได้

Table 3 Average daily rainfall amount (mm.) estimated from ANNs.

Region	Average daily rainfall amount (mm.)					
	July	August	September	October	November	December
North	50.2	78.0	9.3	0.4	-	-
North-east	94.1	134.7	13.1	1.6	-	-
Central	81.4	118.5	43.1	5.3	-	-
East	77.3	83.9	17.4	6.1	-	-
South	18.1	36.8	63.0	17.2	30.7	1.0

การปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อน

จากการศึกษาพบว่า ค่าทางสถิติของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนและค่าที่ได้จากแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม พบว่า ภาคตะวันออกมีความสัมพันธ์กันมากที่สุดคือมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ถึง 0.99 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.995 แต่การที่แบบจำลองมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดที่สูงมากเกินไปนั้นอาจทำให้เกิดการ over-fitting ซึ่งหมายถึงการที่แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้ได้ดีเกินไปแต่ไปใช้ทำนายข้อมูลอื่นๆ ได้ไม่ดี (นิรติยา, 2551) ซึ่งในกรณีนี้เกิดจากการที่มีข้อมูลน้อยเกินไป ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดดังกล่าวควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.7-0.9 (Boger and Guterman, 1997) ส่วนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือเท่ากับ 0.34 และ 0.58 ตาม

ลำดับ เนื่องจากลักษณะข้อมูลที่ได้ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ต่ำกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีความคลาดเคลื่อนกัน แต่ค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีความแตกต่างกัน ซึ่งเกิดจากลักษณะของพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีลักษณะของพื้นที่ขนาดใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินหลายรูปแบบและมีอัตราการทรุดตัวของมวลอากาศน้อยหรือพื้นที่แตกต่างกันมาก ซึ่งส่งผลต่อคุณลักษณะการแผ่รังสีที่มีความแตกต่างกันตามไปด้วย สำหรับในส่วนของการาคค่าที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (root mean square error; RMSE) นั้น พบว่า สมการของภาคตะวันออกมีค่าต่ำสุดที่ 0.29 และสมการของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสูงสุดเท่ากับ 12.15 ดังแสดงไว้ใน Table 4 ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้แสดงใน Figure 3

Table 4 Relationship between observation and estimation rainfall amount.

Region	R^2	R	RMSE
North	0.9305	0.9646	5.4182
North-east	0.3416	0.5845	19.8772
Central	0.7270	0.8526	12.1548
East	0.9900	0.9950	0.29727
South	0.8079	0.8988	11.9969

การทดสอบค่าความถูกต้อง

สำหรับการทดสอบค่าทางสถิติของสมการที่ได้จากแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมกับข้อมูลตรวจวัดจริงนั้น พบว่า ค่าความผิดพลาดโดยประมาณ (percentage error; PE) นั้น ภาคเหนือมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 29.96 และมากที่สุดที่ภาคกลางเท่ากับ 40.72 ส่วนการาคค่าที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (root mean square error; RMSE) มีค่าน้อยที่สุดที่ภาคเหนือเท่ากับ 29.07 ขณะที่ภาคใต้มีค่ามากที่สุดคือ 45.62 ซึ่งลักษณะของภาคเหนือมีค่ามากที่สุดลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาทำให้ลักษณะการแผ่รังสี

ไม่ผันแปรมาก ซึ่งนอกจากทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าสูงแล้ว การทดสอบค่าจากแบบจำลองก็พบว่ามีความคลาดเคลื่อน (Table 5)

จากการศึกษาพบว่า ในภาคตะวันออกมีข้อมูลน้อยเกินไปทำให้เกิดการ over-fitting ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนิรติยา (2551) ซึ่งแม้ว่าการหาค่าความสัมพันธ์จะมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงแต่เมื่อนำมาทดสอบค่าพบว่าค่าดังกล่าวมีความผิดพลาดที่สูงเช่นกัน ขณะที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างต่ำแต่มีค่าการทดสอบที่สูงกว่าเนื่องจากสมการวิเคราะห์

ได้ดีในช่วงข้อมูลอยู่ระหว่าง 50-100 มิลลิเมตร แต่ในกรณีที่มีข้อมูลเกินกว่า 100 มิลลิเมตรวิเคราะห์ค่าไม่ دقیقซึ่งข้อมูลที่น่ามาทดสอบของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 50-100 มิลลิเมตร จึงทำให้ค่าเฉลี่ยมีค่าต่ำ ขณะที่ความแปรปรวนแทบไม่ต่างจากภาคอื่นๆ หากไม่รวมภาคเหนือ

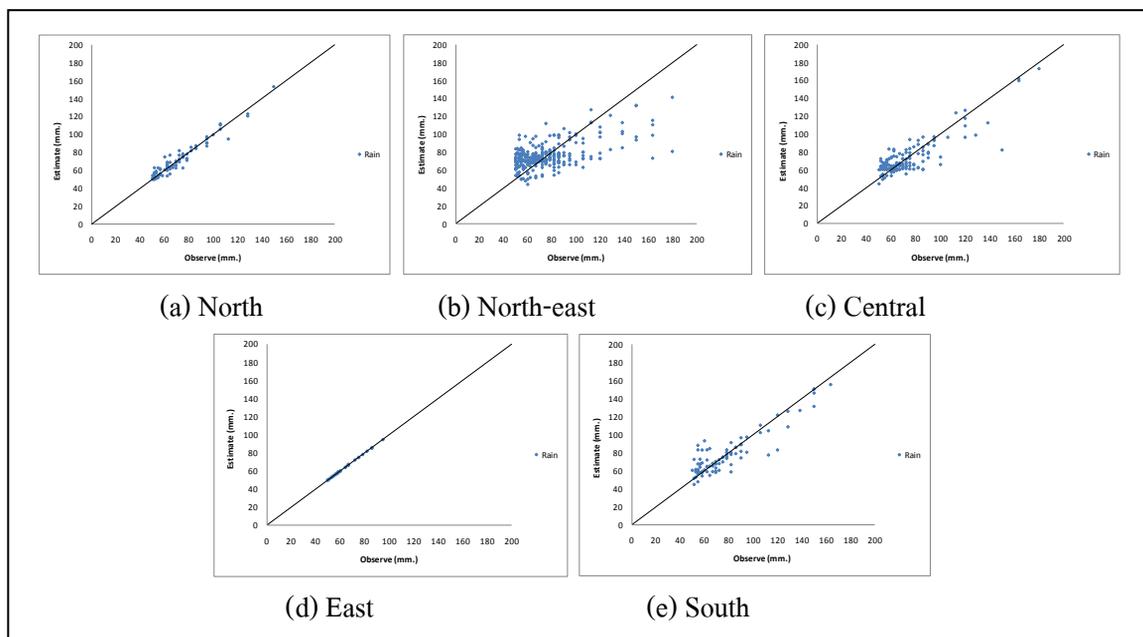


Figure 3 Comparison between observation and estimation rainfall amount.

Table 5 Model validation among various regions of Thailand.

Region	Percentage error	Root mean square error
North	29.9644	29.0742
North-east	27.7423	37.7912
Central	40.7203	38.7360
East	31.3088	39.5411
South	35.9170	45.6290

นอกจากนี้ยังพบว่า ช่วงเวลาที่น่ามาทดสอบนั้นเป็นช่วงเวลาที่ฝนตกของภาคเหนือ ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวพบว่าเป็นตัวแทนที่ดีสำหรับภาคเหนือ ในขณะที่ภาคอื่นก็มีฝนเช่นกันแต่ไม่มากเท่า จึงอาจเป็นเหตุให้ผลที่ได้จากการทดสอบในภาคเหนือนั้นมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่าภาคอื่น สำหรับในพื้นที่ภาคใต้ที่มีความผิดพลาดสูงมากกว่าภาคอื่นนั้น พบว่าเนื่องจาก

การทดสอบค่านั้นยังไม่ครอบคลุมช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีฝนหนักขณะที่ช่วงเวลาดังกล่าวลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ก็ไม่รุนแรงพอ และร่องความกดอากาศต่ำยังไม่เคลื่อนผ่าน จึงทำให้ลักษณะการเกิดฝนยังไม่อยู่ในเกณฑ์ฝนตกหนัก

สรุป

1. จากการศึกษาค่าอุณหภูมิส่องสว่างรายเดือนพบว่า ภาคใต้มีค่าอุณหภูมิส่องสว่างต่ำ ในช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายน เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงฤดูฝนของทางภาคใต้ ส่วนภาคอื่นๆ มีแนวโน้มไปในแนวทางเดียวกันคือมีค่าอุณหภูมิส่องสว่างต่ำในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน และเมื่อทำการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิส่องสว่างกับค่าปริมาณฝน พบว่าค่า IR4 มีอิทธิพลต่อปริมาณฝนมากที่สุด เมื่อเทียบกับปัจจัยอื่น ขณะที่พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่ามีค่าความสัมพันธ์ในลักษณะเชิงเส้นมากกว่าภาคอื่นๆ

2. จากการศึกษาการประเมินค่าปริมาณฝนโดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมพบว่าค่าปริมาณฝนรายวันเฉลี่ยสูงสุดในเดือนกันยายน ในพื้นที่บริเวณภาคกลางโดยมีค่าปริมาณฝน 108.2 มิลลิเมตร ส่วนในเดือนพฤศจิกายนจะมีฝนน้อยในทุกภาค เว้นแต่ภาคใต้ โดยในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่ามีฝนในเดือนดังกล่าวไม่มีฝน

3. จากการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนพบว่า ภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีความสัมพันธ์กันมากที่สุดคือมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ถึง 0.99 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.995 ส่วน ส่วนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีความสัมพันธ์ตัวกำหนดและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่น้อยที่สุดคือเท่ากับ 0.3416 และ 0.5845 ตามลำดับ

4. จากการทดสอบความถูกต้องพบว่า ในส่วนของค่าความผิดพลาดโดยประมาณ (percentage error; PE) ภาคเหนือจะมีค่าน้อยที่สุดที่ 29.9644 และภาคกลางมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 40.7203 ขณะที่ ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (root mean square error; RMSE) มีค่าน้อยที่สุดที่ภาคเหนือ 29.0742 ส่วนภาคใต้มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 45.6290

การศึกษานี้มีข้อเสนอแนะดังนี้ 1) การปรับค่าจากแบบจำลองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดที่ค่อนข้างต่ำนั้น ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงสาเหตุที่ทำให้ค่าดังกล่าวมีค่าต่ำ 2) การปรับค่าจากแบบจำลองในภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่ามีผลผิดพลาดอาจเนื่องจากการมีข้อมูลที่น้อยเกินไป จึงควรทำการตรวจวัดข้อมูลให้มากขึ้น 3) ควรทำการศึกษาเน้นในเหตุการณ์ที่เกิดฝนเป็นบริเวณกว้าง เช่นกรณีที่มีพายุเข้า หรือเกิดร่องความกดอากาศกำลังแรง 4) ฝนที่ลงสู่พื้นดินอาจไม่ใช่พิกเซลของเมฆที่ตรงกันเสมอไป จึงควรเพิ่มพิกเซลในการคำนวณเป็น 3×3 หรือ 9×9 และ 5) ควรทำการศึกษาการจำแนกเมฆก่อน เนื่องจากการที่ค่าอุณหภูมิส่องสว่างสูงนั้นอาจเกิดจากเมฆชั้นสูงได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กมลเดช ธรรมาสถิตย์. 2549. การประมาณฝนด้วยดาวเทียม สำหรับบริเวณลุ่มน้ำป่าสักในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เจน อรุณสิทธิ์. 2550. การประมาณฝนด้วยดาวเทียมสำหรับบริเวณลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา ในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิรติญา ใจเสียง. 2551. การจำแนกสายพันธ์ข้าวจากองค์ประกอบสารระเหยในเมล็ดข้าวโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- Ahrens, C. D. 2010. **Essentials of Meteorology**. Brooks/Cole, Belmont.
- Boger, Z. and H. Guterman. 1997. **Knowledge Extraction from Artificial Neural Network Models**. IEEE Systems, Man, and Cybernetics Conference. Orlando, Florida.

Chukwu, S. C. and A. N. Nwachukwu. 2012. Analysis of Some Meteorological Parameters using Artificial Neural Network Method for Makurdi, Nigeria. **African J. Environmental Science and Technology** 6:182-188.

World Meteorological Organization. 2011. **Application of Satellite Technology Progress Report 1999-2000**. WMO/TD No.1089, Geneva.

Met Office . 2011. **Fact Sheet No. 3: Water in the Atmosphere**. National Meteorological Library and Archive, Devon.

Negri, A. J. and R. F. Adler. 1987. Infrared and Visible Satellite Rain Estimation Part I: A Arid Cell Approach. **J. Climate and Applied Meteorology** 26: 1553-1564.
