

การศึกษาดัชนี CSI ที่ทำให้เกิดฝนพายุความร้อน (Convective rain) สำหรับการเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลัน

Development of CSI index of convective rain for flash flood warning.

อภิมุข มุขตารี¹ ทิชา โล่ห์พิมาน² ธีรพล เจริญสุข³ สติศย์ จันทร์ทิพย์⁴ ปิยมาลัย ศรีสมพร⁵

^{1,2,3,4,5} สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) เลขที่ 901 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

*Corresponding author; E-mail address: apimook@hii.or.th

บทคัดย่อ

น้ำท่วมฉับพลัน คือภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วขณะฝนตกหรือหลังฝนตก สาเหตุจากมีปริมาณความเข้มฝนมากตกเกินขีดความสามารถของการรองรับน้ำหรือระบายน้ำของพื้นที่ พื้นที่ส่วนใหญ่ที่เกิดน้ำท่วมฉับพลันมักเป็นพื้นที่ลาดชันสูง อยู่บริเวณต้นน้ำหรือเชิงเขา รวมถึงพื้นที่เมืองใหญ่ที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มขึ้นของที่อยู่อาศัยและโครงสร้างพื้นฐาน ทำให้ระบบระบายน้ำเดิมไม่เพียงพอกับสภาพพื้นที่ปัจจุบันส่งผลให้ความสามารถการระบายน้ำลดลง การคาดการณ์เหตุการณ์ที่ฝนจะตกโดยเฉพาะอย่างยิ่งฝนพายุความร้อน (Convective rain) จึงเป็นเรื่องที่ท้าทายและเป็นประโยชน์ ดังนั้นการศึกษานี้ได้นำค่า CAPE และ CIN ที่เป็นพารามิเตอร์หลักต่อการเกิดฝน convective ของฝนคาดการณ์รายชั่วโมงจากแบบจำลองคาดการณ์สภาพอากาศระยะสั้นแบบคู่ควบ WRF-ROMS มาวิเคราะห์และหาความสัมพันธ์เพื่อทำเป็นดัชนีความเสี่ยงการเกิดพายุฝนพายุความร้อนในพื้นที่ หรือ Convective Storm Index (CSI) และได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนและเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันในอดีต จากผลการศึกษาพบว่า CSI index ที่มีค่าเกณฑ์สูงสามารถเตือนฝน convective ล่วงหน้าได้ และเมื่อนำมาพิจารณาพร้อมกับเกณฑ์ปริมาณฝนวิกฤต ทำให้สามารถเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลัน และสนับสนุนการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่เสี่ยงได้

คำสำคัญ: น้ำท่วมฉับพลัน, ฝนพายุความร้อน (Convective rain), CAPE, SIN, WRF-ROMS

Abstract

A flash flood is a rapid flooding that occurs suddenly when it rains or after rain, due to the amount of rain intensity exceeding the capacity of the catchment or drainage system. Mostly, flash flood often occurs in steep terrain at upstream or foothill slope, also urban areas where have the high land-use changes. Especially nowadays, the rise of building and infrastructure that affects the exiting drainage system

insufficient for current land use, which is the main reason for the ability of the drainage to be less. Therefore, the predicting rainy events, especially convective rain, is a challenge and a very useful one. In this study, CAPE and CIN values, which are the main parameters for convective rainfall of the hourly predicted rain from WRF-ROMS model, are used to analyze the correlation and calculate the convective rainfall risk index (CSI). Also, the correlation between rainfall and flash flood events was analyzed. The result indicates that the high value of the index is effective for convective rain warning. The index could then be applied to the Flash flood warning and decision support for the water management in accordance with the critical rainfall threshold.

Keywords: Flash flood, Convective Rain, CAPE, SIN, WRF-ROMS

1. คำนำ

การเกิดน้ำท่วมไม่ว่าจะเป็นน้ำล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่ลุ่มต่ำเป็นเวลานานหรือน้ำท่วมฉับพลันที่ท่วมบนผิวดินบนที่สูงแล้วไหลลงสู่ที่ต่ำอย่างรวดเร็วล้วนมีสาเหตุมาจากปริมาณฝน ซึ่งในแต่ละรูปแบบฝนทั้งที่เกิดจากช่วงพายุที่มีระยะเวลาการตกยาวนานเป็นวัน หรือฝนพายุความร้อน (convective rain) ที่มีระยะเวลาการตกไม่นาน อีกทั้งไม่สามารถคาดเดาล่วงหน้าได้ ส่งผลทำให้เกิดลักษณะน้ำท่วมที่แตกต่างกันซึ่งขึ้นกับลักษณะทางกายภาพ และความสามารถในการรองรับและระบายน้ำของพื้นที่

การศึกษการเกิดฝน convective ร่วมกับการการศึกษาปริมาณฝนที่อาจทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันในแต่ละลักษณะของพื้นที่จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ โดยก่อนหน้านี้ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) หรือ สสน. ได้จัดทำระบบคาดการณ์และเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลันครอบคลุมพื้นที่ทั้งประเทศ [1] โดยการใช้ข้อมูลพยากรณ์ฝนสะสม 24 ชั่วโมงจากแบบจำลองคาดการณ์ฝนระยะสั้นแบบคู่ควบ (WRF-ROMS) ที่ สสน. ได้พัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557 [2] ร่วมกับดัชนี FFPI และเกณฑ์การเกิดน้ำ

ท่วมฉับพลันในการเตือนภัยได้ล่วงหน้า โดยฝนสะสม 24 ชั่วโมงจะช่วยลดความไม่แน่นอนของเวลาการเกิดน้ำท่วมแต่ยังให้ข้อมูลที่เพียงพอในภาพรวมว่าฝนจะตกที่ไหน โดยข้อมูลนี้ไม่ได้รวมถึงสภาพอากาศที่ก่อให้เกิดฝนตก น้ำท่วมฉับพลันเป็นการเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและโดยทั่วไปเกิดจากพายุฝนในพื้นที่ (Convective storm) ที่มักจะไม่เห็นสัญญาณเตือนล่วงหน้าใด ๆ ว่าจะมีพายุฝนเกิดขึ้น การใช้ดัชนี CSI จึงเป็นการพยายามเพิ่มข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพายุฝนในพื้นที่แบบ Convective storm โดยค่าดัชนีสูงแทนค่าที่ทำให้มีโอกาสเกิดพายุฝนได้สูงกว่าค่าน้อย โดยผลพยากรณ์ดัชนี CSI จะได้จากแบบจำลองอากาศ WRF-ROMS ซึ่งใช้พารามิเตอร์ Convective Available Potential Energy (CAPE) ร่วมกับ Convective INhibition (CIN) ผ่านการคำนวณด้วยเกณฑ์ที่เหมาะสม

2. ขอบเขตการศึกษา

ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า CAPE และค่า CIN ที่ได้จากแบบจำลองคาดการณ์ฝนระยะสั้นแบบคู่ควบ (WRF-ROMS) เพื่อจัดทำดัชนี CSI index ครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้เป็นปัจจัยหนึ่งเพิ่มเติมสำหรับระบบคาดการณ์และเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลันเดิม ซึ่งมักเกิดจากฝน convective rain นำมาพิจารณาร่วมกับศักยภาพการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน (Flash Flood Potential Index หรือ FFPI) และปริมาณฝนคาดการณ์สะสมล่วงหน้า 24 ชั่วโมง ซึ่งการศึกษานี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นเพื่อดูความสัมพันธ์ของค่าดัชนี CSI ค่า FFPI และค่าปริมาณฝนที่ตก ณ เวลาเดียวกันที่ทำให้เกิดหรืออาจเกิดน้ำท่วมฉับพลัน โดยสนใจเหตุการณ์ฝนตกหนักใน 3 พื้นที่ได้แก่ 1) ตำบลพญาเย็น อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งอยู่ในพื้นที่ต้นน้ำของพื้นที่รับน้ำเขื่อนลำตะคอง เกิดฝนตกหนักและมีเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันเกิดขึ้นเมื่อวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2559 2) อำเภอเสริมงาม และอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง ซึ่งอยู่ในพื้นที่ต้นน้ำของลุ่มน้ำย่อยแม่ต้า และลุ่มน้ำย่อยแม่วังตอนล่าง เกิดฝนตกหนักและมีเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันเกิดขึ้นเมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 3) พื้นที่กรุงเทพฯ และปริมณฑลที่มีศักยภาพและปัจจัยต่าง ๆ ส่งผลให้มีฝนตกแบบ convective บ่อยครั้ง โดยได้สนใจเหตุการณ์ฝนตกหนักเมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม พ.ศ. 2560

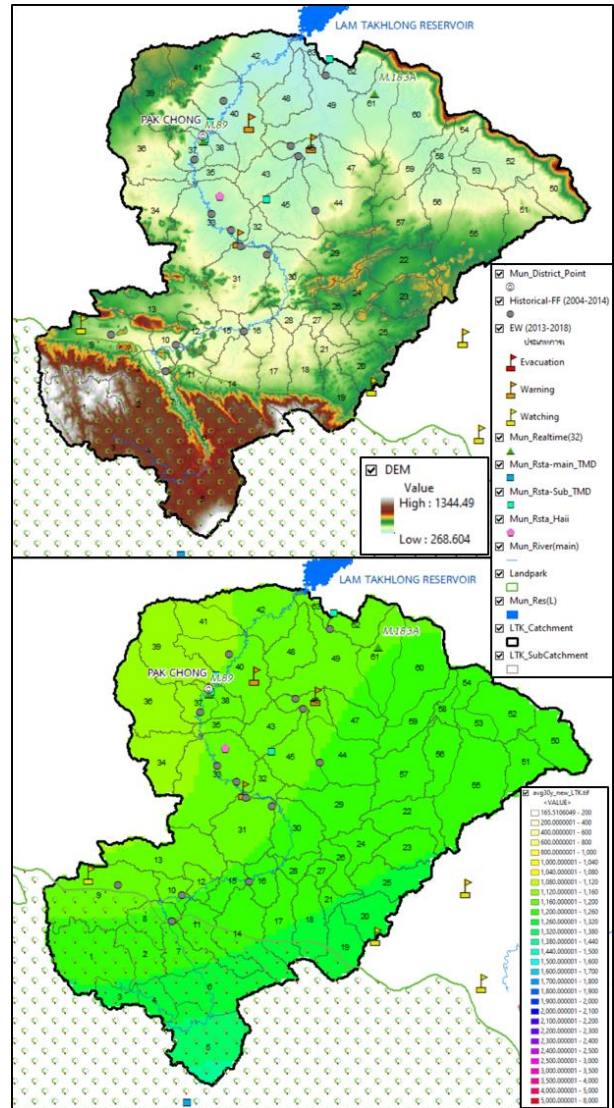
3. พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้ได้ทำการค่าดัชนี CSI ค่าปริมาณฝนสะสม 24 ชั่วโมง และค่าศักยภาพการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน (FFPI) ของพื้นที่ โดยได้เลือกเหตุการณ์ฝนตกหนัก และมีน้ำท่วมฉับพลันเกิดขึ้นในบางพื้นที่ 3 พื้นที่ ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลดังนี้

3.1 ตำบลพญาเย็น อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ตำบลพญาเย็นอยู่ในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำของพื้นที่รับน้ำเขื่อนลำตะคอง ลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขา มีความลาดชันสูงเทจากทิศใต้ที่เป็นพื้นที่อุทยานเขาใหญ่ลาดลงมาทางทิศเหนือด้านอ่างเก็บน้ำลำตะคอง ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ราบตอนล่างประมาณร้อยละ 48 และเป็นพื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ตอนน้ำประมาณร้อยละ 36 และมีค่าฝนเฉลี่ย 30 ปี

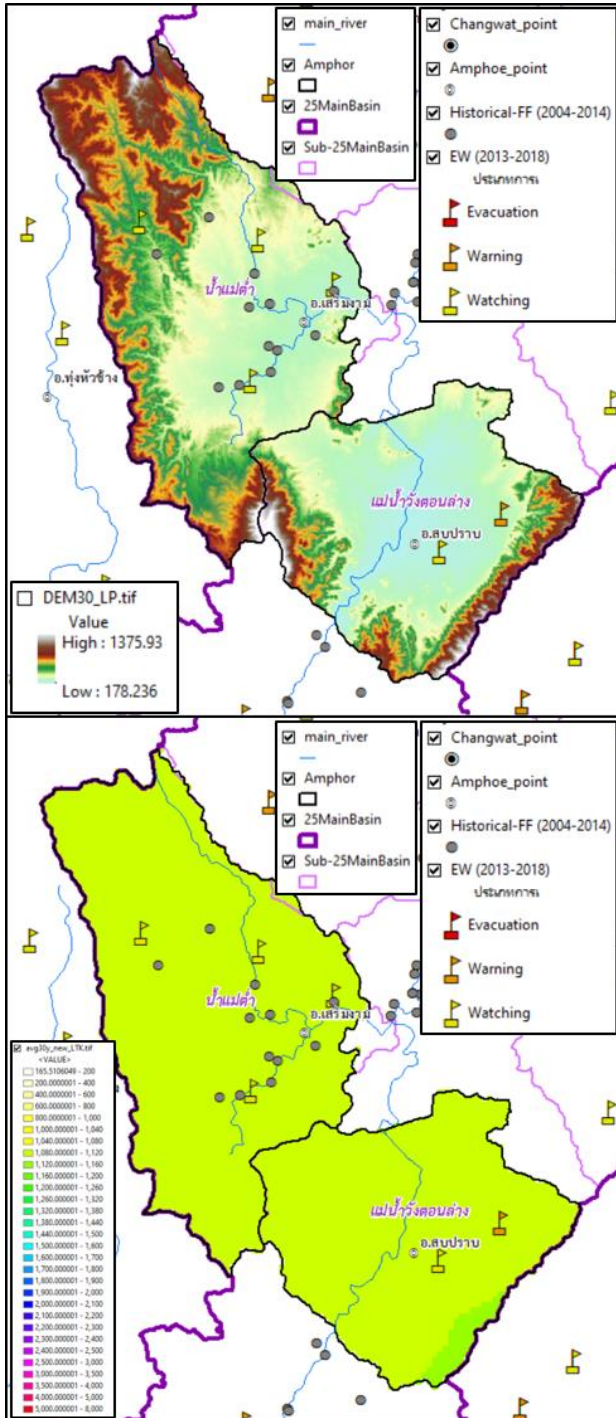
(2524-2553) [3] อยู่ที่ประมาณ 1,200 มิลลิเมตร สภาพภูมิประเทศและปริมาณฝนเฉลี่ย 30 ปีของพื้นที่รับน้ำเขื่อนลำตะคองดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 สภาพภูมิประเทศ (บน) และปริมาณฝนเฉลี่ย 30 ปี (ล่าง) ของพื้นที่รับน้ำเขื่อนลำตะคอง

3.2 อำเภอเสริมงาม และอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง

อำเภอเสริมงาม และอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง อยู่ในพื้นที่ต้นน้ำของลุ่มน้ำย่อยแม่ต้า และลุ่มน้ำย่อยแม่วังตอนล่างตามลำดับ สภาพภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงล้อมรอบ และเป็นพื้นที่ราบลุ่มต่ำริมน้ำ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าถึงร้อยละ 78 และพื้นที่เกษตรกรรมประมาณร้อยละ 16 มีค่าฝนเฉลี่ย 30 ปี (2524-2553) อยู่ที่ประมาณ 1,100 มิลลิเมตร สภาพภูมิประเทศและปริมาณฝนเฉลี่ย 30 ปีในพื้นที่อำเภอเสริมงาม และอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปางดังแสดงในรูปที่ 2

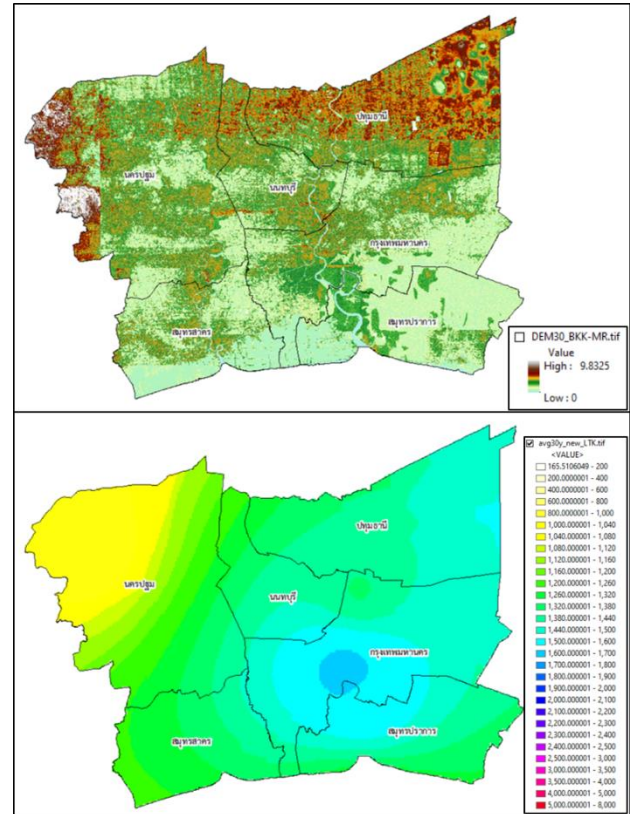


รูปที่ 2 สภาพภูมิประเทศ (บน) และปริมาณฝนเฉลี่ย 30 ปี (ล่าง)
ของอำเภอเสริมงาม และอำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง

3.3 กรุงเทพฯและปริมณฑล

ลักษณะภูมิประเทศของกรุงเทพมหานครเป็นที่ราบลุ่ม มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 1.5-2 เมตร โดยมีความลาดเอียงของระดับพื้นดินจากทิศเหนือ จะค่อยๆลาดเอียงสู่อ่าวไทยทางทิศใต้ ส่วนพื้นที่รอบนอกเขตปริมณฑลมีระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ระหว่าง 2-9 เมตร พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง

ประมาณร้อยละ 64 และพื้นที่เกษตรกรรมประมาณร้อยละ 26 และมีปริมาณฝนเฉลี่ย 30 ปีอยู่ที่ประมาณ 1,500 มิลลิเมตร สภาพภูมิประเทศและปริมาณฝนเฉลี่ย 30 ปี ของพื้นที่กรุงเทพมหานครแสดงในรูปที่ 3

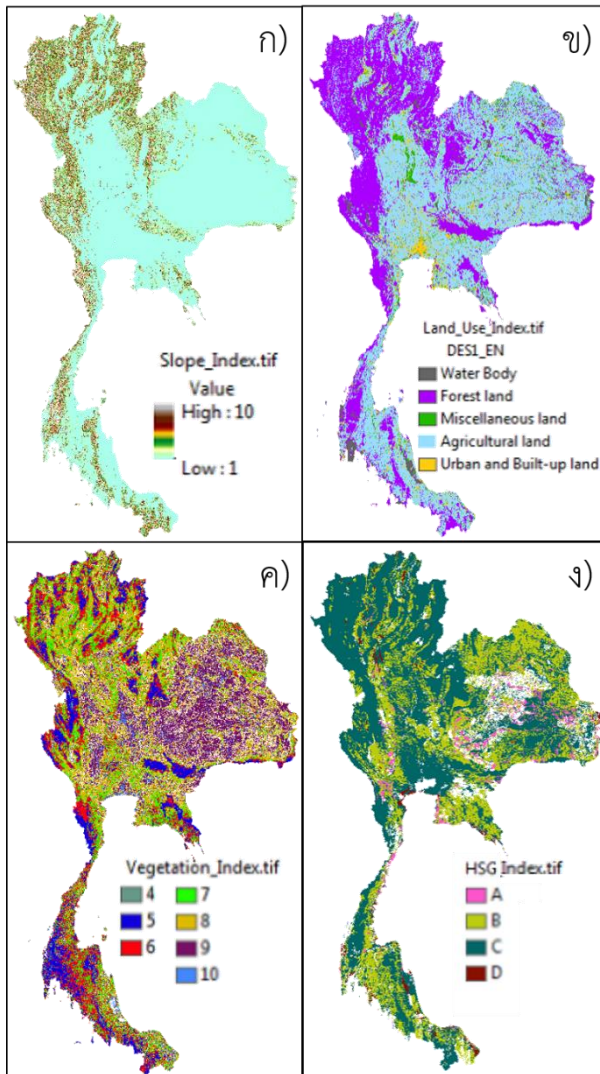


รูปที่ 3 สภาพภูมิประเทศ (บน) และปริมาณฝนเฉลี่ย 30 ปี (ล่าง)
ในพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล

4. ข้อมูลสำหรับการศึกษา

4.1 ลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ

คุณลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน เป็นปัจจัยที่ทำให้เวลา และความรุนแรงของการเกิดแตกต่างกัน เมื่อนำปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาทำให้สามารถบอกถึงระดับความเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วมฉับพลันของแต่ละพื้นที่ได้ การศึกษานี้ได้เลือกปัจจัยสำหรับการทำดัชนีศักยภาพการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน (FFPI) ประกอบด้วย ก) ปัจจัยความลาดชัน (Slope Index) ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข, ข) ปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use Index) ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน, ค) ปัจจัยดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Cover Index) โดยการคำนวณจากการนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณมาทำสัดส่วนซึ่งกันและกันด้วยวิธี Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) และ ง) ความสามารถในการดูดซับและเก็บกักน้ำของดิน (Hydrologic Soil Group Index: HSGs) ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งแต่ละปัจจัยมีความละเอียดและแหล่งที่มาของหน่วยงานดังแสดงไว้ในตารางที่ 1



รูปที่ 4 ปัจจัยทางกายภาพของลุ่มน้ำสำหรับดัชนี FFPI

ตารางที่ 1 ความละเอียดและแหล่งที่มาปัจจัยทางกายภาพสำหรับดัชนี FFPI

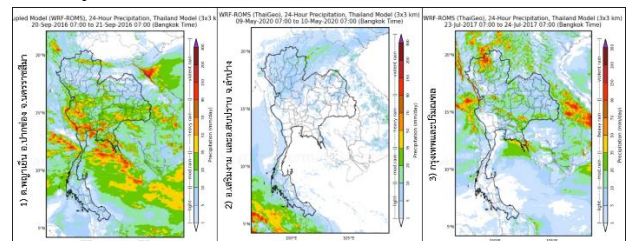
ปัจจัย	ใช้ข้อมูล	ปีพ.ศ. ข้อมูล	ความละเอียดข้อมูล	แหล่งที่มา
ความลาดชัน (Slope)	แบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (DEM)	2548	30 เมตร	กรมแผนที่ทหาร
การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use)	การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use)	2552	30 เมตร	กรมพัฒนาที่ดิน
พืชปกคลุมดิน (Vegetation cover)	ค่าดัชนีพืชพรรณ (NDVI)	2560	186.7 เมตร	United States Geological Survey
ความสามารถการซึมผ่านดินทางอุทกศาสตร์ (HSG's)	หน่วยดิน (Soil series)	2547	30 เมตร	กรมพัฒนาที่ดิน

4.2 Convective Available Potential Energy (CAPE) และ Convective Inhibition (CIN)

CAPE คือค่าความแปรปรวนและศักยภาพการเกิดพายุฝนของสภาวะอากาศ ค่าสูงระบุถึงโอกาสที่จะเกิดพายุฝนได้สูงแต่โดยทั่วไปจะต้องการขึ้นของ CIN ในการสะสมพลังงานความร้อนของบรรยากาศชั้นล่างก่อนการปะทุแล้วทำให้เกิดพายุฝนในพื้นที่ขึ้นมา ส่วน CIN คือตัวเลขที่อธิบายระดับพลังงานที่จะป้องกันไม่ให้อากาศลอยตัวขึ้นไปขึ้นบนจนถึงขั้นที่ก่อให้เกิดพายุฝน โดย CIN จะถูกรบกวนโดยความร้อนที่พื้นผิวหรือการยกตัวของอากาศทางกลศาสตร์เช่นการเปลี่ยนระดับของพื้นผิว ในการใช้ CAPE และ CIN จะช่วยให้สามารถเฝ้าระวังการเกิดพายุฝนรุนแรงในพื้นที่ได้ดีขึ้น โดยค่า CAPE ที่สูงมากกว่า 2,500 จูลต่อกิโลกรัม จะมีศักยภาพการพาความร้อนสูงมากทำให้มีโอกาสที่จะเกิดพายุฝนได้สูง และค่า CIN ที่ต่ำกว่า 40 จูลต่อกิโลกรัม จะทำให้อากาศไม่ลอยตัวขึ้นก็จะยิ่งช่วยให้มีโอกาสเกิดฝนตกมากยิ่งขึ้น

4.3 ฝนคาดการณ์จากแบบจำลอง WRF-ROMS

แบบจำลองคาดการณ์สภาพอากาศเป็นแบบจำลองระยะสั้นแบบคู่ควบ (coupled model) ที่ประกอบด้วยแบบจำลองสภาพอากาศ Weather and Research and Forecasting Model (WRF) และ แบบจำลองมหาสมุทร Regional Ocean Model System (ROMS) ซึ่งสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) เป็นผู้พัฒนาระบบดังกล่าวมาตั้งแต่ปี 2557 โดยติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง เพื่อวิเคราะห์และประมวลผลการจำลองสภาพอากาศในลักษณะคู่ขนานได้ล่วงหน้า 7 วัน ครอบคลุมพื้นที่เอเชีย เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และประเทศไทย ที่ความละเอียด 27, 9 และ 3 กิโลเมตร ตามลำดับ ในการศึกษาได้เลือกใช้ปริมาณฝนแบบรายชั่วโมงความละเอียด 3 กิโลเมตรที่มีความแม่นยำของการคาดการณ์ปริมาณฝนล่วงหน้า 1 วัน 2 วัน และ -3 วันอยู่ที่ร้อยละ 69 66 และ 62 ตามลำดับ ข้อมูลฝนคาดการณ์จากแบบจำลอง WRF-ROMS ความละเอียด 3 กิโลเมตร ในช่วงเหตุการณ์ฝนตกของ 3 พื้นที่ศึกษาดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ฝนคาดการณ์จากแบบจำลอง WRF-ROMS ของ 3 พื้นที่ศึกษา

5. วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ได้จัดทำดัชนีศักยภาพการเกิดน้ำท่วมฉับพลันครอบคลุมไว้ทั้งประเทศ เพื่อที่จะศึกษาคุณค่า FFPI ของพื้นที่ที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันเกิดขึ้น และศึกษาคุณค่าดัชนี CSI สูงสุดในวันในวันที่เกิดเหตุการณ์ฝนตกจริง รวมถึงศึกษาคุณค่าปริมาณฝนตกจริงกับค่าปริมาณฝนคาดการณ์

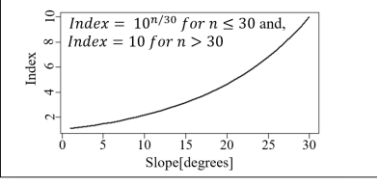
เพื่อนำมาปรับปรุงประยุกต์ใช้งานเตือนการเกิดพายุฝนในพื้นที่แบบ convective และการเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลันต่อไป

5.1 ดัชนีศักยภาพการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน (Flash Flood Potential Index: FFPI)

FFPI คือการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยทางกายภาพที่ส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลันซึ่งประกอบด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนัก (Weighting) และการให้ค่าคะแนน (Rating) ของข้อมูลในแต่ละปัจจัย [4] ช่วงของคะแนนคือ 1 ถึง 10 ซึ่งแสดงถึงผลกระทบต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน (10 เป็นเงื่อนไขที่เลวร้ายที่สุดหรือมีศักยภาพสูงสุด) สมการ FFPI ดังแสดงในสมการที่ (1) โดยที่ a, b, c และ d นั้นคือค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย โดยผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 1 การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและค่าคะแนนของข้อมูล ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

$$FFPI = \frac{(a*slope)+(b*Land\ use)+(c*vegetation\ cover)+(d*HSG)}{(a+b+c+d)} \quad (1)$$

ตารางที่ 2 การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและค่าคะแนนข้อมูลของแต่ละปัจจัย

Index	Class	Rating	Weighting
Slope			0.40
	Urban and Built-up land	9	
Land use	Agricultural land	6	0.15
	Miscellaneous land	5	
	Forest land	4	
	Water Body	2	
	-1 - 0.30	10	
Vegetation cover (NDVI)	0.30 - 0.40	9	0.15
	0.40 - 0.60	8	
	0.60 - 0.70	7	
	0.70 - 0.80	6	
	0.80 - 0.90	5	
HSG	0.90 - 1.00	4	0.3
	A (High infiltration)	2	
	B (Moderately high infiltration)	4	
	C (Moderately low infiltration)	6	
	D (Low infiltration)	8	

5.2 ดัชนีการเกิดพายุฝนในพื้นที่ (Convective Storm Index: CSI)

ดัชนี CSI เป็นการพยายามเพิ่มข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพายุฝนในพื้นที่แบบ Convective storm โดยใช้ค่าระหว่าง 1-10 เช่นเดียวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดน้ำท่วมฉับพลันใน FFPI โดยค่าสูงแทนค่าที่ทำให้มีโอกาสเกิดพายุฝนได้สูงกว่าค่าน้อย ดังที่ได้กล่าวมาแล้วค่า CAPE ที่มากกว่า 2,500 จูลต่อกิโลกรัม ประกอบกับค่า CIN ต่ำกว่า 40 จูลต่อกิโลกรัม ในการศึกษานี้จึงได้กำหนดช่วงระดับความเสี่ยงเบื้องต้นสำหรับ

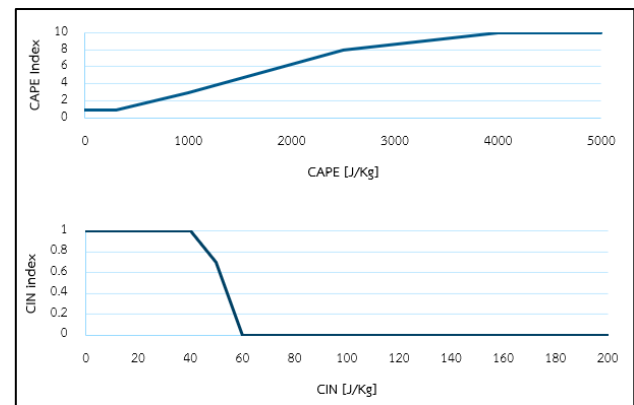
ช่วงค่า CAPE และ CIN ดังแสดงในตารางที่ 3 เพื่อนำมาคำนวณค่าดัชนีการเกิดพายุฝน (CSI) ดังแสดงในสมการที่ (2)

ตารางที่ 3 กำหนดช่วงระดับความเสี่ยงเบื้องต้นสำหรับช่วงค่า CAPE และ CIN

Approximate CAPE ranges [J/Kg]	Interpretation
Less than 300	Little or no convective potential
300 - 1000	Weak convective potential
1000 - 2500	Moderate to strong convective potential
Above 2500	Very strong convective potential
Approximate CIN limit [J/Kg]	Interpretation
~ 40	Larger CIN values tend to prohibit upward movement

$$CSI = CAPE\ index * CIN\ reduction \quad (2)$$

เมื่อค่า CIN สูงเพียงพอจะเกิดการกีดกันไม่ให้ชั้นอากาศเคลื่อนที่ โดยแทนที่ค่าการลดลงของ CIN ด้วยสัมประสิทธิ์ตัวคูณ 0 ถึง 1 ในกรณีที่ค่า CAPE มีค่าสูงแต่หากเกิดพร้อมค่า CIN ที่สูงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวคูณเข้าใกล้ 0 จะส่งผลให้ดัชนี CSI มีค่าน้อย ดังแสดงในรูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ของค่า CAPE และ CIN กับสัมประสิทธิ์ตัวคูณของ CAPE Index และ CIN reduction ตามลำดับ แม้จะมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องเช่น อุณหภูมิพื้นผิวแต่เพื่อให้แนวทางการวิเคราะห์ไม่ซับซ้อนจึงเลือกใช้เพียงค่า CAPE และ CIN ในการเริ่มประยุกต์ใช้งาน ทั้งนี้ความสัมพันธ์ของ CAPE และ CIN กับค่าสัมประสิทธิ์ตัวคูณสามารถปรับแก้ได้ใน R-script ที่ใช้สำหรับการคำนวณดัชนี CSI



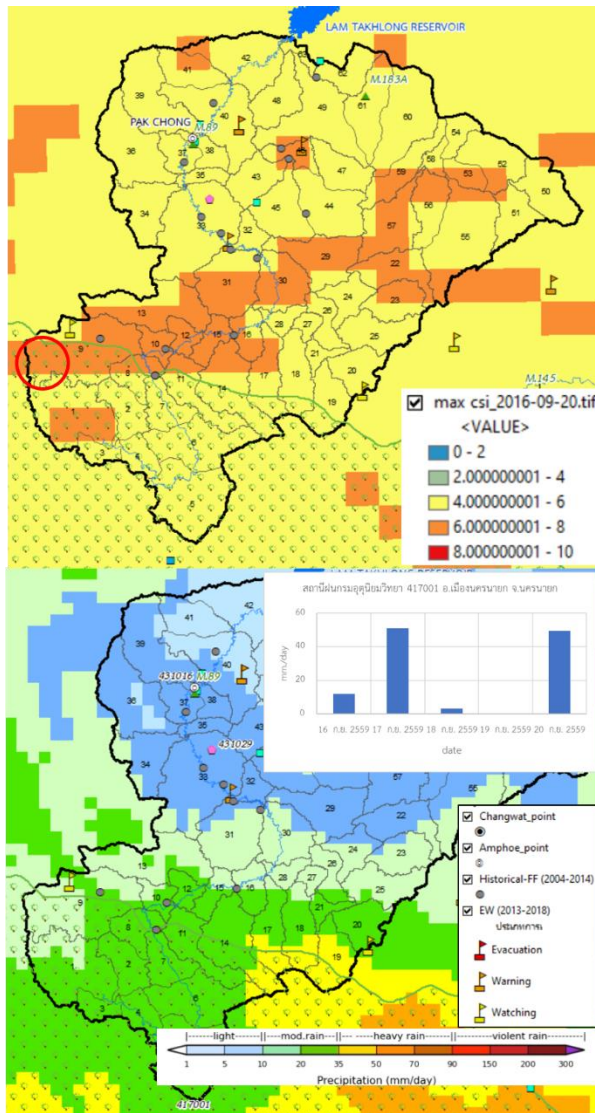
รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ของค่า CAPE และ CIN กับสัมประสิทธิ์ตัวคูณของ CAPE Index และ CIN reduction ตามลำดับ

6. ผลการศึกษา

6.1 ตำบลพญาเย็น อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

เมื่อวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2559 เกิดฝนตกหนักบริเวณเขาใหญ่ ทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลากไหลเข้าท่วมตำบลพญาเย็น อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมาซึ่งอยู่ในลุ่มน้ำย่อย 9 พบว่ามีค่า CSI บริเวณต้นน้ำของลุ่มน้ำย่อยมีค่ามากกว่า 6.22 และมีปริมาณฝนจากสถานีเรดาร์ที่มายของกรม

ฝนหลวงและการบินเกษตรตรวจวัดได้สูงสุดประมาณ 34 มม. (ปริมาณฝนสะสมย้อนหลัง 5 วัน ตั้งแต่วันที่ 16-20 กันยายน พ.ศ. 2559 มีค่าประมาณ 115.5 มม.) ดังแสดงในรูปที่ 7



<http://www.mediastudio.co.th/2016/09/21/50249/>

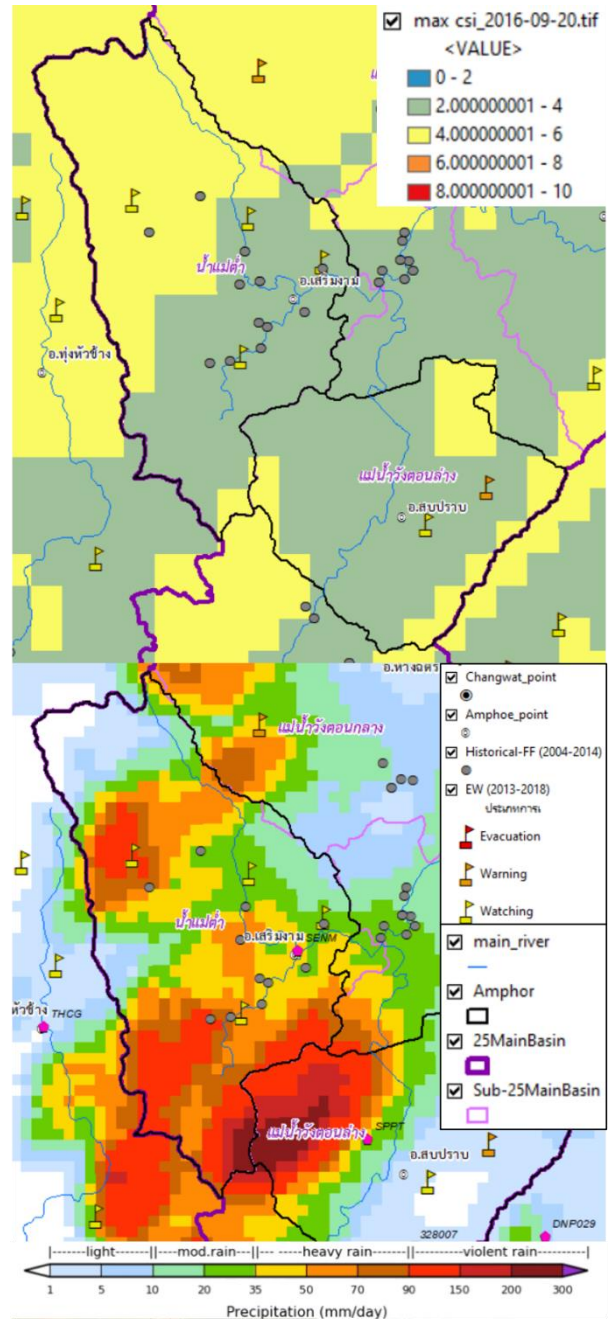


รูปที่ 7 แผนที่ค่าดัชนี CSI และปริมาณฝนของพื้นที่รับน้ำเขื่อนลำตะคอง

6.2 อำเภอเสริมงาม และอำเภอสปปราบ จังหวัดลำปาง

เมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2563 เกิดฝนตกหนักในพื้นที่ต้นน้ำของกลุ่มน้ำย่อยแม่ต้า และลุ่มน้ำย่อยแม่วังตอนล่าง ทำให้เกิดเหตุการณ์น้ำป่าไหล

หลากท่วมพื้นที่อำเภอเสริมงาม และอำเภอสปปราบ จังหวัดลำปาง พบว่าค่าดัชนี CSI มีค่ามากกว่า 5.8 และมีปริมาณฝนจากสถานีเรดาร์ล้อมก้อยของกรมฝนหลวงและการบินเกษตรตรวจวัดได้สูงสุดประมาณ 240 มม. ดังแสดงในรูปที่ 8

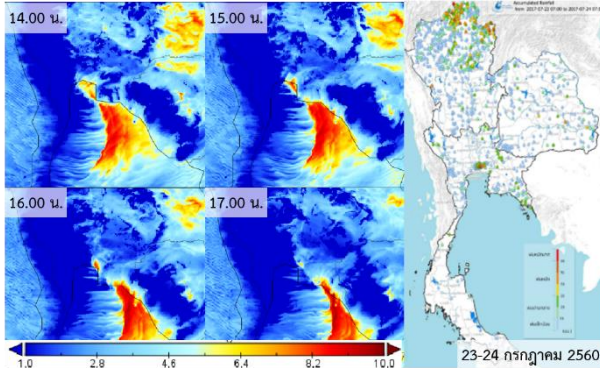


<https://www.thairath.co.th/news/local/north/1840389>

รูปที่ 8 แผนที่ค่าดัชนี CSI และปริมาณฝน อ.เสริมงาม และอ.สปปราบ จ.ลำปาง

6.3 กรุงเทพฯและปริมณฑล

เมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 มีปริมาณฝนตกหนักบริเวณพื้นที่ กรุงเทพฯและปริมณฑลโดยมีค่าฝนสะสม 24 ชั่วโมงมากกว่า 80 มม. (สถานี กรมอุตุนิยมวิทยา 455201 ที่ศูนย์สิริกิติ์ ต.แขวงคลองกุ่ม เขตบึงกุ่ม) และ ค่า CSI สูงสุดบริเวณพื้นที่กรุงเทพฯและปริมณฑลมีค่าดัชนีมากกว่า 6 ดัง แสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9 แผนที่ค่าดัชนี CSI บริเวณพื้นที่กรุงเทพฯและปริมณฑล

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

จาก 3 เหตุการณ์ 3 พื้นที่ พบว่าค่าดัชนี CSI มากกว่า 6 มีเหตุการณ์ ฝนตกหนักเกิดขึ้นจริง ซึ่งพบว่าค่าฝนตรวจวัดจะมากกว่าค่าจากฝน คาดการณ์ อีกทั้งตำแหน่ง GRID ของดัชนี CSI มีความคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่ ตามข้อมูลฝนคาดการณ์ ซึ่งแนวทางการนำดัชนี CSI มาใช้งานจาก การศึกษาพบว่าสามารถบอกความเสี่ยงแจ้งเตือนเหตุการณ์ที่จะเกิดฝนตก หนักและปริมาณมากได้ นอกจากนี้ข้อมูลฝนคาดการณ์รายวันที่ยังไม่ สามารถจับฝนลักษณะที่เป็น Convective ได้ อาจจะต้องศึกษาในความถี่ รายชั่วโมง หลังจากนั้นถ้ามีการศึกษาให้ละเอียดมากขึ้น มีเหตุการณ์ ตรวจสอบมากขึ้น ฯลฯ CSI จะช่วยให้การเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลันได้ ซึ่ง สามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์หนึ่งร่วมกับเกณฑ์ FFPI, เกณฑ์ค่าระดับ ความชื้นเริ่มต้น และเกณฑ์ฝนคาดการณ์ ที่ สสน. กำลังพัฒนาระบบ คาดการณ์และเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลันให้ถูกต้องมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

นักวิจัยขอขอบพระคุณกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยสำหรับ ข้อมูลตำแหน่งหมู่บ้านที่เคยเกิดเหตุการณ์น้ำป่าไหลหลาก-น้ำท่วมฉับพลัน ปีพ.ศ. 2547-2557, กรมทรัพยากรน้ำสำหรับข้อมูลตำแหน่งสถานีเตือนภัย ล่วงหน้า Early Warning ปีพ.ศ. 2555-2562, กรมอุตุนิยมวิทยาสำหรับ ข้อมูลปริมาณฝนสถานี, กรมฝนหลวงและการบินเกษตรสำหรับข้อมูลจาก เรดาร์ตรวจวัดอากาศ และขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญจาก DHI สำหรับ คำแนะนำและการสนับสนุนในด้านต่างๆ ตลอดระยะเวลาโครงการ ปรับปรุงประสิทธิภาพระบบแบบจำลองเพื่อการบริหารจัดการน้ำและ คาดการณ์น้ำท่วม ด้วยระบบเชื่อมโยงข้อมูลอัตโนมัติในพื้นที่ ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ (ลุ่มน้ำชี-มูล)

เอกสารอ้างอิง

- [1] อภิมุข มุขตารี, ทิชา โลสุพิมาน, วาทีน ธนาธารพร, สติดย์ จันทรทิพย์ และปิยมาลัย ศรีสมพร (2562). การประยุกต์ใช้ข้อมูลฝนจาก ดาวเทียม PERSIANN-CCS ในการคาดการณ์น้ำท่วมฉับพลันพื้นที่ ภาคใต้ของประเทศไทย, *การประชุมวิชาการโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 24*, อุดรธานี, 10-12 กรกฎาคม 2562
- [2] Torsri, K., Wannawong, W., Sarinnapakorn K., Boonya-Aroonnet, S. and Chitradon, R. (2014). An Application of Air-Sea Model Components in the Coupled Ocean-Atmosphere-Wave-Sediment Transport (COAWAST) Modeling System Over an Indochina Peninsular Sub-region: Impact of high spatiotemporal SST on WRF model in precipitation prediction. The 11th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society, Sapporo, Japan, 28 Jul - 01 Aug.
- [3] องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION
- [4] Smith, G. (2003). Flash Flood Potential: Determining the hydrologic response of fmp basins to heavy rain by analyzing their physiographic characteristics. A white paper available from the NWS Colorado Basin River Forecast Center at http://www.cbrfc.noaa.gov/papers/ffp_wpap.pdf, 11 pp