การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินความเสี่ยงการเกิดแผ่นดินถล่มจากอุทกภัยและน้ำป่าไหลหลาก: กรณีศึกษาอำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

Application of Mathematical Model in Landslide Risk Assessment from Waterflood and Flash: A Case Study of Nopphitam District, Nakhon Si Thammarat Province

อรอนงค์ บุญคล่อง[1*]
Ornanong Boonklong[1*]

บทคัดย่อ

การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API (Antecedent Precipitation Index) เพื่อใช้ในการเตือนภัยน้ำท่วมและแผ่นดินถล่ม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (API model) สำหรับวัดปริมาณน้ำในพื้นที่ต้นน้ำ เพื่อการเตือนอุทกภัย และกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ในพื้นที่ ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงเดือน พฤศจิกายน ถึง ธันวาคม 2557 ข้อมูลที่ใช้คือ ปริมาณน้ำฝน อัตราการไหลของน้ำในแม่น้ำ ความชื้นในดิน และการคายระเหยของดินของพื้นที่ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองของ Linsely ในบทความนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ข้อมูล และพัฒนาไปเป็น 2 แบบจำลอง โดยวิเคราะห์ตามสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันแต่อยู่ในพื้นที่เดียวกัน คือ สภาวะแวดล้อมบนพื้นดิน กับในลำน้ำ ผู้วิจัยได้แสดงผลการวิจัย ด้วยภาพจากโปรแกรม Mathematica ผลการวิจัยพบว่า API จากแบบจำลองทั้งสองแบบแตกต่างกันไม่มาก และมีความสอดคล้องกับสภาพจริง โดยเฉพาะเมื่อฝนตกหนักหรือฝนตกต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้ค่า API สูงขึ้นด้วย แสดงว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API มีความแม่นยำ และเหมาะสมกับพื้นที่ต้นน้ำ

คำสำคัญ: ดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API: Antecedent Precipitation Index) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การประเมินความเสี่ยงการเกิดน้ำป่าไหลหลากและแผ่นดินถล่ม การเตือนภัยน้ำท่วมแผ่นดินถล่ม

[1] สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[*] Corresponding author e-mail: bkornanong@gmail.com

Abstract

The application of Mathematical model API (Antecedent Precipitation Index) for warning the locals of floods using API stream flow and landslide area. The purpose of this study aimed at: developing the Mathematical model API applicable for measuring the flood water source area, flood warning and locate the risky area for flooding in Nopphitam District, Nakhon Si Thammarat Province. The study period was from November to December 2014. The data was collected by installing data collection instrument measuring daily rainfall, daily water level and daily rate of water flow. The data analysis was proved by using the Mathematical model developed from Linsley model can be separated to 2 values and developed to 2 API models due to the analysis of the surrounding area such as on the ground and stream. The result shows that both of the API models are similar and relate to the real situation. It can be concluded that API models are accurate and suit for predicting flooding in the risky area. The researcher can take the results from the model to create the figure by using Mathematica Program in order to predict flood warning in the study area and river mouth area.

Keywords: Antecedent Precipitation Index (API: Antecedent Precipitation Index), Mathematical model, risk of flooding and landslide, flash-flood and flood warning

บทนำ

ปัจจุบันประชากรของประเทศได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจึงทำให้เริ่มขาดแคลนที่อยู่อาศัยและที่ทำกิน เป็นสาเหตุให้มีการขยายที่อยู่อาศัยและที่ทำกินโดยการทำลายทรัพยากรธรรมชาติมากขึ้น และผลที่ตามมาคือภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ดินโคลนถล่ม ที่เกิดขึ้นอย่างรุนแรงที่ตำบลกะทูน อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช ในปี พ.ศ. 2531 ทำให้มีผู้เสียชีวิตและสูญหายกว่า 100 คน (ทีมข่าวภูมิภาคโพสต์ทูเดย์, 2558) และช่วงปลายเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 ส่งผลให้มีราษฎรเดือดร้อน 310,406 คน (Keetacha, 2554) และครั้งล่าสุดเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ซึ่งภัยพิบัติทางธรรมชาติครั้งนี้ได้สร้างความเดือดร้อนให้กับประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณที่ลาดเชิงเขา โดยในจังหวัดนครศรีธรรมราชมีพื้นที่ได้รับผลกระทบจำนวน 18 ตำบล 47 หมู่บ้าน ประชาชนได้รับความเดือดร้อน 82,224 คน (ไทยรัฐออนไลน์, 2556) และหนึ่งในนั้นรวมถึงตำบลกรุงชิง และตำบลนบพิตำ จากสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความปลอดภัยของประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัย จึงหาวิธีสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงค่าดัชนีความชื้น (API) ที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับพื้นที่ดังกล่าวโดยวิเคราะห์สภาพแวดล้อมโดยทั่วไป แบ่งแบบจำลองได้ 2 ลักษณะคือ แบบจำลอง

ที่ใช้ข้อมูล สภาวะแวดล้อมบนพื้นดิน โดยใช้ข้อมูลความชุ่มชื้นของดิน และปริมาณน้ำฝนกับ สภาวะแวดล้อมในน้ำจากลำน้ำ โดยใช้ข้อมูลความสัมพันธ์ของความแรงของกระแสน้ำกับความกว้างของลำคลองและได้เปรียบเทียบทั้ง 2 ลักษณะ ทำให้ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ที่มีความแม่นยำยิ่งขึ้นและสอดคล้องกับสภาพจริงซึ่งสามารถใช้เตือนภัยล่วงหน้าให้กับประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัย เพื่อป้องกันหรือบรรเทาความเดือดร้อนจากภัยพิบัติทางธรรมชาติดังกล่าว ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงดัชนีความชุ่มชื่นในดิน (API model) ที่ปรับแก้เหมาะสมกับพื้นที่ และเพื่อกำหนดระดับการเสี่ยงภัย แจ้งเตือนอุทกภัย แผ่นดินถล่ม ในพื้นที่อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา พื้นที่ต้นน้ำ ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นที่ราบในหุบเขา ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบสลับกับภูเขาสูงในเขตอุทยานแห่งชาติเขาหลวง และอุทยานแห่งชาติเขานัน มีป่าไม้อุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารหลายสาย (องค์การบริหารส่วนตำบลกรุงชิง, 2557) เคยเป็นพื้นที่ประสบอุทกภัยครั้งใหญ่หลายครั้ง และล่าสุดเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2556 (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2557) ซึ่งภัยพิบัติทางธรรมชาติดังกล่าวได้สร้างความเดือดร้อนให้กับประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณที่ลาดเชิงเขาและพื้นที่ใกล้เคียงบริเวณที่ลุ่มใกล้คลองกลาย อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. การรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อมบนดินคือ

2.1 ปริมาณน้ำฝน โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ที่วัดได้จากเครื่องวัดสภาพอากาศจากเครื่องมือวัด 2 ชุด โดยที่ชุดที่ 1 เครื่องมือวัดสภาพอากาศ ยี่ห้อ DAVIS Weather Station Model: WS-6152 Vantage Pro2 ซึ่งติดตั้งที่พิกัด *N*8°47.8644’*E*99°34.7832’ และชุดที่ 2 เครื่องมือวัดสภาพอากาศของกรมทรัพยากรธรณี (Department of Mineral Resources; MDR) ซึ่งติดตั้งบริเวณหน่วยพิทักษ์อุทยานแห่งชาติเขานันที่ 1 (คลองกลาย) ซึ่งห่างกันประมาณ 700 เมตร ในพื้นที่หมู่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2557 ถึงเดือน ธันวาคม 2557 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันที่วัดได้จากเครื่องวัดสภาพอากาศทั้ง 2 ชุด มีค่าใกล้เคียงกัน สำหรับข้อมูลความชื้นในดินที่ได้จากเครื่องมือชุดที่ 1 ที่ระดับความลึกต่างกัน 4 ระดับ จะอยู่ในช่วง 0–20 cb. โดยค่าเป็น 0 cb. หมายถึง ดินอิ่มตัว และค่า 20 cb. หมายถึง ดินแห้ง ส่วนเครื่องมือชุดที่ 2 เครื่องวัดสภาพอากาศจากกรมทรัพยากรธรณีจะอาศัยหลักการที่ว่า น้ำเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี และอ่านค่าความนำไฟฟ้า ถ้านำไฟฟ้ามากแสดงว่าดินชื้นมาก แต่ถ้าการนำไฟฟ้าน้อยแสดงว่าดินชื้นน้อย เครื่องวัดสภาพอากาศทั้ง 2 ชุด ใช้เซ็นเซอร์ในการวัดความชื้นในดินแตกต่างกัน ทำให้ได้ค่าความชื้นในดินที่มีค่าและหน่วยต่างกันจึงทำให้ไม่สามารถนำค่าที่วัดได้มาใช้ร่วมกันได้ และข้อมูลการคายระเหยที่วัดได้จากเครื่องมือชุดที่ 1 จะมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร แต่เครื่องมือชุดที่ 2 เครื่องวัดสภาพอากาศจากกรมทรัพยากรธรณีไม่สามารถวัดค่าอัตราการคายระเหยได้เนื่องจากไม่มีเซ็นเซอร์ในการวัด สำหรับข้อมูลสภาพแวดล้อมในน้ำจะใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อัตราการไหลของน้ำท่า และระดับน้ำ รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน อัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่า และระดับ

น้ำท่าสูงสุดจากสถานีวัดระดับน้ำ โดยใช้เครื่องมือแบบอัตโนมัติที่คำนวณอัตราการไหล ใช้การคำนวณด้วยตัวเซนเซอร์ส่งผลโดยอัตโนมัติ ติดตั้งบนสะพานในพื้นที่บ้านเปียน ซึ่งทำความร่วมมือกับบริษัทเอกตรีม และกรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

2.2 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้น (API) เนื่องจากแบบจำลองจำแนกตามข้อมูลที่ใช้แบ่งเป็น 2 โมเดล เครื่องมือจึงแบ่งเป็น 2 ลักษณะดังนี้

ลักษณะที่ 1 แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน การสร้างแบบจำลองโดยนำข้อมูลค่าความชื้นในดิน และการคายระเหยที่วัดได้จากเครื่องมือชุดที่ 1 เครื่องวัดสภาพอากาศมาคำนวณหาค่า K โดยที่ค่า K หาได้จากความสัมพันธ์ของ Choudhury and Blanchard (1983) คือ

$K_t = \exp(- E_t / W)$ ..... (1)

เมื่อ E_t คือ การคายระเหย ณ เวลาใดๆ และW คือ ความชื้นในดินที่สามารถระเหยได้

การหาค่า K รายวันโดยการแทนค่า E_t และ W จากค่าที่ได้จากเครื่องวัดสภาพอากาศในเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม 2557 ซึ่งจะมีค่า W เป็น 4 ค่า แบ่งตามระดับของชั้นดินคือ ชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 ชั้นที่ 3 และ ชั้นที่ 4 มีความลึก 30, 50, 70 และ 100 เซนติเมตร ตามลำดับ จะทำให้ได้ค่า K เป็นจำนวน 4 ค่าด้วยกัน

สำหรับค่าความชื้น โดยในวันเดียวกันค่าความชื้นที่วัดได้ของดินแต่ละชั้นยิ่งน้อย หมายถึงดินชั้นนั้นจะมีสภาวะอิ่มตัวสูง และเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่ม ในขณะเดียวกันค่า K จะผกผันกันกับสภาวะความชื้นของดินในแต่ละชั้น คือ เมื่อชั้นดินที่มีความชื้นสูงจะทำให้ค่า K ต่ำลง และเมื่อค่าความชื้นที่วัดได้เป็นศูนย์จะหมายถึง ดินมีความชื้นสูงสุด แต่ไม่สามารถนำมาคำนวณค่า K ได้ ค่าที่ได้จึงไม่สอดคล้องกับความสัมพันธ์ของ Choudhury and Blanchard (1983) ที่กล่าวว่าเมื่อความชื้นในดินสูงขึ้นค่า K จะสูงขึ้นด้วย ฉะนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดค่าความชื้นของดินขึ้นใหม่และนำมาใช้ในการคำนวณเพื่อให้สอดคล้องกับความสัมพันธ์ของ Choudhury and Blanchard (1983)

จากนั้นผู้วิจัยจึงได้นำค่าที่กำหนดขึ้นมาใช้คำนวณหาค่า K ของดินทั้ง 4 ชั้นในแต่ละวัน ผลที่ได้ปรากฏว่าชั้นดินที่มีความชื้นมากกว่าจะได้ค่า K มากกว่าชั้นดินที่มีความชื้นน้อยกว่า ทำให้ค่า K ที่ได้มีความสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของ Choudhury and Blanchard (1983) นั่นคือ ชั้นดินที่มีความชื้นสูง ค่า K จะสูงด้วย และเพื่อให้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API ใช้ในการเตือนภัยน้ำท่วม และแผ่นดินถล่มมีความแม่นยำมากขึ้นผู้วิจัยได้หาค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API) และกำหนดระดับการเสี่ยงภัย จะเห็นว่าค่า API เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณน้ำในชั้นดินที่ดินอุ้มน้ำไว้ ณ เวลาใดๆ ซึ่งสามารถประเมินได้โดยอาศัยปัจจัยความชื้นในดิน (soil moisture) กับปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละวันหรือแต่ละช่วงเวลา (กรมทรัพยากรน้ำ, 2548) ดังสมการแบบจำลองของ Linsley, R. K., Kohler, M. A., & Paulhus, J.L.H. (1949*).*

$API_t = (K_t \times API_{t-1}) + P_t$..... (2)

เมื่อ API_t คือ API ณ เวลาใดๆ API_{t-1} คือ API ของเวลาก่อนหน้า P_t คือ ปริมาณน้ำฝน ณ เวลา (มิลลิเมตร) และ K_t คือ ค่าคงตัว (มิลลิเมตร)

การหาค่า API จากแบบจำลองจะแทนค่าลงในสมการและนำเข้าข้อมูลค่า K ที่ได้รวบรวมไว้ ค่า API_{t-1} เป็นค่า API ของวันก่อนหน้า และ P_t เป็นค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน แทนในสมการ เพื่อคำนวณหาค่า API ของดินแต่ละชั้น

ลักษณะที่ 2 แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมจากน้ำในลำน้ำ ซึ่งค่า K หาได้จากการนำข้อมูลความสูงของระดับน้ำท่าในแต่ละช่วงเวลามาแปลงเป็นอัตราการไหลของน้ำท่าด้วย Rating Curve หาค่า Recession Constant (K) ของน้ำท่าในแต่ละช่วงเวลาของอัตราการไหลของน้ำท่า ดังสมการ

$K_t = Q_t / Q_{t-1}$..... (3)

เมื่อ Q แทน อัตราการไหล ณ เวลาใดๆ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที) และ Q_{t-1} แทน อัตราการไหลของเวลาก่อนหน้า (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

สำหรับค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน API เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณน้ำในชั้นดินที่ดินอุ้มน้ำไว้ ณ เวลาใดๆ ซึ่งสามารถประเมินได้โดยอาศัยอัตราการไหลของน้ำท่า กับปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละวันหรือแต่ละช่วงเวลา (กรมทรัพยากรน้ำ, 2548.) ดังสมการที่ 2 โดยการนำเข้าข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน อัตราการไหลของน้ำท่าสูงสุดรายวัน ที่ได้รวบรวมไว้มาคำนวณหาค่า API รายวัน แสดงผลด้วยโปรแกรม Mathematica (อรอนงค์ บุญคล่อง, 2552)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน ค่า API และปริมาณน้ำท่าจากการนำเข้าข้อมูลค่า K จากแบบจำลองลักษณะที่ 2 ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมของน้ำในลำน้ำ จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่า API รายวัน ผลปรากฏว่าค่า API เปลี่ยนแปลงตามอัตราการไหลของน้ำที่ไหลในลำคลองที่เกิดขึ้นหลังจากฝนตกในแต่ละวัน และจากการนำเข้าข้อมูลค่า K จากแบบจำลองลักษณะที่ 1 ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมบนดิน จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่า API รายวันของดินแต่ละชั้น ผลปรากฏว่าค่า API ของดินในชั้นที่ 4 สูงกว่าชั้นอื่นๆ ในช่วงเวลาเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้ค่า API ของดินชั้นที่ 4 ทำการเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของน้ำที่ไหลในลำคลองที่เกิดขึ้นหลังจากฝนตกในแต่ละวัน รวมถึงการดำรงชีวิตของชาวบ้านในอำเภอนบพิตำที่อาศัยอยู่ในที่ราบลุ่มใกล้ลำคลอง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับการเสี่ยงภัย

สถานการณ์แต่ละวัน	ระดับการเสี่ยงภัย
ฝนตกเล็กน้อยความขุ่นของน้ำไม่ต่างจากเดิม	ปลอดภัย
ฝนตกเล็กน้อยความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้น	เฝ้าระวัง ระดับ 1
ฝนตกค่อนข้างหนักความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง	เฝ้าระวัง ระดับ 2
ฝนตกหนักและเป็นเวลานานความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว	เตรียมพร้อม
ฝนตกหนักและเป็นเวลานานความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีซากต้นไม้ กิ่งไม้ใหญ่ สัตว์ป่า ลอยมา	อพยพ

ที่มา: กอบเกียรติ ผ่องพุฒิ (2555)

ดังนั้นการกำหนดระดับการเสี่ยงภัยโดยการเปรียบเทียบค่า API กับลักษณะการไหลและความขุ่นข้นของน้ำที่เกิดขึ้นจากการตกของฝนในแต่ละวันและการดำรงชีวิตของชาวบ้านในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจประกอบการเตือนภัย

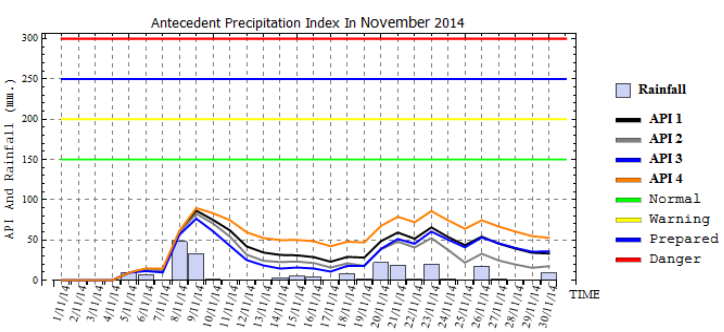
ผลการวิจัย

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความเสี่ยงของการเกิดแผ่นดินถล่ม จากอุทกภัยและน้ำป่าไหลหลากบริเวณลุ่มน้ำต้นกำเนิดจากเทือกเขานครศรีธรรมราชแบ่งผลการวิจัยออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

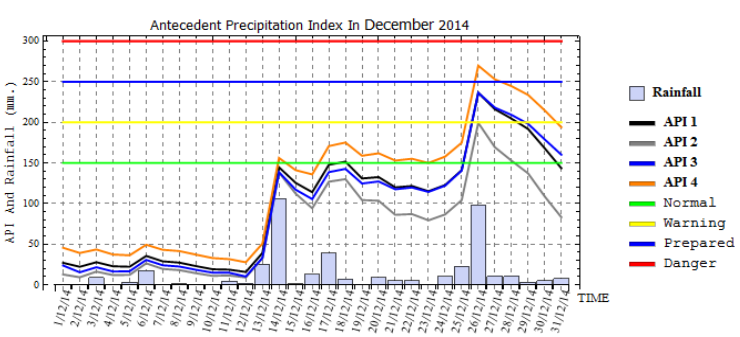
1. แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน

ผลจากแบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1.1 ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API) พบว่าค่า API จะเปลี่ยนแปลงตามสภาพอากาศรายวัน คือ เมื่อมีฝนตกจะทำให้ดินมีความชื้นเพิ่มขึ้น ค่าการคายระเหยจะน้อยลง ส่งผลให้ค่า K สูงขึ้น และจะทำให้ได้ค่า API รายวันสูงขึ้นด้วย ในขณะเดียวกันถ้าปริมาณฝนลดลง จะทำให้ดินมีความชื้นลดลงแต่ค่าการคายระเหยจะเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า K ต่ำลง และจะทำให้ได้ค่า API รายวันค่อยๆ ลดลงด้วย ซึ่งจะสอดคล้องกับสภาพอากาศรายวันจริงๆ ของพื้นที่ดังกล่าว แสดงความสัมพันธ์ด้วยกราฟจากสมการดังภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2



ภาพที่ 1 ค่า API ของแต่ละชั้นดินและระดับการเสี่ยงภัยประจำเดือนพฤศจิกายน 2557



ภาพที่ 2 ค่า API ของแต่ละชั้นดินและระดับการเสี่ยงภัยประจำเดือนธันวาคม 2557

จากภาพที่ 1 และภาพที่ 2 แสดงปริมาณน้ำฝนด้วยกราฟแท่ง และผลจากแบบจำลอง API แสดงดัชนีความชุ่มชื้นในแต่ละชั้นดินจะได้กราฟเส้นมีสีที่แตกต่างกันของชั้นดินทั้ง 4 ชั้น จะพบว่าปริมาณน้ำฝน (rainfall) มีอิทธิพลต่อค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน นั่นคือ ช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำฝนขึ้นสูงค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินทั้ง 4 ชั้นจะสูงด้วย และช่วงเวลาที่ปริมาณน้ำฝนลดลงค่าดัชนีความ

ชุ่มชื้นของดินทั้ง 4 ชั้นจะลดลงด้วย สังเกตเห็นได้จากช่วงวันที่ 8 และ 9 เดือนพฤศจิกายน 2557 ส่วนวันที่ 14 วันที่ 17 และวันที่ 26 เดือนธันวาคม 2557 ที่มีปริมาณน้ำฝนสูงและค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินทั้ง 4 ชั้นดินจะสูงด้วย หลังจากนั้นเมื่อปริมาณน้ำฝนลดลงค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินจะลดลงตามลำดับ

1.2 ระดับการเสี่ยงภัย กำหนดโดยการเปรียบเทียบค่า API กับลักษณะการไหลและความขุ่นข้นของน้ำที่เกิดขึ้นจากการที่ฝนตกและปริมาณน้ำฝนในแต่ละวัน และการตื่นตัวของชุมชนในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อเป็นตัวกำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจประกอบการเตือนภัย ผลที่ได้สรุปดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับการเสี่ยงภัยจากแบบจำลอง

สถานการณ์แต่ละวัน	ค่า API		ระดับการเสี่ยงภัย
	แบบจำลอง*	แบบจำลอง**	
ฝนตกเล็กน้อยความขุ่นของน้ำไม่ต่างจากเดิม	< 150	< 200	ปลอดภัย
ฝนตกเล็กน้อยความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้น	151 - 200	201 - 400	เฝ้าระวัง ระดับ 1
ฝนตกค่อนข้างหนักความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง	201 - 250	401 - 600	เฝ้าระวัง ระดับ 2
ฝนตกหนักและเป็นเวลานานความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว	251 - 300	601 - 800	เตรียมพร้อม
ฝนตกหนักและเป็นเวลานานความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีซากต้นไม้ กิ่งไม้ใหญ่ สัตว์ป่า ลอยมา	> 300	> 800	อพยพ

*ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมบนพื้นดิน

**ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมของน้ำในแม่น้ำลำคลอง

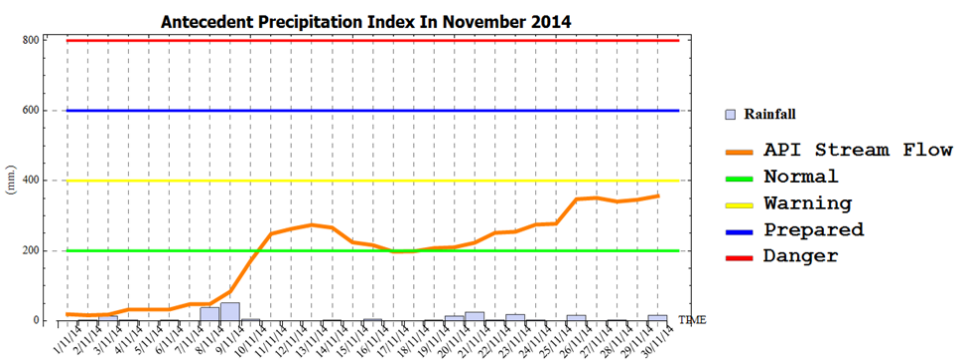
ผู้วิจัยได้แสดงภาพความสัมพันธ์รายวันระหว่างค่าปริมาณน้ำฝน กับผลจากแบบจำลองจากสมการที่ 1 ที่แสดงดัชนีความชุ่มชื้นในแต่ละชั้นดิน พร้อมทั้งระดับการเสี่ยงภัย เพื่อประกอบการตัดสินใจ ดังตัวอย่างที่แสดงไว้ในภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2 จะพบว่าเดือนพฤศจิกายน 2557 ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดินจะอยู่ในระดับปกติ แต่ในเดือนธันวาคม โดยเฉพาะในวันที่ 14 ปริมาณน้ำฝนมีค่าสูงทำให้ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API) จะอยู่ในระดับเฝ้าระวัง และมีฝนตกอย่างต่อเนื่องจนถึง

วันที่ 26 ในเดือนเดียวกัน ปริมาณฝนตกที่ต่อเนื่องส่งผลต่อค่า K (ค่า K มีปัจจัยจากการคายระเหยและความชื้นในดิน) ทำให้ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API) สูงขึ้นอยู่ในระดับเตรียมพร้อม

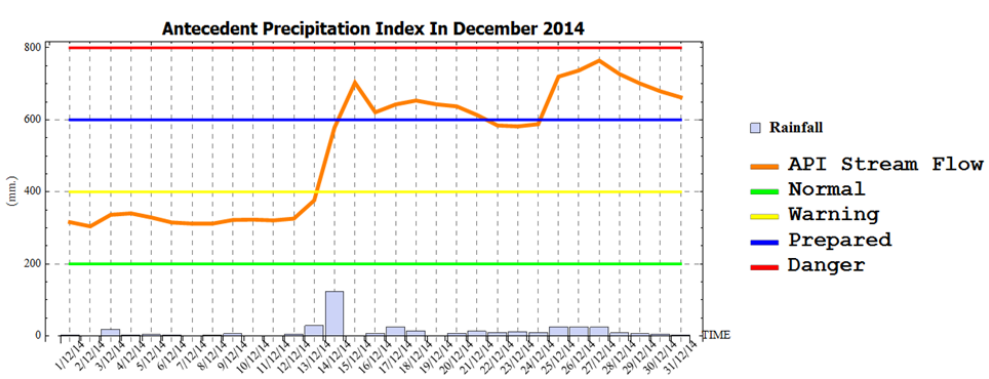
2. แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมของน้ำในแม่น้ำลำคลอง

ผลจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API หรือ ค่าดัชนีความชุ่มชื้นในดิน พบว่า ค่า API จะเปลี่ยนตามสภาพอากาศรายวัน คือ เมื่อมีฝนตกจะมีน้ำที่เกินจากการซึมลงในพื้นดินไหลลงมารวมกันในที่ลุ่ม และไหลลงสู่ลำน้ำหากมีปริมาณฝนมาก อัตราการไหลของน้ำท่าจะมากตามไปด้วย ทำให้ ค่า API รายวันสูงขึ้นในขณะเดียวกันถ้าปริมาณฝนลดลงจะทำให้ ค่า API รายวันค่อยๆ ลดลงด้วย ซึ่งสอดคล้องกับสภาพอากาศรายวันของพื้นที่ดังกล่าว ดังนั้นจะนำผลจากแบบจำลองไปวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

2.1 ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API) จากภาพที่ 3-4 พบว่า กราฟ API จะเพิ่มสูงขึ้นช่วงแรก ตั้งแต่วันที่ 9 พฤศจิกายน 2557 เป็นต้นไปและเริ่มลดลงในวันที่ 1 ธันวาคม 2557 ช่วงที่สองตั้งแต่วันที่ 13 ธันวาคม 2557 เป็นต้นไป และเริ่มลดลงในวันที่ 18 ธันวาคม 2557



ภาพที่ 3 ค่า API รายวัน ที่ใช้ค่าอัตราการไหลของน้ำท่า และระดับการเสี่ยงภัยเดือนพฤศจิกายน 2557



ภาพที่ 4 ค่า API รายวัน ที่ใช้ค่าอัตราการไหลของน้ำท่า และระดับการเสี่ยงภัยเดือนธันวาคม 2557

จากภาพที่ 3-4 พบว่า กราฟ API จะเพิ่มสูงขึ้นช่วงแรก ตั้งแต่วันที่ 9 พฤศจิกายน 2557 เป็นต้นไปและเริ่มลดลงในวันที่ 1 ธันวาคม 2557 ช่วงที่สองตั้งแต่วันที่ 13 ธันวาคม 2557 เป็นต้นไป และเริ่มลดลงในวันที่ 18 ธันวาคม 2557

2.2 ระดับการเสี่ยงภัย โดยการเปรียบเทียบค่า API กับลักษณะการไหลและความขุ่นของน้ำ เกิดขึ้นจากการตกของฝนในแต่ละวัน ปริมาณน้ำฝนในแต่ละวัน และการดำรงชีวิตของชาวบ้านในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจประกอบการเตือนภัย ผลที่ได้สรุปเป็นตารางดังตารางที่ 2 แบบจำลองที่ใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมของน้ำในแม่น้ำลำคลอง ผู้วิจัยได้แสดงค่า API รายวันและระดับการเสี่ยงภัยเพื่อประกอบการตัดสินใจด้วยกราฟเส้น ดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4 แล้วพบว่า เมื่อมีปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในบริเวณดังกล่าวมาก หรือมีมวลน้ำจากแม่น้ำสาขาตอนบนไหลมารวมกันมาก ส่งผลให้อัตราการไหลของน้ำท่าจะเริ่มเพิ่มขึ้น สามารถแบ่งออกเป็นสองช่วงคือ ช่วงแรกอัตราการไหลจะเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 9 พฤศจิกายน 2557 เป็นต้นไปและเริ่มลดลงในวันที่ 1 ธันวาคม 2557 ช่วงที่สองอัตราการไหลจะเพิ่มขึ้นตั้งแต่วันที่ 13 ธันวาคม 2557 เป็นต้นไป และเริ่มลดลงในวันที่ 27 ธันวาคม 2557

อภิปรายผลการวิจัย

การตรวจสอบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API รายวันตลอดระยะเวลา 2 เดือนคือ เดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคม 2557 โดยการใช้เครื่องมือ 2 ชุด (2 พื้นที่) พบว่าค่า API ที่ได้จากแบบจำลองทั้งสองสอดคล้องกันคิดเป็นร้อยละ 65.57 และมีข้อสังเกตว่า API ของน้ำท่าสูงกว่าอาจจะเป็นเพราะพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ตอนบนและมีระยะห่างกันประมาณ 7 กิโลเมตรและพื้นที่ศึกษาเป็นจุดรวมน้ำจากลำคลองหลายสาย นอกเหนือจากนั้นยังพบว่าทุกช่วงค่า API ของอัตราการไหลของน้ำท่าจะใช้เวลานานกว่าค่า API ของความชื้นในดินทุกช่วง ค่า API ที่ได้จากแบบจำลองสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการเตือนภัยการเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มได้ เพราะว่าในช่วงเวลาดังกล่าวพื้นที่ที่มีค่า API สูง และมีความลาดชันมากกว่าบริเวณใกล้เคียงจะยิ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มสูงกว่าพื้นที่ในที่ลุ่ม สำหรับพื้นที่ลุ่มจะมีโอกาสเกิดน้ำท่วมสูงตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อฝนตกหนัก หรือฝนตกต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ในช่วงเวลาดังกล่าวนี้ดินส่วนใหญ่จะมีความชุ่มชื้นมากทำให้ดูดซับน้ำฝนได้น้อย เมื่อฝนตกลงมาน้ำที่เหลือและไหลออกมามีปริมาณมากจึงมีโอกาสทำให้เกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มได้ง่าย (พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล สำเริง ปานอุทัย และพิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์, 2554) ข้อเสนอแนะการวิจัยจากสภาพแวดล้อมในน้ำจากแม่น้ำลำคลองควรติดตั้งสถานีวัดระดับน้ำเพิ่มเติมในบริเวณสะพานปากลง เขตหมู่บ้านปากลง หมู่ที่ 6 ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช เพราะเป็นจุดรวมน้ำจากต้นคลองกลาย คลองเลข คลองผด และคลองวาด เพื่อใช้เตือนภัยล่วงหน้าการเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มให้ประชาชนเพื่อป้องกันหรือบรรเทาความเดือดร้อนจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มที่เหมาะสมกับพื้นที่ต้นน้ำ อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ดังสมการที่ 2 และ ค่า K_t คือ ค่าคงตัว (มิลลิเมตร) ที่มีใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดิน การคายระเหยของดิน อัตราการไหลของน้ำท่ารายวันตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 ในพื้นที่ศึกษาคือตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช ค่า API ที่ได้สอดคล้องกับสภาพจริงโดยเฉพาะเมื่อฝนตกหนัก หรือฝนตกต่อเนื่องเป็นเวลานานจะทำให้ค่า API สูงขึ้นด้วย ทำให้เห็นว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ API มีความแม่นยำและเหมาะสมที่ใช้กับพื้นที่ต้นน้ำ ผลจากแบบจำลองสามารถนำไปใช้เตือนภัยให้กับประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยในเขตพื้นที่ศึกษาได้ด้วยภาพจากโปรแกรม Mathematica (อรอนงค์ บุญคล่อง, 2552) จะช่วยให้ประชาชนหรือผู้สนใจได้ตัดสินใจได้ถึงการ “ปลอดภัย” “เฝ้าระวัง” “เตรียมพร้อม” หรือ “อพยพ” เป็นการป้องกันหรือบรรเทาความเดือดร้อนจากภัยพิบัติทางธรรมชาติให้กับชุมชนได้ระดับหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

กรมทรัพยากรน้ำ. (2548). *โครงการกำหนดค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (Antecedent Precipitation Index: API) เพื่อสนับสนุนการเตือนภัยล่วงหน้าน้ำท่วมฉับพลัน-แผ่นดินถล่ม*. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2557). *สำนักพยากรณ์อากาศและการเตือนภัย*. กรุงเทพฯ: กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

กอบเกียรติ ผ่องพุฒ. (2555). *การพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำ เพื่อการพัฒนาระบบการเฝ้าระวังและการเตือนภัยจากน้ำท่วมฉับพลัน*. เอกสารนำเสนอในที่ประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 17 วันที่ 9-11 พฤษภาคม 2555, สกลนคร.

ทีมข่าวภูมิภาคโพสต์ทูเดย์. (2558). ข่าวภูมิภาค: *27 ปี โคลนถล่มกะทูน จากความวิปโยคคืนสู่ความสมบูรณ์*. สืบค้นเมื่อ 16 มิถุนายน 2561, จาก: https://www.posttoday.com/social/local/400980

ทีมไทยรัฐออนไลน์. (2556). *ข่าวภูมิภาค: เมืองคอน'อ่วมท่วมแล้ว 11 อภ. ต้องหามศพหนีน้ำ*. สืบค้นเมื่อ 16 มิถุนายน 2561, จาก: https://www.thairath.co.th/content/384757

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล สำเริง ปานอุทัย และพิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์. (2554). *บทบาทของทรัพยากรป่าไม้ กับ ปัญหาน้ำป่าไหลหลาก-แผ่นดินถล่ม: ข้อสังเกตจากข้อมูลเชิงประจักษ์*. เอกสารประกอบการเสวนาทางวิชาการเรื่อง “น้ำท่วม ดินถล่ม แก้ไขได้จริงหรือ” วันที่ 25 เมษายน 2554 ณ ห้องประชุม FORTROP ชั้น 3 ตึกคณะวนศาสตร์ 60 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (หน้า1-16). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

องค์การบริหารส่วนตำบลกรุงชิง. (2557). *จังหวัดนครศรีธรรมราช*. ค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2557, จาก: http://www.krungching.go.th/history.php.

อรอนงค์ บุญคล่อง. (2552). *โปรแกรมแมททิเมติกาสำหรับ แคลคูลัส 1*. นครศรีธรรมราช: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

Choudhury, B. J., & B. J. Blanchard. (1983). Simulating soil water recession coefficients for agricultural watersheds. *Water Resources Bulletin*, 19, 241-247.

Keetacha. (2554). *ปภ. รายงานยังมีสถานการณ์อุทกภัยใน 7 จังหวัดภาคใต้*. สืบค้นเมื่อ 16 มิถุนายน 2561, จาก: http://www.thaihealth.or.th/Content/20905-ปภ.%20รายงานยังมีสถานการณ์อุทกภัยใน%207%20จังหวัดภาคใต้.html.

Linsley, R. K., Kohler, M. A., & Paulhus, J.L.H. (1949*). Applied Hydrology,* First Edition. New York**:** McGraw-Hill Book company, Inc.