The Journal of Applied Science **Vol. 20 No. 2: 134-156 [2021]**
วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์
doi: 10.14416/j.appsci.2021.02.011
ISSN 1513-7805 Printed in Thailand
ISSN 2586-9663 (Online)

Research Article

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ วิธีอัตราส่วนความถี่ และวิธีอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ ในอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย

Flood Susceptibility Analysis using Geographic Information System, Frequency Ratio and Relative Frequency Ratio Methods in San Pa Tong District, Chiang Mai, Thailand

วรวิทย์ ศุภวิมุติ [1]*

Worawit Suppawimut[1]*

[1]ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

[1]Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences, Chiang Mai Rajabhat University

***E-mail**: worawit_sup@cmru.ac.th

Received: 01/10/2020; Revised: 14/01/2021; Accepted: 18/02/2021

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม ในอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้วิธีการอัตราส่วนความถี่ (frequency ratio: FR) และวิธีอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency ratio: RFR) ทำการวิเคราะห์โดยใช้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วม จำนวน 10 ปัจจัย ประกอบด้วย ความสูงภูมิประเทศ ความลาดชัน ความโค้งภูมิประเทศ ดัชนีความชื้นภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน ระยะห่างจากแม่น้ำ ความหนาแน่นทางน้ำ การระบายน้ำของดิน ความหนาแน่นถนน และการใช้ที่ดิน ทั้ง 10 ปัจจัยนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมในอดีต เพื่อหาค่าอัตราส่วนความถี่และค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย โดยข้อมูลน้ำท่วมในอดีตร้อยละ 70 ใช้เป็นพื้นที่ตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ และข้อมูลร้อยละ 30 ใช้เป็นพื้นที่ทดสอบ ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมตัวอย่างจะนำมาวิเคราะห์ค่าคะแนนความสัมพันธ์กับแต่ละช่วงชั้นปัจจัย ทั้งด้วยวิธีการ FR และ RFR จากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์ซ้อนทับเพื่อจัดทำเป็นแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำมาก ระดับต่ำ ระดับปานกลาง ระดับสูงและระดับสูงมาก ผลการศึกษา พบว่า วิธีการ FR ให้ผลลัพธ์พื้นที่อ่อนไหวระดับสูงมาก 42.8094 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 24.6809 ของพื้นที่

ทั้งหมด ส่วนวิธีการ RFR ให้ผลลัพธ์พื้นที่อ่อนไหวระดับสูงมาก 48.9114 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 28.1989 นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ RFR พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ ความสูงภูมิประเทศ ระยะห่างจากแม่น้ำ และการระบายน้ำของดิน ตามลำดับ ส่วนผลการประเมินประสิทธิภาพของผลการวิเคราะห์ด้วยหาอัตราพื้นที่ใต้เส้นโค้ง พบว่า วิธีการ RFR มีค่าอัตราความสำเร็จร้อยละ 88.4687 และมีอัตราการคาดการณ์ร้อยละ 88.8565 ซึ่งสูงกว่าวิธีการ FR ที่มีค่าอัตราความสำเร็จร้อยละ 79.1719 และอัตราการคาดการณ์ร้อยละ 79.2925

คำสำคัญ: น้ำท่วม, ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, อัตราส่วนความถี่, ภัยธรรมชาติ

Abstract

The objective of this research was to apply geographic information system to analyze flood susceptibility in San Pa Tong District, Chiang Mai Province using frequency ratio (FR) and relative frequency ratio (RFR) methods. Ten flood causative factors were analyzed namely elevation, slope, curvature, topographic wetness index (TWI), rainfall, distance from the river, stream density, soil drainage, road density, and land use. The inventory flood data were randomly separated into 70% training data and 30% testing data. FR and RFR methods were applied to assign the correlation values between class factors and the flood training data. Then the flood susceptibility maps were prepared and classified into very low, low, moderate, high, and very high. The FR method results revealed that the study area was classified as a very high level of 42.8094 sq.km. (24.6809%) while the RFR method yielded a very high result of 48.9114 sq.km. (28.1989%). The result from RFR method also revealed that the three most influencing factors were elevation, distance from the river, and soil drainage. The validation results using the area under the curve (AUC) showed that the success and prediction rate of FR methods were 79.1719%, 79.2925%, respectively while the success and prediction rate of RFR method were 88.4687% and 88.8565%.

Keywords: flood, flood susceptibility, geographic information system, frequency ratio, natural hazard

บทนำ

น้ำท่วมเป็นภัยธรรมชาติที่ได้สร้างผลกระทบและความเสียหายมากที่สุดประเภทหนึ่ง จากรายงานสถิติภัยธรรมชาติทั่วโลก ขององค์กร Centre for Research on the Epidemiology of Disaster (CRED) ประเทศเบลเยี่ยม พบว่า เมื่อปี พ.ศ. 2562 น้ำท่วมเป็นภัยธรรมชาติประเภทที่เกิดขึ้นมากที่สุดจำนวน 194 เหตุการณ์ จากภัยธรรมชาติทั้งหมด จำนวน 396 เหตุการณ์ มีผู้เสียชีวิตทั้งสิ้น 5,110 คน และมีผู้ได้รับผลกระทบประมาณ 31 ล้านคน น้ำท่วม

 doi: 10.14416/j.appsci.2021.02.011

เป็นเหตุการณ์ที่ได้สร้างผลกระทบกับประเทศไทยทั้งด้านชีวิตและทรัพย์สิน สร้างความเสียหายกับอาคารบ้านเรือน เส้นทางคมนาคม ระบบโครงสร้างพื้นฐาน พื้นที่เกษตรกรรม เป็นต้น ดังเหตุการณ์น้ำท่วมในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2554 ซึ่งในแผนป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ พ.ศ. 2558 ได้ระบุไว้ว่าเหตุการณ์ดังกล่าวมีผู้เสียชีวิตมากถึง 1,020 คน มูลค่าความเสียหายทางเศรษฐกิจ 1.44 ล้านล้านบาท ทั้งนี้ น้ำท่วมมีสาเหตุหลัก จากการเกิดฝนตกหนักหรือฝนสะสมเป็นระยะเวลานาน ก่อให้เกิดรูปแบบของน้ำท่วมที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เช่น น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมฉับพลัน น้ำล้นตลิ่ง นอกจากนี้ ยังเกิดจากเหตุปัจจัยทางธรรมชาติที่เป็นปัจจัยเสริม ได้แก่ หย่อมความกดอากาศต่ำ พายุหมุนเขตร้อน ร่องมรสุม เป็นต้น (Laosuwan & Rotjanakusol, 2013)

การวางแผนป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย เพื่อรับมือกับน้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้นในพื้นที่ต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลและสารสนเทศเชิงพื้นที่เพื่อประกอบการวางแผนและการบริหารจัดการ ทั้งในระยะการเตรียมการป้องกัน ระยะการเกิดเหตุและระยะการฟื้นฟูหลังเกิดเหตุ ทั้งนี้ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (geographic information system: GIS) เป็นอีกหนึ่งเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของพื้นที่และสามารถนำมาจัดทำสารสนเทศเพื่อประกอบการตัดสินใจได้ ได้แก่ แผนที่ขอบเขตการเกิดน้ำท่วม แผนที่พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม การประเมินระดับความเสียหายจากน้ำท่วม เป็นต้น (Eksiripong & Jirakajohnkool, 2014; Laosuwan & Rotjanakusol, 2013; Duangpiboon et al., 2018)

การวิเคราะห์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (flood susceptibility analysis) เป็นกระบวนการศึกษาวิจัยที่ใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างแผนที่พื้นที่อ่อนไหวและวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการเกิดภัยธรรมชาติ มีการนำมาประยุกต์ใช้ศึกษาหาพื้นที่อ่อนไหวต่อทั้งการเกิดดินถล่มและการเกิดน้ำท่วม วิธีการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพวิธีการหนึ่ง ได้แก่ วิธีอัตราส่วนความถี่ (frequency ratio: FR) ซึ่งมีการศึกษาทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ (Anucharn & Iamchuen, 2017; Anucharn, 2019; Anucharn & Thongjit; 2020; Duangpiboon et al., 2018; Khosravi et al., 2016; Kongmuang et al., 2020; Paul et al., 2019; Tehrany et al., 2017) วิธีการ FR เป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อนและใช้เหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นในอดีตมาศึกษาความสัมพันธ์กับข้อมูลปัจจัยเชิงสาเหตุแต่ละปัจจัย อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้มียังข้อจำกัดที่ทำการเปรียบเทียบเฉพาะภายในปัจจัยเดียวกัน (Anucharn, 2019) โดยไม่ได้พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างปัจจัย ทั้งนี้ตัวอย่างงานวิจัยในประเทศไทยที่ใช้กระบวนการ FR ในการศึกษาเกี่ยวกับการเกิดน้ำท่วม ได้แก่ งานของ Anucharn & Iamchuen (2017) ศึกษาในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา งานของ Duangpiboon et al. (2018) ศึกษาในลุ่มน้ำคลองหลังสวน จังหวัดชุมพร งานของ Kongmuang et al.(2020) ศึกษาในอำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย รวมทั้งงานของ Anucharn & Thongjit (2020) ศึกษาในพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ที่ ซึ่งจะพบว่างานวิจัยที่ศึกษาในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยยังมีค่อนข้างน้อย นอกจากนี้ พบว่าได้มีการนำเสนอการวิเคราะห์ด้วยวิธีการอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency ratio: RFR) ในงานวิจัยในต่างประเทศโดยการปรับปรุงและลดข้อจำกัดจากวิธีการ FR ด้วยการเปรียบเทียบอิทธิพลและหาค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย (Acharya & Lee, 2019; Ullah & Zhang, 2020) จึงควรนำทั้งสองวิธีการมาทดลองศึกษา เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผลการวิจัย

 doi: 10.14416/j.appsci.2021.02.011

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงต้องการนำเสนอการศึกษาเชิงเปรียบเทียบการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมด้วยวิธีการอัตราส่วนความถี่ (FR) และวิธีการอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ (RFR) และใช้ปัจจัยในการวิเคราะห์เพิ่มเติม ได้แก่ ความโค้งภูมิประเทศ และดัชนีความชื้นภูมิประเทศ ซึ่งยังมีการนำไปทดลองวิเคราะห์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ภาคเหนือและในประเทศไทยไม่มากนัก อีกทั้งผู้วิจัยต้องการทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมเพื่อให้เข้าใจสภาพปัญหามากขึ้น โดยมุ่งหวังให้สามารถนำผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือไปใช้ในการวางแผนป้องกันและบรรเทาปัญหาน้ำท่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถนำกระบวนศึกษานี้ไปทดลองศึกษาวิจัยในพื้นที่อื่น การวิจัยนี้ทำการศึกษาในพื้นที่อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่สภาพภูมิประเทศที่เป็นที่ราบลุ่ม มีลำน้ำสายหลักไหลผ่านหลายสาย มีการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมซ้ำหลายครั้ง อีกทั้งสันป่าตองยังเป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่สำคัญของจังหวัดเชียงใหม่อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

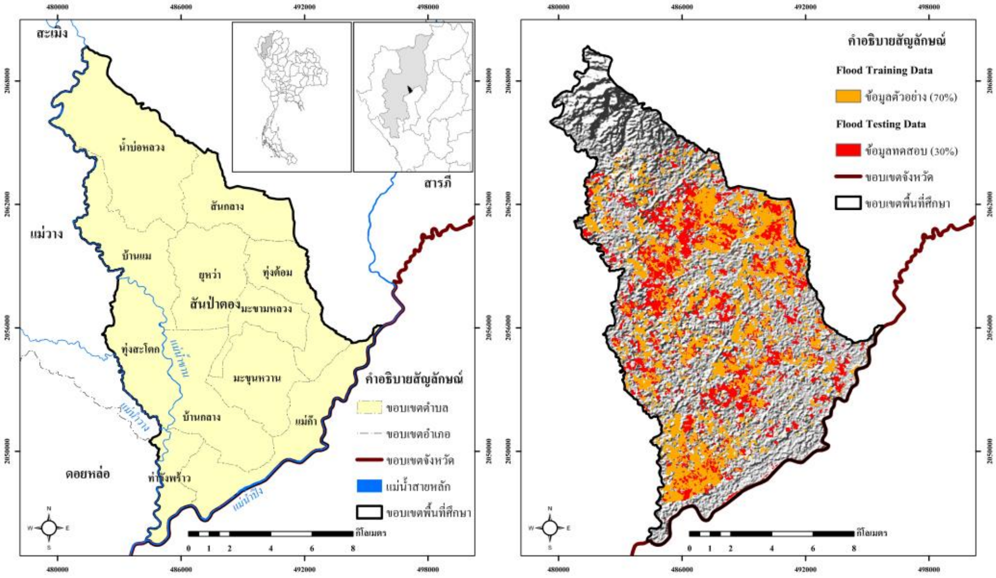
การวิจัยนี้ทำศึกษาในพื้นที่อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบไปด้วย 11 ตำบล ได้แก่ ตำบลยุหว่า ตำบลสันกลาง ตำบลท่าวังพร้าว ตำบลมะขามหลวง ตำบลแม่ก๊า ตำบลบ้านแม ตำบลบ้านกลาง ตำบลทุ่งสะโตก ตำบลทุ่งต้อม ตำบลน้ำบ่อหลวง และตำบลมะขุนหวาน ครอบคลุมพื้นที่ 173.45 ตารางกิโลเมตร (รูปที่ 1 ก) มีแม่น้ำสายหลักไหลผ่าน ได้แก่ แม่น้ำปิง แม่น้ำขาน แม่น้ำวาง การวิเคราะห์ดำเนินการโดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ประกอบด้วย ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมในอดีตจากปี พ.ศ. 2548-2562 จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (GISTDA) และวิเคราะห์ร่วมกันข้อมูลปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลการเกิดน้ำท่วมจำนวน 10 ปัจจัย ได้แก่ ความสูงภูมิประเทศ (elevation) ความลาดชัน (slope) ความโค้งภูมิประเทศ (curvature) ดัชนีความชื้นภูมิประเทศ (topographic wetness index: TWI) ปริมาณน้ำฝน (rainfall) ระยะห่างจากแม่น้ำ (distance from the river) ความหนาแน่นทางน้ำ (stream density) การระบายน้ำของดิน (soil drainage) ความหนาแน่นถนน (road density) และการใช้ที่ดิน (land use)

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมในอดีต ซึ่งได้จาก ระบบ Thailand Flood Monitoring System จัดทำโดย GISTDA นำมาทำการจำแนกโดยการสุ่ม แบ่งเป็น ข้อมูลตัวอย่าง (training data) ร้อยละ 70 และข้อมูลทดสอบ (testing data) ร้อยละ 30 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่นิยมใช้ในการวิจัยมากที่สุด (Anucharn, 2019) โดยข้อมูลตัวอย่างร้อยละ 70 (รูปที่ 1 ข และรูปที่ 2) นำมาวิเคราะห์ซ้อนทับกับข้อมูล 10 ปัจจัย เพื่อคำนวณค่าความสัมพันธ์กับการเกิดน้ำท่วม และนำค่าที่ได้ไปกำหนดเป็นค่าคะแนนของปัจจัยจัยเพื่อใช้ในการซ้อนทับข้อมูลทั้ง 10 ปัจจัย พร้อมทั้งคำนวณเป็นค่าดัชนีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (flood susceptibility index : FSI) และทำการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำ

 doi: 10.14416/j.appsci.2021.02.011

ท่วม จากนั้นจึงทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์ด้วยการหาค่าพื้นที่ใต้เส้นโค้ง (area under the curve: AUC) ทั้งค่าอัตราความสำเร็จและอัตราการคาดการณ์ ดังกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์ (รูปที่ 2)



(ก) (ข)

รูปที่ 1 (ก) พื้นที่ศึกษาอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ (ข) ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมจำแนกเป็นข้อมูลตัวอย่างร้อยละ 70 (training data) และข้อมูลทดสอบร้อยละ 30 (testing data)

ข้อมูลปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์มีทั้งหมดจัดเตรียมในรูปแบบข้อมูลแบบราสเตอร์ มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ 30 เมตร x 30 เมตร ในกลุ่มชั้นข้อมูลที่เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขที่มีค่าต่อเนื่อง ได้แก่ ความสูงภูมิประเทศ ความลาดชัน ความโค้งภูมิประเทศ ดัชนีความชื้นภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน ความหนาแน่นทางน้ำ และ ความหนาแน่นถนน จะนำมาทำการจัดกลุ่มใหม่ด้วยวิธีการ Natural Breaks ในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการจำแนกที่ลดการขาดหายไปของบางช่วงชั้นจากการแบ่งกลุ่มแบบเท่ากัน และจัดกลุ่มตามความเหมาะสมของการกระจายของข้อมูล ข้อมูลและแหล่งข้อมูลทั้ง 10 ปัจจัยมีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (digital elevation model) ใช้ข้อมูล Global Digital Elevation Model Version 3 (GDEM 003) จากโครงการ The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) รายละเอียดเชิงพื้นที่ 30 เมตร x 30 เมตร นำมาใช้เตรียมข้อมูลปัจจัยความสูงภูมิประเทศ ปัจจัยความลาดชัน ปัจจัยความโค้งภูมิประเทศ และปัจจัยดัชนีความชื้นภูมิประเทศ ปัจจัยความสูงภูมิประเทศเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์การเกิดน้ำท่วมเนื่องจากน้ำจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ พื้นที่ที่มีความสูงจากระดับทะเลปานกลางต่ำ และมีความสามารถในการระบายน้ำต่ำ มีโอกาสเกิดน้ำท่วมมากกว่าพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลสูงกว่า ส่วน

Vol. 20 No. 2: 134-156 [2021]
doi: 10.14416/j.appsci.2021.02.011

ปัจจัยความลาดชันมีความสัมพันธ์กับการน้ำท่วม โดยพื้นที่ที่ความลาดชันสูงจะมีความสามารถในการระบายน้ำออกไปยังพื้นที่ต่ำกว่าได้ ส่วนพื้นที่ลาดชันต่ำมีสามารถระบายน้ำได้ยากกว่า จึงทำให้เกิดน้ำท่วมขังได้ง่าย (Anucharn, 2019, Duangpiboon et al., 2018) การศึกษาครั้งนี้ พื้นที่ศึกษาอยู่ในระดับความสูงตั้งแต่ 239 เมตร ถึง 640 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง ดังรูปที่ 3 (ก) และมีความลาดชันตั้งแต่ 0 องศา ถึง 43.1662 องศา ดังรูปที่ 3 (ข)

ปัจจัยความโค้งภูมิประเทศ และดัชนีความชื้นภูมิประเทศ เป็นปัจจัยที่มีการทำไปใช้เป็นตัวแปรการศึกษาด้านวิเคราะห์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (Khosravi et al., 2016; Tehrany et al., 2017) ปัจจัยความโค้งภูมิประเทศที่มีลักษณะเป็นพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบซึ่งมีช่วงค่าความโค้งภูมิประเทศใกล้กับค่าศูนย์ เป็นพื้นที่มีมีโอกาสเกิดน้ำท่วมได้สูงกว่าพื้นที่ลาดนูน และพื้นที่ลาดโค้ง (Khosravi et al., 2016) รูปที่ 3 (ค) ส่วนปัจจัยความชื้นภูมิประเทศ เป็นปัจจัยที่วิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศกับอัตราการไหลสะสม (flow accumulation) แสดงถึงแนวโน้มของการเกิดการไหลของน้ำลงสู่พื้นที่ที่ลาดเอียงต่ำ พื้นที่ที่มีค่า TWI สูงจึงมีโอกาสเกิดน้ำท่วมสูงเช่นกัน (Khosravi et al., 2016) พื้นที่ศึกษาที่ค่า TWI อยู่ในช่วง 3.5241 ถึง 23.8072 ดังรูปที่ 3 (ง)

ปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝน มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดน้ำท่วมเนื่องจากพื้นที่ที่มีฝนตกหนักหรือมีปริมาณน้ำฝนสะสมสูงย่อมมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ของสถานีตรวจวัดจำนวน 16 สถานีที่ตั้งอยู่บริเวณโดยรอบพื้นที่ศึกษาโดยเป็นข้อมูลเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2548-2562 จาก ศูนย์อุทกวิทยาชลประทาน ภาคเหนือตอนบน นำมาทำการประมาณค่าเชิงพื้นที่ด้วยวิธีการ inverse distance weighting (IDW) ซึ่งใช้การประมาณค่าปริมาณฝนของจุดที่ไม่ทราบค่าจากจุดอ้างอิงซึ่งอิทธิพลของจุดอ้างอิงจะลดลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น การประมาณค่าด้วยวิธีการนี้ได้ถูกใช้ในการศึกษาของ Ruthumnong (2017), Tehrany et al. (2017) และ Ullah & Zhang (2020) ซึ่งในการศึกษานี้พื้นที่ศึกษามีค่าปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 1,219.6664 ถึง 1,336.2390 มิลลิเมตรต่อปี ดังรูปที่ 3 (จ)

ปัจจัยด้านระยะห่างจากแม่น้ำเป็นอีกปัจจัยที่ความสัมพันธ์กับการเกิดน้ำท่วมเช่นกัน เนื่องจากพื้นที่ที่มีที่ตั้งใกล้กับแม่น้ำอาจจะได้รับผลกระทบจากน้ำล้นตลิ่ง หากเกิดฝนตกหนักจะเสี่ยงต่อการเกิดน้ำไหลบ่ามาจากพื้นที่สูงไหลลงมาตามทางน้ำและเข้าท่วมพื้นที่ข้างเคียงได้ (Duangpiboon et al., 2018) อีกทั้งยังเป็นปัจจัยที่เกี่ยวของกับความเร็วของกระแสน้ำและขอบเขตการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่อีกด้วย (Khosravi et al., 2016) การศึกษาครั้งนี้จำแนกระยะห่างจากแม่น้ำช่วงละ 500 เมตร ไปถึงระยะห่างมากกว่า 2,000 เมตร ดังรูปที่ 3 (ฉ)

ปัจจัยความหนาแน่นทางน้ำ เป็นการพิจารณาจากความยาวรวมของทางน้ำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็น กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร หากมีความหนาแน่นทางน้ำสูงจะส่งผลให้มีการระบายน้ำที่ดี ดังนั้นพื้นที่ที่มีค่าความแน่นทางน้ำต่ำจึงมีความเสี่ยงต่อการน้ำท่วมสูง (Anucharn, 2019; Duangpiboon et al., 2018) การศึกษาครั้งนี้จำแนกความหนาแน่นทางน้ำ 8 ระดับ ค่าต่ำสุด คือ 0 ไปถึงค่าสูงสุดที่ 4.6242 ดังรูปที่ 4 (ก)

การระบายน้ำของดินที่ดีส่งผลต่อความเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วมที่ต่ำกว่า หากพิจารณาจากการจำแนก ของกรมพัฒนาที่ดิน ดินที่มีคุณลักษณะที่ระบายน้ำค่อนข้างเลวหรือดินระบายน้ำเลวจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมที่

 doi: 10.14416/j.appsci.2021.02.011

สูงกว่า ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลชุดดิน (soil series) จาก กรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งในพื้นที่ศึกษามีคุณสมบัติของดินจำนวน 5 กลุ่ม ได้แก่ ดินระบายน้ำดี ดินระบายน้ำดีปานกลางถึงดี ดินระบายน้ำค่อนข้างเลว ดินระบายน้ำเลว และดินที่ไม่มีการสำรวจ (เป็นพื้นที่ชุมชนและที่สิ่งปลูกสร้าง) ดังรูปที่ 4 (ข)

ปัจจัยความหนาแน่นถนน มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดน้ำท่วมเนื่องจากมีลักษณะเป็นสิ่งกีดขวางการไหลของน้ำ พื้นที่ที่ความหนาแน่นถนนสูงอาจจะส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมได้ ปัจจัยนี้ ได้จากการวิเคราะห์ความหนาแน่นของข้อมูลถนน มีหน่วยเป็นกิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร มีค่าต่ำสุดที่ 0 และสูงสุดอยู่ที่ 14.8434 กิโลเมตร ต่อตารางกิโลเมตร ดังรูปที่ 4 (ค) ส่วนปัจจัยการใช้ที่ดิน เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วม ทั้งนี้พื้นที่ป่าไม้รวมทั้งพื้นที่ไม้ผล ไม้ยืนต้น จะช่วยในการดูดซับน้ำเอาไว้ได้ดี อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากการทำลายป่าจะส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมได้ (Anucharn, 2019; Duangpiboon et al., 2018) การวิจัยนี้ใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดินโดยนำมาจัดกลุ่มใหม่เป็น 7 กลุ่ม ได้แก่ 1) ป่าไม้ 2) นาข้าว/พืชไร่ 3) สวนผลไม้/ไม้ผล 4) เกษตรกรรมอื่น ๆ 5) ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 6) แหล่งน้ำ และ 7) พื้นที่เบ็ดเตล็ดและอื่น ๆ ดังรูปที่ 4 (ง)

2. วิธีการวิเคราะห์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม

ในส่วนการวิเคราะห์ค่าความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมจะดำเนินการใน 2 วิธีการ ได้แก่ วิธีอัตราส่วนความถี่ (frequency ratio: FR) และวิธีอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency ratio: RFR) ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทำให้ได้ค่าคะแนนของชั้นปัจจัยย่อย ส่วนวิธี RFR จะทำให้ได้ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัย และนำเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ซ้อนทับด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กระบวนการในการวิเคราะห์ แสดงในแผนผังรูปที่ 2 และมีรายละเอียดของวิธีการ ดังนี้

2.1 วิธีอัตราส่วนความถี่ (Frequency Ratio: FR)

วิธีการ FR เป็นการวิเคราะห์สถิติแบบสองทาง (bivariate statistic) ใช้หาสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นที่เหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในอดีตกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการการเกิดน้ำท่วม (Anucharn, 2019; Duangpiboon et al., 2018; Tehrany et al., 2017) เพื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะการเกิดน้ำท่วมในอดีต ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ต่าง ๆ ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน โดยคิดเป็นค่าคะแนนหรือ ค่า FR โดยที่ชั้นปัจจัยย่อยที่มีค่า FR สูงกว่า แสดงถึงมีความสัมพันธ์กับการเกิดน้ำท่วมที่สูงกว่า การคำนวณแสดงดังสมการ (1)

doi: 10.14416/j.appsci.2021.02.011

$$FR_{ij} = \frac{FC_{ij}}{FA_{ij}} \quad (1)$$

โดยที่ FR_{ij} คือ ค่าอัตราส่วนความถี่ของชั้นปัจจัยย่อยที่ i ของปัจจัยหลัก j คำนวณได้จาก ผลหารระหว่าง FC_{ij} และ FA_{ij} โดยที่ FC_{ij} คือ ค่าร้อยละของพื้นที่น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในชั้นปัจจัยย่อยที่ i ของปัจจัยหลัก j และ FA_{ij} คือ ค่าร้อยละของพื้นที่ศึกษาของชั้นปัจจัยย่อยที่ i ของปัจจัยหลัก j

เมื่อได้ค่า FR_{ij} ของแต่ละชั้นปัจจัยย่อยของแต่ละปัจจัยแล้ว นำค่าที่ได้ไปกำหนดคะแนนในแต่ละช่วงชั้นของปัจจัยทั้ง 10 ปัจจัย เพื่อใช้ซ้อนทับด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และได้เป็นค่าดัชนีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (flood susceptibility index: FSI) ของวิธีการ FR ดังสมการที่ (2) ซึ่งค่า FSI_{FR} คำนวณจากค่าผลรวมของค่า FR ของชั้นปัจจัยย่อยที่ i ของปัจจัย j โดย n คือ จำนวนปัจจัยทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์

$$FSI_{FR} = \sum_{j=1}^{n} FR_{ij} \quad (2)$$

ค่า FR ที่มีค่ามากกว่า 1 ขึ้นไป แสดงถึงกลุ่มชั้นหรือช่วงชั้นปัจจัยดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับการเกิดน้ำท่วมสูง พื้นที่ลักษณะดังกล่าวจะมีโอกาสเกิดน้ำท่วมได้สูง ในทางกลับกัน หากค่า FR มีค่าต่ำกว่า 1 แสดงว่าพื้นที่ดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับการเกิดน้ำท่วมต่ำ (Anucharn & Iamchuen, 2017; Duangpiboon et al., 2018) ดังนั้น ผลรวมของ FR จากทุกปัจจัยที่คำนวณเป็นค่าดัชนี FSI หากมีค่าดัชนีสูงจึงหมายถึง มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมสูงเช่นกัน

2.2 วิธีการอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ (Relative Frequency Ratio: RFR)

วิธีอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ (RFR) เป็นวิธีการคำนวณค่าความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่น้ำท่วมในอดีต กับปัจจัยเชิงสาเหตุของการเกิดน้ำท่วม (Acharya & Lee, 2019; Ullah & Zhang, 2020) และมีวิธีการคำนวณขั้นต้นเช่นเดียวกับวิธีการ FR แต่วิธีการ RFR ได้เพิ่มการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบอิทธิพลระหว่างปัจจัย ทำให้ได้ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยเพื่อนำใช้ในการคำนวณค่าดัชนี FSI การวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้จะนำค่า FR มาทำการปรับฐานข้อมูล (normalization) ให้อยู่ในช่วง 0-1 (ค่า Relative Frequency: RF) ซึ่งแสดงถึงค่าคะแนนความสัมพันธ์ต่อการเกิดน้ำท่วมในแต่ละชั้นปัจจัยย่อย โดยที่ 1 หมายถึง ค่าความสัมพันธ์ต่อการเกิดน้ำท่วมสูงสุด และ 0 หมายถึง ค่าความสัมพันธ์ต่อการเกิดน้ำท่วมต่ำสุด คำนวณดังสมการที่ (3)

Vol. 20 No. 2: 134-156 [2021]
doi: 10.14416/j.appsci.2021.02.011

$$RF = \frac{FR_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} FR_{ij}} \tag{3}$$

โดยที่ค่า RF คือ ค่าอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ ที่ได้จากปรับฐาน (Normalization) ค่า FR ให้ได้เป็นค่าความสัมพันธ์ต่อการเกิดน้ำท่วม มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ทั้งนี้คำนวณจากผลหารของค่า FR ของชั้นปัจจัยย่อยที่ i ของปัจจัย j หารด้วยผลรวมของค่า FR จากทุกชั้นปัจจัยในปัจจัยหลักนั้น ๆ และ m คือ จำนวนชั้นปัจจัยย่อยของปัจจัย j

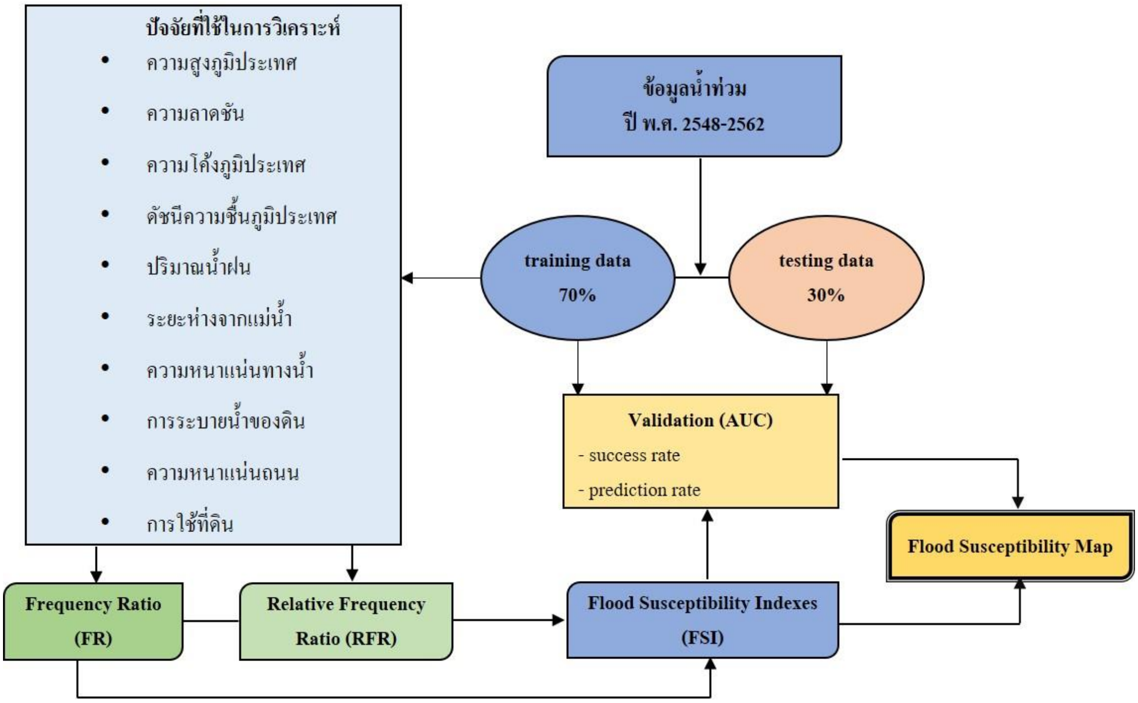
ในส่วนของค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย จะได้จากค่า RF ของแต่ละชั้นปัจจัยย่อย นำมาคำนวณเป็นค่าคาดการณ์ (prediction rate: PR) (Acharya & Lee, 2019; Ullah & Zhang, 2020) ทั้งนี้ค่า PR ได้จาก ค่าความแตกต่างระหว่างค่า RF สูงสุด กับค่า RF ต่ำสุดของแต่ละปัจจัย หารด้วย ค่าต่ำสุดของ ค่าผลต่างของ ค่า RF สูงสุด กับ ค่า RF ต่ำสุด ที่เปรียบเทียบจากทุกปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

$$PR = \frac{(RF_{max} - RF_{min})}{(RF_{max} - RF_{min})_{min}} \tag{4}$$

เมื่อได้ค่า RF และ ค่า PR ของแต่ละปัจจัยแล้ว นำมาหาค่าดัชนีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม หรือ FSI ดังสมการ (5) โดยคำนวณจากผลรวมของ ผลคูณระหว่างค่า RF ของชั้นปัจจัยย่อย กับ ค่า PR ซึ่งเป็นค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยนั้น ๆ (Ullah & Zhang, 2020)โดยที่ n คือ จำนวนปัจจัยทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา

$$FSI_{RFR} = \sum_{i=1}^{n} RF_i \times PR_i \tag{5}$$

ผลจากการวิเคราะห์ดัชนีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (FSI) จะนำเข้าสู่กระบวนการประเมินประสิทธิภาพและจัดทำเป็นแผนที่พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม ดังแผนผังกระบวนการวิเคราะห์ (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 แผนผังกระบวนการวิเคราะห์

2.3 การประเมินความสัมพันธ์ของผลการวิเคราะห์กับพื้นที่น้ำท่วม

ผลวิเคราะห์ดัชนีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมทั้งด้วยวิธีการ FR และ RFR จำเป็นจะต้องนำมาจัดกลุ่มใหม่เพื่อแบ่งระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม 5 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำมาก ระดับต่ำ ระดับปานกลาง ระดับมาก และระดับมากที่สุด ผลของการทำการจัดกลุ่มใหม่นำมาทำการเปรียบเทียบค่า relative flood density (RFD) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของพื้นที่ผลลัพธ์กับสัดส่วนของพื้นที่น้ำท่วม โดยนำเอาข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมทดสอบ 30% ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่ได้นำไปใช้ในการสร้างแบบจำลองมาใช้ในการวิเคราะห์ ทั้งนี้ หากผลการวิเคราะห์ค่า relative flood density ในระดับความอ่อนไหวระดับสูงและระดับสูงมากมีค่าผลรวมอยู่ในระดับสูง จะแสดงถึงความสอดคล้องกันระหว่างผลการวิเคราะห์หลังการจัดกลุ่มใหม่กับข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ และมีการนำไปใช้เพื่อการประเมินผลลัพธ์ในหลายงานวิจัย (Paul et al., 2019; Mersha & Meten, 2020) สามารถหาได้จากสมการ (6)

$$\text{relative flood density} = \frac{\text{ร้อยละของพื้นที่น้ำท่วมในระดับความอ่อนไหว}_i / \text{ร้อยละของพื้นที่ระดับความอ่อนไหว}_i}{\sum\left(\text{ร้อยละของพื้นที่น้ำท่วมในระดับความอ่อนไหว}_i / \text{ร้อยละของพื้นที่ระดับความอ่อนไหว}_i\right)} \times 100 \quad (6)$$

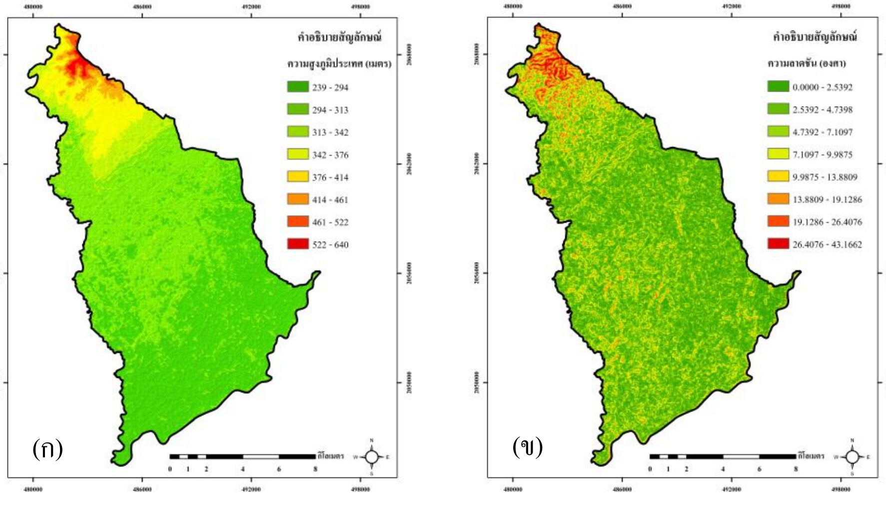
doi: 10.14416/j.appsci.2021.02.011

3. การประเมินประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ด้วยการหาพื้นที่ใต้เส้นโค้ง (area under the curve: AUC)

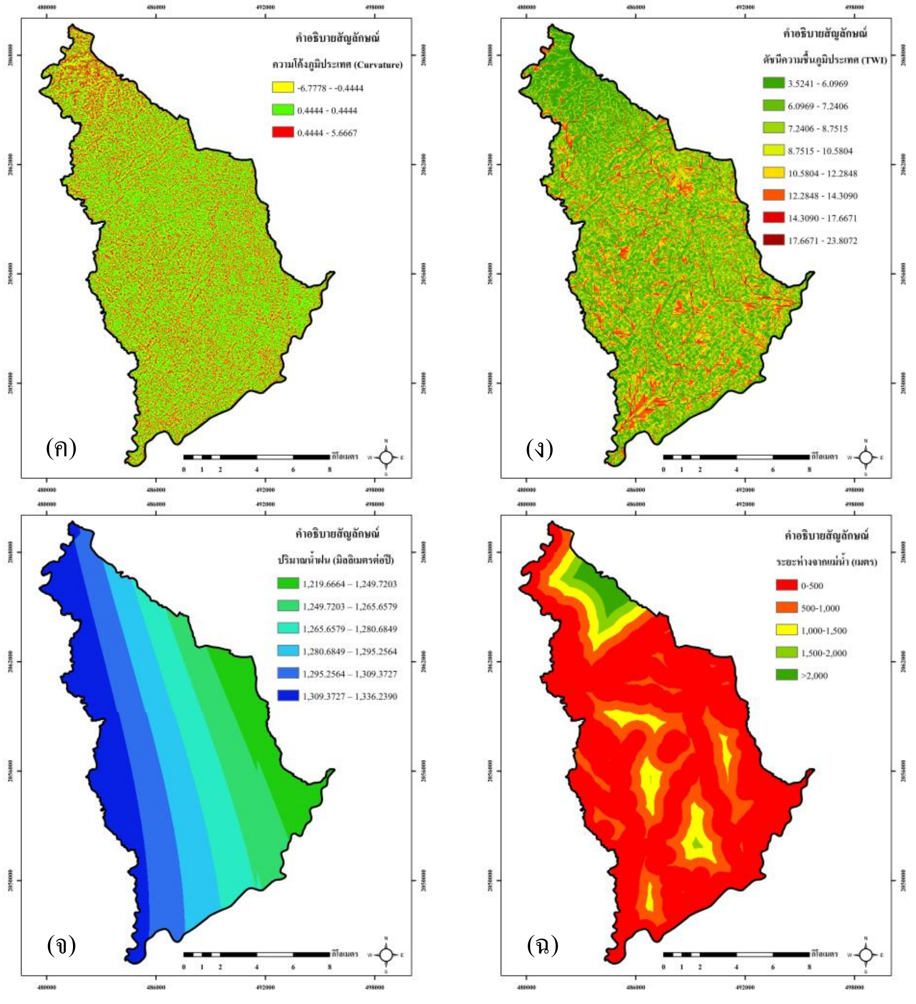
การประเมินประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอดีต โดยการนำผลลัพธ์ดัชนีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมแบ่งออกเป็น 100 ส่วน จัดเรียงจากดัชนีที่มีค่ามากที่สุดไปหาค่าน้อยที่สุด แบ่งเป็นช่วงชั้นที่ 1 ถึงช่วงชั้นที่ 100 จากนั้นจึงนำมาซ้อนทับกับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมในอดีต เพื่อวิเคราะห์ว่าข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมซ้อนทับตรงกันกับดัชนีความอ่อนไหวในช่วงใด โดยทำการประเมิน 2 วิธี ได้แก่ 1) การวัดอัตราความสำเร็จ (success rate) ได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมตัวอย่าง (training data) ร้อยละ 70 และ 2) การวัดอัตราการคาดการณ์ (prediction rate) ซึ่งได้จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมทดสอบ (testing data) ร้อยละ 30 ทั้งนี้ และทำการหาค่าอัตราพื้นที่ใต้เส้นโค้ง (AUC) โดยที่ค่า 1 หรือร้อยละ 100 จะแสดงถึงความถูกต้องสูงสุดที่เป็นไปได้

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วม (trainind data) กับปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมด้วยการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนความถี่ (FR) พบว่า ปัจจัยด้านความสูงภูมิประเทศ ช่วงชั้น 294-313 เมตร เป็นพื้นที่ที่มีน้ำท่วมมากที่สุด คิดเป็นค่า FR เป็น 1.1697 (ตารางที่ 1) รองลงมาเป็นช่วงชั้น 239-294 เมตร มีค่า FR เป็น 1.1291 ในขณะที่ความสูงมากกว่า 414 เมตร มีค่า FR เป็น 0 ซึ่งหมายถึงมีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมต่ำสุด ส่วนปัจจัยด้านความลาดชัน พบว่า ความลาดชันระดับ 0-2.5392 องศา มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด โดยมีค่า FR อยู่ที่ 1.1343 ในทางกลับกัน ความลาดชันที่สูงกว่า 26.4076 องศา มีค่า FR เป็น 0 เนื่องจากไม่ปรากฏพื้นที่น้ำท่วมในลักษณะดังกล่าว ปัจจัยต่อมา ได้แก่ ปัจจัยความโค้งภูมิประเทศ พบว่า พื้นที่ที่มีค่าความโค้ง -0.444-0.4444 หรือระดับราบเรียบ (flat) มีค่า FR เป็น 1.0320

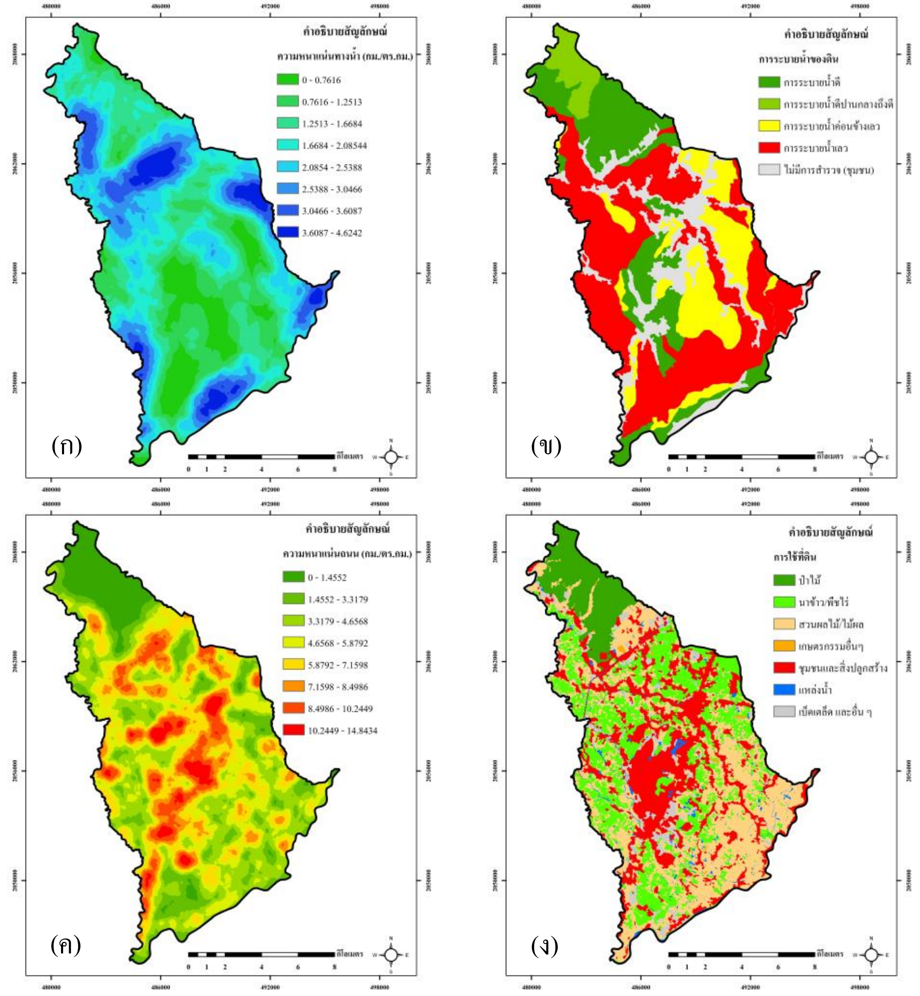


Vol. 20 No. 2: 134-156 [2021]
doi: 10.14416/j.appsci.2021.02.011



รูปที่ 3 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ (ก) ความสูงภูมิประเทศ (ข) ความลาดชัน (ค) ความโค้งภูมิประเทศ (ง) ดัชนีความชื้นภูมิประเทศ (จ) ปริมาณน้ำฝน และ (ฉ) ระยะห่างจากแม่น้ำ

 doi: 10.14416/j.appsci.2021.02.011



รูปที่ 4 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ (ก) ความหนาแน่นทางน้ำ (ข) การระบายน้ำของดิน (ค) ความหนาแน่นถนน และ (ง) การใช้ที่ดิน

ปัจจัยด้านดัชนีความชื้นภูมิประเทศ (TWI) พบว่า ช่วงชั้นที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมสูงสุด ได้แก่ 17.6671-23.8072 มีค่า FR เป็น 1.3510 และยังพบว่าช่วงชั้นที่มีค่า TWI สูงจะมีค่า FR สูงแปรผันตามกัน ปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝน พบว่า ช่วงชั้นปริมาณน้ำฝนที่ 1,219.6664-1,249.7203 มิลลิเมตรต่อปี มีค่า FR สูงที่สุดที่ 1.3207 ด้านระยะห่างจากแม่น้ำ พบว่า พื้นที่ที่อยู่ใกล้แม่น้ำมากจะมีค่า FR สูง ระยะห่าง 500-1,000 เมตร มีค่า FR เป็น 1.0558 ส่วนระยะ 0-500 เมตร มีค่า FR เป็น 1.0489 ในขณะเดียวกัน พื้นที่ที่อยู่ห่างไกลจากแม่น้ำระยะ 2,000 เมตรขึ้นไป มีค่า FR เป็น 0 หรือมีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมต่ำ ปั จจัยต่อมาเป็นปัจจัยด้านความหนาแน่นของทาง

 doi: 10.14416/j.appsci.2021.02.011

น้ำ พบว่า ช่วงชั้นความหนาแน่นของทางน้ำ 0-0.7616 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร มีค่า FR สูงสุดที่ 1.3404 รองลงมาได้แก่ ช่วงชั้น 2.5388-3.0466 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร มีค่า FR เป็น 1.1099

ปัจจัยด้านการระบายน้ำของดิน พบว่า ดินที่มีการระบายน้ำค่อนข้างเลว และดินที่มีการระดับน้ำเลว มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมสูง โดยมีค่า FR อยู่ที่ 1.2917 และ 1.2473 ตามลำดับ ในขณะที่ดินที่มีการระบายน้ำดี มีค่า FR เป็น 0 อีกปัจจัยหนึ่ง ได้แก่ ปัจจัยด้านความหนาแน่นถนน พบว่า ช่วงชั้นที่ 1.4552-3.3179 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร มีค่า FR สูงสุดที่ 1.3448 และปัจจัยสุดท้ายได้แก่ ปัจจัยด้านการใช้ที่ดิน พบว่า กลุ่มการใช้ประเภทที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมสูงสุด ได้แก่ พื้นที่นาข้าว/พืชไร่ มีค่า FR สูงถึง 1.7463 แสดงถึงการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่เหล่านี้เป็นสัดส่วนค่อนข้างสูง ส่วนกลุ่มประเภทการใช้ที่ดินที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมต่ำสุด ได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ ซึ่งมีค่า FR อยู่ที่ 0.1644

การวิเคราะห์ความอ่อนไหวด้วยวิธีการอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency ratio: RFR) ได้ผลลัพธ์ค่า RF ที่ได้จากการปรับฐานค่า FR ให้อยู่ในช่วง 0-1 ได้ผลลัพธ์แต่ละช่วงชั้นปัจจัยดังตารางที่ 1 และจากการวิเคราะห์ค่า PR ซึ่งแสดงค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด ได้แก่ ปัจจัยความสูงภูมิประเทศ มีค่า PR เป็น 14.3180 (ตารางที่ 1) รองลงมา ได้แก่ ปัจจัยระยะห่างจากแม่น้ำ มีค่า PR เป็น 12.6181 และการระบายน้ำของดิน มีค่า PR เป็น 12.3270 ส่วนปัจจัยอื่น ๆ มีอิทธิพลรองลงมาตามลำดับ ได้แก่ การใช้ที่ดิน ความลาดชัน ความหนาแน่นถนน ปริมาณน้ำฝน ดัชนีความชื้นภูมิประเทศ ความหนาแน่นทางน้ำ และความโค้งภูมิประเทศ มีค่า PR เป็น 12.3270, 9.9368, 8.7732, 5.9499, 3.3671, 2.8949, 2.3703 และ 1 ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวที่เป็นค่าคะแนนของแต่ละปัจจัย ได้นำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อทำการซ้อนทับด้วยการทำ Map Algebra ด้วยการซ้อนทับข้อมูลจากทั้ง 10 ปัจจัย ทำให้ได้เป็นค่าดัชนีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (FSI) จาก 2 ทั้งวิธีการ FR และ RFR คำนวณตามดังสมการ (7) และ (8) ซึ่งวิธีการ RFR ได้มีการคูณค่าคะแนนด้วยค่าถ่วงน้ำหนักจาก 10 ปัจจัยดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 ผลที่ได้มาจัดกลุ่มใหม่ (reclassification) แบ่งเป็นระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม 5 ระดับ ด้วยวิธีการจัดกลุ่มแบบ Natural Breaks แบ่งระดับความอ่อนไหว เป็น 5 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับต่ำมาก 2) ระดับต่ำ 3) ระดับปานกลาง 4) ระดับสูง และ 5) ระดับสูงมาก (ตารางที่ 2)

$$FSI_{FR} = FR_{\text{ความสูงภูมิประเทศ}} + FR_{\text{ความลาดชัน}} + FR_{\text{ความโค้งภูมิประเทศ}} + FR_{\text{ดัชนีความชื้นภูมิประเทศ}} + FR_{\text{ปริมาณน้ำฝน}} + FR_{\text{ระยะห่างจากแม่น้ำ}} + FR_{\text{ความหนาแน่นทางน้ำ}} + FR_{\text{การระบายน้ำของดิน}} + FR_{\text{ความหนาแน่นถนน}} + FR_{\text{การใช้ที่ดิน}} \quad (7)$$

$$FSI_{RFR} = (RF_{\text{ความสูงภูมิประเทศ}} \times 14.3180) + (RF_{\text{ความลาดชัน}} \times 8.7732) + (RF_{\text{ความโค้งภูมิประเทศ}} \times 1.00) + (RF_{\text{ดัชนีความชื้นภูมิประเทศ}} \times 2.8949) + (RF_{\text{ปริมาณน้ำฝน}} \times 3.3671) + (RF_{\text{ระยะห่างจากแม่น้ำ}} \times 12.6181) + (RF_{\text{ความหนาแน่นทางน้ำ}} \times 2.3703) + (RF_{\text{การระบายน้ำของดิน}} \times 12.3270) + (RF_{\text{ความหนาแน่นถนน}} \times 5.9499) + (RF_{\text{การใช้ที่ดิน}} \times 9.9368) \quad (8)$$

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่า FR, RF และ PR

ปัจจัย	กลุ่ม/ช่วงชั้นของปัจจัย	พื้นที่ศึกษา (ร้อยละ)	พื้นที่เกิดน้ำท่วม (ร้อยละ)	วิธีการ FR	วิธีการ RFR	
				FR	RF	PR
ความสูงภูมิประเทศ (elevation) (หน่วย: เมตร)	239 - 294	43.3693	48.9682	1.1291	0.3626	14.3180
	294 - 313	39.6038	46.3237	1.1697	0.3756	
	313 - 342	6.8507	3.2129	0.4690	0.1506	
	342 - 376	4.3534	1.4776	0.3394	0.1090	
	376 - 414	2.6650	0.0177	0.0066	0.0021	
	414 - 461	1.9344	0.0000	0.0000	0.0000	
	461 - 522	0.8209	0.0000	0.0000	0.0000	
	522 - 640	0.4026	0.0000	0.0000	0.0000	
ความลาดชัน (slope) (หน่วย: องศา)	0.0000 - 2.5392	25.7669	29.2263	1.1343	0.2302	8.7732
	2.5392 - 4.7398	33.2164	36.6371	1.1030	0.2238	
	4.7392 - 7.1097	21.4203	21.7373	1.0148	0.2059	
	7.1097 - 9.9875	10.9737	9.1435	0.8332	0.1691	
	9.9875 - 13.8809	4.8276	2.6875	0.5567	0.1130	
	13.8809 - 19.1286	2.1331	0.5153	0.2416	0.0490	
	19.1286 - 26.4076	1.1950	0.0530	0.0444	0.0090	
	26.4076 - 43.1662	0.4670	0.0000	0.0000	0.0000	
ความโค้งภูมิประเทศ (curvature)	-6.7778 - -0.4444	27.1326	26.4757	0.9758	0.3294	1.0000
	-0.4444 - 0.4444	51.3403	52.9817	1.0320	0.3484	
	0.4444 - 5.6667	21.5272	20.5425	0.9543	0.3222	
ดัชนีความชื้นภูมิประเทศ (TWI)	3.5241 - 6.0969	19.4958	13.1444	0.6742	0.0757	2.8949
	6.0969 - 7.2406	28.9985	27.7992	0.9586	0.1076	
	7.2406 - 8.7515	17.3808	17.9283	1.0315	0.1158	
	8.7515 - 10.5804	11.5237	12.3210	1.0692	0.1200	
	10.5804 - 12.2848	11.4443	14.1547	1.2368	0.1388	
	12.2848 - 14.3090	7.5159	9.9644	1.3258	0.1488	
	14.3090 - 17.6671	2.6613	3.3644	1.2642	0.1419	
	17.6671 - 23.8072	0.9796	1.3235	1.3510	0.1516	
ปริมาณน้ำฝน (rainfall) (หน่วย: มิลลิเมตร)	1,219.6664 – 1,249.7203	11.0407	14.5816	1.3207	0.2155	3.3671
	1,249.7203 – 1,265.6579	15.3681	13.8895	0.9038	0.1475	
	1,265.6579 – 1,280.6849	16.0670	18.3350	1.1412	0.1862	
	1,280.6849 – 1,295.2564	17.9578	14.9807	0.8342	0.1361	
	1,295.2564 – 1,309.3727	19.9254	22.9067	1.1496	0.1876	
	1,309.3727 – 1,336.2390	19.6410	15.3065	0.7793	0.1272	

Vol. 20 No. 2: 134-156 [2021]
doi: 10.14416/j.appsci.2021.02.011

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่า FR, RF และ PR (ต่อ)

ปัจจัย	กลุ่ม/ช่วงชั้นของปัจจัย	พื้นที่ศึกษา (ร้อยละ)	พื้นที่เกิดน้ำท่วม (ร้อยละ)	วิธีการ FR	วิธีการ RFR	
				FR	RF	PR
ระยะห่างจากแม่น้ำ (distance from the river) (หน่วย: เมตร)	0-500	67.1712	70.4554	1.0489	0.3289	12.6181
	500-1,000	21.1940	22.3763	1.0558	0.3310	
	1,000-1,500	7.3717	6.8147	0.9244	0.2899	
	1,500-2,000	2.2083	0.3536	0.1601	0.0502	
	>2,000	2.0548	0.0000	0.0000	0.0000	
ความหนาแน่นทางน้ำ (Stream Density) (หน่วย: กม./ตร.กม.)	0.0000 - 0.7616	10.3002	13.8062	1.3404	0.1626	2.3703
	0.7616 - 1.2513	17.8909	16.9786	0.9490	0.1151	
	1.2513 - 1.6684	19.3645	17.3449	0.8957	0.1087	
	1.6684 - 2.0854	17.4841	14.4730	0.8278	0.1004	
	2.0854 - 2.5388	14.6271	15.7132	1.0742	0.1303	
	2.5388 - 3.0466	9.3216	10.3458	1.1099	0.1346	
	3.0466 - 3.6087	7.1039	7.4310	1.0460	0.1269	
	3.6087 - 4.6242	3.9077	3.9075	0.9999	0.1213	
การระบายน้ำของดิน (soil drainage)	ดี	21.1530	10.9974	0.5199	0.1302	12.3270
	ดีปานกลางถึงดี	4.3072	0.0000	0.0000	0.0000	
	ค่อนข้างเลว	17.0332	22.0025	1.2917	0.3234	
	เลว	42.3554	52.8302	1.2473	0.3123	
	ไม่มีการสำรวจ	15.1512	14.1699	0.9352	0.2341	
ความหนาแน่นถนน (road density) (หน่วย:กม./ตร.กม.)	0.0000 - 1.4552	8.7493	1.5054	0.1721	0.0229	5.9499
	1.4552 - 3.3179	12.0239	16.1703	1.3448	0.1790	
	3.3179 - 4.6568	23.5378	25.0183	1.0629	0.1415	
	4.6568 - 5.8792	20.5055	22.2500	1.0851	0.1444	
	5.8792 - 7.1598	15.4029	15.9051	1.0326	0.1374	
	7.1598 - 8.4986	10.3319	10.4797	1.0143	0.1350	
	8.4986 - 10.2449	7.0510	6.5949	0.9353	0.1245	
	10.2449 - 14.8434	2.3977	2.0762	0.8659	0.1153	
การใช้ที่ดิน (land use)	ป่าไม้	9.4176	1.5483	0.1644	0.0271	9.9368
	นาข้าว/พืชไร่	25.1209	43.8686	1.7463	0.2878	
	สวนผลไม้/ไม้ผล	33.6393	24.2050	0.7195	0.1186	
	เกษตรกรรมอื่น ๆ	0.3845	0.3258	0.8474	0.1397	
	ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	23.9612	23.9322	0.9988	0.1646	
	แหล่งน้ำ	2.1746	1.6115	0.7410	0.1221	
	พื้นที่เบ็ดเตล็ดและอื่น ๆ	5.3019	4.5086	0.8504	0.1401	

ผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวด้วยวิธีการ FR พบว่า พื้นที่อำเภอสันป่าตองจัดอยู่ในพื้นที่อ่อนไหวระดับสูงมาก 42.8094 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 24.6809 ของพื้นที่ทั้งหมด (ตารางที่ 2) ระดับสูง 71.9910

ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 41.5050 ระดับปานกลาง 36.3816 ตารางกิโลเมตร ระดับต่ำ 10.2303 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 5.8981 และระดับต่ำมาก 12.0393 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 6.9410 โดยพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวระดับสูงมากอยู่บริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือ และด้านตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ ส่วนพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวระดับต่ำมากอยู่บริเวณด้านทิศเหนือของพื้นที่ ดังรูปที่ 5

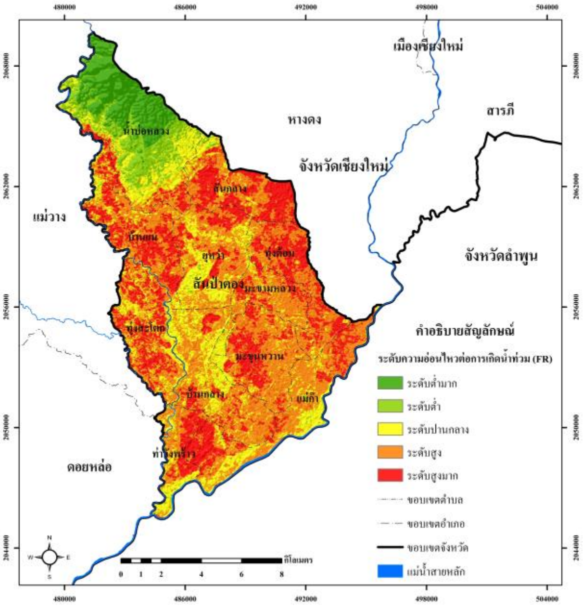
ในส่วนผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ RFR พบว่า พื้นที่ที่อยู่ในระดับความอ่อนไหวสูงมากมีทั้งสิ้น 48.9114 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 28.1989 ระดับสูง 94.2597 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 54.3435 ระดับปานกลาง 13.8933 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 8.0099 ระดับต่ำ 7.9497 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 4.5832 และระดับต่ำมาก 8.4375 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 4.8645 พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมในระดับสูงมากกระจายอยู่ในพื้นที่ด้านตะวันตก ตะวันออกเฉียงเหนือ และตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ ดังรูปที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ FR พบว่า วิธี RFR ให้ผลลัพธ์พื้นที่อ่อนไหวระดับสูงมากและระดับสูง คิดเป็นพื้นที่รวมมากกว่า โดย 2 ระดับดังกล่าวคิดเป็นพื้นที่รวม ถึงร้อยละ 82.5424 ในขณะที่วิธีการ FR คิดเป็นพื้นที่รวม 2 ระดับเป็น ร้อยละ 66.1859 (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ เมื่อนำข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมดเมื่อปี พ.ศ. 2548, 2552, 2553 และ 2554 มาวิเคราะห์ด้วยการซ้อนทับ พบว่า วิธีการ RFR มีผลการวิเคราะห์ที่สอดคล้องกับพื้นที่น้ำท่วมมากกว่าวิธีการ FR ทั้งนี้ วิธีการ RFR พื้นที่น้ำท่วมซ้อนทับตรงกันกับพื้นที่อ่อนไหวระดับสูงมากร้อยละ 49.7149 ของพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมด และอยู่ในระดับอ่อนไหวสูง คิดเป็นร้อยละ 45.3626 ในขณะที่วิธีการ FR พื้นที่น้ำท่วมในอดีตซ้อนทับตรงกันกับพื้นที่อ่อนไหวระดับสูงมากและระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 44.2556 และ 38.2412 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม และผลการเปรียบเทียบพื้นที่น้ำท่วม และพื้นที่น้ำท่วมทดสอบจำแนกตามระดับความอ่อนไหว

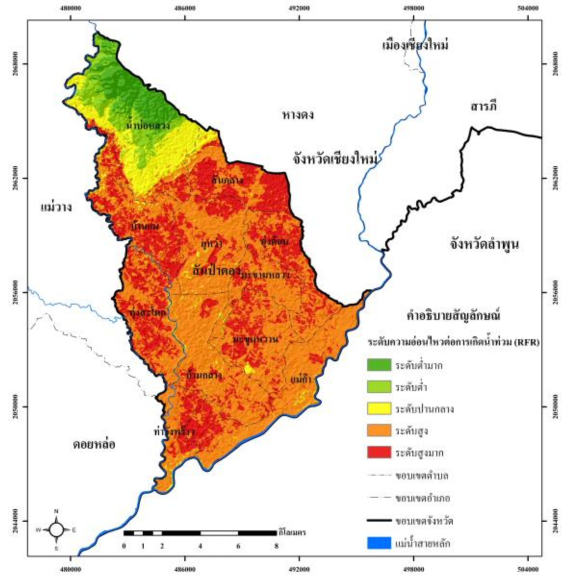
วิธีการวิเคราะห์	**ระดับความอ่อนไหว**	**พื้นที่ทั้งหมด**		**พื้นที่น้ำท่วมทั้งหมด**		**พื้นที่น้ำท่วมทดสอบ**		
		ตร.กม.	**ร้อยละ**	**ตร.กม.**	**ร้อยละ**	**ตร.กม.**	**ร้อยละ**	**RFD***
อัตราส่วนความถี่ (FR)	ระดับต่ำมาก	12.0393	6.9410	0.0675	0.1137	0.0162	0.0682	0.2594
	ระดับต่ำ	10.2303	5.8981	1.3104	2.2080	0.4452	1.8882	8.4444
	ระดับปานกลาง	36.3816	20.9751	9.0099	15.1815	3.6612	15.4243	19.3967
	ระดับสูง	71.9910	41.5050	22.6953	38.2412	8.9847	37.8517	24.0553
	ระดับสูงมาก	42.8094	24.6809	26.2647	44.2556	10.6263	44.7676	47.8442
	รวม	**173.4516**	**100.0000**	**59.3478**	**100.0000**	**23.7366**	**100.0000**	**100.0000**
อัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ (RFR)	ระดับต่ำมาก	8.4375	4.8645	0.0162	0.0273	0.0081	0.0341	0.2152
	ระดับต่ำ	7.9497	4.5832	0.3996	0.6733	0.0855	0.0302	2.4111
	ระดับปานกลาง	13.8933	8.0099	2.5056	4.2219	1.0584	4.4589	17.0780
	ระดับสูง	94.2597	54.3435	26.9217	45.3626	10.5291	44.3581	25.0413
	ระดับสูงมาก	48.9114	28.1989	29.5047	49.7149	12.0555	50.7887	55.2544
	รวม	**173.4516**	**100.0000**	**59.3478**	**100.0000**	**23.7366**	**100.00**	**100.0000**

Vol. 20 No. 2: 134-156 [2021]
doi: 10.14416/j.appsci.2021.02.011

*RFD คือ ค่า relative flood density (RFD) คำนวณได้จากสมการ (6)



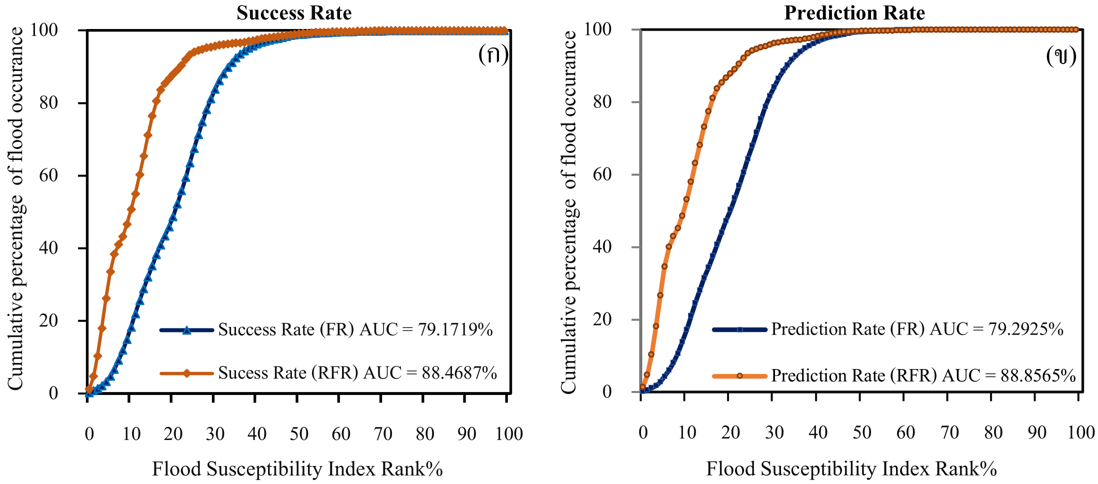
รูปที่ 5 แผนที่พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมด้วยวิธีการอัตราส่วนความถี่ (frequency ratio: FR)



รูปที่ 6 แผนที่พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency ratio: RFR)

การประเมินความสัมพันธ์ของผลการวิเคราะห์กับพื้นที่น้ำท่วมทดสอบ จากค่า relative flood density (RFD) ผลการวิเคราะห์พบว่า ผลลัพธ์ของระดับความอ่อนไหวสูงมากและสูงจากวิธีการ RFR มีค่าความสัมพันธ์ที่ 55.2544 และ 25.0413 รวมเป็น 80.2957 (ตารางที่ 2)ในขณะที่ ผลลัพธ์ของระดับความอ่อนไหวสูงมากและสูงจากวิธีการ FR ให้ผลลัพธ์ค่าความสัมพันธ์ RFD ที่ 47.8442 และ 24.0553 คิดเป็นผลรวม 71.8995 ซึ่งเห็นได้ว่า วิธีการ RFR ให้ผลความสัมพันธ์กับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมทดสอบสูงกว่าวิธีการ FR นอกจากนี้ ผลการซ้อนทับผลลัพธ์จากวิธีการ RFR กับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมทดสอบ พบว่า มีความสอดคล้องกันกับระดับความอ่อนไหวสูงมากร้อยละ 50.7887 ระดับสูง 44.3581 รวมเป็น ร้อยละ 95.1468 ส่วนวิธีการ FR มีผลลัพธ์ที่ระดับความอ่อนไหวสูงมากที่ร้อยละ 44.7676 และระดับอ่อนไหวสูง ร้อยละ 37.8517 รวมเป็น ร้อยละ 82.6193 ของพื้นที่น้ำท่วมทดสอบทั้งหมด

การประเมินประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ ด้วยการหาพื้นที่ใต้เส้นโค้ง (AUC) โดยประเมินค่าอัตราความสำเร็จ (success rate) จากการทดสอบด้วยข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมตัวอย่าง (training data) ร้อยละ 70 และ ประเมินอัตราการคาดการณ์ (prediction rate) ทดสอบข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมทดสอบ (testing data) ร้อยละ 30 ผลการประเมินพบว่า วิธีการ RFR มีประสิทธิภาพของการวิเคราะห์สูงกว่าวิธีการ FR โดยวิธี RFR มีอัตราความสำเร็จ ร้อยละ 88.4687 และอัตราการคาดการณ์ ที่ร้อยละ 88.8565 ในขณะที่วิธีการ FR มีอัตราความสำเร็จร้อยละ 79.1719 และมีอัตราการคาดการณ์ ที่ร้อยละ 79.2925 ดังรูปที่ 7 (ก) และ (ข)



รูปที่ 7 (ก) การประเมินอัตราความสำเร็จ (success rate) และ (ข) การประเมินอัตราการคาดการณ์ (prediction rate)

ในด้านกระบวนการวิเคราะห์จะเห็นว่าการศึกษาครั้งนี้ พบว่า วิธีการ RFR ให้ผลลัพธ์ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษานี้สูงกว่าวิธีการ FR อีกทั้งยังสามารถแสดงค่าระดับอิทธิพลของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วม ซึ่งการวิจัยนี้พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมค่อนข้างสูง ได้แก่ กลุ่มปัจจัยด้านภูมิประเทศ โดยเฉพาะ ความสูงภูมิประเทศ ความลาดชัน ซึ่งมีค่า PR ที่ 14.318 และ 8.7732

สอดคล้องกับ งานของ Ullah & Zhang (2020) ที่พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมในลุ่มน้ำ Panjkora ประเทศปากีสถาน เป็นกลุ่มปัจจัยด้านภูมิประเทศเช่นกัน ในส่วนปัจจัยที่ผู้วิจัยทดลองนำมาใช้ศึกษาเพิ่มเติม ผู้วิจัยเห็นว่า ปัจจัยดัชนีความชื้นภูมิประเทศ (TWI) เป็นปัจจัยที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับการเกิดน้ำท่วม โดยจะเห็นว่ามีความสัมพันธ์ทางบวกกับการเกิดน้ำท่วม กล่าวคือ ค่า FR และค่า RF มีแนวสูงขึ้นเมื่อดัชนี TWI มีค่าสูง สอดคล้องกับ Khosravi et al. (2016) และ Ullah & Zhang (2020) เช่นกัน ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาค่อนข้างสูง ได้แก่ ปัจจัยระยะห่างจากแม่น้ำ การระบายน้ำของดิน และการใช้ที่ดิน ซึ่งมีค่า PR ที่ 12.6181, 12.3270 และ 9.9368 ตามลำดับ จึงควรพิจารณานำปัจจัยเหล่านี้ไปใช้ทดลองศึกษาในพื้นที่อื่นเช่นกัน ด้านปัจจัยความหนาแน่นของถนนเป็นปัจจัยเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วมได้เช่นกันเนื่องจากการสร้างถนนสูงจะมีลักษณะเป็นสิ่งกีดขวางทางน้ำดังนั้นการก่อสร้างถนนควรพิจารณาออกแบบด้านประสิทธิภาพในการระบายน้ำโดยเฉพาะบริเวณที่เป็นที่ลุ่มต่ำ

ปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยที่การศึกษาครั้งนี้ได้ผลลัพธ์ค่าอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมค่อนข้างต่ำ ซึ่งเกิดจากพื้นที่ศึกษามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันมากนัก จึงเกิดน้ำท่วมทั้งในพื้นที่ที่ฝนตกมากและฝนตกน้อย นอกจากนี้ น้ำที่ท่วมในพื้นที่ส่วนหนึ่งมากจากน้ำจากพื้นที่ต้นน้ำทางทิศเหนือและทิศตะวันตกของพื้นที่และไหลผ่านลำน้ำสายหลักลงสูงที่ราบลุ่มในพื้นที่ศึกษา อย่างไรก็ตามการวิจัยในขนาดพื้นที่ศึกษาที่ใหญ่กว่า เช่น ระดับลุ่มน้ำหรือในระดับภูมิภาค ปัจจัยปริมาณน้ำฝนจะสามารถแสดงลักษณะการกระจายเชิงพื้นที่ของปัจจัยปริมาณน้ำฝนได้เด่นชัดกว่า ส่วนข้อจำกัดด้านตำแหน่งการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนที่กระจายอยู่ห่างกันมากก็อาจจะเป็นเงื่อนไขที่ทำให้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนมีความคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริงได้เช่นกัน ดังงานของ Anucharn & Iamchuen (2017) ที่ไม่นำปัจจัยปริมาณน้ำฝนมาร่วมพิจารณาในการวิเคราะห์ อีกปัจจัยที่ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมต่ำ ได้แก่ ความโค้งภูมิประเทศ ซึ่งในพื้นที่ศึกษามีสัดส่วนพื้นที่ของลักษณะความโค้งภูมิประเทศที่ใกล้เคียงกัน ทั้งพื้นที่ราบ พื้นที่ลาดเว้า และลาดนูน จึงไม่ปรากฏความสัมพันธ์กับการเกิดน้ำท่วมที่เด่นชัด

ในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยสามารถนำวิธีการ FR และ RFR ไปประยุกต์ใช้ศึกษาในพื้นที่ที่มีบริบทแตกต่างกันทั้งด้านสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ และปัจจัยสภาพแวดล้อมอื่นๆ โดยควรทำการเปรียบเทียบกับแบบจำลองอื่น ๆ ที่มีการประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม ยกตัวอย่างเช่น analytical hierarchy precess (AHP), statistical index (SI), weight of evidence (WoF), logistic regression (LR), multiple logistic regression (MLR) และ artificial neutral network (ANN) (Anucharn, 2019; Anucharn & Thongjit, 2020; Khosravi et al., 2016; Paul et al., 2019; Tehrany et al., 2017) เป็นต้น การทดสอบกระบวนการและการพัฒนาเทคนิควิธีการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือ จะช่วยเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนบริหารจัดการสาธารณภัยด้านน้ำท่วม เช่น การวางแผนระบบการป้องกันน้ำท่วมแบบใช้สิ่งก่อสร้าง การวางแผนการเตรียมความพร้อมของหมู่บ้านที่อยู่ในพื้นที่อ่อนไหว การพิจารณาเลือกที่ตั้งศูนย์พักพิงหรือพื้นที่ปลอดภัย การวางแผนจัดทำโครงการด้านการป้องกันและเตรียมการรับมือสาธารณภัยขององค์กรส่วนท้องถิ่น

รวมทั้งพิจารณาการสร้างเครือข่ายความร่วมมือด้านการป้องกันและการเตือนภัยระหว่างหมู่บ้าน ตำบล อำเภอที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเดียวกัน เป็นต้น ซึ่งสามารถนำไปประกอบการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการอัตราส่วนความถี่ (FR) และวิธีอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ (RFR) เพื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลน้ำท่วมในอดีตมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมจำนวน 10 ปัจจัย ได้แก่ ความสูงภูมิประเทศ ความลาดชัน ความโค้งภูมิประเทศ ดัชนีความชื้นภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน ระยะห่างจากแม่น้ำ ความหนาแน่นทางน้ำ การระบายน้ำของดิน ความหนาแน่นถนน และการใช้ที่ดิน นำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลน้ำท่วมในอดีตซึ่งได้จำแนกเป็น ข้อมูลตัวอย่าง ร้อยละ 70 เพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่อการเกิดน้ำท่วม ส่วนข้อมูลอีกร้อยละ 30 ใช้สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพของการคาดการณ์

ผลการวิจัยพบว่า ผลลัพธ์จากวิธีการอัตราส่วนความถี่ (FR) พื้นที่อำเภอสันป่าตอง มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมอยู่ในระดับสูงคิดเป็นร้อยละ 41.5050 และระดับสูงมาก คิดเป็นร้อยละ 24.6809 ของพื้นที่ทั้งหมด ในขณะที่วิธีการอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ (RFR) ให้ผลลัพธ์ระดับความอ่อนไหวระดับสูงมาก คิดเป็นร้อยละ 28.1989 ระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 54.3435 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวในระดับสูงมากอยู่บริเวณด้านตะวันตกของพื้นที่ซึ่งเป็นบริเวณที่ที่ราบต่ำมีแม่น้ำขานไหลผ่าน โดยเฉพาะบริเวณตำบลบ้านแมและตำบลทุ่งสะโตก นอกจากนี้ยังพบในบริเวณด้านตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ และบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ที่เป็นจุดต่ำสุดของพื้นที่ที่แม่น้ำขานไหลลงสู่แม่น้ำปิง ผลการวิจัยจากวิธีการ RFR ยังพบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด ได้แก่ ปัจจัยความสูงภูมิประเทศ รองลงมา ได้แก่ ระยะห่างจากแม่น้ำ และ การระบายน้ำของดิน ส่วนปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลรองลงมา ได้แก่ การใช้ที่ดิน ความลาดชัน ความหนาแน่นถนน ปริมาณน้ำฝน ดัชนีความชื้นภูมิประเทศ ความหนาแน่นทางน้ำ และความโค้งภูมิประเทศ ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบด้วยการซ้อนทับกับพื้นที่น้ำท่วมในอดีตทั้งหมด พบว่า วิธีการ RFR มีความสอดคล้องกับพื้นที่ในอดีตมากกว่าวิธีการ FR ทั้งนี้พื้นที่น้ำท่วมในอดีตซ้อนทับกับพื้นที่อ่อนไหวระดับสูงและระดับสูงมากด้วยวิธีการ FR คิดเป็นร้อยละ 82.4968 ของข้อมูลน้ำท่วมทั้งหมด ในขณะที่ผลลัพธ์จากวิธีการ RFR ข้อมูลซ้อนทับตรงกันกับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วม คิดเป็นร้อยละ 95.0775 ของข้อมูลน้ำท่วมทั้งหมด และเมื่อทำการซ้อนทับกับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมทดสอบ (testing data) พบว่า ผลลัพธ์จากวิธี RFR ข้อมูลพื้นที่ทดสอบอยู่ในระดับความอ่อนไหวสูงมากและระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 95.1468 ส่วนวิธีการ FR อยู่ที่ร้อยละ 82.6193 ของพื้นที่ทดสอบทั้งหมด

เมื่อประเมินประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์ด้วยการหาพื้นที่ใต้เส้นโค้ง (AUC) พบว่าวิธีการ FR มีอัตราความสำเร็จร้อยละ 79.1719 และมีอัตราการคาดการณ์ที่ร้อยละ 79.2925 ในขณะที่วิธีการ RFR มีอัตราความสำเร็จที่ร้อยละ 88.4687 และอัตราการคาดการณ์ร้อยละ 88.8565 จึงสรุปได้ว่าการวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อ

การเกิดน้ำท่วมในอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ด้วยวิธีการอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ (RFR) ให้ผลลัพธ์ประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีการอัตราส่วนความถี่ (FR) ทั้งนี้ทั้ง 2 วิธีการควรนำไปใช้ในการทดสอบเพื่อศึกษาในพื้นที่อื่นๆ ที่มีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน รวมทั้งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสามารถในการนำไปใช้จัดทำแผนที่พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมเพื่อการวางแผนป้องกันและบรรเทาสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาที่ได้อำนวยความสะดวกในการดำเนินงาน ขอขอบคุณภาควิชาภูมิศาสตร์ สำหรับเครื่องมือในการวิจัย และขอขอบคุณผู้ประเมินบทความที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่ายิ่งในการพัฒนาและปรับปรุงบทความวิจัยฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

Acharya, T. D., & Lee, D. H. (2019). Landslide susceptibility mapping using relative frequency and predictor rate along Araniko Highway. *KSCE Journal of Civil Engineering*, *23*(2), 763–776. doi: https://doi.org/10.1007/s12205-018-0156-x

Anucharn, T. (2019). A comparison the most appropriate method for flood susceptibility map in Khlong Nathewi Subwatershed, Songkhla Province. *The Journal of KMUTNB*, *29*(4), 612-629. doi: https://doi.org/10.14416/j.kmutnb.2019.09.006 (in Thai)

Anucharn, T., & Iamchuen, N. (2017). Flood susceptibility map based on frequency ratio method at Songkhla Lake Basin in the Southern of Thailand. *Burapha Science Journal*, *22*(3). (in Thai)

Anucharn, T., & Thongjit, N. (2020). Flood susceptibility mapping using frequency ratio and statistical index methods, A case study of Nakhon Sawan Province. *The Journal of Spatial Innovation Development, 1*(1), 19-30. (in Thai)

Duangpiboon, S., Suteerasak, T., Rattanakom, R., & Towanlong, W. (2018). Flood susceptibility mapping using geographic information system and frequency ratio analysis in the Lang Suan Watershed, Southern Thailand *The Journal of KMUTNB*, *28*(2), 259-272. doi:http://dx.doi.org/10.14416/j.kmutnb.2018.03.005 (in Thai)

Eksiripong, P., & Jirakajohnkool, S. (2014). Geographic information systems application for flood hazard analysis, in Chiang Mai Municipality. *Thai Journal of Science and Technology*, *3*(3), 148-159. doi:http://doi.nrct.go.th/?page=resolve_doi&resolve_doi=10.14456/tjst.2014.9 (in Thai)

Khosravi, K., Nohani, E., Maroufinia, E., & Pourghasemi, H. R. (2016). A GIS-based flood susceptibility assessment and its mapping in Iran: A comparison between frequency ratio and weights-of-evidence bivariate statistical models with multi-criteria decision-making technique. *Natural Hazards*, *83*(2), 947–987. doi: https://doi.org/10.1007/s11069-016-2357-2

Kongmuang, C., Tantanee, S., & Seejata, K. (2020). Urban flood hazard map using GIS of Muang Sukhothai District, Thailand. *Geographia Technica*, *15*(1), 143–152. doi: https://doi.org/10.21163/GT_2020.151.13

Laosuwan, T., & Rotjanakusol, T. (2013). The observation and monitoring of water situation by using remote sensing technology and GIS. *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, *32*(2), 246-256. (in Thai)

Mersha, T., & Meten, M. (2020). GIS-based landslide susceptibility mapping and assessment using bivariate statistical methods in Simada area, northwestern Ethiopia. *Geoenvironmental Disasters*, *7*(1), 20. doi: https://doi.org/10.1186/s40677-020-00155-x

Paul, G. C., Saha, S., & Hembram, T. K. (2019). Application of the GIS-based probabilistic models for mapping the flood susceptibility in Bansloi Sub-basin of Ganga-Bhagirathi River and their comparison. *Remote Sensing in Earth Systems Sciences*, *2*(2–3), 120–146. doi: https://doi.org/10.1007/s41976-019-00018-6

Ruthumnong, S. (2017). Geomatics for analysis of flood and drought risk area in Klong Suan Mak Basin, Kamphaeng Phet Provinve. *GTHJ*, *23*(2), 86-103. (in Thai)

Tehrany, M. S., Shabani, F., Neamah Jebur, M., Hong, H., Chen, W., & Xie, X. (2017). GIS-based spatial prediction of flood prone areas using standalone frequency ratio, logistic regression, weight of evidence and their ensemble techniques. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, *8*(2), 1538–1561. doi: https://doi.org/10.1080/19475705.2017.1362038

Ullah, K., & Zhang, J. (2020). GIS-based flood hazard mapping using relative frequency ratio method: A case study of Panjkora River Basin, eastern Hindu Kush, Pakistan. *PLOS ONE*, *15*(3), e0229153. doi: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229153