



การเปรียบเทียบวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม บริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองนาทวี จังหวัดสงขลา

ธิดาภัทร อนุชาญ

สาขาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0 7431 7176 อีเมล: thidapath.a@gmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2019.09.006

รับเมื่อ 3 พฤษภาคม 2562 แก้ไขเมื่อ 13 มิถุนายน 2562 ตอบรับเมื่อ 19 มิถุนายน 2562 เผยแพร่ออนไลน์ 10 กันยายน 2562

© 2019 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม บริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองนาทวี จังหวัดสงขลา ด้วยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการทางสถิติ ได้แก่ การวิเคราะห์อัตราส่วนความถี่ เครื่องช่วยประสาทเทียม และการถดถอยพหุโลจิสติกส์ บนพื้นฐานความรู้ของตำแหน่งที่โดยเกิดน้ำท่วมในอดีตกับปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วม จำนวน 11 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปริมาณน้ำฝน 2) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 3) ความลาดชันของพื้นที่ 4) เนื้อดิน 5) ความสามารถในการระบายน้ำของดิน 6) ความลึกของดิน 7) ระยะห่างจากทางน้ำ 8) ความหนาแน่นของทางน้ำ 9) ความหนาแน่นของถนน 10) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และ 11) เส้นโค้งตัวเลขน้ำท่า มาวิเคราะห์คะแนนความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม เพื่อสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม แล้วทำการวัดประสิทธิภาพการจำแนกความถูกต้องของโมเดลทั้ง 3 วิธี เพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ผลการศึกษาพบว่าวิธีการถดถอยพหุโลจิสติกส์ เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด โดยปัจจัยความลึกของดิน (ต้น) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พื้นที่นา) ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (พื้นที่ที่ไม่มีการสำรวจ) และเนื้อดิน (ดินเหนียวปนทรายแป้ง) ส่งผลต่อโอกาสในการเกิดน้ำท่วมเพิ่มขึ้น ในขณะที่เนื้อดิน (ทราย ดินร่วนปนทรายละเอียด) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (ไม้ผล พืชหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือน) ส่งผลต่อโอกาสในการเกิดน้ำท่วมน้อยลง สำหรับระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม มีการแบ่งออกเป็น 5 ระดับ พบว่า พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมระดับมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 5.13, 3.85, 3.49, 6.73 และ 80.79 ตามลำดับ และเมื่อทำการวัดค่าประสิทธิภาพของวิธีการดังกล่าว พบว่า ค่าเส้นโค้งอัตราผลสำเร็จและเส้นโค้งอัตราการคาดการณ์ เท่ากับร้อยละ 91.84 และ 92.52 ตามลำดับ

คำสำคัญ: อัตราส่วนความถี่ เครื่องช่วยประสาทเทียม การถดถอยพหุโลจิสติกส์ ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม



A Comparison the Most Appropriate Method for Flood Susceptibility Map in Khlong Nathawi Subwatershed, Songkhla Province

Thidapath Anucharn

Information System Department, Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology, Songkhla, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0 7431 7176, E-mail: thidapath.a@gmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2019.09.006

Received 3 May 2019; Revised 13 June 2019; Accepted 19 June 2019; Published online: 10 September 2019

© 2019 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

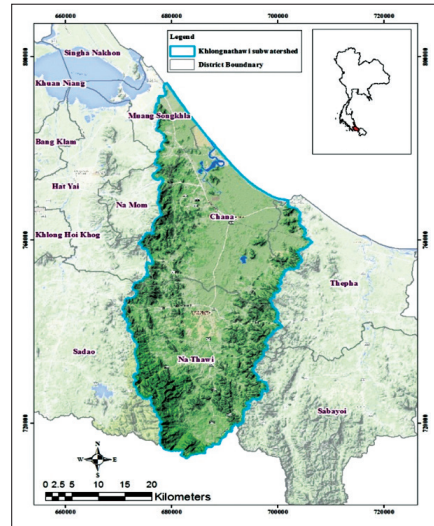
This research aims to determine the most appropriate method for formulating flood susceptibility maps of Khlong Nathawi subwatershed, Songkhla Province by using the application of geographic information systems and statistical methods. The methods applied in this study were Frequency Ratio (FR), Artificial Neural Network (ANN) and Multiple Logistic Regression (MLR). Based on past flooding areas and physical factors affecting flood, 11 factors were considered including: 1) rainfall, 2) mean sea level, 3) slope, 4) soil texture, 5) soil drainage capability, 6) soil depth, 7) distance from drainage, 8) stream network density, 9) road network density, 10) land use and land cover and 11) SCS-CN, all of which are deemed sufficient to provide a significant contribution in flood susceptibility mapping. Three methods comprising FR, ANN and MLR were evaluated to verify the effectiveness of classification accuracy in order to select the most suitable method. According to the results, it was revealed that the MLR was the most appropriate method. The factors affecting flood, namely soil depth (shallow), land use and land cover (aquaculture land, paddy fields), soil drainage capability (slope complex), and soil texture (sandy clay) increase flood opportunities. In contrast, soil texture (sand, fine sandy loam), land use and land cover (orchard, pasture and farm) decreased flood opportunities. Flood susceptibility index values were divided into five classes. They were the highest, high, moderate, low and lowest ranges that cover 5.13%, 3.85%, 3.49%, 6.73% and 80.79% of the areas. To measure the efficiency of the methods, it was found that the success rate curve and the predictive rate curve were 91.84% and 92.52% respectively.

Keywords: Frequency Ratio, Artificial Neural Network, Multiple Logistic Regression, Flood Susceptibility

1. บทนำ

ลุ่มน้ำย่อยคลองนาทวี (รูปที่ 1) สภาภูมิประเทศมีลักษณะลาดเอียงเทลงจากทิศใต้ไปทางทิศเหนือ พื้นที่ทิศใต้ติดกับชายแดนไทย-มาเลเซีย พื้นที่ทิศเหนือติดชายฝั่งทะเล ซึ่งเป็นพื้นที่ราบลุ่มหรือป่าพรุเป็นแห่งๆ พื้นที่ราบตามแนวชายฝั่งมีลักษณะสันทรายขนานกับแนวชายฝั่งทะเล มีคลองนาทวีซึ่งเกิดจากเทือกเขาสันกาลาศีรี เป็นคลองสายหลัก [1]

สำหรับเหตุการณ์ที่สร้างความเสียหายให้แก่ทรัพย์สินเป็นอย่างมากในรอบปีต่างๆ ที่เคยเกิดขึ้น ได้แก่ ปี พ.ศ. 2543, 2553 และ 2560 โดยพื้นที่สำคัญที่เกิดน้ำท่วมในลักษณะซ้ำซากที่ผ่านมา ได้แก่ 1) ตำบลท่าประดู่ ตำบลปลักหนู ตำบลนาทวี ตำบลนาหมอศรี ตำบลฉาง อำเภอนาทวี และ 2) ตำบลบ้านนา ตำบลขุนตัดหวาย ตำบลน้ำขาว ตำบลแค ตำบลคู ตำบลท่าหมอไทร ตำบลสะพานไม้แก่น ตำบลป่าชิง ตำบลตลิ่งชัน อำเภोजะนะ [2] ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการเปรียบเทียบวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม บริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองนาทวี จังหวัดสงขลา โดยการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการเกิดน้ำท่วม เพื่อนำมาสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (Flood Susceptibility Map) บนพื้นฐานความรู้ของตำแหน่งที่เคยเกิดน้ำท่วมในอดีตกับปัจจัยทางกายภาพที่มีความสัมพันธ์กัน สำหรับวิธีการได้มาของแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมนั้น ได้นำแนวคิดวิธีการทางสถิติที่สามารถแบ่งโครงสร้างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) การวิเคราะห์ตัวแปรครั้งละ 2 ตัวแปร (Bivariate Analysis) ในที่นี้คือ วิธีอัตราส่วนความถี่ (Frequency Ratio; FR) [3] ซึ่งเป็นการคิดอัตราส่วนความสัมพันธ์ของร้อยละพื้นที่น้ำท่วมในแต่ละกลุ่มของแต่ละปัจจัยกับร้อยละพื้นที่ศึกษาในแต่ละกลุ่มของแต่ละปัจจัย ข้อดีของวิธีการ FR คือ เป็นการเปรียบเทียบปัจจัยในตัวของมันเอง ไม่ต้องไปเปรียบเทียบกับปัจจัยอื่น และสามารถบอกโอกาสในการเกิดน้ำท่วมมาก น้อย หรือไม่มีผลต่อการศึกษา นอกจากนี้การอธิบายผลจะเป็นแบบตรงไปตรงมา และเข้าใจง่าย แต่ข้อด้อย คือ ต้องระมัดระวังการแบ่งช่วงของชั้นข้อมูลในแต่ละปัจจัย เพราะจะมีผลต่อการคิดร้อยละของพื้นที่น้ำท่วมกับร้อยละของพื้นที่ศึกษาในแต่ละ



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาบริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองนาทวี

กลุ่มของแต่ละปัจจัย และ 2) การวิเคราะห์ตัวแปรมากกว่า 2 ตัวแปรขึ้นไป (Multivariate Analysis) คือ วิธีการเครือข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network; ANN) ที่ต้องการการเรียนรู้และการทดสอบ [4] เพื่อสกัดสารสนเทศที่มีประโยชน์จากข้อมูลที่น่าเข้าคล้ายกับการจำแนกแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) โดยขอบเขตการตัดสินใจของ ANN จะไม่ถูกจำกัดด้วยกฎเกณฑ์เชิงกำหนด (Deterministic Rule) ที่ถูกนำไปใช้กับต้นแบบของลักษณะบ่งชี้ของพื้นที่ตัวอย่าง แต่จะถูกกำหนดในลักษณะการวนซ้ำโดยอาศัยกฎเกณฑ์ข้อผิดพลาดน้อยที่สุดในการกำหนดประเภทจากพื้นที่ตัวอย่าง และวิธีการการถดถอยพหุโลจิสติกส์ (Multiple Logistic Regression; MLR) ที่ถูกนำมาใช้เพื่อทำนายว่าจะเกิดเหตุการณ์หนึ่งขึ้นหรือไม่ หรือมีโอกาสเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด โดยมีการกำหนดค่าตัวแปรตัวหนึ่งหรือหลายตัวที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเกิดเหตุการณ์นั้นๆ ที่สามารถบอกทิศทางและขนาดความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยทางกายภาพ [5] ซึ่งวิธีการ ANN และ MLR เป็นแนวคิดของการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น โดยทำการจำแนกประเภท รูปแบบการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน และหาความน่าจะเป็นที่จะเกิดขึ้น คือ การหาพื้นที่ที่มีโอกาสใน

การเกิดน้ำท่วม เพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจ ข้อดีของวิธีการ ANN คือ อิสระจากความต้องการเรื่องการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) และแบบเชิงเส้นตรง เนื่องจากเป็นการจำแนกแบบไม่อิงพารามิเตอร์ สามารถเรียนรู้จากการปรับตัวตามข้อมูลตัวอย่าง เพื่อจำแนกตามตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด สามารถใช้กับข้อมูลในทุกรูปแบบที่ข้อมูลสามารถแปลงค่าให้เป็นข้อมูลแบบตัวเลขได้ รวมทั้งแก้ปัญหาเรื่องความไม่สมบูรณ์ หรือความไม่เที่ยงตรงของข้อมูล และพยายามที่จะค้นหาความเหมาะสมที่สุดสำหรับรูปแบบของข้อมูลนำเข้า ข้อดีคือ ยกในการอธิบายผลที่ได้และแปลตีความค่าน้ำหนักเนื่องจากสภาพธรรมชาติที่ซับซ้อนของโครงข่าย (Black Box) และสำหรับวิธีการ MLR ค่าที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลจะพิจารณาจากขนาดของ β ซึ่งจะบ่งบอกความมากน้อยของความสัมพันธ์ หากเป็นเครื่องหมาย + แสดงความสัมพันธ์เชิงบวก ส่งผลให้โอกาสในการเกิดน้ำท่วมเพิ่มขึ้น เครื่องหมาย - แสดงความสัมพันธ์เชิงลบ (ผกผัน/ตรงข้าม) ส่งผลให้โอกาสในการเกิดน้ำท่วมลดลง คือ เมื่อ X เพิ่มขึ้น ทำให้โอกาสในการเกิดเหตุการณ์ลดลง ซึ่งการแปลผลจะง่ายต่อการเข้าใจ ซึ่งถือว่าเป็นข้อดีของวิธีดังกล่าว จากนั้นนำทั้ง 3 วิธีการมาหาค่าคะแนนความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (Flood Susceptibility Index; FSI) และจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมของงานวิจัยในประเทศไทย ส่วนใหญ่ยังไม่มีการเปรียบเทียบและวัดประสิทธิภาพของแต่ละวิธีการ เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมที่สุดต่อการเกิดน้ำท่วม ในงานวิจัยครั้งนี้จึงได้นำการวัดประสิทธิภาพการจำแนกความถูกต้องของโมเดลทั้ง 3 วิธี ด้วยวิธีการหาพื้นที่ใต้เส้นโค้ง (Area Under Curve; AUC) [3] ชุดข้อมูลที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของแผนที่ความอ่อนไหว จะใช้ 2 ชุดข้อมูล คือ 1) ชุดข้อมูลที่ใช้ในวัดประสิทธิภาพในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหว ที่เรียกว่า “ค่าเส้นโค้งอัตราผลสำเร็จ” (Success Rate Curve; SRC) และ 2) ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้องหรือการคาดการณ์ในการเกิดเหตุการณ์ของแผนที่ความอ่อนไหว เรียกว่า “เส้นโค้งอัตราการคาดการณ์” (Prediction Rate Curve; PRC)

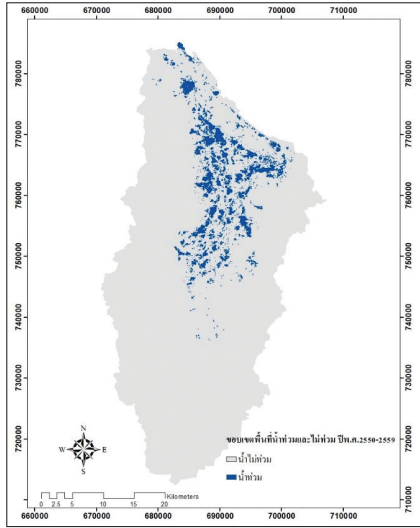
2. วิธีการวิจัย

2.1 กำหนดปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลกับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษา โดยการรวบรวมและทบทวนวรรณกรรมจากงานวิจัยหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และการสำรวจภาคสนาม ซึ่งสามารถสรุปปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการเกิดน้ำท่วมจากงานวิจัยต่างๆ ดังนี้

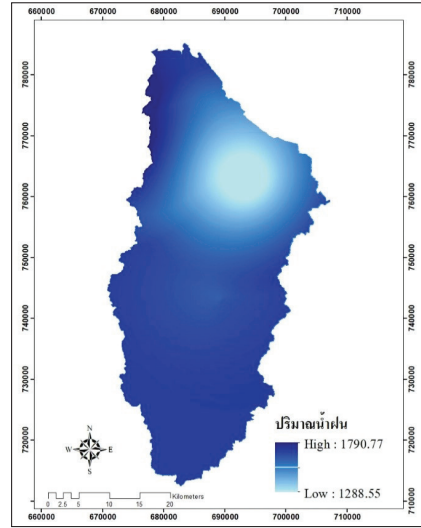
1) พื้นที่น้ำท่วมในอดีต เป็นการใช้เส้นรอบนอกของพื้นที่น้ำท่วมที่ผ่านมาในอดีต ซึ่งเป็นข้อมูลที่ทำให้ทราบถึงขนาดและความถี่ของการเกิดน้ำท่วม ในงานวิจัยครั้งนี้ได้นำข้อมูลน้ำท่วมในอดีต ที่ได้แปลภาพจากดาวเทียม RADARSAT, COSMO และ Thaichote ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550–2560 รวมระยะเวลา 11 ปี จากระบบการติดตามน้ำท่วมของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) [6] เพื่อสกัดเป็นขอบเขตน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นในอดีต และจัดทำเป็นคลังข้อมูลเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประมวลผลในแต่ละโมเดล สำหรับขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมที่นำมาใช้ในการประมวลผลแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) สำหรับการสอบเทียบ (Calibration) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550–2559 รวมระยะเวลา 10 ปี แสดงดังรูปที่ 2 ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ 1.1) สำหรับการฝึกสอนเพื่อสร้างแบบจำลอง (Training) ร้อยละ 70 และ 1.2) การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Testing) อัตราร้อยละ 30 ทั้งนี้ อัตรา 70 : 30 เป็นค่ามาตรฐานและนิยมใช้มากที่สุด [7] และ 2) สำหรับการทวนสอบแบบจำลอง (Validation) จะใช้ข้อมูลขอบเขตน้ำท่วมปี พ.ศ. 2560 (ระยะเวลา 1 ปี) ดังรูปที่ 3

2) ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของน้ำในทางน้ำซึ่งส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่นั้น โดยพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนตกหนักย่อมจะมีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยมากตามลำดับ ในงานวิจัยครั้งนี้ มีค่าปริมาณน้ำฝนในช่วงต่ำสุดเฉลี่ย คือ 1,288.55 มิลลิเมตรต่อปี ถึงค่าสูงสุดเฉลี่ย คือ 1,790.77 มิลลิเมตรต่อปี ดังรูปที่ 4

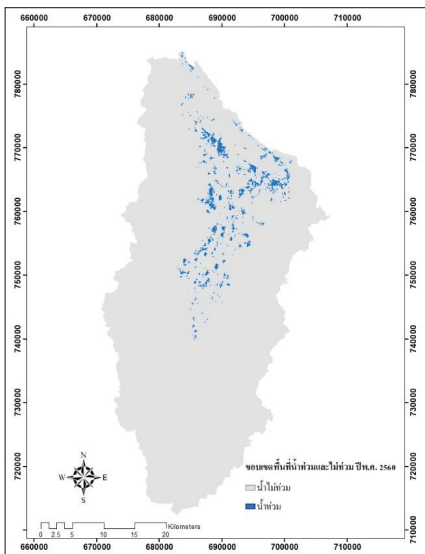
3) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยทั่วไปธรรมชาติของการไหลจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำกว่า ดังนั้นเมื่อเกิดฝนตกจะทำให้มีน้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ สำหรับภาคใต้ฝั่งตะวันออก ระยะเวลาฤดูฝนออกเฉียงเหนือจะอยู่ในช่วง



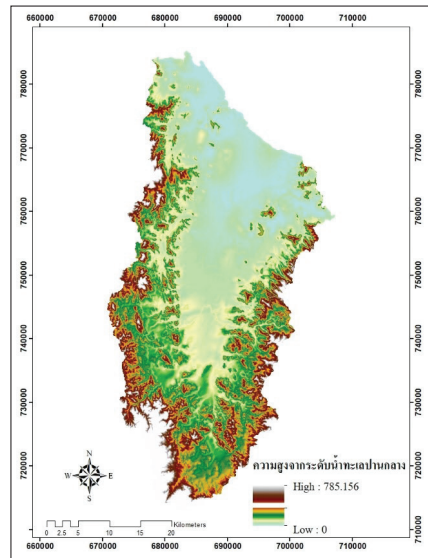
รูปที่ 2 พื้นที่น้ำท่วมในอดีตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2559 และพื้นที่น้ำไม่ท่วม



รูปที่ 4 ปริมาณน้ำฝน



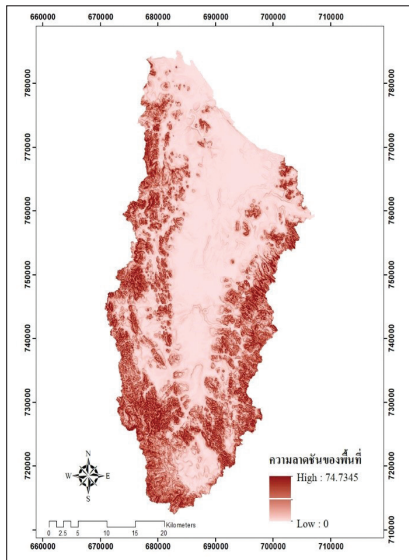
รูปที่ 3 พื้นที่น้ำท่วมและไม่ท่วม ปี พ.ศ. 2560



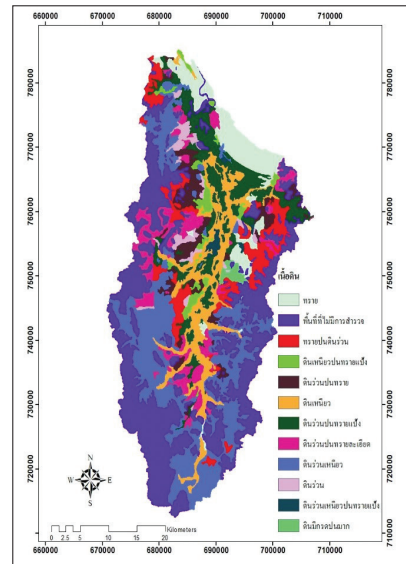
รูปที่ 5 ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ในช่วงดังกล่าวจะมีฝนตกชุกมาก เนื่องจากมรสุมนี้สร้างความชุ่มชื้นจากอ่าวไทยเข้ามาปกคลุม [8] ซึ่งน้ำทะเลหนุนในช่วงนี้จะทำให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่ที่เป็นที่ต่ำได้ ในงานวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง อยู่ในช่วงต่ำสุดคือ 0 เมตร และสูงสุด คือ 785.16 เมตร ดังรูปที่ 5

4) ความลาดชันของพื้นที่ จะมีอิทธิพลต่อลักษณะสมบัติของดิน การไหลบ่าของน้ำและตะกอน พื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำกว่า หรือเป็นที่ราบเมื่อเกิดฝนตกบนพื้นที่นั้นก็จะทำให้เกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่นั้นเป็นระยะเวลาานาน แต่ในทางตรงกันข้ามหากพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง เมื่อเกิดฝนตกลงมากก็จะทำให้น้ำฝนไหลออกจากพื้นที่นั้นได้ภายในระยะเวลา



รูปที่ 6 ความลาดชันของพื้นที่



รูปที่ 7 เนื้อดิน

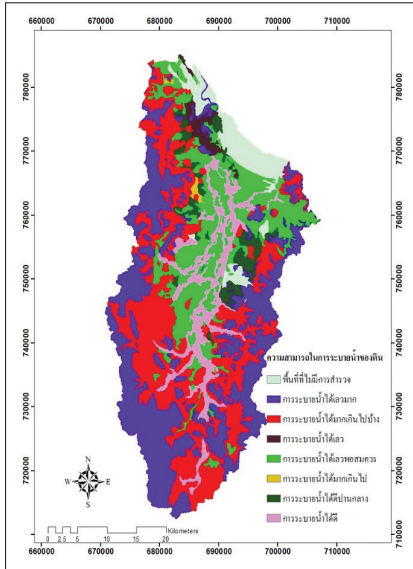
ที่ไม่แน่นอน ดังนั้นพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ ก็จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูงกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ในที่นี้ความลาดชันมีค่าในช่วงต่ำสุด คือ 0 องศา (Degree) ถึงค่าสูงสุดคือ 89.83 องศา ดังรูปที่ 6

5) เนื้อดิน ดินในแต่ละสถานที่ที่มีลักษณะแตกต่างกัน เนื่องจากดินประกอบขึ้นจากอนุภาคตะกอนหลายๆ ขนาด อนุภาคที่ใหญ่ที่สุดคือ อนุภาคทราย (Sand) รองลงมาคือ อนุภาคทรายแป้ง (Silt) และที่มีขนาดเล็กที่สุดคือ อนุภาคดินเหนียว (Clay) ดังนั้นชนิดและขนาดของเม็ดดิน ลักษณะการเกาะรวมตัวและการทับถมของดินตามธรรมชาติ เป็นปัจจัยที่จะทำให้การไหลซึมของน้ำลงไปในดินมีปริมาณมากหรือน้อยแตกต่างกัน เช่น ดินทราย และกรวดจะสามารถรับน้ำให้ซึมลงไปในดินได้มากกว่าดินที่มีเนื้อละเอียดประเภทดินเหนียว ซึ่งยอมให้น้ำซึมผ่านผิวดินลงไปได้น้อยมาก ดังนั้นเมื่อฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำที่ผิวดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว น้ำฝนเกือบทั้งหมดก็จะไหลไปบนผิวดินลงสู่ที่ต่ำ ลำธาร และแม่น้ำทันที และเป็นเหตุทำให้เกิดน้ำท่วมได้ง่าย ในงานวิจัยครั้งนี้ได้มีการแบ่งเนื้อดินออกเป็น 12 ประเภทคือ 1) ทราย 2) ทรายปนดินร่วน 3) ดินเหนียวปนทรายแห้ง 4) ดินร่วนปนทราย 5) ดินเหนียว 6) ดินร่วนปนทรายแป้ง 7) ดินร่วนปนทรายละเอียด 8) ดิน

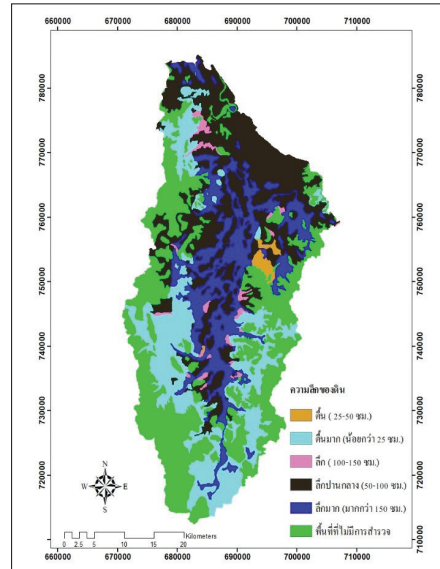
ร่วนเหนียว 9) ดินร่วน 10) ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง 11) ดินมีกรวดปนมาก และ 12) พื้นที่ที่ไม่มีการสำรวจ ดังรูปที่ 7

6) ความสามารถในการระบายน้ำของดิน เป็นตัวชี้วัดระดับความสามารถในการเก็บกักน้ำไว้ใช้ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพพื้นฐานของดินนั้นๆ ได้แก่ เนื้อดิน โดยพิจารณาจากคุณสมบัติการระบายน้ำของกลุ่มชุดดิน [9] เนื้อดินที่มีผลต่อการเกิดน้ำท่วม คือ ดินที่มีเนื้อละเอียดโดยเฉพาะดินที่มีค่าอนุภาคของดินเหนียวสูงจะมีการระบายน้ำไม่ดี ทำให้เกิดการแช่ขังของน้ำ ในทางกลับกันดินที่มีอนุภาคของดินเหนียวต่ำจะมีการระบายน้ำได้ดี ซึ่งจะช่วยให้การระบายน้ำส่วนเกินออกจากพื้นที่ประสบน้ำท่วมเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ไม่เกิดการแช่ขังของน้ำ [10] ในงานวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งความสามารถในการระบายน้ำของดินออกเป็น 8 ประเภทคือ 1) การระบายน้ำได้เร็วมาก 2) การระบายน้ำได้เร็ว 3) การระบายน้ำได้เร็วพอสมควร 4) การระบายน้ำได้ดี 5) การระบายน้ำได้ดีปานกลาง 6) การระบายน้ำได้มากเกินไป 7) การระบายน้ำได้มากเกินไปยัง และ 8) พื้นที่ที่ไม่มีการสำรวจ ดังรูปที่ 8

7) ความลึกของดิน หมายถึง ความหนาของดินนับจากชั้นผิวดินลงไปจนถึงชั้นดินที่ขัดขวางต่อการเจริญเติบโตหรือ



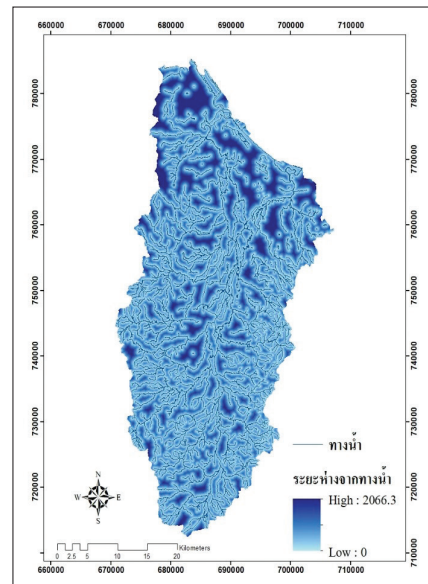
รูปที่ 8 ความสามารถในการระบายน้ำของดิน



รูปที่ 9 ความลึกของดิน

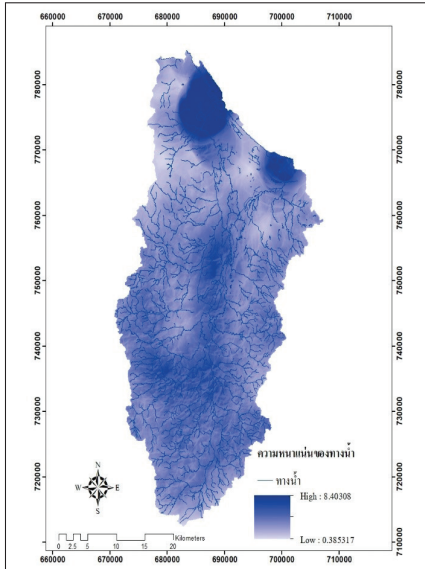
การซึมน้ำของรากพืช เช่น ชั้นหินพื้น ชั้นดาน ชั้นเศษหิน ชั้นกรวด หรือชั้นลูกรัง เป็นต้น ความลึกของดินแบ่งออกเป็น 1) ดินตื้นมาก คือ ดินที่มีความหนาไม่เกิน 25 เซนติเมตร นับจากผิวหน้าดินลงไป 2) ดินตื้น คือ ดินที่มีความหนาตั้งแต่ 25-50 เซนติเมตร นับจากผิวหน้าดิน 3) ดินลิกปานกลาง คือ ดินที่มีหนาตั้งแต่ 50-100 เซนติเมตร นับจากผิวหน้าดิน 4) ดินลิก-ลิกมาก คือ ดินที่มีความหนามากกว่า 100 เซนติเมตร นับจากผิวหน้าดินลงไป [10] ดินที่อยู่ในระดับความลึกต่างกัน ส่วนใหญ่จะมีลักษณะต่างกันหากมองในประเด็นของการเกิดน้ำท่วม ดินลิกมีความสามารถดูดซับน้ำได้มาก ส่วนดินตื้นจะดูดซับน้ำได้น้อย โอกาสที่น้ำท่วมจึงมีสูง ในงานวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งความลึกของดินออกเป็น 6 ประเภท คือ 1) ลิกมาก 2) ลิกปานกลาง 3) ลิก 4) ตื้น 5) ตื้นมาก และ 6) พื้นที่ที่ไม่มีการสำรวจ ดังรูปที่ 9

8) ระยะห่างจากทางน้ำ เป็นข้อมูลที่บ่งชี้ถึงพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำผิวดิน เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หากเกิดฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นเวลานานปริมาณน้ำอาจเอ่อล้นไหลไปท่วมพื้นที่ข้างเคียง [9] ยิ่งพื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำมากก็มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมได้มาก ในงานวิจัยครั้งนี้ มีระยะห่างจากทางน้ำสูงสุด 2,066.30 เมตร ดังรูปที่ 10

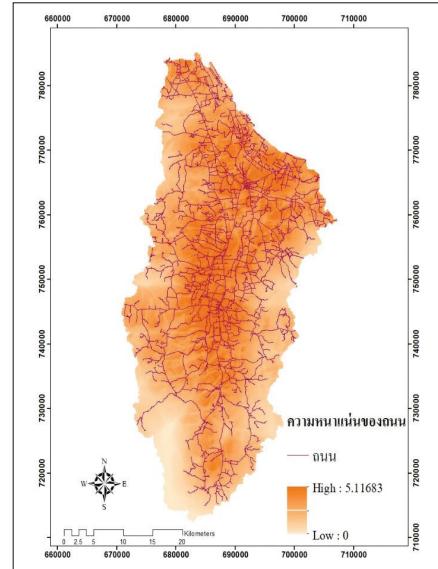


รูปที่ 10 ระยะห่างจากทางน้ำ

9) ความหนาแน่นของทางน้ำ พื้นที่ลุ่มน้ำใดที่มีทางน้ำหนาแน่นการระบายน้ำของพื้นที่ก็จะดี โอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมก็จะน้อยตามไปด้วย การจำแนกชั้นความหนาแน่นของทางน้ำได้อาศัยหลักการของนักอุทกวิทยาทั่วไปยึดถือมาเป็นบรรทัดฐานในการจัดชั้น กล่าวคือโดยทั่วไปนักอุทกวิทยา



รูปที่ 11 ความหนาแน่นของทางน้ำ



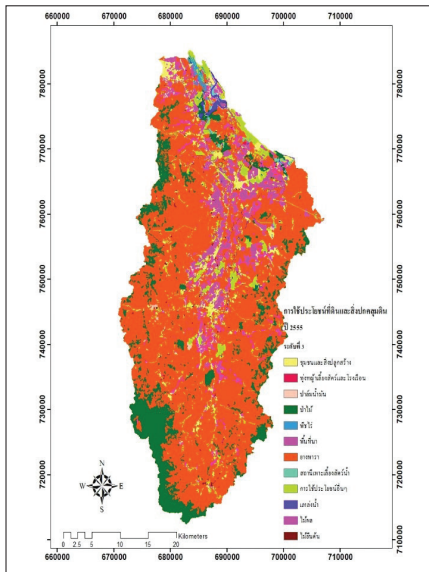
รูปที่ 12 ความหนาแน่นของถนน

ยึดถือว่าถ้าลุ่มน้ำใดมีค่าความหนาแน่นทางน้ำเท่ากับ 1 หรือน้อยกว่า ถือว่ามีกระบายน้ำไม่ดี ถ้ามีค่า 1-5 ถือว่าดีปานกลาง ถ้ามากกว่า 5 ถือว่าดี [11] ในงานวิจัยครั้งนี้ มีความหนาแน่นของทางน้ำต่ำสุด คือ 0.385317 และสูงสุด คือ 8.40308 ดังรูปที่ 11

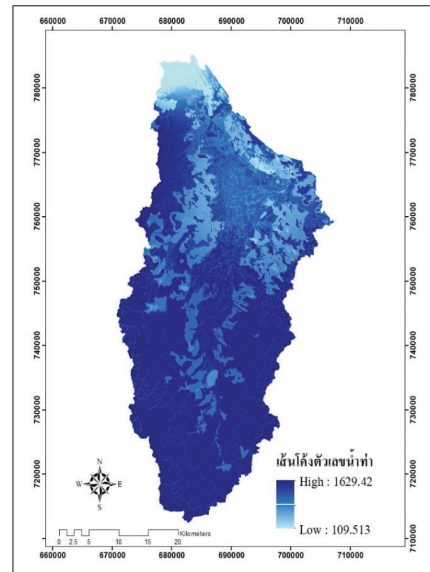
10) ความหนาแน่นของถนนโดยบริเวณพื้นที่ที่มีเส้นทางคมนาคมมากก็จะเป็นอุปสรรคต่อการไหลของน้ำส่งผลต่อการระบายน้ำออก เพราะมีสิ่งกีดขวางเส้นทางการไหลของน้ำ และทำให้การระบายน้ำส่วนเกินออกจากพื้นที่เป็นไปอย่างล่าช้า โอกาสเกิดน้ำท่วมก็จะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ในงานวิจัยครั้งนี้ มีความหนาแน่นของถนนต่ำสุด คือ 0 และสูงสุด คือ 5.11683 ดังรูปที่ 12

11) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ลักษณะของสิ่งปกคลุมดินหรือการใช้ที่ดินส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วมในบริเวณพื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมดิน เช่น พื้นที่ป่าไม้ ไม้ยืนต้น และสวนผลไม้มีอยู่มากพื้นที่นั้นจะมีโอกาสเกิดน้ำท่วมน้อย เนื่องจากพืชพรรณดังกล่าวสามารถช่วยดูดซับน้ำได้ดีทำให้น้ำส่วนเกินมีปริมาณลดลงและยังช่วยชะลอการไหลบ่าของน้ำด้วย ในงานวิจัยครั้งนี้ได้นำมาตรฐานข้อกำหนดข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐาน(Fundamental Geographic Data Set;

FGDS) ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)(สทอภ.) โดยมีศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเป็นที่ปรึกษาดำเนินงาน ซึ่งสามารถแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาได้เป็น 12 ประเภท คือ 1) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ได้แก่ หมู่บ้าน สถานที่ราชการและสถาบันต่างๆ โรงงานอุตสาหกรรม ตัวเมืองและย่านการค้า สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ ถนน สุสาน/ป่าช้า หมู่บ้านร้าง/ที่ดินจัดสรรร้าง 2) ไม้ผล ได้แก่ มะพร้าว ทุเรียน ลำปาง ลองกอง มะม่วง มะม่วงหิมพานต์ มังคุด เงาะ 3) สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำผสม สถานที่เพาะเลี้ยงกุ้ง สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 4) พืชไร่ ได้แก่ แตงโม ไร่ร้าง 5) ไม้ยืนต้น ได้แก่ กระถินบ้าน สนประดิพัทธ์ และไม้ยืนต้นผสม 6) พื้นที่นา ได้แก่ นาร้าง นาข้าว 7) ยางพารา 8) ปาล์มน้ำมัน 9) พุ่มหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือน ได้แก่ พุ่มหญ้าเลี้ยงสัตว์ โรงเรือนเลี้ยงโค กระบือ และม้า โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ปีก โรงเรือนเลี้ยงสุกร 10) ป่าไม้ ได้แก่ ป่าไม้ผลัดใบสมบูรณ์ ป่าชายเลนรอสภาพ พื้นฟู ป่าชายเลนสมบูรณ์ ป่าพรุสมบูรณ์ ป่าพรุรอสภาพพื้นฟู ป่าไม่ผลัดใบสมบูรณ์ 11) แหล่งน้ำ ได้แก่ บ่อน้ำในไร่นา แม่น้ำ ลำห้วย ลำคลอง อ่างเก็บน้ำ หนอง บึง ทะเลสาบ และ 12) การใช้



รูปที่ 13 การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน



รูปที่ 14 เส้นโค้งตัวเลขน้ำท่า

ประโยชน์อื่นๆ ได้แก่ พืชหญ้าธรรมชาติ พืชหญ้าสลับไม้พุ่ม/ไม้ละเมาะ พื้นที่ลุ่ม เหมืองเก่า บ่อขุดเก่า เหมืองแร่ บ่อลูกรัง หาดทราย ดังรูปที่ 13

12) เส้นโค้งตัวเลขน้ำท่า เป็นค่าความสามารถในการเก็บกักน้ำสูงสุด ซึ่ง SCS ได้กำหนดให้ CN มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 ถ้า CN มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าพื้นที่ต้นน้ำแห่งนั้นสามารถดูดซับและเก็บกักน้ำฝนได้ดี ทำให้น้ำที่ไหลในลำธารที่เกิดขึ้นจากการตกของฝนแต่ละครั้ง มีปริมาณไม่มากนัก และมีลักษณะการไหลที่สม่ำเสมอ ค่อยเป็นค่อยไป แต่ถ้าค่า CN มีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่าพื้นที่ต้นน้ำแห่งนั้นดูดซับและเก็บกักน้ำฝนได้ไม่ดี ส่งผลทำให้น้ำท่าที่ไหลในลำธารที่เกิดขึ้นจากการตกของฝนแต่ละครั้งมีลักษณะการไหลที่รุนแรงและรวดเร็ว ในที่นี้เส้นโค้งตัวเลขน้ำท่ามีค่าอยู่ในช่วงต่ำสุด 109.513 ถึงค่าสูงสุด คือ 1,629.42 ดังรูปที่ 14

2.2 คำเนิการปรับข้อมูลปัจจัยทางกายภาพต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ให้อยู่ในระบบเส้นโครงแผนที่ (Map Projection) แบบ Universal Transverse Mercator (UTM) แบบทรงกระบอก ส่วนหมุดหลักฐานทั้งแนวราบและแนวตั้ง ใช้ระบบ World Geodetic System 1984 (WGS84) ซึ่งปัจจุบันเป็นที่นิยมใช้ทั้งในระบบสากลและภายใน

ประเทศไทย ตามมาตรฐานของการจัดทำแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร ชุด L7018 เนื่องจากมีความถูกต้องเชิงตำแหน่งทั้งค่าพิกัดแนวราบและแนวตั้ง ที่อ้างอิงจากดาวเทียมระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (Geographic Positioning System; GPS) ชั้นข้อมูลต่างๆ ถูกจัดทำในรูปแบบของ Shapefile (*.SHP) และทำการตรวจสอบ ปรับแก้ข้อมูลที่มีความผิดพลาดจากการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) เพื่อการประมวลผลร่วมกัน

2.3 ปรับแปลงค่าปัจจัยนำเข้าทุกตัวที่จะนำมาใช้ในวิธีการ ANN และ MLR โดยกรณีปัจจัยที่มีลักษณะข้อมูลแบบต่อเนื่อง เช่น ปริมาณน้ำฝน ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และความลาดชันของพื้นที่ เป็นต้น ต้องนำข้อมูลมาจัดเรียงให้อยู่ในรูปแบบ Normalization (ค่าช่วง 0-1) ก่อนเนื่องจากต้องการแก้ปัญหาเรื่องความกว้างของข้อมูลที่ไม่เหมือนกัน หากเป็นปัจจัยที่เป็นลักษณะข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง เช่น ข้อมูลน้ำท่วม ความลึกของดิน และเนื้อดิน เป็นต้น จะต้องนำมาปรับเปลี่ยนลักษณะของข้อมูลใหม่ โดยให้ค่า 1 = ใช่ 0 = ไม่ใช่ เช่น ข้อมูลตำแหน่งใดเกิดน้ำท่วม กำหนดค่าให้เป็น 1 ส่วนข้อมูลตำแหน่งใดน้ำไม่ท่วม กำหนดค่าให้เป็น 0 ทำเช่นนี้ในทุกปัจจัยที่เป็นลักษณะข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง

2.4 วิเคราะห์พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม จากปัจจัยทางกายภาพ 11 ปัจจัย และตำแหน่งที่เคยเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีต ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2550-2559 มาทำการประมวลผลโดยวิธีการทางสถิติ คือ

1) อัตราส่วนความถี่ (FR) [3] มีสูตรการคำนวณดังสมการที่ (1) ดังนี้

$$FR = \frac{\text{ร้อยละพื้นที่น้ำท่วมในแต่ละกลุ่มของแต่ละปัจจัย}}{\text{ร้อยละพื้นที่ศึกษาในแต่ละกลุ่มของแต่ละปัจจัย}} \quad (1)$$

ทั้งนี้ค่า FR ที่ได้จะแบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ ถ้าค่า $FR > 1$ หมายถึง มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมสูงมาก ในขณะที่เดียวกันถ้าค่า $FR < 1$ หมายถึง มีโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมน้อยมาก แต่ถ้าค่า $FR = 1$ หมายถึง โอกาสเกิดใกล้เคียงกัน ซึ่งไม่มีผลต่อการศึกษา จากนั้นนำค่า FR ในแต่ละปัจจัยมาซ้อนทับกันเพื่อหาค่าคะแนนความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม (Flood Susceptibility Index; FSI) โดยใช้สูตรดังสมการที่ (2) ดังนี้

$$FSI = \sum_{i=1}^n FR_i \quad (2)$$

โดยที่ FR_i คือ ค่า FR ของแต่ละปัจจัย และ n คือ จำนวนของปัจจัยที่นำมาพิจารณา

2) โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) มีโครงสร้างการทำงาน 3 ส่วน คือ 1) ชั้นอินพุต (Input Layer) เป็นชั้นแรกในโครงสร้างของแบบจำลอง ANN จะประกอบด้วย นิวรอนรับข้อมูล (Input Neuron) จำนวนนิวรอนรับข้อมูลจะเท่ากับจำนวนของข้อมูลอินพุต โดยทำหน้าที่ในการรับข้อมูลเข้าสู่แบบจำลอง ANN 2) ชั้นซ่อน (Hidden Layer) อยู่ระหว่างชั้นอินพุตและชั้นเอาต์พุต ทำหน้าที่ในการรวมอินพุตที่คูณด้วยค่าน้ำหนัก (Weight) ที่แปรค่าเพื่อแปลงให้เป็นผลลัพธ์ (Output) และส่งไปยังชั้นเอาต์พุต โดยไม่มีกฎตายตัวในการกำหนดชั้นซ่อนและนิวรอนที่เหมาะสม 3) ชั้นข้อมูลเอาต์พุต (Output Layer) เป็นชั้นสุดท้ายในโครงสร้าง ANN ประกอบด้วย นิวรอนแสดงผลข้อมูล จำนวนของนิวรอนของข้อมูลจะเท่ากับจำนวนของข้อมูลเอาต์พุตของตัวแปร ทำหน้าที่แสดงผลลัพธ์ของแบบจำลอง ANN [12] สำหรับหลักการทำงานของ ANN

คือ เมื่อมีอินพุตเข้ามายังเครือข่าย (Network) ก็นำอินพุตมาคูณกับค่าน้ำหนักของแต่ละขา ผลที่ได้จากอินพุตทุกๆ ขาของนิวรอนจะนำมาบวกกันแล้วนำมาเทียบกับค่า Threshold ที่กำหนดไว้ ถ้าผลรวมมีค่ามากกว่า Threshold แล้วนิวรอนก็จะส่งเอาต์พุตออกไป เอาต์พุตนี้ก็จะถูกส่งไปยังอินพุตของนิวรอนอื่นๆ ที่เชื่อมกันใน Network ถ้าค่าน้อยกว่า Threshold ก็จะไม่เกิดเอาต์พุต สิ่งสำคัญคือ ต้องทราบค่า Weight และ Threshold สำหรับสิ่งที่ต้องการเพื่อให้คอมพิวเตอร์รู้จัก ซึ่งเป็นค่าที่ไม่แน่นอน แต่สามารถกำหนดให้คอมพิวเตอร์ปรับค่าเหล่านั้นได้โดยการสอนให้รู้จักรูปแบบ (Pattern) ของสิ่งที่ต้องการให้รู้จัก เรียกว่า Back-propagation ซึ่งเป็นกระบวนการย้อนกลับของการรู้จัก ในการฝึก Feed-forward Neural Networks จะมีการใช้อัลกอริทึมแบบ Back-propagation เพื่อใช้ในการปรับปรุงน้ำหนักคะแนนของเครือข่าย หลังจากใส่รูปแบบข้อมูลสำหรับฝึกให้แก่เครือข่ายในแต่ละครั้งแล้วค่าที่ได้รับ (เอาต์พุต) จากเครือข่ายจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลที่คาดหวัง แล้วทำการคำนวณหาค่าความผิดพลาด ซึ่งค่าความผิดพลาดนี้จะถูกส่งกลับเข้าสู่เครือข่ายเพื่อใช้แก้ไขค่าน้ำหนักคะแนนต่อไป [13] ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกการจำแนกเป็น Multi-Layer Perceptron (MLP) โดยมีกระบวนการฝึกฝนเป็นแบบมีผู้สอน (Supervise) และใช้ขั้นตอนการส่งค่าย้อนกลับในการเรียนรู้

3) การถดถอยพหุโลจิสติกส์ (MLR) ค่าที่ถูกทำนายจากสมการจะให้ค่าที่อยู่ระหว่าง 0 และ 1 หมายถึง ค่าของความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ที่น่าสนใจ ในการวิเคราะห์จะต้องมีการปรับให้ความสัมพันธ์อยู่ในรูปเชิงเส้น ในรูปของ Odds และในการเขียนโมเดลโลจิสติกส์จะต้องเขียนให้อยู่ในรูป Log ของ Odds เรียกว่า Logit แล้วจึงประมาณค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร ค่าสัมประสิทธิ์เหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในการคำนวณหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่สนใจ ด้วยการคำนวณหาผลต่างหรือการเปลี่ยนแปลงระหว่าง Log Odds ของตัวแปรตามเมื่อตัวแปรอิสระแต่ละตัวเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการถดถอยโลจิสติกส์กรณีที่มีตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัวแปร [14] สามารถเขียนได้ดังสมการที่ (3) ดังนี้

$$\text{Prob}(\text{event}) = \frac{e^z}{1+e^z} \quad (3)$$

หรือตั้งสมการที่ (4) ดังนี้

$$\text{Prob}(\text{event}) = \frac{1}{1+e^{-z}} = \pi \quad (4)$$

เมื่อ Z เป็น Linear Combination แสดงตั้งสมการที่ (5) ดังนี้

$$Z = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p \quad (5)$$

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ที่ประมาณได้จากข้อมูล

X_1, X_2, \dots, X_p หมายถึง ตัวแปรอิสระซึ่งมีทั้งหมด P ตัว

นอกจากนี้ในการวิเคราะห์การถดถอยสำหรับข้อมูลที่มีมิติสูงจะใช้วิธี Penalized Regression ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการประมาณค่า β เมื่อข้อมูลมีมิติสูงสำหรับ Penalized Regression นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบในงานวิจัยนี้จะใช้แบบวิธี Ridge Regression โดยมีความเชื่อว่าตัวแปรอิสระทุกตัวมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม สำหรับคุณสมบัติเด่นของ Ridge Regression คือ ตัวประมาณที่ได้จะมีความเสถียร จึงเป็นอีกวิธีที่ใช้กันมากเพื่อแก้ไขปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันสูงสำหรับข้อเสียของวิธีนี้คือการขาดสมบัติในการเลือกตัวแปร ทำให้การแปลผลตัวแปรในตัวแบบทำได้ยาก [15]

2.5 นำค่าคะแนนความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมที่ได้ในแต่ละวิธีการมาแบ่งระดับความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม 5 ระดับ คือ พื้นที่เสี่ยงน้อยที่สุด พื้นที่เสี่ยงน้อย พื้นที่เสี่ยงปานกลาง พื้นที่เสี่ยงมาก และพื้นที่เสี่ยงมากที่สุด โดยใช้การกำหนดช่วงชั้นแบบ Equal Interval

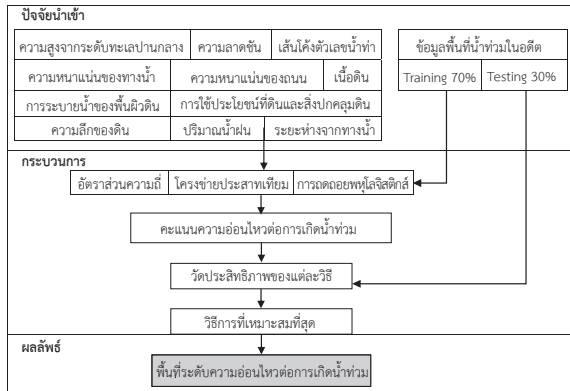
2.6 ทำการวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของแต่ละวิธีการด้วยวิธีการหาพื้นที่ใต้เส้นโค้ง (Area Under Curve; AUC) โดยมีหลักการทำงานที่เกิดจากการสร้างเส้นอัตราเฉพาะกลุ่ม (Specific Rate Curve) ที่แสดงเปอร์เซ็นต์ตำแหน่งของเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นในอดีตว่าตำแหน่ง

ดังกล่าวตกอยู่ในระดับความอ่อนไหวระดับใด (ค่า FSI) เช่น แบ่งระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดเหตุการณ์ออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด แล้วแสดงออกมาเป็นแผนภาพความถี่สะสม ในการสร้างเส้นอัตราเฉพาะกลุ่ม ค่า FSI ของพิกเซลทั้งหมดบนแผนที่ที่ประเมินจะถูกเรียงลำดับจากมากไปน้อยและแบ่งออกเป็น 100 คลาสที่มีจำนวนสมาชิกเท่ากัน สำหรับแกน X ที่มีค่าที่สูงกว่า หมายถึง มีค่า FSI ที่ต่ำกว่า และแกน Y คือ เปอร์เซ็นต์ความถี่สะสมของตำแหน่งที่เคยเกิดเหตุการณ์ในแต่ละช่วงค่า FSI ทั้งนี้พื้นที่ทั้งหมดที่อยู่ภายใต้เส้นอัตราเฉพาะกลุ่ม จะเป็นตัวกำหนดความแม่นยำในการทำนายของแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดเหตุการณ์ โดยพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่หมายถึง มีความแม่นยำที่สูง และเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ในเชิงปริมาณข้อมูล AUC จะถูกปรับขนาดให้มีพื้นที่ทั้งหมดเท่ากับ 1 (หมายถึง การคาดการณ์ที่สมบูรณ์แบบหรือมีความถูกต้อง 100%) ชุดข้อมูลที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพของแผนที่ความอ่อนไหวจะใช้ 2 ชุดข้อมูล คือ 1) ชุดข้อมูลที่ใช้ในวัดประสิทธิภาพในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหว ที่เรียกว่า เส้นโค้งอัตราผลสำเร็จ (SRC) และ 2) ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้องหรือการคาดการณ์ในการเกิดเหตุการณ์ของแผนที่ความอ่อนไหว ที่เรียกว่า เส้นโค้งอัตราผลการทำนาย (PRC) [16] เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งหากผลการวัดประสิทธิภาพ พบว่า 2 ใน 3 วิธีมีค่าคะแนนใกล้เคียงกัน (มีความแตกต่างไม่เกิน 3%) จะใช้การทวนสอบแบบจำลอง (Validation) โดยใช้ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นในอดีต 10 ปี และปีพ.ศ. 2560 มาร่วมพิจารณาต่อไป

สำหรับกรอบแนวคิดการวิเคราะห์หาวิธีการที่เหมาะสมในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม แสดงดังรูปที่ 15

3. ผลการวิจัย

การประมวลผลเพื่อหาหน้าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วม สามารถแบ่งกลุ่มการจำแนกตามตารางที่ 1 โดยวิธี FR พบว่า 1) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง น้อยกว่า 100 เมตร มีโอกาสในการเกิดน้ำท่วม



รูปที่ 15 กรอบแนวคิดการวิเคราะห์หาวิธีการที่เหมาะสมในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม

- 2) ความลึกของดิน ที่ระดับ 25 เซนติเมตรขึ้นไป มีโอกาสเกิดน้ำท่วมมาก
- 3) ความลาดชันของพื้นที่ น้อยกว่า 5 องศา มีโอกาสในการเกิดน้ำท่วม
- 4) ความสามารถในการระบายน้ำของดินเลว เลวพอสมควร มีโอกาสสูงมากในการเกิดน้ำท่วม
- 5) ระยะห่างจากทางน้ำในช่วง 1,500-2,000 เมตร มีโอกาส

ในการเกิดน้ำท่วมสูงมาก 6) เนื้อดินลักษณะดินเหนียวปนทรายแป้ง ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และดินร่วนปนทรายแป้ง มีโอกาสสูงมากในการเกิดน้ำท่วม 7) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินลักษณะสถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและพื้นที่นา มีโอกาสสูงมากในการเกิดน้ำท่วม 9) ปริมาณน้ำฝนน้อยก็มีโอกาสเกิดน้ำท่วมมาก 10) ความหนาแน่นของทางน้ำ ช่วง 600-900 และ 1,200-1,500 มีโอกาสในการเกิดน้ำท่วม 11) เส้นโค้งตัวเลขน้ำท่า ช่วง 2-8 มีโอกาสในการเกิดน้ำท่วม และ 12) ความหนาแน่นของถนน ช่วง 3-5 มีโอกาสในการเกิดน้ำท่วม ทั้งนี้จะพบว่าบางปัจจัยจะไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง เช่น ปริมาณน้ำฝนเยอะ ควรมีโอกาสในการเกิดน้ำท่วมมาก แต่กลับพบว่าปริมาณน้ำฝนน้อยยิ่งมีโอกาสน้ำท่วมมาก ที่เป็นเช่นนี้เพราะวิธีการ *FR* จะคิดอัตราส่วนความถี่ของร้อยละพื้นที่น้ำท่วมต่อร้อยละพื้นที่ศึกษา ถึงแม้จะมีจำนวนพิกเซลน้ำท่วมในอดีตเยอะตามปริมาณน้ำฝนที่มากขึ้น แต่ปริมาณพิกเซลพื้นที่ศึกษาสูงมาก เมื่อคิดเป็นอัตราส่วนความถี่ จึงทำให้ค่า *FR* น้อย

ตารางที่ 1 ค่าความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมของแต่ละปัจจัยในแต่ละวิธี

ปัจจัย	กลุ่มการจำแนก	พิกเซลพื้นที่ศึกษา		พิกเซลน้ำท่วมในอดีต		FR	ANN	Coefficients of MLR
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ			
ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (เมตร)	0-100	2,630,050	69.2655	9,711	99.1019	1.4308	0.0232	-0.0124
	100-200	738,222	19.4420	84	0.8572	0.0441		
	200-300	246,838	6.5008	4	0.0408	0.0063		
	300-400	94,401	2.4862	0	0.0000	0.0000		
	400-500	45,021	1.1857	0	0.0000	0.0000		
	>500	42,523	1.1199	0	0.0000	0.0000		
ความลึกของดิน (เซนติเมตร)	ลึกมาก (> 150 ซม.)	674,939	17.7753	1,892	19.3081	1.0862	0.0213	-0.0850
	ลึก (100-150 ซม.)	55,408	1.4592	62	0.6327	0.4336	0.0290	0.8089
	ลึกปานกลาง (50-100 ซม.)	1,021,104	26.8920	7,098	72.4360	2.6936	0.0193	0.0609
	ตื้น (25-50 ซม.)	33,783	0.8897	199	2.0308	2.2825	0.0261	2.3409
	ตื้นมาก (< 25 ซม.)	765,556	20.1618	138	1.4083	0.0699	0.0271	-0.2695
	พื้นที่ที่ไม่มีการสำรวจ	1,246,265	32.8219	410	4.1841	0.1275	0.0203	0.0063
ความลาดชันของพื้นที่ (องศา)	0-5	2,201,480	57.9786	9,352	95.4383	1.6461	0.0406	0.0424
	5-25	1,311,638	34.5436	387	3.9494	0.1143		
	25-35	248,603	6.5473	60	0.6123	0.0935		
	35-50	27,430	0.7224	0	0.0000	0.0000		
	>50	7,904	0.2082	0	0.0000	0.0000		
	ความสามารถในการระบายน้ำของดิน	เลวมาก	1,222,484	32.1956	293	2.9901	0.0929	0.0164
มากเกินไปบ้าง		1,129,865	29.7564	226	2.3064	0.0775	0.0184	-0.7396
เลว		57,897	1.5248	954	9.7357	6.3849	0.0338	0.7946
เลวพอสมควร		666,206	17.5453	5,927	60.4858	3.4474	0.0329	0.0661
มากเกินไป		10,860	0.2860	28	0.2857	0.9991	0.0184	0.4121
ดีปานกลาง		145,491	3.8317	420	4.2862	1.1186	0.0145	0.3994
ดี		341,349	8.9898	931	9.5010	1.0569	0.0155	-0.2478
พื้นที่ที่ไม่มีการสำรวจ	222,903	5.8704	1,020	10.4092	1.7732	0.0357	1.7887	

ธิดาทรร อนุชาญ, “การเปรียบเทียบวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม บริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองนาทวี จังหวัดสงขลา.”

ตารางที่ 1 ค่าความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมของแต่ละปัจจัยในแต่ละวิธี (ต่อ)

ปัจจัย	กลุ่มการจำแนก	พิกเซลพื้นที่ศึกษา		พิกเซลน้ำท่วมในอดีต		FR	ANN	Coefficients of MLR
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ			
ระยะห่างจากทางน้ำ (เมตร)							0.0425	0.0004
	<500	3,100,070	81.6441	7,421	75.7322	0.9276		
	500-1,000	607,335	15.9949	1,952	19.9204	1.2454		
	1,000-1,500	79,362	2.0901	313	3.1942	1.5283		
	1,500-2,000	10,200	0.2686	113	1.1532	4.2928		
	>2,000	88	0.0023	0	0.0000	0.0000		
เนื้อดิน								
	ทราย	254,185	6.6943	1,111	11.3379	1.6937	0.0106	-2.3000
	ทรายปนดินร่วน	242,377	6.3833	116	1.1838	0.1855	0.0135	-0.6912
	ดินเหนียวปนทรายแป้ง	72,419	1.9072	1,279	13.0524	6.8436	0.0396	1.3354
	ดินร่วนปนทราย	174,628	4.5990	349	3.5616	0.7744	0.0126	-0.2730
	ดินเหนียว	339,031	8.9288	997	10.1745	1.1395	0.0097	-0.4090
	ดินร่วนปนทรายแป้ง	362,118	9.5368	4,661	47.5661	4.9876	0.0242	0.5996
	ดินร่วนปนทรายละเอียด	253,630	6.6797	49	0.5001	0.0749	0.0039	-1.7000
	ดินร่วนเหนียว	758,400	19.9734	202	2.0614	0.1032	0.0300	0.8846
	ดินร่วน	70,700	1.8620	286	2.9187	1.5675	0.0309	0.3135
	ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง	23,302	0.6137	339	3.4595	5.6373	0.0251	-0.7760
	ดินมีกรวดปนมาก	23,781	0.6263	117	1.1940	1.9064	0.0222	-0.3271
	พื้นที่ที่ไม่มีการสำรวจ	1,222,484	32.1956	293	2.9901	0.0929	0.0174	0.0176
การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน								
	พื้นที่นา	291,820	7.6854	5,687	58.0365	7.5515	0.0386	1.6826
	แหล่งน้ำ	24,409	0.6428	97	0.9899	1.5399	0.0348	-0.1815
	ยางพารา	2,496,048	65.7364	1,457	14.8689	0.2262	0.0048	-0.9869
	พืชไร่	13,293	0.3501	34	0.3470	0.9911	0.0068	-0.4190
	ไม้ยืนต้น	10,749	0.2831	21	0.2143	0.7570	0.0058	-0.0245
	ป่าสนน้ำมัน	10,713	0.2821	50	0.5103	1.8085	0.0319	0.3248
	ไม้ผล	113,131	2.9794	92	0.9389	0.3151	0.0029	-1.3323
	ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	147,513	3.8849	338	3.4493	0.8879	0.0087	-0.4579
	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือน	1,642	0.0432	1	0.0102	0.2360	0.0116	-1.3020
	สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	15,387	0.4052	300	3.0615	7.5550	0.0377	2.0529
	ป่าไม้	472,532	12.4447	506	5.1638	0.4149	0.0280	0.1390
	เปิดเตล็ด	199,818	5.2624	1,216	12.4094	2.3581	0.0367	0.7817
ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตรต่อปี)							0.0010	-0.0078
	<1,300	1,523	0.0401	83	0.8470	21.1175		
	1,300-1,400	174,909	4.6064	2,148	21.9206	4.7587		
	1,400-1,500	503,785	13.2678	4,139	42.2390	3.1836		
	1,500-1,600	1,910,479	50.3148	2,613	26.6660	0.5300		
	>1,600	1,206,359	31.7709	816	8.3274	0.2621		
ความหนาแน่นของทางน้ำ							0.0435	0.2730
	0-2	3,028,594	79.7617	6,101	62.2615	0.7806		
	2-4	641,385	16.8916	2,795	28.5233	1.6886		
	4-6	63,218	1.6649	365	3.7249	2.2373		
	6-8	43,277	1.1398	497	5.0719	4.4500		
	>8	20,581	0.5420	41	0.4184	0.7719		
เส้นโค้งตัวเลขน้ำท่า							0.0019	-0.0016
	<300	1,700	0.0448	0	0.0000	0.0000		
	300-600	21,914	0.5771	20	0.2041	0.3536		
	600-900	58,310	1.5357	216	2.2043	1.4354		
	900-1,200	635,042	16.7246	1,356	13.8381	0.8274		
	1,200-1,500	2,854,018	75.1640	7,773	79.3244	1.0554		
	>1,500	226,071	5.9539	434	4.4290	0.7439		
ความหนาแน่นของถนน							0.0415	0.5911
	0-1	386,081	10.1679	0	0.0000	0.0000		
	1-2	1,014,809	26.7262	159	1.6226	0.0607		
	2-3	1,263,320	33.2710	2,248	22.9411	0.6895		
	3-4	923,637	24.3251	5,991	61.1389	2.5134		
	4-5	204,511	5.3860	1,401	14.2974	2.6545		
	>5	4,697	0.1237	0	0.0000	0.0000		

ธิดาภัทร อนุชาญ, “การเปรียบเทียบวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม บริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองนาทวี จังหวัดสงขลา.”

สำหรับวิธีการ ANN ปัจจัยนำเข้าที่ต้องนำมาใช้ในการคำนวณหาค่าน้ำหนักจะมีปริมาณมาก เนื่องจากต้องจำแนกปัจจัยแยกตามคลาสด้วย เช่น ความลึกหน้าดิน ในที่นี้มี 6 ชั้นความลึก จะได้ค่าปัจจัยนำเข้า จำนวน 6 ค่า หากเขียนอธิบายในลักษณะของ Input-Hidden-Output Layer จึงมีจำนวนเป็น 45-23-1 ตามลำดับ สำหรับค่าอัตราการเรียนรู้ (Learning Rate) คือ 0.3 และค่า Momentum คือ 0.2 ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักสูงสุดที่ลำดับแรกคือ ความหนาแน่นของทางน้ำ (0.0435) ระยะห่างจากทางน้ำ (0.0425) และความหนาแน่นของถนน (0.0415) ตามลำดับ ส่วนปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักน้อยที่สุด 3 อันดับสุดท้าย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน (0.0010) ไม้ผล (0.0029) และเส้นโค้งตัวเลขน้ำท่า (0.0019) ตามลำดับ

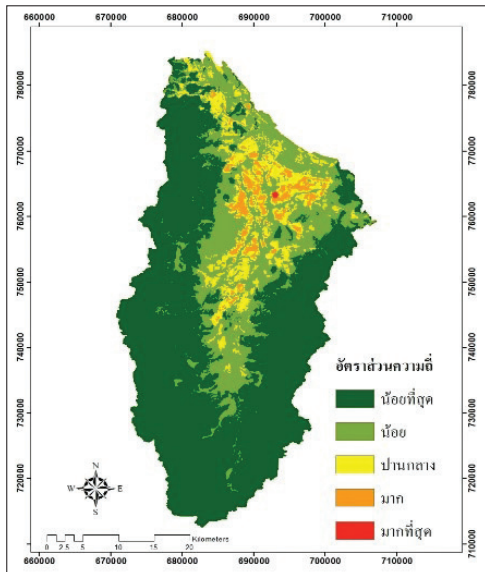
สำหรับวิธีการ MLR ปัจจัยที่นำเข้าจะมีลักษณะเช่นเดียวกับวิธีการ ANN คือ มีจำนวน 45 ปัจจัย และทุกปัจจัยได้มีการนำมาใช้ในการสร้างสมการความสัมพันธ์ทั้งหมดดังสมการที่ (6) ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{สมการ MLR} = & 10.2283 - (0.0016 \times \text{เส้นโค้งตัวเลขน้ำท่า}) \\ & + (0.5911 \times \text{ความหนาแน่นของถนน}) + (0.2730 \times \text{ความหนาแน่นของทางน้ำ}) \\ & + (0.0609 \times \text{ความลึกของดิน (ลึกปานกลาง)}) \\ & + (0.0063 \times \text{ความลึกของดิน (พื้นที่ที่ไม่มีการสำรวจ)}) - (0.085 \times \text{ความลึกของดิน (ลึกมาก)}) \\ & - (0.2695 \times \text{ความลึกของดิน (ตื้นมาก)}) + (0.8089 \times \text{ความลึกของดิน (ลึก)}) \\ & + (2.3409 \times \text{ความลึกของดิน (ตื้น)}) + (0.0004 \times \text{ระยะห่างจากทางน้ำ}) \\ & - (2.300 \times \text{เนื้อดิน (ทราย)}) + (0.0176 \times \text{เนื้อดิน (พื้นที่ที่ไม่มีการสำรวจ)}) \\ & - (0.6912 \times \text{เนื้อดิน (ทรายปนดินร่วน)}) + (1.3354 \times \text{เนื้อดิน (ดินเหนียวปนทรายแข็ง)}) \\ & - (0.273 \times \text{เนื้อดิน (ดินร่วนปนทราย)}) + (0.409 \times \text{เนื้อดิน (ดินเหนียว)}) \\ & + (0.5996 \times \text{เนื้อดิน (ดินร่วนปนทรายแข็ง)}) - (1.7000 \times \text{เนื้อดิน (ดินร่วนปนทรายละเอียด)}) \\ & + (0.8846 \times \text{เนื้อดิน (ดินร่วนเหนียว)}) + (0.3135 \times \text{เนื้อดิน (ดินร่วน)}) \\ & + (0.776 \times \text{เนื้อดิน (ดินร่วนเหนียวปนทรายแข็ง)}) - (0.3271 \times \text{เนื้อดิน (ดินมีกรวดปนมาก)}) \\ & + (1.7887 \times \text{ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (พื้นที่ที่ไม่มีการสำรวจ)}) \\ & + (0.0176 \times \text{ความสามารถใน} \end{aligned}$$

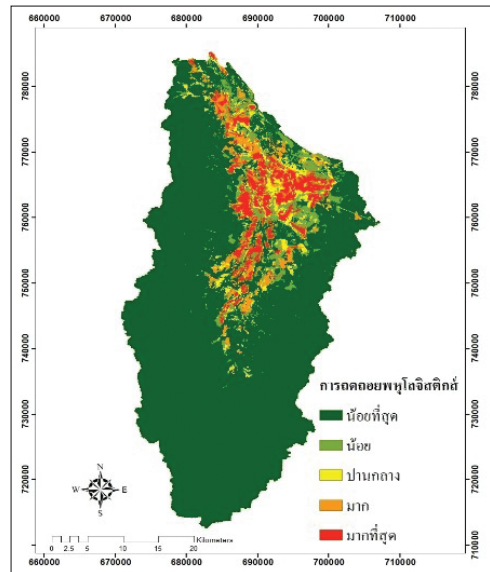
$$\begin{aligned} & \text{การระบายน้ำของดิน (เลวมก)} - (0.7396 \times \text{ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (มากเกินไปบ้าง)}) \\ & + (0.7946 \times \text{ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (เลว)}) + (0.0661 \times \text{ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (เลวพอสมควร)}) \\ & + (0.4121 \times \text{ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (มากเกินไป)}) + (0.3994 \times \text{ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (ดีปานกลาง)}) \\ & - (0.2478 \times \text{ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (ดี)}) + (1.6826 \times \text{พื้นที่นา}) \\ & - (0.1815 \times \text{แหล่งน้ำ}) - (0.9869 \times \text{ยางพารา}) - (0.419 \times \text{พืชไร่}) \\ & - (0.0245 \times \text{ไม้ยืนต้น}) + (0.3248 \times \text{ปาล์มน้ำมัน}) - (1.3323 \times \text{ไม้ผล}) \\ & - (0.4579 \times \text{ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง}) - (1.302 \times \text{ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือน}) \\ & + (2.0529 \times \text{สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ}) + (0.139 \times \text{ป่าไม้}) \\ & + (0.7817 \times \text{เขตเตล็ด}) - (0.0078 \times \text{ปริมาณน้ำฝน}) - (0.0124 \times \text{ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง}) \\ & + (0.0424 \times \text{ความลาดชันของพื้นที่}) \end{aligned} \quad (6)$$

ผลการศึกษา พบว่า ความลึกของดิน (ตื้น) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (พื้นที่ที่ไม่มีการสำรวจ) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (พื้นที่นา) เนื้อดิน (ดินเหนียวปนทรายแข็ง) ส่งผลต่อโอกาสในการเกิดน้ำท่วมเพิ่มขึ้น 2.3409, 2.0529, 1.7887, 1.6826 และ 1.3354 ตามลำดับ ในขณะที่เนื้อดิน (ทราย) เนื้อดิน (ดินร่วนปนทรายละเอียด) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (ไม้ผล) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และโรงเรือน) ส่งผลต่อโอกาสในการเกิดน้ำท่วมลดลง 2.3000, 1.7000, 1.3323 และ 1.3020 ตามลำดับ

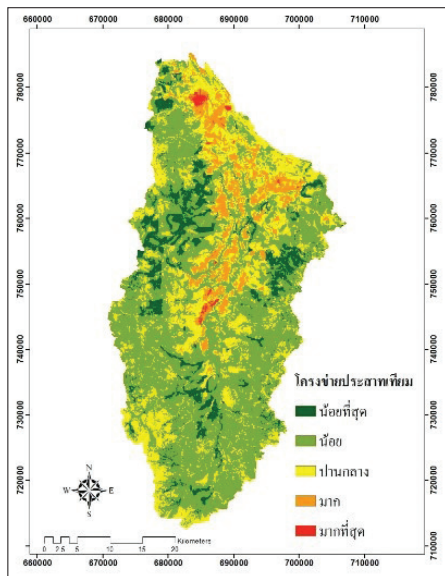
สำหรับระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมและผลจากการนำระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมซ้อนทับกับพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2559 (10 ปี) แสดงผลดังตารางที่ 2 และแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมในแต่ละวิธีการ แสดงผลดังรูปที่ 16-18 จากนั้นนำผลลัพธ์ทั้ง 3 วิธีการมาพิจารณาเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพความถูกต้องแบบ SRC และ PRC พบว่า วิธีการ ANN จะให้ค่าความถูกต้องต่ำที่สุดในขณะที่วิธีการ FR และ MLR มีค่า



รูปที่ 16 แผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม ด้วยวิธี FR

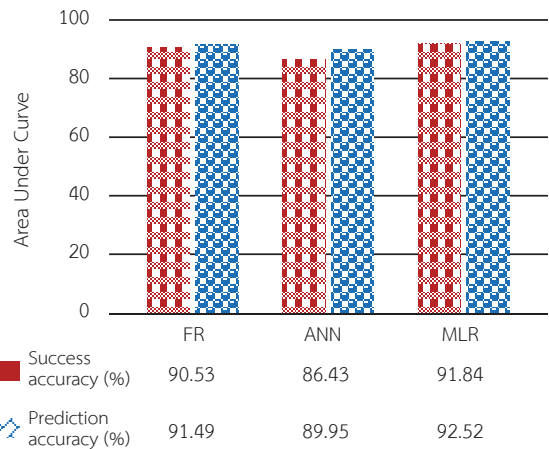


รูปที่ 18 แผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม ด้วยวิธี MLR



รูปที่ 17 แผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม ด้วยวิธี ANN

ความถูกต้องที่ใกล้เคียงกัน (วิธีการ MLR สูงกว่าวิธีการ FR ประมาณ 1%) (รูปที่ 19) จึงนำประเด็นของระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมมาซ้อนทับกับพื้นที่น้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นในอดีต (ระยะเวลา 10 ปี) มาพิจารณาร่วมด้วย (ตารางที่ 2) พบว่าวิธีการ FR มีระดับพื้นที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม



รูปที่ 19 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของวิธีการ FR, ANN และ MLR

และพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมในระดับมากและมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 3.2124 และ 34.4190 ตามลำดับ ในขณะที่วิธีการ MLR คิดเป็นร้อยละ 8.9844 และ 70.0179 ตามลำดับ ทั้งนี้หากคำนวณสัดส่วนขนาดของพื้นที่น้ำท่วมที่เคยเกิดในอดีต (ระยะเวลา 10 ปี) กับขนาดพื้นที่ศึกษาทั้งหมด พบว่าร้อยละ 6.3057 เคยเกิดน้ำท่วมเมื่อเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งหมด และเมื่อนำข้อมูลน้ำท่วมในปี พ.ศ. 2560 มาพิจารณาอีกครั้ง

พบว่า มีพื้นที่น้ำท่วมเมื่อเทียบกับพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ร้อยละ 1.9431 และนำไปซ้อนทับกับแบบจำลองที่ได้จากวิธีการ FR และ MLR พบว่า ที่ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมในระดับมาก และมากที่สุดของวิธีการ MLR มีค่าเท่ากับ 84.1813 ในขณะที่วิธีการ FR มีค่าเท่ากับ 43.0442 รายละเอียดดังตารางที่ 3 จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าวิธีการ MLR สามารถจำแนกความถูกต้องและทำนายความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมได้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากกว่าวิธีการ FR ในที่นี้จึงเลือกวิธีการ MLR เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดและนำไปศึกษาปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อความอ่อนไหวในการเกิดน้ำท่วมในบริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองนาทวี [17] และจะนำไปวิเคราะห์หาสถานที่ที่เหมาะสมต่อการจัดตั้งเป็นศูนย์พักพิงชั่วคราว รวมทั้งเส้นทางการอพยพไปยังที่ตั้งศูนย์พักพิงชั่วคราว ท้ายสุดจะส่งมอบให้ศูนย์ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย เขต 12 สงขลา สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดสงขลา อำเภอนาทวี อำเภอนาจะนะ อำเภอนาทะ รวมถึงองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการเพิ่มข้อมูลในหัวข้อพื้นที่เสี่ยงภัยการเกิดน้ำท่วมในฐานข้อมูลเพื่อการเตรียมการแจ้งเตือน การเตรียมความพร้อมเชิงพื้นที่ และจัดทำแผนเผชิญเหตุการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจากอุทกภัยปี พ.ศ. 2563 เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมรับมือจากเหตุการณ์น้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบร้อยละของพื้นที่ศึกษาและพื้นที่น้ำท่วม (ระยะเวลา 10 ปี) จำแนกตามระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมของวิธีการ FR, ANN และ MLR

ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม	ร้อยละของพื้นที่ศึกษา			ร้อยละของพื้นที่น้ำท่วม (ระยะเวลา 10 ปี)		
	FR	ANN	MLR	FR	ANN	MLR
น้อยที่สุด	63.0605	8.5514	80.7878	3.9339	0.6754	10.3705
น้อย	25.2022	57.1754	6.7346	18.6222	8.7479	9.6997
ปานกลาง	8.5249	25.4225	3.4931	43.0249	29.2454	9.9119
มาก	3.1692	8.3753	3.8503	33.7829	56.6301	23.1405
มากที่สุด	0.0432	0.4753	5.1341	0.6361	4.7012	46.8774

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบร้อยละของพื้นที่น้ำท่วมระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมของวิธีการ FR และ MLR

ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม	ร้อยละของพื้นที่น้ำท่วม (ปี พ.ศ. 2560)	
	FR	MLR
น้อยที่สุด	0.5164	3.5918
น้อย	12.9981	5.0122
ปานกลาง	43.4413	7.2147
มาก	41.7566	27.5291
มากที่สุด	1.2876	56.6522

4. อภิปรายผลและสรุป

4.1 สรุปผลการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมในงานวิจัยครั้งนี้ มีการนำปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลกับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาจำนวน 11 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปริมาณน้ำฝน 2) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 3) ความลาดชันของพื้นที่ 4) เนื้อดิน 5) ความสามารถในการระบายน้ำของดิน 6) ความลึกของดิน 7) ระยะห่างจากทางน้ำ 8) ความหนาแน่นของทางน้ำ 9) ความหนาแน่นของถนน 10) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน 11) เส้นโค้งตัวเลขน้ำท่า ร่วมกับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วม ที่แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) สำหรับการสอบเทียบ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550–2559 (10 ปี) ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ 1) สำหรับการฝึกสอนเพื่อสร้างแบบจำลอง ร้อยละ 70 และ 2) การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Testing) ร้อยละ 30 และ 2) สำหรับการทวนสอบแบบจำลอง จะใช้ข้อมูลขอบเขตน้ำท่วมปี พ.ศ. 2560 (1 ปี) มาประมวลผลร่วมกับ 3 วิธีการ ได้แก่ 1) การวิเคราะห์อัตราส่วนความถี่ (FR) 2) การวิเคราะห์โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) และ 3) การวิเคราะห์การถดถอยพหุโลจิสติกส์ (MLR) พบว่า วิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมคือ วิธีการ MLR โดยปัจจัยความลึกของดิน (ดิน) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำพื้นที่นา) ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (พื้นที่ที่ไม่มี การสำรวจ) และเนื้อดิน (ดินเหนียวปนทรายแป้ง) ส่งผลต่อ

โอกาสในการเกิดน้ำท่วมสูง 5 อันดับแรก ในขณะที่เนื้อดิน (ทราย ดินร่วนปนทรายละเอียด) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (ไม้ผล พืชหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือน) ส่งผลต่อโอกาสในการเกิดน้ำท่วมน้อย 4 อันดับสุดท้าย

สำหรับระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมจากวิธีการ MLR ที่มีการแบ่งออกเป็น 5 ระดับ พบว่า พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 5.1341 พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 3.8503 พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมระดับปานกลาง คิดเป็น ร้อยละ 3.4931 พื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 6.7346 และพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมระดับน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.7878 และเมื่อทำการวัดค่าประสิทธิภาพของวิธีการ MLR พบว่า ค่า SRC เท่ากับ 91.84% และ PRC เท่ากับ 92.52% ตามลำดับ

4.2 อภิปรายผล จากผลการวิจัยของวิธีการอัตราส่วนความถี่ เกี่ยวกับปริมาณน้ำฝน จะพบว่า อัตราส่วนความถี่ของปริมาณน้ำฝนยิ่งน้อย ยิ่งมีโอกาสในการเกิดน้ำท่วมมาก หากพิจารณาร้อยละที่เคยเกิดน้ำท่วมในอดีต (ตารางที่ 1) จะพบว่า มีจำนวนร้อยละที่เคยเกิดน้ำท่วมสูงตามปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นในแต่ละกลุ่มการจำแนก แต่เมื่อถึงระดับหนึ่งในที่นี้คือ 1,500 มิลลิเมตรต่อปีขึ้นไป จะมีร้อยละที่เกิดน้ำท่วมลดลง เนื่องจากอาจจะมียอดน้ำจากปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะภูมิประเทศ ความลาดชันของพื้นที่ ความสามารถในการระบายน้ำของดิน โครงข่ายการระบายน้ำ สิ่งปลูกสร้างที่เกิดขวางทางน้ำ และอีกกรณีหนึ่งร้อยละของพื้นที่ศึกษาในแต่ละกลุ่มการจำแนกดังกล่าว มีปริมาณพิทเชลที่สูงมาก เมื่อเทียบกับร้อยละของการเกิดน้ำท่วมในอดีต จึงทำให้อัตราส่วนความถี่ลดน้อยลงมาก

สำหรับการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของวิธีการ ANN และ MLR นั้น ข้อมูลที่ใช้ในการนำเข้าเพื่อประมวลผลเป็นข้อมูลชุดเดียวกัน แต่ปรากฏว่า MLR สามารถทำนายเหตุการณ์ในการเกิดน้ำท่วมได้แม่นยำกว่าวิธีการ ANN สำหรับวิธีการ FR จะมีลักษณะข้อมูลในการประมวลผลที่แตกต่างจาก 2 วิธี เพราะนำข้อมูลมาจัดแบ่งเป็นลักษณะกลุ่มการจำแนก ซึ่ง

ค่าความถูกต้องที่ได้ใกล้เคียงกับวิธีการ MLR จากนั้นจึงนำข้อมูลน้ำท่วมปี พ.ศ. 2560 มาทวนสอบอีกครั้งเพื่อยืนยันว่าวิธีการ MLR เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดของพื้นที่ศึกษา บริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองนาทวี แต่ทั้งนี้วิธีการดังกล่าว ยังไม่ได้นำไปทดสอบกับพื้นที่ลุ่มน้ำอื่นๆ และไม่สามารถนำงานวิจัยท่านอื่นมาเปรียบเทียบได้ เนื่องจากปัจจัยทางกายภาพ พื้นที่ศึกษาและวิธีการเตรียมข้อมูลนำเข้าแตกต่างกัน รวมทั้งงานวิจัยส่วนใหญ่ไม่ได้มีการเปรียบเทียบวิธีการหลายวิธีในการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วม

ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการพิจารณาในประเด็นของความสูงของระดับน้ำท่วม ระยะเวลาที่น้ำท่วมขัง ความรุนแรงของกระแส น้ำ ทิศทางการไหลของน้ำ และปริมาณน้ำฝนรายวัน รวมทั้งนำ 3 วิธีการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ศึกษาบริเวณอื่นๆ

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถานวิจัยสารสนเทศภูมิศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคใต้) คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ฐานข้อมูลชุดลุ่มน้ำ สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลน้ำท่วมบริเวณพื้นที่ศึกษา ว่าที่ร้อยตรีตระกูล โทธรรม ผู้อำนวยการศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย นายมาหะมะ พิสกกีวาม ผู้อำนวยการศูนย์ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย เขต 12 สงขลา และนายประเสริฐ นิมมานสมัย ผู้อำนวยการส่วนวิเคราะห์และประเมินสถานการณ์ ศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย ในการเป็นที่ปรึกษาและอนุเคราะห์ข้อมูลในพื้นที่ศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- [1] Regional Irrigation Office. (2013, March). Flood Prevention and Mitigation Action Plan (rainy season) 2013. Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok, Thailand [Online]. Available: <http://slbkb.psu.ac.th/xmlui/bitstream/>



- handle/2558/1949/แผนการป้องกันและบรรเทาภัยอันเกิดจากน้ำ%20%28ฤดูฝน%29%20พ.ศ.2556.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [2] Royal Irrigation Department. (2018, June). Nam Plug Pling-Chana Drainage system project in Songkhla province. Royal Irrigation Department. Bangkok, Thailand [Online]. Available: <http://kromchol.rid.go.th/lproject/lsp11/2014/index.php/example-pages/55-2014-01-30-10-31-09>
- [3] T. Anucharn, "Flood susceptibility map based on frequency ratio method at Songkhla Lake Basin in the Southern of Thailand," *Burapha Science Journal*, vol. 22, no 3, pp. 106–120, 2017 (in Thai).
- [4] S. Puttinaovarat, P. Horkaew, and K. Khaimook, "Configuring ANN for inundation areas identification based on relevant thematic layers," *ECTI Transactions on Computer and Information Technology*, vol. 8, no 1, pp. 56–66, 2017.
- [5] Y. Kaiyawan, "Principle and using logistic regression analysis for research," *RMUTSV Research Journal*, vol. 4, no 1, pp. 1–12, 2012 (in Thai).
- [6] Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (2018, January). "Thailand Flood Monitoring System," Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. Bangkok, Thailand [Online]. Available: <http://flood.gistda.or.th/>
- [7] C. J. Huberty, *Applied Discriminant Analysis*. New York: Wiley Interscience, 1994.
- [8] Thai Junior Encyclopedia Project by Royal Command of H.M. the King. (2018, January). *General Climate*. [Online]. Available: <http://saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=4&chap=6&page=t4-6-infodetail03.html>
- [9] L. Noichaisin, "Application of GIS on flood risk area assessment in Sa Kaeo Province," *Burapha Science Journal*, vol. 21, no 1, pp. 51–63, 2016 (in Thai).
- [10] Land Development Department. (2018, October). "Knowledge of soil for Youth," Ministry of Agriculture and Cooperatives. Bangkok, Thailand [Online]. Available: http://oss101.ddd.go.th/web_soils_for_youth/s_type2.htm
- [11] K. Jankaew, *Environmental Technology*. Bangkok: Interdisciplinary Graduate Programs, Environmental Science, the Graduate School, Kasetsart University, 1998 (in Thai).
- [12] L. Fausett, *Fundamentals of Neural Networks*. New Jersey: Prentice Hall, Inc., 1994.
- [13] W. Pornpatcharapong. (2017, September). "Artificial Neural Networks – ANN," GoToKnow [Online]. Available: <https://www.gotoknow.org/posts/163433>
- [14] U. Amornnimit, "Logistic regression analysis: A choice of risk analysis," *University of the Thai Chamber of Commerce Journal*, vol. 23, no 2, pp. 21–35, 2003 (in Thai).
- [15] V. Pungpapong, "A brief review on high-dimensional linear regression," *Thammasat Journal of Science and Technology*, vol. 23, no 2, pp. 212–223, 2015 (in Thai).
- [16] T. Anucharn, "Optimal landslide susceptibility and risk analyses at Khao Phanom Bencha, Krabi Province, Thailand," Ph.D. dissertation, Institute of Science Suranaree University of Technology, 2015.
- [17] T. Anucharn, "A study of physical factors affecting flood susceptibility in Khlong Nathawi Subbasin using multiple logistic regression model," *Burapha Science Journal*, vol. 24, no 1, pp. 284–298, 2019 (in Thai).