ปัจจัยทางภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: บทสังเคราะห์จากบทความวิจัยในพื้นที่ประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553-2564

Geographical Factors in the Flood Risk Analysis using Geographic Information System: A Synthesis of Research Articles in Thailand During 2010-2021

วรวิทย์ ศุภวิมุติ[1] สุโข เสมมหาศักดิ์[2] ใบชา วงศ์ตุ้ย[3] และ ปิยวดี นิลสนธิ[4]

[1 2 3 4] หลักสูตรสาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บทคัดย่อ

น้ำท่วมเป็นภัยธรรมชาติที่ได้สร้างผลกระทบต่อทุกภูมิภาคของประเทศไทย การศึกษาวิจัยโดยการประยุกต์ใช้องค์ความรู้และเทคโนโลยีในศาสตร์แขนงต่าง ๆ ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อเป้าประสงค์ในการเตรียมการและลดผลกระทบจากน้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) เป็นเครื่องมือด้านเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศที่มีการนำมาประยุกต์ใช้วิจัยด้านการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมอย่างแพร่หลาย สามารถวิเคราะห์ซ้อนทับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วม และการบูรณาการร่วมกันเทคนิควิธีการทางสถิติทำให้มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ได้อย่างแม่นยำ ข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์งานวิจัยด้านการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากการศึกษาในพื้นที่ประเทศไทย และมีการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการในประเทศไทยและวารสารระดับนานาชาติ ช่วงปี พ.ศ. 2553-2564 จำนวน 14 บทความ พบว่า ปัจจัยหลักที่ใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบไปด้วย ความลาดชัน การระบายน้ำของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความสูงภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน ความหนาแน่นของถนน ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ และความหนาแน่นทางน้ำ งานวิจัยที่ใช้จำนวนปัจจัยมากที่สุด มีจำนวน 12 ปัจจัย และน้อยที่สุดจำนวน 5 ปัจจัย ค่าเฉลี่ยอยู่ที่จำนวน 8 ปัจจัย นอกจากนี้ ยังพบว่าการวิจัยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ การวิเคราะห์แบบลำดับชั้น วิธีอัตราส่วนความถี่ วิธีดัชนีทางสถิติ วิธีถอดถอยโลจิสติกส์ วิธีถอดถอยพหุโลจิสติกส์ วิธีโครงข่ายประสาทเทียม เป็นต้น การพัฒนาเทคนิควิธีการวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือและแม่นยำจะช่วยให้สามารถนำผลลัพธ์ไปใช้ในการเตรียมการรับมือกับปัญหาน้ำท่วมของหน่วยงานต่าง ๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, ภัยธรรมชาติ, น้ำท่วม, ภูมิศาสตร์

Abstract

Flooding is a natural disaster that affects all regions of Thailand. Research studies by applying knowledge and technology in various fields have been continually developed to prepare and reduce the impacts of future floods. Geographic information system is a geoinformation technology that has been widely applied in flood risk hazard analysis. GIS is a tool capable of overlay analysis of condition factors that influence flooding and can be integrated with statistical techniques for effective and accurate results. The influencing factors play important role in affecting the effectiveness of the analysis. According to the past research studies, different influencing factors have been applied for flood risk analysis. This article presents the results of the synthesis of 14research studies that have been published in Thai academic journals and international journals during 2010-2021. It is found that the main factors used in the research including slope, soil drainage, and soil drainage, land use, elevation, rainfall, road density, distance from the stream, and stream density. The research that was performed using most numbers of 12 factors, the least number was 5 factors, and the mean was 8 factors. Varied techniques were applied namely analytic hierarchy process, frequency ratio, statistical index, logistic regression, multiple logistic regression, and artificial neural network. Developing more reliable and accurate techniques will be helpful for the efficient implementation of governmental organizations for future flood preparation.

Keywords: geographic information system, natural hazard, flood, geography

1. บทนำ

น้ำท่วมเป็นหนึ่งในภัยธรรมชาติที่ได้สร้างความเสียหายกับประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก จากสถิติการเกิดน้ำท่วมทั่วโลก ค.ศ. 2009-2018 พบว่ามีผู้ที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดน้ำท่วมเฉลี่ยปีละประมาณ 72 ล้านคน ค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งของการเกิดน้ำท่วมอยู่ที่ 149 ครั้งต่อปี โดยมีผู้เสียชีวิตจากเหตุการณ์น้ำท่วมทั่วโลกเฉลี่ยปีละ 4,913 คน และมูลค่าความเสียหายเฉลี่ยปีละ 40,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (CRED, 2020) การเกิดน้ำท่วมเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ ได้แก่ การเกิดฝนตกหนัก การเกิดหย่อมความกดอากาศต่ำ การเกิดพายุหมุนเขตร้อน และลมมรสุมกำลังแรง เป็นต้น ส่วนสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ (มนัส สุวรรณ, 2555) เช่น เขื่อนหรือคันกั้นน้ำแตกชำรุด ระบบการระบายน้ำอุดตัน การสร้างสิ่งก่อสร้างสิ่งกีดขวางทางน้ำ การใช้ที่ดินผิดประเภท การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ เป็นต้น

ประเทศไทยต้องประสบกับภัยน้ำท่วมหลายครั้ง โดยมีรูปแบบการเกิดน้ำท่วมที่แตกต่างกันหลายลักษณะ ได้แก่ น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วม น้ำล้นตลิ่ง ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและสิ่งแวดล้อมของพื้นที่นั้นๆ (สุโข เสมมหาศักดิ์ และคณะ, 2559) ดังเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2554 ซึ่งมีสาเหตุสำคัญจากพายุหมุนเขตร้อนพัดผ่านใกล้บริเวณประเทศไทยและเคลื่อนเข้าประเทศไทยโดยตรงหลายลูก ได้แก่ พายุโซนร้อนไหหม่า (HAIMA) พายุโซนร้อนนกเต็น (NOK-TEN) พายุโซนร้อนไห่ถาง (HAITANG) พายุโซนร้อนเนสาด (NESAT) และพายุโซนร้อนนาลแก (NALGAE) ทำให้เกิดฝนตกหนักและเริ่มเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือก่อน และจากนั้นมวลน้ำจากภาคเหนือได้ไหลบ่าลงสู่พื้นที่อื่น ๆ ตามมา โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคกลาง (มนัส สุวรรณ, 2555) โดยภาพรวมจึงเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ 66 จังหวัด กระทบต่อประชากรราว 13 ล้านคน และนับเป็นเหตุการณ์น้ำท่วมที่ร้ายแรงที่สุดในรอบ 70 ปี (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ, 2564; World Bank, 2012) ดังนั้นประเทศไทยจึงควรมีการเตรียมการเพื่อป้องกันและรับมือเหตุการณ์น้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้นทั้งในระดับชุมชน ระดับจังหวัด ระดับลุ่มน้ำ รวมทั้งระดับประเทศ

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geoinformation technologies) เป็นเครื่องมือที่มีบทบาทสำคัญในการศึกษา วิเคราะห์ เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาการเกิดน้ำท่วม โดยเฉพาะ เทคโนโลยีด้านการรับรู้จากระยะไกล (Remote sensing) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic information system: GIS) ที่สามารถบูรณาการเพื่อการจัดทำแผนที่สถานการณ์การเกิดน้ำท่วม การประเมินพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ การวิเคราะห์คาดการณ์พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม การประเมินความเปราะบางเชิงพื้นที่ เป็นต้น (พรชัย เอกศิริพงษ์ และสุเพชร จิระขจรกุล, 2557; วรวิทย์ ศุภวิมุติ, 2564; สุโข เสมมหาศักดิ์ และคณะ, 2559: Kongmuang *et. al*., 2020) การประยุกต์ใช้ GIS ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมเป็นประเด็นการศึกษาวิจัยที่มีการศึกษากันอย่างแพร่หลายทั้งที่จัดทำโดยหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำ การป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย รวมทั้งการศึกษาโดยอาจารย์ นักศึกษา นักวิจัย ในสถาบันการศึกษาอุดมศึกษา ซึ่งการวิจัยแต่ละเรื่องจะมีขอบเขตเชิงพื้นที่และวิธีการศึกษาที่แตกต่างกัน มีขอบเขตการศึกษาทั้งขอบเขตการปกครอง ได้แก่ ตำบล อำเภอ จังหวัด และภูมิภาค งานวิจัยที่ใช้ขอบเขตขอบเขตของลุ่มน้ำ ทั้งลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำรอง เป็นต้น

ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วย GIS นับว่ามีบทบาทสำคัญต่อความถูกต้องน่าเชื่อถือของการวิจัย เนื่องจากจาก ปัจจัยดังกล่าวจะมีอิทธิพลหรือมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดการเกิดน้ำท่วมที่แตกต่างกัน ดังนั้น งานวิจัยในแต่ละพื้นที่ศึกษาและงานวิจัยที่ใช้แบบจำลองในการศึกษาที่แตกต่างกัน จะมีการนำปัจจัยต่าง ๆ มาใช้ในการวิเคราะห์แตกต่างกันไป ดังนั้น บทความฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการปริทัศน์บทความวิจัยที่เกี่ยวข้องการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ดำเนินการวิจัยโดยนักวิจัยในประเทศไทยและศึกษาในบริบทพื้นที่ของประเทศไทย ในช่วงปี พ.ศ. 2553-2564 โดยเป็นบทความได้รับการเผยแพร่ตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการในประเทศไทย และบทความที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ (ตารางที่ 1) ประเด็นสำคัญที่คณะผู้เขียนต้องการนำเสนอ ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับงานวิจัย วิธีการวิเคราะห์ และปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อจะได้เป็นการประเมินสถานภาพของการศึกษาเบื้องต้น เพื่อประโยชน์ต่อนิสิตนักศึกษา นักวิจัย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และสามรถเป็นแนวทางในการนำไปปรับใช้ในการวิจัยในอนาคต

2. งานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม

บทความนี้ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมจากการศึกษางานวิจัยที่ตีพิมพ์ระหว่างปี พ.ศ. 2553-2564 โดยศึกษาเฉพาะงานวิจัยที่ได้ประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์วิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 14 บทความ โดยเป็นบทความวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการที่อยู่ในฐานข้อมูลศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai-Journal Citation Index Center: TCI) หรือ วารสารทางวิชาการที่เผยแพร่ในระบบ Thai Journal Online (ThaiJo) พบบทความที่สอดคล้องกับประเด็นที่กำหนดจำนวน 11 บทความ และบทความตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติจำนวน 3 บทความ (ตารางที่ 1) เมื่อพิจารณาจากชื่อเรื่องงานวิจัย พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่จะนำเอาเครื่องมือหลักในการวิจัยมาเป็นชื่อของบทความวิจัย โดยจะพบว่าส่วนใหญ่ตั้งชื่อบทความวิจัยโดยมีคำว่า “ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์” หรือ “GIS” เป็นหลัก ส่วนงานของ ธิดาภัทร อนุชาญ และนิติเอี่ยมชื่น (2560) และ ธิดาภัทร อนุชาญ และณัฐริกา ทองจิต (2563) จะตั้งชื่อบทความโดยการระบุถึงแบบจำลองทางสถิติที่ใช้ในการวิจัย เช่น “โดยใช้วิธีอัตราส่วนความถี่” และ “โดยใช้วิธีอัตราส่วนความถี่และดัชนีทางสถิติ" อีกทั้งยังกำหนดชื่อโดยมีคำว่า “การสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วม” หรือในภาษาอังกฤษเป็น “Flood susceptibility map” ซึ่งจะพบว่า ในงานวิจัยในต่างประเทศนิยมใช้คำนี้อย่างแพร่หลายเช่นกัน เช่น flood susceptibility analysis, flood mapping และ flood susceptibility assessment เป็นต้น ส่วนการใช้คำว่า “ภูมิสารสนเทศ" เป็นอีกคำหนึ่งที่มีการกำหนดเป็นชื่อบทความ (ณัฐกิตติ์ เสงี่ยม และคณะ, 2561) ทั้งนี้ เนื่องจากในการวิจัยด้านการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม รวมทั้งภัยธรรมชาติอื่น ๆ มีความจำเป็นจะต้องบูรณาการข้อมูลจากข้อมูลจากการรับรู้จากระยะไกล เช่น ภาพถ่ายจากดาวเทียม ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนขับ ข้อมูลแบบจำลองความสูงภูมิประเทศจากดาวเทียม เป็นต้น นอกจากนี้ บางงานวิจัย ได้อาศัยข้อมูลตำแหน่งพิกัดการเกิดน้ำท่วม หรือข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งต่าง ๆ จากระบบดาวเทียมระบุตำแหน่งบนโลก (Global navigation satellite system: GNSS) ดังนั้น จึง

จะเห็นว่าการวิจัยด้านการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมเป็นกระบวนการในการบูรณาการการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) โดยอาศัยเทคโนโลยีทางด้านภูมิสารสนเทศเป็นเครื่องมือที่สำคัญ

ในมิติด้านขอบเขตพื้นที่ศึกษางานวิจัยทั้ง 14 บทความ สามารถจำแนกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) พื้นที่ศึกษาตามขอบเขตการปกครอง ได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี (ตอนล่าง) จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดสระแก้ว จังหวัดอ่างทอง จังหวัดสุราษฎร์ธานี อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอเมืองจังหวัดสุโขทัย 2) พื้นที่ศึกษาตามขอบเขตลุ่มน้ำ ได้แก่ ลุ่มน้ำปราจีนบุรีตอนล่าง ลุ่มน้ำย่อยคลองนาทวี ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ลุ่มน้ำคลองสวนหมาก และลุ่มน้ำลำเซบก เมื่อจำแนกตามการแบ่งภูมิภาคทางภูมิศาสตร์ พบว่า มีเสนอการศึกษาในพื้นที่ภาคกลาง 5 บทความ ภาคใต้ 4 บทความ ภาคตะวันออก 2 บทความ ภาคเหนือ 2 บทความ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 บทความ ขนาดของพื้นที่ศึกษาที่มีพื้นที่น้อยที่สุด ได้แก่ พื้นที่อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่ 173.45 ตารางกิโลเมตร (วรวิทย์ ศุภวิมุติ, 2564) ส่วนขนาดพื้นที่มากที่สุด ได้แก่ พื้นที่จังหวัด สุราษฎร์ธานี มีพื้นที่ 12,995.00 ตารางกิโลเมตร (พงศ์พล ปลอดภัย และคณะ, 2563)

3. วิธีการวิเคราะห์

การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม เป็นประเด็นการศึกษาวิจัยที่มีการศึกษากันอย่างแพร่หลาย โดยการนำเอาจุดเด่นของ GIS ที่มีศักยภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยการวิเคราะห์ซ้อนทับ (Overlay analysis) โดยการนำข้อมูลปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องหรือส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วม โดยแต่ละปัจจัยจะมีปัจจัยย่อยหรือปัจจัยภายในที่ส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วมในระดับที่แตกต่างกัน เช่น พื้นที่หนึ่งระดับความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 0-100 เมตร มีค่าระดับความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมที่สูงกว่าระดับความสูง 101-200 เมตร เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เนื่องจากแต่ละพื้นที่มีสภาพทางภูมิศาสตร์และมีปัจจัยส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วมที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น พื้นที่ศึกษา ก ปัจจัยด้านความลาดชันเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสูงที่สุด ในขณะที่ปัจจัยด้านระยะห่างจากเส้นทางน้ำ มีอิทธิพลต่ำที่สุด ดังนั้น ในงานวิจัยในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา จะมีการศึกษาที่หาค่าอิทธิพลของปัจจัย หรือที่เรียกว่า ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weighting value) โดยมีวิธีการที่แตกต่างกัน เช่น การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องจะทำการให้ค่าคะแนนค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยและค่าคะแนนของปัจจัยในแต่ละช่วงชั้นปัจจัยย่อย จากนั้นผู้วิจัยจะนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยของคะแนน เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ซ้อนทับ (พงศ์พล ปลอดภัย และคณะ, 2563: ลิขิต น้อยจ่ายสินธุ์, 2559)

ตารางที่ 1 รายชื่อบทความวิจัย ชื่อผู้เขียน และชื่อวารสาร

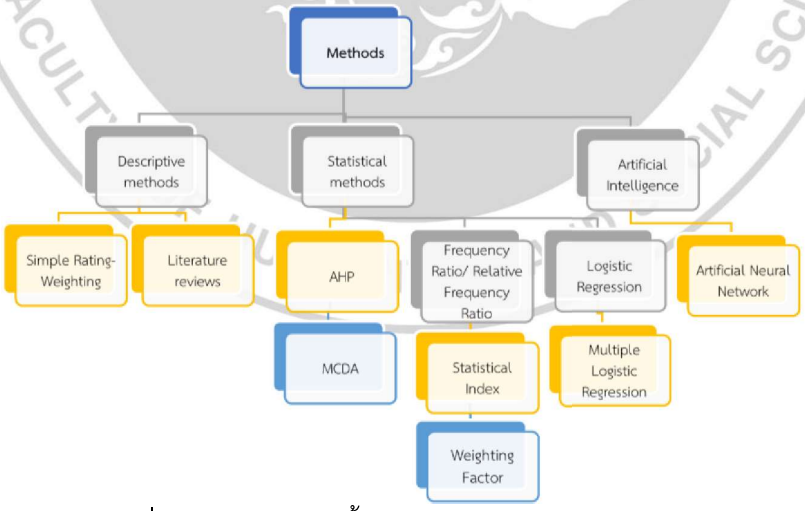
ที่	ชื่องานวิจัย (ปีที่ตีพิมพ์)	ผู้เขียน	ชื่อวารสาร
.1	การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รับน้ำ กรณีศึกษาพื้นที่ทางทิศใต้ของจังหวัดสุพรรณบุรี (2562)	กาญจนา มีจริง, สาวิทตรี ทองกุ้งและธงชัย สุธีรศักดิ์ ,	วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
.2	การประยุกต์ภูมิสารสนเทศศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรีตอนล่าง (2561)	ณัฐกิตติ์ เสงี่ยม ณรงค์ , พลีรักษ์สุพรรณ กาญจนสุ , ธรรม และแก้ว นวลฉวี	วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
.3	การเปรียบเทียบวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมบริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองนาทวี จังหวัดสงขลา (2562)	ธิดาภัทร อนุชาญ	วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
.4	การสร้างแผนที่ความอ่อนไหวในการเกิดน้ำท่วมโดยใช้วิธีอัตราส่วนความถี่บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ภาคใต้ของประเทศไทย (2560)	ธิดาภัทร อนุชาญ และ นิติ เอี่ยมชื่น	วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา
.5	การสร้างแผนที่ความอ่อนไหวในการเกิดน้ำท่วม โดยใช้วิธีอัตราส่วนความถี่และดัชนีทางสถิติ กรณีศึกษาจังหวัดนครสวรรค์ (2563)	ธิดาภัทร อนุชาญ และณัฐริกา ทองจิต	วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่
.6	เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี (2563)	พงศ์พล ปลอดภัย , พรทิพย์ วิมลทรงธนา จารุ , กานต์ธิดา บุญ ,พันธุเศรษฐ์มา และ บุษยมาศ เหมณี	วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่
.7	การประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในจังหวัดสระแก้ว (2559)	ลิขิต น้อยจ่ายสิน	วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา
.8	การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ วิธีอัตราส่วนความถี่ และ	วรวิทย์ ศุภวิมุติ	วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์

ที่	ชื่องานวิจัย (ปีที่ตีพิมพ์)	ผู้เขียน	ชื่อวารสาร
	วิธีอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ ในอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย (2564)		
.9	การจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการวิเคราะห์อัตราส่วนความถี่ ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ภาคใต้ ประเทศไทย (2561)	สิริกร ด้วงพิบูลย์ ธงชัย , สุธีรศักดิ์รวี รัตนาคม และ , วันจิตรา โต๊ะหวันหลง	วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
.10	การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยจังหวัดอ่างทอง (2553)	สุพิชฌาย์ ธนารุณและ , จินตนา อมรสงวนสิน	วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม
.11	ภูมิสารสนเทศสำหรับการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและเสี่ยงภัยแล้งลุ่มน้ำคลองสวนหมาก จังหวัดกำแพงเพชร (2560)	สุภาสพงษ์ รู้ทำนอง	สักทอง: วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
.12	Urban flood hazard map using GIS of Muang Sukhothai District, Thailand (2020)	Kongmuang, C., Tantanee, S., & Seejata, K.	Geographia Technica
.13	Flood prone risk area analysis during 2005 – 2019 in Lam Se Bok Watershed, Ubon Ratchathani Province, Thailand (2021)	Waiyasusri, K., Kulpanich N., Worachairungreung, M., Sae-Ngow P., & Chaysmithikul P.	Geographia Technica
.14	GIS-Based Flood Susceptibility Mapping Using Statistical Index and Weighting Factor Models (2021)	Suppawimut, W.	Environment and Natural Resources Journal

ส่วนงานของ สุภาสพงษ์ รู้ทำนอง (2560) ได้อาศัยวิธีการวิเคราะห์แบบหลายหลักเกณฑ์ และทำการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีการจัดลำดับ (Rank method) แบบ Rank exponent ได้ค่าถ่วงน้ำหนักอยู่ในช่วง 0-1 อีกวิธีการหนึ่งใช้ในการคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยโดยมีที่มาจาก

ผู้เชี่ยวชาญเช่นกันและเป็นวิธีการที่มาประยุกต์ใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ วิธีการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analytic hierarchy process: AHP) (ภาพที่ 1) ซึ่งเป็นวิธีการที่นำเสนอโดย เป็นวิธีการที่มีหลักการวิเคราะห์ด้วยการเปรียบเทียบระดับความสำคัญในแต่ละปัจจัยและนำมาคำนวณจัดลำดับความสำคัญของปัจจัย (กาญจนา มีจริง และคณะ, 2562)

อีกวิธีการวิเคราะห์ที่มีการศึกษาค่อนข้างแพร่หลาย ได้แก่ วิธีอัตราส่วนความถี่ (Frequency ratio: FR) (ภาพที่ 1) เป็นวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical analysis) พบมีการนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาของ ธิดาภัทร อนุชาญ และนิติเอียมชื่น (2560) สิริกร ด้วงพิบูลย์ และคณะ (2561) ธิดาภัทร อนุชาญ และณัฐริกา ทองจิต (2563) วรวิทย์ ศุภวิมุติ (2564) และ Kongmuang *et al*. (2020) เป็นวิธีการที่อาศัยข้อมูลเชิงพื้นที่ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วในอดีต มาคำนวณความสัมพันธ์กับปัจจัยต่าง ๆ ว่าพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมเกิดในคุณลักษณะปัจจัยต่างๆ ในสัดส่วนเท่าใด ผู้วิจัยจำเป็นต้องนำข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมในอดีตไปทำการซ้อนทับกับชั้นข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ และทราบค่าสัดส่วนร้อยละของพื้นที่น้ำท่วมที่จำแนกตามคุณลักษณะของชั้นปัจจัยย่อย นำไปสู่การคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละช่วงชั้นปัจจัย อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้ ไม่ได้พิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างปัจจัยว่าปัจจัยใดมีอิทธิพลมากกว่ากัน ในส่วนของธิดาภัทร อนุชาญ และณัฐริกา ทองจิต (2563) ที่ได้ประยุกต์ใช้วิธีการ FR และได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับอีกวิธีการหนึ่ง ได้แก่ วิธีดัชนีทางสถิติ (Statistical index: SI) ซึ่งมีหลักการคล้ายกับวิธีการ FR แต่มีความแตกต่างที่สมการที่ใช้ในการคำนวณค่าคะแนน ซึ่งวิธีการ SI สมการในการคำนวณมีการใช้ค่าลอกการิทึมธรรมชาติ (Natural logarithm) ผลลัพธ์ค่าคะแนนที่ได้ จะมีบางช่วงชั้นของปัจจัยมีค่าเป็นค่าลบ แสดงถึงอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมที่ต่ำกว่าค่าที่เป็นบวก ส่วน Suppawimut (2021) ได้เปรียบเทียบวิธีการ SI กับวิธีการ Weighting Factor โดยเพิ่มการคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย ซึ่งวิธีการ SI นี้ ค่อนข้างเป็นที่แพร่หลายทั้งในการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมและการเกิดดินถล่ม (Cao *et al*., 2016; Pourghasemi *et al*., 2013)



ภาพที่ 1 รูปแบบวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์น้ำท่วมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากบทความวิจัย

Waiyasusri *et al*. (2021) ได้ประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติการถดถอยโลจิสติก (Logistic regression) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ทางสถิติแบบหลายตัวแปร (Multivariate statistical analysis) ตัวแปรที่นำมาทดสอบเพื่อหาระดับอิทธิพลมีผลต่อความน่าจะเป็นในการเกิดน้ำท่วม และนำไปใช้ในสมการเพื่อคำนวณความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จะเป็นค่าบ่งชี้อิทธิพลของปัจจัยนั้น ๆ อีกงานวิจัยหนึ่ง ได้แก่ การศึกษาของ ธิดาภัทร อนุชาญ (2562) ที่ได้ใช้วิธีการที่แตกต่างจากที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ และยังได้นำเสนอการศึกษาเชิงเปรียบเทียบระหว่าง 3 วิธีการ ได้แก่ วิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural network: ANN) และวิธีการถดถอยพหุโลจิสติกส์ (Multiple logistic regression: MLR) ซึ่ง วิธี ANN และ MLR เป็นการวิเคราะห์ที่หารูปแบบความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลปัจจัยที่เป็นตัวแปรต้น และปัจจัยที่เป็นตัวแปรตาม ซึ่งในที่นี้หมายถึงการเกิดน้ำท่วม จะถูกนำมาใช้ในการเรียนรู้และทดสอบตามแนวคิดการทำเหมืองข้อมูล จากที่กล่าวมาจะเห็นว่า วิธีการวิเคราะห์หาพื้นที่น้ำท่วมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีวิธีการซ้อนทับด้วยหลักการทางสถิติที่ต่างกันและมีจุดเด่นและข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไป

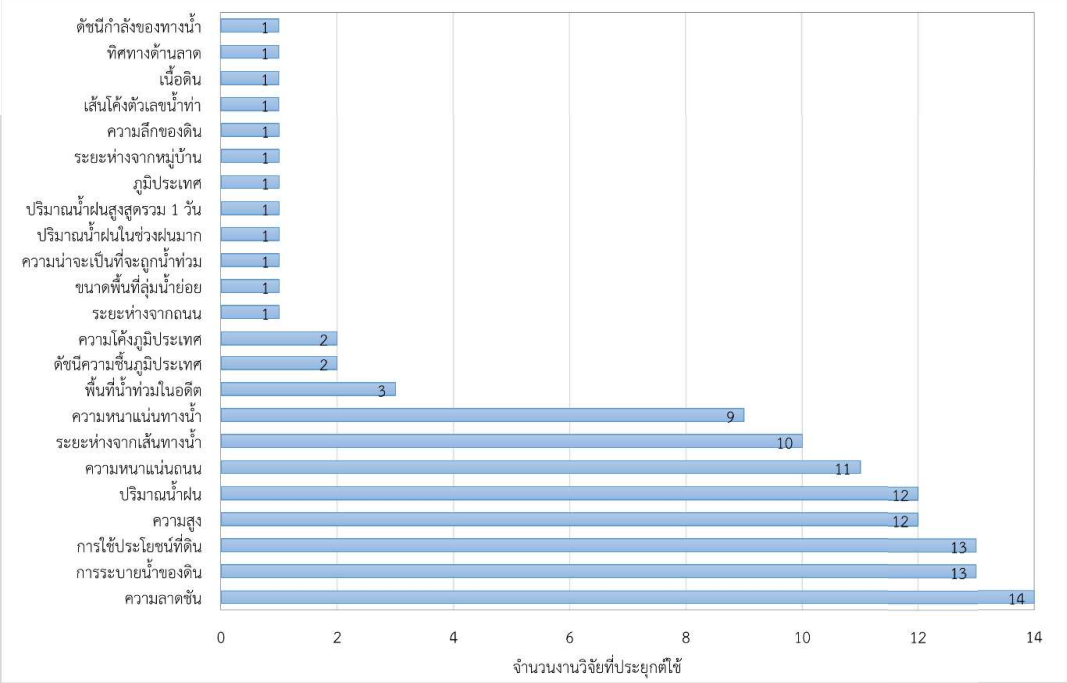
4. บทสังเคราะห์ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม

ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมถือเป็นประเด็นสำคัญในการวิจัย ปัจจัยดังกล่าวเป็นตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent variable) ที่ส่งผลต่อตัวแปรตาม (Dependent variable) ซึ่งในกรณีนี้ คือ การเกิดน้ำท่วม ดังนั้นคำถามวิจัยที่ว่า ในพื้นที่ศึกษาในแต่ละบริเวณมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมแตกต่างกันอย่างไร จึงจำเป็นต้องศึกษาจากปัจจัยหรือตัวแปรต้น โดยกำหนดจำนวนปัจจัยและข้อมูลที่จะใช้ในการศึกษาให้มีความเหมาะสม สิ่งที่ควรพิจารณา ในการนำปัจจัยต่างๆ มาวิเคราะห์มีหลายประการ เริ่มจาก สภาพทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ศึกษา ที่ผู้ออกแบบการวิจัยควรพิจารณาถึงข้อมูลสภาพทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ โดยอาจจะเริ่มต้นจากการพิจารณาจากสภาพปัญหาที่เคยเกิดขึ้นในอดีตว่า พื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมมักเกิดขึ้นในสภาพพื้นที่ลักษณะใด ซึ่งศึกษาได้จากการนำข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมในอดีตมาซ้อนทับกับข้อมูลปัจจัยทางภูมิศาสตร์ต่าง ๆ และการศึกษาจากการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่ศึกษาในแนวทางเดียวกันหรือศึกษาในพื้นที่สภาพทางภูมิศาสตร์ใกล้เคียงกัน เพื่อใช้เป็นแนวทางเบื้องต้น ทั้งนี้ ปัจจัยที่ใช้มักจะครอบคลุมทั้งปัจจัยทางกายภาพ เช่น ความสูงภูมิประเทศ ความลาดชัน การระบายน้ำของดิน ปริมาณน้ำฝน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ เป็นต้น และปัจจัยเชิงสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ เช่น ถนน การใช้ที่ดิน เป็นต้น

หากจำแนกข้อมูลปัจจัยตามลักษณะของข้อมูลจะประกอบด้วย 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ 1) ข้อมูลที่เป็นค่าต่อเนื่อง (Continuous data) เช่น ความสูงภูมิประเทศ ความลาดชัน ปริมาณน้ำฝน ความหนาแน่นของทางน้ำ ฯลฯ ซึ่งจะนำมาทำการจัดกลุ่มใหม่ (reclassification) ให้อยู่ในรูปของข้อมูลช่วง 2) ข้อมูลไม่ต่อเนื่อง (Discrete data) ซึ่งเป็นข้อมูลที่จำแนกตามชื่อ หรือตามประเภท เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดิน การระบายน้ำของดิน เนื้อดิน ฯลฯ ข้อมูลประเภทนี้ จะนำมากำหนดค่าเชิงปริมาณเพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ซ้อนทับด้วยวิธีการเชิงปริมาณได้

จากการทบทวนวรรณกรรม 14 งานวิจัย พบว่า มีการใช้ข้อมูลปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาทั้งสิ้น 23 ปัจจัย โดยพบว่า ในการศึกษาแต่ละงานใช้จำนวนปัจจัย ตั้งแต่ 5 ปัจจัย ไปถึง 12 ปัจจัย เมื่อคำนวณค่าเฉลี่ยพบว่ามีการใช้จำนวนปัจจัยที่ 8 ปัจจัย อย่างไรก็ตาม จำนวนปัจจัยไม่ใช้สิ่งที่บ่งบอกคุณภาพของการวิจัย เนื่องจากแต่ละงานวิจัยในแต่ละพื้นที่จะมีข้อจำกัดแตกต่างกัน เช่น การขาดแคลนข้อมูล ความถูกต้องน่าเชื่อถือของข้อมูล นอกจากนี้ ลักษณะการกระจายเชิงพื้นที่ของข้อมูลก็มีความสำคัญเช่นกัน หากปัจจัยดังกล่าวไม่ได้แสดงความแตกต่างทางพื้นที่หรือ ปัจจัยดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกันทั้งพื้นที่ศึกษา ปัจจัยดังกล่าวอาจจะไม่ได้แสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงที่แตกต่างกันในแต่ละบริเวณมากนัก ดังนั้น ผู้วิจัยจึงควรพิจารณาการนำวิธีการทางสถิติมาประกอบการตัดสินใจเลือกปัจจัยในการศึกษา เช่น สัดส่วนของการเกิดน้ำท่วมในแต่ละพื้นที่ของปัจจัยนั้น ๆ หรือวิธีการคำนวณค่าอิทธิพลด้วยวิธีการทางสถิติดังที่กล่าวมาก่อนหน้า รวมถึงการพิจารณาจากวรรณกรรมที่มีการเผยแพร่ทั้งจาก บทความวิจัย วิทยานิพนธ์ รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เป็นต้น อีกประการหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์โดยข้อมูลหลายปัจจัย คือ การแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่ง คือ สามารถตอบคำถามได้ว่า “ปัจจัยใดเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ดังกล่าวมากที่สุด” ซึ่งแต่ละพื้นที่จะมีเหตุปัจจัยที่แตกต่างกันออกไป งานวิจัยที่ทดสอบปัจจัยหลากหลายปัจจัยจะเป็นประโยชน์การต่อการศึกษาต่อยอดสำหรับการวิจัยในอนาคต ที่อาจจะนำชุดปัจจัยดังกล่าวไปทดสอบในพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ได้

จากการศึกษาจาก 14 งานวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีการนำไปใช้ในการวิเคราะห์มากที่สุด ได้แก่ ปัจจัยความลาดชัน ซึ่งพบว่ามีการนำไปใช้ในทุกงานวิจัย (ภาพที่ 2) กลุ่มปัจจัยต่อมาที่มีการนำไปใช้ 13 งานวิจัย ได้แก่ ปัจจัยการระบายน้ำของดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในส่วนของปัจจัยความสูงภูมิประเทศและปัจจัยปริมาณน้ำฝน พบมีการนำไปใช้ 12 งานวิจัย ส่วนปัจจัยความหนาแน่นของถนน ปัจจัยระยะห่างจากเส้นทางน้ำ และปัจจัยความหนาแน่นทางน้ำ มีการนำไปใช้ทั้งสิ้น 11, 10 และ 9 งานวิจัย ตามลำดับ ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่มีการนำไปใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย พื้นที่น้ำท่วมในอดีต ดัชนีความชื้นภูมิประเทศ ความโค้งภูมิประเทศ ระยะห่างจากถนน ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ความน่าจะเป็นที่จะถูกน้ำท่วม ปริมาณน้ำช่วงฝนมาก ปริมาณน้ำฝนรวมสูงสุดรวม 1 วัน ลักษณะภูมิประเทศ ระยะห่างจากหมู่บ้าน เส้นโค้งตัวเลขน้ำท่า ความลึกของดิน เนื้อดิน ทิศทางด้านลาด และดัชนีกำลังของทางน้ำ



ภาพที่ 2 จำนวนงานวิจัยที่นำปัจจัยต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ จากงานวิจัยทั้งหมด 14 งานวิจัย

ค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ใช้การวิเคราะห์ในแต่ละการวิจัยจะมีความแตกต่างกัน เนื่องจากมีสภาพทางภูมิศาสตร์และใช้เทคนิคในการวิเคราะห์ค่าคะแนนและค่าถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างกันไป ดังงานของ กาญจนา มีจริง และคณะ (2562) ที่หาค่าถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นด้วยการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ พบว่าลำดับปัจจัยที่มีค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุดไปถึงน้อยที่สุด ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ การระบายน้ำของดิน ความลาดชัน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในส่วนการศึกษาของ สุภาสพงษ์ รู้ทำนอง (2560) พบว่า ความน่าจะเป็นที่จะถูกน้ำท่วม เป็นปัจจัยที่มีค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุด ส่วนปัจจัยที่มีค่าถ่วงน้ำหนักรองลงมา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนในช่วงฝนมาก ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ความหนาแน่นของถนน ความสูงภูมิประเทศ ความลาดชัน และระยะห่างจากทางน้ำตามลำดับ

เทคนิควิธีการทางสถิติ FR และ SI ที่แสดงผลลัพธ์ในงานของ ธิดาภัทร อนุชาญ และณัฐริกา ทองจิต (2563) ค่าความสำคัญจะแตกต่างกันในแต่ละช่วงชั้นของปัจจัยย่อย ดังเช่น ปัจจัยความลาดชัน ช่วงชั้นที่มีค่า FR สูงสุด คือ ความลาดชัน 0-5 องศา มีค่า FR ที่ 1.23 และค่า SI อยู่ที่ 0.207 แสดงถึงพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมากที่สุด เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ สิริกร ด้วงพิบูลย์ และคณะ (2561) ที่ใช้วิธีการ FR และได้ค่า FR สูงในช่วงชั้นพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำกว่า 2.71 และพื้นที่ที่อยู่ในระดับความสูงต่ำกว่า 100 เมตรจากระดับทะลปานกลาง ในส่วนของประเด็นที่น่าสนใจของวิธีการดัชนีทางสถิติ SI คือ พื้นที่ที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดน้ำท่วมน้อย ผลการคำนวณค่า SI จะมีค่าต่ำ หรือมีค่าติดลบ เช่น ปัจจัยความสูงภูมิประเทศ ช่วง 0-100 เมตร มีค่า SI อยู่ที่ 0.124 ในทางกลับกัน ช่วงความสูง มากกว่า 500 เมตร มีค่า FR เป็น -1.992 (ธิดาภัทร อนุชาญ

และณัฐริกา ทองจิต, 2563) ดังนั้น เมื่อนำค่าคะแนนทั้งหมดไปทำการซ้อนทับ ผลลัพธ์ที่ได้จึงแปรผันตามรูปแบบความสัมพันธ์ดังกล่าว ส่วน Suppawimut (2021) ซึ่งใช้วิธีการ Weighting factor (WF) เปรียบเทียบระดับอิทธิพลของปัจจัยพบว่า ปัจจัยที่สำคัญที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ การใช้ที่ดิน การระบายน้ำของดิน และความสูงภูมิประเทศ

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วมจากการใช้วิธีการถดถอยโลจิสติกส์ (LR) จากผลการศึกษาของ Waiyasusri *et al*. (2021) ปัจจัยแสดงความสัมพันธ์ทางบวก ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน และระยะห่างจากถนน ส่วนปัจจัยที่แสดงความสัมพันธ์ทางลบ ได้แก่ ความสูงภูมิประเทศ สภาพภูมิประเทศ ความลาดชัน ระยะห่างจากทางน้ำ การตีความหมายผลลัพธ์ เช่น หากพื้นที่มีความสูงในระดับต่ำจะเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูง (ผกผัน) ในขณะที่ ปริมาณน้ำฝนที่สูงกว่าจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูงเช่นกัน (แปรผันตาม) เป็นต้น

ปัจจัยเกี่ยวกับความหนาแน่นของถนน เป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีการใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม เนื่องจากเป็นลักษณะของสิ่งขีดขวางทางน้ำ ซึ่งการจัดเตรียมข้อมูลจะคำนวณได้จากความยาวรวมของถนนต่อหน่วยพื้นที่ นิยมใช้หน่วยเป็น กิโลเมตร ต่อ ตารางกิโลเมตร พื้นที่ที่มีความหนาแน่นของถนนมาก มีแนวโน้มที่จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูง (พงศ์พล ปลอดภัย และคณะ, 2563; สิริกร ด้วงพิบูลย์ และคณะ, 2561) ปัจจัยด้านปริมาณน้ำฝน เป็นอีกปัจจัยมีความสัมพันธ์กับเกิดน้ำท่วม โดยมีแนวโน้มว่าพื้นที่ที่มีฝนตกมากจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมดังนั้น หากใช้กระบวนการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญมักจะพบว่าปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในในระดับสูง ดังผลในงานของ สุภาสพงษ์ รู้ทำนอง (2560) อย่างไรก็ตาม ในบางงานวิจัยกลับพบว่า เมื่อใช้วิธีการคำนวณทางสถิติ เช่น วิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) อาจจะพบว่า พื้นที่ที่มีฝนตกมากกลับมีค่าคะแนนความเสี่ยงต่ำดังที่ ธิดาภัทร อนุชาญ (2562) ได้อธิบายถึงข้อจำกัดดังกล่าว เนื่องจากการคำนวณค่า FR เป็นสัดส่วนระหว่างร้อยละของพื้นที่น้ำท่วม เทียบกับร้อยละของพื้นที่ในแต่ละช่วงชั้น ดังนั้นหากช่วงชั้นใดเมื่อพื้นที่ศึกษาของช่วงชั้นนั้นมีมาก เมื่อเทียบกับพื้นที่น้ำท่วมในช่วงชั้นดังกล่าวจึงเป็นผลให้ได้ค่าคะแนนความเสี่ยงต่ำ ลักษณะข้อจำกัดของประเด็นนี้พบในผลการศึกษาของ สิริกร ด้วงพิบูลย์ และคณะ (2561) เช่นกัน ดังนั้นข้อจำกัดด้านข้อมูลปริมาณน้ำฝน การกระจายของสถานีตรวจวัดน้ำฝน (ธิดาภัทร อนุชาญ และนิติ เอี่ยมชื่น, 2561) รวมทั้งกระบวนการแบ่งชั้นข้อมูลจะมีผลต่อการประเมินความเสี่ยงของปัจจัยได้

การระบายน้ำของดิน เป็นปัจจัยหลักที่นักวิจัยมักนำมาใช้ในการวิเคราะห์ และพบว่าให้ผลการวิจัยที่สอดคล้องกัน โดยพบว่าพื้นที่ที่มีการระบายน้ำเลวมาก หรือการระบายน้ำเลว เป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมสูง พื้นที่ที่มีการระบายน้ำดีจะช่วยลดการท่วมของน้ำได้ ทั้งนี้ กรมพัฒนาที่ดินได้จำแนกศักยภาพของการระบายน้ำของดินไว้ 8 ระดับ ได้แก่ การระบายน้ำเลวมาก การระบายน้ำเลว การระบายน้ำค่อนข้างเลว การระบายน้ำดี การระบายน้ำดีปานกลาง การระบายน้ำค่อนข้างมาก การระบายน้ำมากเกินไป และพื้นที่ที่ไม่มีการสำรวจ/ที่ลาดเชิงซ้อน (ธิดาภัทร อนุชาญ และนิติ เอี่ยมชื่น , 2561) ในส่วนของปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นปัจจัยที่มีการใช้ในการวิเคราะห์กันอย่างแพร่หลายเช่นกัน ซึ่งจะพบว่า มีหลายงานวิจัยที่ค่าคะแนนของปัจจัยอยู่ในลำดับต่ำ ดังงานของ

สุพิชฌาย์ ธนารุณ และจินตนา อมรสงวนสิน (2553), กาญจนา มีจริง และคณะ (2562) และ สุภาสพงษ์ รู้ทำนอง (2560) ในขณะที่งานของ Suppawimut (2021) พบว่าการใช้ที่ดินเป็นปัจจัยที่มีค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุดจาก 12 ปัจจัย คณะผู้เขียนเห็นว่าปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีความสำคัญเช่นกันต่อการนำไปวิเคราะห์เนื่องจากในแต่ละพื้นที่ศึกษามีบริบทที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น บางพื้นที่พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยเฉพาะพื้นที่ราบลุ่มที่เป็นนาข้าว จะมีลักษณะที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ในขณะที่บางพื้นที่เป็นพื้นที่ป่าซึ่งมักจะอยู่ในพื้นที่ค่อนข้างสูง และน้ำไหลลงสู่ที่ที่ต่ำกว่าหรือระบายไปตามทางน้ำได้ จึงมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมต่ำกว่าพื้นที่ประเภทอื่นๆ ในขณะเดียวกันพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้างที่มักจะตั้งอยู่ในพื้นที่ราบมีการก่อสร้างสิ่งกีดขวางทางน้ำก็จัดว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมเช่นกัน ดังนั้น ควรพิจารณาการกำหนดค่าคะแนนและค่าถ่วงน้ำหนักให้เหมาะสม หรือพิจารณาใช้เทคนิควิธีการทางสถิติเพื่อคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่น้ำท่วมในอดีตกับข้อมูลประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทั้งนี้ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินมีการเผยแพร่โดยกรมพัฒนาที่ดินในรูปแบบออนไลน์ (http://dinonline.ldd.go.th/) หรือสามารถทำการจำแนกจากภาพถ่ายจากดาวเทียมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ทันสมัยได้เช่นกัน

ปัจจัยเกี่ยวกับเส้นทางน้ำ นักวิจัยนิยมกำหนดปัจจัยใน 2 รูปแบบ ได้แก่ ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ ในส่วนของระยะห่างจากเส้นทางน้ำจะมีความสัมพันธ์กับการเกิดน้ำท่วมตามหลักการที่ว่าพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับลำนำ ทางน้ำ หรือแม่น้ำ จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมมากกว่าพื้นที่ที่อยู่ไกลออกไป ส่วนปัจจัยความหนาแน่นของเส้นทางน้ำนับว่ามีความสำคัญเช่นกัน โดยพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของทางน้ำมากจะมีการระบายน้ำที่ดี ซึ่งผลการศึกษาของ ธิดาภัทร อนุชาญ (2562) ได้พบว่า จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำและระยะห่างจากทางน้ำ เป็นปัจจัยที่มีค่าถ่วงน้ำหนักในระดับที่สูง

ตัวอย่างที่กล่าวมา จะเห็นว่ามีการนำปัจจัยต่าง ๆ ไปในแบบจำลองการซ้อนทับข้อมูลที่หลากหลาย อย่างไรก็ตาม ในบทความนี้ คณะผู้เขียนไม่ได้กล่าวถึง การวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมที่ใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยา (Hydrological model) เช่น แบบจำลอง HEC-RAS แบบจำลอง SWAT ฯลฯ ซึ่งมีการใช้ข้อมูลปัจจัยอื่น ๆ เช่น อัตราการไหล ข้อมูลน้ำท่า ข้อมูลภาพตัดขวางลำน้ำ เป็นต้น นอกจากนี้ ผู้วิจัยที่กำลังสนใจการวิเคราะห์หาพื้นที่น้ำท่วมด้วย GIS สามารถทดลองใช้ปัจจัยอื่น ๆ เช่น ข้อมูลความลึกของน้ำท่วมในอดีต (พรชัย เอกศิริพงษ์ และสุเพชร จิระขจรกุล, 2557) ดัชนีความชื้นภูมิประเทศ (Topographic wetness index: TWI) (วรวิทย์ ศุภวิมุติ, 2564) ดัชนีกำลังของทางน้ำ (Stream power index: SPI) ดัชนีความต่างพืชพรรณ (NDVI) ข้อมูลลักษณะทางธรณีวิทยา เส้นโค้งตัวเลขน้ำท่า เป็นต้น (ธิดาภัทร อนุชาญ, 2562; Khosravi et al., 2016) เพื่อช่วยให้เกิดองค์ความรู้ด้านปัจจัยสาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำท่วมในที่ต่าง ๆ มากขึ้น

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม เป็นการศึกษาวิจัยที่ช่วยในการวางแผนในการป้องกันและการรับมือกับสถานการณ์น้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นหนึ่งในเครื่องมือหลักในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยง โดยการบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับเทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่มีการพัฒนาต่อเนื่องเรื่อยมา การวิเคราะห์ด้วยการซ้อนทับข้อมูล (Overlay analysis) เป็นกระบวนหลักในการวิเคราะห์ ซึ่งทำงานร่วมกันกับการวิเคราะห์เชิงสถิติเพื่อกำหนดค่าคะแนนและค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งสามารถใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งหรือผสมผสานหลายวิธีการ ดังที่พบในวรรณกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ การวิเคราะห์แบบการตัดสินใจหลายหลักเกณฑ์ วิธีการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (AHP) วิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) วิธีอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ (RFR) วิธีดัชนีทางสถิติ (SI) วิธีการถดถอยโลจิสติกส์ (LR) วิธีการถดถอยพหุโลจิสติกส์ (MLR) และ วิธีการโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) แต่ละวิธีการมีจุดเด่นและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน งานวิจัยทั้ง 14 ผลงาน มีการใช้ปัจจัยในการวิเคราะห์ ตั้งแต่ 5 ปัจจัย ถึง 12 ปัจจัย ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8 ปัจจัย โดยปัจจัยหลักที่มีการนำไปใช้ในการศึกษา ได้แก่ ความลาดชัน การระบายน้ำของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความสูงภูมิประเทศ ปัจจัยปริมาณน้ำฝน ความหนาแน่นของถนน ปัจจัยระยะห่างจากเส้นทางน้ำ และปัจจัยความหนาแน่นทางน้ำ ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่มีการนำไปใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย พื้นที่น้ำท่วมในอดีต ดัชนีความชื้นภูมิประเทศ ความโค้งภูมิประเทศ ระยะห่างจากถนน ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ความน่าจะเป็นที่จะถูกน้ำท่วม ปริมาณน้ำช่วงฝนมาก ปริมาณน้ำฝนรวมสูงสุดรวม 1 วัน ลักษณะภูมิประเทศ ระยะห่างจากหมู่บ้าน เส้นโค้งตัวเลขน้ำท่า ความลึกของดินเนื้อดิน ทิศทางด้านลาด และดัชนีกำลังของทางน้ำ ทั้งนี้ การศึกษาสามารถพิจารณาใช้ปัจจัยเหล่านี้ในการวิเคราะห์ ผู้วิจัยสามารถพิจารณาดูแนวทางจากวรรณกรรมที่กล่าวมาทั้ง 14 งานวิจัย และดำเนินการรวบรวมข้อมูลปัจจัยต่างๆ ที่ครอบคลุมทั้งปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยเชิงสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ขนาดของพื้นที่ศึกษาจะเป็นอีกหนึ่งตัวแปรสำคัญอาจจะทำให้การเข้าถึงข้อมูล รายละเอียดเชิงพื้นที่ของข้อมูล การกระจายทางพื้นที่ของข้อมูลเป็นอาจจะเป็นข้อจำกัดในงานวิจัย อาจจะพิจารณานำข้อมูลที่คณะผู้เขียนรวบรวมไว้ในบทความนี้ ไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการออกแบบกรอบแนวคิดและกำหนดปัจจัยที่จะใช้ในการวิจัยได้

ประการสุดท้าย คณะผู้เขียนได้เห็นว่าการศึกษาด้านการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมได้มีการพัฒนาองค์ความรู้และเทคนิคในการวิเคราะห์อย่างต่อเนื่อง ยกตัวอย่างเช่น มีการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical analysis method) ทั้ง สถิติแบบสองทาง (Bivariate statistical analysis) และสถิติแบบหลายตัวแปร (Multivariate statistical analysis) ซึ่งแต่ละวิธีการ มีบทบาทสำคัญในการหารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่าง ปัจจัยเชิงสาเหตุ (ตัวแปรต้น) กับ การเกิด น้ำท่วม (ตัวแปรตาม) ดังนั้น วิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) วิธีดัชนีทางสถิติ (SI) วิธีการถดถอยโลจิสติกส์ (LR) วิธีการถดถอยพหุโลจิสติกส์ (MLR) วิธีการโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) และวิธี weights-of-evidence (WoE) (Khosravi et al., 2016) ซึ่งจำเป็นต้องใช้ข้อมูลสำคัญ คือ ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมในอดีต อาจจะอยู่ในรูปของตำแหน่ง (point)

หรือ พื้นที่ (area) เพื่อนำมาเป็นข้อมูลพื้นที่ตัวอย่าง (Training data) หรือใช้สำหรับการเรียนรู้ ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรม นิยมใช้การสุ่มชุดข้อมูลแบ่งออกเป็นข้อมูลตัวอย่างร้อยละ 70 และ ข้อมูลอีกร้อยละ 30 ใช้สำหรับเป็นข้อมูลทดสอบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ (Testing data) โดยการทดสอบดังกล่าวจะนำข้อมูลทดสอบ ไปซ้อนทับกับผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยง ว่าข้อมูลพื้นที่ทดสอบซ้อนทับกับผลลัพธ์ระดับความเสี่ยงเป็นอย่างไร หากข้อมูลส่วนใหญ่ซ้อนทับตรงกับกับพื้นที่ที่ระบุว่าเสี่ยงมาก หรือเสี่ยงมากที่สุด แสดงว่าประสิทธิภาพของกระบวนการวิเคราะห์มีความถูกต้องน่าเชื่อถือมาก โดยสามารถใช้วิธีจัดทำเส้นโค้ง ROC (Receiver operating characteristic) และการหาพื้นที่ใต้เส้นโค้ง (Area under the curve: AUC) และใช้กระบวนการนี้ในการประเมินประสิทธิภาพของผลการวิเคราะห์ดังที่แสดงในงานของ ธิดาภัทร อนุชาญ (2562) ธิดาภัทร อนุชาญ และนิติเอี่ยมชื่น (2560) ธิดาภัทร อนุชาญ และณัฐริกา ทองจิต (2563) วรวิทย์ ศุภวิมุติ (2564) สิริกร ด้วงพิบูลย์ และคณะ (2561) Kongmuang *et al*. (2020) และ Waiyasusri *et al*. (2021) ในส่วนของเทคนิควิธีการที่มีการประยุกต์ใช้งานมากขึ้นในระยะหลังทั้งในการวิเคราะห์ด้านพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและดินถล่ม คือ การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) (Tehrany *et al*., 2013) จะช่วยในการเรียนรู้รูปแบบการปรากฏการณ์ได้ รวมทั้งสามารถคัดเลือกตัวแปรหรือปัจจัยในการนำมาวิเคราะห์ ได้อย่างแม่นยำ

บทความที่คณะผู้เขียนได้จัดทำขึ้นนี้ เป็นการรวบรวมข้อมูลการวิจัยในเบื้องต้น เพื่อประโยชน์สำหรับนิสิต นักศึกษา นักวิจัย เจ้าหน้าที่หน่วยงาน รวมทั้งประชาชนที่สนใจทั่วไป ได้เห็นภาพรวมของการวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์น้ำท่วม โดยแสดงให้เห็นถึงวิธีการและการใช้ปัจจัยในการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันไป แต่ละงานวิจัยจะมีข้อจำกัดด้านข้อมูลและมีเป้าประสงค์ในการนำเสนอที่แตกต่างกัน ผู้ที่ศึกษาควรศึกษารายละเอียดของงานวิจัยแต่ละงานด้วยตนเองอีกครั้งเพื่อให้เข้าใจถึงขั้นตอนการรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล และควรพิจารณาถึงการอภิปรายผลและข้อเสนอแนะของผู้เขียนแต่ละบทความที่จะมีการกล่าวถึงข้อจำกัดต่าง ๆ ในการวิจัย ทั้งเพื่อเป็นประโยชน์ต่อแนวทางการดำเนินการวิจัยในอนาคตและเพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้ไปใช้ในการวิเคราะห์สภาพปัญหาเพื่อเสนอทางป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้เขียนขอขอบคุณคณาจารย์ นักวิจัยทุกท่าน ที่ได้ผลิตผลงานและเผยแพร่ข้อค้นพบในบทความวิจัย อันเป็นประโยชน์ต่อแวดวงวิชาการสาขาวิชาภูมิศาสตร์ ภูมิสารสนเทศศาสตร์ และสาขาที่เกี่ยวข้อง ผลงานวิจัยของทุกท่านได้นำเสนอองค์ความรู้ทางวิชาการและนำเสนอเทคโนโลยีอันเป็นประโยชน์ทั้งต่อนิสิต นักศึกษา นักวิจัย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้านการป้องกันและบรรเทา สาธารณภัย คณะผู้เขียนขอขอบคุณคณาจารย์หลักสูตรสาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ ที่ได้ข้อเสนอแนะและแนวคิดในการเขียนบทความนี้ ขอขอบคุณคณะกรรมการผู้ประเมินคุณภาพบทความที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาบทความ และขอขอบคุณคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ที่ได้จัดเวทีแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ในการประชุมทางวิชาการในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

กาญจนา มีจริง, สาวิทตรี ทองกุ้ง, และธงชัย สุธีรศักดิ์. (2562). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รับน้ำ กรณีศึกษาพื้นที่ทางทิศใต้ของจังหวัดสุพรรณบุรี. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, *29*(3), 372-387.

ณัฐกิตติ์ เสงี่ยม, ณรงค์ พลีรักษ์, สุพรรณ กาญจนสุธรรม และแก้ว นวลฉวี. (2561). การประยุกต์ภูมิสารสนเทศศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยลุ่มแม่น้ำปราจีนบุรีตอนล่าง, *วารสารสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, *21*(1), 37-49.

ธิดาภัทร อนุชาญ. (2562). การเปรียบเทียบวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมบริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองนาทวี. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, *29*(4), 612-629.

ธิดาภัทร อนุชาญ, และนิติ เอี่ยมชื่น. (2560). การสร้างแผนที่ความอ่อนไหวในการเกิดน้ำท่วมโดยใช้วิธีอัตราส่วนความถี่บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ภาคใต้ของประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, *22*(3), 106-122.

ธิดาภัทร อนุชาญ, และณัฐริกา ทองจิต. (2563). การสร้างแผนที่ความอ่อนไหวในการเกิดน้ำท่วม โดยใช้วิธีอัตราส่วนความถี่และดัชนีทางสถิติ กรณีศึกษาจังหวัดนครสวรรค์. *วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่*, *1*(1), 19-30.

ธีรวงศ์ เหล่าสุวรรณ, และธนัทเดช โรจนกุศล. (2556). การเฝ้าระวังและติดตามสถานการณ์น้ำด้วยเทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 32*(2), 246-256.

พงศ์พล ปลอดภัย, พรทิพย์ วิมลทรง, ธนาจารุพันธุเศรษฐ์, กานต์ธิดา บุญมา, และบุษยมาศ เหมณี. (2563). เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารวิชาการเพื่อการพัฒนานวัตกรรมเชิงพื้นที่*, *1*(2), 59-69.

พรชัย เอกศิริพงษ์, และสุเพชร จิระขจรกุล. (2557). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่. *Thai Journal of Science and Technology*, *3*(3), 148-159.

มนัส สุวรรณ. (2555). มหาอุทกภัยปี 2554: มุมมองของนักภูมิศาสตร์. *วารสารราชบัณฑิตยสถาน, 27*(4), 186-207.

ลิขิต น้อยจ่ายสิน. (2559). การประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในจังหวัดสระแก้ว. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 21*(1), 51-63.

วรวิทย์ ศุภวิมุติ. (2564). การวิเคราะห์ความอ่อนไหวต่อการเกิดน้ำท่วมด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ วิธีอัตราส่วนความถี่ และวิธีอัตราส่วนความถี่สัมพัทธ์ ในอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์. 20* (2), 134-156.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน). (8 สิงหาคม 2564). *บันทึกเหตุการณ์มหาอุทกภัย ปี 2554*. เข้าถึงจาก http://tiwrmdev.hii.or.th/current/flood54.html

สิริกร ด้วงพิบูลย์, ธงชัย สุธีรศักดิ์, รวี รัตนาคม และวันจิตรา โต๊ะหวันหลง. (2561). การจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการวิเคราะห์อัตราส่วนความถี่ ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ภาคใต้ ประเทศไทย. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, *28*(2), 259-272.

สุพิชฌาย์ ธนารุณ, และจินตนา อมรสงวนสิน. (2553). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยจังหวัดอ่างทอง. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม*, *6*(2), 19-34.

สุโข เสมมหาศักดิ์, อัตถ์ อัจฉริยมนตรี และชุติวลัญชน์ เสมมหาศักดิ์. (2559). การประเมินความเปราะบางเชิงพื้นที่และผลกระทบต่อระบบนิเวศเกษตรอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ: กรณีศึกษาลุ่มน้ำแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่. (รายงานการวิจัย) เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.

สุภาสพงษ์ รู้ทำนอง. (2560). ภูมิสารสนเทศสำหรับการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและเสี่ยงภัยแล้งลุ่มน้ำคลองสวนหมาก จังหวัดกำแพงเพชร. *สักทอง: วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, *23*(2), 86-103.

Cao, C., Xu, P., Wang, Y., Chen, J., Zheng, L., & Niu, C. (2016). Flash Flood Hazard Susceptibility Mapping Using Frequency Ratio and Statistical Index Methods in Coalmine Subsidence Areas. *Sustainability*, *8*(9), 948. https://doi.org/10.3390/su8090948

Center for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). (2021, Aug 10) . *Natural disaster 2019: Now is the time to not give up*. Retrieved from https://emdat.be/natural-disasters-2019-now-time-not-give/

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. 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.

Pourghasemi, H. R., Moradi, H. R., & Fatemi Aghda, S. M. (2013). Landslide susceptibility mapping by binary logistic regression, analytical hierarchy process, and statistical index models and assessment of their performances. *Natural Hazards*, *69*(1), 749–779. https://doi.org/10.1007/s11069-013-0728-5

Tehrany, M. S., Pradhan, B., & Jebur, M. N. (2013). Spatial prediction of flood susceptible areas using rule based decision tree (DT) and a novel ensemble bivariate and multivariate statistical models in GIS. *Journal of Hydrology*, *504*, 69–79. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.09.034

Waiyasusri, K., Kulpanich N., Worachairungreung, M., Sae-Ngow P., & Chaysmithikul P. (2021). Flood prone risk area analysis during 2005 – 2019 in Lam Se Bok Watershed, Ubon Ratchathani Province, Thailand. *Geographia Technica 16*(1), 141–53.

Suppawimut W. (2021). GIS-Based Flood Susceptibility Mapping Using Statistical Index and Weighting Factor Models. *Environment and Natural Resources Journal. 19*(6), 481-493. http://dx.doi.org/10.32526/ennrj/19/2021003

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ระดับชาติ ครั้งที่ 1

“การขับเคลื่อนพหุวิทยาการด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน”

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
อาคาร 4 ชั้น 1 เลขที่ 202 ถ.ช้างเผือก ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300
โทรศัพท์ : 053-885700, 053-885708 โทรสาร : 053-885709
www.human.cmru.ac.th