

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รับน้ำ กรณีศึกษาพื้นที่ทางทิศใต้ของจังหวัดสุพรรณบุรี

กาญจนา มีจริง สาวิตตรี ทองกุ่ม และ ธงชัย สุธีรศักดิ์*

คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0 7627 6120 ต่อ 6134 อีเมล: thongchai.s@phuket.psu.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2019.04.001
รับเมื่อ 18 ตุลาคม 2561 แก้ไขเมื่อ 21 มกราคม 2562 ตอบรับเมื่อ 25 มกราคม 2562 เผยแพร่ออนไลน์ 5 เมษายน 2562

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

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและประเมินพื้นที่รองรับน้ำของ 4 อำเภอตอนล่างของจังหวัดสุพรรณบุรี ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การวิเคราะห์แบบลำดับขั้นในวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจหลายหลักเกณฑ์สำหรับจำลองพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมใช้ปัจจัยสำหรับศึกษา 5 ปัจจัย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน การระบายน้ำของดิน ความลาดชัน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่วนการประเมินพื้นที่รองรับน้ำใช้ 3 ปัจจัย ได้แก่ ความลาดชัน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่เสี่ยงอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 44.12 และพื้นที่เสี่ยงสูงคิดเป็นร้อยละ 29.15 พื้นที่เสี่ยงเกิดน้ำท่วมมาก ได้แก่ พื้นที่อำเภอบางปลาม้าและอำเภอสองพี่น้อง ในส่วนของพื้นที่เหมาะสมมากสำหรับพัฒนาเป็นพื้นที่รองรับน้ำมีพื้นที่เท่ากับ 849 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 22.19 ของพื้นที่ทั้งหมด จากการเปรียบเทียบแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รองรับน้ำ พบว่ามี 4 พื้นที่เหมาะสมนำมาพัฒนาเป็นพื้นที่รองรับน้ำ คือ พื้นที่ตำบลจรเข้สามพันในอำเภออู่ทอง พื้นที่ตำบลบางตะเคียนในอำเภอสองพี่น้อง พื้นที่ตำบลดงลิ้นในอำเภอเมือง และพื้นที่รอยต่อระหว่างตำบลโคกโคเต้ในอำเภอเมืองและตำบลโคกครามอำเภอบางปลาม้า

คำสำคัญ: พื้นที่รับน้ำ น้ำท่วม ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สุพรรณบุรี



Application of Geographic Information System Data for Flood Susceptibility Area and Catchment Area Assessment: A Case Study the Southern Area of SuphanBuri Province

Kanchana Meeching, Sawittri Thongkungand and Thongchai Suteerasak*

Faculty of Technology and Environment, Prince of Songkla University, Phuket Campus, Phuket, Thailand

*Corresponding Author, Tel. 0 7627 6120 Ext. 6134, E-mail: thongchai.s@phuket.psu.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2019.04.001

Received 18 October 2018; Revised 21 January 2019; Accepted 25 January 2019; Published online: 5 April 2019

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

Abstract

The research aims to assess flood susceptibility areas and catchment areas in the four districts of Suphanburi province using Geographic Information System (GIS). According to Analytical Hierarchy Process (AHP), five parameters used for obtaining a map of flood susceptibility areas were rainfall, soil drainage, slope, distance from river, and land use. Three parameters were used for the catchment areas: slope, distance from river and land use. The results showed that most of the flood susceptibility areas (44.12%) were in moderate flood risk. The high flood risk areas (29.15%) were in Bangplama district and Songphinong district. 22.19% of these areas, or about 849 km², were suitable to use as catchment areas. According to the simulation of flood susceptibility and catchment areas, Jorakae Sampan subdistrict, Bangtakien subdistrict, Taling Chan subdistrict and the border between Cokcothow and Cokkarm subdistricts were suitable to be developed as flood catchment areas.

Keywords: Catchment Areas, Flood, Geographic Information System, Suphanburi Province

1. บทนำ

เนื่องจากพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีตอนล่างเป็นพื้นที่ทางเศรษฐกิจด้านเกษตรกรรมอันดับต้นๆ ของประเทศไทยและเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมบ่อยครั้ง การระบายน้ำออกค่อนข้างใช้เวลาจึงส่งผลกระทบต่อพื้นที่เศรษฐกิจของจังหวัดด้วยลักษณะการวางตัวของเส้นทางน้ำขนาดใหญ่เป็นแนวพาดผ่านกลางตัวจังหวัดรวมถึงลักษณะภูมิศาสตร์ทั้ง 4 อำเภอตอนล่างของจังหวัดเป็นพื้นที่ราบลุ่มจึงส่งผลให้เกิดน้ำท่วมบ่อยครั้งในพื้นที่ดังกล่าวการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการสร้างแบบจำลองเส้นทางน้ำเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และวางแผนการบริหารจัดการน้ำ ซึ่งได้มีหลายงานวิจัยที่ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการสร้างแบบจำลองต่างๆ อาทิ การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมโดยใช้วิธีประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในจังหวัดสระแก้ว มีการนำปัจจัยปริมาณน้ำฝน การใช้ประโยชน์ที่ดินรวมถึงความลาดชันของพื้นที่ ดังนั้นจึงนำงานวิจัยดังกล่าวมาเป็นแนวทางประยุกต์ใช้กับงานวิจัยในพื้นที่ 4 อำเภอของจังหวัดสุพรรณบุรีตอนล่าง งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้สารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการบริหารจัดการน้ำทางตะวันออกของอ่าวเบงกอล [1] โดยใช้วิธีสร้างแบบจำลองทางภูมิศาสตร์ขึ้นมาและใช้วิธีการถ่วงน้ำหนักในการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆ ร่วมด้วย และการบริหารจัดการน้ำชลประทานต้นน้ำเพื่อการเกษตรในประเทศอินเดีย [2] โดยการใช้ความรู้เรื่องการรับรู้ระยะไกลสร้างแบบจำลองร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้องการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ ได้ศึกษาขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมปี พ.ศ. 2548 และ 2554 [3] โดยเปรียบเทียบระดับความสูงจากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model; DEM) นำมาประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประมาณค่าระดับของผิวน้ำ ด้วยเทคนิคการประมาณค่าเชิงพื้นที่ (Kriging) โดยนำข้อมูลดังกล่าวมาคำนวณค่าระดับน้ำท่วมด้วยวิธีการวิเคราะห์การซ้อนทับข้อมูล (Overlay Analysis) [4] เพื่อแสดงพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมงานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

ในจังหวัดสระแก้ว [5] ผลการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำในลำน้ำและระยะห่างจากลำน้ำมีผลต่อการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม ซึ่งเมื่อสร้างแบบจำลองและวางแผนการบริหารจัดการน้ำแล้วส่งผลต่อการวางแผนทิศทางการระบายน้ำในจังหวัดดังกล่าว ซึ่งน่าจะเหมาะกับการนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษางานวิจัย

วิธีการที่ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รองรับน้ำมีหลากหลายวิธี โดยวิธีการที่มีการใช้มากที่สุดจากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่ศึกษาแบ่งออกได้ 2 วิธี ได้แก่ 1) การคำนวณโดยวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนัก (Simple Additive Weighting Methods; SAW) เป็นการให้ค่าถ่วงน้ำหนักคะแนนของปัจจัย (Weighting) และการให้ค่าน้ำหนักคะแนนระดับของปัจจัย (Rating) โดยกำหนดให้ปัจจัยที่มีผลเสียมากกว่ามีค่าถ่วงน้ำหนักที่สูงกว่าปัจจัยที่มีผลเสียน้อยกว่า ผลที่ได้ทำให้ผู้ศึกษารับว่าปัจจัยที่มีความสำคัญมากส่งผลกับการศึกษาพื้นที่ดังกล่าวอย่างไร โดยผลการคำนวณมาจากผลคูณระหว่างค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์และค่าความสำคัญของแต่ละทางเลือกในแต่ละหลักเกณฑ์ จากนั้นรวมผลคูณดังกล่าวของทุกหลักเกณฑ์เข้าด้วยกัน อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีข้อจำกัดอยู่ที่การให้คะแนนซึ่งเกิดขึ้นโดยผู้ตัดสินใจผู้กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละหลักเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินใจคะแนนรวมของแต่ละทางเลือกเอง [6] และ 2) กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process; AHP) เป็นวิธีการวิเคราะห์ผลที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ [7], [8] โดยมีหลักการที่สำคัญ 3 ส่วนคือ จำแนกออกเป็นลำดับชั้น เปรียบเทียบองค์ประกอบในการตัดสินใจที่ละคู่ และเรียงลำดับทางเลือก เพื่อได้มาซึ่งข้อมูลค่าถ่วงน้ำหนักที่นำมาใช้ร่วมกับผลการให้คะแนนโดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เนื่องจากมีความเข้าใจในตัวปัจจัยและลดความคลาดเคลื่อนได้มากกว่า มีงานวิจัยจำนวนมากอาศัยวิธีการ AHP ประกอบกับการวิเคราะห์ผลทางภูมิสารสนเทศ [9]–[14] และพบการประยุกต์การใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการหาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมมากมาย ดังตัวอย่างงานวิจัยของ Kazaki *et al.* [15] ที่ประเมินพื้นที่

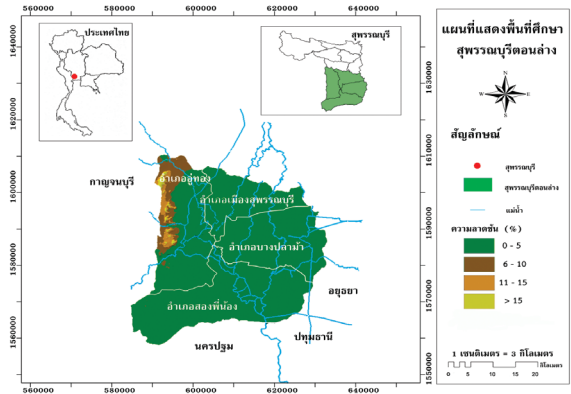
เสี่ยงภัยน้ำท่วมจากข้อมูลการไหลสะสม ระยะทาง ความสูง การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปริมาณน้ำฝน ธรณีวิทยา และความลาดชัน ในพื้นที่ Rhodope – Evros Region ประเทศกรีซ งานของ Seejata *et al.* [16] ที่ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ความหนาแน่นลำน้ำ ความสูง ความลาดชัน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และการดูดซับน้ำของดิน ประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม ในจังหวัดสุโขทัย Tang *et al.* [17] ทำการประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมจากข้อมูลจุดน้ำท่วมขัง พื้นที่น้ำซึมผ่าน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดินและแบบจำลองความสูงเชิงเลข ในพื้นที่ขอบด้านเหนือของสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ Pearl ในทางตอนใต้ของประเทศจีน Xiao *et al.* [18] ประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในพื้นที่ที่ตั้งอยู่ต่ำกว่าแม่น้ำ Han ในประเทศจีน ด้วยข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข ชนิดดิน การระบายน้ำ และที่ตั้งแหล่งน้ำ

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวางแผนการบริหารจัดการน้ำที่มาจาก การท่วมขัง โดยมีการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับรองรับน้ำที่เกิดในพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมเป็นประจำ โดยงานวิจัยนี้เลือกวิธี AHP มาใช้วิเคราะห์ผลร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ รวมถึงการนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์และวางแผนการบริหารจัดการน้ำในภาพรวม ซึ่งพื้นที่ศึกษาในที่นี้คือ พื้นที่ตอนล่างของจังหวัดสุพรรณบุรี ทั้งนี้การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมอาศัยสมมติฐานที่ว่าปัจจัยที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมและการใช้ประโยชน์น้ำ มาจากปัจจัยทางด้านลักษณะภูมิศาสตร์ การใช้ประโยชน์ที่ดิน รวมถึงปริมาณน้ำฝน นอกจากนี้ยังมีการนำข้อมูลเส้นทางน้ำและพื้นที่แหล่งน้ำมาเป็นตัวช่วยสนับสนุนในการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับรองรับน้ำและวางแผนการบริหารจัดการน้ำด้วยเช่นกัน

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1 พื้นที่ศึกษา

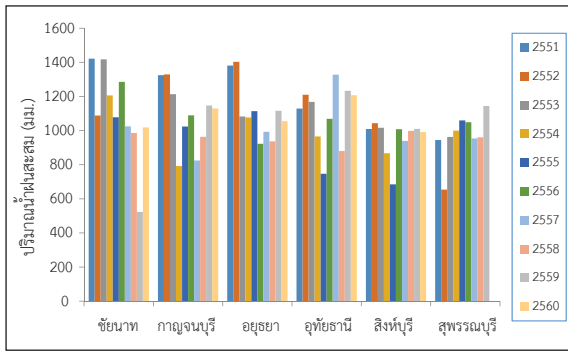
สุพรรณบุรีเป็นจังหวัดหนึ่งในเขตภาคกลางด้านทิศตะวันตกของประเทศไทย ตั้งอยู่บนพื้นที่ราบลุ่มมีพื้นที่บางส่วนเป็นที่ราบสูง มีความลาดชันอยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ บริเวณพื้นที่ต่ำสุดอยู่ทางด้านตะวันออกเฉียงใต้



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาบริเวณพื้นที่ 4 อำเภอตอนล่างของจังหวัดสุพรรณบุรี

อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ยประมาณ 3 เมตร ส่วนทางเหนือของจังหวัดอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ยประมาณ 10 เมตร แม่น้ำสายสำคัญที่ผ่านพื้นที่ของจังหวัดคือแม่น้ำท่าจีนหรือแม่น้ำสุพรรณบุรี โดยไหลผ่านตามแนวยาวของจังหวัดจากเหนือจรดใต้ทางทิศตะวันตกของจังหวัด พื้นที่ตลอดแนวที่ราบลุ่มส่วนใหญ่ของจังหวัดใช้ในการเพาะปลูกข้าว ทำให้สามารถพบแม่น้ำลำคลองขนาดกลางและขนาดเล็ก รวมถึงบึงและหนองน้ำกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ดังกล่าว โดยพื้นที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ตั้งอยู่ทางตอนล่างของจังหวัด ประกอบด้วย 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอบางปลาม้า อำเภออู่ทอง อำเภอเมืองสุพรรณบุรี และอำเภอสองพี่น้อง ดังแสดงในรูปที่ 1 ทั้งนี้ในพื้นที่ 4 อำเภอดังกล่าวมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบลุ่ม มีการชลประทานอย่างทั่วถึง ประกอบกับสภาพดินเหมาะสมแก่การเพาะปลูกโดยเฉพาะการปลูกข้าวและการเพาะปลูกพืชไร่ [19]

จากข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (ย้อนหลัง 10 ปี) ของกลุ่มจังหวัดในกลุ่มแม่น้ำท่าจีนเหนือ ได้แก่ จังหวัดชัยนาท จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดอุทัยธานี และจังหวัดสิงห์บุรี (รูปที่ 2) พบว่า 3 จังหวัดที่มีปริมาณน้ำฝนรายปีสูงสุด คือ จังหวัดชัยนาท จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งทั้ง 3 จังหวัดเป็นจังหวัดใกล้เคียงและอยู่ติดกับแม่น้ำท่าจีน ส่งผลให้ในช่วงฤดูฝนที่มีปริมาณฝนตกมากผิดปกติ น้ำที่พัดพาและสะสมตัวตามลำน้ำต่างๆ ในพื้นที่

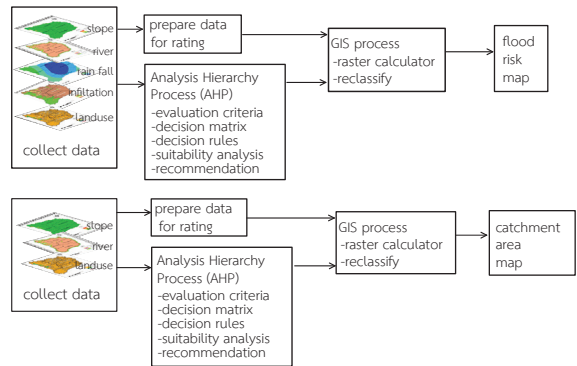


รูปที่ 2 ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนสะสมที่พบในพื้นที่ใกล้เคียงกับจังหวัดสุพรรณบุรีและในจังหวัดในช่วงปี พ.ศ. 2551–2560 [20], [21]

3 จังหวัดดังกล่าวมีโอกาสไหลเข้าสู่ 4 อำเภอตอนล่างจังหวัดสุพรรณบุรี ในส่วนของปัญหาน้ำท่วมในจังหวัดสุพรรณบุรีพบว่าตลอดระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมาสร้างความเสียหายให้กับพื้นที่เกษตรกรรมและบ้านเรือนในจังหวัดสุพรรณบุรีเป็นจำนวนมาก (ตารางที่ 1) ปัจจัยหลักของการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษามาจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่ที่มากผิดปกติและมวลน้ำที่สะสมในพื้นที่จังหวัดใกล้เคียงที่อยู่ติดกับแม่น้ำท่าจีนตอนบน (เหนือจังหวัดสุพรรณบุรีขึ้นไป) ได้แก่ จังหวัดชัยนาท จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จังหวัดอุทัยธานี ไหลลงมาสู่ลำน้ำใหญ่น้อยต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำท่าจีน รวมถึงน้ำจากลำน้ำใหญ่น้อยในพื้นที่ใกล้เคียงที่ตั้งอยู่สูงกว่าจังหวัดสุพรรณบุรี

2.2 การรวบรวมและเตรียมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการตัดสินใจที่พิจารณาหลายเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making; MCDM) วิธีดังกล่าวเป็นวิธีหนึ่งที่ยอมรับนำไปใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสมด้วยการนำทางเลือกที่ตรงตามหลักเกณฑ์มาเรียงลำดับให้เข้ากับข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์กระบวนการตัดสินใจแบบลำดับขั้น (AHP) มาจัดทำเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจและวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นทำการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบผลความถูกต้องและแม่นยำของแต่ละ



รูปที่ 3 ขั้นตอนการศึกษาและจัดทำแผนที่ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและแผนที่ข้อมูลพื้นที่รองรับน้ำ

ตารางที่ 1 ข้อมูลสถิติจำนวนคร้เรือนที่ได้รับความเสียหายและพื้นที่น้ำท่วมรายปีของจังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2551–2560 [21]

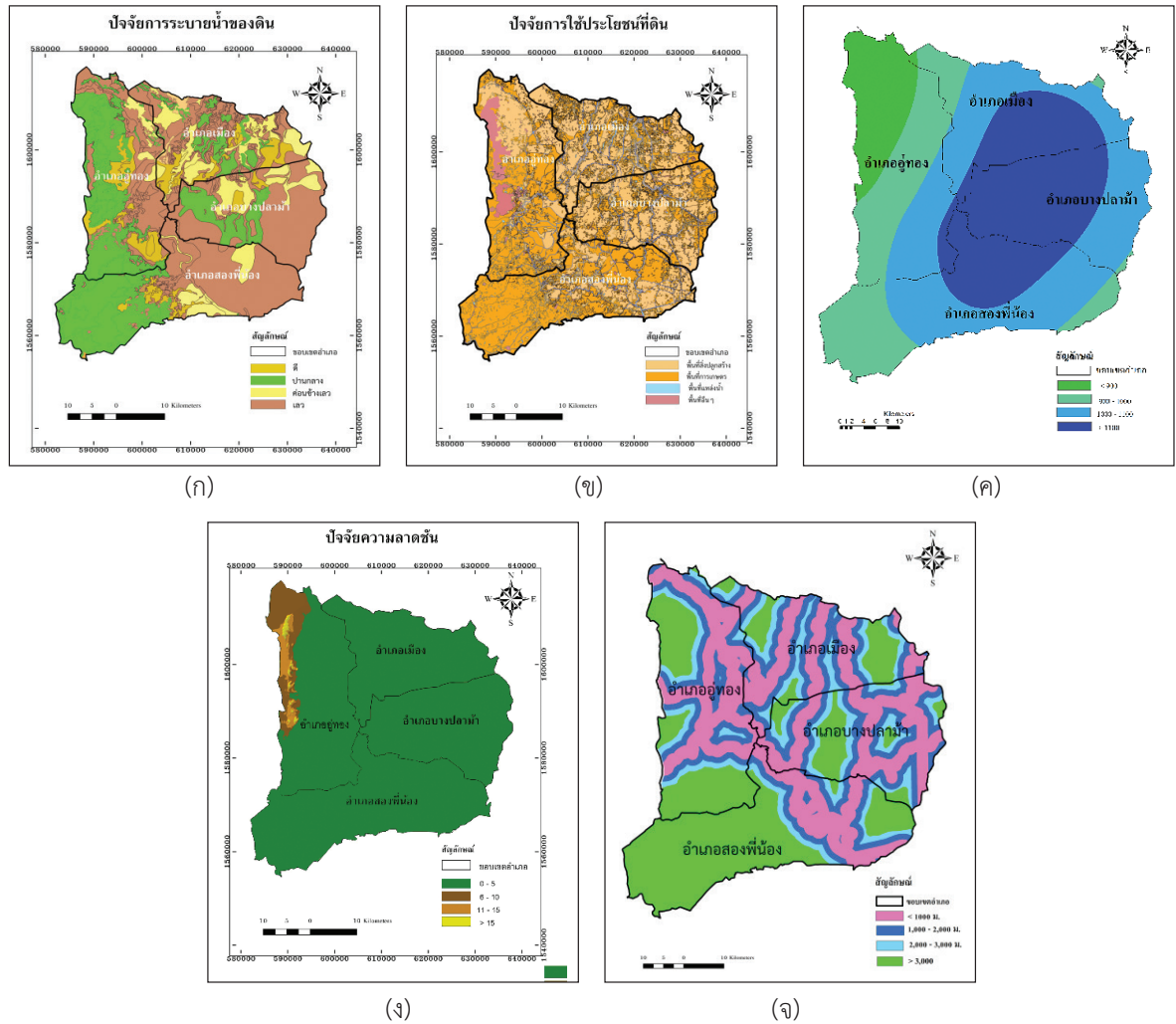
ปี	จำนวนคร้เรือน	พื้นที่น้ำท่วม (ไร่)
2551	11,500	32,000
2552	20,900	43,200
2553	42,187	68,790
2554	57,900	1,555,287
2555	736	123,551
2556	29,776	704,036
2557	12,523	725,625
2558*	-	-
2559	8,513	64,500
2560	2,052	26,283

หมายเหตุ* ไม่ปรากฏข้อมูลความเสียหายจากน้ำท่วมเนื่องจากถูกประกาศให้เป็นภัยแล้ง

วิธีการ [8] เมื่อผ่านกระบวนการข้างต้นแล้วจะเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ผลทางภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS 10.2 [22] เป็นลำดับสุดท้าย ดังแสดงขั้นตอนการศึกษาในรูปที่ 3

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ผลมาจากหน่วยงานต่างๆที่ได้จัดเก็บข้อมูลและรวบรวมไว้แล้ว เช่น ข้อมูลระยะทางจากแหล่งน้ำ (เมตร) ข้อมูลความลาดชัน (%)

กาญจนา มีจริง และคณะ, “การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รับน้ำ กรณีศึกษาพื้นที่ทางทิศใต้ของจังหวัดสุพรรณบุรี.”



รูปที่ 4 ข้อมูลภูมิสารสนเทศที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล (ก) ข้อมูลการระบายน้ำของดิน (ข) การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ค) ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (ง) ข้อมูลความลาดชัน และ (จ) ข้อมูลระยะห่างจากแหล่งน้ำ

ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลการระบายน้ำของดิน และข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตร/ปี) ที่จัดเก็บระหว่างปี พ.ศ. 2551-2560 ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์ข้อมูลจากสำนักงานชลประทานที่ 12 กรมพัฒนาที่ดินและกรมอุตุนิยมวิทยา ตามลำดับ ข้อมูลทั้งหมดถูกนำมาจัดทำและนำเสนอภาพเป็นช่วงชั้นข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ในลำดับถัดไป ข้อมูลระยะห่างจากแหล่งน้ำเป็นการนำเสนอข้อมูลที่ระยะห่างสม่ำเสมอทุกๆ 1000 เมตร ข้อมูลความลาดชันเป็นการนำเสนอข้อมูลที่จัดเรียงลำดับชั้นที่กำหนดโดย

สำนักงานนโยบายแผนและสิ่งแวดล้อม [23] ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินนำเสนอข้อมูลที่จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดินที่กำหนดโดยกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลการระบายน้ำของดินจัดเรียงตามการใช้คุณลักษณะของดินที่กำหนดโดยกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งจัดทำขึ้นในปี พ.ศ. 2558 และสุดท้ายข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเป็นการนำเสนอข้อมูลที่คำนวณจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดโดยกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 15 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด (สุพรรณบุรี พระนครศรีอยุธยา กาญจนบุรี และนครปฐม) ดังแสดงในรูปที่ 4

2.3 การเตรียมข้อมูลคะแนนระดับของปัจจัย

จากการจัดทำข้อมูลของแต่ละปัจจัยในลักษณะช่วงชั้นข้อมูลที่ดำเนินการในก่อนหน้า ลำดับต่อมาเป็นการจำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่มตามผลผลิตแผนที่ต้องการศึกษาคือแผนที่พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและแผนที่พื้นที่รองรับน้ำในพื้นที่สุพรรณบุรีตอนล่าง โดยอาศัยวิธีการให้ค่าคะแนนระดับของปัจจัย (Rating) ซึ่งการทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมอาศัยข้อมูลจาก 5 ปัจจัย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความสามารถในการระบายน้ำของดิน ความลาดชัน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่วนแผนที่พื้นที่รองรับน้ำในพื้นที่อาศัยข้อมูลปัจจัย 3 ปัจจัย ได้แก่ ความลาดชัน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลจะประกอบด้วย การให้ค่าน้ำหนักของปัจจัย และการให้ค่าคะแนนของปัจจัย ที่มาจากการเฉลี่ยค่าคะแนนของปัจจัยจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน โดยมีการกำหนดการให้ค่าน้ำหนักคะแนนของปัจจัยดังนี้ คะแนน 5 หมายความว่า สำคัญมากที่สุด ค่าคะแนน 4 หมายความว่า สำคัญค่อนข้างมาก ค่าคะแนน 3 หมายความว่า สำคัญปานกลาง ค่าคะแนน 2 หมายความว่า สำคัญค่อนข้างน้อย ค่าคะแนน 1 หมายความว่า สำคัญน้อย และในท้ายสุดผลของค่าคะแนนของปัจจัยที่ได้ จะถูกนำไปคำนวณร่วมกับค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้มาจากวิธี AHP ที่นำเสนอในลำดับถัดไป

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลค่าถ่วงน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น

การเตรียมข้อมูลค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับการจัดทำแบบจำลองและวิเคราะห์ผล ในที่นี้อาศัยการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น (AHP) เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับหาค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีหลักการสำคัญ 3 ส่วน คือ จำแนกออกเป็นลำดับขั้น (Reclassify) เปรียบเทียบองค์ประกอบในการตัดสินใจทีละคู่ (Pairwise Comparison) และเรียงลำดับทางเลือก [7], [8] มีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังนี้

2.4.1 จำแนกออกเป็นลำดับขั้น เป็นขั้นตอนที่อาศัยผลการจำแนกและการเรียงลำดับขั้น ที่จัดทำไว้ในขั้นตอน

ก่อนหน้านี้ โครงสร้างของการวิเคราะห์แบบลำดับขั้นมี 4 ส่วน ได้แก่ เป้าหมาย (Goal) เกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Sub-criteria) และทางเลือก (Alternatives) ทั้งนี้จำนวนของระดับชั้นอาจมีมากกว่า 4 ลำดับขั้น เนื่องจากวัตถุประสงค์อาจมีวัตถุประสงค์แยกย่อยหรือผู้ตัดสินใจอาจมีมากกว่า 1 กลุ่ม ผลการจำแนกลำดับขั้นในแต่ละปัจจัยในที่นี่แสดงในรูปที่ 4

2.4.2 เปรียบเทียบองค์ประกอบในการตัดสินใจทีละคู่ ขั้นตอนนี้เป็นการให้ค่าถ่วงน้ำหนักวิธีหนึ่งที่เป็นส่วนสำคัญในการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น การตัดสินใจทีละคู่เป็นการลดกระบวนการที่ซับซ้อนลงให้เหลือเพียงการตัดสินใจองค์ประกอบทีละคู่แต่ในการพิจารณาอาจต้องใช้เวลามากขึ้น สามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนย่อย คือ การสร้างเมทริกซ์การเปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise Comparison Matrix) การคำนวณผลรวมของค่าน้ำหนักที่ได้จากการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละคู่ทุกคู่และคำนวณหาค่า Eigenvector ของเมทริกซ์ในแต่ละแถว (Normalized Matrix) และสุดท้ายเป็นการตรวจสอบผลการคำนวณโดยใช้ค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio; CR) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของค่าน้ำหนักที่คำนวณด้วยวิธีข้างต้น [24] ในขั้นตอนของการสร้างเมทริกซ์การเปรียบเทียบทีละคู่ ในที่นี้แต่ละข้อมูลมีการเปรียบเทียบกัน 9 ระดับ [25] โดยพบว่าตัวเลข 1-9 นั้นเหมาะสมกับเหตุผลและสะท้อนถึงระดับที่สามารถแยกแยะความสัมพันธ์ระหว่างเกณฑ์ได้ดี ดังแสดงในตารางที่ 2 ทั้งนี้ในการวิเคราะห์ผลปัจจัยทั้ง 2 กลุ่ม ต้องอาศัยผลการให้ค่าคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญนำมาเปรียบเทียบในการตัดสินใจเป็นรายคู่ประกอบเช่นกัน ขั้นตอนต่อไปเป็นการคำนวณผลรวมของค่าน้ำหนักที่ได้จากการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละคู่จนครบทุกคู่ จากนั้นเป็นการคำนวณหาค่า Eigenvector ของเมทริกซ์ในแต่ละแถว โดยการทำให้เป็นบรรทัดฐาน (Normalized) และรวมข้อมูลในแต่ละแถว จนได้ค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยในส่วนของการตรวจสอบความถูกต้องของค่าน้ำหนักหลังจากผ่านขั้นตอนย่อยทั้ง 3 อาศัยผลจากการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้อง เพื่อที่คำนวณด้วยวิธีข้างต้น โดยผลการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้อง

ที่ได้ต้องมีค่าน้อยกว่า 0.1 จึงจะถือว่าการเปรียบเทียบที่ละคู่ที่ใช้มีความสมเหตุสมผลโดยค่าอัตราความสอดคล้องสามารถคำนวณจากสมการที่ (1)

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

ตารางที่ 2 ข้อมูลการเปรียบเทียบกันของระดับความสำคัญ 9 ระดับ (Pairwise Comparison Scale) [25]

ระดับความสำคัญ	ความหมาย
1	สำคัญเท่ากัน
2	สำคัญเท่ากันถึงปานกลาง
3	สำคัญปานกลาง
4	สำคัญปานกลางถึงค่อนข้างมาก
5	สำคัญค่อนข้างมาก
6	สำคัญค่อนข้างมากถึงมากกว่า
7	สำคัญมากกว่า
8	สำคัญมากกว่าถึงมากที่สุด
9	สำคัญมากที่สุด

เมื่อ RI (Random Inconsistency Indices) คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม ที่กำหนดโดย Saaty [25] ที่รู้จักกันว่าเป็นค่าดัชนีจากการสุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากการทำการประมวลผลในแบบจำลองและมีความแตกต่างกันตามขนาดของตารางเมทริกซ์ ทั้งนี้มีหลายงานวิจัยที่ใช้ค่า RI ดังกล่าว ตัวอย่างเช่น งานของ Worawit [26] ใช้ RI เท่ากับ 6 และในงานของ Jumpol *et al.* [27] ใช้ RI เท่ากับ 5 อย่างไรก็ตาม แต่ละงานวิจัยใช้จำนวนค่า RI ที่ไม่เท่ากัน โดยในงานวิจัยนี้ใช้ค่า RI เท่ากับ 1.24 ในการหาพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม และ RI เท่ากับ 0.58 ในการหาพื้นที่รองรับน้ำ เพื่อให้สอดคล้องกับจำนวนปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์จำนวน 5 และ 3 ปัจจัย [25] ในส่วนของค่า CI เป็นค่าดัชนีความสอดคล้องที่คำนวณจากสมการที่ (2) [24]

$$CI = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{n - 1} \quad (2)$$

ค่า λ_{\max} (Maximum Eigenvalue) คือ ผลลัพธ์จากการคูณกันของเมทริกซ์ของค่าระดับความสำคัญกับค่าน้ำหนักปัจจัยที่หาจากขั้นตอนย่อยที่ 3 (การคำนวณหาค่า Eigenvector ของเมทริกซ์ในแต่ละแถว) และค่า n คือ ขนาดของสแควร์เมทริกซ์ในที่มีค่าเท่ากับ 5

ผลที่ได้จากการคำนวณค่าอัตราความสอดคล้อง พบว่าค่า CR ของพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมเท่ากับ 0.03 (หรือร้อยละ 3) และพื้นที่รองรับน้ำได้ CR เท่ากับ 0.09 (หรือร้อยละ 9) ซึ่งถือเป็นค่าที่ยอมรับได้สำหรับจำนวนปัจจัยที่เท่ากับ 5 และ 3 ตามหลักการของ Saaty [25] ที่ได้ให้ไว้ว่าไม่ควรเกิน 0.1 หรือร้อยละ 10

2.4.3 การเรียงลำดับทางเลือก อาศัยผลจากการเปรียบเทียบองค์ประกอบในการตัดสินใจทีละคู่ที่กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ที่ให้ค่าน้ำหนักปัจจัย ของพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รองรับน้ำ ภายหลังจากตรวจสอบความถูกต้องทั้งหมดด้วยค่า CR ลำดับถัดไป เข้ากระบวนการเรียงลำดับทางเลือก ผลที่ได้เป็นค่าน้ำหนักของปัจจัยทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รองรับน้ำ ที่พร้อมสำหรับนำไปวิเคราะห์ผลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.5 กระบวนการวิเคราะห์ผลทางสารสนเทศภูมิศาสตร์

ผลของพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รองรับน้ำทั้งนี้ อาศัยการวิเคราะห์ผลทางภูมิสารสนเทศมาช่วยในการนำเสนอผลออกมาในลักษณะของแผนที่พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รองรับน้ำทั้ง ที่จัดทำขึ้นมาจากการนำข้อมูลคะแนนของปัจจัยและน้ำหนักของปัจจัยที่วิเคราะห์และคำนวณออกมาจากขั้นตอนก่อนหน้าไปประมวลผลด้วยวิธีทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมและพื้นที่รองรับน้ำในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีตอนล่าง ขั้นตอนการประมวลผลอาศัยวิธีการซ้อนทับ (Overlay) เพื่อหาคะแนนรวมของปัจจัยพื้นที่เสี่ยงจากสมการที่ (3) (ดัดแปลงจาก [5], [28]) ซึ่งเป็นการประมวลผลข้อมูลภายในโปรแกรม ArcGIS 10.2 [22]

$$S = \sum_{i=1}^n W_i R_i = W_1 R_1 + W_2 R_2 + W_3 R_3 + \dots + W_n R_n \quad (3)$$

ค่า S คือ ค่าคะแนนรวมของปัจจัยพื้นที่เสี่ยง ค่า W_i คือ ค่าน้ำหนักของปัจจัยในแต่ละปัจจัย และค่า R_i คือ ค่าคะแนนของแต่ละปัจจัย ซึ่งการวิเคราะห์ผลพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมใช้ n เท่ากับ 5 เนื่องจากใช้ 5 ปัจจัยในการวิเคราะห์ผล ส่วนการวิเคราะห์ผลพื้นที่รองรับน้ำทิ้งใช้ n เท่ากับ 3 เนื่องจากใช้ปัจจัยในการวิเคราะห์ผลเพียงแค่ 3 ปัจจัย

ขั้นตอนต่อมาหลังจากได้ค่าคะแนนรวมของปัจจัยพื้นที่เสี่ยง คือ การแบ่งระดับความเหมาะสมของพื้นที่เป็นช่วงชั้นของคะแนน โดยอาศัยหลักการทางสถิติจากการคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มาช่วยกำหนดค่าพิสัย (Range) ของคะแนน [5], [28] ผลที่ได้สามารถแบ่งพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมเป็น 3 ระดับ คือ พื้นที่เสี่ยงระดับสูง พื้นที่เสี่ยงระดับปานกลาง และพื้นที่เสี่ยงระดับต่ำ ในส่วนของพื้นที่รองรับน้ำแบ่งเป็น 3 ระดับ พื้นที่เหมาะสมระดับสูง พื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง และพื้นที่เหมาะสมระดับต่ำ โดยจะแสดงผลออกมาในรูปแบบแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม และแผนที่แสดงพื้นที่รองรับน้ำ โดยมีระดับสีของข้อมูลแสดงความเสี่ยงและเหมาะสมในแต่ละแผนที่ตามลำดับ

3. ผลและวิเคราะห์ผล

3.1 ผลการเตรียมข้อมูลเพื่อใช้วิเคราะห์และจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รองรับน้ำ

การจัดเตรียมทำข้อมูลสำหรับวิเคราะห์และจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและแผนที่พื้นที่รองรับน้ำในพื้นที่สุพรรณบุรีตอนล่าง ในที่นี้อาศัยข้อมูลค่าระดับคะแนนของปัจจัยและค่าน้ำหนักของปัจจัยแยกตามชนิดของผลผลิตข้อมูล โดยผลจากการให้ค่าคะแนนของปัจจัยมาจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน และนำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยคะแนนของปัจจัย ได้ผลข้อมูลค่าระดับคะแนนสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม (ตารางที่ 3 ด้านซ้าย) ได้แก่ ความลาดชัน (สูงสุด 5 ต่ำสุด 1.25) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (สูงสุด 4.5 ต่ำสุด 1) ปริมาณน้ำฝน (สูงสุด 4.25 ต่ำสุด 1) ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (สูงสุด 4.25 ต่ำสุด 1) และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (สูงสุด 4.75 ต่ำสุด 1.3) ส่วนแผนที่พื้นที่รองรับน้ำในพื้นที่อาศัยข้อมูลปัจจัย 3 ปัจจัย (ตารางที่ 3 ด้านขวา) มีค่าสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละปัจจัยคือ ความลาดชัน (สูงสุด 4.25 ต่ำสุด 1.25) ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (สูงสุด 4.75 ต่ำสุด 1) และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (สูงสุด 4 ต่ำสุด 1)

ตารางที่ 3 การให้ค่าระดับคะแนนของปัจจัย (Rating) ที่มีผลให้เกิดพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รองรับน้ำ

ปัจจัย	ประเภทของข้อมูล	ค่าคะแนนของปัจจัย (Rating)
1. ความลาดชันพื้นที่	0-5%	5
	6-10%	3.5
	10-15%	2.5
	>15%	1.25
2. ระยะห่างจากแหล่งน้ำ	<1000 เมตร	4.5
	1000-2000 เมตร	4
	2000-3000 เมตร	2.75
	>3000 เมตร	1
3. ข้อมูลปริมาณน้ำฝน	<900 มม.	1
	900-1000 มม.	1.75
	1000-1100 มม.	3.25
	>1100 มม.	4.25
4. ข้อมูลการระบายน้ำของดิน	เลว	4.25
	ค่อนข้างเลว	3.75
	ปานกลาง	2.75
	ดี	1
5. ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง	2.75
	พื้นที่การเกษตร	4
	พื้นที่แหล่งน้ำ	4.75
	พื้นที่อื่นๆ	1.3

ปัจจัย	ประเภทของข้อมูล	ค่าคะแนนของปัจจัย (Rating)
1. ความลาดชันพื้นที่	0-5%	4.25
	6-10%	3.25
	10-15%	2.25
	>15 %	1.25
2. ระยะห่างจากแหล่งน้ำ	<1000 เมตร	1
	1000-2000 เมตร	1.5
	2000-3000 เมตร	3.25
	>3000 เมตร	4.75
3. ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง	1
	พื้นที่การเกษตร	1.25
	พื้นที่แหล่งน้ำ	3.5
	พื้นที่อื่นๆ	4

ตารางที่ 4 ค่าน้ำหนักของปัจจัย (Weighting) พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รองรับน้ำ

ปัจจัย	ค่าน้ำหนัก
ข้อมูลปริมาณน้ำฝน(มิลลิเมตร/ปี)	0.43
ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (เมตร)	0.28
ข้อมูลชุดดิน	0.18
ความลาดชันพื้นที่ (%)	0.07
ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน	0.04

ปัจจัย	ค่าน้ำหนัก
ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน	0.66
ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (เมตร)	0.25
ความลาดชันพื้นที่ (%)	0.09

ตารางที่ 5 ช่วงค่าน้ำหนักที่สัมพันธ์กับระดับความเสี่ยงของพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม

ระดับ	ค่าน้ำหนัก	พื้นที่ (ตร.กม.)
พื้นที่เสี่ยงระดับสูง	มากกว่า 3.35	700
พื้นที่เสี่ยงระดับปานกลาง	2.37-3.35	1060
พื้นที่เสี่ยงระดับต่ำ	น้อยกว่า 2.37	642

ในส่วนของการคิดคำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ผลมาจากการให้ค่าคะแนนน้ำหนักของปัจจัยของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน นำมาประมวลผลร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (AHP) ของทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์แผนที่ ได้ผลข้อมูลค่าน้ำหนักปัจจัยของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมที่คิดจาก 5 ปัจจัยแสดงในตารางที่ 4 ด้านซ้าย ซึ่งพบว่าค่าน้ำหนักสูงสุดอยู่ที่ปัจจัยของปริมาณน้ำฝนและค่าน้ำหนักต่ำสุดคือข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่วนแผนที่พื้นที่รองรับน้ำในพื้นที่ศึกษาอาศัยข้อมูลปัจจัย 3 ปัจจัย ให้ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยแสดงในตารางที่ 4 ด้านขวา พบว่าค่าน้ำหนักสูงสุดที่คำนวณออกมาได้อยู่ที่ปัจจัยของการใช้ประโยชน์ที่ดินและค่าน้ำหนักต่ำสุดคือข้อมูลความลาดชัน

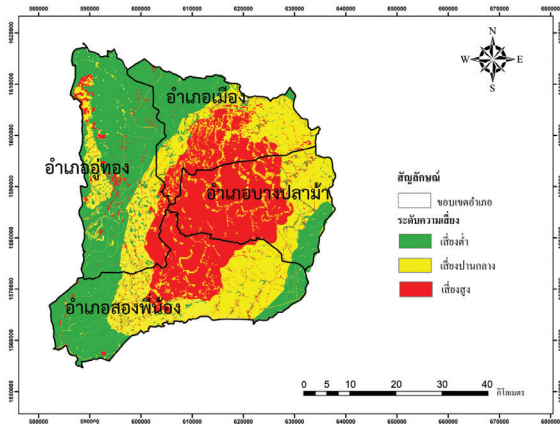
3.2 ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม

จากการคำนวณค่าคะแนนรวมของปัจจัยพื้นที่เสี่ยง (S) จากปัจจัยทั้งหมด พบว่ามีค่าสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 4.39 และ 1.16 ตามลำดับ เมื่อนำผลของค่าทั้งหมดมาคิดทางสถิติได้ค่าที่นำมาใช้ในการกำหนดค่าพิสัยคือ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.86 และ 0.49 ตามลำดับ โดยผลดังกล่าวนำไปกำหนดช่วงชั้นของค่าน้ำหนักที่สัมพันธ์กับ

ระดับความเสี่ยงดังแสดงในตารางที่ 5

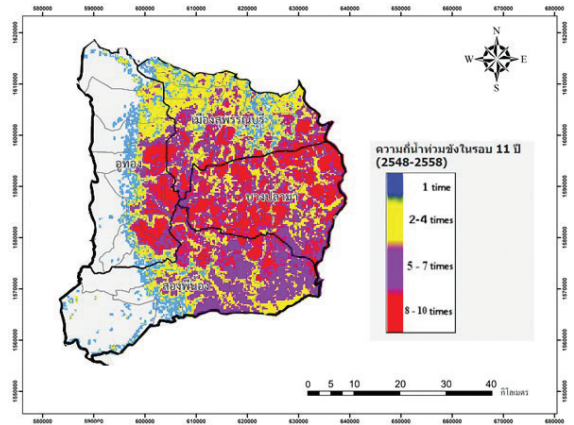
จากการนำผลของช่วงค่าน้ำหนักที่สัมพันธ์กับระดับความเสี่ยงของพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมไปวิเคราะห์และจัดทำแผนที่เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมใน 4 อำเภอตอนล่างของจังหวัดสุพรรณบุรี ได้แผนที่พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม แสดงในรูปที่ 5 ซึ่งจากผลการประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาดังกล่าว พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่เสี่ยงอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 44.12 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ส่วนพื้นที่ซึ่งจัดว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมอยู่ในระดับสูง ได้แก่ พื้นที่บริเวณอำเภอบางปลาม้า และอำเภอสองพี่น้อง คิดเป็นร้อยละ 29.15 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด สาเหตุที่พื้นที่ดังกล่าวมีความเสี่ยงอาจเป็นผลสืบเนื่องจากการเอ่อล้นของน้ำในแม่น้ำหลายสายที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงไหลมาสะสมในพื้นที่ดังกล่าว ส่วนของพื้นที่ที่มีเสี่ยงน้ำท่วมต่ำโดยมากตั้งอยู่ทางฝั่งอำเภออุทุมพร ซึ่งตั้งอยู่บริเวณแนวเขาที่มีความลาดชันค่อนข้างมาก รวมถึงพื้นที่สูงในอำเภอใกล้เคียง โดยมีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 26.73 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

พิจารณาเปรียบเทียบแผนที่พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมกับแผนที่พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากใน 4 อำเภอตอนล่างของจังหวัดสุพรรณบุรี ที่จัดทำโดย สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) [29] ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 5 แผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม 4 อำเภอดอนล่าง จังหวัดสุพรรณบุรี

พบว่าผลจากการจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แสดงผลของพื้นที่เสี่ยงปานกลางไปจนถึงเสี่ยงสูงตรงกับพื้นที่ซึ่งได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม ซึ่งผลของพื้นที่เสี่ยงสูงส่วนมากตรงกับผลของข้อมูลที่น้ำท่วมซ้ำซากมากกว่า 5 ครั้ง ในรอบ 11 ปี อย่างไรก็ตาม ผลจากแบบจำลองที่จัดทำขึ้นมายังไม่ตรงกันหมดทุกพื้นที่ ตัวอย่างเช่น พื้นที่ทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือของอำเภอกู่ทองมีความเสี่ยงต่ำแต่ในความเป็นจริงได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมซ้ำซากมากกว่า 5 ครั้ง และพื้นที่ทางตอนกลางของอำเภอกู่ทองจรดขอบเขตของอำเภอทางทิศตะวันตกที่แสดงผลความเสี่ยงปานกลางไปจนถึงสูงแต่ไม่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม ผลที่ไม่ตรงกันดังกล่าวสันนิษฐานว่าเกิดจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าจากที่สูงซึ่งมีการเข้าและออกตามเส้นทางน้ำในพื้นที่ในช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วม [30] อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ส่วนมากเป็นเพียงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะสภาพภูมิประเทศที่เกี่ยวข้องกับการกักกั้นน้ำ ดังนั้นหากมีการพัฒนาแบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำทางอุทกศาสตร์และนำมาใช้ร่วมกับแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงที่จัดทำขึ้นจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิประเทศของพื้นที่อาจส่งผลให้ข้อมูลสอดคล้องกับพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซ้อนมากขึ้น

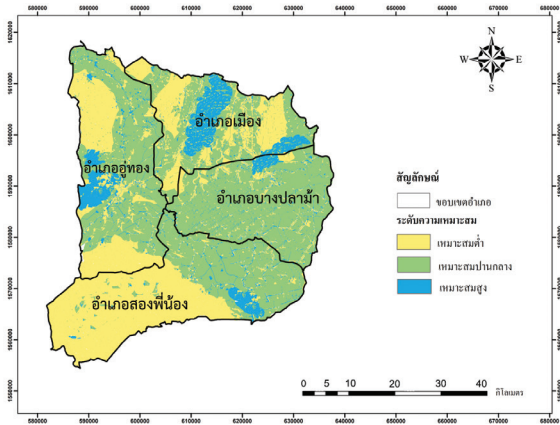


รูปที่ 6 พื้นที่ที่น้ำท่วมซ้ำในรอบ 11 ปี (พ.ศ. 2548-2558) จัดทำโดย สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) [29]

3.3 ผลการวิเคราะห์พื้นที่รองรับน้ำ

พิจารณาค่าคะแนนรวมของปัจจัยพื้นที่เสี่ยง (S) ที่แทนถึงพื้นที่เหมาะสมสำหรับเป็นพื้นที่รองรับน้ำ โดยจากปัจจัยทั้งหมด 3 ปัจจัย พบว่ามีค่าคะแนนรวมสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 4.21 และ 1.02 ตามลำดับ เมื่อนำผลของค่าทั้งหมดมาคิดคำนวณทางสถิติได้ค่าที่นำมาใช้ในการกำหนดค่าพิสัยคือ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.51 และ 0.82 ตามลำดับ โดยสุดท้ายผลดังกล่าวนำไปกำหนดช่วงชั้นของค่าน้ำหนักที่สัมพันธ์กับระดับความเหมาะสมที่จะเป็นพื้นที่รองรับน้ำดังแสดงในตารางที่ 6 เมื่อนำผลของช่วงค่าน้ำหนักที่สัมพันธ์กับระดับความเหมาะสมไปวิเคราะห์และจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เหมาะสมที่จะเป็นพื้นที่รองรับน้ำในพื้นที่ 4 อำเภอดอนล่างของจังหวัดสุพรรณบุรี ได้แผนที่ที่รองรับน้ำแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งจากผลการประเมินพื้นที่รองรับน้ำในพื้นที่ศึกษาดังกล่าว พบว่ามีพื้นที่ที่เหมาะสมจะนำมาพัฒนาเป็นพื้นที่รองรับน้ำคิดเป็นร้อยละ 22.19 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด โดยส่วนใหญ่ตั้งอยู่ทางด้านตะวันตกของพื้นที่ศึกษา ซึ่งตั้งอยู่ในอำเภอกู่ทอง และพื้นที่ทางตอนเหนือของอำเภอเมืองสุพรรณบุรี นอกจากนี้มีพื้นที่บางส่วนทางตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ศึกษาที่มีความเหมาะสมเช่นกัน พื้นที่รองลงมาที่มี

กาญจนา มีจริง และคณะ, “การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รับน้ำ กรณีศึกษาพื้นที่ทางทิศใต้ของจังหวัดสุพรรณบุรี.”



รูปที่ 7 แผนที่แสดงพื้นที่รองรับน้ำใน 4 อำเภอตอนล่าง จังหวัดสุพรรณบุรี

ความเหมาะสมมีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 42.46 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ส่วนพื้นที่ซึ่งไม่เหมาะสมโดยมากเป็นพื้นที่ทางตอนบนและตอนล่างของพื้นที่ศึกษา (คิดเป็นร้อยละ 35.35 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด) ซึ่งโดยมากพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่อยู่ติดกับแม่น้ำสายหลักที่พาดผ่านพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 6 ช่วงค่าน้ำหนักที่สัมพันธ์กับระดับความเหมาะสมพื้นที่รองรับน้ำ

ระดับ	ค่าน้ำหนัก	พื้นที่ (ตร.กม.)
พื้นที่เหมาะสมระดับสูง	มากกว่า 3.33	849
พื้นที่เหมาะสมระดับปานกลาง	1.69–3.33	1020
พื้นที่เหมาะสมระดับต่ำ	น้อยกว่า 1.68	533

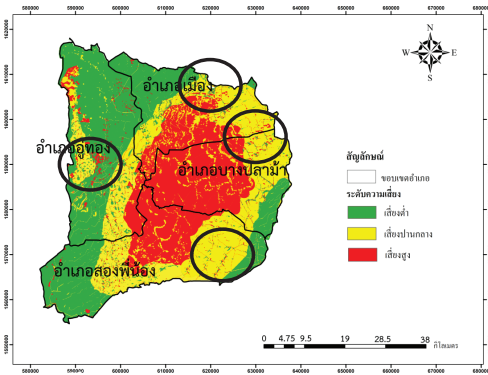
3.4 การเปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รองรับน้ำเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมใช้พัฒนาเป็นพื้นที่พักน้ำ

จากผลการประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมและพื้นที่รองรับน้ำที่นำเสนอก่อนหน้านี้ เมื่อนำผลของการประเมินผลทั้ง 2 แผนที่ มาพิจารณาเทียบเคียงกันพบว่า มีพื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงน้ำท่วมสูงตั้งอยู่ใกล้กับพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการรองรับน้ำมากหลายพื้นที่ ดังแสดงในรูปที่ 8 ทั้งนี้พื้นที่ที่เหมาะสมบางพื้นที่ที่เหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาเป็นพื้นที่ที่เป็นจุดพักหรือกักเก็บน้ำเพื่อทุเลาภัยที่มาจากน้ำท่วมในช่วงฤดูฝน

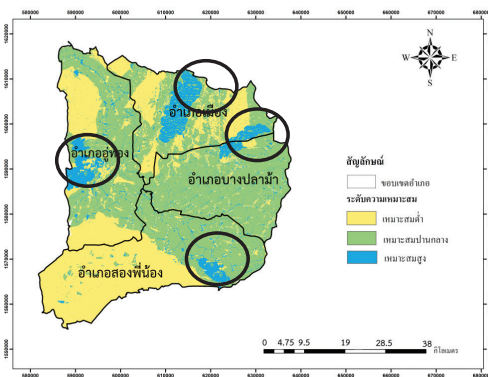
รวมถึงสามารถกักเก็บน้ำสำหรับนำมาใช้ในยามที่ต้องการใช้น้ำ ทั้งนี้ผลจากการเทียบเคียงเชิงพื้นที่พบพื้นที่ที่เหมาะสมทั้งหมด 2,972,560 ตารางเมตร ตั้งอยู่ใน 4 จุด คือ พื้นที่ตอนกลางของอำเภออู่ทอง พื้นที่ตอนเหนือของอำเภอเมือง พื้นที่ฝั่งตะวันออกของอำเภอสองพี่น้อง และพื้นที่รอยต่อระหว่างอำเภอเมืองและอำเภอบางปลาม้า (รูปที่ 8)

เกณฑ์ในการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับกักเก็บน้ำต้องมีลักษณะ คือ เป็นพื้นที่กว้างขนาดใหญ่ ไม่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือเป็นพื้นที่ว่างเปล่า เพื่อให้สามารถกักเก็บน้ำได้ปริมาณมากที่สุด หากเป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อบ้านเรือนหรือสิ่งปลูกสร้างต่างๆ อาจเป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้เชิงลำนํ้าสายหลักมีระยะห่างจากลำนํ้าที่เหมาะสมเพื่อรองรับน้ำที่เอ่อล้นออกมาหรือลดความแรงของน้ำที่จะก่อความเสียหายได้ และระบายน้ำออกสู่ลำนํ้าสายอื่นที่เชื่อมต่อกับลำนํ้าสายหลักได้อย่างรวดเร็ว ในที่นี้ผู้วิจัยเลือกพื้นที่ 3 พื้นที่ เป็นพื้นที่ตัวอย่าง คือ พื้นที่ตอนกลางของอำเภออู่ทอง พื้นที่ตอนเหนือของอำเภอเมือง และพื้นที่ฝั่งตะวันออกของอำเภอสองพี่น้อง ดังแสดงในรูปที่ 9 ทั้งนี้ในส่วนของพื้นที่รอยต่อระหว่างอำเภอเมืองและอำเภอบางปลาม้า ผู้วิจัยไม่เลือกมานำเสนอเนื่องจากเป็นรอยต่อระหว่างเขตการปกครองส่วนท้องถิ่น 2 อำเภอ อาจไม่เหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาเป็นพื้นที่กักเก็บน้ำ เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากและได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมตลอด 11 ปีที่ผ่านมา [รูปที่ 8 (ค)]

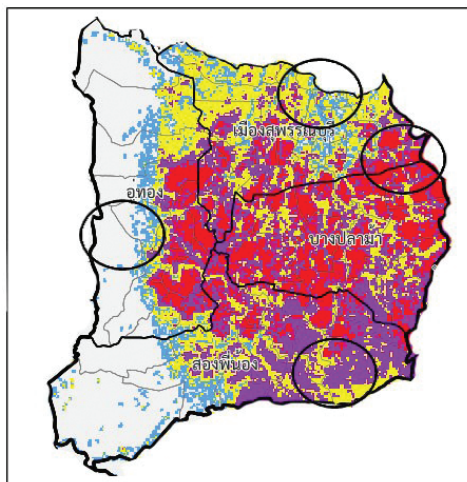
พิจารณาจุดที่เลือกมาเป็นตัวอย่างแสดงพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับกักเก็บน้ำ มีด้วยกัน 3 พื้นที่ (รูปที่ 9) ได้แก่ พื้นที่ 1 พื้นที่ในตำบลจรเข้สามพัน อำเภออู่ทอง ตั้งอยู่ที่พิกัดละติจูดและลองจิจูด 14.330891 และ 99.850907 มีพื้นที่ 722,560 ตารางเมตร ตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ 223.67 เมตร พิจารณาจากภาพถ่ายดาวเทียม พบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีสภาพพื้นที่แบบการเกษตรรวมถึงพื้นที่ว่างเปล่า และอยู่ติดกับอ่างเก็บน้ำคลองชลประทานรวมถึงคลองสายหลัก พื้นที่ 2 คือ พื้นที่ในตำบลบางตะเคียน อำเภอสองพี่น้อง ตั้งอยู่ที่พิกัดละติจูดและลองจิจูด 14.183940 และ 100.106446 มีพื้นที่ 1,190,000 ตารางเมตร ตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ 812.21 เมตร พิจารณา



(ก)

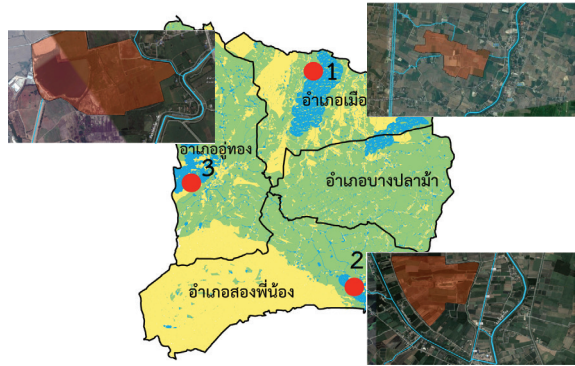


(ข)



(ค)

รูปที่ 8 การเปรียบเทียบแผนที่พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม (ก) พื้นที่รองรับน้ำ (ข) และพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก (ค) เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับกักเก็บน้ำ



รูปที่ 9 ที่ตั้งของพื้นที่ที่เลือกเป็นพื้นที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาเป็นพื้นที่จุดพักหรือกักเก็บน้ำเพื่อทูลากภัยที่มาจากน้ำท่วมในช่วงฤดูฝน แสดงเป็นตัวอย่าง 3 พื้นที่

จากภาพถ่ายดาวเทียม พบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีสภาพพื้นที่แบบการเกษตรรวมถึงพื้นที่ว่างเปล่า และติดกับแม่น้ำสายหลักคือแม่น้ำท่าจีน และสุดท้ายพื้นที่ 3 คือ พื้นที่ในตำบลตลิ่งชัน อำเภอเมืองสุพรรณบุรี ตั้งอยู่ที่พิกัดละติจูดและลองจิจูด 14.558478 และ 100.026780 มีพื้นที่ 1,060,000 ตารางเมตร ตั้งอยู่ห่างจากแม่น้ำ 531.05 เมตร พิจารณาจากภาพถ่ายดาวเทียม พบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีสภาพพื้นที่แบบการเกษตรรวมถึงพื้นที่ว่างเปล่า และติดคลองสายหลักคือคลองท่าว่า จึงเหมาะสำหรับเป็นพื้นที่รองรับน้ำหรือจุดพักน้ำ ทั้งนี้หากใช้พื้นที่ดังกล่าวในการเป็นพื้นที่รองรับน้ำโดยการขุดลึกลงไปประมาณ 10 เมตร สามารถเก็บน้ำได้โดยประมาณคือ 7,225,600 ลูกบาศก์เมตร 11,900,000 ลูกบาศก์เมตร และ 10,600,000 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พื้นที่ที่เลือกเป็นพื้นที่ที่มาจากผลการประเมินผลเชิงพื้นที่ด้วยการวิเคราะห์ทางภูมิสารสนเทศ

ในส่วนของการข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาแบบจำลองให้มีความถูกต้องและสามารถนำไปช่วยให้หน่วยงานภาครัฐนำผลของการประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมดังกล่าวไปใช้งานจริงควรพัฒนาแบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำที่อาศัยเทคนิคทางอุทกศาสตร์ (Hydrology) มาจัดทำเป็นปัจจัยเสริมสำหรับการวิเคราะห์ความเสี่ยงและนำแบบจำลองดังกล่าวมาวิเคราะห์ผลร่วมกับแบบจำลองทางระบบสารสนเทศ

ภูมิศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากในพื้นที่ รวมถึงนำข้อมูลดังกล่าวมาประเมินร่วมกับข้อมูลผังเมืองและที่ตั้งของชุมชนเพื่อประเมินจำนวนชุมชนที่เสี่ยงได้รับความเสียหาย ในส่วนของการประเมินและจัดทำพื้นที่รองรับน้ำเพื่อนำมาใช้งานจริงจำเป็นต้องให้เจ้าหน้าที่หรือหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องลงพื้นที่ไปประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมควบคู่กันกับการประเมินผลความเหมาะสมเชิงพื้นที่ในพื้นที่จริง เนื่องจากพื้นที่กล่าวข้างต้นโดยมากเป็นพื้นที่ซึ่งมีเจ้าของถือกรรมสิทธิ์ในพื้นที่ดังกล่าว

4. สรุป

1) ผลการประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม พบว่าพื้นที่ที่เสี่ยงระดับสูงคิดเป็นร้อยละ 29.15 พื้นที่ที่เสี่ยงปานกลางคิดเป็นร้อยละ 44.12 และพื้นที่เสี่ยงต่ำคิดเป็นร้อยละ 26.73 พื้นที่ที่เสี่ยงระดับสูงมักเป็นพื้นที่ที่ราบลุ่ม เป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินการทำเกษตรเป็นส่วนใหญ่ และอยู่ติดกับลำน้ำสายหลัก คือ ลำน้ำท่าจีน เกิดจากการที่น้ำของลำน้ำท่าจีนเอ่อล้นออกมา รวมถึงปัจจัยที่มีส่วนส่งผล คือ จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมของทั้งจังหวัดสุพรรณบุรีและจังหวัดใกล้เคียง คือ พระนครศรีอยุธยา ก่อให้เกิดพื้นที่เสี่ยงระดับสูง ส่วนพื้นที่ที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม มักเป็นพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลกับลำน้ำสายหลัก พื้นที่ส่วนใหญ่มีความลาดชันสูงน้ำจึงไหลจากที่สูงลงสู่พื้นที่ราบลุ่ม ไม่ก่อให้เกิดพื้นที่เสี่ยงสูง

2) ผลการประเมินพื้นที่เหมาะสมสำหรับรองรับน้ำ พบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมระดับสูงคิดเป็นร้อยละ 22.19 พื้นที่เหมาะสมปานกลางคิดเป็นร้อยละ 42.46 และพื้นที่เหมาะสมต่ำคิดเป็นร้อยละ 35.35 พื้นที่ที่เหมาะสมระดับสูงมักอยู่ห่างจากลำน้ำสายหลักพอสมควร ไม่ห่างมากและไม่ไกลมาก เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันระดับปานกลาง พื้นที่ที่เหมาะสมระดับสูงจึงเป็นพื้นที่รองรับน้ำที่ไหลลงมาจากพื้นที่สูงและรับน้ำจากลำน้ำสายหลักได้ รวมถึงสามารถระบายน้ำลงสู่ลำน้ำสายรองได้อย่างเร็ว

3) พื้นที่เหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาเป็นพื้นที่ที่เป็นจุดกักเก็บน้ำเพื่อพื้ลบรรเทาภัยจากน้ำท่วมในช่วงฤดูฝน รวมถึงสามารถกักเก็บน้ำไว้ใช้ในยามที่ต้องการใช้น้ำ มีพื้นที่

ทั้งหมด 2,972,560 ตารางเมตร ในพื้นที่ผู้วิจัยได้เลือกพื้นที่ที่เป็นพื้นที่ตัวอย่างทั้งหมด 3 พื้นที่ คือ พื้นที่ตอนกลางของอำเภออุทอง พื้นที่ตอนเหนือของอำเภอเมือง และพื้นที่ฝั่งตะวันออกของอำเภอสองพี่น้อง เนื่องจากตั้งอยู่ใกล้แม่น้ำสายหลัก

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต ที่ได้ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และทุนวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา สำหรับการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณ สำนักงานชลประทานที่ 12 กรมพัฒนาที่ดิน และกรมอุตุนิยมิวิทยา สำหรับข้อมูลในการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] L. K. Singh, M. K. Jha, and V. M. Chowdary, "Multi-criteria analysis and GIS modeling for identifying prospective water harvesting and artificial recharge sites for sustainable water supply, India," *Journal of Cleaner Production*, vol. 142, pp. 1436–1456, 2017.
- [2] A. Singh, "Hydrological problems of water resources in irrigated agriculture: A management perspective, India," *Journal of Hydrology*, vol. 541, pp. 1430–1440, 2016.
- [3] P. Eksiripong and S. Jirakajohnkool, "Geographic information systems application for flood hazard analysis, in Chiang Mai municipality," *Thai Journal of Science and Technology*, vol. 3, no. 3, pp. 148–159, 2014 (in Thai).
- [4] S. Eiamprasert, "Comparison of spatial daily rainfall amount interpolation methods by using geographic information system for Chao-Phra-Ya watershed," M.S. thesis, National Institute of Development Administration, 2011 (in Thai).
- [5] 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).
- [6] T. Kaewpumpuang and J. Payakpate, “Decision support system for sugarcane seed selection - A case study: Kamphaengphet,” *Science and Technology RMUTT Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 110–121, 2016 (in Thai).
- [7] V. Vudhivanich, “Applied hydrology,” Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, 1996 (in Thai).
- [8] A. Saravisutra, “Multi-criteria decision making: Comparison between SAW, AHP, TOPSIS concept and methods,” *Princess of Naradhiwas University Journal*, vol. 8, no. 2, pp. 180–192, 2016 (in Thai).
- [9] P. N. Rekha, R. Gangadharan, P. Ravichandran, A. Mahalakshmi, A. Panigrahi, and S. M. Pillai, “Assessment of impact of shrimp farming on coastal groundwater using geographical information system base analytical hierarchy process,” *Aquaculture*, vol. 448, pp. 491–506, 2014.
- [10] I. Elkhachy, “Flash flood hazard mapping using satellite image and GIS tools: A case study of Najran City, Kingdom of Saudi Arabia (KSA),” *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, vol. 18, no.2, pp. 261–278, 2015.
- [11] A. Adham, M. Riksen, M. Ouessar, and C. Ritsema, “Identification of suitable sites for rainwater harvesting structures in arid and semi-arid regions: A review,” *International Soil and Water Conservation Research*, vol. 4, pp. 108–120, 2016.
- [12] R. Sven-Erik, R. Gantenbein, R. Kai-Florian, and A. Gret-Regamey, “Increasing the credibility of expert-based models with preference surveys – Mapping recreation in the riverine zone,” *Ecosystem Services*, vol. 31, pp. 308–317, 2017.
- [13] P. Qi and M. Du, “Multi-factor evaluation indicator method for the risk assessment of atmospheric and oceanic hazard group due to the attack of tropical cyclones,” *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 68, pp. 1–7, 2018.
- [14] R. Hariat, A. Roozbahani, and A. Ebrahimiyan, “Risk analysis of urban stormwater infrastructure system using fuzzy spatial multi-criteria decision making,” *Science of the Total Environment*, vol. 647, pp. 1468–1477, 2018.
- [15] N. Kazaki, L. Kougiyas, and T. Patsialis, “Assessment of flood hazard areas at a regional scale using an index-based approach and analytical hierarchy process: Application in Rhodope-Evros region, Greece,” *Science of The Total Environment*, vol. 538, pp. 555–563, 2015.
- [16] K. Seejata, A. Yodying, T. Wongthadam, N. Mahavik, and S. Tantanee, “Assessment of flood hazard areas using analytical hierarchy process over the lower Yom Basin, Sukhothai Province,” *Procedia Engineering*, vol. 212, pp. 340–347, 2017 (in Thai).
- [17] X. Tang, Y. Shu, Y. Lian, Y. Zhao, and Y. Fu, “A spatial assessment of urban waterlogging risk based on a weighted Naïve Bayes classifier,” *Science of the Total Environment*, vol. 630, pp. 264–274, 2018.
- [18] Y. Xiao, S. Yi, and Z. Tang, “Integrated flood hazard assessment based on spatial ordered

- weighted averaging method considering spatial heterogeneity of risk preference,” *Science of the Total Environment*, vol. 599–600, pp. 1034–1046, 2017.
- [19] Information and Communication center Suphanburi. (2009). Suphanburi Provincial Governor’s Office. Suphanburi, Thailand [Online]. Available: <http://www.suphanburi.go.th>
- [20] Thai Meteorological Department. (2017). *Thailand Annual Weather Summary*. Bangkok, Thailand [Online]. Available: <https://www.tmd.go.th/climate/climate.php?FileID=5>.
- [21] Department of Disaster Prevention and Mitigation. (2012). Ministry of interior. Bangkok, Thailand [Online]. Available: http://www.disaster.go.th/th/cdetail-7115-disaster_new-142-3/ปภ.รายงานสถานการณ์น้ำท่วม.
- [22] ESRI, *ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute*, 2011.
- [23] Office of Environmental Policy and Planning, *Risk Area Classification for Natural Hazards in Northern Watersheds*. Ministry of Science and Technology, Bangkok, 1998.
- [24] P. Cabala, “Using the analytic hierarchy process in evaluating decision alternatives,” *Operation Research and Decision*, vol. 20, no.1, pp. 1–23, 2010.
- [25] T. L. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill, 1980.
- [26] W. Akkanipat, “The objective of this research is to analyze the suitable location for palm oil extraction factories in Chumphon Province,” *Journal of Remote Sensing and GIS Association of Thailand*, vol. 10, no. 3, pp. 13–26, 2009 (in Thai).
- [27] J. Vichiansinpa, N. Wongram, and C. Wantong, “Application of geographic information system on sanitary landfill site selection: A case study of Lam Plai Mat district, Buriram Province,” *Rommayasan*, vol. 13 no. 2, pp. 19–32, 2015 (in Thai).
- [28] S. Dhanarun and J. Amomsanguansin, “Application of geographic information system for flood risk area assessment in anghong province,” *Journal of Environmental Management*, vol. 6, no. 2, pp. 19–34, 2010 (in Thai).
- [29] Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (2007). Thailand Flood Monitoring System. Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. Bangkok, Thailand [Online]. Available: <http://flood.gistda.or.th>
- [30] E. H. Leea and J. H. Kim, “Development of a flood-damage-based flood forecasting technique,” *Journal of Hydrology*, vol. 563, pp. 181–194, 2018.