

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลของการศึกษา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

การศึกษาการประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่าง มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ การศึกษาลักษณะอุทกภัยและมาตรการลดความเสี่ยงอุทกภัย และการศึกษาประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยในระดับต่างๆ นอกจากนี้ยังได้ออกแบบและจัดการระบบฐานข้อมูลที่สามารถนำเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีโครงสร้างแตกต่างกัน ขอบเขตของการศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นหาข้อกำหนดของอุทกภัยและการดำเนินการของหน่วยงานต่างๆ ที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการป้องกันบรรเทาและการปรับลดอุทกภัยในภาพรวมของบริเวณลุ่มน้ำยม ประกอบกับออกแบบและจัดการระบบฐานข้อมูลที่ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำยมทั้งหมด สำหรับเทคนิคการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยจะศึกษาในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง เนื่องมาจากพื้นที่ดังกล่าวประสบภัยธรรมชาติได้แก่ อุทกภัยและภัยแล้งเป็นประจำ

การศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM-5 รายละเอียดจุดภาพ 30 เมตร ช่วงรับสัญญาณ 3 ช่วงคลื่น ได้แก่ แบนด์ 3 (ความยาวช่วงคลื่น 0.63 – 0.69 ไมโครเมตร) แบนด์ 4 (ความยาวช่วงคลื่น 0.76 – 0.90 ไมโครเมตร) และแบนด์ 5 (ความยาวช่วงคลื่น 1.55 – 1.75 ไมโครเมตร) จำนวน 3 ระวาง ได้แก่ (Path:Row) 129:49 130:48 และ 130:49 บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ.2541 ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ในกระบวนการเตรียมข้อมูลเบื้องต้น การปรุงแต่งคุณภาพข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ การประมวลผลข้อมูล และการปรับแต่งผลการจำแนกประเภทของข้อมูล สามารถจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมพื้นผิวหรือการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ 7 ประเภท

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมสามารถจำแนกประเภทการใช้ที่ดินในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่าง ซึ่งมีขนาดพื้นที่ 12,608.74 ตารางกิโลเมตร หรือ 7,880,462.44 ไร่ ประกอบด้วย พื้นที่เพาะปลูกข้าว 7,535.96 ตารางกิโลเมตร หรือ 4,709,975.63 ไร่ พื้นที่ป่าไม้ 3,112.35 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,945,220.06 ไร่ พื้นที่เพาะปลูกอ้อยโรงงาน 1,392.65 ตารางกิโลเมตร หรือ 870,408.00 ไร่ พื้นที่เพาะปลูกไม้ผลไม้สวนหรือไม้ยืนต้น 413 ตารางกิโลเมตร หรือ 258,126.75 ไร่ พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 98.73 ตารางกิโลเมตร หรือ 61,707.94 ไร่ พื้นที่อื่นๆ 47.97 ตารางกิโลเมตร หรือ 29,982.38 ไร่ และพื้นที่ตัวเมือง 8.07 ตารางกิโลเมตร หรือ 5,041.69 ไร่

ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM-5 สามารถวิเคราะห์จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความละเอียดถูกต้องสูง ประกอบกับเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่สามารถนำภาพข้อมูลดาวเทียม 3 ช่วงคลื่นมาวิเคราะห์คำนวณข้อมูลตัวเลขเชิงสถิติได้แก่ การปรับแก้ระดับความเข้มสีเทา การปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิต การเน้นคุณภาพข้อมูล และเทคนิคการประมวลผลจำแนกประเภทข้อมูล โดยมีเทคนิคที่สำคัญ 2 ประเภท คือ การจำแนกประเภทข้อมูลโดยอาศัยค่าสถิติ ซึ่งการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีนี้ ผู้ศึกษาไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลภาคสนามเข้ามาประกอบ และการจำแนกประเภทข้อมูลโดยใช้พื้นที่ตัวอย่าง ซึ่งจะให้ความถูกต้องในระดับภูมิภาคเป็นที่น่าพอใจ รวดเร็ว แต่ทั้งนี้อุปกรณ์ เครื่องมือ และข้อมูลในปัจจุบันยังมีราคาสูงอยู่ ประกอบกับผู้ที่มิประสบการณด้านการประยุกต์ใช้ข้อมูลยังไม่เชี่ยวชาญ ทำให้การประยุกต์เทคนิคดังกล่าวยังคงมีอยู่น้อย

การออกแบบและจัดการระบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการจัดเก็บข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลอธิบาย นำเข้าข้อมูล ปรับแก้ ปรับปรุงคุณภาพข้อมูล เปลี่ยนรูปแบบข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในระดับ Workstation ไปจนถึงระดับเครื่องส่วนบุคคล มีการใช้เครื่องระบบหาพิกัดด้วยดาวเทียม (GPS) ในการเก็บตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูลภูมิศาสตร์ และใช้ชุดโปรแกรม ที่มีศักยภาพในการจัดการระบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ ชุดโปรแกรม ArcInfo และ ArcView ในการจัดการฐานข้อมูลระบบเวกเตอร์ ชุดโปรแกรม Spatial Analysis ในการจัดการฐานข้อมูลระบบราสเตอร์ และชุดโปรแกรม Image Analysis และ ENVI 3.2 ในการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการใช้ข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ทั้งข้อมูลเอกสารและข้อมูลแผนที่ที่มีขนาดมาตราส่วนต่างๆ กัน

ผลการออกแบบและจัดการระบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้ชั้นข้อมูลแผนที่ตามความมุ่งหมายจำนวน 22 ชั้นข้อมูล ซึ่งมีลักษณะของข้อมูลทางภูมิศาสตร์ 3 รูปแบบ ได้แก่ ข้อมูลจุด ข้อมูลลายเส้น และข้อมูลขอบเขตพื้นที่ โดยชั้นข้อมูลประกอบด้วย ขอบเขตอำเภอ เส้นชั้นความสูง ความสูงของภูมิประเทศ การใช้ประโยชน์ที่ดินและ/หรือสิ่งปกคลุมดิน ประวัติพื้นประสบอุทกภัยในปีพ.ศ.2539 สถานีอุทกวิทยา ดัชนีระวางข้อมูลดาวเทียม ดัชนีระวางแผนที่ขนาดมาตราส่วน 1:250,000 ดัชนีระวางแผนที่ขนาดมาตราส่วน 1:50,000 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำมตอนล่าง ขอบเขตการปกครองท้องถิ่น ขอบเขตจังหวัด สถานีอุตุนิยมวิทยา ความลาดชันของพื้นที่ ชุดดิน จุดพิกัดความสูง แม่น้ำทางน้ำ ขอบเขตตำบล ขอบเขตประเทศไทย เส้นทางคมนาคม ตำแหน่งของหมู่บ้าน และพื้นที่แหล่งน้ำ

การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแม่น้ำยมกับการเกิดอุทกภัย ประกอบไปกับการศึกษารวบรวมข้อมูลลักษณะทางภูมิศาสตร์กายภาพต่างๆ การศึกษาอุทกภัยในเขตพื้นที่ภาคเหนือ เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุสำคัญที่ส่งผลต่อการเกิดอุทกภัยในเขตภูมิภาคนี้ ในการที่จะกำหนดเงื่อนไขปัจจัยที่เป็นสาเหตุให้เกิดอุทกภัยในเขตลุ่มน้ำภาคเหนือ ทางสาเหตุทางตรงและสาเหตุทางอ้อม รวบรวมสถิติความเสียหายอันเนื่องมาจากอุทกภัย ประวัติการเกิดอุทกภัยในเขตภาคเหนือ และศึกษารวบรวม

การปรับลดบรรเทาภัยอันเนื่องมาจากอุทกภัย ได้แก่ ระบบเตือนภัยอุทกภัยและมาตรการการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ผลการศึกษาดังกล่าวสามารถสรุปตัวแปรที่เป็นสาเหตุของอุทกภัย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนที่ตกหนัก เกินกว่าพื้นที่ที่จะรองรับน้ำฝนได้ ซึ่งสามารถพิจารณาปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่ทั้งปริมาณน้ำฝนปกติและปริมาณน้ำฝนที่เคยตกหนัก ประกอบกับพิจารณาระยะเวลาที่ฝนตก นอกจากนี้สถานที่เกิดอุทกภัยก็มีผลเช่นกัน ได้แก่ ความสูงของพื้นที่จากระดับน้ำทะเลปานกลางและความลาดชัน ซึ่งหากสภาพพื้นที่เป็นที่สูงและลาดชันน้ำส่วนเกินที่จะก่อให้เกิดอุทกภัยก็จะไหลออกจากพื้นที่ได้ ปัจจัยดังกล่าวเป็นสาเหตุโดยตรงที่ทำให้เกิดภาวะอุทกภัย

นอกจากนี้ปัจจัยอื่นๆ ก็อาจเป็นสาเหตุโดยอ้อมได้เช่นกัน โดยตัวแปรที่เป็นสาเหตุทางอ้อม ได้แก่ โครงข่ายลำน้ำ ที่สามารถจะระบายน้ำส่วนเกินออกจากพื้นที่ได้ โครงข่ายเส้นทางคมนาคม ที่จะมีผลต่อการกีดขวางทางไหลของน้ำ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและ/หรือสิ่งปกคลุมดิน ที่จะช่วยชะลอการไหลป่าของน้ำส่วนเกิน และคุณสมบัติของเนื้อดินที่จะช่วยดูดซับน้ำหรือระบายน้ำ ซึ่งตัวแปรดังกล่าวมีผลต่อการเกิดอุทกภัยทั้งสิ้น และจะพบว่าสาเหตุของอุทกภัยในพื้นที่ต่างๆ มิได้เกิดจากตัวแปรใดตัวหนึ่ง แต่ต้องพิจารณาทุกตัวแปรประกอบกัน โดยเทคนิคการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยโดยนำตัวแปรต่างๆ ทั้งตัวแปรที่เป็นสาเหตุทางตรงและตัวแปรที่เป็นสาเหตุทางอ้อมมากำหนดเงื่อนไขในการวิเคราะห์ต่อไป

การศึกษาระบบประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย โดยกำหนดเงื่อนไขและค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรที่เป็นสาเหตุของอุทกภัยทั้งทางตรงและอ้อม จำนวน 9 ตัวแปร ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จำนวนวันที่ฝนตก ปริมาณน้ำฝนที่เคยตกหนักที่สุด ระดับความสูงของพื้นที่ ความลาดชันของพื้นที่ โครงข่ายลำน้ำ โครงข่ายเส้นทางคมนาคม การใช้ประโยชน์ที่ดินและ/หรือสิ่งปกคลุมดิน และคุณสมบัติของเนื้อดิน โดยมีเทคนิคในการนำระบบข้อมูลสารสนเทศที่ได้ออกแบบแล้วมาปรับปรุง วิเคราะห์ข้อมูลทั้งชั้นข้อมูลเดี่ยว และหลายชั้นข้อมูล ปรับเปลี่ยนโครงสร้างข้อมูล ให้อยู่ในระบบเดียวกัน และวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 9 ชั้นข้อมูล โดยการซ้อนทับข้อมูลทั้ง 9 ชั้น โดยแต่ละชั้นข้อมูลจะเน้นชั้นข้อมูลที่ต่างกันไปตามสาเหตุของอุทกภัย โดยชั้นข้อมูลที่เป็นสาเหตุโดยตรงจะมีการเน้นหนักค่าคะแนนข้อมูลมากกว่าชั้นข้อมูลที่มีสาเหตุทางอ้อม

ผลการศึกษาแต่ละชั้นข้อมูลสามารถจัดแบ่งชั้นข้อมูลในแต่ละชั้นออกเป็นชั้นย่อยได้ 4 ระดับ ตามคุณลักษณะที่มีผลต่อระดับความเสี่ยงอุทกภัย ค่าระดับคะแนนก็แตกต่างกันไปตามคุณลักษณะดังกล่าวเช่นกัน ได้แก่ ชั้นข้อมูลที่มีระดับความเสี่ยงต่ออุทกภัยในระดับสูง จะกำหนดค่าคะแนน 4 คะแนน ชั้นข้อมูลที่มีระดับความเสี่ยงต่ออุทกภัยในระดับปานกลาง จะกำหนดค่าคะแนน 3 คะแนน ชั้นข้อมูลที่มีระดับความเสี่ยงต่ออุทกภัยในระดับต่ำ จะกำหนดค่าคะแนน 2 คะแนน และชั้นข้อมูลที่มีระดับความเสี่ยงต่ออุทกภัยน้อยมากหรือไม่เสี่ยงต่ออุทกภัยเลย จะกำหนดค่าคะแนน 1 คะแนน ทั้งนี้ได้เน้นน้ำหนักคะแนนในตัวแปรที่เป็นสาเหตุทางตรงที่ส่งผลต่อการเกิดอุทกภัย จะมีค่า

ถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 5 คะแนน และน้ำหนักคะแนนในตัวแปรที่เป็นสาเหตุทางอ้อมที่ส่งผลต่อการเกิด อุทกภัย จะมีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 1 คะแนน

ผลการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยม ตอนล่าง แบ่งช่วงคะแนนที่ได้จากการวิเคราะห์เป็น 4 ช่วง โดยในพื้นที่ที่มีช่วงค่าคะแนนที่มีค่าสูงจะมีโอกาสเกิดอุทกภัยหรือมีระดับความเสี่ยงภัยสูงกว่าพื้นที่ที่มีช่วงค่าคะแนนต่ำกว่า โดยพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดอุทกภัยหรือพื้นที่ที่เสี่ยงต่ออุทกภัยระดับสูง จะมีค่าคะแนนอยู่ในช่วง 96 - 108 คะแนน พบว่ามีพื้นที่ 4,439.66 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,774,790 ไร่ พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดอุทกภัยหรือพื้นที่ที่เสี่ยงต่ออุทกภัยระดับปานกลาง จะมีค่าคะแนนอยู่ในช่วง 83 - 95 คะแนน พบว่ามีพื้นที่ 4,893.51 ตารางกิโลเมตร หรือ 3,058,443 ไร่ พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดอุทกภัยหรือพื้นที่ที่เสี่ยงต่ออุทกภัยระดับต่ำ จะมีค่าคะแนนอยู่ในช่วง 70 - 82 คะแนน พบว่ามีพื้นที่ 2,802.18 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,751,364 ไร่ และพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดอุทกภัยน้อยมากหรือพื้นที่ที่ไม่เสี่ยงต่ออุทกภัย จะมีค่าคะแนนอยู่ในช่วง 57 - 69 คะแนน พบว่ามีพื้นที่ 469.83 ตารางกิโลเมตร หรือ 293,643 ไร่

นอกจากนี้เมื่อนำแผนที่เสี่ยงอุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่างมาวิเคราะห์ซ้อนทับด้วยชั้นข้อมูลชุมชนเมืองหรือการปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งในเขตพื้นที่ดังกล่าวมีองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในระดับเทศบาลพบว่าในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่างมีเทศบาลจำนวน 9 แห่ง พบว่าทุกแห่งมีโอกาสประสบปัญหาอุทกภัยทั้งสิ้น โดยระดับของความเสียหายมีตั้งแต่ระดับต่ำไปจนถึงระดับสูง และเป็นที่น่าสังเกตพื้นที่ของเทศบาลที่มีโอกาสประสบอุทกภัยมากที่สุดได้แก่ เทศบาลบางระกำ เทศบาลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เทศบาลกำแพงดิน เทศบาลสามง่าม อำเภอสามง่าม เทศบาลโพธิ์ประทับช้าง อำเภอโพธิ์ประทับช้าง เทศบาลโพทะเล อำเภอโพธิ์ทะเล จังหวัดพิจิตร และเทศบาลลานกระบือ อำเภอลานกระบือ จังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งส่วนใหญ่ตั้งอยู่ที่ราบตอนล่างของลุ่มน้ำยมทั้งสิ้น

วิเคราะห์ด้วยชั้นข้อมูลหมู่บ้านซ้อนทับกับแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัย พบว่า ชั้นแผนที่ข้อมูลหมู่บ้าน มีข้อมูลหมู่บ้านทั้งสิ้นจำนวน 1,139 หมู่บ้าน มีหมู่บ้านที่อยู่ในเขตพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยระดับสูง จำนวน 513 หมู่บ้าน หมู่บ้านที่อยู่ในเขตพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยในระดับปานกลาง จำนวน 578 หมู่บ้าน หมู่บ้านที่อยู่ในเขตพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยในระดับต่ำ จำนวน 43 หมู่บ้าน และหมู่บ้านที่อยู่ในเขตพื้นที่ไม่เสี่ยงต่ออุทกภัย จำนวน 5 หมู่บ้าน ประกอบกับข้อมูลสถิติผู้ประสบอุทกภัยโดยการรวบรวมของกรมประชาสัมพันธ์ เมื่อปีพ.ศ.2539 พบว่าในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่างมีพื้นที่ประสบภัยทั้งสิ้น 4,812.26 ตารางกิโลเมตร มีหมู่บ้านที่ประสบภัย 611 หมู่บ้าน 102 ตำบล 21 อำเภอ มีราษฎรได้รับความเดือนร้อน 85,898 คนหรือร้อยละ 1.1 เมื่อนำมาซ้อนทับกับแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยอุทกภัยที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ข้างต้น พบว่า มีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ที่เคยประสบอุทกภัยใน ปีพ.ศ.2539 อยู่ในแผนที่พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยในระดับสูงและระดับปานกลาง

มาตรการการใช้ที่ดินในพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่าง เพื่อป้องกันและบรรเทาความรุนแรงของอุทกภัย ได้แก่ การอนุรักษ์และป้องกันการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ ในบริเวณต้นน้ำลำธารหรือพื้นที่ภูเขาที่มีความลาดชันสูง เพื่อชะลอการไหลบ่าของน้ำในพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูง การดำเนินการปลูกป่า หรือไม้ยืนต้นในบริเวณพื้นที่ว่างเปล่าหรือพื้นที่เกษตรกรรม ที่เป็นภูเขาแหล่งต้นน้ำลำธารหรือพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงเพื่อชะลอการไหลของน้ำ การควบคุมการใช้พื้นที่เพื่อการเกษตร โดยคำนึงถึงการอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อป้องกันการทับถมของตะกอนในลำน้ำ การควบคุมการพัฒนาพื้นที่ เช่นการสร้างถนน หรือการก่อสร้างอาคาร ไม่ให้เกิดการกีดขวางทางเดินของน้ำ และการควบคุมดูแลและการใช้พื้นที่แหล่งน้ำต่าง ๆ

ดังนั้นการศึกษาประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่าง สามารถสรุปผลการศึกษาได้เป็นข้อๆ ดังนี้

1) การใช้ประโยชน์ที่ดิน เขตพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่างมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 7.88 ล้านไร่ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เพาะปลูกนาข้าว ประมาณ 4.71 ล้านไร่ รองลงมาได้แก่พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ปลูกพืชไร่ สวนไม้ผล และเขตชุมชนเมืองตามลำดับ

2) การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยโดยพิจารณาตัวแปร 9 ประเภท ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี จำนวนวันที่ฝนตก ปริมาณน้ำฝนที่เคยตกมากที่สุด ระดับความสูง ความลาดเท โครงข่ายลำน้ำ โครงข่ายเส้นทางคมนาคม การใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน สามารถจำแนกพื้นที่เป็นพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยระดับสูง พื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยระดับปานกลาง พื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยระดับต่ำ และพื้นที่ไม่เสี่ยงต่ออุทกภัย

3) ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย พบว่า ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่างมีพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับปานกลางประมาณ 3 ล้านไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูง ประมาณ 2.77 ล้านไร่ ส่วนพื้นที่เสี่ยงภัยระดับต่ำและไม่เสี่ยงต่ออุทกภัยมีพื้นที่น้อยที่สุด โดยในเขตพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูงและปานกลาง มีพื้นที่ชุมชนเมือง 9 เทศบาลและหมู่บ้าน 513 หมู่บ้านตั้งอยู่

4) มาตรการและการป้องกันบรรเทาอุทกภัย เพื่อป้องกันและลดความเสียหายที่เกิดจากอุทกภัยสามารถดำเนินการได้โดย การอนุรักษ์และป้องกันการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ ในบริเวณต้นน้ำลำธารหรือพื้นที่ภูเขาที่มีความลาดชันสูง เพื่อชะลอการไหลบ่าของน้ำในพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูง การดำเนินการปลูกป่า หรือไม้ยืนต้นในบริเวณพื้นที่ว่างเปล่าหรือพื้นที่เกษตรกรรม ที่เป็นภูเขาแหล่งต้นน้ำลำธารหรือพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงเพื่อชะลอการไหลของน้ำ การควบคุมการใช้พื้นที่ เพื่อการเกษตร โดยคำนึงถึงการอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อป้องกันการทับถมของตะกอนในลำน้ำ การควบคุมการพัฒนาพื้นที่ เช่นการสร้างถนน หรือการก่อสร้างอาคาร ไม่ให้เกิดการกีดขวางทางเดินของน้ำ และการควบคุมดูแลและการใช้พื้นที่แหล่งน้ำต่าง ๆ

5) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า "Geo-infomatic" ที่ประกอบไปด้วย ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล และการหาพิกัดด้วยดาวเทียมเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การศึกษาวเคราะห์ทางภูมิศาสตร์สามารถดำเนินการศึกษาวเคราะห์ไปได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้องแม่นยำ ประกอบกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดังกล่าว ได้รับการยอมรับในปัจจุบัน เป็นผลให้ในการศึกษาทางภูมิศาสตร์มีการปรับใช้เทคโนโลยีดังกล่าวกว้างขวางยิ่งขึ้น

5.2 อภิปรายผลของการศึกษา

การศึกษาการประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่าง มีสาระสำคัญที่สามารถนำมาพิจารณาเพื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในพื้นที่อื่นๆ หรือเทคนิคอื่นๆ และในการศึกษาครั้งนี้ได้ค้นพบความรู้ใหม่ๆ พอสรุปได้ ดังนี้

1) จากสาเหตุของการเกิดอุทกภัยในเขตพื้นที่ภาคเหนือ และตัวอย่างการศึกษาตัวแปรและประเภทข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้ และการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ที่เสี่ยงภัยของผู้ศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจเกี่ยวกับการกำหนดปัจจัยที่มีผลต่อระดับความเสี่ยงภัยธรรมชาติ นอกเหนือจากอุทกภัย อาจเป็นภัยอันเนื่องมาแผ่นดินถล่ม ภัยแล้ง ซึ่งตัวแปรต่างๆ จะมีระดับความสำคัญแตกต่างกันไป ตามความแตกต่างของพื้นที่และช่วงเวลาที่เกิดไป ในบางบริเวณพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการประสบภัยในระดับสูง อาจมีผลกระทบต่อบุคคลในพื้นที่เพียงเล็กน้อย อันเนื่องมาจากการปรับตัวเป็นปกติของคนในพื้นที่นั้นแล้ว เช่นการเกิดภาวะอุทกภัยเล็กน้อย ประชาชนที่อยู่ในพื้นที่ดังกล่าวอาจมีการปรับตัวอยู่อาศัยให้สูงขึ้นไม่กีดขวางทางน้ำ ใช้การสัญจรทางเรือช่วย จะส่งผลกระทบต่อความเสียหายลดลง และเช่นเดียวกัน เงื่อนไขทางเศรษฐกิจหรือผลตอบแทนที่จะได้รับจากการช่วยเหลือจากภายนอกพื้นที่ประสบภัย โดยบางพื้นที่ประสบภัยเล็กน้อย แต่เพื่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจอาจแจ้งต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องว่าประสบภัยรุนแรง ซึ่งปัจจัยดังกล่าวผู้ศึกษามีได้นำมาพิจารณาประกอบกัน อาจส่งผลให้การกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยมีความน่าเชื่อถือลดลง

2) สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อระดับความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยมตอนล่าง พบว่า ภาวะฝนที่ตกหนัก ความสูงและความลาดชันของพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 500 เมตร และเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่น้อย ทำให้การไหลของน้ำส่วนเกินออกจากพื้นที่เป็นไปได้ยาก ส่งผลให้น้ำส่วนเกินสะสมมากจนเกิดภาวะน้ำท่วมขังยาวนาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณพื้นที่ราบลุ่มลุ่มน้ำยมตอนล่าง ในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย พิษณุโลก และพิจิตร จะประสบปัญหาอุทกภัยซ้ำซากเป็นประจำทุกปี ในช่วงฤดูฝน ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ได้ดำเนินการบรรเทาและแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวิธีการด้านโครงสร้าง ที่มีการสร้างคูคันบังคับน้ำ การขุดลอกคูคลองที่ตื้นเขิน และวิธีการไม่ใช่โครงสร้าง เช่นการย้ายของไปที่สูง การเตือนภัย และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการวางแผนการใช้ที่ดิน ที่ช่วยลดความสูญเสียจากอุทกภัย

3) พื้นที่ที่อยู่อาศัย เขตชุมชนเมือง ประกอบไปด้วย 9 เทศบาล 1,139 หมู่บ้าน พบว่าส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยในระดับสูงและระดับปานกลาง โดยในเขตชุมชนเมืองส่วนใหญ่เป็นชุมชนที่ตั้งอยู่ทางตอนล่างของลุ่มน้ำยมตอนล่าง ในเขตที่ราบลุ่มแม่น้ำยม โดยเฉพาะในเขตจังหวัดสุโขทัย พิษณุโลก และพิจิตร ซึ่งในพื้นที่ดังกล่าวจะได้รับผลกระทบจากอุทกภัยทุกปี และจะเกิดภาวะอุทกภัยในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายนของทุกปี เพราะช่วงดังกล่าวพื้นที่ลุ่มน้ำยมได้รับอิทธิพลจากพายุดีเปรสชันและพายุไต้ฝุ่น ทำให้เกิดภาวะฝนตกหนัก และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้เข้ามาดำเนินการป้องกันและแก้ไขปัญหามา โดยเฉพาะกรมอุตุนิยมวิทยา สำนักงานป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน และกรมประชาสัมพันธ์

4) ข้อพิจารณาเกี่ยวกับเรื่องของตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์พื้นที่ที่เสี่ยงต่ออุทกภัย จะพบว่าคุณลักษณะของมาตรวัดของข้อมูล เช่น ค่าข้อมูลปริมาณน้ำฝน ที่มีลักษณะมาตรวัดเป็นอัตราส่วนที่สามารถแสดงให้เห็นความแตกต่างของข้อมูลที่มีค่ามากน้อยต่างกันได้อย่างชัดเจน ถูกนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับลักษณะข้อมูลที่เป็นนามบัญญัติ ที่มีลักษณะข้อมูลแสดงให้เห็นความแตกต่างกัน หรือข้อมูลที่มีความแตกต่างกันมากน้อย ไม่อัตราส่วนไม่เท่ากัน ถูกนำมาวิเคราะห์โดยให้ค่าคะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่เท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจส่งผลให้การวิเคราะห์เกิดความคลาดเคลื่อนได้ ทั้งนี้สามารถประยุกต์ใช้เทคนิคทางปริมาณวิเคราะห์ ทั้งเทคนิคพาราเมตริกและนอนพาราเมตริก มาใช้ประกอบในการวิเคราะห์ข้อมูล เพราะจะทำให้ผลของการศึกษาที่ได้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือเพิ่มมากขึ้น

5) มาตรการการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยสามารถดำเนินการได้ การอนุรักษ์และป้องกันการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้ ในบริเวณต้นน้ำลำธารหรือพื้นที่ภูเขาที่มีความลาดชันสูง เพื่อชะลอการไหลของน้ำในพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสูง การดำเนินการปลูกป่า หรือไม้ยืนต้นในบริเวณพื้นที่ว่างเปล่าหรือพื้นที่เกษตรกรรม ที่เป็นภูเขาแหล่งต้นน้ำลำธารหรือพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงเพื่อชะลอการไหลของน้ำ การควบคุมการใช้พื้นที่ เพื่อการเกษตร โดยคำนึงถึงการอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อป้องกันการทับถมของตะกอนในลำน้ำ การควบคุมการพัฒนาพื้นที่ เช่นการสร้างถนน หรือการก่อสร้างอาคาร ไม่ให้เกิดการกีดขวางทางเดินของน้ำ และการควบคุมดูแลและการใช้พื้นที่แหล่งน้ำต่าง ๆ

6) การใช้เทคโนโลยีด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และระบบการสำรวจจากระยะไกล ช่วยให้การศึกษาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และระบบการสำรวจจากระยะไกล พบว่าเป็นไปด้วยความสะดวกรวดเร็ว แต่มีปัญหาอุปสรรคในเรื่องความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากหลายแหล่งข้อมูล การปรับปรุงคุณภาพข้อมูล ซึ่งหากนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาอื่น ๆ จะต้องมีการวางแผนการดำเนินการที่ถูกต้องเหมาะสม แต่ที่สำคัญเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถลดค่าใช้จ่ายและเวลา ประกอบกับการจัดการในระบบคอมพิวเตอร์ได้ง่าย และเห็นเป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจน

5.3 ปัญหาและอุปสรรคของการศึกษา

1. ศักยภาพของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT ที่ใช้ปัจจุบันยังไม่สามารถสร้างพลังงานได้เอง ส่งผลให้การบันทึกข้อมูลต้องอาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์ ซึ่งหากประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมในช่วงที่เกิดภาวะอุทกภัย จะประสบปัญหาการบดบังของเมฆ
 2. การเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยเฉพาะในช่วงเวลาเกิดอุทกภัย พบว่าการเดินทางเข้าถึงพื้นที่ประสบภัย เพื่อตรวจสอบลักษณะของอุทกภัย เป็นไปด้วยความยากลำบาก และมีอันตราย และการเก็บข้อมูลหลังจากอุทกภัยผ่านพ้นไปแล้ว อาจได้รับข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อน ประกอบกับการที่ผู้ศึกษามีได้เก็บแบบสอบถามเกี่ยวกับระดับความสูญเสีย อาจทำให้ข้อกำหนดตัวแปรอาจไม่ครบถ้วนสมบูรณ์
 3. ข้อมูลที่นำเข้าทั้งข้อมูลแผนที่และข้อมูลอธิบาย ที่ได้จากหลายหน่วยงาน มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ดังนั้นในพื้นที่ศึกษาอาจต้องใช้ข้อมูลที่มีความหลากหลาย ประกอบกับความทันสมัยของข้อมูลแต่ละหน่วยงานมีความทันสมัยแตกต่างกัน อาจส่งผลให้ตำแหน่งของข้อมูลมีความคลาดเคลื่อน
 4. การปรับเปลี่ยนโครงสร้างของข้อมูล โดยเฉพาะข้อมูลที่มีโครงสร้างแบบเรขาคณิต และข้อมูลที่มีโครงสร้างแบบเวกเตอร์ การปรับเปลี่ยนโครงสร้างของข้อมูลจะส่งผลให้ขนาดพื้นที่ที่มีความคลาดเคลื่อน ไม่เท่ากัน ที่อาจส่งผลต่อชุดโปรแกรมและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยพบว่าลักษณะการวิเคราะห์ข้อมูลเรขาคณิต มีความสะดวกกว่าแต่ปริมาณข้อมูลและความต้องการทรัพยากรในการวิเคราะห์ข้อมูลมาก ข้อมูลเวกเตอร์ซึ่งยุ่งยากซับซ้อนกว่า
 5. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษายังไม่มีความละเอียดและทันสมัยมากพอ ข้อมูลบางอย่างเช่นข้อมูลเส้นชั้นความสูง ที่มีช่วงชั้น 500 เมตร ซึ่งมีพบว่าพื้นที่ส่วนมากไม่มีความแตกต่างเรื่องความสูง ทำให้ผลการศึกษาในพื้นที่บางส่วนไม่สมบูรณ์ และไม่มีความถูกต้องเท่าที่ควร
 6. การนำเข้าข้อมูลในแต่ละชั้นข้อมูล โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเนื่องจากการป้อนข้อมูลพื้นฐานเข้าสู่โปรแกรม ซึ่งอาจจะเกิดจากการกำหนดจุดพิกัดของแผนที่ข้อมูลและการคลาดเคลื่อนของเครื่องมือในการป้อนข้อมูล แต่การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถช่วยให้การป้อนข้อมูล การซ้อนทับข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลทำได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยประหยัดเวลาและสามารถเลือกใช้ข้อมูลได้ตามต้องการ
- จากปัญหาและอุปสรรคที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะช่วยให้ผู้ที่สนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์การวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมด้วยคอมพิวเตอร์ การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยธรรมชาติ ใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องและข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นจากการศึกษาครั้งต่อไป

5.4 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการศึกษาครั้งนี้มีหลายประการการที่คาดว่าจะจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ทำการศึกษานี้ในลักษณะนี้ในบริเวณอื่น ๆ หรือการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ รวมทั้งอาจเป็นแนวทางในการวางแผนพัฒนาพื้นที่และเศรษฐกิจของท้องถิ่นได้

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะทำการศึกษา

1. ควรตรวจสอบข้อมูลที่มีความถูกต้องและทันสมัย ประกอบกับการพิจารณาถึงรายละเอียดการบันทึกข้อมูลของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแต่ละหน่วยงานจะมีการดำเนินการแตกต่างกันไปตามรูปแบบการทำงาน
2. ควรตรวจสอบข้อมูลภาคสนามประกอบกันทั้งข้อมูลของหน่วยงานราชการและข้อมูลจากประชาชนที่ประสบภัย เพราะบางครั้งข้อมูลบางส่วนอาจขัดแย้งกันเอง เนื่องจากทัศนคติ และพื้นฐานความเข้าใจในปัญหา ที่มีความแตกต่างกันออกไป
3. ควรนำวิธีการศึกษาปริมาณวิเคราะห์ในทางภูมิศาสตร์ ทั้งเทคนิคพาราเมตริกและนอนพาราเมตริก มาใช้ประกอบการวิเคราะห์ข้อมูล เพราะจะทำให้ผลของการศึกษาที่ได้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือเพิ่มมากขึ้น
4. ควรพิจารณาปัจจัยหรือตัวแปรที่ส่งผลต่อภัยธรรมชาติ เพราะความรุนแรงของภัยธรรมชาติจะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของพื้นที่และเวลา ได้แก่ ปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่ที่แตกต่างกัน ปัจจัยทางสังคมที่สามารถต่อสู้ภัยธรรมชาติจนไม่ได้รับความเดือดร้อน
5. ควรพิจารณาโครงการพัฒนาหรือพื้นที่รอบข้างติดต่อกับพื้นที่ศึกษา เพราะบางครั้งภัยธรรมชาติในพื้นที่มิได้เกิดจากตัวพื้นที่เอง แต่เกิดจากการปรับเปลี่ยนพื้นที่รอบข้าง เช่น การถมที่ปรับเปลี่ยนการใช้ที่ดินโดยมิได้มีการวางแผน อาจส่งผลให้พื้นที่ใกล้เคียงได้รับภัย เป็นต้น