การประเมินความเสี่ยงเชิงกายภาพเชิงพื้นที่

ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์[1] และ วรวีรุกรณ์ วีระจิตต์[2]

บทคัดย่อ

การประเมินความเสี่ยงทางกายภาพเชิงพื้นที่ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินสภาวะความเสี่ยงทางด้านการใช้ทรัพยากรดิน น้ำ สภาพภูมิอากาศ และการจัดเรียงตัวของพื้นที่ (พื้นที่เสี่ยงต่อความแห้งแล้งและน้ำท่วมซ้ำซาก) ต่อระบบการผลิตพืชหลัก โดยครอบคลุมพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง และพะเยา การประเมินความเสี่ยงทางกายภาพเชิงพื้นที่ ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 องค์ประกอบด้วยกันคือ การประเมินสภาพภูมิอากาศ การประเมินการใช้ที่ดิน และการประเมินสภาพดินที่เป็นอยู่ในพื้นที่ต่อการกักเก็บน้ำ โดยองค์ประกอบทั้งสามมีความสัมพันธ์กันในเชิงเวลา สำหรับการกำหนดความเป็นประโยชน์ของน้ำต่อสภาพแวดล้อมนั้น ๆ โดยข้อมูลดังกล่าวต้องมีการปรับค่ามาตรฐานให้แต่ละปัจจัยก่อนการประเมินผล ด้วยวิธีการ Fuzzy membership function หลังการปรับค่ามาตรฐานแล้วจะถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกัน โดยผ่านวิธีการ Weighted Linear Combination โดยมีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยด้วยวิธีการของ Malczewski

การพัฒนาฐานข้อมูลความเสี่ยงต่อสภาวะความแห้งแล้งและน้ำท่วมซ้ำซากเชิงพื้นที่ ในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง และพะเยา โดยระบบภูมิสารสนเทศ จากวิธีการ fuzzy membership function โดยรวมปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศ ลักษณะสภาพภูมิประเทศ และการกระจายตัวของแหล่งน้ำในพื้นที่ ทำให้สามารถทราบถึงการกระจายตัวของพื้นที่เสี่ยงทางกายภาพโดยระบบภูมิสารสนเทศได้ โดยพบว่าในภาพรวมพื้นที่ในจังหวัดลำปางเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อความแห้งแล้งสูงที่สุด (อำเภอแม่พริก) ขณะที่จังหวัดเชียงใหม่ในภาพรวมมีความเสี่ยงต่อความแห้งแล้งน้อยที่สุด (อำเภอเวียงแหง) ส่วนจังหวัดพะเยาเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ราบค่อนข้างมาก กินบริเวณกว้างหลายอำเภอ ดังนั้นพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดพะเยาจึงเป็นพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมสูงสุดและพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมสูงตามลำดับ ยกเว้นอำเภอเชียงม่วนกับอำเภอปงที่มีพื้นที่บางส่วนเป็นพื้นที่ภูเขาซึ่งจะเป็นพื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงน้ำท่วม

คำนำ

สภาพความแห้งแล้งและน้ำท่วมซ้ำซากในพื้นที่ที่เกิดขึ้นมักจะมีผลกระทบต่อกิจกรรมต่าง ๆ ในพื้นที่ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะกับระบบการผลิตพืชที่จำเป็นต้องการใช้น้ำสำหรับการเพาะปลูก ดังนั้นการประเมินสภาพความเสี่ยงต่อความแห้งแล้งและน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในพื้นที่นั้น ๆ จึงมีความจำเป็น เนื่องจากปัจจัยด้านสภาพพื้นที่ และการจัดการด้านต่าง ๆ ในพื้นที่นั้นมีความแปรปรวนสูงทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา ซึ่งมีผลทำให้ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาไม่เพียงพอต่อกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีผลกระทบทั้งในแง่เศรษฐกิจ สังคม และสภาพแวดล้อม การประเมินความเสี่ยงทางกายภาพในพื้นที่โดยทั่วไปคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง 3 ลักษณะคือ ความแห้งแล้งจากสภาพแหล่งน้ำ

---

[1] ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

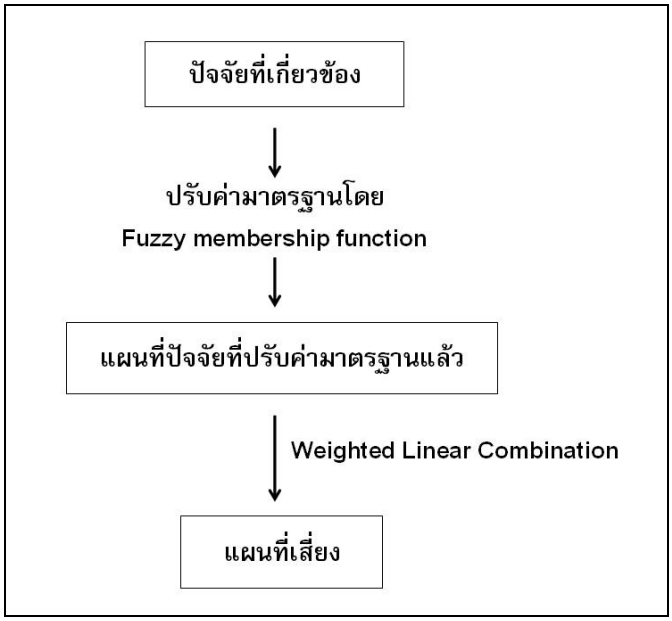
[2] ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ไม่เพียงพอ สภาพภูมิอากาศที่ไม่เหมาะสม (ปริมาณน้ำฝน ศักยภาพการคายระเหยน้ำ และอุณหภูมิ) และระบบการผลิตทางเกษตรที่ไม่เหมาะสม

การศึกษาสภาวะความเสี่ยงเชิงพื้นที่ครั้งนี้ นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาแนวทางในการประเมินความเสี่ยงต่อสภาวะความแห้งแล้งและน้ำท่วมซ้ำซากเนื่องจากปัจจัยสภาพภูมิอากาศ โดยเน้นถึงการนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน จำนวน 30 ปี ของแต่ละสถานีที่กระจายในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง และพะเยา ตลอดจนลักษณะการกระจายตัวของสภาพภูมิประเทศ และแหล่งน้ำในพื้นที่ มาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อประเมินค่าความเสี่ยงทางกายภาพเชิงพื้นที่ด้วยระบบภูมิสารสนเทศ

แนวทางในการศึกษา

การประเมินความเสี่ยงทางกายภาพ ได้พิจารณาองค์ประกอบหลักที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลทางกายภาพไว้ 3 องค์ประกอบ คือ 1) การประเมินด้านสภาพภูมิอากาศ 2) การประเมินด้านการใช้ที่ดิน และ 3) การประเมินด้านสภาพดินที่เป็นอยู่ในพื้นที่ต่อการกักเก็บน้ำ โดยองค์ประกอบทั้งสามมีความสัมพันธ์กันในเชิงเวลาสำหรับการกำหนดความเป็นประโยชน์ของน้ำต่อสภาพแวดล้อมนั้น ๆ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทั้งสามแล้วพบว่า ดัชนีความเป็นประโยชน์ของน้ำฝน (Moisture Available Index; MAI), ดัชนีความเปียกของพื้นที่ (Wetness Index), ระยะห่างจากแหล่งน้ำ (Distance from water sources), ความหนาแน่นของทางน้ำต่อหน่วยพื้นที่ลุ่มน้ำ (Stream density), และความจุความชื้นของดิน (Soil water holding capacity) เป็นปัจจัยตัวหลักที่เกี่ยวข้องกับการประเมินจากองค์ประกอบหลักที่กล่าวมาในข้างต้น (Mongkolsawat *et al*., 2000) แต่ละปัจจัยดังกล่าวข้างต้นจะถูกนำไปปรับค่ามาตรฐานโดยวิธีการ Fuzzy membership function ก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ร่วมกันตามวิธีการ Weighted linear combination เพื่อให้ได้ข้อมูลความเสี่ยงทางกายภาพเชิงพื้นที่ โดยมีแนวทางการศึกษาดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงต่อสภาวะแห้งแล้งและสภาวะน้ำท่วมซ้ำซากเชิงพื้นที่

ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของปัจจัยความเสี่ยงทางกายภาพ

การพัฒนาฐานข้อมูลความเสี่ยงทางกายภาพเชิงพื้นที่ ตามแนวทางดังกล่าวข้างต้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาฐานข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความเสี่ยงเชิงพื้นที่ โดยปัจจัยดังกล่าวประกอบด้วย

1) สภาพภูมิอากาศ

1.1 ดัชนีความเป็นประโยชน์ของน้ำฝน (Moisture Available Index; MAI) ประเมินจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนและค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำในช่วงที่มีการเพาะปลูกพืช (เดือนเมษายน ถึงตุลาคม) โดยกำหนดความน่าจะเป็นที่ 75% (ชาญชัย และคณะ, 2549)

ผลจากการพัฒนาข้อมูลดัชนีความเป็นประโยชน์ของน้ำฝน สามารถสร้างเป็นแผนที่การกระจายตัวของดัชนีความเป็นประโยชน์ของน้ำฝนเชิงพื้นที่ในพื้นที่สี่จังหวัดเป้าหมายได้ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.36 – 1.94 โดยพื้นที่ที่มีค่า MAI มากกว่า 1 แสดงถึงการที่มีปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมามากกว่าการสูญเสียน้ำโดยการคายระเหยน้ำ

2) สภาพอุทกวิทยา

2.1 ระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน (Distance from water sources) ประเมินโดยวิธีการหาค่า Euclidean Distance จากฐานข้อมูลแหล่งน้ำเชิงพื้นที่ ซึ่งประกอบด้วยตำแหน่งของเหมืองฝาย และแหล่งน้ำธรรมชาติที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ศึกษา (ชาญชัย และคณะ, 2549) ผลที่ได้จากการพัฒนาข้อมูลนี้จะเป็นแผนที่แสดงถึงระยะห่างของพื้นที่นั้น ๆ จากแหล่งน้ำที่อยู่ในบริเวณนั้น โดยพบว่าบางพื้นที่จะมีระยะห่างจากแหล่งน้ำสูงสุดถึงประมาณ 33 กิโลเมตร

2.2 ความหนาแน่นของทางน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อยลำดับที่ 4 (Stream Density) ได้จากการประเมินเส้นโครงข่ายลำน้ำที่ถูกสร้างด้วยโปรแกรมจัดลำดับชั้น และวิเคราะห์เครือข่ายลุ่มน้ำ (L-Wshed) แล้วนำมาหาสัดส่วนกับพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นอัตราส่วนของความยาวรวมของเส้นโครงข่ายลำน้ำต่อพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยลำดับที่ 4 ผลจากการพัฒนาข้อมูลดังกล่าวจะได้แผนที่ความหนาแน่นของทางน้ำในลุ่มน้ำย่อย โดยพบว่าบางลุ่มน้ำไม่มีน้ำที่เป็นประโยชน์ได้เลย

3) สภาพทางกายภาพ

3.1 ดัชนีความเปียกของพื้นที่ (Compound Topographic Index; CTI) ประเมินได้จากฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ชั้นความสูงต่อเนื่อง (Digital Elevation Mode; DEM) โดยนำมาประเมินหาค่าความลาดชันของพื้นที่ (Slope), ทิศทางการไหลของน้ำ (Flow direction), และการไหลสะสม (Flow accumulation) โดยค่าที่ประเมินได้มีค่าสูงจะแสดงถึงพื้นที่ที่สามารถเก็บสะสมน้ำได้มากกว่าพื้นที่ที่มีค่าน้อย (Moore *et al*., 1993; Tarboton 1997; Gessler *et al*., 1995) ผลจากการพัฒนาข้อมูลดังกล่าวสามารถสร้างเป็นแผนที่ดัชนีความเปียกเชิงพื้นที่ได้

3.2 ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน (Soil Water Holding Capacity) ประเมินได้จากฐานข้อมูลกลุ่มชุดดิน ผลจากการพัฒนาข้อมูลดังกล่าวสามารถสร้างเป็นแผนที่ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดินได้โดยพื้นที่ที่มีค่าดังกล่าวสูงจะแสดงถึงความสามารถของดินที่จะเก็บความชื้นได้มากกว่าพื้นที่ที่มีค่าดังกล่าวต่ำ

3.3 แผนที่ชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยพิจารณาจากชนิดของการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อประกอบกิจกรรมทางเกษตรแต่ละชนิดในฤดูต่าง ๆ กัน ซึ่งสามารถส่งผลให้มีโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้งและน้ำท่วมที่ต่างกันได้ เนื่องจากความสามารถในการใช้น้ำของพืชแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน โดยจะขึ้นกับค่าสัมประสิทธิ์ของการใช้น้ำของพืชที่ต่างกัน ดังนั้นการพัฒนาข้อมูลสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชตามการใช้ประโยชน์ของที่ดิน จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่

เกี่ยวข้องกับการประเมินสภาวะความเสี่ยงทางกายของพื้นที่ ผลจากการพัฒนาข้อมูลดังกล่าวสามารถสร้างเป็นแผนที่สัมประสิทธ์การใช้น้ำของพืชจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินได้

การปรับค่ามาตรฐานของปัจจัย

ปัจจัยทั้งหมดข้างต้นเป็นปัจจัยที่มีข้อมูลช่วงค่าที่ต่างกันมาก ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์ร่วมกันจะทำให้ความสำคัญของแต่ละปัจจัยต่างกันมากเนื่องจากลักษณะของข้อมูลดังกล่าว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับข้อมูล โดยในขั้นตอนแรกต้องนำเข้าข้อมูลทั้งหมดมาแปลงให้อยู่ในระบบฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ในรูปแบบของไฟร์ชนิดราสเตอร์ เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์เชิงซ้อนทับ หลังจากนั้นจึงทำการปรับค่ามาตรฐานให้แต่ละปัจจัยก่อนการประเมินผล โดยการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกวิธีการ Fuzzy membership function มาใช้ในการปรับค่ามาตรฐานสำหรับปัจจัยทั้งหมด วิธีการปรับค่ามาตรฐานมีความแตกต่างกันตามลักษณะของการตอบสนองของปัจจัยต่อค่าดัชนีความเสี่ยง ซึ่งเป็นได้ทั้งในลักษณะยิ่งมากยิ่งดี (benefit), ยิ่งมากยิ่งไม่ดี (cost) หรือมีทั้งสองลักษณะตามช่วงค่าข้อมูล โดยลักษณะของการปรับค่ามีทั้งที่เป็นเส้นโค้ง คือ Sigmoidal, J-Shaped, และที่เป็นเส้นตรง คือ Linear

การกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

สภาพความเป็นจริงแต่ละปัจจัยมีผลกระทบต่อการเกิดสภาวะความเสี่ยงต่างๆ ไม่เท่ากัน ดังนั้นในกระบวนการของการประเมินจึงจำเป็นต้องมีขั้นตอนของการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้แก่แต่ละปัจจัย เพื่อกำหนดระดับความสำคัญในเชิงเปรียบเทียบซึ่งกันและกัน โดยในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการจัดลำดับความสำคัญ (Ranking) ของแต่ละปัจจัย

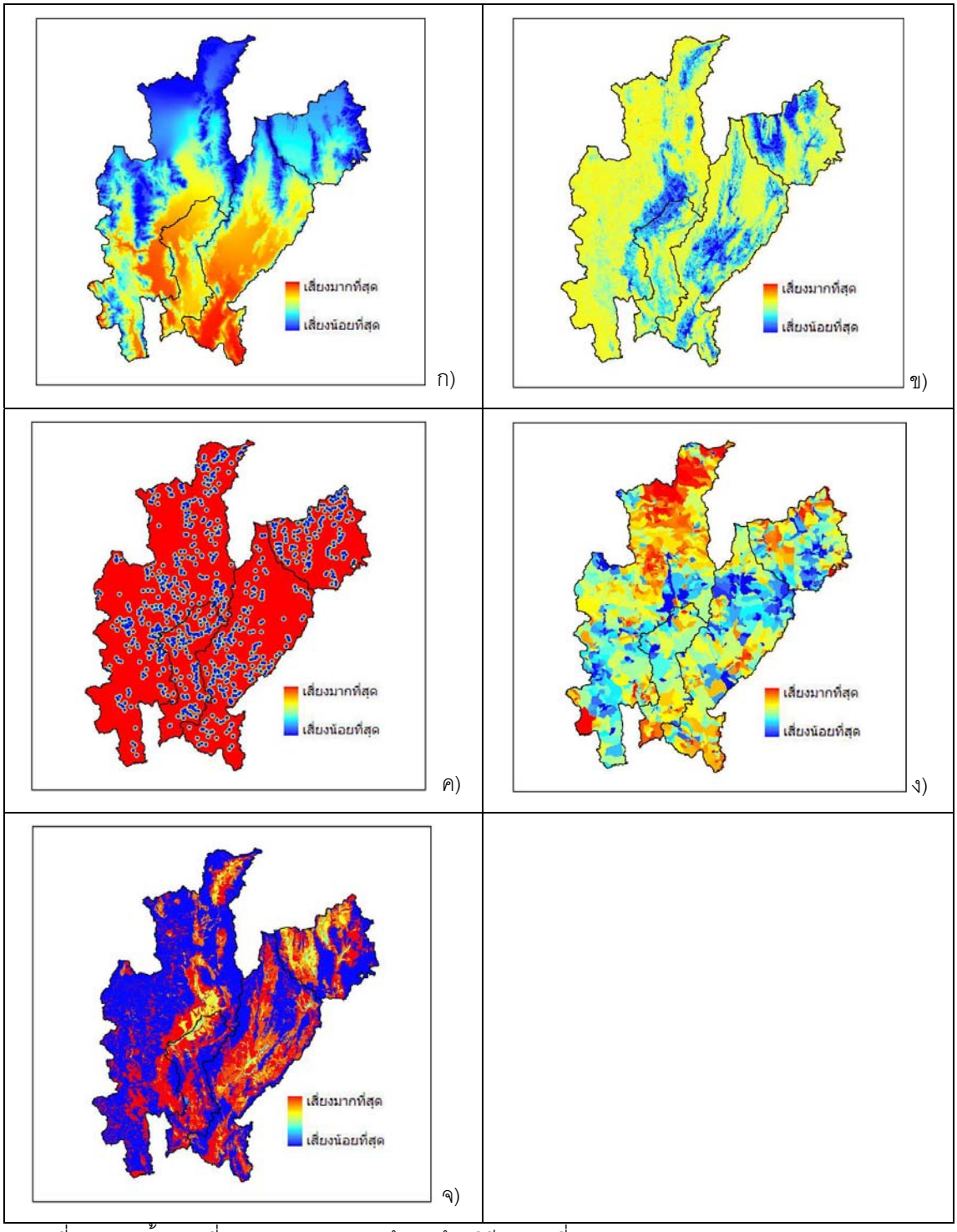
การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อความแห้งแล้ง

การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อความแห้งแล้งสำหรับการศึกษาครั้งนี้ มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสภาวะแห้งแล้งทั้งหมด 6 ปัจจัย ตามองค์ประกอบหลัก 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ดัชนีความเป็นประโยชน์ของน้ำฝน ระยะห่างแหล่งน้ำบนผิวดิน ความหนาแน่นของทางน้ำ ดัชนีความเปียกของพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน และความจุความชื้นของดิน โดยการปรับค่ามาตรฐานของแต่ละปัจจัยมีความแตกต่างกันในรายละเอียด แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวแปรที่ใช้ในการปรับค่ามาตรฐานของปัจจัย

ปัจจัยสำหรับการประเมิน	ลักษณะของ Sigmoid	ค่าคงที่ a	ค่าคงที่ b
ดัชนีความเป็นประโยชน์ของน้ำฝน	ลดลง	0.37	1.3
ระยะห่างจากแหล่งน้ำบนผิวดิน	เพิ่มขึ้น	200	3,000
ความหนาแน่นของทางน้ำ	ลดลง	50	350
ดัชนีความเปียกของพื้นที่	ลดลง	2.9	12.96
สัมประสิทธ์การใช้น้ำของพืช	เพิ่มขึ้น	0.6	1.8
ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน	ลดลง	100	200

ผลจากการปรับค่าข้อมูลตามรายละเอียดในตารางที่ 2 ให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นแผนที่ข้อมูลที่มีรูปแบบเดียวกันพร้อมที่จะทำไปวิเคราะห์ได้ในขั้นตอนต่อไปดังภาพที่ 2 ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการปรับค่ามาตรฐานจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0–1 โดยค่า 0 หมายถึงพื้นที่ที่มีปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงต่อสภาวะแห้งแหลังน้อยที่สุด ขณะที่ค่า 1 หมายถึงพื้นที่ที่มีปัจจัยที่มีผลต่อความเสี่ยงต่อสภาวะแห้งแหลังมากที่สุด

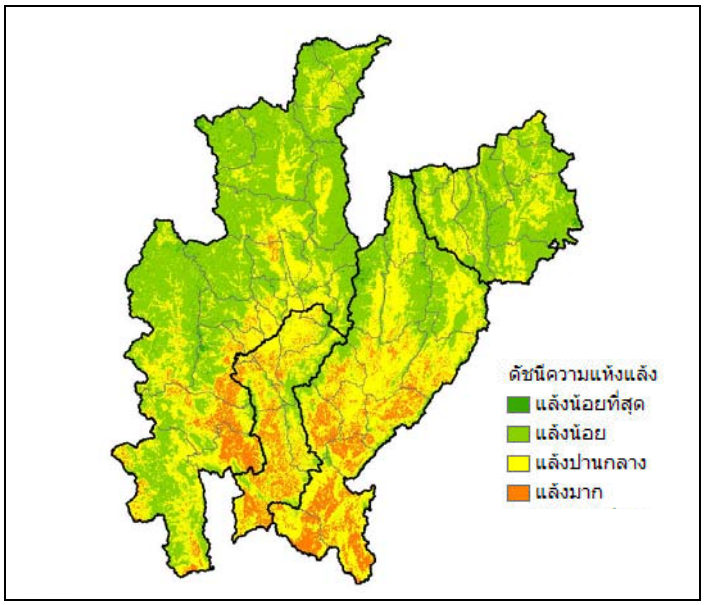


ภาพที่ 2 ปัจจัยทั้งหมดที่ถูกปรับค่ามาตรฐานข้อมูลด้วยวิธีการฟัสซี่เซต

ปัจจัยที่ผ่านการปรับค่ามาตรฐานจากภาพที่ 2 ถูกนำมาวิเคราะห์เชิงซ้อนทับร่วมกันโดยผ่านวิธีการ Weighted Linear Combination (Ranarao, 2003) โดยมีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย ด้วยวิธีการของ Malczewski (1999) จากการเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมิน โดยปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดสภาวะแห้งแล้งของพื้นที่มากที่สุด รองลงมาเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ คือ ค่าดัชนีความเปียกของพื้นที่ และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน ซึ่งเป็น

ปัจจัยที่เกี่ยวกับคุณสมบัติของชั้นดินในพื้นที่ ปัจจัยทางกายภาพ เช่นระยะห่างจากแหล่งน้ำผิวดิน และความหนาแน่นของทางน้ำซึ่งคำนวนมาจากปริมาณเส้นทางน้ำที่อยู่ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยลำดับที่ 4 นั้น ทั้งสองปัจจัยมีผลกระทบต่อระดับความแห้งแล้งของพื้นที่พอสมควร โดยพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำผิวดินอยู่หนาแน่นโอกาสเกิดสภาวะแห้งแล้งจะมีน้อยกว่าพื้นทีที่มีความหนาแน่นของทางน้ำไม่มากนัก ในการเรียงลำดับความสำคัญครั้งนี้ พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญต่ำสุดคือสัมประสิทธิการใช้น้ำของพืช

ผลจากการการประเมินความเสี่ยงต่อสภาวะแห้งแล้ง สามารถแสดงผลเป็นแผนที่ความเสี่ยงต่อความแห้งแล้งของทั้งสี่จังหวัดได้ โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าอยู่ระหว่าง 0–1 โดยค่า 0 หมายถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อความแห้งแล้งน้อยที่สุด ขณะที่ค่า 1 หมายถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อความแห้งแล้งมากที่สุด จากการจัดกลุ่มพื้นที่เสี่ยงต่อสภาวะแห้งแล้งออกเป็น 5 กลุ่ม โดยแบ่งช่วงค่าข้อมูลเท่า ๆ กันทำให้สามารถแสดงแผนที่ระดับความเสี่ยงต่อสภาวะแห้งแล้งได้ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนที่แสดงความเสี่ยงต่อความแห้งแล้ง

จากแผนที่ของผลลัพท์การประเมินข้างต้น เมื่อนำมาวิเคราะห์พื้นที่ของแต่ละจังหวัดอย่างละเอียด จากการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อความแห้งแล้งภายในจังหวัดเชียงใหม่ในระดับอำเภอพบว่า อำเภอดอยเต่าเป็นอำเภอที่มีพื้นที่ความเสี่ยงต่อสภาวะแห้งแล้งสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยที่ประมาณ 73% ขณะที่อำเภอแม่อายมีความเสี่ยงต่อสภาวะแห้งแล้งต่ำสุดโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 48% ความแปรปรวนของสภาวะแห้งแล้งภายในอำเภอพบว่า อำเภอจอมทองและอำเภอแม่ริมมีความแปรปรวนสูงที่สุด ส่วนอำเภอพร้าวและอำเภอไชยปราการมีความแปรปรวนต่ำสุด

เมื่อตรวจสอบค่าเฉลี่ยของค่าความเสี่ยงในจังหวัดลำพูน พบว่า อำเภอลี้เป็นอำเภอที่มีพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อสภาวะแห้งแล้งสูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ยที่ประมาณ 72% ขณะที่อำเภอแม่ทามีความเสี่ยงต่อสภาวะแห้งแล้งต่ำสุดโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 62% ซึ่งโดยส่วนใหญ่เกือบทั้งจังหวัดมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาถึงค่าความแปรปรวนของสภาวะแห้งแล้งภายในอำเภอพบว่า อำเภอบ้านโฮ่ง และ ลี้ มีความแปรปรวนสูงที่สุด ขณะที่กิ่ง อ.เวียงหนองล่อง มีความแปรปรวนต่ำสุด

จากการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อความแห้งแล้งในจังหวัดลำปางพบว่า อำเภอแม่พริกและอำเภอเถินเป็นอำเภอที่มีพื้นที่เสี่ยงต่อสภาวะแห้งแล้งสูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ยที่ประมาณ 76% ขณะที่อำเภอเมืองปานมีความเสี่ยงต่อสภาวะแห้งแล้งต่ำสุดโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 56% ความแปรปรวนของสภาวะแห้งแล้งภายในอำเภอพบว่า อำเภอแจ้ห่มมีความแปรปรวนสูงที่สุด นอกเหนือจากนั้นมีความแปรปรวนอยู่ในระดับไม่แตกต่างกัน

สำหรับที่จังหวัดพะเยาพบว่า อำเภอเชียงม่วนเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อสภาวะแห้งแล้งสูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ยที่ประมาณ 56% ขณะที่อำเภอจุน มีความเสี่ยงต่อสภาวะแห้งแล้งต่ำสุดโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 48% ความแปรปรวนของสภาวะแห้งแล้งภายในอำเภอพบว่า อำเภอมีความแปรปรวนสูงที่สุด ขณะที่อำเภอดอกคำใต้มีความแปรปรวนต่ำสุด

การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อสภาวะน้ำท่วมซ้ำซาก

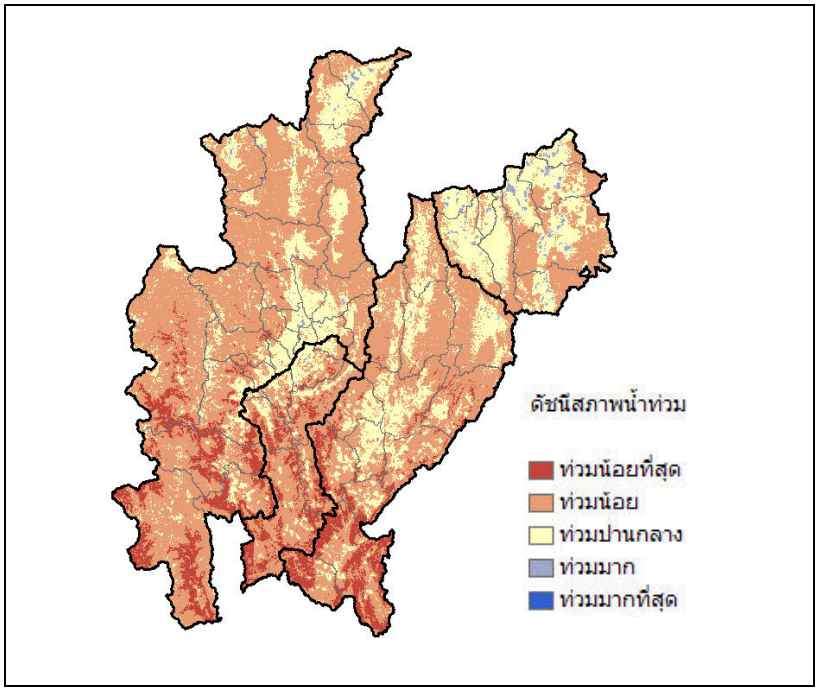
ปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดสภาวะน้ำท่วมซ้ำซากในพื้นที่ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดให้มีปัจจัยทั้งหมด 7 ปัจจัย ตามองค์ประกอบหลัก 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ดัชนีความเป็นประโยชน์ของน้ำฝน ระยะห่างแหล่งน้ำบนผิวดิน ความหนาแน่นของทางน้ำ ดัชนีความเปียกของพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความจุความชื้นของดิน และความสูงเหนือระดับน้ำทะเล โดยข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสาวะน้ำท่วมซ้ำซากเชิงพื้นที่ดังกล่าว ถูกนำเข้าสู่ขั้นตอนการปรับค่ามาตรฐานของข้อมูล โดยรายละเอียดของค่าที่ใช้ในการกำหนดการปรับค่ามาตรฐานของแต่ละปัจจัย แสดงไว้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวแปรที่ใช้ในการปรับค่ามาตรฐานของปัจจัย

ปัจจัยสำหรับการประเมิน	ลักษณะของ Sigmoid	ค่าคงที่ a	ค่าคงที่ b
ความเป็นประโยชน์ของน้ำฝน	เพิ่มขึ้น	0.37	1.3
ระยะห่างจากแหล่งน้ำบนผิวดิน	ลดลง	200	3,000
ความหนาแน่นของทางน้ำ	เพิ่มขึ้น	50	350
ดัชนีความเปียกของพื้นที่	เพิ่มขึ้น	2.9	12.96
สัมประสิทธ์การใช้น้ำของพืช	ลดลง	0.6	1.8
ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน	ลดลง	100	200
ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล	ลดลง	100	287

ปัจจัยทั้งหมดข้างต้นถูกนำไปหาค่าถ่วงน้ำหนัก ด้วยวิธีการของ Malczewski โดยใช้วิธีการพิจาณาจากองค์ความรู้ที่เกี่ยงข้องกับการเกิดภาวะน้ำท่วมในพื้นที่ประกอบกับการตรวจสอบเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง พบว่าการเกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่นั้น ดัชนีความเปียกเชิงพื้นที่ที่เป็นปัจจัยทางด้านกายภาพของพื้นที่โดยคำนวนค่าจากลักษณะความลาดชันของพื้นที่ ทิศทางการไหลของน้ำ และการไหลสะสมของน้ำ เนื่องจากปัจจัยเหล่านี้มีผลโดยตรงต่อปริมาณน้ำที่ถูกกักเก็บไว้ในพื้นที่ ซึ่งปัจจัยที่สัมพันธ์กันและมีค่าถ่วงน้ำหนักสูงเป็นลำดับต่อมาคือความสูงเหนือระดับน้ำทะเลย ซึ่งเป็นปัจจัยทางด้านกายภาพของพื้นที่เช่นกัน ปัจจัยนอกเหนือจากนี้มีระดับความสำคัญลดหลั่นกันตามอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่วม

เมื่อผ่านขั้นตอนต่าง ๆ ข้างต้น จะได้ชั้นข้อมูลปัจจัยที่ได้ปรับค่ามาตรฐานข้อมูลแล้ว พร้อมกับได้ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยทั้งหมด จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาไปเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ ผลจากการการประเมินหาพื้นที่เสี่ยงต่อสภาวะน้ำท่วมซ้ำซาก สามารถแสดงผลเป็นแผนที่ความเสี่ยงต่อสภาวะน้ำท่วมซ้ำซากของทั้งสี่จังหวัดได้ โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าอยู่ระหว่าง 0–1 โดยค่า 0 หมายถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อสภาวะน้ำท่วมซ้ำซากน้อยที่สุด ขณะที่ค่า 1 หมายถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อสภาวะน้ำท่วมซ้ำซากมากที่สุด จากการจัดกลุ่มพื้นที่เสี่ยงต่อสภาวะน้ำท่วมซ้ำซากออกเป็น 5 กลุ่ม โดยแบ่งช่วงค่าข้อมูลเท่า ๆ กันทำให้สามารถแสดงแผนที่ระดับความเสี่ยงต่อสภาวะน้ำท่วมซ้ำซากได้ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงความเสี่ยงต่อความน้ำท่วมซ้ำซาก

จากแผนที่ในภาพที่ 4 เป็นแผนที่ระดับความเสี่ยงน้ำท่วมซ้ำซากเมื่อนำไปซ้อนทับกับขอบเขตการปกครองเพื่อตรวจสอบระดับความเสี่ยงของแต่ละอำเภอ โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของดัชนีความเสี่ยง พบว่าในจังหวัดเชียงใหม่ อำเภอเมืองเป็นอำเภอที่มีค่าเฉลี่ยของดัชนีความเสี่ยงน้ำท่วมสูงสุดอยู่ที่ 49% และกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยในระดับใกล้เคียงอำเภอเมืองได้แก่อำเภอสารภี สันกำแพง สันป่าตอง ซึ่งอำเภอต่างๆ เหล่านี้มีลักษณะภูมิประเทศโดยส่วนใหญ่เป็นพื้นทีราบลุ่ม และเป็นพื้นที่นา ส่วนกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยต่ำๆ ได้แก่ อำเภอฮอด ดอยเต่า และอมก๋อย เนื่องจากมีสภาพภูมิประเทศโดยส่วนใหญ่เป็นที่ดอน เมื่อพิจารณาจากค่าความแปรปรวนของสภาวะน้ำท่วมภายในอำเภอพบว่า อำเภอหางดงมีค่าความแปรปรวนสูงที่สุด ขณะที่อำเภอสะเมิง และสารภีมีความแปรปรวนต่ำสุด

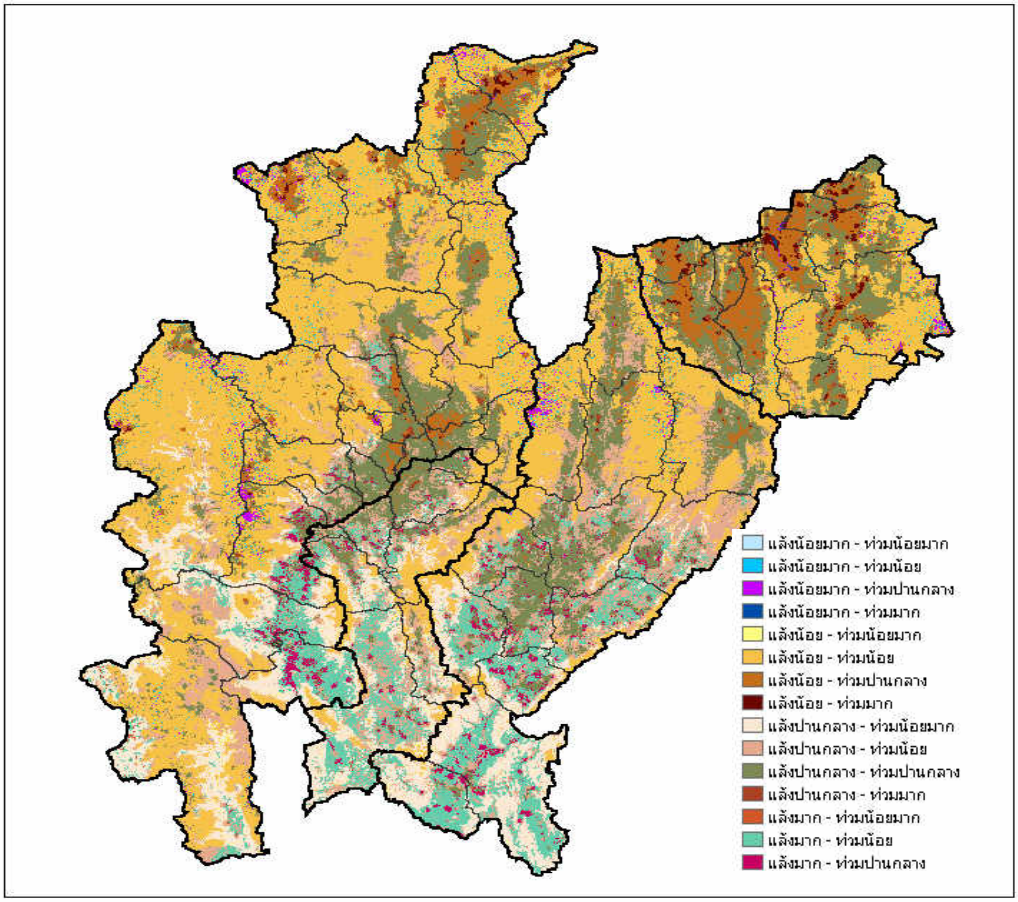
ในจังหวัดลำพูน พบว่ากลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยน้ำท่วมสูงได้แก่ กิ่ง อ.เวียงหนองล่อง เมือง ป่าซาง และบ้านธิ ส่วนลี้และทุ่งหัวช้างเป็นพื้นที่ที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมต่ำสุดในจังหวัดลำพูน โดยจะเห็นได้ว่าทั้งสองอำเภอมีสภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ดอนและที่สูง โดยมีค่าเฉลี่ยที่ประมาณ 26% และเมื่อพิจารณาจากค่าความแปรปรวน พบว่าอำเภอบ้านโฮ่งมีค่าความแปรปรวนสูงสูด ขณะที่ กิ่ง อ.เวียงหนองล่องมีความแปรปรวนต่ำสุด

จากการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมในจังหวัดลำปาง พบว่าอำเภอเกาะคา และวังเหนือ เป็นอำเภอที่มีพื้นที่เสี่ยงต่อสภาวะน้ำท่วมสูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ยที่ 40% ขณะที่อำเภอเถินมีความเสี่ยงต่อสภาวะแห้งแล้งต่ำสุดโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 24% ความแปรปรวนของสภาวะแห้งแล้งภายในอำเภอพบว่า อำเภอสบปราบมีความแปรปรวนสูงที่สุด นอกเหนือจากนี้ความแปรปรวนไม่แตกต่างกันมากนัก

สำหรับที่จังหวัดพะเยา พบว่าอำเภอจุนและอำเภอแม่ใจ เป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อสภาวะน้ำท่วมสูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ยที่ประมาณ 48% ขณะที่อำเภอเชียงม่วน และอำเภอปงมีความเสี่ยงต่อสภาวะน้ำท่วมต่ำสุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 39% และเมื่อพิจารณาค่าความแปรปรวนของสภาวะน้ำท่วมภายในอำเภอ พบว่า อำเภอจุนมีความแปรปรวนสูงที่สุด ขณะที่อำเภอเมืองพะเยามีความแปรปรวนต่ำสุด

ความสัมพันธ์ของการเกิดสภาวะแห้งแล้งและน้ำท่วมซ้ำซากในพื้นที่

ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินสภาวะความเสี่ยงทางกายภาพข้างต้น มีความสัมพันธ์กันโดยตรงผ่านปัจจัยต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการประเมิน ดังนั้นการวิจัยนี้จึงได้นำแผนที่ทั้งสองมาวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่โดยการซ้อนทับชั้นแผนที่ ได้ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ของพื้นที่เสี่ยงแห้งแล้งและพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม

จากแผนที่ภาพที่ 5 แสดงให้เห็นได้ว่าพื้นที่ที่พบความเสี่ยงต่อสภาวะแห้งแล้ง และสภาวะความเสี่ยงต่อน้ำท่วมซ้ำซาก โดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่ถูกใช้ประโยชน์ที่นอกเหนือจากพื้นที่ป่าไม้ โดยเฉพาะพื้นที่ราบลุ่มของทั้งสี่จังหวัดที่ถูกใช้เพื่อตอบสนองความต้องการของชุมชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น ๆ ลักษณะการเกิดสภาวะต่าง ๆ มีความแตกต่างและหลากหลายตามแต่สภาพพื้นที่ บางพื้นที่มีความรุนแรงของปัญหาที่เกิดจากสภาพแวดล้อมของพื้นที่เอง โดยปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้สามารถแสดงออกมาได้จากการที่พบสภาวะความเสี่ยงทั้งสองแบบภายในพื้นที่เดียวกัน

เมื่อพิจารณาจากแผนที่พบว่าโดยส่วนใหญ่แม้จะพบพื้นที่ที่เกิดปัญหาทั้งสองแบบ แต่ไม่ถือว่าเป็นปัญหารุนแรงมากนัก บางพื้นที่พบปัญหาสภาวะแห้งแล้ง และในขณะเดียวกันก็ยังพบปัญหาการเกิดน้ำท่วมซ้ำซาก แต่อย่างไรก็ตามจากแผนที่ไม่พบพื้นที่ที่มีความเสี่ยงแล้งสูงสุด และเสี่ยงน้ำท่วมซ้ำซากสูงสุดภายในพื้นที่เดียวกัน นอกจากนั้นยังพบว่าทั้งสี่จังหวัดมีพื้นที่ที่มีสภาวะความเสี่ยงที่หลากหลายกระจายอยู่ในพื้นที่ต่าง ๆ และเห็นได้ว่าพื้นที่โดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีสภาวะความเสี่ยงทั้งแห้งแล้งและสภาวะน้ำท่วมน้อย เนื่องจากพื้นที่เหล่านี้เป็นพื้นที่บริเวณป่าไม้เกือบทั้งหมด ซึ่งจากการประเมินครั้งนี้คุณสมบัติของปัจจัยต่าง ๆ ที่นำมาประเมิน เมื่อเป็นพื้นที่ป่าไม้จะมีค่าคะแนนความเสี่ยงค่อนข้างต่ำ นอกเหนือจากนั้นเป็นพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่หลายหลาย โดยเฉพาะพื้นที่ทำประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรม เป็นพื้นที่ที่พบค่าความเสี่ยงของทั้งสองสภาวะค่อนข้างสูง

นอกจากพื้นที่ป่าไม้ที่มีความเสี่ยงต่ำดังเหตุผลข้างต้นแล้ว พื้นที่อื่น ๆ ส่วนใหญ่จะมีความเสี่ยงทั้งด้านแห้งแล้งและน้ำท่วมซ้ำซากอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ พื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงเลยมีพื้นที่น้อยมาก โดยจังหวัดเชียงใหม่มีเพียง 430 ไร่ จังหวัดลำปาง และลำพูน จังหวัดละ 195 ไร่ ส่วนจังหวัดลำพูนไม่มีพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่ำมาก ส่วนพื้นที่เสี่ยงแล้งมากที่สุดและเสี่ยงน้ำท่วมมากที่สุดไม่พบว่ามีพื้นที่ปรากฏในทั้งสี่จังหวัด เมื่อพิจารณาทีละจังหวัดพบว่า จังหวัดเชียงใหม่พบสภาวะความเสี่ยงทั้งสองรูปแบบในพื้นที่ที่เท่าๆ กัน แต่มีพื้นที่ที่มีความเสี่ยงด้านความแห้งแล้งเป็นบริเวณกว้างกว่าพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมเล็กน้อย เช่นเดียวกันกับจังหวัดลำพูนและจังหวัดลำปาง แต่ในส่วนของจังหวัดพะเยาจะมีความแตกต่างกันโ ดยจะพบพื้นที่ที่มีความเสี่ยงด้านสภาวะน้ำท่วมมากกว่าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อสภาวะแห้งแล้ง โดยจังหวัดพะเยาเป็นจังหวัดเดียวที่ไม่มีพื้นที่ที่มีระกับความเสี่ยงด้านความแห้งแล้งสูง โดยพบเพียงพื้นที่ที่มีระดับความแห้งแล้วปานกลางถึงระดับต่ำ

นอกจากนี้ในกรณีของพื้นที่เสี่ยงแห้งแล้งน้อยมาก-ท่วมมาก หรือ แล้งมาก-ท่วมน้อยมาก มีพื้นที่เพียงเล็กน้อยเช่นกัน สามารถอธิบายได้ว่าในพื้นที่ศึกษาโดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่พบทั้งสองสภาวะความเสี่ยงไปพร้อมๆ กัน แสดงให้เห็นว่าการเกิดสภาวะเสี่ยงทั้งสองรูปแบบมีความสัมพันธ์กันอย่างเห็นได้ชัด

สรุป

การประเมินความเสี่ยงทางกายภาพครั้งนี้ เป็นการประเมินสภาวะความแห้งแล้งและน้ำท่วมซ้ำซากที่เกิดขึ้นในพื้นที่ โดยใช้ปัจจัยในการประเมินทั้งหมด 7 ปัจจัย ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักทางด้านสภาพภูมิอากาศ สภาพอุทกวิทยา และ สภาพทางกายภาพ ปัจจัยทั้งหมดถูกนำมาปรับค่ามาตรฐานของข้อมูลโดยวิธี Fuzzy membership function จากนั้นกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย เพื่อกำหนดระดับความสำคัญของปัจจัยในการประเมินโดยวิธีการ Ranking เมื่อได้ปัจจัยที่ปรับค่าและค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัยแล้วจึงนำมาวิเคราะห์เชิงซ้อนทับด้วยวิธีการ Weighted Linear Combination จะกระทั่งได้ผลลัพธ์เป็นแผนที่ระดับความเสี่ยงต่อการเกิด

สภาวะแห้งแล้ง แผนที่ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดสภาวะน้ำท่วมซ้ำซาก และแผนที่ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของทั้งสองสภาวะความเสี่ยง

การประเมินสภาวะความแห้งแล้ง พบว่าจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำปางมีค่าเฉลี่ยของค่าความเสี่ยงแห้งแล้งค่อนข้างสูง เนื่องจากพื้นที่อื่น ๆ นอกเหนือจากพื้นที่ป่าไม้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ดอนอาศัยน้ำฝนและมีการทำประโยชน์ทางด้านการเกษตรที่หลากหลาย สภาพพื้นที่ดังกล่าวจึงเป็นสาเหตุให้มีความแห้งแล้งสูงกว่าสองจังหวัดที่เหลือ คือจังหวัดลำพูน และจังหวัดพะเยา

ในส่วนของการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อสภาวะน้ำท่วมซ้ำซาก ค่อนข้างแตกต่างจากผลการประเมินในด้านความแห้งแล้ง นั่นคือจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยความเสี่ยงแห้งแล้งสูงที่สุดคือจังหวัดพะเยา โดยจังหวัดที่เหลือมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่อนข้างมาก แต่ทั้งสามจังหวัดมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน สาเหตุที่จังหวัดพะเยามีค่าความเสี่ยงน้ำท่วมค่อนข้างสูง เนื่องจากจังหวัดพะเยาเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ราบเป็นบริเวณกว้าง และพื้นที่เกือบทั้งหมดเป็นพื้นที่ราบลุ่ม ดังนั้นการไหลของน้ำจึงเป็นไปได้ค่อนข้างช้ำ โอกาสเกิดน้ำท่วมขังจึงมีมากกว่าจังหวัดอื่น

เอกสารอ้างอิง

ชาญชัย แสงชโยสวัสดิ์ เมธี เอกะสิงห์ วรวีรุกรณ์ วีระจิตต์ และ สมจินต์ วานิชเสถียร. 2549. รายงานความก้าวหน้าโครงการระบบสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ ระยะที่ 2 ภาคเหนือตอนบน : ความเสี่ยงทางกายภาพในระบบผลิตพืช ครั้งที่ 2 (1 มิถุนายน 2549-30 พฤศจิกายน 2549) ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Gessler, P.E., I.D. Moore, N.J. McKenzie, and P.J. Ryan. 1995.Soil-landscape modeling and spatial prediction of soil attributes. International Journal of GIS. Vol 9, No 4, 421-432.

Malczewaki, J. 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis. John Wiley & Sons, Inc. New York. 392 p.

Mongkolsawat, C., P. Thirangoon, R. Suwanweramtorn, N. Karladee, S. Paiboonsank and P. Champathet. 2000. An Evaluation of Drought Risk Area in Northeast Thailand using Remotely Sensed Data and GIS. http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2000/ts5/env004pf.htm.

Moore, ID., Gessler, P.E., Nielsen, G.A., and Petersen, G.A. 1993 Terrain attributes: estimation methods and scale effects. In Modeling Change in Environmental Systems, edited by A.J. Jakeman M.B. Beck and M. McAleer (London: Wiley), pp. 189 - 214.

Ramarao, N. 2003. Conformity analysis of cotton crop using remote sensing and GIS. [Online]. Available: www. GISdevelopment.net/application/agriculture/cropping/ma030999.htm. [20 February 2004].

Tarboton, D. G., (1997), A New Method for the Determination of Flow Directions and Contributing Areas in Grid Digital Elevation Models, Water Resources Research, 33(2): 309-319.