



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การประเมินผลกระทบและการปรับตัวของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและ
ภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบน

**Assessment Impacts and Adaptation of Land Use and Climate Change on
Soil Erosion in the Upper Yom River Basin**

โดย

ผศ.ดร.พีรวัฒน์ ปลาเงิน และคณะ

พฤษภาคม 2557

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การประเมินผลกระทบและการปรับตัวของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศต่อ
การชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบน

Assessment Impacts and Adaptation of Land Use and Climate Change on Soil Erosion in
the Upper Yom River Basin

คณะผู้วิจัย

ผศ.ดร.พีรวัฒน์ ปลาเงิน
ผศ.ดร.सानิต์ดา เตียวต้อย

ดร. สมพินิจ เหมือนทอง

สังกัด

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลธัญบุรี
คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

สนับสนุนโดย

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คำนำ

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ของโครงการ “การประเมินผลกระทบและการปรับตัวของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบน” ประกอบด้วย รายงานหลักและรายงานภาคผนวก เนื้อหาของรายงานได้ สรุปผลการดำเนินการวิจัยระยะเวลา 12 เดือน (1 ก.ค. 2556 – 30 มิ.ย. 2557) การดำเนินงานมุ่งเน้นศึกษาการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณตะกอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในอนาคต โดยนำผลการวิจัยที่ได้ไปใช้ประกอบการพิจารณาเพื่อหาแนวทางการปรับตัวลดผลกระทบของการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณตะกอนลุ่มน้ำยมตอนบนในอนาคต

ในช่วงเวลาการดำเนินงานวิจัย ทางโครงการฯ ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น และภาคประชาชน ในพื้นที่ อ.สอง จ.แพร่ ซึ่งเข้าร่วมสนทนากลุ่มและตอบแบบสัมภาษณ์สาเหตุและแนวทางการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของตะกอน และเยาวชนที่เข้าร่วมโครงการทัศนศึกษาพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่ที่มีการพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบน โครงการฯ ขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างสูงในความร่วมมือ คณะผู้ศึกษาหวังว่าผลของการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ต่อชุมชนหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสำหรับใช้เป็นแนวทางในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของตะกอนในลุ่มน้ำยมตอนบนต่อไป

คณะผู้วิจัย

พฤศจิกายน 2557

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาของโครงการวิจัย “การประเมินผลกระทบและการปรับตัวของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบน” สามารถดำเนินการวิจัยมาได้ด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่ายที่ได้สนับสนุนข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย ทางโครงการฯ จึงขอขอบคุณหน่วยงานทุกฝ่ายประกอบด้วย กรมพัฒนาที่ดิน กรมอุตุนิยมวิทยา กรมแผนที่ทหาร องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นจังหวัดพะเยาและจังหวัดแพร่ ฯลฯ นอกจากนี้ยังได้รับความร่วมมือจากผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มและผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ที่ทางโครงการได้จัดขึ้น เพื่อทราบถึงสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหาการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของตะกอนโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่ศึกษา

ทางคณะผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำหรับเงินทุนสนับสนุนการวิจัย และขอขอบคุณ ดร.สีลาภรณ์ บัวสาย (ผู้อำนวยการ: ฝ่ายชุมชนและสังคม, สกว.), ผศ.อิทธิพล ศรีเสาวลักษณ์ (ผู้ประสานงานชุดโครงการวิจัย: ศูนย์ประสานการศึกษานโยบายที่ดิน), คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ, ดร.พรชัย มงคลวนิช อธิการบดีมหาวิทยาลัยสยาม และภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ที่เอื้อเพื่อสถานที่และอุปกรณ์ประกอบการวิจัย มา ณ โอกาสนี้

คณะผู้วิจัย

พฤศจิกายน 2557

บทคัดย่อ

การชะล้างพังทลายของดินและการทับถมตะกอนคาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงในอนาคตเนื่องจากสาเหตุการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น พืชที่ปกคลุมผิวดินจะส่งผลกระทบต่ออัตราการชะล้างพังทลายและทับถมของดิน นอกจากนี้ความเข้มข้นของปริมาณฝนซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (อุณหภูมิ และปริมาณฝน) จะส่งผลกระทบต่อปริมาณการชะล้างพังทลายและทับถมของดิน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบและการปรับตัวของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของตะกอนในลุ่มน้ำยมตอนบน

การศึกษานี้ได้คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ประเมินค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนภายใต้ภูมิอากาศในอนาคต คาดการณ์การชะล้างพังทลายของดินและการปริมาณตะกอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตและเสนอมาตรการอนุรักษ์ดินในอนาคตพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคตด้วยแบบจำลอง LCM ข้อมูลภูมิอากาศในอนาคตจากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาคประกอบด้วย PRECIS: ECHAM4 and RegCM3: ECHAM5 นอกจากนี้แบบจำลอง Soil loss บนพื้นฐานของสมการการสูญเสียดินสากล (RUSLE) และแบบจำลอง Sedimentation ถูกใช้ในการประเมินการชะล้างพังทลายของดินและตะกอนเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและรวมผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงทั้งสอง หลักการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยแบ่งตามพื้นที่ความชันถูกนำมาพิจารณาเพื่อเป็นแนวทางการปรับตัวและลดปริมาณการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่เสี่ยงสูง

ผลของการศึกษาพบว่าระดับของการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบนสามารถจำแนกได้ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้ การชะล้างพังทลายเล็กน้อยมาก (น้อยกว่า 2 ตันต่อไร่ต่อปี) การชะล้างพังทลายเล็กน้อย (มากกว่า 2 แต่ไม่มากกว่า 5 ตันต่อไร่ต่อปี) การชะล้างพังทลายปานกลาง (มากกว่า 5 แต่ไม่มากกว่า 15 ตันต่อไร่ต่อปี) การชะล้างพังทลายรุนแรง (มากกว่า 15 แต่ไม่มากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี) การชะล้างพังทลายรุนแรงมาก (มากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี) จากเนื้อที่ 2057 ตร.กม. (1,285,625 ไร่) ของพื้นที่ศึกษาและอยู่ในพื้นที่ 4 อำเภอ ประกอบด้วย อำเภอปางอำเภอเชียงม่วน อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา และอำเภอสอง จังหวัดแพร่ ในปี พ.ศ. มีเพียงร้อยละ 7.10 มีการชะล้างพังทลายน้อย ร้อยละ 18.04 มีการชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก ร้อยละ 48.18 มีการชะล้างพังทลายปานกลาง ร้อยละ 16.92 มีการชะล้างพังทลายรุนแรงและร้อยละ 9.77 มีการชะล้างพังทลายรุนแรงมาก ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในปี พ.ศ. 2565 พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่การชะล้างพังทลายของดินระดับรุนแรงมาก (มากกว่า 20 ตันต่อไร่ต่อปี) จากปี พ.ศ. 2555 ประมาณ 131 ตร.กม. (81,875 ไร่) พื้นที่ที่มีความรุนแรงอยู่ทางตอนบนและตอนล่างของลุ่มน้ำ แต่พื้นที่การชะล้างพังทลายระดับรุนแรง

(มากกว่า 15 แต่น้อยกว่า 15 ต้นต่อไร่ต่อปี) ลดลงจาก 348 ตร.กม. (2555) ถึง 116 ตร.กม. (2565).

ผลการคาดการณ์ปริมาณตะกอนลุ่มน้ำยมตอนบน ในปี พ.ศ. 2555 พบว่าปริมาณตะกอนทั้งหมด 18,151 ตัน โดยแยกปริมาณตะกอนตามเขตการปกครองในพื้นที่อำเภอปง 8,811 ตัน อำเภอวังวน 5,568 ตัน อำเภอสอง 3,510 ตัน และอำเภอดอกคำใต้ 262 ตัน ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณตะกอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในปี 2565 ประมาณ 33,997 ตัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน 87.3% ถ้าพิจารณาตามเขตการปกครองจะเห็นได้ว่าปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นจากปัจจุบันทุกอำเภอ ประกอบด้วย อำเภอปง 16,920 ตัน อำเภอวังวน 8,622 ตัน อำเภอสอง 6,922 ตัน และอำเภอดอกคำใต้ 1,542 ตัน ถ้าพิจารณาเปรียบเทียบผลกระทบระหว่างผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศลุ่มน้ำยมตอนบน ในปี พ.ศ. 2565 โดยปริมาณตะกอน 28,608 ตัน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและ 21,643 ตัน เนื่องการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อภาระชะล้างพังทลายของดินและตะกอนดินมากกว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคต

ผลลัพธ์ของปริมาณตะกอนจากแบบจำลอง Sedimentation ในปี พ.ศ. 2555 เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศได้จำแนกบนพื้นที่ฐานของระดับความรุนแรงเป็น 7 ระดับ ซึ่งพบว่าพื้นที่การชะล้างพังทลาย 300 ตร.กม. และการทับถมของตะกอน 1,757 ตร.กม. ขณะที่ปริมาณการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมตะกอน 41,179 ตัน และ 23,027 ตัน ในปี พ.ศ. 2555 ปริมาณตะกอนเหล่านี้จะถูกพัดพาสู่น้ำสาขาในลุ่มน้ำยมตอนบน 18,151 ตัน โดยแบ่งตามพื้นที่แต่ละอำเภอประกอบด้วย อำเภอปง 8,811 ตัน อำเภอวังวน 5,568 ตัน อำเภอดอกคำใต้ 262 ตัน และอำเภอสอง 3,510 ตัน ตามลำดับ

ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการใช้ที่ดินต่อปริมาณตะกอนในปี พ.ศ. 2565 สังเกตได้ชัดเจนว่ามีการเพิ่มขึ้นของปริมาณตะกอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศผลรวมจากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS: ECHAM4 (A2, B2) และ RegCM3: ECHAM5 (A1b) 10,457 ตัน จากปี พ.ศ. 2555. การใช้หลายแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาคและภาพถ่ายหลายสมมติฐานช่วยในการจัดการปัญหาความไม่แน่นอนของแบบจำลองภูมิอากาศ ปริมาณตะกอนในอนาคตของลุ่มน้ำยมตอนบนภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2555 ประมาณ 3,492 ตัน เห็นได้ชัดเจนว่าการเพิ่มขึ้นของการชะล้างพังทลายของดินและตะกอนในอนาคตเกิดจากปัจจัยหลักคือการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อรวมสองปัจจัยเข้าด้วยกัน (ภูมิอากาศและการใช้ที่ดิน) พบว่าปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นอย่างมาก 15,846 ตัน (87.3%) จากปี พ.ศ. 2555 สังเกตได้ว่าการเพิ่มขึ้นของการพังทลายและการทับถมตะกอนในอนาคตเป็นผลมาจากการรวมผลกระทบของการใช้ที่ดินและภูมิอากาศ

การปรับตัวและการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของตะกอนในลุ่มน้ำยมตอนบนใช้หลักการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยแบ่งพื้นที่ทำเกษตรตามความลาดชัน ประกอบด้วยวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีกล วิธีพืช และวิธีเขตกรรม ความลาดชันของพื้นที่แบ่งออกเป็น 6 ระดับและในแต่ละระดับความลาดชันได้เสนอหลักการอนุรักษ์ดินและน้ำ ดังนี้ ความลาดชัน 0 – 2% ใช้วิธีเขตเกษตรกรรมและวิธีพืช ความลาดชัน 2 – 5 ใช้วิธีพืชและวิธีกล ความลาดชัน 5 – 12% ใช้วิธีพืชและวิธีกลผสมผสานกัน ความลาดชัน 12 – 20% ใช้ทั้งวิธีพืชและวิธีกลควรปลูกไม้ยืนต้นและไม้ผล ความลาดชัน 20 – 35% ใช้วิธีพืชและวิธีกลอย่างเข้มข้น และความลาดชัน > 35% พื้นที่ส่วนนี้มีความลาดชันสูงควรสงวนไว้ปลูกป่าธรรมชาติ

คำหลัก

การชะล้างพังทลายของดิน, ตะกอน, การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน, การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ, ลุ่มน้ำยมตอนบน

Abstract

Soil erosion and deposition patterns and rates are expected to change in future periods mainly because of changes in land use and climate. Potential change in land use such as vegetation covers will also affect soil erosion and deposition. Moreover, High intensity rainfall, resulting from expected changes in climate change (temperature and rainfall) and, will have significant impacts on soil erosion and deposition rates. The main objective of this study was to evaluate the impacts and adaptation of land use and climate change on soil erosion and sediment deposition in the Upper Yom River Basin.

The study predicted land use change, evaluated rainfall erosivity under future climate projections, estimated the soil erosion and sedimentation under land use and climate change and proposed the conservation measures for the areas identified under high risk in future. Land change modeler (LCM) was used to characterize future land use changes. Future climate data from two regional circulation models (RCMs), PRECIS: ECHAM4 and RegCM3: ECHAM5. In addition, soil loss modeling using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and sedimentation modeling was carried out to estimate soil loss and sedimentation under land use change, climate change and a combination of the two changes. To propose adaptation and reduce soil loss in high risk, the principle of soil and water conservation by the slope were considered.

Results indicated that soil erosion potential in the Upper Yom River Basin can be classified into 5 categories; very slight (less than 2 tons/rai/year), slight (>2 but <5 ton/rai/year), moderate (>5 but <15 ton/rai/year) severe (>15 but <20 ton/rai/year) and very severe (more than 20 tons/rai/year). Of the total area of 2057 km^2 (92,250 rais) are covered 4 districts which consist of Pong, Chiang Muan, Dokkhamtai district in Phayao province and Song district in Phrae province, only 7.10 percent is in Slight, 18.04 percent is in a Very Slight, 48.18 percent is in moderate, 16.92 percent is in a severe and 9.77 percent is in very severe. Impact of land use and climate change on soil loss in 2022 show that there is increase in the area of very severe (more than 20 tons/rai/year) from 2012 amount of 131 km^2 (81,875 rais). The high risk areas are located in the upper and lower watershed. On the other hand, there is a decrease in the area of severe from 348 km^2 (2012) to 116 km^2 (2022).

Results of sedimentation values estimated by sedimentation modeling for 2012 under land use and climate change were reclassified into seven classes base on degree of severity. The risk areas value of 300 km^2 for erosion and 1757 km^2 for deposition.

While amount of soil erosion and deposition are 41,179 ton and 23,027 ton in 2012. Thus, sedimentation was distributed to channels in the Upper Yom river basin of 18,151 ton. This sedimentation was divided by district which consist of Pong District 8,811 ton, Chiang Muan District 5,568 ton, Dokkhamtai District 262 ton and Song District 3,510 ton respectively.

Impact of climate change and land use change on sedimentation in 2022. It can be seen that there was an increase in sedimentation under climate change from a combination of PRECIS: ECHAM4 (A2 and B2) and RegCM3: ECHAM5 (A1b) of 10,457 ton from 2012. Use of multiple regional circulation models (RCMs) and emission scenarios helps to address uncertainties to climate model. Future sedimentation at the Upper Yom River Basin under a change land use increase of 3,492 ton from 2012. It can be seen that the key factor is the climate change to increase soil erosion and sedimentation in the future. However, When combination of the two changes (climate and land use), sedimentation increase dramatically of 15,846 ton (87.3%) from 2012. It is noticeable that the significant increase in soil erosion and sedimentation in future reflects a combination of land use and climate change.

Preventing soil erosion and deposition of sediments in the Upper Yom River Basin should be the principle of soil and water conservation. The various conservation measures—mechanical, vegetative and cultivation—are determined by considering the slope of the area. The slope is divided into 6 levels and different conservation measures are recommended for each level: 0-2% slope using cultivation method and vegetative measure; 2-5% slope used mechanical and vegetative measure; 5 – 12% slope using a combination of mechanical and vegetative measure; 12-20% used mechanical and vegetative measure and plant trees; 20 - 35% slope by intensive mechanical and vegetative measure and more 35% slope should be reserved natural forests.

Keywords:

Soil erosion, Sediementation, Land use change, Climate change, Upper Yom River Basin

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญรูป	ฌ
สารบัญตาราง	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 คำถามของการวิจัย	3
1.5 ขอบเขตการศึกษาวิจัย	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
2.1 การชะล้างพังทลายของดิน	4
2.2 สมการการสูญเสียดินสากล	4
2.3 ผลการชะล้างพังทลายของดิน	7
2.4 ตะกอน	8
2.5 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำภาคเหนือ	8
2.6 แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน	10
2.7 การประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน	10
2.8 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและผลกระทบต่อการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย	11
2.9 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืช	13
บทที่ 3 พื้นที่ใช้ในการศึกษาวิจัย	18
3.1 ลุ่มน้ำยมตอนบน	18
3.2 สภาพปัญหาของลุ่มน้ำยม	19
3.3 ลักษณะภูมิอากาศ	20

3.4	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	20
บทที่ 4	วิธีการศึกษาวิจัย	22
4.1	คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคต	22
4.2	ประเมินการชะล้างพังทลายของดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในสภาวะปัจจุบันและอนาคต	26
4.3	คาดการณ์ปริมาณตะกอนดินในสภาวะปัจจุบันและอนาคต	33
4.4	แนวทางการปรับตัวและป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณตะกอน	35
บทที่ 5	ผลการศึกษาวิจัย	37
5.1	การใช้ที่ดินของกลุ่มน้ำยมตอนบนปี 2544, 2550 และ 2555	37
5.2	การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตและปัจจุบัน	40
5.3	คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคต	44
5.4	ปริมาณน้ำฝนและค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนในกลุ่มน้ำยมตอนบน	47
5.5	ผลการวิเคราะห์การพังทลายของดินในกลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2555	55
5.6	การประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดินในกลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2565	57
5.7	ประเมินปริมาณตะกอนดินในกลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2555	65
5.8	ประเมินการชะล้างและทับถมปริมาณตะกอนดินในอนาคต	71
5.9	สัมพัทธ์และสนทนากลุ่มร่วมกับชุมชนในพื้นที่เสี่ยง	83
5.10	กำหนดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยแบ่งพื้นที่ทำการเกษตรตามความลาดชัน	89
บทที่ 6	สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	96
	บรรณานุกรม	101
	ภาคผนวก	104

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ประเภทการชะล้างพังทลายของดิน	4
3.1	พื้นที่ใช้ในการศึกษาวิจัย: ลุ่มน้ำยมตอนบน	18
3.2	ลักษณะภูมิประเทศพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน	19
3.3	การใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำยมตอนบน	20
3.4	ภาพถ่ายการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำยมตอนบน	21
4.1	แบบจำลอง Land Change Modeler (LCM) และขั้นตอนการคาดการณ์	22
4.2	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2544, 2550 และ 2555	23
4.3	พารามิเตอร์ต่างๆ ใช้ในแบบจำลอง LCM	24
4.4	ขั้นตอนการคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคต	25
4.5	Crosstab ในโปรแกรม Idrisi Selva	26
4.6	แผนผังการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน	27
4.7	แบบจำลอง Soil Loss Modeling	28
4.8	แผนที่ปัจจัยความคงทนของดิน (K factor)	30
4.9	ปัจจัยการจัดการพืช (C-factor) และค่าปัจจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ (P-factor) ปี 2555	32
4.10	ปัจจัยการจัดการพืช (C-factor) และค่าปัจจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ (P-factor) ปี 2565	32
4.11	แบบจำลอง Sedimentation	33
4.12	ขั้นตอนการวิเคราะห์ตะกอนดินด้วยแบบจำลอง Sedimentation	34
4.13	แผนผังการเสนอแนวทางการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน	36
5.1	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำยมตอนบน ระหว่างปี 2544 – 2555	37
5.2	แผนที่การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในลุ่มน้ำยมตอนบน 2544, 2550 และ 2555	39
5.3	กราฟแสดงการเพิ่มขึ้นและการสูญเสียพื้นที่การใช้ที่ดิน ระหว่างปี 2544 – 2550	40
5.4	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าผลัดใบ ระหว่างปี พ.ศ. 2544 – 2550	41
5.5	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าดิบ ระหว่างปี พ.ศ. 2544 – 2550	41
5.6	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่พืชไร่ ระหว่างปี พ.ศ. 2544 – 2550	41
5.7	แผนที่การสูญเสียและการเพิ่มขึ้นของป่าผลัดใบและพืชไร่ช่วงระหว่าง ปี	42

	2544 และ 2550	
5.8	การเพิ่มขึ้นและการสูญเสียพื้นที่การใช้ที่ดิน ระหว่างปี พ.ศ. 2550 – 2555	43
5.9	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่พืชไร่ ระหว่างปี พ.ศ. 2550 – 2555	43
5.10	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่สวนผลไม้ ระหว่างปี พ.ศ. 2550 – 2555	43
5.11	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าผลัดใบ ระหว่างปี พ.ศ. 2550 – 2555	44
5.12	แผนที่การสูญเสียและการเพิ่มขึ้นของป่าผลัดใบและพืชไร่ช่วงระหว่าง ปี 2550 และ 2555	44
5.13	เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากผลของแบบจำลอง LCM และจากกรมพัฒนาที่ดิน	45
5.14	การตรวจสอบความถูกต้องเชิงพื้นที่โดยใช้คำสั่ง Crosstab ในโปรแกรม IDRISI	45
5.15	ผลของการเปรียบเทียบการใช้ที่ดินจากการคาดการณ์และจากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียม	46
5.16	แผนที่คาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2565	47
5.17	สถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียงลุ่มน้ำยมตอนบน	48
5.18	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน 20 ปี (2525 – 2545)	48
5.19	แผนที่ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน	49
5.20	ค่าปัจจัยการกักตร่อนของฝน	50
5.21	แผนที่ค่าปัจจัยการกักตร่อนของฝนรายปีในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน	51
5.22	แผนที่ค่าปัจจัยการกักตร่อนของฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจากแบบจำลอง PRECIS : ECHAM4 (A2 และ B2) ปี 2565	54
5.23	แผนที่ค่าปัจจัยการกักตร่อนของฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจากแบบจำลอง RegCM3: ECHAM5 (A1b) ปี 2565	54
5.24	แผนที่การจำแนกระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2555	56
5.25	พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ในพื้นที่ที่มีความลาดชันบริเวณ ต.สะเอียบ อ.สอง จ.แพร่	57
5.26	แผนที่การจำแนกระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปี 2565	59
5.27	กราฟเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี 2555 ถึง 2565	60
5.28	แผนที่การจำแนกระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ปี 2565	62
5.29	ระดับการสูญเสียดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศลุ่มน้ำยมตอนบน ปี พ.ศ. 2565	64

5.30	แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดินในลุ่มน้ำยมตอนบน ปี พ.ศ. 2555	66
5.31	แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดิน อ.ปง จ.พะเยา ปี พ.ศ. 2555	67
5.32	แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดิน อ.เชียงม่วน จ.พะเยา ปี พ.ศ. 2555	69
5.33	แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดิน อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา ปี พ.ศ. 2555	70
5.34	แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดิน อ.สอง จ.แพร่ ปี พ.ศ. 2555	71
5.35	แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปี 2565	73
5.36	แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปี 2565	75
5.37	แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ปี 2565	77
5.38	แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ปี 2565	79
5.39	อัตราการสูญเสียดินโดยแยกตามเขตการปกครอง	81
5.40	ปริมาณตะกอนโดยแยกตามเขตการปกครองในปี 2555 และ 2565	82
5.41	สนทนากลุ่มย่อยเกษตรกรที่อยู่อาศัยในเขตพื้นที่เสี่ยง ต.สะเอียบ อ.สอง จ.แพร่	83
5.42	สนทนากลุ่มเกษตรกรที่อยู่อาศัยในเขตพื้นที่เสี่ยง ต.สะเอียบ อ.สอง จ.แพร่	84
5.43	เด็กและเยาวชนทัศนศึกษาพื้นที่ป่าและพื้นที่ปลูกข้าวโพด	87
5.44	เด็กและเยาวชนทัศนศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยการชะล้างพังทลายของดิน	88
5.45	แผนที่จำแนกชั้นความชันของพื้นที่ ต.สะเอียบ อำเภอสอง จังหวัดแพร่	89
5.46	สำรวจพื้นที่และวัดความลาดชันระดับ 0 – 2%	90
5.47 ก.	การไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับ	90
5.47 ข.	การปลูกหญ้าแฝกขวางทางลาด	90
5.48	ออกสำรวจพื้นที่และวัดความลาดชันระดับ 2 – 5 %	91
5.49 ก.	การปลูกหญ้าแฝกขนานแนวปลูกไม้ยืนต้น	91
5.49 ข.	คันดินแบบที่ 2	91
5.50	ออกสำรวจพื้นที่และวัดความลาดชันระดับ 2 – 5 %	92
5.51 ก.	การปลูกหญ้าแฝกแบบครึ่งวงกลมเพื่อรักษาความชุ่มชื้น	92
5.51 ข.	คันดินแบบที่ 4	92
52	ออกสำรวจพื้นที่และวัดความลาดชันระดับ 12 – 20%	93

5.53	คันดินแบบที่ 5	93
5.54	ออกสำรวจพื้นที่และวัดความลาดชันระดับ 20 – 35%	94
5.55	การปลูกพืชแบบขั้นบันได	94
5.56	คันดินแบบที่ 6	95

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เกณฑ์การจำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย	7
2.2	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำยม	9
4.1	ค่าปัจจัยความคงทนของดิน (K factor) ของกลุ่มชุดดินในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย	29
4.2	ค่า C และ P factor อ้างอิงตามประเภทการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน	31
5.1	การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำยมตอนบน	38
5.2	การใช้ประโยชน์ที่ดินจากแบบจำลอง LCM และแปลจากภาพถ่ายดาวเทียม (กรมพัฒนาที่ดิน)	46
5.3	ผลการคาดการณ์การใช้ที่ดิน ในปี 2565	46
5.4	ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละสถานี	49
5.5	ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนของแต่ละสถานี	51
5.6	ปริมาณฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	52
5.7	ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	53
5.8	ผลการวิเคราะห์การจำแนกระดับความรุนแรงของการสูญเสียดินจากแบบจำลอง Soil loss Modelling (Idrisi Seval) ปี 2555	55
5.9	ผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของการสูญเสียดินจากแบบจำลอง Soil loss Modelling (Idrisi Seval) ภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปี 2565	58
5.10	ผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของการสูญเสียดินจากแบบจำลอง Soil loss Modelling (Idrisi Seval) ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศปี 2565	61
5.11	ผลการวิเคราะห์การจำแนกชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินจากแบบจำลอง Soil loss ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการใช้ที่ดินปี 2565	63
5.12	ผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงการชะล้างและการทับถมของตะกอนดินจากแบบจำลอง Sedimentation ในลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2555	65
5.13	ผลการวิเคราะห์การจำแนกชั้นความรุนแรงการชะล้างและการทับถมของตะกอนดินโดยแยกตามเขตการปกครอง อ.ปง จ.พะเยา ปี 2555	67
5.14	ผลการวิเคราะห์การจำแนกชั้นความรุนแรงการชะล้างและการทับถมของตะกอนดินโดยแยกตามเขตการปกครอง อ.เชียงม่วน จ.พะเยา ปี 2555	68
5.15	ผลการวิเคราะห์การจำแนกชั้นความรุนแรงการชะล้างและการทับถมของตะกอนดินโดยแยกตามเขตการปกครอง อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา ปี 2555	70
5.16	ผลการวิเคราะห์การจำแนกชั้นความรุนแรงการชะล้างและการทับถมของตะกอนดินโดยแยกตามเขตการปกครอง อ.สอง จ.แพร่ ปี 2555	71
5.17	ผลการคาดการณ์ระดับความรุนแรงการชะล้างและทับถมของตะกอนดิน	72

	ภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2565	
5.18	ผลการคาดการณ์ระดับความรุนแรงการชะล้างและทับถมของตะกอนดิน ภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยแยกตามเขตการปกครอง ปี 2565	74
5.19	ผลการคาดการณ์ระดับความรุนแรงการชะล้างและทับถมของตะกอนดิน ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2565	76
5.20	ผลการคาดการณ์ระดับความรุนแรงการชะล้างและทับถมของตะกอนดิน ภายใต้การเปลี่ยนแปลงการภูมิอากาศโดยแยกตามเขตการปกครอง ปี 2565	78
5.21	ผลการคาดการณ์ระดับความรุนแรงการชะล้างและทับถมของตะกอนดิน ภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศโดยแยกตามเขตการ ปกครอง ปี 2565	80

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การใช้ที่ดินของประเทศไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร และการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศและภูมิภาค ทำให้มีการใช้ทรัพยากรมากขึ้น สาเหตุดังกล่าวทำให้ทรัพยากรธรรมชาติลดลงอย่างรวดเร็ว และทำให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลง เช่น ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรดิน และทรัพยากรป่าไม้ ดังนั้นการศึกษาลักษณะและแนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตจึงมีความสำคัญ ทั้งนี้เพื่อที่จะได้ใช้เป็นข้อมูลในการหาแนวทางและวิธีการวางแผนการใช้ที่ดินที่เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินส่งผลกระทบต่อตรงต่อการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยปัจจุบันได้มีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ต้นน้ำทางภาคเหนือ เนื่องประกอบด้วยภูเขาสูงชันสลับซับซ้อนและมีการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการขาดการอนุรักษ์ดินและน้ำตลอดจนมีปริมาณฝนตกค่อนข้างสูง และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อตรงต่อการชะล้างพังทลายของดิน ในปัจจุบันมีความรุนแรงและความถี่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละรอบปีสาเหตุเกิดจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้นในบรรยากาศซึ่งเป็นตัวการสำคัญทำให้เกิดภาวะโลกร้อน ประเทศไทยก็ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกันโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (Plangoen and Cemente, 2012; Mullan et al. 2012) ซึ่งส่งผลกระทบต่อตรงต่อการชะล้างพังทลายของดินทำให้มีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมีผลกระทบต่อตรงต่อการชะล้างพังทลายของดินหลายด้าน เช่น การเพิ่มความถี่ และขนาดของการกัดเซาะหน้าดิน (Pruski and Nearing, 2002) และผลกระทบโดยตรงของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดินคือการเปลี่ยนแปลงในรูปของพลังงานของฝน (Williams et al., 1996; Nearing, 2001) หลายงานวิจัย (Favis-Mortlock et al. 1999; Mullan et al. 2012; Plangoen and Cemente, 2012) ชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของปริมาณฝนและค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (Rainfall erosivity) และส่งผลกระทบต่อตรงต่อการชะล้างพังทลายของดินก่อให้เกิดการสูญเสียหน้าดินไปจากพื้นที่ การสูญเสียธาตุอาหารพืชทำให้คุณภาพของทรัพยากรดินเสื่อมโทรมลงมีผลกระทบทำให้ผลผลิตของพืชลดต่ำลงเกิดการทับถมของตะกอนในลำน้ำและแหล่งน้ำต่างๆทำให้เกิดการตื้นเขินปริมาณการเก็บกักน้ำลดลง

ลุ่มน้ำยมตอนบนเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำยมจากดอยขุนยวมในทิวเขาผีปันน้ำ ปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบนซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญเนื่องจากสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่มีความลาดชันสูง มีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานและเป็นพื้นที่ใช้ในการเกษตร

แต่ขาดระบบอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม จึงทำให้มีการสูญเสียดินมากกว่าค่าการยอมรับได้มากกว่า 2 ตัน/ไร่/ปี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546) ซึ่งหน้าดินที่ถูกชะล้างออกไปจะมีแร่ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูญเสียไปด้วยทำให้ผลผลิตของพืชลดลง และตะกอนดินจะถูกพัดพาไปสู่เบื้องล่างโดยเฉพาะในแหล่งน้ำ ทำให้ลำน้ำยมตื้นเขินเกิดอุทกภัยเป็นประจำทุกปี น้ำขุ่นภาวะเช่นนี้ก่อให้เกิดปัญหากับประชากรและสิ่งแวดล้อม งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะประเมินผลกระทบและการปรับตัวการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดินและหาแนวทางในการลดและป้องกันปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ที่มีความรุนแรงมากโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคตของลุ่มน้ำยมตอนบน
2. เพื่อประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน (land use change) และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) ต่อการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบน
3. เสนอแนวทางการปรับตัวเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ที่มีความรุนแรงของลุ่มน้ำยมตอนบน

1.3 สมมติฐานของงานวิจัย

การประเมินผลกระทบและการปรับตัวของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบนซึ่งมีสมมติฐานการวิจัยประกอบด้วย

1. การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตของลุ่มน้ำยมตอนบน พื้นที่ป่าไม้จะมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องและมีการปลูกพืชไร่และยางพาราเพิ่มขึ้นกว่าปัจจุบัน
2. การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตจะส่งผลกระทบต่อความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณตะกอนดินในลุ่มน้ำยมตอนบนในอีก 10 ปีข้างหน้า
3. การใช้ประโยชน์ที่ดินในการเพาะปลูกพืชไร่และข้าวโพดจะทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีการชะล้างพังทลายของดินสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ
4. การเสนอแนวทางการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินที่ถูกต้องตามหลักวิชาการกับชุมชนในพื้นที่เสี่ยงภัยจะสามารถป้องกันและลดปริมาณการชะล้างพังทลายของดินและตะกอนดินได้

1.4 คำถามของการวิจัย

1. ปัจจัยใดที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคตมากที่สุดระหว่างปัจจัยทางด้านกายภาพและปัจจัยด้านเศรษฐกิจ-สังคม
2. การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในอนาคตส่งผลกระทบการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณตะกอนดินที่ทับถมในลุ่มน้ำยมตอนบนอย่างไร
3. ปัจจัยใดที่ทำให้เกิดสูญเสียหน้าดินและการเพิ่มขึ้นของปริมาณตะกอนดิน ระหว่างปัจจัยการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต
4. การป้องกันการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงรุนแรงควรมีวิธีการอย่างไร

1.5 ขอบเขตของวิจัย

- o ขอบเขตของพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา
พื้นที่ที่ใช้ศึกษาลุ่มน้ำยมตอนบน มีพื้นที่ 2,057 ตร.กม. ซึ่งครอบคลุมพื้นที่บางส่วน จังหวัดพะเยา ประกอบด้วย อำเภอปง 922 ตร.กม. อำเภอเชียงม่วน 426 ตร.กม. อำเภอดอกคำใต้ 130 ตร.กม. และอำเภอสอง จังหวัดแพร่ 579 ตร.กม.
- o ขอบเขตของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา
 - ข้อมูลปริมาณฝนจากผลของแบบจำลอง PRECIS: ECHAM4ภายใต้สมมติฐาน A2 และ B2 และแบบจำลอง RegCM3: ECHAM5 ภายใต้สมมติฐาน A1b จากศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลก
 - ข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงตัวเลข ได้รับจากกรมพัฒนาที่ดิน
 - แบบจำลอง Soil Loss with Idrisi software ใช้วิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน และแบบจำลอง Sedimentation with Idrisi software ใช้วิเคราะห์ปริมาณการชะล้างและทับถมของตะกอนดิน
- o ขอบเขตของเวลาที่ใช้ในการศึกษา
 - การใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนภายใต้แบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาคใช้กรอบระยะเวลา 10 ปี (ปีอนาคต 2565)
 - ข้อมูลการใช้ที่ดินเชิงตัวเลขจากกรมพัฒนาที่ดิน ปี 2544, 2550 และ 2555
 - การคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคตใช้กรอบระยะเวลา 10 ปี (ปีอนาคต 2565)
 - ใช้ปีฐานปัจจุบัน ปี 2555 เพื่อเปรียบเทียบการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณตะกอนดินในอนาคต

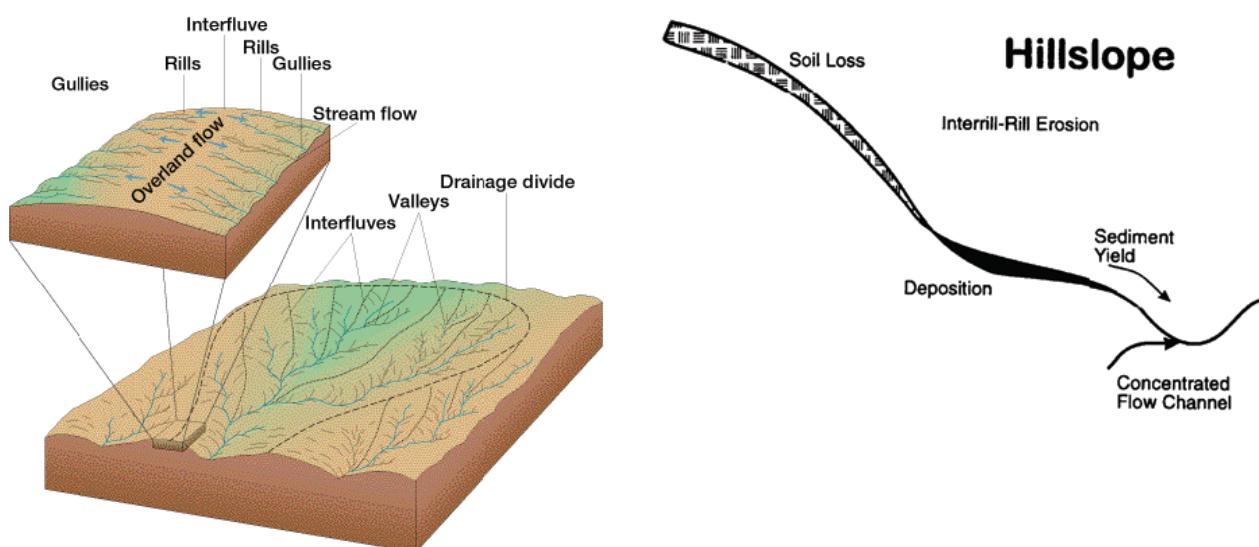
บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 การชะล้างพังทลายของดิน

การชะล้างพังทลายของดิน (Soil erosion) คือ กระบวนการที่เกิดขึ้นจากการที่มีแรงน้ำ แรงแลมหรือแรงโน้มถ่วงของโลกมากระทำทำให้อนุภาคบนผิวดินแตกแยกออกจากกันแล้วเคลื่อนย้ายอนุภาคของดินไปทับถมยังอีกที่หนึ่งและกล่าวอีกนัยหนึ่งการชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erosion) หมายถึงกระบวนการที่ดินถูกเม็ดฝนที่ตกลงมาและน้ำไหลบ่าหน้าผิวดินกัดเซาะพัดพาไปเป็นแบบแผ่น (Sheet) ร่องน้ำขนาดเล็ก (Rill) หรือร่องน้ำขนาดใหญ่ (Gully) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 โดยจะมีอัตราการพังทลายมากน้อยขึ้นอยู่กับความหนักเบาของฝนที่ตกลักษณะของพื้นที่พืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมตลอดจนธรรมชาติของดิน

การเกิดการชะล้างพังทลายของดินเกิดได้หลายปัจจัยทั้งปัจจัยทางธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งเกษมจันทร์แก้วกล่าวว่าการพังทลายของดินที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการพังทลายคือน้ำลมแรงโน้มถ่วงของโลกและความผิดปกติของธรรมชาติส่วนการพังทลายของดินอันเนื่องมาจากมนุษย์คือกิจกรรมทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่อาจมีผลทำให้เกิดการพังทลายของดินได้ (เกษมจันทร์แก้ว, 2539)



รูปที่ 2.1 กระบวนการและประเภทการชะล้างพังทลายของดิน (Harmon and Doe, 2001)

2.2 สมการการสูญเสียดินสากล

สมการการสูญเสียดิน (Soil Loss Equation) หมายถึงสมการคณิตศาสตร์ที่แสดงปริมาณการพังทลายของดินในพื้นที่ผืนแปรโดยตรงกับผลคูณของค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝนค่าความยากง่ายในการเกิดการชะล้างพังทลายของดินค่าความยาวและความชัน

ของความลาดเทค่าการจัดการพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมและค่าวิธีการปฏิบัติด้านการอนุรักษ์ดิน

Wischmeier และ Smith (1965) ได้พัฒนาปรับปรุงและเสนอเป็นรูปแบบของสมการโดยอาศัยข้อมูลจากแปลงทดลองต่าง ๆ ทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา มากกว่า 10,000 แปลงต่อปี ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆในสมการก็เป็นค่าที่ได้จากข้อมูลทางสถิติจากแปลงทดลองเหล่านี้ การปรับปรุงสมการการสูญเสียดินใหม่นี้ทำให้สามารถนำสมการใหม่ไปใช้ในสถานที่ต่างๆได้ทั่วไป จึงเรียกสมการนี้ว่า The Universal Soil Loss Equation (USLE)

$$A = RKLSCP \quad (1)$$

เมื่อ

A = ปริมาณดินที่สูญเสียต่อหน่วยพื้นที่ (ตัน/เฮกตาร์/ปี)

R = ปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (Rainfall Erosivity Factor) ซึ่งค่านี้เป็นการวัดพลังงานของฝนที่ทำให้ดินเกิดการชะล้างพังทลาย (เมตร-ตัน-เซนติเมตร/เฮกตาร์-ชั่วโมง)

K = ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erodibility Factor) เป็นค่าที่ประเมินได้จากการทดลองโดยคิดจากอัตราการสูญเสียดินต่อหน่วยดัชนีการชะล้างพังทลาย (Erosion Index) จากแปลงทดลองมาตรฐานที่มีความยาว 72.6 ฟุตบนพื้นที่ความลาดเทสม่ำเสมอ 9 เปอร์เซ็นต์มีการไถพรวนขึ้นลงตามแนวความลาดเทอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาเพื่อมิให้พืชขึ้นไม่น้อยกว่า 2 ปีในช่วงเวลาที่ทำการวัดปริมาณการสูญเสียดินในลักษณะดังกล่าวของแปลงทดลองนี้ค่าของ L, S, C และ P ถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 และค่าของ K ก็จะประเมินได้จาก $K = A/R$

L = ปัจจัยความยาวความลาดเท (Slope Length Factor) เป็นค่าที่ได้จากอัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดจากสภาพความยาวความลาดเทในสนามกับการสูญเสียดินที่เกิดจากความยาวความลาดเท 72.6 ฟุตซึ่งเป็นดินชนิดเดียวกันมีความลาดเทและมีสภาพอื่นๆเหมือนกัน

S = ปัจจัยความลาดเท (Slope Gradient Factor) เป็นค่าที่ได้จากอัตราส่วนของ การสูญเสียดินระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดจากสภาพความลาดเทในสนามกับการสูญเสียดินที่เกิดจากความลาดเท 9 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็นดินชนิดเท่ากันมีความยาวความลาดเทและสภาพอื่นๆเหมือนกัน

C = ปัจจัยการจัดการพืช (Cropping Management Factor) เป็นค่าที่ประเมินได้

จากอัตราส่วนการสูญเสียดินระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดขึ้นในสนามโดยมีพืชและการจัดการอย่างหนึ่งอย่างใดโดยเฉพาะกับการสูญเสียดินจากแปลงที่มีการไถพรวนขึ้นลงตามความลาดเทแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้ว่างเปล่าซึ่งเป็นดินชนิดเดียวกันและมีสภาพอื่นๆ เหมือนกัน

P = ปัจจัยการปฏิบัติการควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน (Conservation Practice Factor) เป็นค่าที่ประเมินได้จากอัตราส่วนการสูญเสียดินระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดจากแปลงที่ทำการอนุรักษ์ดินเช่นการไถพรวนตามแนวระดับการปลูกพืชสลับเป็นแถบตามแนวระดับหรือการแบบขั้นบันไดกับการสูญเสียดินที่เกิดจากการไถพรวนและปลูกพืชขนานไปกับทิศทางของความลาดเทและเป็นดินชนิดเดียวกันภายใต้สภาพแวดล้อมเหมือนกัน

จากสมการการสูญเสียดินสากลจะเห็นว่าปัจจัยต่างๆ เกี่ยวข้องอยู่ด้วยถึงหกปัจจัยซึ่งแต่ละปัจจัยสามารถประเมินค่าทางปริมาณได้ การสูญเสียดินในแต่ละบริเวณจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความมากน้อยของปัจจัยเหล่านี้และทั้งหกปัจจัยนี้มนุษย์สามารถควบคุมหรือดัดแปลงให้มีค่าทางด้านปริมาณให้น้อยลงได้ ห้าปัจจัยยกเว้นเพียงปัจจัยเกี่ยวกับฝนและน้ำที่ไหลบ่าตามผิวดิน (R) เท่านั้นที่มนุษย์ไม่สามารถจะดัดแปลงได้

แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยและความรุนแรงของผลกระทบต่อการชะล้างพังทลายของดินสามารถนำมาจัดได้ 3 กลุ่มคือ

1. ปัจจัยที่มีผลกระทบมากและปัจจัยที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติไม่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ค่า R (ฝน) และ LS (ความลาดชัน)
2. ปัจจัยที่มีผลกระทบปานกลางและปัจจัยที่เกิดตามธรรมชาติไม่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ค่า K (การถูกชะล้างของดินซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและส่วนประกอบของโครงสร้างดิน)
3. ปัจจัยที่มีผลกระทบปานกลางและเกิดจากการกระทำของมนุษย์สามารถควบคุมได้ ได้แก่ค่า C (การจัดการพืช) และ P (การอนุรักษ์ดินและน้ำ) ดังนั้นเมื่อพิจารณาทั้ง 3 กลุ่มปัจจัยดังกล่าวการควบคุมการชะล้างพังทลายจึงจำเป็นต้องปรับปรุงการจัดการพืช (C) และการอนุรักษ์ดินและน้ำ (P)

2.3 ผลของการชะล้างพังทลายของดิน

การชะล้างพังทลายของดินจะเกิดขึ้นอยู่เสมอในธรรมชาติซึ่งเป็นขบวนการหนึ่งของการปรับระดับของผิวโลกแต่มักเป็นไปในอัตราต่ำแต่ถ้าหากว่าขบวนการชะล้างพังทลายนี้ถูกเร่งโดยการกระทำของมนุษย์ไม่ว่าจะด้วยเหตุผลประการใดก็ตามความเสียหายก็จะเริ่มตามมาโดยมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตของประชากรในประเทศดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การสูญเสียหน้าดินมีผลต่อการลดลงของความอุดมสมบูรณ์ของดินความสามารถในการเก็บความชื้นความเหมาะสมต่อการทำการเกษตรกรรมและลักษณะการซึมน้ำผ่านผิวดิน
2. ทำให้น้ำในลำน้ำมีสมบัติมีคุณสมบัติชีวเคมีชีวภาพกายภาพเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมและคุณสมบัติของดินเสื่อมทรามที่ลงไปทับถมที่ราบต่ำเป็นผลทำให้ดินเสียโครงสร้างทางกายภาพความเหมาะสมต่อการปลูกพืชเกษตรลดน้อยลงในลำน้ำ
3. ทำให้มีการสูญเสียน้ำในลักษณะน้ำไหลบ่าหน้าดินออกจากพื้นที่มากขึ้นเนื่องมาจากการแน่นของผิวดินและอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินน้อยลงโอกาสที่ดินจะเก็บน้ำไว้ให้พืชใช้ได้นานจะลดน้อยลงด้วย
4. สารเคมีเป็นพิษเช่นโลหะหนักยาฆ่าแมลงตลอดจนปุ๋ยธาตุอาหารของพืชลงสู่แหล่งน้ำมากขึ้นจนทำให้เกิดมลพิษในแหล่งน้ำได้
5. ปริมาณตะกอนพัดพาไปทับถมตามอ่างเก็บน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำและเขื่อนจะสูงขึ้นมีผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าปัญหาเศรษฐกิจและสังคมของสาธารณชนก็จะส่งผลอย่างต่อเนื่องจะเห็นได้ว่าน้ำไหลบ่าเป็นตัวการสำคัญทำให้เกิดการพังทลายของดิน(นิพนธ์ตั้งธรรม, 2545) ได้แบ่งความรุนแรงของการพังทลายของดินออกเป็น 5 กลุ่ม ดังแสดงดังตารางที่ 2.1

ตาราง 2.1 เกณฑ์การจำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546)

ความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย	อัตราการสูญเสียดิน	
	ตัน/ไร่/ปี	มิลลิเมตร/ปี
น้อย	0-2	0 - 0.96
ปานกลาง	2-5	0.96 - 2.4
รุนแรง	5-15	2.4 - 7.2
รุนแรงมาก	15-20	7.2 - 9.6
รุนแรงมากที่สุด	มากกว่า 20	มากกว่า 9.6

2.4 ตะกอน

ตะกอน หมายถึง วัตถุที่ถูกน้ำพัดพาเคลื่อนที่ไปในลำน้ำในรูปของการแขวนลอยการกระแทกการกรัดและในรูปของสารละลาย(พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา. 2530) และ วีระพลแต่สมบัติได้ให้ความหมายตะกอนในลำน้ำว่าตะกอนเป็นวัสดุที่เคลื่อนที่หรือแขวนลอยหรือตกตะกอนโดยน้ำเป็นตัวการ (วีระพลแต่สมบัติ. 2531)

ในแม่น้ำลำคลองธรรมชาติก็จะมีตะกอนไหลมากับน้ำมากบ้างน้อยบ้างขึ้นอยู่กับปริมาณและความรุนแรงของฝนที่ตกลงมาชะล้างหน้าดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีความแตกต่างของความลาดชันของผิวหน้าดินพืชปกคลุมดินและชนิดของดินขณะที่น้ำไหลบ่าลงสู่แม่น้ำลำธารจะมีแรงกัดเซาะทางน้ำให้กลายเป็นร่องน้ำและแม่น้ำในที่สุดพร้อมกันนั้นก็พัดพาตะกอนที่เกิดจากการกัดเซาะระหว่างทางติดตัวไปเช่นในฤดูฝนที่มีน้ำหลากจะเกิดการกัดเซาะท้องน้ำมากแต่เมื่อใดความเร็วลดลงหลังฤดูฝนคือหน้าแล้งตะกอนก็จะตกทับถมอยู่บริเวณท้องน้ำและความเร็วกระแสน้ำใกล้ศูนย์บริเวณนั้นจะมีตะกอนตกสะสมมาก

กระบวนการตกตะกอนคือกระบวนการเกิดปริมาณตะกอนจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการกัดเซาะอนุภาคของดินจะผิวหน้าของดินจะมีการเคลื่อนย้ายอนุภาคเหล่านี้ลงสู่ที่ลาดต่ำและเกิดตะกอนโดยกระบวนการตกตะกอนทับถม (Deposition) เป็นกระบวนการขั้นสุดท้ายของการพังทลายของดินการแตกกระจายของดินและการพัดพาอนุภาคของดินโดยตกตะกอนตามที่ลุ่มน้ำแอ่งน้ำหรือลำธารสาเหตุของการตกตะกอนคืออัตราความเร็วของน้ำไหลบ่าลดลงทำให้อนุภาคของดินตะกอนตกลงด้วยแรงดึงดูดของโลก (Osborn.1955)

2.5 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำภาคเหนือ

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน (Land use change) (Richard, 1990) หมายถึงการแทนที่ของการใช้ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดินชนิดใดชนิดหนึ่งแทนการใช้ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดินชนิดเดิมซึ่งสามารถศึกษาได้โดยการนำข้อมูลของการใช้ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดินหลายช่วงเวลามาเปรียบเทียบกันเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงระหว่างสองระยะเวลาสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในภาคเหนือของประเทศไทย (ดรรชนี , 2531) ส่วนใหญ่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากการใช้ที่ดินที่มีสภาพเป็นป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเมืองหรือแหล่งน้ำหรือจากพื้นที่เกษตรกรรมเป็นเมืองเนื่องจากจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้นความต้องการใช้ที่ดินและที่อยู่อาศัยก็จะมากขึ้นตามลำดับซึ่งสอดคล้องกับ Grainger (1990) ที่ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินไว้ว่าเป็นผลมาจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์มากกว่าการเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือ โดยสุชาติ (2546) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและหาพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการถูกบุกรุกในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรงจังหวัดเชียงใหม่โดยพิจารณาจากปัจจัยทางกายภาพ 8 ปัจจัยได้แก่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลความลาดชันทิศด้านลาดระยะห่างจากถนนระยะห่างจากทางน้ำระยะห่างจาก

หมู่บ้านลักษณะหินและลักษณะดินโดยใช้เทคนิคของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกพบว่าพื้นที่ป่าไม้ลดลงเพราะมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินประเภทพื้นที่เกษตรกรรมพื้นที่สวนป่าและที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น ปิยะวัฒน์ (2539) ใช้การผสมผสานระหว่างการแปลภาพถ่ายทางอากาศระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และระบบประมวลผลข้อมูลในการวางแผนการจัดการการใช้ที่ดินและป่าไม้ของป่าเขตรอบแม่ต๊อบป่าสาธิตแม่งาวจังหวัดลำปาง Nualchawee et al. (1981) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคเหนือประกอบป่าดิบ 6 ประเภทและพื้นที่เกษตรกรรม 3 ประเภทโดยแปลจากภาพถ่ายจากดาวเทียม 6 ช่วงเวลาและเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์โดยใช้ Markov Chain Model ร่วมกับ Discriminant Analysis ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่าปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดในการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินประกอบด้วยความลาดชันความสูงระยะห่างจากหมู่บ้านระยะห่างจากลำห้วยและระยะห่างจากถนน

จากการศึกษาข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2556) สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำยม ในปี 2545 และปี 2552 ของลุ่มน้ำยมพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำยมเป็นพื้นที่ป่าไม้ 7,409,123 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 49.30 ของพื้นที่ทั้งลุ่มน้ำ และพื้นที่ป่าไม้ในปี 2552 ลดลงจากปี 2545 เพียงเล็กน้อย สำหรับพื้นที่เกษตรกรรมในลุ่มน้ำยมมี 5,960,402 ไร่ หรือ 9,536.64 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 36.66 ของพื้นที่ทั้งลุ่มน้ำ ตารางที่ 2.2 แสดงประเภทการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำยมเห็นได้ว่าลุ่มน้ำยมยังมีการอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ มีความอุดมสมบูรณ์อยู่มากเมื่อเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำอื่นๆ ของประเทศไทย

ตารางที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำยม

ประเภทการใช้ที่ดินลุ่มน้ำยม	ปี พ.ศ. 2545		ปี พ.ศ. 2552		การเปลี่ยนแปลง
	พื้นที่ (ไร่)	สัดส่วน (%)	พื้นที่ (ไร่)	สัดส่วน (%)	
นาข้าว	4,344,991	28.91	3,323,171	21.11	ลดลง
พืชผัก	-	-	6,193	0.04	เพิ่มขึ้น
พืชไร่	1,894,479	12.61	1,850,888	12.32	ลดลง
ไม้ผล-ไม้ยืนต้น	329,895	2.61	738,305	4.91	เพิ่มขึ้น
เกษตรกรรมอื่นๆ	2,666	0.02	41,845	0.28	เพิ่มขึ้น
ป่าไม้	7,832,156	52.11	7,409,123	49.30	ลดลง
พื้นที่อื่น ๆ	562,118	3.74	1,659,781	11.04	เพิ่มขึ้น
รวมพื้นที่	15,029,305	100.00	15,029,305	100.00	

* หมายเหตุ พื้นที่อื่นๆ ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด

2.6 แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic information system, GIS) สามารถแสดงผลในเชิงพื้นที่ได้และเป็นวิธีการที่แพร่หลายมากในปัจจุบันซึ่ง Eastman (2009) ได้ยกตัวอย่างแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเชิงพื้นที่ที่แพร่หลายในปัจจุบันเช่นแบบจำลอง Land change modeler, LCM (Eastman, 2009) แบบจำลอง Geomod2 (Pontius et al., 2001) แบบจำลอง CA_MARKOV (Eastman 1999) แบบจำลอง Lucas (Berry et al., 1996) ซึ่งในแต่ละแบบจำลองมีลักษณะกระบวนการทำงานที่แตกต่างกันออกไปแต่มีความสามารถที่เหมือนกันคือเป็นแบบจำลองที่ใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเชิงพื้นที่ และที่สำคัญในแต่ละแบบจำลองจะเป็นการทำงานร่วมกับโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) โดยแบบจำลอง CLUE ใช้งานร่วมกับ ArcView และ IDRISI แบบจำลอง

แบบจำลอง CA_MARKOV และ LCM เป็นโปรแกรมย่อยในโปรแกรม IDRISI และใช้งานร่วมกับ Arc GIS เป็นต้นสำหรับแบบจำลอง LCM เป็นแบบจำลองการวางแผนการใช้ที่ดินที่เป็นนวัตกรรมใหม่และเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการจัดให้ความสำคัญในการอนุรักษ์และการวางแผนการใช้ที่ดิน, และที่สำคัญ แบบจำลอง LCM ช่วยในการและคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน, จำลองสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงในอนาคตของการใช้ที่ดิน

Leh. M. et al (2011). ศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อการชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้แบบจำลอง Land change modeler, LCM คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินใน ปี ค.ศ. 2030 และแบบจำลอง USPED ประเมินการชะล้างพังทลายของดิน ในลุ่มน้ำ West Fork White, USA ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยการเพิ่มของพื้นที่บ้านเรือนและที่อยู่อาศัยจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของการชะล้างพังทลายของดิน

2.7 การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล (Remote sensing) ในการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) และข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลในการศึกษาการใช้ที่ดินเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ดิน ประเทศไทยได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์และจัดเตรียมแผนที่ป่าไม้และการใช้ที่ดินประโยชน์ที่ดินมาเป็นระยะเวลานานพอสมควร โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายจากดาวเทียม ซึ่งโดยทั่วไปภาพถ่ายทางอากาศจะจัดพิมพ์โดยใช้มาตราส่วนขนาดใหญ่เช่นระวาง 1:15,000 หรือ 1:4,000 ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์ชนิดป่าและและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ในขณะที่ภาพถ่ายจากดาวเทียมจะมีมาตราส่วนขนาดเล็กกระหว่าง 1:50,000–1:1,000,000 ข้อมูลทั้งสองสามารถนำมาใช้เพื่อการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพ

ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและเป็นข้อมูลที่คุณค่าในการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ แต่อย่างไรก็ตาม กรมพัฒนาที่ดิน (2556) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของกลุ่มน้ำภาคเหนือ โดยการแปลภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียมและการตรวจสอบในภาคสนาม ใน พ.ศ. 2523, 2529, 2541 และ 2545 – 2552 พบว่าในขณะที่พื้นที่ป่าไม้ลดลง พื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้น รวมทั้งพื้นที่ชุมชนที่เพิ่มขึ้น เบญจวรรณและคณะ (2541) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในกลุ่มน้ำแม่ว่าง จังหวัดเชียงใหม่ ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT3-MSS และ LANDSAT-5TM โดยการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสายตาและใช้โปรแกรม SPAN GIS วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน พบว่าพื้นที่การเปลี่ยนแปลงป่าดงดิบกับป่าผลัดใบลดลง และมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่ป่าทั้งสองชนิดเป็นพื้นที่เกษตรกรรมร้อยละ 26.81 และ 29.38 ตามลำดับ

อนุชิต รัตสุวรรณ (2544) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกลในการหาความสัมพันธ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยการใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5TM ปี พ.ศ. 2531 และ 2540 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ ในรูปแบบของสมการถดถอยของการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการจำแนกเป็น พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ไร่ร้าง พื้นที่ไร่เลื่อนลอย พื้นที่เมืองและที่อยู่อาศัย และพื้นที่แหล่งน้ำ

Pheerawat et al. (2013) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของกลุ่มน้ำน่านตอนบนโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5TM และโปรแกรม Arc GIS 9.3 วิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มน้ำน่านตอนบนและใช้แบบจำลอง CA_Markov model คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปี ค.ศ 2020, 2030 และ 2040. พบว่าแนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต พื้นที่ป่าไม้ลดลง ในขณะที่พื้นที่ชุมชน ส่วนผลไม้ และแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น

2.8 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและผลกระทบต่อผลกระทบหลายของดินในประเทศไทย

การทบทวนผลการศึกษาเน้นเฉพาะการศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศซึ่งได้มาจากการศึกษาโดยใช้การคาดการณ์ภูมิอากาศอนาคตโดยสถานการณ์จำลองหรือภาพอนาคตเป็นการจำลองภูมิอากาศในอนาคตของประเทศไทยและในประเทศใกล้เคียงซึ่งมีขนาดความละเอียดของพื้นที่ลักษณะตาราง (grid) ขนาด 20x20 กิโลเมตร (Chinvanno and Snidvongs, 2005) โดยใช้ข้อมูลในช่วงค.ศ. 1960 -1999 เป็นปีฐานเพื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาในอนาคตคือช่วง ค.ศ. 2010 – 2099 การจำลองภูมิอากาศอนาคตในการศึกษานี้ใช้แบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค PRECIS โดยใช้ข้อมูลตั้งต้นในการคำนวณจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก Global Circulation Model (GCM) ECHAM4 เป็นข้อมูลเริ่มต้นในการคำนวณภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 และ B2 ซึ่งกำหนดขึ้นโดย Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ซึ่งมีการปรับผลจากแบบจำลอง PRECIS โดยเทคนิค rescale หลังการประมวลผล

เพื่อให้ได้ภาพฉายอนาคตที่สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศอันเป็นผลจากการตรวจวัดในระยะที่ผ่านมา ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิของประเทศไทยในอนาคตมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเฉพาะบริเวณเขตที่ราบภาคกลางในเขตพื้นที่ลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาและบริเวณภาคเหนือตอนล่างและฤดูร้อนจะยาวนานขึ้น ส่วนการคาดการณ์ด้านปริมาณฝนรวมรายปีพบว่าในช่วงต้นศตวรรษที่ 21 จะปริมาณฝนรวมรายปีจะมีความแปรปรวนสูงแต่ปริมาณฝนรวมรายปีตั้งแต่ช่วงกลางทศวรรษเป็นต้นไปมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะพื้นที่ภาคอีสานบริเวณจังหวัดชายขอบแม่น้ำโขงและทางภาคใต้ของประเทศยกเว้นบริเวณชายแดนทางภาคตะวันตกซึ่งปริมาณฝนในอนาคตจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักนอกจากนั้นยังพบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเร็วและทิศทางลมบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลซึ่งความเร็วของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเพิ่มขึ้น 3-5%

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตของประเทศไทยในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา โดยศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (SEA START RC) ได้ร่วมมือกับทางหน่วยงาน Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) ประเทศออสเตรเลีย ได้ทำการจำลองสภาพภูมิอากาศประเทศไทยในอนาคต และได้ทำการศึกษาและจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่างขึ้น โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Conformal Cubic Atmospheric Model (CCAM) (McGregor and Dix, 2001) ซึ่งได้ดำเนินการในช่วงปี พ.ศ. 2546-2548 ภายใต้โครงการนำร่องศึกษาในชุดโครงการ Assessment of Impact and Adaptation to Climate Change in Multiple Sectors and Multiple Regions (AIACC) โดยที่ทาง SEA START RC ได้ทำการศึกษาในโครงการย่อย AIACC regional study AS07: Southeast Asia Regional Vulnerability to Changing Water Resource and Extreme Hydrological Events Due to Climate Change ได้ทำการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศต่อทรัพยากรน้ำและการเกษตรในพื้นที่ที่อาศัยน้ำฝน ตลอดจนการประเมินภาวะเสี่ยงต่อความเดือดร้อนและแนวทางการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศในอนาคตของเกษตรกรในพื้นที่ของกลุ่มประเทศในเขตลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง (Chinvanno, S. and Snidvongs, A. 2007)

Plangoen and Clemente (2012) ได้ศึกษาปัจจัยการกัดกร่อนของฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากผลลัพธ์ของแบบจำลอง HadCM3 ภายใต้ภาพฉาย A2 และ B2 โดยพัฒนาแบบจำลองการลดมาตราส่วนของสภาพภูมิอากาศทางสถิติ (statistical downscaling model, SDSM) ในระดับโลกเป็นฝนในระดับลุ่มน้ำน่านตอนบน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าปริมาณฝนและค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (Rainfall erosivity) มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณ 5 – 10% ในระยะเวลา 30 ปีข้างหน้า ภายใต้ scenario A2 และ B2

Plangoen et al. (2013) ศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ที่ดินต่อการชะล้างหน้าดินและการทับถมของตะกอนในลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำน่านตอนบน โดยใช้แบบจำลองภูมิอากาศโลก HadCM3, NCAR CCSM3 และ PRECIS: ECHAM4 ภายใต้เงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจกแบบ A2 และ B2 และแบบจำลอง Soil loss modeling และ Sedimentation ในโปรแกรม IDRIS Taiga คาดการณ์การชะล้างและการทับถมของตะกอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปริมาณฝนและค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (Rainfall erosivity) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลง ซึ่งขึ้นอยู่กับแบบจำลองภูมิอากาศโลกและแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งส่งผลกระทบต่อการชะล้างและการทับถมของตะกอนดินในลุ่มน้ำน่านตอนบนมีปริมาณที่สูงขึ้นในอนาคต

2.9 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำและระบบการปลูกพืช

การอนุรักษ์ดินและน้ำ หมายความว่า การระงับรักษาและป้องกันดินมิให้ถูกชะล้างและพัดพาไปตลอดจนการปรับปรุงบำรุงดินให้คงความอุดมสมบูรณ์ รวมทั้งการรักษาหน้าดินและบนผิวดินให้คงอยู่เพื่อรักษาดุลยธรรมชาติให้เหมาะสมในการใช้ประโยชน์ดินและที่ดินเพื่อเกษตรกรรมที่ยั่งยืน การอนุรักษ์ดินและน้ำแบ่งเป็น 2 ประเภท (กองอนุรักษ์ดินและน้ำ, 2544) คือ มาตรการทางวิธีกล (Mechanical measures) และมาตรการทางพืช (Vegetative measures)

การอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีกล เป็นการควบคุมน้ำไหลบ่าหน้าดิน โดยการสร้างสิ่งกีดขวางความลาดเทของพื้นที่และทิศทางการไหลของน้ำ ช่วยลดความเร็วของกระแส น้ำ โดยความยาวของความลาดเทจะถูกแบ่งออกเป็นระยะๆ มาตรการวิธีกลมีหลายวิธีได้แก่

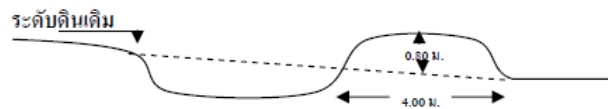
1. **การไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับ (Contour Cultivation)** การไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับเป็นการ ไถพรวน หว่าน ปลูก และเก็บเกี่ยวพืชไปตามแนวระดับขวางความลาดเทของพื้นที่
2. **การยกร่องปิดหัวท้าย (Tied Ridging)** การยกร่องปิดหัวท้ายเป็นการปรับพื้นที่โดยการยกร่องปลูกพืชเป็นสองทิศทางคือกลุ่มหนึ่งยกร่องไปตามความลาดเทอีกกลุ่มหนึ่งยกร่องในแนวตั้งฉากกับความลาดเททำให้เกิดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเล็กๆ เต็มพื้นที่
3. **การยกร่องตามแนวระดับ (Ridging)** การยกร่องตามแนวระดับ เป็นการยกร่องปลูกพืช โดยใช้ร่องน้ำเป็นตัวแบ่งสันดิน
4. **การทำร่องน้ำไปตามแนวระดับ (Contour Furrowing)** การทำร่องน้ำไปตามแนวระดับเป็นการทำร่องน้ำเดี่ยวๆ ที่ขุดขึ้นขวางความลาดเทของพื้นที่ โดยมีการลดระดับร่องน้ำหรือไม่ลดระดับก็ได้ความลึกของร่องน้ำอยู่ระหว่าง 25-40 ซม.หรือขึ้นกับเนื้อดิน ส่วนระยะห่างของร่องน้ำขึ้นกับความลาดเทของพื้นที่และปริมาณน้ำไหลบ่า

5. **คันดิน (Terracing)** คันดินเป็นสิ่งก่อสร้างที่สร้างขวางความลาดเทของพื้นที่โดยพื้นที่จะถูกแบ่งออกเป็นช่วงๆ เพื่อเก็บกักน้ำไหลป่าในแต่ละช่วงหรือเบนน้ำไหลป่าออกไปจากพื้นที่ ซึ่งคันดินแบ่งออกเป็น 6 ประเภท ประกอบด้วย

คันดินแบบที่ 1

เป็นคันดินเบนน้ำ(Diversion) เพื่อป้องกันน้ำไหลป่าลงสู่พื้นที่เกษตรกรรม ควรใช้บนพื้นที่ที่มีความลาดเท ไม่เกิน 15% ปริมาตรดิน ขุด-ถม ประมาณ 2.4 ม.³/เมตร

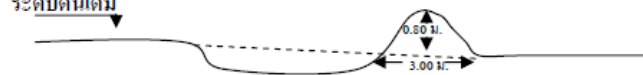
คันดินแบบที่ 1



คันดินแบบที่ 2

เป็นคันดินเก็บกักน้ำ (Absorption Bank) ควรใช้กับพื้นที่ดินร่วนปนทราย มีความลาดเท ประมาณ 3-15% ปริมาตรดิน ขุด-ถม ประมาณ 1.2 ม.³/เมตร

คันดินแบบที่ 2



คันดินแบบที่ 3

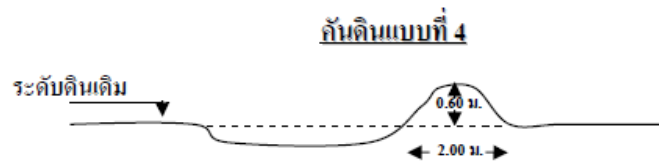
เป็นคันดินฐานกว้าง (Broad-based Terrace) ควรใช้กับพื้นที่ดินร่วนปนทราย มีความลาดเทไม่เกิน 8% ปริมาตรดิน ขุด-ถม ประมาณ 1.5 ม.³/เมตร

คันดินแบบที่ 3



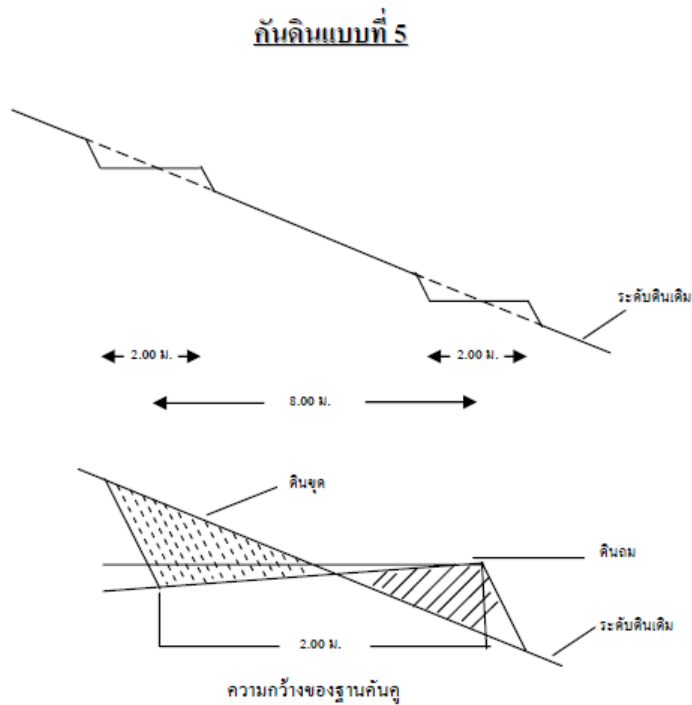
คันดินแบบที่ 4

เป็นคันดินฐานแคบ (Narrow-based Terrace) ควรใช้กับพื้นที่ดินร่วนปนทรายที่มีความลาดเทประมาณ 3-15% ปริมาตรดิน ขุด-ถม ประมาณ 0.6 ม.³/เมตร



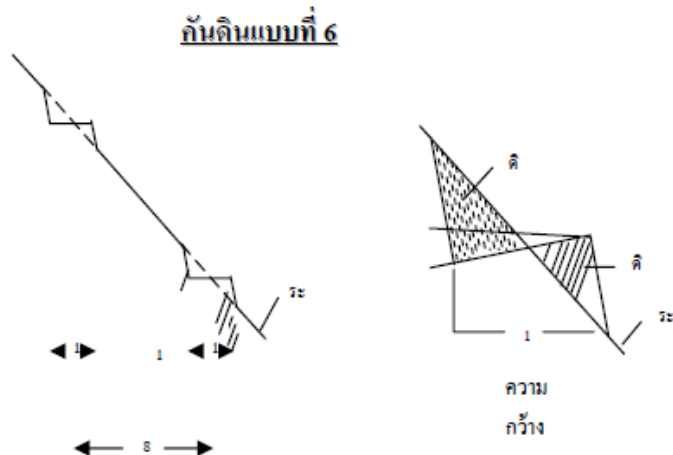
คันดินแบบที่ 5

เป็นคันดินแบบขั้นบันได ควรใช้กับพื้นที่ที่มีความลาดเทไม่เกิน 35% ปริมาตรดิน ขุด-ถม ประมาณ 0.3 ม.³/เมตร



คันดินแบบที่ 6

คันคูรับน้ำรอบเขา (Hillside-ditch) ควรใช้กับพื้นที่ ๆ มีความลาดเทมากกว่า 35% ปริมาตรดิน ขุด-ถม ประมาณ 0.2 ม.³/เมตร



6. **คันดินเบนน้ำ (Diversion Terrace)** คันดินเบนน้ำเป็นคันดินขนาดใหญ่ที่สร้างขึ้นขวางความลาดเทของพื้นที่โดยมีการลดระดับเพื่อเบนน้ำที่ไหลบ่าลงมาจากพื้นที่ด้านบนไปยังทางระบายน้ำ
7. **ขั้นบันไดดิน (Bench Terraces)** ขั้นบันไดดิน เป็นการปรับพื้นที่เป็นขั้นๆ ต่อเนื่องกัน คล้ายขั้นบันได
8. **กำแพงหิน (Stone Wall)** กำแพงหินเป็นการใช้ก้อนหินเรียงขึ้นมาเป็นกำแพงโดยมีระยะห่างที่เหมาะสมในพื้นที่ที่เกิดการชะล้างพังทลายของดินมาก
9. **คันชลอความเร็วของน้ำ (Check Dam)** คันชลอความเร็วของน้ำเป็นสิ่งก่อสร้างที่สร้างขึ้นในพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินแบบร่องลึก โดยสร้างขวางเป็นช่วงๆ ในร่องน้ำที่มีการกัดเซาะ อาจสร้างด้วย เศษไม้ เศษพืช หิน ดิน หรือคอนกรีตก็ได้ หรือเป็นสิ่งก่อสร้างที่ช่วยลดปัญหาการกัดเซาะในทางระบายน้ำที่ปูด้วยหญ้า
10. **ทางระบายน้ำ (Waterways)** ทางระบายน้ำเป็นสิ่งก่อสร้างที่สร้างขึ้นเพื่อรับน้ำจากพื้นที่ต่างๆ ซึ่งถูกเบนมาเพื่อให้ไหลไปยังแหล่งที่ต้องการ เช่น อ่างเก็บน้ำ ท่อระบายน้ำ ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และ แหล่งน้ำธรรมชาติ เป็นต้น
11. **บ่อดักตะกอน (Sediment Trap หรือ Sand Trap)** บ่อดักตะกอนเป็นบ่อขนาดเล็กที่สร้างขึ้นเพื่อดักตะกอนที่ไหลมาตามทางระบายน้ำก่อนลงสู่บ่อน้ำประจำไร่นา

การอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีพืช เป็นการใช้พืชปกคลุมดินช่วยบำรุงดิน อนุรักษ์ดินและน้ำ หรืออนุรักษ์ธรรมชาติปลูกเป็นแถบขวางความลาดเทของพื้นที่เพื่อดักตะกอนดินและน้ำ และช่วยปรับปรุงบำรุงดิน มีหลายวิธีการได้แก่

1. **การปลูกพืชคลุมดิน (Cover Cropping)** เป็นการปลูกพืชคลุมดินเป็นการปลูกหญ้าหรือพืชตระกูลถั่วคลุมดินซึ่งเมื่อปลูกแล้วจะปกคลุมผิวหน้าดินช่วยควบคุมการชะล้างพังทลายของดินและปรับปรุงบำรุงดิน
2. **การคลุมดิน (Mulching)** เป็นการคลุมดินเป็นการใช้วัสดุต่างๆคลุมดินเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำ เช่น เศษซากพืชฟางข้าว หรือวัสดุอื่นๆ
3. **การปลูกพืชปุ๋ยสด (Green manure Cropping)** คือการปลูกพืชปุ๋ยสดเป็นการปลูกพืชตระกูลถั่วเพื่อไถกลบคลุกเคล้ากับดิน
4. **การปลูกพืชสลับเป็นแถบ (Strip Cropping)** เป็นการปลูกพืชสลับเป็นแถบเป็นการปลูกพืชที่มีระยะปลูกถี่และห่างเป็นแถบสลับกันขวางความลาดเทของพื้นที่ตามแนวระดับหรือไม่เป็นไปตามแนวระดับก็ได้
5. **การปลูกพืชหมุนเวียน (Crop Rotation)** เป็นการปลูกพืชหมุนเวียนเป็นการปลูกพืชสองชนิดหรือมากกว่าหมุนเวียนกันลงบนพื้นที่เดียวกัน โดยจัดชนิดของพืชและเวลาปลูกให้เหมาะสม

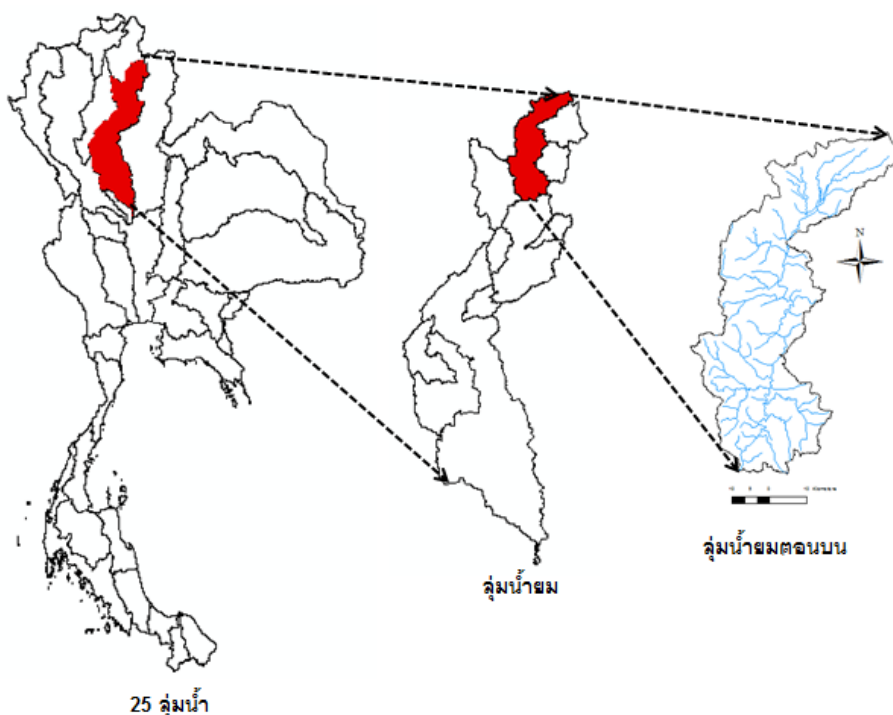
6. **การปลูกพืชเหลื่อมฤดู (Relay Cropping)** การปลูกพืชเหลื่อมฤดูเป็นการปลูกพืชต่อเนื่องคาบเกี่ยวกัน โดยการปลูกพืชที่สองระหว่างแถวของพืชแรก ในขณะที่พืชแรกให้ผลผลิตแต่ยังไม่แก่เต็มที่
7. **คันซากพืช (Contour Trash Line)** คันซากพืชเป็นการนำซากพืชที่เกิดจากการบุกเบิกพื้นที่หรือที่เหลือหลังการเก็บเกี่ยวแล้วมาวางสุมให้สูงประมาณ 50 ซม. เป็นคันตามแนวระดับไว้เป็นระยะๆ ห่างกัน ประมาณ 20-40 เมตร หรือตามแนวคันดินกั้นน้ำ

บทที่ 3

พื้นที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

3.1 ลุ่มน้ำยมตอนบน

ลุ่มน้ำยมตอนบนเป็นลุ่มน้ำสาขาที่อยู่ตอนบนของลุ่มน้ำยมนับเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำยม มีพื้นที่รับน้ำ 1,978 ตร.กม. (รูปที่ 3.1) หรือ 1,236,250 ไร่ คิดเป็น 8.38 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม ครอบคลุมพื้นที่อำเภอปงอำเภอเชียงม่วนอำเภอดอกคำใต้จังหวัดพะเยาอำเภองาวจังหวัดลำปางและอำเภอสองจังหวัดแพร่สภาพภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงมีที่ราบช่วงแคบๆบริเวณใกล้ลำน้ำและมีความลาดชันสูงริมแม่น้ำเป็นบางตอนก่อนไหลเข้าสู่เขตจังหวัดแพร่จากนั้นจะไหลออกสู่ที่ราบผืนใหญ่ซึ่งเป็นบริเวณลุ่มน้ำยมตอนกลางผ่านอำเภอสองอำเภอสองแม่อำเภอเด่นชัย จากนั้นจะไหลเข้าหุบเขาทางทิศตะวันตกซึ่งเข้าเขตบริเวณลุ่มน้ำยมตอนล่าง ผ่านอำเภอลองอำเภอวังชิ้นแล้วไหลลงทางใต้เข้าสู่ที่ราบที่อำเภอศรีสาขาลำปางจังหวัดสุโขทัยในช่วงนี้แม่น้ำยมจะไหลคู้ขนานมากับแม่น้ำน่านและเริ่มมีความลาดชันลดลงโดยมีความลาดชันลำน้ำประมาณ 1:2,300 ระดับความสูงของพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำอยู่ที่ระดับ 50 – 180 ม.รทก. จากนั้นจะไหลผ่านอำเภอสวรรคโลกอำเภอศรีสำโรงอำเภอกงไกรลาศและไหลผ่านอำเภอบางระกำจังหวัดพิษณุโลกเข้าสู่อำเภอสางงามจังหวัดพิจิตรผ่านอำเภอโพธิ์ทะเลจนเข้าเขตจังหวัดนครสวรรค์แล้วไหลมาบรรจบกับแม่น้ำน่านที่บ้านเกยชัยอำเภอชุมแสงจังหวัดนครสวรรค์โดยมีความลาดชันลำน้ำต่ำประมาณ 1:35,000 มีระดับความสูงของพื้นที่อยู่ระหว่าง 20 – 50 ม.รทก. รวมความยาวตลอดลำน้ำประมาณ 735 กม.



25 ลุ่มน้ำ

รูปที่ 3.1 พื้นที่ใช้ในการศึกษาวิจัย: ลุ่มน้ำยมตอนบน



รูปที่ 3.2 ลักษณะภูมิประเทศพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน

3.2 สภาพปัญหาของลุ่มน้ำยม

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลด้านต่างๆของกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556) ในลุ่มน้ำยมตอนบนมีประเด็นปัญหาที่สำคัญดังนี้

1. ปัญหาการชะล้างพังทลายของดินเนื่องจากสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่มีความลาดชันสูงและเป็นพื้นที่ใช้ในการเกษตรมีปลูกพืชไร่ เช่นข้าวโพด ถั่วเหลืองแต่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมจึงทำให้มีการสูญเสียดินมากกว่าค่าการยอมรับได้ซึ่งมากกว่า 2 ตัน/ไร่/ปี (กรมพัฒนาที่ดิน, 2546) ซึ่งหน้าดินที่ถูกชะล้างออกไปจะมีแร่ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูญเสียไปด้วยทำให้ผลผลิตของพืชลดลงและมีการใช้ปริมาณปุ๋ยมากขึ้นทุกปีดังนั้นจึงควรมีระบบอนุรักษ์ดินและน้ำระบบการปลูกพืชที่เหมาะสมเพื่อช่วยรักษาหน้าดิน นอกจากนี้ตะกอนดินที่ถูกพัดพาไปทับถมหรือสะสมตามแหล่งน้ำทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินปริมาณเก็บกักน้ำลดลงหรือต้องลงทุนเพิ่มขึ้นในการปรับปรุงแหล่งน้ำ
2. ปัญหาดินตื้นหรือมีก้อนหินบนผิวดินซึ่งจะมีผลต่อการเลือกชนิดพืชที่ปลูกและไม่สะดวกในการใช้เครื่องจักรกลทางการเกษตรนอกจากนี้ยังเป็นอุปสรรคต่อการชลประทานของรากพืชบริเวณที่เป็นดินตื้นหรือที่ดินที่มีก้อนหินบนผิวดิน
3. ปัญหาการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เนื่องจากการเพิ่มจำนวนประชากรและได้เข้าทำการเกษตรในพื้นที่โครงการที่เป็นที่สูงมีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงและเป็นที่ทำให้เกิดการสูญเสียดินเพิ่มมากขึ้นด้วย
4. ปัญหาทรัพยากรน้ำพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่อาศัยน้ำฝนซึ่งในพื้นที่จะมีฝนอยู่ประมาณ 6 เดือนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมในช่วงแล้งบางพื้นที่จะมีปัญหาขาดแคลนน้ำ

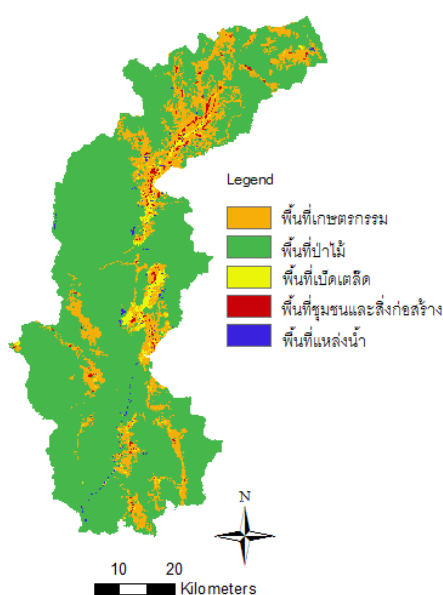
3.3 ลักษณะภูมิอากาศ

ลุ่มน้ำยมตอนบนอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดูจากสถิติภูมิอากาศอำเภอเมืองจังหวัดพะเยา และอำเภอสอง จังหวัดแพร่ เฉลี่ย 30 ปี 2526-2555 (กรมอุตุนิยมวิทยา , 2556) มีปริมาณฝนตกเฉลี่ยตลอดปี 1,125 มม./ปี เดือนที่มีฝนตกเฉลี่ยสูงสุดคือเดือนกันยายน มีปริมาณน้ำฝน 218 มม.เดือนที่มีฝนตกเฉลี่ยน้อยที่สุดคือเดือนมกราคมมีปริมาณน้ำฝน 5 มม. อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 25.1 องศาเซลเซียสเดือนที่มีอุณหภูมิสูงสุดคือเดือนเมษายนอุณหภูมิเฉลี่ย 28.7 องศาเซลเซียสและเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำสุดคือเดือนธันวาคมอุณหภูมิเฉลี่ย 19.8 องศาเซลเซียสความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปี 75.0 เปอร์เซ็นต์

3.4 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำยมตอนบน สํารวจสภาพการใช้ที่ดินในปี 2553 ได้จำแนกการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรในเขตพื้นที่ต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural land) ประกอบไปด้วย นาข้าว พืชไร่ผสม ข้าวโพด และ ยาสุมมีเนื้อที่รวม 201,139 ไร่ หรือ 16.27 เปอร์เซ็นต์
2. พื้นที่ป่าไม้ (Forest land) ซึ่งเป็นพื้นที่สวนป่าผสมมีเนื้อที่รวม 991,811 ไร่ หรือ 82.23 เปอร์เซ็นต์
3. พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous land) เป็นไม้พุ่ม (M102) ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์มีเนื้อที่รวม 26,099 ไร่ หรือ 2.11 เปอร์เซ็นต์
4. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and Built – up land) มีเนื้อที่รวม 11,873 ไร่ หรือ 0.96 เปอร์เซ็นต์
5. พื้นที่แหล่งน้ำ (Water Body) มีเนื้อที่รวม 5,327 ไร่ หรือ 0.43 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 3.3 การใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำยมตอนบน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)



รูปที่ 3.4 ภาพถ่ายการใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำมตอนบน (พีรวัฒน์, 2556)

บทที่ 4

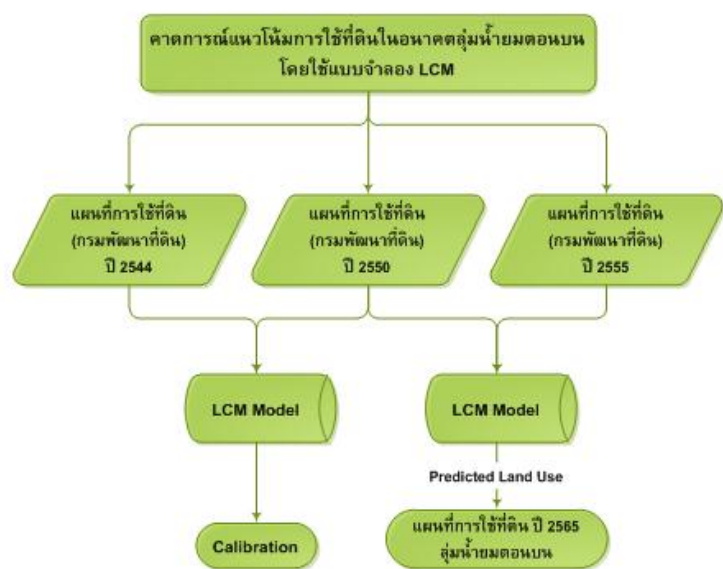
การดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยประเมินผลกระทบและการปรับตัวของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสภาพภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบนประกอบด้วยขั้นตอนการศึกษาวิจัยที่สำคัญดังต่อไปนี้

- คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคตของลุ่มน้ำยมตอนบน
- ประเมินการชะล้างพังทลายของดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในสภาวะปัจจุบันและอนาคต
- คาดการณ์ปริมาณตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในปัจจุบันและอนาคต
- เสนอแนะแนวทางการปรับตัวเพื่อลดผลกระทบของปริมาณตะกอนดินเนื่องจากการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในอนาคต

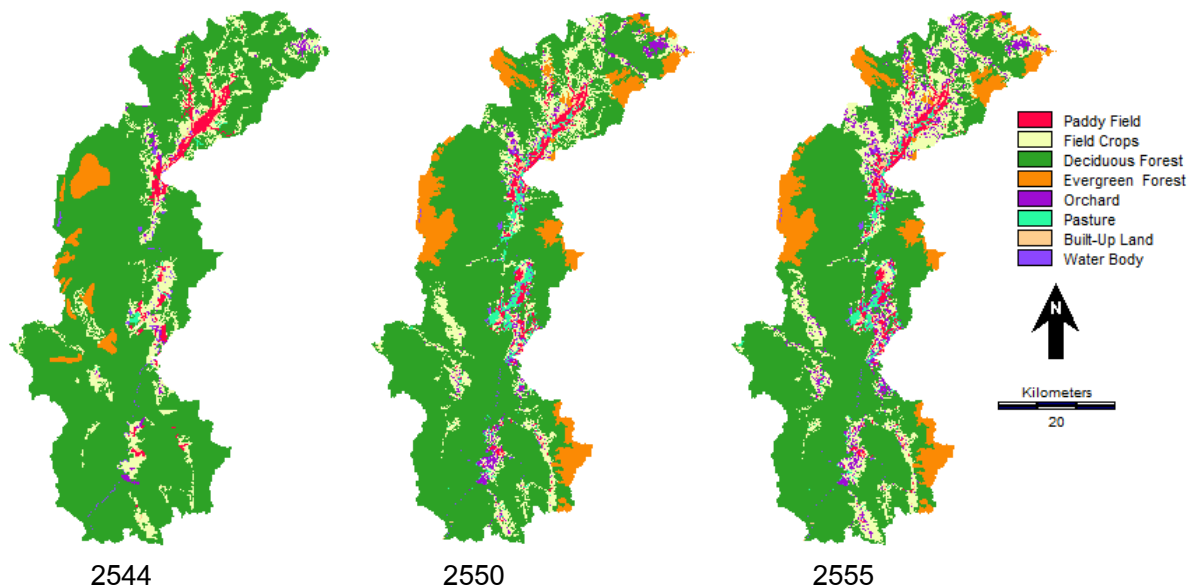
4.1 คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคตของลุ่มน้ำยมตอนบน

วิเคราะห์และคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคต โดยใช้แบบจำลอง Land Change Modeler (LCM) ในโปรแกรม Idrisi Selva พัฒนาโดย Clark Labs, Clark University, USA ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการวิเคราะห์คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน แสดงดัง รูปที่ 4.1 มีขั้นตอนประกอบดังนี้



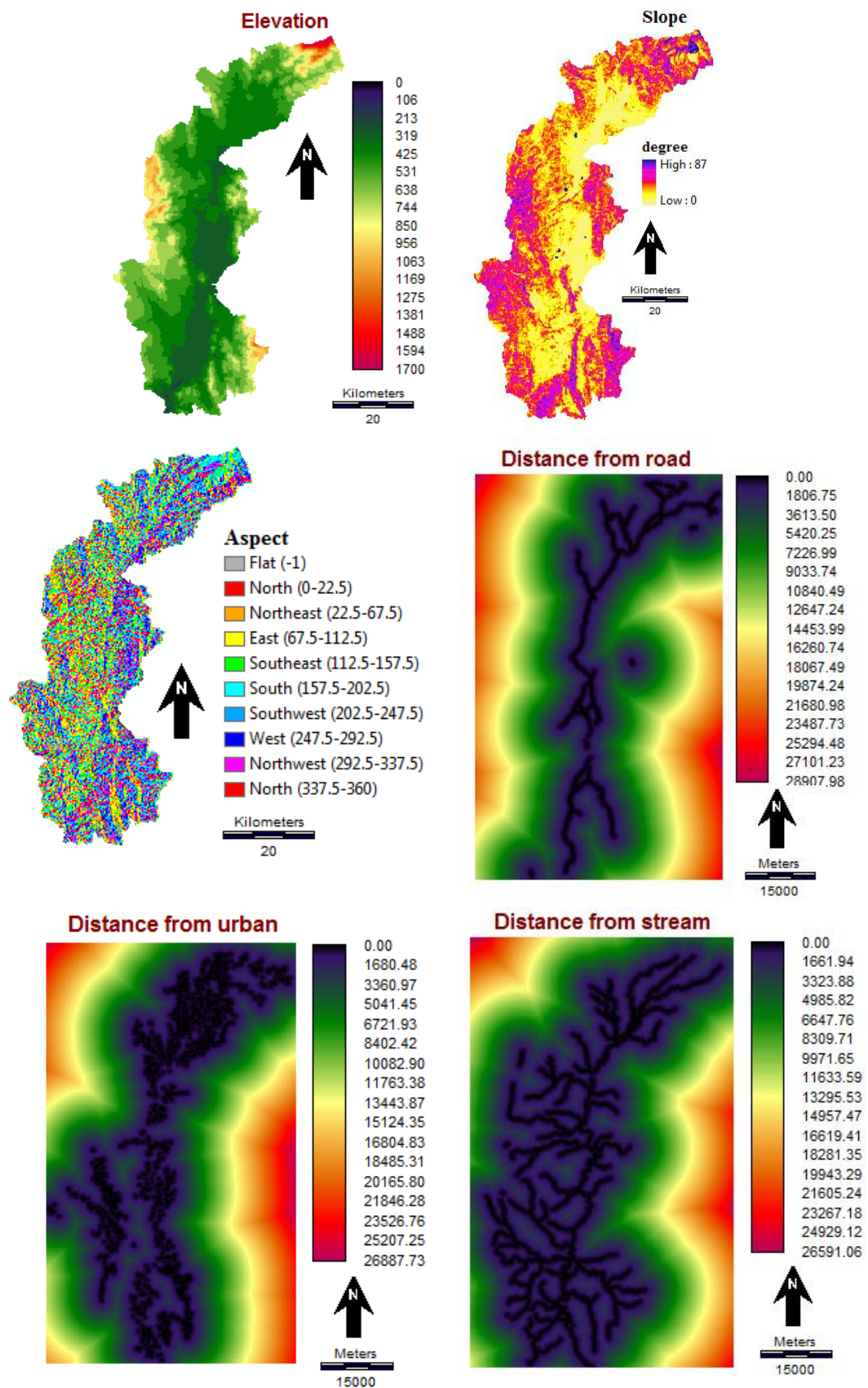
รูปที่ 4.1 แบบจำลอง Land Change Modeler (LCM) และขั้นตอนการคาดการณ์

- รวบรวมแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงตัวเลข จากกรมพัฒนาที่ดิน ปี 2544, 2550 และ 2555 ซึ่งแผนที่การใช้ที่ดินดังกล่าว แปลภาพจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5TM และนำมาจัดชั้นข้อมูล (Reclassification) การใช้ประโยชน์ที่ดินใหม่ ซึ่งประกอบไปด้วย นาข้าว พืชไร่ ป่าผลัดใบ ป่าดิบ สวนผลไม้ พื้นที่อื่นๆ บ้านเรือน และแหล่งน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2544, 2550 และ 2555

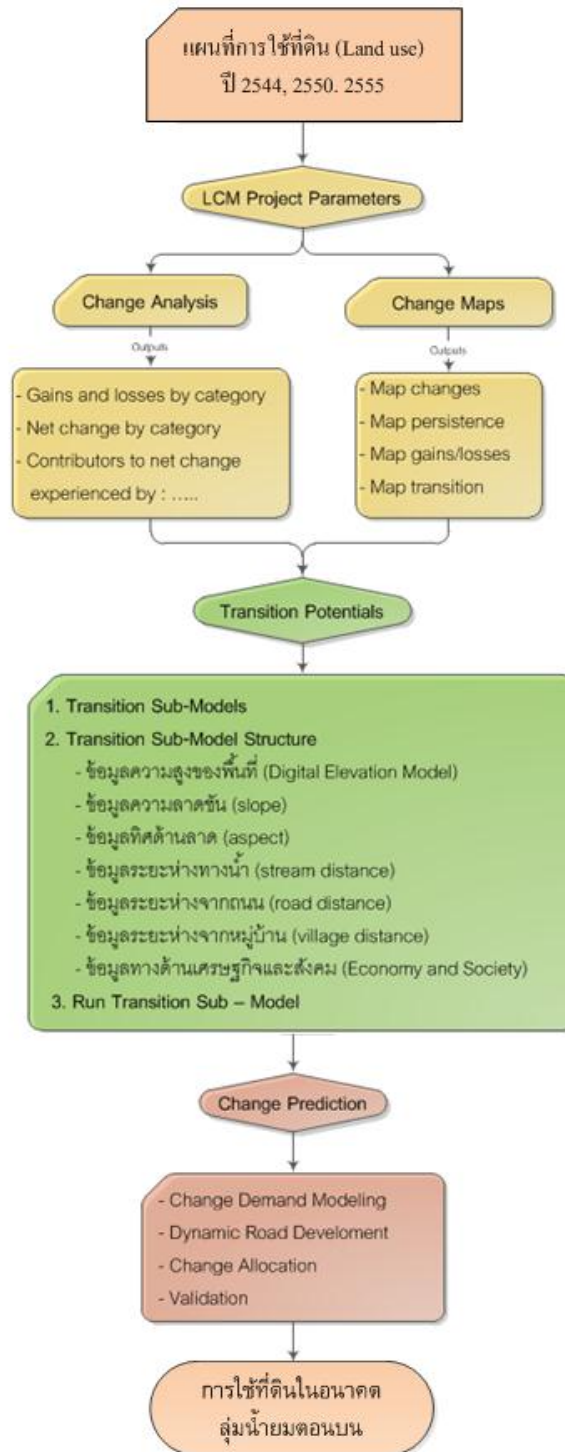
- รวบรวมข้อมูลปัจจัยต่างๆ (รูปที่ 4.3) ที่ใช้ในแบบจำลอง LCM ประกอบด้วย
- แผนที่ความสูงภูมิประเทศ (elevation) ซึ่งอยู่ในรูปของข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM) เตรียมจากข้อมูลเส้นชั้นความสูงเชิงตัวเลข
 - แผนที่ความลาดชัน (slope) เตรียมจากแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข Surface Analysis > Spatial Analyst> Slope ใน ArcGIS9.3
 - แผนที่ทิศด้านลาด (aspect) เตรียมจากแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลขโดยใช้คำสั่ง Surface Analysis > Spatial Analyst> Aspect ใน ArcGIS9.3
 - แผนที่ข้อมูลระยะห่างจากถนน (road distance) เตรียมจากข้อมูลถนนโดยใช้คำสั่ง Spatial Analysis > Distance > Straight Line ใน ArcGIS 9.3
 - แผนที่ข้อมูลระยะห่างจากหมู่บ้าน (village distance) เตรียมจากข้อมูลตำแหน่งหมู่บ้านในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนโดยใช้คำสั่ง Spatial Analysis > Distance > Cost Weighted กับข้อมูลความลาดชันใน ArcGIS 9.3
 - แผนที่ข้อมูลระยะห่างทางน้ำ (stream distance) เตรียมจากข้อมูลทางน้ำโดยใช้คำสั่ง Spatial Analysis > Distance > Straight Line ใน ArcGIS 9.3
 - ข้อมูลปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคม (economy and society)



รูปที่ 4.3 พารามิเตอร์ต่างๆ ใช้ในแบบจำลอง LCM

➤ วิเคราะห์และคาดการณ์การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำยม

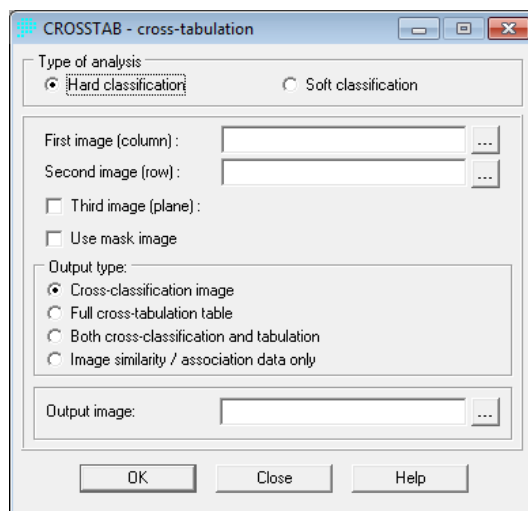
วิเคราะห์และคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำยมตอนบน โดยแผนที่การใช้ที่ดินระหว่างช่วงปี 2544- 2550 คาดการณ์การใช้ที่ดินในปี 2555 สำหรับใช้สอบเทียบแบบจำลอง และใช้แผนที่การใช้ที่ดินระหว่างช่วงปี 2550 – 2555 คาดการณ์แนวโน้มการใช้ที่ดินใน ปี 2565 ขั้นตอนแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคต

➤ การตรวจสอบความถูกต้องผลการคาดการณ์การใช้ที่ดิน

ตรวจสอบความถูกต้องเชิงพื้นที่ที่ได้จากการคาดการณ์โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลแผนที่ได้จากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียมของกรมพัฒนาที่ดิน ปี 2555 และข้อมูลแผนที่จากการคาดการณ์การใช้ที่ดินด้วยแบบจำลอง LCM ด้วยวิธี Crosstabulation โดยใช้คำสั่ง Crosstab ในโปรแกรม Idrisi Selva ดังแสดงในรูปที่ 4.5 ซึ่งเป็นการตรวจสอบความตรงกันเชิงพื้นที่ของข้อมูลการใช้ที่ดินระหว่างแผนที่ข้อมูล 2 ชุด



รูปที่ 4.5 Crosstab ในโปรแกรม Idrisi Selva

4.2 ประเมินการชะล้างพังทลายของดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศ ในสภาวะปัจจุบันและอนาคต

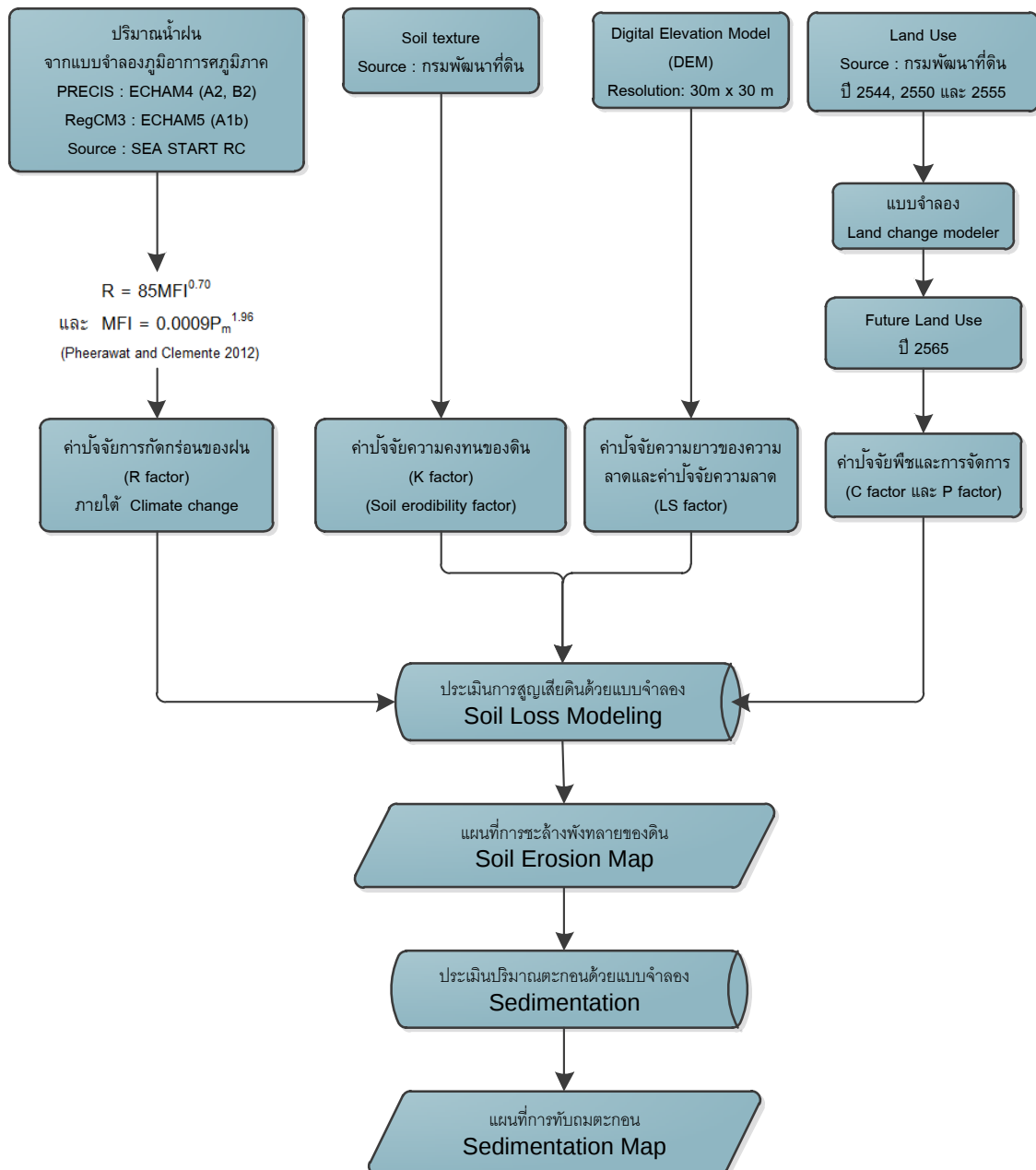
การประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินแบบจำลอง Soil loss with Idrisi Selva และผลลัพธ์ข้อมูลน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค เพื่อวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำมตอนบนภายใต้สภาวะปัจจุบันและอนาคต

4.2.1 แบบจำลอง Soil Loss Modeling

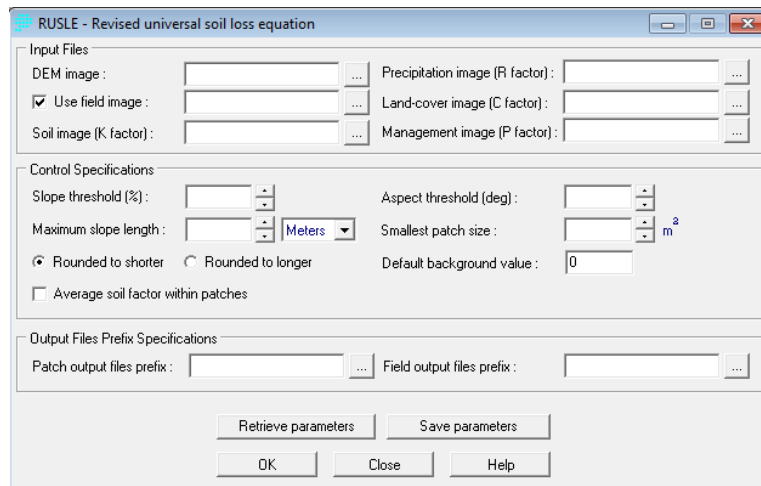
การวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินด้วยแบบจำลอง Soil Loss Modeling with RUSLE ซึ่งเป็นการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับสมการการสูญเสียดินสากลปรับปรุง (RUSLE) เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดินเป็นการนำเอาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินซึ่งอยู่ภายใต้สมการสูญเสียดินสากลคือปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (R) ปัจจัยความคงทนของดิน (K) ปัจจัยลักษณะภูมิประเทศ (LS) ปัจจัยการจัดพืช (C) ปัจจัยการปฏิบัติการควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน (P) และข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข

(Digital Elevation Model, DEM) มาพิจารณาร่วมในแบบจำลอง Soil Loss Modeling (รูปที่ 4.6 และ 4.7) ซึ่งเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละปัจจัยตลอดจนวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดินโดยทำการวิเคราะห์ผลกระทบประกอบด้วย

- วิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินภายใต้สภาวะปัจจุบัน ปี 2555
- วิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินในอนาคต ปี 2565



รูปที่ 4.6 แผนผังการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน



รูปที่ 4.7 แบบจำลอง Soil Loss Modeling

4.2.2 พารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลอง Soil Loss Modeling ประกอบด้วย

- แบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM) ความละเอียด 30m x 30 m ได้รับจาก กรมพัฒนาที่ดิน

- ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (Rainfall erosivity, R factor)

รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนในเขตลุ่มน้ำยมตอนบนและบริเวณพื้นที่ข้างเคียง จำนวน 10 สถานี ซึ่งครอบคลุมพื้นที่จังหวัดพะเยา จำนวน 8 สถานี และจังหวัดแพร่ จำนวน 2 สถานี ข้อมูลปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ปี 2524 – 2553

การวิเคราะห์ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (R factor) ได้จากสมการ Plangoen and Roberto (2012) ดังแสดงในสมการ 4.1 และ 4.2

$$R = 85MFI^{0.70} \quad (4.1)$$

$$\text{และ } MFI = 0.0009P_m^{1.96} \quad (4.2)$$

เมื่อ

R คือ ปัจจัยการกัดกร่อนของฝน ($MJ \text{ mm ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$)

MFI คือ Modified Fournier index (mm)

P_m คือ ปริมาณฝนรายเดือน (mm)

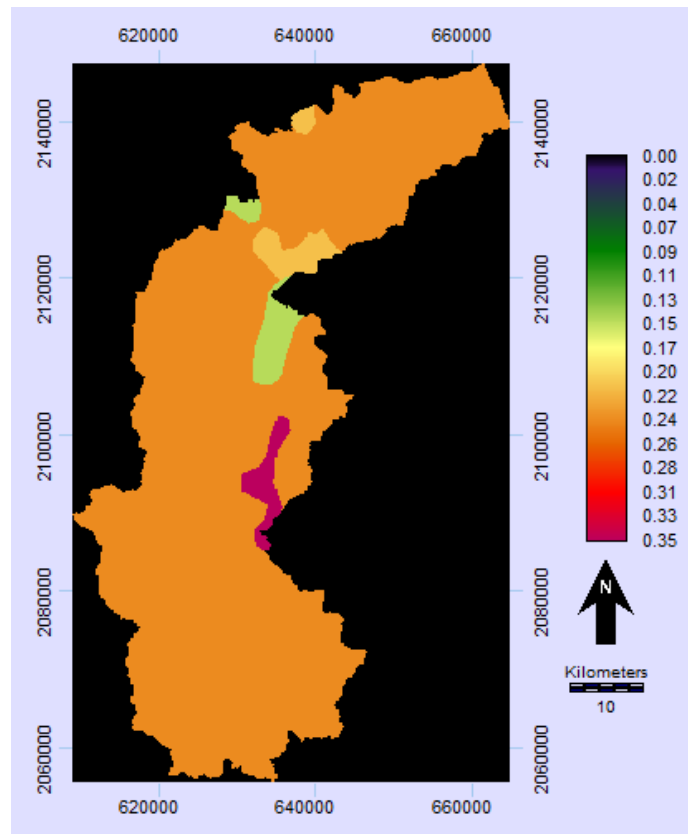
ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศ (RCM) ประกอบด้วย

- ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง PRECIS : ECHAM4 ภายใต้ภาพจำลองการพัฒนาเศรษฐกิจ-สังคมของโลก A2 และ B2 ศึกษาวิจัยโดย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภายใต้ทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สกว.
- ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง RegCM3 : ECHAM5 ภายใต้ภาพจำลองการพัฒนาเศรษฐกิจ-สังคมของโลก A1b ศึกษาวิจัยโดย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ภายใต้ทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สกว.

➤ **ค่าปัจจัยความคงทนของดิน (Soil erodibility, K factor)** ได้จากแผนที่ชุดดินมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน (2543) และนำไปใส่ค่า Soil erodibility โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการจำแนกค่า Soil erodibility ตามชุดดินและค่า Soil erodibility ที่ได้จากหน่วยทางธรณีวิทยาในพื้นที่ภาคเหนือของกรมพัฒนาที่ดินผลการประเมินค่า K ของกลุ่มชุดดินมีแสดงในตารางที่ 4.1 และค่าปัจจัยความคงทนของดินในกลุ่มน้ำยมตอนบนแสดงในรูปที่ 4.8

ตาราง 4.1 ค่าปัจจัยความคงทนของดิน (K factor) ของกลุ่มชุดดินในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2543)

กลุ่มชุดดิน	Soil erodibility	กลุ่มชุดดิน	Soil erodibility	กลุ่มชุดดิน	Soil erodibility
1 - 5	0.18	26	0.30	46	0.24
6 - 7	0.27	27	0.18	47	0.33
8	0.18	28	0.15	48 - 49	0.27
9	0.27	29 - 31	0.24	50	0.19
10 - 14	0.18	32	0.30	51	0.15
15	0.27	33	0.49	52	0.24
16	0.34	34	0.19	53	0.30
17 - 20	0.30	35 - 40	0.27	54 - 55	0.24
21	0.35	41	0.05	56	0.27
22	0.06	42	0.05	57 - 58	0.35
23	0.06	43	0.05	59	0.35
24	0.06	44	0.05	60	0.33
25	0.30	45	0.30	61	0.33
				62	พิจารณาตาม หน่วยธรณีวิทยา



รูปที่ 4.8 แผนที่ปัจจัยความคงทนของดิน (K factor)

- ค่าปัจจัยความลาดชันและความยาวของความลาด (Slope length and Slope steepness, LS factor) ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) วิเคราะห์ข้อมูลระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) จากนั้นจึงคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ต้องคาและความยาวของความลาดเทเข้าสมการเพื่อหาค่า LS factor ตามวิธีของ Wischeimer and Smith (1978) และปรับปรุงค่าปัจจัยในสมการโดยใช้การคำนวณตามสมการของ McCool et al. (1987)

$$L = (\lambda/22.13)^m \quad (4.3)$$

เมื่อ

L = ปัจจัยความยาวของความลาดเท

λ = ความยาวความลาดเท (m)

m = ค่ายกกำลังเท่ากับ 0.5 เมื่อความลาดเท $\geq 5\%$

0.4 เมื่อความลาดเท 3-5 %

0.3 เมื่อความลาดเท 1-3 %

0.2 เมื่อความลาดเท $< 1\%$

$$\lambda = \frac{\text{cell size}}{\cos \theta} \quad (4.4)$$

เมื่อ

λ = ความยาวความลาดเท (m)

cell size = ขนาดด้านกริดของแบบจำลองสภาพภูมิประเทศ (Digital Elevation Model: DEM) (m)

θ = องศาความลาดเท

คำนวณค่าปัจจัยความลาดเท (Slope Gradient Factor, S) จากแบบจำลองสภาพภูมิประเทศ (Digital Elevation Model: DEM) ซึ่งสร้างขึ้นจากข้อมูลเส้นชั้นความสูง (Contour) มาตรฐาน 1 : 50,000 ในพื้นที่ศึกษาวิจัย

$$S = 0.065 + 0.045s + 0.0065s^2 \quad (4.5)$$

เมื่อ S = ปัจจัยความลาดเท

s = เปอร์เซนต์ความลาดเท

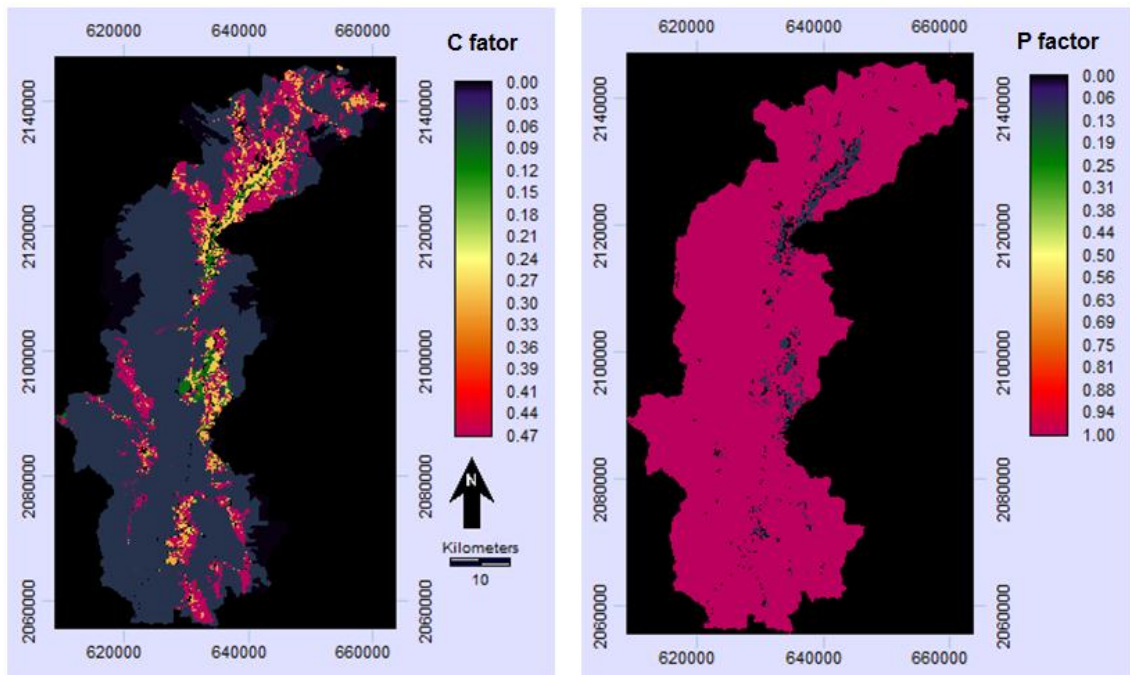
➤ ปัจจัยการจัดการพืช (C-factor) และค่าปัจจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ (P-factor)

จากผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2555 ซึ่งได้รับจากกรมพัฒนาที่ดินและผลการคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2565 จากแบบจำลอง LCM และนำลักษณะการใช้ที่ดินดังกล่าวแปลเป็นค่า ปัจจัยการจัดการพืช (C-factor) และปัจจัยการปฏิบัติการป้องกันการพังทลายของดิน (P-factor) แสดงดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.9 - 4.10 แสดงค่าปัจจัยการจัดการพืช (C-factor) และค่าปัจจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ (P-factor) ภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2555 และ 2565 สำหรับใช้เป็นพารามิเตอร์ในแบบจำลอง Soil Loss Modeling

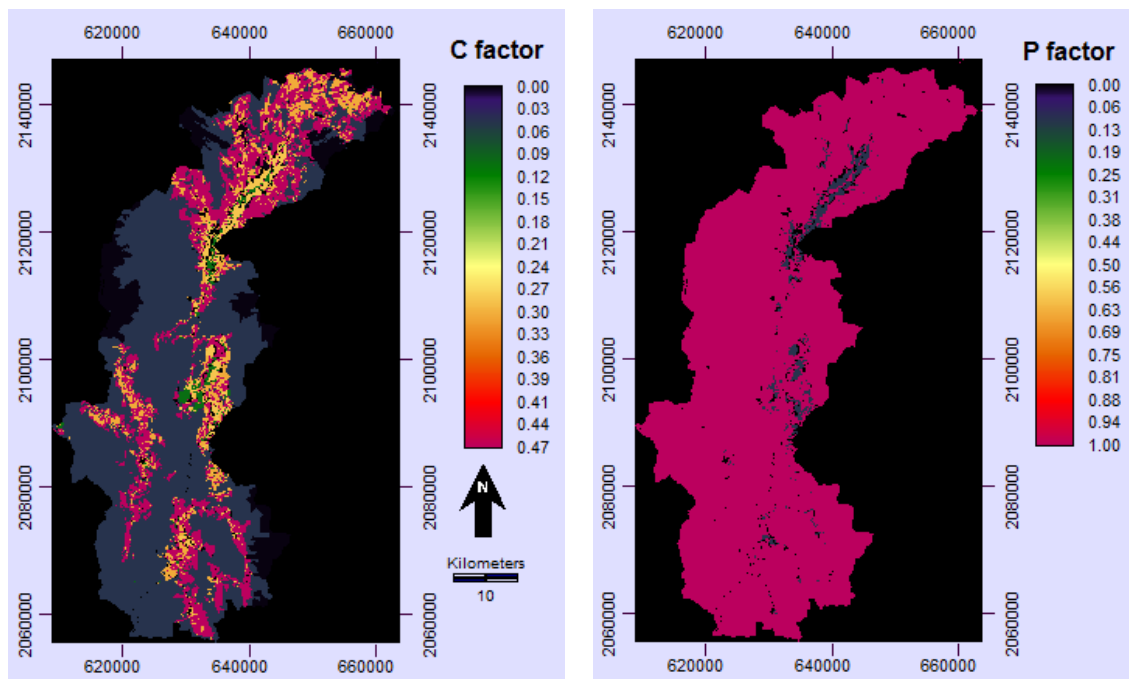
ตารางที่ 4.2 ค่า C และ P factor อ้างอิงตามประเภทการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน

ประเภทการใช้ที่ดิน	C-factor	P-factor
นาข้าว (Paddy field)	0.28	0.1
พืชไร่ (Field crop)	0.60	1
ป่าผลัดใบ (Deciduous forest)	0.048	0.1
ป่าดิบ (Evergreen forest)	0.019	0.1
สวนผลไม้ (Orchard)	0.15	1
พื้นที่อื่นๆ (Pasture)	0.10	1
บ้านเรือน (Built-up land)	0	0
แหล่งน้ำ (Water body)	0	0

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมพัฒนาที่ดิน (2545)



รูปที่ 4.9 ปัจจัยการจัดการพืช (C-factor) และค่าปัจจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ (P-factor) ปี 2555



รูปที่ 4.10 ปัจจัยการจัดการพืช (C-factor) และค่าปัจจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ (P-factor) ปี 2565

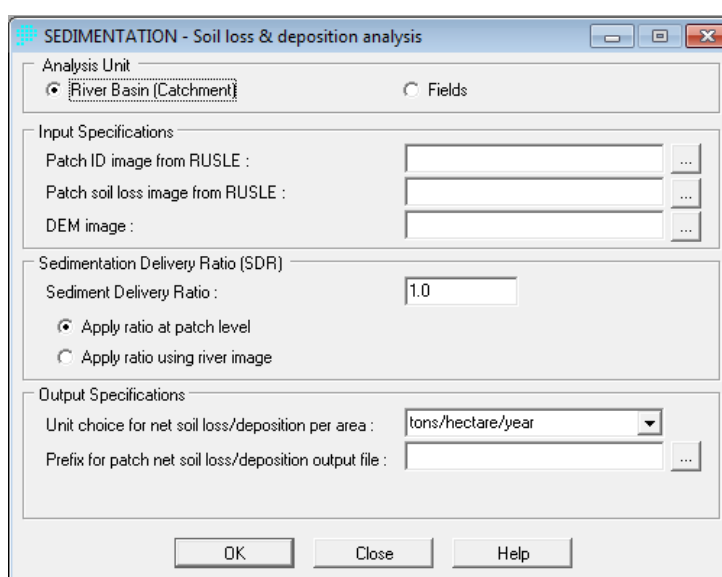
4.3 คาดการณ์ปริมาณตะกอนดินในสภาวะปัจจุบันและอนาคต

วิเคราะห์และคาดการณ์ปริมาณตะกอนดิน(การชะล้างและทับถมตะกอนดิน) โดยใช้แบบจำลอง Sedimentation (รูปที่ 4.11) และขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนดินแสดงในรูปที่ 4.12 และใช้ผลลัพธ์การชะล้างพังทลายของดินจากแบบจำลอง Soil Loss Modeling ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนประกอบด้วย

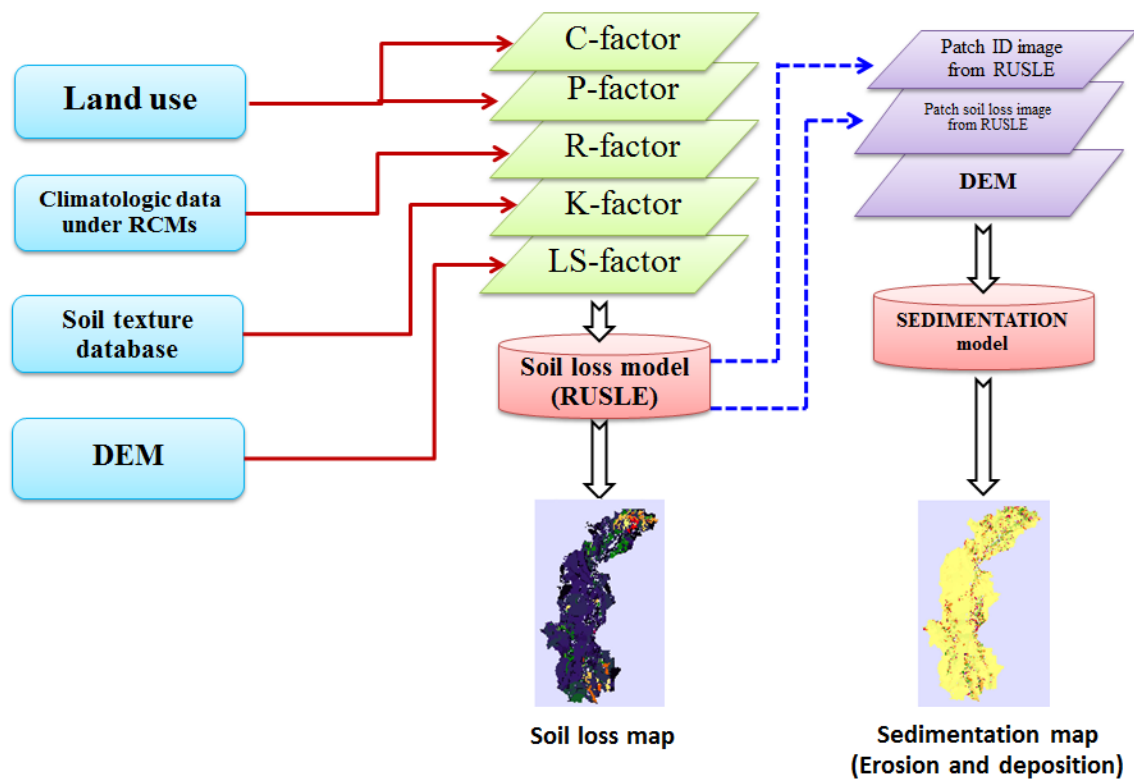
- Patch ID image RUSLE,
- แผนที่การชะล้างพังทลายของดิน (Patch Soil loss map from RUSLE)
- แบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM)
- แผนที่ลำน้ำสาขาและแม่น้ำยม (River map)

วิเคราะห์และประเมินการชะล้างและทับถมของตะกอนดินด้วยแบบจำลอง Sedimentation โดยทำการวิเคราะห์ผลกระทบประกอบด้วย

- วิเคราะห์การชะล้างและทับถมของตะกอนดินภายใต้สภาวะปัจจุบัน ปี 2555
- วิเคราะห์การชะล้างและทับถมของตะกอนดินในอนาคต ปี 2565 โดยแยกกันวิเคราะห์ออกเป็น 3 กรณี
 - วิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคตต่อการชะล้างและทับถมของตะกอนดิน
 - ประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อการชะล้างและทับถมของตะกอนดิน
 - ประเมินผลกระทบทั้งการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศต่อการชะล้างและทับถมของตะกอนดิน



รูปที่ 4.11 แบบจำลอง Sedimentation



รูปที่ 4.12 ขั้นตอนการวิเคราะห์ตะกอนดินด้วยแบบจำลอง Sedimentation

4.4 แนวทางการปรับตัวและป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณตะกอน

การประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสภาพภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณตะกอนดินในลุ่มน้ำยมตอนบน จากผลการวิจัยสามารถที่จะระบุพื้นที่การพังทลายของดินและการชะล้างและการทับถมของตะกอนดินที่มีความรุนแรงมาก ดังนั้นเพื่อที่จะหาแนวทางในการยับยั้งและชะลอการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณตะกอนดินในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่เสี่ยงภัย ประกอบไปด้วยการใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) และการจัดสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) ดังแสดงในรูปที่ 4.13

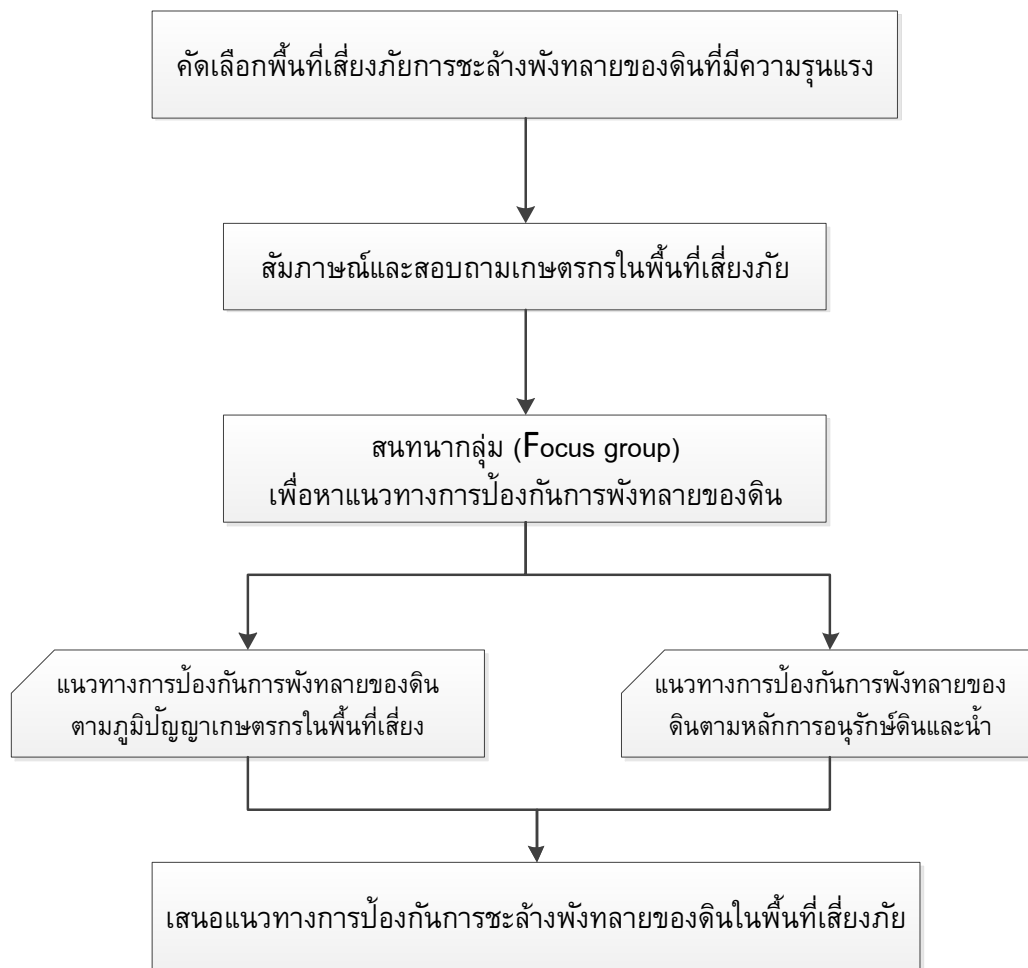
▪ การใช้แบบสอบถาม

การสัมภาษณ์ตามแบบสอบถาม ประชาชนในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงของการชะล้างพังทลายของดินที่มีความรุนแรง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการหาสาเหตุของการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง ลักษณะของแบบสอบถามถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงและความคิดเห็นที่ไม่ซับซ้อน เนื้อหาของแบบสอบถามประกอบด้วย (ภาคผนวก ก)

- 1) คำชี้แจงในการตอบที่ปากของแบบสอบถามจะมีคำชี้แจงซึ่งมีกระบวนวิธีประสงค์ในการตอบแบบสอบถามหรือจุดมุ่งหมายของการวิจัย
- 2) ข้อมูลทั่วไป
- 3) ข้อมูลด้านสังคม
- 4) ข้อมูลชนิดการเพาะปลูกพืช
- 5) ข้อมูลด้านองค์กรของรัฐ
- 6) ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม (วิธีการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินโดยเกษตรกร)

▪ การสนทนากลุ่ม

จัดสนทนากลุ่ม (focus group discussion) เป็นการสัมภาษณ์และสนทนาแบบเจาะประเด็นประชาชนในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงของการชะล้างพังทลายของดินรุนแรง โดยจัดกลุ่มสนทนาแล้วเปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมสนทนาแลกเปลี่ยนทัศนะกันอย่างกว้างขวางในประเด็นต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาและแนวทางการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน รวบรวมแนวคิดจากประชาชนผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่มและเพื่อหาแนวทางยับยั้งและป้องกันการชะล้างพังทลายของดินจากประชาชนในพื้นที่และแนวทางการป้องกันตามหลักวิชาการ



รูปที่ 4.13 แผนผังการเสนอแนวทางการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่เสี่ยงภัย

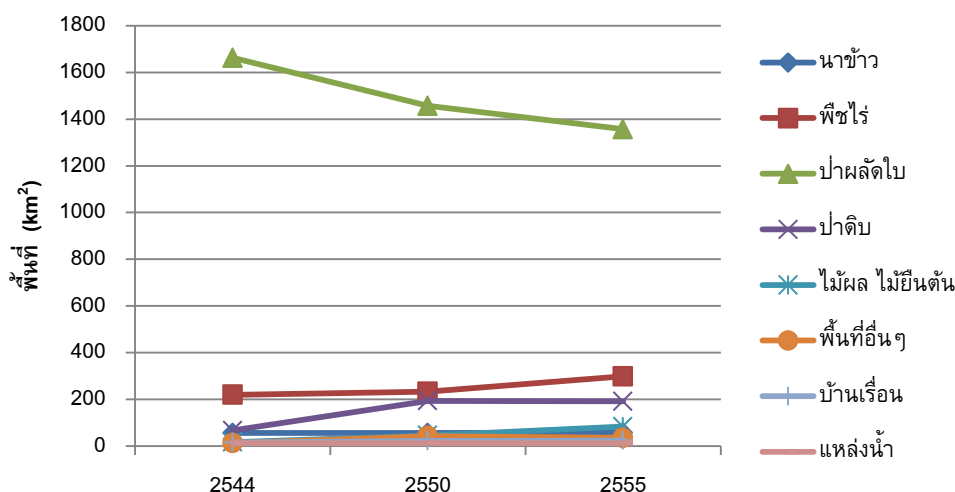
บทที่ 5

ผลการศึกษาวิจัย

ผลการศึกษาวิจัยการประเมินผลกระทบและการปรับตัวของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบนประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

5.1 การใช้ที่ดินของลุ่มน้ำยมตอนบนปี 2544, 2550 และ 2555

จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2544, 2550 และ 2555 ครอบคลุมพื้นที่ อำเภอบึง อำเภอยะรังและอำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยาและ อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ซึ่งได้รับแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเชิงตัวเลข จากกรมพัฒนาที่ดินซึ่งแปลจาก ภาพถ่ายดาวเทียม Land Sat5 ระบบ TM และได้แบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 8 ประเภท ได้แก่ นาข้าว พืชไร่ ป่าดิบ ป่าผลัดใบ สวนผลไม้ พื้นที่อื่นๆ บ้านเรือนที่อยู่อาศัย และแหล่งน้ำ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนในรอบ 10 ปีระหว่างปี 2544 ถึง 2555 ได้ผลดังตารางที่ 5.1 และรูปที่ 5.1 พบว่าพื้นที่ป่าไม่มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยมีอัตราการลดลงแบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือช่วงระหว่างปี 2544 - 2550 และช่วงระหว่างปีพ.ศ. 2550 - 2555 เฉลี่ยร้อยละ 10.01 และ 4.85 ตามลำดับในขณะที่ พืชไร่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเฉลี่ยร้อยละ 0.63 ช่วงระหว่างปี 2544 - 2550 และ ร้อยละ 3.32 ช่วงระหว่างปี 2544 - 2550 นอกจากนี้พื้นที่สวนไม้ผล พื้นที่อื่นๆ บ้านเรือน และแหล่งน้ำ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อเนื่องช่วงระหว่างปี 2544 - 2555

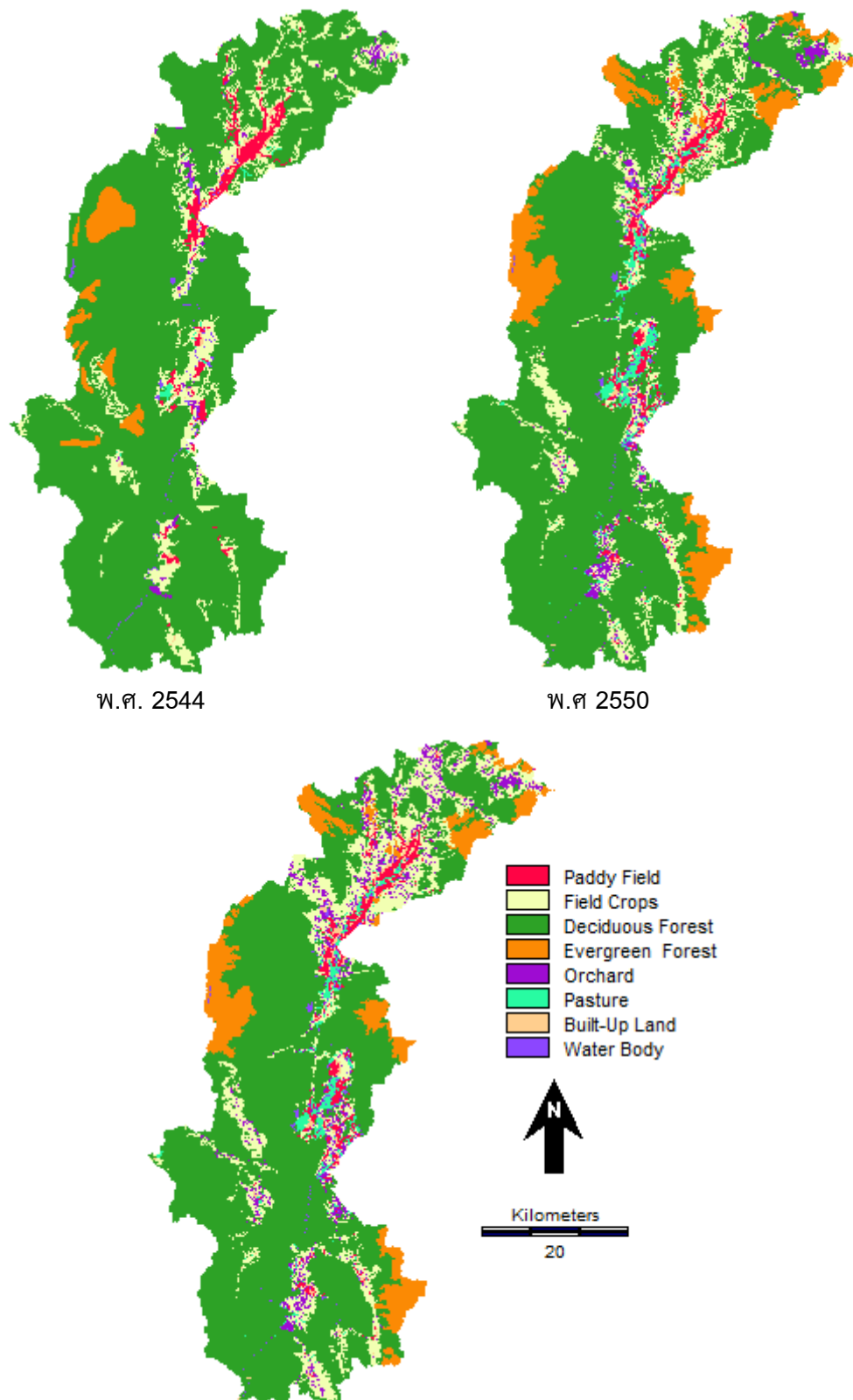


รูปที่ 5.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำยมตอนบน ระหว่างปี 2544 - 2555

ตารางที่ 5.1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในกลุ่มน้ำยมตอนบน

ประเภทการใช้ที่ดินกลุ่มน้ำยม	ปี พ.ศ. 2544		ปี พ.ศ. 2550		ปี พ.ศ. 2555	
	พื้นที่ (km ²)	สัดส่วน (%)	พื้นที่ (km ²)	สัดส่วน (%)	พื้นที่ (km ²)	สัดส่วน (%)
นาข้าว (Paddy field)	55	2.65	55	2.69	57	2.79
พืชไร่(Field crop)	219	10.63	232	11.26	298	14.49
ป่าผลัดใบ(Deciduous forest)	1663	80.85	1457	70.84	1357	65.99
ป่าดิบ (Evergreen forest)	66	3.19	193	9.38	191	9.28
สวนผลไม้ (Orchard)	16	0.79	45	2.17	83	4.04
พื้นที่อื่นๆ (Pasture)	12	0.58	42	2.04	35	1.71
บ้านเรือน (Built-up land)	15	0.72	21	1.04	23	1.11
แหล่งน้ำ (Water body)	12	0.58	12	0.56	12	0.58
รวมพื้นที่	2057	100	2057	100	2057	100

รูปที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำยมตอนบนปกคลุมด้วยป่าไม้ประมาณ 80% , 70% และ 66% ของพื้นที่ทั้งหมด ในปี 2544, 2550 และ 2555 ตามลำดับ พื้นที่ปลูกข้าวจะอยู่ในตอนบนของกลุ่มน้ำยมซึ่งอยู่ในพื้นที่ลุ่มต่ำและเรียงตัวขนานตามแม่น้ำยมมีพื้นที่ประมาณ 55 ถึง 57 ตร.กม. ในช่วงระหว่างปี 2544–2555

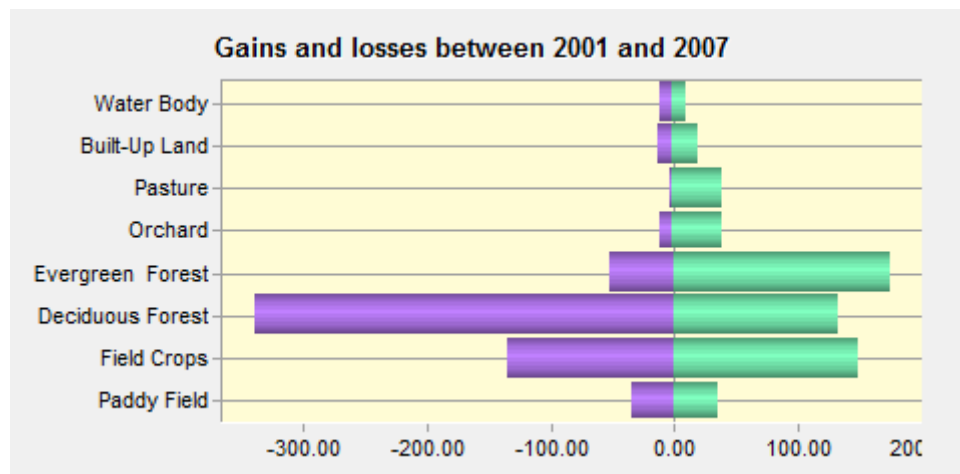


รูปที่ 5.2 แผนที่การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในกลุ่มน้ำมตอนบน 2544, 2550 และ 2555

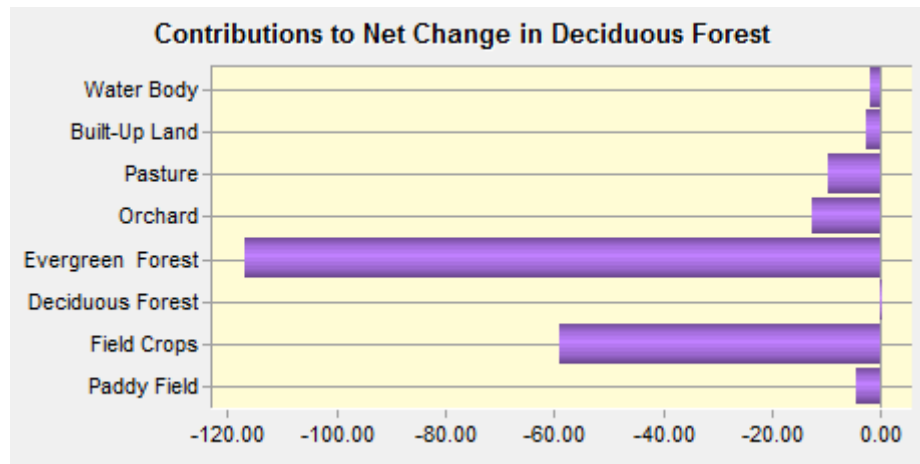
5.2 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตและปัจจุบัน

5.2.1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน ระหว่างปี 2544 และ 2550

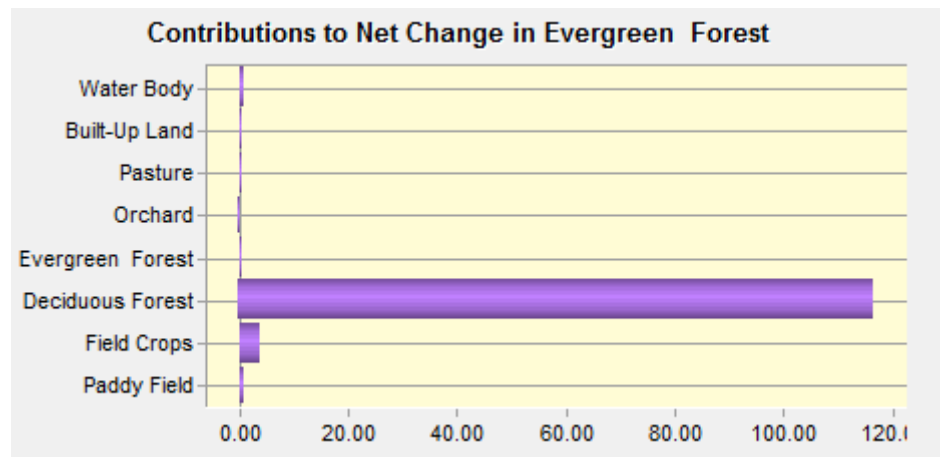
การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำยมตอนบน ระหว่างปี 2544 และ 2550 โดยใช้แบบจำลอง Land Change Modeler (LCM) ซึ่งประเมินการเพิ่มขึ้นและลดลง (gain and losses) ของการใช้ที่ดินแต่ละชนิด ดังแสดงในรูปที่ 5.3 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่างปี 2544 และ 2550 แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ป่าผลัดใบ (Deciduous forest) มีการสูญเสียพื้นที่บางส่วนประมาณ 340 ตร.กม. ในขณะที่พื้นที่ที่ได้รับ 134 ตร.กม. ดังนั้นพื้นที่ป่าผลัดใบลดลงประมาณ 206 ตร.กม. จากปี 2544 ถึง 2550 รูปที่ 5.4 แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ป่าผลัดที่ลดลงนั้นได้มีการปลูกพื้นที่อื่นๆ ทดแทน ประกอบไปด้วย กลายเป็นพื้นที่ป่าดิบ 117 ตร.กม. มีการทำเป็นพื้นที่สำหรับปลูกพืชไร่ 59 ตร.กม. สวนผลไม้ 12 ตร.กม. ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ 10 ตร.กม. และ พื้นที่นาข้าว 5 ตร.กม. อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่ได้รับการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นได้แก่ ป่าดิบ ประมาณ 123 ตร.กม. (รูปที่ 5.5) พื้นที่ที่เพิ่มขึ้นของป่าดิบได้จากการลดลงของพื้นที่ป่าผลัดใบ 117 ตร.กม. และพื้นที่พืชไร่ 5 ตร.กม. ในขณะที่พืชไร่มีการสูญเสียและได้รับพื้นที่เพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน ประมาณ -136 ตร.กม. และ 149 ตร.กม. จากรูปที่ 5.6 พบว่าพื้นที่พืชไร่ได้ทำเป็นพื้นที่บ้านเรือน (4 ตร.กม.) สวนผลไม้ (15 ตร.กม.) และพื้นที่อื่นๆ (16 ตร.กม.) ตามลำดับ รูปที่ 5.7 แผนที่แสดงการพื้นที่ที่ได้รับการและสูญเสียเนื่องจากการปลูกพืชชนิดอื่นทดแทนของพื้นที่ป่าผลัดใบและพืชไร่



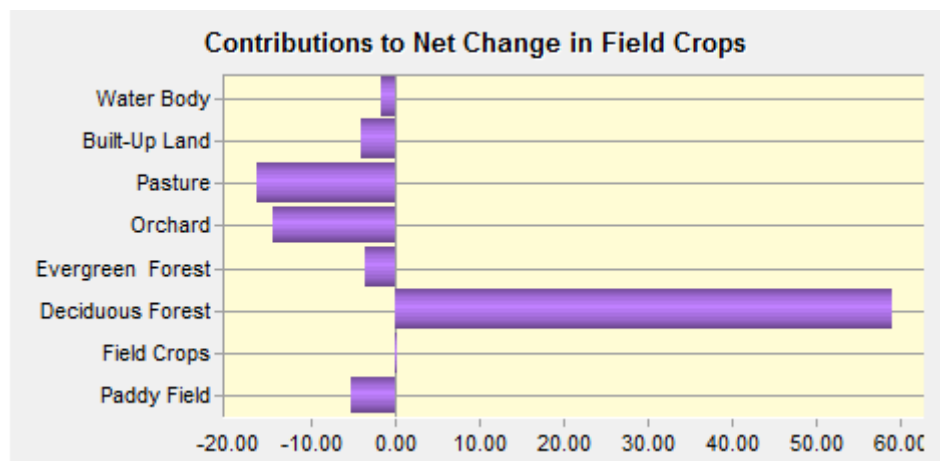
รูปที่ 5.3 กราฟแสดงการเพิ่มขึ้นและการสูญเสียพื้นที่การใช้ที่ดิน ระหว่างปี 2544 – 2550 (ตร.กม.)



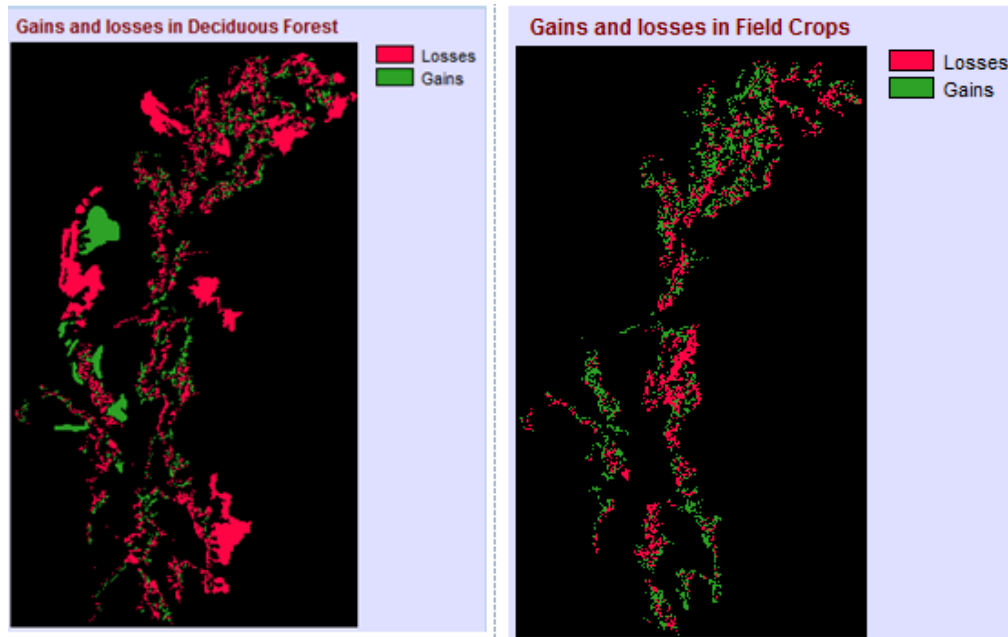
รูปที่ 5.4 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าผลัดใบ ระหว่างปี พ.ศ. 2544 – 2550 (ตร.กม.)



รูปที่ 5.5 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าดิบ ระหว่างปี พ.ศ. 2544 – 2550 (ตร.กม.)



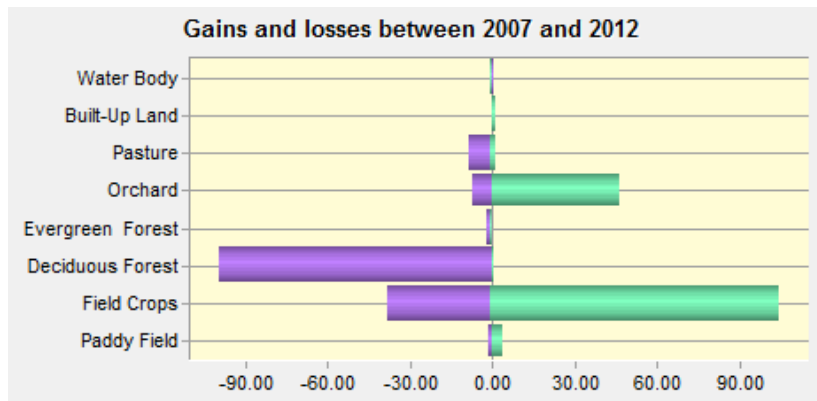
รูปที่ 5.6 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่พืชไร่ ระหว่างปี พ.ศ. 2544 – 2550 (ตร.กม.)



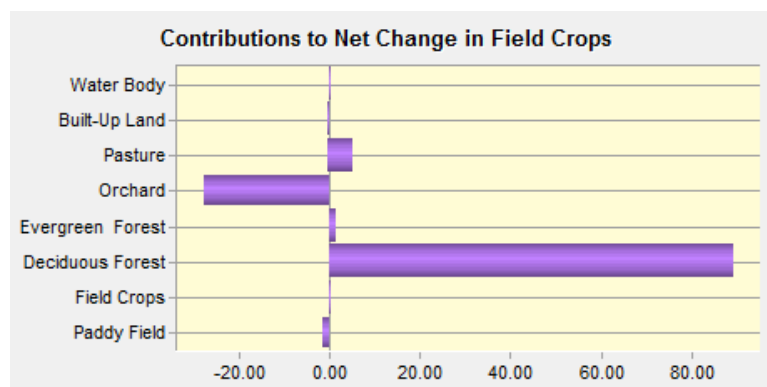
รูปที่ 5.7 แผนที่การสูญเสียและการเพิ่มขึ้นของป่าผลัดใบและพืชไร่ระหว่าง ปี 2544 และ 2550

5.2.2 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำมตอนบน ระหว่างปี 2550 และ 2555

การประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้แบบจำลอง LCM หลักการวิเคราะห์ที่ใช้ในแบบจำลองโดยการประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินจากหนึ่งชนิดของการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งเปลี่ยนแปลงไปยังพืชชนิดอื่นๆ เช่น พื้นที่ป่าไม้ผลัด มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็น พื้นที่พืชไร่ นาข้าว และพื้นที่อื่นๆ เป็นต้นการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำมตอนบนโดยใช้แบบจำลอง LCM ระหว่างปี 2550 และ 2555 โดยการประเมินการเพิ่มขึ้นและลดลง (gain and losses) ของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละชนิด ดังแสดงในรูปที่ 5.8 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่างปี 2550 และ 2555 พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่า 50 ตร.กม. ประกอบไปด้วย นาข้าว ป่าผลัดใบ และสวนผลไม้

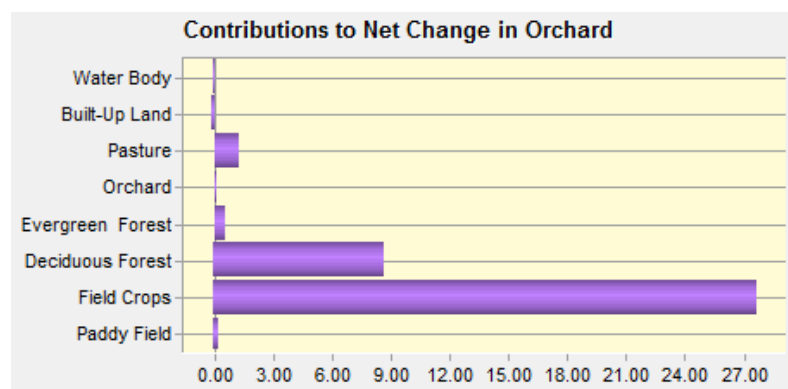


รูปที่ 5.8 การเพิ่มขึ้นและการสูญเสียพื้นที่การใช้ที่ดิน ระหว่างปี พ.ศ. 2550 – 2555 (ตร.กม.)

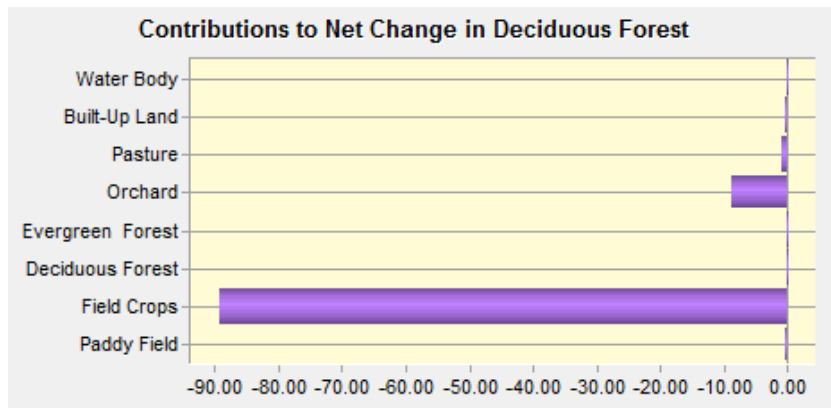


รูปที่ 5.9 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่พืชไร่ ระหว่างปี พ.ศ. 2550 – 2555 (ตร.กม.)

รูปที่ 5.9 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของพืชไร่ในช่วงระหว่างปี 2550 – 2555 มีทั้งการสูญเสียและเพิ่มขึ้นของพื้นที่ของพืชไร่ โดยมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่จากพืชไร่ไปเป็นพื้นที่สวนผลไม้ประมาณ 25 ตร.กม. และมีการใช้พื้นที่ป่าผลัดใบเป็นสวนผลไม้ประมาณ 85 ตร.กม. การเพิ่มขึ้นของพื้นที่สวนผลไม้มีการเพิ่มขึ้นมากที่สุดจากการเปลี่ยนแปลงพืชไร่เป็นสวนผลไม้ 28 ตร.กม. และรองลงมาได้แก่ ป่าผลัดใบ 8 ตร.กม. (รูปที่ 5.10) ในทางตรงกันข้ามมีใช้พื้นที่ป่าผลัดใบเพื่อปลูกพืชไร่ 90 ตร.กม. และสวนผลไม้ประมาณ 10 ตร.กม. (รูปที่ 5.11)



รูปที่ 5.10 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่สวนผลไม้ ระหว่างปี พ.ศ. 2550 – 2555 (ตร.กม.)



รูปที่ 5.11 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าผลัดใบ ระหว่างปี พ.ศ. 2550 – 2555 (ตร.กม.)

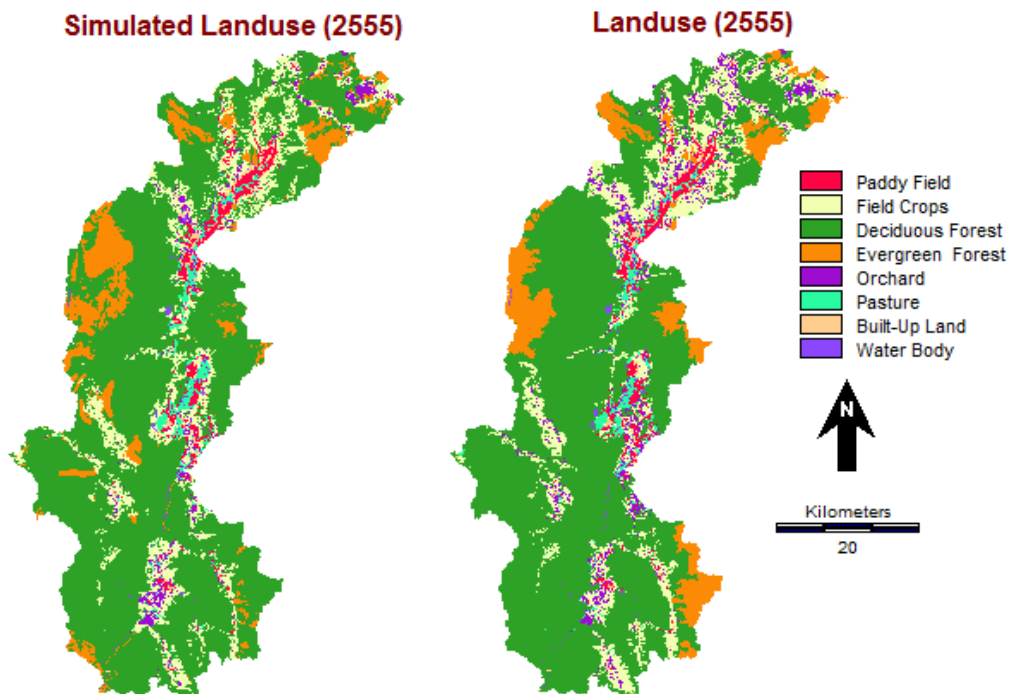


รูปที่ 5.12 แผนที่การสูญเสียและการเพิ่มขึ้นของป่าผลัดใบและพืชไร่ช่วงระหว่าง ปี 2550 และ 2555

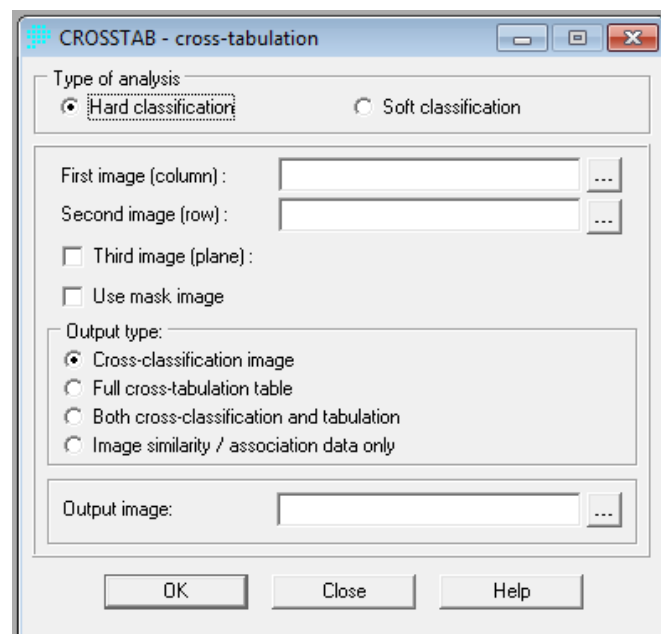
5.3 คาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต

การตรวจสอบความถูกต้องผลการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยการเปรียบเทียบสัดส่วนพื้นที่ที่ได้จากการคาดการณ์กับข้อมูลที่ได้จากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียมและทำการเปรียบเทียบลักษณะการกระจายของการใช้ที่ดินได้จากการคาดการณ์กับข้อมูลที่ได้จากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียม (รูปที่ 5.13) โดยทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียมด้วยวิธี Crosstabulation โดยใช้คำสั่ง Crosstab (รูปที่ 5.14) ในโปรแกรม Idrisi ซึ่งเป็นการตรวจสอบความตรงกันเชิงพื้นที่ของข้อมูลการใช้ที่ดิน (ตารางที่ 5.2) ผลการตรวจสอบความถูกต้องของ

แบบจำลอง LCM แสดงในรูปที่ 5.15 พบว่า ค่าความถูกต้องของการคาดการณ์การใช้ที่ดินสูงถึง ร้อยละ 72.63 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลของแบบจำลองมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี โดยค่า Overall Kappa มากกว่าร้อยละ 70



รูปที่ 5.13 เปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากผลของแบบจำลอง LCM และจากกรมพัฒนาที่ดิน



รูปที่ 5.14 การตรวจสอบความถูกต้องเชิงพื้นที่โดยใช้คำสั่ง Crosstab ในโปรแกรม Idrisi

Proportional Crosstabulation									
	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
1	0.0038	0.0019	0.0017	0.0001	0.0006	0.0019	0.0010	0.0003	0.0113
2	0.0021	0.0214	0.0275	0.0013	0.0031	0.0016	0.0010	0.0003	0.0589
3	0.0011	0.0199	0.2179	0.0196	0.0017	0.0010	0.0006	0.0008	0.2682
4	0.0001	0.0013	0.0195	0.0146	0.0002	0.0000	0.0000	0.0001	0.0377
5	0.0012	0.0058	0.0052	0.0003	0.0022	0.0008	0.0005	0.0003	0.0164
6	0.0012	0.0015	0.0012	0.0000	0.0004	0.0021	0.0004	0.0002	0.0069
7	0.0011	0.0011	0.0007	0.0001	0.0004	0.0005	0.0006	0.0001	0.0045
8	0.0002	0.0006	0.0008	0.0000	0.0002	0.0003	0.0001	0.0002	0.0024
Total	0.0111	0.0542	0.2834	0.0378	0.0089	0.0083	0.0043	0.0023	1.0000
Overall Kappa		0.7263							

รูปที่ 5.15 ผลของการเปรียบเทียบการใช้ที่ดินจากการคาดการณ์และจากการแปลภาพถ่ายจากดาวเทียม

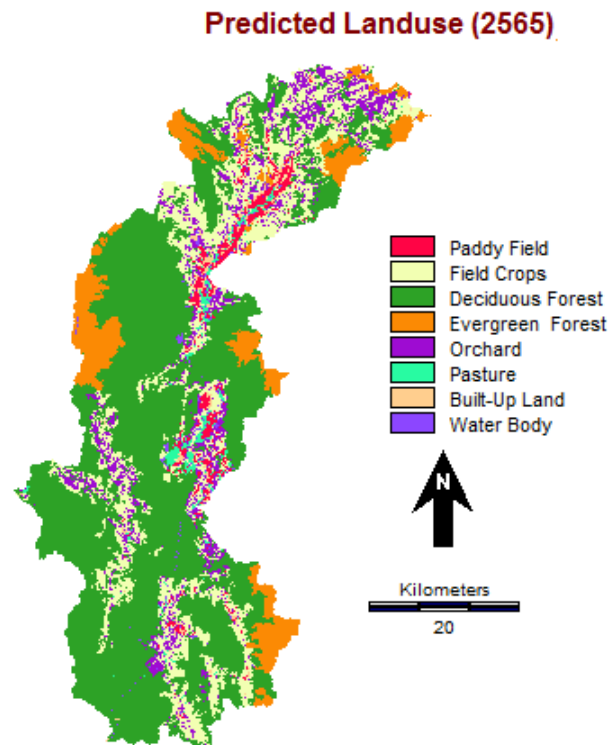
ตารางที่ 5.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินจากแบบจำลอง LCM และแปลจากภาพถ่ายดาวเทียม (กรมพัฒนาที่ดิน)

ประเภทการใช้ที่ดิน	Predicted Land use 2555		Landuse 2555 (กรมพัฒนาที่ดิน)	
	พื้นที่ (km ²)	สัดส่วน (%)	พื้นที่ (km ²)	สัดส่วน (%)
นาข้าว (Paddy field)	55	2.67	57	2.79
พืชไร่ (Field crop)	269	13.08	298	14.49
ป่าผลัดใบ (Deciduous forest)	1409	68.50	1357	65.99
ป่าดิบ (Evergreen forest)	188	9.14	191	9.28
สวนผลไม้ (Orchard)	63	3.06	83	4.04
พื้นที่อื่นๆ (Pasture)	41	1.99	35	1.71
บ้านเรือน (Built-up land)	21	1.02	23	1.11
แหล่งน้ำ (Water body)	11	0.53	12	0.58
รวมพื้นที่	2057	100	2057	100

ตารางที่ 5.3 ผลการคาดการณ์การใช้ที่ดิน ในปี 2565

ประเภทการใช้ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2565	
	พื้นที่ (km ²)	สัดส่วน (%)
นาข้าว (Paddy field)	57	2.77
พืชไร่ (Field crop)	403	19.59
ป่าผลัดใบ (Deciduous forest)	1182	57.46
ป่าดิบ (Evergreen forest)	190	9.24
สวนผลไม้ (Orchard)	164	7.97
พื้นที่อื่นๆ (Pasture)	26	1.26
บ้านเรือน (Built-up land)	23	1.12
แหล่งน้ำ (Water body)	12	0.58
รวมพื้นที่	2057	100.00

ผลการวิเคราะห์และคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน โดยใช้แบบจำลอง LCM ซึ่งคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคต ปี 2565, ดังแสดงในรูปที่ 5.16 และตารางที่ 5.3

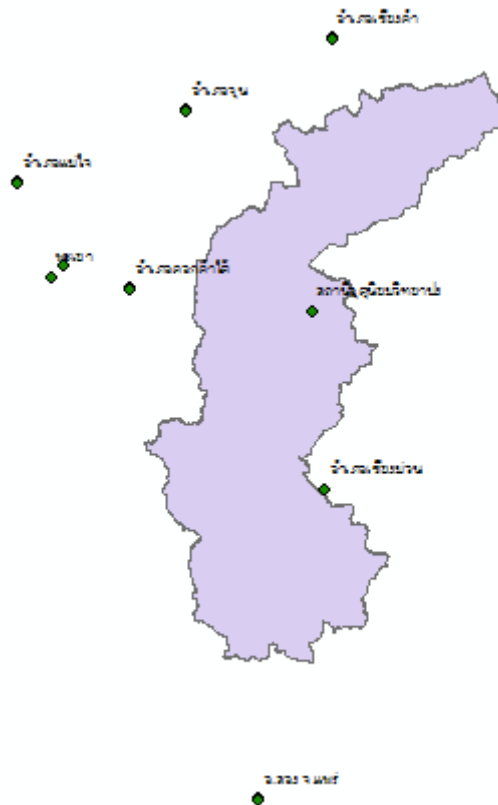


รูปที่ 5.16 แผนที่คาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2565

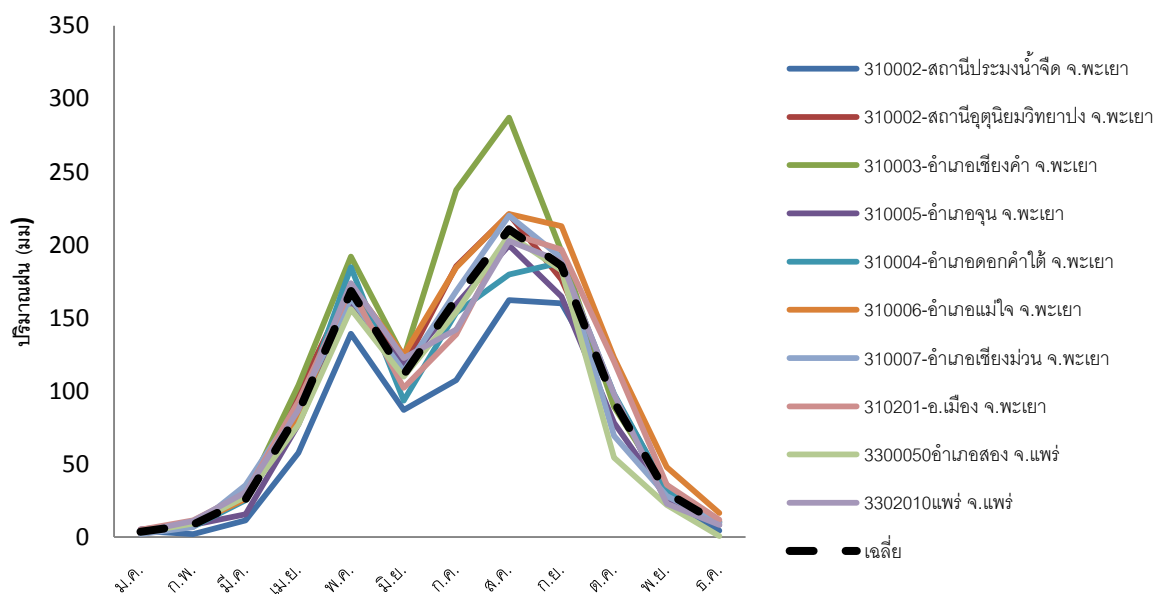
5.4 ข้อมูลปริมาณฝนและค่าปัจจัยการกักตร่อนของฝนในลุ่มน้ำยมตอนบน

5.4.1 วิเคราะห์ปริมาณฝนจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำยมตอนบนได้ศึกษาจากข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนและพื้นที่ข้างเคียง จำนวน 10 สถานี ซึ่งครอบคลุมพื้นที่จังหวัดพะเยา จำนวน 8 สถานี และจังหวัดแพร่ จำนวน 2 สถานีดังแสดงในรูปที่ 5.17 ซึ่งรวบรวมโดยกรมอุตุนิยมวิทยา ตั้งแต่ปี 2524 – 2543 ตารางที่ 5.4 และรูปที่ 5.18 ซึ่งสรุปได้ว่าลุ่มน้ำลุ่มยมตอนบน มีปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 4 มม. จนถึงประมาณ 290 มม. และปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรตั้งแต่ 900 มม. จนถึงประมาณ 1300 มม. โดยมีปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำยมตอนบน เท่ากับ 1075 มม. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนซึ่งนำมาสร้างแผนที่ปริมาณน้ำฝน (Rainfall map) โดยใช้วิธีการ Interpolation ด้วยเทคนิค IDW (Inverse Distance Weighting) ดังแสดงในรูปที่ 5.19 และแสดงปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณฝนสูงสุดบริเวณตอนบนและตอนกลางทางตะวันออกของลุ่มน้ำยมตอนบน



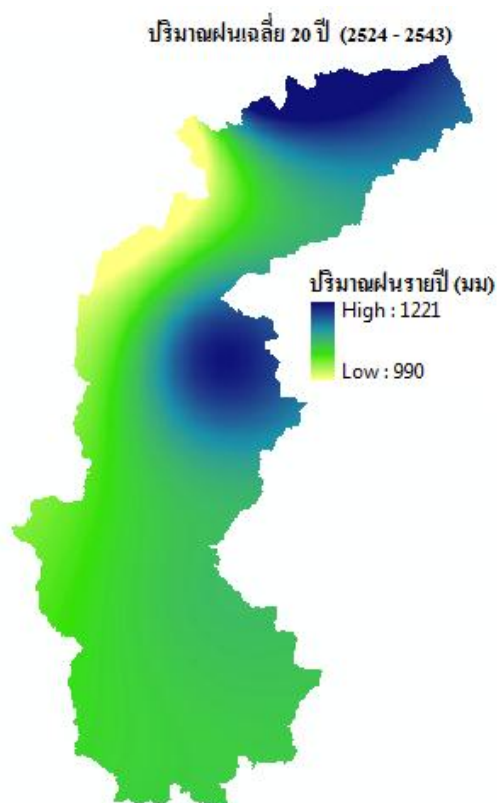
รูปที่ 5.17 สถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียงกลุ่มน้ำยมตอนบน



รูปที่ 5.18 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน 20 ปี (2525 – 2545)

ตารางที่ 5.4 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละสถานี (ค่าเฉลี่ย 20 ปี ระหว่าง ปี 2524 – 2543)

รหัส/สถานี	ปริมาณน้ำฝนรายเดือน (mm)											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
310002-สถานีประมงน้ำจืด												
จ.พะเยา	4	2	11	58	139	87	107	162	160	97	24	4
310002-อ.ปงจ.พะเยา	3	11	30	99	172	117	185	221	176	97	33	11
310003-อ.เชียงคำจ.พะเยา	4	9	29	104	192	123	237	287	195	89	32	10
310005-อ.จุนจ.พะเยา	5	8	16	77	160	117	159	199	164	78	26	8
310004-อ.ดอกคำใต้จ.พะเยา	3	7	25	84	185	93	154	180	188	98	32	10
310006-อ.แม่ใจจ.พะเยา	2	9	26	84	173	125	184	221	213	123	48	16
310007-อ.เชียงม่วนจ.พะเยา	2	7	35	90	163	113	168	220	191	69	28	9
310201-อ.เมืองจ.พะเยา	5	11	30	93	170	102	139	208	197	120	36	12
3300050 อ.สองจ.แพร่	3	9	28	77	156	110	154	207	183	54	22	1
3302010 อ.เมืองจ.แพร่	3	11	31	87	174	123	142	203	188	98	23	8
เฉลี่ย	3	8	26	85	168	111	163	211	186	92	30	9



รูปที่ 5.19 แผนที่ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน

5.4.2 วิเคราะห์ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (Rainfall erosivity, R factor)

ปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน กล่าวคือถ้าปริมาณน้ำฝนตกมากหรือขนาดของเม็ดฝนใหญ่ ประกอบกับมีอัตราการหนักเบาของฝนที่ตกมาก ทำให้โอกาสที่จะเกิดการชะล้างพังทลายของดินย่อมมีสูงมากขึ้น การวิเคราะห์ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนบริเวณลุ่มน้ำยมตอนบน โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา ประกอบด้วย สถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนบริเวณพื้นที่วิจัยและบริเวณใกล้เคียงจำนวน 10 สถานี ตั้งแต่ปี 2524 – 2543 โดยใช้สมการ 5.1 และ 5.2 (Pheerawat and Clemente, 2012)

$$R = 85MFI^{0.70} \quad (5.1)$$

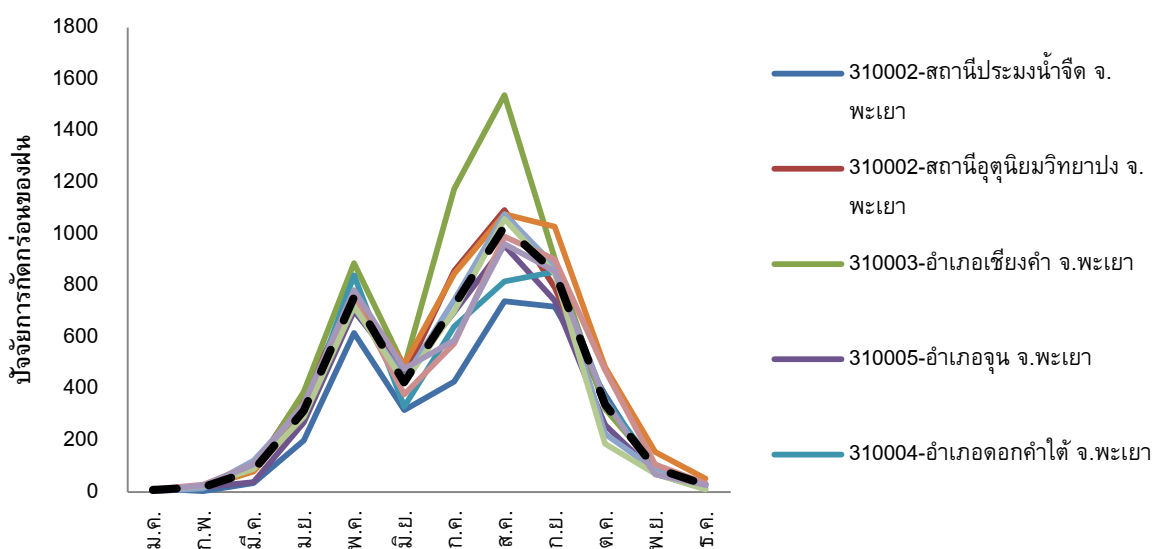
$$\text{และ } MFI = 0.0009P_m^{1.96} \quad (5.2)$$

เมื่อ

R คือ ปัจจัยการกัดกร่อนของฝน ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$)

MFI คือ Modified Fournier index (mm)

P_m คือ ปริมาณฝนรายเดือน (mm)



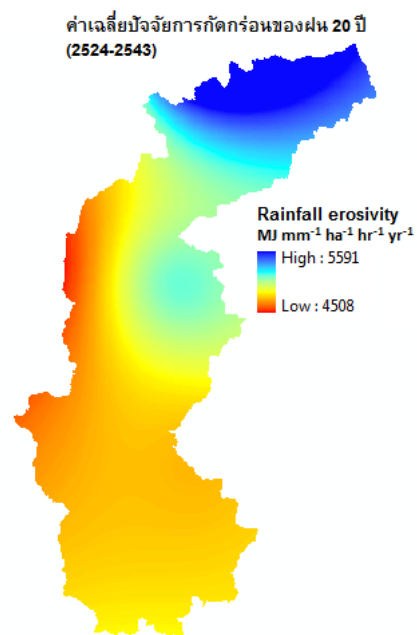
รูปที่ 5.20 ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน, $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ hr}^{-1}$ (ค่าเฉลี่ย 20 ปี พ.ศ 2524 – 2544)

จากการวิเคราะห์ปัจจัยการกัดกร่อนของฝน ดังแสดงในรูปที่ 5.20 ตารางที่ 5.5 พบว่า ช่วงที่ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนมากจะอยู่ระหว่างเดือนพฤษภาคม-กันยายน โดยสถานีที่มีค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนมากที่สุดคือสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝน อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา มีปริมาณค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนเท่ากับ $5936 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ hr}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ และสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนสถานีประมงน้ำจืด จ.พะเยา มีค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนน้อยที่สุด เท่ากับ $3528 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ hr}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ ข้อมูลปัจจัยการกัดกร่อนของฝนรายปีของแต่ละสถานีนำมาสร้างแผนที่ปัจจัย

การกัดกร่อนของฝน(Rainfall erosivity map) โดยใช้วิธีการ Interpolation ด้วยเทคนิค IDW (Inverse Distance Weighting) ดังแสดงในรูปที่ 5.21

ตารางที่ 5.5 ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนของแต่ละสถานี ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ hr}^{-1}$)

รหัส/สถานี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
310002-สถานีประมงน้ำจืดจ.พะเยา	13	3	34	200	616	317	428	739	718	378	70	13
310002-อ.ปงจ.พะเยา	5	24	91	382	759	450	857	1093	792	350	92	31
310003-อ.เชียงคำจ.พะเยา	8	20	82	388	887	484	1175	1539	905	322	98	30
310005-อ.จุนจ.พะเยา	11	18	39	269	702	455	697	955	741	260	73	23
310004-อ.ดอกคำใต้จ.พะเยา	5	14	86	300	840	331	641	817	853	359	99	31
310006-อ.แม่ใจจ.พะเยา	3	19	79	299	761	494	846	1077	1028	485	154	52
310007-อ.เชียงม่วนจ.พะเยา	3	15	121	333	716	438	744	1076	876	225	87	27
310201-อ.เมืองจ.พะเยา	11	28	107	342	748	378	575	990	902	474	106	33
3300050 อ.สองจ.แพร่	6	24	88	291	721	425	701	1058	847	187	70	10
3302010 อ.เมืองจ.แพร่	6	26	106	341	782	478	588	962	856	355	67	27
เฉลี่ย	7	19	83	314	753	425	725	1031	852	340	92	28



รูปที่ 5.21 แผนที่ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนรายปีในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน

5.4.3 วิเคราะห์ปริมาณฝนและปัจจัยการกักต่อน้ำของฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลก

วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกประกอบด้วย (1) ข้อมูล RCM จากแบบจำลอง PRECIS สมมุติฐาน A2 และ B2 ที่ศึกษาโดยศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ SEA START ใช้ข้อมูล GCM นำเข้าจากแบบจำลอง ECHAM4 (PRECIS: ECHAM4) (2) ข้อมูล RCM จากแบบจำลอง RegCM3 สมมุติฐาน A1B ที่ศึกษาโดยบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ใช้ข้อมูล GCM นำเข้าจากแบบจำลอง ECHAM5 (RegCM3: ECHAM5) ใช้วิธีเทียบสัดส่วนข้อมูลตรวจวัด (Ratio) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ช่วง ได้แก่ ช่วงปีฐาน (2524 ถึง 2543) ช่วงอนาคตอันใกล้ (2561-2570), (2571-2580) และช่วงอนาคต (2581-2590) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีของปีฐานข้อมูลในลุ่มน้ำยมตอนบน 1098 มม. ตารางที่ 5.5 แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนของแบบจำลอง PRECIS : ECHAM4 เพิ่มขึ้นประมาณ 30% (1431 มม.) ภายใต้สมมุติฐาน A2 ในปี พ.ศ. 2565 และปริมาณฝนในอนาคตมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง 19% และ 13% ในปี พ.ศ. 2575 และ 2585 ตามลำดับ

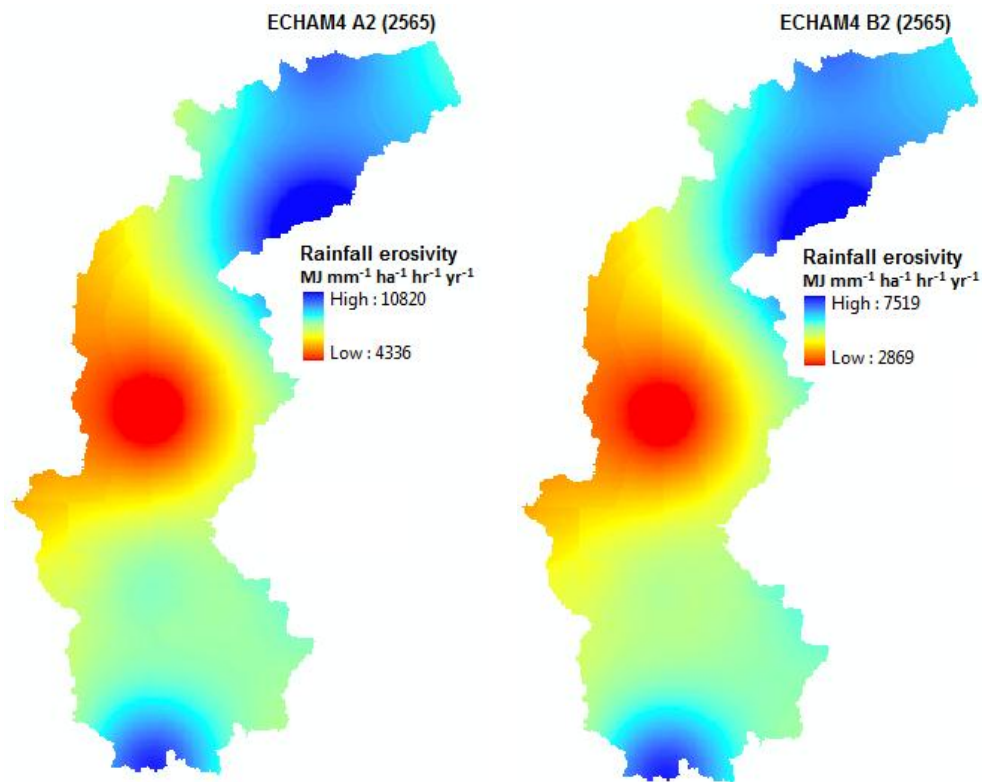
ตารางที่ 5.6 ปริมาณฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (มิลลิเมตร, มม.)

		ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย (มม.)			Mean change (%)
Climate models	GHGES	Min	Max	Mean	
Base line		990	1221	1098	
2565					
ECHAM4	A2	980	1927	1431	30
	B2	693	1408	1032	-6
ECHAM5	A1b	774	1102	885	-19
2575					
ECHAM4	A2	903	1773	1309	19
	B2	785	1629	1185	8
ECHAM5	A1b	952	1288	1080	-2
2585					
ECHAM4	A2	794	1712	1243	13
	B2	612	1260	917	-16
ECHAM5	A1b	998	1234	1082	-1

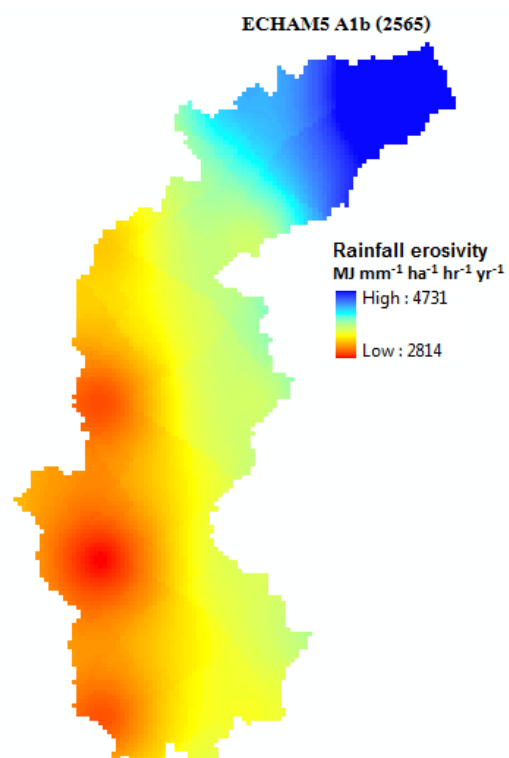
จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกและใช้การสมการที่ 5.1 และ 5.2 คำนวณค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนจากผลลัพธ์ของแบบจำลองภูมิอากาศโลกทั้ง ECHAM4 และ ECHAM5 ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 5.7 พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนมีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงซึ่งอยู่กับแบบจำลอง และสมมุติฐาน A2, B2 และ A1b และผลการวิเคราะห์ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในช่วงปีฐาน และ ปี พ.ศ. 2561-2570, 2571-2580 และช่วง 2581-2590 ซึ่งนำมาสร้างแผนที่ปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (Rainfall erosivity map) โดยใช้วิธีการ Interpolation ด้วยเทคนิค IDW (Inverse Distance Weighting) ดังแสดงในรูปที่ 5.22-5.23 ซึ่งแผนที่ปัจจัยการกัดกร่อนของฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลองภูมิอากาศโลกและภูมิอากาศภูมิภาค ได้แก่ PRECIS: ECHAM4 ภายใต้สมมุติฐาน A2 และ B2 และ RegCM3: ECHAM5 ภายใต้สมมุติฐาน A1b จะใช้เป็นพารามิเตอร์ในแบบจำลองการชะล้างพังทลายของดินเพื่อที่จะประเมินการชะล้างพังทลายของดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตของกลุ่มน้ำยมตอนบน

ตารางที่ 5.7 ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ hr}^{-1}$)

		Rainfall erosivity (MJ mm ⁻¹ ha ⁻¹ hr ⁻¹ yr ⁻¹)			
Climate models	GHGES	Min	Max	Mean	Mean change (%)
Base line		4508	5591	4804	
2565					
ECHAM4	A2	4336	10820	7372	53
	B2	2869	7519	5002	4
ECHAM5	A1b	2814	4731	3424	-29
2575					
ECHAM4	A2	4059	9461	6533	36
	B2	3622	9537	6357	32
ECHAM5	A1b	3809	5807	4598	-4
2585					
ECHAM4	A2	2995	8546	5661	18
	B2	2420	6359	4237	-12
ECHAM5	A1b	3980	5468	4507	-6



รูปที่ 5.22 แผนที่ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจากแบบจำลอง PRECIS : ECHAM4 (A2 และ B2) ปี 2565



รูปที่ 5.23 แผนที่ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจากแบบจำลอง RegCM3: ECHAM5 (A1b) ปี 2565

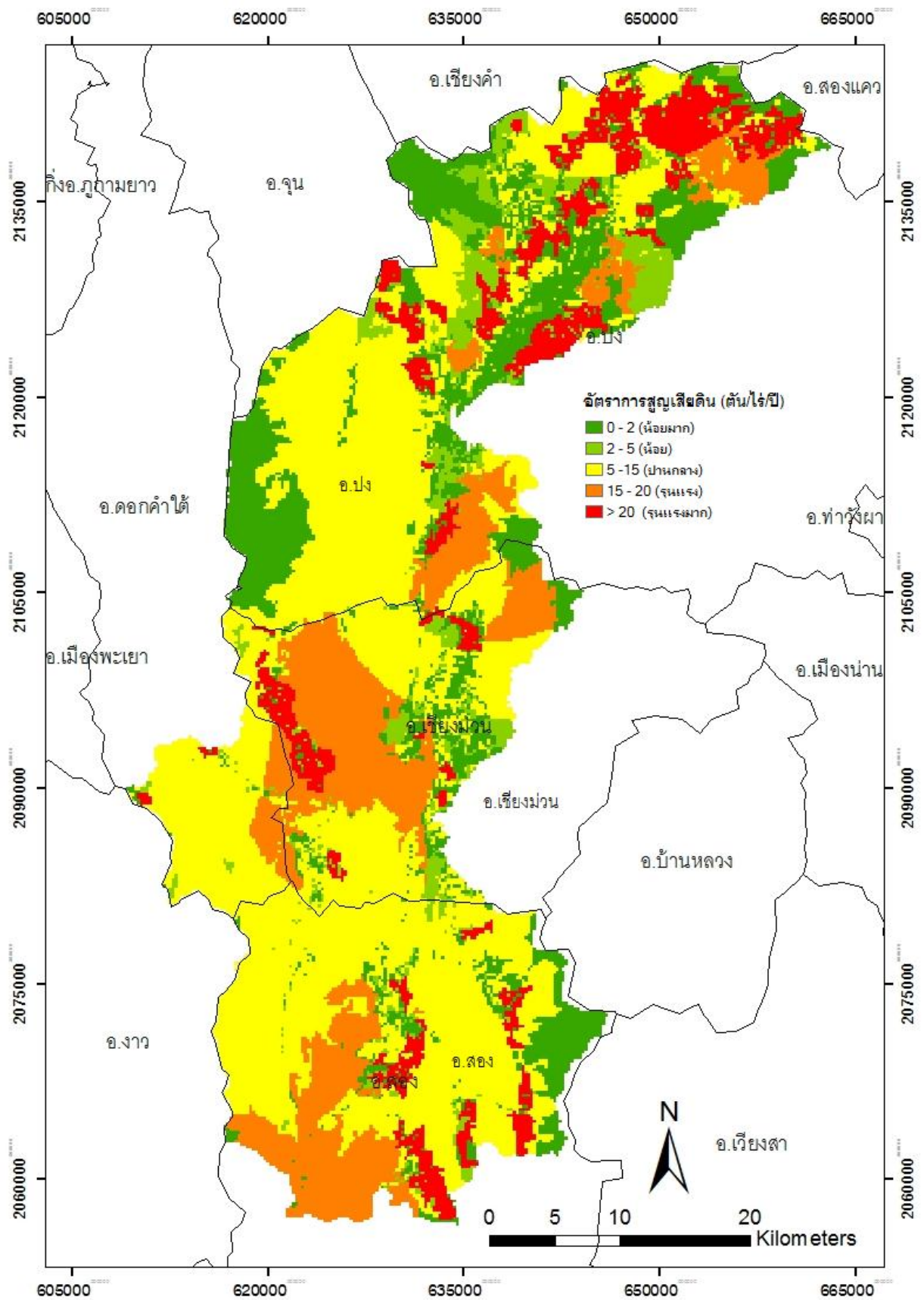
5.5 ผลการวิเคราะห์การพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2555

การจำแนกระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์จากแบบจำลอง Soil loss (Idrisi Selva) บนพื้นที่ฐานสมการ Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) ในลุ่มน้ำยมตอนบน แสดงได้ดังตารางที่ 5.8 และรูปที่ 5.24

ตารางที่ 5.8 ผลการวิเคราะห์การจำแนกระดับความรุนแรงของการสูญเสียดินจากแบบจำลอง Soil loss Modelling (Idrisi Seval) ปี 2555

ระดับ	ความรุนแรง	อัตราการสูญเสียดิน (ตัน/ไร่/ปี)	เนื้อที่		ร้อยละ ของพื้นที่
			ตร.กม.	ไร่	
1	น้อยมาก (Very Slight)	< 2.00	371	231,875	18.04
2	น้อย (Slight)	2.01 – 5	146	91,250	7.10
3	ปานกลาง (Moderate)	5.01 – 15	991	619,375	48.18
4	รุนแรง (Severe)	15.01 – 20	348	217,500	16.92
5	รุนแรงมาก (Very Severe)	> 20.00	201	125,625	9.77
รวม			2,057	1,285,625	100

ผลการวิเคราะห์แบบจำลอง Soil loss (Idrisi selva) สามารถจำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนประกอบด้วย 5 ระดับดังแสดงในตารางที่ 5.7 พื้นที่ประมาณครึ่งหนึ่งของลุ่มน้ำยมตอนบนมีระดับการพังทลายของดินปานกลาง (Moderate) คือระหว่าง 5.01–15 ตันต่อไร่ต่อปี มีเนื้อที่ถึง 619,375ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 48.18 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยพื้นที่ส่วนใหญ่กระจายทั่วทั้งลุ่มน้ำ แต่จะมีมากบริเวณอำเภอดอกคำใต้ ตอนล่างของอำเภอบึง จังหวัดพะเยา และพื้นที่ทางด้านตะวันตกของ อำเภอสอง จังหวัดแพร่ สำหรับพื้นที่ที่มีการพังทลายของดินน้อยมาก (Very Slight) คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 18.04 ของพื้นที่ทั้งหมด หรือ 231,875 ไร่ พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขต ตำบลนอย และ ตำบลจิม และพื้นที่ทางด้านทิศตะวันตก ตำบลปง อำเภอบึง จังหวัดพะเยา เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศมีพืชพรรณปกคลุมดินทำให้อัตราการชะล้างพังทลายของดินเกิดขึ้นน้อยมาก



รูปที่ 5.24 แผนที่การจำแนกระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำมตอนบน ปี 2555



รูปที่ 5.25 พื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ในพื้นที่ที่มีความลาดชันบริเวณ ต.สะเอียบ อ.สอง จ.แพร่

บริเวณที่มีการชะล้างพังทลายของดินรุนแรง (Severe) ครอบคลุมพื้นที่ถึง 217,500 ไร่ หรือ คิดเป็นร้อยละ 16.92 และพื้นที่ที่มีความรุนแรงมาก (Very Severe) จำนวน 125,625 ไร่ หรือ ร้อยละ 9.77 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน พื้นที่ที่มีการพังทลายของดินรุนแรงเกิดขึ้นบริเวณตอนบน และตอนล่างของลุ่มน้ำยมตอนบน ประกอบไปด้วย พื้นที่บริเวณตอนเหนือของอำเภอองได้แก่ ตำบลผาช้างน้อยและตำบลจิม พื้นที่ดังกล่าวมีการเพาะปลูกพืชไร่เป็นส่วนใหญ่ได้แก่ ข้าวโพด และถั่วเหลือง และทางตอนล่างของลุ่มน้ำบริเวณ ตำบลสะเอียบ อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ซึ่งพื้นที่ บริเวณนี้มีการทำไร่ข้าวโพดในพื้นที่ป่าและทำไร่ถั่วเหลืองบนพื้นที่ลาดชัน ดังแสดงในรูปที่ 5.25 ซึ่งเป็นสาเหตุที่สำคัญทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินรุนแรงในเขต อำเภอสอง จังหวัดแพร่

5.6 การประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2565

การประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2565 โดยการใช้แบบจำลอง Land Change Modeler (LCM) คาดการณ์การใช้ที่ดินในปี 2565 และใช้ปริมาณน้ำฝนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค (RCM)PRECIS: ECHAM4 ภายใต้สมมุติฐาน A2 และ B2 และ RegCM3: ECHAM5 ภายใต้สมมุติฐาน A1b โดยใช้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของทั้งสองแบบจำลองเป็นพารามิเตอร์ในแบบจำลอง Soil Loss Modeling with RUSLE (IDRISI software)ทำการประเมินผลกระทบการชะล้างพังทลายของดินประกอบไปด้วย

- ประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคตต่อการการชะล้างพังทลายของดิน

- ประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตต่อการชะล้างพังทลายของดิน
- ประเมินผลกระทบทั้งการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อการชะล้างพังทลายของดิน

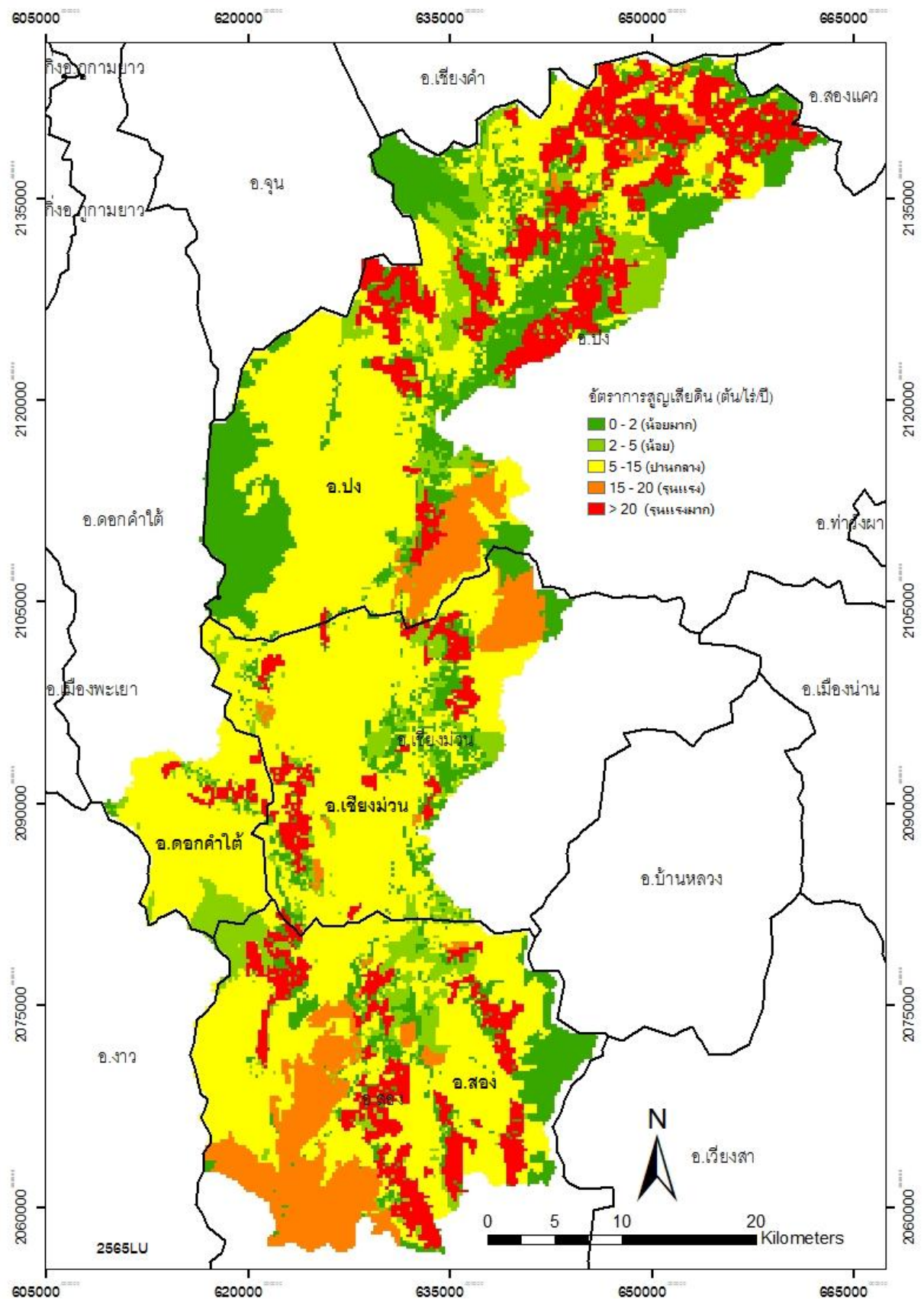
5.6.1 ประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคตต่อการการชะล้างพังทลายของดิน

การวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในลุ่มยมตอนบน ปี 2565 ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 5.9 ซึ่งวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่าง ปี 2555 ถึง 2565 โดยการจำแนกระดับความรุนแรงออกเป็น 5 ระดับ และแสดงดังรูปที่ 5.26

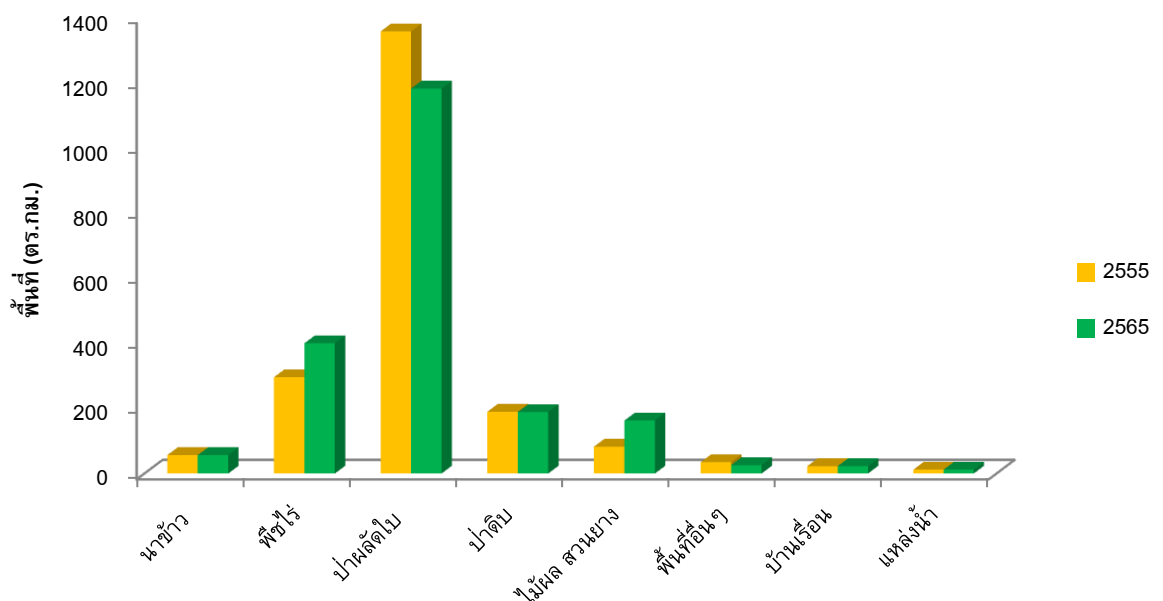
ตารางที่ 5.9 ผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของการสูญเสียดินจากแบบจำลอง Soil loss Modelling (Idrisi Seval)ภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปี 2565

ระดับ	ความรุนแรง	อัตราการสูญเสียดิน (ตัน/ไร่/ปี)	เนื้อที่		ร้อยละ ของพื้นที่
			ตร.กม.	ไร่	
1	น้อยมาก (Very Slight)	< 2.00	375	234,375	18
2	น้อย (Slight)	2.01 – 5	188	117,500	9
3	ปานกลาง (Moderate)	5.01 – 15	1027	641,875	50
4	รุนแรง (Severe)	15.01 – 20	182	113,750	9
5	รุนแรงมาก (Very Severe)	> 20.00	285	178,125	14
รวม			2,057	1,285,625	100

ระดับความรุนแรงปานกลางของการชะล้างพังทลายของดินมีพื้นที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50 ของพื้นที่ทั้งหมดของลุ่มน้ำยมตอนบน หรือ 641,875 ไร่ กระจายอยู่ทั่วลุ่มน้ำพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณพื้นที่ป่าผลัดใบ ในขณะที่ พื้นที่ที่มีการพังทลายของดินน้อยมาก (Very Slight)ส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตพื้นที่ป่าดงซึ่งมีการปกคลุมบนผิวดินที่ดีจึงทำให้การชะล้างพังทลายของดินน้อย คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 18 ของพื้นที่ทั้งหมด หรือ 234,375 ไร่ สำหรับพื้นที่พื้นที่ความรุนแรงน้อย (Slight) มีเนื้อที่ประมาณ 117,500 ไร่ เพิ่มจากปี 2555 ประมาณ 2% หรือเพิ่มขึ้น 26,250 ไร่



รูปที่ 5.26 แผนที่การจำแนกระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปี 2565



รูปที่ 5.37 กราฟเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี 2555 ถึง 2565

ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อการชะล้างพังทลายของดินในปี 2565 ทำให้พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินระดับรุนแรงมาก (Very Severe) คิดเป็นพื้นที่ 52,500 ไร่ พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่บริเวณตอนบนและตอนล่างของลุ่มน้ำยมตอนบน พื้นที่ตอนบนประกอบไปด้วย ตำบลผาช้างน้อย ตำบลลิ้ม ตำบลลอยและตำบลนาปรัง อำเภอปอง จังหวัดพะเยา และตอนล่างในพื้นที่ตำบลสะเอียบ อำเภอสอง จังหวัดแพร่ จากรูปที่ 5.27 แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินระหว่างปี 2555 ถึง 2565 จำนวนพื้นที่ป่าดินลดลง 175 ตร.กม หรือ 109,375 ไร่ และพื้นที่พืชไร่เพิ่มขึ้น 105 ตร.กม (65,625 ไร่) และไม้ผล สวนยาง เพิ่มขึ้น 81 ตร.กม (50,625 ไร่) ผลการเปลี่ยนแปลงของ ปาล์ดใบ พืชไร่ และไม้ผล สวนยางพารา ส่งผลกระทบทำให้พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินระดับความรุนแรงมากเพิ่มขึ้นในระยะอีก 10 ปีข้างหน้า

5.6.2 ประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในหาคัดต่อการการชะล้างพังทลายของดิน

การวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ปี 2565 แสดงดังตารางที่ 5.10 ซึ่งวิเคราะห์ผลกระทบการภูมิอากาศในปี 2565 ภายใต้ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยจากผลลัพธ์ของแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS: ECHAM4 และ RegCM3: ECHAM5 โดยการจำแนกระดับความรุนแรงออกเป็น 5 ระดับ แสดงดังรูปที่ 5.28

ตารางที่ 5.10 ผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของการสูญเสียดินจากแบบจำลอง Soil loss Modelling (Ildrisi Seval)ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศปี 2565

ระดับ	ความรุนแรง	อัตราการสูญเสียดิน (ตัน/ไร่/ปี)	เนื้อที่		ร้อยละ ของพื้นที่
			ตร.กม.	ไร่	
1	น้อยมาก (Very Slight)	< 2.00	362	226,250	18
2	น้อย (Slight)	2.01 – 5	181	113,125	9
3	ปานกลาง (Moderate)	5.01 – 15	1,115	696,875	54
4	รุนแรง (Severe)	15.01 – 20	118	73,750	6
5	รุนแรงมาก (Very Severe)	> 20.00	281	175,625	14
รวม			2,057	1,285,625	100

จากตารางที่ 5.10 แสดงผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศใน ปี 2565 จะส่งผลกระทบต่อระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดิน โดยพื้นที่การชะล้างหน้าดินจะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ตั้งแต่ระดับความรุนแรงปานกลางและรุนแรงมาก พื้นที่ระดับความรุนแรงปานกลาง (Moderate) เพิ่มขึ้นจากปี 2555 ร้อยละ 5.82 (77,500 ไร่) ของพื้นที่ทั้งหมด และพื้นที่ที่มีความรุนแรงมาก (Very Severe) เพิ่มขึ้น 50,000 ไร่ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ทางตอนบนและตอนล่างของกลุ่มน้ำ ได้แก่ ตำบลผาช้างน้อย ตำบลลิม ตำบลออยและตำบลนาปรัง อำเภอบึง จังหวัดพะเยา บริเวณดังกล่าวได้รับอิทธิพลของลมมรสุมในช่วงฤดูฝนและส่งผลทำให้ปริมาณของน้ำฝนสูงกว่าทางตอนกลางของกลุ่มน้ำ และอีกบริเวณหนึ่งคือทางตอนล่างของกลุ่มน้ำ ได้แก่บริเวณ ตำบล สะเอียบ อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ซึ่งบริเวณนี้เป็นพื้นที่อุทยานแห่งชาติแม่ยม มีป่าไม้ปกคลุมจำนวนมากและทำให้ปริมาณฝนอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ซึ่งมากกว่า 1200 มม.ต่อปี ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของพื้นที่การชะล้างพังทลายของดินสาเหตุเกิดจากปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้น จากตารางที่ 5.5 และ 5.6 ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนจากผลลัพธ์ของแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค (PRECIS: ECHAM4 และ RegCM3: ECHAM5) แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จากปี 2555 และค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝนซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินเพิ่มขึ้นประมาณ 28% และสาเหตุสำคัญที่ทำให้พื้นที่การชะล้างพังทลายของดินระดับรุนแรงมากเพิ่มขึ้นจากปี 2555

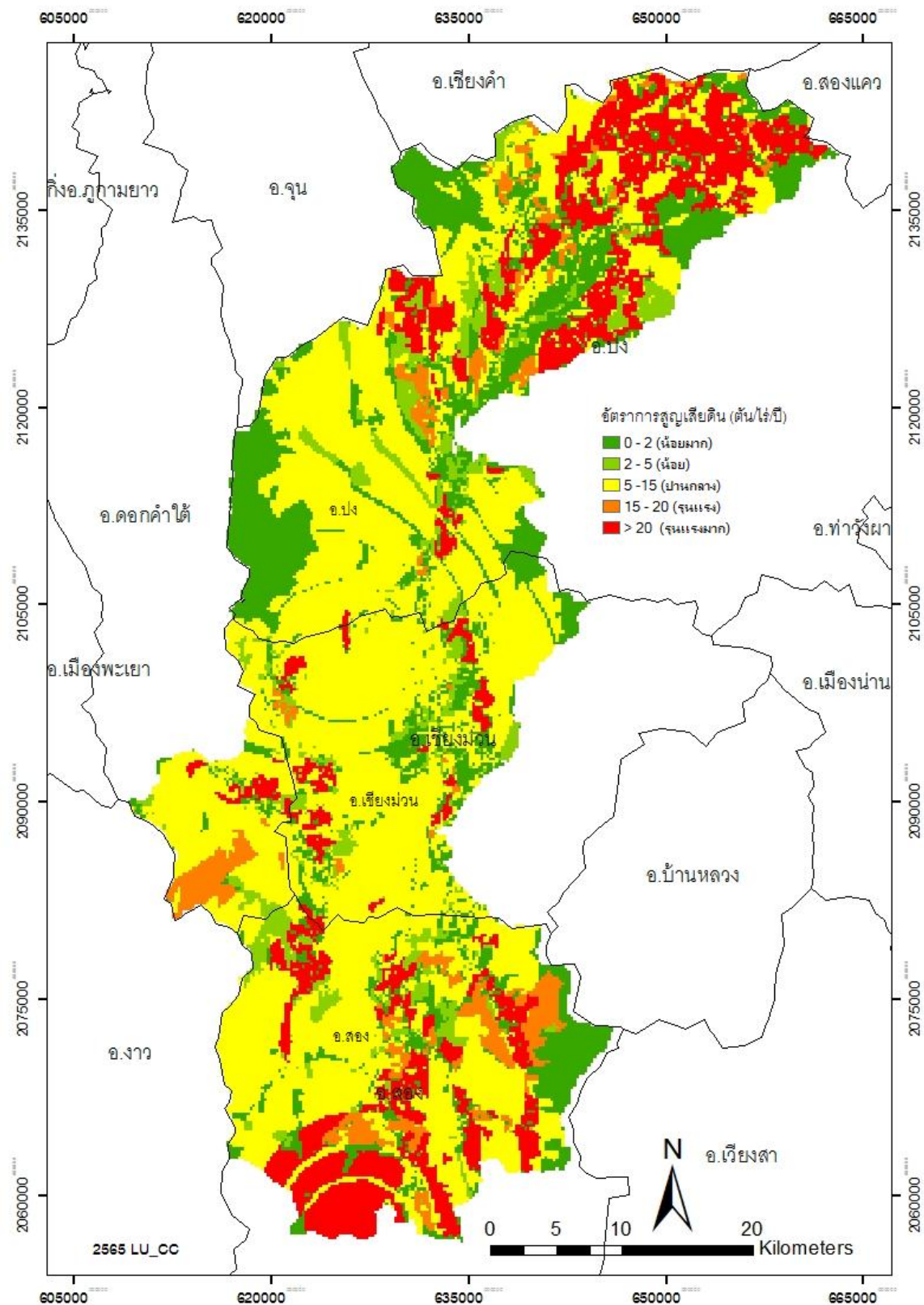
5.6.3 ประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในภาคต่อการชะล้างพังทลายของดิน

การวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้ผลลัพธ์การคาดการณ์การใช้ที่ดิน ปี 2565 จากแบบจำลอง LCM และข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยจากผลลัพธ์ของแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS: ECHAM4 และ RegCM3: ECHAM5

ตารางที่ 5.11 ผลการวิเคราะห์การจำแนกชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินจากแบบจำลอง Soil loss ภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการใช้ที่ดินปี 2565

ระดับการสูญเสียดิน	อัตราการสูญเสียดิน (ตัน/ไร่/ปี)	เนื้อที่		ร้อยละ
		ตร.กม.	ไร่	
น้อยมาก (Very Slight)	< 2.00	401	250,625	19.49
น้อย (Slight)	2.01 – 5	152	95,000	7.39
ปานกลาง (Moderate)	5.01 – 15	1,056	660,000	51.34
รุนแรง (Severe)	15.01 – 20	116	72,500	5.64
รุนแรงมาก (Very Severe)	> 20.00	332	207,500	16.14
รวม		2057	1285625	100.00

จากรูปที่ 5.29 และตารางที่ 5.11 แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในปี พ.ศ. 2565 พบว่าการชะล้างพังทลายของดินปานกลาง (5.01 – 15 Moderate) มีเนื้อที่ 660,000 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 51.34 ของพื้นที่ทั้งหมด แต่ระดับความรุนแรงมาก (> 20.00, Very Severe) จะอยู่ในพื้นที่อำเภอปง จังหวัดพะเยา และอำเภอสอง จังหวัดแพร่ มีพื้นที่ 207,500 ไร่ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวได้รับผลกระทบของปริมาณน้ำฝนในอนาคตจึงจากการคาดการณ์พบว่าปริมาณน้ำฝนในอีก 10 ปี ข้างหน้ามีแนวโน้มสูงขึ้นโดยเฉพาะบริเวณตอนบนของลุ่มน้ำ และประกอบกับพื้นที่ดังกล่าวมีแนวโน้มการปลูกพืชไร่ในพื้นที่สูงชันเพิ่มขึ้นด้วย จากการใช้ประโยชน์ที่ดินจะเห็นได้ชัดเจนว่าพืชไร่จะมีอิทธิพลต่อการชะล้างการพังทลายของดินมากกว่าพืชชนิดอื่นๆ เนื่องจากเป็นพืชล้มลุกระบบรากของพืชไม่สามารถมายึดหน้าดินไว้ได้ประกอบกับปลูกบนพื้นที่สูงชันจึงทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินง่ายขึ้น



รูปที่ 5.29 ระดับการสูญเสียดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศลุ่มน้ำยม
ตอนบน ปี 2565

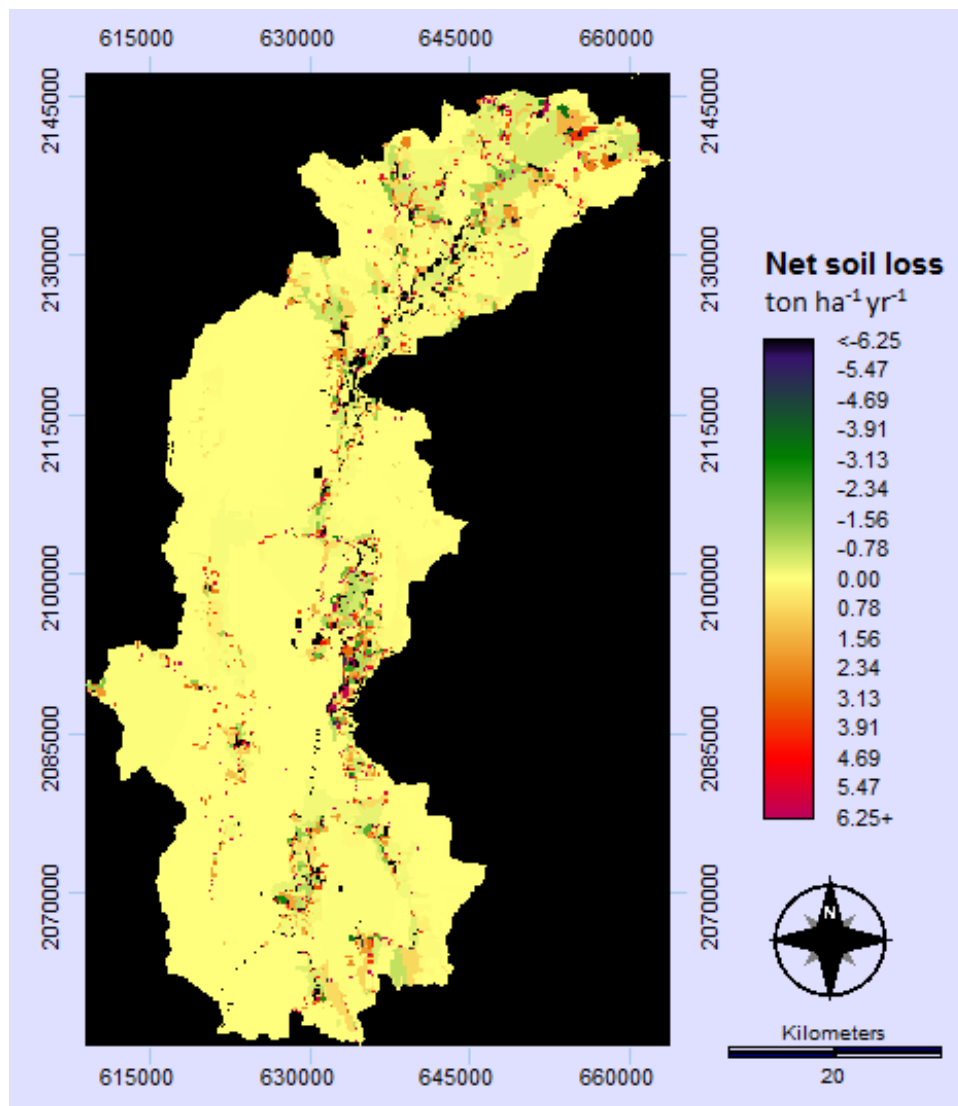
5.7 ประเมินปริมาณตะกอนดินในลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2555

การวิเคราะห์ปริมาณตะกอนดินโดยใช้แบบจำลอง Sedimentation ซึ่งใช้ผลการศึกษาการชะล้างการพังทลายของดินจากผลลัพธ์ของแบบจำลอง Soil Loss Modeling ผลการวิเคราะห์การทับถมและชะล้างของปริมาณตะกอนดินในลุ่มน้ำยมตอนบน สามารถจำแนกระดับชั้นความรุนแรงของการทับถมและการชะล้างตะกอนดิน ออกเป็น 7 ระดับ (ค่าลบ แสดงถึงการทับถม และค่าบวก แสดงถึงการชะล้างตะกอนดิน) แสดงดังตารางที่ 5.12 และรูปที่ 5.30

ตารางที่ 5.12 ผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงการชะล้างและการทับถมของตะกอนดินจากแบบจำลอง Sedimentation ในลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2555

ระดับการทับถมและชะล้าง ตะกอนดิน(ตัน/ไร่/ปี)	ลุ่มน้ำยมตอนบน			ปริมาณตะกอนดิน (ตัน/ปี)
	ตร.กม	ไร่	ร้อยละ	
<-1 (High deposition)	2	1,544	0.12	-2,845
-1 - - 0.15 (Medium)	41	25,688	2.00	-8,242
-0.15 - -0.0035 (Low)	955	597,063	46.44	-11,710
-0.0035 - 0.0035 (Stable)	759	474,350	36.90	-230
0.0035 - 0.15 (Low)	186	116,488	9.06	5,088
0.15 -1 (Medium)	101	62,875	4.89	25,803
>1 (High erosion)	13	7,969	0.62	10,288
รวม	2,057	1,285,625	100.00	18,152
อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย 0.014 ตัน/ไร่/ปี				

จากตารางที่ 5.12 แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ในลุ่มน้ำยมตอนบนประมาณร้อยละ 46(597,063 ไร่) ของพื้นที่ทั้งหมด มีอัตราการการทับถมของตะกอนดินในปริมาณน้อยอยู่ระหว่าง -0.15 - -0.0035 (Low) ตัน/ไร่/ปีปริมาณการทับถมของตะกอนดิน 11,710 ตัน/ปี และพื้นที่รองลงมาได้แก่พื้นที่ที่มีอัตราการทับถมและการชะล้างน้อยมากอยู่ระหว่าง -0.0035 - 0.0035 (Stable) ครอบคลุมพื้นที่ 474,350 ไร่ (36.90%)มีการทับถมของตะกอนดิน 230ตัน/ไร่/ปี จากรูปที่ 5.30 พบปริมาณการทับถมของตะกอนดินมากกว่า -1 ตัน/ไร่/ปี (- 6.25 ton/ha/yr) จะเกิดขึ้นบริเวณตามลำน้ำสาขาและแม่น้ำยมและบริเวณที่ราบลุ่มต่ำ ในทางตรงข้ามปริมาณการชะล้างหน้าดินที่รุนแรงมีค่ามากกว่า 1 ตัน/ไร่/ปี (6.25 ton/ha/yr) พื้นที่ส่วนใหญ่พบในพื้นที่ปลูกพืชไร่และปริมาณการชะล้างของตะกอนดิน 10,288 ตัน/ปี ปริมาณตะกอนดินที่ถูกชะล้างในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอน ปี 2555 มีปริมาณเท่ากับ 18,152 ตัน/ปี และอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำ 0.014 ตัน/ไร่/ปี



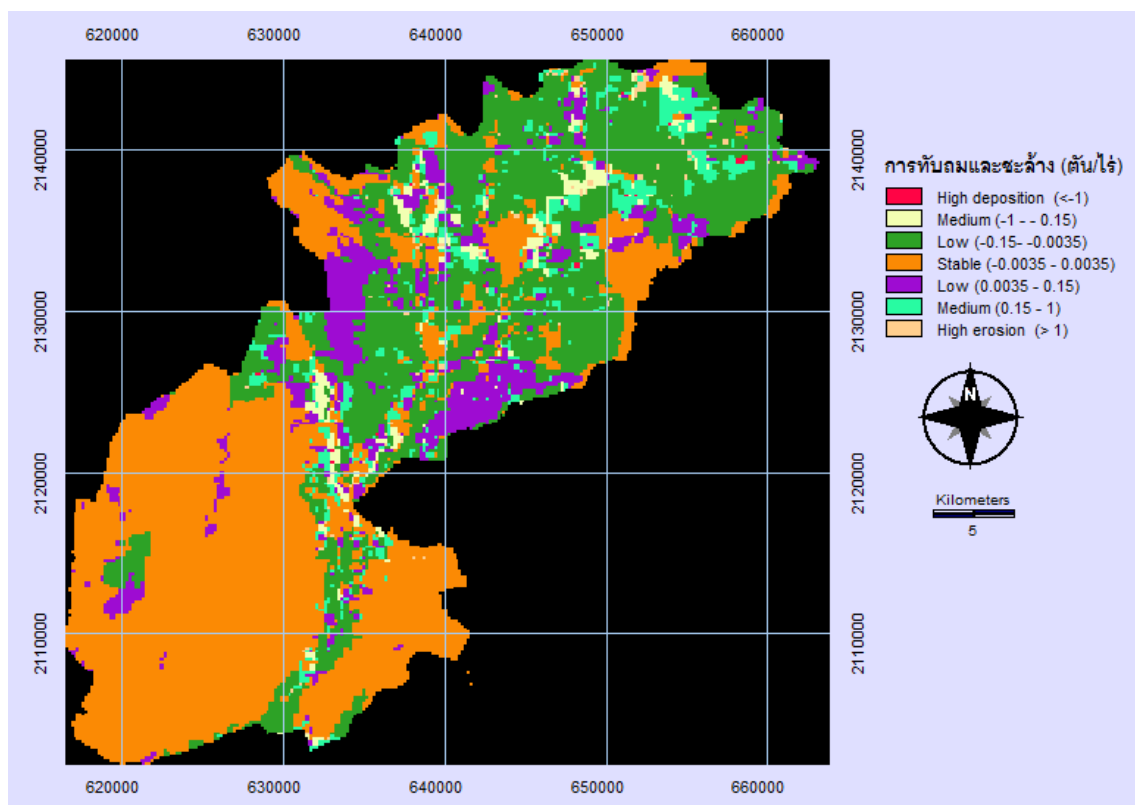
รูปที่ 5.30 แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดินในลุ่มน้ำยมตอนบน ปี พ.ศ. 2555

ลุ่มน้ำยมตอนบนประกอบด้วยเขตการปกครอง 2 จังหวัด คือ จังหวัดพะเยา ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอปง อำเภอเชียงม่วน และอำเภอดอกคำใต้ และจังหวัดแพร่ ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอสอง ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำยมตอนบนจะแยกพิจารณาตามเขตการปกครองของแต่ละอำเภอ

อำเภอปง จังหวัดพะเยา มีพื้นที่อยู่ในลุ่มน้ำยมตอนบน 922 km² (576,250 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 44.82 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ประกอบด้วย 7 ตำบล ได้แก่ ตำบลผาช้างน้อย ตำบลจิม ตำบลออย ตำบลนาปริง ตำบลปง และตำบลควร จากตารางที่ 5.13 แสดงผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของการทับถมและการชะล้างตะกอนดินในเขตพื้นที่อำเภอปง ซึ่งพบว่าตะกอนดินถูกชะล้าง จำนวน 20,634 ตัน/ปี และตะกอนถูกพัดพาทำให้การทับถมในพื้นที่ลุ่มต่ำ 10,741 ตัน/ปี ตั้งปริมาณตะกอนดินสุทธิที่ถูกพัดพาสู่อำเภอปงจำนวน 8,811 ตัน/ปีและอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย 0.15 ตัน/ไร่/ปี

ตารางที่ 5.13 ผลการวิเคราะห์การจำแนกชั้นความรุนแรงการชะล้างและการทับถมของตะกอนดินโดยแยกตามเขตการปกครอง อ.ปง จ.พะเยา ปี 2555

ระดับการทับถมและชะล้าง ตะกอนดิน(ตัน/ไร่/ปี)	พื้นที่ อ.ปง จ.พะเยา			ปริมาณตะกอนดิน (ตัน/ปี)
	ตร.กม	ไร่	ร้อยละ	
<-1 (High deposition)	1	613	0.11	-1,081
-1 - - 0.15 (Medium)	24	15,106	2.62	-4,770
-0.15 - -0.0035 (Low)	294	183,719	31.88	-5,807
-0.0035 - 0.0035 (Stable)	443	276,931	48.06	-164
0.0035 - 0.15 (Low)	98	61,181	10.62	2,342
0.15 -1 (Medium)	56	35,113	6.09	13,311
> 1 (High erosion)	6	3,869	0.67	4,981
รวม	922	576,250	100.00	8,811
อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย 0.015 ตัน/ไร่/ปี				



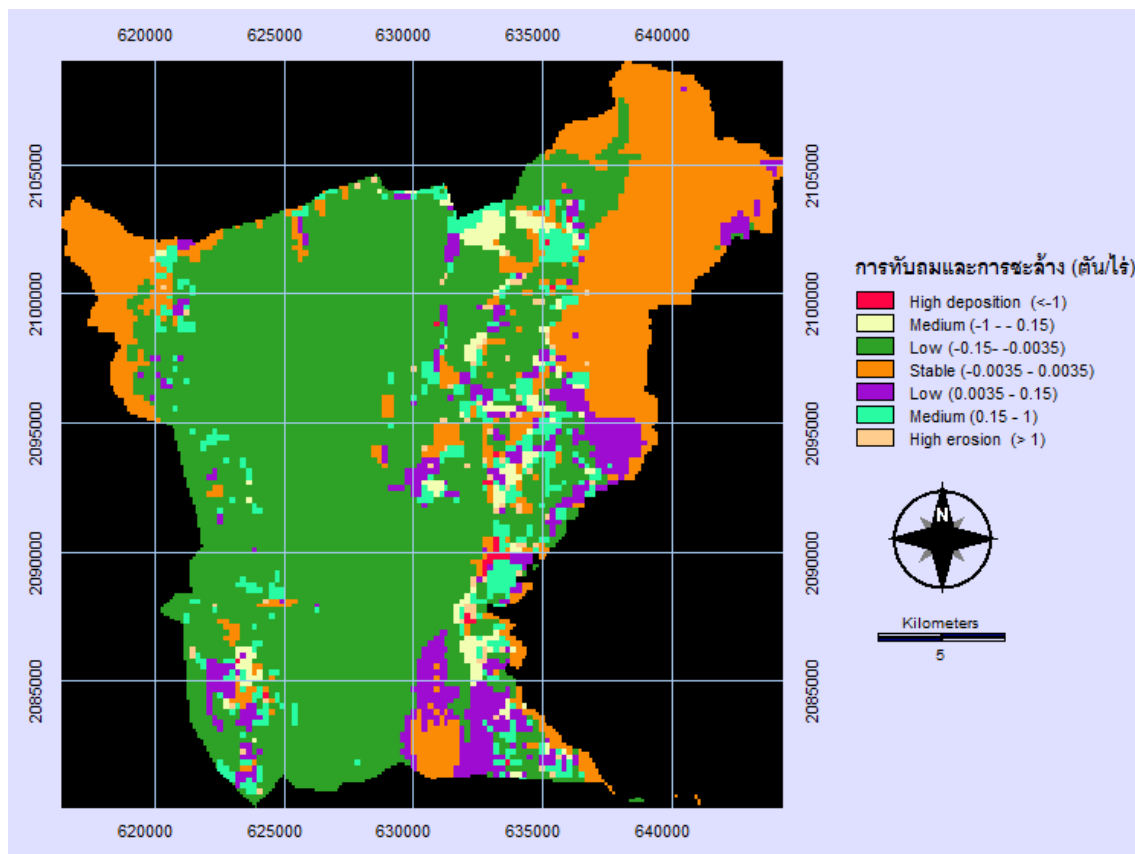
รูปที่ 5.31 แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดิน อ.ปง จ.พะเยา ปี 2555

จากรูปที่ 5.31 พื้นที่ส่วนใหญ่มีสีส้มซึ่งมีระดับการทับถมและชะล้างตะกอนดินในช่วง - 0.0035 - 0.0035 (Stable) มีพื้นที่มากที่สุดถึง 276,931 ไร่ (48.06%)กระจายในบริเวณที่เป็นพื้นที่ป่าผลัดใบ โดยพื้นที่ประมาณร้อยละ 70 อยู่ในเขตตำบลปง มีจำนวนปริมาณตะกอนที่ถูกทับถมในพื้นที่ 164 ตัน และรองลงมาได้แก่พื้นที่สีเขียวการทับถมของตะกอนดินค่อนข้างต่ำ อัตราการทับถมตะกอนดินอยู่ในช่วง -0.15 - -0.0035 (Low)ปริมาณตะกอน 5,807 ตัน/ปี คิดเป็นร้อยละ 31.88 ของพื้นที่อำเภอปง จำนวน 183,719 ไร่ และส่วนใหญ่กระจายกระจายในบริเวณพื้นที่เพาะปลูกเป็นพืชไร่ นาข้าว และสวนผลไม้ อยู่ในเขตตำบลผาซังน้อย ตำบลจิม และตำบลออย

ตารางที่ 5.14 ผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงการชะล้างและการทับถมของตะกอนดินในพื้นที่ อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา มีพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนในเขตอำเภอเชียงม่วน 426 km² (266,250 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 20.71ของพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน ประกอบ 2 ตำบล ได้แก่ ตำบลสระและตำบลบ้านมาง จากรูปที่ 5.32 พื้นที่ส่วนใหญ่สีเขียวซึ่งมีอัตราการทับถมตะกอนดินอยู่ในช่วง -0.15 - -0.0035 (Low) คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 61.01 ของพื้นที่อำเภอเชียงม่วน หรือ 162,444 ไร่ ซึ่งมีการทับถมของตะกอนดิน 2,964 ตันในปี 2555 อัตราการสูญเสียหน้าดินอยู่ระหว่าง 0.15 -1 (Medium) ปริมาณตะกอนดินที่ถูกชะล้างมากถึง 7,475 ตัน มีพื้นที่ครอบคลุมจำนวน 15,625 ไร่ พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตเพาะปลูกพืชไร่ และอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยของอำเภอเชียงม่วน 0.21 ตัน/ไร่/ปี

ตารางที่ 5.14 ผลการวิเคราะห์การจำแนกชั้นความรุนแรงการชะล้างและการทับถมของตะกอนดินโดยแยกตามเขตการปกครอง อ.เชียงม่วน จ.พะเยา ปี 2555

ระดับการทับถมและชะล้าง ตะกอนดิน(ตัน/ไร่/ปี)	พื้นที่ อ.เชียงม่วน จ.พะเยา			ปริมาณตะกอนดิน (ตัน/ปี)
	ตร.กม	ไร่	ร้อยละ	
<-1 (High deposition)	1	719	0.27	-1,365
-1 - - 0.15 (Medium)	10	6,438	2.42	-1,953
-0.15 - -0.0035 (Low)	260	162,444	61.01	-2,964
-0.0035 - 0.0035 (Stable)	94	58,800	22.08	-18
0.0035 - 0.15 (Low)	32	19,856	7.46	869
0.15 -1 (Medium)	25	15,625	5.87	7,475
>1 (High erosion)	4	2,450	0.92	3,523
รวม	426	266,250	100.00	5,568
อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย 0.021 ตัน/ไร่/ปี				



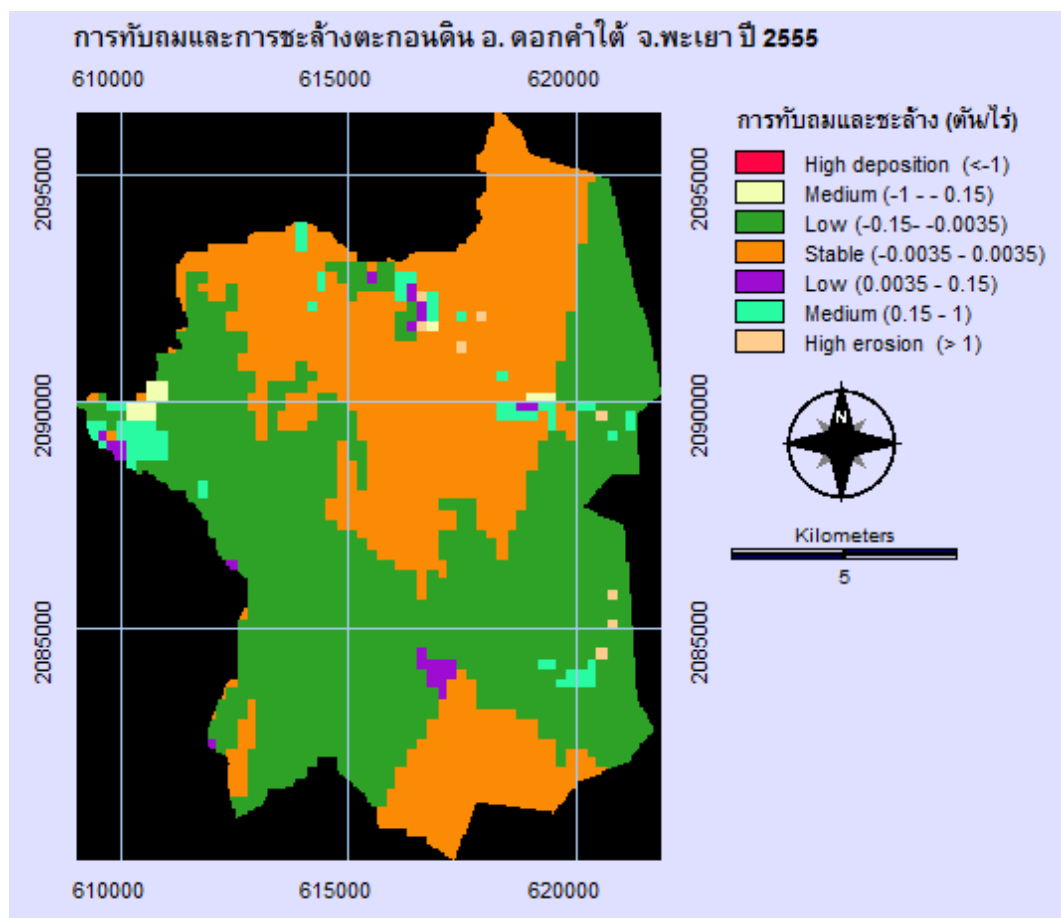
รูปที่ 5.32 แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดิน อ.เชียงใหม่ จ.พะเยา ปี พ.ศ. 2555

อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา มีพื้นที่อยู่ในลุ่มน้ำยมตอนบน 130 km² (81,250ไร่) คิดเป็นร้อยละ 6.31 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ซึ่งอยู่ในเขตตำบลหมอนหล่ม จากตารางที่ 5.14 พื้นที่ส่วนใหญ่สีเขียวมีระดับความรุนแรงของการทับถมของตะกอนดินอยู่ในช่วง -0.15 - -0.0035 (Low) มีพื้นที่ 44,175 ไร่ (54.37%) ปริมาณตะกอนดินที่ถูกทับถม 432 ตัน สำหรับพื้นที่ไม่มีการชะล้างและทับถมตะกอนดินมีพื้นที่ 33,663 ไร่ (41.43%) และอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยของอำเภอดอกคำใต้ 0.003 ตัน/ไร่/ปี

ตารางที่ 5.16 ผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงการชะล้างและการทับถมของตะกอนดินในพื้นที่ ตำบลสะเอียบ อำเภอสอง จังหวัดแพร่ มีพื้นที่ครอบคลุมลุ่มน้ำยมตอนบน จำนวน 360,000 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 28 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน และเป็นที่ตั้งของอุทยานแห่งชาติแม่ยม พบว่าตะกอนดินถูกชะล้าง จำนวน 7,852 ตัน/ปี และตะกอนถูกพัดพาทำให้การทับถมในพื้นที่ลุ่มต่ำ 3,943 ตัน/ปี ดังปริมาณตะกอนดินสุทธิที่ถูกพัดพาสู่น้ำจำนวน 3,510 ตัน/ปีและอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย 0.010 ตัน/ไร่/ปี จากรูปที่ 5.34 พื้นที่ส่วนใหญ่สีเขียวซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการทับถมตะกอนดินในอัตราส่วน -0.15 - -0.0035 (Low) มีพื้นที่ 206,725 ไร่ และปริมาณดินที่ถูกทับถม 2,507 ตัน พื้นที่ที่มีการชะล้างหน้าดินส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกพืชไร่ และไม้ผล

ตารางที่ 5.15 ผลการวิเคราะห์การจำแนกชั้นความรุนแรงการชะล้างและการทับถมของตะกอนดินโดยแยกตามเขตการปกครอง อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา ปี 2555

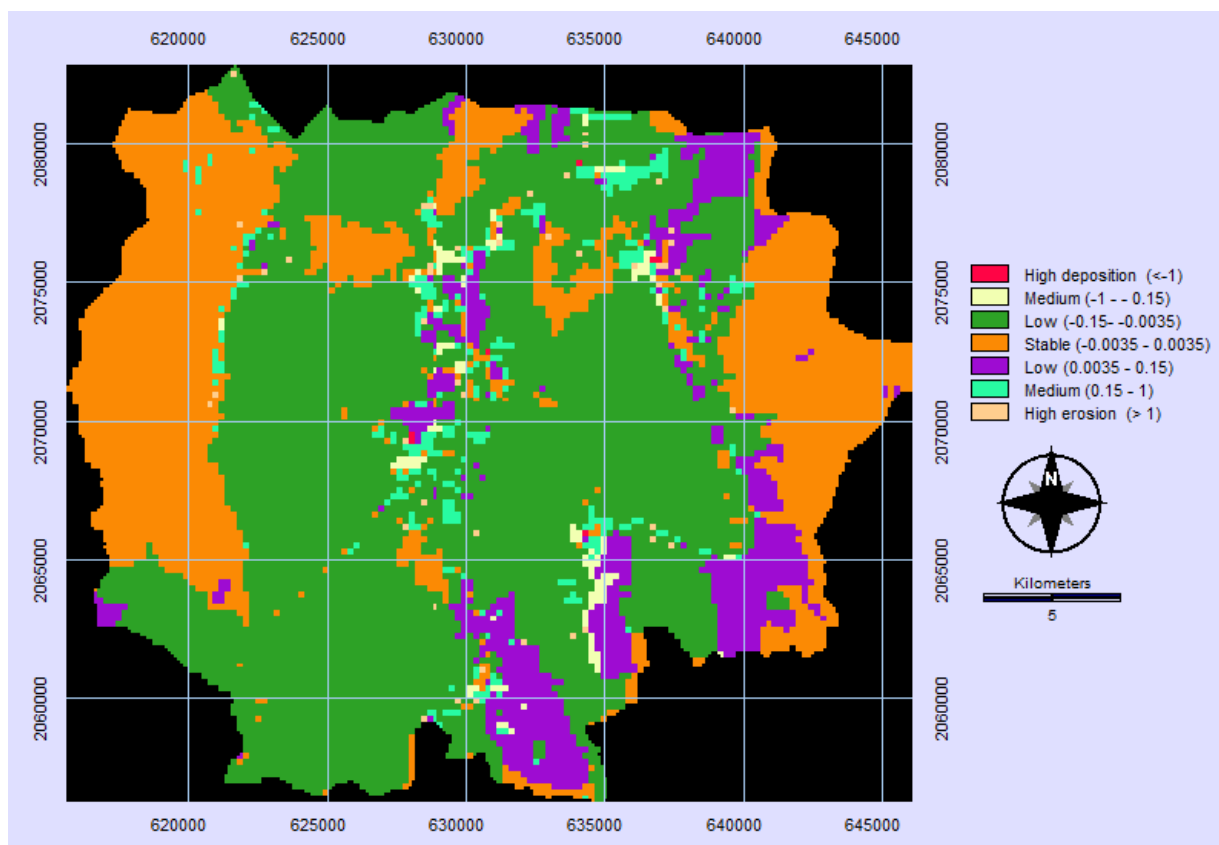
ระดับการทับถมและชะล้าง ตะกอนดิน(ตัน/ไร่/ปี)	พื้นที่ อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา			ปริมาณตะกอนดิน (ตัน/ปี)
	ตร.กม	ไร่	ร้อยละ	
<-1 (High deposition)	0	0	0.00	0
-1 - - 0.15 (Medium)	1	413	0.51	-127
-0.15 - -0.0035 (Low)	71	44,175	54.37	-432
-0.0035 - 0.0035 (Stable)	54	33,663	41.43	-4
0.0035 - 0.15 (Low)	1	763	0.94	56
0.15 -1 (Medium)	3	1,956	2.41	643
>1 (High erosion)	0	238	0.29	126
รวม	130	81,250	100.00	262
อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย 0.003 ตัน/ไร่/ปี				



รูปที่ 5.33 แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดิน อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา ปี พ.ศ. 2555

ตารางที่ 5.16 ผลการวิเคราะห์การจำแนกชั้นความรุนแรงการชะล้างและการทับถมของตะกอนดิน โดยแยกตามเขตการปกครอง อ.สอง จ.แพร่ ปี 2555

ระดับการทับถมและชะล้าง ตะกอนดิน (ตัน/ไร่/ปี)	พื้นที่ อ.สอง จ.แพร่			ปริมาณตะกอนดิน (ตัน/ปี)
	ตร.กม	ไร่	ร้อยละ	
<-1 (High deposition)	0	213	0.06	-400
-1 - - 0.15 (Medium)	6	3,731	1.03	-1,392
-0.15 - -0.0035 (Low)	331	206,725	57.13	-2,507
-0.0035 - 0.0035 (Stable)	168	104,956	29.00	-44
0.0035 - 0.15 (Low)	56	34,688	9.59	1,821
0.15 - 1 (Medium)	16	10,181	2.81	4,373
>1 (High erosion)	2	1,413	0.39	1,658
รวม	579	360,000	100.00	3,510
อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย 0.010 ตัน/ไร่/ปี				



รูปที่ 5.34 แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดิน อ.สอง จ.แพร่ ปี พ.ศ. 2555

5.8 วิเคราะห์การชะล้างและทับถมปริมาณตะกอนดินในธนาคาร

การวิเคราะห์การชะล้างและทับถมของปริมาณตะกอนดินในลุ่มน้ำยมตอนบนภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในปี 2565 โดยใช้แบบจำลอง Sedimentation with Idrisi software ในการประเมินปริมาณของตะกอนที่ถูกทับถมและพัดพาจากลุ่มน้ำ โดยทำการประเมินปริมาณตะกอนออกเป็น 3 กรณี

กรณีที่ 1 ประเมินปริมาณตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปี 2565

กรณีที่ 2 ประเมินปริมาณตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในปี 2565

กรณีที่ 3 ประเมินปริมาณตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศ

5.8.1 คาดการณ์ปริมาณตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินใน ปี 2565

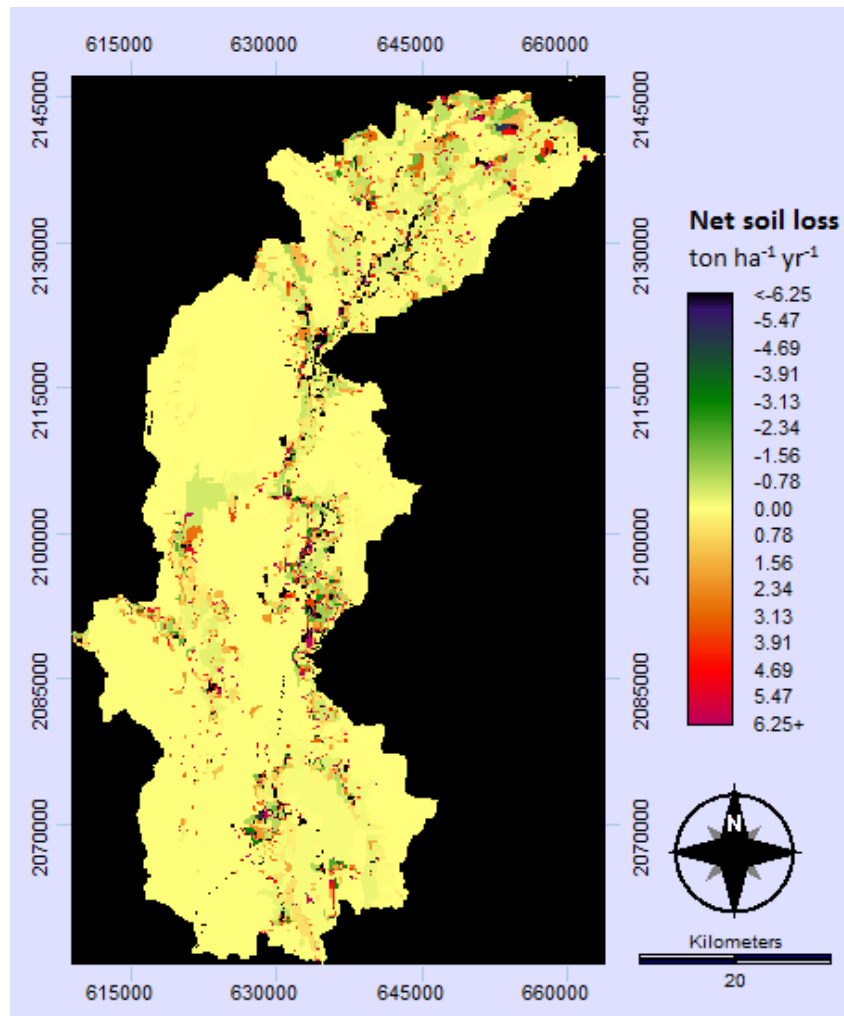
การประเมินผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อปริมาณตะกอนดินในลุ่มน้ำยมตอนบน โดยใช้ข้อมูลการใช้ที่ดินในปี 2565 เพื่อวิเคราะห์ค่าปัจจัยการจัดการพืช (C-factor) และค่าปัจจัยการอนุรักษ์ดินและน้ำ (P-factor) ตารางที่ 5.17 และรูปที่ 5.35 ผลการคาดการณ์ปริมาณตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศ ในช่วง ปี 2565 โดยการจำแนกระดับความรุนแรงของการชะล้างและทับถมออกเป็น 7 ระดับ

ตารางที่ 5.17 ผลการคาดการณ์ระดับความรุนแรงการชะล้างและทับถมของตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2565

ระดับการทับถมและชะล้าง ตะกอนดิน(ตัน/ไร่/ปี)	ลุ่มน้ำยมตอนบน			ปริมาณตะกอนดิน (ตัน/ปี)
	ตร.กม	ไร่	ร้อยละ	
<-1 (High deposition)	4	2,419	0.19	-4,882
-1 - - 0.15 (Medium)	48	29,731	2.31	-10,196
-0.15 - -0.0035 (Low)	878	548,463	42.66	-15,031
-0.0035 - 0.0035 (Stable)	773	482,875	37.56	-214
0.0035 - 0.15 (Low)	217	135,544	10.54	6,773
0.15 -1 (Medium)	124	77,519	6.03	33,842
>1 (High erosion)	14	8,819	0.69	11,353
รวม	2,057	1,285,625	100.00	21,644
อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย 0.017 ตัน/ไร่/ปี				

ผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณตะกอนดินถูกชะล้างทั้งลุ่มน้ำ 51,968 ตัน และตะกอนเหล่านี้ถูกพัดพาให้ทับถม 30,323 ตัน อยู่บริเวณพื้นที่ราบใกล้ลำน้ำสาขาและไหลลงสู่ลำน้ำสาขาประมาณ 21,000 ตัน อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย 0.017 ตัน/ไร่/ปี ถ้าพิจารณาอัตราการทับถมของ

ตะกอนดิน พบว่าร้อยละ 42.66 ของพื้นที่ทั้งหมดจะมีอัตราการทับถมของตะกอนดินในอัตรา - 0.15 - -0.0035 (Low) ตัน/ไร่/ปี และจำนวนปริมาณตะกอนที่ถูกทับถม 15,031ตัน และปริมาณตะกอนดินที่ถูกชะล้างปริมาณ 33,842 ตัน ที่อัตราการชะล้าง 0.15 – 1 (Medium) ตัน/ไร่/ปี พื้นที่ที่มีการชะล้างหน้าดินรุนแรง > 1 (High erosion)ตัน/ไร่/ปี มีปริมาณตะกอนที่ถูกชะล้างจำนวน 11,353 ตัน



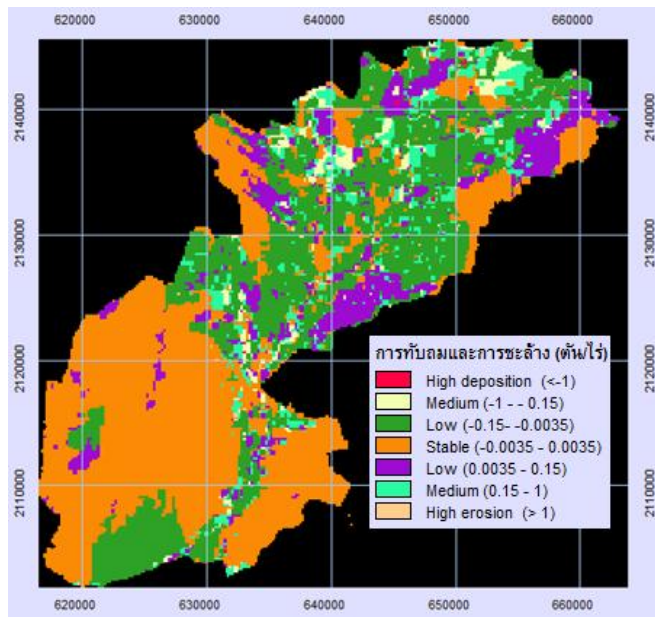
รูปที่ 5.35 แผนที่การชะล้างและทับถมตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปี 2565

ตารางที่ 5.18 ผลการคาดการณ์ระดับความรุนแรงการชะล้างและทับถมของตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยแยกตามเขตการปกครอง ปี 2565

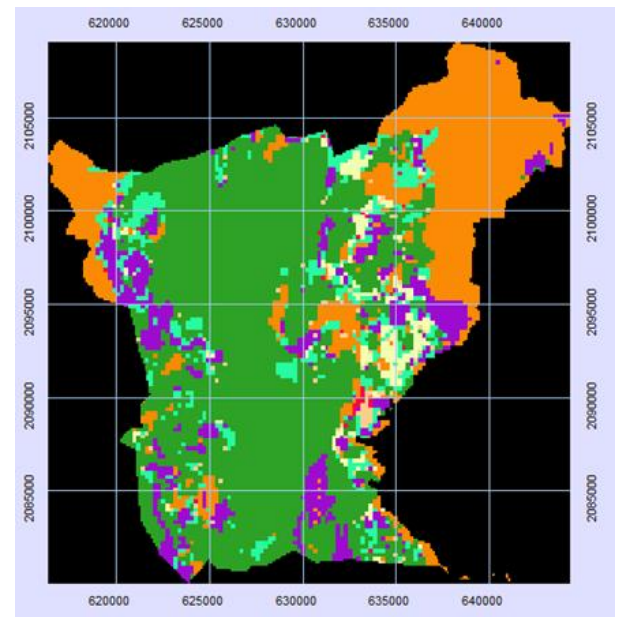
อัตราการชะล้างและ ทับถมของตะกอนดิน (ตัน/ไร่/ปี)	พื้นที่ อ.ปง จ.พะเยา				พื้นที่ อ.เชียงม่วน จ.พะเยา			
	ตร.กม	ไร่	ร้อยละของ พื้นที่ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)	ปริมาณ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)	ตร.กม	ไร่	ร้อยละของ พื้นที่ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)	ปริมาณ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)
<-1 (ทับถม)	1	931	0.16	-1,659	2	1,006	0.38	-2,206
-1 - - 0.15	25	15,688	2.72	-5,372	13	8,188	3.08	-2,550
-0.15- -0.0035	306	191,313	33.20	-6,905	223	139,419	52.36	-4,093
-0.0035 - 0.0035	417	260,856	45.27	-110	105	65,825	24.72	-12
0.0035 - 0.15	104	65,038	11.29	2,617	44	27,331	10.27	1,672
0.15 –1	62	38,600	6.70	16,402	34	21,194	7.96	9,636
> 1 (ชะล้าง)	6	3,513	0.61	4,439	5	3,344	1.26	4,546
รวม	922	576,250	100.00	9,411	426	266,250	100.00	6,994
อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย อ.ปง 0.016 ตัน/ไร่/ปี					อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย อ.เชียงม่วน 0.026 ตัน/ไร่/ปี			
อัตราการชะล้างและ ทับถมของตะกอนดิน (ตัน/ไร่/ปี)	พื้นที่ อ.สอง จ.แพร่				พื้นที่ อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา			
	ตร.กม	ไร่	ร้อยละของ พื้นที่ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)	ปริมาณ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)	ตร.กม	ไร่	ร้อยละของ พื้นที่ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)	ปริมาณ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)
<-1 (ทับถม)	1	469	0.13	-970	0	13	0.02	-47
-1 - - 0.15	8	5,006	1.38	-1,947	1	850	1.05	-328
-0.15- -0.0035	296	184,806	51.07	-3,257	53	32,925	40.52	-777
-0.0035 - 0.0035	185	115,806	32.00	-32	65	40,388	49.71	-60
0.0035 - 0.15	66	40,975	11.32	2,321	4	2,200	2.71	164
0.15 –1	21	13,125	3.63	6,042	7	4,600	5.66	1,761
> 1 (ชะล้าง)	3	1,731	0.48	2,089	0	231	0.28	279
รวม	579	360,000	100.00	4,246	130	81,250	100.00	992
อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย อ.ดอกคำใต้ 0.012 ตัน/ไร่/ปี					อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย อ.สอง 0.012 ตัน/ไร่/ปี			

ตารางที่ 5.18 และรูปที่ 5.36 ผลการคาดการณ์ปริมาณตะกอนดินจากแบบจำลอง Sedimentation โดยแยกตามเขตปกครอง ประกอบด้วย อำเภอปง อำเภอเชียงคำ อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา และอำเภอสอง จังหวัดแพร่ พิจารณอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยโดยแยกตามเขตการปกครองพบว่าพื้นที่ อำเภอเชียงม่วน มีอัตราสูญเสียดินสูงสุด 0.26 ตัน/ไร่/ปีและรองลงมาได้แก่พื้นที่อำเภอปง 0.016 ตัน/ไร่/ปี สำหรับพื้นที่อำเภอดอกคำใต้และอำเภอสองมีอัตราการสูญเสียเท่ากัน 0.012 ตัน/ไร่/ปี

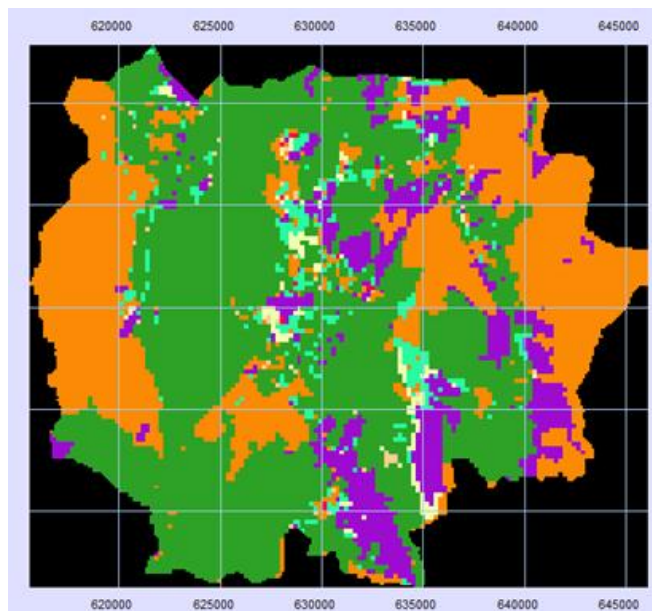
จะเห็นได้ชัดเจนนว่าพื้นที่ อำเภอเชียงม่วน มีอัตราการสูญเสียดินสูงสุดภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและพบว่าปริมาณตะกอนดินที่ถูกชะล้าง 15,854 ตัน ขณะที่ปริมาณตะกอนดินที่ถูกทับถมในพื้นที่อำเภอเชียงม่วน 8,861 ตัน และตะกอนดินส่วนหนึ่งถูกพัดพาสู่ลำน้ำสาขาของแม่น้ำยม 6,994 ตัน ปริมาณตะกอนดินที่ถูกชะล้าง 9,411 ตันในพื้นที่อำเภอปง



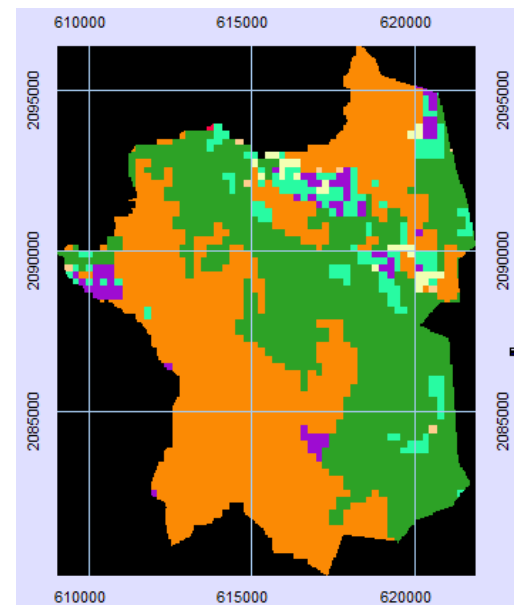
อ.ปง จ.พะเยา



อ.เชียงม่วน จ.พะเยา



อ.สอง จ.แพร่



อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา

รูปที่ 5.36 แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปี 2565

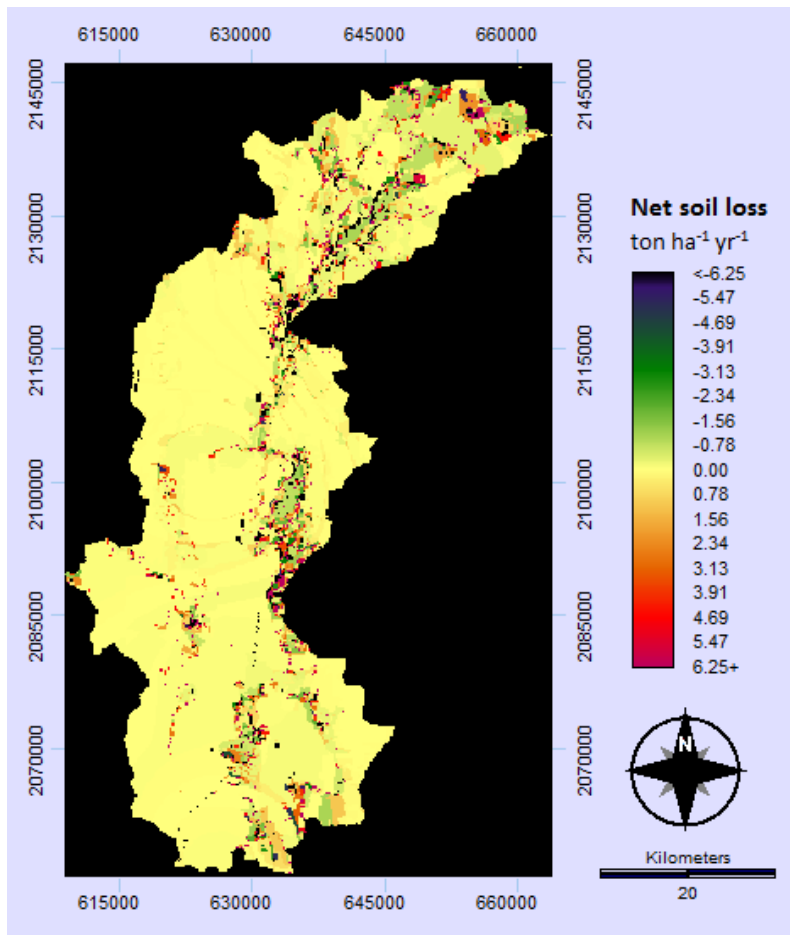
5.8.2 คาดการณ์ปริมาณตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในปี 2565

ผลการคาดการณ์ปริมาณตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในปี 2565 โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยในช่วงปี 2565 จากผลลัพธ์ของจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS: ECHAM4 (A2 และ B2 scenarios) และ RegCM3: ECHAM5 (A1b scenario) สำหรับใช้วิเคราะห์ค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (R-factor)

จากตารางที่ 5.19 และรูปที่ 5.37 แสดงให้เห็นถึงระดับความรุนแรงของการชะล้างและทับถมของตะกอนดินในอนาคตเนื่องผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จะมีการชะล้างหน้าดิน 63,314 ตัน/ปี และปริมาณตะกอนที่ถูกทับถมในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน 34,709 ตัน/ปี ทำให้มีปริมาณตะกอนดินที่ถูกพัดพาในลำน้ำสาขาและแม่น้ำยม 28,608 ตัน/ปี ถ้าพื้นที่การทับถมและการชะล้างหน้าดินจะพบว่า พื้นที่มากที่สุดประมาณร้อยละ 45 ของพื้นที่ทั้งหมด (922 ตร.กม) จะมีอัตราส่วนการทับถมของตะกอนระหว่าง 0.15 - 0.0035 ตัน/ไร่/ปี

ตารางที่ 5.19 ผลการคาดการณ์ระดับความรุนแรงการชะล้างและทับถมของตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในลุ่มน้ำยมตอนบน ปี 2565

ระดับการทับถมและชะล้าง ตะกอนดิน(ตัน/ไร่/ปี)	ลุ่มน้ำยมตอนบน			ปริมาณตะกอนดิน (ตัน/ปี)
	ตร.กม	ไร่	ร้อยละ	
<-1 (High deposition)	7	4,181	0.33	-7,407
-1 - - 0.15 (Medium)	77	47,844	3.72	-12,092
-0.15 - - 0.0035 (Low)	922	576,506	44.84	-14,901
-0.0035 - 0.0035 (Stable)	612	382,706	29.77	-306
0.0035 - 0.15 (Low)	277	173,338	13.48	7,271
0.15 - 1 (Medium)	127	79,531	6.19	28,819
>1 (High erosion)	35	21,688	1.69	27,224
รวม	2,057	1,285,625	100.00	28,608
อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย 0.022 ตัน/ไร่/ปี				

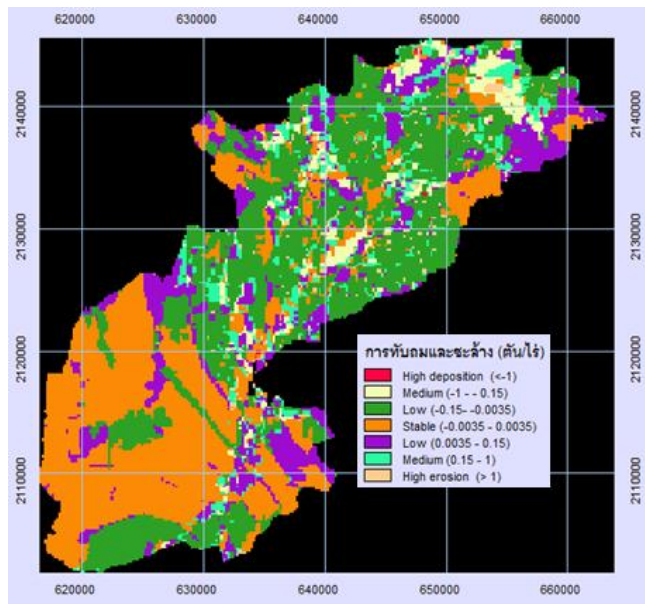


รูปที่ 5.37 แผนที่การชะล้างและทับถมตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ปี2565

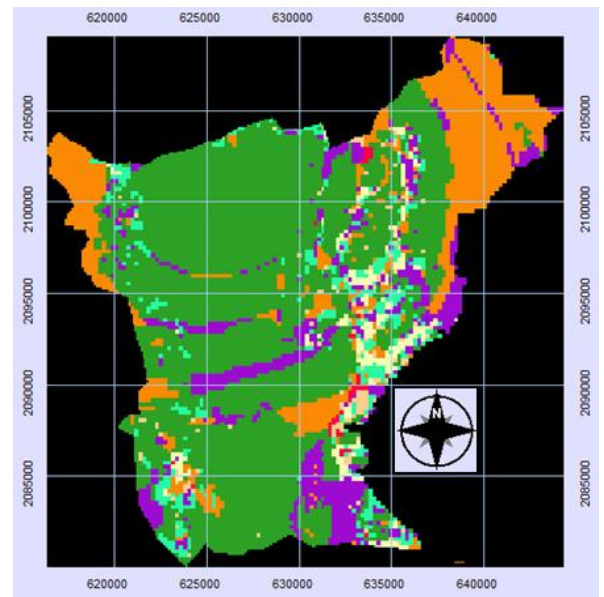
ถ้าแยกตามเขตการปกครองดังแสดงตารางที่ 5.20 จะพบว่าพื้นที่ที่มีการชะล้างหน้าดินมากที่สุดได้แก่ อำเภอบึง มีปริมาณการชะล้างหน้าดิน 15,667 ตัน/ปี และรองลงมาได้แก่พื้นที่อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา 7,193 ตันต่อปี ถ้าพิจารณาอัตราการสูญเสียดินสูงสุดพื้นที่อำเภอเชียงม่วนและอำเภอบึง มีอัตราการสูญเสียหน้าดินสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ 0.027 ตัน/ไร่/ปี ขณะที่อำเภอดอกคำใต้มีอัตราการสูญเสียดินต่ำสุด 0.007 ตัน/ไร่/ปี สาเหตุที่ทำให้การชะล้างหน้าดินในพื้นที่ อำเภอบึง และเชียงม่วนสูงกว่าพื้นที่อำเภอดอกคำใต้และอำเภอสองเพราะว่าพื้นที่ดังกล่าวได้รับอิทธิพลปริมาณน้ำฝนที่สูงกว่า จึงมีส่งผลกระทบต่อปริมาณการชะล้างและการทับถมตะกอนดินที่สูงกว่าพื้นที่อื่นๆ

ตารางที่ 5.20 ผลการคาดการณ์ระดับความรุนแรงการชะล้างและทับถมของตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการภูมิอากาศโดยแยกตามเขตการปกครอง ปี 2565

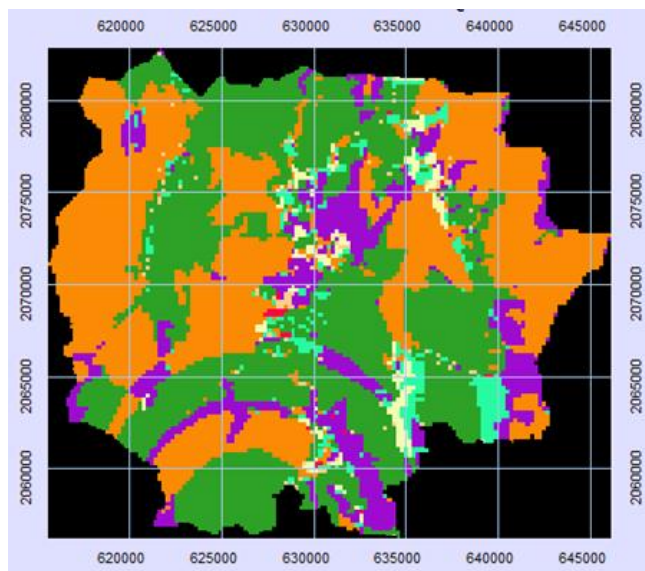
อัตราการชะล้างและ ทับถมของตะกอนดิน (ตัน/ไร่/ปี)	พื้นที่ อ.ปง จ.พะเยา				พื้นที่ อ.เชียงม่วน จ.พะเยา			
	ตร.กม	ไร่	ร้อยละของ พื้นที่	ปริมาณ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)	ตร.กม	ไร่	ร้อยละของ พื้นที่	ปริมาณ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)
<-1 (ทับถม)	3	1,600	0.28	-3,601	2	1,294	0.49	-2,367
-1 - - 0.15	44	27,669	4.80	-6,673	12	7,519	2.82	-2,630
-0.15- -0.0035	335	209,119	36.29	-7,719	254	158,619	59.58	-3,225
-0.0035 - 0.0035	317	198,131	34.38	-153	77	48,363	18.16	-43
0.0035 - 0.15	142	89,050	15.45	3,546	49	30,656	11.51	1,467
0.15 –1	63	39,413	6.84	15,350	24	15,125	5.68	6,980
> 1 (ชะล้าง)	18	11,250	1.95	14,918	8	4,781	1.80	7,011
รวม	922	576,250	100.00	15,667	426	266,250	100.00	7,193
อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย อ.ปง 0.027ตัน/ไร่/ปี					อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย อ.เชียงม่วน 0.027ตัน/ไร่/ปี			
อัตราการชะล้างและ ทับถมของตะกอนดิน (ตัน/ไร่/ปี)	พื้นที่ อ.สอง จ.แพร่				พื้นที่ อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา			
	ตร.กม	ไร่	ร้อยละของ พื้นที่	ปริมาณ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)	ตร.กม	ไร่	ร้อยละของ พื้นที่	ปริมาณ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)
<-1 (ทับถม)	2	1,231	0.34	-1,333	0	56	0.07	-105
-1 - - 0.15	18	11,313	3.13	-2,620	2	1,344	1.65	-168
-0.15- -0.0035	266	166,081	45.89	-3,211	68	42,688	52.54	-747
-0.0035 - 0.0035	173	108,225	29.91	-107	45	27,988	34.45	-3
0.0035 - 0.15	79	49,231	13.60	2,095	7	4,400	5.42	164
0.15 –1	33	20,550	5.68	5,535	7	4,444	5.47	955
> 1 (ชะล้าง)	8	5,031	1.39	4,841	1	625	0.77	454
รวม	579	360,000	100.00	5,198	130	81,250	100.00	550
อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย อ.สอง 0.014ตัน/ไร่/ปี					อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย อ.ดอกคำใต้ 0.007ตัน/ไร่/ปี			



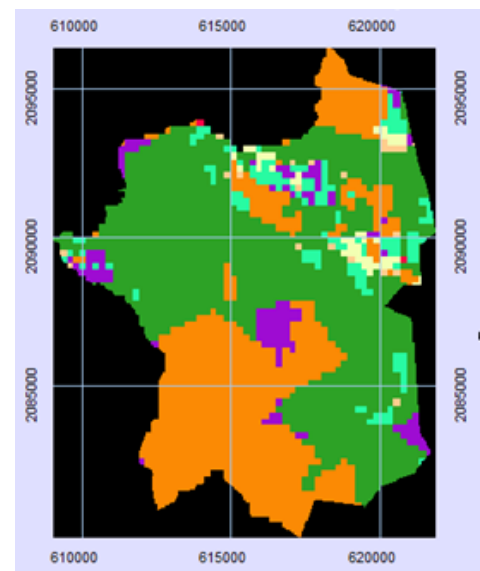
อ.ปง จ.พะเยา



อ.เชียงม่วน จ.พะเยา



อ.สอง จ.แพร่



อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา

รูปที่ 5.38 แผนที่การชะล้างและการทับถมตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ปี 2565

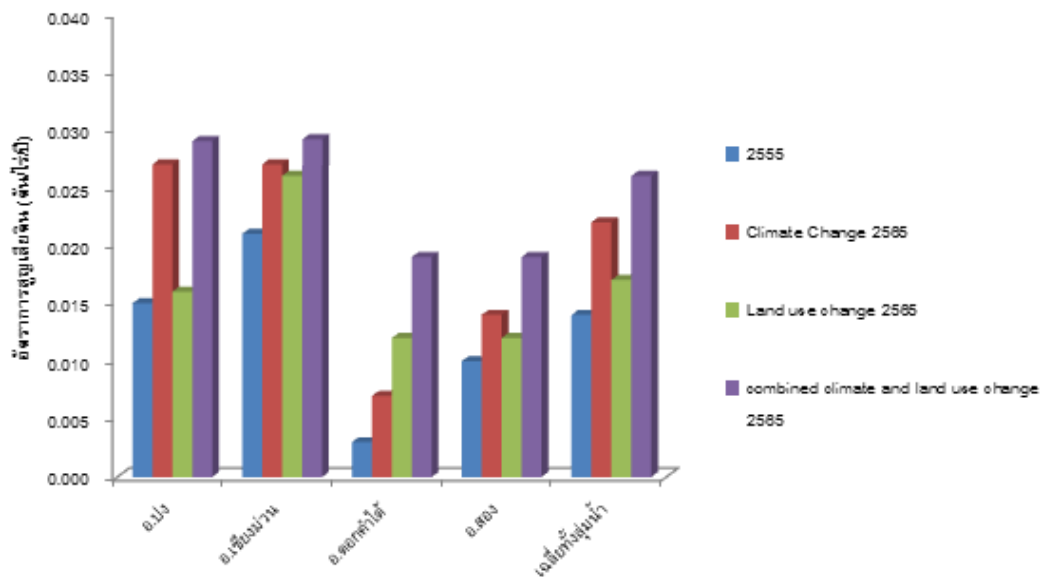
จากรูปที่ 5.38 แสดงระดับความรุนแรงการชะล้างและการทับถมตะกอนดินโดยแยกตามเขตการปกครองเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปี 2565 จะเห็นได้ชัดเจนว่าพื้นที่ส่วนใหญ่มีอัตราการทับถมตะกอนดินอยู่ระหว่าง 0.015 – 0.0035 ตัน/ไร่ (พื้นที่สีเขียว) ได้แก่ อำเภอปง อำเภอเชียงม่วน อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา มีพื้นที่ 335, 254, 68 ตร.กม. และอำเภอสอง จังหวัดแพร่ 266 ตร.กม. หรือคิดเป็นร้อยละของพื้นที่แต่ละอำเภอ 36.27% 59.58% 52.54% และ 45.89% ตามลำดับ และรองลงมาพื้นที่สีส้มซึ่งมีอัตราชะล้างและการทับถมของตะกอนดินน้อยมากอยู่ระหว่าง (-0.0035 – 0.0035 ตัน/ไร่) 317, 77, 45 ตร.กม. ในพื้นที่อำเภอปง อำเภอเชียงม่วน อำเภอดอกคำใต้ และ 173 ตร.กม. อำเภอสอง จังหวัดแพร่

5.8.3 คาคการณ์ปริมาณตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในปี 2565

การคาคการณ์การชะล้างและทับถมของปริมาณตะกอนดินในปี 2565 โดยการวิเคราะห์ผลกระทบทั้งการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศ แสดงผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 5.21 ซึ่งพบว่าอัตราการสูญเสียดินอยู่ระหว่าง 0.019 – 0.029 ตัน/ไร่/ปี และปริมาณการชะล้างหน้าดินสุทธิของแต่ละอำเภอ ประกอบด้วย อำเภอปง (16,920 ตัน/ปี) อำเภอเชียงม่วน (8,613 ตัน/ปี) อำเภอดอกคำใต้ (1,542 ตัน/ปี) จังหวัดพะเยา และอำเภอสอง (6,922 ตัน/ปี) จังหวัดแพร่ ตามลำดับ

ตารางที่ 5.21 ผลการคาคการณ์ระดับความรุนแรงการชะล้างและทับถมของตะกอนดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศโดยแยกตามเขตการปกครอง ปี 2565

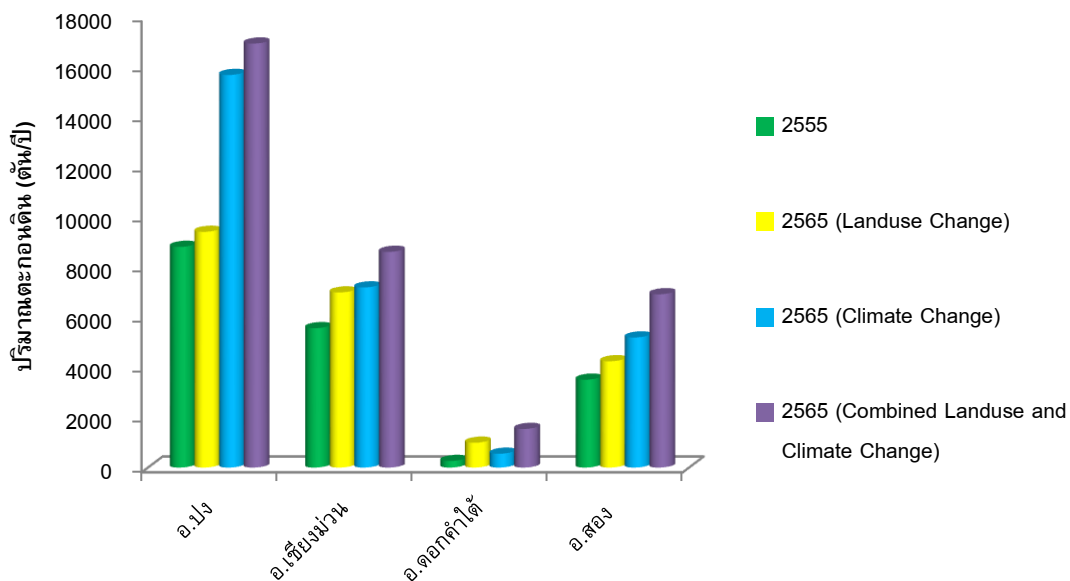
อัตราการชะล้างและ ทับถมของตะกอนดิน (ตัน/ไร่/ปี)	พื้นที่ อ.ปง จ.พะเยา				พื้นที่ อ.เชียงม่วน จ.พะเยา			
	ตร.กม	ไร่	ร้อยละของ พื้นที่ ตะกอนดิน	ปริมาณ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)	ตร.กม	ไร่	ร้อยละของ พื้นที่ ตะกอนดิน	ปริมาณ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)
<-1 (ทับถม)	4	2,225	0.39	-2,766	3	1,663	0.62	-2,928
-1 - - 0.15	47	29,544	5.13	-8,510	17	10,463	3.93	-3,605
-0.15- -0.0035	335	209,119	36.29	-8,204	210	131,250	49.30	-4,198
-0.0035 - 0.0035	311	194,381	33.73	-131	90	56,400	21.18	-56
0.0035 - 0.15	140	87,800	15.24	3,922	59	36,988	13.89	2,015
0.15 –1	64	40,031	6.95	17,240	37	23,131	8.69	9,060
> 1 (ชะล้าง)	21	13,125	2.28	15,367	10	6,456	2.42	8,324
รวม	922	576,250	100.00	16,920	426	266,250	100.00	8,613
อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย อ.ปง 0.029 ตัน/ไร่/ปี					อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย อ.เชียงม่วน 0.032 ตัน/ไร่/ปี			
อัตราการชะล้างและ ทับถมของตะกอนดิน (ตัน/ไร่/ปี)	พื้นที่ อ.สอง จ.แพร่				พื้นที่ อ.ดอกคำใต้ จ.พะเยา			
	ตร.กม	ไร่	ร้อยละของ พื้นที่ ตะกอนดิน	ปริมาณ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)	ตร.กม	ไร่	ร้อยละของ พื้นที่ ตะกอนดิน	ปริมาณ ตะกอนดิน (ตัน/ปี)
<-1 (ทับถม)	2	1,231	0.34	-2,276	1	625	0.77	-85
-1 - - 0.15	17	10,688	2.95	-3,589	2	1,344	1.65	-490
-0.15- -0.0035	267	166,706	46.07	-4,105	68	42,688	52.54	-959
-0.0035 - 0.0035	175	109,475	30.25	-58	45	27,988	34.45	-4
0.0035 - 0.15	78	48,606	13.43	2,824	6	3,775	4.65	214
0.15 –1	32	19,925	5.51	7,737	7	4,444	5.47	2,053
> 1 (ชะล้าง)	8	5,031	1.39	6,389	1	625	0.77	815
รวม	579	360,000	100.00	6,922	130	81,250	100.00	1,542
อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย อ.สอง 0.019 ตัน/ไร่/ปี					อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย อ.ดอกคำใต้ 0.019 ตัน/ไร่/ปี			



รูปที่ 5.39 อัตราการสูญเสียดินโดยแยกตามเขตการปกครอง

จากการวิเคราะห์อัตราการสูญเสียดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศ โดยแยกตามเขตการปกครอง แสดงดังรูปที่ 5.39 ซึ่งเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียดินในปัจจุบัน ปี 2555 จะเห็นได้ชัดว่าถ้าค่าอัตราการสูญเสียดินในอนาคตทั้ง 3 กรณี ได้แก่ ผลกระทบของด้านภูมิอากาศ ผลกระทบด้านการใช้ที่ดิน และรวมทั้งสองกรณี ค่าอัตราการสูญเสียดินมีค่าสูงกว่าปัจจุบัน (2555) ทุกเขตการปกครอง ประกอบด้วย อำเภอปางและอำเภอเชียงใหม่ มีค่าอัตราการสูญเสียดิน 0.029 ตัน/ไร่/ปี อำเภอดอกคำใต้และอำเภอสอง ค่าอัตราการสูญเสียดิน 0.019 ตัน/ไร่/ปี

ถ้าเปรียบเทียบโดยการแยกผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและการใช้ที่ดินจะพบว่า การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตจะส่งผลกระทบมากกว่าการใช้ที่ดินใน 3 อำเภอ ประกอบด้วย อำเภอปาง อำเภอเชียงใหม่และอำเภอสอง ในขณะที่อำเภอดอกคำใต้ การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตส่งผลกระทบต่ออัตราการสูญเสียดินมากกว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในปี 2565 ถ้าเปรียบเทียบภาพรวมทั้งลุ่มน้ำมดตอนบนการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตจะส่งผลกระทบต่ออัตราการสูญเสียดิน 0.022 ตัน/ไร่/ปี ในขณะที่การใช้ประโยชน์ที่ดินมีค่าอัตราการสูญเสียดิน 0.017 ตัน/ไร่/ปีแต่อย่างไรก็ตามในระยะ 10 ปีข้างหน้า (ปี 2565) อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศ 0.026 ตัน/ไร่/ปี



รูปที่ 5.40 ปริมาณตะกอนโดยแยกตามเขตการปกครองในปี 2555 และ 2565

จากผลการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินด้วยแบบจำลอง Soil Loss Modeling และนำผลลัพธ์จากแบบจำลอง ประเมินปริมาณการชะล้างและทับถมของตะกอนดินด้วยแบบจำลอง Sedimentation ซึ่งได้ผลลัพธ์แสดงในรูปที่ 5.40 พบว่าปริมาณตะกอนดินทั้งหมดในลุ่มน้ำยมตอนบน 18,151 ตัน โดยแยกตามเขตการปกครองจะเห็นได้ชัดเจนว่าในปี 2555 ปริมาณตะกอนดินที่ถูกชะล้างมากที่สุด 8,811 ตัน ในพื้นที่อำเภอปง และรองลงมาได้แก่อำเภอเชียงม่วน 5,568 ตัน อำเภอสอง 3,510 ตัน และอำเภอดอกคำใต้ 262 ตัน ตามลำดับ

ผลการคาดการณ์ปริมาณตะกอนดินในปี 2565 ภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศ พบว่า พื้นที่อำเภอปงปริมาณตะกอนดินจะเพิ่มขึ้นประมาณ 92% หรือ 8,109 ตัน และอำเภอเชียงม่วน (3,045 ตัน) อำเภอสอง (3,412 ตัน) และอำเภอดอกคำใต้ (1,280 ตัน) ซึ่งเพิ่มจากปี 2555

เมื่อพิจารณาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศต่อปริมาณตะกอนดินในปี 2565 เฉพาะพื้นที่อำเภอปง พบว่า มีปริมาณตะกอนดินสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ และได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมากกว่าการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งปริมาณตะกอนดิน 15,667 ตัน จากผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และปริมาณตะกอนดินเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน 9,411 ตัน และเมื่อพิจารณาผลกระทบทั้งสองพบว่าปริมาณตะกอนดินที่ถูกชะล้าง ประมาณ 17,000 ตัน และปริมาณตะกอนดินเพิ่มขึ้นภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ภูมิอากาศ และทั้งสองผลกระทบจากปี 2555 คิดเป็น 6.81%, 77.81% และ 92.03% ตามลำดับ

5.9 สัมภาษณ์และสนทนากลุ่มร่วมกับชุมชนในพื้นที่เสี่ยง

ผลการประเมินการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณตะกอนเนื่องจากเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในอนาคต ซึ่งสามารถที่จะระบุพื้นที่การพังทลายของดินและปริมาณตะกอนที่มีความรุนแรงมาก (มากกว่า 20 ตัน/ไร่/ปี) จะอยู่บริเวณตอนบนและตอนล่างของกลุ่มน้ำยม ส่วนบนได้แก่พื้นที่ อำเภอบึง จังหวัดพะเยา และอำเภอสอง จังหวัดแพร่ การสนทนากลุ่มและการสัมภาษณ์เชิงลึกรายบุคคลจึงมีความสำคัญเพื่อที่จะทราบถึงสาเหตุและแนวทางการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของตะกอนในอนาคตโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่ ดังนั้นการสัมภาษณ์และสนทนากลุ่มประชาชนที่อยู่อาศัยในเขตพื้นที่เสี่ยง คณะผู้วิจัยได้เลือกพื้นที่อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ใช้เป็นพื้นที่กรณีศึกษาสัมภาษณ์รายบุคคลและสนทนากลุ่ม (รูปที่ 5.41 และ 5.42)



รูปที่ 5.41 สนทนากลุ่มย่อยเกษตรกรที่อยู่อาศัยในเขตพื้นที่เสี่ยง ต.สะเอียบ อ.สอง จ.แพร่



รูปที่ 5.42 สันทนากลุ่มเกษตรกรที่อยู่อาศัยในเขตพื้นที่เสี่ยง ต.สะเอียบ อ.สอง จ.แพร่

5.9.1 ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของประชาชนที่อยู่อาศัยในพื้นที่เสี่ยง การสัมภาษณ์รายบุคคลประชาชนในพื้นที่ศึกษามีทั้งหมด 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 40 คน ซึ่งอาศัยอยู่ใน ต.สะเอียบ อําเภอสอง จังหวัดแพร่ ซึ่งเป็นพื้นที่เสี่ยงที่มีการชะล้างพังทลายของดินสูงและพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่สูงชันมีการปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพด และถั่ว เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง

1. อายุของผู้ให้สัมภาษณ์ร้อยละ 19.4 มีอายุ 30-40 ปี ร้อยละ 27.2 ช่วงอายุ 41-50 ปี และร้อยละ 53.3 มีอายุ 51 ปีขึ้นไป
2. ระดับการศึกษา ประถมต้น จำนวน 18 ราย หรือร้อยละ 45.0 ประถมปลาย จำนวน 12 ราย หรือร้อยละ 30.0 มัธยมต้น จำนวน 7 ราย หรือร้อยละ 17.5 มัธยมปลาย จำนวน 3 ราย หรือร้อยละ 7.5

3. อาชีพหลัก เกษตรกรรม จำนวน 32 ราย หรือร้อยละ 80.0 รับจ้างจำนวน 4 ราย หรือร้อยละ 10.0 ค้าขาย จำนวน 4 ราย หรือร้อยละ 10.0
4. อาชีพรอง เกษตรกรรม จำนวน 7 ราย หรือร้อยละ 17.5 รับจ้างจำนวน 29 ราย หรือร้อยละ 72.5 ค้าขาย จำนวน 4 ราย หรือร้อยละ 10.0

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

- การถือครองที่ดิน โดยเป็นเจ้าของจำนวน 35 ราย (ร้อยละ 87.5) และเป็นผู้ดูแลที่ดินจำนวน 5 ราย (ร้อยละ 12.5)
- ระยะเวลาถือครองที่ดิน 1-20 ปี จำนวน 18 ราย (ร้อยละ 45) 21-30 ปีจำนวน 16 ราย (ร้อยละ 40) 31-40 ปีจำนวน 6 ราย (ร้อยละ 15)
- จำนวนพื้นที่การถือครองที่ดิน 0-50 ไร่ จำนวน 40 ราย (ร้อยละ 100)
- การได้มาซึ่งพื้นที่ทำกิน โดยการซื้อขาย จำนวน 11 ราย (ร้อยละ 27.5) มรดก 29 ราย (ร้อยละ 72.5)
- ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและทรัพยากรธรรมชาติ เป็นที่อยู่อาศัย จำนวน 12 ราย (ร้อยละ 30) พื้นที่เพาะปลูก จำนวน 20 ราย (ร้อยละ 50) พื้นที่ปศุสัตว์ จำนวน 5 ราย (ร้อยละ 12.5) ปอเลี้ยงปลา จำนวน 3 ราย (ร้อยละ 7.5)

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบจากการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของตะกอนลุ่มน้ำยมตอนบน

1. ระดับความรุนแรงของผลกระทบจากการชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก จำนวน 8 ราย (ร้อยละ 20) น้อย จำนวน 10 ราย (ร้อยละ 25) ปานกลาง จำนวน 13 ราย (ร้อยละ 32.5) รุนแรง จำนวน 5 ราย (ร้อยละ 12.5) และรุนแรงมาก จำนวน 4 ราย (ร้อยละ 10)
2. พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการชะล้างพังทลายของดินที่อยู่อาศัย จำนวน 6 ราย (ร้อยละ 15) พื้นที่เพาะปลูก จำนวน 34 ราย (ร้อยละ 85)

ส่วนที่ 4 ทักษะของผู้ให้สัมภาษณ์เกี่ยวกับแนวทางป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมตะกอนลุ่มน้ำยมตอนบน

เกษตรกรที่อาศัยในพื้นที่เสี่ยงได้แสดงแนวคิดเกี่ยวกับการป้องกันการพังทลายของดิน ดังนี้ เกษตรกรส่วนใหญ่ที่อาศัยในพื้นที่เสี่ยงไม่ได้คำนึงถึงการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน และผลกระทบที่จะเกิดขึ้น และมีการปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพดและถั่วในพื้นที่ลาดชัน แต่ก็มี

เกษตรกรบางรายที่ได้ปลูกหญ้าแฝกและยังมีการปลูกพืชหมุนเวียนสลับกันโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน และอยากให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการอบรมและให้ความรู้ด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำให้แก่เกษตรกรในพื้นที่เสี่ยงภัย

5.9.2 ผลการสนทนากลุ่มร่วมกับเกษตรกรในพื้นที่เสี่ยง

การสนทนากลุ่มเกษตรกรที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่การชะล้างพังทลายของดินที่มีความรุนแรงในพื้นที่ อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ใช้เป็นพื้นที่กรณีศึกษาเพื่อหาแนวทางการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน จากผลการสนทนากลุ่มพบว่าเกษตรกรได้เสนอแนวคิดตามภูมิปัญญาท้องถิ่นที่เคยปฏิบัติกันมา

เกษตรกรในพื้นที่ได้มีการปลูกพืชตระกูลถั่วในช่วงต้นฤดูฝนโดยปลูกแถบขวางความลาดเทของพื้นที่เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและดักตะกอนดินและน้ำ และช่วยปรับปรุงบำรุงดิน และเกษตรกรบางรายได้มีการใช้คันซากพืชเป็นการนำซากพืชที่เกิดจากการบุกเบิกพื้นที่หรือที่เหลือหลังการเก็บเกี่ยวแล้วมาวางสุมให้สูงประมาณ 30 -80 ซม. เป็นคันตามแนวระดับไว้เป็นระยะๆ ห่างกัน ประมาณ 30-40 เมตร หรือตามแนวคันดินกันน้ำเพื่อช่วยลดความเร็วของน้ำไหลบ่า และดักตะกอนดินและเพื่อใช้เศษเหลือของพืชให้เกิดประโยชน์ในการปรับปรุงบำรุงดิน และเกษตรกรบางรายได้ปลูกต้นไม้ตามแนวลำคลองและแม่น้ำเพื่อป้องกันการกัดเซาะและพังทลายตามแนวตลิ่ง

การปลูกหญ้าแฝกในพื้นที่ยังไม่ได้รับความนิยมจากเกษตรกรในพื้นที่ เนื่องจากเกษตรกรยังไม่ทราบถึงประโยชน์ของหญ้าแฝก เกษตรกรเห็นว่าควรมีการฝึกอบรมเกี่ยวกับคุณสมบัติของหญ้าแฝกสำหรับใช้อนุรักษ์ดินและน้ำ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการแจกกล้าพันธุ์หญ้าแฝกให้กับเกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรสามารถนำต้นกล้าไปปลูกในพื้นที่ของตนเองและสามารถขยายพันธุ์หญ้าแฝกปลูกในพื้นที่ของตนเองได้

5.9.3 การสร้างสำนึกในเด็กและเยาวชนเกี่ยวกับสาเหตุและการป้องกันการพังทลายของดิน

ปัญหาการชะล้างพังทลายของดินที่เป็นสาเหตุให้มีการสูญเสียหน้าดินและทำให้คุณภาพของทรัพยากรดินเสื่อมโทรมลงมีผลกระทบต่อผลผลิตของพืชลดต่ำลง เกิดการทับถมของตะกอนในลำน้ำและแหล่งน้ำต่างๆ ทำให้เกิดการตื้นเขินและปริมาณการเก็บกักน้ำลดลง การสร้างจิตสำนึกในเด็กและเยาวชนในพื้นที่เสี่ยงจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อเป็นการปลูกฝังเด็กและเยาวชนในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ดังนั้นจึงได้นำเด็กและเยาวชนในพื้นที่เสี่ยงไปทัศนศึกษาพื้นที่ต้นน้ำ ในพื้นที่อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวมีการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงเพื่อปลูกข้าวโพด ดังแสดงในรูปที่ 5.43 และเป็นสาเหตุที่สำคัญของการชะล้างพังทลายของดิน



รูปที่ 5.43 เด็กและเยาวชนทัศนศึกษาพื้นที่ป่าและพื้นที่ปลูกข้าวโพด

จากรูปที่ 5.43 ได้นำเด็กและเยาวชนเข้าศึกษาพื้นที่เสี่ยงเนื่องการพังทลายของดินและได้อธิบายให้เยาวชนทราบถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ดังกล่าว เกิดจากการทำปลูกข้าวโพดและปลูกพืชไร่ ในพื้นที่ป่าถูกบุกรุกและพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง เมื่อเวลาฝนตกจะทำให้การชะล้างหน้าดินเนื่องจากต้นข้าวโพดและรากที่ตื้นของต้นข้าวโพดไม่สามารถให้เม็ดดินยึดเกาะได้ จึงทำให้ก้อนดินแตกกระจาย และไหลลงสู่ที่ต่ำทำให้เกิดการทับถมของตะกอนในลำน้ำและแหล่งน้ำต่างๆ ทำให้ดินแข็ง และได้เปรียบเทียบกับพื้นที่ฝั่งตรงกันข้าม ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าที่มีต้นไม้ปกคลุมสามารถป้องกันการชะล้างพังทลายของดินได้ดีกว่าพื้นที่ที่ปลูกข้าวโพดเนื่องจากไม้ยืนต้นมีใบที่หนาที่บสามารถลดแรงกระแทกของเม็ดฝนซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการชะล้างพังทลายของดิน และพื้นที่ที่มีป่าไม้ยังสามารถกักเก็บปริมาณน้ำใต้ดินไว้ได้อีกด้วย

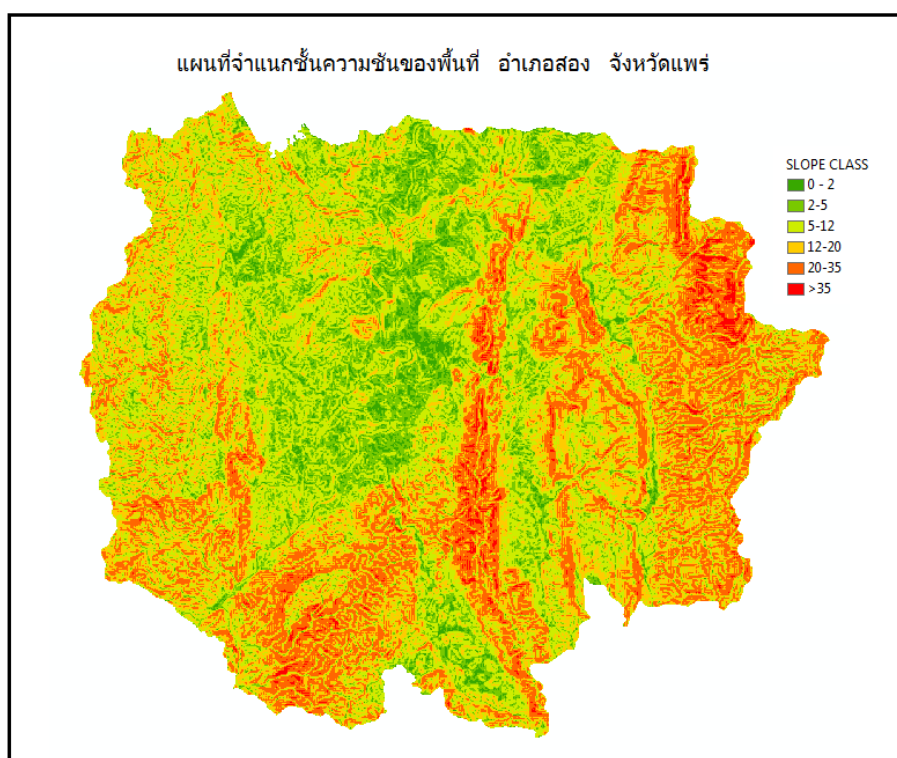


รูปที่ 5.44 เด็กและเยาวชนทัศนศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยการชะล้างพังทลายของดิน

จากการทัศนศึกษาในพื้นที่เสี่ยง (รูปที่ 5.44) ทำให้เด็กและเยาวชนได้ตระหนักถึงปัญหา และสาเหตุของการชะล้างพังทลายของดิน และผู้ปกครองของเยาวชนส่วนใหญ่มีอาชีพ เกษตรกรรมซึ่งเยาวชนจะได้นำความรู้จากการทัศนศึกษาในครั้งนี้ไปพูดคุยกับผู้ปกครอง เพื่อให้ ผู้ปกครองคำนึงถึงปัญหาและคิดหาแนวทางป้องกันการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ชุมชนของ ตนเองต่อไป

5.10 กำหนดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยแบ่งพื้นที่ทำการเกษตรตามความลาดชัน

จากผลการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของตะกอนภายใต้การ เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในอนาคต (พ.ศ. 2565) มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำ ยมตอนบน ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องมีความรู้แนวทางการป้องกันและการปรับตัวเพื่อลดปัญหาการชะล้าง การพังทลายของดินและตะกอน ใช้ระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำประกอบด้วยการอนุรักษ์ดิน ซึ่ง ได้แบ่งพื้นที่ทำการเกษตรตามความลาดชัน โดยใช้วิธีพืช (vegetative method) วิธีเขตกรรม (agronomic method) และวิธีกล (mechanical method) จากกรณีพื้นที่ศึกษาข้างต้นได้เลือก พื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนที่ครอบคลุมพื้นที่ อำเภอสอง จังหวัดแพร่ มีเนื้อที่ทั้งหมด 574.5 ตร.กม. (359,063 ไร่) โดยแบ่งพื้นที่ทำการเกษตรตามความลาดชัน (รูปที่ 5.45) และทำการสำรวจระดับ ความชันในพื้นที่จริงร่วมกับเกษตรกร เพื่อกำหนดมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำตามความลาดชัน ของพื้นที่ ดังนี้



รูปที่ 5.45 แผนที่จำแนกชั้นความชันของพื้นที่ ต.สะเอียบ อำเภอสอง จังหวัดแพร่

1. ความลาดชัน 0 – 2% เนื้อที่ 20.92 ตร.กม. (13,075 ไร่) ใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีพืชและวิธีเขตกรรม โดยผู้วิจัยได้ออกสำรวจวัดระดับความชันของพื้นที่ร่วมกับเกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรทราบถึงระดับความชัน 0 – 2% ดังแสดงในรูปที่ 5.46 และควรมีการปลูกพืชหมุนเวียน ปลูกพืชคลุมดิน ปลูกพืชตามแนวระดับ และปลูกพืชแซม ฯลฯ ซึ่งเกษตรกรในพื้นที่ได้ปลูกพืชหมุนเวียนสลับกัน โดยการปลูกข้าวโพดและพืชตระกูลถั่วสลับกัน ควรใช้วิธีเขตกรรมโดยไถพรวนไปตามแนวระดับ และปลูกพืชตามแนวระดับ (Contour Cultivation) เป็นการ ไถพรวน หว่าน ปลูก ตามแนวระดับขวางความลาดเทของพื้นที่ (รูปที่ 5.47 ก.) แต่ถ้าความยาวของความลาดเทมีมากกว่า 50 เมตร ควรจะปลูกหญ้าแฝกขวางตามลาดเท 1 แนว (รูปที่ 5.47 ข.) เพื่อเพิ่มการซบซึมน้ำของดินและรักษาความชุ่มชื้นในดินและควบคุมการไหลบ่าของน้ำและการชะล้างพังทลายของดิน วิธีการดังกล่าวข้างต้นคณะผู้วิจัยได้แนะนำให้กับเกษตรกรในพื้นที่เสี่ยงภัยเพื่อประยุกต์ใช้กับระดับความชันระหว่าง 0 – 2%



รูปที่ 5.46 ออกสำรวจพื้นที่และวัดความลาดชันระดับ 0 – 2%



รูปที่ 5.47 (ก) การไถพรวนและปลูกพืชตามแนวระดับ



รูปที่ 5.47 (ข) การปลูกหญ้าแฝกขวางทางลาด

2. ความลาดชัน 2 – 5% เนื้อที่ประมาณ 79.86 ตร.กม. (49,913 ไร่) โดยทำการออกสำรวจพื้นที่วัดระดับความลาดชันร่วมกับเกษตรกรเพื่อให้เกษตรกรทราบขนาดระดับความลาดชันระหว่าง 2 – 5% และใช้เป็นแนวทางในการป้องกันการพังทลายของดิน (รูปที่ 5.48) และได้แนะนำวิธีการป้องกันการพังทลายของดินโดยวิธีพืชและวิธีกล โดยการปลูกไม้ยืนต้น หรือไม้ผลวางแนวปลูกไปตามแนวระดับโดยให้มีแถวหญ้าแฝกแทรกขนานกับแนวปลูกไม้ยืนต้น โดยการปลูกไม้ยืนต้น 2 - 3 แถว ปลูกหญ้าแฝก 1 แถว (รูปที่ 5.49 ก) ถ้าจะปลูกพืชไร่ (ข้าวโพด พืชตระกูลถั่ว ฯลฯ) ควรจะทำคันดินแบบระดับ แบบที่ 2 (รูปที่ 49 ข) เป็นคันดินเก็บกักน้ำปริมาณดิน ชุด-ถม ประมาณ 1.2 ม³/เมตร เพื่อลดปริมาณน้ำไหลป่าและการชะล้างพังทลายของดิน ในพื้นที่นี้ความลาดชันไม่สูงนักจึงควรมีคันดินจะอยู่ประมาณ 25 เมตร (40 เมตร/ไร่)



รูปที่ 5.48 ออกสำรวจพื้นที่และวัดความลาดชันระดับ 2 – 5 %



รูปที่ 5.49 ก. การปลูกหญ้าแฝกขนานแนวปลูกไม้ยืนต้น



รูปที่ 5.49 ข. คันดินแบบที่ 2

3. ความลาดชัน 5 – 12% เนื้อที่ประมาณ 195.75 ตร.กม. (122,343 ไร่) ได้แนะนำวิธีการป้องกันการพังทลายของดินด้วยวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้วิธีพืชและวิธีกลร่วมกัน แต่อย่างไรก็ตามเกษตรกรไม่สามารถแยกกระตือรือร้นความลาดชันได้ ดังนั้นคณะผู้วิจัยได้อยากวัดระดับความลาดชัน 5 – 12% เพื่อใช้เป็นแนวทางให้เกษตรกรเปรียบเทียบในพื้นที่ของตนเอง (รูปที่ 5.48) และได้แนะนำวิธีการป้องกันโดยการปลูกไม้ยืนต้นหรือไม้ผลและวางแนวปลูก

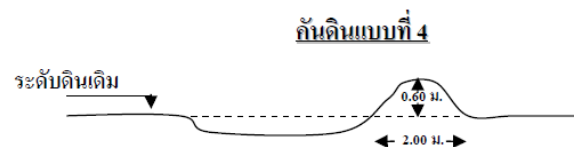
ไม้ยืนต้นตามระดับความลาดชันและควรปลูกหญ้าแฝกเป็นเครื่องวงกลมทางด้านล่างของไม้ยืนต้น ดังแสดงในรูปที่ 5.51 ก. แต่ถ้าจะปลูกพืชไร่ไม่ไถพรวนหรือไถพรวนน้อยที่สุด สำหรับวิธีการการก่อสร้างคันดินแบบที่ 4 (รูปที่ 5.51 ข.) ปริมาตรดิน ขุด-ถม ประมาณ 0.6 ม³/เมตร กั้นน้ำในความลาดเท 7 – 12% จะสามารถช่วยลดปริมาณการสูญเสียดินและน้ำไหลป่าได้มาก จำเป็นอย่างยิ่งเมื่อเกษตรกรปลูกพืชไร่และพืชล้มลุกเท่านั้น ควรทำคันดินเบนน้ำเพื่อป้องกันน้ำที่จะไหลป่าจากพื้นที่ด้านนอกและทำทางระบายน้ำเพื่อระบายน้ำออกจากพื้นที่



รูปที่ 5.50 ออกสำรวจพื้นที่และวัดความลาดชันระดับ 2 – 5 %



รูปที่ 5.51 ก. การปลูกหญ้าแฝกแบบเครื่องวงกลมเพื่อรักษาความชุ่มชื้น



รูปที่ 5.51 ข. คันดินแบบที่ 4

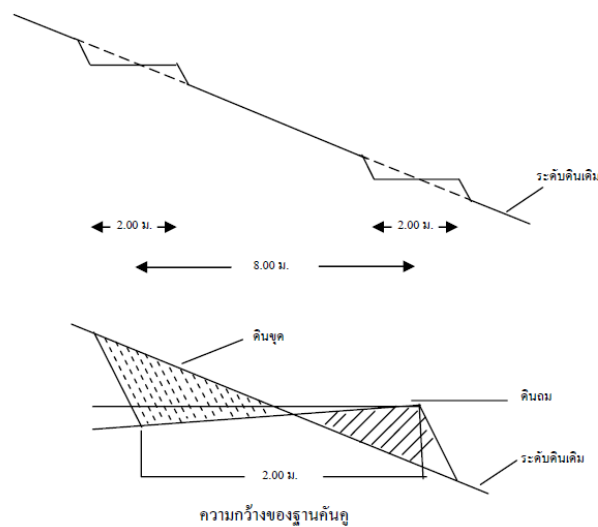
4. ความลาดชัน 12 – 20% เนื้อที่ประมาณ 151.30 ตร.กม. (94,563 ไร่) ซึ่งพื้นที่ความลาดชันมากจะทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินและการปริมาณตะกอนที่ไหลลงสู่แม่น้ำในปริมาณมาก ดังนั้นคณะผู้วิจัยได้ทำการวัดระดับความลาดชันร่วมกับเกษตรกร (รูปที่ 5.52) และแนะนำในการทำคันดินแบบที่ 5 ซึ่งเป็นคันดินแบบขั้นบันได (รูปที่ 5.53) เพื่อใช้ป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและได้แนะนำวิธีการป้องกันโดยพืชและวิธีกลควรปลูกไม้ยืนต้นเท่านั้น โดยการวางแผนปลูกตามระดับและมีแถวหญ้าแฝกปลูกขวางความลาดเทขนานกับแถวที่ปลูก

ไม่ยืนต้น การทำการเกษตรในพื้นที่ลาดชันสูงจำเป็นต้องระมัดระวังและพิถีพิถันมากจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างจริงจังจึงจะได้ผล จะต้องทำคันดินเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน



รูปที่ 5.52 ออกสำรวจพื้นที่และวัดความลาดชันระดับ 12 – 20%

คันดินแบบที่ 5



รูปที่ 5.53

คันดินแบบที่ 5

- ความลาดชัน 20 – 35% เนื้อที่ประมาณ 119.61 ตร.กม. (74,756 ไร่) โดยพื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ป่าและมีการปลูกพืชไร่ในพื้นที่ลาดชันสูงได้แก่ ข้าวโพดและถั่วเหลือง ได้ทำการวัดความลาดชันของพื้นที่ (รูปที่ 5.54) แนะนำวิธีการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินใช้วิธีพืชและวิธีกลอย่างเข้มข้น ถ้าเป็นพื้นที่ที่มีดินดีและมีแหล่งน้ำเพียงพอก็ควรทำเป็นคันดินแบบขั้นบันได (คันดินแบบที่ 5 รูปที่ 5.53 และ รูปที่ 5.55) ซึ่งควรใช้กับพื้นที่ที่มีความลาดเทไม่เกิน

35% ปริมาตรดิน ขุด-ถม ประมาณ 0.3 0.6 ม³/เมตร สำหรับปลูกพืชไร่หรือพืชล้มลุกที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูง (รูปที่ 5.55) แต่ถ้าดินเลวหรือดินที่ไม่มีความอุดมสมบูรณ์ควรจะทำปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักและควรทำเป็นคันคูรับน้ำรอบขอบเขาเพื่อระบายน้ำด้วย ไม่ควรไถพรวนระหว่างแถวของต้นพืชทุกๆ ปี โดยเด็ดขาด เพราะจะทำให้เกิดมีน้ำไหลป่าและดินพังทลายได้ง่าย

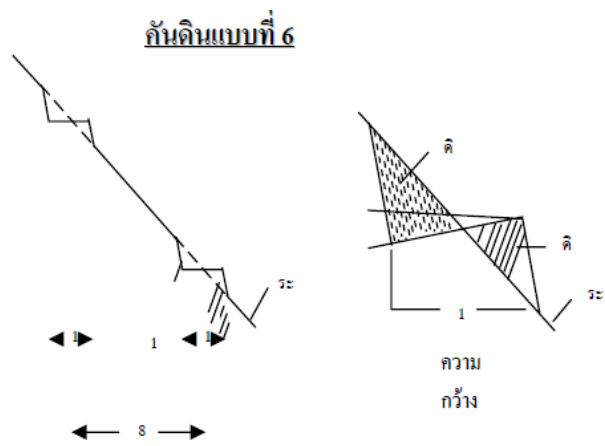


รูปที่ 5.54 ออกสำรวจพื้นที่และวัดความลาดชันระดับ 20 – 35%



รูปที่ 5.55 การปลูกพืชแบบขั้นบันได

6. ความลาดชัน > 35% เนื้อที่ประมาณ 7.10 ตร.กม. (4,438 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 1.23 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนที่ครอบคลุมพื้นที่เขตอำเภอสอง จังหวัดแพร่ พื้นที่ส่วนนี้มีความลาดชันสูงและส่วนใหญ่อยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติแม่มม ควรสงวนไว้ปลูกป่าธรรมชาติ แต่ก็ควรทำคันคูรับน้ำรอบเขา (คันดินแบบที่ 6, รูปที่ 5.56) ควรใช้กับพื้นที่ๆ มีความลาดเทมากกว่า 35% ปริมาตรดิน ขุด-ถม ประมาณ 0.2 ม³/เมตร



รูปที่ 5.56 คันดินแบบที่ 6

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของตะกอน ปัจจุบันมีความรุนแรงและความถี่เพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาผลกระทบและการปรับตัวของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบน ซึ่งประกอบด้วย อำเภอปอง อำเภอเชียงม่วน อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา และอำเภอสอง จังหวัดแพร่ โดยทำการประเมินการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของตะกอนในปัจจุบันและประเมินการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมตะกอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในอนาคต ซึ่งได้สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการประเมินการชะล้างพังทลายของดินในปัจจุบัน (พ.ศ. 2555) ได้จำแนกระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินแบ่งเป็น 5 ระดับประกอบด้วย น้อยมาก (Very Slight, < 2.00 ตัน/ไร่/ปี) น้อย (Slight, 2.01 – 5 ตัน/ไร่/ปี) ปานกลาง (Moderate, 5.01 – 15 ตัน/ไร่/ปี) รุนแรง (Severe, 15.01 – 20 ตัน/ไร่/ปี) รุนแรงมาก (Very Severe, > 20.00 ตัน/ไร่/ปี) พบว่าประมาณร้อยละ 48.18 ของพื้นที่ทั้งหมดระดับการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลาง (Moderate) ครอบคลุมพื้นที่ 991 ตร.กม. (619,375 ไร่) กระจายทั่วทั้งลุ่มน้ำแต่จะหนาแน่นบริเวณอำเภอดอกคำใต้ ตอนล่างของอำเภอปอง จังหวัดพะเยา และ พื้นที่ทางด้านตะวันตกของอำเภอสอง จังหวัดแพร่ ในขณะที่การชะล้างพังทลายของดินรุนแรง (Severe) และรุนแรงมาก (Very Severe) คิดเป็นร้อยละ 16.92 (217,500 ไร่) และร้อยละ 9.77 (125,625 ไร่) ตามลำดับ ครอบคลุมพื้นที่ตำบลผาช้างน้อยและตำบลลิ้ม อำเภอปอง และทางตอนล่างของอำเภอสอง จ.แพร่

ผลการประเมินการชะล้าง (Erosion) และทับถมตะกอน (Deposition) ในปัจจุบัน (พ.ศ. 2555) ได้จำแนกระดับชั้นความรุนแรงของการชะล้าง (ค่าบวก, erosion) แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ High erosion (>1 ตัน/ไร่) , Medium (0.15 – 1 ตัน/ไร่) Low (0.0035 - 0.15 ตัน/ไร่) และการทับถม (ค่าลบ, deposition) แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ High deposition (> - 1 ตัน/ไร่) , Medium (-0.15 – -1 ตัน/ไร่) Low (- 0.0035 - - 0.15 ตัน/ไร่) และ Stable ค่าอยู่ระหว่าง - 0.0035 - 0.0035 ตัน/ไร่ จากผลการวิเคราะห์พบว่าหน้าดินถูกชะล้าง 30,634 ตัน และปริมาณดินที่ชะล้างถูกพัดพาไปทับถม 10,741 ตัน และปริมาณตะกอนถูกพัดพาสู่น้ำ 8,811 ตัน ซึ่งปริมาณการทับถมของตะกอนดินมากกว่า -1 ตัน/ไร่/ปี (- 6.25 ton/ha/yr) จะเกิดขึ้นบริเวณตามลำน้ำสาขาและแม่น้ำยมและบริเวณที่ราบลุ่มต่ำขณะที่ปริมาณการชะล้างหน้าดินมากกว่า 1 ตัน/

ไร่/ปี (6.25 ton/ha/yr) พบในพื้นที่ปลูกพืชไร่และอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำ 0.014 ตัน/ไร่/ปี

การชะล้างพังทลายของดินและตะกอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศ ในปี พ.ศ. 2565 ผลการคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคตได้จากผลลัพธ์ของแบบจำลอง LCM และค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (Rainfall erosivity) ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศภูมิภาค PRECIS: ECHAM4 (A2 และ B2 Scenarios) และ RegCM3 : ECHAM5 (A1b Scenario) ซึ่งทำการประเมินการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมตะกอน แบ่งออกเป็น 3 กรณี (ก) ประเมินการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมตะกอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคต (ข) ประเมินการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมตะกอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต และ (ค) ประเมินการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมตะกอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศในอนาคต

ประเมินการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมตะกอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินใน พ.ศ. 2565 พบว่าการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในความรุนแรงปานกลาง (Moderate) ครอบคลุมพื้นที่ 1,027 ตร.กม. (641,875 ไร่) กระจายทั่วลุ่มน้ำ ในขณะที่พื้นที่เสี่ยงภัยระดับความรุนแรงมาก (Very Severe) คิดเป็นพื้นที่ 84 ตร.กม. (52,500 ไร่) ครอบคลุมพื้นที่ อำเภอบึง จังหวัดพะเยา และทางตอนล่างของอำเภอสอง จังหวัดแพร่ พื้นที่ดังกล่าวมีการชะล้างพังทลายของดินสูงเนื่องจากจะมีเปลี่ยนแปลงพื้นที่ ป่าผลัดใบและสวนผลไม้ เป็นพื้นที่ปลูก พืชไร่จึงส่งผลกระทบทำให้พื้นที่ดังกล่าวการชะล้างพังทลายของดินระดับความรุนแรงมากในระยะอีก 10 ปีข้างหน้า ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปี พ.ศ. 2565 พบว่าจะมีปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาสู่ลำน้ำสาขาและแม่น้ำยม 21,644 ตัน โดยหน้าดินที่ถูกชะล้างทั้งหมด 51,968 ตัน และถูกพัดพาไปทับถมในบางพื้นที่ 30,323 ตัน ซึ่งอัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย 0.017 ตัน/ไร่/ปี

ประเมินการชะล้างพังทลายของดินและการทับถมตะกอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคต ปริมาณฝนจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อการชะล้างพังทลายของดินผ่านค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน จากผลการวิเคราะห์ปริมาณฝนจากแบบจำลองภูมิอากาศทั้งสองแบบจำลองแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยปริมาณฝนในระยะ 10 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2565) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นโดยปริมาณฝนหนาแน่นบริเวณอำเภอบึง จังหวัดพะเยาและปริมาณน้ำฝนเบาบางทางตอนล่างของลุ่มน้ำ จากผลการวิเคราะห์พบว่าระดับความรุนแรงมาก (Very Severe) มีพื้นที่ 281 ตร.กม. (175,625 ไร่) คิดเป็นร้อยละ 14 ของพื้นที่ทั้งหมด และกระจายอยู่ในพื้นที่อำเภอบึง จังหวัดพะเยา และอำเภอสอง จังหวัดแพร่ และพบว่าพื้นที่เพิ่มขึ้น 197 ตร.กม. เมื่อเทียบกับการชะล้างพังทลายของดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ดังนั้นแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อชะล้างพังทลายของดินและการทับถมของตะกอนดินมากกว่า

ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคต ปริมาณการทับถมของตะกอนเนื่อง
ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตทำให้การชะล้างหน้าดินในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน
63,314 ตัน ตะกอนถูกพัดพาและทับถมในพื้นที่ลุ่มต่ำ 34,709 ตัน ตะกอนไหลลงสู่ลำน้ำสาขา
ต่างๆ ของแม่น้ำยม 28,608 ตัน อัตราการสูญเสียดินเฉลี่ย 0.022 ตัน/ไร่

ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศต่อการชะล้างพังทลายของดิน
และการทับถมตะกอนในอนาคต (พ.ศ. 2565) จากการวิเคราะห์ข้างต้นจะเห็นได้ชัดเจนว่าทั้งการ
เปลี่ยนแปลงใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตจะส่งผลกระทบต่อการพังทลายของ
ดินและปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาสู่ลำน้ำ ซึ่งทำให้ระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของ
ดินและปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน จากผลการคาดการณ์พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนจะ
ประมาณการชะล้างพังทลายของดิน 75,959 ตัน และปริมาณดินที่ถูกชะล้างเหล่านั้นจะถูกทับ
ถมในที่ลุ่มต่ำ 41,964 ตัน และพัดพาลงสู่ลำน้ำสาขาต่างๆ 33,996 ตัน และพบว่าในอนาคต
ปริมาณตะกอนเพิ่มขึ้น 258% (25,185 ตัน) ภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศ
เมื่อเทียบกับปริมาณตะกอน ปี พ.ศ. 2555

จากผลการวิจัยเห็นได้ชัดเจนว่าการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำยม
ตอนบนจะเป็นปัญหาที่สำคัญและท้าทายอย่างยิ่งในอนาคต การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศนั้นไม่ใช่
การเปลี่ยนแปลงเดียวในอนาคตที่ส่งผลต่อการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณตะกอนทั้งนี้
พลวัตทางสังคมและเศรษฐกิจ เช่น การใช้ที่ดินในอนาคตซึ่งอาจเป็นผลจากทิศทางการพัฒนา
หรือการขับเคลื่อนนโยบายต่าง ๆ ของภาครัฐ และการเปลี่ยนแปลงอันเป็นผลสืบเนื่องจากปัจจัย
ภายนอกก็ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน และ
ประกอบกับปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศในอนาคต ซึ่งปัจจัยทั้ง
สองอย่างเป็นปัจจัยทางพลวัตและส่งผลกระทบโดยตรงต่อการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณ
ตะกอน เป็นที่ทราบกันดีว่าการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ซึ่งเป็น
ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ดังนั้นควรหาแนวทางการปรับตัวเพื่อลดผลกระทบการชะล้าง
พังทลายของดินและปริมาณตะกอนโดยพิจารณาถึงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นหลัก ซึ่งจะ
เป็นแนวทางที่สำคัญในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินได้ในอนาคต

การปรับตัวเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและตะกอนลุ่มน้ำยมตอนบนเนื่องการ
เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในอนาคตโดยใช้หลักการอนุรักษ์ดินและ
น้ำตามความชันของพื้นที่ได้แก่ มาตรการทางวิถีกล มาตรการทางพืชและวิธีเขตกรรม ซึ่งพื้นที่
กรณีศึกษาในเขต ตำบลสะเอียบ อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ซึ่งอยู่ในลุ่มน้ำยมตอนบน มีพื้นที่
574.5 ตร.กม. ได้แบ่งความชันของพื้นที่ออกเป็น 6 ระดับ ประกอบด้วย ความลาดชัน 0 – 2%
เนื้อที่ 20.92 ตร.กม. ใช้วิธีเขตเกษตรกรรมและวิธีพืช ควรมีการปลูกไม้ยืนต้นสามารถวางแผน

ปลูกพืชได้เลยและถ้าปลูกพืชไร่ ควรใช้วิธีเขตกรรมโดยไถพรวนไปตามแนวระดับและปลูกพืชตามแนวระดับ ความลาดชัน 2 – 5% เนื้อที่ 79.86 ตร.กม. ใช้วิธีพืชและวิธีกล ควรมีการปลูกไม้ยืนต้นหรือไม้ผลวางแนวปลูกไปตามแนวระดับโดยให้มีแถวหญ้าแฝกแทรกขนานกับแนวปลูกไม้ยืนต้น ความลาดชัน 5 – 12% เนื้อที่ 195.75 ตร.กม. ใช้วิธีพืชและวิธีกลผสมผสานกัน ควรปลูกไม้ยืนต้นหรือไม้ผลเท่านั้นโดยการวางแผนปลูกไม้ยืนต้นตามระดับและจะปลูกหญ้าแฝกเป็นเครื่องกั้นทางด้านล่างของไม้ยืนต้น ความลาดชัน 12 – 20% เนื้อที่ 151.30 ตร.กม. ใช้ทั้งวิธีพืชและวิธีกลควรปลูกไม้ยืนต้นและไม้ผลเท่านั้น ควรวางแผนปลูกตามระดับและมีแถวหญ้าแฝกปลูกขวางความลาดเทขนานกับแถวที่ปลูกไม้ยืนต้น ความลาดชัน 20 – 35% เนื้อที่ 119.61 ตร.กม. ใช้วิธีพืชและวิธีกลอย่างเข้มข้น และความลาดชัน > 35% เนื้อที่ 7.10 ตร.กม. พื้นที่ส่วนนี้มีความลาดชันสูงควรสงวนไว้ปลูกป่าธรรมชาติ

6.2 ข้อเสนอแนะ

- ควรมีการบูรณาการภูมิปัญญาของเกษตรกรเกี่ยวกับการป้องกันการพังทลายของดิน เช่น การใช้ซากพืชที่เกิดจากการบุกเบิกพื้นที่ทำเป็นคั่นกัน การใช้ซากพืชเหลือหลังการเก็บเกี่ยวคลุมหน้าดิน และการปลูกต้นไม้ตามแนวลำน้ำ ใช้ร่วมกับวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำ โดยวิธีพืชและวิธีกล ซึ่งเป็นการบูรณาการวิธีการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินแบบภูมิปัญญาท้องถิ่นและการป้องกันตามหลักวิชาการ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและลดปริมาณการทับถมของตะกอนในลำน้ำ
- พื้นที่ที่มีความเสี่ยงของการชะล้างพังทลายของดินสูงควรมีการส่งเสริมเกษตรกรในพื้นที่ใช้วิธีการอนุรักษ์และน้ำเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน ควรเป็นวิธีง่ายๆ ซึ่งเกษตรกรสามารถรับและนำไปทำต่อเองได้ แต่มาตรการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินอย่างเดียว เกษตรกรจะไม่เห็นประโยชน์ จึงควรมีวิธีการปรับปรุงบำรุงดินเพื่อเพิ่มผลผลิตไปด้วย
- หน่วยงานภาครัฐควรมีการส่งเสริมเกษตรกรในพื้นที่ปลูกไม้ผล-ไม้ยืนต้น แทนการปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพดและพืชตระกูลถั่ว และควรมีการอบรมวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำให้กับเกษตรกร เพื่อจะช่วยให้ในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน
- การคาดการณ์การใช้ที่ดินในอนาคต ควรพิจารณาการเปลี่ยนแปลงจากการวิเคราะห์ถึงผลสืบเนื่องจากทิศทางการพัฒนา และ/หรือ แผนพัฒนาต่างๆ (เช่น นโยบายการกำหนดเขต

พื้นที่ปลูกพืชเกษตร แผนพัฒนาด้านเศรษฐกิจต่างๆ เป็นต้น) แล้วกำหนดสมมุติฐานเพื่อสร้างเงื่อนไขการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยพิจารณาประกอบกับข้อจำกัดทางด้านกายภาพของพื้นที่ต่อการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ และควรใช้แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินอื่นๆ ร่วม เช่น แบบจำลอง CLUE-S

- การประเมินการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน ด้วยแบบจำลอง Soil loss บนพื้นฐานของสมการการสูญเสียดินสากลปรับปรุง (RUSLE) ประกอบด้วย 6 ปัจจัยหลัก เพื่อให้การประเมินมีความแม่นยำมากขึ้นควรมีการตรวจสอบความถูกต้องและความละเอียดของพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น ข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข (DEM) ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ความละเอียด 30 m x 30 m เพื่อให้ผลการประเมินการชะล้างพังทลายของดินและตะกอนมีความแม่นยำควรจะใช้ความละเอียดของ DEM ขนาด 5 m x 5 m เป็นต้น
- การประเมินการชะล้างพังทลายของดินและตะกอนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ค่าเฉลี่ยข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากผลลัพธ์ของแบบจำลอง PRECIS: ECHAM4 (A2 และ B2 Scenarios) และ RegCM3 : ECHAM5 (A1b Scenario) แต่ควรประเมินการสูญเสียดินและตะกอนแยกแต่ละแบบจำลองและภาพฉายเพื่อจะได้เปรียบเทียบการสูญเสียดินและตะกอนเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของแต่ละแบบจำลอง และควรใช้กรอบเวลา 30 ปีในอนาคต โดยพิจารณาถึงภาพฉายอนาคตในเชิง wet scenario และ dry scenario
- ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ผลลัพธ์ของปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง PRECIS: ECHAM4 และ RegCM3 : ECHAM5 เพื่อประมาณค่าปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (Rainfall erosivity) ในการศึกษาครั้งต่อไปควรใช้ปริมาณน้ำฝนในอนาคตจากหลายๆ แบบจำลองภูมิอากาศเพราะว่าในแต่ละแบบจำลองภูมิอากาศมีความไม่แน่นอน (Uncertainty) ดังนั้นการใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากหลายแบบจำลองและหลายสมมุติฐานภาพฉายจะช่วยลดความไม่แน่นอนของแบบจำลอง
- เพื่อให้การประเมินการชะล้างพังทลายของดินและตะกอนด้วยแบบจำลอง Soil loss และแบบจำลอง Sedimentation การศึกษาวิจัยในครั้งต่อไป ควรมีการเปรียบเทียบแบบจำลองทั้งสองกับข้อมูลการสูญเสียดินและปริมาณตะกอนจริงในภาคสนาม เพื่อให้ผลการคาดการณ์การสูญเสียดินและตะกอนที่มีความแม่นยำมากขึ้น

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาที่ดิน, (2556). เอกสารประกอบการพิจารณาผลกาดำเนินงานเขตพัฒนาที่ดิน ลุ่มน้ำยมตอนบนและตอนกลาง ปี 2556.
- , (2556). การใช้ประโยชน์ที่ดินภาคเหนือ, ภูมิสารสนเทศดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน. แหล่งที่มา : http://www.idd.go.th/gisweb/landuse/main_landuse.html
- , (2546). การประเมินการสูญเสียดินในประเทศไทย. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- , (2545). การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย. กรุงเทพฯ:
- , (2543). การประเมินค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน. การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย ระดับประเทศ ระดับภาคกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กุมภาพันธุ์
- กรมอุตุนิยมวิทยา, (2556). ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจังหวัดพะเยาและจังหวัดแพร่ ระหว่างปี พ.ศ. 2526 – 2555, กรุงเทพฯ
- เกษมจันทร์แก้ว. (2539). หลักการจัดการลุ่มน้ำ. กรุงเทพฯภาควิชาอนุรักษ์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- เบญจวรรณ พงศ์สุวกร, สุดาร์ตน์ ตรีเพชรกุล, เซาวลิต ศิลปทอง และ อติศักดิ์ เพชรจรัส. (2541). การประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน พื้นที่กรณีศึกษา : ลุ่มน้ำแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่. วารสารวิจัยและพัฒนา, 21(1), 4-22
- ดร.ชนี เอมพันธ์. (2531). หลักการใช้ที่ดินเบื้องต้น. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ปิยะวัฒน์ดิลกสัมพันธ์. (2539). การใช้การผสมผสานระหว่างภาพถ่ายทางอากาศระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และระบบประมวลผลข้อมูลในการวางแผนการจัดการป่าไม้ของป่าเขตเตอร์แม่ติบป่าสาธิตแม่ยาวลำปาง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา. (2530). ฉบับราชบัณฑิตยสถานกรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน
- วีระพล แต่มบัตติ. (2531). อุทกวิทยาประยุกต์. กรุงเทพฯ :ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, (2556). การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำยม แหล่งที่มา:<http://www.haii.or.th/wiki/index.php/การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำยม>
- สุชาติมูลเมือง. (2546). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรกอำเภอมะแม่มจังหวัดเชียงใหม่.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน . (2544). มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ. กลุ่มวิจัยและพัฒนาการอนุรักษ์ดินและน้ำพื้นที่พืชไร่. สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- อนุชิต รัตนสุวรรณ. (2544). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกลในการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่าบริเวณลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. ปรินญาวิทยาสาตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการลุ่มน้ำ ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- Berry, M. Hazen, W. Brett, C. Rhonda, L. Flamm, O. (1996). LUCAS: a system for modeling land-use change. IEEE Computational Science and Engineering. 3 (1): 24.
- Chinvanno S. and Snidvongs A. (2005). The Study of future climate changes impact on water resource and rain-fed agriculture production. Proceeding of the APN CAPaBLE CB-01 Synthesis Workshop, Vientien, Lao PDR, 29-30 July 2004. SEA START RC, Technical Report No. 13:113.
- Chinvanno, S. and Snidvongs, A. (2007). Assessment of Impact, Vulnerability and Adaptation to Climate Change: Lessons learned from pilot study in the lower Mekong River region during 2003 – 2006. SEA START RC Technical Report. Draft
- Chomitz, K. Gray, A. (1996). Roads, land use, and deforestation: A spatial model applied to Belize. World Bank Economic Review 10 (3): 487-512.
- Eastman, J.R. (2009). IDRISI Taiga Guide to GIS and Image Processing, Clark University. Worcester, MA.
- Favis-Mortlock DT, Guerra AJT (1999). The implications of general circulation model estimates of rainfall for future erosion: a case study from Brazil. Catena 37:329–354.
- Grainger, A. (1990). Modeling Deforestation in the Tropics In: Deforestation or Development in the Third World Vol. III., Finish Forest Research Institute, Division of Social Economic of Forestry, Helsinki, Finland. 349 p.
- Harmon, R.S. and Doe, W.W., (2001). Landscape erosion and evolution modelling. Kluwer Academic /Plenum Publishers, New York, USA. 540.
- Leh, M; Bajwa, S; Chaubey, I (2011). Impact of land use change on erosion risk: an integrated remote sensing, geographic information system and modeling methodology. Land degradation and development. DOI: 10.1002/ldr.1137
- McGregor, J. L. and Dix, M. R. (2001). The CSIRO conformal-cubic atmospheric GCM. In “IUTAM Symposium on Advances in Mathematical Modelling of Atmosphere and Ocean Dynamics”, P. F. Hodnett (ed.), Kluwer, Dordrecht, 197–202.

- Mullan DJ, Favis-Mortlock DT, Fealy R (2012) Addressing key limitations associated with modelling soil erosion under the impacts of future climate change. *Agricultural and Forest Meteorology* 156: 18-30
- Nualchawee, K., Miller, L.D., Tom, C., Christenson, J., and Williams. D. (1981). Spatial Inventory and Modeling of Shifting Cultivation and Forest Land Cover of Northern Thailand With Inputs from Map Airphotos, and Landsat. Remote Sensing Center Technical Report No. 4177. Texas A&M University, College Station.
- Osborn, B. (1955). "How Rainfall and Runoff Erode Soil". In : Water ,Yearbook of Agriculture, 126 – 135
- Plangoen, P., Clemente, R.S., Babel, M.S., and Shrestha, S. (2013), The impacts of land use and climate change on soil erosion in the Mae Nam Nan Sub-Catchment, Thailand, The 12th International Symposium on River Sedimentation (ISRS2013). Integrated Sediment Management for River Basin Sustainability-Challenges Prospects towards Mid-21st Century, September 2-5, 2013 Kyoto, JAPAN
- Plangoen P, Roberto C. (2012) Estimation of rainfall erosivity under climate change in the Upper Nan Watershed, Thailand, The 10th International Symposium On Southeast Asian Water Environment, November 8-10, 2012 Hilton Hotel, Hanoi, Vietnam
- Plangoen P, Roberto C. and Mukand B (2012) Spatial Analysis Of Potential Soil Erosion Risk In The Mae Nam Nan Sub-Catchment, Thailand, The International Conference on Water Resources (ICWR 2012) in Conjunction with 20th UNESCO-IHP Regional Steering Committee Meeting for Southeast Asia and the Pacific, November 5-6, 2012 Bayview Hotel, Langkawi, Malaysia
- Pontius, R. G. Jr., and L. C. Schneider. (2001). Land-Cover Change Model Validation by an ROC Method for the Ipswich Watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 85 (1-3):239–248.
- Pruski FF, Nearing MA (2002). Climate-induced changes in erosion during the 21st century for eight U.S. locations. *Water Resources Research* 38 (12), Article no. 1298
- Richard, J.F. (1990). Land Transformation. *The Earth as Transformed by Human Action*, Cambridge University Press. 163-178.
- Satterlund, D.R. 1972. *Wildland Watershed Management*. Ronald Press Co., New York. 361-370.
- Wischmeier, W.H. ;& Smith.(1965). Prediction rainfall- erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains. *Agricultural Handbook* no. 282 : 8 - 9

ภาคผนวก ก

แบบสัมภาษณ์

เรื่อง การประเมินผลกระทบและการปรับตัวของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภูมิอากาศต่อการ
ชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

1. ชื่อ – สกุล ผู้ให้สัมภาษณ์.....อายุ.....ปี
ที่อยู่หรือหน่วยงาน.....

2. ระดับการศึกษา

- | | | |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
| () 1. ไม่ได้เรียนหนังสือ | () 2. ประถมต้น | () 3. ประถมต้น |
| () 4. มัธยมต้น | () 5. มัธยมปลาย/ปวช. | () 6. อนุปริญญา/ปวส. |
| () 7.ปริญญาตรี | () 8.ปริญญาโท | () 9.ปริญญาเอก |

3. อาชีพหลัก

- | | | |
|------------------|--------------------|------------------------|
| () 1. เกษตรกรรม | () 2. รับจ้าง | () 3. ค้าขาย |
| () 4. รับราชการ | () 5. รัฐวิสาหกิจ | () 6. อื่นๆ ระบุ..... |

4. อาชีพรอง

- | | | |
|------------------|--------------------|------------------------|
| () 1. เกษตรกรรม | () 2. รับจ้าง | () 3. ค้าขาย |
| () 4. รับราชการ | () 5. รัฐวิสาหกิจ | () 6. อื่นๆ ระบุ..... |

ส่วนที่ 2 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและทรัพยากรธรรมชาติ

5. การใช้ประโยชน์ที่ดิน

5.1 การถือครองที่ดิน

- | | | |
|-------------|----------------|------------------------|
| () 1. มรดก | () 2. ซื้อขาย | () 3. อื่นๆ ระบุ..... |
|-------------|----------------|------------------------|

5.2 ระยะเวลาการถือครองที่ดิน.....ปี

5.3 จำนวนพื้นที่การถือครองที่ดิน.....แปลง.....ไร่

5.4 การได้มาซึ่งพื้นที่ทำกิน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- | | | |
|------------------------|----------------|-------------|
| () 1. มรดก | () 2. ซื้อขาย | () 3. เช่า |
| () 4. อื่นๆ ระบุ..... | | |

5.5 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและทรัพยากรธรรมชาติ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- | | | |
|----------------------|------------------------|------------------------|
| () 1. ทิ้งอยู่อาศัย | () 2. พื้นที่เพาะปลูก | () 3. พื้นที่ปศุสัตว์ |
| () 4. บ่อเลี้ยงปลา | () 5. อื่นๆ ระบุ..... | |

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบจากการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำยมตอนบน

6. ระดับความรุนแรงของผลกระทบจากการชะล้างพังทลายของดิน

- () 1. เล็กน้อย () 2. ปานกลาง () 3. มาก

7. พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการชะล้างพังทลายของดิน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () 1. ที่อยู่อาศัย () 2. พื้นที่เพาะปลูก () 3. พื้นที่ปศุสัตว์
() 4. บ่อเลี้ยงปลา () 5. อื่นๆ ระบุ.....

ส่วนที่ 4 ทศนะของผู้ให้สัมภาษณ์เกี่ยวกับสาเหตุและแนวทางป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน

8. ท่านคิดว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดการพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนมีอะไรบ้าง จงอธิบาย

.....
.....
.....

9. ท่านเห็นด้วยหรือไม่กับการอนุรักษ์ดินและน้ำ เพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน จงอธิบาย

.....
.....
.....

10. ท่านเห็นด้วยหรือไม่กับการอนุรักษ์ดินและน้ำอย่างมีส่วนร่วม จงอธิบาย

.....
.....
.....

ส่วนที่ 5 ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....
.....
.....