การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน กรณีศึกษา: ลุ่มน้ำขุนสมุน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน

สว่าง ธนะขว้าง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ
ทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม
โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2549

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

โครงการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม

ชื่อเรื่อง

การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมินการชะล้างพังทลาย ของดิน กรณีศึกษา: ลุ่มน้ำขุนสมุน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน

โดย

สว่าง ธนะขว้าง

พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการที่ปรึกษา .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรทัย มิ่งธิพล)
วันที่ ๑๙ เดือน ก.ค. พ.ศ. ๔๙

กรรมการที่ปรึกษา .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง)
วันที่ ๑๙ เดือน ก.ค. พ.ศ. ๔๙

กรรมการที่ปรึกษา .....
(อาจารย์ดำเกิง ชำนาญค้า)
วันที่ ๑๙ เดือน ก.ค. พ.ศ. ๔๙

ประธานกรรมการประจำหลักสูตร .....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ทองวิทยา)
วันที่ ๒๗ เดือน ต.ค. พ.ศ. ๒๕๔๙

โครงการบัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)
ประธานคณะกรรมการโครงการบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่ ๒๘ เดือน ต.ค. พ.ศ. ๒๕๔๙

ชื่อเรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน กรณีศึกษา: พื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน จังหวัดน่าน

ชื่อผู้เขียน นายสว่าง ธนะขว้าง

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรการเกษตรและสิ่งแวดล้อม

ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรทัย มิ่งธิพล

บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศประเมินการชะล้างพังทลายของดิน กรณีศึกษาลุ่มน้ำขุนสมุน ตำบลสะเนียน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล Universal Soil Loss Equation (USLE) ทำการรวบรวมข้อมูล เก็บข้อมูลภาคสนามกระจายตามการใช้ประโยชน์ที่ดินและความสูงของภูมิประเทศ ทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้ระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System, GIS) โปรแกรม ArcView version 3.3 ในระบบการนำข้อมูลแบบราสเตอร์ โดยมีขนาดช่องกริดเท่ากับพื้นที่จริง 40 x 40 เมตร หรือ 1 ไร่ สร้างแผนที่ค่าปัจจัยต่าง ๆ (R, K, LS, C, P) ให้แผนที่ทุกแผ่นเป็นมาตราส่วนเดียวกัน แสดงพื้นที่เดียวกัน และมีพิกัดอ้างอิงได้ ทำการวิเคราะห์โดยการซ้อนทับข้อมูล (overlay) ปัจจัยทุกค่าเพื่อประเมินค่าการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละกริด (grid cell) ทำการคำนวณแปลงค่าการชะล้างพังทลายของดินจาก ตัน/เฮกแตร์/ปี เป็น ตัน/ไร่/ปี โดยคูณด้วย 6.25 เพื่อให้สามารถนำผลเทียบกับตารางมาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดินทำการหาค่าการชะล้างพังทลายของดินโดยรวมทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยสร้างเป็นแผนที่การชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ขุนสมุน

ผลการศึกษา พบว่าลุ่มน้ำขุนสมุนโดยรวมมีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระหว่าง 0.05 – 28.34 ตัน/ไร่/ปี เฉลี่ยเท่ากับ 7.26 ตัน/ไร่/ปี จัดว่าอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนการศึกษาแต่ละลุ่มน้ำย่อยจำนวน 19 ลุ่มน้ำ พบว่า มีการชะล้างพังทลายแบ่ง 4 ระดับคือ ระดับน้อยมากจำนวน 4 ลุ่มน้ำ, ระดับน้อย จำนวน 2 ลุ่มน้ำ, ระดับปานกลาง จำนวน 12 ลุ่มน้ำ และระดับรุนแรง จำนวน 1 ลุ่มน้ำ ส่วนผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำย่อยขุนสมุน พบว่า ปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยมีผลต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดินอย่างยิ่ง สำหรับปัจจัย R มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินมากที่สุด ปัจจัย K ได้ผลใกล้เคียงกัน ส่วนปัจจัย LS จะส่งผลให้เห็นว่าพืชชนิดเดียวกัน ในพื้นที่ที่มีความลาดชันต่างกันทำให้เกิดการสูญเสียดินต่างกันอย่างชัดเจน, ส่วนปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C) และปัจจัย

เกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน (P) จะทำให้มีค่าการชะล้างพังทลายต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างประเภท และการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำย่อยแยกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่มีอัตราการเกิดการชะล้างพังทลายของดินมากที่สุดสูงถึง 95.10% ของปริมาณการชะล้างทั้งลุ่มน้ำ แม้มีพื้นที่เพียง 5.74% ของการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด สาเหตุเพราะ การปลูกพืชไร่ส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ลาดชันสูง และมีการตัดเผาเตรียมดินหรือเปิดหน้าดินก่อนเพาะปลูก คือจะเริ่มมีการเตรียมดินตั้งเดือนเมษายนไปจนถึงต้นเดือนมิถุนายนซึ่งเป็นช่วงต้นฤดูฝน เป็นผลให้เม็ดฝนตกกระทบดินโดยตรงทำให้ดินแตกกระจายและถูกเคลื่อนย้ายได้ง่าย ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ใด ๆ มารองรับ ต้องรอจนกว่าพืชที่ทำการเพาะปลูกเจริญเติบโตขึ้นปกคลุมดิน ซึ่งต้องอาศัยระยะเวลา จึงทำให้เกิดการสูญเสียดินจากการถูกชะล้างพังทลายมากโดยเฉพาะต้นฤดูกาลเพาะปลูก รองลงมาคือพื้นที่โล่งหรือที่ว่างเปล่ามีปริมาณการชะล้างเท่ากับ 1.94 % ส่วนพื้นที่ป่าไม้มีการสูญเสียดินน้อยที่สุด

ส่วนการนำเทคโนโลยีทางด้านระบบภูมิสารสนเทศมาใช้ในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน กรณีศึกษาครั้งนี้พบว่ามีข้อดี สามารถช่วยเก็บรวบรวมข้อมูล การเตรียมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปรผลข้อมูล ช่วยให้สามารถกำหนดตำแหน่งที่มีการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่โครงการได้อย่างถูกต้อง

Title	Application of GIS in the Assessment of Soil Erosion: A Case Study at Khun Samun Watershed in Nan Province
Author	Mr.Sawang Thanakwang
Degree of	Master of Science in Agicultural Resources and Environmental Management
Advisory Committee Chairperson	Assistant Professor Dr.Orathai Mingthipol

ABSTRACT

The case study on the application of GIS in the assessment of soil erosion in Khun Samun watershed in Tambon Samian, Muang district, Nan province, was conducted by using the Universal Soil Loss Equation (USLE) as a tool for collecting data based on land utilization and topographical altitude. Data analysis employed the use of Geographic Information System (GIS) and Arc View Program (version 3.3) for Raster data with grid channel size equivalent to actual size of 40x40 m^2 or one rai in constructing area maps showing values of various factors (R, K, LS, C, P), with each area map sharing the same ratio scales and reference areas. Analysis was done by data overlaying each factor value in order to assess soil erosion in each grid cell. Transformation of soil erosion value from ton/hectare/year to ton/rai/year and multiplied by 6.25 in comparison with the standard scales of the Land Development Department, to allow the calculation of soil erosion value based on the map construction which also included sub-watershed areas of Khun Samun watershed.

Results of the study revealed that overall, Khun Samun watershed had a moderate level of soil loss ranging from 0.05-28.34 tons/rai/year with an average of 7.26 tons/rai/year. In terms of the study of each of the 19 sub-watershed areas, results showed four (4) types of soil erosion: very little erosion (4 watershed areas); little erosion (2 watershed areas); moderate erosion (12 watershed areas); and, very much erosion (1 watershed area). On the other hand, results of the study on the factors that affected soil erosion in Khun Samun indicated five factors that included factor R that exerted the greatest effect, similar to factor K. Furthermore, it clearly showed the influence of factor LS on the same type of plants grown in different altitudes.

Meanwhile, factor C that influenced crop management and factor P involved soil conservation practices, were clearly shown to have different soil erosion values based on types of land use. Soil erosion in sub-watershed of different types of land use showed that areas planted to agronomic crops had the highest occurrence of soil erosion (95.10%) even though there was only 5.74% of land utilization. This might have been caused by most crop cultivation being done in higher slopes and frequent burning or soil exposure as part of land preparation before planting. Farmers usually started to prepare their lands from April to June which are considered rainy months thus causing raindrops to fall and causing direct impact to the soil by breaking and separating the soil particles and easily moving them. No standard soil conservation measure could alter this until crops have started to grow and cover the soil. Hence, this could only depend on time until soil loss occurred from too much erosion particularly among seasonal crops. This was followed by open and plain area which had an erosion rate of 1.94%. In contrast, a forested area showed the lowest soil erosion rate.

As for the application of GIS in the assessment of soil erosion in this case study, results indicated one advantage which was the ability to collect data, prepare date for analysis and interpretation of results, thus helping to identify land areas affected by soil erosion with precision.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรทัย มิ่งธิพล ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจแก้ไข จนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง และอาจารย์ ดำเกิง ชำนาญค้า ที่กรุณาเป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และให้คำแนะนำในหลาย ๆ ด้าน

ขอขอบพระคุณ ผู้แทนบัณฑิต รศ.ประวิตร์ พุทธานนท์ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และให้คำแนะนำในการแก้ไขรูปเล่มวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภูพิงค์ ศรีภูมินทร์ และ อาจารย์ชลิต เชาวงค์ทอง ที่คอยช่วยเหลือทั้งด้านการเรียน การเก็บข้อมูลในพื้นที่ศึกษา และให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้สนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษาเล่าเรียนมาโดยตลอด ขอขอบคุณทุก ๆ คนในครอบครัว และเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจให้ตลอดระยะเวลาในการศึกษา

สว่าง ธนะขว้าง

ธันวาคม 2549

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(13)
สารบัญภาคผนวก	(15)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
ปัญหาในการวิจัย	2
วัตถุประสงค์	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
ขอบเขตวิจัย	3
นิยามศัพท์	4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	5
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
กระบวนการชะล้างพังทลายของดิน	6
ลักษณะการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย	7
ผลกระทบจากการชะล้างพังทลายของดิน	10
วิธีการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน	11
การคำนวณค่าปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในสมการสูญเสียดินสากล (USLE)	17
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)	22
การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการประเมินปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล	26
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
กรอบแนวความคิดการศึกษาวิจัย	30

หน้า

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการศึกษา 31
อุปกรณ์การศึกษา 31
วิธีการศึกษา 32
การวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล 35
การใช้ประโยชน์ที่ดิน 39
การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน 40
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 44
ลักษณะภูมิประเทศและอนาเขตติดต่อ 44
ลักษณะทางธรณีสัณฐานและปฐพีวิทยา 47
ทรัพยากรป่าไม้ 57
ลักษณะภูมิอากาศ 59
ทรัพยากรน้ำ 61
ผลกการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการชะล้างพังพังทลายของดิน 63
ผลการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดิน 68
ผลการวิเคราะห์การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมินการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำย่อยขุนสมุน 19 ลุ่มน้ำ 70
ผลการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำย่อยขุนสมุน 148
สรุปผลการวิเคราะห์ระดับการชะล้างพังทลายของดิน 150
ผลการวิเคราะห์ปริมาณการพัดพาตะกอน 151
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 152
สรุปผลการศึกษา 152
ข้อเสนอแนะ 156
บรรณานุกรม 159
ภาคผนวก 165
ภาคผนวก ก ตารางภาคผนวก 166
ภาคผนวก ข ประวัติผู้วิจัย 189

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	การจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในประเทศไทย	21
2	ค่า K, C, P ตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน	37
3	กลุ่มชุดดินคิดต่อพื้นที่ร้อยละในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน	56
4	ปฏิทินการปลูกพืชบ้านกาใส	61
5	ค่า K-factor ตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน	64
6	ค่า LS	65
7	ค่า C-factor	66
8	ค่า P-factor	67
9	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	68
10	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบน	72
11	ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบน	73
12	ระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบน	75
13	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยน้ำหิน	76
14	ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยน้ำหิน	77
15	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยน้ำหิน	79
16	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยแม่คำแผ่น	80
17	ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยแม่คำแผ่น	81
18	ระดับการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยแม่คำแผ่น	83
19	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยหลักผี	84
20	ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยหลักผี	85
21	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยหลักผี	87
22	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยเกิ๋น	88
23	ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยเกิ๋น	89
24	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยเกิ๋น	91
25	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยขุ่น	92

ตาราง หน้า

26 ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยขุ่น 93
27 ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยขุ่น 95
28 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยเฮือ 96
29 ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยเฮือ 97
30 ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยเฮือ 99
31 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยสวนผี 100
32 ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยสวนผี 101
33 ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยสวนผี 103
34 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยม่วง 104
35 ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยม่วง 105
36 ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยม่วง 107
37 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยแหด 108
38 ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยแหด 109
39 ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยแหด 111
40 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำขุนสมุนละเบ้ายา 112
41 ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยขุนสมุนละเบ้ายา 113
42 ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยขุนสมุนละเบ้ายา 115
43 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยเสือ 116
44 ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยเสือ 117
45 ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยเสือ 119
46 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยปุก 120
47 ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยปุก 121
48 ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยปุก 123
49 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยมื่น 124
50 ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยมื่น 125
51 ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยมื่น 127
52 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยกาใส 128
53 ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยกาใส 129
54 ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยกาใส 131

ตาราง หน้า

55 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยแก้ว 132
56 ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยแก้ว 133
57 ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยแก้ว 135
58 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยทะลุ 136
59 ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยทะลุ 137
60 ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยทะลุ 139
61 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยปูป้าน 140
62 ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยปูป้าน 141
63 ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยปูป้าน 143
64 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำขุนสมุนกาใส 144
65 ระดับความรุนแรงในการเกิดกษัยการของดินลุ่มน้ำห้วยขุนสมุนกาใส 146
66 ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยขุนสมุนกาใส 147
67 ระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำขุนสมุน 148
68 สัดส่วนการชะล้างพังทลายของดินตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน 149
69 เนื้อที่ตามระดับการชะล้างพังทลายของดิน 150
70 อัตราพัดพาและปริมาณตะกอน 152

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	การชะล้างพังทลายที่พื้นผิวดิน	8
2	การชะล้างพังทลายแบบริ้ว	8
3	การชะล้างพังทลายแบบร่องน้ำขนาดใหญ่	9
4	การชะล้างพังทลายริมฝั่งแม่น้ำ	9
5	แผนภาพโนโมกราฟ์	19
6	ความสัมพันธ์ของแผนที่ตามวิธีแวคเตอร์	24
7	ขั้นตอนการแปลงข้อมูลเชิงเส้นให้อยู่ในรูป Grid cell	25
8	กรอบแนวคิดการวิจัย	30
9	วิธีการศึกษาระบบภูมิสารสนเทศ	41
10	วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ระบบภูมิสารสนเทศ	42
11	ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำขุนสมุน	45
12	อนาเขตติดต่อและเส้นทางคมนาคม	46
13	ลักษณะทางธรณีวิทยา	48
14	กลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน	55
15	ทรัพยากรป่าไม้	58
16	ลักษณะภูมิอากาศ	60
17	ลุ่มน้ำย่อยและลำน้ำสาขาลุ่มน้ำขุนสมุน	62
18	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำขุนสมุน	69
19	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยขุนสมุนตอนบน	71
20	ระดับการชะล้างพังทลายห้วยขุนสมุนตอนบน	74
21	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยน้ำหิน	76
22	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยน้ำหิน	78
23	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยแม่คำแผ่น	80
24	ระดับการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยแม่คำแผ่น	82
25	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยหลักผี	84
26	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยหลักผี	86
27	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยเกิ๋น	88

ภาพ		หน้า
28	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยเกิ๋น	90
29	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยขุ่น	92
30	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยขุ่น	94
31	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยเฮือ	96
32	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยเฮือ	98
33	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยสวนผึ	100
34	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยสวนผึ	102
35	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยม่วง	104
36	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยม่วง	106
37	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยแหด	108
38	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยแหด	110
39	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำขุนสมุนละเบ้ายา	112
40	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยขุนสมุนละเบ้ายา	114
41	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยเสือ	116
42	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยเสือ	118
43	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยปุก	120
44	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยปุก	122
45	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยมื่น	124
46	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยมื่น	126
47	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยกาใส	128
48	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยกาใส	130
49	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยแก้ว	131
50	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยแก้ว	134
51	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยทะลุ	136
52	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยทะลุ	138
53	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำห้วยปูป้าน	140
54	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยปูป้าน	142
55	การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำขุนสมุนกาใส	144
56	ระดับการชะล้างพังทลายของดินห้วยขุนสมุนกาใส	146

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก		หน้า
1	ตารางแสดงค่าน้ำฝนเฉลี่ย 16 ปี	167
2	ตารางแสดงปริมาณน้ำฝน	168
3	ตารางแสดงขนาดเนื้อดิน หมู่บ้านกาใส เนื้อดิน ผ่านตะแกรงร่อน	171
4	ผลการวิเคราะห์ชนิดของเนื้อดิน	176
5	ตารางแสดงค่า K-factor	179
6	ค่าดัชนีความยากง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K) โดยประมาณ พิจารณาจากเนื้อดินและปริมาณอินทรียวัตถุในดิน	182
7	ระดับชั้นค่าดัชนีความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน	183
8	ตารางแสดงค่าทิศด้านลาดและค่าความยาวของความลาดชัน	184
9	การกำหนดค่า C-factor และ P-factor สำหรับหน่วยในแผนที่การใช้ที่ดิน 1 : 50,000	186
10	แสดงพื้นที่และอัตราการสูญเสียดินตามรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคต่าง ๆ	187
11	ตารางแสดงอัตราการชะล้างพังทลายของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำขุนสมุน	188

บทที่ 1
บทนำ

สภาพภูมิประเทศเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อรูปแบบการเกษตรของพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นภูเขาสูง เกษตรกรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าว จะมีการทำการเกษตรในรูปแบบที่แตกต่างจากเกษตรกรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ราบลุ่มอย่างชัดเจน เช่น การทำไร่หมุนเวียนในพื้นที่สูง ทั้งนี้เนื่องจากอัตราการเสื่อมโทรมของดินในพื้นที่สูงมีอัตราสูงกว่าพื้นที่ราบลุ่มค่อนข้างมาก ขณะที่เกษตรกรในพื้นที่ราบลุ่มสามารถปลูกพืชในพื้นที่เดิมได้อย่างต่อเนื่องและยาวนาน

ความสำคัญของปัญหา

พื้นที่สูง หรือพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ในภาคเหนือนั้นครอบคลุมพื้นที่ถึง 8.6 ล้านเฮกแตร์ หรือประมาณร้อยละ 50.9 ของพื้นที่ทั้งภูมิภาค โดยธรรมชาติพื้นที่ดังกล่าวนี้ เป็นพื้นที่รับน้ำฝน และเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ไหลรวมกันลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง เพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภค ตลอดจนการเกษตรกรรมสำหรับประชากรของทั้งภูมิภาคและระดับประเทศ ยิ่งไปกว่านั้นพื้นที่สูงยังเป็นแหล่งทรัพยากรป่าไม้ที่สำคัญของประเทศอีกด้วย ประชากรที่อาศัยอยู่บนที่สูงส่วนใหญ่เป็นชาวไทยภูเขาหลากหลายเผ่า ทำการเกษตรบนที่ดอนหรือที่ลาดชันสืบเนื่องกันมานานตั้งแต่อดีต ประกอบกับในปัจจุบันการผลิตภาคเกษตรเพื่อยังชีพถูกเปลี่ยนไปเป็นการเกษตรเพื่อการค้า ซึ่งมีความต้องการใช้พื้นที่มากขึ้นและใช้อย่างเข้มข้นขึ้น พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงซึ่งมีความเสี่ยงชะล้างพังทลายได้ง่ายก็จึงเสื่อมโทรมรวดเร็ว ปัญหาที่ตามมาคือผลผลิตลดลงคุณภาพด้อยลงและทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้การใช้ประโยชน์ที่ดินยากมากขึ้นกล่าวคือ น้ำไหลบ่าจะกัดเซาะดินให้เกิดเป็นร่องเล็กและใหญ่ และบางครั้งก็อาจทำให้ถนนหนทางในไร่นาขาด ยากแก่การสัญจรไปมา ส่วนดินที่ถูกชะล้างไปจะเกิดการสะสมและตกตะกอนตามหนองบึง แม่น้ำ ลำธาร หรืออ่างเก็บน้ำ เป็นเหตุให้แหล่งน้ำเหล่านี้ตื้นเขิน เกิดภาวะน้ำท่วมฉับพลันขึ้นได้

ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำขุนสมุนซึ่งอยู่ในตำบลสะเนียน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน มีลักษณะเป็นเนินเขาและภูเขาสูงสลับซับซ้อน ยาวต่อเนื่องกัน ประกอบด้วยลุ่มน้ำย่อยเป็นจำนวนมาก สภาพภูมิประเทศในพื้นที่ดังกล่าวนี้มีความลาดเอียงส่วนมากเกินกว่า 35% ขึ้นไป การใช้ประโยชน์จากที่ดิน ไม่มีการอนุรักษ์ดินน้ำและมีการขยายแผ้วถางป่าต้นน้ำเพื่อ

ใช้เป็นพื้นที่เกษตรการค้า จึงทำให้ในปัจจุบันปัญหาที่สำคัญที่สุดปัญหาหนึ่งของลุ่มน้ำขุนสมุนก็คือปัญหาดินเสื่อมจากการชะล้างพังทลาย

งานศึกษาวิจัยนี้ เป็นการประเมินการสูญเสียดินอันเนื่องมาจากการชะล้างพังทลายโดยอาศัยปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการชะล้างพังทลายของดิน อัตราการชะล้างพังทลายของดิน และระดับความรุนแรงของการสูญเสียดินที่ถูกชะล้างพังทลายโดยน้ำฝน ในสภาพภูมิประเทศและการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกันบนพื้นลุ่มน้ำขุนสมุน โดยประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) เพื่อมาช่วยจัดเก็บ รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และรายงานผล ผลการวิจัยจะทำให้ทราบ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน อัตราและระดับความรุนแรงของการสูญเสียดินในแต่ละ การใช้ประโยชน์ที่ดินและทราบถึงตำแหน่งที่เกิดการพังทลาย สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางดำเนินการป้องกันแก้ไขและการอนุรักษ์ในขั้นต่อไป

ปัญหาในการวิจัย

ทรัพยากรดินในลุ่มน้ำขุนสมุนมีปัญหาดินเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว ซึ่งเกิดขึ้นจากปัญหาหลายๆอย่าง และปัญหาการชะล้างพังทลายของดินก็เป็นปัญหาหนึ่งร่วมด้วยเสมอ การประเมินการสูญเสียดินอันเนื่องมาจากการชะล้างพังทลายมีขั้นตอนและวิธีการมาก สลับซับซ้อนจึงมักเกิดการผิดพลาดได้ง่ายและแก้ไขค่อนข้างยุ่งยากใช้เวลามาก การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศเพื่อประเมินการชะล้างพังทลาย สามารถช่วยเพิ่มความรวดเร็ว ความถูกต้องมากขึ้น สามารถเรียกแก้ไขได้สะดวกและสามารถใช้อ้างอิงกับแผนที่อื่น ๆ ได้ ตลอดจนสามารถนำผลการวิเคราะห์มาใช้ในการวางแผนจัดการทรัพยากรดินหรือทรัพยากรลุ่มน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปัจจัยทางธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่มีอิทธิพลต่อการชะล้างพังทลายของดิน
2. เพื่อศึกษาอัตราการชะล้างพังทลายของดินและระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำขุนสมุนตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน
3. เพื่อนำระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System, GIS) มาประยุกต์ใช้ในการประเมินการชะล้างพังทลายของดินและสร้างแผนที่ แสดงตำแหน่งการใช้ประโยชน์ที่ดินและระดับการชะล้างพังทลายของดิน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เกษตรกรทราบถึงปัญหาการใช้ที่ดินในที่ลาดชัน ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินจากการทำการเกษตร อันเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง เป็นผลให้ผลผลิตลดลงในระยะเวลาต่อมา

2. หน่วยงานภาครัฐ ทราบถึงอัตราการสูญเสียดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุนว่ามีระดับความรุนแรงมากน้อยเพียงใด ซึ่งสามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการวางแผนจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรกรลุ่มน้ำขุนสมุนต่อไป

3. ผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ สามารถบอกสาเหตุหรือตัวการที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน, ทราบตำแหน่งพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายและอัตราการชะล้างพังทลายของดินในระดับต่างๆ จากการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุนได้ระดับหนึ่ง ซึ่งจะเป็นแนวทางการศึกษาวิจัยการชะล้างพังทลายของดินในอนาคตต่อไป

ขอบเขตวิจัย

1. ขอบเขตพื้นที่ การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดพื้นที่ศึกษา คือพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน ตั้งอยู่ในเขตตำบลสะเนียน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน มีพื้นที่ประมาณ 229.18 ตารางกิโลเมตรหรือ 143,238.44 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยได้ 19 ลุ่มน้ำ ประกอบด้วยลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบน ห้วยน้ำหิน ห้วยสวนผึ้ ห้วยแม่คำแผ่น ห้วยเกิ๋น ห้วยขุ่น ห้วยเฮือ ห้วยหลักผึ้ ห้วยม่วง ห้วยแหด ห้วยขุนสมุนละเบ้ายา ห้วยเสือ ห้วยปุก ห้วยมื่น ห้วยแก้ว ห้วยทะลุ ห้วยปูป้าน และห้วยขุนสมุนกาใส

2. ขอบเขตเนื้อหา การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาปัจจัยทางธรรมชาติที่เป็นต้นเหตุของการชะล้างพังทลายของดิน คือ ปัจจัยเกี่ยวกับฝน (R) จากปริมาณน้ำฝนรายปี, คุณสมบัติของดิน (K) 5 ชนิดคือ เปอร์เซ็นต์อนุภาคปฐมภูมิ เปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดิน โครงสร้างของดิน และความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านของดิน วิเคราะห์โครงสร้างเป็นแผนภาพที่เรียกว่า โนโมกราฟ (ภาพ 1) สภาพภูมิประเทศการใช้ที่ดิน (LS) จากการวัดความยาวของความลาดเท L) และใช้ค่าความลาดชัน (S) ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C) ได้แก่ อัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดขึ้นในสนามมีพืชและการจัดการอย่างใดอย่างหนึ่ง และปัจจัยการปฏิบัติการควบคุมการพังทลายของดิน (P)

นิยามศัพท์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) หมายถึง ขบวนการของการใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (hardware) ซอฟต์แวร์ (software) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (geographic data) และการออกแบบ (personnel design) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณและการวิเคราะห์ข้อมูล ให้แสดงผลในรูปข้อมูลที่สามารถอ้างอิงในในทางภูมิศาสตร์หรือหมายถึง การใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บและการใช้ข้อมูล เพื่ออธิบายสภาพต่าง ๆ บนพื้นผิวโลกโดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์ เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ นั่นเอง

การชะล้างพังทลายของดิน (soil erosion) หรือกษัยการของดิน เป็นกระบวนการที่พื้นแผ่นดิน (land surface) ของโลกถูกทำให้แตกกระจาย (detached) และถูกขนย้าย (transported) ไปจากที่เดิมโดยตัวการ (agent) ต่าง ๆ ประการหนึ่งประการใด หรือหลายประการร่วมกัน ได้แก่ น้ำ น้ำแข็ง ลม และแรงดึงดูดโลก (สมชาย, 2535)

Universal Soil Loss Equation (USLE) สมการสูญเสียดินสากลนี้ Wischmeier and Smith (1965) ได้พัฒนาปรับปรุงและเสนอเป็นรูปแบบของสมการ โดยอาศัยข้อมูลจากแปลงทดลองต่าง ๆ ทั่วประเทศสหรัฐอเมริกามากกว่า 10,000 ปี – แปลง (plot-year) และความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในสมการก็เป็นค่าที่ได้จากข้อมูลทางสถิติจากแปลงทดลองเหล่านี้ การปรับปรุงสมการสูญเสียดินใหม่นี้ ทำให้สามารถนำสมการใหม่ไปใช้ในสถานที่ต่าง ๆ ได้ทั่วไป จึงเรียกสมการนี้ว่า The Universal Soil Loss Equation (USLE)

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงในการวิเคราะห์พื้นที่เพื่อวัตถุประสงค์ด้านต่าง ๆ และได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เนื่องจากช่วยประหยัดงบประมาณและเวลาในการดำเนินโครงการ นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีอื่น ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ เช่น เทคโนโลยีอวกาศ ได้แก่ ภาพถ่ายดาวเทียม (sattlelite image) และระบบสัมผัสระยะไกล (remote sensing) เป็นต้น

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศประเมินเพื่อการชะล้างพังทลายของดินได้มีการศึกษามาแล้วอย่างกว้างขวาง และมีกระบวนการศึกษามากมายในพื้นที่ทั่วโลกซึ่งเป็นแนวในการวิจัยครั้งนี้ ได้มีผู้ให้นิยามของการชะล้างพังทลายของดินไว้แตกต่างกันไป เช่น Kirkvy (1980) ให้ความหมายว่า คือการเคลื่อนที่ไปของวัตถุบนพื้นผิวโดยน้ำและลม Satterlund (1972) และเกษม (2525) กล่าวว่า เป็นกระบวนการทำลายและเคลื่อนย้ายวัตถุที่เป็นดิน กรวด หิน และทรายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งด้วยการกระทำน้ำ ลม และแรงโน้มถ่วงของโลก นิพนธ์ (2527) กล่าวว่า การชะล้างพังทลายของดินเป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่มีแรง ซึ่งเกิดจากน้ำ ลม หรือแรงโน้มถ่วงของโลกมากระทำให้วัตถุธาตุหรือสะสารแตกแยกออกจากกันแล้วเคลื่อนย้ายอนุภาคของดินหรือวัตถุธาตุดังกล่าวไปตกตะกอนทับถมยังอีกที่หนึ่ง ส่วน สมเจตน์ (2522) กล่าวว่า การชะล้างพังทลายของดินในลักษณะทางการกระจายออกจากกันโดยตัวการที่สำคัญคือฝนและอนุภาคที่ถูกทำให้แตกกระจาย จะถูกเคลื่อนย้ายไปจากเดิม และไปทับถมในที่ใหม่ โดยมีน้ำไหลบ่าหน้าดินเป็นตัวการสำคัญ

การชะล้างพังทลายของดินเป็นกระบวนการเคลื่อนย้ายวัตถุที่เป็นดินและหินด้วยแรงกระทำของพลังงานต่าง ๆ เช่น น้ำ ลม และแรงดึงดูดของโลกและสิ่งมีชีวิต หรือตัวการอื่น ๆ ทางธรณีวิทยา (สมเจตน์, 2526)

การพังทลายของดินหรือการกษัยการของดินว่า เป็นกระบวนการแตกกระจาย (detachment) และการพัดพาไป (transportation) ของดิน โดยตัวการกัดกร่อน (erosion agent) ได้แก่ น้ำและลม ถ้าหากน้ำเป็นตัวการก็เรียกว่าการกษัยการโดยน้ำ (water erosion) และโดยลม (wind-erosion) เมื่อมีลมเป็นตัวการ (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2533)

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการพังทลายนอกเหนือไปจากน้ำลมแล้ว ยังอาจเกิดจากธารน้ำแข็งอีกด้วย (เกษม, 2526)

การพังทลายของดินนั้นสามารถแบ่งตามสาเหตุการเกิดเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ normal erosion หรือ geologic erosion เป็นการพังทลายของดินโดยธรรมชาติ เช่น น้ำ ลม แรงดึงดูดของโลก การชะล้างพังทลายของดินนั้นเกิดขึ้นอยู่เสมอ และหลีกเลี่ยงไม่ได้แม้ในสภาพพื้นที่ที่มีป่าสมบูรณ์ (นิวัติ, 2514) แต่เป็นไปอย่างช้า ๆ ประมาณว่าการสูญเสียผิวหน้าดินหนา 1 นิ้ว จะใช้เวลาถึง 1,000 ปี อีกประเภทหนึ่งคือ man induced erosion เป็นการพังทลายของดินอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การก่อสร้างถนน การระเบิดภูเขา เป็นต้น (เกษม, 2526)

กษัยการของดิน เป็นกระบวนการที่แผ่นดินของโลกถูกทำให้แตกกระจายและถูกขนย้ายไปจากที่เดิม โดยตัวการต่าง ๆ ได้แก่ น้ำ ลม และแรงดึงดูดของโลก (สมชาย, 2535)

สรุปจากแนวคิดดังกล่าว จะเห็นได้ว่าตัวการที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน ได้แก่ น้ำ ลม แรงดึงดูดของโลก และกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งสามารถแบ่งตามสาเหตุการเกิดได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

- เป็นการพังทลายของดินโดยธรรมชาติ เช่น น้ำ ลม และแรงดึงดูดของโลกเป็นต้น (nomal erosion หรือ geologic erosion)
- เป็นการพังทลายของดินอันเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การก่อสร้างถนน การระเบิดภูเขา เป็นต้น (man induced erosion)

กระบวนการชะล้างพังทลายของดิน

กระบวนการชะล้างพังทลายของดิน เริ่มจากดินแตกแยก เมื่อเม็ดฝนตกกระทบดินทางด้านแนวตั้ง ซึ่งจะทำให้ดินหลวมตัวแล้วแตกแยกออกจากกัน ต่อมาเมื่อปริมาณน้ำฝนตกมากขึ้นจะรวมตัวกันเป็นน้ำไหลบ่าไปบนผิวดิน ซึ่งจะเกิดในลักษณะวกวนทำให้อนุภาคดินแตกกระจายออกจากกันมากยิ่งขึ้นขณะเดียวกันอนุภาคดินที่แตกกระจายจะถูกทำให้เคลื่อนที่ไปในแนวราบ หรือไปตามความลาดชันของพื้นที่ (เกษม และนิพนธ์, 2525) โดยอาจ เคลื่อนที่ไปในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น กระเด็นกลิ้ง เคลื่อนย้าย หรือถูกพัดพาไปในสภาพแขวนลอยกับน้ำที่ไหลบ่าไปบนผิวดิน (สมเจตน์, 2522)

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2533) กล่าวว่า กระบวนการเกิดการชะล้างพังทลายของดินแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการคือ

1. กระบวนการแตกกระจายของดิน (detachment) เป็นกระบวนการแรกที่จะทำให้เกิดการพังทลายของดินขึ้น โดยเกิดจากแหล่งพลังงานตามธรรมชาติ เช่น ฝน น้ำ ลม แรงดึงดูดของ

โลก เป็นต้น และพลังงานที่เกิดจากสิ่งมีชีวิต เช่น มนุษย์และสัตว์ เป็นต้น พลังงานเหล่านี้จะกระทำต่อดินทำให้หน้าดินมีการเปลี่ยนแปลง คืออนุภาคของดินที่เกาะกันจะเกิดการแตกกระจาย ทำให้หน้าดินง่ายต่อการพังทลาย

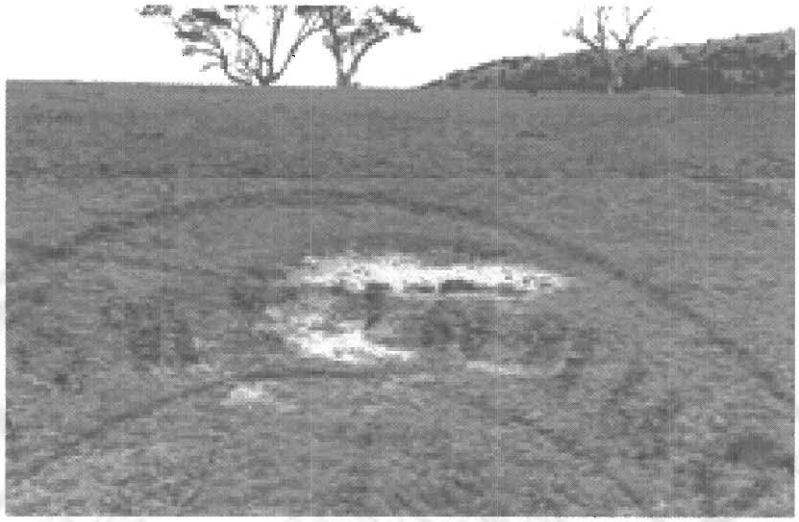
2. กระบวนการพัดพาดิน (transportation) กระบวนการนี้เกิดขึ้นต่อมาจากกระบวนการแตกกระจายของดิน ซึ่งอาจจะเกิดต่อเนื่องกันเลยหรือเกิดหลังจากมีกระบวนการแตกกระจายนานแล้วก็ได้ ปัจจัยตามธรรมชาติที่ทำให้เกิดกระบวนการพัดพาดินที่สำคัญคือ น้ำไหลบ่าหน้าดิน (surface runoff) หรือน้ำในลำธาร (stream flow) โดยน้ำจะเป็นตัวพัดพาเอาตะกอนไหลลงสู่พื้นที่ที่ต่ำกว่าบริเวณที่เกิดการพังทลายของดิน ส่วนปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งซึ่งปัจจุบันมีบทบาทมากในการทำให้เกิดการพังทลายและพัดพาดินคือ กิจกรรมของมนุษย์ เช่น การระเบิดภูเขา การขุดหน้าดินไปถมพื้นที่ เป็นต้น

3. กระบวนการตกตะกอนทับถม (deposition) กระบวนการนี้เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการ ชะล้างพังทลายดิน กระบวนการตกตะกอนทับถมนี้เกิดจากตัวการในการพัดพาไม่มีพลังงานพอที่จะพัดพาประกอบกับแรงดึงดูดของโลก ทำให้เกิดการตกตะกอนลงสู่เบื้องล่าง เช่น บริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ เป็นต้น

ลักษณะการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย

การชะล้างพังทลายของดินมีหลายรูปแบบ พอสรุปได้ 4 ลักษณะดังต่อไปนี้ (สมชาย, 2535)

1. การชะล้างพังทลายที่พื้นผิวดิน (Sheet erosion) เกิดบนพื้นที่ที่ลาดเทน้อยและมีความลาดเทของพื้นที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ เมื่อผิวของพื้นที่ดินถูกปะทะโดยเม็ดฝนและเมื่อน้ำไหลบ่าจะเกิดการพังทลายของดินลักษณะนี้จะสังเกตไม่ค่อยเห็น แต่เมื่อเกิดนาน ๆ เข้าก็จะสังเกตได้จากการที่มีหินและรากพืชโผล่พื้นผิวดินหรือระดับผิวดินที่เสารั้วต่ำลง การชะล้างพังทลายแบบนี้ลึก 1 เซนติเมตร จะสูญเสียดินประมาณ 24 ตันต่อไร่ (ดิน 1 ไร่ ลึก 15 เซนติเมตร หนักประมาณ 363,636.4 กิโลกรัม)



ภาพ 1 ภาพแสดงการชะล้างพังทลายที่พื้นผิวดิน (Sheet erosion)

2. การชะล้างพังทลายแบบริ้ว (Roll erosion) เป็นการพังทลายของดินที่เกิดเป็นร่องริ้วเล็ก ๆ กระจายไปทั่วพื้นที่ลึกไม่เกิน 8 เซนติเมตร ทำให้ผิวดินขรุขระ แต่เมื่อไถพรวนร่องริ้วแถวนี้จะหายไป มักเกิดในพื้นที่ที่ลาดชันน้อย แต่ความลาดเทไม่สม่ำเสมอกันตลอด และตามร่องที่ปลูกพืชตามแนวลาดชัน

ภาพ 2 ภาพแสดงการชะล้างพังทลายแบบริ้ว (Roll erosion)

3. การชะล้างพังทลายแบบเป็นแนวร่องน้ำขนาดใหญ่ (Gully erosion) เกิดในพื้นที่ที่มีความลาดชันมาก และมีความลาดชันยาว หรือพื้นที่ที่ปลูกพืชตามแนวลาดชันบ่อย ๆ เริ่มแรกจะเกิดการกัดเซาะของร่องน้ำเป็นร่องขนาดเล็ก เมื่อไม่มีการแก้ไขก็จะกลายเป็นร่องน้ำขนาดใหญ่และลึก ในพื้นที่ที่เป็นดินทรายจะเกิดการชะล้างพังทลายลักษณะนี้ได้เร็วมากเมื่อเกิดฝนตกหนัก

ภาพ 3 แสดงการชะล้างพังทลายแบบเป็นแนวร่องน้ำขนาดใหญ่ (Gully erosion)

4. การชะล้างพังทลายของดินริมฝั่งน้ำ (Stream erosion) เกิดจากการกัดเซาะของน้ำในแม่น้ำลำธารหรือแหล่งน้ำต่าง ๆ ทำให้ดินริมฝั่งพังทลายและถูกพัดพาไป แต่ละปีจะเกิดการพังทลายของดินลักษณะนี้มาก ดินที่ถูกพัดพาไปถมทำให้ลำน้ำตื้นเขิน น้ำเปลี่ยนทางเดิน เกิดน้ำไหลบ่าท่วมชายฝั่ง เป็นต้น

ภาพ 4 แสดงการชะล้างพังทลายของดินริมฝั่งแม่น้ำ (Stream erosion)

ผลกระทบจากการชะล้างพังทลายของดิน

เมื่อมีการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน ณ ที่ใด ย่อมมีผลกระทบอย่างมากมายตามมาเสมอ ไม่ว่าจะเกิดจากสาเหตุอะไร และเกิดมากหรือน้อยแค่ไหน ซึ่งผลกระทบหลัก ๆ จะก่อให้เกิดความสูญเสียประกอบด้วย (สมชาย, 2535)

1. ทำให้โครงสร้างของดินถูกทำลาย เมื่อเม็ดฝนตกกระทบผิวดิน พลังงานในเม็ดฝนจะก่อให้เกิดแรงกระแทก ทำให้อนุภาคของดินที่ผิวหน้าดินแตกกระจาย และกระเด็นออกไปจากพื้นที่ ส่วนดินที่อยู่ใต้ผิวลงไปเล็กน้อยจะได้รับแรงกระแทกทำให้เนื้อดินแน่นทึบ ปริมาณน้ำจะซึมผ่านชั้นดินได้น้อยลง

2. ทำให้เกิดการสูญเสียหน้าดิน เกิดขึ้นจากเม็ดฝนที่ตกกระทบผิวดิน ทำให้อนุภาคของดินที่จับตัวเป็นก้อน แตกกระจายเป็นอนุภาคเล็ก ๆ ที่มีน้ำหนักเบา และต่อเนื่องจากข้อ 1. เมื่อน้ำไม่สามารถซึมลงผ่านชั้นดินได้จึงสะสมเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดิน พัดพาเอาอนุภาคที่แตกกระจายเคลื่อนย้ายออกจากพื้นที่ได้ง่ายขึ้น ซึ่งการขนย้ายดินออกจากพื้นที่นี้ จะก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อพื้นที่ดินเดิม

3. การสูญเสียธาตุอาหารในดินและทำให้ผลผลิตลดลง การชะล้างพังทลายโดยน้ำ เป็นกระบวนการหนึ่งที่ทำให้ดินเสื่อมโทรม เนื่องจากมีการพัดพาดินชั้นบน ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชออกไปจากพื้นที่ นอกจากนี้ยังมีผลทำให้การซึมน้ำและการอุ้มน้ำของดินลดลงด้วย จึงเป็นสาเหตุให้ผลผลิตของพืชในพื้นที่นั้น ๆ ลดลงตามไปด้วย

4. ทำให้ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เปลี่ยนแปลงไป การชะล้างพังทลายของดินเกิดขึ้นจากผิวดินได้รับน้ำมากเกินความสามารถในการซึมน้ำของดิน จนเกิดน้ำไหลบ่าและพัดพาอนุภาคดินออกไปจากพื้นที่เดิม ทำให้ผิวดินเกิดเป็นร่องขนาดเล็กหรือใหญ่แตกต่างกัน ตามความรุนแรงของกระแสน้ำ และเมื่อพื้นที่ในบริเวณนั้น ๆ ได้รับอิทธิพลของการชะล้างมากขึ้น มีผลทำให้พื้นที่ในบริเวณดังกล่าวเกิดการกัดเซาะเป็นร่องลึกขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการนำเครื่องจักรกลเข้าไปใช้ในพื้นที่เกษตรและการปรับระดับพื้นที่เพื่อการเพาะปลูกก็ทำได้ยากเช่นกัน

5. ทำให้แม่น้ำลำธารหรือแหล่งน้ำตื้นเขิน เมื่อผิวหน้าดินได้รับอิทธิพลจากเม็ดฝนและน้ำไหลบ่า ซึ่งจะพัดพาอนุภาคดินไปตามความรุนแรงของกระแสน้ำไหลลงสู่แหล่งน้ำต่าง ๆ และเมื่อความเร็วของกระแสน้ำลดลง จะทำให้เกิดการตกตะกอนตามแหล่งน้ำ เช่น บริเวณปากแม่น้ำ บริเวณที่แม่น้ำสองสายบรรจบกัน ทำให้พื้นที่บริเวณดังกล่าวเกิดเป็นดินดอน ลำน้ำตื้นเขิน ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการขุดลอกเป็นจำนวนมาก

วิธีการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน

วิธีการศึกษาเพื่อประเมินปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน มีอยู่หลายวิธี ตั้งแต่วิธีแบบหยาบ จนถึงขั้นละเอียดมาก ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ความพร้อมในเครื่องมือและงบประมาณ (สมยศ, 2528) ซึ่งแนวทางในการศึกษามีดังนี้

การศึกษาโดยการวัดอย่างหยาบ ๆ (reconnaissance studies of measuring erosion)

การคาดคะเนหรือการประเมินการชะล้างพังทลายของดินอย่างหยาบ ๆ สามารถทำได้หลายวิธีเช่น การวัดจากร่องน้ำขนาดใหญ่ (gully) ที่ถูกกัดชะ โดยปริมาณดินที่สูญเสียคำนวณได้จากความลึก ความกว้าง และความยาวของร่องน้ำ การใช้ตะปูที่มีวงแหวนหรือฝาเบียร์ตอกลงไปในดิน หรือการใช้สีพ่นตามหินหรือรากต้นไม้ที่โผล่พ้นผิวดิน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับผิวหน้าดินหลังจากหน้าดินถูกชะล้างพังทลายซึ่งสามารถประมาณระดับดินที่ถูกชะล้างได้ เป็นต้น (Gleason, 1975)

การศึกษาจากแปลงทดลองในสนาม (field experiments)

Ewald Wollny นักวิทยาศาสตร์ทางดินชาวเยอรมันเป็นบุคคลแรกที่ได้ศึกษาในระหว่างปี ค.ศ. 1877-1896 โดยสร้างแปลงทดลองเพื่อศึกษาถึงผลของการทำลายโครงสร้างของดินเนื่องจากเม็ดฝน โดยใช้พื้นคลุมดินและวัสดุคลุมดิน และศึกษาถึงผลของชนิดดินและความลาดชันของพื้นที่ต่อปริมาณน้ำไหลบ่าหน้าดินและการชะล้างพังทลายของดิน แต่ผู้นำในด้านการออกแบบและสร้างแปลงทดลองคือประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเริ่มการทดลองครั้งแรกในปี ค.ศ. 1915 โดยกรมป่าไม้สหรัฐอเมริกา ซึ่งต่อมาการวิจัยด้านนี้ได้ขยายไปยังประเทศต่าง ๆ (Hudson, 1971)

แปลงทดลองที่ใช้ทำการศึกษามีขนาดแตกต่างกัน แล้วแต่อำนาจในการลงทุนของผู้วิจัย เช่น อาจมีขนาดตั้งแต่ 1-2 ตารางเมตร จนถึงแปลงขนาดใหญ่ พื้นที่มากกว่า 200 ตารางเมตรขึ้นไป สำหรับในสหรัฐอเมริกานิยมใช้แปลงขนาด 6 x 72.6 ฟุต หรือเท่ากับ 1/100 เอเคอร์ เพราะเป็นพื้นที่ค่าตัวแทนที่ใช้สำหรับการหาค่าสมการสูญเสียดินสากล (USLE) และง่ายต่อการคำนวณพื้นที่ออกมาเป็นเอเคอร์ หรือในบางประเทศนิยมใช้แปลงขนาด 5 x 20 เมตร หรือเท่ากับ 1/10 เฮกแตร์ ซึ่งสะดวกในการคำนวณพื้นที่เป็นเฮกแตร์ ตารางกิโลเมตรหรือไร่ได้ (สมยศ, 2528) ซึ่งในการกำหนดแปลงทดลองนั้นจะต้องแยกแปลงทดลองออกจากพื้นที่ข้างเคียงและสร้างขอบเขตแปลงแบ่งพื้นที่ออกจากกัน เพื่อไม่ให้น้ำจากพื้นที่ใกล้เคียงไหลเข้ามาแปลงทดลอง ขณะเดียวกันก็ป้องกันน้ำจากแปลงทดลองไหลออกไปสู่พื้นที่ใกล้เคียงกัน (Hudson, 1971) ปริมาณการชะล้าง

พังทลายของดินที่เกิดขึ้นจากแปลงทดลองจะไหลลงสู่ถังรองรับตะกอนที่เรียกว่า collection tank เมื่อฝนหยุดตกจะทำการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำไหลบ่า (runoff) และปริมาณดินที่สูญเสียของฝนที่ตกแต่ละครั้ง แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมารวมกันเป็นข้อมูลทั้งหมดของแต่ละปี หรือแต่ละฤดูกาลตามความต้องการ (สมยศ, 2528)

วิธีศึกษาจากสมการสูญเสียดินสากล

พื้นฐานของหลักการเก็บเกี่ยวกับการชะล้างพังทลายของดินนั้น ได้เริ่มมีมาตั้งแต่ปี 1930 (Cook, 1936) โดยได้พยายามนำปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาสรุปเป็นหลักเกณฑ์ในรูปโมเดลคณิตศาสตร์ เพื่อทำนายการสูญเสียดินหรือใช้แนะนำการใช้ที่ดิน เพื่อให้เกิดการชะล้างพังทลายใกล้เคียงกับค่าที่ยอมให้เกิดได้ (สมเจตน์, 2526)

Baver (1933) เป็นบุคคลแรกที่ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ อธิบายการะบวนการเกิดการชะล้างพังทลายดิน โดยได้เสนอสมการทางคณิตศาสตร์ดังนี้

$$E = f(R, G, V, S)$$

เมื่อ E คือ การพังทลายของดิน

R คือ ปัจจัยซึ่งเกี่ยวกับปริมาณและความหนาแน่นหรือความหนักเบาของฝน

G คือ ปัจจัยซึ่งเกี่ยวกับความลาดเทและพื้นที่ที่เกิดการพังทลาย

V คือ ปัจจัยซึ่งเกี่ยวกับปริมาณและธรรมชาติของพืชที่ขึ้นอยู่ในบริเวณนั้น

S คือ ปัจจัยเกี่ยวกับดิน

อย่างไรก็ตามสมการของ Baver นี้ไม่สามารถจะประเมินค่าทางด้านปริมาณของตัวแปรต่าง ๆ ได้ ดังนั้นสมการนี้จึงใช้อธิบายกระบวนการเกิดการชะล้าพังทลายของดินทางด้านคุณภาพเท่านั้น

ต่อมาในปี ค.ศ. 1940 จึงได้มีการสร้างสมการทางคณิตศาสตร์ขึ้นมาเพื่อคำนวณการสูญเสียดิน เนื่องจากการชะล้าพังทลายของดิน โดย Zingg (1940) ได้ใช้ข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งได้จากการทดลองระยะแรก ๆ ในสหรัฐอเมริกา คือ การทดลองตั้งแต่ปี 1615-1939 (สมเจตน์, 2526) ซึ่งสมการของ Zingg (1940) สามารถเขียนได้ดังนี้

$$X = CS^{1.4}L^{1.6}$$

เมื่อ X คือ ปริมาณดินสูญเสียทั้งหมด (ตัน / เอเคอร์)

C คือ ค่าคงที่ที่ได้จากการทดลอง

S คือ ความลาดชันของพื้นที่ (เปอร์เซ็นต์)

L คือ ความยาวของความลาดเท (ฟุต)

สมการ Zingg นี้ เป็นสมการขั้นต้น และต่อมา Smith (1941) และการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดินและน้ำ (conservation practice) จึงได้สมการใหม่เป็น

$$X = CS^{7/5} L^{3/5} P$$

การปรับปรุงสมการสูญเสียดินสากลได้ทำขึ้นในปี ค.ศ. 1954 – 1960 โดยกระทำที่ศูนย์รวบรวมข้อมูลการสูญเสียดินและน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดิน ซึ่งตั้งโดย Agricultural Research Service (ARS) ที่มหาวิทยาลัยเพอร์ดิว ใน ค.ศ. 1954

สมการสูญเสียดินสากลนี้ Wischmeier และ Smith (1965) ได้พัฒนาปรับปรุงและเสนอเป็นรูปแบบของสมการโดยอาศัยข้อมูลจากแปลงทดลองต่าง ๆ ทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา มากกว่า 10,000 ปี – แปลง (plot-year) และความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในสมการก็เป็นค่าที่ได้จากข้อมูลทางสถิติจากแปลงทดลองเหล่านี้ การปรับปรุงสมการสูญเสียดินใหม่นี้ ทำให้สามารถนำสมการใหม่ไปใช้ในสถานที่ต่าง ๆ ได้ทั่วไป จึงเรียกสมการนี้ว่า The Universal Soil Loss Equation (USLE) ค่าปัจจัยแต่ละตัวมีสมการดังนี้

$$A = RKLSCP$$

เมื่อ A คือ ปริมาณดินที่สูญเสียที่คำนวณได้ มีหน่วยเป็นตันต่อเฮกแตร์ต่อปี

R (Rainfall and Runoff Factor) คือ ปัจจัยเกี่ยวกับฝนและน้ำที่ไหลบ่าตามผิวดิน เป็นจำนวนหรือค่าของดัชนีการพังทลายของฝนในปีปกติ ซึ่งเป็นการวัดแรงของฝนที่ทำให้เกิดการพังทลายขึ้น

นิพนธ์ (2527) ได้ให้ข้อคิดเห็นว่า การชะล้างพังทลายของดินโดยพลังน้ำจะเกิดขึ้นได้มากที่สุดในบริเวณที่มีปริมาณฝนตกปานกลาง ซึ่งพืชพรรณไม่หนาแน่นมากนัก ทั้งนี้เพราะเมื่อมีฝนตกมากกว่า 1,000 มิลิเมตรขึ้นไป จะทำให้พืชพรรณและป่าไม้ขึ้นหนาแน่นมาก และปกคลุมดินได้เป็นอย่างดี

K (Soil Erodibility Factor) คือ ปัจจัยเกี่ยวกับความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน) ได้แก่ อัตราการเกิดการพังทลายของดินต่อหน่วย ดัชนีการพังทลาย (erosion index) สำหรับดินใดดินหนึ่งโดยเฉพาะ เมื่อดินนั้นได้รับการไถพรวนและปล่อยทิ้งว่างเปล่าติดต่อกัน และอยู่บนพื้นที่ซึ่งมีความลาดเท 9 เปอร์เซ็นต์ และมีความยาวของความลาดเท 72.6 ฟุต

อิทธิพลเกี่ยวกับสมบัติของดิน การชะล้างพังทลายที่เกิดขึ้นกับดินแต่ละชนิดจะมีความมากน้อยแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากดินนั้นมีสมบัติแตกต่างกันและเป็นสมบัติเฉพาะที่ให้ดินเกิดความยากง่ายในการพังทลายได้ต่างกัน (Wischmeier and Smith, 1965)

สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดินที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อความยากงายในการพังทลายของดิน คือ เนื้อดิน โครงสร้างดิน การให้น้ำซึมผ่าน และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Baver, 1933; Osborn, 1955; Hudson, 1971)

Wischmeier et al. (1958) ได้แสดงถึงค่าความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (Soil erodibility factor, K) ซึ่งเป็นอัตราการชะล้างพังทลายของดินต่อหน่วยพื้นที่ที่ได้จากแปลงทดลองในพื้นที่จริง และสมบัติของดินนี้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของดิน ค่านี้เป็นค่าที่ความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายได้ดีกว่าดัชนีที่กล่วมาแล้ว เพราะเป็นค่าที่บอกถึงทั้งความยากง่ายต่อการถูกกัดชะ และการถูกเคลื่อนย้าย และสามารถนำไปประเมินการสูญเสียดินได้

เนื่องจากวิธีการหาค่าดัชนีความยากง่ายในการพังทลายของดินโดยใช้แปลงทดลองนั้น จำเป็นจะต้องใช้เวลาและลงทุนสูง ดังนั้น Wischmeier et al. (1971) จึงได้หาวิธีการหาค่าดัชนีนี้ที่สามารถทำได้สะดวก และไม่ซับซ้อน โดยการใช้คุณสมบัติของดินที่สำคัญ 5 ชนิดคือ (1) เปอร์เซ็นต์ผลรวมของทรายแป้งกับทรายละเอียดมาก (silt + very finee sand) (2) เปอร์เซ็นต์ทราย (sand) (3) เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดิน (organic matter) (4) โครงสร้างของดิน (Soil structure) และ (5) อัตราการซึมซาบน้ำของดิน (soil permeability) สร้างเป็นแผนภาพความสัมพันธ์ขึ้นมาเรียกว่า Nomograph เมื่อทราบสมบัติดังกล่าวของดินก็สามารถหาค่าความยากง่ายในการเกิดการชะล้างพังทลายของดินได้ ซึ่งจากการตรวจสอบค่าที่ได้จาก nomograph กับค่าที่ได้จากพื้นที่จริงแล้วพบว่าให้ค่าที่ใกล้เคียงกัน

พืชพรรณเป็นปัจจัยที่สำคัญในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน เพราะพืชช่วยลดความรุนแรงเนื่องจากพลังงานจลน์ของฝน และน้ำไหลบ่าหน้าดิน ขณะเดียวกันยังเพิ่มสมบัติในการดูดน้ำของดินอีกด้วย (Baver, 1965)

L (Slope Length Factor) คือ ปัจจัยเกี่ยวกับความยาวของความลาดเท ได้แก่ อัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดจากสภาพความยาวของความลาดเทในสนามกับการสูญเสียดินที่เกิดจากความยาวของความลาดเท 72.6 ฟุต ซึ่งเป็นดินชนิดเดียวกัน มีความชันของความลาดเทเท่ากัน และมีสภาพอื่น ๆ เหมือนกัน

S (Slope Gradient Factor) คือ ปัจจัยเกี่ยวกับความชันของความลาดเท ได้แก่ อัตราส่วนของการสูญเสียดิน ระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดจากสภาพความลาดเทในสนามกับการ

สูญเสียดินที่เกิดจากความลาดเท 9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นดินชนิดเดียวกัน มีความยาวของความลาดเทเท่ากันและสภาพอื่น ๆ เหมือนกัน

อิทธิพลของสภาพภูมิประเทศ ความลาดชัน ความยาว และรูปร่างของความลาดชันเป็นปัจจัยสำคัญที่บอกได้ว่าจะเกิดการชะล้างพังทลายของดินได้มากหรือน้อย (Zingg, 1940) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับความชันของความลาดเทที่มีต่อการสูญเสียดิน พบว่าเมื่อความยาวและความชันของความลาดเทเพิ่มขึ้น การสูญเสียดินก็จะเพิ่มขึ้น และ สมยศ (2521) กล่าวว่าถ้าพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง และระยะทางยาว การชะล้างพังทลายของดินย่อมเกิดขึ้นได้มากเนื่องจากความลาดชันมีอิทธิพลต่อความสามารถในการเคลื่อนย้ายน้ำที่ไหลบ่า

เกี่ยวกับอิทธิพลของความลาดชัน และความยาวของความลาดชันที่มีต่อการชะล้างพังทลายนี้ สมเจตน์ (2522) ได้กล่าวยืนยันว่าในพื้นที่ที่มีความลาดชันมากขึ้น การเคลื่อนย้ายและพัดพาตะกอนจะเพิ่มเป็นทวีคูณ และถ้าความยาวของความลาดเทเพิ่มขึ้น 2 เท่า ปริมาณการพังทลายของดินจะเพิ่มขึ้น 1.5 เท่า

C (Cropping Management Factor) คือ ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช ได้แก่ อัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่าง การสูญเสียดินที่เกิดขึ้นในสนาม มีพืชและการจัดการอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะกับการสูญเสียดินจากแปลงที่ไถพรวนแล้วปล่อยทิ้งไว้ว่างเปล่า ซึ่งเป็นดินชนิดเดียวกันและมีสภาพอื่น ๆ เหมือนกัน

Wilkinson (1975) พบว่าการสูญเสียดินจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผิวหน้าดินที่โผล่ คือ ถ้าพืชมีประสิทธิภาพในการคลุมดิน 60 เปอร์เซ็นต์ จะสูญเสียดินเป็นสี่เท่าของการสูญเสียดินจากพืชที่มีประสิทธิภาพในการคลุมดิน 90 เปอร์เซ็นต์

Aina et al. (1975) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคลุมดินของพืชตามระยะเวลาการเจริญเติบโต ตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิตกับการสูญเสียดิน พบว่าการชะล้างพังทลายของดินส่วนมากจะเกิดขึ้นในช่วงระยะแรกของการปลูกพืชมากกว่าช่วงระยะที่พืชเจริญเติบโตแล้ว เพราะช่วงระยะแรกของการปลูกพืชนั้นความสามารถในการคลุมดินของพืชยังน้อยอยู่ โอกาสที่เม็ดฝนที่ตกและน้ำไหลบ่าจะกระทำต่อผิวดินจึงมีมาก

Wischmeier (1971) ได้จำแนกอิทธิพลของพืชพรรณและสิ่งปกคลุมดินในการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินออกเป็น 3 ส่วนคือ อิทธิพลจากส่วนเรือนยอดอิทธิพลจากพืชพรรณชั้นล่างหรือสิ่งปกคลุมดิน และอิทธิพลของเศษซากพืชที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ที่ดินหรือจากการเพาะปลูก ซึ่งผลรวมของอิทธิพลต่าง ๆ นี้เรียกว่า ค่าดัชนีการจัดการพืชคลุมดิน (crop management factor, C)

ในพื้นที่ป่าดั้งเดิม (pristine forest) ผิวดินย่อมได้รับการปกป้องโดยต้นไม้และพืชชั้นล่าง พืชพรรณเหล่านี้มีส่วนช่วยเสริมสร้างให้เกิดการทับถมของใบไม้กิ่งไม้แห้ง เมื่อผุสลายกลายเป็นชั้นของอินทรียวัตถุที่เรียกว่า duff ซึ่งเป็นสิ่งปกคลุมดินอย่างมีประสิทธิภาพ ค่า c-factors ในป่าก็จะแตกต่างกันไปตามสภาพการปกคลุมของพืชพรรณและความหนาของชั้น duff (Schulz, 1981)

Hamilton and King (1983) ได้สรุปไว้ว่า การป้องกันการชะล้างพังทลายของดินที่ดีที่สุดนั้น ดินควรมีเรือนยอดปกคลุมของพืชพรรณตลอดเวลา

P (conservation practices factor) คือ ปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน ได้แก่ อัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่าง การสูญเสียดินที่เกิดจากแปลงที่ทำการอนุรักษ์ดิน เช่น การไถพรวนตามแนวระดับ การปลูกพืชเป็นแถบสลับ หรือการทำขั้นบันไดดิน กับการสูญเสียดินที่เกิดจากการไถพรวน และปลูกพืชขนานไปกับทิศทางของความลาดเท ดินที่เกิดการสูญเสียทั้งสองแห่งนี้เป็นดินชนิดเดียวกันและภายใต้สภาพสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ และสภาพพื้นที่เหมือนกัน

การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่ถูกวิธี เช่น การทำไร่เลื่อนลอย การไถพรวนบ่อยครั้งก็จะทำให้เม็ดดินแตกกระจายซึ่งจะง่ายต่อการชะล้างพังทลายโดยฝน (Sheng, 1982)

Wischmeier and Smith (1965) ได้กล่าวถึงผลไว้สอดคล้องกันว่า วิธีการควบคุมการชะล้างพังทลายของดินที่เป็นวิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดิน และน้ำนั้น จะเกี่ยวข้องกับความชันและความยาวของความลาดเทมากที่สุด รวมทั้งความแตกต่างของพืชแต่ละชนิดที่ทำการเพาะปลูกด้วย

ในปัจจุบันวิธีการประเมินการสูญเสียดินอันเนื่องมาจากการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้สมการสูญเสียดินสากลเป็นที่ยอมรับว่าเป็นวิธีการที่ดีที่สุด (สมเจตน์, 2526) แม้ว่าจะไม่ถูกต้องสมบูรณ์นักก็ตามได้มีการใช้สมการสูญเสียดินสากลในการคาดคะเนปริมาณการสูญเสียดินอันเนื่องมาจากการชะล้างพังทลายของดิน ในบริเวณต่าง ๆ ของโลก เช่น Amezquita et al. (1975) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในประเทศคอสตาริกา Brooks (1977) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในรัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกา Evan (1977) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในรัฐแคลิฟอเนีย สหรัฐอเมริกา Roose (1977) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในอัฟริกาตะวันตก และ Singh et al. (1985) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในประเทศอินเดีย เป็นต้น สำหรับในประเทศไทยกรมพัฒนาที่ดิน (2524) ใช้คาดคะเนการสูญเสียในประเทศไทย ไพฑูรย์ (2527) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในจังหวัดบุรีรัมย์ วัฒนชัย (2528) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในจังหวัดเชียงใหม่ และ Watanasak (1978) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในจังหวัดระยอง เป็นต้น

การคำนวณค่าปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในสมการสูญเสียดินสากล (USLE)

ดัชนีการพังทลายของดินที่เกิดจากฝนและน้ำไหลบ่า (rainfall and runoff factor, R)

น้ำฝนเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญยิ่งที่ทำให้เกิดการพังทลายของดิน Wischmeier and Smith (1958) พบว่า น้ำฝนเป็นตัวการอันสำคัญและมีความสัมพันธ์กับปริมาณดินที่สูญเสีย โดยจะสัมพันธ์กับพลังงานจลน์ของฝนที่มีความหนักเบาสูงสุดในช่วงเวลา 30 นาที (maximum 30 minutes rainfall intensity) พลังงานจลน์ที่นำมาพิจารณานี้เป็นปัจจัยร่วมระหว่างความเร็วของเม็ดฝนและปริมาณฝนที่ตก

ฝ่ายอนุรักษ์ลุ่มน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน (2524) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำฝนรายปีในประเทศไทยกับค่าดัชนีการพังทลายของดิน สามารถอนุมานค่าดัชนีการพังทลายของดินที่เกิดจากฝน (R) จากปริมาณน้ำฝนรายปี สำหรับค่า R. (น้ำฝน) นั้น ได้ใช้สมการดังต่อไปนี้

Y_1 = 0.196X – 13.3905 (r = 0.9336) สำหรับเขต tropical rain forest climate

Y_2 = 0.163X – 0.0375 (r = 0.727) สำหรับเขต savannah

Y_3 = 0.1415X – 16.4841 (r = 0.7224) สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เมื่อ Y_1, Y_2, Y_3 = ค่าดัชนีการพังทลายของดินที่เกิดจากฝนและน้ำไหลบ่า หรือค่า R มีหน่วยเป็น เมตร-ตัน/เฮกตาร์/ปี

X = ค่าปริมาณฝนตกรายปีมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

r = ค่าดัชนีสหสัมพันธ์เส้นตรง

บริเวณ tropical rain forest climate คือบริเวณภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป และภาคตะวันออกบริเวณจังหวัดจันทบุรี ตราด เขต savannah คือบริเวณส่วนใหญ่ของภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันตก

กรมพัฒนาที่ดิน (2526) ได้สร้างสมการสำหรับป่าฝนเขตร้อนไว้ คือ

R = 0.196 Pa – 13.3905

เมื่อ R = อิทธิพลของน้ำฝน(ฟุต-ตัน/เฮกแตร์/ปี)

Pa = ปริมาณน้ำฝนทั้งปี (มิลลิเมตร)

Dumrong hanvitaya, 1985 ได้สร้างสมการสำหรับฝนภาคเหนือไว้ คือ

R = 8.276P – 215.058

เมื่อ R = น้ำฝน (ฟุต-ตัน/เฮกแตร์/ปี)

P = ปริมาณน้ำฝนทั้งปี (มิลลิเมตร)

EI – Swaify และ คณะ (1987) ปัจจัยของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน (Annaul crosivity)

$$R = 38.5 + 0.35(P)$$

เมื่อ R = ปัจจัยของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน(ฟุต-ตัน/เฮกแตร์/ปี)

P = ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปี(มิลลิเมตร)

ปัจจัยความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (soil erodibility factor, K)

Wischmeier and Smith (1958) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ปัจจัยเกี่ยวกับความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (Soil Erodibility Factor) นั้น ได้ใช้สมการ ดังต่อไปนี้

$$100k = 2.1m^{1.14}(10^{-4})(12-a) + 3.25(b-2) + 2.5\ (c-3)$$

เมื่อ K = ค่าดัชนีความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน

m = พารามิเตอร์ขนาดอนุภาคดิน

โดยที่ m = (%silt + *very fine sand)+ (100 - %clay)

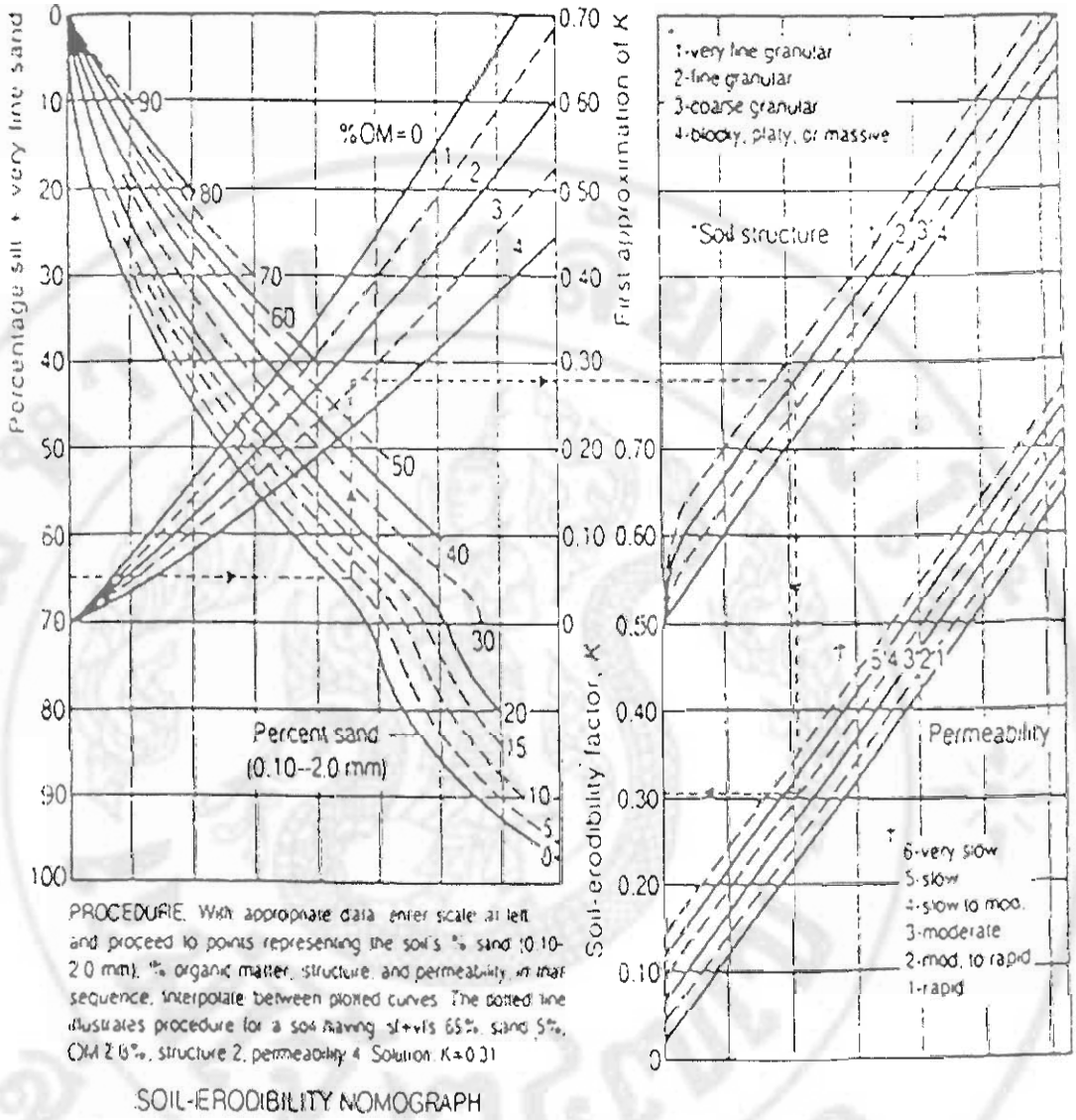
Very fine sand = (5.2060 + 1.3861 % Clay)

a = เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดิน

b = ระดับชั้นของโครงสร้างดิน (structure code rank)

c = ระดับชั้นของอัตราการซึมน้ำของดิน (เซนติเมตรต่อชั่วโมง)

วิธีการหาค่าดัชนีความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน โดยใช้แปลงทดลองภายใต้สภาพที่มีการควบคุมตามเกณฑ์มาตรฐาน เป็นวิธีที่ใช้ระยะเวลาและทุนมาก ดังนั้น Wischmeier et al. (1971) จึงได้หาวิธีการหาค่าดัชนีความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดินที่สะดวก และไม่ซับซ้อน ด้วยการใช้คุณสมบัติของดินที่สำคัญ 5 ชนิดคือ เปอร์เซ็นต์อนุภาคปฐมภูมิ เปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดิน โครงสร้างของดิน และความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านของดิน วิเคราะห์โครงสร้างเป็นแผนภาพที่เรียกว่า โนโมกราฟ (ภาพ 5) เมื่อทราบสมบัติของดินดังกล่าวก็สามารถหาค่าความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดินได้จากแผนภาพ และสามารถแบ่งระดับชั้นค่าดัชนีความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (ตารางภาคผนวก 3)



ภาพ 5 แผนภาพโนโมกราฟ (nomograph) (Wischmeier et al., 1971)

วิธีการศึกษาปัจจัยความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (K-factor) โดยประมาณสามารถพิจารณาจากเนื้อดินและปริมาณอินทรียวัตถุในดินได้ เนื่องจากอินทรียวัตถุเป็นตัวบอกว่าดินมีการเกาะตัวกันอย่างไร จะเห็นว่าดินทุกประเภทมีค่า K-factor ลดลงเมื่อดินมีอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้นหมายความว่า ดินมีความคงทนต่อการชะล้างพังทลายมากขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะอินทรียวัตถุทำให้ดินมีความร่วนซุย มีการซึมน้ำได้มากขึ้น (ตารางภาคผนวก 4)

ปัจจัยเกี่ยวกับภูมิประเทศ (topographic factor, LS)

จากแผนที่แสดงการจัดชั้นความลาดชันของพื้นที่ ทำการวัดความยาวของความลาดเท (L) และใช้ค่าความลาดชัน (S) เฉลี่ยของแต่ละชั้นความลาดชันที่กำหนดเป็นขอบเขตแต่ละหน่วยของแผนที่ และคำนวณโดยใช้สูตร (Wischmeier และ Smith, 1965) ดังนี้

คำนวณค่า LS โดยใช้สูตร

LS = LE (0.43 + 0.03s + 0.043s^2)/6.613

เมื่อ LE = (ความยาวของความลาดเท/22.1)^0.5

S = ความชันของความลาดเท (เปอร์เซ็นต์)

- ความลาดชันน้อยกว่า 8% LS = (L/ 22.13)^0.5(0.065+0.045 s + 0.0065 s^2)

- ความลาดชันมากกว่า 8% LS = (L/22.13)^0.5(0.17s) - 0.55

เมื่อ L = ความยาวของความลาดชัน

S = ความชันของความลาดเท (เปอร์เซ็นต์)

ที่มา: Liengskul et al. (1993)

ปัจจัยการจัดการพืช (cropping management factor, c)

การกำหนดค่าเกี่ยวกับการจัดการพืช (C) เนื่องจากการศึกษาทางด้านนี้ในประเทศไทยยังไม่มีมากนัก กรมพัฒนาที่ดิน กำหนดค่าปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C)ของประเทศไทยขึ้นจากค่าเฉลี่ยทั่วประเทศ จึงใช้ค่า C ที่รวบรวมจากเอกสารอ้างอิงมาพิจารณาร่วมกับการใช้แผนที่แสดงสภาพการใช้ที่ดิน ของการวางแผนการใช้ที่ดิน ในการกำหนดขอบเขตค่า C ของพืชชนิดต่าง ๆ พบว่าค่า C ของพืช ในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00066 – 0.502 พืชที่มีค่า C ต่ำสุดคือ ป่าสมบูรณ์ (ป่าดิบเขา) และพืชที่มีค่า C สูงสุดคือ ข้าวโพด ผลการศึกษาของ กรมพัฒนาที่ดิน (2543) ตามตาราง 6 และ 7

ปัจจัยการปฏิบัติการควบคุมการพังทลายของดิน (conservation practice factor, P)

การชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นในพื้นที่เกษตรนั้น วิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ที่ดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนจำกัดขอบเขตการสูญเสียดินที่สำคัญ พื้นที่ป่าต้นน้ำ ป่าอนุรักษ์ ถือว่ามีการอนุรักษ์ตามธรรมชาติโดยพืชพรรณ (Vegetable control) ซึ่งเป็นการอนุรักษ์ที่ดีที่สุดจึงเลือกใช้ค่า P-factor ของทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำตามสภาพความเป็นจริงมากกว่าที่จะใช้ค่า 1 เพราะค่า 1 คือไม่มีการอนุรักษ์ใด ๆ เลย (อรทัย, 2545)

กรมพัฒนาที่ดินได้ทำการรวบรวมผลการศึกษาวิจัย ด้านการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย ที่มีหน่วยงานราชการสังกัดกรมพัฒนาที่ดินทำการศึกษากระจายอยู่ทุกภูมิภาคของประเทศ และได้กำหนดค่ามาตรฐานของ ค่า C-factor และ ค่า P-factor ของประเทศไทยขึ้นเมื่อปี 2543 (ตารางภาคผนวก 5)

อัตราการชะล้างพังทลายของดินสามารถแบ่งได้ 5 ระดับด้วยกัน ตั้งแต่น้อยมากจนถึงรุนแรงมาก ตามตาราง 1 ตารางการจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในประเทศไทย

ตาราง 1 การจัดชั้นความรุนแรงของการสูญเสียดินในประเทศไทย

กลุ่ม	ดินที่สูญเสีย (ตัน/ไร่/ปี)	ประเภทการใช้ที่ดิน
น้อยมาก (Very Slight)	0.01 – 1	ป่าไม้, นาข้าว
น้อย (Slight)	1.01 - 5.00	ป่าไม้, สวนยาง, สวนผลไม้, นาข้าว
ปานกลาง (Moderate)	5.01 - 20.00	สวนยาง, สวนไม้ผล, พืชไร่, วนเกษตร
รุนแรง (Severe)	20.01 - 100.00	สวนยาง, สวนไม้ผล, พืชไร่, วนเกษตร, ไร่เลื่อนลอย
รุนแรง มาก (Very Severe)	100.01 - 966.65	พืชไร่, วนเกษตร, ไร่เลื่อนลอย

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2524)

จากการคำนวณและแสดงค่าการสูญเสียดินที่ยอมรับได้ในประเทศไทย สามารถนำข้อมูลที่ได้นี้ไปเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่มีอยู่ จะทราบถึงอัตราการสูญเสียดินว่ามีระดับความรุนแรงมากน้อยเพียงใด เพื่อพิจารณาและดำเนินการแก้ไขได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ระดับการสูญเสียดินที่ยอมรับได้

การนำ USLE ไปใช้ในการประเมินค่าการสูญเสียดินในพื้นที่เกษตรกรรมและอนุโลมใช้กับพื้นที่ทั่ว ๆ ไปนั้น เมื่อพิจารณาถึงมาตรการที่นำมาใช้ต้องกำหนดค่าการสูญเสียดินที่ยอมรับได้ว่า ควรอยู่ระดับความรุนแรงมากน้อยเพียงใด กรมพัฒนาที่ดิน (2526) ได้กำหนดค่าการสูญเสียดินที่ยอมรับได้มีค่าอยู่ระหว่าง 2.2 ถึง 11.2 ตัน/เฮคแตร์/ปี หรือ 0.352 ถึง 1.702 ตัน/ไร่/ปี ซึ่ง กรมพัฒนาที่ดินได้ให้เหตุผลไว้ 4 ประการดังนี้

1. การสูญเสียดินเกิน 11.2 ตัน/เฮคแตร์/ปี มีผลต่อค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและควบคุมโดยวิธีกล ในการควบคุมปริมาณตะกอน

2. การชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นสูงเกินกว่าค่ากำหนดนี้ จะก่อให้เกิดการกัดชะเป็นร่องลึก และมีปัญหาในการไถพรวน ตลอดจนปริมาณการตกตะกอนในทางน้ำ คูน้ำ และลำธารต่าง ๆ

3. การสูญเสียธาตุอาหารในดิน จะสูงเกินกว่าระดับที่ยอมรับได้ เมื่อตีค่าเป็นตัวเงินในรูปของปุ๋ย

4. วิธีการจัดการดินและพืชในปัจจุบัน มีมากมายที่สามารถจะนำมาใช้ในการจัดการให้การสูญเสียดินลดลงได้

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของข้อมูลให้มีความสัมพันธ์กับหลักการพื้นฐานง่าย ๆ เช่น วิธีการซ้อนทับมูลหรือแผนที่ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์เป็นแผนที่ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ พัฒนาการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น สืบเนื่องมาจากความต้องการในการใช้แผนที่ไม่ว่าจะเป็นแผนที่ภูมิประเทศ หรือแผนที่เฉพาะด้านสูงขึ้น จึงก่อให้เกิดปัญหาด้านการพิมพ์ การเก็บรักษา การปรับปรุงให้ทันสมัย ซึ่งต้องใช้เวลาและงบประมาณมาก ดังนั้น ในยุโรปและอเมริกาจึงได้มีการพัฒนาคอมพิวเตอร์ทั้งทางด้าน software และ hardware เพื่อใช้ในการสร้างและวิเคราะห์แผนที่ จนเมื่อการใช้คอมพิวเตอร์กับงานแผนที่ ได้พัฒนามาจนถึงจุดที่เห็นถึงความจำเป็นที่จะต้องผสมผสานวิชาความรู้ในสาขาต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จึงได้เข้ามาตอบสนองในด้านนี้อย่างเต็มที่ (Burrough, 1987) และจากการที่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เก็บบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลในรูปของแผนที่ ดังนั้นจึงนำมาใช้ได้ดีกับการจัดการข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่สามารถระบุตำแหน่งที่ตั้งของแผนที่ได้ (ธีระ และคณะ, 2532)

ปัจจุบันได้มีการนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์กับงานด้านวางแผนและจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ มาก เช่น ใช้ในการหาความเหมาะสมของพื้นที่ในการปลูกพืชเกษตรแต่ละชนิด การวางแผนและจัดการอุทยานแห่งชาติ การวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ การวางผังเมือง เป็นต้น (สุระ, 2534) ซึ่งประโยชน์ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น นอกจากประสิทธิภาพในการเก็บบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลด้วย

คอมพิวเตอร์ที่สะดวก รวดเร็วและสามารถอ้างอิงกับแผนที่อื่นได้ดีแล้ว ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังสามารถผสมผสานเข้ากับข้อมูลจากระยะไกล ซึ่งมีความทันสมัยของข้อมูลมาก ดังนั้นจึงทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผน และจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (สง่า, 2533)

ขั้นตอนการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

การรวบรวมข้อมูล (collection input data)

การรวบรวมข้อมูลจะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของโครงการที่จะดำเนินการ ถ้าข้อมูลเพียงพอและถูกต้อง การวิเคราะห์และประเมินผลก็จะมีมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบที่ออกแบบ เพื่อแสดงข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งพอสรุปได้คือ (สุระ, 2534)

Environmental Information ได้แก่ ข้อมูลดิน ธรณีวิทยา แหล่งน้ำ พืชพรรณ เป็นต้น

Infrastructure Information ได้แก่ อาคารสิ่งปลูกสร้าง สิ่งอำนวยความสะดวก ระบบสื่อสารและขนส่ง เป็นต้น

Cadastral Information ได้แก่ การประเมินสิทธิถือครอง กรรมสิทธิ์ และการควบคุมการใช้ที่ดิน เป็นต้น

Socio-Economic Information ได้แก่ การกระจายตัวของประชากร เป็นต้น

McRae and Burnham (1981) ได้รายงานถึงแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่จะสามารถรวบรวมได้ดังนี้

1. ข้อมูลจากระยะไกล เช่น ภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ เป็นต้น
2. ข้อมูลจากแผนที่ต่าง ๆ เช่น แผนที่ดิน แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่แสดงสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น
3. ข้อมูลจากเอกสารหรือรายงานต่าง ๆ
4. ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ การสังเกต หรือการวัดโดยตรงจากพื้นที่

เมื่อรวบรวมข้อมูลเสร็จแล้วจะต้องนำข้อมูลเหล่านี้ มาปรับให้อยู่ในรูปแผนที่ ที่มีมาตราส่วนเดียวกัน

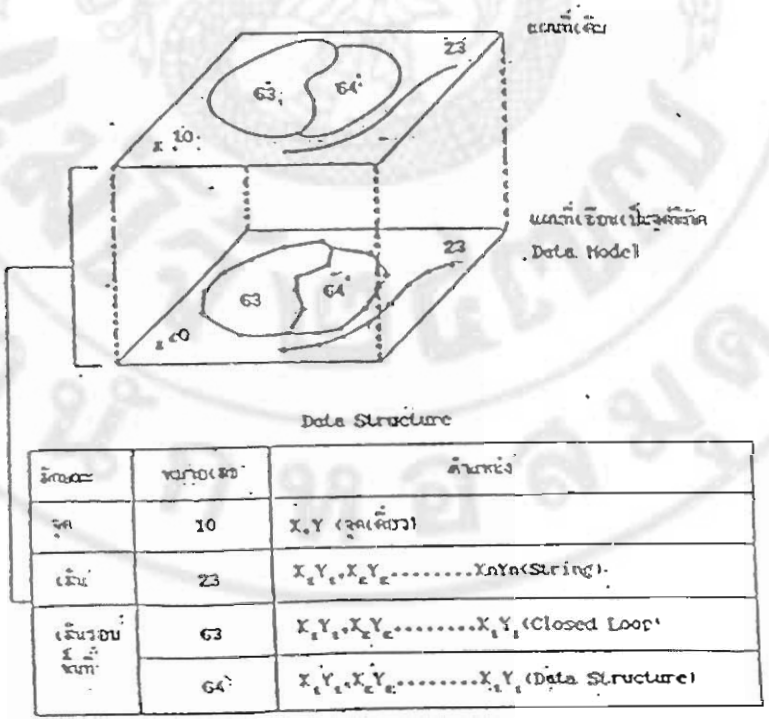
การเก็บบันทึกและการเรียกค้นข้อมูล (storage and retrieval)

เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ ในขณะเดียวกัน ก็สามารถเรียกค้นเพื่อใช้ประโยชน์ หรือทำการแก้ไขไปพร้อมกันได้ การเก็บบันทึกข้อมูลโดยทั่วไปเก็บได้ 2 ลักษณะ (Marble et al., 1984) คือ

วิธีเวคเตอร์ (vector format)

วิธีนี้จะแสดงตำแหน่งของข้อมูลใน 3 ลักษณะคือ จุด (points) เส้น (line) และเส้นรอบพื้นที่ (polygon) ที่มีจุดพิกัดอ้างอิงได้ตามระบบภูมิศาสตร์ เช่น ระบบเส้นรุ้ง เส้นแวง หรือระบบ UTM (universal transverse mercator) ที่มีความถูกต้องในระดับสูง ข้อมูลในลักษณะจุดจะแสดงตำแหน่งพิกัดหนึ่งคู่ (x, y coordinate) ข้อมูลลักษณะเส้นจะแสดงตำแหน่งของจุดพิกัดหลาย ๆ คู่ต่อเนื่องกันเป็นเส้น (string) มีจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้ายเป็นคนละจุด (x_1y_1, x_2y_2, ..., x_ny_n) ดังแสดงในภาพ 6

ตัวอย่างของซอฟท์แวร์ในระบบเวคเตอร์ ได้แก่ DIME (Dual Independent Map Encoding, CLDS (Canada Land Data Systmes), POLYVRT (Harvard University), Arc/Info (ESRI) เป็นต้น



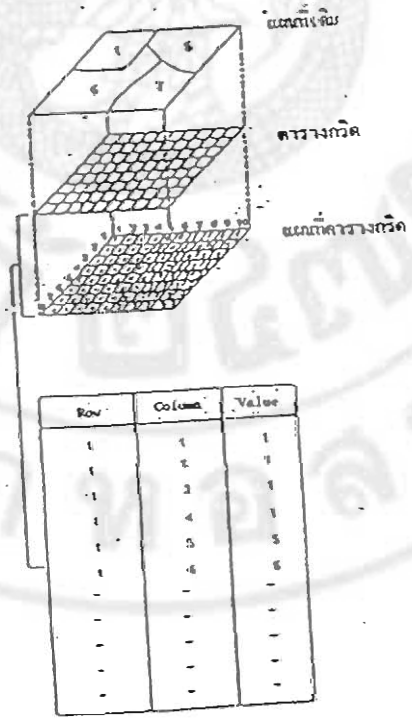
ภาพ 6 ความสัมพันธ์ของแผนที่ตามวิธีเวคเตอร์

ที่มา: Marble et al. (1984)

วิธีตารางกริด (raster format)

วิธีตารางกริดกระทำโดยการแบ่งพื้นที่ที่ทำการศึกษาออกเป็นรูปแบบอย่างมีระเบียบที่เรียกว่า grid raster ซึ่งจะแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยเรียกว่า spatial cell หรือ cells ที่มีขนาดเดียวกัน ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดของกริดขึ้นอยู่กับ ความต้องการของผู้ใช้หรือรายละเอียด (resolution) ของข้อมูลเหล่านั้น เช่น ข้อมูลดาวเทียม Landsat MSS จะเก็บข้อมูลในลักษณะของตารางกริดที่มีรายละเอียดของภาพ (resolution) 80 x 80 เมตร MOS-I 50 x 50 เมตร Landsat TM 30 x 30 เมตร SPOT XS 20 x 20 เมตร และ SPOT Panchromatic 10 x 10 เมตร เป็นต้น นอกจากนี้ขนาดของกริดยังขึ้นอยู่กับขนาดที่เหมาะสมของพื้นที่ที่ศึกษาและระบบที่ใช้ประมวลผลอีกด้วย ในแต่ละกริดจะบรรจุข้อมูลที่เป็นค่าคุณสมบัติ (attribute value) ไว้ในรูปของตัวเลข ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันออกไปตามชนิดและลักษณะของข้อมูล ดังแสดงในภาพ 7

ตัวอย่างของซอฟแวร์ในระบบตารางกริด ได้แก่ IBIS (Image Bases Information Systme), ERDAS – GIS (Earth Resources Data Analysis System), IMGRID (Grid Based Information Manipulation System), IDRIST-GIS (Clark University), ILWIS (Integrated Land and Watershed Management Information System) เป็นต้น



ภาพ 7 ขั้นตอนการแปลงข้อมูลเชิงเส้นให้อยู่ในรูป Grid cell ที่กำหนดรหัสตัวแทน

ที่มา: Marble et al. (1984)

การจัดการและการวิเคราะห์ข้อมูล (manipulation and analysis)

การจัดการข้อมูล เป็นขั้นตอนการทำข้อมูลให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสมสำหรับขั้นต่อไปทำให้สะดวกต่อการเรียกค้นข้อมูลและอื่น ๆ สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการนำเอาข้อมูลมาประมวลผลทำให้เกิดเป็นผลลัพธ์ต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งข้อมูลภูมิศาสตร์หรือแผนที่นั้นมีกรรมวิธีข้อมูลหลายอย่างเช่น นำข้อมูลมาสร้างเป็นภาพแผนที่ ตัดต่อภาพแผนที่หลาย ๆ ภาพ ย่อหรือขยายแผนที่ การทำภาพซ้อน เป็นต้น

การรายงานผล (output and reporting)

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล จะออกมาในรูปของรายงาน แผนที่ ข้อมูลสถิติและอื่น ๆ

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการประเมินปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล

วิธีการใช้สมการสูญเสียดินสากล เพื่อประเมินปริมาณการชะล้างพังทลายของดินนั้น เนื่องจากพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในสมการสูญเสียดินสากลคือ ปัจจัยเกี่ยวกับฝน และน้ำที่ไหลบ่าตามผิวดิน (R) ปัจจัยเกี่ยวกับความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (K) ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ (LS) ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C) และปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน (P) จะต้องสร้างเป็นแผนที่ในแต่ละปัจจัย ดังนั้นจึงทำให้มีปริมาณของข้อมูลจำนวนมากตลอดจนแผนที่ที่ใช้จะต้องอ้างอิงจุดพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ถูกต้อง ดังนั้นการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยมือจึงทำได้ลำบากและความผิดพลาดก็มีมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนของการซ้อนทับแผนที่ปัจจัยต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อวิเคราะห์และคำนวณปริมาณดินที่สูญเสีย เนื่องจากความสามารถในการวิเคราะห์ด้วยสายตา (visual interpretation) จะกระทำได้ในจำนวนแผนที่ที่ค่อนข้างจำกัด และจำเป็นต้องใช้เนื้อที่และวัสดุในการเก็บข้อมูลค่อนข้างมาก ดังนั้นการนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ในการคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล จึงเป็นสิ่งที่เหมาะสมเพราะจะทำให้การจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เป็นไปอย่างรวดเร็ว ถูกต้อง ตรงตำแหน่ง และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน สามารถทำได้โดยการจัดทำแผนที่ปัจจัยต่าง ๆ ของสมการ คือ R K L S C และ P ในพื้นที่ที่ต้องการการศึกษาแล้วนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาทำการเก็บบันทึก จัดการและวิเคราะห์

ข้อมูลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีคอมพิวเตอร์เข้าช่วยตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้ว ผลที่ได้จะแผนที่แสดงค่าปริมาณดินที่สูญเสีย (A) ที่คำนวณได้ระดับต่าง ๆ ตามที่กำหนด ซึ่งมีผู้ที่ทำการศึกษาถึง การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล โดยการจัดทำแผนที่แสดงศักยภาพการชะล้างพังทลายของดิน ในภูมิภาคต่าง ๆ ของโลกหลายแห่ง เช่น Sayago (1986) ใช้คาดคะเนปริมาณการสูญเสียดินในประเทศอาร์เจนตินา Spanner et al. (1982) ใช้คาดคะเนปริมาณการสูญเสียดินใน Ventura County รัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา Jones et al. (1976) ใช้คาดคะเนปริมาณการสูญเสียดินใน Dane County รัฐวิสคอนซิน สหรัฐอเมริกา Hession and Shanboltz (1988) ใช้คาดคะเนปริมาณดินที่ถูกชะล้างลงสู่แม่น้ำลำคลอง ในรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา และ Omakupt et al., (1988) ใช้คาดคะเนปริมาณการสูญเสียดินในบริเวณแอ่งเชียงใหม่ เป็นต้น ซึ่งผลของการคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายของดินจะใช้ประโยชน์ในการวางแผนการใช้ที่ดินให้ถูกต้องตามสมรรถนะของดิน ตลอดจนใช้เป็นแนวทางในการหามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในแต่ละสภาพพื้นที่ต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สรัน (2539) ได้ประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อคาดคะเนระดับการพังทลายของดินในลุ่มน้ำห้วยมะเร็ว อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน โดยใช้สมการสูญเสียดิน (USLE) ของ Wischmeier and Smith (1965)ได้ทำการเก็บตัวอย่างดินในภาคสนามกระจายตามชุดดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และความสูงของภูมิประเทศ ทำการวิเคราะห์ผลโดยประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โปรแกรม IDRISI version 4.0 ในระบบการนำข้อมูลแบบราสเตอร์ โดยมีขนาดช่องกริดเท่ากับ 0.5x0.5 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดของพื้นที่จริงเท่ากับ 250x250 เมตร หรือ 0.0625 ตารางกิโลเมตร

จากการประยุกต์ใช้โปรแกรม IDRISI version 4.0 เพื่อคาดคะเนการชะล้างพังทลายของดิน พบว่ามีข้อดีคือ สามารถทำฐานข้อมูลของพื้นที่ วิเคราะห์และแสดงผลออกมาในรูปของแผนที่ ส่วนข้อเสียคือ ไม่เหมาะสำหรับใช้ศึกษาพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากทำให้เกิดความล่าช้าในการนำเข้าข้อมูลและการคำนวณผล ซึ่งอาจทำให้ผลการศึกษาเกิดความผิดพลาดได้

ปราโมทย์ (2536) ได้ประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อคาดคะเนประมาณการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุงโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล

(A = RKLSCP) และนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการคำนวณประมาณดินที่สูญเสีย วิธีการวิเคราะห์ค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามสมการ และนำผลของการวิเคราะห์มาสร้างเป็นแผนที่แสดงค่าปัจจัยต่าง ๆ คือ ปัจจัยของน้ำฝนและน้ำไหลบ่าตามผิวดิน (R) ปัจจัยความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (K) ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ (LS) ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C) และปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน (P) ปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปี (A) หาได้จากผลคูณของค่าปัจจัยต่าง ๆ ของสมการคือ RxKxLSxCxP ซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูลแผนที่แสดงค่าปัจจัยต่าง ๆ โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

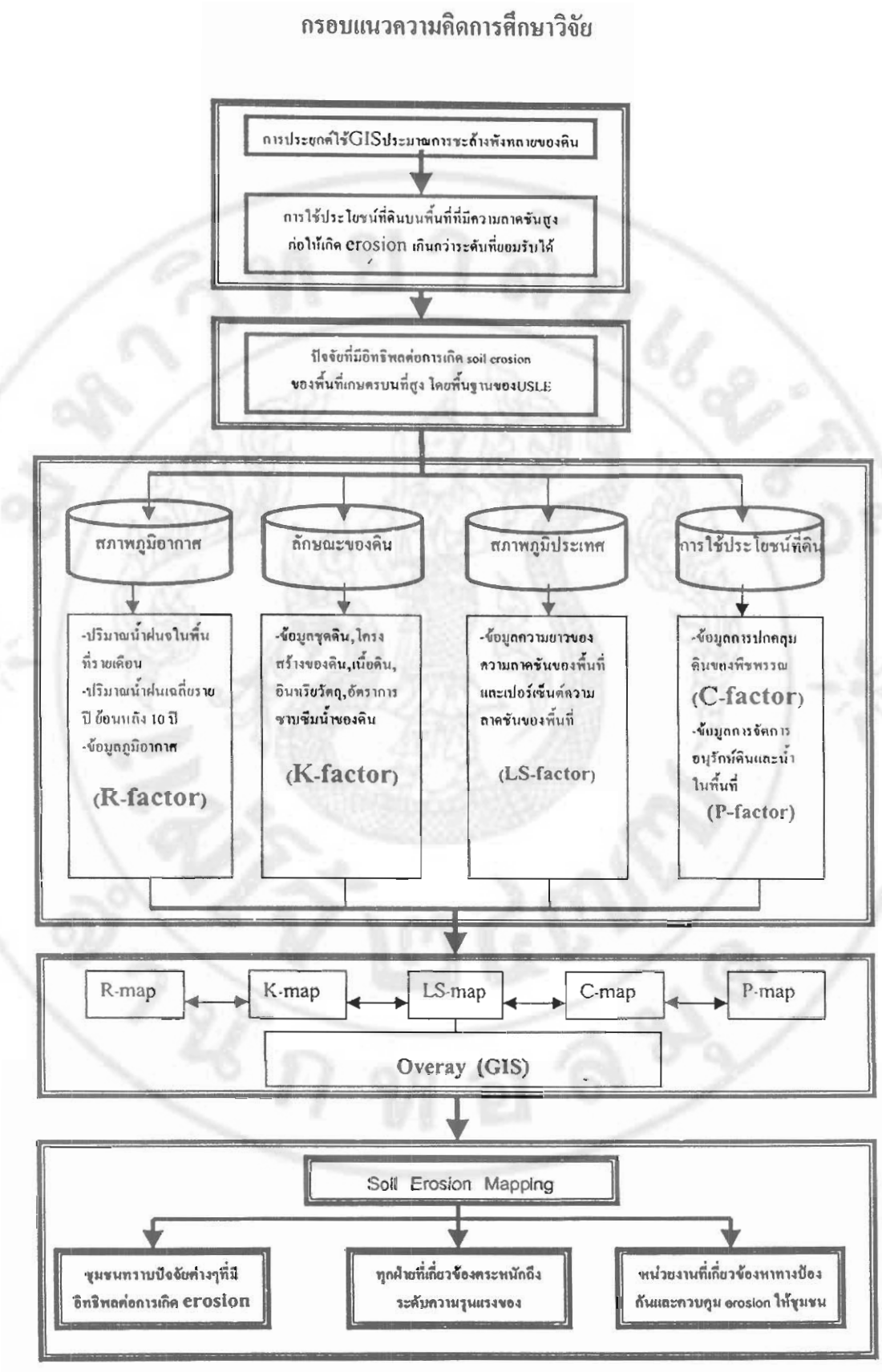
ประพฤติ (2538) การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ที่จะประเมินสภาพ การชะล้างพังทลายของดินบริเวณอำเภอเมืองน่านและอำเภอ เวียงสา จังหวัดน่าน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากลและระบบ สารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ค่าปัจจัยต่าง ๆ ของสมการคือ ค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (R) ค่าปัจจัยความคงทน ต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K) ค่าปัจจัยเกี่ยวกับ ภูมิประเทศ (LS) ค่าปัจจัยการจัดการพืช (C) และค่าปัจจัย การปฏิบัติการควบคุมการพังทลายของดิน (P) โดยอาศัยผล การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติน้ำฝนจากกรมชลประทาน แผนที่ภูมิประเทศ จากกรมแผนที่ทหาร แผนที่ดิน แผนที่ธรณีวิทยา และแผนที่การใช้ ที่ดินจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม รวมทั้งการสำรวจข้อมูลใน ภาคสนาม และการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและช่วยในการ ทำนาย นำผลการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาแสดง ในรูปแผนที่ แล้วนำข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้ซอร์ฟแวร์ ARC/INFO ทำการซ้อนทับข้อมูลภายใต้สมการ A = RKLSCP เพื่อการประเมินค่าอัตราการชะล้างพังทลายของดิน นำผลการ ประเมินที่ได้ไปจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน แสดงผลที่ได้ในรูปแผนที่

ศิริชาติ (2538) วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อจัดสร้างโมเดลเชิงพื้นที่แสดงกษัยการของดิน โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation, USLE) และสมรรถนะของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วม กับข้อมูลจากระยะไกล ในการผสมผสานข้อมูลเพื่อการอนุรักษ์และจัดการ ทรัพยากรที่ดิน พื้นที่ศึกษาอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำห้วยเสือเต้น อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 41,000 เฮคแตร์ สภาพพื้นที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาด และมีที่ราบลุ่มปะปนในบริเวณห้วยเสือเต้น ซึ่งไหลลงสู่แม่น้ำพอง ปัจจัยต่างๆ ที่กำหนดในสมการ USLE ใช้ทั้งวิธีการศึกษาและตรวจสอบ จากข้อมูลที่มีอยู่แล้ว ปัจจัยเหล่านั้นประกอบด้วย ปัจจัยการกัดกร่อนของฝน (R-factor) ปัจจัยความคงทนต่อการดัดกร่อนของดิน (K-factor) ปัจจัย

ความลาดชันและความยาวตามลาด (LS-factor) ปัจจัยพืชคลุมดิน (C-factor) และปัจจัยการปฏิบัติเพื่อการอนุรักษ์ดิน (P-factor) แต่ละ ปัจจัยประกอบด้วยตำแหน่งอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ และข้อมูลคุณลักษณะที่จะนำไป ใช้ในการวิเคราะห์ ชั้นข้อมูลของปัจจัยต่างๆ ได้มาทั้งโดยวิธีการรวบรวมจาก สารสนเทศที่มีผู้ศึกษาไว้ และได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ระบบ TM ชั้นข้อมูล (R-factor) ได้จากข้อมูลน้ำฝนรายวันในช่วงเวลา 11 ปี ซึ่งรวบรวมโดยกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลเชิงพื้นที่ (K-factor) จัดทำโดยใช้แผนที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ชั้นข้อมูล LS-factor ได้จากการทำโมเดลความสูงเชิงตัวเลข (DEM) ได้ ซึ่งสร้างจากเส้นชั้นความสูง ข้อมูลพื้นที่พืชคลุมดิน ได้จากการแผลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยสายตาของ ดาวเทียม Lamdsat ระบบ TM ค่า C-factor กำหนดตามที่กรมพัฒนาที่ดิน ได้ทำการศึกษาไว้ ชั้นข้อมูล P-factor กำหนดตามชนิดของพืชคลุมดิน โดยกำหนดค่าตาม ที่กรมพัฒนาที่ดินใช้อยู่ ชั้นข้อมูลพื้นที่ของแต่ละปัจจัยถูกป้อนเข้าในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สมการ USLE นี้ จะถูกใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลที่จัดสร้างไว้ในชั้นข้อมูลแผนที่ กษัยการของดินที่ได้เป็นชั้นข้อมูลใหม่ที่เกิดจากการนำชั้นข้อมูลหลายชั้น มาซ้อนทับกัน ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล สามารถกำหนดอัตราการสูญเสียดินออกเป็น 8 ชั้น คือ 0-10 10-20 20-30 30-40 40-50 50-100 100-150 และ >150 ตัน/เฮคแตร์/ปี

จำรูญ (2544) การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินการกร่อนดินด้วยสมการ USLE การประเมินการกร่อนดินในลุ่มน้ำแม่แจ่มรอบ 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 - พ.ศ.2540 เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มเป็นพื้นที่ต้นน้ำของลุ่มน้ำปิง เป็นลุ่มน้ำที่สำคัญ ทางตอนเหนือของประเทศไทย พบว่าในปี พ.ศ. 2531 มีปริมาณตะกอนมากที่สุด คือ 1,850,623.12 ตัน คิดเป็น 482.646 ตันต่อตร.กม. และปี พ.ศ. 2533 มีปริมาณตะกอนน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 816,383.62 ตัน คิดเป็น 212.914 ตันต่อ ตร.กม. ในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณ ลุ่มน้ำแม่แจ่ม คือพื้นที่ป่าที่ลดลงจากร้อยละ 86.86 ในปี พ.ศ. 2532 เป็นร้อยละ 74.29 และในปี พ.ศ. 2537 มีการลดลงมากที่สุดคือร้อยละ 12.57 มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย จาก 10 สถานีมีค่าเท่ากับ 1,084 มิลลิเมตร

การศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมินการชะล้างพังทลายของดินข้างต้น ตามบทสรุปดังกล่าว ทำให้การศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน กรณีศึกษา ลุ่มน้ำขุนสมุน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน สามารถสร้างกรอบแนวความคิดในการวิจัยและกระบวนการศึกษาวิจัยดังภาพ 8



ภาพ 8 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยและกระบวนการวิจัย

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน กรณีศึกษา: ลุ่มน้ำขุนสมุน อำเภอเมือง จังหวัดน่านมีวิธีการศึกษาและอาศัยอุปกรณ์สำหรับการดำเนินการดังนี้

อุปกรณ์

อุปกรณ์สำหรับการสำรวจพื้นที่

1. อุปกรณ์สำหรับตรวจพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Global positioning system: GPS)
2. เข็มทิศ

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน

1. อุปกรณ์ขุดดิน เช่น จอบ เสียม Soil auger
2. ถุงพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างดิน
3. เทปวัดระยะ
4. Soil Core ขนาด 10x10 เซนติเมตร และ 5x5 เซนติเมตร
5. ตะแกรงร่อนดินผลิตโดยกรมมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา (U.S. Bureau of Standards) ขนาด 20 40 60 80 100 140 และ 200 เม็ช (mesh)

อุปกรณ์การวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ และโปรแกรม ArcVivew 3.3 ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางด้าน GIS
2. แผ่นกระดานแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อนำข้อมูลเชิงพื้นที่เข้าไว้ในคอมพิวเตอร์
3. แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 – 1:250,000 ระวาง 5146 iv บ้านเชื่อนแก้วและระวาง 5147 iii บ้านสบขุ่น
4. แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน
5. แผนที่ชุดดิน มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน

วิธีการศึกษา

การเลือกพื้นที่วิจัย

พื้นที่สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ พื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน ตั้งอยู่ใน ตำบลสะเนียน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน มีขนาดพื้นที่ครอบคลุมทั้งลุ่มน้ำประมาณ 229.18 ตารางกิโลเมตร ระยะห่างจากตัวเมืองไปทางทิศตะวันตกประมาณ 6 กิโลเมตร ตามเส้นทางหลวงจังหวัดน่าน – พะเยา โดยเลือกพื้นที่ศึกษา 2 หมู่บ้าน ที่ประกอบไปด้วยชุมชน ชาวไทยพื้นราบหมู่บ้านกาใส และชุมชนชาวไทยภูเขาหมู่บ้านละเบ้ายา โดยพิจารณาตามเหตุผลดังนี้

1. มีความหลากหลายทางด้านชีวภาพและชาติพันธุ์ ซึ่งมีผลทำให้เกิดความหลากหลายของวิถีชีวิตและวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติของแต่ละชุมชน
2. เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำที่อยู่ใกล้ตัวเมืองมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรอย่างเข้มข้น
3. หมู่บ้านส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ป่าสงวนแห่งชาติ ซึ่งเป็นต้นน้ำที่สำคัญของลำน้ำน่าน
4. เป็นหมู่บ้านที่มีทรัพยากรลุ่มน้ำที่คล้ายคลึงกันแต่มีวิถีชีวิตและสภาพความเป็นอยู่ที่แตกต่างกัน ทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนการใช้ทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำ
5. เนื่องจากเป็นชุมชนที่ต่างเชื้อชาติกัน ระหว่างชุมชนชาวไทยพื้นราบกับชุมชนชาวไทยภูเขา ทำให้มีการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรที่แตกต่างกัน

ดังนั้นพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุนจึงมีความเหมาะสมที่จะเป็นตัวแทนของระบบนิเวศน์ลุ่มน้ำที่ชัดเจนเพื่อการศึกษา สภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรในรูปแบบต่าง ๆ และเศรษฐกิจ – สังคม จึงเลือกพื้นที่ดังกล่าวเพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ในเรื่องของการประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศเพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดิน

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษาโดยการค้นคว้าเอกสาร และรายงานการวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา รวมถึงแบบสอบถามจากผู้วิจัยอื่น ๆ ที่ทำการวิจัยในพื้นที่เดียวกัน อันจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการตัดสินใจในการเลือกพื้นที่ศึกษาที่เหมาะสมต่อไป

2. การศึกษาด้านภูมิกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นการศึกษาพื้นที่เบื้องต้นของลุ่มน้ำขุนสมุนโดยเริ่มจากข้อมูลทางด้านทุติยภูมิต่าง ๆ (secondary data) ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการสำรวจพื้นที่เบื้องต้น การสังเกต การสอบถาม ข้อมูลที่ได้ คือลักษณะภาพรวมทางด้านภูมิกายภาพของพื้นที่ ประกอบด้วยที่ตั้ง ความหนาแน่นของประชากร แหล่งน้ำ พื้นที่ทางการเกษตร ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนงานและการดำเนินการศึกษารายละเอียดในภาคสนามต่อไป

3. การศึกษาข้อมูลทางด้านแผนที่และภาพถ่าย ได้แก่ การศึกษาภาพถ่ายดาวเทียม Landsat – 5 และ 7 และภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่ภูมิประเทศชุด L 7017 มาตรส่วน 1 : 50,000 แผนที่ธรณีสัณฐาน แผนที่ธรณีวิทยาภาคเหนือปี พ.ศ. 2519 มาตราส่วน 1 : 25,000 ชนิดและการกระจายตัวของดินในระดับชุดดินในบริเวณพื้นที่ศึกษาโดยใช้แผนที่ดินมาตราส่วน 1: 10,000 แผนที่ชุดดิน แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ ปี พ.ศ. 2533 ของกองสำรวจและจำแนกดินของกรมพัฒนาที่ดินมาตราส่วน 1: 50,000

4. ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการผลิตทางการเกษตรของพื้นที่ศึกษา โดยกำหนดจุดศึกษาลงบนแผนที่ต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นดังกล่าว

การวางแผน

1. กำหนดการเข้าพื้นที่ภาคสนามครั้งที่ 1 โดยการประสานงานเพื่อเข้าสำรวจชุมชน ขออนุญาตการเข้าศึกษาพื้นที่ การเข้าพบปะผู้นำชุมชน เพื่อแนะนำตน และทำความรู้จักกับชาวบ้าน และเกษตรกรเจ้าของพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรโดยเฉพาะการปลูกพืชชนิดต่างๆ และสร้างความสัมพันธ์กับชุมชน รวมทั้งการสังเกตและสำรวจข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ทั้งทางด้านกายภาพและสังคมของชุมชน

2. กำหนดกลุ่มเป้าหมาย โดยการตรวจสอบจากแบบสอบถามของเกษตรกรภายในหมู่บ้านที่ทำการศึกษาวิจัย คัดเลือกเอาแบบสอบถามที่ได้จากการสัมภาษณ์และจดบันทึกของเกษตรกรที่มีความน่าสนใจและมีประวัติการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ที่เหมาะสม ซึ่งจะเป็นตัวแทนของพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกพืชในแต่ละชนิดไว้อย่างชัดเจน คัดเลือกพื้นที่ของเกษตรกรกลุ่มเป้าหมายโดยการคัดเลือกเอาพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรในแต่ละพื้นที่แตกต่างกันทั้งทางด้านความลาดชันของพื้นที่ ชนิดพืชที่ทำการเพาะปลูก รูปแบบและวิธีการเพาะปลูกพืช การเก็บเกี่ยวผลผลิตของเกษตรกรในแต่ละพื้นที่ รวมถึงการจัดการและการดูแลรักษาพื้นที่ ทั้งนี้การคัดเลือกเพื่อหาพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรที่หลากหลายนั้นจะเลือกโดยการคัดเลือกจากแบบสอบถามและการสังเกตลักษณะทางกายภาพพื้นที่จริงของเกษตรกรเจ้าของ

พื้นที่แปลงที่มีความชัดเจนทางด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่นการปลูกพืชไร่หรือไม้ผลชนิดเดียวกันเป็นเวลานานหลายปี หรือพื้นที่ทำการเกษตรกรรมแบบเข้มข้นเพื่อต้องการผลผลิตที่มาก หรือ พื้นที่ว่างปล่อยรกร้างจนเกิดเป็นไร่เหล่ารวมถึงพื้นที่อนุรักษ์ เช่น ป่าชุมชน เพื่อจะนำมาเปรียบเทียบหาความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่ที่ทำการเก็บตัวอย่าง ซึ่งจะเป็นตัวแทนในการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละชนิดของหมู่บ้านที่ทำการศึกษาวิจัยให้ชาวบ้านซึ่งเป็นเจ้าของพื้นที่ทำการชี้จุดและตำแหน่งพื้นที่เพาะปลูกทางการเกษตรของต้นในแต่ละพื้นที่ที่ครอบครองอยู่เพื่อหาตำแหน่ง และพื้นที่ที่แน่นอนลงบนแผนที่ และภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการเข้าสำรวจพื้นที่จริงได้อย่างแม่นยำและไม่ผิดพลาด

3. การเลือกหมู่บ้าน ทำการสำรวจข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำจากแผนที่ เพื่อหาหมู่บ้านที่อยู่ในลุ่มน้ำทั้งหมด แล้วหาหมู่บ้านที่เป็นตัวแทน โดยแยกตามชุมชนดังนี้ หมู่บ้านกาใสเป็นตัวแทนชุมชนพื้นเมือง และหมู่บ้านละเบ้ายาเป็นตัวแทน ชุมชนชาวเขา

4. กำหนดการเข้าพื้นที่ภาคสนามครั้งที่ 2 โดยการประสานงานกับชาวบ้านผู้ที่มีความรอบรู้และชำนาญการ ด้านเส้นทางและการเดินทาง โดยเลือกเอาชาวบ้านในพื้นที่หมู่บ้านที่ทำการศึกษาเป็นผู้นำทางเข้าไปยังพื้นที่เป้าหมายที่คัดเลือกเอาไว้ เพื่อใช้เป็นตัวแทนการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร และทำการเก็บตัวอย่างดิน และข้อมูลด้านต่าง ๆ ในพื้นที่ที่ทำการคัดเลือกไว้อย่างละเอียดถี่ถ้วน

5. นำข้อมูลจากแบบสอบถาม และการจดบันทึกจากการสังเกตของพื้นที่ที่ได้รับการคัดเลือกเป็นตัวแทนการใช้ประโยชน์ที่ดินของแต่ละหมู่บ้านมาเรียบเรียง และตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูล รวมถึงตัวอย่างดินที่ทำการสำรวจและเก็บจากพื้นที่แปลงที่ได้รับการคัดเลือกแล้วนั้น ว่าตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยและขาดตกบกพร่องในส่วนใดหรือไม่ ถ้ามีควรทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจนกว่าจะเห็นว่าข้อมูลครบถ้วนตามแผนงานที่วางเอาไว้

การเก็บตัวอย่างดิน

ทำการสำรวจการถือครองที่ดินของชาวบ้านในหมู่บ้านตัวอย่างทั้งสอง แล้วเลือกจากผู้ที่ถือครองที่ดินตั้งแต่ น้อย ปานกลาง และมาก ได้ตัวแทนเกษตรกรกระจายตามการถือครองที่ดินแล้วเลือกแปลงตัวอย่างจากการใช้ประโยชน์ที่ดินของเกษตรกรดังกล่าว

เมื่อเข้าถึงพื้นที่เข้าเก็บตัวอย่างดินของเกษตรกรที่ทำการคัดเลือกไว้แล้วกำหนดหาขอบเขตที่แน่นอน ในแต่ละแปลงตามจำนวนและขนาดของพื้นที่ตามแบบสอบถามโดยการประมาณและทำการเก็บตัวอย่างดินโดยมีขั้นตอนและวิธีการดังนี้

1. เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์หาเนื้อดิน (soil texture) ธาตุอาหารและคุณสมบัติทางเคมีของดิน (Chemical properties) โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างดินรอบพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยใช้ Post hole auger ขนาดยาว 16 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกและภายใน เท่ากับ 10.1 และ 9.4 เซนติเมตร ทำการเก็บดินในระดับความลึก 0 – 10 เซนติเมตร โดยสุ่มเก็บรอบพื้นที่จำนวน 10 จุด รวมทั้งหมด 1 กิโลกรัม

2. เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์หาความชื้นในดิน (Soil moisture content) และความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) โดยการใช้ Soil core ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 5 เซนติเมตร เก็บที่ระดับความลึก 0 –10 10 – 20 และ 20 – 30 เซนติเมตร โดยการตอก Soil core ลงไปในดิน 2 จุด รวมจำนวนตัวอย่างดินที่เก็บด้วย Soil core จำนวน 6 อัน

3. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์หาเนื้อดิน (Soil texture) และชุดดิน (Soil series) โดยการใช้ Soil auger ขนาดความยาว 1.20 เมตร โดยทำการเจาะเก็บตัวอย่างดินเรียงตามชั้นความลึกวางลงบนกระสอบขาว โดยมีเส้นบอกระยะความลึกเท่ากับ 1 เมตร แล้วทำการถ่ายภาพแล้วเก็บตัวอย่างดินแต่ละชั้นความลึก เรียงตามชั้นสีของดินที่แตกต่างกันตามความลึก ปริมาณ 0.2 กิโลกรัม จำนวน 3 ตัวอย่าง

4. การเก็บค่าอัตราการซึมน้ำของดิน โดยใช้ soil core ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร ปักลงในดินลึก 4 เซนติเมตร ใส่น้ำที่เหลือ 5 เซนติเมตร เหลือปากกระบอกไว้ 1 เซนติเมตร วัดการซึมของน้ำที่หายไปเป็นเซนติเมตร โดยเก็บ 3 ตัวอย่างต่อพื้นที่ (บน, กลาง, ล่าง) และเก็บจำนวน 3 ซ้ำ ต่อ 1 ตัวอย่าง บันทึกไว้ในตารางเพื่อใช้วิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ค่าปัจจัยการเกิดชะล้างพังทลายของดิน โดยสมการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation: USLE)

ปัจจัยของการเกิดการชะล้างพังทลายของดินดังกล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถนำมาใช้เป็นปัจจัยในการกำหนดเขตเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดินได้ แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของปัจจัยดังกล่าวด้วย การพัฒนาเทคนิคและวิธีการศึกษาการ ชะล้างพังทลายของดินได้ดำเนินการมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1940 และมีการปรับปรุงเรื่อยมาจนปี ค.ศ. 1965 Wischmeier and Smith ได้นำเสนอสมการการสูญเสียดินสากล (USLE) ในการคำนวณอัตราการสูญเสียดินจากอิทธิพลของน้ำฝน โดยใช้ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน ดังสมการ

$$A = RKLSCP$$

เมื่อ A คือ ค่าการสูญเสียดินจากการชะล้างต่อหน่วยพื้นที่

R เป็น ค่าปัจจัยของฝน (Rainfall erosivity) คือหน่วยของดัชนีการกัดชะของฝนในปีหนึ่ง ๆ โดยคำนวณแรงของฝนที่เกิดการกัดชะในรูปของพลังงานกับปริมาณฝน

K เป็น ปัจจัยสมรรถนะการชะล้างพังทลายของดิน (Soil erodibility)

L เป็น ค่าปัจจัยความยาวของความลาดชันของพื้นที่ (Slope length factor)

S เป็น ค่าปัจจัยของความลาดชัน (Slope factor)

C เป็น ค่าปัจจัยการจัดการพืช (Crop index)

P เป็น ค่าปัจจัยการควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน (Conservation practice factor)

1. คำนวณค่าดัชนีการพังทลายของดินที่เกิดจากฝน R -Factor (Rainfall Erosivity Index) ใช้สมการของ EI-Swaify et al. (1987)

$$R = 38.5 + 0.35p$$

เมื่อ p คือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี (มิลลิเมตร)

หมายเหตุ การใช้สมการนี้ในการคำนวณเพราะสมการนี้เป็นค่าดัชนีการพังทลายของดินที่ใช้อย่างแพร่หลายในภาคเหนือ เช่น พื้นที่ดอยตุง จังหวัดเชียงราย

2. ปัจจัยความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (soil erodibility factor, K) วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินในห้องปฏิบัติการของภาควิชาดินและปุ๋ย คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2.1 ปริมาณอนุภาคปฐมภูมิ (ทราย ร่วน เหนียว) วิเคราะห์โดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ตามวิธีคณาจารย์ภาคดินและปุ๋ย และการกระจายขนาดของอนุภาคทรายโดยการร่อนผ่านตะแกรงขนาดต่าง ๆ

2.2 ปริมาณอินทรียวัตถุ วิเคราะห์ตามวิธีคณาจารย์ภาคดินและปุ๋ย

2.3 โครงสร้างดิน วิเคราะห์โดยพิจารณารูปร่างของโครงสร้างเม็ดดิน

2.4 การซาบซึมน้ำของดินตามวิธีคณาจารย์ภาคดินและปุ๋ย

ใช้คุณสมบัติของดินที่สำคัญ 5 ชนิด ตามวิธี Wischmeier et al. (1971) คือ เปอร์เซ็นต์อนุภาคปฐมภูมิ เปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดิน โครงสร้างของดิน และความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านของดิน วิเคราะห์โครงสร้างเป็นแผนภาพที่เรียกว่า โนโมกราฟ (Nomograph) (ภาพ 5) เมื่อทราบสมบัติของดินดังกล่าวก็สามารถหาค่าความยากง่าย ในการเกิดการพังทลายของดินได้จากแผนภาพ และสามารถแบ่งระดับชั้นค่าดัชนีความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน ได้เป็นปัจจัยความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (Soil Erodibility Factor, K)

หมายเหตุ การเลือกใช้วิธีนี้ในการคำนวณเพราะเป็นวิธีที่ยอมรับและนิยมนำไปใช้อย่างกว้างขวางทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยด้วย

3. ปัจจัยเกี่ยวกับภูมิประเทศ (topographic factor, LS-factor) จากแผนที่แสดงการจัดชั้นความลาดชันของพื้นที่ ทำการวัดความยาวของความลาดเท (L) และใช้ค่าความลาดชัน (S) เฉลี่ยของแต่ละชั้นความลาดชันที่กำหนดเป็นขอบเขตแต่ละหน่วยของแผนที่ และคำนวณโดยใช้สูตร Wischmeier et al. (1965) ปรับปรุงโดย Liengskul et al. (1993) คำนวณค่า LS โดยใช้สูตรดังนี้

- กรณีความลาดชันน้อยกว่า 8%

$$LS = (L/22.13)^{0.5}(0.065+0.045\,s+0.0065\,s^2)$$

- กรณีความลาดชันมากกว่า 8%

$$LS = \{(L/22.13)^{0.5}\}\{(0.17s)-0.55\}$$

เมื่อ S = ความชันของความลาดเท (เปอร์เซ็นต์)

L = ความยาวของความลาดชัน

นำค่า LS ที่คำนวณได้ สร้างแผนที่แสดงค่าปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศของพื้นที่มาตราส่วน 1 : 50,000 จากแผนที่สภาพภูมิประเทศ จัดทำแผนที่ชั้นความสูงที่มีความแตกต่างระหว่างชั้น (contour interval) 20 เมตร ชั้นที่ต่ำที่สุดมีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 220 เมตร ชั้นสูงสุดมีความสูงประมาณ 1,320 เมตร

4. ปัจจัยการจัดการพืช (Cropping Management Factor, C-factor) จากสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน ค่าปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C) ได้มาจากผลการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน (2543) มาพิจารณาร่วมกับการศึกษาโดยการแปร ข้อมูลจากแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม แล้วกำหนดค่า C ตามตาราง 1

5. ปัจจัยการปฏิบัติการควบคุมการพังทลายของดิน (Conservation Practice Factor, P-factor) การชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นในพื้นที่เกษตรนั้น วิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ที่ดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนจำกัดขอบเขตการสูญเสียดินที่สำคัญ ปัจจัยเกี่ยวกับการอนุรักษ์ที่มีค่า

แตกต่างกันโดยธรรมชาติในตัวเอง เช่นพื้นที่ป่าถือเป็นการอนุรักษ์ที่ดีที่สุด ส่วนพื้นที่การเกษตรและพื้นที่อื่นๆ ที่มีพืชพรรณปกคลุมดินอยู่ถือว่ามีการอนุรักษ์ด้วย จึงไม่ควรใช้ค่า P ค่าเดียวกันตลอด จึงกำหนดค่า P ตามค่าที่ควรจะเป็นและดูจากค่าปัจจัยการจัดการพืช (C) เป็นหลักตาราง 2

ตาราง 2 ตารางแสดงค่า K C และ P ตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (land use)

ที่	รายการ	K	C	P
1	ไม้ผล	0.092	0.150	0.080
2	สวนสัก	0.012	0.088	0.080
3	พืชไร่	0.080	0.340	0.950
4	ไร่หมุนเวียน	0.073	0.020	0.002
5	ป่าละเมาะ	0.073	0.048	0.005
6	ป่าดิบแล้ง	0.077	0.001	0.001
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	0.060	0.001	0.001
8	หมู่บ้าน	0	0	-
9	ที่โล่งหรือพื้นที่ว่างเปล่า	0.180	0.800	0.950
10	แหล่งน้ำ	0	0	-

หมายเหตุ:
1. ไร่หมุนเวียน คือ พื้นที่ที่มีการโค่นถางป่า เผา แล้วใช้พื้นที่เพาะปลูกเป็นระยะเวลาสั้นๆ โดยทั่วไป 1-3 ปี แล้วย้ายไปใช้พื้นที่ใหม่ ปล่อยให้ป่าฟื้นตัว
2. ป่าละเมาะ คือ พื้นที่ที่เคยผ่านการทำการเกษตรมาก่อน แล้วได้เลิกใช้พื้นที่อย่างถาวร ปล่อยให้ป่าฟื้นตัวแต่ยังไม่เป็นป่าสมบูรณ์
3. ที่โล่งหรือที่ว่างเปล่า คือ พื้นที่ที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ ปล่อยทิ้งไม่ได้ทำการเกษตรและไม่มีพืชพรรณขึ้น หรือมีเพียงเล็กน้อย

การใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำขุนสมุนได้จากการนำภาพถ่ายดาวเทียมมาแปรค่าตามหลักการแล้วนำไปตรวจเช็คกับพื้นที่จริงเพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง และทำเป็นแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยแบ่งตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 10 ประเภทคือ พืชไร่ ไม้ผล สวนสัก ไร่

หมุนเวียน ป่าละเมาะ ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณแล้ง ที่โล่งหรือที่ว่างเปล่า หมู่บ้าน และแหล่งน้ำ โดยเลือกกรณีศึกษาหมู่บ้านตัวอย่าง 2 หมู่บ้าน คือ

การใช้ประโยชน์ที่ดินหมู่บ้านกาใส

พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรของหมู่บ้านกาใส มีพื้นที่ราบลุ่มสำหรับปลูกข้าวนาดำ พื้นที่ดอนและพื้นที่ลาดชัน ปลูกข้าวโพด ข้าวไร่และไม้ผล จำนวนพื้นที่ทำการเกษตรมีไม่มาก ดังนั้นการกระจายตัวของพื้นที่เพาะปลูกส่วนใหญ่จะอยู่ใกล้หมู่บ้านและ พื้นที่ราบลุ่มลำน้ำขุนสมุนตอนล่าง โดยจะแบ่งตามลักษณะทางกายภาพได้ 3 ประเภทคือ พื้นที่ราบ พื้นที่ดอนและพื้นที่ลาดชัน พื้นที่เกษตรส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ลาดชันร้อยละ 42.86 รองลงมาคือพื้นที่ดอน ร้อยละ 41.43 พื้นที่ราบมีขนาดพื้นที่น้อยที่สุด ร้อยละ 15.71 พื้นที่ส่วนใหญ่ร้อยละ 72.72 ไม่มีเอกสารสิทธิ์ในการครอบครองที่ดิน สำหรับพื้นที่ทำกินในเขตป่าเพื่อเศรษฐกิจ (zone E) มีเอกสารสิทธิ์ในการครอบครองคือ สปก. มีพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 2 แปลงต่อครัวเรือนหรือ 22.78 ไร่ต่อครัวเรือน (สิริวรรณ, 2548)

การใช้ประโยชน์ที่ดินหมู่บ้านละเบ้ายา

พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรของหมู่บ้านละเบ้ายามีการกระจายของพื้นที่เกษตรมากกว่าหมู่บ้านกาใส เนื่องจากในอดีตมีการหมุนเวียนพื้นที่เกษตรในการปลูกพืช พื้นที่เกษตรที่จะอยู่ห่างจากหมู่บ้านต้องใช้เวลานานในการเดินทางอีกทั้งจำนวนแรงงานในการเกษตรไม่เพียงพอจึงต้องปล่อยพื้นที่รกร้างไว้ จากข้อจำกัดทางกายภาพที่เป็นที่ดอนและที่ลาดชัน อาศัยน้ำฝนเป็นหลักในการทำการเกษตรทำให้ต้องปลูกพืชที่มีความต้องการน้ำน้อย เช่น ข้าวไร่ ข้าวโพด และไม้ผล เป็นหลัก ส่วนการแบ่งพื้นที่เกษตรตามลักษณะทางกายภาพได้ 2 ประเภทคือ พื้นที่ดอน และพื้นที่ลาดชัน พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ลาดชัน ร้อยละ 61.31 และพื้นที่ดอนร้อยละ 38.69 พื้นที่เกษตรทั้งหมดอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติทำให้ไม่มีเอกสารสิทธิ์ในการถือครองที่ดินโดยหมู่บ้านละเบ้ายามีจำนวนพื้นที่ถือครองเฉลี่ย 4 แปลงต่อครัวเรือน หรือ 26.75 ไร่ต่อครัวเรือน (สิริวรรณ, 2548)

หมู่บ้านละเบ้ายามีจำนวนและขนาดพื้นที่ถือครองมากกว่าหมู่บ้านกาใส เนื่องจากความแตกต่างทางชนชาติและวิถีชีวิตในการทำการเกษตรที่แตกต่างกัน หมู่บ้านกาใสเป็นชุมชนคนเมือง ระบบเกษตรเป็นระบบเกษตรแบบถาวร เป็นการปลูกพืชซ้ำ ๆ ในพื้นที่เดิมไม่มีการหมุนเวียนการปลูกพืช ส่วนบ้านละเบ้ายาเป็นชุมชนชาวไทยภูเขา เดิมใช้ระบบเกษตรแบบไร่

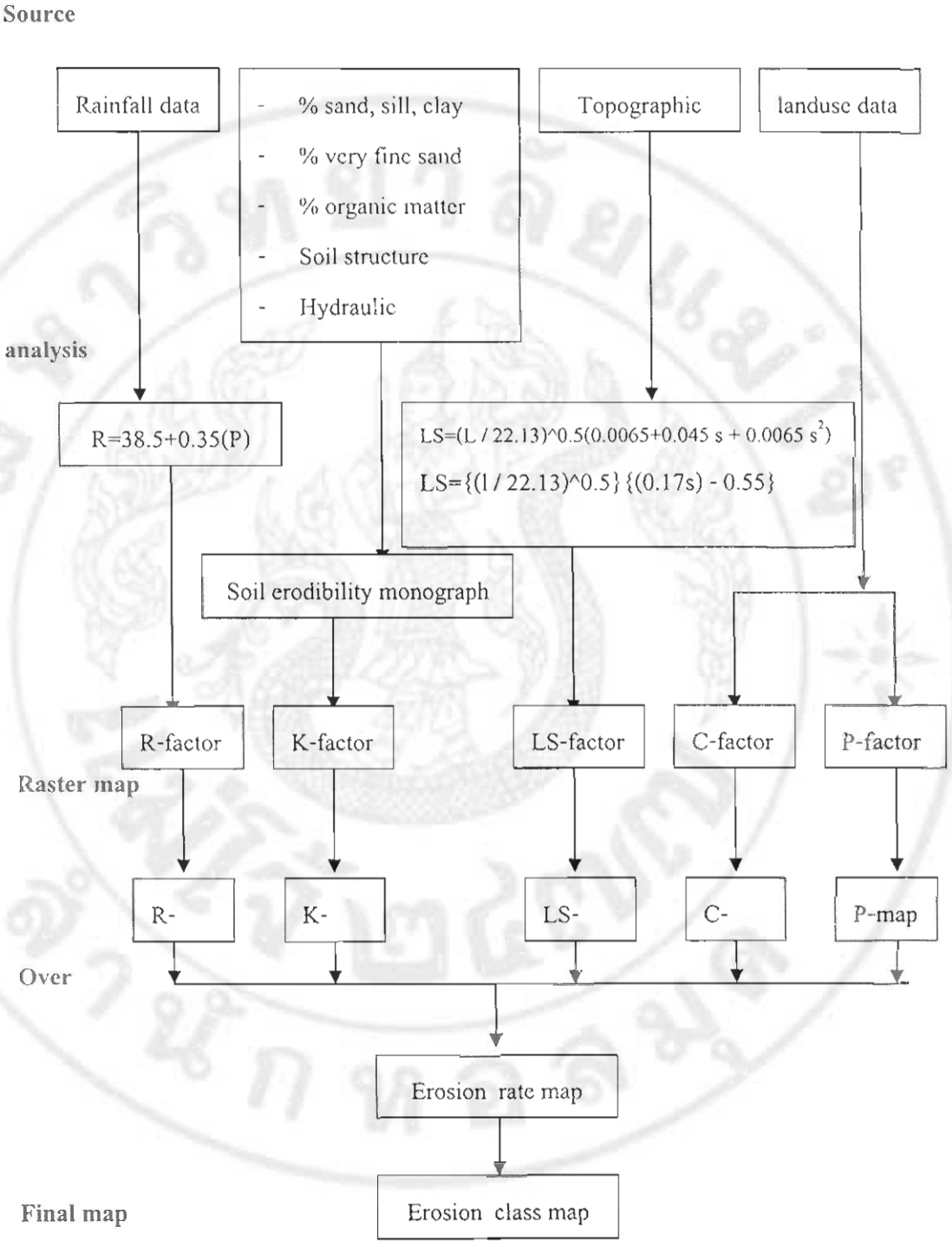
หมุนเวียน ดังนั้น จึงต้องมีพื้นที่เกษตรหลายแปลง แต่ปัจจุบัน พื้นที่เกษตรหมู่บ้านละเบ้ายาไม่สามารถขยายตัวได้ เนื่องจากมีพื้นที่เกษตรอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน

วิธีการใช้สมการสูญเสียดินสากล เพื่อประเมินปริมาณการชะล้างพังทลายของดินนั้น เนื่องจากพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในสมการสูญเสียดินสากลคือ ปัจจัยเกี่ยวกับฝน และน้ำที่ไหลบ่าตามผิวดิน (R) ปัจจัยเกี่ยวกับความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (K) ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ (LS) ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C) และปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน (P) จะต้องสร้างเป็นแผนที่ในแต่ละปัจจัย ดังนั้นจึงทำให้มีปริมาณของข้อมูลจำนวนมากตลอดจนแผนที่ที่ใช้จะต้องอ้างอิงจุดพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ถูกต้อง ดังนั้นการจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยมือจึงทำได้ลำบากและความผิดพลาดก็มีมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนของการซ้อนทับแผนที่ปัจจัยต่างๆ เข้าด้วยกันเพื่อวิเคราะห์และคำนวณปริมาณดินที่สูญเสีย เนื่องจากความสามารถในการวิเคราะห์ด้วยสายตา (visual interpretation) จะกระทำได้ในจำนวนแผนที่ที่ค่อนข้างจำกัด และจำเป็นต้องใช้เนื้อที่และวัสดุในการเก็บข้อมูลค่อนข้างมาก ดังนั้นการนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาประยุกต์ใช้ในการประเมินปริมาณการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล จึงเป็นสิ่งที่เหมาะสมเพราะจะทำให้การจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เป็นไปอย่างรวดเร็ว ถูกต้อง ตรงตำแหน่ง และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

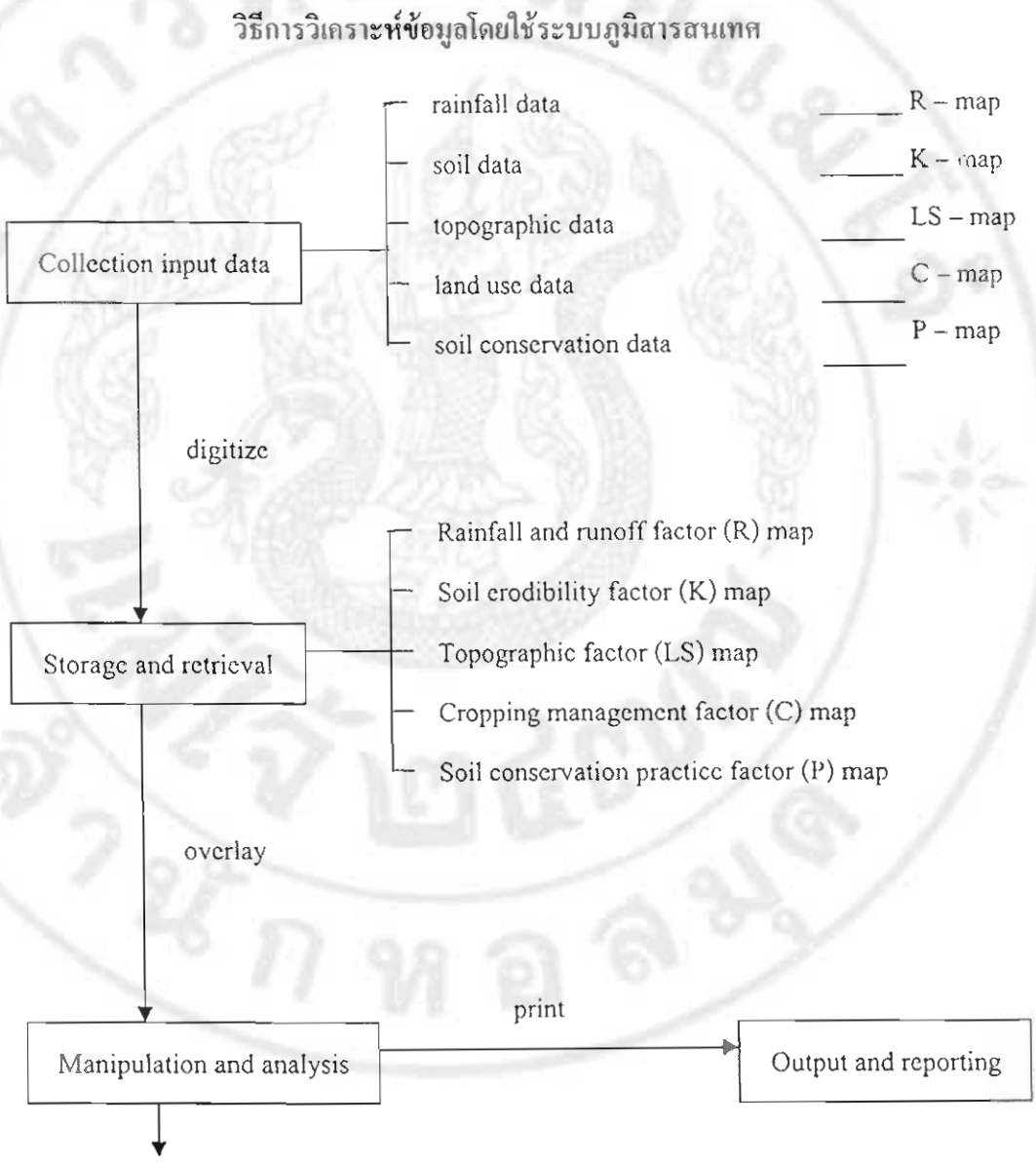
สามารถทำได้โดยการจัดทำแผนที่ปัจจัยต่าง ๆ ของสมการ คือ R K L S C และ P ในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน แล้วนำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มาทำการเก็บบันทึก จัดการและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีคอมพิวเตอร์เข้าช่วยตามขั้นตอนที่กล่าวมาแล้ว ผลที่ได้จะได้แผนที่แสดงค่าปริมาณดินที่สูญเสีย (A) ที่คำนวณได้ระดับต่าง ๆ ตามที่กำหนด การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในการประเมินปริมาณการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล ซึ่งผลของการประเมินปริมาณการชะล้างพังทลายของดินจะใช้ประโยชน์ในการวางแผนการใช้ที่ดินให้ถูกต้องตามสมรรถนะของดิน ตลอดจนใช้เป็นแนวทางในการหามาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสมในแต่ละสภาพพื้นที่ต่อไป โดยมีวิธีการศึกษาดังนี้ (ภาพ 9)

วิธีการศึกษาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์



ภาพ 9 แผนผังแสดงวิธีการศึกษาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ในระบบภูมิสารสนเทศนั้นการนำเข้าข้อมูลให้อยู่ในรูปฐานข้อมูล (data base) ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเข้าข้อมูลแบบ manual โดยการทำการป้อนข้อมูล (digitized) จากแผนที่ที่จัดทำขึ้นทั้ง 5 ปัจจัยคือ R K LS C และ P ลงในคอมพิวเตอร์ที่มี software ArcView ซึ่งเป็น software GIS ที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการซ้อนทับ (over lay) แผนที่ทั้ง 5 แผ่น เพื่อคำนวณค่าปริมาณดินที่สูญเสีย (A)



ภาพ 10 แผนภาพแสดงวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

เนื่องมาจากการชะล้างพังทลายของดิน และจัดกลุ่มค่าปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเป็นชั้นต่าง ๆ ตามระดับความรุนแรงตามวิธีการของ กรมพัฒนาที่ดิน (2526) และสร้างเป็นแผนที่แสดงปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน ซึ่งแผนภาพแสดงวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ แสดงในภาพ 10

การวิเคราะห์ข้อมูลการชะล้างพังทลายของดินโดยการใช้โครงสร้างข้อมูลแบบราสเตอร์ ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. สร้างแผนที่ค่าปัจจัยต่างๆ (R K LS C P) ให้แผนที่ทุกแผ่นเป็นมาตราส่วนเดียวกัน แสดงพื้นที่เดียวกัน และมีพิกัดอ้างอิงได้

2. ขนาดของกริด ใช้ขนาด เท่ากับ 40x40 เมตร

3. ทำการวิเคราะห์โดยการซ้อนทับข้อมูล (overlay) ปัจจัยทุกค่าเพื่อประเมินค่าการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละกริด (grid cell)

4. ทำการคำนวณแปลงค่าการชะล้างพังทลายของดินจาก ตัน/เฮกแตร์/ปี เป็น ตัน/ไร่/ปี โดยคูณด้วย 6.25 เพื่อให้สามารถนำผลเทียบกับตารางมาตรฐานของกรมพัฒนาที่ดิน

5. ทำการหาค่าการชะล้างพังทลายของดินโดยรวมทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

6. สร้างแผนที่การชะล้างพังทลายของดิน ของลุ่มน้ำย่อยขุนสมุนต่อไป

7. เสนอข้อเสนอแนะและแนวทางป้องกันการพังทลายของดิน เพื่อเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ต่อไป

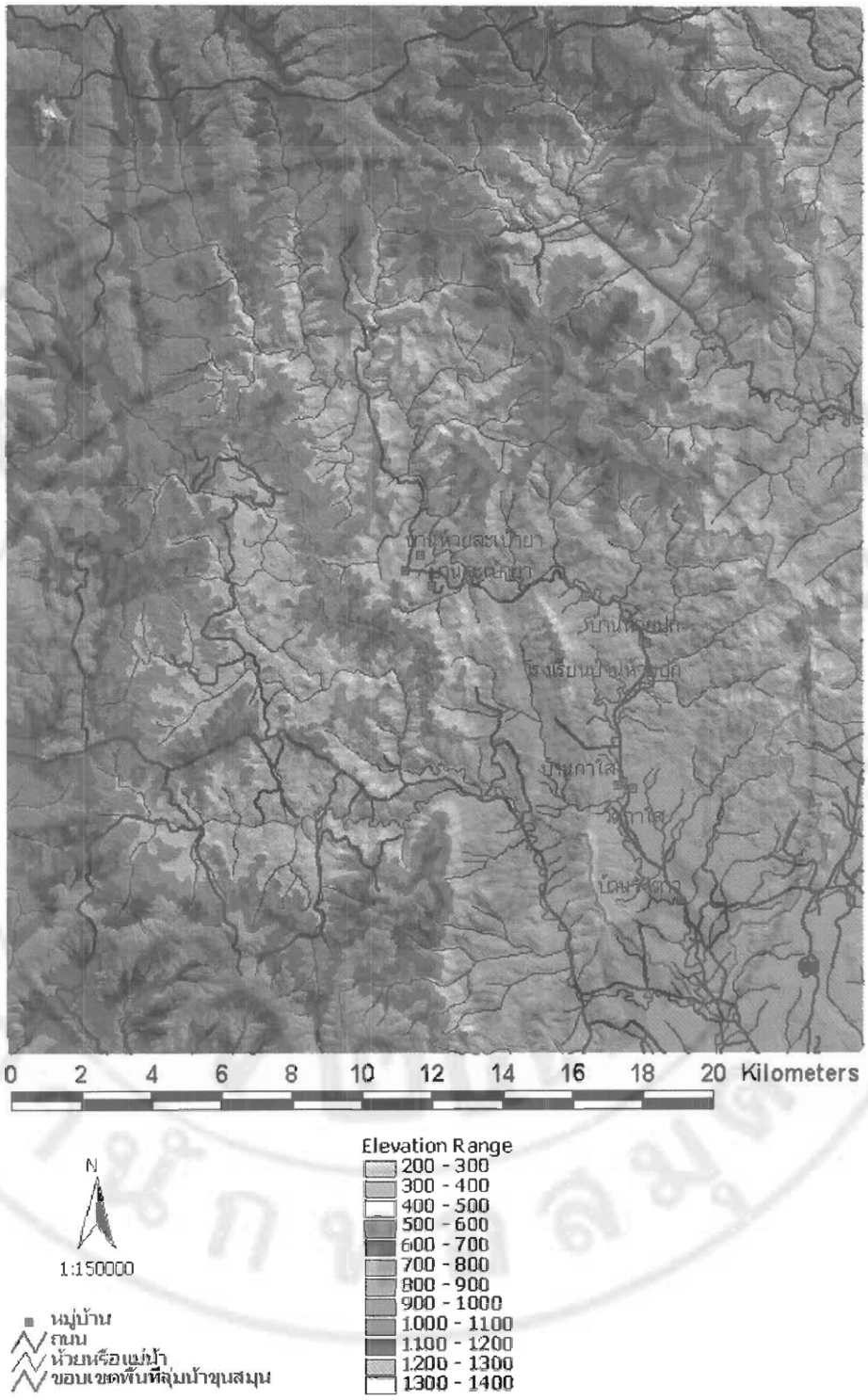
บทที่ 4
ผลการวิจัยและวิจารณ์

การศึกษาวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน กรณีศึกษา: พื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุนจังหวัดน่าน ได้ศึกษาถึงปัจจัยทางธรรมชาติที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน โดยนำระบบภูมิสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการประเมิน ซึ่งการนำเสนอผลการวิจัยได้จัดแยกการนำเสนอดังนี้

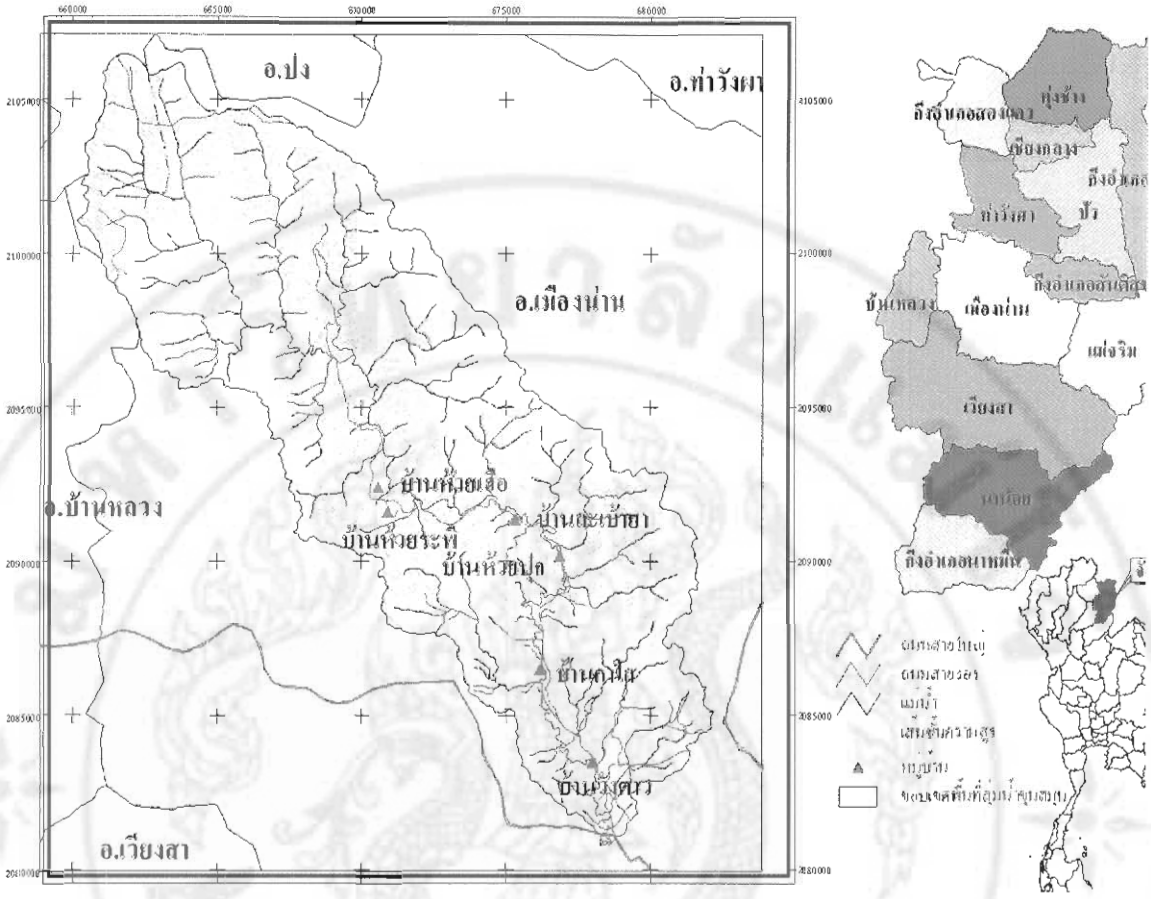
ลักษณะภูมิประเทศและอาณาเขตติดต่อ

ลุ่มน้ำขุนสมุนตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 18 องศา 48 ลิปดา 43.9 ลิปดาเหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 19 องศา 2 ลิปดา 30.4 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศา 31 ลิปดา 43.9 ฟิลิปดาตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ 100 องศา 44 ลิปดา 6.7 ฟิลิปดาตะวันออก เป็นลุ่มน้ำขนาดกลางอยู่ในพื้นที่ตำบลสะเนียน อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน เป็นแหล่งกำเนิดต้นน้ำสมุน-สะเนียน ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาของลำน้ำน่าน อยู่ในเขตพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าน้ำยาวและป่าน้ำสวด และอยู่ในชั้นคุณภาพพื้นที่ลุ่มน้ำที่ 1A, 2, 3 และ 4 ลักษณะภูมิประเทศประกอบด้วยพื้นที่ราบและภูเขาสูงทิศตะวันตก มีทิศด้านลาดจากตะวันตกไปยังตะวันออก มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 229.18 ตารางกิโลเมตร หรือ 143,238.44 ไร่ โดยครอบคลุมแผนที่ภูมิประเทศ 2 ระวาง คือระวาง 5146 iv บ้านเขื่อนแก้ว และระวาง 5147 iii บ้านสบขุ่น

พื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุนมีรูปร่างยาวคล้ายแบบใบไม้หรือใบหอก (pear – shaped basin) มีแม่น้ำสมุนเป็นลำน้ำสายหลักทอดยาวและไหลลงสู่แม่น้ำน่าน (ภาพ 11)



ภาพ 11 ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษาเขตลุ่มน้ำขุนสมุน



ภาพ 12 อาณาเขตติดต่อและเส้นทางคมนาคม

จากภาพ 12 สภาพทั่วไปของลุ่มน้ำขุนสมุน ส่วนใหญ่มีสภาพเป็นที่สูง (slopecomplex) ประกอบด้วยภูเขาและป่าไม้ มีพื้นที่ราบเป็นส่วนน้อย มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ต่าง ๆ ดังนี้

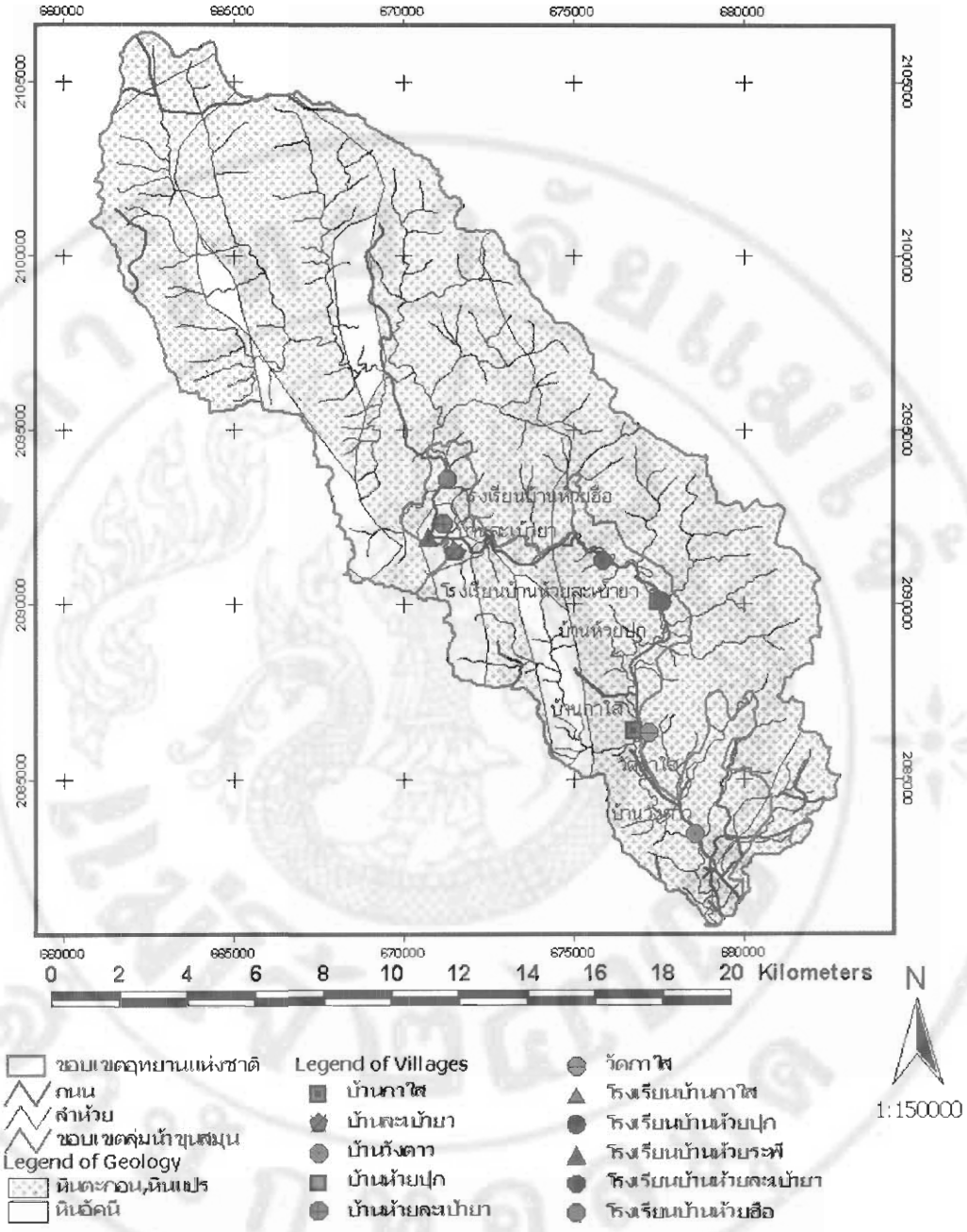
ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	ตำบลป่าคา, ตำบลศรีภูมิ อำเภอท่าวังผา และกิ่งอำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ตำบลขุนควร อำเภอปง จังหวัดพะเยา
ทิศใต้	ติดต่อกับ	ตำบลถืมตอง ตำบลเรือง อำเภอเมืองน่าน จังหวัดน่าน
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	ตำบลบ่อ ตำบลผาสิงห์ อำเภอเมืองน่าน และตำบลแม่ขะนิง อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	ตำบลป่าคาหลวง ตำบลบ้านพี้ อำเภอบ้านหลวง จังหวัดน่าน

เส้นทางการคมนาคม ถนนสายหลักในพื้นที่ อบต.สะเนียน เป็นถนนของกรมทางหลวง เริ่มต้นมาจากตัวเมืองจังหวัดน่าน เป็นถนนลาดยางสภาพดีตัดผ่านหมู่บ้าน หมู่ที่ 1, 2, 3, 4, 5, 12, 6 ตามลำดับ และเข้าสู่เขตอำเภอบ้านหลวง จังหวัดน่าน มีรถโดยสารสายน่าน-บ้านหลวง, น่าน-พะเยาและ น่าน-เชียงใหม่ วิ่งผ่าน

ลักษณะทางธรณีสัณฐานและปฐพีวิทยา

ลักษณะทางธรณีสัณฐาน

พื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุนมีลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นเขาและทิวเขาพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าและที่ลาดชันสูง ดินเกิดมาจากการสลายตัวของหินโดยตรง มีชั้นดินตื้นและบาง ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มหินตะกอนหรือหินแปร และกลุ่มหินอัคนี คิดเป็นร้อยละ คิดเป็นร้อยละ 75.55 และ 24.45 ตามลำดับ (ภาพ 13)



ภาพ 13 ลักษณะทางธรณีวิทยาของลุ่มน้ำขุนสมุน

พื้นที่ศึกษาบริเวณลุ่มน้ำขุนสมุนนี้มีโครงสร้างทางธรณีวิทยาประกอบด้วยชุดหิน 2 ชุด ดังนี้

1. หินมหายุพาลีโอโซอิก (poliozioc Era) หมู่หินราชบุรี ยุคเพอร์เมียน (permian) ประกอบด้วยหินปูนที่มีกระจายอยู่ทุกภาคของประเทศ มีชั้นหินชนิดอื่นประกอบด้วยบ้างเล็กน้อย ได้แก่ หินทราย หินดินดาน หินกรวดมน หินภูเขาไฟในชั้นหมู่หินนี้ จะพบซากดึกดำบรรพ์ของสัตว์เซลล์เดียวจำนวนมาก

2. หินยุคมีโซโซอิก (Mesozoic Rocks) หินยุคนี้จะประกอบด้วยหินที่เกิดจากการสะสมตัวภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน 2 แบบ คือ หินที่มีกำเนิดจากตะกอนที่สะสมตัวกันในทะเล และหินที่กำเนิดจากการสะสมตัวของตะกอนภายในแอ่งบนทวีป

หมู่หินลำปางยุคไทรแอสซิก (Triassic) ประกอบขึ้นเป็นชั้นหินต่าง ๆ กัน ได้แก่ชั้นหินปูน หินทราย หินดินดาน หินกรวดมน ชั้นหินต่าง ๆ จะสะสมตัวของตะกอนในสภาพแวดล้อมที่เป็นทะเล ภายในแอ่งพบซากดึกดำบรรพ์ (คณาจารย์ภาควิชาภูมิศาสตร์, 2543)

ลักษณะทางปฐพีวิทยา

ลักษณะของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำขุนสมุน แบ่งตามลักษณะของดินได้ 3 อันดับ (order) และ 1 หน่วยดินผสม (สิริวรรณ, 2548)

1. อันดับดินอัลฟิโซลส์ (Alfisols) ลักษณะดินอันดับนี้มีชั้นดินบนที่มีอินทรียวัตถุต่ำ สีดินเทา น้ำตาล แน่นและแข็ง และมีด่างต่ำ ชั้นดินล่างมีการสะสมดินเหนียว ทำให้ดินล่างแน่นกว่าชั้นดินบน ดังนั้นน้ำจึงไหลซึมผ่านชั้นดินบนได้เร็วและช้าลงในดินชั้นล่าง บนพื้นที่ลาดดินจึงเกิดการพังทลายได้ง่ายและรวดเร็วในดินชั้นล่างดินมีความอิ่มตัวด้วยด่างสูงและมักสูงกว่าชั้นดินบน ดินนี้พบทั้งบนพื้นที่ราบลานตะพักซึ่งใช้ปลูกข้าว บนที่ดอนมีการปลูกพืชไร่

2. อันดับดินอูลติโซลส์ (Ultisols) ดินในอันดับนี้พบกระจายมากในพื้นที่ ลุ่มน้ำชั้นดินบนตื้นและแน่นแข็ง เมื่อแห้งดินจะมีอินทรียวัตถุและความอิ่มตัวด้วยด่างต่ำ ชั้นดินล่างมีการสะสมดินเหนียวที่ถูกชะล้างมาจากชั้นดินบน การชะล้างเกิดขึ้นเป็นเวลานานจนธาตุอาหารพืชถูกชะล้างออกไปจากหน้าดิน ทำให้ดินล่างมีความอิ่มตัวด้วยด่างต่ำ และบางครั้งยังมีเหล็กและอลูมินั่มมากทำให้เป็นพิษกับพืช บนพื้นที่มีความลาด ดินจะพังทลายได้ง่ายเนื่องจาก ชั้นดินล่างจะแน่นมากกว่าชั้นดินบน ดินมีความอิ่มตัวด้วยน้ำต่ำทำให้พืชขาดน้ำได้ง่าย โดยเฉพาะบนพื้นที่ดินส่วนบริเวณดินนาบางบริเวณจะมีก้อนศิลาแลงกระจายในดินเป็นจำนวนมาก ส่วนมากดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ในลุ่มน้ำน่านพบดินประเภทนี้มากที่สุดกระจายทั่วพื้นที่ลุ่มน้ำ

3. อันดับดินเอ็นติโซลส์ (Entisols) อันดับดินเอ็นติโซลส์เป็นดินที่ชั้นดินยังไม่มีการพัฒนาหรือมีชั้นดินกำลังพัฒนาแสดงว่าเป็นดินใหม่ที่กระบวนการชะล้างและสะสมของอนุภาคเล็กละเอียดมีน้อยมาก ชั้นดินบนมีการสะสมอินทรียวัตถุ ส่วนชั้นดินล่างเป็นชั้นวัสดุต้นกำเนิดดิน ซึ่งเกิดจากการทับถมของตะกอนทรายจากแม่น้ำหรือเกิดจาการผุพังของหินที่ทนต่อการผุพังบนพื้นที่ลาด ทำให้ชั้นดินไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักจากวัสดุต้นกำเนิดดิน อันดับดินนี้พบได้ 3 ลักษณะ คือ 1) เกิดจากการทับถมของตะกอนทรายที่วัสดุต้นกำเนิดดิน เป็นทราย ถูกน้ำพัดพามาทับถม 2) เกิดจากการทับถมของตะกอนที่เอียดกว่าทรายละเอียด ซึ่งส่วนมากเป็นตะกอนทรายแป้งผสมดินเหนียว 3) บริเวณพื้นที่ที่ลาดเชิงเขาที่ประกอบด้วยหินที่ทนทานต่อการผุพัง เช่น ควอร์ตไซต์

ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุต้นกำเนิดดินและระดับพื้นที่

ดินเกิดจากวัตถุต้นกำเนิด และกระบวนการกำเนิดดินจากสภาพชั้นหินซึ่งก็คือวัตถุต้นกำเนิดดิน พอจะสรุปความสัมพันธ์กับสัณฐานของดินได้ดังนี้ (สิริวรรณ, 2548)

1. บริเวณเทือกเขา ซึ่งก็คือบริเวณหน่วยดินผสมในลุ่มน้ำขุนสมุน บริเวณป่าต้นน้ำ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นหินโผล่ สภาพหินต้นกำเนิดเป็นชั้นหินหนา ดังนั้นดินในบริเวณนี้ ดินจะไม่มีความคงตัวเพราะความลาดชันสูง เทือกเขาเป็นชั้นหินแข็งประเภทหินปูน ภูมิประเทศสูงชัน หน้าดินมีน้อยถึงไม่มี มีชั้นหินโผล่เป็นส่วนใหญ่

2. ที่ลาดชันเชิงเขา มีเนื้อดินในอันดับเอ็นติโซลส์เป็นดินที่เริ่มเกิดใหม่จากการผุพังของหินที่ทนต่อการผุพังของหินที่ทนต่อการผุพังบนที่ลาด (หินปูน หินควอร์ตไซ) ดินมีลักษณะและคุณสมบัติไม่แตกต่างจากวัตถุต้นกำเนิด คือ หินปูน หินดินดาน มีหน้าดินตื้นประกอบด้วยพวกตะกอนทรายอินทรียวัตถุต่ำมาก มาจากบริเวณเทือกเขา

3. ที่ราบสูง มีเนื้อดินในอันดับอูลติโซลส์ พบในตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน หินต้นกำเนิดเป็นพวกหินทราย ทำให้ดินที่ได้เป็นพวกดินทรายเป็นส่วนใหญ่ผสมกับตะกอนทรายและตะกอนจากหินต้นกำเนิด (หินปูนเป็นส่วนใหญ่) ที่ไหลมาจากที่ลาดเชิงเขามาทับถมกัน ดินบริเวณนี้ตื้นและพังทลายง่าย

4. ที่ราบขั้นบันไดหรือตะพัก เป็นดินในอันดับอัลฟีโซลส์ เกิดขึ้นโดยอิทธิพลของแม่น้ำเป็นหลัก มีลักษณะชั้นหินของบริเวณนี้มีขนาดคละดี ดินบริเวณนี้เกิดจากการทับถมของตะกอนทรายจากลำน้ำ ประกอบด้วยตะกอน ทราย ดินเหนียว มีอินทรียวัตถุต่ำถึงปานกลาง

5. ที่ราบลุ่มแม่น้ำ เป็นดินในอันดับดินอินเซปติโซลส์ เกิดจากการพัดพาหรือทับถมของตะกอนด้วยกระแสน้ำ ประกอบด้วย ตะกอนทรายที่มีความละเอียดปนกับตะกอนอนุภาคดินเหนียว ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง

เนื่องจากชั้นหินในลุ่มน้ำน่านและลุ่มน้ำขุนสมุนเป็นชั้นหินเนื้อแข็ง (หินปูน หินควอร์ตไซต์) เป็นส่วนใหญ่ ตะกอนซึ่งประกอบเป็นเนื้อดินจึงเป็นพวกตะกอนทรายเป็นส่วนใหญ่ เกิดสะสมไล่ตามระดับความสูงในพื้นที่ลุ่มน้ำลงมาเรื่อย ๆ จากน้อยลงมามาก เนื้อดินมีลักษณะเป็นดินเนื้อทรายตะกอนทรายเป็นส่วนใหญ่ทำให้เกิดการพังทลายได้ง่าย และมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

หน่วยดินผสม

ประกอบด้วยดินหลายชนิดบนพื้นที่ที่ความลาดชันมากกว่าร้อยละ 30 ขึ้นไป เนื้อดินมีลักษณะเหมือนหินต้นกำเนิด หน้าดินตื้นมาก ควรปล่อยให้อยู่ในสภาพป่าธรรมชาติ (ภูพิงค์, 2548)

พื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุนประกอบด้วยกลุ่มดินชุดที่ 15 29 33 35 46 47 48 55 และ 62 (ภาพ 12) รายละเอียดของแต่ละกลุ่มชุดดิน มีดังนี้

1. กลุ่มชุดดินที่ 15 เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทราย แป้ง ดินบนสีน้ำตาลปนเทา ดินล่างสีน้ำตาลหรือสีเทาปนชมพู พบจุดประสีเหลืองหรือสีน้ำตาลปนเหลืองตลอดชั้นดิน ดินชั้นล่างมักพบก้อนสารเคมีสะสมพวกเหล็กและแมงกานีส เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ พบบริเวณพื้นที่ราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบ ดินลึกมาก การระบายน้ำค่อนข้างเลว ความสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นกลาง pH ประมาณ 6.0-7.5

ปัญหาสำคัญในการใช้ประโยชน์โดยทั่วไปไม่มี แม้บางแห่งดินมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างต่ำแต่พอปรับปรุงได้ไม่ยาก เหมาะสมในการทำนามากกว่าปลูกพืชไร่ ไม้ผลและพืชผัก ซึ่งเกษตรกรได้ใช้ประโยชน์ในการทำนาในช่วงฤดูฝน และสามารถปลูกพืชไร่ และพืชผักต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีในช่วงฤดูแล้ง ถ้ามีน้ำชลประทานและเกษตรกรได้ปฏิบัติกันอยู่แล้วในบางพื้นที่

2. กลุ่มชุดดินที่ 29 เนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินมีสีน้ำตาลเหลือง หรือแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำหรือเกิดจากการสลายตัวผุพังของดินหลายชนิดที่มีเนื้อละเอียด พบบริเวณที่ดอนที่เป็นลูกคลื่นจนถึงเนินเขา ความลาดชันประมาณ 3-25% ดินลึก การระบายน้ำดี ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติค่อนข้างต่ำ pH ประมาณ 4.5-5.5

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ ดินมีความพรุนสูง น้ำซึมผ่านชั้นดินได้ปานกลาง การอุ้มน้ำต่ำถึงปานกลาง น้ำใต้ดินลึก พืชจะขาดน้ำเมื่อฝนทิ้งช่วงนาน ดินมีการพังทลายในบริเวณที่มีความลาดชันสูง ความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลาง เหมาะสำหรับปลูกพืชไร่หรือไม้ผลต่าง ๆ มากกว่าปลูกข้าวหรือทำนา เนื่องจากสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลอนชัน ยากในการที่จะเก็บกักน้ำ

3. กลุ่มชุดดินที่ 33 เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนแดงในบางแห่ง ดินล่างลึก ๆ มีจุดประสีเทาและน้ำตาล อาจมีแร่ไมก้าหรือก้อนปูนปะปน เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ พบบนสันดินริมน้ำเก่าและเนินตะกอนรูปพัด พื้นที่ค่อนข้างราบเรียบถึงเป็นลูกคลื่นลอนลาด ความลาดชันประมาณ 2-12% ดินลึกมาก การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1 เมตรตลอดปี ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง ดินชั้นบนมี pH ประมาณ 6.5-7.5

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ มีความเสี่ยงต่อการขาดน้ำได้ในบางปี สามารถปลูกพืชหลายชนิดทั้งพืชไร่ พืชผัก ไม้ผล และทำนาข้าว

4. กลุ่มชุดดินที่ 35 เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายสีน้ำตาล สีเหลือง หรือสีแดง เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ หรือเกิดจากการสลายตัวผุพังของหินเนื้อหยาบ พบบริเวณพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นจนถึงที่ลาดเชิงเขา ความลาดชันประมาณ 3-20% และบางส่วนมีความลาดชันประมาณ 20-35% ดินลึก การระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 1.50 เมตรตลอดปี ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH ประมาณ 4.5-5.5

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ เนื้อดินค่อนข้างเป็นทราย ความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำถึงปานกลาง น้ำใต้ดินลึก การกัดกร่อนของดินปานกลางถึงรุนแรง บริเวณที่ความลาดชันสูงเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีศักยภาพในการปลูกพืชไร่ ไม้ผล และไม้ยืนต้น ตลอดทั้งพัฒนาทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์มากกว่าทำนา หรือปลูกข้าวที่ต้องการน้ำขัง เนื่องจากเป็นที่ดอน

5. กลุ่มชุดดินที่ 46 เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนกรวดหรือปนลูกรัง ดินสีน้ำตาลหรือสีเหลืองหรือแดง พบบริเวณที่ดินมีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน ความลาดชันประมาณ 5-20% ดินตื้นมาก การระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 5 เมตรตลอดปี ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ pH 4.5-7.0

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ ดินมีลูกรังและชั้นหินพื้นอยู่ตื้นมาก การซาบซึมของน้ำปานกลางถึงค่อนข้างเร็ว การอุ้มน้ำปานกลางถึงต่ำ มีการกัดกร่อนของดินที่ความลาดชันสูง ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ ไม่เหมาะสมในการปลูกพืชไร่ พืชผัก และไม้ผล เนื่องจากดินตื้นถึงตื้นมาก เนื้อดินมีกรวดลูกรังปนไม่ต่ำกว่า 35 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ไม่เหมาะสมในการทำนา เนื่องจากสภาพพื้นที่

สูงและดินเก็บกักน้ำไม่ค่อยอยู่ มีศักยภาพที่ใช้ปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์หรือพัฒนาเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ได้ ถ้าในกรณีปลูกพืชไร่ ควรเลือกพืชไร่ที่มีรากตื้นและหน้าดินควรจะหนาไม่ต่ำกว่า 15 ซม.

6. กลุ่มชุดดินที่ 47 เนื้อดินเป็นดินเหนียวหรือดินร่วน มีเศษหินปะปนมาก และพบชั้นหินพื้นลึก 50-80 ซม. สีน้ำตาล สีน้ำตาลปนแดง เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินเนื้อละเอียด สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงเนินเขา ความลาดชันประมาณ 2-20% ดินตื้น การระบายน้ำดี ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 3 เมตรตลอดปี ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำถึงปานกลาง pH 5.0-7.5 ส่วนใหญ่เป็นป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง บางแห่งทำไร่เลื่อนลอย หรือปลูกป่าทดแทน

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ ดินตื้นมากมีชั้นหินผุและหินพื้น น้ำซึมผ่านชั้นดินได้ปานกลางถึงค่อนข้างเร็ว การอุ้มน้ำปานกลางถึงต่ำ ดินถูกกัดกร่อนได้ง่ายที่ความลาดชันสูง ไม่เหมาะสมในการปลูกพืชทั่วไป เนื่องจากดินตื้นถึงตื้นมาก และสภาพพื้นที่มีความลาดเทสูง

7. กลุ่มชุดดินที่ 48 เนื้อดินบนส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนเศษหินหรือปนกรวด ก้อนกรวดขนาดใหญ่เป็นหินกลมมน ถ้าเป็นดินปนเศษหินมักพบชั้นหินพื้นตื้นกว่า 50 ซม. สีน้ำตาล สีน้ำตาลปนแดง สีแดงปนเหลือง พบบริเวณพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงเนินเขา ความลาดชันประมาณ 3-25% ดินตื้นมาก ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติต่ำ ระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกกว่า 2 เมตร ตลอดปี pH 5.0-7.0

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ ดินตื้นมีก้อนกรวดมาก ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การกัดกร่อนของดินง่ายที่ความลาดชันสูง สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นถึงเนินเขา มีศักยภาพไม่เหมาะสมในการปลูกพืชไร่ พืชผัก และไม้ยืนต้น เนื่องจากดินตื้นถึงตื้นมากและมีก้อนหินหรือเศษหินที่หน้าผิวดิน ไม่เหมาะสมในการทำนา เนื่องจากสภาพพื้นที่สูงและดินเก็บกักน้ำไม่อยู่ แต่มีศักยภาพพอที่จะใช้ปลูกหญ้าเลี้ยงสัตว์และปลูกไม้โตเร็วบางชนิด

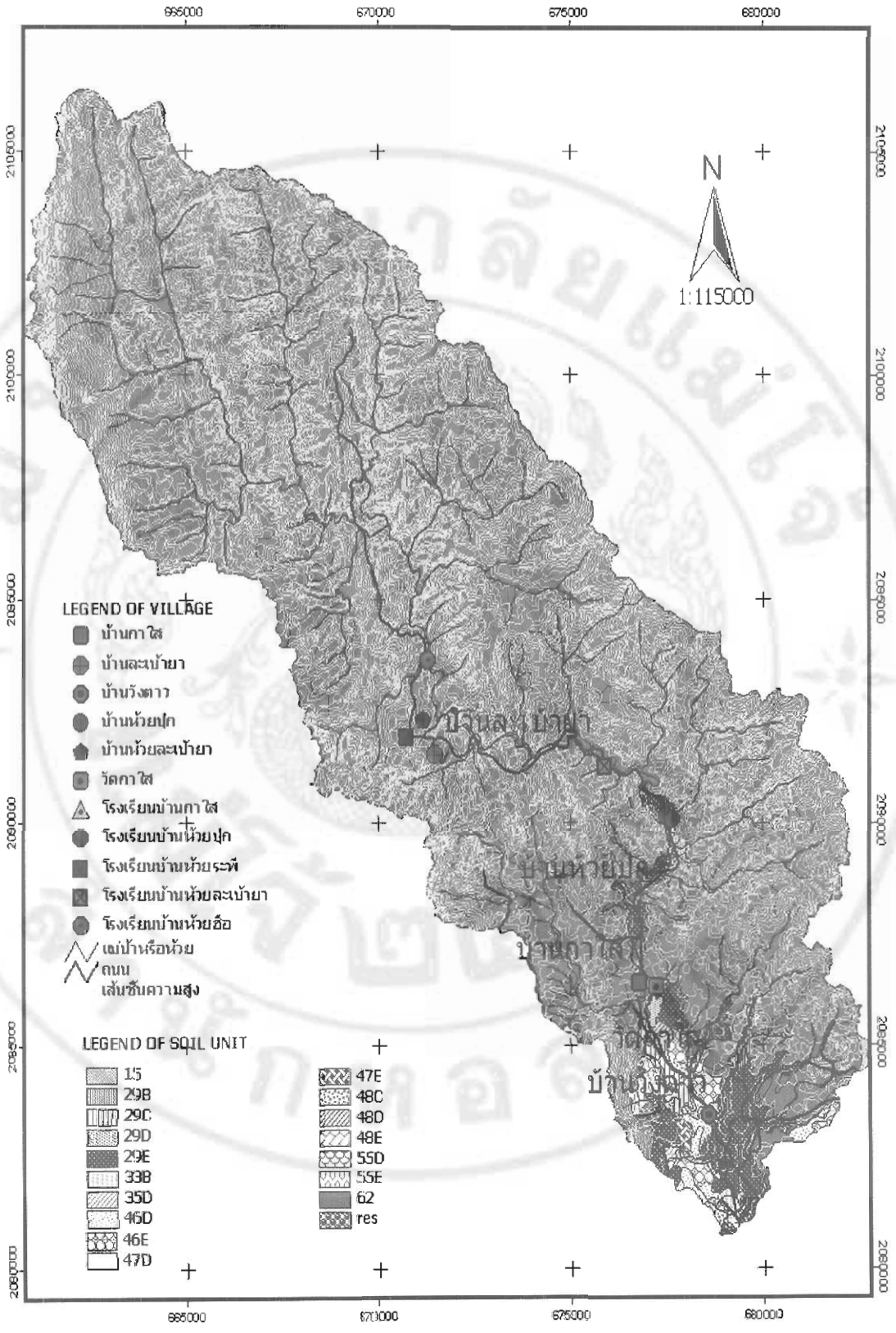
8. กลุ่มชุดดินที่ 55 เนื้อดินเป็นดินเหนียว สีน้ำตาลหรือแดง ดินชั้นล่างระดับความลึกต่ำ 50 เซนติเมตร ลงไปจะพบหินผุ ส่วนใหญ่เป็นหินตะกอนเนื้อละเอียด บางแห่งมีก้อนปูนปะปนอยู่ด้วย สีน้ำตาลหรือสีแดง เกิดจากวัสดุต้นกำเนิดพวกหินตะกอนเนื้อละเอียดที่มีปูนปน สภาพพื้นที่เป็นที่ราบถึงลูกคลื่นลอนลาด ความลาดเท 1-2% การระบายน้ำดีถึงดีปานกลาง pH ประมาณ 6.0-7.5 ความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติปานกลาง

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ ดินลึกปานกลาง มีชั้นที่มีก้อนปูนหรือเศษหินปะปนชั้นดินดานและชั้นหินพื้นอยู่ลึก 1 เมตร น้ำซึมผ่านชั้นดินได้ปานกลางถึงค่อนข้างช้า การอุ้มน้ำของดินปานกลาง มีการกัดกร่อนของดินที่ความลาดชันสูง มีศักยภาพเหมาะสมในการปลูกพืชไร่ พืชผัก ไม้ผลหรือไม้ยืนต้น และพัฒนาเป็นทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ แต่ไม่เหมาะสมในการทำนา เนื่องจากสภาพพื้นที่ไม่อำนวย คือสูงเกินไปและบางส่วนมีความลาดเทสูงสำหรับนาข้าว จึงเก็บกักน้ำไม่อยู่

9. กลุ่มชุดดินที่ 62 ประกอบด้วยพื้นที่ภูเขาที่มีความลาดชันมากกว่า 35% มี ทั้งดินลึกและดินตื้น ลักษณะเนื้อดินและความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติแตกต่างตามชนิดของหินต้นกำเนิดในบริเวณนั้น มีเศษหิน ก้อนหิน หรือหินพื้นโผล่กระจัดกระจาย ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วย ป่าไม้ประเภทต่าง ๆ เช่น ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง หรือป่าดิบชื้น หลายแห่งทำไร่เลื่อนลอยโดยปราศจากมาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำ เกิดการชะล้างพังทลายของดินจนบางแห่งเหลือแต่หินพื้นโผล่

ปัญหาในการใช้ประโยชน์ ความลาดชันมากกว่า 35% มีการกัดกร่อนของดินง่าย ไม่เหมาะสมในการปลูกพืช เนื่องจากเป็นดินตื้น มีหินโผล่ที่ผิวดินเป็นส่วนใหญ่ พื้นที่เป็น ภูเขาสูงชัน ง่ายต่อการชะล้างพังทลายของดิน เหมาะที่จะรักษาไว้เป็นพื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมและเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธาร

กลุ่มชุดดินที่มีมากที่สุดคือ 62 29E 46E 49D และ 29C คิดเป็นร้อยละ 93.71 3.04 0.65 0.50 และ 0.47 ตามลำดับ ดังภาพ 14 และตาราง 3



ภาพ 14 แสดงกลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน

ตาราง 3 กลุ่มชุดดินคิดต่อพื้นที่ร้อยละในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน

กลุ่มชุดดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
15	4.01	0.00
29B	309.14	0.22
29C	670.09	0.47
29D	610.04	0.43
29E	4,360.39	3.04
33B	206.87	0.14
35D	74.55	0.05
46D	716.51	0.5
46E	932.34	0.65
47D	128.38	0.09
47E	174.23	0.12
48C	238.45	0.17
48D	97.21	0.07
48E	99.27	0.07
55D	47.73	0.03
55E	307.45	0.21
62	134,232.04	93.71
res	38.72	0.03
รวม	143,247.41	100.00

ที่มา: ภูพิงค์ (2548)

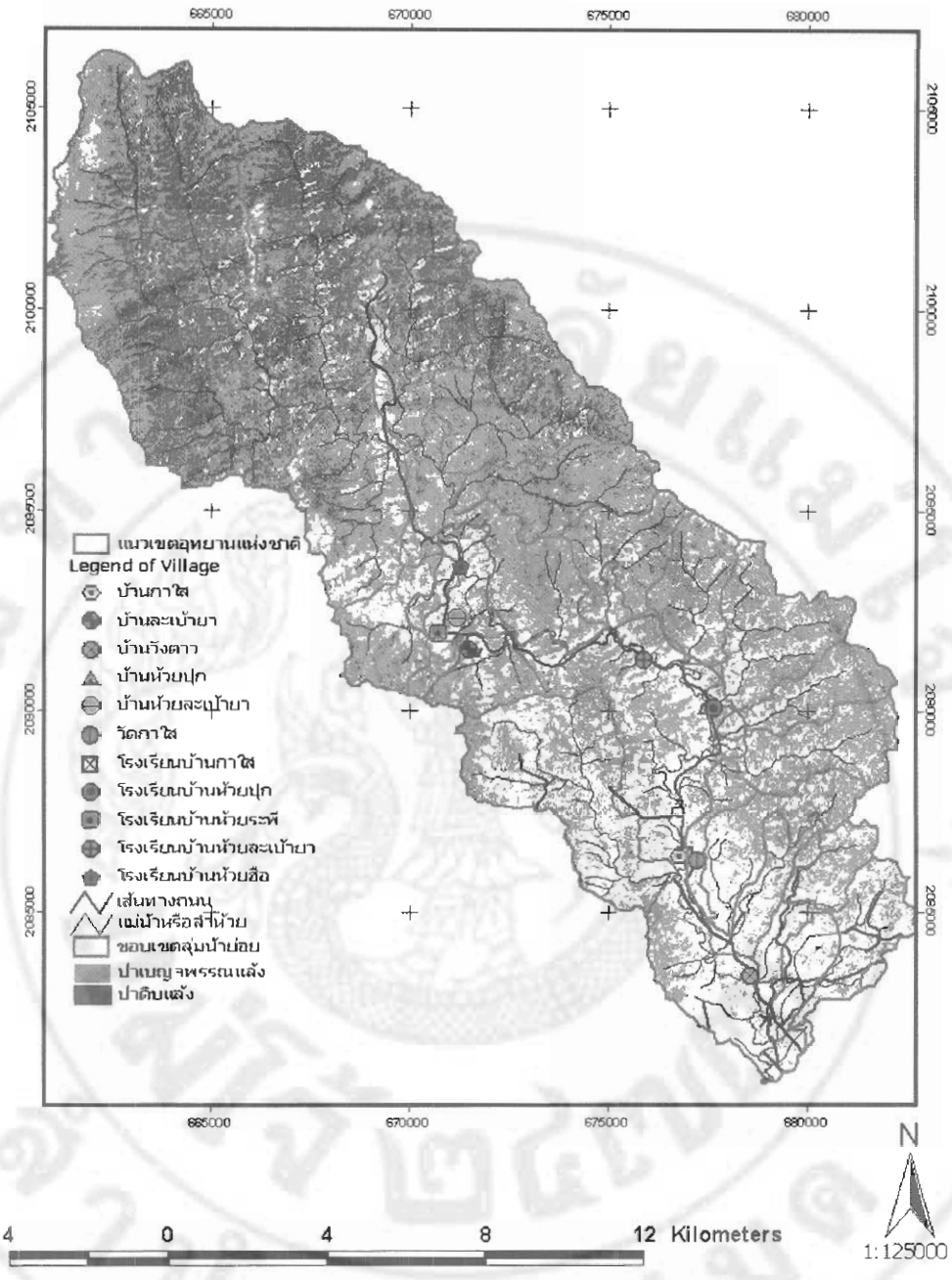
ทรัพยากรป่าไม้

ลุ่มน้ำขุนสมุน ต.สะเนียน อ.เมือง จ.น่าน มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เพื่อการเกษตร ไม่แตกต่างไปจากในพื้นที่ส่วนอื่น ๆ ของประเทศ กล่าวคือ ได้มีการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพื่อนำพื้นที่ไปใช้ปลูก ฝ้ายในปี พ.ศ. 2515 ปลูกส้ม และลิ้นจี่ ในช่วงปี พ.ศ. 2525-2528 มีการลักลอบตัดไม้โดยการว่าจ้างคนพื้นราบ และการพัฒนา เส้นทางสัญจรเข้าสู่หมู่บ้าน ทำให้เกิดการสูญเสียทรัพยากรและวิถีชีวิตและวัฒนธรรมความเป็นอยู่ของชุมชนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ผลจากการศึกษาทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน พบว่าโครงสร้างป่าชุมชนบ้านกาใส ป่าชุมชนบ้านละเบ้ายาและป่าต้นน้ำขุนสมุน โครงสร้างป่าของทั้ง 3 พื้นที่ที่ทำการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันมาก สภาพป่าของบ้านกาใส และบ้านละเบ้ายา เป็นชนิดป่าผลัดใบผสมหรือป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forest) บริเวณป่าต้นน้ำหรือป่าอนุรักษ์เป็นป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest) เรือนยอดของต้นไม้แบ่งออกได้เป็น 2 ระดับชั้น ป่าอยู่ในขั้นตอนของการฟื้นสภาพ โดยป่าชุมชนบ้านกาใสมีการฟื้นตัวที่ค่อนข้างดีกว่า พบพันธุ์ไม้ของป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest) เข้ามาปะปน เช่น คอแลน *Nephelium hypoleucum* Family SAPINDACEAE ไม้พื้นล่าง (under storey) พบไม้ไผ่ (bamboo) เช่น *Gigantochloa albociliata* (ไผ่ไร่) *Dendrocalamus strictus* (ไผ่ซาง) มากในป่าชุมชนบ้านละเบ้ายา แต่พบไผ่ในป่า Dry evergreen forest ไม่มากนักในพื้นที่ที่ศึกษา

จากผลการศึกษาของ (สุระพงษ์, 2548) เกี่ยวกับทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำสมุน โดยกำหนดเลือกพื้นที่ศึกษาเป็นตัวแทนของป่าที่ยังคงความอุดมสมบูรณ์ในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยคำนึงถึงชนิดป่าและความสูงจากระดับน้ำทะเลของพื้นที่ รวมถึงการเข้าใช้ประโยชน์ของชุมชนเป็นหลัก การกำหนดขอบเขตใช้แปลงศึกษาแบ่งตามชนิดป่า เลือกป่าที่เป็นตัวแทนในพื้นที่ศึกษา ให้มีขอบเขตครอบคลุมป่าชุมชนบ้านกาใส และบ้านละเบ้ายา ซึ่งเป็นป่าเบญจพรรณ จำนวน 6 แปลง และป่าต้นน้ำซึ่งประกอบด้วยป่าดิบแล้ง จำนวน 3 แปลง รวมทั้งหมด 9 แปลง โดยแต่ละแปลงกระจายไปตามความสูงจากระดับน้ำทะเลโดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ ระดับกลาง ระดับสูง เป็นตัวแทนในแต่ละระดับความสูง เพื่อทำการศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบของป่า

ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการวางแปลงในภาคสนาม ได้นำมาใช้เพื่อการประเมินสถานภาพของทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำสมุน และป่าไม้ที่พบในพื้นที่ลุ่มน้ำนี้สามารถจำแนกได้ดังนี้ (ภาพ 15)



ภาพ 15 แผนที่ทรัพยากรป่าไม้และแนวเขตอุทยานแห่งชาติในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน

ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศทั่วไป

จังหวัดน่านตั้งอยู่ในเขตร้อน ระหว่างเส้นศูนย์สูตรกับทรอปิคออฟแคนเซอร์ จึงมีผลทำให้ภูมิอากาศของจังหวัดน่านมีภูมิอากาศแบบฝนเมืองร้อน (tropical rainy climate) แม้ว่าในฤดูหนาวความกดอากาศสูงจากประเทศจีนจะแผ่ลงมาได้เป็นบางครั้งบางคราว แต่โดยทั่วไปอุณหภูมิจะสูงกว่าจุดเยือกแข็ง ยกเว้นตามยอดเขาสูง ๆ อาจเกิดเกล็ดน้ำแข็งได้ ปริมาณฝนเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ขึ้นอยู่กับกระแสลมที่พัดพาเอาความชุ่มชื้น ฝนไปจนถึงเดือนกันยายน พายุโซนร้อนเคลื่อนที่เข้ามาทางทิศตะวันออก แต่กว่าจะเข้ามาถึงจังหวัดน่านพายุเหล่านี้จะผ่านถูเขาสูงที่ขนานกับชายแดนฝั่งประเทศลาวทำให้พายุอ่อนกำลังลงได้มาก

ลมมรสุม

ตำบลสะเนียน อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม 3 ชนิด คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ทำให้มีลักษณะภูมิอากาศในแต่ละช่วงเวลา

ฤดูกาล

ภูมิอากาศพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุนสามารถแบ่งได้ 3 ฤดูกาลดังนี้

ฤดูฝน เริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ฤดูหนาว เริ่มประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

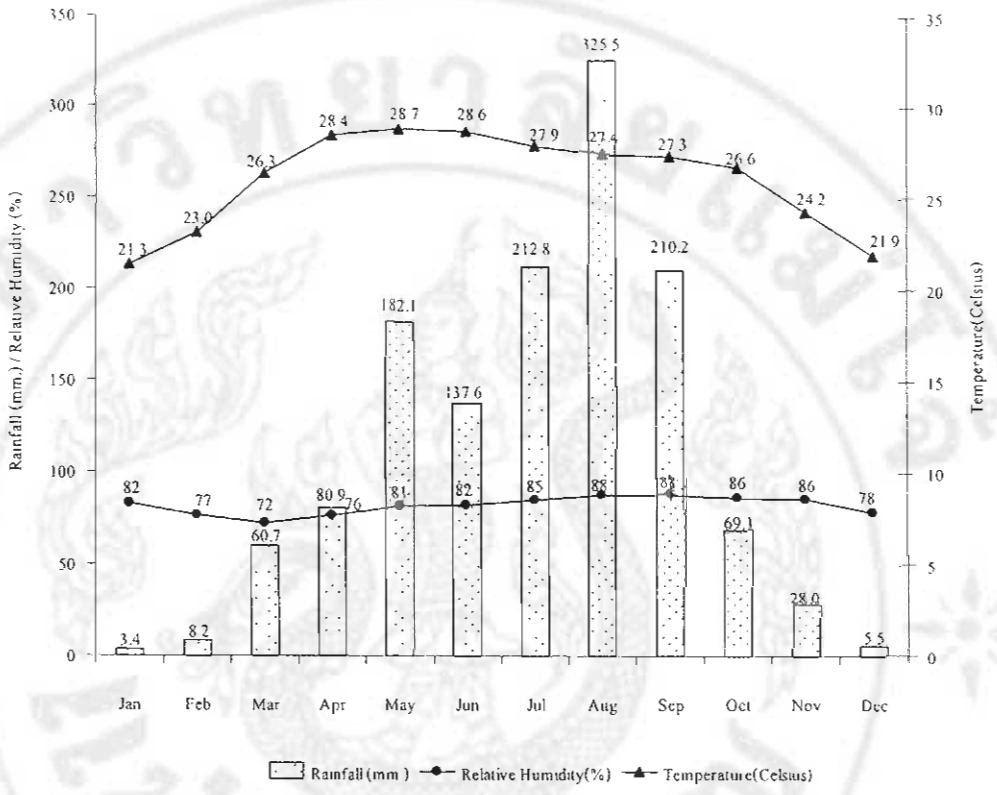
ฤดูร้อน เริ่มประมาณกลางเดือนมีนาคมถึงกลางเดือนพฤษภาคมโดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

จังหวัดน่านมีอุณหภูมิสูงสม่ำเสมอตลอดปี สภาพภูมิอากาศในรอบ 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 - 2546 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 26.00 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 21.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 28.7 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนรวม 1,324 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งเพียงพอต่อการปลูกพืชความชื้นสัมพัทธ์ต่อปีร้อยละ 82

อุณหภูมิ ฝนและความชื้นสัมพัทธ์ จังหวัดน่านมีอุณหภูมิสูงสม่ำเสมอตลอดปี สภาพภูมิอากาศในรอบ 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 – 2546 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 26.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 21.3 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 28.7 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนรวม

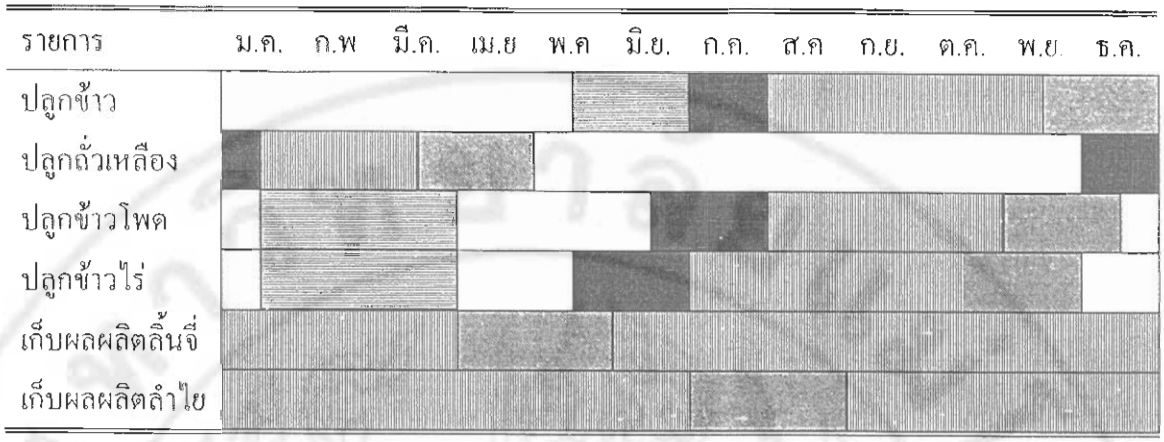
1,324 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งตกกระจายอยู่ตลอดฤดูกาล ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายนมีฝนตกกระจายตลอดปีซึ่งเพียงพอต่อการปลูกพืช ความชื้นสัมพัทธ์ต่อปี 82 เปอร์เซ็นต์ (ภาพ 16)



ภาพ 16 ลักษณะภูมิอากาศเฉลี่ย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537-2546

ที่มา: ภูพิงค์ (2548)

ตาราง 4 ปฏิทินการปลูกพืชบ้านกาใส

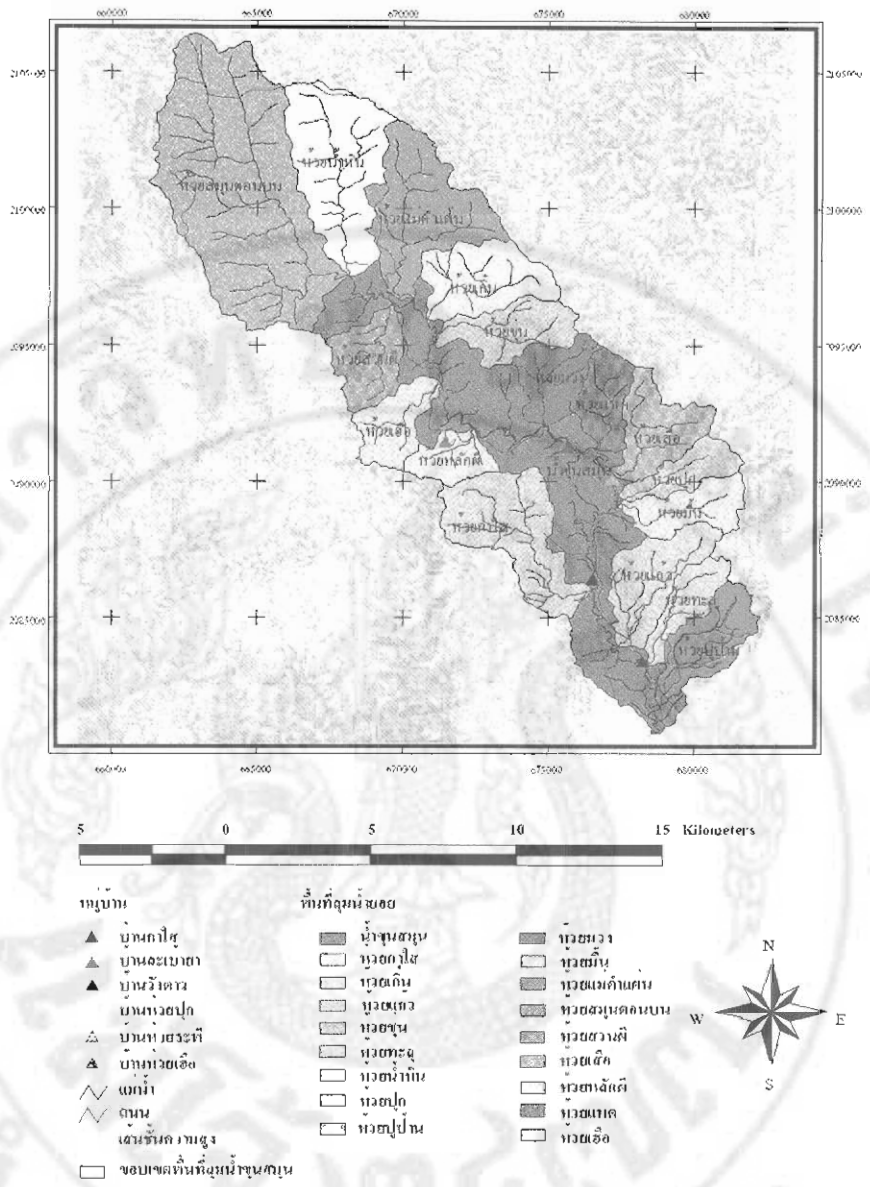


หมายเหตุ ☐ ช่วงเว้นว่างจากการเกษตร ▤ เตรียมดิน ▩ ปลูกพืช
▥ ดูแลรักษา ▧ เก็บผลผลิต

จากตาราง 4 ลักษณะภูมิอากาศเฉลี่ยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 – 2546 จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำฝนเริ่มตกตั้งแต่เดือน มีนาคม และจะเริ่มตกหนักช่วงเดือนพฤษภาคม จำนวน 182.10 มิลลิเมตร /เดือน ซึ่งเป็นช่วงที่เริ่มต้นในการเตรียมดินเพื่อทำการปลูกพืชไร่ ซึ่งมีการเปิดพื้นที่และทำลายหน้าดินจึงทำให้พื้นที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายเป็นอย่างมาก และเริ่มมีการปลูกพืชในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงเดียวกันกับช่วงที่ฝนเริ่มตกหนัก ขณะที่พืชยังไม่สามารถเจริญเติบโตปกคลุมผิวดินได้ทำให้เม็ดฝนตกกระทบผิวดินโดยตรงจึงเป็นผลทำให้มีการชะล้างพังทลายของดินสูง

ทรัพยากรแหล่งน้ำ

ลุ่มน้ำขุนสมุนเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำ เป็นแหล่งกำเนิดต้นน้ำสมุน-สะเนียน ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาของลำน้ำน่าน พื้นที่ลุ่มน้ำมีรูปร่างยาวคล้ายใบกล้วย มีแม่น้ำสมุนเป็นลำน้ำสายหลัก ลำน้ำสาขาประกอบด้วย ห้วยสมุนตอนบน ห้วยแม่คำแผ่น ห้วยเกิ๋น ห้วยสวนผึ้ ห้วยม่วง ห้วยตาดห้วยแหด ห้วยเฮือห้วยกาใส ห้วยหลักผึ้ และห้วยปุก และห้วยขนาดเล็ก ๆ อีกจำนวนมาก (ภาพ 17)



ภาพ 17 ลุ่มน้ำย่อยและลำน้ำสาขาของพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน

ทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน ค่อนข้างมีปริมาณไม่มากนักมีอัตราการไหลที่น้อย ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่มีลักษณะเหมือนใบหอก ทำให้มีลำห้วยสายสั้น ๆ เป็นจำนวนมาก แต่การนำมาใช้ประโยชน์ของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำยังมีน้อย เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ดอนและที่สูง (slope complex) โดยมีการนำน้ำมาใช้บริโภคอุปโภคเป็นส่วนมาก ส่วนพื้นที่ตอนล่างเท่านั้นที่สามารถนำน้ำไปใช้เพื่อการเกษตร แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการชะล้างพังทลายของดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพังทลายของดินลุ่มน้ำขุนสมุน

จากการศึกษาสภาพการชะล้างพังทลายของดินในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน จังหวัดน่าน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล และนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ค่าปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งมีวิธีการคือวิเคราะห์ค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามสมการและนำผลการวิเคราะห์มาสร้างเป็นแผนที่แสดงค่าปัจจัยต่าง ๆ คือปัจจัยเกี่ยวกับฝนและน้ำที่ไหลบ่าตามผิวดิน (R) ปัจจัยเกี่ยวกับความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (K) ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ (LS) ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C) และปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน (P) ค่าปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปี (A) หาได้จากผลคูณของค่าปัจจัยต่าง ๆ ตามสมการคือ R x K x LS x C x P ซึ่งวิเคราะห์ด้วยวิธีการซ้อนทับข้อมูลแผนที่แสดงค่าปัจจัยต่าง ๆ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และสร้างเป็นแผนที่แสดงศักยภาพการชะล้างพังทลายของดิน (A) พื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบน ซึ่งผลของการศึกษา สรุปได้ดังนี้

การกษัยการของดิน (on site erosions) เพื่อใช้ในการประเมินสถานภาพทรัพยากรดินได้ใช้สมการการสูญเสียดินสากล (Wischmeier and Smith, 1978) ดังนี้

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

ค่าดัชนีการพังทลายของดินที่เกิดจากฝนและน้ำไหลบ่า (R-factor)

เนื่องจากปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีผลต่อปริมาณการสูญเสียดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำดังนั้นในการประมาณค่า R-factor ในลุ่มน้ำห้วยขุนสมุนนี้จะทำการประมาณค่า R-factor เป็นค่าที่ได้จากปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 16 ปี (พ.ศ. 2533-2548) ได้มาจากสถานีตรวจวัดน้ำฝนน่าน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน และสถานีเกษตร อำเภอเมือง จังหวัดน่าน ได้ผลการคำนวณดังนี้

- พื้นที่ศึกษามีค่าเฉลี่ยของน้ำฝนในรอบปี (P) เท่ากับ 1,156.72 มิลลิเมตร/ปี
- เนื่องจากน่านมีภูมิอากาศเขตร้อนแบบสาวันนา จึงใช้สมการค่า R ในกรณีที่ไม่มีค่าความหนักเบาของฝน จะใช้ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในคาบปีเป็นมาตรฐาน (Morgan, 1966)

สมการ R-factor = 38.5 + 0.35 (P)

เมื่อ P = ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในคาบปี (mean annual rainfall)

แทนค่า = 38.5 + (.35 x 1,156.72)

= 443.352

ปัจจัยความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (K-factor)

การศึกษาค่าเกี่ยวกับความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (K) ของชุดดินต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน พบว่ามีค่าพิสัยแตกต่างกันระหว่าง 0.012 – 0.180 ตันต่อเอเคอร์ต่อ EIunit ดินที่มีค่า K ต่ำสุดคือดินสวนสัก และสูงสุดคือดินไม้ผลและที่โล่งหรือที่ว่างเปล่า

การพิจารณาค่า K ใช้ข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างในพื้นที่มาวิเคราะห์เนื้อดินโดยใช้ตารางจากโมโนกราฟ จะได้ค่า K ของแต่ละพื้นที่ที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ตาราง 5)

ตาราง 5 ค่าปัจจัยความยากง่ายในการพังทลาย K- factor แบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ค่า K-factor
ไม้ผล	0.180
ป่าสัก	0.012
ไร่เหล่า	0.073
ที่โล่งหรือที่ว่างเปล่า	0.180
พืชไร่	0.080
หมู่บ้าน	-
ป่าละเมาะ	0.073
ป่าดิบแล้ง	0.077
ป่าเบญจพรรณแล้ง	0.060

ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ (LS-factor)

ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศศึกษาจากแผนที่แสดงความสูงของภูมิประเทศ (topographic map) มาตราส่วน 1:50,000 โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นกริดขนาด 40x40 เมตร แล้วทำการวัดค่าเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน (S) กับความยาวของความลาดชัน (L) ของสภาพภูมิประเทศในทุก ๆ กริดค่าปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศนี้เป็นค่าเชิงปริมาณ ซึ่งในแต่ละกริดจะมีค่าที่แตกต่างกันออกไป

การวิเคราะห์หาค่า LS พบว่ามีความแตกต่างกันระหว่าง 0.08 – 15.76 และบริเวณที่มีความชันของความลาดเท (S) ต่ำจะมีค่า LS ต่ำ เมื่อความชันของความลาดเท(S) เพิ่มขึ้น ค่า LS ที่ได้จะสูงขึ้น ส่วนความยาวของความลาดเท (L) พบว่า เมื่อเปอร์เซ็นต์ของความลาดเทใกล้เคียงกัน แต่มีความยาวของการลาดเท (L) เพิ่มขึ้นค่า LS ที่ได้จะเพิ่มขึ้น แต่จะเพิ่มเป็นสัดส่วนที่น้อยกว่าการเพิ่มของความชันของความลาดเท (S) ตามตาราง 6

จากนั้นนำค่าความยาวของความลาดชันที่ได้มาคำนวณหาค่า LS-factor โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ของความลาดชัน กล่าวคือ

- กรณีความลาดชันน้อยกว่า 8% ให้ใช้สมการดังนี้ (Wischmeier and Smith, 1978)

$$LS = (L/22.13)^{0.5}(0.0065 + 0.045\ s + 0.0065\ s^2)$$

- กรณีความลาดชันมากกว่า 8% ใช้สมการดังนี้ (Liengsakul et al., 1993)

$$LS = \{(1/22.13)^{0.5}\}\{(0.17s) - 0.55\}$$

- เมื่อ S คือ เปอร์เซ็นต์ของความลาดชัน
- L คือ ความยาวของความลาดชัน มีหน่วยเป็นเมตร

ตาราง 6 ตารางวิเคราะห์ความลาดชันและความยาวความลาดชัน (LS-Factor)

S (%)	L (เมตร)	LS	S (%)	L (เมตร)	LS
1	40.00 - 56.57	0.08	28	40.00 - 56.57	6.26
2	40.00 - 56.57	0.16	29	40.00 - 56.57	6.48
3	40.00 - 56.57	0.27	30	40.00 - 56.57	6.71
4	40.00 - 56.57	0.43	31	40.00 - 56.57	6.91
5	40.00 - 56.57	0.53	32	40.00 - 56.57	7.14
6	40.00 - 56.57	0.73	33	40.00 - 56.57	7.43
7	40.00 - 56.57	0.91	34	40.00 - 56.57	7.66
8	40.00 - 56.57	1.11	35	40.00 - 56.57	7.90
9	40.00 - 56.57	1.63	36	40.00 - 56.57	8.14
10	40.00 - 56.57	1.88	37	40.00 - 56.57	8.20
11	40.00 - 56.57	2.09	38	40.00 - 56.57	8.58
12	40.00 - 56.57	2.36	39	40.00 - 56.57	8.88
13	40.00 - 56.57	2.61	40	40.00 - 56.57	9.09
14	40.00 - 56.57	2.85	41	40.00 - 56.57	9.26
15	40.00 - 56.57	3.07	42	40.00 - 56.57	9.47
16	40.00 - 56.57	3.30	43	40.00 - 56.57	10.00
17	40.00 - 56.57	3.58	44	40.00 - 56.57	9.86
18	40.00 - 56.57	4.85	45	40.00 - 56.57	10.50
19	40.00 - 56.57	4.04	46	40.00 - 56.57	10.33
20	40.00 - 56.57	4.29	47	40.00 - 56.57	11.33

ตาราง 6 (ต่อ)

S (%)	L (เมตร)	LS	S (%)	L (เมตร)	LS
21	40.00 - 56.57	4.53	48	40.00 - 56.57	10.67
22	40.00 - 56.57	4.78	49	40.00 - 56.57	11.00
23	40.00 - 56.57	5.00	50	40 00 - 56.57	12.00
24	40.00 - 56.57	5.27	51	40.00 - 56.57	11.31
25	40.00 - 56.57	5 51	52	40.00 - 56.57	11.50
26	40.00 - 56.57	5.74	53	40.00 - 56.57	12.33
27	40.00 - 56.57	6.00	54	40.00 - 56.57	11.80

หมายเหตุ: ค่า L แบ่งได้เป็น 6 ระดับ คือ 40.00 41.41 42.85 44.89 47.69 51.47 และ 56.57

ปัจจัยการจัดการพืช (C-factor)

การหาค่าปัจจัยการจัดการพืช ได้มาจากแผนที่แสดงการใช้ที่ดินเพื่อให้ทราบชนิดของพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมอยู่ในบริเวณลุ่มน้ำขุนสมุน แล้วจึงหาค่า C-factor การศึกษานี้ได้พิจารณาค่า C-factor ดังตาราง 7

ในการกำหนดขอบเขตค่า C ของพืชชนิดต่าง ๆ พบว่าค่า C ของพืช ในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.001 – 0.800 พืชที่มีค่า C ต่ำสุดคือ ป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณแล้งและพืชที่มีค่า C สูงสุดคือ ที่โล่งหรือที่ว่างเปล่า

ตาราง 7 ค่าปัจจัยการจัดการพืช (C-Factor) ในพื้นที่ศึกษาแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ค่า C-factor
ไม้ผล	0.150
ป่าสัก	0.088
พืชไร่	0.340
ไร่เหล่า	0.020
ป่าละเมาะ	0.048
ป่าดิบแล้ง	0.001
ป่าเบญจพรรณแล้ง	0.001
หมู่บ้าน	-
ที่โล่งหรือพื้นที่ว่างเปล่า	0.800

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2543)

ปัจจัยเกี่ยวกับการอนุรักษ์ดิน (P-factor)

เนื่องจากในพื้นที่ศึกษามีทั้งพื้นที่เป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำ ป่าอนุรักษ์ มีมาตรการอนุรักษ์ตามธรรมชาติโดยพืชพรรณ (Vegetable control) และพื้นที่ที่ถูกประชาชนบุกรุกทำการเกษตรกรรมไม่มีมาตรการในการอนุรักษ์ จึงใช้ค่า P-factor ของทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำตามสภาพความเป็นจริง (อรทัย, 2543) ซึ่งมีผลการศึกษาดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงค่าการอนุรักษ์ดิน (P-Factor)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ค่า P-factor
ไม้ผล	0.080
ป่าสัก	0.080
ไร่เหล่า	0.002
ที่โล่งหรือพื้นที่ว่างเปล่า	0.950
พืชไร่	0.950
หมู่บ้าน	-
ป่าละเมาะ	0.005
ป่าดิบแล้ง	0.001
ป่าเบญจพรรณแล้ง	0.001

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2543) และ อรทัย (2543)

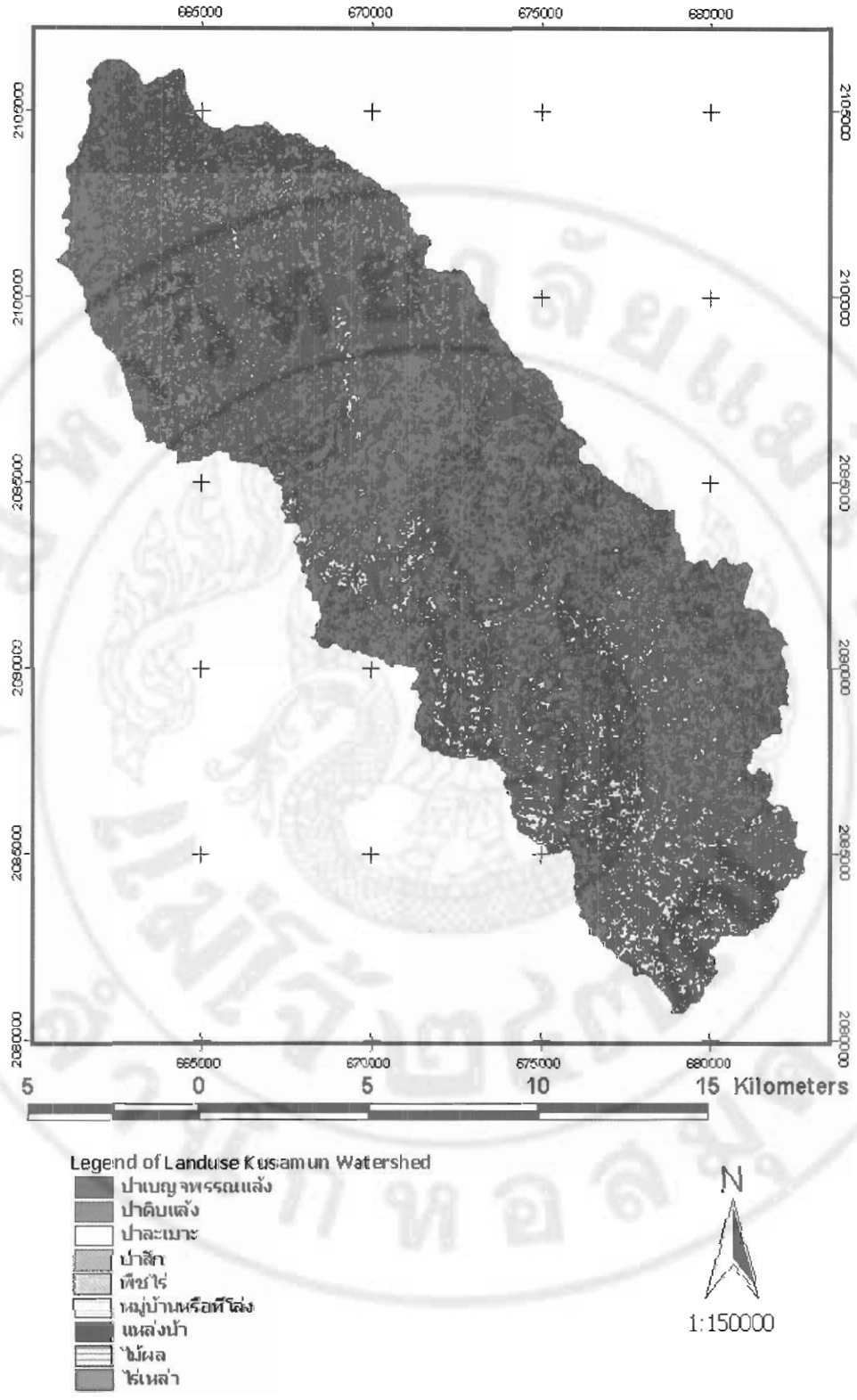
การใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำขุนสมุนได้จากการนำภาพถ่ายดาวเทียมมาแปรค่าตามหลักการแล้วนำไปตรวจเช็คกับพื้นที่จริงเพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง และทำเป็นแผนที่ การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยแบ่งตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 10 ประเภทคือ พืชไร่ ไม้ผล สวนสัก ไร่หมุนเวียน ป่าละเมาะ ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณแล้ง ที่โล่งหรือที่ว่างเปล่า หมู่บ้าน และแหล่งน้ำ ได้ตามตาราง 9

ตาราง 9 การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำขุนสมุน

ประเภทการใช้พื้นที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	รวมพื้นที่		สัดส่วนพื้นที่	
		(ไร่)	(%)	(ไร่)	(%)
พื้นที่เกษตร	1 พืชไร่	8,222.41	5.74		
	2 ไม้ผล	3,633.35	2.54		
	3 ป่าสัก	2,222.73	1.55		
	4 ไร่เหล่า	7,277.28	5.08	21,355.77	14.91
พื้นที่ป่า	1 ป่าละเมาะ	5,934.23	4.14		
	2 ป่าดิบแล้ง	22,300.04	15.57		
	3 ป่าเบญจพรรณแล้ง	90,461.06	63.15	118,695.34	82.84
พื้นที่อื่นๆ	1 ที่โล่ง	360.68	0.25		
	2 หมู่บ้าน	2,392.34	1.67		
	3 แหล่งน้ำ	434.32	0.30	3,187.33	2.23
รวมทั้งหมด		143,238.44	100.00	143,238.44	100.00

จากตาราง 9 ลุ่มน้ำขุนสมุนมีการใช้พื้นที่เป็นสัดส่วนดังนี้ คือ พื้นที่เกษตร 21,355.77 ไร่ หรือร้อยละ 14.91 พื้นที่ป่า 118,695.34 ไร่ หรือร้อยละ 82.84 และพื้นที่อื่น ๆ 3,187.33 ร้อยละ 2.23 จากพื้นที่รวม 143,238.44 ไร่ หรือ 229.18 ตารางกิโลเมตร ตามภาพ 18



ภาพ 18 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน

ผลการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมิน การชะล้างพังทลายของดิน ลุ่มน้ำย่อยขุนสมุน

การใช้ระบบภูมิสารสนเทศประเมินการชะล้างพังทลายของดิน การจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นการนำเอาข้อมูลมาประมวลผลทำให้เกิดเป็นผลลัพธ์ต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งข้อมูลภูมิศาสตร์หรือแผนที่นั้นมีกรรมวิธีข้อมูลหลายอย่างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการทำงานในระบบ GIS มี 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การนำเข้าข้อมูล เป็นการโหลดข้อมูลจากแผนที่เข้าแฟ้มข้อมูลการอ่านจากเครื่องมือหาค่าพิกัดภูมิศาสตร์ (GPS) การ Scan และ Digitize และการใช้โปรแกรม ArcView เพื่อการนำเข้าแผนที่ เช่น ข้อมูลดินจากกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลแผนที่ Topographic จากกรมแผนที่ทหาร ข้อมูลดาวเทียมจาก GISDA

2. การเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ เนื่องจากการนำเข้าข้อมูอาจมีข้อมูลที่ได้ขอมามีเนื้อหาและรายละเอียดที่เกินหรือน้อยกว่าความต้องการ รวมถึงมีข้อมูลผิดพลาดในขณะนำเข้า ดังนั้นจึงต้องมีการปรับเตรียมข้อมูลก่อการวิเคราะห์ โดยเปิดโปรแกรม Arc View เลือก เมนู Geo Processing Wizard

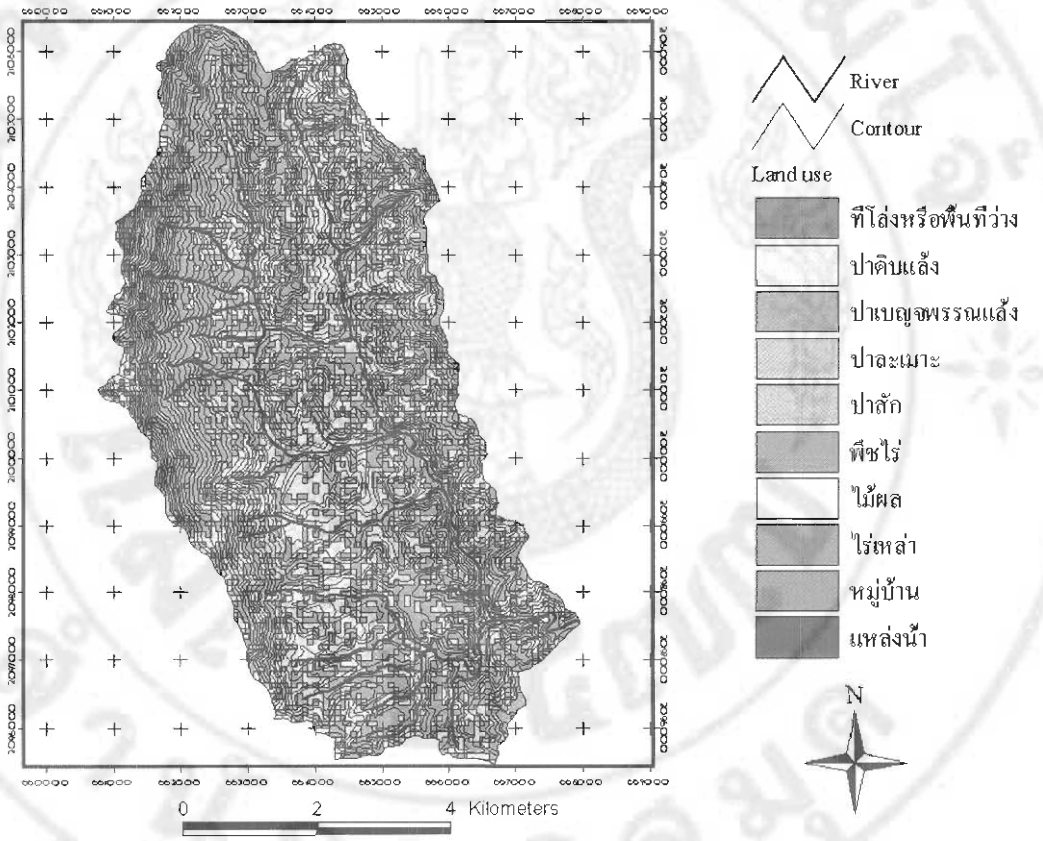
3. การวิเคราะห์แผนที่ การเปลี่ยนสีของแผนที่เนื่องจากการนำเข้สีของแผนที่จะเป็นสีเดียวไม่สื่อความหมาย การซ้อนทับแผนที่เพื่อรวมแผนที่เป็นต้น

4. การผลิตภาพแผนที่ ทำการวางองค์ประกอบของแผนที่บน Layout Window แล้วสร้างตารางกริด สร้างคำอธิบายสัญลักษณ์ สร้างองค์ประกอบมาตราส่วน

จากการปฏิบัติตามขั้นตอนดังกล่าว ได้ผลการวิเคราะห์ค่าปัจจัยการพังทลายของดินโดยใช้ระบบภูมิสารสนเทศ และนำมาสร้างเป็นแผนที่ทั้ง 19 ลุ่มน้ำย่อยดังนี้

ลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบน

ลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบนมีพื้นที่ประมาณ 28,307.51 ไร่. ถือเป็นลุ่มน้ำป่า คือพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเป็นพื้นที่ป่ารวมประมาณ 27,752.03 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 98.04 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 463.23 ไร่ หรือร้อยละ 1.64 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่น ๆ 92.25 ไร่ หรือร้อยละ 0.33 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 19 และตาราง 10



ภาพ 19 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินขอบลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบน

ตาราง 10 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบน

ประเภทการใช้พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 1.64%	1	พืชไร่	29.34	0.10
	2	ไม้ผล	4.00	0.01
	3	ป่าสัก	4.00	0.01
	4	ไร่เหล่า	425.89	1.50
พื้นที่ป่า 98.04%	1	ป่าละเมาะ	226.83	0.80
	2	ป่าดิบแล้ง	10,877.98	38.43
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	16,647.22	58.81
พื้นที่อื่นๆ 0.33%	1	ที่โล่ง	6.05	0.02
	2	หมู่บ้าน	58.20	0.21
	3	แหล่งน้ำ	28.00	0.10
รวมทั้งหมด			28,307.51	100.00

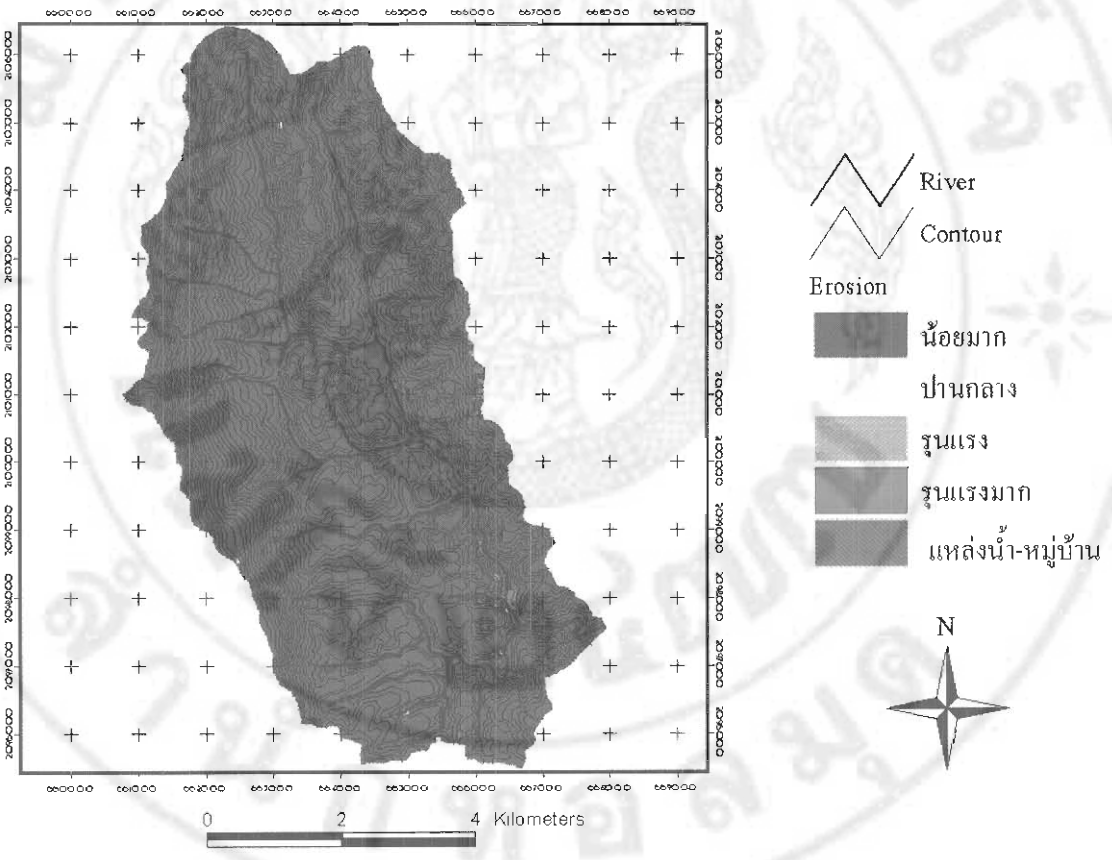
ตาราง 11 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบน

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ	ปริมาณชะล้างรวม
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	(ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	(ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	(ตัน/ไร่)	(ไร่)	(ตัน)
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	33.52	10.98	3.05	-	-	-	1,727.90	18.36	94.11	-	1,761.42
2	ไม้ผล	-	-	-	-	-	-	11.61	4.00	2.90	-	-	-	-	-	-	-	11.61
3	สวนสัก	0.02	4.00	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02
4	ไร่หมุนเวียน	4.43	425.89	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.43
5	ป่าละเมาะ	15.35	226.83	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.35
6	ป่าดิบแล้ง	1.89	10,877.98	0.0002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.89
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	2.62	16,647.22	0.0002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.62
8	ที่โล่ง	-	-		-	-	-	-	-	-	88.74	6.05	14.67	-	-	-	-	88.74
9	หมู่บ้าน	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58.20	-
10	แหล่งน้ำ	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.00	-
	รวม	24.31	28,181.92	0.08	-	-	-	45.13	14.98	5.96	88.74	6.05	14.67	1,727.90	18.36	94.11	86.20	1,886.08
	ตัน/ไร่/ปี									0.07								

On-site erosion	1,886.08	ตัน	Log SDR	1.4999	
areas	28,307.51	ไร่	SDR	0.1761	
	45.29	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	17.61%	
อัตราการชะล้าง	0.07	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	332.06	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 11 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่ ไม้ผลและที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางและรุนแรงมาก ส่วนพื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียน สวนสัก และป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก

ผลการศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบน พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 0.07 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับน้อยมาก ถือว่าเป็นลุ่มน้ำป่าต้นน้ำ การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 91.61% แต่มีพื้นที่เพียง 0.06% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง และน้อยมาก มีการชะล้างฯ 4.70% 2.39% และ 1.29% ตามลำดับ ดังภาพ 20 และตาราง 12



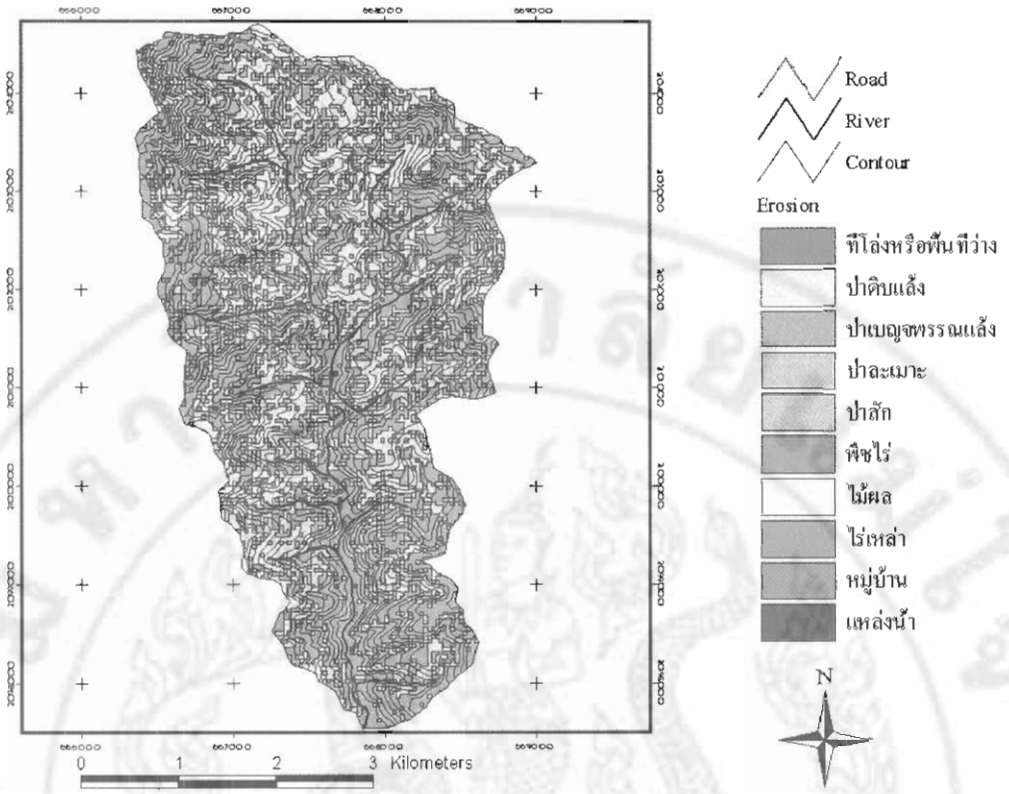
ภาพ 20 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบน

ตาราง 12 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบน

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	28,181.92	99.56	24 31	1.29	0.001
น้อย	-	-	-	-	-
ปานกลาง	14 98	0.05	45.13	2.39	3.01
รุนแรง	6.05	0.02	88.74	4.70	14.67
รุนแรงมาก	18.36	0.06	1,727.90	91.61	94 11
อื่นๆ	86.20	0.30	-	-	-
รวม	28,307.51	100.00	1,886.08	100.00	
ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ		0.07	ตัน/ไร่/ปี		

ลุ่มน้ำห้วยน้ำหิน

ลุ่มน้ำห้วยน้ำหินมีพื้นที่ประมาณ 11,462.31 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำป่า คือพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่ารวมกันประมาณ 11,307.94 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 98.65 ของพื้นที่ทั้งหมด มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 99.21 ไร่ หรือร้อยละ 0.87 ของพื้นที่ และพื้นที่อื่นๆ 55.16 ไร่ หรือร้อยละ 0.48 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 21 และตาราง 13



ภาพ 21 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยน้ำหิน

ตาราง 13 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยน้ำหิน

พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ไร่	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 0.87%	1	พืชไร่	-	-
	2	ไม้ผล	-	-
	3	ป่าสัก	-	-
	4	ไร่เหล่า	99.21	0.87
พื้นที่ป่า 98.65%	1	ป่าละเมาะ	57.34	0.50
	2	ป่าดิบแล้ง	4,897.22	42.72
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	6,353.38	55.43
พื้นที่อื่นๆ 0.48%	1	ที่โล่ง	17.24	0.15
	2	หมู่บ้าน	22.81	0.20
	3	แหล่งน้ำ	15.11	0.13
รวม			11,462.31	100.00

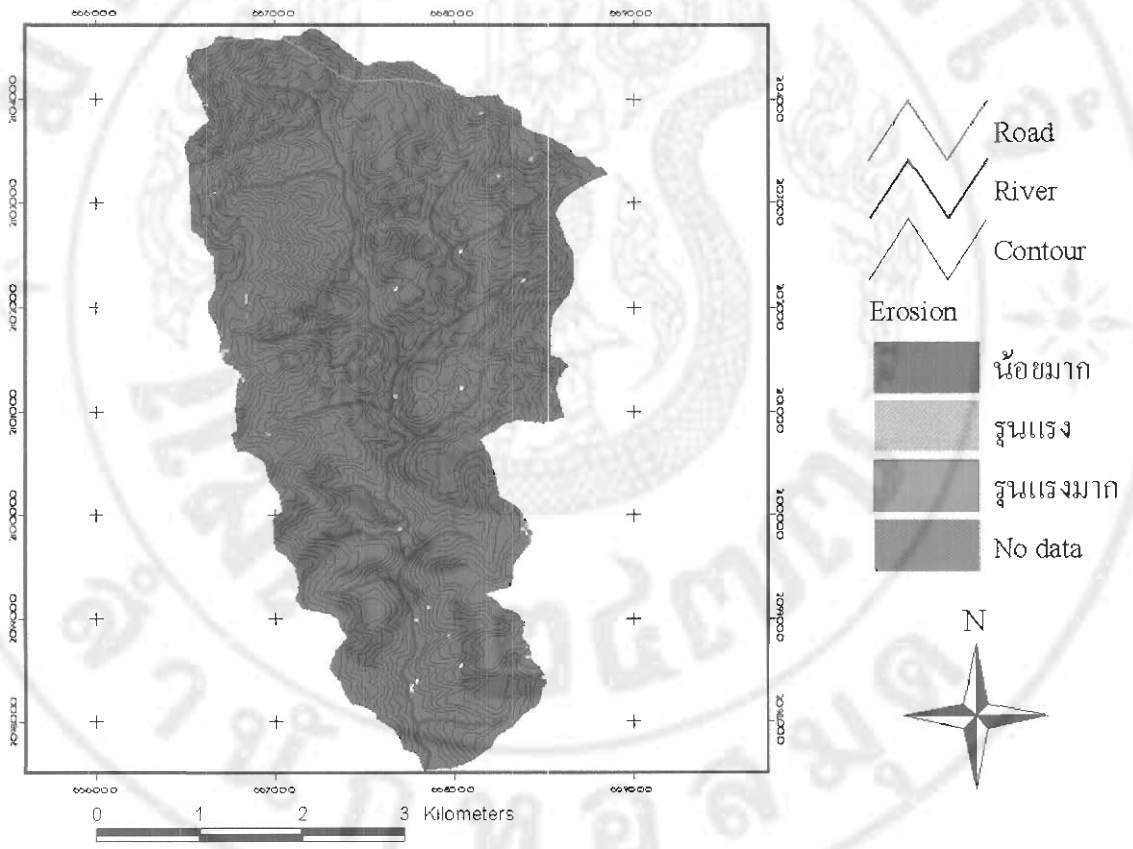
ตาราง 14 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยน้ำหิน

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ	ปริมาณชะล้างรวม
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	(ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	(ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	(ตัน/ไร่)	(ไร่)	(ตัน)
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	ไม้ผล	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	สวนสัก	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	ไร่หมุนเวียน	3.56	99.21	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.56
5	ป่าละเมาะ	11.78	57.34	0.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.78
6	ป่าดิบแล้ง	4.00	4,897.22	0.0001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	4.13	6,353.38	0.0001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.13
8	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	443.68	14.24	31.16	1,180.05	3.00	393.35	-	1,623.73
9	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.81	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.11	-
	รวม	23.47	11,407.15	0.24	-	-	-	-	-	-	443.68	14.24	31.16	1,180.05	3.00	393.35	37.92	1,647.20
	ตัน/ไร่/ปี								0.14									

On-site erosion	1,647.20	ตัน	Log SDR	1.5556	
areas	11,462.31	ไร่	SDR	0.1919	
	18.34	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	19.19%	
อัตราการชะล้าง	0.14	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	316.10	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 14 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินของที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับรุนแรงถึงรุนแรงมาก ส่วนพื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียน และป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก และไม่มีพื้นที่ที่เป็นสวนสักและไม้ผลและพืชไร่

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยน้ำหิน พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 0.14 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับน้อย ถือว่าเป็นลุ่มน้ำป่าต้นน้ำ การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 71% แต่มีพื้นที่เพียง 0.03% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง และน้อยมาก มีการชะล้างฯ 26.94% และ 1.42% ตามลำดับ ดังภาพ 22 และตาราง 15



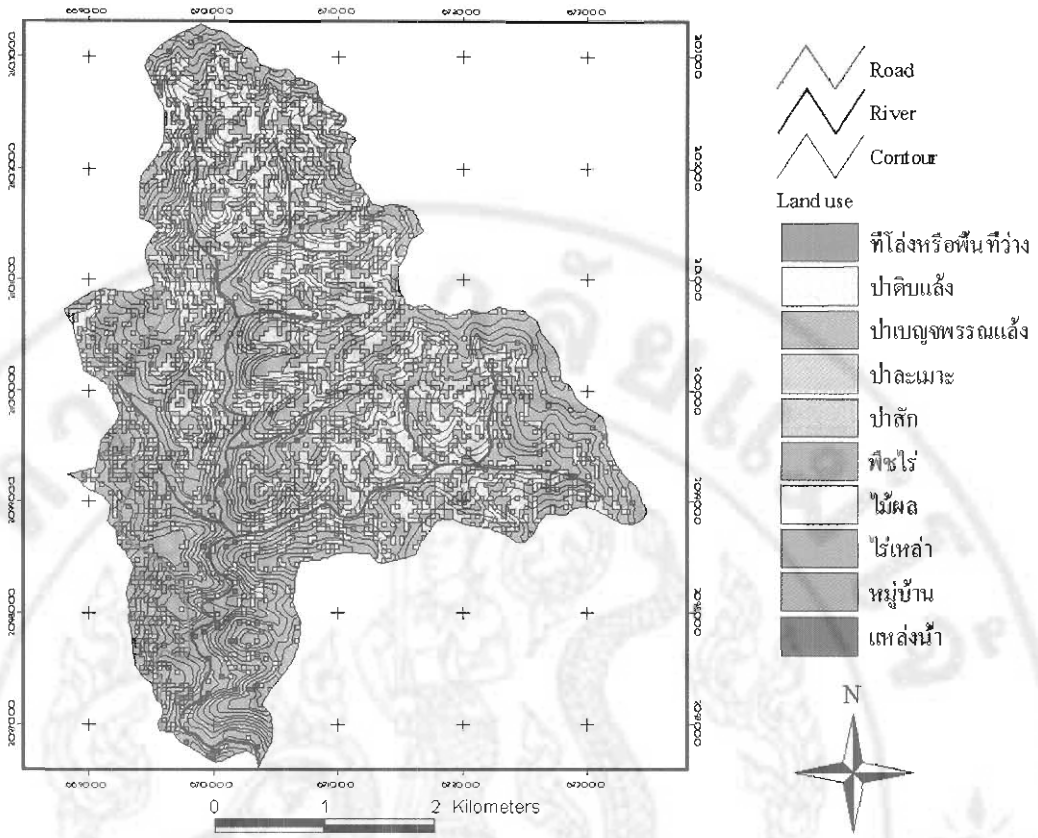
ภาพ 22 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยน้ำหิน

ตาราง 15 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยน้ำหิน

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	11,407.15	99.52	23.47	1.42	0 002
น้อย	-	-	-	-	-
ปานกลาง	-	-	-	-	-
รุนแรง	14.24	0.12	443.68	26.94	31 16
รุนแรงมาก	3.00	0.03	1,180.05	71.64	393.35
อื่นๆ	37.92	0.33	-	-	-
รวม	11,462.31	100.00	1,647.20	100.00	
ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ		0.14	ตัน/ไร่/ปี		

ลุ่มน้ำห้วยแม่คำแผ่น

ลุ่มน้ำห้วยแม่คำแผ่นมีพื้นที่ประมาณ 10,224.31 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำป่า คือพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่ารวมกันประมาณ 9,768.88 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 95.55 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 348.74 ไร่ หรือร้อยละ 3.41 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 106.59 ไร่ หรือร้อยละ 1.04 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 23 และตาราง 16



ภาพ 23 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยแม่คำแผ่น

ตาราง 16 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยแม่คำแผ่น

ประเภทการใช้พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 3.41%	1	พืชไร่	152.96	1.50
	2	ไม้ผล	20.60	0.20
	3	ป่าสัก	66.55	0.65
	4	ไร่เหล่า	108.63	1.06
พื้นที่ป่า 95.55%	1	ป่าละเมาะ	69.81	0.68
	2	ป่าดิบแล้ง	3,402.69	33.28
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	6,296.38	61.58
พื้นที่อื่นๆ 1.04%	1	ที่โล่ง	15.46	0.15
	2	หมู่บ้าน	52.43	0.51
	3	แหล่งน้ำ	38.80	0.38
รวมทั้งหมด			10,224.31	100.00

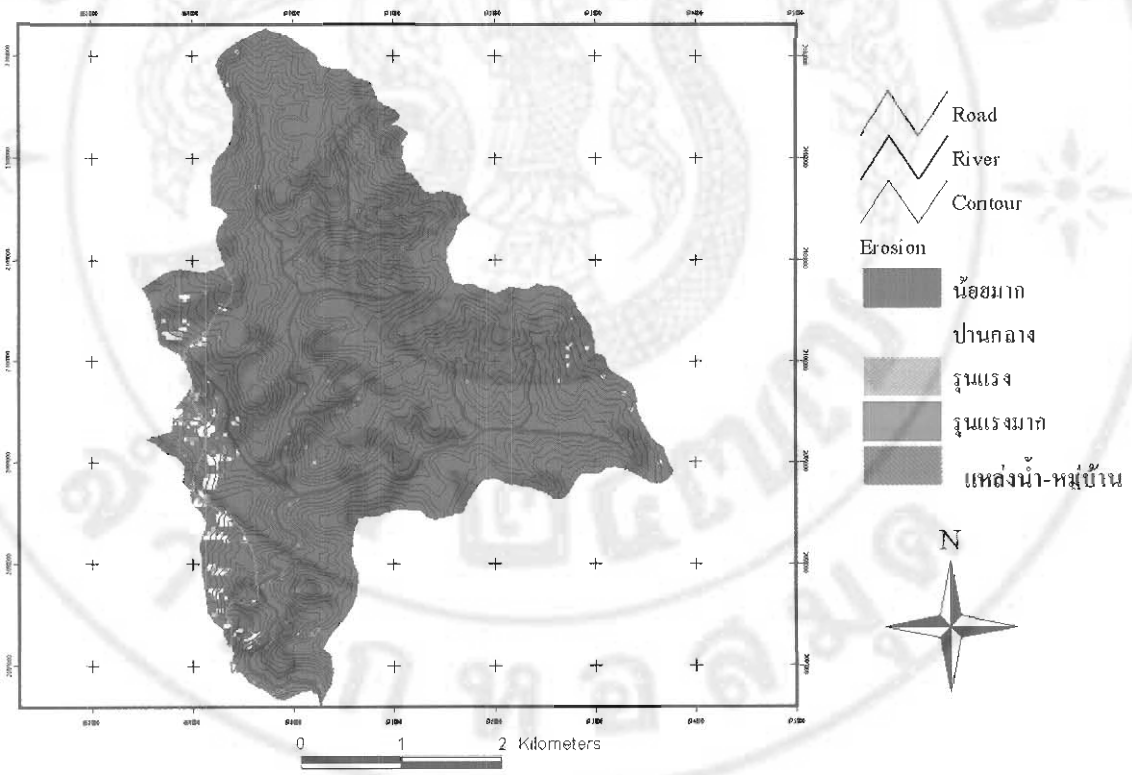
ตาราง 17 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยแม่คำแผ่น

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน																พื้นที่อื่นๆ (ไร่)	ปริมาณชะล้างรวม (ตัน)
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)		
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	882.76	151.96	5.81	67.21	1.00	67.21	-	-	-	-	949.97
2	ไม้ผล	2.15	8.60	0.25	-	-	-	161.78	12.00	13.48	-	-	-	-	-	-	-	163.93
3	สวนสัก	1.24	66.55	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.24
4	ไร่หมุนเวียน	0.22	108.63	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.22
5	ป่าละเมาะ	2.97	69.81	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.97
6	ป่าดิบแล้ง	1.89	3,402.69	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.89
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	2.38	6,296.38	0.0004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.38
8	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	414.10	13.46	30.77	663.49	2.00	331.75	-	1,077.59
9	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52.43	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38.80	-
	รวม	10.85	9,952.66	0.31	-	-	-	1,044.54	163.96	19.29	481.31	14.46	97.98	663.49	2.00	331.75	91.23	2,200.19
	ตัน/ไร่/ปี									0.22								

On-site erosion	2,200.19	ตัน	Log SDR	1.5626	
areas	10,224.31	ไร่	SDR	0.1939	
	16.36	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	19.39%	
อัตราการชะล้าง	0.22	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	426.53	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 17 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่และที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก พื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียน สวนสักและป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนไม้ผลมีระดับการชะล้างพังทลายของดินระดับน้อยมากถึงน้อย

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยแม่คำแผ่น พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 0.22 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับน้อยมาก ถือว่าเป็นลุ่มน้ำป่าต้นน้ำ การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 30.16% แต่มีพื้นที่เพียง 0.02% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง และน้อยมาก มีการชะล้าง 21.88% 47.47% และ 0.89% ตามลำดับ ดังภาพ 24 และตาราง 18



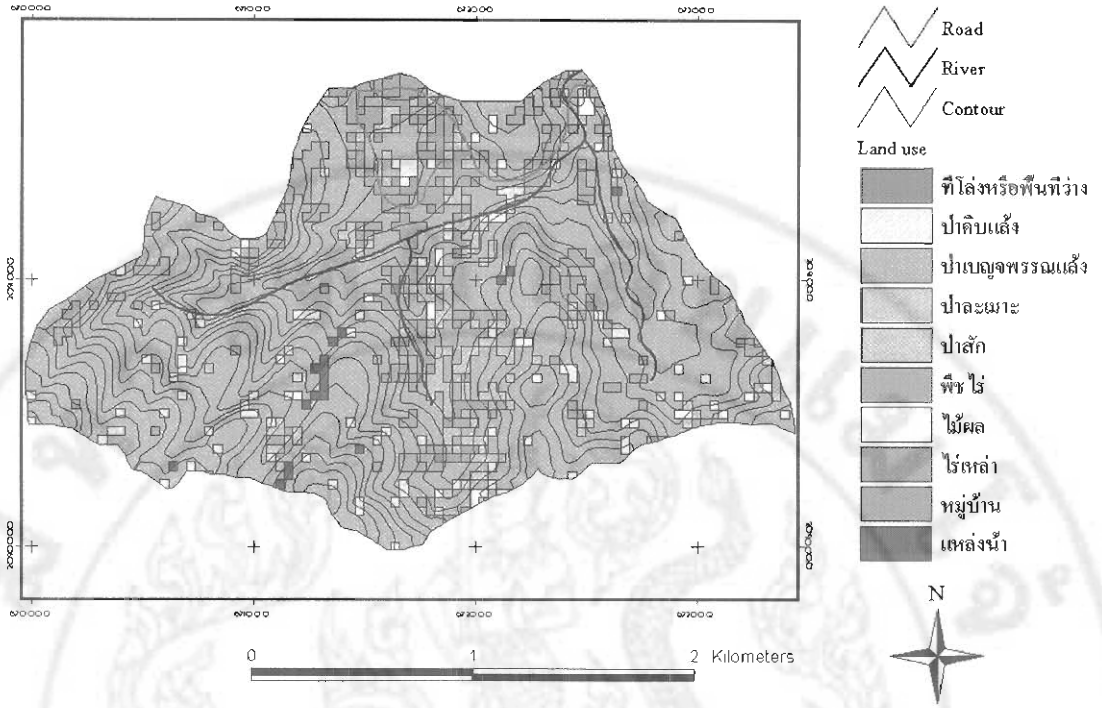
ภาพ 24 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยแม่คำแผ่น

ตาราง 18 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยแม่คำแผ่น

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	9,952.66	97.34	10.85	0.49	0.001
น้อย	-	-	-	-	-
ปานกลาง	163.96	1.60	1,044.54	47.47	6 37
รุนแรง	14.46	0.14	481.31	21.88	33.29
รุนแรงมาก	2.00	0.02	663.49	30.16	31.75
อื่นๆ	91.23	0.89	-	-	-
รวม	10,224.31	SZ00.00	2,200.19	100.00	
ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ		0.22	ตัน/ไร่/ปี		

ลุ่มน้ำห้วยหลักผี

ลุ่มน้ำห้วยหลักผีมีพื้นที่ประมาณ 2,776.83 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำเกษตร คือพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่ารวมกันประมาณ 2,212.14 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 83.27 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 403.53 ไร่ หรือร้อยละ 14.53 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 61.16 ไร่ หรือร้อยละ 2.20 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 25 และตาราง 19



ภาพ 25 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยหลักผี

ตาราง 19 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยหลักผี

ประเภทการใช้พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 14.53%	1	พืชไร่	155.33	5.59
	2	ไม้ผล	59.29	2.14
	3	ป่าสัก	36.95	1.33
	4	ไร่เหล่า	151.96	5.47
พื้นที่ป่า 83.27%	1	ป่าละเมาะ	115.13	4.15
	2	ป่าดิบแล้ง	65.31	2.35
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	2,131.70	76.77
พื้นที่อื่นๆ 2.20%	1	ที่โล่ง	-	-
	2	หมู่บ้าน	43.18	1.56
	3	แหล่งน้ำ	17.98	0.65
รวมทั้งหมด			2,776.83	100.00

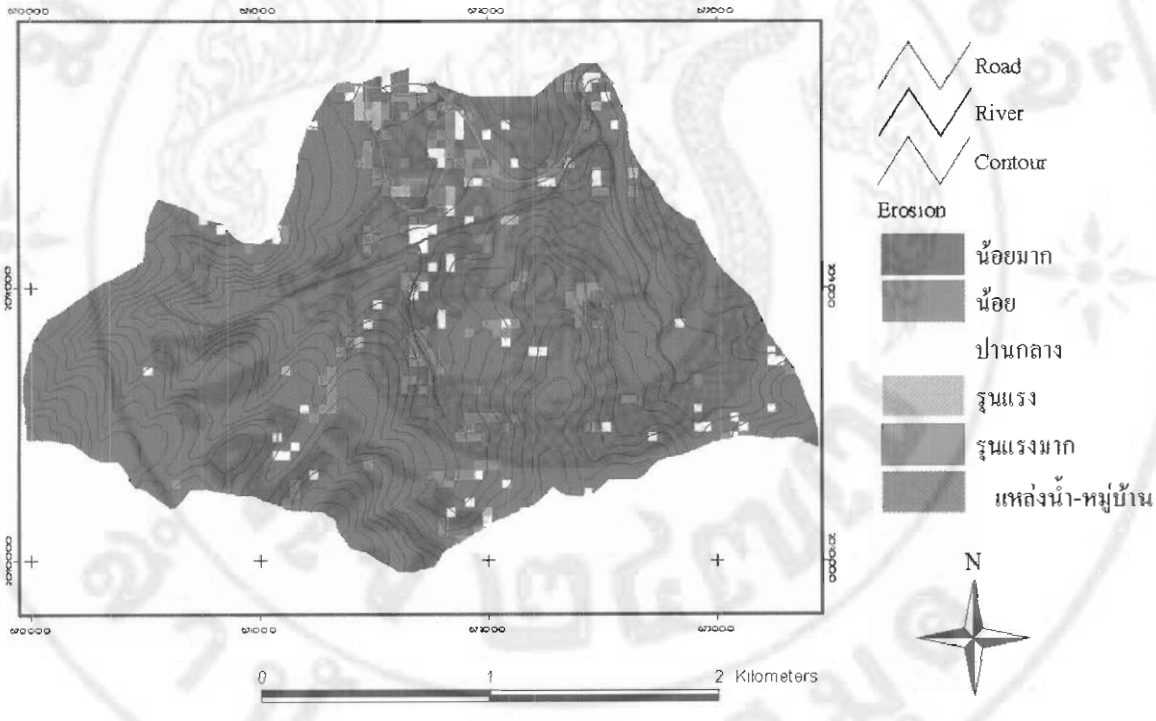
ตาราง 20 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยหลักผี

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ	ปริมาณชะล้างรวม
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	(ไร่)	(ตัน)
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	268.18	45.03	5.96	853.15	12.00	71.10	29,841.61	98.30	303 58	-	30,962.94
2	ไม้ผล	3.58	13.38	0.27	12.32	4.00	3.08	477.67	34.91	13 68	170.27	7.00	24.32	-	-	-	-	663.84
3	สวนสัก	11.05	28.00	0.39	11 70	8.95	1 31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22 75
4	ไร่หมุนเวียน	5.02	151.96	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.02
5	ป่าละเมาะ	18.02	115.13	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.02
6	ป่าดิบแล้ง	0.06	65.31	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 06
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	1 46	2,131.70	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.46
8	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43.18	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.98	-
	รวม	39.19	2,505.48	0.85	24.02	12.95	4.39	745.85	79.94	19.64	1,023.42	19.00	95.42	29,841.61	98.30	303.58	61.16	31,674.09
	ตัน/ไร่/ปี									11.41								

On-site erosion	31,674.09	ตัน	Log SDR	1.6430	
areas	2,776.83	ไร่	SDR	0.2156	
	4.44	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	21.56%	
อัตราการชะล้าง	11.41	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	6,829.95	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 20 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไปพื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก พื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียน และป่ามีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนสวนสักและไม้ผลมีระดับการชะล้างระดับน้อยมากถึงรุนแรง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยหลักผี พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 11.41 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับปานกลาง ถือว่าเป็นลุ่มน้ำเกษตร การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 94.21% แต่มีพื้นที่เพียง 3.54% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง น้อยและน้อยมาก มีการชะล้าง 3.23% 2.35% 0.08% และ 0.12% ตามลำดับ ดังภาพ 26 และตาราง 21



ภาพ 26 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยหลักผี

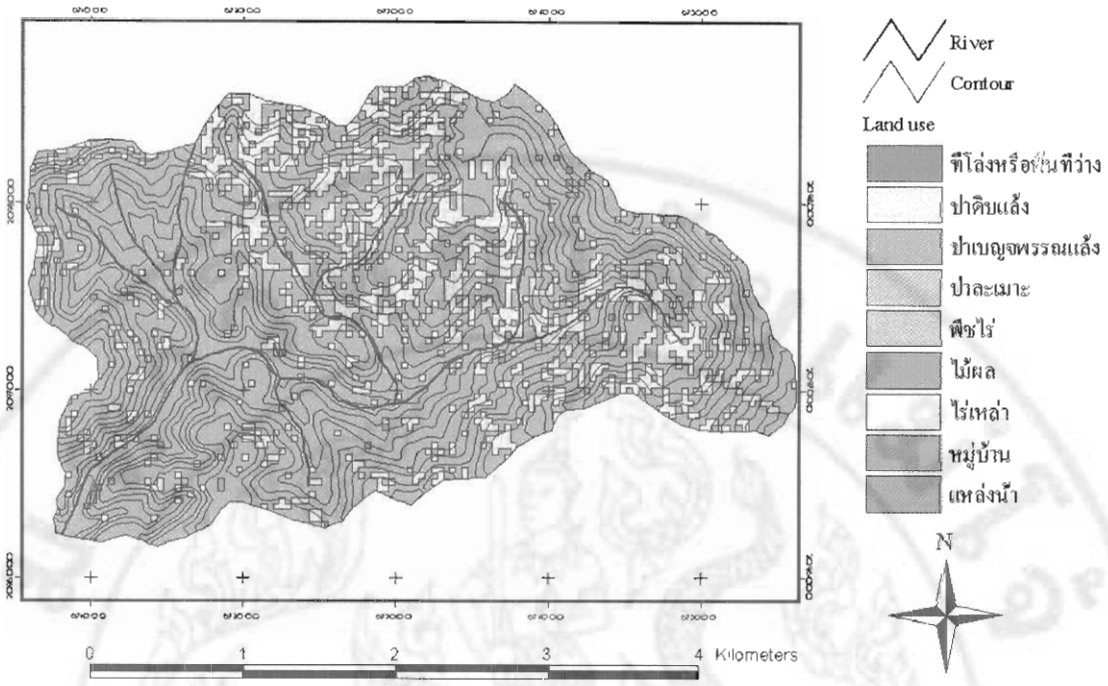
ตาราง 21 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยหลักผี

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	2,505.48	90.23	39.19	0.12	0.001
น้อย	12.95	0.47	24.02	0.08	1.85
ปานกลาง	79.94	2.88	745.85	2.35	9.33
รุนแรง	19.00	0.68	1,023.42	3.23	53.86
รุนแรงมาก	98.30	3.54	29,841.61	94.21	303.58
อื่นๆ	61.16	2.20	-	-	-
รวม	2,776.83	100.00	31,674.09	100 00	

ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ 11.41 ตัน/ไร่/ปี

ลุ่มน้ำห้วยเกิ๋น

ลุ่มน้ำห้วยเกิ๋นมีพื้นที่ประมาณ 6,493.86 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำป่า คือพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่ารวมประมาณ 6,423.97 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 98.92 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 50.66 ไร่ หรือร้อยละ 0.78 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 19.23 ไร่ หรือร้อยละ 0.30 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 27 และตาราง 22



ภาพ 27 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยเกิ๋น

ตาราง 22 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยเกิ๋น

ประเภทการใช้พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 0.78%	1	พืชไร่	1.00	0.02
	2	ไม้ผล	9.00	0.14
	3	ป่าสัก	-	-
	4	ไร่เหล่า	40.66	0.63
พื้นที่ป่า 98.92%	1	ป่าละเมาะ	2.00	0.03
	2	ป่าดิบแล้ง	1,314.17	20.24
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	5,107.80	78.66
พื้นที่อื่นๆ 0.30%	1	ที่โล่ง	1.00	0.02
	2	หมู่บ้าน	1.00	0.02
	3	แหล่งน้ำ	17.23	0.27
รวมทั้งหมด			6,493.86	100.00

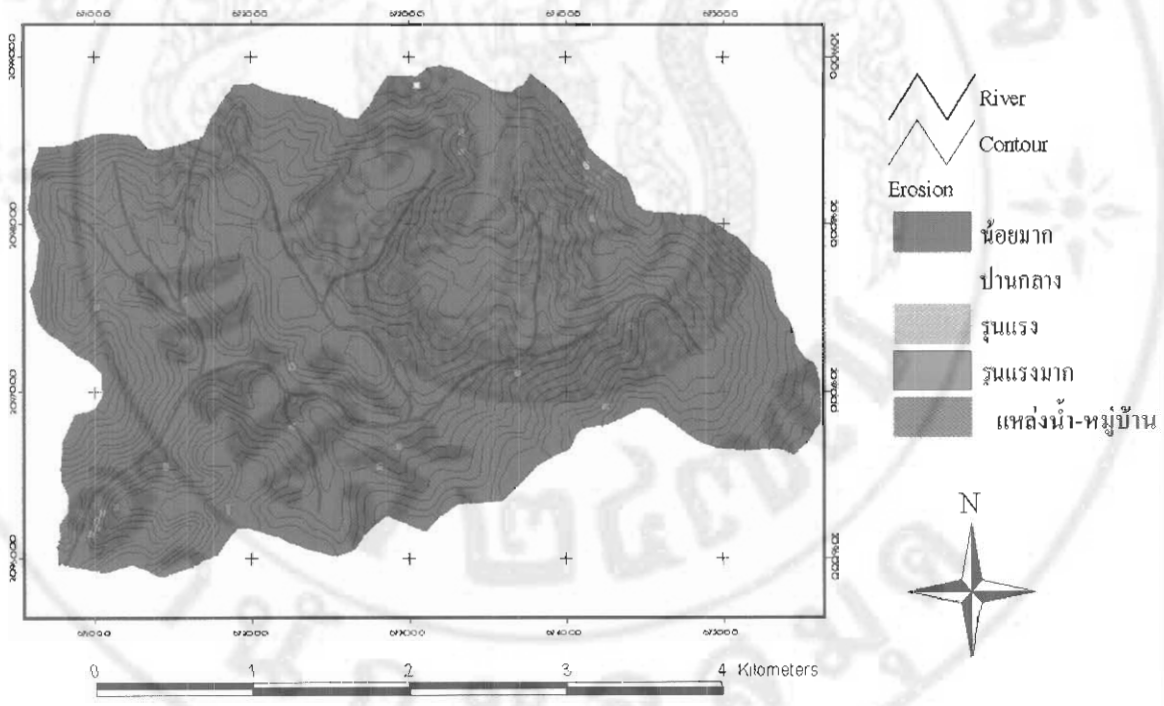
ตาราง 23 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยเกิ๋น

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ	ปริมาณชะล้างรวม
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	(ไร่)	(ตัน)
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	155.23	1.00	155 23	-	155.23
2	ไม้ผล	0.16	1.00	0.16	-	-	-	83.67	6.00	13.95	42.08	2.00	21.04	-	-	-	-	125.91
3	สวนสัก	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	ไร่หมุนเวียน	1.36	40.66	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.36
5	ป่าละเมาะ	0.62	2.00	0.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.62
6	ป่าดิบแล้ง	0.93	1,314.17	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 93
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	3.17	5,107.80	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.17
8	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	19.90	1.00	19.90	-	-	-	-	-	-	-	19.90
9	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.23	-
	รวม	6.24	6,465.63	0.50	-	-	-	103.57	7.00	33.85	42.08	2.00	21.04	155.23	1.00	155.23	18.23	307.12
	ตัน/ไร่/ปี									0.05								

On-site erosion	307.12	ตัน	Log SDR	1.5906	
areas	6,493.86	ไร่	SDR	0.2016	
	10.39	ตร.กม	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	20.16%	
อัตราการชะล้าง	0.05	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	61.91	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 23 พบว่าพื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่และที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก พื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียนและป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนไม้ผลมีระดับการชะล้างพังทลายระดับน้อยมากถึงรุนแรง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยเกิ๋น พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 0.05 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับน้อยมาก ถือว่าเป็นลุ่มน้ำป่าต้นน้ำ การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 50.54% แต่มีพื้นที่เพียง 0.02% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง และน้อยมาก มีการชะล้าง 13.70% 33.72% และ 2.03% ตามลำดับ ดังภาพ 28 และตาราง 24



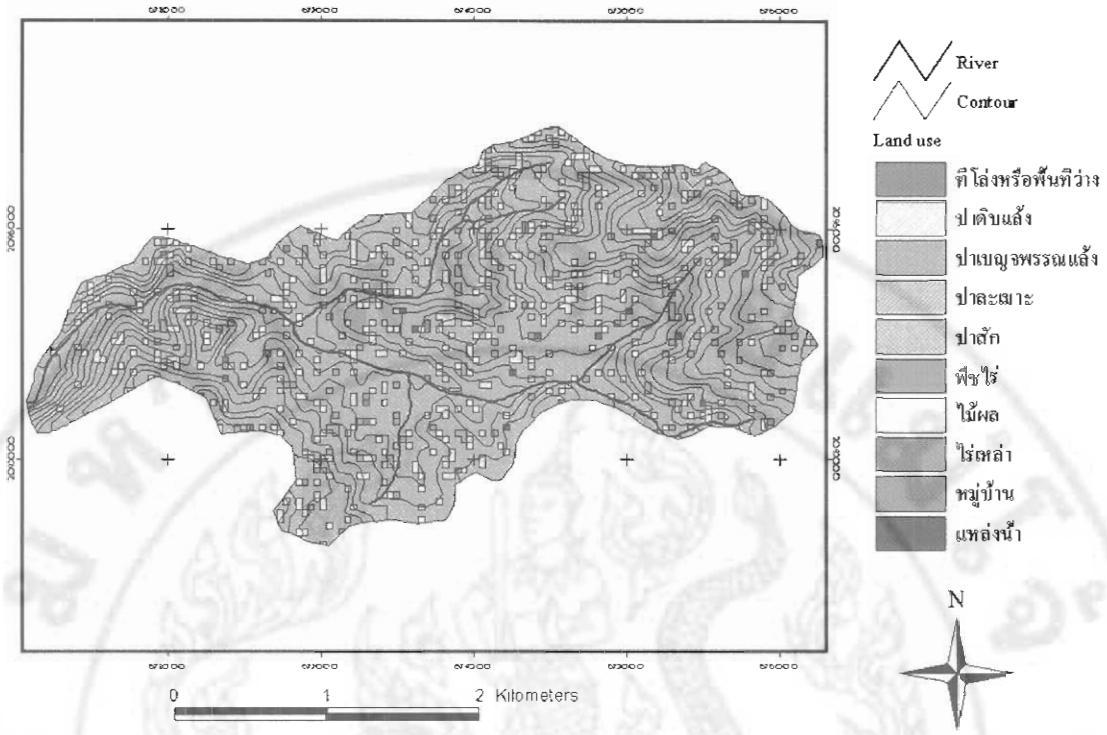
ภาพ 28 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยเกิ๋น

ตาราง 24 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยเกิ๋น

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	6,465.63	99.57	6.24	2.03	0.001
น้อย	-	-	-	-	-
ปานกลาง	7.00	0.11	103.57	33.72	14.80
รุนแรง	2.00	0.03	42.08	13.70	21.04
รุนแรงมาก	1.00	0.02	155.23	50.54	155.23
อื่นๆ	18.23	0.28	-	-	-
รวม	6,493.86	100.00	307.12	100.00	
ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ		0.05	ตัน/ไร่/ปี		

ห้วยขุ่น

ลุ่มน้ำห้วยขุ่นมีพื้นที่ประมาณ 4,791.40 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำป่า คือมีพื้นที่ป่ารวมประมาณ 4,573.69 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 95.46 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 199.54 ไร่ หรือร้อยละ 4.16 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 18.16 ไร่ หรือร้อยละ 0.38 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 29 และตาราง 25



ภาพ **29** แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยขุ่น

ตาราง **25** ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยขุ่น

พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ไร่	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 4.16%	1	พืชไร่	14.89	0.31
	2	ไม้ผล	48.06	1.00
	3	ป่าสัก	1.00	0.02
	4	ไร่เหล่า	135.59	2.83
พื้นที่ป่า 95.46%	1	ป่าละเมาะ	40.69	0.85
	2	ป่าดิบแล้ง	406.95	8.49
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	4,126.05	86.12
พื้นที่อื่นๆ 0.38%	1	ที่โล่ง	2.00	0.04
	2	หมู่บ้าน	4.00	0.08
	3	แหล่งน้ำ	12.17	0.25
รวม			4,791.40	100.00

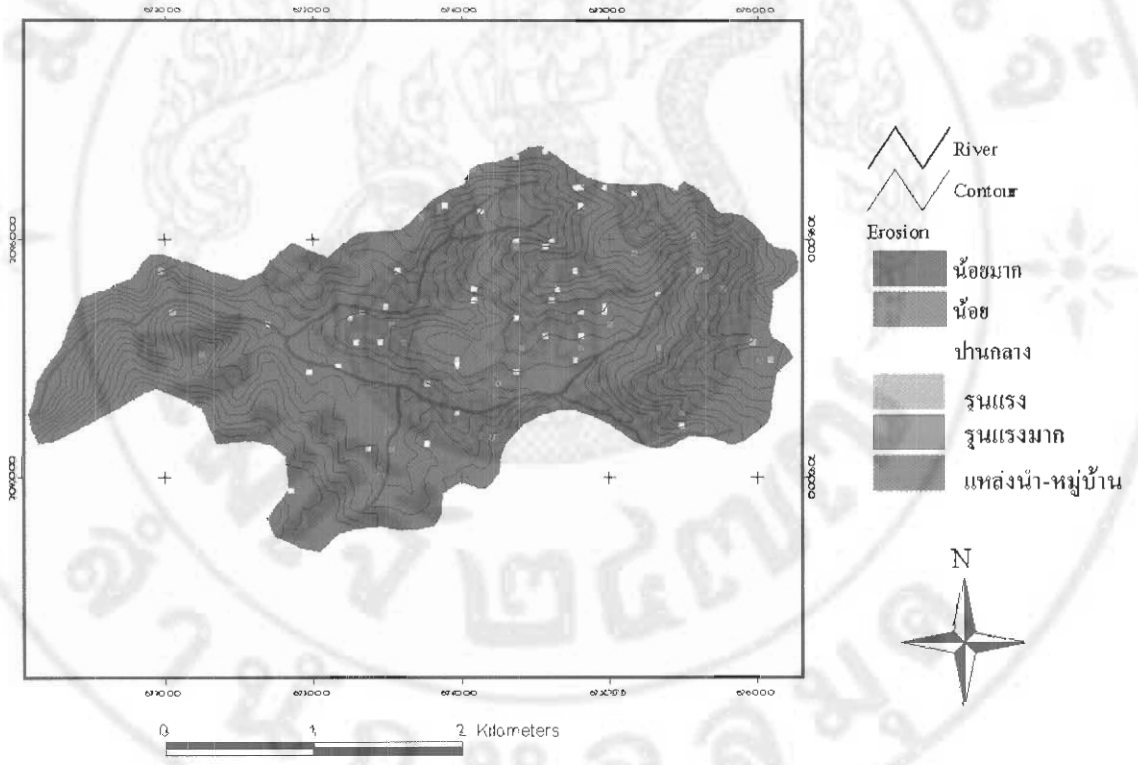
ตาราง 26 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยขุน

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ	ปริมาณชะล้างรวม
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	(ไร่)	(ตัน)
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,349.84	14.89	359.29	-	5,349.84
2	ไม้ผล	0.48	1.62	0.30	4.61	1.00	4.61	620.64	42.44	14.62	69.29	3.00	23.10	-	-	-	-	695.02
3	สวนสัก	-	-	-	1.12	1.00	1.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.12
4	ไร่หมุนเวียน	5.17	135.59	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.17
5	ป่าละเมาะ	9.17	40.69	0.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.17
6	ป่าดิบแล้ง	0.34	406.95	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.34
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	2.95	4,126.05	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.95
8	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.16	2.00	29.58	-	-	-	-	59.16
9	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.17	-
	รวม	18.11	4,710.90	0.56	5.73	2.00	2.87	620.64	42 44	14.62	128.45	5.00	52.68	5,349.84	14.89	359.29	16.17	6,122.77
	ตัน/ไร่/ปี									1.28								

On-site erosion	6,122.77	ตัน	Log SDR	1.6094	
areas	4,791 40	ไร่	SDR	0.2067	
	7.67	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	20.67%	
อัตราการชะล้าง	1.28	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	1,265.29	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 26 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่และที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับรุนแรงมาก พื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียนและป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนไม้ผลและสวนผักมีการชะล้างระดับน้อยมากถึงรุนแรง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยขุ่น พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 1.28 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับน้อย ถือว่าเป็นลุ่มน้ำป่าต้นน้ำ การชะล้างพังทลายระดับในรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 87.38% แต่มีพื้นที่เพียง 0.31% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง น้อยและน้อยมาก มีการชะล้าง 2.10% 10.14% 0.09% และ 0.30% ตามลำดับ ดังภาพ 30 และตาราง 27



ภาพ 30 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยขุ่น

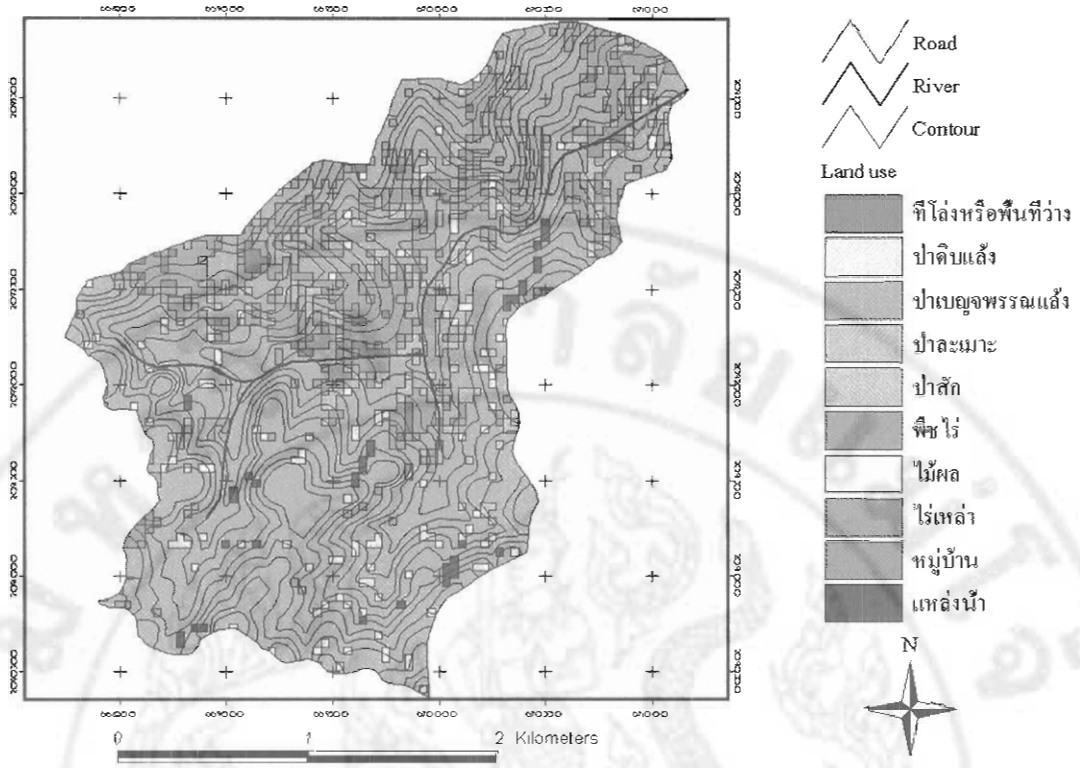
ตาราง 27 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยขุ่น

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	4,710.90	8.32	18.11	0.30	0.004
น้อย	2.00	0.04	5.73	0.09	2.87
ปานกลาง	2.44	0.89	620.64	10.14	14.62
รุนแรง	.00	.10	128.45	2.10	25.69
รุนแรงมาก	4.89	.31	5,349.84	87.37	359.29
อื่นๆ	6.17	0.34	-	-	-
รวม	4,807.40	100.00	6,122.77	100.00	

ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ 1.28 ตัน/ไร่/ปี

ห้วยเฮือ

ลุ่มน้ำห้วยเฮือมีพื้นที่ประมาณ 3,832.23 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำเกษตร คือมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่ารวมประมาณ 2,990.74 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 78.04 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 692.53 ไร่ หรือร้อยละ 18.07 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 148.96 ไร่ หรือร้อยละ 3.89 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 31 และตาราง 28



ภาพ 31 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยเฮือ

ตาราง 28 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยเฮือ

ประเภทการใช้พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 18.07%	1	พืชไร่	412.78	10.77
	2	ไม้ผล	43.38	1.13
	3	ป่าสัก	37.65	0.98
	4	ไร่เหล่า	198.72	5.19
พื้นที่ป่า 78.04%	1	ป่าละเมาะ	207.12	5.40
	2	ป่าดิบแล้ง	73.38	1.91
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	2,710.24	70.72
พื้นที่อื่นๆ 3.89%	1	ที่โล่ง	17.43	0.45
	2	หมู่บ้าน	92.53	2.41
	3	แหล่งน้ำ	39.00	1.02
รวมทั้งหมด			3,832.23	100.00

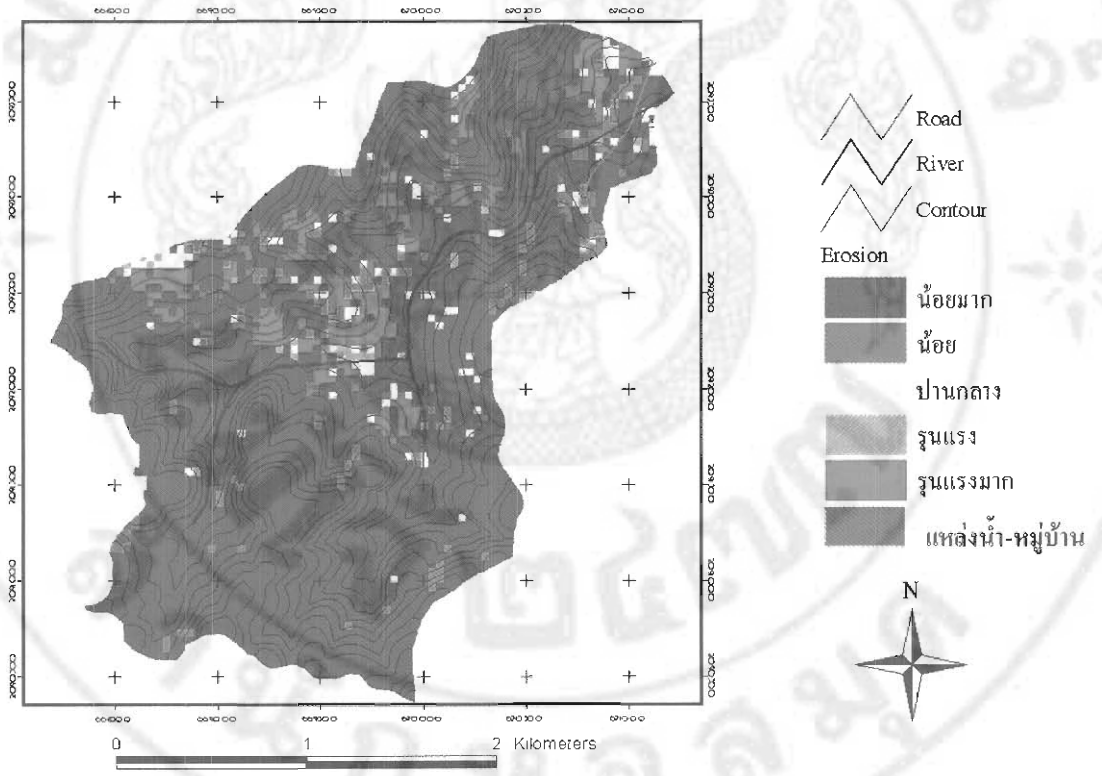
ตาราง 29 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยเฮือ

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ	ปริมาณชะล้างรวม
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	(ไร่)	(ตัน)
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	385.51	59.88	6.44	160.82	2.00	80.41	106,534.93	350.90	303 60	-	107,081.26
2	ไม้ผล	3.10	11.30	0.27	-	-	-	317.75	25.08	12.67	160.25	7.00	22.89	-	-	-	-	481 10
3	สวนสัก	0.55	3.00	0.18	12.98	.63	4.94	319.77	32.02	9.99	-	-	-	-	-	-	-	333.30
4	ไร่หมุนเวียน	31.04	198.72	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.04
5	ป่าละเมาะ	0.06	207.12	0.0003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.06
6	ป่าดิบแล้ง	1.79	73.38	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.79
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	3.37	2,710.24	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 37
8	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	680.31	17.43	39.03	-	680.31
9	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92.53	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39 00	-
	รวม	39.91	3,203.76	0.64	12.98	2.63	4.94	1,023.03	116.98	29.09	321.07	9.00	103.30	107,215.24	368.33	342.64	131.53	108,612.23
	ตัน/ไร่/ปี									28.34								

On-site erosion	108,612.23	ตัน	Log SDR	1.6231	
areas	3,832.23	ไร่	SDR	0 2104	
	6.13	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	21.04%	
อัตราการชะล้าง	28.34	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	22,846.82	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 29 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่และที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระปานกลางถึงรุนแรงมาก พื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียนและป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนสวนสักและไม้ผลมีการชะล้างระดับน้อยมากถึงรุนแรง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยเฮือ พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 28.34 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับรุนแรง ถือว่าเป็นลุ่มน้ำเกษตร การชะล้างพังทลายระดับในรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 98.71% แต่มีพื้นที่เพียง 9.61% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง น้อยและน้อยมาก มีการชะล้าง 0.30% 0.94% 0.01% และ 0.04% ตามลำดับ ดังภาพ 32 และตาราง 30



ภาพ 32 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยเฮือ

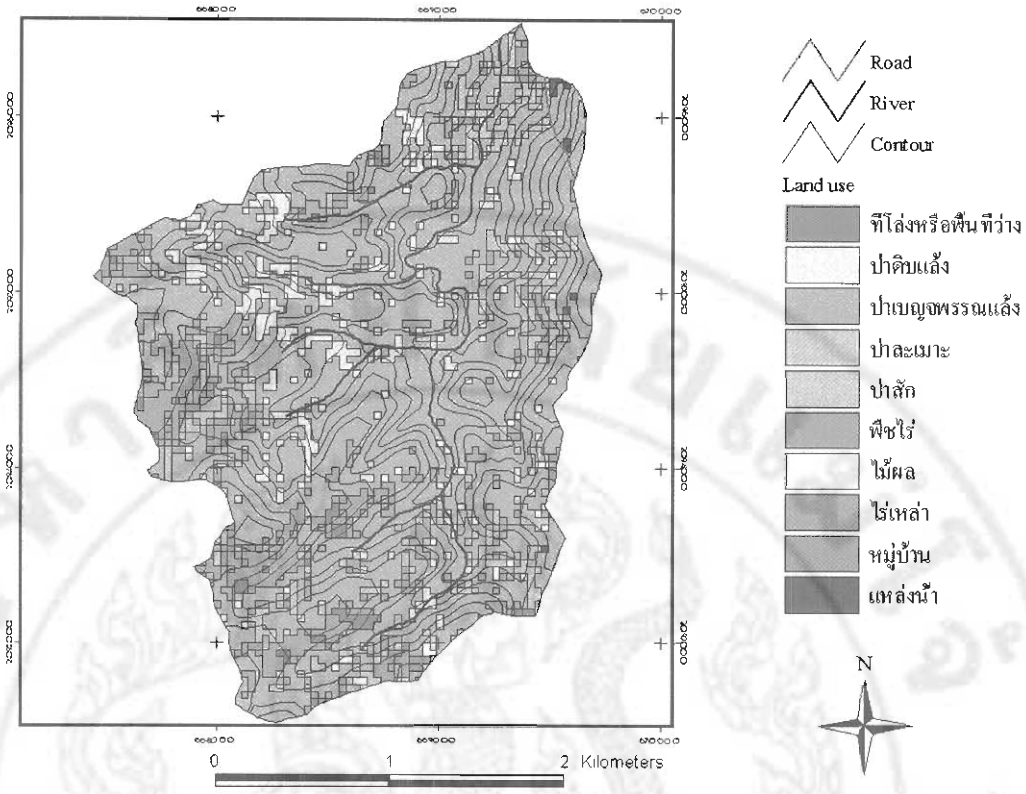
ตาราง 30 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยเฮือ

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	3,203 76	83.60	39 91	0 04	0.01
น้อย	2.63	0.07	12.98	0.01	-
ปานกลาง	116.98	3.05	1,023.03	0.94	8.75
รุนแรง	9.00	0.23	321.07	0.30	35.67
รุนแรงมาก	368.33	9.61	107,215.24	98.71	291.08
อื่นๆ	131.53	3.43	-	-	-
รวม	3,832.23	100.00	108,612.23	100.00	

ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ 28.34 ตัน/ไร่/ปี

ห้วยสวนผึ้

ลุ่มน้ำห้วยสวนผึ้มีพื้นที่ประมาณ 4,425.94 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำเกษตร คือพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่ารวมประมาณ 3,700.97 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 83.62 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 616.15 ไร่ หรือร้อยละ 13.92 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 108.82 ไร่ หรือร้อยละ 2.46 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 33 และตาราง 31



ภาพ 33 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยสวนผึ้ง

ตาราง 31 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยสวนผึ้ง

ประเภทการใช้พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 13.92%	1	พืชไร่	331.16	7.48
	2	ไม้ผล	50.58	1.14
	3	ป่าสัก	45.10	1.02
	4	ไร่เหล่า	189.31	4.28
พื้นที่ป่า 83.62%	1	ป่าละเมาะ	308.56	6.97
	2	ป่าดิบแล้ง	278.70	6.30
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	3,113.71	70.35
พื้นที่อื่นๆ 2.46%	1	ที่โล่ง	22.22	0.50
	2	หมู่บ้าน	77.76	1.76
	3	แหล่งน้ำ	8.84	0.20
รวมทั้งหมด			4,425.94	100.00

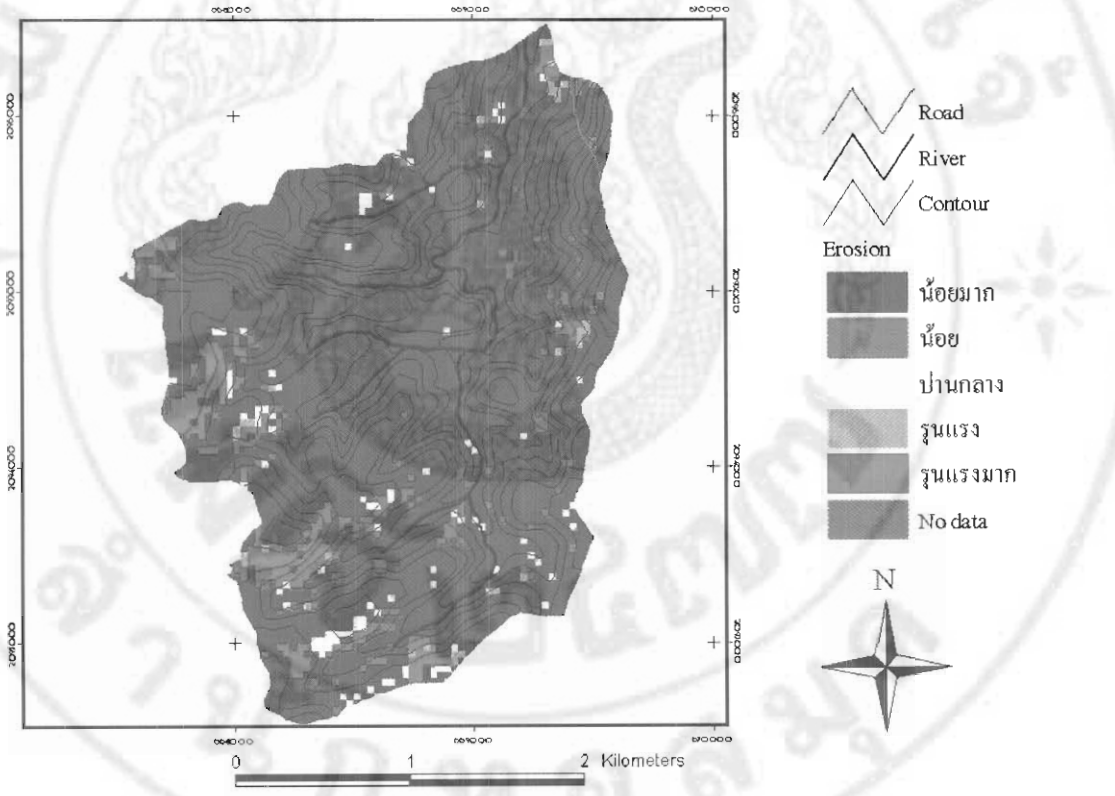
ตาราง 32 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยสวนผึ้ง

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ	ปริมาณชะล้างรวม
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	(ไร่)	(ตัน)
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	357 57	57.04	6.27	2,996.46	47.63	62.91	66,181.09	226.49	292.20	-	69,535.12
2	ไม้ผล	4.06	16.57	0.25	-	-	-	422.38	34.01	12.42	-	-	-	-	-	-	-	426.44
3	สวนสัก	19.33	33.10	0.58	15.40	12.00	1.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34 73
4	ไร่หมุนเวียน	3.84	189.31	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.84
5	ป่าละเมาะ	43.94	308.56	0.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43.94
6	ป่าดิบแล้ง	0.19	278.70	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 19
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	1.49	3,113.71	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.49
8	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	680.31	18.22	37.34	1,127.76	4.00	281.94		1,808.07
9	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77.76	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.84	-
	รวม	72.85	3,939.95	0.99	15.40	12.00	1.28	779.95	91.05	18.69	3,676.77	65.85	100.25	67,308.85	230.49	574 14	86.60	71,853.82
	ตัน/ไร่/ปี									16.23								

On-site erosion	71,853.82	ตัน	Log SDR	1.6142	
areas	4,425.94	ไร่	SDR	0.2080	
	7.08	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการหัดหาตะกอน	20.80%	
อัตราการชะล้าง	16.23	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	14,943.47	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 32 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่และที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก พื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียนและป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนสวนสักและไม้ผลมีระดับการชะล้างน้อยมากถึงปานกลาง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยสวนผึ้ง พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 16.23 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับปานกลาง ถือว่าเป็นลุ่มน้ำเกษตร การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 93.67% แต่มีพื้นที่เพียง 5.21% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง น้อยและน้อยมาก มีการชะล้าง 5.12% 1.09% 0.02% และ 0.10% ตามลำดับ ดังภาพ 34 และตาราง 33



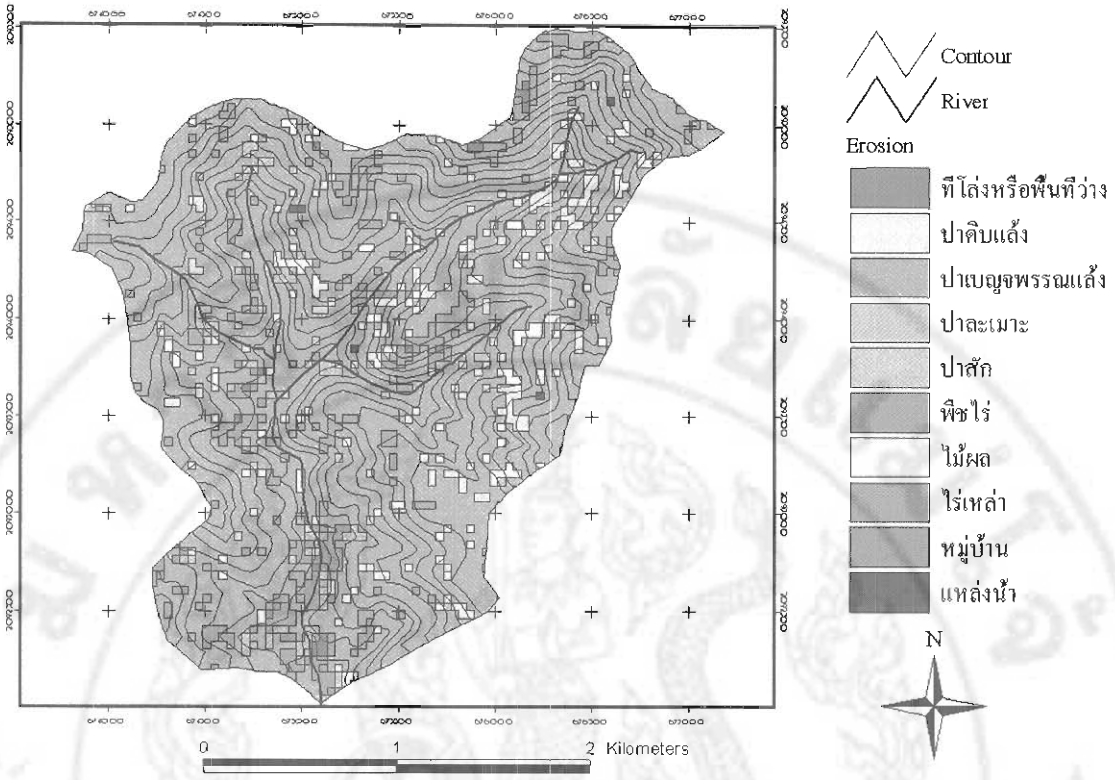
ภาพ 34 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยสวนผึ้ง

ตาราง 33 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยสวนผึ้ง

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	3,939.95	89.02	72.85	0.10	0.02
น้อย	12.00	0.27	15.40	0.02	1.28
ปานกลาง	91.05	2.06	779.95	1.09	8.57
รุนแรง	65.85	1.49	3,676.77	5 12	55.84
รุนแรงมาก	230.49	5.21	67,308.85	93.67	292.03
อื่นๆ	86.60	1.96	-	-	-
รวม	4,425.94	100.00	71,853.82	100.00	
ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ		16.23	ตัน/ไร่/ปี		

ห้วยม่วง

ลุ่มน้ำห้วยม่วงมีพื้นที่ประมาณ 3,958.23ไร่. ถือเป็นลุ่มน้ำเกษตร คือพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่ารวมประมาณ 3,442.90 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 86.98 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 481.37 ไร่ หรือร้อยละ 12.16 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 33.96 ไร่ หรือร้อยละ 0.86 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 35 และตาราง 34



ภาพ 35 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยม่วง

ตาราง 34 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยม่วง

ประเภทการใช้พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 12.16%	1	พืชไร่	89.25	2.25
	2	ไม้ผล	161.80	4.09
	3	ป่าสัก	11.00	0.28
	4	ไร่เหล่า	219.32	5.54
พื้นที่ป่า 86.98%	1	ป่าละเมาะ	96.52	2.44
	2	ป่าดิบแล้ง	136.54	3.45
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	3,209.84	81.09
พื้นที่อื่นๆ 0.86%	1	ที่โล่ง	6.00	0.15
	2	หมู่บ้าน	22.96	0.58
	3	แหล่งน้ำ	5.00	0.13
รวมทั้งหมด			3,958.23	100.00

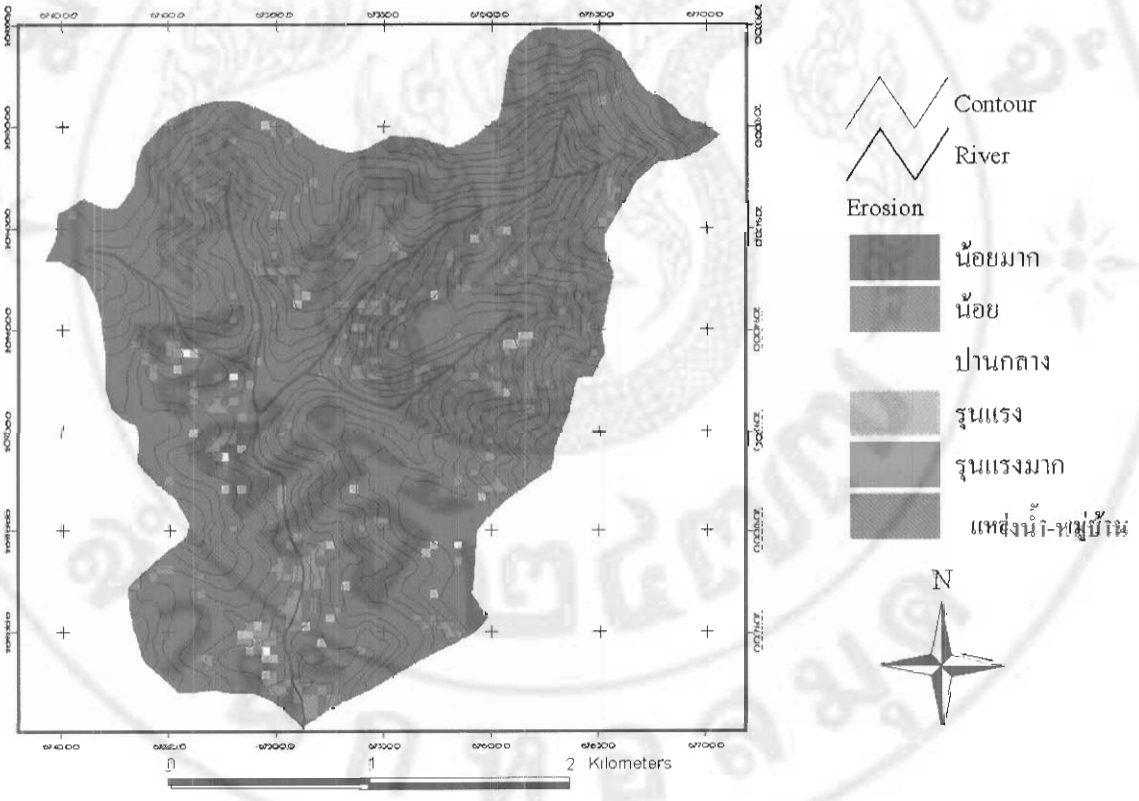
ตาราง 35 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยม่วง

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ	ปริมาณชะล้างรวม
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	(ไร่)	(ตัน)
5	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	189.96	32.56	5.83	259.81	3.05	85.18	17,142.04	53.64	319 58		17,591.81
1	ไม้ผล	8.12	33.90	0.24	6.40	2.00	3.20	1,624.33	118.90	13.66	158.43	7.00	22.63	-	-	-	-	1,797.28
2	สวนสัก	3.06	10.00	0.31	1.65	1.00	1.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.71
3	ไร่หมุนเวียน	5.74	219.32	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.74
7	ป่าละเมาะ	14.81	96.52	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.81
8	ป่าดิบแล้ง	0.12	136.54	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12
9	ป่าเบญจพรรณแล้ง	2.14	3,209.84	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.14
4	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	177.47	6.00	29.58	-	-	-	-	177.47
6	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.96	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	-
	รวม	33.99	3,706.12	0.73	8.05	3.00	4.85	1,814.29	151.46	19.50	595.71	16.05	137 39	17,142.04	53.64	319 58	27.96	19,594.08
	ตัน/ไร่/ปี									4.95								

On-site erosion	19,594.08	ตัน	Log SDR	1.6211	
areas	3,958.23	ไร่	SDR	0.2098	
	6.33	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	20.98%	
อัตราการชะล้าง	4.95	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	4,111.20	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี
	3,135	ตัน/เฮกแตร์/ปี			

จากตาราง 35 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่และที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก พื้นที่เป็นไร่หมุนเวียน และป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนสวนสักและไม้ผลมีการชะล้างระดับน้อยมากถึงรุนแรง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยม่วง พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 4.95 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับน้อย ถือว่าเป็นลุ่มน้ำป่าต้นน้ำ การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมาก มีการชะล้างพังทลายถึง 87.49 แต่มีพื้นที่เพียง 1.36% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง น้อย และน้อยมาก มีการชะล้าง 3.04% 9.26% 0.04% และ 0.17% ตามลำดับ ดังภาพ 36 และตาราง 36



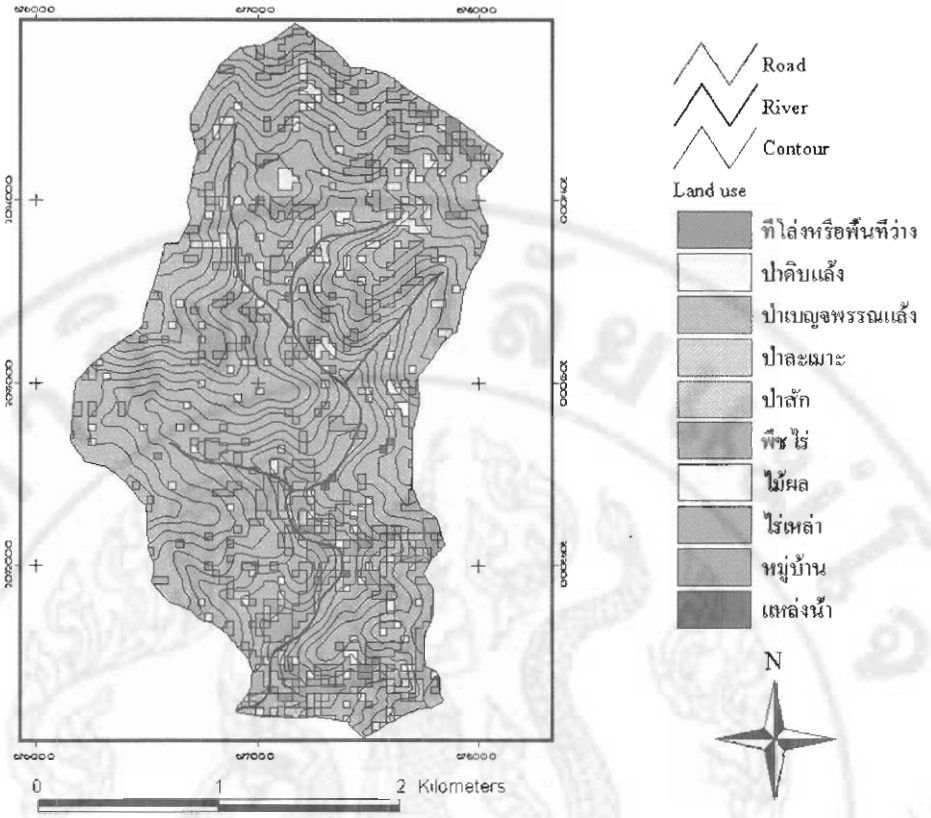
ภาพ 36 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยม่วง

ตาราง 36 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยม่วง

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	3,706.12	93.63	33.99	0 17	0.01
น้อย	3.00	0.08	8.05	0.04	-
ปานกลาง	151.46	3.83	1,814.29	9.26	11.98
รุนแรง	16.05	0.41	595.71	3.04	37.12
รุนแรงมาก	53.64	1.36	17,142.04	87 49	319.58
อื่นๆ	27.96	0.71	-	-	-
รวม	3,958.23	100.00	19,594.08	100.00	
ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ		4.95	ตัน/ไร่/ปี		

ห้วยแหด

ลุ่มน้ำห้วยแหดมีพื้นที่ประมาณ 3,493.47 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำเกษตร คือพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่ารวมประมาณ 2;861.92 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 81.92 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 582.36 ไร่ หรือร้อยละ 16.67 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 49.19 ไร่ หรือร้อยละ 1.41 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 37 และตาราง 37



ภาพ 37 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยแหด

ตาราง 37 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยแหด

ประเภทการใช้พื้นที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 16.67%	1 พืชไร่	99.19	2.84
	2 ไม้ผล	84.46	2.42
	3 ป่าสัก	20.53	0.59
	4 ไร่เหล่า	378.18	10.83
พื้นที่ป่า 81.92%	1 ป่าละเมาะ	77.44	2.22
	2 ป่าดิบแล้ง	100.74	2.88
	3 ป่าเบญจพรรณแล้ง	2,683.74	76.82
พื้นที่อื่นๆ 1.41%	1 ที่โล่ง	9.74	0.28
	2 หมู่บ้าน	34.45	0.99
	3 แหล่งน้ำ	5.00	0.14
รวมทั้งหมด		3,493.47	100.00

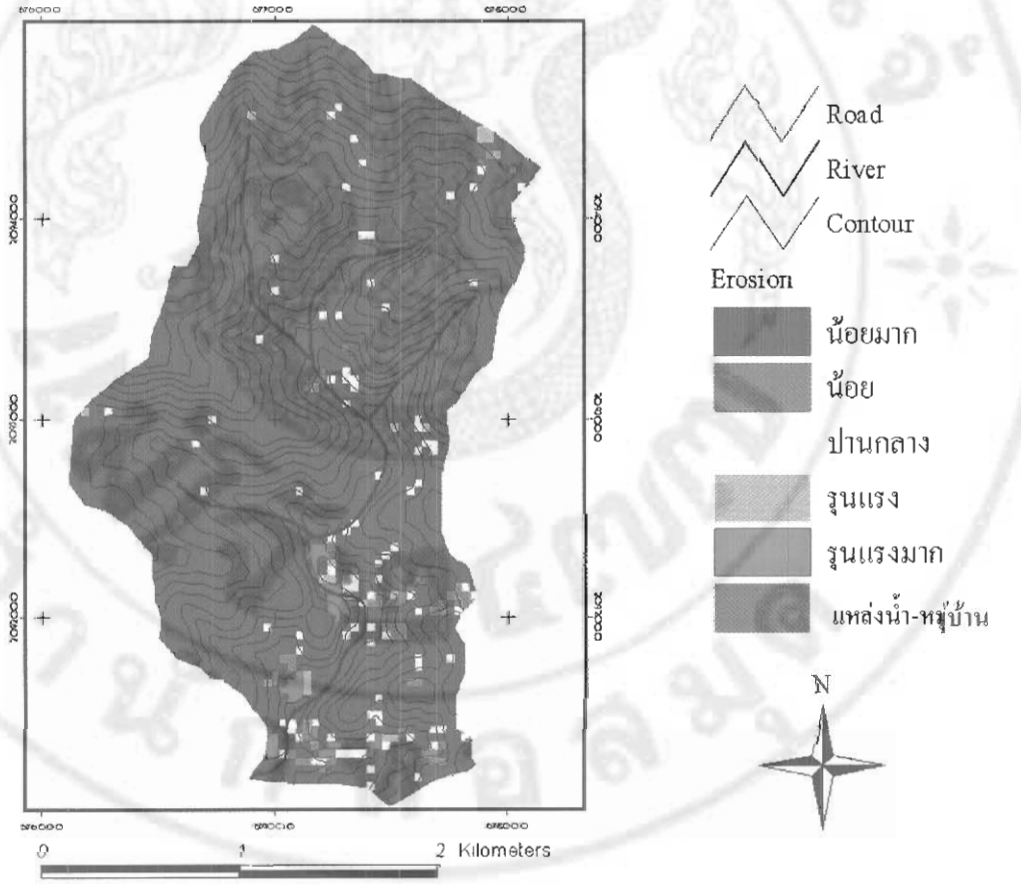
ตาราง 38 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยแหด

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกัดการของดิน															พื้นที่อื่นๆ	ปริมาณชะล้างรวม
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	(ไร่)	(ตัน)
5	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	167.61	27.13	6.18	259.30	3.00	86.43	22,476.95	69.06	325.47	-	22,903.86
1	ไม้ผล	4.30	17.47	0.25	-	-	-	851.34	62.99	13.52	99.80	4.00	24.95	-	-	-	-	955.44
2	สวนสัก	5.55	14.53	0.38	8.25	6.00	1.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.80
3	ไร่หมุนเวียน	11.60	378.18	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.60
7	ป่าละเมาะ	12.77	77.44	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.77
8	ป่าดิบแล้ง	0.07	100.74	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.07
9	ป่าเบญจพรรณแล้ง	1.60	2,683.74	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.60
4	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	325.37	9.74	33.41	-	-	-	-	325.37
6	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34.45	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	-
	รวม	35.89	3,272.10	0.82	8.25	6.00	1.38	1,018.95	90.12	19.69	684.47	16.74	144.79	22,476.95	69.06	325.47	39.45	24,224.51
	ตัน/ไร่/ปี									6.93								

On-site erosion	24,224.51	ตัน	Log SDR	1.6288	
areas	3,493.47	ไร่	SDR	0.2119	
	5.59	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	21.19%	
อัตราการชะล้าง	6.93	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	5,132.58	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 38 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่และที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก พื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียน และป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนไม้ผลและสวนสักมีการชะล้างระดับน้อยมากรุนแรง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยแหด พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 6.93 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับปานกลาง ถือว่าเป็นลุ่มน้ำเกษตร การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 92.79% แต่มีพื้นที่เพียง 1.98% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง น้อยและน้อยมาก มีการชะล้างฯ 2.83% 4.21% 0.03% และ 0.15% ตามลำดับ ดังภาพ 38 และตาราง 39



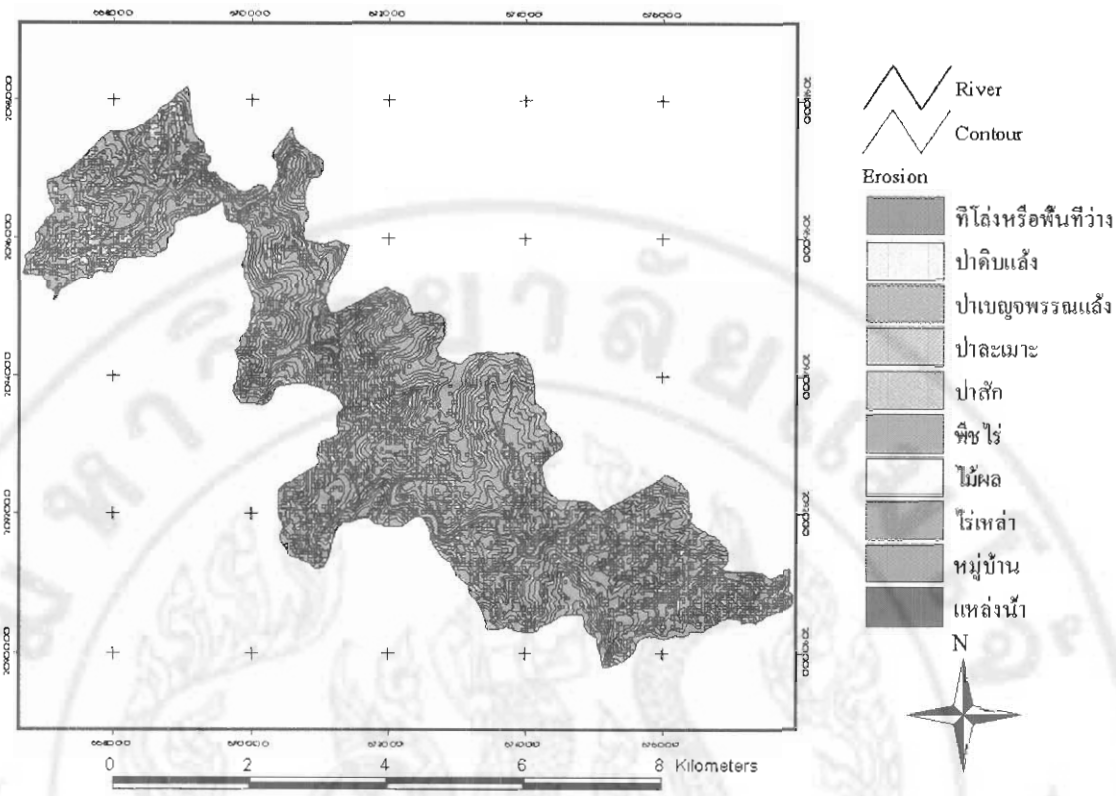
ภาพ 38 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยแหด

ตาราง 39 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยแหด

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	3,272.10	93 66	35.89	0 15	0.01
น้อย	6.00	0.17	8.25	0.03	1.38
ปานกลาง	90.12	2.58	1,018.95	4.21	11.31
รุนแรง	16.74	0.48	684.47	2.83	40.89
รุนแรงมาก	69.06	1.98	22,476.95	92.79	325.47
อื่นๆ	39.45	1.13	-	-	-
รวม	3,493.47	100.00	24,224.51	100.00	
ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ		6.93	ตัน/ไร่/ปี		

ขุนสมุนละเบ้ายา

ลุ่มน้ำขุนสมุนละเบ้ายามีพื้นที่ประมาณ 16,028.97 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำเกษตร คือ พื้นที่ส่วนใหญ่พื้นที่ป่ารวมประมาณ 13,055.26 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 81.45 ของพื้นที่ทั้งหมด มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 2,574.78 ไร่ หรือร้อยละ 16.06 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่น ๆ 398.93 ไร่ หรือร้อยละ 2.49 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 39 และตาราง 40



ภาพ 39 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำขุนสมุนละเบ้ายา

ตาราง 40 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำขุนสมุนละเบ้ายา

การใช้พื้นที่พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ไร่	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 16.06%	1	พืชไร่	918.89	5.73
	2	ไม้ผล	452.74	2.82
	3	ป่าสัก	195.77	1.22
	4	ไร่เหล่า	1,007.38	6.28
พื้นที่ป่า 81.45%	1	ป่าละเมาะ	707.73	4.42
	2	ป่าดิบแล้ง	662.68	4.13
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	11,684.85	72.90
พื้นที่อื่นๆ 2.49%	1	ที่โล่ง	31.42	0.20
	2	หมู่บ้าน	292.62	1.83
	3	แหล่งน้ำ	74.89	0.47
รวม			16,028.97	100.00

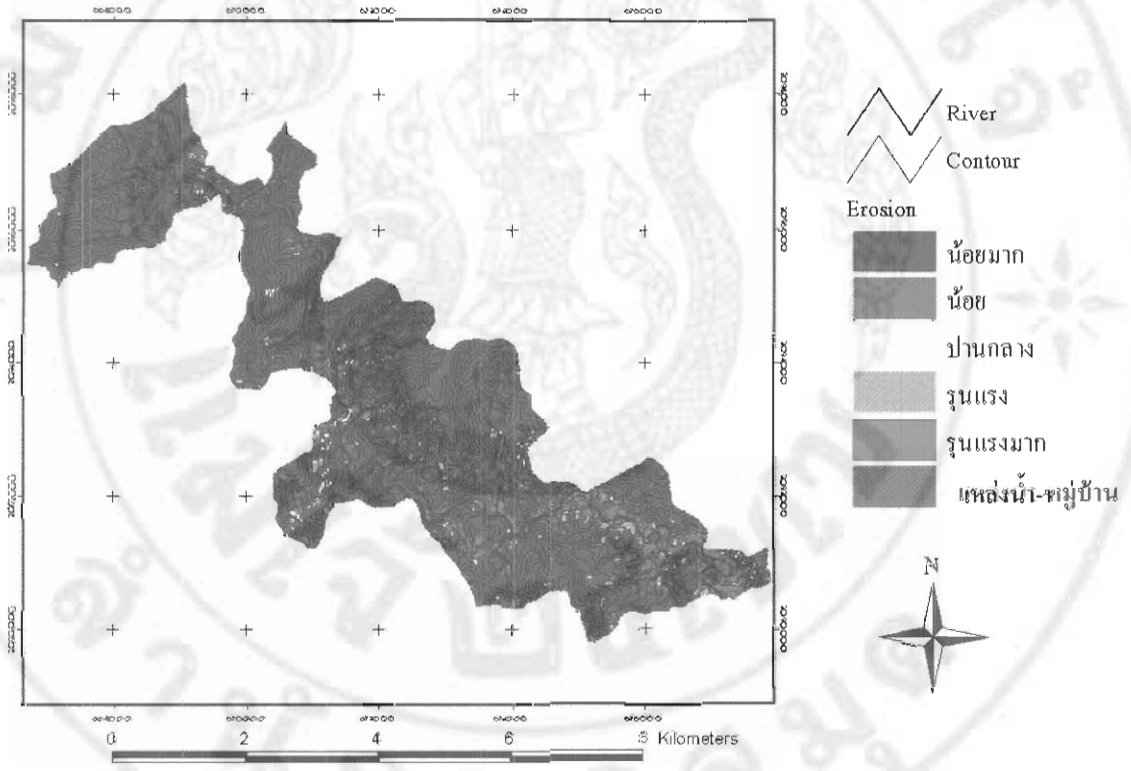
ตาราง 41 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำขุนสมุนละเบ้ายา

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ	ปริมาณชะล้างรวม
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	(ไร่)	(ตัน)
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	1,720.82	287.78	5.98	2,601.40	31.61	82.30	175,550.66	599.50	292.83	-	179,872.88
2	ไม้ผล	31.03	119.69	0.26	39.21	12.00	3.27	3,373.35	267.05	12.63	1,286.22	54.00	23.82	-	-	-	-	4,729.81
3	สวนสัก	35.25	136.09	0.26	75.65	59.68	1.27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110.90
4	ไร่หมุนเวียน	26.07	1,007.38	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.07
5	ป่าละเมาะ	105.80	707.73	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105.80
6	ป่าดิบแล้ง	0.48	662.68	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	6.76	11,684.85	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.76
8	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	976.10	31.42	31.07	-	-	-	-	976.10
9	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	292.62	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74.89	-
	รวม	205.39	14,318.42	0.69	114.86	71.68	4.54	5,094.17	554.83	18.61	4,863.72	117.03	137.18	175,550.66	599.50	292.83	367.51	185,828.80
	ตัน/ไร่/ปี					11.59												

On-site erosion	185,828.80	ตัน	Log SDR	1.5349	
areas	16,028.97	ไร่	SDR	0.1861	
	25.65	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	18.61%	
อัตราการชะล้าง	11.59	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	34,580.89	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 41 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่และที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก พื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียน และป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนสวนสักและไม้ผลมีการชะล้างระดับน้อยมากถึงรุนแรง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำขุนสมุนลเบ้ายา พบว่า มีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 11.59 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับปานกลาง ถือว่าเป็นลุ่มน้ำเกษตร การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 94.47% แต่มีพื้นที่เพียง 3.74% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง น้อยและน้อยมาก มีการชะล้างฯ 2.62% 2.74% 0.06% และ 0.11% ตามลำดับ ดังภาพ 40 และตาราง 42



ภาพ 40 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำขุนสมุนละเบ้ายา

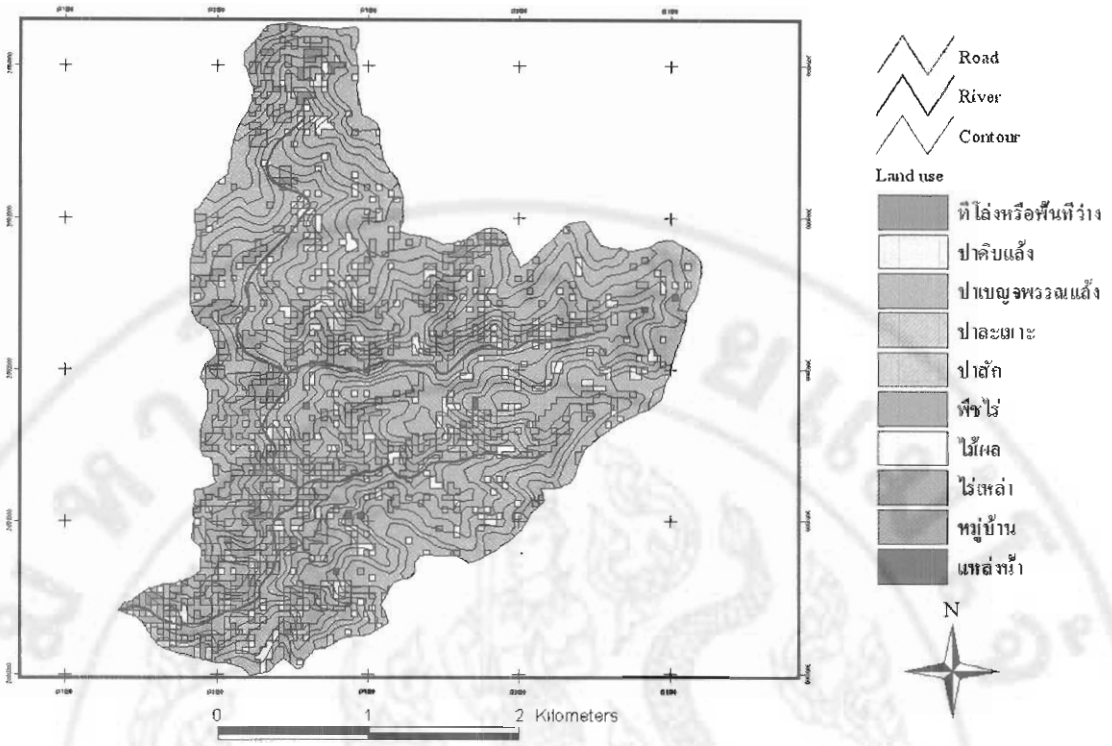
ตาราง 42 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำขุนสมุนละเบ้ายา

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	14,318.42	89.33	205.39	0.11	0.01
น้อย	71.68	0.45	114.86	0.06	1.60
ปานกลาง	554.83	3.46	5,094.17	2.74	9.18
รุนแรง	117.03	0.73	4,863.72	2.62	41.56
รุนแรงมาก	599.50	3.74	175,550.66	94.47	292.83
อื่นๆ	367.51	2.29	-	-	-
รวม	16,028.97	100.00	185,828.80	100.00	

ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ 11.59 ตัน/ไร่/ปี

ห้วยเสือ

ลุ่มน้ำห้วยเสือมีพื้นที่ประมาณ 5,118.73 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำเกษตร คือพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่ารวมประมาณ 3,833.01 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 74.88 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 1,213.68 ไร่ หรือร้อยละ 23.71 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 72.04 ไร่ หรือร้อยละ 1.41 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 41 และตาราง 43



ภาพ 41 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยเสือ

ตาราง 43 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยเสือ

ประเภทการใช้พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 23.71%	1	พืชไร่	198.78	3.88
	2	ไม้ผล	298.16	5.82
	3	ป่าสัก	51.04	1.00
	4	ไร่เหล่า	665.70	13.01
พื้นที่ป่า 74.88%	1	ป่าละเมาะ	165.44	3.23
	2	ป่าดิบแล้ง	37.57	0.73
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	3,630.00	70.92
พื้นที่อื่นๆ 1.41%	1	ที่โล่ง	10.97	0.21
	2	หมู่บ้าน	53.07	1.04
	3	แหล่งน้ำ	8.00	0.16
รวมทั้งหมด			5,118.73	100.00

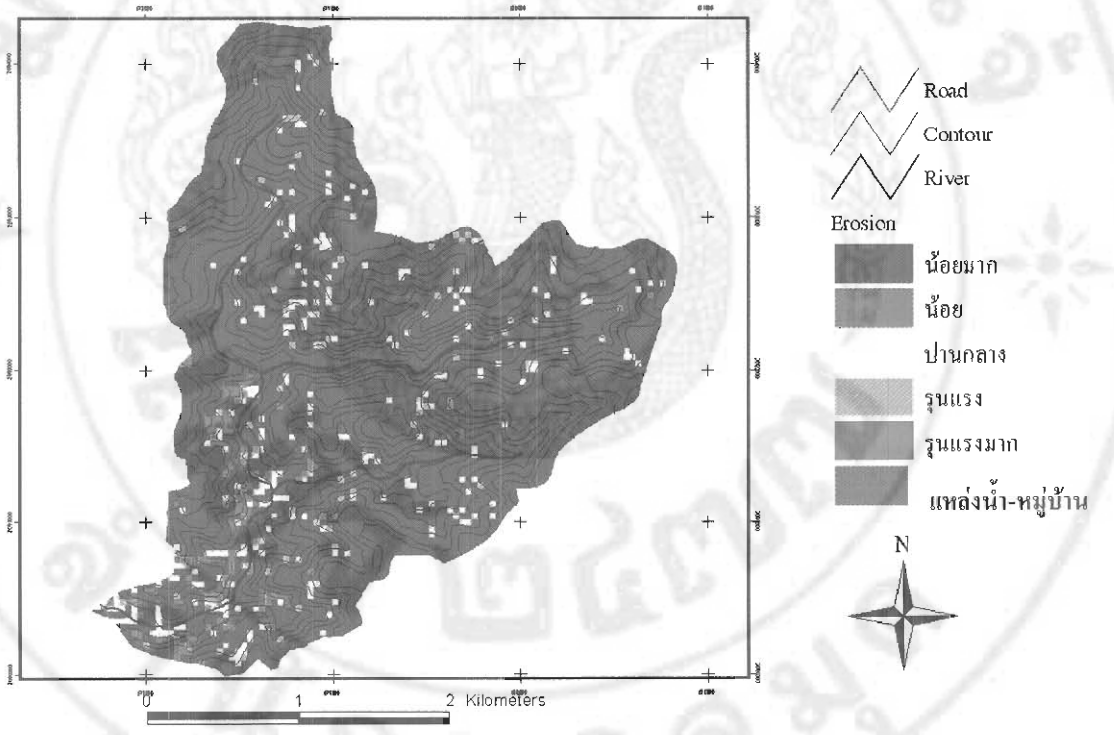
ตาราง 44 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยเสือ

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ	ปริมาณชะล้างรวม
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	(ไร่)	(ตัน)
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	530.77	88 93	5.97	75.79	1.00	75.79	39,186 66	108.85	360.01	-	39793.22
2	ไม้ผล	17.43	68.90	0.25	4.98	1.00	4.98	2,617.51	193.26	13.54	799.02	35.00	22.83	-	-	-	-	3438.94
3	สวนสัก	9.75	34 04	0.29	23.69	17.00	1.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.44
4	ไร่หมุนเวียน	1.19	665.70	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.19
5	ป่าละเมาะ	30.91	165.44	0.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30.91
6	ป่าดิบแล้ง	0.03	37.57	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	2.11	3,630.00	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.11
8	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	325.37	10 97	29 66	-	-	-	-	325.37
9	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53.07	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	-
	รวม	81.42	4,601.65	0.76	28.67	18 00	6.37	3,148.28	282.19	19.51	1,200.18	46.97	128.28	39,186.66	108.85	360.01	61.07	43,645.21
	ตัน/ไร่/ปี									8.53								

On-site erosion	43,645.21	ตัน	Log SDR	1.6053	
areas	5,118.73	ไร่	SDR	0 2056	
	8 19	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการจัดพาตะกอน	20.56%	
อัตราการชะล้าง	8 53	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	8,971.38	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 44 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่และที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก พื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียน และป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนสวนสักและไม้ผล มีการชะล้างระดับน้อยมากถึงรุนแรง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยเสือ พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 8.53 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับปานกลาง ถือว่าเป็นลุ่มน้ำเกษตร การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 89.78% แต่มีพื้นที่เพียง 2.13% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง น้อยและน้อยมาก มีการชะล้างฯ 2.75% 7.21% 0.07% และ 0.19% ตามลำดับ ดังภาพ 42 และตาราง 45



ภาพ 42 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยเสือ

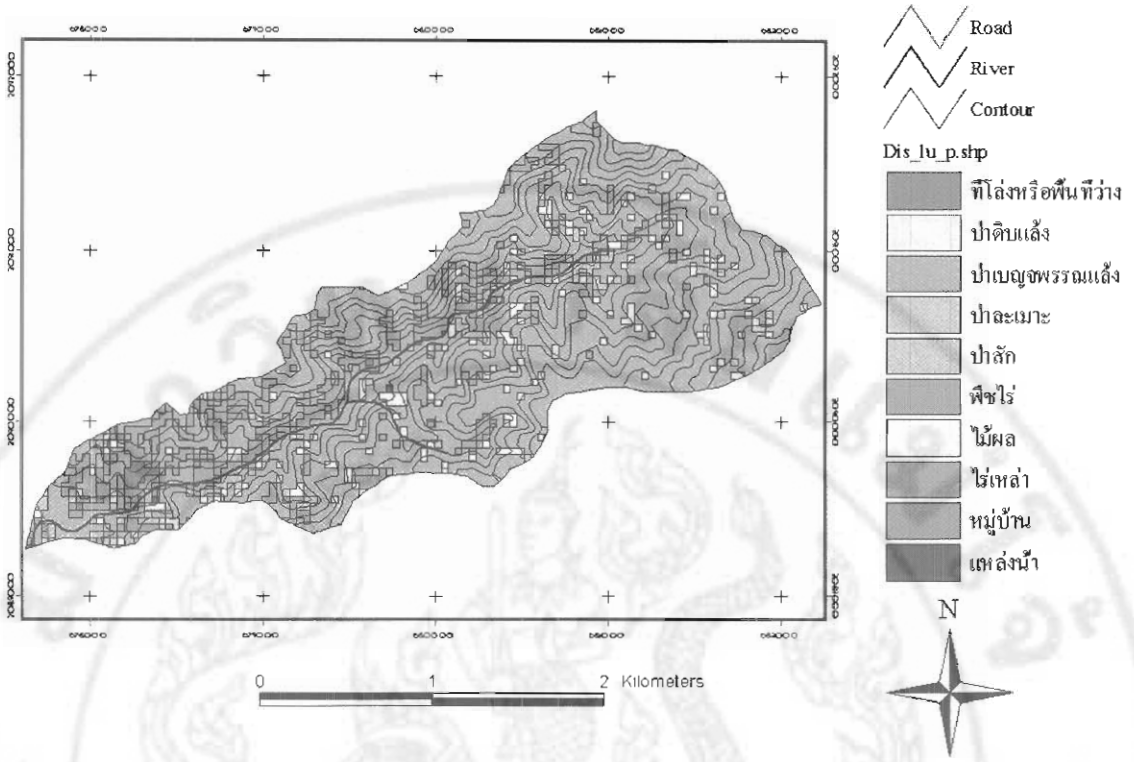
ตาราง 45 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยเสือ

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	4,601.65	89.90	81.42	0.19	0.02
น้อย	18.00	0.35	28.67	0.07	-
ปานกลาง	282.19	5.51	3,148.28	7.21	11.16
รุนแรง	46 97	0.92	1,200.18	2.75	25.55
รุนแรงมาก	108.85	2.13	39,186.66	89.78	360.01
อื่นๆ	61.07	1.19	-	-	-
รวม	5,118.73	100.00	43,645.21	100.00	

ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ 8.53 ตัน/ไร่/ปี

ห้วยปุก

ลุ่มน้ำห้วยปุกมีพื้นที่ประมาณ 3,010.20 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำเกษตร มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่ารวมประมาณ 2,422.38 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 80.07 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 549.17 ไร่ หรือร้อยละ 18.24 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 38.65 ไร่ หรือร้อยละ 1.28 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง จากภาพ 43 และตาราง 46



ภาพ 43 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยปุก

ตาราง 46 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยปุก

ประเภทการใช้พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ไร่	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 18.24%	1	พืชไร่	88.00	2.92
	2	ไม้ผล	159.19	5.29
	3	ป่าสัก	14.98	0.50
	4	ไร่เหล่า	287.00	9.53
พื้นที่ป่า 80.47%	1	ป่าละเมาะ	114.21	3.79
	2	ป่าดิบแล้ง	17.79	0.59
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	2,290.38	76.09
พื้นที่อื่นๆ 12.8%	1	ที่โล่ง	3.00	0.10
	2	หมู่บ้าน	33.65	1.12
	3	แหล่งน้ำ	2.00	0.07
รวม			3,010.20	100.00

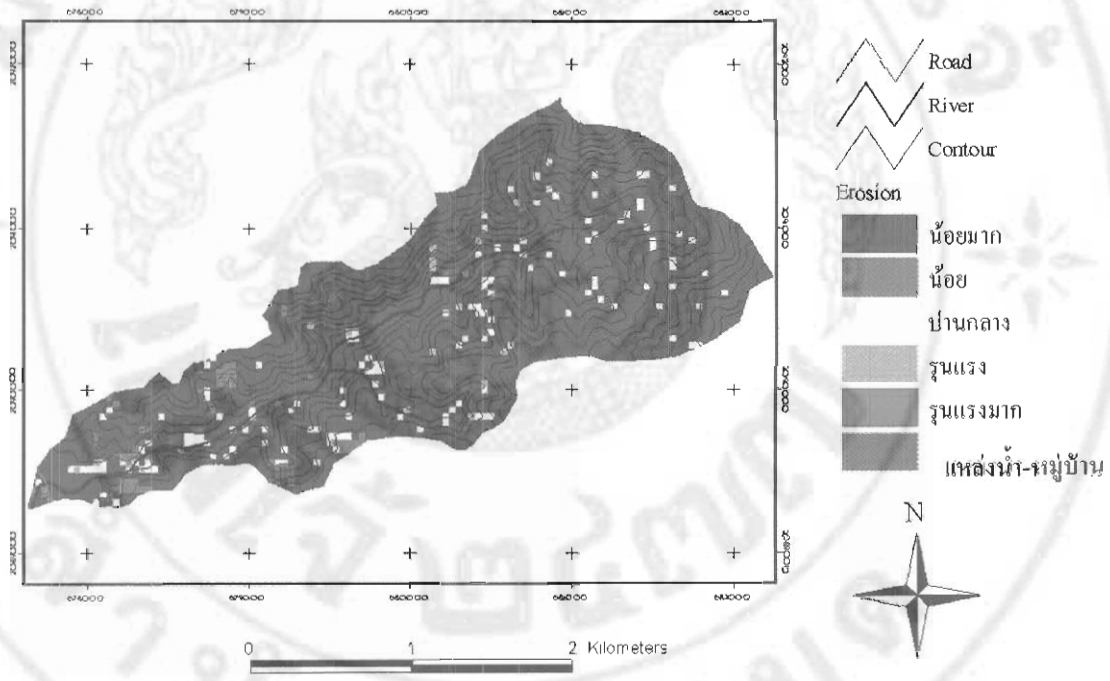
ตาราง 47 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยปุก

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ	ปริมาณชะล้างรวม
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	(ไร่)	(ตัน)
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	262.59	46.65	5.63	-	-	-	16,778.01	41.35	405.76		17,040 60
2	ไม้ผล	12.17	44.81	0.27	3.83	0.04	95.75	1,371.67	98.34	13.95	360.88	16.00	22.56	-	-	-	-	1,748.55
3	สวนสัก	1.09	9.00	0.12	9.30	5.98	1.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.39
4	ไร่หมุนเวียน	8.66	287.00	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.66
5	ป่าละเมาะ	19.50	114.21	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.50
6	ป่าคิบแล้ง	0.02	17.79	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	1.43	2,290.38	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.43
8	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62.02	3.00	87.34	-	-	-	-	262.02
9	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.65	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	-
	รวม	42.87	2,763.19	0.60	13 13	6.02	97.31	1,634.26	144.99	19.58	622.90	19.00	109.90	16,778.01	41.35	405.76	35.65	19,091.17
	ตัน/ไร่/ปี									6.34								

On-site erosion	19,091.17	ตัน	Log SDR	1.6380	
areas	3,010.20	ไร่	SDR	0.2143	
	4.82	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	21.43%	
อัตราการชะล้าง	6.34	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	4,091.53	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 47 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่และที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก พื้นที่เป็นไร่หมุนเวียน และป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนสวนสักและไม้ผลมีการชะล้างระดับน้อยมากถึงรุนแรง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยปุก พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 6.34 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับปานกลาง ถือว่าเป็นลุ่มน้ำเกษตร การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 87.88% แต่มีพื้นที่เพียง 1.37% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง น้อยและน้อยมาก มีการชะล้างฯ 2.75% 7.21% 0.07% และ 0.19% ตามลำดับ ดังภาพ 44 และตาราง 48



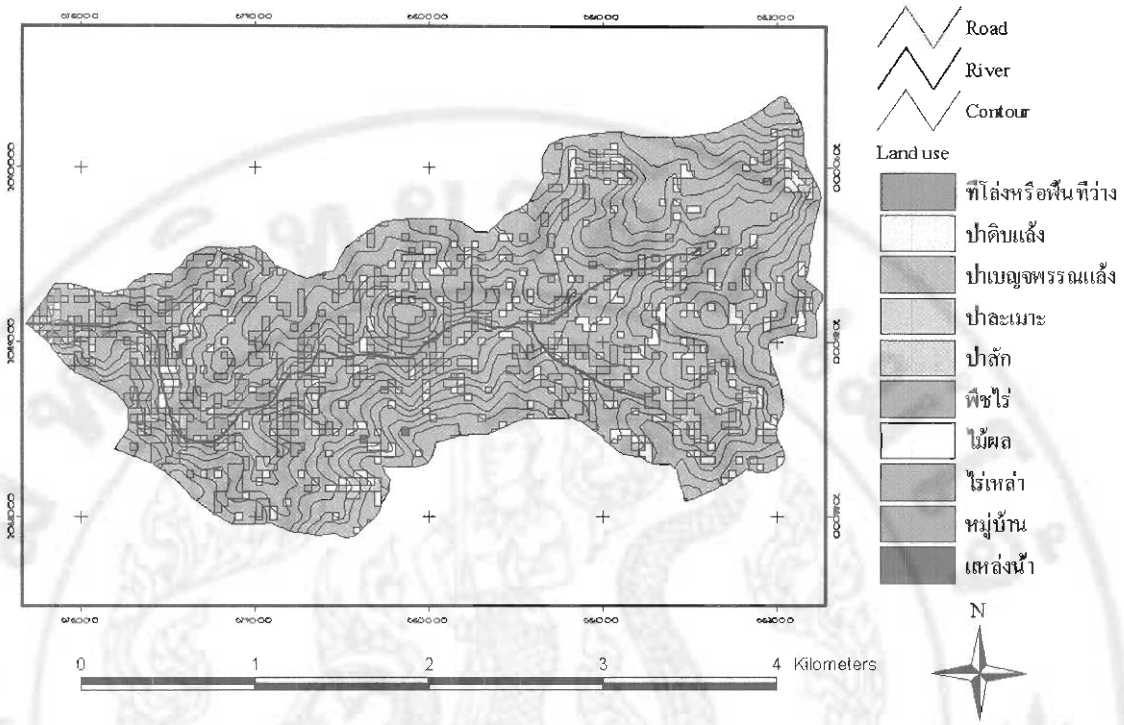
ภาพ 44 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยปุก

ตาราง 48 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยปุก

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย	
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ
น้อยมาก	2,763.19	91.79	42.87	0.22
น้อย	6.02	0.20	13.13	0.07
ปานกลาง	144.99	4.82	1,634.26	8.56
รุนแรง	19.00	0.63	622.90	3.26
รุนแรงมาก	41.35	1.37	16,778.01	87.88
อื่นๆ	35.65	1.18	-	-
รวม	3,010.20	100.00	19,091.17	100.00
ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ		6.34	ตัน/ไร่/ปี	

ห้วยมื่น

ลุ่มน้ำห้วยมื่นมีพื้นที่รวม 3,975.56 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำเกษตร มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่ารวมประมาณ 3,196.98 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 80.42 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 749.45 ไร่ หรือร้อยละ 18.86 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 28.82 ไร่ หรือร้อยละ 0.72 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 45 และตาราง 49



ภาพ 45 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยมื่น

ตาราง 49 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยมื่น

ประเภทการใช้พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 18.86%	1	พืชไร่	111.84	2.81
	2	ไม้ผล	288.33	7.25
	3	ป่าสัก	36.00	0.91
	4	ไร่เหล่า	313.58	7.89
พื้นที่ป่า 80.42%	1	ป่าละเมาะ	209.29	5.26
	2	ป่าดิบแล้ง	3.00	0.08
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	2,984.69	75.08
พื้นที่อื่นๆ 0.72%	1	ที่โล่ง	3.00	0.08
	2	หมู่บ้าน	23.82	0.60
	3	แหล่งน้ำ	2.00	0.05
รวมทั้งหมด			3,975.55	100.00

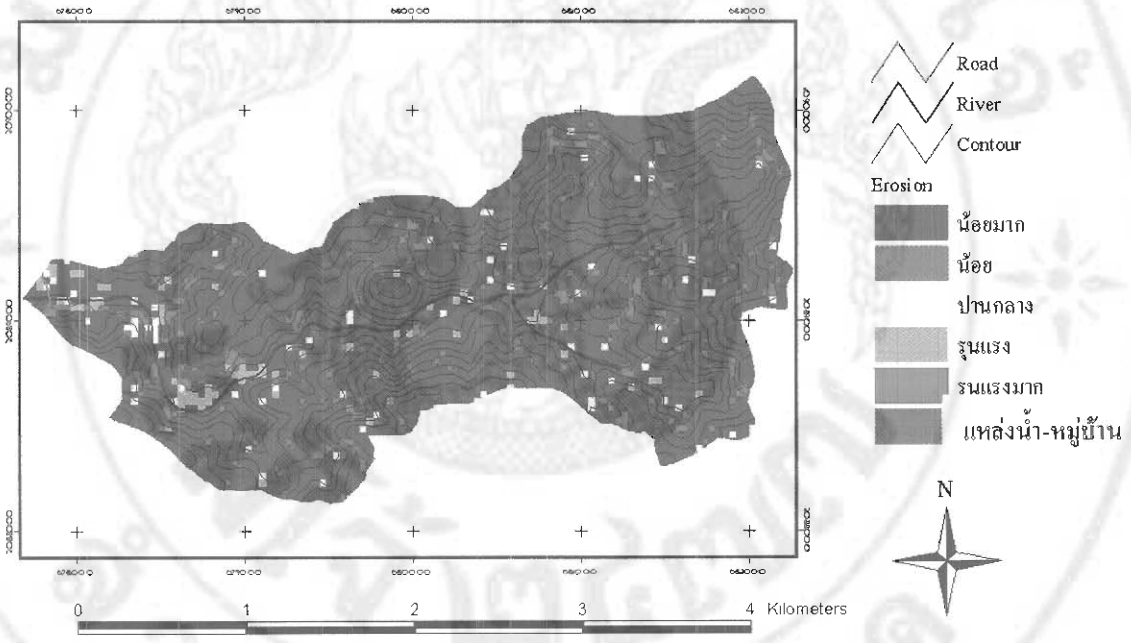
ตาราง 50 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยมื่น

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ (ไร่)	ปริมาณชะล้างรวม (ตัน)
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)		
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	301.70	51.41	5.87	-	-	-	23,385.67	60.43	386.99	-	23,687.37
2	ไม้ผล	16.23	57.93	0.28	12.34	2.94	4.20	2,571.25	193.47	13.29	767.06	34.00	22.56	-	-	-	-	3,366.88
3	สวนสัก	5.14	22.00	0.23	20.63	14.00	1.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.77
4	ไร่หมุนเวียน	8.56	313.58	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.56
5	ป่าละเมาะ	33.64	209.29	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.64
6	ป่าดิบแล้ง	0.001	3.00	0.0003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	1.67	2,984.69	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.67
8	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88.74	3.00	29.58	-	-	-	-	88.74
9	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.82	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	-
	รวม	65.24	3,590.49	0.70	32.97	16.94	5.67	2,872.95	244.88	19.16	855.80	37.00	52.14	23,385.67	60.43	386.99	25.82	27,212.63
	ตัน/ไร่/ปี									6.84								

On-site erosion	27,212.63	ตัน	Log SDR	1.6209	
areas	3,975.56	ไร่	SDR	0.2097	
	6.36	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	20.97%	
อัตราการชะล้าง	6.84	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	5,707.75	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 50 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่ ไม้ผลและที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับน้อยถึงรุนแรงมาก พื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียน และป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนสวนสักมีการชะล้างระดับน้อยมากถึงรุนแรง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยมื่น พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 6.84 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับปานกลาง ถือว่าเป็นลุ่มน้ำเกษตร การชะล้างพังทลายระดับรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 85.94% แต่มีพื้นที่เพียง 1.52% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง น้อยและน้อยมาก มีการชะล้างฯ 3.14% 10.56% 0.12% และ 0.24% ตามลำดับ ดังภาพ 46 และตาราง 51



ภาพ 46 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยมื่น

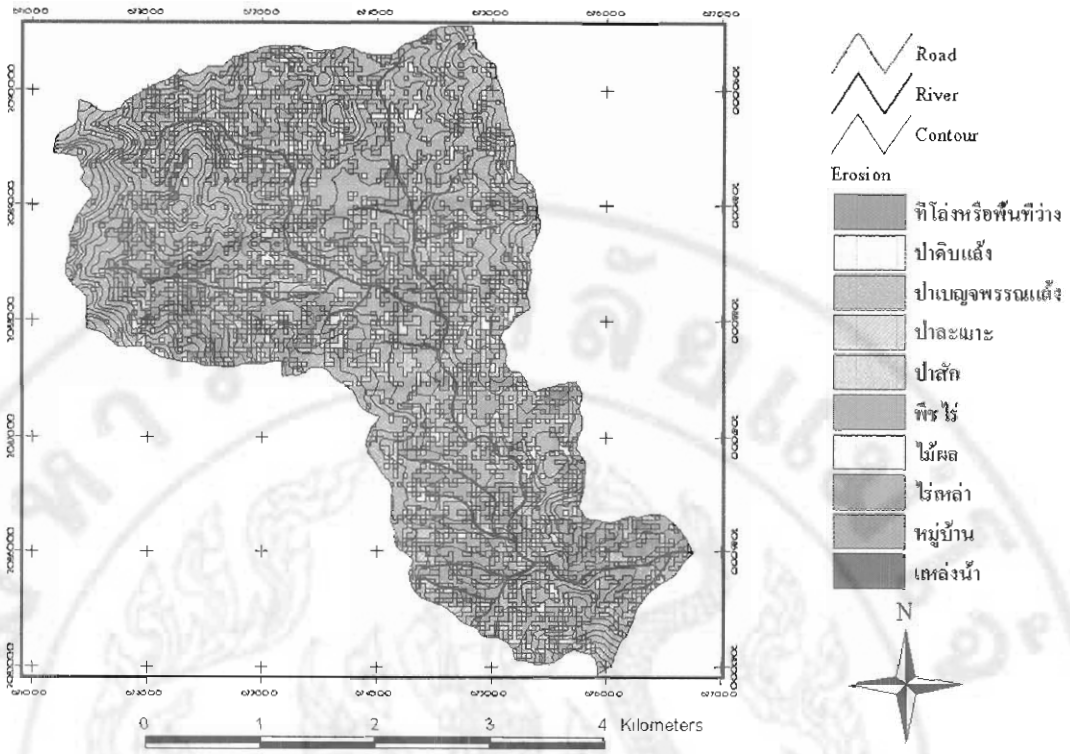
ตาราง 51 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยมื่น

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	3,590.49	90.31	65.24	0.24	0.02
น้อย	16.94	0.43	32.97	0.12	1.95
ปานกลาง	244.88	6.16	2,872.95	10.56	11.73
รุนแรง	37.00	0.93	855.80	3.14	23.13
รุนแรงมาก	60.43	1.52	23,385.67	85.94	386.99
อื่นๆ	25.82	0.65	-	-	-
รวม	3,975.56	100.00	27,212.63	100.00	

ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ 6.84 ตัน/ไร่/ปี

ห้วยกาใส

ลุ่มน้ำห้วยกาใสมีพื้นที่ประมาณ 9,200.47 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำเกษตร คือพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่ารวม 6,010.49 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 65.33 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 2,762.03 ไร่ หรือร้อยละ 30.02 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 427.95 ไร่ หรือร้อยละ 4.65 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 47 และตาราง 52



ภาพ 47 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยกาใส

ตาราง 52 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยกาใส

ประเภทการใช้พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 30.02%	1	พืชไร่	1,335.74	14.52
	2	ไม้ผล	610.09	6.63
	3	ป่าสัก	151.24	1.64
	4	ไร่เหล่า	664.96	7.23
พื้นที่ป่า 65.33%	1	ป่าละเมาะ	954.49	10.37
	2	ป่าดิบแล้ง	19.46	0.21
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	5,036.54	54.74
พื้นที่อื่นๆ 4.65%	1	ที่โล่ง	70.00	0.76
	2	หมู่บ้าน	341.91	3.72
	3	แหล่งน้ำ	16.04	0.17
รวมทั้งหมด			9,200.47	100.00

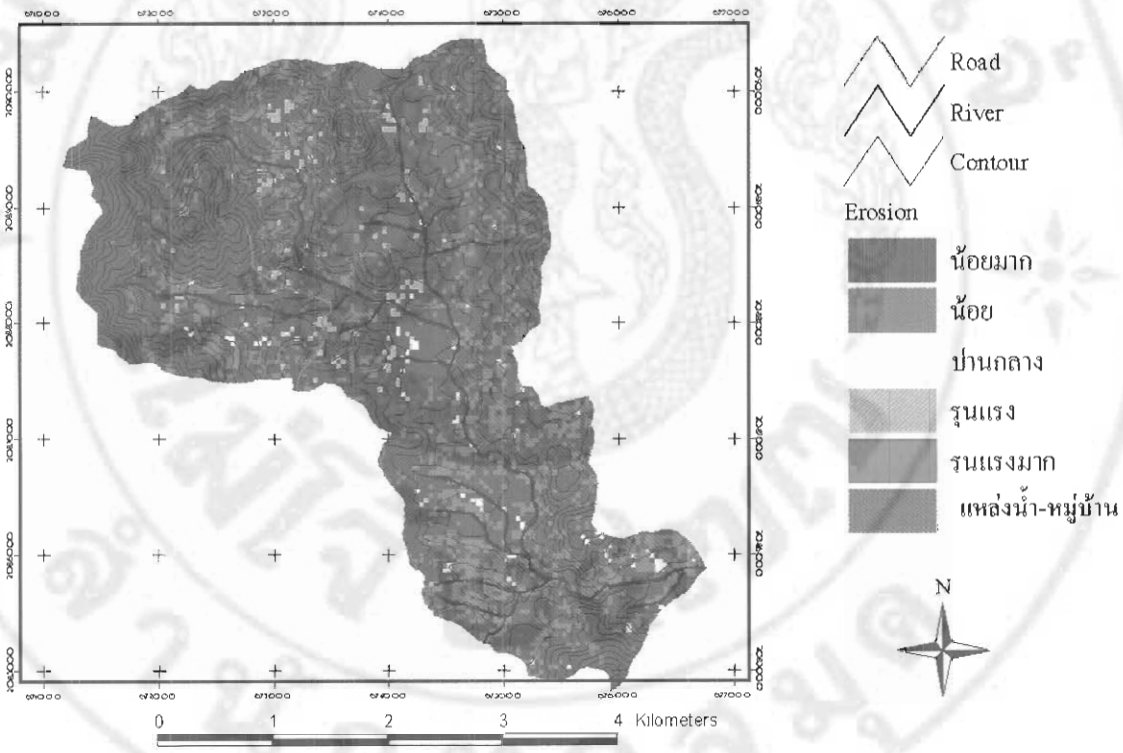
ตาราง 53 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยกาใส

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ (ไร่)	ปริมาณชะล้างรวม (ตัน)
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)		
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	5,283.52	884.10	5.98	3,366.89	49.00	68.71	113,154.80	402.64	281.03	-	121,805.21
2	ไม้ผล	97.12	384.07	0.25	152.13	47.00	3.24	2,058.35	171.02	12.04	190.43	8.00	23.80	-	-	-	-	2,498.03
3	สวนสัก	8.18	146.24	0.06	7.22	5.00	1.44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.40
4	ไร่หมุนเวียน	9.22	664.96	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.22
5	ป่าละเมาะ	59.28	954.49	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.28
6	ป่าดิบแล้ง	0.02	19.46	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	1.96	5,036.54	0.0004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.96
8	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,110.79	65.00	32.47	2,003.25	5.00	400.65	-	4,114.04
9	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	341.91	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.04	-
	รวม	175.78	7,205.76	0.39	159.35	52.00	4.68	7,341.87	1,055.12	18.01	5,668.11	122.00	124.99	115,158.05	407.64	681.68	357.95	128,503.16
	ตัน/ไร่/ปี									13.97								

On-site erosion	128,503.16	ตัน	Log SDR	1.5691	
arcas	9,200.47	ไร่	SDR	0.1957	
	14.72	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	19.57%	
อัตราการชะล้าง	13.97	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	25,143.47	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 53 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่และที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก พื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียน และป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนสวนสักและไม้ผลมีการชะล้างระดับน้อยมากถึงรุนแรง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยกาใส พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 13.97 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับปานกลาง ถือว่าเป็นลุ่มน้ำเกษตร การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 89.62% แต่มีพื้นที่เพียง 4.43% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง น้อยและน้อยมาก มีการชะล้างฯ 4.41% 5.71% 0.12% และ 0.14% ตามลำดับ ดังภาพ 48 และตาราง 54



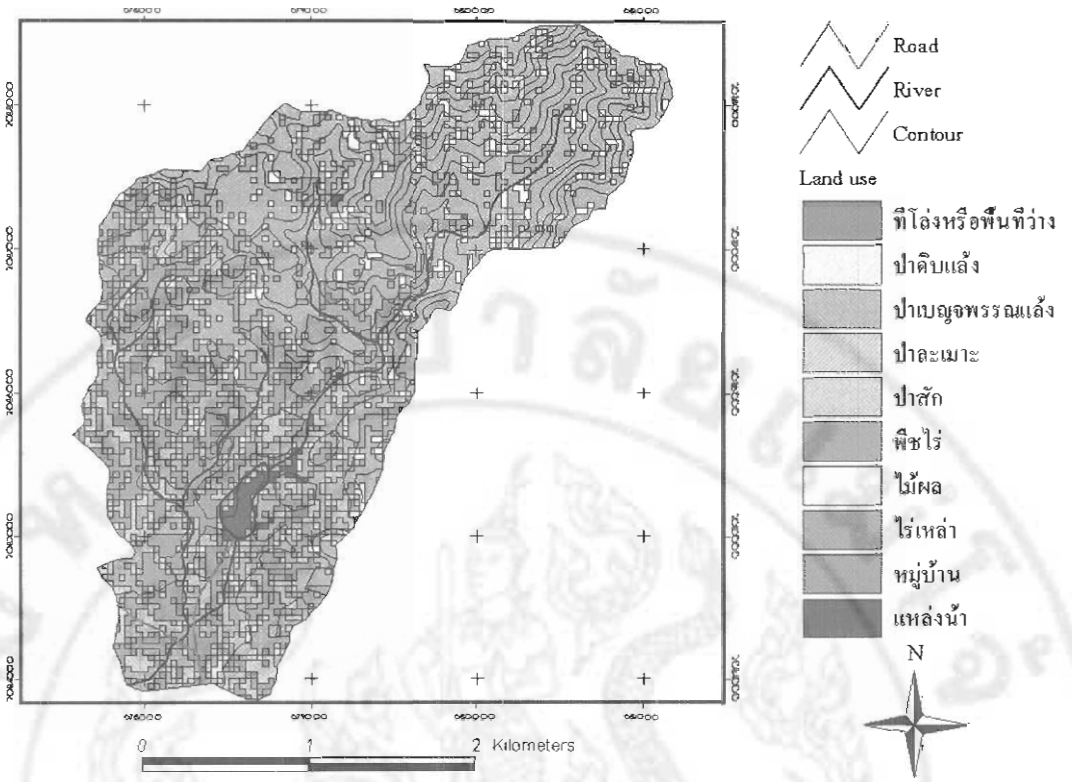
ภาพ 48 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยกาใส

ตาราง 54 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยกาใส

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	7,205.76	78.32	175.78	0.14	0.02
น้อย	52.00	0.57	159.35	0.12	-
ปานกลาง	1,055.12	11.47	7,341.87	5.71	6.96
รุนแรง	122.00	1.33	5,668.11	4.41	46.46
รุนแรงมาก	407.64	4.43	115,158.05	89.62	282.50
อื่นๆ	357.95	3.89	-	-	-
รวม	9,200.47	100.00	128,503.16	100.00	
ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ		13.97	ตัน/ไร่/ปี		

ห้วยแก้ว

ลุ่มน้ำห้วยแก้วมีพื้นที่ประมาณ 5,962.18 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำเกษตร คือพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่ารวมประมาณ 3,691.36ไร่ คิดเป็นร้อยละ 61.91 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 1,956.86 ไร่ หรือร้อยละ 32.82 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 313.96 ไร่ หรือร้อยละ 5.27 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 49 และตาราง 55



ภาพ 49 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยแก้ว

ตาราง 55 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยแก้ว

ประเภทการใช้พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	สัดส่วน
พื้นที่เกษตร 32.82%	1	พืชไร่	880.48	14.77	
	2	ไม้ผล	338.24	5.67	
	3	ป่าสัก	351.08	5.89	1,956.86
	4	ไร่เหล่า	387.06	6.49	32.82
พื้นที่ป่า 61.91%	1	ป่าละเมาะ	528.70	8.87	
	2	ป่าดิบแล้ง	2.19	0.04	3,691.36
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	3,160.47	53.01	61.91
พื้นที่อื่นๆ 5.27%	1	ที่โล่ง	29.33	0.49	
	2	หมู่บ้าน	212.63	3.57	313.96
	3	แหล่งน้ำ	72.00	1.21	5.27
รวมทั้งหมด			5,962.18	100.00	

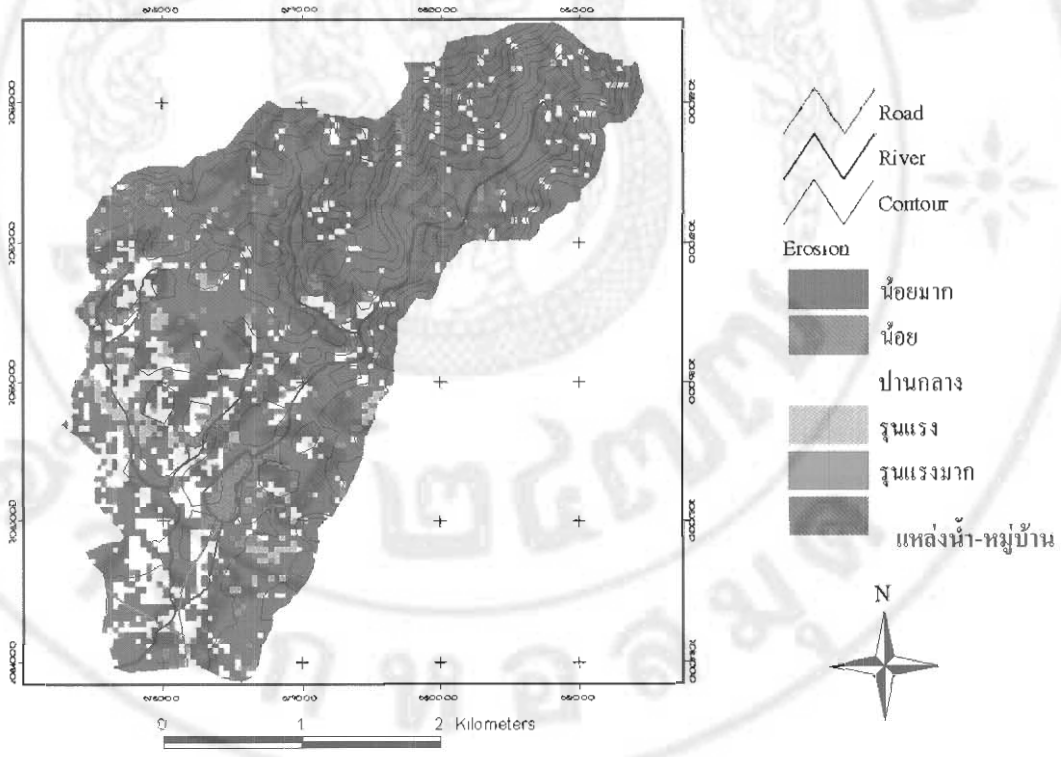
ตาราง 56 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยแก้ว

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ (ไร่)	ปริมาณชะล้างรวม (ตัน)
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)		
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	4,210.16	659.52	6.38	5,976.27	106.71	56.00	25,208.05	114.25	220.64	-	35,394.48
2	ไม้ผล	30.32	117.95	0.26	111.27	39.71	2.80	1,959.88	170.60	11.49	211.15	9.98	21.16	-	-	-	-	2,312.62
3	สวนสัก	20.40	350.08	0.06	.33	1.00	1.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.73
4	ไร่หมุนเวียน	4.42	387.06	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.42
5	ป่าละเมาะ	36.07	528.70	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.07
6	ป่าดิบแล้ง	0.00	2.19	0.0005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	1.04	3,160.47	0.0003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.04
8	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	709.89	24.00	29.58	1,465.94	5.33	275.04	-	2,175.83
9	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	212.63	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72.00	-
	รวม	92.25	4,546.45	0.40	112.60	40.71	4.13	6,170.04	830.12	17.87	6,897.31	140.69	106.74	26,673.99	119.58	495.68	284.63	39,946.19
	ตัน/ไร่/ปี									6.70								

On-site erosion	39,946.19	ตัน	Log SDR	1.5959	
areas	5,962.18	ไร่	SDR	0.2030	
	9.54	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	20.30%	
อัตราการชะล้าง	6.70	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	8,109.15	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 56 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่และที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก พื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียน และป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนสวนสักและไม้ผลมีการชะล้างระดับน้อยมากถึงรุนแรง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยแก้ว พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 6.70 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับปานกลาง ถือว่าเป็นลุ่มน้ำเกษตร การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 66.77% แต่มีพื้นที่เพียง 2.01% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง น้อยและน้อยมาก มีการชะล้างฯ 17.27% 15.45% 0.28% และ 0.23% ตามลำดับ ดังภาพ 50 และตาราง 57



ภาพ 50 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยแก้ว

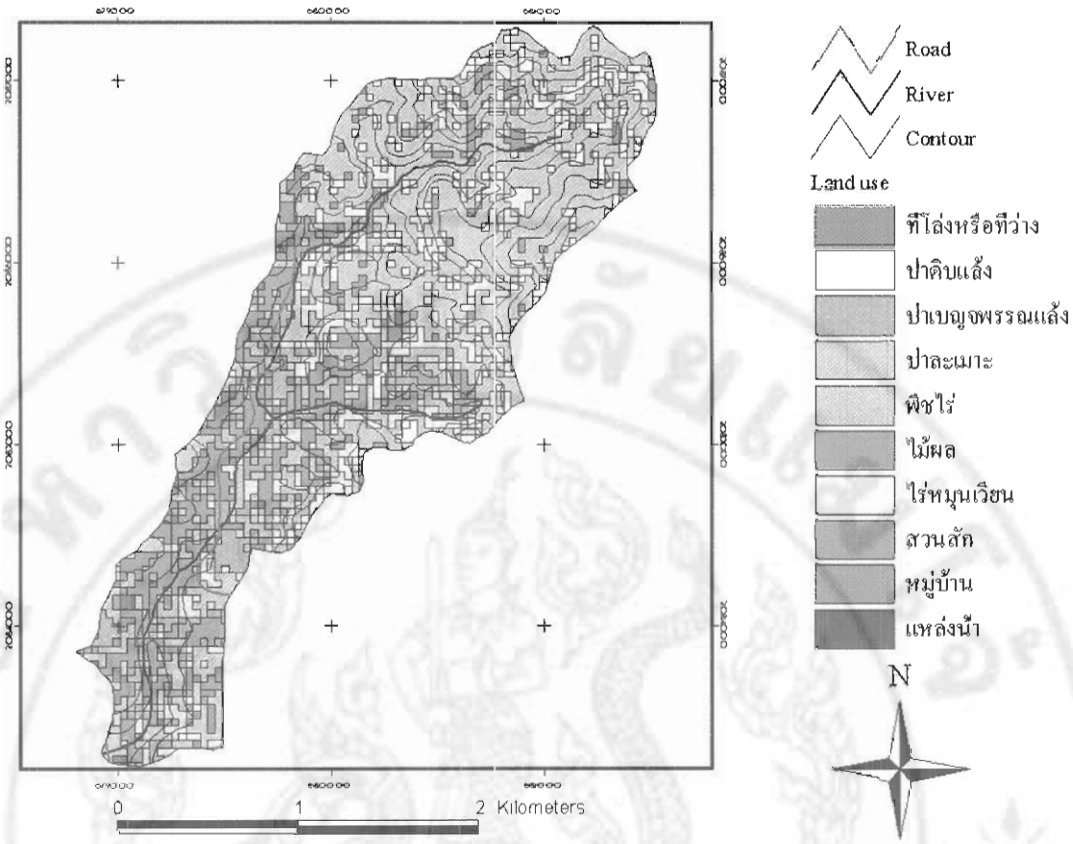
ตาราง 57 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยแก้ว

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	4,546.45	76.25	92.25	0.23	0.02
น้อย	40.71	0.68	112.60	0.28	-
ปานกลาง	830.12	13.92	6,170.04	15.45	7.43
รุนแรง	140.69	2.36	6,897.31	17.27	49.02
รุนแรงมาก	119.58	2.01	26,673.99	66.77	223.06
อื่นๆ	284.63	4.77	-	-	-
รวม	5,962.18	100.00	39,946.19	100.00	

ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ 6.70 ตัน/ไร่/ปี

ห้วยทะลุ

ลุ่มน้ำห้วยทะลุมีพื้นที่ประมาณ 3,026.74 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำเกษตร มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่ารวมประมาณ 1,869.14 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 61.75 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 981.22 ไร่ หรือร้อยละ 32.42 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 176.38 ไร่ หรือร้อยละ 5.83 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 51 และตาราง 58



ภาพ 51 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยทะลุ

ตาราง 58 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยทะลุ

พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 32.42%	1	พืชไร่	460.35	15.21
	2	ไม้ผล	196.26	6.48
	3	ป่าสัก	179.70	5.94
	4	ไร่เหล่า	144.91	4.79
พื้นที่ป่า 61.75%	1	ป่าละเมาะ	424.70	14.03
	2	ป่าดิบแล้ง	-	-
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	1,444.44	47.72
พื้นที่อื่นๆ 5.83%	1	ที่โล่ง	6.63	0.22
	2	หมู่บ้าน	150.75	4.98
	3	แหล่งน้ำ	19.00	0.63

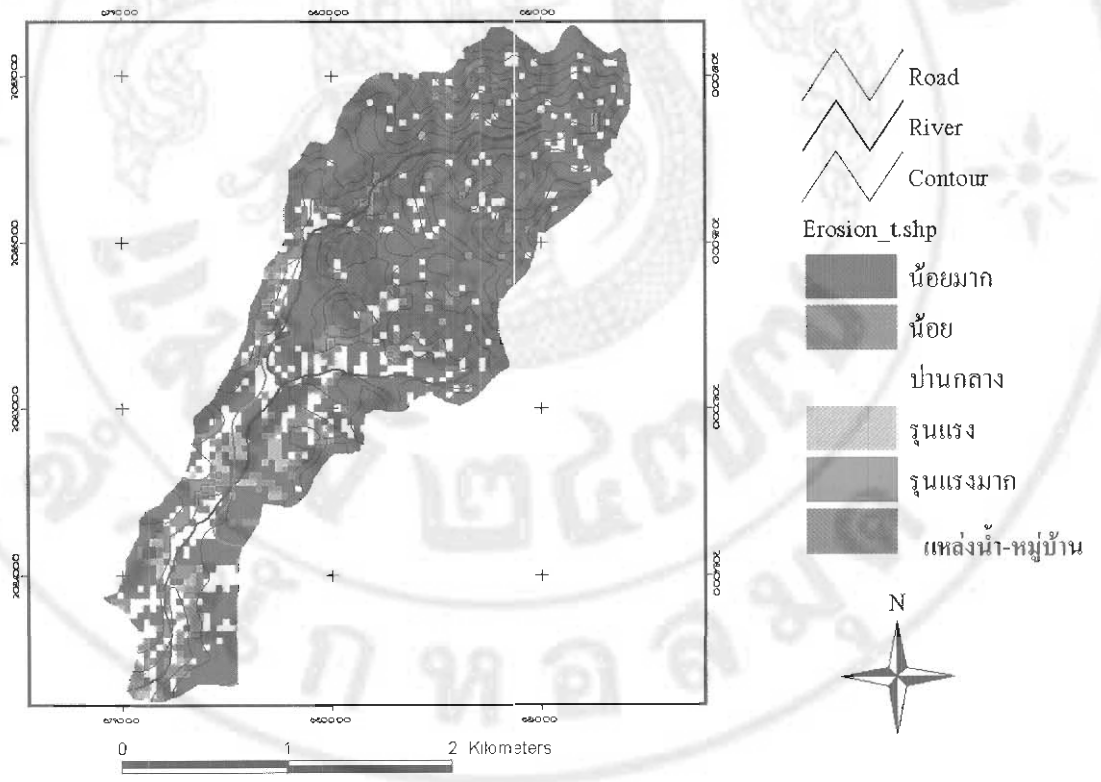
ตารางที่ 59 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยทะลุ

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ (ไร่)	ปริมาณชะล้างรวม (ตัน)
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)		
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	1,547.62	267.88	5.78	2,174.40	49.09	44.29	35,924.68	143 38	250 56	-	39,646.70
2	ไม้ผล	23.15	84.39	0.27	16.76	4.82	3.48	1,246.86	103.05	12 10	87.96	4.00	21.99	-	-	-	-	1,374 73
3	สวนสัก	51.13	136.42	0.37	43.74	14.96	2.92	234.94	28.32	8.30	-	-	-	-	-	-	-	329.81
4	ไร่หมุนเวียน	1.59	144.91	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.59
5	ป่าละเมาะ	43.34	424.70	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43.34
6	ป่าดิบแล้ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	0.54	1,444.44	0.0004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.54
8	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	236.63	6.63	35.69	-	-	-	-	236.63
9	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150.75	0.00
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19 00	0.00
	รวม	119.75	2,234.86	0.76	0.50	19.78	6.40	3,029.42	399.25	26.17	2,498.99	59.72	101.97	35,924 68	143.38	250 56	169.75	41,633.34
	ตัน/ไร่/ปี									13.76								

On-site erosion	41,633.34	ตัน	Log SDR	1.6377	
areas	3,026.74	ไร่	SDR	0.2142	
	4.84	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	21.42%	
อัตราการชะล้าง	13.76	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	8,918.94	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 59 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่และที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก พื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียน และป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนสวนสักและไม้ผลมีการชะล้างระดับน้อยมากถึงรุนแรง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยทะลุ พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 13.76 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับปานกลาง ถือว่าเป็นลุ่มน้ำเกษตร การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 86.39% แต่มีพื้นที่เพียง 4.74% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง น้อยและน้อยมาก มีการชะล้างฯ 6.00% 7.28% 0.15% และ 0.29% ตามลำดับ ดังภาพ 52 และตาราง 60



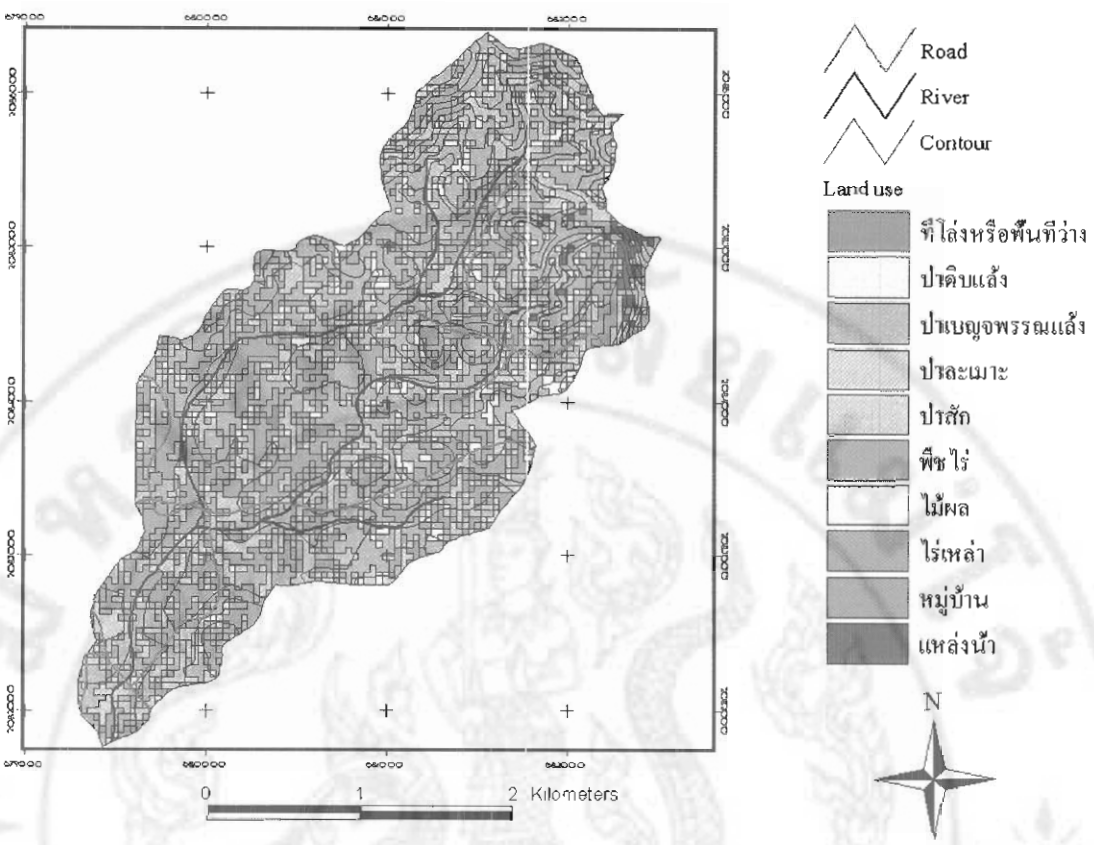
ภาพ 52 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยทะลุ

ตาราง 60 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยทะลุ

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	2,234.86	73.84	119.75	0.29	0 05
น้อย	19.78	0.65	60.50	0.15	3 06
ปานกลาง	399.25	13.19	3,029.42	7.28	7.59
รุนแรง	59.72	1.97	2,498.99	6.00	41.85
รุนแรงมาก	143.38	4.74	35,924.68	86.29	250 56
อื่นๆ	169.75	5.61	-	-	-
รวม	3,026.74	100.00	41,633.34	100.00	
ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ		13.76	ตัน/ไร่/ปี		

ห้วยปูป้าน

ลุ่มน้ำห้วยปูป้านมีพื้นที่ประมาณ 5,047.82 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำเกษตร คือพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่ารวมประมาณ 2,697.60 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 53.44 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ 1,863.15 ไร่ หรือร้อยละ 36.91 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 487.07 ไร่ หรือร้อยละ 9.65 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังตาราง 53 และตาราง 61



ภาพ 53 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยปูป้าน

ตาราง 61 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยปูป้าน

ประเภทการใช้พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 36.91%	1	พืชไร่	868.71	17.21
	2	ไม้ผล	241.65	4.79
	3	ป่าสัก	418.62	8.29
	4	ไร่เหล่า	334.17	6.62
พื้นที่ป่า 53.44%	1	ป่าละเมาะ	802.34	15.89
	2	ป่าดิบแล้ง	0.26	0.01
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	1,895.00	37.54
พื้นที่อื่นๆ 9.65%	1	ที่โล่ง	10.00	0.20
	2	หมู่บ้าน	425.34	8.43
	3	แหล่งน้ำ	51.73	1.02
รวมทั้งหมด			5,047.82	100.00

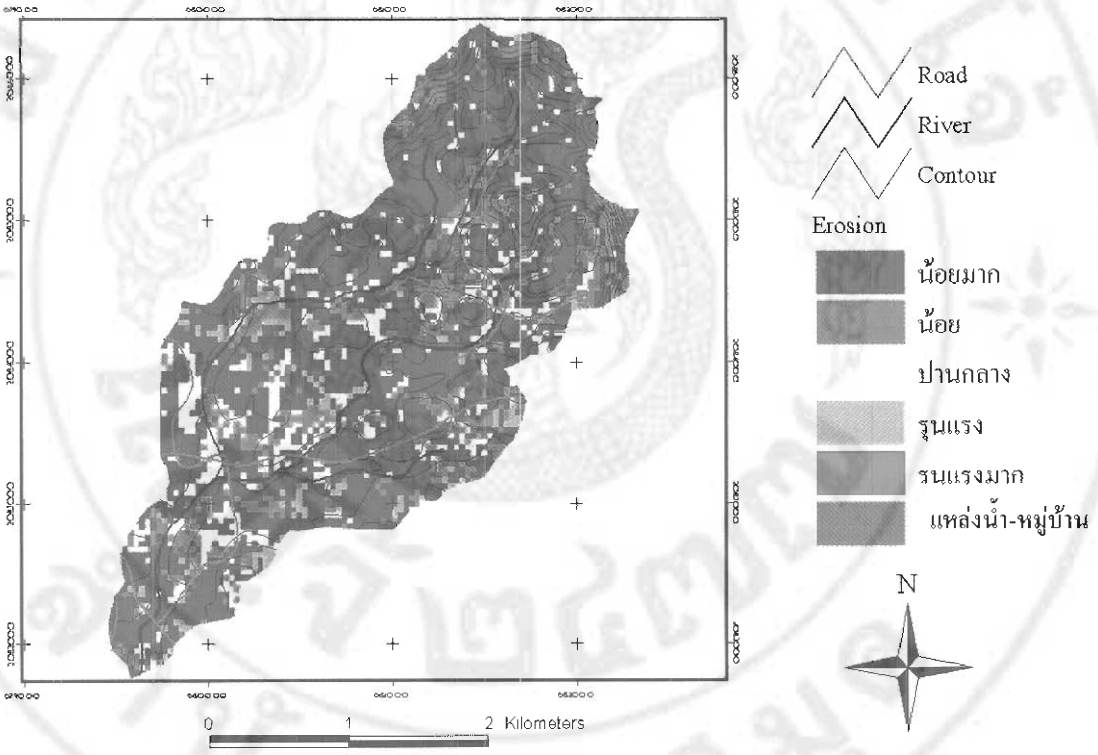
ตาราง 62 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำห้วยปูป้าน

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ (ไร่)	ปริมาณชะล้างรวม (ตัน)
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)		
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	3,505.06	532.71	6.58	6,212.88	125.23	49 61	61,565.71	210.77	292 10	-	71,283.65
2	ไม้ผล	31.97	121.41	0.26	50.42	26.90	1.87	1,146.81	88.34	12.98	109.75	5.00	21.95	-	-	-	-	1,338.95
3	สวนสัก	5.23	393.08	0.12	33.60	25.54	1.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	78.83
4	ไร่หมุนเวียน	2.75	334.17	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.75
5	ป่าละเมาะ	64.46	802.34	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64 46
6	ป่าดิบแล้ง	0.001	0.26	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 001
7	ป่าเบญจพรรณแล้ง	0.55	1,895.00	0.0003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.55
8	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	147.89	5.00	29.58	643.55	5 00	128.71	-	791.44
9	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	425.34	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51 73	-
	รวม	144.96	3,546.26	0.47	84.02	52.44	3.19	4,651.87	621.05	19.56	6,470.52	135.23	101.14	62,209.26	215.77	420.81	477.07	73,560.63
	ตัน/ไร่/ปี									14.57								

On-site erosion	73,560 63	ตัน	Log SDR	1.6061	
areas	5,047.82	ไร่	SDR	0.2058	
	8 08	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	20 58%	
อัตราการชะล้าง	14.57	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	15,137.67	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 62 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่และที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก พื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียน และป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนสวนสักและไม้ผลมีการชะล้างระดับน้อยมากถึงรุนแรง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำห้วยปูป้าน พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 14.57 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับปานกลาง ถือว่าเป็นลุ่มน้ำเกษตร การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมากมีการชะล้างพังทลายถึง 84.57% แต่มีพื้นที่เพียง 4.27% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง น้อยและน้อยมาก มีการชะล้างฯ 8.80% 6.32% 0.11% และ 0.20% ตามลำดับ ดังภาพ 54 และตาราง 63



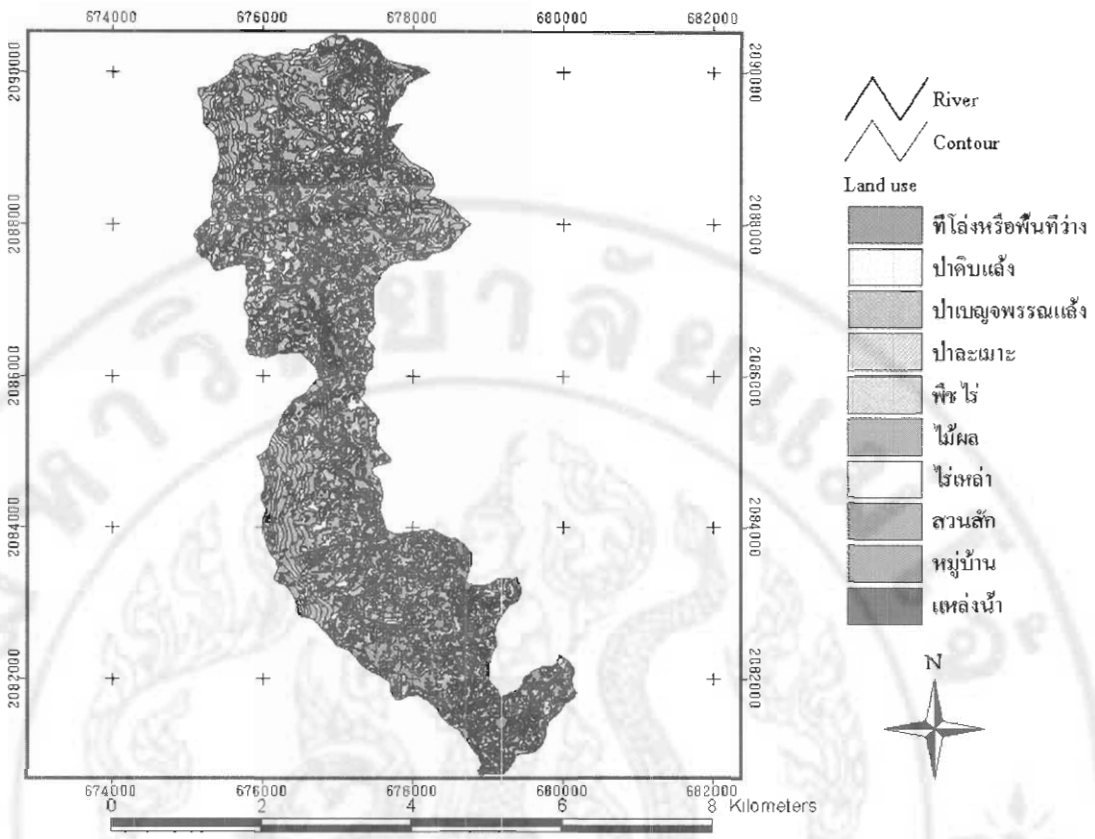
ภาพ 54 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยปูป้าน

ตาราง 63 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำห้วยปูป้าน

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	3,546.26	70.25	144.96	0.20	0.04
น้อย	52.44	1.04	84.02	0.11	1.60
ปานกลาง	621.05	12.30	4,651.87	6.32	7.49
รุนแรง	135.23	2.68	6,470.52	8.80	47.85
รุนแรงมาก	215.77	4.27	62,209.26	84.57	288.31
อื่นๆ	477.07	9.45	-	-	-
รวม	5,047.82	100.00	73,560.63	100.00	
ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ		14.57	ตัน/ไร่/ปี		

ลุ่มน้ำขุนสมุนกาใส

ลุ่มน้ำห้วยขุนสมุนกาใสมีพื้นที่ประมาณ 12,101.67 ไร่ ถือเป็นลุ่มน้ำเกษตร คือ มีพื้นที่ป่ารวมประมาณ 6,783.93 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 56.06 ของพื้นที่ มีการเข้าไปทำการเกษตร คิดเป็นพื้นที่ 4,767.80 ไร่ หรือร้อยละ 39.40 ของพื้นที่ และเป็นพื้นที่อื่นๆ 549.94 ไร่ หรือร้อยละ 4.54 ของพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร มีข้อจำกัดทางภูมิกายภาพซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าที่มีความลาดชันสูง ดังภาพ 55 และตาราง 64



ภาพ 55 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำขุนสมุนกาใส

ตาราง 64 ตารางแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำขุนสมุนกาใส

พื้นที่		การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
พื้นที่เกษตร 39.40%	1	พืชไร่	2,073.72	17.14
	2	ไม้ผล	567.51	4.69
	3	ป่าสัก	601.52	4.97
	4	ไร่เหล่า	1,525.05	12.60
พื้นที่ป่า 56.06%	1	ป่าละเมาะ	825.89	6.82
	2	ป่าดิบแล้ง	3.41	0.03
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	5,954.63	49.21
พื้นที่อื่นๆ 4.54%	1	ที่โล่ง	99.19	0.82
	2	หมู่บ้าน	449.23	3.71
	3	แหล่งน้ำ	1.53	0.01
รวม			12,101.67	100.00

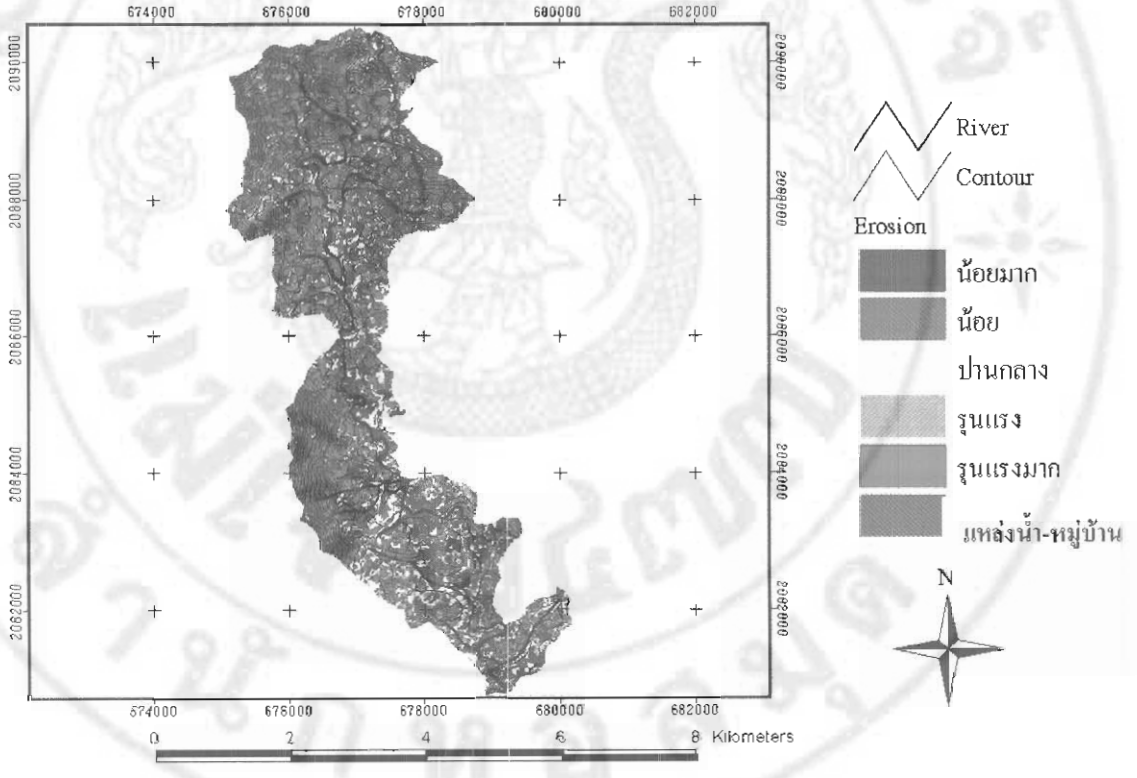
ตาราง 65 ตารางจำแนกระดับความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินแบ่งตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำขุนสมุนกาใส

ที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ระดับความรุนแรงการเกิดกษัยการของดิน															พื้นที่อื่นๆ (ไร่)	ปริมาณชะล้างรวม (ตัน)
		น้อยมาก			น้อย			ปานกลาง			รุนแรง			รุนแรงมาก				
		ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ปริมาณ (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	เฉลี่ย (ตัน/ไร่)		
1	พืชไร่	-	-	-	-	-	-	6,051.27	1,011.74	5.98	20,170.52	361.20	55.84	178,023.41	700.79	254.03	-	04,245.21
2	ไม้ผล	88.21	313.06	0.28	177.23	53.35	3.32	2,117.69	187.36	11.30	299.16	13.74	21.77	-	-	-	-	2,682.30
2	สวนสัก	77.20	581.66	0.13	23.35	19.85	1.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100.55
3	ไร่หมุนเวียน	30.88	1,525.05	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30.88
7	ป่าละเมาะ	66.59	825.89	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66.59
8	ป่าดิบแล้ง	0.002	3.41	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002
9	ป่าเบญจพรรณแล้ง	2.11	5,954.63	0.0004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.11
4	ที่โล่ง	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,710.35	90.43	29.97	2,605.07	8.77	297.17	-	5,315.42
6	หมู่บ้าน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	449.23	-
10	แหล่งน้ำ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.53	-
	รวม	264.99	9,203.70	0.52	200.58	73.20	4.50	8,168.96	1,199.10	7.28	23,180.04	465.37	107.58	180,628.48	709.55	551.21	450.75	212,443.05
	ตัน/ไร่/ปี									17.55								

On-site erosion	212,443.05	ตัน	Log SDR	1.5523	
areas	12,101.67	ไร่	SDR	0.1910	
	19.36	ตร.กม.	เปอร์เซ็นการพัดพาตะกอน	19.10%	
อัตราการชะล้าง	17.55	ตัน/ไร่/ปี	Off-site erosion	40,568.88	ตัน/ลุ่มน้ำ/ปี

จากตาราง 65 พื้นที่ที่เกิดการพังทลายของดินกระจายทั่วไป พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่และที่โล่ง มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับปานกลางถึงรุนแรงมาก พื้นที่ที่เป็นไร่หมุนเวียน และป่า มีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับที่น้อยมาก ส่วนสวนสักและไม้ผลมีการชะล้างระดับน้อยมากถึงรุนแรง

การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำขุนสมุนกาใส พบว่ามีการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย 17.55 ตัน/ไร่/ปี คืออยู่ในระดับปานกลาง ถือว่าเป็นลุ่มน้ำเกษตร การชะล้างพังทลายในระดับรุนแรงมาก มีการชะล้างพังทลายถึง 85.02% แต่มีพื้นที่เพียง 5.86% ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนการชะล้างพังทลายระดับรุนแรง ปานกลาง น้อยและน้อยมาก มีการชะล้างฯ 3.85% 10.56% 0.09% และ 0.12% ตามลำดับ ดังภาพ 56 และตาราง 65



ภาพ 56 แผนที่แสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำขุนสมุนกาใส

ตาราง 66 ตารางแสดงระดับการชะล้างพังทลายของดินของลุ่มน้ำขุนสมุนกาใส

ระดับความรุนแรง	พื้นที่		ปริมาณการพังทลาย		อัตราการพังทลาย
ของการพังทลาย	ไร่	ร้อยละ	ตัน	ร้อยละ	ตัน/ไร่
น้อยมาก	9,203.70	76.05	264.99	0.12	0.03
น้อย	73.20	0.60	200.58	0.09	2 74
ปานกลาง	1,199.10	9.91	8,168.96	3.85	6.81
รุนแรง	465 37	3.85	23,180.04	10 91	49.81
รุนแรงมาก	709.55	5.86	180,628 48	85.02	254.57
อื่นๆ	450.75	3.72	-	-	-
รวม	12,101.67	100.00	212,443.05	100.00	
ค่าเฉลี่ยการพังทลายทั้งลุ่มน้ำ		17.55	ตัน/ไร่/ปี		

ผลการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำย่อยขุนสมุน

จากผลการคำนวณพบว่าศักยภาพของการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำย่อยขุนสมุนมีค่าอัตราการชะล้างตามตาราง 67

ตาราง 67 แสดงระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยขุนสมุน

ที่	ลุ่มน้ำ	พื้นที่ (ไร่)	ปริมาณการชะล้าง (ตัน)	อัตราการชะล้าง ตัน/ไร่/ปี	ระดับความรุนแรง	
1	ห้วยเกิ้น	6,493.86	307.12	0.05	0.01-1.00	น้อยมาก
2	ขุนสมุนตอนบน	28,307.51	1,886.08	0.07		
3	ห้วยน้ำหิน	11,462.31	1,647.20	0.14		
4	ห้วยแม่คำแผ่น	10,224.31	2,200.19	0.22		
5	ห้วยขุ่น	4,791.40	6,122.77	1.28	1.01 - 5.00	น้อย
6	ห้วยม่วง	3,958.23	19,594.08	4.95	5.01 - 20.00	ปานกลาง
7	ห้วยปุ่ก	3,010.20	19,091.17	6.34		
8	ห้วยแก้ว	5,962.18	39,946.19	6.70		
9	ห้วยมื่น	3,975.56	27,212.63	6.84		
10	ห้วยแหด	3,493.47	24,224.51	6.93		
11	ห้วยเสือ	5,118.73	43,645.21	8.53		
12	ห้วยสวนผี	2,776.83	31,674.09	11.41		
13	ขุนสมุนละเบ้ายา	16,028.97	185,828.80	11.59		
14	ห้วยทะลุ	3,026.74	41,633.34	13.76		
15	ห้วยกาใส	9,200.47	128,503.16	13.97		
16	ห้วยปูป้าน	5,047.82	73,560.63	14.57		
17	ห้วยหลักผี	4,425.94	71,853.82	16.23		
18	ขุนสมุนกาใส	12,101.67	212,443.05	17.55		
19	ห้วยเฮือ	3,832.23	108,612.23	28.34	20.01 - 100.00	รุนแรง
	รวม	143,238.44	1,039,986.27	7.26		

จากตาราง 67 ปริมาณการชะล้างรวม 1,039,986.27 ตัน จากพื้นที่ลุ่มน้ำ 143,288.19 ไร่ หรือ 229.18 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเฉลี่ยมีค่า 7.26 ตัน/ไร่/ปี หรือ 4,537.63 ตัน/ตารางกิโลเมตร/ปี โดยค่าการชะล้างพังทลายนี้จัดว่าอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ (เกษม และคณะ, 2524) ได้ประเมินปริมาณการชะล้างพังทลายของดินทั้งหมดของลุ่มน้ำห้วยคอกม้าไว้ เท่ากับ 3,039,275 ตัน/ปี จากพื้นที่ 951 ตารางกิโลเมตรเฉลี่ย 5.11 ตัน/ไร่/ปี หรือ 3,195.87 ตัน/ตารางกิโลเมตร/ปี จัดอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน และเมื่อพิจารณาการเกิดกษัยการของดินในพื้นที่ทั้ง 19 ลุ่มน้ำย่อย พบว่าลุ่มน้ำห้วยเฮือมีอัตราการชะล้างพังทลายของดินในระดับรุนแรง ส่วนลุ่มน้ำที่มีการชะล้างระดับปานกลาง ประกอบด้วย ห้วยมื่น ห้วยสวนผึ ห้วยปุก ห้วยเสือ ห้วยแหด ขุนสมุนละเบ้ายา ห้วยทะลุห้วยกาใส ขุนสมุนกาใส ห้วยหลักผึ ห้วยปู่ป้าน และห้วยแก้ว ทั้งนี้เพราะลุ่มน้ำดังกล่าวมีการทำการเกษตรมากโดยเฉพาะการปลูกพืชไร่ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง และพื้นที่บางส่วนเป็นที่โล่งหรือที่ว่างเปล่า

ตาราง 68 แสดงสัดส่วนการชะล้างพังทลายของดินตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเภทการใช้พื้นที่	การใช้ประโยชน์ที่ดิน		ปริมาณการชะล้าง		สัดส่วนการชะล้าง	
			(ตัน)	(%)	(ตัน)	(%)
พื้นที่เกษตร	1	พืชไร่	989,060.77	95.10		
	2	ไม้ผล	28,811.38	2.77		
	3	ป่าสัก	1,138.49	0.11		
	4	ไร่เหล่า	185.32	0.02	1,019,195.96	98.00
พื้นที่ป่า	1	ป่าละเมาะ	589.08	0.06		
	2	ป่าดิบแล้ง	11.83	0.00		
	3	ป่าเบญจพรรณแล้ง	43.48	0.00	644.39	0.06
พื้นที่อื่นๆ	1	ที่โล่ง	20,145.93	1.94		
	2	หมู่บ้าน	0.00	0.00		
	3	แหล่งน้ำ	0.00	0.00	20,145.93	1.94

จากตาราง 68 เห็นว่าพื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่มีการชะล้างพังทลายของดินถึง 98% ของการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด ซึ่งเป็นค่าที่สูงมากและเป็นตัวชี้วัดการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นมีผลต่อการชะล้างพังทลายน้อยมาก

สรุปผลการวิเคราะห์การระดับการชะล้างพังทลายของดิน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปี (A) โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการสร้างเป็นแผนที่แสดงอัตราระดับการชะล้างพังทลายของดิน และการใช้ประโยชน์พื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำขุนสมุน โดยใช้ผลคูณของปัจจัยต่าง ๆ ในสมการสูญเสียดินสากล ซึ่งสามารถแยกพื้นที่ตามระดับความรุนแรงในการชะล้างฯ ดังตาราง 69

ตาราง 69 แสดงพื้นที่ตามระดับการชะล้างพังทลายของดิน พื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน

ระดับการชะล้างฯ	อัตราการชะล้างฯ ตัน/เฮกแตร์/ปี	สภาพพื้นที่	สภาพการใช้ที่ดิน	เนื้อที่ ไร่	เนื้อที่ ร้อยละ
น้อยมาก	0 – 1	ที่ราบ ที่ดอน ที่ลาดเชิงเขา ที่ลาดชัน และที่ลาดชันสูง	ป่าไม้และไร่หมุนเวียน	129,365.45	90.31
น้อย	1 - 5	ที่ราบ ที่ดอน ที่ลาดเชิงเขา ที่ลาดชัน และที่ลาดชันสูง	สวนสักและไม้ผล	389.35	0.27
ปานกลาง	5 – 20	ที่ราบ ที่ดอน ที่ลาดเชิงเขา ที่ลาดชัน และที่ลาดชันสูง	พืชไร่, สวนสัก, ไม้ผล และที่โล่ง	6,089.46	4.25
รุนแรง	20 – 100	ที่ราบ ที่ดอน ที่ลาดเชิงเขา ที่ลาดชัน และที่ลาดชันสูง	พืชไร่, ไม้ผล, ที่โล่งหรือที่ว่างเปล่า	1,311.40	0.92
รุนแรงมาก	> 100	ที่ราบ ที่ดอน ที่ลาดเชิงเขา ที่ลาดชัน และที่ลาดชันสูง	พืชไร่ และที่โล่งหรือที่ว่างเปล่า	3,265.12	2.28
		อื่น ๆ	แหล่งน้ำและหมู่บ้าน	2,826.65	1.97
	รวม			143,238.43	100

จากตาราง 69 อัตราการชะล้างพังทลายของดิน พื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน สามารถแบ่งพื้นที่ตามระดับความรุนแรงของการเกิดการชะล้างพังทลายของดินออกเป็น 5 ลักษณะตามวิธีการของ Arnoldus (1977) คือ

1. พื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินน้อยมาก มีอัตราชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปี 0 – 1 ตัน/ไร่/ปี มีเนื้อที่ 139,365.45 ไร่ หรือร้อยละ 90.31 ของเนื้อที่ทั้งหมด

2. พื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินน้อย มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปี ระหว่าง 1 – 5 ตัน/ไร่/ปี มีเนื้อที่ 389.35 ไร่ หรือร้อยละ 0.27 ของเนื้อที่ทั้งหมด

3. พื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายดินปานกลาง มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินต่อปีระหว่าง 5 – 20 ตัน/ไร่/ปี มีเนื้อที่ 6,089.46 ไร่ หรือร้อยละ 4.25 ของพื้นที่ทั้งหมด

4. พื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินรุนแรง มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปีระหว่าง 20 – 100 ตัน/ไร่/ปี มีเนื้อที่ 1,311.40 ไร่ หรือร้อยละ 0.92 ของเนื้อที่ทั้งหมด

5. พื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปีมากกว่า 100 ตัน/ไร่/ปี มีเนื้อที่ 3,265.12 ไร่ หรือร้อยละ 2.28 ของเนื้อที่ทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ปริมาณการพัดพาตะกอน

ในการประเมินอัตราส่วนการพัดพาตะกอน (SDR) ในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุนนั้นเป็นการประเมินสถานภาพของทรัพยากรดินในพื้นที่ลุ่มน้ำฯ ได้หาอัตราการพัดพาตะกอน (SDR) เพื่อประเมินปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาออกจากพื้นที่ (off site erosions) (อรทัย, 2544) ได้ใช้วิธีการคำนวณโดยใช้สมการดังนี้

$$\text{Log SDR} = 1.8768 - 0.14191 \log (10\ A_D)$$

เมื่อ A_D = พื้นที่ลุ่มน้ำ หน่วยตารางกิโลเมตร

ตัวอย่าง วิธีการคำนวณลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบน

$$\text{Log SDR} = 1.8768 - 0.14191 \log (10\ A_D)$$

A_D = 45.29 ตารางกิโลเมตร

$$\text{Log SDR} = 1.8768 - 0.14191 \log (10 \times 45.29)$$

$$= 1.4999$$

SDR = 0.1761 หรือเท่ากับ 17.61%

อัตราส่วนการพัดพาตะกอนที่คำนวณได้เท่ากับ 17.61 เปอร์เซ็นต์อธิบายได้ว่า การชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบน 100 ส่วน จะถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ 17.61 ส่วน ซึ่งเป็นปริมาณที่น้อย ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่า ซึ่งสามารถช่วยลดปริมาณการพัดพาจากเม็ดฝนและน้ำไหลบ่าหน้าดินได้ จึงส่งผลให้มีการพัดพาตะกอนดินในลุ่มน้ำขุนสมุนน้อยลง

ฉะนั้นพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุนตอนบนมีปริมาณการพัดพาตะกอน off site erosions เท่ากับ

= 0.1761 x 1886.08 ตัน

= 332.14 / 45.29 ตัน

= 7.33 ตัน / ตร.กม. / ปี

จากการใช้วิธีคำนวณโดยสมการดังกล่าวได้อัตราการพัดพาและปริมาณตะกอนที่ถูกพัด ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทั้ง 19 ลุ่มน้ำ ตามตาราง 70

ตาราง 70 ตารางอัตราการพัดพาและปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยขุนสมุน

ที่	ลุ่มน้ำ	พื้นที่ (ตร.กม.)	Log SDR	SDR	%การพัดพา (%)	on site erosion		off site erosion	
						(ตัน)	(ตัน/ตร.กม)	(ตัน/ลุ่มน้ำ)	(ตัน/ตร.กม.)
1	ขุนสมุนตอนบน	45.29	1.4999	0.1761	17.61	1,886.08	41.64	332.14	7.33
2	ห้วยน้ำหิน	18.34	1.5556	0.1919	19.19	1,647.20	89.82	316.10	17.24
3	ห้วยแม่คำแผ่น	16.36	1.5626	0.1939	19.39	2,200.19	134.50	426.62	26 08
4	ห้วยสวนผึ้	4.44	1.6430	0.2156	21.56	31,674.09	7,129.10	6,828.93	1,537.03
5	ห้วยเกิ๋น	10.39	1.5906	0.2016	20.16	307.12	29.56	61.92	5.96
6	ห้วยขุ่น	7.67	1.6094	0.2067	20.67	6,122.77	798.66	1,265.58	165.08
7	ห้วยเฮือ	6.13	1.6231	0.2104	21.04	108,612.23	17,713 61	22,852.01	3,726.94
8	ห้วยหลักผึ้	7.08	1.6142	0.2080	20.80	71,853.82	10,146 69	14,945.59	2,110.51
9	ห้วยม่วง	6.33	1.6211	0.2098	20.98	19,594.08	3,093.88	4,110.84	649.10
10	ห้วยแหด	5.59	1.6288	0.2119	21.19	24,224.51	4,333.89	5,133.17	918.35
11	ขุนสมุนละเบ้ายา	25.65	1.5349	0.1861	18.61	185,828.80	7,245.82	34,582.74	1,348.45
12	ห้วยเสือ	8.19	1 6053	0.2056	20.56	43,645.21	5,329.11	8,973.46	1,095.66

ตาราง 70 (ต่อ)

ที่	ลุ่มน้ำ	พื้นที่ (ตร.กม.)	Log SDR	SDR	%การพัดพา (%)	on site erosion		off site erosion	
						(ตัน)	(ตัน/ตร.กม)	(ตัน/ลุ่มน้ำ)	(ตัน/ตร.กม.)
13	ห้วยปุก	4.82	1.6380	0.2143	21.43	19,091.17	3,963 85	4,091.24	849.45
14	ห้วยมื่น	6.36	1.6209	0.2097	20.97	27,212.63	4,278.11	5,706 49	897.12
15	ห้วยกาใส	14.72	1.5691	0.1957	19.57	128,503.16	8,729.39	25,148.07	1,708.34
16	ห้วยแก้ว	9.54	1.5959	0.2030	20.30	39,946.16	4,187.45	8,109.07	850.05
17	ห้วยทะลุ	4.84	1.6377	0.2142	21.42	41,633.34	8,596.98	8,917.86	1,841.47
18	ห้วยปูป้าน	8.08	1.6061	0.2058	20.58	73,560.63	9,107.97	15,138.78	1,874.42
19	ขุนสมุนกาใส	19.36	1.5523	0.1910	19.10	212,443.05	10,971.78	40,576.62	2,095.61
	รวม	229.18				1,039,986.24	4,537.63	207,517.22	905.43

จากตาราง 70 พบว่าอัตราการชะล้างพังทลายของดินและปริมาณการพัดพาตะกอนมีความสัมพันธ์กันเนื่องจากอัตราการพัดพาตะกอนของแต่ละลุ่มน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน คือ ระหว่าง 17.61% - 21.56% โดยลุ่มน้ำที่มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินและการพัดพาปริมาณตะกอนในปริมาณที่สูงสุด 5 อันดับ ประกอบด้วยลุ่มน้ำห้วยเฮีย, ห้วยหลักผี, ขุนสมุนกาใส, ห้วยปูป้าน, และห้วยทะลุ มีปริมาณพัดพาตะกอน (ตัน/ตารางกิโลเมตร/ปี) ดังนี้ คือ 3,726.94 2,110.51 2,095.61 1,874.42 และ 1,841.47 ตามลำดับ เพราะมีพื้นที่ในการทำการเกษตรมากกว่าลุ่มน้ำอื่นและมีการปลูกพืชไร่ในพื้นที่ที่มีที่ลาดชันสูง โดยไม่มีมาตรการในการอนุรักษ์ที่เหมาะสม ดังนั้นควรหามาตรการที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาการชะล้างฯ และการพัดพาตะกอน ของ 5 ลุ่มน้ำดังกล่าว ส่วนพื้นที่มีอัตราการชะล้างฯ และปริมาณการพัดพาตะกอนต่ำสุด คือลุ่มน้ำห้วยเกิ๋น, ขุนสมุนตอนบน และห้วยแม่คำแผ่น มีปริมาณการพัดพาตะกอน (ตัน/ตารางกิโลเมตร/ปี) 5.96 7.33 และ 26.08 ตามลำดับ ซึ่งลุ่มน้ำดังกล่าวเป็นลุ่มน้ำป่าพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าและเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธาร มีความลาดชันสูงไม่เหมาะที่จะเข้าไปทำการเกษตรเหมือนพื้นที่อื่น

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้อัตราการชะล้างพังทลายของดินเพิ่มขึ้น จะสร้างผลกระทบต่อพื้นที่ลุ่มน้ำส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาในการผลิตที่แตกต่างกันในพื้นที่เดียวกัน นอกจากนี้แล้วการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบน จะส่งผลกระทบต่อพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่าง เช่นทำให้แม่น้ำลำคลองตื้นเขินเนื่องจากการทับถมของตะกอนดิน และอาจเป็นสาเหตุของการเกิดน้ำท่วม

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน กรณีศึกษา:ลุ่มน้ำขุนสมุน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาสภาพการชะล้างพังทลายของดินในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน จังหวัดน่าน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล และนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ค่าปริมาณการชะล้างพังทลายของดินลุ่มน้ำย่อยขุนสมุน พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินมี 10 ประเภท แบ่งได้เป็น 3 พื้นที่ คือ พื้นที่ป่า : พื้นที่เกษตร : พื้นที่อื่น ๆ มีสัดส่วนการใช้พื้นที่เป็น 82.87 : 14.91 : 2.23 ตามลำดับ ซึ่งสัดส่วนการใช้พื้นที่โดยรวมถือว่ามีพื้นที่ป่า 80% ขึ้นไป จัดอยู่ในระดับวิกฤตน้อยหรือภาวะเตือนภัย คือมีการเปลี่ยนแปลงไปจากธรรมชาติ แต่ยังแสดงพฤติกรรมใกล้เคียงธรรมชาติ ซึ่งสามารถฟื้นฟูองค์ประกอบที่เปลี่ยนไปให้เข้าสู่ภาวะสมดุลในระยะเวลาไม่มากนัก แต่เนื่องจากลุ่มน้ำขุนสมุนมีสภาพภูมิประเทศเป็นที่ลาดชันสูงเป็นส่วนใหญ่ ไม่เหมาะกับการเข้าไปทำการเกษตร ประกอบกับเป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารของลำน้ำขุนสมุน จึงควรเฝ้าระวังรักษาการใช้พื้นที่ ไม่ให้พื้นที่ป่ามีน้อยกว่าที่เป็นอยู่ และควรป้องกันปัจจัยอื่น ๆ นอกเหนือจากการทำการเกษตรที่จะมีผลกระทบต่อทรัพยากรลุ่มน้ำ เช่น ไฟป่า การตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น

ส่วนการศึกษาความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินทั้ง 19 ลุ่มน้ำย่อยพบว่ามีระดับความรุนแรงของการสูญเสียดินอยู่ในระหว่าง 0.05 – 28.34 ตัน/ไร่/ปี เฉลี่ย 7.26 ตัน/ไร่/ปี แบ่งได้เป็น 4 ระดับ คืออยู่ในระดับน้อยมากจำนวน 4 ลุ่มน้ำ น้อย จำนวน 2 ลุ่มน้ำ ปานกลาง จำนวน 12 ลุ่มน้ำ และระดับรุนแรง จำนวน 1 ลุ่มน้ำ จะเห็นว่าลุ่มน้ำที่อยู่ในระดับรุนแรงจะต้องได้รับการแก้ไขเพื่อลดระดับการชะล้างพังทลายของดินลงอย่างเร่งด่วน โดยการลดพื้นที่ในการปลูกพืชโดยเฉพาะพืชไร่ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง เพิ่มสัดส่วนพื้นที่ป่าให้มากขึ้นในพื้นที่ที่เป็นที่โล่งหรือที่ว่างเปล่าและพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม ควรมีมาตรการในการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำและใช้วิธีการอนุรักษ์ที่เหมาะสม ตลอดจนการปรับปรุงบำรุงดินในพื้นทีมีการทำการเกษตรอย่างเข้มข้น

จากการศึกษาสัดส่วนการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำย่อยแยกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าพื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินมากที่สุดโดย

มีค่าสูงถึง 95.10% ของปริมาณการชะล้างทั้งหมด ทั้งที่มีพื้นที่เพียง 5.74% ของการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด หน่วยงานในสังกัดกรมพัฒนาที่ดินควรหามาตรการในการจัดการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ทั้งนี้สาเหตุของการเกิดการชะล้างพังทลายสูง เนื่องมาจากการปลูกพืชไร่สูงกว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น เกิดจากปัจจัยเกี่ยวกับภูมิประเทศ กล่าวคือ พื้นที่ที่มีการปลูกพืชไร่ส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง และมีการตัดเผา เตรียมดินหรือเปิดหน้าดินก่อนทำการเพาะปลูกเป็นผลให้เม็ดฝนตกกระทบดินโดยตรงทำให้ดินแตกกระจายและถูกเคลื่อนย้ายได้ง่าย ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ใด ๆ มารองรับ ต้องรอจนกว่าพืชที่ทำการเพาะปลูกเจริญเติบโตขึ้นปกคลุมดิน ซึ่งต้องอาศัยระยะเวลา จึงทำให้เกิดการสูญเสียดินจากการถูกชะล้างพังทลายมากโดยเฉพาะต้นฤดูกาลเพาะปลูก

จากผลการศึกษาพบว่า ลุ่มน้ำย่อยห้วยเฮือมีระดับการชะล้างอยู่ในขั้นรุนแรง หรือ 28.34 ตันต่อไร่ต่อปี เนื่องจากมีพื้นที่ทำการเกษตรมากกว่าลุ่มน้ำอื่นโดยเฉพาะพื้นที่ปลูกพืชไร่ซึ่งเป็นตัวการที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลาย มีสูงถึง 412.78 ไร่หรือ 10.77% ของพื้นที่ทั้งหมด และอยู่ในที่ลาดชันสูงเกิน 35% ขึ้นไป มีจำนวนถึง 189 ไร่หรือ 4.93% ของพื้นที่ทั้งหมด ทำให้เสี่ยงที่จะเกิดน้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลากสูง ถ้ามีฝนตกมาติดต่อกันหลายวันเมื่อดินชุ่มมากและน้ำหนักดินเพิ่มขึ้นทำให้ดินเคลื่อนตัวลงมาทำให้มีโอกาสที่จะเกิดแผ่นดินถล่มสูง หากมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีตั้งแต่ 2001 – 3200 มิลลิเมตร (ปฏิเวช, 2545) ส่วนจะมีความเป็นไปได้มากน้อยเพียงใดควรจะทำการศึกษาในเรื่องดังกล่าวเพิ่มเติมทั้งปัจจัยฝน ความลาดชัน ลักษณะแผ่นดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะทางธรณีวิทยา ซึ่งปัจจุบันมีวิธีการศึกษามากมายหลายสมการ แต่ละสมการก็ใช้ตัวแปรแตกต่างกัน อีกทั้งปัจจัยที่ก่อให้เกิดแผ่นดินถล่มมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาบางปัจจัยก็ขึ้นอยู่กับสภาพความแปรปรวนของธรรมชาติ ดังนั้นจึงควรศึกษาในด้านความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม (Landslide Risk) ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยห้วยเฮือของลุ่มน้ำขุนสมุน เพื่อวางแนวทางในการเตือนภัยและเฝ้าระวังภัยจากแผ่นดินถล่ม ที่อาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยดังกล่าวในอนาคตได้

ส่วนการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน กรณีศึกษาครั้งนี้พบว่ามีข้อดี สามารถช่วยเก็บรวบรวมข้อมูล การเตรียมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการแปรผลข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่จะให้มีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากจะขึ้นความรู้ความเข้าใจของผู้ศึกษาแล้ว ยังขึ้นอยู่กับขั้นตอนและวิธีการใช้ซอฟท์แวร์ต่างๆ ด้วย โดยเฉพาะผู้ที่จะเริ่มใช้ส่วนใหญ่ต้องลองผิดลองถูกทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน สำหรับข้อด้อย การนำเข้าข้อมูลแบบ mannual ทำให้ต้องใช้เวลามาก แก้ไขข้อผิดพลาดทำได้ยาก การทำกริดขนาดเล็กทำให้ได้ข้อมูลเป็นตัวแทนที่ดีใกล้เคียงความเป็นจริง แต่จะทำให้มีจำนวนข้อมูลเพิ่มขึ้นจำนวนมาก เกิดความยุ่งยากในการจัดการ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะแก่ชุมชน

จากการศึกษา การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน กรณีศึกษาลุ่มน้ำขุนสมุน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน พบว่าปัญหาการชะล้างพังทลายของดินส่วนใหญ่เกิดขึ้นบนพื้นที่ที่มีการทำการเกษตร ขาดมาตรการในการอนุรักษ์ ทำให้ทรัพยากรดินเสื่อม ขาดความอุดมสมบูรณ์และผลผลิตลดลง จึงมีการบุกรุกแผ้วถางป่าเพื่อใช้พื้นที่ในการทำการเกษตรอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการปลูกพืชไร่ ทำให้มีการชะล้างพังทลายของดินสูงในทุกระดับพื้นที่

1. ชุมชนควรมีส่วนร่วมดำเนินการอนุรักษ์และจัดการพื้นที่ป่าต้นน้ำ เช่นการปลูกป่าต้นน้ำ การบำรุงรักษาป่าต้นน้ำ การสร้างฝายต้นน้ำ ตลอดมาตรการการป้องกันไฟป่าเพื่อการอนุรักษ์พื้นที่ต้นน้ำ โดยรวมกลุ่มเพื่อวัตถุประสงค์ด้านการอนุรักษ์ผืนป่าโดยเฉพาะ และปรับปรุงฟื้นฟูพื้นที่ที่ถูกบุกรุกทำลายให้ฟื้นคืนสภาพป่าธรรมชาติโดยเร็ว ด้วยการปลูกป่า

2. ชุมชนควรดำเนินการอนุรักษ์และจัดการพื้นที่ป่าชุมชน โดยมีกฎกติกาในการใช้ทรัพยากรจากป่าชุมชนที่ชัดเจนและสร้างองค์กรที่เกิดจากการรวมตัวของชุมชนเองในการร่วมกันจัดการป่า

3. การปลูกพืชไร่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายสูง ชุมชนควรจะมีการปลูกพืชในแนวระดับที่มีความลาดเทไม่เกิน 35 % และควรมีการปลูกพืชผสมผสานในพื้นที่ทำการเกษตร นอกจากนี้ชุมชนควรหาทางเลือกที่เหมาะสมในการป้องกันการพังทลายของดินในที่ที่มีความลาดชันสูง

4. ควรเพิ่มพื้นที่ป่าโดยการปลูกป่าเพิ่มเติมในพื้นที่ที่เป็นที่โล่งหรือที่ว่างเปล่า และที่ป่าเสื่อมโทรม และพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงแทนการปลูกพืชไร่

5. เกษตรกรควรจัดการลดน้ำไหลบ่า โดยการปล่อยให้พืชหรือเศษซากพืชปกคลุมดินอยู่ตลอดเวลาโดยเฉพาะต้นฤดูกาลปลูกพืช ไม่ควรใช้วิธีถางเผาทำลายสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้น้ำแทรกซึมลงไปในดินได้มากขึ้น ซึ่งได้ประโยชน์สองทางพร้อมกัน คือ มีน้ำในดินให้พืชได้ใช้มากขึ้นและลดความเร็วของน้ำไหลบ่า

ข้อเสนอแนะในส่วนภาครัฐ

หน่วยงานภาครัฐควรเข้ามาส่งเสริมสนับสนุนให้ชุมชนเข้มแข็ง สามารถพึ่งตนเองได้ทั้งนี้เพราะการที่จะให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้จะต้องมีการพัฒนาคุณภาพชีวิต พัฒนาอาชีพ และสร้างจิตสำนึกในการรักและหวงแหนป่าไม้ ที่ดิน ที่ทำการเกษตร รัฐต้องมีการแก้ไขปรับปรุงกฎหมายต่างๆ ที่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนา เพื่อให้ชุมชนมีความรู้สึกเป็นเจ้าของ ซึ่งจะนำไปสู่การกำหนดบทบาท อำนาจหน้าที่ของชุมชน และสิทธิส่วนบุคคล ในการร่วมกันจัดการทรัพยากรอย่างเป็นระบบสอดคล้องกับความต้องการของชุมชน และนโยบายของรัฐควรช่วยแก้ไขเพื่อลดระดับการสูญเสียดินอันเนื่องมาจากการชะล้างพังทลายของดินลงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างเร่งด่วน โดย 1) การหามาตรการเพื่อลดพื้นที่ในการปลูกพืชโดยเฉพาะพืชไร่ที่ปลูกในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงหรือเปลี่ยนเป็นการปลูกพืชแบบผสมผสานทดแทนการปลูกพืชไร่ 2) เพิ่มสัดส่วนพื้นที่ป่าให้มากขึ้นโดยการปลูกป่าในพื้นที่ที่เป็นที่โล่งหรือที่ว่างเปล่าและพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม 3) ควรมีมาตรการในการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำอย่างเข้มงวด 4) ส่งเสริมวิธีการอนุรักษ์ที่เหมาะสมเข้ามาใช้ เช่นการปลูกหญ้าแฝก และ 5) แนะนำการปรับปรุงบำรุงดินในพื้นที่มีการทำการเกษตรแบบเข้มข้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน กรณีศึกษาลุ่มน้ำขุนสมุน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน แบบระบบ Raster สามารถทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทมีผลกระทบต่อการชะล้างพังทลายมากน้อยเพียงใด ระดับความรุนแรงของระดับการชะล้างพังทลายของดินสามารถแสดงเป็นแผนที่ทำให้ทราบตำแหน่งของการชะล้างพังทลายได้ระดับหนึ่ง

ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรจะศึกษาด้านปัจจัยที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินแต่ละปัจจัยอย่างจริงจัง เนื่องจากพื้นที่ที่ทำการศึกษามีความแตกต่างกันทั้งในด้านสภาพภูมิอากาศ, สภาพภูมิประเทศ, ทรัพยากรดิน, การใช้ประโยชน์ที่ดินและปฏิบัติการอนุรักษ์ การนำค่าปัจจัยการศึกษาในพื้นที่หนึ่งไปใช้อีกพื้นที่หนึ่งอาจจะไม่ใช่ตัวแทนที่ถูกต้องตามสภาพความเป็นจริงของพื้นที่ได้ โดยเฉพาะปัจจัยเกี่ยวกับภูมิประเทศ (LS) ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C) และปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน (P) ซึ่งปัจจัยที่เป็นตัวเปรที่สำคัญในการทำให้เกิดความแตกต่างของการชะล้างพังทลายตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างเห็นได้ชัด

อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ค่าปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน แม้จะไม่มีข้อมูลผลการทดลองเกี่ยวกับปริมาณการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่มาเปรียบเทียบ แต่มีแนวโน้มว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์จะสูงกว่าค่าปริมาณการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เนื่องจากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วขั้นต้นจากการวิเคราะห์ค่าปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งผันแปรมากมาย แต่อย่างไรก็ตาม การใช้สมการสูญเสียดินสากล เป็นการคาดคะเนเพื่อเป็นแนวทางให้เห็นถึงสภาพการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทนั้น จะทำให้เกิดการชะล้าพังทลายของดินมากน้อยอย่างไร เป็นวิธีการที่ใช้บอกในเชิงเปรียบเทียบว่า การใช้ที่ดินแต่ละประเภท จะเกิดการชะล้างพังทลายของดินมากน้อยอย่างไร แต่ไม่ได้หมายความว่า สมการนี้เป็นตัวบ่งชี้ปริมาณการสูญเสียดินปริมาณเท่าใด นั่นคือสมการนี้จะให้ข้อมูลเชิงคุณภาพมากกว่าข้อมูลเชิงปริมาณ

จากประสบการณ์ที่ได้รับจากการศึกษาครั้งนี้พบว่ายังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง ทั้งในการเตรียมการ การวางแผน การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลข้อมูลในบางส่วนซึ่งทำให้ผลการศึกษาที่ได้อาจเกิดความผิดพลาดได้บ้าง เช่นข้อมูลพื้นฐานด้านแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งได้จากการใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote sensing) อาจมีความคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงพื้นที่ของภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แซท ทีเอ็ม 5 (Landsat TM 5) เนื่องจากข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานอื่นซึ่งได้รับโดยการตัดภาพเฉพาะส่วนพื้นที่ที่ศึกษา นอกจากนี้ภาพที่ได้มีความละเอียดของจุดภาพ (Pixel) 10 X 10 เมตร โดยการแปลงค่ามาจากความละเอียดของจุดภาพ (Pixel) 30 X 30 เมตร ทำให้ภาพที่ได้รับเมื่อเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมด้าน Remote sensing แล้วก็ยังมีค่าความละเอียดและความถูกต้องน้อย

ด้านการเก็บรวมรวมข้อมูลทั้งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ เช่นการสำรวจพื้นที่จริงและจำนวนตัวแทนของการเก็บตัวอย่างที่ยังมีน้อยเกินไป อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ นอกจากนี้การเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ลุ่มน้ำชุนสมุนทั้งหมดไม่ครบตามการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมด เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาและงบประมาณรวมทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมดมีขนาดกว้างใหญ่มาก จึงไม่สามารถทำการเก็บข้อมูลได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้ข้อบกพร่องดังกล่าวสามารถนำไปปรับปรุงการวิจัยครั้งต่อไป

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดิน. 2524. **การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย**. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 189 น.

_____. 2526. **การใช้สมการสูญเสียดินสากล**. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน. 266 น.

_____. 2533. **การใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อจัดทำแผนที่ดินและเพื่อกำหนดพื้นที่ เพื่อใช้ประกอบการเกษตรอย่างถาวร (กรณีศึกษาจากพื้นที่สูงในภาคเหนือ)**. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน. 217 น.

_____. 2543. **การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย**. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน. 39 น.

เกษม จันทร์แก้ว. 2526. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 299 น.

_____. 2539. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 410 น.

เกษม จันทร์แก้ว, นิพนธ์ ตั้งธรรม, สามัคคี บุญยวัฒน์ และ วิชา นิยม. 2524. **สรุปรายงาน 15 ปี โครงการวิจัยลุ่มน้ำบนภูเขา**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 28 น.

เกษม จันทร์แก้ว และ นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2525. **หลักปฏิบัติในการจัดการลุ่มน้ำ**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 272 น.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2533. **คู่มือปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้นระบบโสตทัศนูปกรณ์**. กรุงเทพมหานคร: คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 266 น.

คณาจารย์ภาควิชาภูมิศาสตร์. 2543. **ภูมิศาสตร์ประเทศไทย**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 312 น.

จำรูญ ศรีชัยชนะ. 2545. **การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินการกร่อนดินพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มจังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 117 น.

ชาตรี มากนวล. 2534. **การประเมินค่าประสิทธิภาพการควบคุมการพังทลายของดินในสมการการสูญเสียดินสากล ของป่าไม้โตเร็ว อายุ 7 ปีบนขั้นบันไดดิน บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 236 น.

ธีระ พันธุมวนิช, P. Hastings และ วิธัญญา นันทาภิวัฒน์. 2532. ประเด็นนโยบายเกี่ยวกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์. **วารสารภูมิศาสตร์.** 14(1): 19-26.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2527. **การควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน.** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 279 น.

_____. 2545. **แบบจำลองคณิตศาสตร์การชะล้างพังทลายของดินและมลพิษตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำ.** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 412 น.

นิวัติ เรืองพานิช. 2514. **ความหนาแน่นของเรือนยอดต้นไม้ที่มีผลต่อการสูญเสียดินและน้ำ การวิจัยเรื่องน้ำที่ห้วยคอกม้า เล่มที่ 7.** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 25 น.

ปฏิเวธ เฉลิมพงษ์. 2545. **แนวทางการจัดการชุมชนในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 182 น.

ปราโมทย์ ยาใจ. 2536. **การประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อคาดคะเนระดับการพังทลายของดินในบริเวณพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 184 น.

พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์ และ สุพจน์ เจริญสุข. 2545. **การศึกษาเปรียบเทียบค่าปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน ที่เหมาะสมในสมการสูญเสียดินสากลในพื้นที่ป่าไม้.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา www. forest.go.th.

ไพฑูรย์ ปียะกรณ์. 2527. **การวิเคราะห์เชิงปริมาณการพังทลายของดินในจังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้สมการสากลของการสูญเสียดิน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. 115 น.

ภูพิงค์ ศรีภูมินทร์. 2548. **การประเมินความยั่งยืนของทรัพยากรลุ่มน้ำ กรณีศึกษา: พื้นที่เกษตรที่สูงขุนสมุน ลุ่มน้ำขุนสมุน จังหวัดน่าน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 153 น.

วัฒนชัย ดำรงหาญวิทย์. 2528. **การคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายของดินในจังหวัดเชียงใหม่โดยสมการสูญเสียดินสากล.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 117 น.

ศิริชาติ ศรีวงศ์ษา. 2537. **โมเดลเชิงพื้นที่เพื่อประเมินกษัยการของดิน ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลสำรวจระยะไกล.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 118 น.

สง่า สรรพศรี. 2533. Remote Sensing และ GIS กับแผนพัฒนาประเทศของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน. น. 1-10 ใน **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ "ดร.สถิตย์ วัชรกิตติ อนุสรณ์ : การประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการพัฒนา และจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม" 6-7 กันยายน 2533.** กรุงเทพมหานคร: สภาวิจัยแห่งชาติ.

สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522. **การอนุรักษ์ดินและน้ำ เล่มที่ 1: การพังทลายของดิน.** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 108 น.

_____. 2526. **การอนุรักษ์ดินและน้ำ.** กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 203 น.

สมชาย องค์ประเสริฐ. 2535. **ปฐพีศาสตร์ประยุกต์.** เชียงใหม่: ภาควิชาดินและปุ๋ย คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 508 น.

สมยศ กิจค้า. 2528. **การอนุรักษ์ดิน.** กรุงเทพมหานคร: กรมป่าไม้. 163 น.

สรัน วังใน. 2539. **การประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อคาดคะเนระดับการพังทลายของดินในลุ่มน้ำห้วยมะเร็ว อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 172 น.

สิริวรรณ รวมแก้ว. 2548. **ระบบผลิตทางการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำขุนสมุน กรณีศึกษา:หมู่บ้านกาใสและหมู่บ้านละเบ้ายา จังหวัดน่าน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 148 น.

สุระ พัฒนเกียรติ. 2534. **หลักเบื้องต้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 89 น.

อรทัย มิ่งธิพล. 2543. **อุตุอุทกวิทยาลุ่มน้ำ.** เชียงใหม่: ภาควิชาภูมิทัศน์และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 288 น.

Aina, P.O., R. Lal and G.S. Taylor. 1977. Soil and crop management in relation to soil erosion in the rainforest in Western Nigeria. pp. 75-82. In G.R. Foster (ed.). **Soil Erosion : Prediction and Control.** Soil Conservation Society of America.

Baver, L.D. 1933. Some soil factors affecting erosion. **Agri. Eng.** 13: 51-57.

_____. 1965. **Soil Physics.** Third Edition. New York: Jone Wiley and Sons. 489 p.

Burrough, P.A. 1987. **Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment of the GIS-based CALCITE Model.** Report OD 125. Wallingford. 2,452 p.

Clarke, J.S., J.W. Sorensen, H.G. Sirickland, and G. Collins. 1992. Development of ground-water vulnerability data for the U.S. Environmental Protection Agency's Hazard Ranking System using Geographic Information System. pp. 226 – 246. In A.I.Johnson, C.B.Petterson and J.L.Fulton (eds.). **Geographic Information Systems (GIS) and Mapping--Practices and Standards.** Philadelphia: Amer. Soc. For Testing and Materials.

Cook, H.L. 1936. The nature and controlling variables of the water erosion process. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.** 40(5): 769-733.

De Roo, A.P.J., C.G. Wesseling, N.F.D.T. Cremers and R.J.E. Offermans. 1994. **Lisem: A Physically-based Hydrologicai and Soil Erosion Model Incorporation in a GIS.** The Netherlands: Department of Physical Geography, Utrecht University.

Dyke, P.T. 1996. **Status of Watershed Modeling and GIS for Rapid Impact Assessment of Alternate Land Use and Land Management Practices on Small/Large Watershed.** Paper presented at Regional Expert Consultation cum Advisory Committee Meeting on Participatory Watershed Management Training in Asia. Kathmendu, Nepal, 22-25 April, 1996.

El-Swaify, J.L. 1987. How rainfall and runoff erode soil. pp. 126-135. In **The Year Book of Agriculture.** Washington, D.C.: USDA Government Printing Office.

Franchek, R.J. and R.F. Biggam. 1992. Using USDA. Soil Conservation Service County soil data with a geographic information system. pp.115-121. In A.I. Johnson, C.B. Petterson and J.L. Fultion (eds.). **Geographic Information Systems (GIS) and Mapping,-- Practices and standards.** Philadelphia Amer. Soc. For Testing and Materials.

Gleason, C.H. 1975. Reconnaissnce methods of measuring erosion. **J. Soil and Water Cons.** 12: 105-107.

Hamilton, L.S. and P.N. King. 1983. **Tropical Forest Watershed : Hydrolic and Soils Response to Major Uses or conservations.** Boulder: Westview Press. 168 p.

Hession, W.C. and V.D. Schanholtz. 1988. A Geographic Information System for Targeting Nonpoint-source Agricultural Pollution. **J. Soil and Water Cons.** 43: 264-266.

Hudson, N.W. 1971. **Soil Conservation.** New York: Cornell Univ. Press. 320 p.

Kirkby, M.J. 1980. The problem. pp. 1-16. In M.J. Kirkby and R.P.C. Morgan (eds.). **Soil Erosion.** New York: John Wiley and Sons..

Liengsakul, M., S. Mekpaiboonwatana and P. Pramjanee. 1933. Use of GIS and remote sensing for soil mapping and for locating new sites for permanent crop-land: a case study in the highlands of nortern Thailand. **Geoderma**. 60: 293-307.

Marble, D.F., H.W. Calking and D.J. Peuquet. 1984. **Basic Reading in Geographic Information System.** New York: SPAD System. 410 p.

McRae, S.G. and C.P. Burnham. 1981. **Land Evaluation**. Oxford: Clarendon Press. 239 p.

Omakupt, M., P. Imput, N. Kanchanakul and D. Buapradapkull. 1988. Soil erosion mapping in the Chiang Mai Basin using remote sensimg data and geographic information system. pp. 159-171. In **Proceeding Mid-project Seminar under the CIDA-Thailand Landsat Project. Thailand.**

Osborn, B. 1955. How rainfall and runoff erode soil. pp. 126-135. In **The Year Book of Agriculture.** Washington, D.C.: USDA Government Printing Office.

Ouyang, D. and J. Bartholic. 2001. **Based GIS Application for Soil Erosion Prediction Institute of Water Research**. Michigan State University. 1,298 p.

Pandee, P. and T. Mathuis. (no date). **Using GIS Technology to Come to Land-use Planning Strategies.** Chiang Mai: Department of Geography, Chiang Mai University. 30 p.

Roose, E.J. 1977. Use of the universal soil loss equation to the predict erosion in West Africa, pp. 60-74. In G.E. Foster (ed.). **Erosion : Prediction and Control.** Soil Converv. Soc. Amer.

Sayago, J.M. 1986. Small scale erosion hazard mapping using Landsat information in the Northwest of Argentina. pp. 669-674. In **Symposium on Remote Sensing for Resources Development and Environmintal Management.** Netherland: Enschede.

Schulz, E.F. 1981. Sediment yield estinated in planning landuse changed. pp. 117-128. In **Pro. South-East Asian Regisonal Symposium on Problems of Soil Erosion and Sedinentation.** Bangkok: AIT and Hydaulics Res. Sta. (Wallingford, U.K.)

Sheng, D.D. 1982. **Erosion Problems Associated with Cultivation in Humid Tropical Hilly Region.** ASA. Space. Publ. No. 43:77-96.

Spanner, M.A., A.H. Strahler and J.E. Esters. 1982. Soil loss prediction in a geographic information system format. pp. 89-102. In **Proc. Of the 16th International of Remote Sensing of Enbironment, V.1, Michigan, USA.**

Sutterlund, D.R. 1972. **Wildland Watershed Management the Renald Press Comp.** New York. 730 p.

Tangtham, N. 1990. **GIS Application for Water Resources Management--A Case Study of Soil Erosion and Sedimentation Mitigation Planning in the North Thailand.** Paper prepared for the Training Course in Natural Resource Information Management, arranged by INRDM Program, AIT, Bangkok, July 3, 1990.

_____. 1992. **Principles and Application of Watershed Classification.** Paper Prepared for Training Course in Natural Resources Management in Watershed Area (Applied Remote Sensing/GIS Short-Course) 7 Sept-11 Dec. 1992, AIT, Bangkok.

Watanasak, M. 1978. **A Preliminary Study on the Evaluation of Soil Erosion Study on the Evaluation of Soil Erosion Status Using USLE and Landsat Imagery Techniqus in Chonburi and Rayong Provinces.** Master's Thesis. Mahidol University.

Wilkinson, G.E. 1975. Canopy characteristics of naize and the iffect on soil erosion in western Nigeria. **Tropical Agri.** 12(3): 223-230.

Wischmeier, W.H., D.D. Smith and R.E. Uland. 1958. Evaluation of factors in the Soil Loss Equation. **Agri. Eng.** 39: 458-462

Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1965. **Predicting Rainfall-Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains.** USDA Agric. Handb. No. 282.

Wischmeier, W.H., C.B. Johnson and B.V. Cross. 1971. A soil erodibility nomograph for farm land and construction site. **Soil and Water Consery.** 26: 189-192.

Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978. **Predicting Rainfall Erosion Losses.** US:Department of Agriculture. **Agricultural Research Service Handbook.** 537 p.

Zingg, A.W. 1940. Degree and length of land slope as it effects soil loss in runoff. **Agri. Eng.** 21: 59-64.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก 1 ตารางแสดงค่าน้ำฝนเฉลี่ย 16 ปี สถานีวัดน้ำฝนเกษตรน่าน (2533 – 2548) และสถานีวัดน้ำฝนอำเภอเมืองน่าน (2537 – 2548)

ที่	ปี	สถานีน่าน	สถานีเกษตร	เฉลี่ย	ค่า R-factor
1	2,533	-	765.70	382.85	172.498
2	2,534	-	808.50	404.25	179.988
3	2,535	-	827.10	413.55	183.243
4	2,536	-	1,155.10	577.55	240.643
5	2,537	1,288.40	1,186.70	1,237.55	471.643
6	2,538	1,261.20	664.50	962.85	375.498
7	2,539	1,026.80	939.90	983.35	382.673
8	2,540	1,177.20	1,043.90	1,110.55	427.193
9	2,541	1,019.70	1,204.70	1,112.20	427.770
10	2,542	1,087.00	1,268.60	1,177.80	450.730
11	2,543	1,238.50	1,152.30	1,195.40	456.890
12	2,544	1,427.70	1,281.30	1,354.50	512.575
13	2,545	1,225.20	786.57	1,005.89	390.560
14	2,546	1,009.40	2,437.30	1,723.35	641.673
15	2,547	1,225.20	1,186.70	1,205.95	460.583
16	2,548	1,341.00	1,203.10	1,272.05	483.718
รวม		14,327.30	17,911.97	16,119.64	
เฉลี่ย/ปี		1,193.94	1,119.50	1,156.72	443.352

ตารางภาคผนวก 2 ตารางแสดงปริมาณน้ำฝน

ปี	รายการ	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	รวม	รวม พ.ค.-ก.ย.	
	น้ำฝน	239.2	101.9	333	499.7	114	1593	1288.4	1,288.40
2537	อุณหภูมิ	28.4	27.8	27.4	26.4	27.4	309.9	137.4	
	ความชื้น	67	72	73	75	70	793	357	
	น้ำฝน	97.9	137.7	402	534.2	89	1553	1261.2	1,261.20
2538	อุณหภูมิ	28.5	28.6	27.2	26.7	27.4	310.3	138.4	
	ความชื้น	75	78	85	85	80	863	403	
	น้ำฝน	83.3	201.3	150	320.2	83.4	1143	838.1	838.10
2539	อุณหภูมิ	28.5	27.8	27.4	26.5	27.3	306.7	137.5	
	ความชื้น	75	78	81	82	81	884	397	
	น้ำฝน	57.9	115.6	251	303.1	261	1204	988.5	988.50
2540	อุณหภูมิ	29	29.1	27.3	27	26.8	310.2	139.2	
	ความชื้น	68	68	78	80	77	837	371	
	น้ำฝน	179.2	184.7	195	255.8	205	1170	1019.7	1,019.70
2541	อุณหภูมิ	29.6	29.2	27.7	28.1	27.3	319.1	141.9	
	ความชื้น	69	71	78	74	74	824	366	
	น้ำฝน	142.5	135.9	86.6	237.3	296	1262	898.3	898.30
2542	อุณหภูมิ	27.7	27.6	28.2	26.7	26.9	309.4	137.1	
	ความชื้น	73	76	75	80	76	853	380	
	น้ำฝน	289.5	149.6	239	288.4	272	1477	1238 5	1,238.50
2543	อุณหภูมิ	27.6	27.7	27.4	27.5	26.9	309 9	137.1	
	ความชื้น	74	77	78	77	74	851	380	
	น้ำฝน	209.1	238.1	319	450	212	1719	1427.7	1,427.70
2544	อุณหภูมิ	27.6	27.9	27	27.7	27.6	312.4	137.8	
	ความชื้น	74	74.4	78.3	75.5	73.2	843.3	375.4	
	น้ำฝน	471.9	139.8	196	165.4	252	1526	1225.2	1,225.20
2545	อุณหภูมิ	27.8	28.2	27.4	27.29	27.2	313.9	137.89	
	ความชื้น	72.2	75.2	77.8	77.8	78	850.3	381	
	น้ำฝน	113.9	153.2	193	287.5	262	1127	1009.4	1,009.40
2546	อุณหภูมิ	29.3	27.7	28	27.7	27.6	311.9	140.3	
	ความชื้น	67	76	76	75.7	73.5	837.2	368.2	
เฉลี่ย/ปี		240.2	215.4	285	366.3	256	2110	2883.7	1,119.50

ตารางภาคผนวก 2 (ต่อ)

ปี	รายการ	พ.ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	รวม	รวม พ.ค.-ก.ย.	
	น้ำฝน	223.6	58.7	86.1	198.9	198.4	962.6	765.7	765.70
2534	อุณหภูมิ	28.9	27.9	27.9	27.1	27.3	312	139.1	
	ความชื้น	75	80	81	86	85	922	407	
	น้ำฝน	71.2	82	269.3	192	194	1105.5	808.5	808.50
	อุณหภูมิ	30.6	28.7	27.4	27.5	27.2	303.6	141 4	
2535	ความชื้น	64	76	82	84	85	914	391	
	น้ำฝน	125.8	107.9	221.2	187	185.2	991.3	827.1	827.10
	อุณหภูมิ	28.5	28 5	28	26.9	27.1	304.3	139	
2536	ความชื้น	75	81	84	86	81	940	407	
	น้ำฝน	177.3	132.8	302.8	447.4	94.8	1432.1	1155.1	1,155.10
	อุณหภูมิ	28.5	27.8	27.2	26.4	27.3	308.6	137.2	
2537	ความชื้น	81	83	84	87	85	890	420	
	น้ำฝน	145.5	105	338.7	503 3	94.2	1476.2	1186.7	1,186.70
	อุณหภูมิ	28.7	29	27.4	26 8	27.4	311.4	139.3	
2538	ความชื้น	76	77	84	87	84	926	408	
	น้ำฝน	60.2	132.6	111.6	256.1	104	989.2	664.5	664.50
	อุณหภูมิ	28.7	28	27.8	26.9	27.2	306.5	138.6	
2539	ความชื้น	75	79	81	85	85	944	405	
	น้ำฝน	48.3	49.9	286.1	316.6	239	1169.1	939.9	939.90
	อุณหภูมิ	29.6	29.7	27.8	27.2	26.7	311.8	141	
2540	ความชื้น	72	72	81	86	86	925	397	
	น้ำฝน	159.6	156.6	136.8	331.9	259	1279.6	1043.9	1,043.90
	อุณหภูมิ	29.6	29.7	28.2	28.2	27.3	319.9	143	
2541	ความชื้น	74	76	81	81	83	906	395	
	น้ำฝน	117.1	127	61.8	472.5	426.3	1503.6	1204.7	1,204.70
	อุณหภูมิ	27.7	27.9	28.5	26.6	26.9	310.2	137.6	
2542	ความชื้น	80	82	79	87	86	945	414	
	น้ำฝน	331.6	173.9	239.7	336.4	187	1460.4	1268.6	1,268.60
	อุณหภูมิ	27.4	27.8	27.4	27.3	26.5	309.1	136.4	

ตารางภาคผนวก 2 (ต่อ)

ปี	รายการ	พ ค.	มิ.ย	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย	รวม	รวม พ.ค.-ก.ย	
2543	ความชื้น	81	83	84	85	85	943	418	
	น้ำฝน	198.2	168.1	296.7	335.2	154.1	1463.3	1152.3	1,152.30
	อุณหภูมิ	28.1	28.84	27.59	28.27	28.02	446.07	140.82	
2544	ความชื้น	91.97	90.73	93.26	94	94.27	1117.7	464.23	
	น้ำฝน	409.6	124.2	161.3	227.7	358.5	1520 7	1281.3	1,281 30
	อุณหภูมิ	28.82	29.07	28.08	27.9	27.36	323.98	141.23	
2545	ความชื้น	90.52	90.6	90.58	92.97	94.53	1102.4	459.2	
	น้ำฝน	173.8	205.8	192.3	28.27	185.4	945.57	785.57	785.57
2546	อุณหภูมิ	30.16	28.23	28.64	28.26	28	320.76	143.29	
	ความชื้น	87.74	89.3	92.84	92.84	94.23	1115.4	456.95	
	น้ำฝน	173.8	205.8	192.3	282.7	18.54	0		2,437.30
รวม		2501.4	2200.4	3153	4367	3098	24722	15319.3	15,521.17
เฉลี่ย/ปี		208.45	183.37	262.7	363.92	258.2	2060.2	2819.5	1,193.94

R=38.5+0.35(P)

R=38.5+(0.35*1156.72)

ตารางภาคผนวก 3 ตารางแสดงขนาดเนื้อดิน หมู่บ้านกาใส เนื้อดิน ผ่านตะแกรงร่อน (มาตรฐานสหรัสอเมริกา)

ลำดับที่	รหัสแปลง	ขนาดเม็ดดิน															
		ทรายหยาบมาก	%	ทรายหยาบ	%	ทรายปานกลาง	%	ทรายละเอียด	%	รวมทราย	ทรายละเอียดมาก	%	รวมทราย	ซิลท์+เหนียว	%	รวม	หมายเหตุ
1	A1	92.32	30.77	58.77	19.59	45.55	15.18	44.93	14.98	80.52	49.74	9.95	90.47	9.53	1.91	100.00	
2	A2	85.47	28.49	56.74	18.91	52.80	17.60	53.23	17.74	82.75	48.57	16.19	98.94	1.06	0.21	100.00	
3	A4.1	71.60	23.87	61.55	20.52	52.60	17.53	57.75	19.25	81.17	37.66	12.55	93.72	6.28	1.26	100.00	ไร่ข้าวโพด slope 20%
4	A4.2	84.13	28.04	63.92	21.31	53.13	17.71	55.88	18.63	85.69	36.73	12.24	97.93	2.07	0.41	100.00	ไร่ข้าวโพด slope 50%
5	C1	91.27	30.42	74.06	24.69	55.97	18.66	38.62	12.87	86.64	35.57	11.86	98.50	1.50	0.30	100.00	สวนส้มโอ slope 30%
6	D1	94.20	31.40	71.27	23.76	47.58	15.86	41.51	13.84	84.85	43.19	14.40	99.25	0.75	0.15	100.00	ไร่ข้าวโพด slope 25%
7	D1-5Y	72.70	24.23	72.13	24.04	62.73	20.91	54.06	18.02	87.21	33.61	11.20	98.41	1.59	0.32	100.00	ไร่เหล่า 5 ปี slope 37%
8	E2	97.18	32.39	66.02	22.01	51.83	17.28	42.94	14.31	85.99	38.66	12.89	98.88	1.12	0.22	100.00	ไร่ข้าวโพด slope 34%
9	G1	90.80	30.27	59.48	19.83	51.02	17.01	56.93	18.98	86.08	39.98	13.33	99.40	0.60	0.12	100.00	ไร่ข้าวโพด slope 50%
10	H2	68.52	22.84	62.08	20.69	54.22	18.07	52.02	17.34	78.95	58.43	19.48	98.42	1.58	0.32	100.00	
11	I2	82.44	27.48	75.10	25.03	56.14	18.71	47.50	15.83	87.06	36.56	12.19	99.25	0.75	0.15	100.00	ไร่เหล่า slope 46%
12	I3	97.02	32.34	62.22	20.74	44.53	14.84	47.84	15.95	83.87	46.73	15.58	99.45	0.55	0.11	100.00	
13	M2	83.98	27.99	67.97	22.66	50.70	16.90	47.51	15.84	83.39	42.78	14.26	97.65	2.35	0.47	100.00	สวนลิ้นจี่10ปี slope 25%

ตารางภาคผนวก 3 (ต่อ)

ลำดับที่	รหัสแปลง	ขนาดเม็ดดิน: ทรายหยาบมาก	%	ทรายหยาบ	%	ทรายปานกลาง	%	ทรายละเอียด	%	รวมทราย	ทรายละเอียดมาก	%	รวมทราย	ซิลท์+เหนียว	%	รวม	หมายเหตุ
14	M2-7Y	82.57	27.52	75.28	25.09	53.85	17.95	44.93	14.98	85.54	38.22	12.74	98.28	1.72	0.34	100.00	ไร่เหล่า 7 ปี slope 35%
15	P1	74.06	24.69	63.17	21.06	50.59	16.86	66.47	22.16	84.76	46.21	15.40	100.17	-0.17	-0.03	100.00	ที่นา
16	P3	84.54	28.18	63.43	21.14	55.36	18.45	46.17	15.39	83.17	46.36	15.45	98.62	1.38	0.28	100.00	ไร่เหล่าเปิดใหม่ slope 40%
17	Q1	83.49	27.83	59.15	19.72	45.11	15.04	54.74	18.25	80.83	47.89	15.96	96.79	3.21	0.64	100.00	ที่นา
18	Q3	85.93	28.64	65.55	21.85	54.08	18.03	56.81	18.94	87.46	34.97	11.66	99.11	0.89	0.18	100.00	สวนลิ้นจี่10ปี slope 42%
19	R2	89.55	29.85	67.62	22.54	48.56	16.19	48.99	16.33	84.91	42.97	14.32	99.23	0.77	0.15	100.00	ไร่ข้าวโพด slope 40%
20	TEAK1	78.53	26.18	64.29	21.43	55.90	18.63	49.39	16.46	82.70	48.37	16.12	98.83	1.17	0.23	100.00	สวนสัก 5-7 ปี
21	TEAK2	86.35	28.78	56.59	18.86	46.62	15.54	52.41	17.47	80.66	50.28	16.76	97.42	2.58	0.52	100.00	สวนสักมากกว่า 10 ปี
22	CF-K1	72.14	24.05	83.42	27.81	53.84	17.95	45.07	15.02	84.82	43.47	14.49	99.31	0.69	0.14	100.00	ป่าชุมชน (ไผ่)
23	CF-K2	71.93	23.98	83.58	27.86	56.70	18.90	30.08	10.03	80.76	48.01	16.00	96.77	3.23	0.65	100.00	ป่าชุมชน (ป่าแบญจพรรณ)
24	CF-K3	85.48	28.49	69.27	23.09	53.07	17.69	43.22	14.41	83.68	48.56	16.19	99.87	0.13	0.03	100.00	ป่าชุมชน (ป่าแบญจพรรณ)
25	14	63.71	21.24	61.13	20.38	52.97	17.66	66.21	22.07	81.34	52.67	17.56	98.90	1.10	0.22	100.00	สวนเงาะ+ส้มโอ 10%
26	23	68.04	22.68	67.36	22.45	60.36	20.12	52.43	17.48	82.73	47.48	15.83	98.56	1.44	0 29	100.00	ข้าวไร่ผสมลิ้นจี่ 3 ปี
27	31	68.89	22.96	62.34	20.78	121 73	40.58	15.01	5.00	89.32	27.23	9.08	98.40	1.60	0.32	100.00	สวนลิ้นจี่ slope 17%

ตารางภาคผนวก 3 (ต่อ)

ลำดับที่	รหัสแปลง	ขนาดเม็ดดิน															หมายเหตุ
		ทรายหยาบมาก	%	ทรายหยาบ	%	ทรายปานกลาง	%	ทรายละเอียด	%	รวมทราย	ทรายละเอียดมาก	%	รวมทราย	ซิลท์+เหนียว	%	รวม	
28	32	90.11	30.04	76.00	25.33	69.49	23.16	31.21	10.40	88.94	28.40	9.47	98.40	1.60	0.32	100.00	ไร่เหล่าเปิดใหม่ slope 42%
29	33	91.75	30.58	67.94	22.65	64.99	21.66	26.68	8.89	83.79	38.16	12.72	96.51	3.49	0.70	100.00	ไร่ข้าวโพด slope 40%
30	42	84.99	28.33	65.29	21.76	57.65	19.22	57.07	19.02	88.33	33.33	11.11	99.44	0.56	0.11	100.00	ไร่ข้าวโพด slope 50%
31	54.1	62.07	20.69	57.11	19.04	55.51	18.50	52.61	17.54	75.77	71.55	23.85	99.62	0.38	0.08	100.00	ลำไย2ปี slope 15%
32	54.2	84.14	28.05	70.01	23.34	55.03	18.34	48.33	16.11	85.84	34.79	11.60	97.43	2.57	0.51	100.00	ไร่เหล่าเปิดใหม่ slope 43%
33	62	77.05	25.68	68.35	22.78	54.98	18.33	67.47	22.49	89.28	27.54	9.18	98.46	1.54	0.31	100.00	สวนเงาะทรงพุ่ม5 ม. 25%
34	65	93.55	31.18	64.72	21.57	92.76	30.92	15.69	5.23	88.91	27.65	9.22	98.12	1.88	0.38	100.00	ไร่เหล่าเปิดใหม่ slope 40%
35	71	75.00	25.00	74.96	24.99	50.63	16.88	44.38	14.79	81.66	52.48	17.49	99.15	0.85	0.17	100.00	ข้าวไร่ slope 34%
36	81	82.08	27.36	70.26	23.42	77.49	25.83	27.15	9.05	85.66	32.21	10.74	96.40	3.60	0.72	100.00	สวนลิ้นจี่ทรงพุ่5 ม. 17%
37	91	75.90	25.30	55.98	18.66	93.30	31.10	35.18	11.73	86.79	36.78	12.26	99.05	0.95	0.19	100.00	สวนลิ้นจี่ทรงพุ่ม 5 ม.
38	92	71.38	23.79	73.04	24.35	53.59	17.86	71.98	23.99	90.00	29.46	9.82	99.82	0.18	0.04	100.00	ข้าวไร่ผสมไม้ผลพุ่ม 3 ม.
39	101	49.93	16.64	62.94	20.98	99.32	33.11	38.44	12.81	83.54	43.89	14.63	98.17	1.83	0.37	100.00	สวนลิ้นจี่ทรงพุ่ 4 ม.
40	121	82.51	27.50	78.40	26.13	60.74	20.25	29.19	9.73	83.61	39.78	13.26	96.87	3.13	0.63	100.00	สวนลิ้นจี่ทรงพุ่ 5 ม. 40%

ตารางภาคผนวก 3 (ต่อ)

ลำดับที่	รหัสแปลง	ขนาดเม็ดดิน															
		ทรายหยาบมาก	%	ทรายหยาบ	%	ทรายปานกลาง	%	ทรายละเอียด	%	รวมทราย	ทรายละเอียดมาก	%	รวมทราย	ซิลท์+เหนียว	%	รวม	หมายเหตุ
41	124	88.67	29.56	62.03	20.68	115.06	38.35	11.42	3.81	92.39	20.52	6.84	99.23	0.77	0.15	100.00	ข้าวไร่ผสมไม้ผลพุ่ม 2 ม.
42	125	91.26	30.42	71.81	23.94	49.78	16.59	44.56	14.85	85.80	37.30	12.43	98.24	1.76	0.35	100.00	ข้าวโพด slope 50%
43	132	74.64	24.88	78.26	26.09	58.64	19.55	49.21	16.40	86.92	37.85	12.62	99.53	0.47	0.09	100.00	ข้าวโพดผสมลิ้นจี่พุ่ม 4 ม.
44	132	67.74	22.58	71.36	23.79	118.42	39.47	15.45	5.15	90.99	21.67	7.22	98.21	1.79	0.36	100.00	ข้าวไร่ slope 68%
45	152	79.01	26.34	78.30	26.10	109.25	36.42	13.75	4.58	93.44	20.08	6.69	100.13	-0.13	-0.03	100.00	ลำไย2ปี slope 60%
46	192	103.02	34.34	70.64	23.55	46.15	15.38	39.62	13.21	86.48	34.35	11.45	97.93	2.07	0.41	100.00	ข้าวไร่ slope 55%
47	201	83.36	27.79	71.06	23.69	46.63	15.54	44.16	14.72	81.74	49.27	16.42	98.16	1.84	0.37	100.00	
48	LA-3Y	86.42	28.81	58.17	19.39	49.76	16 59	53.51	17.84	82.62	50.60	16.87	99.49	0.51	0.10	100.00	หญ้าคา แขม ไผ่ 47%
49	LA-5Y	81.15	27.05	62.19	20.73	70.28	23.43	44.21	14.74	85.94	38.42	12.81	98.75	1.25	0.25	100.00	ป่าไผ่ slope 30%
50	LA-7Y	100.40	33.47	71.37	23.79	91.12	30.37	12.38	4.13	91.76	24.19	8.06	99.82	0.18	0.04	100.00	ป่าไผ่ slope 70%
51	CF-L1	90.90	30.30	61.55	20.52	54.35	18.12	56.98	18.99	87.93	31.68	10.56	98.49	1.51	0.30	100.00	ป่าเบญจพรรณ 36%
52	CF-L2	74.26	24.75	64.66	21.55	58.15	19.38	60.79	20.26	85.95	40.11	13.37	99.32	0.68	0.14	100.00	ป่าเบญจพรรณ 5%
53	CF-L3	73.76	24.59	89.75	29.92	60.45	20.15	52.86	17.62	92.27	35.67	11.89	104.16	-4.16	-0.83	100.00	ป่าเบญจพรรณ 5-35%
54	FR1	96.85	32.28	66.55	22.18	42.77	14.26	50.83	16.94	85.67	34.12	11.37	97.04	2.96	0.59	100.00	ป่าดิบชื้น/แล้ง 5%
55	FR2	81.59	27.20	81.74	27.25	61.22	20.41	47.98	15.99	90.84	28.18	9.39	100.24	-0.24	-0.05	100.00	ป่าดิบแล้ง 5-15%
56	FR3	94.57	31.52	60.94	20.31	37.20	12.40	51.39	17.13	81.37	5.04	1.68	83.05	16.96	3.39	100.00	ป่าดิบแล้ง 30-35%

หมายเหตุ: ขนาดตะแกรงร่อน (มาตรฐานสหรัฐอเมริกา)

ชื่อกลุ่ม	ขนาด (มม.)	เบอร์ (เม็ช)
ทรายหยาบมาก	2.00 – 1.00 มม.	10 - 18 เม็ช
ทรายหยาบ	1.00 – 0.50 มม.	18 – 35 เม็ช
ทรายปานกลาง	0.50 – 0.25 มม.	35 – 60 เม็ช
ทรายละเอียด	0.25 – 0.10 มม.	60 - 140 เม็ช
ทรายละเอียดมาก	0.10 – 0.05 มม.	140 – 300 เม็ช

อนุภาคที่เหลือ (ลอดผ่าน 300 เม็ช) เก็บไว้เพื่อนำไปหาค่า ซิลท์ และ ดินเหนียวในห้องปฏิบัติการต่อไป

ตารางภาคผนวก 4 ผลการวิเคราะห์ชนิดของเนื้อดิน โดยวิธี hydrometer ห้องปฏิบัติการภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้

No.Lab	Sample Soil	%Sand	%Silt	%Clay	Texture	ชนิดเนื้อดิน
1	A1	22.24	29.28	48.48	Clay	ดินเหนียว
2	A2	24.24	28.28	46.48	Clay	ดินเหนียว
3	A4.1	26.24	23.28	50.48	Clay	ดินเหนียว
4	A4.2	24.24	21.28	54.48	Clay	ดินเหนียว
5	C1	28.24	23.28	48.48	Clay	ดินเหนียว
6	D1	22.24	29.28	48.48	Clay	ดินเหนียว
7	D1-5Y	32.24	23.28	44.48	Clay	ดินเหนียว
8	E2	24.24	23.28	52.48	Clay	ดินเหนียว
9	G1	26.24	19.28	54.48	Clay	ดินเหนียว
10	H2	36.24	29.28	34.48	Clay loam	ดินร่วนเหนียว
11	I2	38.24	17.28	44.48	Clay	ดินเหนียว
12	I3	26.24	23.28	50.48	Clay	ดินเหนียว
13	M2	22.24	23.28	54.48	Clay	ดินเหนียว
14	M2-7Y	20.24	25.28	54.48	Clay	ดินเหนียว
15	P1	16.24	33.28	50.48	Clay	ดินเหนียว
16	P3	26.24	25.28	48.48	Clay	ดินเหนียว
17	Q1	20.24	25.28	54.48	Clay	ดินเหนียว
18	Q3	22.24	25.28	52.48	Clay	ดินเหนียว
19	R2	20.24	29.28	50.48	Clay	ดินเหนียว
20	Teak1	38.24	19.28	42.48	Clay	ดินเหนียว

ตารางภาคผนวก 4 (ต่อ)

No.Lab	Sample Soil	%Sand	%Silt	%Clay	Texture	ชนิดเนื้อดิน
21	Teak2	32.24	27.28	40.48	Clay	ดินเหนียว
22	CF-K1	38.24	19.28	42.48	Clay	ดินเหนียว
23	CF-K2	66.24	9.28	24.48	Sandy clay loam	ดินร่วนเหนียวปนทราย
24	CF-K3	48.24	19.28	32.48	Sandy clay loam	ดินร่วนเหนียวปนทราย
25	014	38.24	21.28	40.48	Sandy clay loam	ดินร่วนเหนียวปนทราย
26	023	22.24	27.28	50.48	Clay	ดินเหนียว
27	031	30.8	26.36	42.84	Clay	ดินเหนียว
28	032	28.8	16.36	54.84	Clay	ดินเหนียว
29	033	22.8	24.36	52.84	Clay	ดินเหนียว
30	042	34.8	20.36	44.84	Clay	ดินเหนียว
31	054.1	42.8	20.36	36.84	Clay loam	ดินร่วนเหนียว
32	054.2	30.8	20.36	48.84	Clay	ดินเหนียว
33	062	26.8	22.36	50.84	Clay	ดินเหนียว
34	065	20.8	26.36	52.84	Clay	ดินเหนียว
35	071	24.8	24.36	50.84	Clay	ดินเหนียว
36	081	20.8	24.36	54.84	Clay	ดินเหนียว
37	091	34.8	24.36	40.84	Clay	ดินเหนียว
38	092	14.8	24.36	60.84	Clay	ดินเหนียว
39	101	32.8	26.36	40.84	Clay	ดินเหนียว
40	121	10.8	22.36	66.84	Clay	ดินเหนียว

ตารางภาคผนวก 4 (ต่อ)

No.Lab	Sample Soil	%Sand	%Silt	%Clay	Texture	ชนิดเนื้อดิน
41	124	36.8	22.36	40.84	Clay	ดินเหนียว
42	125	12.8	28.36	58.84	Clay	ดินเหนียว
43	132.1	24.8	22.36	52.84	Clay	ดินเหนียว
44	132.2	24.8	22.36	52.84	Clay	ดินเหนียว
45	152	14.8	24.36	60.84	Clay	ดินเหนียว
46	192	20.8	26.36	52.84	Clay	ดินเหนียว
47	201	26.8	26.36	46.84	Clay	ดินเหนียว
48	LA-3Y	18.8	28.36	52.84	Clay	ดินเหนียว
49	LA-5Y	26.8	26.36	46.84	Clay	ดินเหนียว
50	LA-7Y	24.8	26.36	48.84	Clay	ดินเหนียว
51	CF-L1	30.8	24.36	44.84	Clay	ดินเหนียว
52	CF-L2	30.8	22.36	46.84	Clay	ดินเหนียว
53	CF-L3	30.8	22.36	46.84	Clay	ดินเหนียว
54	Fr1	22.8	26.36	50.84	Clay	ดินเหนียว
55	Fr2	14.8	24.36	60.84	Clay	ดินเหนียว
56	Fr3	26.8	24.36	48.84	Clay	ดินเหนียว

ตารางภาคผนวก 5 ตารางแสดงค่าปัจจัยความยากง่ายการพังทลายของดิน (K-factor)

No	%Silt	%VFS	%Silt+%VFS	%Sand	%OM	Structure	Permeability	K-factor	Landuse
1	29.28	2.45	31.73	19.79	2.59	4	1	0.15	นาข้าว
2	28.28	3.97	32.25	20.27	0.95	4	1	0.18	นาข้าว
3	23.28	3.51	26.79	22.73	2.67	4	1	0.12	ข้าวโพด+ลำไย
4	21.28	3.03	24.31	21.21	1.77	4	1	0.15	ข้าวโพด
5	23.28	3.4	26.68	24.84	1.77	4	1	0.15	ส้มโอ
6	29.28	3.23	32.51	19.01	2.24	4	2	0.14	ข้าวโพด
7	23.28	3.67	26.95	28.57	4.12	4	1	0.12	ไร่เหล่า 5 ปี
8	23.28	3.16	26.44	21.08	3.65	4	1	0.09	ข้าวโพด
9	19.28	3.52	22.8	22.72	2.93	4	1	0.08	ข้าวโพด
10	29.28	7.17	36.45	29.07	2.46	3	1	0.1	สวนลำไย
11	17.28	4.7	21.98	33.54	4.83	4	1	0.005	ไร่เหล่าเปิดใหม่
12	23.28	4.11	27.39	22.13	1.37	4	1	0.13	นาข้าว+ถั่วเหลือง
13	23.28	3.25	26.53	18.99	5.42	4	1	0.02	สวนลิ้นจี่
14	25.28	2.62	27.9	17.62	5.3	4	1	0.05	ไร่เหล่า 7 ปี
15	33.28	2.5	35.78	13.74	2.4	4	1	0.13	นาข้าว
16	25.28	4.11	29.39	22.13	3.89	4	1	0.09	ข้าวโพด
17	25.28	3.34	28.62	16.9	1.82	4	1	0.12	นาข้าว
18	25.28	2.62	27.9	19.62	2.92	4	1	0.1	สวนลิ้นจี่
19	29.28	2.92	32.2	17.32	5.3	4	1	0.05	ข้าวโพด
20	19.28	6 24	25.52	32	3.01	4	1	0.1	สวนสัก 5 ปี
21	27.28	5.55	32.83	26.69	2.62	4	1	0.14	สวนสัก 10 ปี
22	19.28	5.58	24.86	32.66	5.07	4	1	0.07	ป่าชุมชน
23	9.28	10.95	20.23	55.29	8.13	4	1	0.09	ป่าชุมชน
24	19.28	7.82	27.1	40.42	2.45	4	1	0.14	ป่าชุมชน
25	21.28	6.79	28.07	31.45	1.91	4	1	0.15	ส้มโอ+สวนเงาะ

ตารางภาคผนวก 5 (ต่อ)

No	%Silt	%VFS	%Silt+%VFS	%Sand	%OM	Structure	Permeability	K-factor	Landuse
26	27.28	3.57	30 85	18.67	2.95	4	1	0.1	ลิ้นจี่+เงาะ+ข้าวไร่
27	26.36	2.84	29.2	27.96	2.99	4	1	0.12	สวนลิ้นจี่ 5 - 10 ปี
28	16.36	2.77	19.13	26.03	4.83	4	1	0.06	สวนลิ้นจี่ 5 - 10 ปี
29	24.36	3.01	27.37	19.79	3.89	4	1	0.08	ไร่เหล่า
30	20.36	3.89	24.25	30.91	2.58	4	1	0.11	สวนลิ้นจี่ 5 - 10 ปี
31	20.36	10.25	30.61	32.55	3.01	3	1	0.08	สวนลิ้นจี่
32	20.36	3.67	24.03	27.13	5.42	4	1	0.07	ข้าวโพดเปิดใหม่
33	22.36	2.5	24.86	24.3	2.93	4	1	0.09	สวนเงาะ 5 - 10 ปี
34	26.36	1.95	28.31	18.85	3.77	4	1	0.08	ไร่เหล่า
35	24.36	4.37	28.73	20.43	5.3	4	1	0.07	ข้าวไร่
36	24.36	2.32	26.68	18.48	2.53	4	1	0.09	ลิ้นจี่
37	24.36	4.31	28.67	30.49	2.49	4	1	0.11	ลิ้นจี่+มะขาม
38	24.36	1.46	25.82	13 34	2.72	4	1	0.07	ลิ้นจี่+มะขาม+ข้าวไร่
39	26.36	4.89	31.25	27.91	2.21	4	1	0.11	ลิ้นจี่+เงาะ+ข้าวไร่
40	22.36	1.48	23.84	9.32	3.77	4	1	0.06	ลิ้นจี่ 10 ปี
41	22.36	2.54	24.9	34.26	2.44	4	1	0.11	มะม่วง+ข้าวไร่
42	28.36	1 62	29.98	11.18	2.59	4	1	0.08	ข้าวโพด
43	22.36	3.14	25.5	21.66	4.6	4	1	0.06	ลิ้นจี่+ข้าวไร่+ข้าวโพด
44	22.36	1.82	24.18	22.98	5.78	4	1	0.06	ข้าวไร่
45	24.36	0.99	25.35	13.81	2.8	4	1	0.07	ลิ้นจี่ 10 ปี
46	26.36	2.43	28.79	18.37	7.42	4	1	0.06	ลิ้นจี่+ข้าวโพด
47	26.36	4.48	30.84	22.32	2.8	4	1	0.11	ข้าวไร่
48	28.36	3.19	31.55	15.61	2.77	4	1	0.1	ไร่เหล่า 3 ปี
49	26.36	3.48	29.84	23.32	3.89	4	1	0.09	ไร่เหล่า 5 ปี
50	26.36	2	28.36	22.8	2.5	4	1	0.1	ไร่เหล่า 5 ปี

ตารางภาคผนวก 5 (ต่อ)

No	%Silt	%VFS	%Silt+%VFS	%Sand	%OM	Structure	Permeability	K-factor	Landuse
51	24.36	3.3	27.66	27.5	8.84	4	1	0.07	ป่าชุมชน
52	22.36	4.15	26.51	26.65	11.67	4	1	0.06	ป่าชุมชน
53	22.36	3.52	25.88	27.28	9.19	4	1	0.06	ป่าชุมชน
54	26.36	2.67	29.03	20.13	4.36	4	1	0.1	ป่าต้นน้ำ
55	24.36	1.39	25.75	13.41	3.77	4	1	0.06	ป่าต้นน้ำ
56	24.36	0.54	24.9	26.26	3.06	4	1	0.07	ป่าต้นน้ำ

ตารางภาคผนวก 6 ค่าดัชนีความยากง่ายต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K) โดยประมาณเมื่อพิจารณาจาก เนื้อดินและปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ชนิดของเนื้อ	ค่า K-Factor ใน USLE ในกรณีที่ดินมีอินทรียวัตถุ		
	0.5%	2%	4%
ทราย (Sand)	0.005	0.03	0 02
ทรายละเอียด (Fine sand)	0.16	0.14	0.10
ทรายละเอียดมาก (Very fine sand)	0.42	0.36	0.28
ทรายร่วน (Loamy sand)	0.12	0.10	0.08
ทรายละเอียดร่วน (Loamy fine sand)	0.24	0.20	0.16
ทรายละเอียดมากร่วน (Loamy very fine sand)	0.44	0.38	0.30
ดินร่วนปนทราย (Sandy loam)	0.27	0.24	0.19
ดินร่วนปนทรายละเอียด (Fine sandy loam)	0.35	0.30	0.24
ดินร่วนปนทรายละเอียดมาก (Very fine sandy loam)	0.47	0.41	0.33
ดินร่วน (Loam)	0.38	0.34	0.29
ดินร่วนปนซิลท์ (Silt loam)	0.48	0.42	0.33
ดินซิลท์ (Silt)	0.60	0.52	0.42
ดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam)	0.27	0.25	0.21
ดินร่วนเหนียว (Clay loam)	0.28	0.25	0.21
ดินเหนียวปนซิลท์ (Silty clay)	0.37	0.32	0.26
ดินเหนียวปนทราย (Sandy clay)	0.14	0.13	0.12
ดินร่วนเหนียวปนซิลท์ (Silty clay loam)	0.25	0.23	0.19
ดินเหนียว (Clay)	-	0.13-0.29	-

ที่มา: จาก Table 2 a. ใน ARS – USDA and ORD-EPA (1975)

ตารางภาคผนวก 7 ระดับชั้นค่าดัชนีความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน

Class	Erodibility Index	Soil Erodibility Class
1	0 0.10	very low
2	0.11 – 0.15	Low
3	0.16 – 0.17	Low
4	0.18 – 0.20	Low
5	0.21 – 0.24	Moderate
6	0.25 – 0.28	Moderate
7	0.29 – 0.32	Moderate
8	0.33 – 0.37	moderate high
9	0.38 – 0.43	moderate high
10	0.44 – 0.49	High
11	0.50 – 0.55	High
12	0.56 – 0.64	very high

ที่มา: Dangler and El-Swaify (1976)

ตารางภาคผนวก 8 ตารางแสดงค่าทิศด้านลาดและค่าความยาวของความลาดชัน

No	Angle	Old_Length (m)	New_Length (m)	SD	%Accuracy
1	3	40	40.055	0.04	99.86
2	9	40	40.499	0.35	98.77
3	15	40	41.411	1.00	96.59
4	21	40	42.846	2.01	93.36
5	27	40	44.893	3.46	89.10
6	33	40	47.695	5.44	83.87
7	39	40	51.470	8.11	77.71
8	45	40	56.569	11.72	70.71
9	51	40	51.470	8.11	77.71
10	57	40	47.695	5.44	83.87
11	63	40	44.893	3.46	89.10
12	69	40	42.846	2.01	93.36
13	75	40	41.411	1.00	96.59
14	81	40	40.499	0.35	98.77
15	87	40	40.055	0.04	99.86
16	93	40	40.055	0.04	99.86
17	99	40	40.499	0.35	98.77
18	105	40	41.411	1.00	96.59
19	111	40	42.846	2.01	93.36
20	117	40	44.893	3.46	89.10
21	123	40	47.695	5.44	83.87
22	129	40	51.470	8.11	77.71
23	135	40	56.569	11.72	70.71
24	141	40	51.470	8.11	77.71
25	147	40	47.695	5.44	83.87
26	153	40	44.893	3.46	89.10
27	159	40	42.846	2.01	93.36
28	165	40	41.411	1.00	96.59
29	171	40	40.499	0.35	98.77
30	177	40	40.055	0.04	99.86

ตารางภาคผนวก 8 (ต่อ)

No	Angle	Old_Length (m)	New_Length (m)	SD	%Accuracy
31	183	40	40.055	0.04	99.86
32	189	40	40.499	0.35	98.77
33	195	40	41.411	1.00	96.59
34	201	40	42.846	2.01	93.36
35	207	40	44.893	3.46	89.10
36	213	40	47.695	5.44	83.87
37	219	40	51.470	8.11	77.71
38	225	40	56.569	11.72	70.71
39	231	40	51.470	8.11	77.71
40	237	40	47.695	5.44	83.87
41	243	40	44.893	3.46	89.10
42	249	40	42.846	2.01	93.36
43	255	40	41.411	1.00	96.59
44	261	40	40.499	0.35	98.77
45	267	40	40.055	0.04	99.86
46	273	40	40.055	0.04	99.86
47	279	40	40.499	0.35	98.77
48	285	40	41.411	1.00	96.59
49	291	40	42.846	2.01	93.36
50	297	40	44.893	3.46	89.10
51	303	40	47.695	5.44	83.87
52	309	40	51.470	8.11	77.71
53	315	40	56.569	11.72	70.71

ตารางภาคผนวก 9 การกำหนดค่า C-factor และ P-factor สำหรับหน่วยในแผนที่การใช้ที่ดิน 1: 50,000

ชนิดพืช	ค่า C	ค่า P
ข้าวโพด	0.502	1.000
ชา ไผ่ ไม้ผล ไม้ผลผสม สวนผลไม้ ทุเรียน เงาะ ลิ้นจี่ มะม่วง	0.150	1.000
กล้วย มะขาม ลำไย ขนุน กระท้อน ชมพู่ มังคุด ลางสาด ลองกอง	0.150	1.000
ไร่ร้าง	0.020	1.000
ไร่หมุนเวียน ข้าวไร่ (หมุนเวียน) ข้าวโพด (หมุนเวียน)	0.250	1.000
พื้นที่เตรียมปลูกไร่หมุนเวียน ทิ้งร้างไร่หมุนเวียน	0.250	1.000
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	0.100	1.000
ป่าดิบเขา	0.003	1.000
ป่าดิบแล้ง ป่าสนเขา	0.019	1.000
พื้นที่ป่าไม้ ป่าเบญจพรรณ ป่าแดงหรือป่าเต็งรัง ป่าแพะ ป่าผลัดใบ	0.020	1.000
ป่าละเมาะ	0.048	1.000
สวนป่าสน สวนป่ายาง สวนป่ายูคาลิปตัส สวนป่าสัก สวนป่าสะเดา	0.088	1.000
พื้นที่ซึ่งไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้, พื้นที่อื่นๆ ซึ่งไม่ได้ใช้ประโยชน์	0.800	1.000
พื้นที่ยังไม่ได้ทำประโยชน์ที่ดินจัดสรร พื้นที่ดินถม พื้นที่อื่นๆ	0.800	1.000

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2543)

ตารางภาคผนวก 10 แสดงพื้นที่และอัตราการสูญเสียดินตามรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคต่าง ๆ

รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ		ภาคเหนือ		ภาคกลาง		ภาคใต้	
	พื้นที่ (ไร่)	อัตราการสูญเสียดิน (ตัน/ไร่/ปี)	พื้นที่ (ไร่)	อัตราการสูญเสียดิน (ตัน/ไร่/ปี)	พื้นที่ (ไร่)	อัตราการสูญเสียดิน (ตัน/ไร่/ปี)	พื้นที่ (ไร่)	อัตราการสูญเสียดิน (ตัน/ไร่/ปี)
1. ป่าไม้	13,624,192	6.83	4,821,4357	2.56	15,192,145	7.67	8,405,590	0.33
2. ที่นา	37,972,843	0.19	1,519,6970	0.1	12,530,777	0.11	3,612,413	0.17
3. พืชไร่	13,454,928	21.15	1,047,4955	20.07	9,438,406	5.69	150,342	35.94
4. ไม้ผลและไม้ยืนต้น	1,844,105	13.5	1,753,992	12.81	4,379,380	7.7	12,120,934	6.73
5. สวนผักและไม้ดอก	209,090	2.26	275,615	1.24	309,380	1.29	64,095	3.85
6. ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	394,819	0.9	134,158	0.85	124,526	1.01	53,309	1.53
7. ที่รกร้าง	2,068,752	22.51	431,739	21.35	444,823	25.26	675,931	38.23
8. ที่อยู่อาศัยที่อื่นๆ และเนื้อที่ไม่ได้จำแนก	35,965,234		29,545,894		22,518,806		19,114,378	

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน (2524)

หมายเหตุ
1. การสูญเสียดินดังแสดงในตารางนี้ เป็นการชะล้างผิวหน้าดินแบบแผ่นและแบบริ้ว ไม่รวมถึงการชะล้างแบบร่องลึกและการกัดเซาะริมตลิ่งและชายฝั่ง
2. ที่รกร้าง หมายถึง เนื้อที่ที่ไม่ได้ทำประโยชน์เลย ปล่อยทิ้งไว้เกิดเป็นพงหญ้ารกอยู่ จึงไม่สามารถปลูกพืชได้ในขณะนั้น แต่ถ้าทำการหักร้างถางพงออกไปก็จะสามารถทำการเพาะปลูกได้ ทั้งนี้ จะรวมหมายถึงที่นาและที่พืชไร่ที่ซื้อไว้เพื่อการเก็งกำไรด้วย (เฉพาะของครัวเรือนเกษตร)
3. ที่อื่น ๆ หมายถึง ถนน ทางเดิน คูน้ำ บ่อเลี้ยงปลา สระน้ำ ฯลฯ ที่มีอยู่ในฟาร์ม
4. เนื้อที่ไม่ได้จำแนก หมายถึง ที่สาธารณประโยชน์ ที่สุขาภิบาล เนื้อที่หนองบึง ที่เทศบาล ที่ราชพัสดุ ที่รถไฟ ที่ถนน ฯลฯ

ตารางภาคผนวก 11 ตารางแสดงอัตราการชะล้างพังทลายของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำขุนสมุน

ที่	ลุ่มน้ำ	พื้นที่รวม		ปริมาณการชะล้าง	อัตราการชะล้าง	
		(ตร.กม.)	(ไร่)	(ตัน)	ตัน/ไร่/ปี	ตัน/ตร.กม./ปี
1	ขุนสมุนตอนบน	81.84	51,152.00	6,065.80	0.12	74.12
2	ห้วยน้ำหิน	32.50	20,313.00	40,079.93	1.97	1,233.23
3	ห้วยแม่คำแผ่น	39.12	24,453.00	9,244.32	0.38	236.31
4	ห้วยสวนผึ้	9.12	5,700.00	122,858.01	21.55	13,471.27
5	ห้วยเกิ๋น	10.39	6,493.86	307.12	0.05	29.56
6	ห้วยขุ่น	7.67	4,791.39	6,122.77	1.28	798.28
7	ห้วยเฮือ	12.50	7,812.00	204,350.60	26.16	16,348.05
8	ห้วยหลักผึ้	7.06	4,410.53	71,830.87	16.29	10,174.34
9	ห้วยม่วง	11.83	7,395.00	29,484.46	3.99	2,492.35
10	ห้วยแหด	11.09	6,930.00	61,871.82	8.93	5,579.06
11	ขุนสมุนละเบ้าขา	46.58	29,115.00	333,999.38	11.47	7,170.45
12	ห้วยเสือ	8.12	5,076.39	43,645.77	8.60	5,375.09
13	ห้วยปุก	12.46	7,788.00	65,979.07	8.47	5,295.27
14	ห้วยมื่น	6.36	3,975.56	27,212.63	6.84	4,278.72
15	ห้วยกาใส	33.64	21,025.00	261,658.26	12.45	7,778.19
16	ห้วยแก้ว	21.23	13,271.00	258,097.76	19.45	12,157.22
17	ห้วยทะลุ	18.69	11,678.75	141,244.81	12.09	7,557.24
18	ห้วยปูป้าน	18.85	11,781.00	197,531.66	16.77	10,479.13
19	ขุนสมุนกาใส	25.08	15,675.00	249,607.76	15.92	9,952.46
	รวม	414.14	258,836.48	2,131,192.80	8.23	5,146.07

ภาคผนวก ข

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายสว่าง ธนะขว้าง
เกิดเมื่อ	6 มิถุนายน 2506
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2523 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนท่าวังผาพิทยาคม จังหวัดน่าน
	พ.ศ. 2526 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาเขตเกษตรน่าน จังหวัดน่าน
	พ.ศ. 2528 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาเขตเกษตรน่าน จังหวัดน่าน
	พ.ศ. 2530 ปริญญาตรีสถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2536 - ปัจจุบัน รับราชการ อาจารย์วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่