

การวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) เพื่อ
ประเมินการสูญเสียธาตุอาหารพืช ในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

ปริญญานิพนธ์
ของ
เสวต ประกายรุ่งระรัมย์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์
พฤษภาคม 2553

การวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) เพื่อ
ประเมินการสูญเสียธาตุอาหารพืช ในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

ปริญญานิพนธ์
ของ
เสวต ประกายรุ่งระรัมย์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

พฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) เพื่อ
ประเมินการสูญเสียธาตุอาหารพืช ในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

บทคัดย่อ
ของ
เสวต ประกายรุ่งระรัมย์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์
พฤษภาคม 2553

เสวต ประกายรุ่งรวัศมี. (2553). การวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) เพื่อประเมินการสูญเสียดินจากอาหารพืช ในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน. ปรินญา นิพนธ์ วท.ม.(ภูมิศาสตร์).กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย พันธนะหิรัญ, รองศาสตราจารย์ ดร.ชาลี นาวานุเคราะห์.

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) และเพื่อประเมินการสูญเสียดินจากอาหารพืชในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน โดยวิเคราะห์ค่าปัจจัยต่าง ๆ ของสมการคือ ค่าปัจจัยชะล้างพังทลายของฝน (R), ค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K), ค่าปัจจัยความยาวและความชันของความลาดเท (LS), ค่าปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C) และค่าปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน (P) การศึกษามีจุดประสงค์ เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดิน การสูญเสียดินจากอาหารในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และคำนวณหาธาตุอาหารที่สูญเสียในรูปปุ๋ยยูเรีย ชูเปอร์ฟอสเฟต โพแทสเซียมคลอไรด์ ได้ผลการศึกษาดังนี้

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณการชะล้างพังทลายดินของลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน พบว่าปริมาณการพังทลายของดินคิดเป็น 513,994 ตัน/ปี และสภาพความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในเกณฑ์ระดับน้อยมาก ซึ่งมีขนาดพื้นที่เท่ากับ 899.58 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 79.48 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ผลการวิเคราะห์การสูญเสียดินจากอาหารในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมคิดเป็น 283.43, 3.55 และ 34.64 ตัน/ปี ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์การคำนวณหาปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยชูเปอร์ฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ คิดเป็น 616.15, 16.97 และ 69.55 ตัน/ปี ตามลำดับ

ผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนด้านการอนุรักษ์ จัดการที่ดิน และประกอบการตัดสินใจในการวางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

SOIL EROSION ANALYSIS USING UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION (USLE) TO
ESTIMATE THE LOSS OF PLANT NUTRIENT IN HUAIMAEPRACHAN WATERSHED

AN ABSTRACT
BY
SAWET PRAKAYRUNGRASSAMEE

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Science Degree in Geography
at Srinakharinwirot University
May 2010

Sawet Prakayrungrassamee. (2010). *Soil Erosion Analysis Using Universal Soil Loss Equation (USLE) to Estimate The Loss of Plant Nutrient in Huaimaeprachan Watershed*. Master thesis, M.Sc. (Geography). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr. Wichai Pantanahiran, Assoc. Prof. Dr. Charlie Navanugraha.

This study was to calculate soil erosion using Universal Soil Loss Equation (USLE) and to estimate the loss of plant nutrient in Huaimaeprachan watershed. The USLE parameter were the rainfall erosion index (R), the soil erodibility factor (K), the slope factor, steepness and length (LS), plant cover and management factor (C), and the conservation practice factor (P). The soil erosion and plant nutrients were calculated. Then the comparative fertilizer including urea, superphosphate and potassium chloride were calculated as an index of N, P and K respectively.

The result showed that the soil erosion rate was 513,994 ton per year. The class of low soil erosion rate was covered an area of 899.58 km² (79.48 %). The losses of N, P and K were 283.43, 3.55 and 34.64 ton per year, respectively. The comparative fertilizer including urea, superphosphate and potassium chloride were 616.15, 16.97 and 69.55 ton per year, respectively.

This study can be used as a planning guideline for soil conservation and management in the Huaimaeprachan watershed.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

การวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) เพื่อประเมินการ
สูญเสียธาตุอาหารพืช ในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

ของ
เสวต ประกายรุ่งระรัมย์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่ เดือน พ.ศ. 25.....

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย พันธะนัทธิ)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุระ พัฒนเกียรติ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาลี นาวานุเคราะห์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย พันธะนัทธิ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาลี นาวานุเคราะห์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุรภี อิงคากุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย พันธนะ
หิรัญ ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ชาลี นาวานุเคราะห์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สุระ พัฒนเกียรติ รองศาสตราจารย์ สุรภี อิงคากุล กรรมการ
แต่งตั้งเพิ่มเติม ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา และข้อเสนอแนะต่างๆ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เสวตฉัตร ศรีสุรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษา
และแนะนำเรื่องสมการสูญเสียดินสากลตั้งแต่ต้น ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กัลยาณี กุลชัย ที่ช่วยเหลือ
เรื่องการสอบ และการเผยแพร่งานวิจัย ขอขอบคุณคณาจารย์ภาควิชาการ คณะสังคมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกท่านที่ให้ความรู้ด้านวิชาการ

ขอขอบคุณ คุณประทุมพร พันเพ็ง คุณกิตติมา ศิวอาทิตย์กุล และเจ้าหน้าที่กรมพัฒนาที่ดิน
ทุกท่าน ที่ช่วยเหลือให้ข้อมูล ความรู้ด้านวิชาการ รวมถึงคุณธราพงศ์ เพ็ชรประยูร ที่ช่วยเหลือให้
คำปรึกษาทางด้านวิธีการและเทคนิคของงานวิจัยอยู่ตลอดเวลา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณนพพล รงค์สยามานนท์ และเพื่อนโรงเรียนวัดประดู่ในทรงธรรม
รวมถึง คุณแม่ ที่เป็นกำลังใจจนสำเร็จการศึกษา

เสวต ประกายรุ่งรัมย์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	2
ความสำคัญของการวิจัย	2
ขอบเขตในการวิจัย	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย	3
สมมติฐาน	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
สภาพทั่วไปของพื้นที่	6
การชะล้างพังทลายของดิน	8
สมการสูญเสียดินสากล	12
ธาตุอาหารหลักในดิน	23
ธาตุอาหารในรูปปุ๋ย	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	31
3 วิธีดำเนินการวิจัย	35
ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	35
เครื่องมือในการวิจัย	38
การจัดกระทำข้อมูล	39
การวิเคราะห์ข้อมูล	39
4 ผลการศึกษา	44
การวิเคราะห์ค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของผืน	44
การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน	47
การวิเคราะห์ค่าความยาวและความชันของความลาดเท	49
การวิเคราะห์ค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการ	49
การวิเคราะห์ค่าวิธีปฏิบัติในการอนุรักษ์ดิน	53
การวิเคราะห์การพังทลายของดิน	55

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 (ต่อ)	
การวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม	57
การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ย	62
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	67
สรุปผลการวิจัย	68
อภิปรายผล	69
ข้อเสนอแนะ	71
บรรณานุกรม	72
ภาคผนวก	80
ภาคผนวก ก	81
ภาคผนวก ข	85
ประวัติย่อผู้วิจัย	88

บัญชีตาราง

ตาราง

หน้า

1	การจำแนกขนาดอนุภาคของดินตามระบบสหรัฐอเมริกา (USDA) เปรียบเทียบกับระบบสากล (ISSS)	16
2	ค่า K ของภาคต่าง ๆ ตามลักษณะของเนื้อดิน	18
3	ปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยยูเรีย ซูเปอร์ฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ เปรียบเทียบกับปุ๋ยชนิดอื่นบางชนิด ที่ให้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม	30
4	แสดงระวางแผนที่ซึ่งใช้ในการศึกษา	35
5	ข้อมูลตำแหน่งสถานีวัดปริมาณน้ำฝน	36
6	แสดงรายการข้อมูลและรูปแบบข้อมูล	38
7	การจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน	41
8	ค่าดัชนีการชะล้างพังทลายดินที่เกิดจากฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน	45
9	ค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน	47
10	ค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน	51
11	ค่าวิธีปฏิบัติในการอนุรักษ์ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน	53
12	ระดับความรุนแรงการพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน	55
13	ปริมาณสูญเสียธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ห้วยแม่ประจัน	58
14	ปริมาณปุ๋ยเปรียบเทียบกับคำนวณได้จากการสูญเสียธาตุอาหารในพื้นที่ ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน.....	62

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	3
2	แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษา	7
3	โนโมกราฟ (Nomograph)	17
4	แผนที่แสดงที่ตั้งสถานีวัดปริมาณน้ำฝน	37
5	แสดงขั้นตอนในการศึกษา	40
6	แผนที่แสดงค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝน (R factor)	46
7	แผนที่แสดงความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดิน (K factor)	48
8	แผนที่แสดงค่าความยาวและความชันของความลาดเท (LS factor)	50
9	แผนที่แสดงค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการ (C factor)	52
10	แผนที่แสดงค่าวิธีปฏิบัติในการอนุรักษ์ (P factor)	54
11	แผนที่แสดงความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ ห้วยแม่ประจัน	56
12	แผนที่แสดงค่าการสูญเสียธาตุไนโตรเจนจากการชะล้างพังทลายของดินใน พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน	59
13	แผนที่แสดงค่าการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสจากการชะล้างพังทลายของดินใน พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน	60
14	แผนที่แสดงค่าการสูญเสียโพแทสเซียมจากการชะล้างพังทลายของดินใน พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน	61
15	แผนที่แสดงปริมาณปุ๋ยยูเรียที่คำนวณได้จากการสูญเสียธาตุไนโตรเจนใน พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน	64
16	แผนที่แสดงปริมาณปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตที่คำนวณได้จากการสูญเสีย ธาตุฟอสฟอรัสในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน	65
17	แผนที่แสดงปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่คำนวณได้จากการสูญเสีย ธาตุโพแทสเซียมในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน	66

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ที่ดินเป็นทรัพยากรที่เป็นแหล่งผลิตทั้งทางตรงและทางอ้อมของปัจจัยสี่ ได้แก่ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค ซึ่งมีความจำเป็นในการดำรงชีพของมนุษย์ ที่ดินจึงเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญทางภาคการเกษตร ปัจจุบันการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเพิ่มประชากรมนุษย์อย่างรวดเร็ว (Chinnamani; & et al. 1982: 229) ทำให้มนุษย์มีความต้องการขยายพื้นที่เกษตรกรรมเพื่อสนองความต้องการของมนุษย์มีมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดปัญหาการเสื่อมโทรมของดิน สาเหตุของดินเสื่อมโทรมของนั้นเกิดจากทั้งธรรมชาติและมนุษย์ การเสื่อมโทรมของดินเนื่องจากมนุษย์ ได้แก่ การจัดการดินที่ผิดวิธี การปลูกพืชอย่างไม่เหมาะสม ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ดี การตัดไม้ทำลายป่าและการใช้ประโยชน์ที่ดินผิดประเภทในด้าน การเกษตร เช่น การใช้ประโยชน์ดินที่อยู่บนพื้นที่ลาดเทมาก ๆ บริเวณเชิงเขา โดยทำการปลูกพืช ไร่แทนที่จะปลูกไม้ยืนต้น ทิ้งหญ้าเลี้ยงสัตว์ หรือปล่อยให้เป็นที่ป่า การไถพรวนดินปล่อยให้หน้า ดินว่างเปล่าไม่มีพืชปกคลุมในช่วงการเตรียมดินสำหรับการเพาะปลูกพืชไร่จะเปิดโอกาสให้ ธรรมชาติคือฝนและลมพายุ ชะล้างและชะกร่อนหน้าดินให้พังทลายและสูญหายไปโดยง่าย

ปัญหาการพังทลายของดินจึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดดินเสื่อมโทรม เนื่องจาก อินทรีย์วัตถุในดินสามารถสูญหายไปจากพื้นที่เพาะปลูกจากการไถพรวน ซึ่งทำให้ง่ายต่อการถูกกัด กร่อนจากลม น้ำฝน และน้ำไหลบ่า (นวรรตน์ ไกรพานนท์; และ ศิวัช แก้วเจริญ. 2549: 52) ซึ่งทำให้ เกิดการพัดพาเอาหน้าดินที่มีความอุดมสมบูรณ์และธาตุอาหารพืชในดินออกไปจากพื้นที่ การ พังทลายของดินยังมีปรากฏให้เห็นเสมอในธรรมชาติ แม้ในสภาพพื้นที่ซึ่งเป็นป่าสมบูรณ์ (นิวัติ เรืองพานิช. 2514: 12) กรมพัฒนาที่ดินประมาณการชะล้างพังทลายของประเทศไทย ครอบคลุม พื้นที่ประมาณ 134.5 ล้านไร่ หรือร้อยละ 41.94 ของพื้นที่ประเทศ มีตะกอนถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำ ประมาณปีละ 27 ล้านตัน ซึ่งส่งผลต่อการสูญเสียดูอาหารในดินมีมูลค่าประมาณ 3,774.37 ล้าน บาท และพบว่ามีพื้นที่ซึ่งดินมีอินทรีย์วัตถุน้อยกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ ครอบคลุมเนื้อที่ถึง 98.7 ล้าน ไร่ หรือประมาณร้อยละ 30.7 ของเนื้อที่ประเทศ (กรมพัฒนาที่ดิน. 2542: 1-3)

ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจันประสบปัญหาทรัพยากรธรรมชาติเสื่อมโทรม ปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหา ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจันนี้ ได้แก่ การใช้ที่ดินซึ่งไม่เหมาะสมกับศักยภาพของพื้นที่ โดยเฉพาะ อย่างยิ่งทรัพยากรดินที่มีความเหมาะสมแก่การเกษตร เนื่องด้วยทรัพยากรที่ดินที่มีอยู่อย่างจำกัด แต่ความต้องการใช้ที่ดินเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการใช้ที่ดินที่มีศักยภาพต่ำทางการเกษตรซึ่งต้องการ

การจัดการที่เหมาะสม เป็นเหตุให้ทรัพยากรดินเสื่อมโทรมอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดปัญหาการบุกรุกทำลายป่าเพื่อใช้เป็นที่ทำกินมากขึ้น (อุดม พนมเรีงศักดิ์; และคนอื่นๆ. 2544: 96)

ปัญหาการเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน คาดว่าเป็นปัญหาจากการใช้ที่ดินอย่างไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ลาดชันสูง ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลาย และดินเสื่อมโทรมแต่ละปีจะมีการสูญเสียหน้าดินอันเกิดจากการชะล้างพังทลาย จากผลการสำรวจของกองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2541 พบว่าพื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์ เหลือประมาณ 403,812 ไร่ หรือร้อยละ 56.33 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมมีเนื้อที่ประมาณ 40,358 ไร่ หรือร้อยละ 5.63 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ (อุดม พนมเรีงศักดิ์; และคนอื่นๆ. 2544: 98) ปัญหาดังกล่าวก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดจนสภาพทางเศรษฐกิจและสังคม

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อประเมินการสูญเสียดินและธาตุอาหารหลักของพืช โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation) สำหรับการคาดคะเนปริมาณการสูญเสียดินจากพื้น เป็นวิธีการที่นิยมกันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน (ถวิล โกศลอนันตวงศ์. 2528: 2) และยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อหาการสูญเสียธาตุอาหารหลักในดิน ซึ่งประกอบด้วย ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก การที่พืชขาดธาตุทั้งสามจะทำให้การเจริญเติบโตไม่เป็นไปอย่างปกติแล้วยังกระทบกระเทือนถึงคุณภาพของผลผลิตอีกด้วย ดังนั้นการประเมินการสูญเสียดินและธาตุอาหารหลักในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจันจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ เพื่อประโยชน์ในการวางแผนและจัดการทรัพยากรดินในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล
2. เพื่อประเมินการสูญเสียดินในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล
3. เพื่อประเมินการสูญเสียธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในรูปปุ๋ย ในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

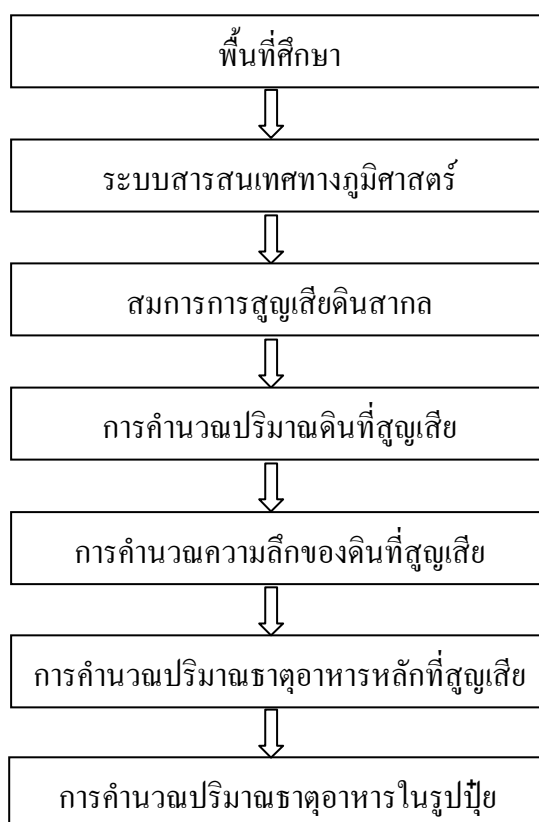
ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อให้ทราบถึงความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน
2. เพื่อให้ทราบถึงการสูญเสียดินและสามารถกำหนดขอบเขตและตำแหน่งของพื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดิน
3. เพื่อให้ทราบถึงปริมาณธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในรูปปุ๋ย ที่สูญเสียในดิน

ขอบเขตของการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา บริเวณลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน ซึ่งเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่อยู่ในลุ่มน้ำเพชรบุรี
2. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา
 - 2.1 ตำแหน่งที่ตั้ง ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา
 - 2.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา และปริมาณน้ำฝน
 - 2.3 ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ แสดงเส้นชั้นความสูง จุดอ้างอิงระดับความสูง
 - 2.4 ข้อมูลทรัพยากรดิน แสดงขอบเขต ประเภท ลักษณะดิน และธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในดิน
 - 2.5 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2550

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

ธาตุอาหารหลักในดินที่สูญเสียไปสามารถคำนวณได้จากสมการสูญเสียดินสากล

นิยามศัพท์เฉพาะ

ลุ่มน้ำ (Watershed) หมายถึง พื้นที่บนผิวโลกที่รับน้ำฝนที่ตกลงมาแล้วไหลลงมารวมกันในแม่น้ำ ลำธาร หรือแอ่งรับน้ำในพื้นที่แล้วรวมกัน ไหลออกมาที่จุดใดจุดหนึ่งของลำธารที่กำหนดขึ้นเพื่อเป็นจุดตรวจวัด (Outlet) โดยมีแนวขอบเขตพื้นที่ จากเส้นสันปันน้ำ

การชะล้างพังทลายของดิน หรือ การกร่อนดิน (Soil Erosion) หมายถึง กระบวนการแตกกระจาย (Detachment) และพัดพาไป (Transportation) ของดินโดยตัวกัดกร่อน (Erosive Agents) ซึ่งได้แก่ น้ำ และลม

สมการการสูญเสียดินสากล (Universal Soil Loss Equation: USLE) หมายถึง สมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้คำนวณปริมาณการพังทลายของดิน ผันแปรโดยตรงกับผลคูณของค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝน ค่าความยากง่ายในการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน ค่าความยาวและความชันของความลาดเท ค่าการจัดการพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุม และค่าวิธีการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน

พลังงานฝน หมายถึง ความหนาแน่นของฝน (Rainfall Intensity) ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่มีความสามารถในการทำให้เกิดการพังทลายของดิน

สมรรถนะของดิน (Soil Capability) หมายถึง องค์ประกอบต่าง ๆ ที่อยู่ในดินแต่ละชนิดที่มีความสามารถในการเกิดการพังทลายของดิน

ความชันของความลาดเท (Slope Steepness) หมายถึง อัตราส่วนความสูงต่อระยะทางแนวราบระหว่างจุดสูงสุดถึงจุดต่ำสุด ของพื้นที่แต่ละบริเวณที่มีความต่างระดับอย่างสม่ำเสมอเป็นแบบเดียวกันคิดเป็นแบบเดียวกัน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์

ความยาวของความลาดเท (Slope Length) หมายถึง ระยะทางตามความลาดเทจากจุดสูงสุดถึงต่ำสุดของพื้นที่ แต่ละบริเวณที่มีความต่างระดับอย่างสม่ำเสมอเป็นแบบเดียวกัน

การจัดการพืช (Cropping Management) หมายถึง อัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างดินที่มีการปลูกพืชนั้น ๆ ภายใต้อสภาพที่จำกัด กับดินที่มีการไถพรวนโดยไม่มีเศษเหลือของพืชและปล่อยทิ้งไว้ว่างเปล่า

วิธีปฏิบัติด้านการอนุรักษ์ (Conservation Practice) หมายถึง วิธีการใช้พื้นที่ดินเป็นการป้องกันพังทลายของดิน เช่น การทำการเพาะปลูกตามแนวระดับ การปลูกพืชแบบขั้นบันได

อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) หมายถึง สิ่งที่ได้จากการย่อยสลายของซากพืช ซากสัตว์ รวมไปถึงเซลล์ของจุลินทรีย์ที่ตายแล้ว

ธาตุอาหารหลัก (Primary Nutrient Elements) หมายถึง ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมากและมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K)

ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) หมายถึง สัดส่วนระหว่างมวลของดินที่แห้งสนิท กับปริมาตรทั้งหมดของดินนั้น ซึ่งประกอบด้วยปริมาตรของเนื้อดิน ปริมาตรของช่องอากาศ และช่องน้ำ

ปุ๋ย (Fertilizers) หมายถึง วัสดุหรือสารที่ใส่ลงไปในดินเพื่อเพิ่มระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินหรือเพิ่มปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการหรือได้รับไม่เพียงพอในการเจริญเติบโต และเพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพของผลผลิต

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกหัวข้อได้ดังนี้

1. สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา
2. การชะล้างพังทลายของดิน
3. สมการการสูญเสียดินสากล
4. ธาตุอาหารหลักในดิน
5. ธาตุอาหารในรูปปุ๋ย
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

1.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 12 องศา 51 ลิปดา ถึง 13 องศา 22 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 98 องศา 28 ลิปดา ถึง 99 องศา 51 ลิปดา ตะวันออก มีเนื้อที่ประมาณ 1,132 ตารางกิโลเมตร หรือ 707,476 ไร่ พื้นที่ลุ่มน้ำส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ของอำเภอนองห้วยป่าปล้อง และบางส่วนของอำเภอยาย่าง บ้านลาด แก่งกระจาน เขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี และบางส่วนของอำเภอบางกอก อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรีโดยมีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ จดอำเภอบางกอก จังหวัดราชบุรี

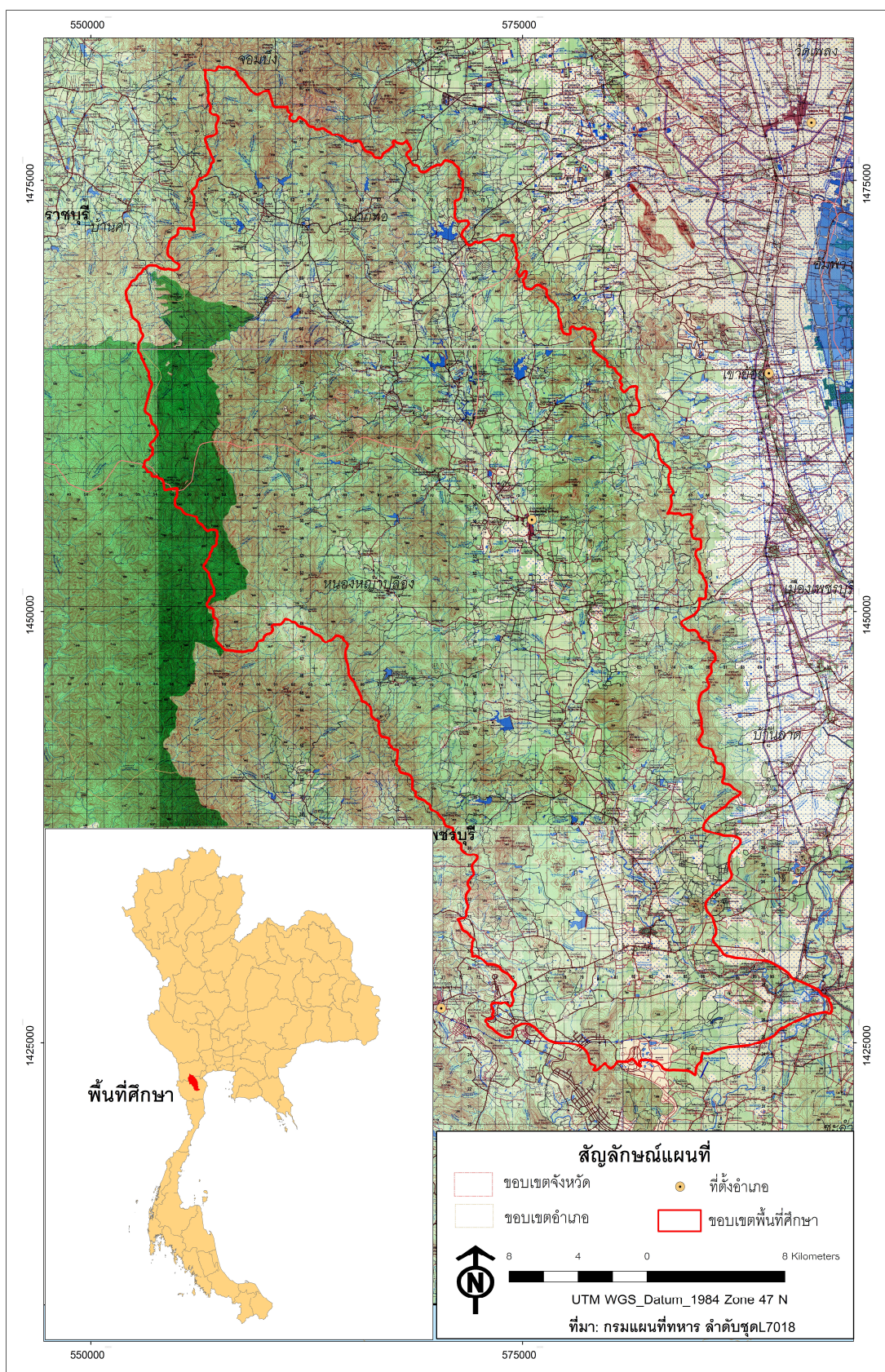
ทิศใต้ จดอำเภอยาย่าง จังหวัดเพชรบุรี

ทิศตะวันออก จดอำเภอบ้านลาด อำเภอยาย่าง จังหวัดเพชรบุรี

ทิศตะวันตก จดอำเภอกำแพงกระจาน จังหวัดเพชรบุรี และอำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี

1.2 สภาพภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน ประกอบด้วยลักษณะสภาพพื้นที่เป็นภูเขาสูงทางด้านทิศตะวันตก และทางด้านทิศเหนือ ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญของลุ่มน้ำ ส่วนทางด้านตะวันออกมีเทือกเขาทอดเป็นแนวจากเหนือจรดใต้ ระหว่างเทือกเขาทั้งสองด้านจะเป็นที่ราบ โดยพื้นที่ค่อยๆ ลาดต่ำลงสู่ทิศใต้ บริเวณเขื่อนเพชรบุรี บนที่ราบดังกล่าวยังมีภูเขา และเนินเขาโดดกระจายอยู่ทั่วไป ลำห้วยแม่ประจันที่มีต้นกำเนิดทางด้านทิศเหนือไหลผ่านที่ราบดังกล่าวลงสู่แม่น้ำเพชรบุรี บริเวณเหนือเขื่อนเพชรบุรี ลำน้ำสาขาต่าง ๆ ที่ไหลลงห้วยแม่ประจันรวม 5 สาย ได้แก่ ห้วยกวางโจน ห้วยตากอง ห้วยหินเพ็ง ทางด้านตะวันตก และห้วยพุไทร ห้วยแม่ประจันสายรองทางด้านทิศเหนือของลุ่มน้ำ



ภาพประกอบ 2 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษา

1.3 สภาพภูมิอากาศ

ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของภาคกลาง ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ก่อให้เกิดฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน ฝนตกชุกในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี จากข้อมูลของสถานีวัดน้ำฝนที่ว่าการอำเภอหนองหญ้าปล้องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 ถึง พ.ศ. 2550 เท่ากับ 1,306.3 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อนเป็นครั้งคราวในช่วงปลายเดือนตุลาคมช่วยเสริมให้มีปริมาณน้ำฝนเสริมในบางปี ฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม เป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านทำให้มีอากาศหนาวเย็น ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน ทำให้อากาศโดยทั่วไปมีสภาพร้อนชื้น (กรมอุตุนิยมวิทยา. 2552: ไม่ปรากฏเลขหน้า)

1.4 ลักษณะทางธรณี

พื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำห้วยแม่ประจันเป็นหินแกรนิตที่ประกอบด้วย หินมัสโตน หินดินดาน หินทรายเม็ด หินส่วนใหญ่ประกอบด้วยเม็ดแร่ควอตซ์ แร่เฟลด์สปาร์ ซึ่งเป็นยุคหินคาร์บอนิเฟอรัสถึงดีโวเนียน พื้นที่เทือกเขาสูงแถบตะวันตกของลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยหินแกรนิตเม็ดละเอียดถึงเม็ดหยาบ ซึ่งมีแร่มีสโคไวต์ และไบโอไทต์ประกอบมีลักษณะเป็นดอกประ ๆ หินแกรนิตที่มีแร่ทามาลีนประกอบ รวมทั้งหินแอนไลต์ของหินอัคนี ซึ่งมีส่วนประกอบของแร่คล้ายหินไดโอไลต์ หินแกรนิตที่ประกอบด้วย หินทรายและหินโคลนปนกรวด หินดินดาน หินทราย หินทรายแป้ง หินโคลน และหินเชิร์ต ซึ่งเป็นยุคหินคาร์บอนิเฟอรัสถึงเพอร์เมียนปิดประกบอยู่บนหินแกรนิตที่เป็นหินฐานล่าง นอกจากนี้บริเวณที่ราบไหล่เขาทางตอนใต้ เป็นการสะสมตัวของหินที่ราบเนินตะกอน ซึ่งประกอบด้วยหินมนใหญ่ หินมวลเม็ด และเศษแตกหักของหินควอตซ์ไชต์ หินทราย หินแกรนิต เป็นตะกอนยุคควอเตอร์นารี (กรมทรัพยากรธรณี. 2550: 30-33)

2. การชะล้างพังทลายของดิน

การชะล้างพังทลายของดิน เป็นกระบวนการทางธรรมชาติที่ดินทำให้ถูกแตกแยกออกจากกัน (Detachment) ถูกเคลื่อนย้ายและพัดพา (Transportation) จากแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่งที่ต่ำกว่าบนพื้นผิวโลก (Yu. 2003: 214) การพังทลายของดินเกิดจากลม และน้ำ ซึ่งเป็นปัญหาตั้งแต่มนุษย์เริ่มมีการเพาะปลูก (Morgan. 1986: 1) ดินชั้นบนเป็นชั้นที่อุดมสมบูรณ์ที่สุดและเหมาะสมต่อการปลูกพืช เพราะมีธาตุอาหาร ได้ถูกชะล้างไปโดยน้ำ ลม ทำให้พื้นที่ซึ่งเคยสมบูรณ์กลับเสื่อมโทรมไปอย่างรวดเร็ว (กรมพัฒนาที่ดิน. 2528: 2) ปกติการการชะล้างพังทลายของดินจะเกิดขึ้นอยู่เสมอในธรรมชาติ ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งของการปรับระดับผิวโลก (ยุทธชัย อนุรักดิพันธุ์; กิตติพงศ์ ทรงรักษ์เกรียติ; และอรรถ สมร่าง. 2547: 13) ภายใต้สภาพธรรมชาติที่ผิวหน้าดินปกคลุมด้วยพืชอย่างหนาแน่น กระบวนการชะล้างพังทลายของดินจะเกิดขึ้นได้ช้ามาก และหน้าใหม่อันเกิดจากการพัฒนาตัวของดินเป็นไปอย่างสมดุลกับดินที่ถูกชะออกไป ปริมาณดินที่สูญหายไปกับ

ปริมาณดินที่พัฒนาขึ้นมา (นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2527: 27) พื้นที่ว่างเปล่าที่ยังไม่มีการเพาะปลูกจะอ่อนไหวต่อการชะล้างพังทลายมากที่สุด และจะลดลงในพื้นที่ที่เป็นธรรมชาติและพื้นที่ปลูกหญ้า (Firth; Hill; & Nadgwick. 2006: 13) กิจกรรมที่หลากหลายของมนุษย์มีบทบาทสำคัญที่เสริมความรุนแรง และเป็นตัวเร่งการชะล้างพังทลายของดิน (Terrence; & Renard. 1997: 1-1) โดยที่การชะล้างพังทลายของดินส่วนใหญ่เกิดจากสาเหตุ 2 ลักษณะคือ การชะล้างพังทลายของดินตามธรรมชาติ เนื่องจาก น้ำ ลม และแรงโน้มถ่วงของโลก โดยน้ำและลมเป็นปัจจัยที่เด่นชัด และการชะล้างพังทลายของดินที่มีมนุษย์เป็นตัวเร่ง (Gustafson. 1937: 11) ตัวการสำคัญที่ทำให้ดินถูกชะล้างพังทลายในอัตราเล็กน้อย นั้นคือลมและฝน ซึ่งตัวการทั้งสองนี้จะแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิศาสตร์ของโลก (นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2527: 56) สำหรับในประเทศไทยการเกิดการชะล้างพังทลายของดินจะมีน้ำเป็นตัวการที่สำคัญที่สุด เนื่องจากตั้งอยู่ในเขตอากาศร้อนและชุ่มชื้น (สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522: 19) การชะล้างพังทลายของดินทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น ทำให้อ่างเก็บน้ำ ลำน้ำตื้นเขิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง (อุดม พนมเรีงศักดิ์; และคนอื่น ๆ. 2543: 23) ผลจากการชะล้างพังทลายของดินจะทำให้ดินชั้นบนซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ถูกเคลื่อนย้ายพัดพาไป ทำให้ดินที่ใช้เพาะปลูกพืชเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ หนาดินตื้นและลดประสิทธิภาพในการผลิตพืชลงไปเรื่อย ๆ ทุก ๆ ปี (สายัณห์ สิงหกละ. 2530: 4)

2.1 กระบวนการชะล้างพังทลายของดิน

การชะล้างพังทลายของดินเริ่มต้นจากการแตกกระจายของเม็ดดิน โดยกระบวนการที่ทำให้อนุภาคของดินแตกกระจาย (Detaching Process) โดยการตกกระทบผิวหน้าดินของเม็ดฝนแล้วอนุภาคของดินที่แตกกระจายจะถูกเคลื่อนย้ายไปจากที่เดิม ซึ่งเรียกว่า กระบวนการเคลื่อนย้าย (Transporting Process) กระบวนการทั้งสองนี้เกิดขึ้นจากตัวการที่เรียกรวม ๆ กันว่า ตัวการที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลาย (Erosive Agent) ซึ่งในที่นี้ตัวการที่สำคัญคือน้ำฝน (Morgan; & Rickson. 1995: 134) ส่วนกระบวนการสุดท้ายคือ การตกตะกอนของอนุภาค (Deposition) ซึ่งอนุภาคของดินจะตกตะกอนเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกและการลดลงของความเร็วกระแสน้ำ

เอลลิสันได้บรรยายถึงกระบวนการเกิดการชะล้างพังทลายของดินตามธรรมชาติ มีลักษณะที่สำคัญอยู่ 4 ประการ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ คือ (สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522: 49 อ้างอิงจาก Ellison, W.D. 1947.)

2.1.1 ความสามารถในการทำให้อนุภาคดินแตกกระจาย (Detaching Capacity) ของตัวการที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลาย ได้แก่ เม็ดฝนที่ตกลงมาและน้ำไหลบ่าบนผิวดิน ความสามารถในการทำให้ดินแตกกระจายของเม็ดฝนนั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดฝน ความหนักเบาของฝน (Intensity) ความเร็วในการตกของฝน ทิศทางลมและความเร็วของลม ส่วนความสามารถของน้ำที่ไหลบ่านั้น จะขึ้นกับความสามารถในการแตกกระจายของดิน พลังงานของน้ำไหลบ่า ปริมาณของวัตถุที่น้ำพัดพามาและสมบัติในการขัดสีของวัตถุที่น้ำพัดพามา นอกจากปัจจัยหลักทั้งสองแล้ว ตัวการอื่นที่ยังสามารถทำให้เกิดการแตกกระจายของเม็ดดินได้ คือ การแห้ง

และเปียกของดินเอง การแข็งตัวและการละลายตัวของน้ำในดิน การเหยียบย่ำของสัตว์และการจัดการทางเกษตรกรรมของมนุษย์

2.1.2 ความสามารถในการแตกกระจายของดิน (Soil Detachability) โดยปกติแล้วขีดความสามารถในการชะล้างพังทลายดินของน้ำ จะมีมากขึ้นถ้าหากอนุภาคของดินมีขนาดโตขึ้น เพราะว่าการยึดเหนี่ยวของดินที่มีขนาดโตมีน้อย ความสามารถอันนี้จะขึ้นกับสมบัติของดินและสภาพแวดล้อมของดินนั้น ๆ ได้แก่ สมบัติทางกายภาพของดิน เช่น เนื้อดิน โครงสร้างของดิน ความสามารถในการซึมผ่านของดิน อากาศในดิน การซึมผ่านผิวดิน การขยายและหดตัวของดิน ความชื้นในดิน สภาพผิวดินและขนาดของอนุภาคดิน สมบัติทางเคมี เช่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณของประจุโซเดียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable Sodium) และเกลือที่ละลายน้ำได้ (Soluble Salt)

2.1.3 ความสามารถในการขนย้าย (Transporting Capacity) ของตัวการที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลาย ตัวการในกระบวนการขนย้ายได้แก่ น้ำที่ไหลบ่าไปบนผิวดินซึ่งเป็นตัวการสำคัญในกระบวนการชะล้างพังทลายของดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งการไหลในลักษณะเป็นร่อง (Channel Flow) หรือการไหลแบบวนเวียน (Turbulent Flow) ส่วนการไหลบ่าบนพื้นผิวของหน้าดินนั้นมีอิทธิพลน้อยกว่าการไหลแบบร่อง ตัวการอีกอันหนึ่งได้แก่ การกระเด็นของเม็ดดินด้วยการกระแทกของเม็ดฝน (Splash Erosion) จะมีผลในการเคลื่อนย้ายอนุภาคของดินมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่ ถ้าเป็นพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันสูง การเคลื่อนย้ายโดยการกระเด็นจะมีมากกว่าพื้นที่ราบ นอกจากนี้ยังมีตัวการอื่นอีก เช่น สัตว์เลี้ยง อุปกรณ์การไถพรวน แรงดึงดูดของโลก และมนุษย์ โดยทั่วไปแล้ว การเคลื่อนย้ายอนุภาคดินโดยน้ำไหลบ่าจะมีมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นประกอบด้วย คือ การเปลี่ยนแปลงความเร็วของน้ำที่มีสารแขวนลอยอยู่ ความลึกของการไหลมีมากถ้ามีการไหลเร็วและเป็นแบบร่องลึก ความสามารถในการไหลที่จะรักษาสภาพของสารแขวนลอยไว้ และความสามารถในการขนย้ายของน้ำไหลบ่าซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วในการตกของฝนและขนาดของเม็ดฝน

2.1.4 ความยากง่ายในการเคลื่อนย้ายของดิน (Transportability) เป็นลักษณะของอนุภาคดินที่จะยากง่ายต่อการถูกพัดพาไปด้วยน้ำ ขึ้นกับขนาดของอนุภาคที่ถูกทำให้แตก ความหนาแน่นของอนุภาคที่ถูกทำให้แตก และรูปร่างลักษณะของอนุภาคที่ถูกทำให้แตก ถ้าอนุภาคมีขนาดเล็กจะทำให้ความสามารถในการขนย้ายดินของน้ำมีมากขึ้นเพราะว่ายิ่งดินมีขนาดเล็กก็ยิ่งมีน้ำหนักเบาลง ขณะที่บนพื้นผิวดินที่ปราศจากพืชนั้น อัตราการเคลื่อนย้ายมวล (Mass transport rate) ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นพร้อมกับปริมาณน้ำฝน อย่างไรก็ตาม ปริมาณพื้นที่คลุมดินก็เพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำฝนด้วย และพืชยังป้องกันผิวดินจากการปะทะของเม็ดฝนอีกด้วย ดังนั้นการเคลื่อนย้ายมวลจึงไม่เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีขีดจำกัดพร้อมกับปริมาณน้ำฝน แต่จะถึงขีดสูงสุดที่จุดหนึ่งและจากนั้นก็ลดลง ถึงแม้ปริมาณน้ำฝนจะเพิ่มขึ้นก็ตาม

2.2 ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน

2.2.1 ภูมิประเทศ (Topography) ลักษณะภูมิประเทศมีผลต่อการเกิดการพังทลายของดินแตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะความลาดชันของพื้นที่ (Slope) เป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดปริมาณและอัตราของน้ำที่ไหลบนผิวดิน (สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522: 78) พื้นที่ที่มีความลาดชันมาก จะทำให้น้ำไหลเร็วและแรงกว่าพื้นที่ราบ หรือพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย เพราะน้ำเป็นของเหลวที่ไหลจากที่สูงลงที่ต่ำ น้ำที่ไหลเร็วและแรงย่อมมีกำลังกัดเซาะและพัดพาอนุภาคดินไปมากกว่าน้ำที่ไหลช้าและไหลเอื่อย ความยาวของพื้นที่ลาดชันก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่ง พื้นที่ที่มีความลาดชันมากย่อมจะเกิดการพังทลายของดินได้มากกว่าพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย พื้นที่ซึ่งมีความยาวมากน้ำจะไหลแรงมากขึ้นตามแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้อนุภาคดินถูกพัดพาไปได้ง่าย (เสนห์ โรจนดิษฐ์. 2538: 118) จากการศึกษาเรื่องการสูญเสียดินในสวนสีก ป่าห้วยหาด จ.ลำปาง โดยใช้แปลงทดลองแปลงหนึ่งที่มีความลาดเท 23% ไม่มีพืชคลุมดิน ซึ่งทำให้น้ำไหลเร็ว ผลปรากฏว่าในปีหนึ่งจะสูญเสียดินไปถึง 116,000 กิโลกรัมต่อเนื้อที่ 10,000 ตารางเมตร และถ้าพื้นที่ยิ่งลาดชันและยาวมากขึ้น แรงไหลของน้ำก็จะสูงขึ้น อันจากการทำลายและพัดพา ก็จะเพิ่มมากขึ้นอีกหลายเท่า (สำราญ สมบูรณ์ผล. 2541: 30)

2.2.2 ภูมิอากาศ (Climate) ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ฝน ลม หิมะ แสงแดด และน้ำค้าง เป็นต้น ล้วนเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินได้ โดยเฉพาะฝนเป็นปัจจัยอันสำคัญที่สุดที่เกี่ยวข้องกับภูมิอากาศ เพราะแรงตกระทบของเม็ดฝนนับเป็นพลังงานแรกที่ทำให้เกิดการแตกแยกออกจากกัน (ยุทธชัย อนุรักดิพันธุ์; กิตติพงศ์ ทรงรักษ์เกียรติ; และ อรรถ สมร่าง 2547: 11) เวลาที่ฝนตก ความรุนแรงของเม็ดฝนที่ตกกระทบผิวดินทำให้อนุภาคของดินกระเด็นหลุดออกจากกันและถูกพัดพาไหลไปในที่สุด หรืออาจกล่าวได้ว่าเม็ดฝนเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้ดินพังทลาย แรงปะทะของเม็ดฝนทำให้สูญเสียดินมากกว่าการถูกชะล้างโดยน้ำไหลบ่าหน้าดินประมาณ 50 ถึง 90 เท่า ถ้าหากเม็ดฝนมีขนาดใหญ่ขึ้นและความเร็วที่ตกลงมาปะทะดินเร็วมากขึ้น ยิ่งทำให้สูญเสียดินเพิ่มมากขึ้นเป็นทวีคูณ ดังนั้นขนาดของเม็ดฝนและความเร็วที่ตกลงมาปะทะดินจึงมีความสำคัญมาก (เสนห์ โรจนดิษฐ์. 2538: 113)

ฝนทำให้เกิดการพังทลายของดินได้มากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับลักษณะของฝน เช่น ความหนักเบา ระยะเวลา ปริมาณน้ำฝน ขนาด ความเร็ว รูปร่างและการแผ่กระจายของฝนในแต่ละฤดูกาล (เสนห์ โรจนดิษฐ์. 2538: 118) ฝนที่ตกหนักเป็นระยะเวลานาน ทำให้เกิดความเสียหายต่อดินได้มากกว่าฝนที่ตกธรรมดาเป็นระยะเวลานั้น สำราญได้กล่าวถึงผลการศึกษาของนักอนุรักษดินในรัฐมิสซูรี สหรัฐอเมริกา เมื่อเดือนเมษายน ค.ศ. 1934 พบว่า น้ำฝนที่ตกเฉลี่ยชั่วโมงละ 2.3 หรือตกเป็นเวลานานชั่วโมงเศษ ได้พัดพาเอาดินในนาไปถึง 46 ตัน/เอเคอร์ ซึ่งเท่ากับการสูญเสียที่เกิดจากฝนตกธรรมดาถึง 76 ครั้ง ปริมาณการสูญเสียนี้ นอกจากขึ้นกับฝนแล้ว ยังขึ้นกับคุณสมบัติของดิน และสิ่งปกคลุมดินอีกด้วย (สำราญ สมบูรณ์ผล. 2541: 30)

2.2.3 สมรรถนะของดิน (Soils Capability) หมายถึง คุณสมบัติของดินที่ยากหรือง่ายต่อการถูกกัดเซาะ เนื้อดินแต่ละแห่งจะมีลักษณะทางธรรมชาติแตกต่างกันไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสมบัติทางฟิสิกส์ เช่น โครงสร้าง (Structure) เนื้อดิน (Texture) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปริมาณอนุภาคดินเหนียว ปริมาณของช่องว่างในดิน ปริมาณความชื้น คุณสมบัติเหล่านี้ต่างมีผลกระทบต่อความยากง่ายในการพังทลายของดิน (ดุษิต มานะจุติ. 2535: 302) และดินที่มีโครงสร้างแบบเม็ดเดี่ยว (Single grain) เช่น พวดินทราย หรือพวดินที่มีโครงสร้างแบบแผ่น (Platty Structure) เม็ดดินจะจับตัวกันอย่างหลวม ๆ เช่น ดินร่วนถูกพัดพาไปได้ง่ายกว่าพวดินที่มีโครงสร้างแบบก้อนทึบ (Massive) ซึ่งเป็นดินที่ไม่มีโครงสร้างหรือจับตัวกันแน่น เช่น พวดินเหนียว เป็นดินปริมาตรของฮิวมัสที่มีอยู่ในดินก็จะช่วยให้ดินจับตัวกันได้แน่น สามารถทนทานต่อการพัดพาได้

2.2.4 พืชคลุมดิน (Cover Crops) โดยทั่วไปแล้วสิ่งที่ปกคลุมดินมีความหนาแน่นมากและติดต่อกันตลอด ย่อมจะป้องกันการชะกร่อนของดินได้ดี (เสนห์ โรจนดิษฐ์. 2538: 118) พืชที่ปกคลุมผิวดินจะช่วยรองรับเม็ดฝนและทำให้การพังทลายของดินน้อยลง ซึ่งพืชแต่ละชนิดสามารถลดการพังทลายของดินโดยน้ำได้แตกต่างกัน (ดุษิต มานะจุติ. 2535: 302) พืชทุกชนิดที่ขึ้นอยู่บนดินมีส่วนช่วยให้ดินยึดตัวอยู่กับมันได้ทั้งสิ้น แต่ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชด้วย พืชแต่ละชนิดมีระบบราก (Root System) แตกต่างกัน บางชนิดรากลึก บางชนิดเป็นกระจุก รวมถึงลักษณะใบของพืช ลักษณะของลำต้นเป็นชนิดเลื้อยเป็นเถาหรือลำต้นตรง พื้นที่บางแห่งลาดชันมาก แต่ถ้ามีพืชที่มีใบใหญ่ มีระบบยึดรากแน่น ก็จะช่วยให้ดินนั้นทนทานต่อการพัดพาได้ เช่น หญ้าหรือพุ่มไม้เตี้ย ๆ จะให้ค่าการสูญเสียดินน้อยที่สุดบนทุกความลาดเทและดินทุกประเภท ขณะที่ดินที่ยังไม่ได้เพาะปลูกจะให้ค่าสูงสุดและมีอัตราเสี่ยงต่อการสูญเสียดินมากที่สุด (Gupta. 1980: 82) จากการศึกษาชนิดของพืชที่มีผลต่อการป้องกันการพังทลายของดินในดินที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน ลักษณะอื่น ๆ ก็คล้ายกัน เช่น ความลาดชัน โครงสร้าง เนื้อดิน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ โดยปลูกพืชต่าง ๆ กัน สำราญได้กล่าวถึงผลการศึกษาซึ่งมีผู้ศึกษาไว้ในรัฐมิสซูรี ผลปรากฏว่า พื้นที่ 1 เอเคอร์ ในระยะเวลา 1 ปี เมื่อปลูกพืชต่างชนิดกันจะสูญเสียเนื้อดินจากการพังทลายของดินในปริมาณที่แตกต่างกันดังนี้ ปลูกหญ้าคลุมไว้ตลอดเวลา มีการสูญเสียหน้าดิน 0.3 ตัน รองลงมา ปลูกพืชหมุนเวียน 2.7 ตัน ปลูกข้าวสาลี 10.0 ตัน ปลูกข้าวโพด 19.7 ตัน และปล่อยให้ดินว่างปราศจากพืช 41.0 ตัน ตามลำดับ (สำราญ สมบูรณ์ผล. 2541: 31) ซึ่งให้เห็นว่าการปลูกพืชคลุมดินช่วยลดการสูญเสียดินลงได้มาก และพืชต่างชนิดกันก็มีผลต่อการสูญเสียหน้าดินแตกต่างกันด้วย

3. สมการการสูญเสียดินสากล

ปริมาณของดินที่ถูกชะพังทลายและสูญเสียไปสามารถคาดคะเนหรือประเมินได้จากปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปริมาณน้ำฝน ชนิดของดิน ความลาดเทของพื้นที่ พืชที่ขึ้นอยู่บนดิน การใช้ประโยชน์ของที่ดิน ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ถูกพัฒนาเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ และมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลง

เพื่อใช้สำหรับการประเมินการชะล้างพังทลายของดินมาเป็นสมการสูญเสียดิน เพื่อประโยชน์ในการแนะนำและหามาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำที่เหมาะสม และให้เกิดการพังทลายของดินใกล้เคียงกับค่าที่ยอมรับให้ได้

การคำนวณการสูญเสียดินได้พัฒนาปรับปรุงและเสนอเป็นรูปแบบของสมการโดยอาศัยการศึกษาในสหรัฐอเมริกามากกว่า 10,000 แปลง ในพื้นที่ต่าง ๆ 49 แห่ง จากแปลงทดลองต่าง ๆ จำนวน (Wischmeier; & Smith. 1978: 2) ทำให้สามารถนำไปใช้ตามที่ต่าง ๆ โดยเรียกว่าสมการสูญเสียดินสากล (USLE = Universal Soil Loss Equation) ประกอบด้วย 6 ปัจจัยได้แก่

1. ปัจจัยชะล้างพังทลายของฝน คือ R factor (Rainfall Erosivity Factor)
2. ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน คือ K factor (Soil Erodibility Factor)
3. ปัจจัยความยาวความลาดเท คือ L factor (Slop Length Factor)
4. ปัจจัยความลาดเท คือ S factor (Slop Gradient Factor)
5. ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช คือ C factor (Cropping Management Factor)
6. ปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน คือ P factor (Conservation Practices Factor)

ซึ่งลักษณะของสมการมีดังต่อไปนี้

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (1)$$

เมื่อ

- A คือ ปริมาณการสูญเสียดิน ที่คำนวณได้ต่อหน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็น ตัน/เฮกแตร์/ปี
- R คือ ปัจจัยเกี่ยวกับความสามารถในการทำให้เกิดการพังทลายของฝน เป็นค่าที่แสดงถึง ความสามารถของฝนในการกัดเซาะ มีหน่วยเป็น เมตร-ตัน/เฮกแตร์/ปี
- K คือ ปัจจัยเกี่ยวกับความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน เป็นค่าดินที่สูญเสียต่อหน่วยของพลังกัดเซาะของฝน ในแปลงทดลองที่มีขนาดจำกัด ยาว 72.6 ฟุต บนพื้นที่ลาดชัน 9 เปอร์เซ็นต์ โดยทำการไถพรวนดินและทิ้งไว้ให้ว่างเปล่า
- L คือ ปัจจัยเกี่ยวกับความยาวของความลาดเท เป็นค่าที่ได้จากอัตราส่วนของการสูญเสียดิน จากแปลงที่เกิดจากสภาพความยาว ความลาดเทในสนาม กับแปลงที่เกิดจากความยาวความลาดเท 72.6 ฟุต ภายใต้สภาพเงื่อนไขเดียวกัน
- S คือ ปัจจัยเกี่ยวกับความชันของความลาดเท เป็นค่าที่ได้จากอัตราส่วนของการสูญเสียดิน จากแปลงที่เกิดจากสภาพความลาดเทในสนาม กับแปลงที่เกิดจากความลาดเท 9 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้สภาพเงื่อนไขเดียวกัน
- C คือ ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช เป็นค่าที่ได้จากอัตราส่วนของการสูญเสียดิน จากพื้นที่ในสนามที่เกิดขึ้น มีการจัดการอย่างหนึ่งอย่างใดโดยเฉพาะ และพื้นที่ที่มี

การไถพรวนตามความลาดเท ปลอยทิ้งไว้ให้ว่างเปล่า ภายใต้สภาพเงื่อนไขเดียวกัน

P คือ ปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน เป็นค่าที่ได้จากอัตราส่วนของการสูญเสียดิน จากแปลงอนุรักษ์ ปลุกพืชสลับตามแนวระดับหรือปลุกพืชเป็นขั้นบันได และแปลงที่มีการปลุกพืชตามความยาวความลาดเท ภายใต้สภาพเงื่อนไขเดียวกัน

สมการสูญเสียดินสากลเป็นประโยชน์มากที่สุด เมื่อนำไปใช้คาดคะเนปริมาณการสูญเสียดิน ดังนั้น จึงสามารถใช้สมการนี้เป็นเครื่องมือในการวางแผนการอนุรักษ์ดิน ในแต่ละบริเวณได้ถ้าทราบค่าปัจจัยต่าง ๆ ในสมการ

3.1 ปัจจัยเกี่ยวกับความสามารถในการทำให้เกิดการพังทลายของฝน (R factor)

น้ำฝนเป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่ง ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกิดขึ้นเฉพาะแห่ง เฉพาะพื้นที่ ปริมาณการสูญเสียดินมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำฝน (Wischmeier; & Smith. 1954: 119) พลังงานของฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียดินจากพื้นที่ซึ่งอยู่ในรูปของพลังงานจลน์ ขณะที่ฝนตกกระผิวดิน (ศุภรัตน์ สำราญ. 2527: 25) ปัจจัยเกี่ยวกับความสามารถในการทำให้เกิดการพังทลายของฝน (R factor) ใช้ในการคำนวณหาดินที่สูญเสียได้โดยตรง และเป็นปัจจัยแรกที่น่าไปสู่การสูญเสียดินและผลผลิตของตะกอน ในสมการสูญเสียดินสากล (Terrence; & Renard. 1997: 2-5) ปัจจัยเกี่ยวกับความสามารถในการทำให้เกิดการพังทลายของฝน ได้จากกราฟบันทึกน้ำฝน นำมาอ่านค่า ปริมาณน้ำฝนและช่วงเวลาที่มีฝนตก เพื่อคำนวณหาค่าปริมาณเฉลี่ย อัตราความหนักเบาและพลังงานจลน์ของน้ำฝน แล้วนำมาหาค่าดัชนี EI_{30} จากกราฟปริมาณน้ำฝนและช่วงเวลาที่มีฝนตก โดยเลือกช่วงเวลา 30 นาที ที่มีฝนตกมากที่สุด คูณด้วย 2 จะได้ค่า I_{30} หาค่าพลังงานจลน์ได้จากสมการ

$$KE = 210.3 + 89 \log I \quad (2)$$

เมื่อ

KE คือ พลังงานจลน์ของน้ำฝน (หน่วยเป็น เมตร-ตัน/เฮกแตร์-เซนติเมตร)

I คือ ความหนักเบาของน้ำฝน (หน่วยเป็น เซนติเมตร/ชั่วโมง)

ค่า KE ในช่วงต่าง ๆ นำไปคูณด้วยปริมาณน้ำฝนของช่วงนั้น ๆ จะเป็นค่าพลังงานของฝน (E) ผลรวมของค่า E คูณด้วย I_{30} หารด้วย 100 จะได้ค่า EI_{30} โดยผลรวมของค่า EI_{30} ตลอดทั้งปีจะเป็นค่า R

กรมพัฒนาที่ดินได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนรายปีในประเทศไทยกับค่าดัชนีการพังทลายของดิน โดยวิธี $KE > 1$ ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับเขตร้อน สำหรับภาคกลาง และภาคตะวันตกของประเทศไทย โดยมีค่าดัชนีสหสัมพันธ์เส้นตรง (r) = 0.727

$$Y = 0.163X - 0.0375 \quad (3)$$

เมื่อ

Y คือ ค่าดัชนีการพังทลายของดินหรือค่า R มีหน่วยเป็นเมตร-ตัน/เฮกแตร์/ปี

X คือ ค่าปริมาณฝนตกเฉลี่ยรายปีมีหน่วยเป็น มิลลิเมตร

(สายนธ์ สิงหลกะ 2530: 16 อ้างอิงจาก กรมพัฒนาที่ดิน. 2524)

3.2 ปัจจัยเกี่ยวกับความยากง่ายในการเกิดการพังทลาย (K factor)

ความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น อินทรีย์วัตถุในดิน เนื้อดิน โครงสร้างของดิน เป็นต้น ดินที่มีอนุภาคขนาดใหญ่ และโครงสร้างหลวม เช่น ดินทราย จะถูกพังทลายและพัดพาไปได้ง่ายกว่าดินที่มีอนุภาคขนาดเล็กและโครงสร้างแน่น เช่น ดินเหนียว (วินิตา เผื่อนาค. 2532: 259) ดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินและกรรมวิธีในการให้กำเนิดดินเหมือนกัน แต่องค์ประกอบของเนื้อดินอาจจะแตกต่างกันไปในภูมิภาคต่าง ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากภูมิอากาศ และธรณีโครงสร้างที่ไม่เหมือนกันนั่นเอง (สายนธ์ สิงหลกะ. 2530: 10)

3.2.1 อินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของดินที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อสมบัติต่าง ๆ ของดินทั้งทางเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ มีผลกระทบต่อเนื่องไปถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความสามารถในการให้ผลผลิตของดิน รวมทั้งการพัฒนาระบบนิเวศ (Ecosystem) ของแต่ละสภาพแวดล้อมโดยตรง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548: 241) อินทรีย์วัตถุปรับปรุงกิจกรรมทางชีวภาพและอัตราการซึมน้ำให้ดีขึ้น และยังช่วยลดการไหลบ่าของน้ำและการกร่อนดิน (Terrence; & Renard. 1997: 3-2) อินทรีย์วัตถุเป็นวัสดุที่ได้มาจากอินทรีย์สารที่มาจากสิ่งมีชีวิต และมีอิทธิพลต่อสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของดินมาก ทั้ง ๆ ที่มีอยู่ในดินเป็นจำนวนเพียงเล็กน้อย ปกติพบว่า อย่างน้อยที่สุดความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation Exchange Capacity) ครึ่งหนึ่งของดินจะเป็นอิทธิพลของอินทรีย์วัตถุในดิน และอินทรีย์วัตถุในดินยังเป็นปัจจัยสำคัญต่อความคงทนในการเกาะตัวเป็นเม็ดดิน (Soil Aggregate) (เอิบ เขียวรีนรมย์. 2548: 77) อินทรีย์วัตถุจึงมีความสำคัญในแง่ของการควบคุมคุณสมบัติของดิน ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ตลอดจนเป็นแหล่งอาหารของพืชและจุลินทรีย์ในดิน (อรรถ สมร่าง; และคนอื่นๆ. 2548: 54)

3.2.2 เนื้อดิน (Soil Texture) หมายถึง องค์ประกอบเชิงกายภาพ (Physical Composition) ของดิน ที่จำกัดโดยสัดส่วนสัมพัทธ์โดยน้ำหนักของกลุ่มอนุภาคดินต่าง ๆ ในส่วนที่มีขนาดเล็ก ชั้นของเนื้อดินจะแบ่งโดยการแจกกระจายของวัสดุที่มีขนาดเล็กกว่า 2 มิลลิเมตร ที่วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ นั่นคือ อนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว กลุ่มอนุภาคทั้งสามนี้ เมื่อประกอบกันเข้าในสัดส่วนสัมพัทธ์ต่าง ๆ กัน ก็จะได้ชั้นหรือประเภทของเนื้อดินมากมาย (เอิบ เขียวรีนรมย์. 2548: 188) เนื้อดินจึงมีสมบัติในด้านการแสดงบอกถึงความความหยาบหรือความละเอียดของดิน อนุภาคของดินที่เล็กที่สุดได้แก่อนุภาคดินเหนียว อนุภาคที่ใหญ่ที่สุดได้แก่หินขนาด

เล็กหรือกรวด (มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544: 39) ในการจำแนกเนื้อดินจึงต้องมีการกำหนดขนาดของอนุภาคของดินชนิดต่าง ๆ โดยจัดเป็นกลุ่มหรือประเภทเดียวกันตามขนาดของอนุภาคที่กำหนดไว้ดังตาราง 1

ตาราง 1 การจำแนกขนาดอนุภาคของดินตามระบบสหรัฐอเมริกา (USDA) เปรียบเทียบกับระบบสากล (ISSS)

ประเภทของอนุภาค	เส้นผ่าศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	
	ระบบสหรัฐอเมริกา	ระบบสากล
ทราย	2.00 – 1.00	ตั้งแต่ 2.0 ขึ้นไป
ทรายหยาบ	1.00 – 0.50	0.2 – 2.0
ทรายขนาดปานกลาง	0.50 – 0.25	-
ทรายละเอียด	0.25 – 0.10	0.02 – 0.2
ทรายละเอียดมาก	0.10 – 0.05	-
ทรายแป้ง	0.05 – 0.02	0.002 – 0.02
ดินเหนียว	ต่ำกว่า 0.002	ต่ำกว่า 0.002

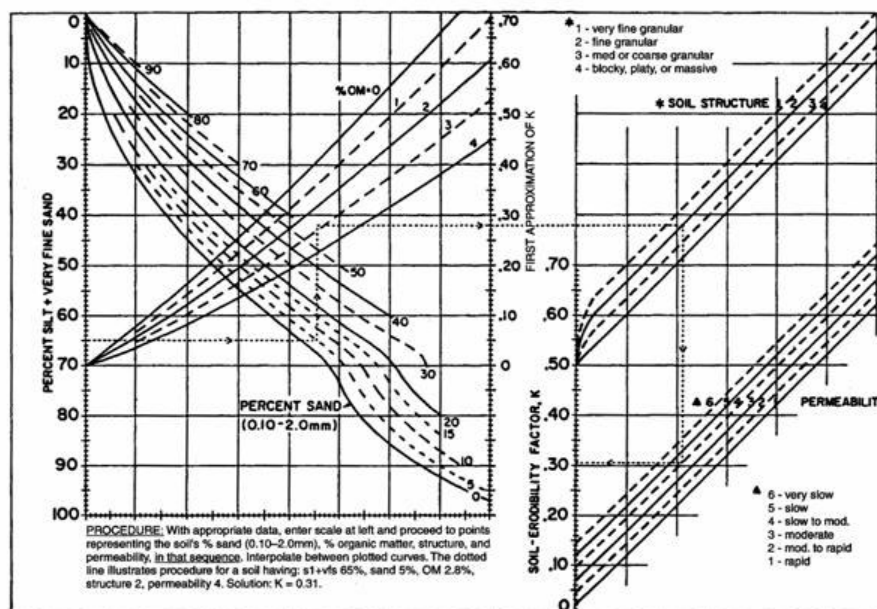
ที่มา: คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2548) *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น*. หน้า 60.

3.2.3 โครงสร้างของดิน (Soil Structure) หมายถึง การจัดโครงสร้างตามธรรมชาติ (Natural Organization) ของอนุภาคดิน (Soil Particles) เข้าเป็นหน่วย (Units) ในดินต่าง ๆ (เอิบ เขียวรัตน์. 2548: 201) การจับตัวเป็นเม็ดของอนุภาคเดี่ยวโดยกลไกธรรมชาติ เม็ดดินที่ได้ อาจเรียกว่าหน่วยโครงสร้าง (Structure Units) ซึ่งมีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกัน สามารถแบ่งออกได้กว้าง ๆ 4 แบบ คือ รูปทรงคล้ายทรงกลม คล้ายกล่อ่ง คล้ายแท่ง และคล้ายแผ่น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548: 81-83) โครงสร้างของดินที่เกิดขึ้นจะควบคุมโดยองค์ประกอบทางเคมีของดินที่เกี่ยวข้องกับอัตราส่วนของโมเลกุลของซิลิกา กับของดินเหนียว อัตราส่วนนี้สามารถคาดคะเนได้จากการวิเคราะห์ทางเคมีและยังสามารถบอกให้ทราบว่าดินนั้นเป็นดินเก่าที่ผ่านกระบวนการเกิดดินมานานแล้ว หรือเป็นดินที่มีอายุน้อยจะเริ่มกระบวนการเกิดดินในระยะเวลาอันสั้น ดินเก่าผ่านกระบวนการเกิดดินมานานมักทนทานต่อการถูกกัดเซาะได้ดีกว่าดินที่เพิ่งจะเกิดขึ้นจากกระบวนการผุพังมาได้ไม่นาน (องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ. 2538: 8)

3.2.4 การแทรกซึมน้ำของดิน (Infiltration) หมายถึง การที่น้ำจากนอกดินไหลผ่านขอบเขตระหว่างดินภายนอกเข้าไปในมวลดิน การแทรกซึมน้ำอาจเกิดได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอนตามวิธีให้น้ำหรือสถานการณ์ต่าง ๆ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548: 143) ดังนั้นดินที่มี

คุณสมบัติทางกายภาพต่างกันย่อมมีอัตราการแทรกซึมน้ำของดินต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น บริเวณที่มีดินทราย ดินเหนียว หรือดินร่วน อัตราการแทรกซึมน้ำของดินทั้งสามบริเวณนี้ย่อมแตกต่างกัน คือ ดินเนื้อหยาบจะมีอัตราการแทรกซึมน้ำเร็วกว่าดินเนื้อละเอียด (ยุพาพร ทิพย์จริยาอุดม. 2546: 35) ดินที่ซึมน้ำผ่านจากผิวดินลงสู่เนื้อดินที่ต่ำกว่ารวดเร็วจะทำให้มีการกัดเซาะชะล้างพังทลายของดินน้อยลง เนื่องจากมีน้ำไหลบ่าบนผิวดินน้อย ถ้าอัตราของฝนที่ตกมากกว่าความจุของการซึมน้ำแล้ว จะทำให้เกิดน้ำไหลบ่าขึ้นได้

ข้อมูลการสูญเสียดินที่ปรากฏบนแปลงทดลองในสหรัฐอเมริกา อนุภาคดินทรายที่เกิดจากการพังทลายนำไปเปรียบเทียบกับ ดินร่วน และออกแบบวิเคราะห์ข้อมูลโดยการสร้างแผนภาพสัดส่วน เปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของดินทราย ดินร่วน และดินเหนียว ที่รวมอยู่ในดิน เป็นภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดิน 5 ประการ กับค่าปัจจัย K โดยอาศัยผลการศึกษาจากแปลงทดลองจำนวนมากกว่า 10,000 แปลงต่อปีเป็นระยะเวลานานกว่า 30 ปี โดยวิธีการนี้ค่า K จะประเมินได้จากสมบัติของดิน 5 ประการ คือ (1) ผลรวมเปอร์เซ็นต์ดินทรายแป้งและเปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก (% silt + % very fine sand) (2) เปอร์เซ็นต์ทราย (% sand) (3) เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในดิน (% organic matter) (4) โครงสร้างของดิน (soil structure) และ (5) การซาบซึมน้ำของดิน (permeability) การออกแบบวิเคราะห์ข้อมูลสร้างแผนภาพสัดส่วนนี้ อยู่บนมาตรฐานของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา (USDA) แผนภาพนี้เรียกว่า โนโมกราฟ (Nomograph) (Wischmeier; & Smith. 1978: 10) ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 โนโมกราฟ (Nomograph)

ที่มา: Wischmeier; & Smith. (1978). *Predicting Rainfall- Erosion losses A Guide to Conservation Planning*. p. 11.

กรมพัฒนาที่ดิน ศึกษาการประเมินค่าปัจจัย K ของดินในประเทศไทยจากแผนภาพโนโมกราฟ โดยอาศัยข้อมูลสมบัติ 5 ประการ ของตัวแทนชุดดิน (Soil Series) ที่มีการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ตรวจวัดสมบัติดินในห้องปฏิบัติการ ผลจากการศึกษาแนะนำวิธีประเมินค่าปัจจัย K อย่างง่าย โดยพิจารณาจากเนื้อดินบน สภาพพื้นที่กำเนิดดิน และภูมิภาคที่พบ (กรมพัฒนาที่ดิน. 2545: 10) หลักเกณฑ์การประเมินค่า K ในประเทศไทย สามารถแบ่งออกเป็น 5 ภูมิภาค คือ (1) ภาคเหนือ ตั้งแต่นครสวรรค์ขึ้นไป (2) ภาคกลาง บริเวณจังหวัดนครสวรรค์ลงมาถึงประจวบคีรีขันธ์ (3) ภาคตะวันออก บริเวณจังหวัดระยองตราดจันทบุรีปราจีนบุรี (4) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณที่ราบสูงโคราชทั้งหมด และ (5) ภาคใต้ บริเวณจังหวัดชุมพรลงไป โดยแบ่งตามลักษณะของเนื้อดิน ดังตาราง 2

ตาราง 2 ค่า K ของภาคต่าง ๆ ตามลักษณะของเนื้อดิน

เนื้อดินบน	ภาคเหนือ		ภาคกลาง		ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ		ภาคใต้			
	ที่สูง	ที่ลุ่มต่ำ	ที่สูง	ที่ลุ่มต่ำ	ที่สูง	ที่ลุ่มต่ำ	ที่สูง	ที่ลุ่มต่ำ		
Sand	-	-	-	-	0.05	0.05	-	-	0.04	0.04
Loamy sand	0.05	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.04	0.05	0.04	0.04
Sandy loam	0.27	0.30	0.34	0.26	0.19	0.34	0.24	0.26	0.20	0.30
Loam	0.33	0.35	0.33	0.43	0.30	0.33	0.29	0.35	0.33	0.34
Silt loam	0.49	0.34	0.56	0.47	0.21	0.44	0.37	0.34	0.40	0.39
Silt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.57
Sandy clay loam	0.21	0.22	0.20	0.21	0.25	0.23	0.24	0.20	0.19	0.21
Clay loam	0.24	0.27	0.28	0.29	0.30	0.35	0.25	0.36	0.29	0.31
Silty clay loam	0.35	0.42	0.38	0.29	0.37	0.38	0.46	0.43	0.31	0.21
Sandy clay	-	0.17	0.15	0.17	-	0.18	-	-	-	0.18
Silty clay	0.21	0.27	0.26	0.23	0.19	0.29	0.23	0.27	0.22	0.29
Clay	0.15	0.18	0.14	0.18	0.12	0.14	0.13	0.15	0.11	0.14

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน. (2545). การสูญเสียดินในประเทศไทย. หน้า 10.

3.3 ปัจจัยเกี่ยวกับภูมิประเทศ (LS factor)

ความยาวและความชันของความลาดเทมีผลกระทบต่ออัตราการเกิดการพังทลายของดินมาก และผลกระทบของทั้งสองลักษณะของความลาดเทสามารถแยกประเด็นได้ในการวิจัย และนำไปใช้ในสมการสูญเสียดินสากลโดยเป็นค่า L และ S ปัจจัยทั้งสองอาจนำมาพิจารณารวมเป็นปัจจัยเดียวกัน (นารี สุทธิปริดา. 2527: 71) คือ เป็นปัจจัยภูมิประเทศ สำหรับ LS เป็นค่าของอัตราส่วนของการสูญเสียดินต่อหน่วยพื้นที่ระหว่างปริมาณดินที่สูญเสียบนพื้นที่ลาดเขาในไร่นากับปริมาณดินที่สูญเสียบนแปลงมาตรฐาน คือ แปลงยาว 72.6 ฟุต (22.13 เมตร) มีความลาดเทสม่ำเสมอ 9 เปอร์เซ็นต์ และมีความกว้าง 6 ฟุต (1.83 เมตร) ดินทั้งสองแปลงนี้อยู่ใต้สภาพที่เหมือนกัน

3.3.1 ความยาวความลาดเท (L factor) ปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อความยาวความลาดเทมากขึ้น เนื่องจากน้ำฝนจะมีโอกาสสะสมอยู่เป็นปริมาณมากยิ่งขึ้น อัตราการไหลบ่าหน้าดินเพิ่มมากขึ้นไปตามความยาวของความลาดเทที่ยาวมากขึ้น (องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ. 2538: 9) อย่างไรก็ตาม บนพื้นที่ลาดเขานั้นการกัดกร่อนผิวหน้าดินมักจะไม่สามารถให้เห็นบริเวณสันเขาและส่วนที่เป็นเชิงลาดลงมา ในกรณีที่ฝนตกสม่ำเสมอทั่วทั้งลาดเขา แต่จะเห็นการชะล้างพังทลายของดินอย่างชัดเจนบริเวณที่ต่ำลงมา ตรงจุดที่น้ำไหลบ่าหน้าดินเริ่มมีพลังกัดเซาะสูงกว่าแรงต้านทานของอนุภาคดิน เมื่อน้ำไหลบ่าหน้าดินไหลลงสู่ที่ต่ำนั้น ปริมาณดินที่ถูกชะล้างพังทลายจะเพิ่มมากขึ้น จนกระทั่งพลังการเคลื่อนย้ายดินของน้ำไหลบ่าหน้าดินหมดสมรรถนะ ไม่สามารถจะพัดพาเคลื่อนย้ายมวลดินตะกอนลงต่ำไปได้อีก กระบวนการตกตะกอนเกิดขึ้น ณ จุดนั้น ส่วนมากจะเป็นบริเวณใกล้สองฝั่งลำน้ำ ดังนั้นการที่จะลดอัตราและปริมาณการชะล้างของดินบริเวณลาดเขาควรจะทำเครื่องกีดขวางทางน้ำเป็นช่วง ๆ ตามลาดเขาด้วยระยะที่เหมาะสม

สมการคำนวณค่าปัจจัยความยาวและความชันของความลาดเทตามวิธีของ วิชไมเออร์ และสมิท (Wischmeier.; & Smith. 1978: 12) และปรับปรุงค่าปัจจัยในสมการโดยแม็คคูล (Liu; et al. 2000: Online. อ้างอิงจาก McCool; et al. 1987.) โดยสมการคำนวณค่าปัจจัยความยาวของความลาดเทคือ

$$L = \left[\frac{\lambda}{22.13} \right]^m \quad (4)$$

เมื่อ

L คือ ค่าปัจจัยความยาวของความลาดเท ในสมการการสูญเสียดินสากล

λ คือ ระยะทางตามแนวราบของพื้นที่ลาดชัน นับจากจุดเริ่มมีน้ำไหลเอ่อผิวดินถึงจุดที่ความลาดชันเปลี่ยนลดลงจนเกิดการทับถมของตะกอน หรือจุดที่มีการรวมตัวของน้ำเป็นร่อง มีหน่วยเป็นเมตร

m คือ ตัวเลขยกกำลังซึ่งผันแปรตามความลาดชัน โดย ค่า m หาได้จากสมการ

$$m = \beta / (1 + \beta) \quad (5)$$

เมื่อ

m คือ ตัวเลขยกกำลังซึ่งผันแปรตามความลาดชัน

β คือ ความสัมพันธ์กับสัดส่วนระหว่าง การชะล้างพังทลายแบบร่องร้ว (Rill Erosion) ซึ่งเกิดจากการกระทำของน้ำไหลบ่า กับการชะล้างพังทลายระหว่างร่องร้ว (Interrill Erosion) ซึ่งเกิดจากการกระทำของเม็ดฝน โดย β คำนวณจากสมการ

$$\beta = \frac{(\sin \theta / 0.0896)}{3.0(\sin \theta)^{0.8} + 0.56} \quad (6)$$

เมื่อ

β คือ ความสัมพันธ์กับสัดส่วนระหว่าง การชะล้างพังทลายแบบร่องร้ว (Rill Erosion) ซึ่งเกิดจากการกระทำของน้ำไหลบ่า กับการชะล้างพังทลายระหว่างร่องร้ว (Interrill Erosion) ซึ่งเกิดจากการกระทำของเม็ดฝน

θ คือ ค่าความลาดชันในหน่วยองศา

3.3.2 ความชันความลาดเท (S factor) ความลาดเทของพื้นที่นับเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในกระบวนการชะล้างพังทลายของดิน โดยทั่วไปแล้วเมื่อความลาดเทมากขึ้นอัตราการชะล้างพังทลายของดินจะมากขึ้นด้วย ทั้งนี้เพราะพื้นที่ลาดชันนั้น น้ำจำนวนมากที่เกิดจากฝนจะไหลลงสู่เบื้องล่างด้วยอัตราความเร็วสูงกว่าพื้นดินที่มีความลาดชันน้อยกว่า (เอฟเอโอ. 2538: 8) และทำให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินได้มาก เพราะดินมีโอกาสเก็บกักน้ำฝนที่ตกลงมาได้น้อย ทำให้ดินมีการไหลบ่าที่รวดเร็วและรุนแรง บนพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันมากนั้น เมื่อน้ำไหลบ่าหน้าดินเกิดได้รวดเร็วพลั้ น้ำจะกัดกร่อนและพัดพาดินที่ถูกชะล้างลงสู่ที่ต่ำได้มาก อย่างไรก็ตาม ความลาดชันจะมีผลเพียงเล็กน้อยในขณะที่ฝนตกแผ่วเบา และนานจนกระทั่งน้ำไหลบ่าหน้าดินมีอัตราคงที่ แต่จะมีอิทธิพลรุนแรงมากถ้าฝนตกในช่วงเวลาสั้น

สมการคำนวณค่า S factor สำหรับพื้นที่ลาดชัน น้อยกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ คือ

$$S = 10.8 \sin(\theta) + 0.03 \quad (7)$$

สำหรับพื้นที่ลาดชันเท่ากับมากกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ คือ

$$S = 16.8 \sin(\theta) - 0.50 \quad (8)$$

เมื่อ

S คือ ค่าปัจจัยความชัน

θ คือ ค่าความลาดชันในหน่วยองศา

3.4 ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C factor)

พืชคลุมดินเป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดการกัดชะพังทลายของผิวหน้าดิน พืชที่ขึ้นปกคลุมดินเป็นสิ่งที่ช่วยลดพลังงานของเม็ดฝนที่ตกลงมากระแทกเม็ดดิน และลดความเร็วของน้ำไหลบ่าที่จะพัดพาตะกอนดินไป (กรมพัฒนาที่ดิน. 2528: 89) อัตราการพังทลายของดินจะเกิดขึ้นน้อยที่สุดถ้ามีพืชพันธุ์ปกคลุมอยู่ทั้งหมดพืชในทุ่งหญ้า ซึ่งหญ้าที่ขึ้นเบียดเสียดกันจะช่วยป้องกันดินจากการพังทลายที่เกิดจากน้ำและลมได้เป็นอย่างดี (เอฟเอโอ. 2538: 10) การลดลงของพืชคลุมดินอาจมีผลมาจากการตัดไม้ทำลายป่า การแผ้วถางป่าเพื่อทำไร่เลื่อนลอย ตลอดจนการจุดไฟเผาป่าเพื่อเก็บหาของป่าหรือล่าสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไฟป่าที่เกิดขึ้นเป็นประจำจะมีผลทำให้สภาพป่าเปลี่ยนแปลงจากป่าที่มีความชุ่มชื้นกลายเป็นป่าที่แห้งแล้งได้ ดังนั้นถ้าพื้นที่ใดมีการควบคุมและป้องกันไฟป่าเป็นอย่างดีแล้ว สังคมพืชย่อมมีการพัฒนาตนเองให้กลับไปสู่ป่าธรรมชาติดั้งเดิมที่เป็นอยู่ และส่งผลให้อัตราการสูญเสียดินและน้ำอันเนื่องมาจากการกัดชะพังทลายของดินลดลงไปด้วย

ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืชและการคลุมดิน ในสมการการสูญเสียดินสากล เป็นการรวมอิทธิพลของตัวแปรหลายชนิด เช่น ชนิดของพืชที่ปลูก ชนิดของวัชพืช การปลูกพืชหมุนเวียน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน การใส่ปุ๋ย การจัดการเศษเหลือ ของพืช รวมทั้งการปฏิบัติการไถพรวนดินด้วย และผลของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีต่อการสูญเสียดิน ไม่สามารถที่จะแยกประเมินได้ ด้วยเหตุนี้การประเมินค่า C จึงต้องประเมินผลรวมของตัวแปรเหล่านี้ที่มีต่อการสูญเสียดิน

ความหมายของปัจจัยที่เกี่ยวกับการจัดการพืชในสมการการสูญเสียดินสากล หมายถึงอัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างดินที่มีการปลูกพืชขึ้นนั้น ๆ ภายใต้อสภาพที่จำกัด กับดินที่มีการไถพรวนโดยไม่มีเศษเหลือของพืชและปล่อยทิ้งไว้ว่างเปล่า ปัจจัยนี้เป็นการวัดผลรวมของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งกันและกันในการปกคลุมดิน และการจัดการที่เกี่ยวข้องกับการปกคลุมดิน การสูญเสียดินที่เกิดขึ้นในไร่นาที่ใดที่หนึ่ง และทั้งที่ซึ่งอยู่ในสภาพที่ปล่อยทิ้งไว้ว่างเปล่าติดต่อกัน สามารถคำนวณได้จากผลคูณของ $R \cdot K \cdot L \cdot S$ ในสมการการสูญเสียดินสากล อย่างไรก็ตามการสูญเสียดินที่เกิดขึ้นในไร่นาจริง ตามปกติจะมีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ และการที่จะมีจำนวนน้อยกว่า แค่นั้นนั้นขึ้นอยู่กับผลรวมของการคลุมดิน การจัดลำดับพืชที่ปลูกและการจัดการต่าง ๆ ด้วยเหตุนี้การปรับค่า C ในการประเมินการสูญเสียดินจะต้องปรับให้เหมาะสมกับสภาพต่าง ๆ

สำหรับค่าปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืชได้มีผู้ประเมินไว้มากมาย สำหรับพื้นที่ป่าไม้เกษตรกรรม ทุ่งหญ้า และพื้นที่รกร้างว่างเปล่า โดยอาศัยองค์ประกอบของป่าที่เกี่ยวข้องกับพืชพันธุ์ที่ขึ้นปกคลุม การประเมินค่า C นั้น วิชไมเออร์และสมิทได้ประเมินค่า C สำหรับป่าที่จัดการดีที่สุดและมีสภาพสมบูรณ์ที่สุด มีค่า C เท่ากับ 0.001 สำหรับป่าที่ยังไม่เคยถูกรบกวน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.001-0.009 ทุ่งหญ้าและที่รกร้างว่างเปล่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.003-0.450 (Wischmeier.; & Smith. 1978: 33)

3.5 ปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ (P factor)

ปัจจัยเกี่ยวกับการอนุรักษ์ คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณของการสูญเสียที่ได้จากแปลงทดลองที่มีการใช้โครงสร้างอนุรักษ์ด้วยวิธีกลแบบใดแบบหนึ่ง กับปริมาณดินที่สูญเสียจากแปลงทดลองที่ไถพรวน (นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2527: 263) การอนุรักษ์ดิน คือ การใช้หรือการจัดการทรัพยากรดินอย่างมีประสิทธิภาพ โดยป้องกันการชะล้างการพังทลายของดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดินให้สามารถทำการเกษตรได้ตลอดไป โดยการอนุรักษ์ดินมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อลดการกัดกร่อนลงให้มากที่สุด จนกระทั่งอัตราการสูญเสียของดินเท่ากับอัตราการเกิดดิน
2. เพื่อรักษาปริมาณธาตุอาหารในดินให้อยู่ตามสมบรูณ์ โดยการป้องกันการสูญเสียดินที่ไม่จำเป็น หรือหาทางเพิ่มเติมส่วนที่สูญเสียไป ให้กลับคืนมาเหมือนเดิม
3. เพื่อรักษาระดับอินทรีย์วัตถุโดยการควบคุมอัตราการสลายตัวหรือการเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้กับดิน
4. เพื่อรักษาสมบัติทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช เช่น ความร่วนซุย การอุ้มน้ำ รวมทั้งการปรับปรุงให้ดีขึ้น
5. เพื่อให้การใช้น้ำที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์มาก (สำราญ สมบูรณ์ผล. 2541: 34)

วิธีการอนุรักษ์โดยทั่วไปที่เป็นวิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดินนั้น จะเกี่ยวกับความชัน และความยาวความลาดเทมากที่สุด รวมทั้งความแตกต่างของพืชแต่ละชนิดที่นำมาเพาะปลูกด้วยวิธีการควบคุมการอนุรักษ์ตามวิธีของวิชไมเออร์และสมิท (Wischmeier.; & Smith. 1978: 34-37) มี 3 ระบบ ได้แก่

1. การปลูกพืชตามแนวระดับ (Contouring) คือ การไถและปลูกพืชขนานไปตามระดับเดียวกัน ขวางความลาดเทของพื้นที่ ระบบนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีความลาดเท 3 ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ และความยาวความลาดเทไม่เกิน 100 เมตร
2. การปลูกพืชสลับตามแนวระดับ (Contour strip cropping) คือ การปลูกพืชต่างชนิดกันเป็นการปลูกพืชสลับเป็นแนวขวางความลาดเทของพื้นที่หรือสลับเป็นแนว โดยมีความกว้างของแต่ละแถวเท่า ๆ กัน และพืชที่ปลูกสลับจะครอบคลุมพื้นที่ต่อเนื่องตลอดทั้งปี
3. การทำขั้นบันได (Terracing) คือ วิธีการปรับทำพื้นที่ให้เป็นขั้น ๆ ทำให้ความยาวความลาดเทลดลง เป็นการลดความเร็วของน้ำที่ไหลบ่า ช่วยให้ดินเก็บความชื้นได้ดีขึ้น เป็นวิธีการควบคุมการพังทลายได้ดีกว่า การปลูกพืชสลับตามแนวระดับ

สำหรับการกำหนดค่า P การทำนาค่าในกรณีที่มีคันทันก็นับว่าเป็นระบบการทำคันดิน ซึ่งเป็นระบบการอนุรักษ์แบบหนึ่ง จากการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1 ส่วนระบบการอนุรักษ์อื่น ๆ ในประเทศไทยยังมีน้อยมาก จึงถือว่านอกจากพื้นที่นาแล้ว พื้นที่ส่วนอื่นของประเทศไม่มีระบบการอนุรักษ์ จึงมีค่า P เท่ากับ 1 (กรมพัฒนาที่ดิน. 2545: 24)

4. ธาตุอาหารหลักในดิน

พืชจะเจริญเติบโตได้ดีขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง ชนิดและปริมาณธาตุอาหารในดินเป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งที่เป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงเป็นดินที่ให้ธาตุอาหารแก่พืชได้ครบทุกธาตุในปริมาณที่เพียงพอและสมดุลกัน ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชแต่ละธาตุหากมีการขาดแคลนหรือไม่เหมาะสมในธาตุใดธาตุหนึ่งแล้ว การเจริญเติบโตและผลผลิตพืชจะถูกจำกัดด้วยปัจจัยนั้น

เมื่อดินถูกใช้ทำการเพาะปลูกเป็นเวลานาน ดินจะมีสภาพเสื่อมโทรมลงเนื่องจาก ธาตุอาหารในดินจะหมดไป อีกทั้งสภาพโครงสร้างของดินค่อย ๆ เสื่อมไปจากดินที่เคยโปร่งและร่วนซุย เปลี่ยนเป็นแน่นทึบและแข็งไถพรวนยาก ดินที่อยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นแถบศูนย์สูตรจะสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการชะล้างของน้ำ (พวงเพชร ธนสิน. 2543: 222-223) ซึ่งในสภาพดังกล่าวจะไม่สามารถปลูกพืชได้ผลดีอีกต่อไป

การพังทลายของดินเป็นสาเหตุที่สำคัญอันหนึ่งที่ทำให้ดินเสื่อม คือการเกิดพังทลายของดินทำให้เกิดการสูญเสียหน้าดินไป ซึ่งเป็นต้นเหตุให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารพืชไปด้วย ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุอื่น ๆ จะมีในปริมาณที่มากในดินชั้นบน เมื่อดินถูกชะล้างพังทลายไปก็จะทำให้ดินขาดธาตุอาหารพืชไปด้วย ทำให้ความสามารถการผลิตของดิน (Soil Productivity) ลดน้อยลง (นารี สุทธิปริดา. 2527: 5) ดินชั้นบนซึ่งเป็นประโยชน์เพราะแร่ธาตุอาหารพืชสะสมอยู่จะถูกทำลายไปก่อน เป็นการทำลายทั้งความอุดมสมบูรณ์ของดินและเนื้อดินจนไม่สามารถใช้ที่ดินนั้นทำการเพาะปลูกได้อีกต่อไป (สำราญ สมบูรณ์ผล. 2541: 31)

ธาตุที่จำเป็นต่อพืชที่สำคัญมี 16 ธาตุคือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม ซัลเฟอร์ แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส โบรอน ทองแดง สังกะสี โมลิบดีนัม และคลอรีน โดยที่คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ได้จากน้ำและอากาศ (ถวิล ครุฑกุล. 2540: 57-58) นอกจากนั้นพืชจะได้จากดิน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมเป็นธาตุที่พืชต้องการมากซึ่งดินไม่สามารถให้พืชได้ไม่เพียงพอ ต้องให้อาหารเหล่านี้ในรูปปุ๋ย จึงเรียกธาตุเหล่านี้ว่าธาตุอาหารหลัก

4.1 ธาตุไนโตรเจน (Nitrogen)

ธาตุไนโตรเจนปกติจะมีอยู่ในอากาศในรูปของก๊าซไนโตรเจนเป็นจำนวนมาก แต่ไนโตรเจนในอากาศในรูปของก๊าซนั้น พืชนำเอาไปใช้ประโยชน์อะไรไม่ได้ (Slack. 1976: 47) ธาตุไนโตรเจนที่พืชทั่ว ๆ ไปดึงดูดขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้นั้น จะต้องอยู่ในรูปของอนุมูลของสารประกอบ เช่น แอมโมเนียไอออน (NH_4^+) และไนเตรทไอออน (NO_3^-) (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548: 284) ธาตุไนโตรเจนในดินที่อยู่ในรูปเหล่านี้จะมาจากจุลินทรีย์ในดินตรึงให้เข้าเป็นองค์ประกอบของเซลล์ แล้วจึงแปรสภาพมาเป็นไอออนที่พืชใช้ประโยชน์ได้ ส่วนอินทรีย์วัตถุในดินจะถูกจุลินทรีย์ในดินย่อยสลาย และเปลี่ยนให้เป็นแอมโมเนียมและไนเตรทไอออน (ยงยุทธ โอสดสภา. 2528: 3)

4.1.1 การหมุนเวียนธาตุอาหารไนโตรเจน

ธาตุไนโตรเจนมีอยู่ในโปรโตพลาสซึม (Protoplasm) ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ สารประกอบที่สำคัญ เช่น คลอโรฟิลล์ ฮีโมโกลบิน อินซูลิน และดีเอ็นเอ มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ การหมุนเวียนของไนโตรเจนเริ่มจากก๊าซไนโตรเจน ไนโตรเจนซึ่งมีอยู่ในอากาศประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซไนโตรเจนถูกเปลี่ยนมาเป็นไนเตรทโดยแบคทีเรียที่มีอยู่ในดินและที่อยู่ในสิ่งมีชีวิต เช่น ไรโซเบียมในรากพืชตระกูลถั่ว และแบคทีเรียในเฟิร์นน้ำพวกแห่นางแมว (Azolla) นอกจากนี้ยังมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในน้ำบางชนิด (อรรถ สมร่าง; และคนอื่นๆ. 2548: 65) ไนเตรทในดินอาจเกิดจากสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจน (มูลสัตว์ ชากพืชและสัตว์ ขยะมูลฝอย) ถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย กระบวนการนี้เรียกว่า แอมโมนิฟิเคชัน (Ammonification) ต่อมาไนไตรท์แบคทีเรีย (Nitrite Bacteria) จะเปลี่ยนแอมโมเนียมาเป็นไนไตรท์ และไนเตรทแบคทีเรียจะเปลี่ยนไนไตรท์มาเป็นไนเตรท สารประกอบไนเตรทนี้พืชดูดเอาไปใช้ได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548: 283-286) กระบวนการเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนเตรทเรียกว่า ไนทริฟิเคชัน (Nitrification) ขณะเดียวกันมีกระบวนการเปลี่ยนสารประกอบแอมโมเนีย ไนไตรท์และไนเตรทกลับไปเป็นก๊าซไนโตรเจน (Tisdale. 1993: 110)

4.1.2 ความสำคัญของไนโตรเจนที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีบทบาทในการเจริญเติบโตของพืชอย่างเห็นได้ชัดที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะไนโตรเจนเป็นธาตุที่ช่วยให้พืชสร้างโปรตีนได้อย่างเพียงพอ พืชทุกชนิดต้องมีโปรตีน เพราะโปรตีนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของโปรโตพลาสซึม (Protoplasm) โปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยโมเลกุลของกรดอะมิโนเป็นจำนวนมาก กรดอะมิโนเหล่านี้มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ไนโตรเจนยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในเอนไซม์ต่าง ๆ ซึ่งจะทำหน้าที่ช่วยเร่งและควบคุมปฏิกิริยาต่างๆ ในพืชให้ดำเนินไปอย่างเป็นปกติ นิวคลีโอโปรตีน (Nucleoprotein) มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกเหมือนกัน สารประกอบที่อยู่ในโครโมโซม และทำหน้าที่ในระบบการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (Heredity) คลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ใบมีสีเขียว และมีความสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงก็มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548: 279) นอกจากนี้ยังมีสารประกอบที่สำคัญ ๆ อีกมากมายในพืช เช่น วิตามิน (Vitamin) และอะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (Adenosine Triphosphate: ATP) ต่างก็มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย (มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544: 116)

พืชที่ได้รับไนโตรเจนอย่างเพียงพอ ใบจะมีสีเขียวสด มีความแข็งแรง โตเร็ว และทำให้พืชออกดอกและผลที่สมบูรณ์ เมื่อพืชได้รับไนโตรเจนมาก ๆ บางครั้งก็ทำให้เกิดผลเสียได้เหมือนกัน เช่น จะทำให้พืชอวบน้ำมาก ต้นอ่อน ล้มง่าย โรคและแมลงเข้ารบกวนทำลายได้ง่าย คุณภาพผลผลิตของพืชบางชนิดก็จะเสียไปได้ เมื่อขาดไนโตรเจนจะแคระแกร็น โตช้า ใบเหลือง โดยเฉพาะใบล่าง ๆ จะแห้ง ร่วงหล่นเร็วทำให้แลดูต้นโกร๋น การออกดอกออกผลจะช้า และไม่ค่อยสมบูรณ์นัก (ถวิล ครุฑกุล. 2540: 61)

4.2 ธาตุฟอสฟอรัส (Phosphorus)

ธาตุฟอสฟอรัสในดินมีกำเนิดมาจากการสลายตัวผุพังของแร่บางชนิดในดิน (Slack. 1976: 49) การสลายตัวของสารอินทรีย์วัตถุในดินก็จะสามารถปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ปลูกได้เช่นเดียวกับไนโตรเจน (กรมวิชาการเกษตร. 2536: 79) ธาตุฟอสฟอรัสในดินที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้จะต้องอยู่ในรูปของอนุมูลของสารประกอบที่เรียกว่า ฟอสเฟตไอออน (H_2PO_4^- และ HPO_4^{2-}) ซึ่งจะต้องละลายอยู่ในน้ำในดิน (Tisdale; et al. 1993: 176) สารประกอบของฟอสฟอรัสในดินมีอยู่เป็นจำนวนมากแต่ส่วนใหญ่ละลายน้ำยาก จึงมักจะมีปัญหาว่าดินถึงแม้จะมีฟอสฟอรัสมาก แต่พืชก็ยังขาดฟอสฟอรัส เพราะส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำยากนั่นเอง (ยงยุทธ โอสธสกา. 2528: 5) นอกจากนั้นแร่ธาตุต่าง ๆ ในดินส่วนใหญ่จะทำปฏิกิริยากับอนุมูลฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ ดังนั้นปุ๋ยฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้เมื่อใส่ลงไปในดินประมาณ 80-90% จะทำปฏิกิริยากับแร่ธาตุในดินกลายเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำยากไม่อาจเป็นประโยชน์ต่อพืชได้

เมื่อพืชขาดฟอสฟอรัสจะมีต้นแคระแกร็นใบมีสีเขียวคล้ำ ใบล่างๆ จะมีสีม่วงตามบริเวณขอบใบ รากของพืชจะเกิดการเจริญเติบโต พืชไม่ออกดอกและผล พืชที่ได้รับฟอสฟอรัสอย่างเพียงพอจะมีระบบรากที่แข็งแรงแพร่กระจายอยู่ในดิน อย่างกว้างขวาง สามารถดึงดูดน้ำและธาตุอาหารได้ดี การออกดอกออกผลจะเร็วขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548: 295)

4.2.1 ปริมาณของฟอสฟอรัสในดิน

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากธาตุหนึ่ง ปริมาณที่พบในพืชอยู่ในลำดับที่ 8 เรียงจาก ไนโตรเจน คาร์บอน ออกซิเจน โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ฟอสฟอรัสที่พบในพืชเกือบทั้งหมดได้มาจากดิน ในฤดูเพาะปลูกพืชไร่หนึ่งฤดูปลูกมีการสูญเสียฟอสฟอรัสไปจากดินประมาณ 0.8-5 กิโลกรัม ฟอสฟอรัสต่อไร่ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548: 294) ดินมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำมาก เมื่อเทียบกับปริมาณของไนโตรเจนและโพแทสเซียม โดยเฉลี่ยแล้วในดินมีฟอสฟอรัสทั้งหมดเพียง 0.06 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของไนโตรเจนเป็น 0.14 และของโพแทสเซียมเป็น 0.83 เปอร์เซ็นต์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548: 295) โดยดินบนของดินนาในประเทศไทยมีฟอสฟอรัสเฉลี่ย 0.02 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าดินบนของดินนาของประเทศอื่น ๆ อีกหลายประเทศ เช่น พม่า 0.082, มาเลเซีย 0.040, ฟิลิปปินส์ 0.059, และญี่ปุ่น 0.080 เปอร์เซ็นต์ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548: 295)

ปริมาณของฟอสฟอรัสในดิน ในแต่ละจุดบนพื้นที่หรือตามแนวความลึก (หรือหน้าตัดดิน) แตกต่างกันไปตามชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน ความมากน้อยของการชะล้าง และการใช้ที่ดิน ถ้าดินนั้นกำเนิดมาจากวัตถุต้นกำเนิดชนิดเดียวกัน พวกดินเนื้อละเอียด มักมีฟอสฟอรัสมากกว่าดินเนื้อหยาบ ดินที่ถูกใช้มานานหรือถูกชะล้างมากกว่า จะเหลือฟอสฟอรัสอยู่น้อยกว่าดินที่เปิดป่าใหม่ ปริมาณของฟอสฟอรัสในดินชั้นบนมักน้อยกว่าดินชั้นล่าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งชั้นที่มีการชะล้างมาก

4.2.3 สารประกอบของฟอสฟอรัสในดิน

ฟอสฟอรัสในพืชและในดินเป็นออร์โทฟอสเฟต เฉพาะในพืชประมาณร้อยละ 30-60 ของฟอสฟอรัสทั้งหมดอยู่ในรูปไอออนฟอสเฟต สารที่เหลือเป็นสารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟต ฟอสฟอรัสในดินเกือบทั้งหมด ปรากฏอยู่ในรูปของออร์โทฟอสเฟต หรือที่แปลงมากจากกรดออร์โทฟอสฟอริก (H_3PO_4) ฟอสเฟตในดินแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ อินทรีย์ฟอสเฟตกับอนินทรีย์ฟอสเฟต ในดินโดยทั่วไปมีฟอสเฟตทั้งสองส่วนนี้ต่างกัน อินทรีย์ฟอสเฟตมีแนวโน้มที่มีมากหรือน้อยตามปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดิน ดังนั้นในดินชั้นล่างจึงมีอินทรีย์ฟอสเฟตน้อยและมีมากในดินชั้นบน จากผลการวิเคราะห์ดินทั่วไป พบว่าดินชั้นบนมีอินทรีย์ฟอสเฟตอยู่ระหว่าง 0.3 ถึง 95% ของฟอสเฟตทั้งหมดในดิน แต่ในดินที่ใช้ในการเกษตรกรรมทั่วไป มีอนินทรีย์ฟอสเฟตมากกว่า 90% ของฟอสเฟตในดินที่ลึก 1 เมตร (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548: 295)

4.2.4 การหมุนเวียนธาตุอาหารฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีอยู่ในธรรมชาติน้อยกว่าไนโตรเจนมาก แหล่งฟอสฟอรัสที่สำคัญคือหินซึ่งให้ฟอสเฟตเมื่อผุพังสลายตัว (Weathering) และเมื่อถูกชะล้าง (Leaching) ฟอสฟอรัสถูกเปลี่ยนเป็นอินทรีย์สารโดยพืชเช่นเดียวกับธาตุอื่น ๆ จากพืช ฟอสฟอรัสถูกส่งผ่านไปยังสิ่งมีชีวิตระดับต่าง ๆ เช่นเดียวกับธาตุอื่น ๆ ที่ต้องอาศัยแบคทีเรียเป็นตัวเปลี่ยนให้กลับมาเป็นอนินทรีย์สาร วงจรของฟอสฟอรัสในน้ำเกี่ยวข้องกับวงจรบนบกโดยลูกโซ่อาหาร การที่คนและนกกินปลาและสัตว์น้ำเป็นการนำฟอสฟอรัสจากน้ำกลับมาสู่ส่วนพื้นดิน อย่างไรก็ตามมีฟอสเฟตที่ไม่ละลายน้ำบางส่วนจมลงสู่ก้นมหาสมุทร ฟอสฟอรัสส่วนนี้ขาดสูญจากวงจรไปโดยสิ่งมีชีวิตไม่ได้ใช้ (ไพบูลย์ ภูมิเวทย์. 2542: 43)

4.3 ธาตุโพแทสเซียม

ธาตุโพแทสเซียมในดินที่พืชนำเอาไปใช้เป็นประโยชน์ได้ มีกำเนิดมาจากการสลายตัวของหินและแร่มากมายหลายชนิดในดิน (Slack. 1976: 51) โพแทสเซียมที่อยู่ในรูปอนุมูลบวก หรือ โพแทสเซียมไอออน (K^+) เท่านั้นที่พืชจะดึงดูดไปใช้เป็นประโยชน์ได้ ถ้าธาตุโพแทสเซียมยังคงอยู่ในรูปของสารประกอบยังไม่แตกตัวออกมาเป็นอนุมูลบวก พืชก็ยังไม่สามารถดึงดูดไปใช้เป็นประโยชน์อะไรได้ (Tisdale. 1993: 231) อนุมูลโพแทสเซียมในดินจะอยู่ในน้ำ ในดิน หรือดูดยึดอยู่ที่พื้นผิวของอนุภาคดินเหนียว ส่วนใหญ่จะดูดยึดที่พื้นผิวของอนุภาคดินเหนียว ดังนั้นดินที่มีเนื้อดินละเอียด เช่น ดินเหนียว จึงมีปริมาณของธาตุนี้สูงกว่าดินพวกเนื้อหยาบ เช่น ดินทรายและดินร่วนปนทราย ถึงแม้โพแทสเซียมไอออนจะดูดยึดอยู่ที่อนุภาคดินเหนียว รากพืชก็สามารถดึงดูดธาตุนี้ไปใช้เป็นประโยชน์ได้ง่าย พอกันกับเมื่อละลายอยู่ในน้ำหรือในดิน

4.3.1 ความสำคัญของโพแทสเซียมที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

ธาตุโพแทสเซียมไม่ได้เป็นส่วนประกอบของสารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น สารโปรตีนต่าง ๆ แต่โพแทสเซียมมีบทบาทในกระบวนการต่าง ๆ หลายกระบวนการในพืช เช่น ขบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ นอกจากนั้น ยังเป็น ตัวกระตุ้นให้เอนไซม์ทำงานได้

อย่างมีประสิทธิภาพ (มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544: 177) ธาตุโพแทสเซียมมีความสำคัญในการสร้างและการเคลื่อนย้ายอาหารพวกแป้งและน้ำตาลไปเลี้ยงส่วนที่กำลังเติบโต ดังนั้นพืชพวกอ้อย มะพร้าว และมัน จึงต้องการโพแทสเซียมสูงมาก พืชที่ขาดโพแทสเซียมมักเหี่ยวง่ายแคะแกระริน ใบล่างเหลือง และเกิดเป็นรอยไหม้ตามขอบใบ (ถวิล ครุฑกุล. 2540: 62)

4.3.2 การหมุนเวียนธาตุอาหารโพแทสเซียม

เปลือกโลกมีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 2.6% ซึ่งโพแทสเซียมส่วนใหญ่ได้จากการสลายตัวผุพังของหินแร่ต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของเปลือกโลก โพแทสเซียมในดินส่วนใหญ่เป็นองค์ประกอบของแร่ต่าง ๆ คือ โพแทสเซเฟลด์สปาร์ ไมกา และแร่ดินเหนียว การผุพังสลายตัวของแร่ต่าง ๆ เหล่านี้ปลดปล่อยโพแทสเซไอออน ออกมาอยู่ในสารละลายในดิน และมีส่วนบางส่วนจากการแลกเปลี่ยนกับไอออนบวกที่ดูดซับที่ผิวของคอลลอยด์โพแทสเซียมในสารละลายดินและที่ดูดซับผิวคอลลอยด์จะสมดุลซึ่งกันและกัน เมื่อพืชดูดโพแทสเซียมไปใช้ก็จะก่อให้เกิดการขาดสมดุลโพแทสเซียมก็จะถูกปลดปล่อยออกมาแทนที่เพื่อรักษาสมดุล (ดุสิต มานะจุติ. 2535: 250)

4.4 การสูญเสียธาตุอาหารพืชไปจากดิน

การพังทลายของดินเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารในดิน ระดับความรุนแรงของการสูญเสียดินสามารถใช้ในการประเมินการสูญเสียธาตุอาหาร (Apai. 2003: 43) การสูญเสียธาตุอาหารจะเกิดขึ้นอย่างรุนแรงในช่วงฤดูฝน (ยงยุทธ โอสถสภ. 2528: 226) ธาตุอาหารสามารถถูกพัดพาไปได้จากลมและน้ำ โดยวัฏจักรของธาตุอาหารจะอยู่ในชั้นบรรยากาศ และในส่วนที่แตกต่างกันของสภาพแวดล้อมโลก เช่น ดิน น้ำใต้ดิน บ่อน้ำ หรือปากอ่าว (Ullman; et al. 2002: unpagged) ธาตุอาหารทุกชนิดในดินสามารถถูกเคลื่อนย้ายออกจากพื้นที่ได้ จากการพังทลายของดิน โดยอาจอยู่ในรูปที่ละลายได้ในน้ำ ติดกับตะกอนหรือสารแขวนลอยที่ถูกพัดพาไปกับน้ำไหลบ่าหน้าดิน (Wendt; & Corey. 1980: 130) ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปในแต่ละฤดูกาลนั้น จะเกิดรุนแรงมากในระหว่างที่มีการพังทลายของดิน (Langdale; et al. 1979: 57) การสูญเสียธาตุอาหารพืชไปจากดิน เป็นการลดลงของธาตุอาหารพืชในดิน โดยการลดลงของธาตุอาหารพืชในดินหมายถึงปริมาณของธาตุอาหารพืชในดินตามธรรมชาติมีปริมาณลดลง หรือไม่อยู่ในสภาพที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (ชาลี นาวานุเคราะห์. 2549: 18) วิเชียรได้กล่าวว่าธาตุอาหารพืชในดินที่มีการสูญเสียได้ 4 ทาง ได้แก่ (วิเชียร ฝอยพิกุล. 2536: 32)

1. สูญเสียไปกับผลผลิตพืชที่นำออกไปจากพื้นที่เพาะปลูก (Crop removal) วัตถุประสงค์ของการเกษตรกรรมคือการเก็บเกี่ยวผลผลิตนั้น ๆ ออกจากพื้นที่เพาะปลูกเพื่อไปใช้ในกิจการต่าง ๆ ของมนุษย์ ซึ่งถือเป็นการทำลายวงจรธาตุอาหารพืชในดิน เพราะเมล็ด ผล ต้น หรือใบพืช ซึ่งมีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยเป็นปริมาณมาก การสูญเสียธาตุอาหารจึงขึ้นอยู่กับปริมาณของสิ่งที่นำออกไป ชนิดของพืช รวมทั้งความบ่อยครั้งที่นำออกไปในแต่ละปี

2. สูญเสียไปกับน้ำที่ชะล้าง (Leaching) จากผิวดินลงสู่ใต้ดิน โดยอาจไปสะสมในดินชั้นล่างหรือเลยลึกลงไป จนรากพืชไม่สามารถนำกลับคืนมาสู่ผิวดินได้

3. สูญเสียโดยกระบวนการเปลี่ยนรูปเป็นแก๊ส (Volatilization) ในกรณีนี้สภาวะบางอย่างของดินไม่เหมาะสม ชั้นดินมีน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน ธาตุอาหารพืชในดินอาจจะเปลี่ยนแปลงรูปจากที่เคยอยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชเปลี่ยนไปเป็นแก๊สต่าง ๆ

4. สูญเสียไปกับการกัดเซาะพังทลาย (Erosion) การที่หน้าดินถูกทำให้แตกกระจายและเคลื่อนย้ายอนุภาคดินนั้นออกจากพื้นที่ ธาตุอาหารที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในดินชั้นบนก็ถูกนำออกไปจากพื้นที่ด้วย การสูญเสียเนื้อดินโดยกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยน้ำฝน น้ำท่วม ไหลบ่า หรือการเลื่อนไหลของผิวดินในที่ลาดชัน

5. ธาตุอาหารในรูปปุ๋ย

การพังทลายของดินเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหาร ระดับความรุนแรงของการสูญเสียดินสามารถใช้ในการประเมินการสูญเสียธาตุอาหารหรือความอุดมสมบูรณ์ สำหรับความอุดมสมบูรณ์ หมายถึง ความสามารถของดินที่จะให้แร่ธาตุอาหารจำเป็นต่าง ๆ รูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในปริมาณที่เพียงพอ มีสัดส่วนเหมาะสมและสมดุลต่อความต้องการของพืชนั้น ๆ (มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544: 13) ดินที่มีธาตุอาหารในปริมาณที่พอเพียงแก่พืชและพืชสามารถนำไปใช้ได้ ดินนั้นถือว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ (ดุสิต มานะจุติ. 2535: 10)

กรมพัฒนาที่ดินได้ศึกษาพบว่าตะกอนดินที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของหน้าดินได้ถูกน้ำฝนชะล้างลงสู่ลุ่มน้ำในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย มีปริมาณธาตุอาหารพืชในรูปของสารละลายทั้งหมด 27.4 ล้านตันต่อปี ซึ่งในจำนวนนี้สามารถแยกได้เป็น ธาตุโพแทสเซียม (K) ประมาณ 24.1 ล้านตัน/ปี ธาตุไนโตรเจน (N) ประมาณ 3.1 ล้านตันต่อปี ธาตุฟอสฟอรัส (P) ประมาณ 0.2 ล้านตันต่อปี (กรมพัฒนาที่ดิน. 2528: 81) ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าประเทศไทยจะสูญเสียความอุดมสมบูรณ์ของดิน ลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง โดยไม่ได้รับประโยชน์ตอบแทน

เนื่องจาก ธาตุไนโตรเจน (N) ธาตุฟอสฟอรัส (P) และธาตุโพแทสเซียม (K) ในดินมักจะมีไม่เพียงพอ ประกอบกับพืชดึงดูดจากดินขึ้นมาใช้แต่ละครั้งเป็นปริมาณมาก รวมถึงการชะล้างพังทลายของดิน จึงทำให้ดินสูญเสียธาตุเหล่านี้ เพื่อเป็นการปรับปรุงระดับธาตุอาหารพืช N P และ K ที่สูญเสียไป จึงจำเป็นที่จะต้องเพิ่มเติมธาตุอาหารให้แก่พืช เพื่อให้มีอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะและสมดุลกันโดยการใส่ ธาตุอาหารพืชที่อยู่ในรูปปุ๋ย ซึ่งสามารถประเมินค่าของ N P และ K ให้อยู่ในรูปของปุ๋ยเดี่ยว (Single Fertilizer) ซึ่งเป็นปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารหลักเพียงอย่างเดียว เช่น ปุ๋ยยูเรีย ให้ธาตุไนโตรเจน ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต ให้ธาตุฟอสฟอรัส ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ให้ธาตุโพแทสเซียม (ยงยุทธ โอสดสภา. 2528: 17)

5.1 ปุ๋ยให้ธาตุไนโตรเจน (Nitrogen Fertilizers)

ปุ๋ยให้ธาตุอาหารไนโตรเจนส่วนมากอยู่ในรูปของสารประกอบแอมโมเนีย พืชต้องการไนโตรเจนเป็นจำนวนมาก และเป็นธาตุอาหารที่พบว่าขาดบ่อย ๆ ปุ๋ยไนโตรเจนจึงมีความสำคัญ

ยิ่งต่อการกสิกรรมเป็นอันดับแรก ดังนั้นการประเมินธาตุไนโตรเจนในรูปปุ๋ย จึงใช้ปุ๋ยที่ให้ค่าไนโตรเจนในปริมาณสูง และเป็นที่ยอมรับ คือ ปุ๋ยยูเรีย (Urea)

ลักษณะเฉพาะของปุ๋ยยูเรียมี สูตรทางเคมี คือ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ปุ๋ยยูเรียมีลักษณะเป็นเม็ดกลมสีขาว ละลายน้ำได้ดีมาก มีไนโตรเจนสูงรองจากแอมโมเนีย ดูดความชื้นในอากาศได้มาก ดังนั้นถ้าทิ้งไว้ในอากาศปุ๋ยจะเปียกชื้นเร็ว ปุ๋ยยูเรียมีสารพิษบิวเรท (Biuret) ผสมอยู่ด้วย ซึ่งเกิดขึ้นจากกรรมวิธีในการผลิต ดังนั้นควรระวังเมื่อมีการใช้ในอัตราสูง ปุ๋ยนี้มีไนโตรเจนทั้งหมดอยู่ 46% ปุ๋ยยูเรียสามารถให้ทางดินหรือทางใบก็ได้ ปุ๋ยนี้เหมาะที่จะให้กับพืชในขณะที่ยังต้องการ เนื่องจากพืชจะดูดไปใช้ได้ทันทีถ้าให้ทางใบหรือทางดินโดยการคลุกเคล้าปุ๋ยให้ดี ปุ๋ยนี้จะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของแอมโมเนียม หรือไนเตรททันทีที่สัมผัสกับความชื้นในดิน ทำให้พืชสามารถดูดปุ๋ยไปใช้ในเวลารวดเร็ว

5.2 ปุ๋ยให้ธาตุฟอสฟอรัส (Phosphorus Fertilizers)

ปุ๋ยให้ธาตุอาหารฟอสฟอรัส สามารถเรียกรวมได้ว่า ปุ๋ยฟอสเฟต ปุ๋ยที่ให้ธาตุนี้มีความสำคัญมาก เพราะดินส่วนใหญ่ในเขตร้อนมักพบว่าขาดธาตุฟอสฟอรัสรองจากการขาดไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟตจึงมีความสำคัญเป็นอันดับสองรองลงมาจากปุ๋ยไนโตรเจน ดังนั้นการประเมินธาตุฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยฟอสเฟต จึงใช้ปุ๋ยที่ให้ค่าฟอสฟอรัสในปริมาณสูง และเป็นที่ยอมรับ คือ ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต (Superphosphate)

ลักษณะเฉพาะของปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตมี สูตรทางเคมี คือ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต เป็นปุ๋ยที่เก่าแก่ที่สุดในประวัติการใช้ปุ๋ยของโลก เกิดจากการนำหินฟอสเฟตมาทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริก ทำให้ได้ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตธรรมดา มีลักษณะเป็นผงสีน้ำตาล มีฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ประมาณ 20% นำมาทำปฏิกิริยากับกรดฟอสฟอริก ได้เป็นปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟต (Double Superphosphate) มีฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ประมาณ 40% แล้วนำมาทำปฏิกิริยากับกรดฟอสฟอริกอีกครั้ง ทำให้ได้ปุ๋ยทริเบิลซูเปอร์ฟอสเฟต (Triple Superphosphate) มีฟอสเฟตที่เป็นประโยชน์ประมาณ 48% ปุ๋ยมีลักษณะเป็นผงสีเทาและสามารถเก็บรักษาได้ง่าย ปุ๋ยนี้มีคุณสมบัติในการละลายน้ำได้ดี

5.3 ปุ๋ยให้ธาตุโพแทสเซียม (Potassium)

แหล่งต้นกำเนิดของวัสดุที่นำมาผลิตเป็นปุ๋ยโพแทสเซียม ส่วนใหญ่ได้จากดินซึ่งมีการสะสมโพแทสเซียมในรูปของเกลือคลอไรด์ ซัลเฟต หรือไนเตรทโพแทสเซียมอาจนำมาจากน้ำทะเลหรือสามารถผลิตได้จากตะกอนทะเล (Marine deposit) ส่วนใหญ่พบอยู่ในรูปของเกลือคลอไรด์มากกว่าเกลือซัลเฟตหรือไนเตรทปุ๋ยให้ธาตุอาหารโพแทสเซียมอาจเรียกรวม ๆ ว่าปุ๋ยโพแทสเซียม ดังนั้นการประเมินธาตุโพแทสเซียมในรูปปุ๋ยโพแทสเซียม จึงใช้ปุ๋ยที่ให้ค่าโพแทสเซียมในปริมาณสูง และเป็นที่ยอมรับ คือ ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium Chloride)

ลักษณะเฉพาะของปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์มี สูตรทางเคมี คือ KCl ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ มี K_2O อยู่ประมาณ 60% และคลอรีน 40% มีสีต่างกันไป เช่น ขาว ชมพู ขนาดของเม็ดปุ๋ยก็

แตกต่างกันเล็กน้อย แล้วแต่แหล่งที่มาและกรรมวิธีการผลิต เป็นปุ๋ยละลายน้ำได้หมด เป็นปุ๋ยเดี่ยวที่ให้ธาตุโพแทสเซียม ปุ๋ยชนิดนี้ได้มาจากการขุดจากดิน เนื่องจากปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์มีฤทธิ์เป็นกลาง ดังนั้นการใส่ปุ๋ยชนิดนี้โดยปกติจะไม่ทำให้ pH ของดินเปลี่ยนแปลงไป

จากลักษณะเฉพาะของปุ๋ยยูเรีย ชูเปอร์ฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ที่กล่าวมานั้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุอาหารกับปุ๋ยชนิดอื่น ๆ ที่ให้ธาตุอาหารประเภทเดียวกัน ดังตาราง 3 จะพบว่าปุ๋ยยูเรีย ชูเปอร์ฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ มีปริมาณธาตุอาหารมากกว่าปุ๋ยชนิดอื่น ๆ ที่ให้ธาตุอาหารประเภทเดียวกัน

ตาราง 3 ปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยยูเรีย ชูเปอร์ฟอสเฟต และโพแทสเซียมคลอไรด์ เปรียบเทียบกับปุ๋ยชนิดอื่นบางชนิด ที่ให้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม

ปุ๋ย	ปริมาณธาตุอาหาร (%)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
ปุ๋ยให้ธาตุไนโตรเจน			
ยูเรีย	46.0	-	-
แอมโมเนียมไนเตรท	35.0	-	-
แอมโมเนียมซัลเฟต	21.2	-	-
แคลเซียมไนเตรท	11.9	-	-
ปุ๋ยให้ธาตุอาหารฟอสฟอรัส			
ชูเปอร์ฟอสเฟต	-	48.0	-
เบสิคสแลก	-	20.0	-
โพลีฟอสเฟต	-	17.0	-
ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต	18.0	46.0	-
ปุ๋ยให้ธาตุโพแทสเซียม			
โพแทสเซียมคลอไรด์	-	-	60.0
โพแทสเซียมไนเตรด	13.8	-	46.6
โพแทสเซียมซัลเฟต	-	-	54.0
โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต	-	52.2	34.6

ที่มา: Slack. (1976). *Fertilizer Products*. p. 62-63

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไพฑูรย์ ปิยะปกรณ (2524: 108) ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์เชิงปริมาณการพังทลายของดินในจังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล และนำผลปริมาณการพังทลายของดินที่แตกต่างกัน จำแนกจัดพิสัยกลุ่มการพังทลายของดินสร้างเป็นแผนที่การพังทลายของดินในจังหวัดบุรีรัมย์ ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ซึ่งมีการพังทลายของดินรุนแรงมาก มี สภาพพื้นที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชันและภูเขา มีความลาดเทมากกว่า 12% สภาพการใช้ที่ดินเป็นพืชไร่ มันสำปะหลัง

วัฒนชัย ดำรงหาญวิทย์ (2528: 73-74) ศึกษาการคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายของดินในจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล และนำผลปริมาณการชะล้างพังทลายของดินที่แตกต่างกันมาจัดพิสัยกลุ่ม สร้างเป็นแผนที่การชะล้างพังทลายของดินจังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ซึ่งมีการชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก สภาพพื้นที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชันและภูเขา สภาพการใช้ที่ดิน ปลูกข้าวโพด ข้าวไร่สลับพืชไร่อื่น ๆ และป่าถูกทำลาย

ปราโมทย์ ยาใจ (2536: 88-89) ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการคาดคะเนปริมาณ การชะล้างพังทลายของดินในบริเวณพื้นที่โครงการพัฒนาโดยดง โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล วิเคราะห์ค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามสมการ และนำผลวิเคราะห์มาสร้างเป็นแผนที่ที่แสดงเป็นค่าปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งวิเคราะห์ด้วยการซ้อนทับข้อมูลแผนที่ซึ่งแสดงค่าปัจจัยต่าง ๆ ผลการศึกษา สามารถแบ่งพื้นที่ออกได้เป็น 5 ระดับ คือพื้นที่ที่ไม่มีการชะล้างพังทลายของดิน, พื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินน้อยถึงน้อยมาก, พื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินปานกลาง, พื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินรุนแรง และพื้นที่ที่มีการชะล้างพังทลายของดินรุนแรงมาก

ปวิข สนั่นเมือง (2550: 77) ได้ประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินเพื่อประเมินสัดส่วนการตกตะกอนที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงในจังหวัดนครราชสีมา โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) เพื่อประเมินการพังทลายของดิน โดยการศึกษาทางอุทกวิทยาจาก Hydrological Model จากจุด Outlet ของทางน้ำแล้วนำมาเข้าสมการประเมินหาตะกอน ผลการวิเคราะห์หาปริมาณการชะล้างพังทลายของดินของกลุ่มน้ำลำพระเพลิงโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล พบว่าปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ย ในปี พ.ศ. 2533 คิดเป็น 147.16 ล้านตัน/ปี พ.ศ.2536 190.50 ล้านตัน/ปี พ.ศ.2542 129.66 ล้านตัน/ปี พ.ศ.2543 123.62 ล้านตัน/ปี และปีพ.ศ.2546 119.48 ล้านตัน/ปี

ชินนามานี และคณะ (1982: 233-237) ได้ศึกษาการใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) เพื่อประเมินการพังทลายของดินในกลุ่มน้ำบาห์วานี (Bhavani) ทางตอนใต้ของอินเดีย ผลการศึกษาพบว่า สามารถประยุกต์ใช้สมการสูญเสียดินสากลในกลุ่มน้ำบาห์วานี ซึ่งอยู่ในภูมิประเทศที่เป็นภูเขาในเขตร้อน ประกอบด้วย ที่ดินเขตเมือง ที่ดินเขตชนบท และเขตป่าผสมได้ ผลรวมการพังทลายของดินในกลุ่มน้ำบาห์วานีเท่ากับ 241.6558 ตัน/เฮกตาร์/ปี

วันเลิศ วรรณปิยะรัตน์ (2529: 63-64) ศึกษาการประเมินค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดินโยธธ และปัจจัยการจัดการพืช สำหรับปอแก้วไทยต้นเขียว ในสมการการ

สูญเสียดินสากล ที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยใช้วิธีทดลองแบบสังเกต (Observation trials) ผลการศึกษาปรากฏว่า ปอแก้วสามารถช่วยลดการหรือป้องกันการสูญเสียดินเป็น 3 เท่า ของแปลงที่ปล่อยไว้ว่างเปล่า ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดินยโสธรมีค่าระหว่าง 0.05 - 0.10 และปัจจัยการจัดการพืชปอแก้วไทยต้นเขียว มีค่า 0.34

ประพฤติ เกิดสืบ (2538: 116-118) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และสมการสูญเสียดินสากลในการประเมินการชะล้างพังทลายของดินเพื่อการวางแผนอนุรักษ์ดินและน้ำบริเวณอำเภอเมืองน่าน และอำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ผลการศึกษาพบว่า บริเวณที่มีความลาดชันสูง ความยาวความลาดเทสูง และการปกคลุมดินมีน้อยจะมีการชะล้างพังทลายของดินมาก ส่วนบริเวณที่เป็นพื้นที่ป่าและมีคันนาล้อมรอบ จะมีการชะล้างพังทลายของดินต่ำ ดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดพวกหินภูเขาไฟ มีการชะล้างพังทลายของดินน้อยกว่าดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดพวกหินตะกอน

ถวิล โกศลอนันตวงศ์ (2528: 34-35) ศึกษาการประมาณค่าประสิทธิภาพการควบคุมการพังทลายของดิน ในสมการการสูญเสียดินสากล (USLE) สำหรับป่าดิบเขาที่มีเปอร์เซ็นต์เรือนยอดปกคลุมในระดับต่าง ๆ กัน โดยใช้แปลงทดลองขนาด 4x20 เมตร ผลการศึกษารูปได้ว่าเรือนยอดต้นไม้ในป่าดิบเขาไม่มีบทบาทต่อค่าประสิทธิภาพการควบคุมการพังทลายของดินมากนัก เนื่องจากพืชชั้นล่าง ซากพืช สิ่งปกคลุมรวมทั้งอินทรีย์วัตถุในดินยังคงอยู่สภาพเดิม

พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์ (2536: 118-119) ศึกษาเปรียบเทียบการสูญเสียดินระหว่างสมการการสูญเสียดินสากล (USLE) กับแปลงทดลองในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกัน ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลาย (K) ที่ประเมินจากแปลงทดลองมีค่าน้อยกว่าการประเมินจากแผนภาพโนโมกราฟ ปัจจัยการจัดการพืช (C) ของป่าเบญจพรรณ ไร่ร้าง ข้าวไร่ ถั่วเหลือง ข้าวโพด และสวนสักอายุ 3 ปี มีค่าเฉลี่ย 0.587, 0.031, 0.495, 0.441, 0.369 และ 0.170 ตามลำดับ

ดวงตา โล่เจริญรัตน์ (2528: 64-65) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสูญเสียดินจากแปลงทดลอง และจากการใช้สมการการสูญเสียดินสากลในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออก: พื้นที่ลุ่มน้ำแกลง อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง ทำการศึกษาเก็บข้อมูลโดยวิธีทดลองแบบสังเกต (Observation trials) โดยพิจารณาถึงการจัดการดินและพืชในลักษณะต่าง ๆ จากการศึกษาพบว่า การจัดการดินและพืชที่ทำให้พื้นดินว่างเปล่าปราศจากสิ่งปกคลุม และการจัดการดินที่ไม่มีมาตรการอนุรักษ์ใด ๆ จะทำให้เกิดการสูญเสียดินและน้ำไหลบ่าในปริมาณที่มาก

จันทร์เพ็ญ ชูติมาเทวินทร์ (2541: 113) ศึกษาผลกระทบจากการปลูกข้าวไร่ของชาวกระเหรี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินกรณีศึกษา: บ้านแมริตป่าแก อำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน เพื่อพิสูจน์ว่าระบบการปลูกข้าวไร่ของชาวกระเหรี่ยงก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินในระดับมาตรฐานที่ยอมรับได้ (2 ตัน/ไร่/ปี) ผลการศึกษพบว่าระบบการปลูกข้าวไร่ของชาวกระเหรี่ยงเป็นการใช้พื้นที่ที่ช่วยลดการพังทลายของดิน

หัว ลู และคณะ (2001: 19-36) ได้ศึกษาประเมินการพังทลายของดิน การกัดเซาะแบบแผ่นและแบบริ้วธารในทวีปออสเตรเลีย โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) พบว่าเขตกสิกรรมมีอัตราการพังทลายของดินสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่เป็นธรรมชาติ

จักรชัย ชุ่มจิตต์ (2542: 125) ศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และสมการสูญเสียดินสากลเพื่อกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิง โดยนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิงตำแหน่งของพื้นที่ที่มีอยู่ พบว่าสามารถสรุปได้คือ ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 มีพื้นที่ตรงกัน 197,544 ไร่ ลุ่มน้ำชั้นที่ 2 มีพื้นที่ตรงกัน 16,392 ไร่ ลุ่มน้ำชั้นที่ 3 มีพื้นที่ตรงกัน 13,403 ไร่ ลุ่มน้ำชั้นที่ 4 มีพื้นที่ตรงกัน 1,529 ไร่ โดยที่การกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำใหม่ไม่มีลุ่มน้ำชั้น 5

หฤทัย ทิพยจันทร์ (2006: 139) ศึกษาการประเมินอินทรีย์คาร์บอนจากกระบวนการชะล้างพังทลายของดินและการพัดพาตะกอน บริเวณลุ่มน้ำถาง (ลุ่มน้ำห้วยหมาใน ลุ่มน้ำห้วยหมี่ ลุ่มน้ำห้วยบง และลุ่มน้ำห้วยตอง) อำเภอร่องขาว จังหวัดแพร่ โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) พบว่าสามารถประเมินปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่เกิดการสูญเสียจากกระบวนการชะล้างพังทลายของดินและการพัดพาตะกอนได้เท่ากับ 1.06, 0.08, 0.90 และ 0.59 ตามลำดับ

ชาติรี มากนวล (2534: 91-95) ศึกษาการประมาณค่าประสิทธิภาพการควบคุมการพังทลายของดินในสมการการสูญเสียดินสากลของสวนป่าไม้โตเร็ว อายุ 7 ปี ซึ่งปลูกบนชั้นดินดาน บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เชียงใหม่ โดยใช้แปลงทดลองจำนวน 6 แปลง บนพื้นที่ลาดชันระหว่าง 40-65 เปอร์เซ็นต์ ในสวนป่าไม้โตเร็วซึ่งต่างกัน 6 ชนิด ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการสูญเสียดิน น้ำ และธาตุอาหารพืชจากสวนป่าไม้โตเร็วแต่ละชนิด อิทธิพลของพลังชะล้างพังทลายของฝนและน้ำไหลบ่าหน้าดิน ที่มีผลต่อการสูญเสียดิน ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ค่าดัชนีความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K- Factor) ในสวนป่าไม้โตเร็วอายุ 7 ปี มีค่าเฉลี่ย 0.115 จัดว่าเป็นดินที่มีการสูญเสียค่อนข้างยากถึงยาก สำหรับดินในสวนป่าไม้โตเร็วมีฟอสฟอรัสในระดับต่ำมาก โปแทสเซียมมีระดับปานกลางถึงสูงมาก และไนโตรเจนมีอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก แต่ธาตุอาหารพืชเหล่านี้ถูกชะล้างติดไปกับตะกอนดินน้อยมาก

กิตติมา ศิวาทิตย์กุล และคณะ (2542: 32-33) ศึกษาอัตราส่วนของตะกอนและธาตุอาหารหลักของพืชที่ถูกพัดพา จากพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแกแล อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง โดยการทดลองแบบสังเกต (Observation trials) ผลการศึกษาพบว่า มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับรุนแรงเฉลี่ยเป็น 9.21 ตัน/ไร่/ปี อัตราส่วนของการพัดพาตะกอนจากพื้นที่ลุ่มน้ำ มีค่า 10.64 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณธาตุอาหารหลักของพืช คือ ไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์ และโปแทสเซียมที่มีประโยชน์ สูญเสียมากับน้ำท่าเฉลี่ยรายปีเป็น 239.28, 4.23 และ 418.0 กก./ไร่/ปี

ประภาศรี จงประดิษฐ์นันท์ และคณะ (2549: 48-49) ศึกษาการสูญเสียธาตุอาหารจากการพังทลายของดินในพื้นที่ปลูกสับปะรด โดยใช้แปลงทดลองปลูกที่มี 9 กรรมวิธีที่แตกต่างกัน จากผลการทดลองพบว่าใน 1 ฤดูกาลปลูกสับปะรด แปลงที่ไม่ปลูกพืช มีการสูญเสียธาตุ N, P และ K มากที่สุดคือ 18, 12 และ 47 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ ขณะที่การปลูกสับปะรดขวางแนวลาดเท แบบแถวคู่ สูญเสียธาตุ N, P และ K น้อยที่สุดคือ 7, 4 และ 19 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

บูลเวล และคณะ (Burwell; et al. 1975: 526) ได้ศึกษาการสูญเสียธาตุอาหารไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) จากน้ำไหลบ่าและที่ติดไปกับตะกอน ในรัฐมินนิโซตา สหรัฐอเมริกา โดยปลูกพืชปกคลุมดินหมุนเวียนกันไป 5 วิธี ใน 3 รอบเวลาตามฤดูกาล พบว่าการสูญเสียตะกอนและธาตุอาหารจะมีมากที่สุดในรอบที่ปล่อยให้ดินว่างเปล่าและการสูญเสียจะเกิดจากน้ำไหลบ่ามากกว่าการติดไปกับการเคลื่อนย้ายของตะกอน (Burwell; et al. 1975: 526)

บัญชา อภัย (2003: 209-211) ประเมินค่าและจัดชั้นที่ดินทางการเกษตรแบบบูรณาการเพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืนในจังหวัดอุทัยธานี โดยประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) สมการสูญเสียดินสากล (USLE) การประเมินการสูญเสียธาตุอาหารหลัก N, P และ K ของพืชในดิน ในรูปปุ๋ยยูเรีย ซูเปอร์ฟอสเฟส และโพแทสเซียมคลอไรด์ ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ของเกษตรกรรมมีอัตราการสูญเสียดินในระดับที่รุนแรง และรุนแรงมาก และโอกาสสูญเสียธาตุอาหารหลัก N, P และ K พืชในดิน ในรูปปุ๋ยยูเรีย ซูเปอร์ฟอสเฟส และโพแทสเซียมคลอไรด์ จากพื้นที่เกษตรกรรมปีละ 90,005.70, 2,716.96 และ 7,374.97 ตัน ตามลำดับ

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้สามารถสรุปได้ว่า พื้นที่ซึ่งมีการพังทลายของดินรุนแรงมาก เป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมที่มีการบุกรุกทำลายมาก และพื้นที่เกษตรกรรมที่ปล่อยรกร้างว่างเปล่า มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาที่มีความลาดชันมาก พื้นที่เกษตรกรรมและสัณนิกรรม มีอัตราการชะล้างพังทลายของดินสูงกว่าพื้นที่ป่า การจัดการดินและพืชที่ทำให้พื้นดินว่างเปล่าปราศจากสิ่งปกคลุม และการจัดการดินที่มีมาตรการอนุรักษ์ใด ๆ จะทำให้เกิดการสูญเสียดินและธาตุอาหารในดินง่าย การปลูกพืชตามวิธีระบบอนุรักษ์จะช่วยลดการสูญเสียดินและธาตุอาหารในดิน เพราะฉะนั้นการใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) สามารถใช้สำหรับการประเมินการสูญเสียดินและธาตุอาหารในดินได้ดี และสามารถใช้สำหรับวางแผนอนุรักษ์ดินและน้ำได้ด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินขั้นตอนงานวิจัยดังนี้

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3. การจัดกระทำข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้ได้รวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.1 แผนที่ภูมิประเทศประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 จากกรมแผนที่ทหาร จำนวน 8 ระวัง ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงระวางแผนที่ซึ่งใช้ในการศึกษา

ระวาง	ชื่อระวางภาษาไทย	ชื่อระวางภาษาอังกฤษ
4835I	กิ่งอำเภอบ้านคา	KING AMPHOE BAN KHA
4835II	ห้วยแม่ประโดน	HUAI MAE PRADON
4934I	อำเภอกำแพง	AMPHOE THA YANG
4934IV	อำเภอแก่งกระจาน	AMPHOE KAENG KRACHAN
4935I	อำเภออัมพวา	AMPHOE AMPHAWA
4935II	จังหวัดเพชรบุรี	CHANGWAT PHETCHABURI
4935III	อำเภอหนองหญ้าปล้อง	AMPHOE NONG YA PLONG
4935IV	บ้านทุ่งหลวง	BAN THUNG LUANG

ที่มา: กรมแผนที่ทหาร. (2543).

1.2 ข้อมูลลุ่มน้ำ มาตราส่วน 1:50,000 ปี พ.ศ. 2543 จากสำนักนโยบายและแผนคุณภาพสิ่งแวดล้อม รูปแบบดิจิทัล

1.3 ข้อมูลชุดดิน จังหวัดราชบุรี และจังหวัดเพชรบุรี ปี พ.ศ. 2535 มาตราส่วน 1:50,000 จากกรมพัฒนาที่ดิน รูปแบบดิจิทัล

1.4 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาห้วยแม่ประจัน ปี พ.ศ. 2550 มาตราส่วน 1:25,000 จากกรมพัฒนาที่ดิน รูปแบบดิจิทัล

1.5 ข้อมูลตำแหน่งสถานีน้ำฝนและสถิติปริมาณน้ำฝน รายปี พ.ศ. 2550 จากกรมอุตุนิยมวิทยา รูปแบบดิจิทัล ดังตาราง 5 และภาพประกอบ 4

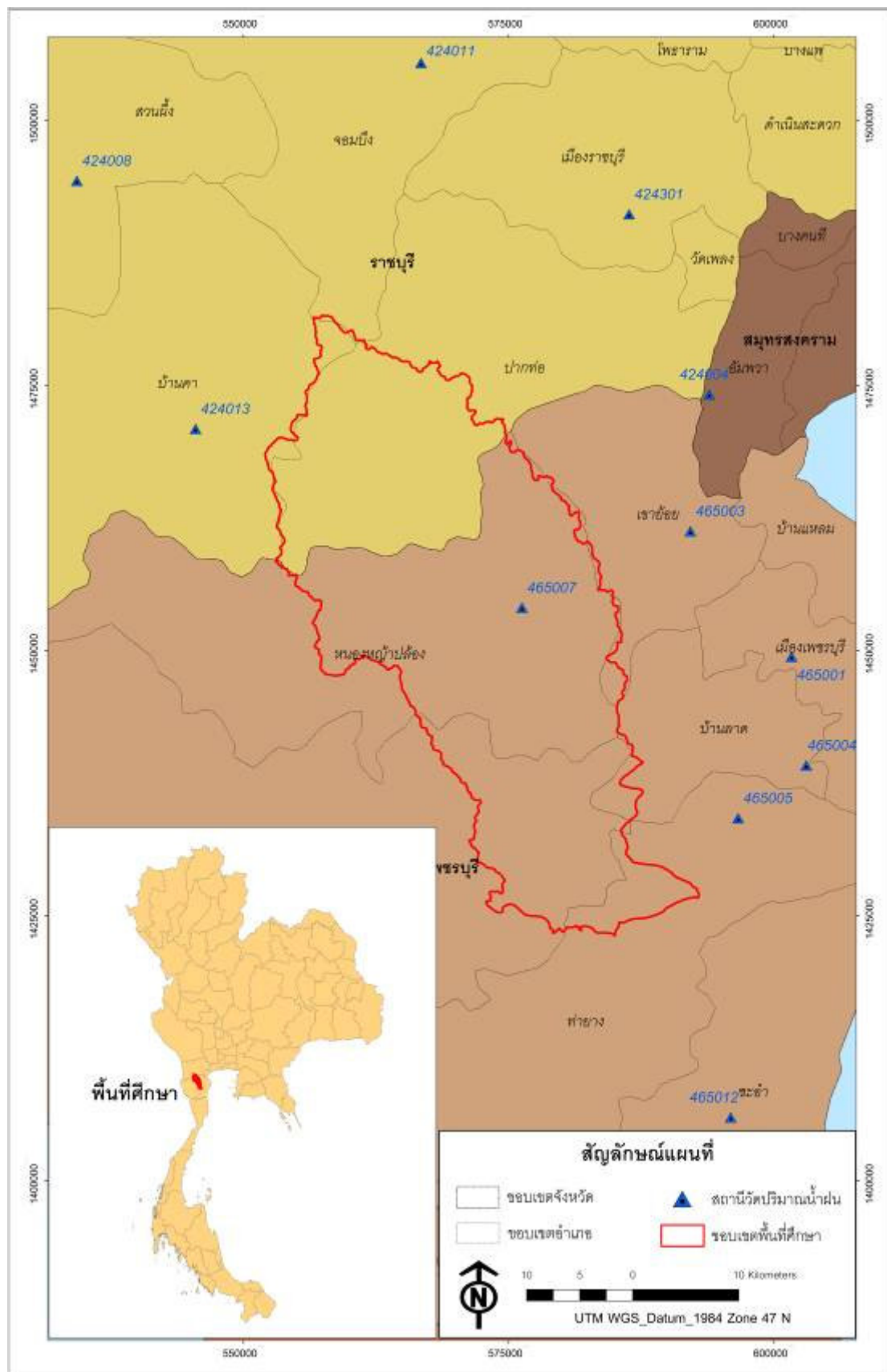
ตาราง 5 ข้อมูลตำแหน่งสถานีวัดปริมาณน้ำฝน

หมายเลขสถานี	ชื่อสถานีภาษาไทย	ชื่อสถานีภาษาอังกฤษ
424004	ที่ว่าการอำเภอปากท่อ	Pak Tho
424008	ที่ว่าการอำเภอสวนผึ้ง	Suan Phung
424011	สวนรุกชาติถ้ำจอมพล อ.จอมบึง	Chom Bung
424013	เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่น้ำภาชี	Maenam Pachi Wildlife Conservation
424301	สภ.จังหวัดราชบุรี	Ratchaburi
465001	สภ.จังหวัดเพชรบุรี	Phetchaburi
465003	สำนักงานเกษตรอำเภอเขาย้อย	Khao Yoi
465004	สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านลาด	Ban Lat
465005	สำนักงานเกษตรอำเภอท่ายาง	Tha Yang
465007	ที่ว่าการอำเภอหนองหญ้าปล้อง	Nong Ya Plong
465012	สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์	Suan somdej

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา. (2550).

1.6 ข้อมูลธาตุอาหารในดิน จากบัญชีธาตุอาหารในดินตามชุดดินของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2550 สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

1.7 ข้อมูลสารสนเทศจังหวัดราชบุรี และจังหวัดเพชรบุรี ปี พ.ศ. 2541 มาตราส่วน 1:50,000 จากกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม รูปแบบดิจิทัล



ภาพประกอบ 4 แผนที่แสดงที่ตั้งสถานีวัดปริมาณน้ำฝน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

- 2.1 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC)
- 2.2 เครื่องพิมพ์เลเซอร์ (Laser Printer)
- 2.3 โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcView Version 3.3
- 2.4 โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcGIS Version 9.3
- 2.5 เครื่องหาตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลก (GPS)
- 2.6 กล้องถ่ายรูปดิจิทัล

3. การจัดกระทำข้อมูล

ชั้นข้อมูลดิจิทัลประกอบด้วย ข้อมูลภูมิประเทศ ข้อมูลสถานีน้ำฝน ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลชุดดิน ข้อมูลลุ่มน้ำ และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลที่ใช้ศึกษาเป็นข้อมูลดิจิทัลที่มีพิกัดของจุดที่แน่นอน แปลงพิกัดชั้นข้อมูลดิจิทัลที่ใช้ลงสู่ระบบ UTM WGS Datum 1984 Zone 47 N รายการข้อมูลและรูปแบบข้อมูลดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงรายการข้อมูลและรูปแบบข้อมูล

ชื่อชั้นข้อมูล	รายการข้อมูล	ลักษณะข้อมูล
1. AMPHOE_POLY ⁽¹⁾	ขอบเขตพื้นที่การปกครองระดับอำเภอ	Polygon
2. PROVINCE_POLY ⁽¹⁾	ขอบเขตพื้นที่การปกครองระดับจังหวัด	Polygon
3. WATER_BODY ⁽¹⁾	ขอบเขตพื้นที่แหล่งน้ำผิวดิน	Polygon
4. STREAM ⁽¹⁾	เส้นทางน้ำ	Line
5. TRANS ⁽¹⁾	เส้นทางคมนาคม	Line
6. BASIN_POLY ⁽²⁾	ขอบเขตลุ่มน้ำ	Polygon
7. SPOT_HIGH ⁽³⁾	จุดความสูง	Point
8. CONTOUR ⁽³⁾	เส้นชั้นความสูง	Line
9. SOIL ⁽⁴⁾	ขอบเขตชุดดิน	Polygon
10. LU_2550 ⁽⁴⁾	การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2550	Polygon
12. WEATHER ⁽⁵⁾	ตำแหน่งสถานีอุตุนิยมวิทยา	Point

ที่มา: (1) กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2541); (2) สำนักนโยบายและแผนคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2543); (3) กรมแผนที่ทหาร. (2543); (4) กรมพัฒนาที่ดิน. (2550); (5) กรมอุตุนิยมวิทยา. (2550).

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) เพื่อประเมินการสูญเสียดินจากอาหารพืช เป็นการนำเอาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดิน เช่น ปริมาณน้ำฝน ลักษณะภูมิประเทศ สมรรถนะของดิน พืชพรรณ การใช้ประโยชน์ที่ดิน มาพิจารณาร่วมกัน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบราสเตอร์ (Raster Base) มีขนาดข้อมูล 30x30 เมตร และนำไปคำนวณเปรียบเทียบกับธาตุอาหารพืชที่มีในดิน และธาตุอาหารพืชในรูปปุ๋ย เพื่อประเมินปริมาณดินและธาตุอาหารพืช โดยมีขั้นตอนและวิธีการดังต่อไปนี้

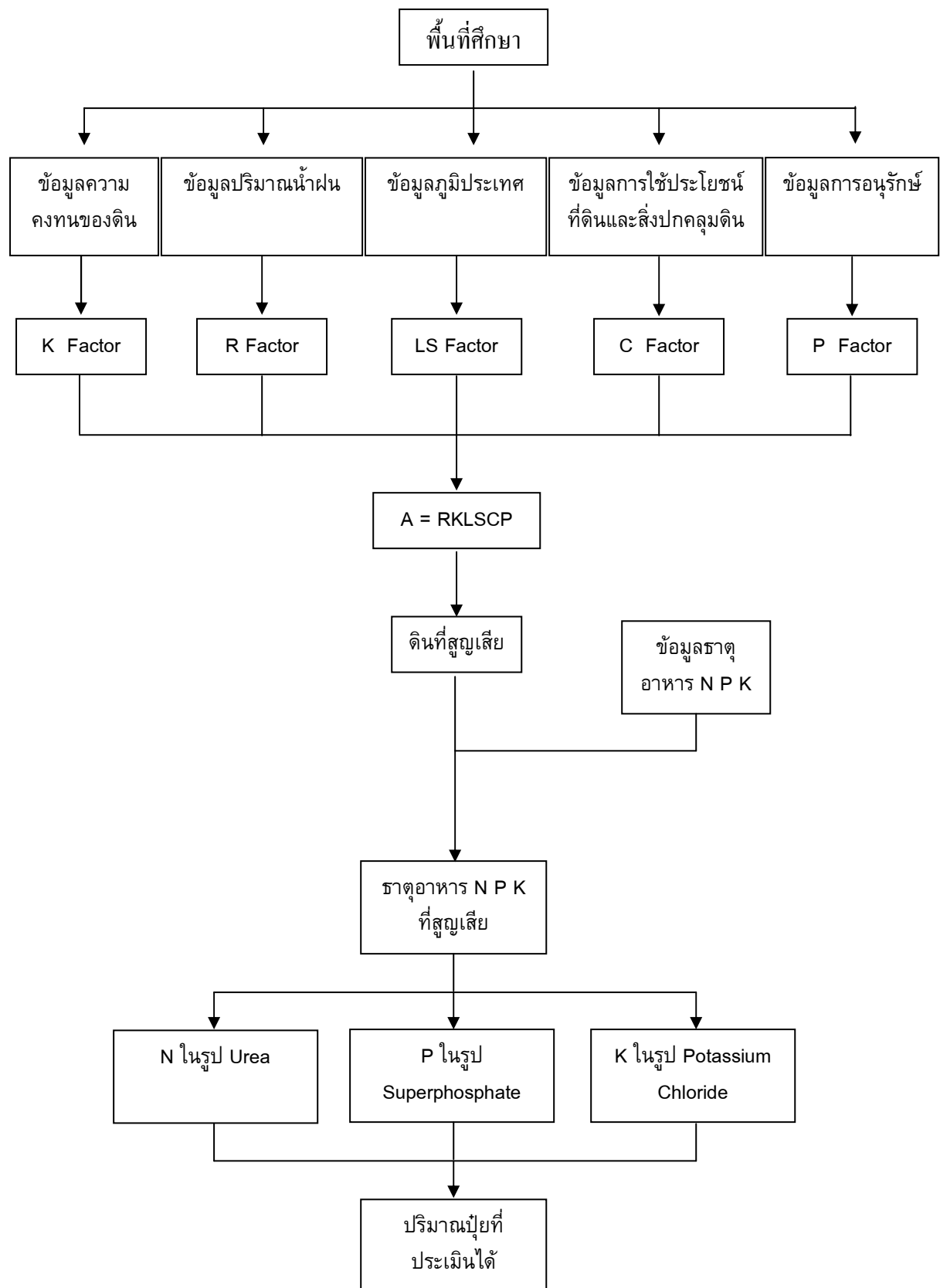
4.1 การนำข้อมูลสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จากสมการการสูญเสียดินสากล

ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจันได้ประเมินอัตราการชะล้างพังทลายของดินโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล ตามวิธีของ วิชไมเออร์ และสมิท ปี 1978 จากสมการที่ 1

4.1.1 การคำนวณค่าความสามารถในการทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของฝน (R factor) โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ที่ตกลงในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน จากสถานีน้ำฝนในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน และสถานีใกล้เคียง นำมาคำนวณหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตร) ของแต่ละสถานี (ค่าปริมาณน้ำฝน ดังตารางในภาคผนวก ก) นำมาวิเคราะห์สร้างเส้นปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยโดยวิธีครีกริง (Kriging) และนำมาคำนวณโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ค่าความสามารถในการทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของฝน สามารถประมาณได้จากค่าปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยรายปีจากสมการที่ 3 ได้แผนที่แสดงค่าปัจจัยของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน (R) ปี พ.ศ. 2550

4.1.2 การคำนวณค่าความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน (K factor) ได้จากแผนที่ชุดดินมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน และนำไปใส่ค่าความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลการจำแนกค่าความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน ตามชุดดินในจังหวัดเพชรบุรี และค่าความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน ที่ได้จากหน่วยทางธรณีวิทยาของกรมพัฒนาที่ดิน (ดังภาพประกอบในภาคผนวก ข) ได้แผนที่แสดงค่าปัจจัยของเกี่ยวกับความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน

4.1.3 การคำนวณค่าความยาวและความชันของความลาดเท (LS factor) ได้จากข้อมูล เส้นชั้นความสูงและจุดความสูง บนแผนที่ภูมิประเทศ 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร และทำการคำนวณค่าความยาวของความลาดเทจากแผนที่เส้นชั้นความสูง ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลดิจิทัลแบบ TIN กำหนดขนาดของพื้นที่ข้อมูล (Pixel) เป็น 30x30 เมตร จากนั้นจึงคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ องศา และความยาวของความลาดเท นำเข้าสมการเพื่อหาค่าความยาวและความชันของความลาดเท ได้แผนที่แสดงค่าปัจจัยของความยาวและความชันของความลาดเท



ภาพประกอบ 5 แสดงขั้นตอนในการศึกษา

4.1.4 การคำนวณค่าปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C factor) ได้จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2550 มาตราส่วน 1:25,000 และนำไปใส่ค่าปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช โดยนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช ของกรมพัฒนาที่ดิน ได้แผนที่แสดงค่าปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช

4.1.5 การคำนวณค่าปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน (P factor) ได้จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2550 มาตราส่วน 1:25,000 และนำไปใส่ค่าปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน โดยนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน ของกรมพัฒนาที่ดิน ได้แผนที่แสดงค่าปัจจัยเกี่ยวกับการปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน

นำแผนที่แสดงค่าปัจจัยทั้ง 5 มาทำการซ้อนทับข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และนำเข้าสมการสูญเสียดินสากล $A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$ จะได้ค่าการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ แล้วนำค่าที่ได้มาจำแนกความรุนแรงของการเกิดการพังทลายของดิน ตามข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน ดังตาราง 7

ตาราง 7 การจัดชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน

ชั้นความรุนแรงของการพังทลาย	อัตราการสูญเสียดิน	
	ตัน/ไร่/ปี	ตัน/เฮกแตร์/ปี
น้อยมาก	น้อยกว่า 2.00	น้อยกว่า 6.25
น้อย	2.01 – 5.00	6.25 – 31.25
ปานกลาง	5.01 – 15.00	31.25 – 93.75
รุนแรง	15.01 – 20.00	93.75 – 125.00
รุนแรงมาก	มากกว่า 20.00	มากกว่า 125.00

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน. (2543). การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย. หน้า 28.

ผลลัพธ์การวิเคราะห์คือแผนที่ซึ่งแสดงชั้นของความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

4.2 การหาปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสีย

ก่อนการจำแนกชั้นของความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน สามารถนำค่าการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ มาเปรียบเทียบกับข้อมูลบัญชีธาตุอาหารในดินตามชุดดินของประเทศไทย ของกรมพัฒนาที่ดิน ใช้ข้อมูลดินชั้นบน ซึ่งมีความลึกลงไปประมาณ 0 – 25 เซนติเมตร โดยค่าธาตุฟอสฟอรัส และธาตุโพแทสเซียม ได้จากตารางบัญชีธาตุอาหารในดิน (ดังตารางในภาคผนวก ก) สำหรับค่าธาตุไนโตรเจน คำนวณได้จาก เปอร์เซ็นต์ของอินทรีย์คาร์บอน คูณด้วยอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งในดิน 1 หน่วยมีอินทรีย์วัตถุประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ และ

คูณด้วย 1.724 (กรมพัฒนาที่ดิน. 2547: 107-108) จะนั้นสูตรการคำนวณหาค่า ไนโตรเจน จาก อินทรีย์คาร์บอน คือ

$$N = C \times 0.05 \times 1.724 \quad (9)$$

เมื่อ

N คือ เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนที่มีในแต่ละชุดดิน

C คือ เปอร์เซ็นต์ของอินทรีย์คาร์บอน

ผลลัพธ์การวิเคราะห์คือแผนที่ซึ่งแสดงธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ที่สูญเสียจากการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

4.3 การประเมินธาตุอาหารในรูปปุ๋ย

การประเมินธาตุอาหารในรูปปุ๋ย ได้จากการคำนวณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมที่สูญเสียรวมกับ ข้อมูลธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมในปุ๋ยเดี่ยวที่กำหนด (กิตติมา ศิวาทิตย์กุล; และคนอื่นๆ. 2545: 22) โดยปุ๋ยเดี่ยวที่เหมาะสมที่ใช้ในการคำนวณการคืนธาตุอาหารในรูปปุ๋ย คือ ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ มีสูตรในการคำนวณ ได้แก่

4.3.1 การประเมินธาตุไนโตรเจน (N) ในรูปปุ๋ยยูเรีย โดยปุ๋ยยูเรียมีสัดส่วนของธาตุไนโตรเจน 46%

$$\text{Urea} = \frac{N \times (100)}{46} \quad (10)$$

4.3.2 การประเมินธาตุฟอสฟอรัส (P) ในรูปปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในปุ๋ยที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ต้องอยู่ในรูป ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำได้ (ปฐพีซล วายุ อัครี. 2547: 53) ฟอสฟอรัสสูญเสียจึงคำนวณอยู่ในรูปของ ฟอสฟอรัสออกไซด์ (Phosphorus oxide) สูตรทางเคมี คือ P_2O_5 เพราะฉะนั้น ฟอสฟอรัสที่ใช้คำนวณ คือ P_2O_5 ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตมีสัดส่วนของธาตุฟอสฟอรัส 40%

P_2O_5 มีมวลโมเลกุล = 141.94, P_2 มีมวลโมเลกุล = 61.94 (โดยที่ P มีมวลโมเลกุล = 30.97)

$$\text{Superphosphate} = \left[\frac{P \times 141.94}{61.94} \right] \times \frac{100}{48} \quad (11)$$

4.3.3 การประเมินธาตุโพแทสเซียม (K) ในรูปปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ โดยปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ประกอบด้วยโพแทสเซียมที่อยู่ในรูปของโพแทสเซียมออกไซด์ (Potassium oxide) สูตรทางเคมี คือ K_2O เพราะฉะนั้น โพแทสเซียมที่ใช้คำนวณ คือ K_2O ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์มีสัดส่วนของธาตุโพแทสเซียม 60%

K_2O มีมวลโมเลกุล = 94.2, K_2 มีมวลโมเลกุล = 78.20 (โดยที่ K มีมวลโมเลกุล = 39.10)

$$\text{Potassium Chloride} = \left[\frac{K \times 94.2}{78.2} \right] \times \frac{100}{60} \quad (12)$$

ผลลัพธ์การวิเคราะห์คือแผนที่ซึ่งแสดงการประเมินธาตุอาหารหลัก ในรูปปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) มาวิเคราะห์หาปริมาณการพังทลายของดินในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน ร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบราสเตอร์ (Raster Base) มีขนาดข้อมูล 30x30 เมตร โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็นปัจจัยต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของฝน
2. การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน
3. การวิเคราะห์ค่าความยาวและความชันของความลาดเท
4. การวิเคราะห์ค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการ
5. การวิเคราะห์ค่าวิธีปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน
6. การวิเคราะห์การพังทลายของดิน
7. การวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม
8. การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ย

1. การวิเคราะห์ค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของฝน

จากการวิเคราะห์ค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน โดยใช้ปริมาณน้ำฝนปี พ.ศ. 2550 สถานีน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ในพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ใกล้เคียง โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ นำข้อมูลน้ำฝนมาทำการคำนวณค่าน้ำฝนโดยวิธีการ Interpolate ซึ่งน้ำฝนดังกล่าวได้มาจากการแทนค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของฝนในสมการคำนวณของกรมพัฒนาที่ดิน

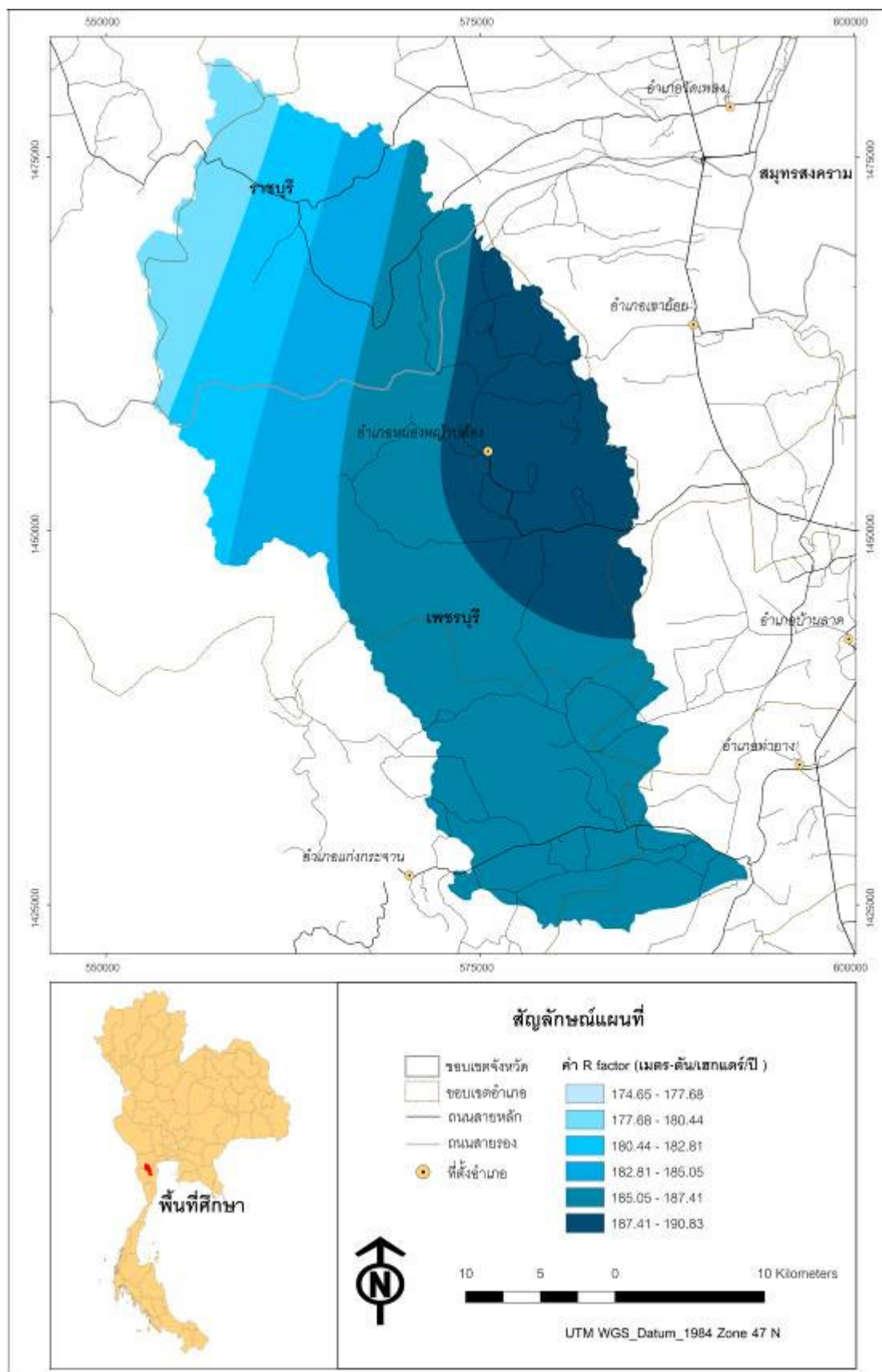
การวิเคราะห์ค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน (R) และนำมาแทนค่า ซึ่งได้ผลวิเคราะห์ดังตาราง 8

ตาราง 8 ค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

สถานีวัดปริมาณน้ำฝน	ค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝน R factor ปี พ.ศ.2550 (เมตร-ตัน/เฮกแตร์/ปี)
424004 ที่ว่าการอำเภอปากท่อ	370.4941
424008 ที่ว่าการอำเภอสวนผึ้ง	10.6716
424011 สวนรุกชาติถ้ำจอมพล อ.จอมบึง	207.6408
424013 เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ น้ำภาชี	173.6716
424301 สกษ.จังหวัดราชบุรี	184.1688
465001 สกษ.จังหวัดเพชรบุรี	184.4622
465003 สำนักงานเกษตรอำเภอเขาชัย	91.1773
465004 สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านลาด	163.8753
465005 สำนักงานเกษตรอำเภอท่ายาง	173.5412
465007 ที่ว่าการอำเภอหนองหญ้าปล้อง	250.0045
465012 สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์	216.4754

ที่มา: จากการคำนวณ.

พบว่าในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน มีค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของฝน สูงสุดบริเวณตอนกลางของลุ่มน้ำ ซึ่งอยู่ในพื้นที่อำเภอหนองหญ้าปล้อง และการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝน จะลดลงไปทางเหนือและใต้ลุ่มน้ำ ซึ่งทางเหนืออยู่ในพื้นที่อำเภอปากท่อ อำเภอบ้านคา จังหวัดราชบุรี และทางใต้ของลุ่มน้ำ ซึ่งอยู่ในพื้นที่อำเภอแก่งกระจาน อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แผนี่แสดงค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝน (R factor)

2. การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน

การชะล้างพังทลายของดินเกิดจากคุณสมบัติของดินที่ต่างกัน ส่งผลให้ความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดินแตกต่างกัน สำหรับประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดินได้ศึกษาค่าการชะล้างพังทลายของดิน และค่าความยากง่ายในการพังทลายของดินจากชุดดินต่าง ๆ ของจังหวัดเพชรบุรี ซึ่งในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วย 9 ชุดดิน รวมถึงค่าความยากง่ายในการพังทลายของดินจากหน่วยทางธรณีวิทยา ดังตารางในภาคผนวก ก

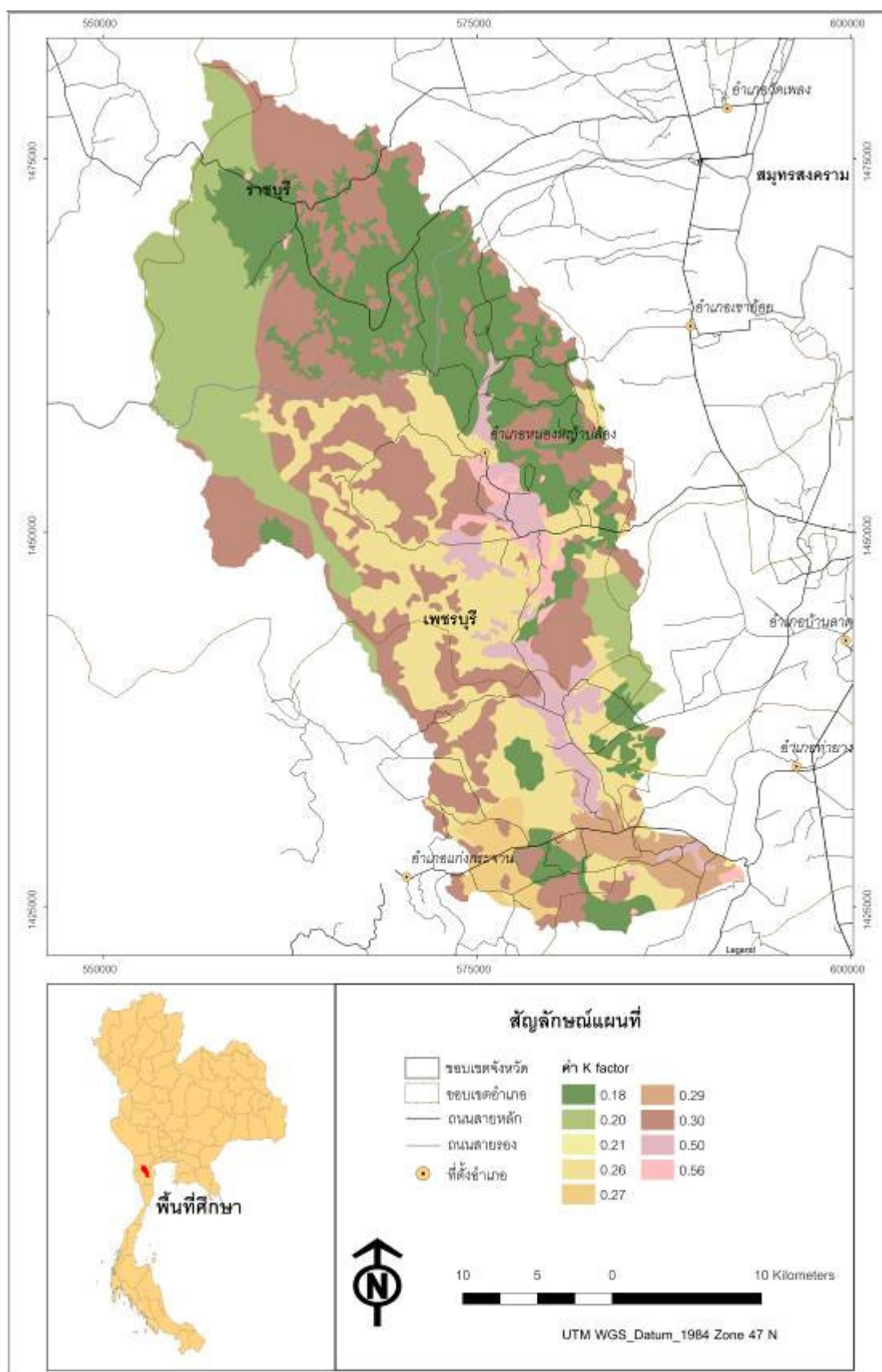
ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายในการพังทลายของดินของพื้นที่ศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 0.18 – 0.56 ซึ่งมีค่าความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดินเท่ากับ 0.30 เป็นค่าที่พบมากที่สุด โดยครอบคลุมพื้นที่ ร้อยละ 29.88 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด รองลงมาคือค่าความยากง่ายในการพังทลายของดิน เท่ากับ 0.26 โดยครอบคลุมพื้นที่ ร้อยละ 20.96 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด สำหรับค่าความยากง่ายในการพังทลายของดิน เท่ากับ 0.21 เป็นค่าที่พบน้อยที่สุดโดยครอบคลุมพื้นที่ ร้อยละ 0.02 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ดังตาราง 9

ตาราง 9 ค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

ชุดดินและหน่วยธรณีวิทยา	ค่า K	พื้นที่		
		ไร่	ตารางกิโลเมตร	ร้อยละ
ท่ายาง	0.18	85,301	136.48	12.06
Kgr	0.20	118,449	189.52	16.74
เพชรบุรี	0.21	157	0.25	0.02
หนองแก, ท่าม่วง, ปราณบุรี	0.26	148,305	237.29	20.96
ตาคี	0.27	14,713	23.54	2.08
หนองแก-1, นครปฐม	0.29	19,276	30.84	2.73
Qa, Chp, Ckp, Ckw	0.30	269,836	431.74	38.13
กำแพงแสน	0.50	33,565	53.71	4.74
Qt	0.56	17,951	28.72	2.54

ที่มา: จากการคำนวณ. ⁽¹⁾เดชา สัมฤทธิ์; และคณะ. (2540). กรมพัฒนาที่ดิน. (2545).

พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจันมีค่าความยากง่ายในการพังทลายของดิน เป็นค่าที่มากที่สุดเท่ากับ 0.56 หรือคิดเป็นร้อยละ 1.46 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งมีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินอยู่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่น ซึ่งมีขนาดพื้นที่อยู่ที่ 16.49 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 10,309 ไร่ และค่าความยากง่ายในการพังทลายของดิน ที่เป็นค่าที่น้อยที่สุดเท่ากับ 0.18 หรือคิดเป็นร้อยละ 22.62 ของพื้นที่ทั้งหมด มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่น้อยที่สุด ซึ่งมีขนาดพื้นที่อยู่ที่ 256.04 ตารางกิโลเมตร หรือ คิดเป็น 160,024 ไร่ ดังภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 แผนที่แสดงความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดิน (K factor)

3. การวิเคราะห์ค่าความยาวและความชันของความลาดเท

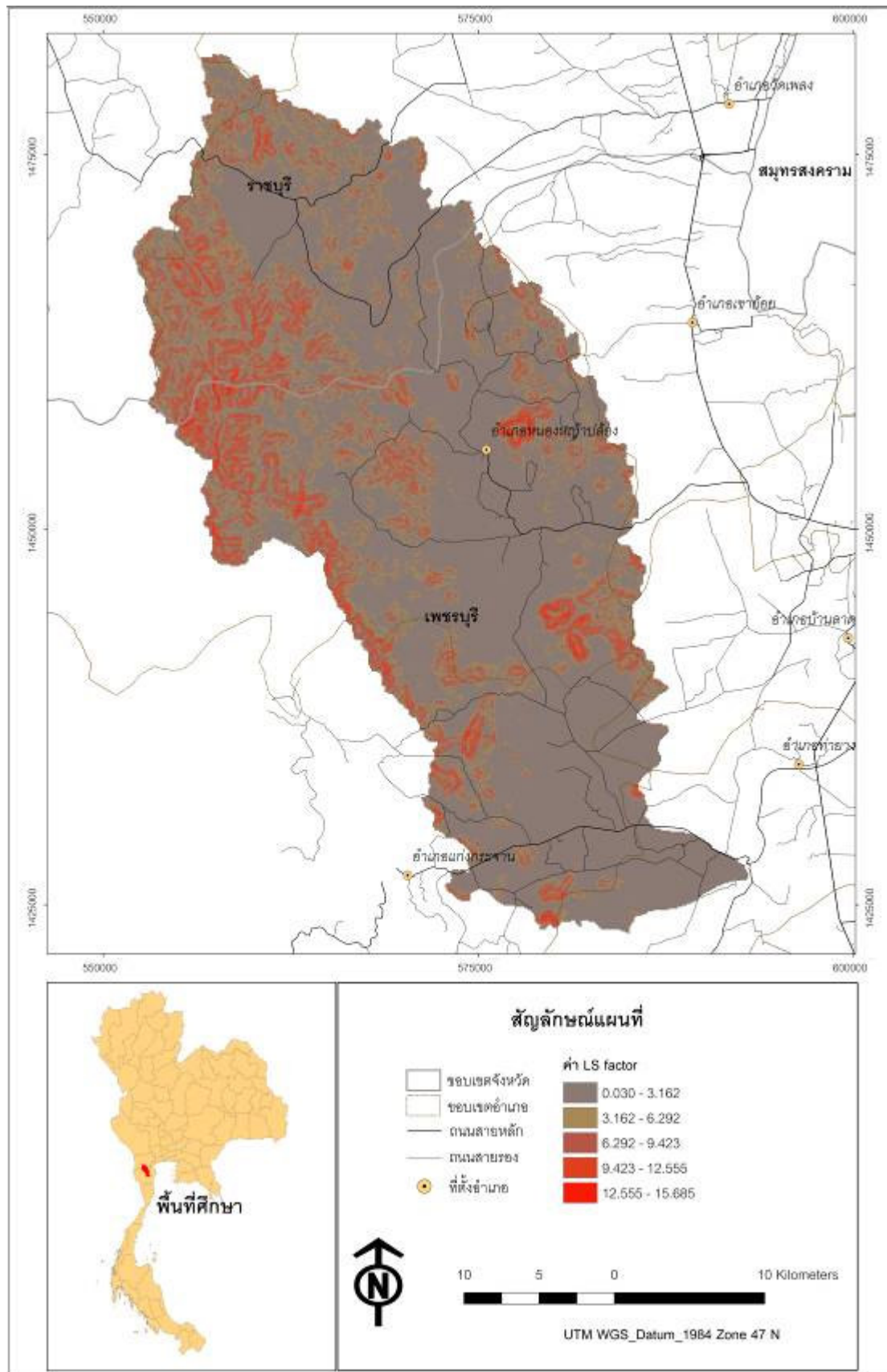
การวิเคราะห์ค่าความยาวและความชันของความลาดเท ได้จากการคำนวณข้อมูลเส้นชั้นความสูง และจุดความสูง วิเคราะห์ข้อมูลดิจิทัลแบบ TIN และนำมาคำนวณตามสมการวิเคราะห์ค่าความยาวและความชันของความลาดเท

ผลการวิเคราะห์ค่าความยาวและความชันของความลาดเท ในพื้นที่ศึกษาพบว่า ทางใต้ของพื้นที่ลุ่มน้ำมีค่าความยาวและความชันของความลาดเท อยู่ในระดับที่ต่ำมากซึ่งบริเวณเหล่านี้เป็นพื้นที่ราบ แต่มีเห็นโดดเด่นกระจายอยู่ทั่วไป ทางด้านเหนือและตอนกลางของพื้นที่ลุ่มน้ำมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบ ค่าความยาวและความชันของความลาดเท อยู่ในระดับปานกลาง สำหรับทางด้านตะวันตกและตะวันออกของลุ่มน้ำประกอบด้วยลักษณะสภาพพื้นที่เป็นภูเขาสูงมีความลาดชันมาก เทือกเขาทอดเป็นแนวจากเหนือจรดใต้ขนานทั้งสองด้านของลุ่มน้ำ ทำให้ค่าความยาวและความชันของความลาดเท อยู่ในระดับที่สูง ดังภาพประกอบ 8

4. การวิเคราะห์ค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการ

การหาค่าปัจจัยพืชปกคลุมดิน คือ การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2550 ของกรมพัฒนาที่ดิน โดยนำประเภทของพืชในพื้นที่ศึกษามาจำแนกตามค่าที่กรมพัฒนาที่ดินได้ศึกษาไว้ โดยนำพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีค่าการเพาะปลูกและการจัดการพืช เท่ากันนำมาจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งตารางค่าการเพาะปลูกและการจัดการพืช จะแสดงไว้ที่ตารางในภาคผนวก ก

จากผลการวิเคราะห์ค่าการเพาะปลูกและการจัดการพืชของพื้นที่ศึกษาพบว่า พื้นที่ป่าทุ่งหญ้าซึ่งมีค่าการเพาะปลูกและการจัดการพืชเท่ากับ 0.015 มีพื้นที่มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 59.77 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมดรองลงมาคือ พื้นที่ปลูกพืชไร่ มีค่าการเพาะปลูกและการจัดการพืชเท่ากับ 0.485 คิดเป็นร้อยละ 9.85 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด สำหรับพื้นที่ป่าเลนมีพื้นที่น้อยที่สุด มีค่าการเพาะปลูกและการจัดการพืช เท่ากับ 0.003 คิดเป็นร้อยละ 0.002 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ดังตาราง 10



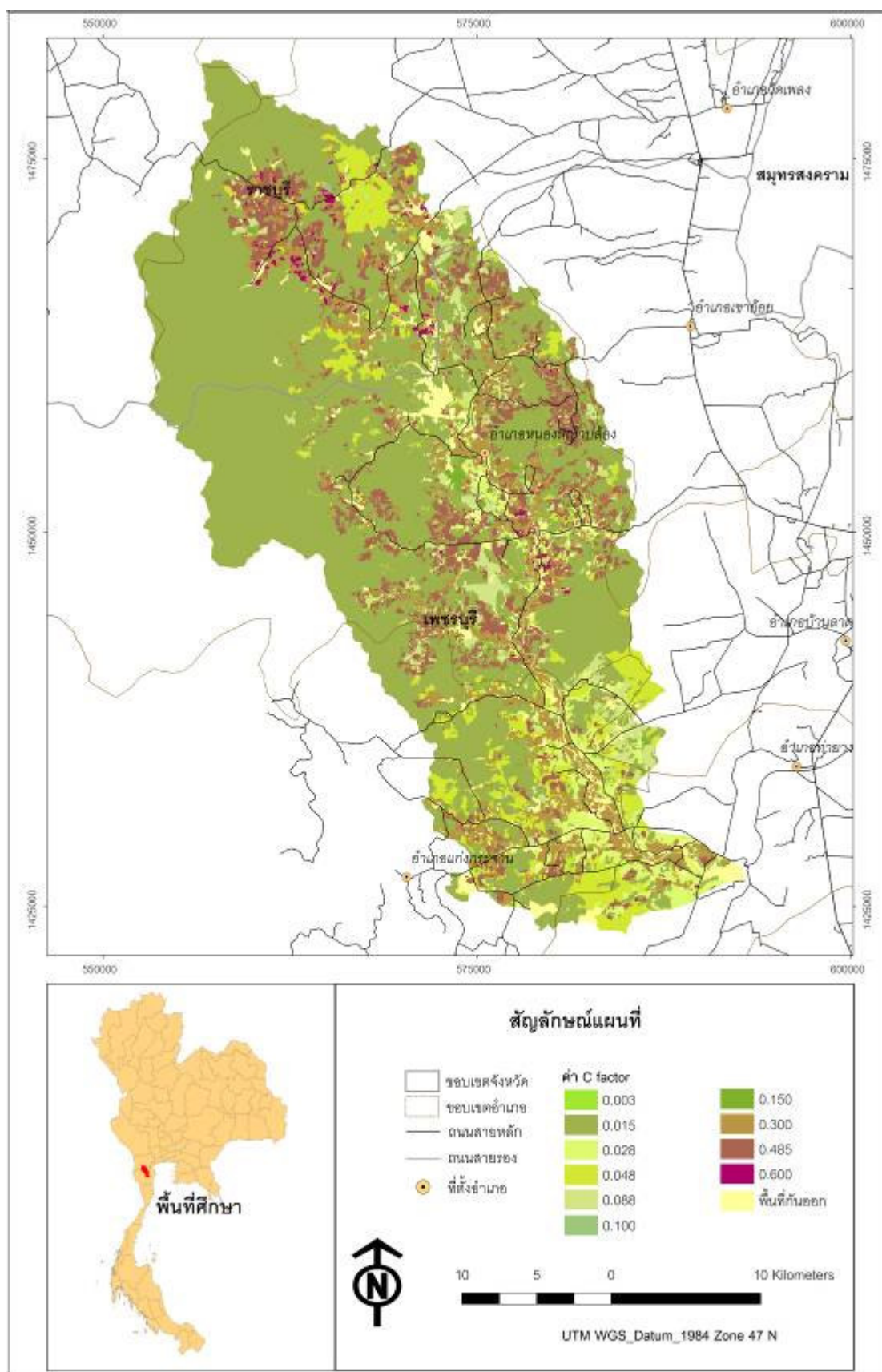
ภาพประกอบ 8 แผนที่แสดงค่าความยาวและความชันของความลาดเท (LS factor)

ตาราง 10 ค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ค่า C ⁽¹⁾	พื้นที่		
		ไร่	ตารางกิโลเมตร	ร้อยละ
ป่าเลน	0.003	12	0.02	0.002
ทุ่งหญ้า ไม้ละเมาะ ไร่ ป่าผลัดใบสมบูรณ์	0.015	422,812	676.50	59.77
นา นาไร่	0.028	25,337	40.54	3.58
ป่าผลัดใบเสื่อมโทรม	0.048	49,349	78.96	6.98
กระถิน ยางพารา ยูคาลิปตัส สนประดิพัทธ์	0.088	26,709	42.73	3.78
สะเดา สัก กฤษณา ประดู่				
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ โรงเรือนเลี้ยงสัตว์	0.100	878	1.40	0.12
ปาล์มน้ำมัน ไม้ยืนต้นผสม	0.150	3,507	5.61	0.49
กล้วย มะนาว มะม่วง มะม่วงหิมพานต์	0.300	69,199	110.72	9.78
มะละกอ ส้ม ไม้ผลผสม				
ข้าวโพด ปอแก้ว ปอกระเจา มันสำปะหลัง	0.485	69,643	111.43	9.85
สับปะรด อ้อย พืชไร่ผสม ไร่ร้าง				
พืชผัก ไม้ดอก	0.600	4,238	6.78	0.59
พื้นที่กันออก		35,713	57.14	5.05

ที่มา: จากการคำนวณ. ⁽¹⁾ กรมพัฒนาที่ดิน. (2543).

พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจันมีค่าการเพาะปลูกและการจัดการพืช เป็นค่าที่มากที่สุด เท่ากับ 0.600 หรือคิดเป็นร้อยละ 0.59 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ซึ่งมีผลต่อการชะล้างพังทลาย ของดินอยู่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่น ซึ่งมีขนาดพื้นที่อยู่ที่ 6.78 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 4,238 ไร่ และพื้นที่กันออกซึ่งเป็นพื้นที่หมู่บ้าน และแหล่งน้ำ ซึ่งมีขนาดพื้นที่อยู่ที่ 57.14 ตารางกิโลเมตรหรือคิดเป็น 35,713 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 5.05 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ดัง ภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 แผนที่แสดงค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการ (C factor)

5. การวิเคราะห์ค่าวิธีปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน

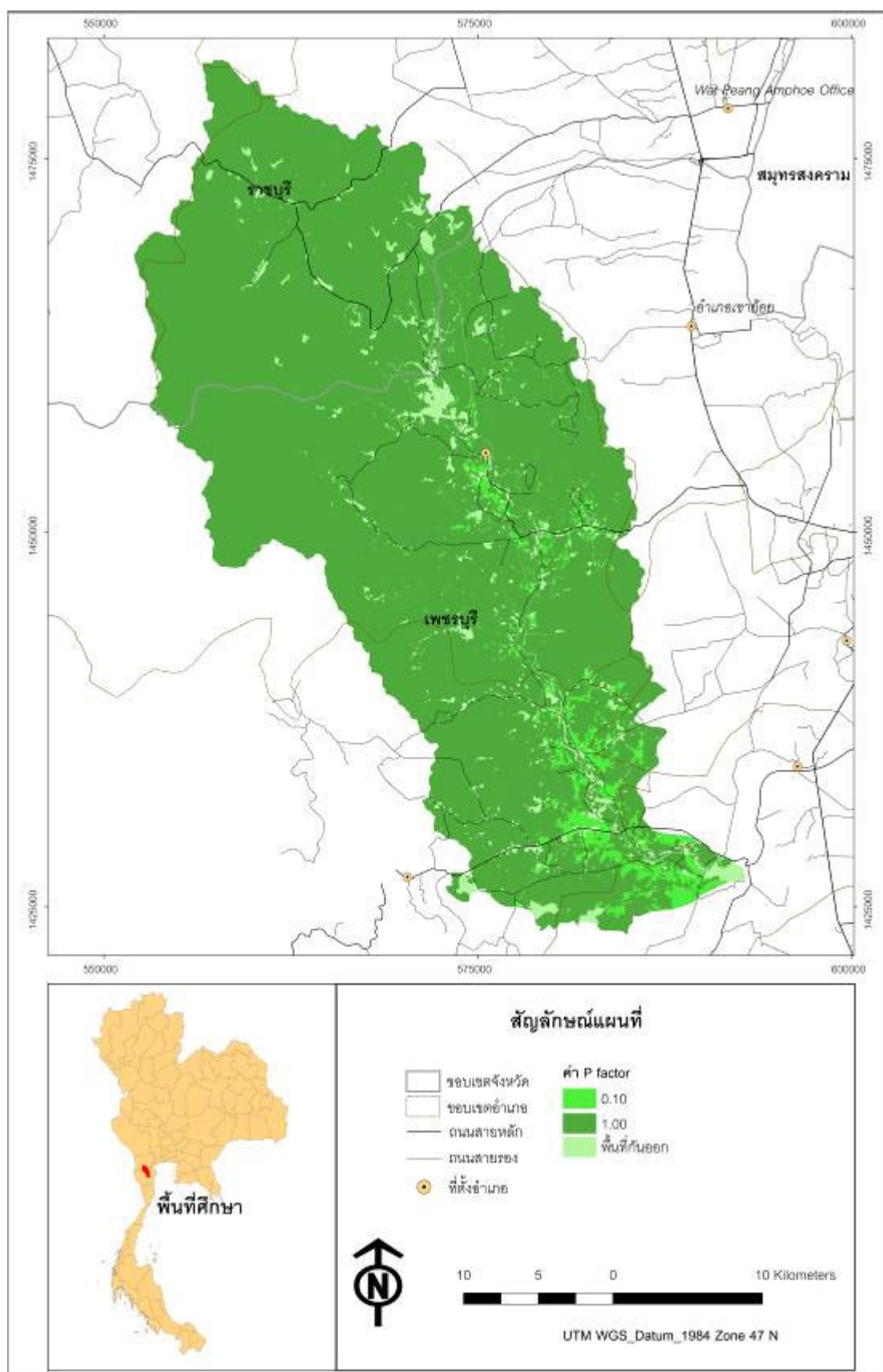
การประเมินค่า P ซึ่งเป็นปัจจัยที่แสดงค่าวิธีปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน ซึ่งค่าวิธีปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน สามารถจำแนกได้จากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2550 ของกรมพัฒนาที่ดิน ตามหลักเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน โดยนำพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีค่าวิธีปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน เท่ากันนำมาจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ซึ่งค่าวิธีปฏิบัติการอนุรักษ์ดินจะแสดงอยู่ตารางในภาคผนวก ก

จากผลการวิเคราะห์ค่าวิธีปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน สำหรับในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่า รองลงมาคือพื้นที่เกษตรกรรม เป็นพื้นที่ซึ่งไม่มีการอนุรักษ์ดิน จะมีค่าวิธีปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน เท่ากับ 1.0 ครอบคลุมพื้นที่ 1,034.16 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 646,347 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 91.36 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ส่วนพื้นที่นาเป็นพื้นที่ซึ่งมีการอนุรักษ์ จะมีค่าวิธีปฏิบัติการอนุรักษ์ดิน เท่ากับ 0.1 ครอบคลุมพื้นที่ 40.54 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 25,337 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 3.58 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด และพื้นที่หมู่บ้านกับแหล่งน้ำเป็นพื้นที่กันออก ครอบคลุมพื้นที่ 57.14 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 35,713 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 5.04 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมดผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตาราง 11 และภาพประกอบ 10

ตาราง 11 ค่าวิธีปฏิบัติในการอนุรักษ์ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ค่า P ⁽¹⁾	พื้นที่		
		ไร่	ตารางกิโลเมตร	ร้อยละ
นา นาร้าง	0.10	25,337	40.54	3.58
การใช้ประโยชน์ที่ดินด้านอื่น	1.00	646,347	1,034.16	91.36
พื้นที่กันออก		35,713	57.14	5.05

ที่มา: จากการคำนวณ. ⁽¹⁾กรมพัฒนาที่ดิน. (2543).



ภาพประกอบ 10 แผนที่แสดงค่าวิธีปฏิบัติในการอนุรักษ์ดิน (P factor)

6. การวิเคราะห์การพังทลายของดิน

การวิเคราะห์หาปริมาณการพังทลายของดิน ได้จากผลคูณของค่าดัชนีการพังทลายของดินที่เกิดจากฝน (R) ค่าความยากง่ายในการพังทลายของดิน (K) ค่าความยาวและความชันของความลาดเท (LS) ค่าการเพาะปลูกและการจัดการ (C) และค่าวิธีการปฏิบัติในด้านการอนุรักษ์ดิน (P) ($A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$) ได้ค่าการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ แล้วนำค่าที่ได้มาจำแนกความรุนแรงของการเกิดการพังทลายของดิน ตามข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน ดังตาราง 12 และภาพประกอบ 11

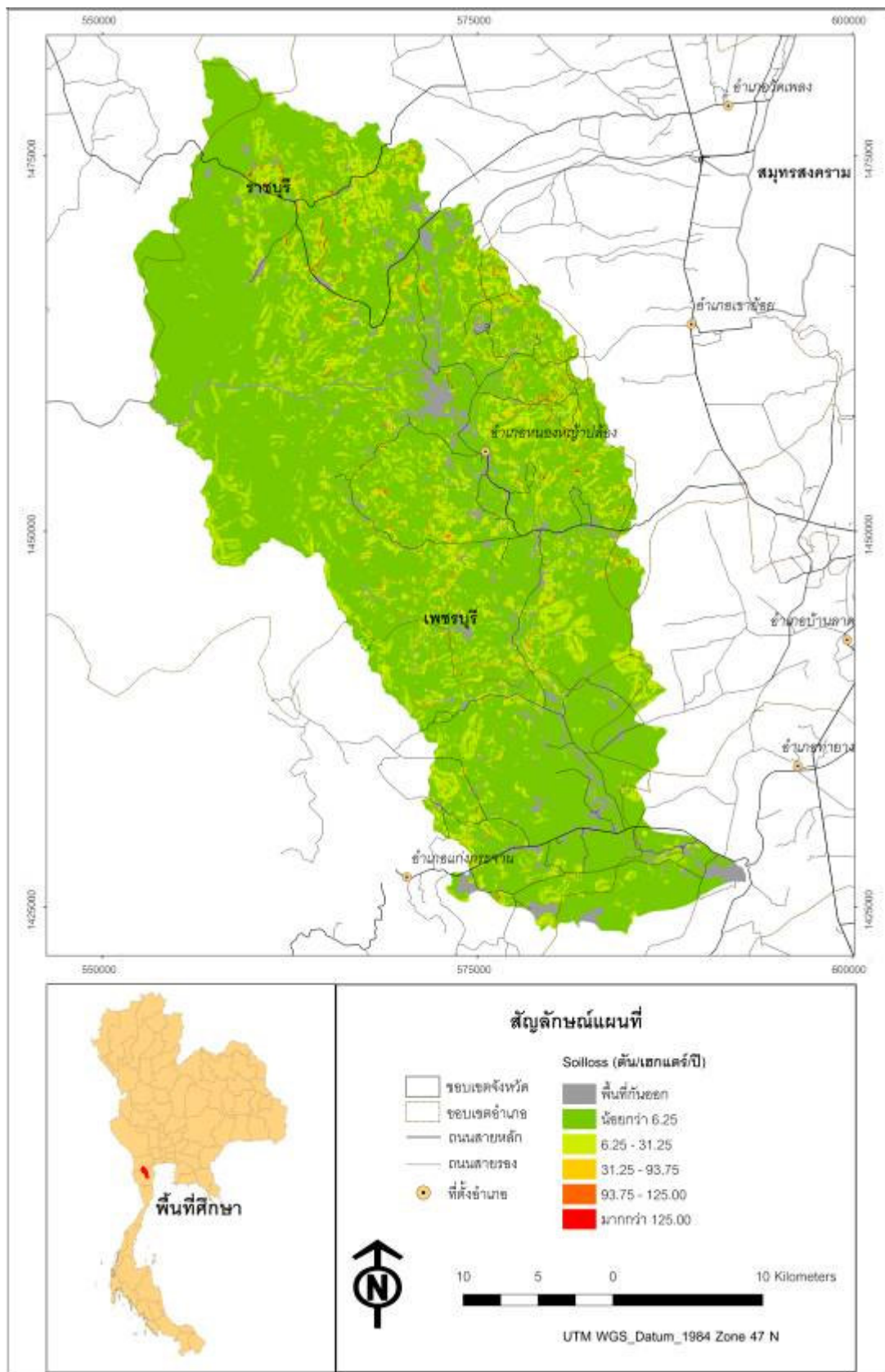
ตาราง 12 ระดับความรุนแรงการพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

ชั้นความรุนแรงของการพังทลาย	พื้นที่			ปริมาณดินสูญเสีย (ตัน)
	ไร่	ตารางกิโลเมตร	ร้อยละ	
น้อยมาก	562,238	899.58	79.48	181,203
น้อย	92,708	148.33	13.11	165,343
ปานกลาง	13,973	22.36	1.97	113,710
รุนแรง	1,677	2.68	0.24	27,827
รุนแรงมาก	1,054	1.69	0.15	25,912
พื้นที่กันออก	35,713	57.14	5.05	-

ที่มา: จากการคำนวณ.

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณการพังทลายของดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน พ.ศ.2550 ทั้งหมดมีค่าประมาณ 513,994 ตัน พื้นที่ส่วนใหญ่ที่มีสีเขียว ซึ่งมีการชะล้างพังทลายอยู่ในระดับน้อยมาก โดยเป็นพื้นที่ทางใต้ และทางตะวันตกของลุ่มน้ำ พื้นที่ทางใต้มีลักษณะเป็นที่ราบ เป็นที่ตั้งของชุมชน มีการทำนาเป็นส่วนใหญ่ ทางตะวันตกของลุ่มน้ำ มีลักษณะเป็นเทือกเขาสูงแต่เป็นพื้นที่ป่า มีปริมาณดินสูญเสีย 181,203 ตัน มีขนาดพื้นที่เท่ากับ 899.58 ตารางกิโลเมตร หรือ 562,238 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 79.48 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด

พื้นที่เป็นสีเขียวอ่อนมีการชะล้างพังทลายอยู่ในระดับน้อย โดยเป็นพื้นที่ตอนกลาง และฝั่งตะวันออกของลุ่มน้ำ พื้นที่ตอนกลางเป็นสภาพพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงราบ เป็นพื้นที่ป่าบางส่วน และหมู่บ้าน ฝั่งตะวันออกสภาพพื้นที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน เป็นพื้นที่ป่าบางส่วน และปลูกไม้ยืนต้น มีปริมาณดินสูญเสีย 165,343 ตัน มีขนาดพื้นที่เท่ากับ 148.33 ตารางกิโลเมตร หรือ 92,708 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 13.11 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด



ภาพประกอบ 11 แผนที่แสดงความรุนแรงการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

พื้นที่เป็นสีเหลืองมีการชะล้างพังทลายอยู่ในระดับปานกลาง โดยกระจายอยู่ทางพื้นที่ตอนกลาง ทางเหนือ และฝั่งตะวันออกของกลุ่มน้ำ ซึ่งพื้นที่ทางเหนือ และฝั่งตะวันออกมีสภาพพื้นที่เป็นเทือกเขามีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชัน ส่วนตอนกลางของกลุ่มน้ำมีลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบ พื้นที่ป่าเสื่อมโทรม หมู่บ้าน ปลูกสวนผลไม้ มีปริมาณดินสูญเสีย 113,710 ตัน มีขนาดพื้นที่เท่ากับ 22.36 ตารางกิโลเมตร หรือ 13,973 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 1.97 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด

พื้นที่เป็นสีส้มมีการชะล้างพังทลายอยู่ในระดับรุนแรง โดยกระจายอยู่ทางเหนือ และทางฝั่งตะวันออกของกลุ่มน้ำ พื้นที่เป็นสภาพพื้นที่เป็นเทือกเขามีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชันและภูเขา เป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม ปลูกสวนผลไม้ พืชไร่ มีปริมาณดินสูญเสีย 27,827 ตัน มีขนาดพื้นที่เท่ากับ 2.68 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,677 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 0.24 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด

พื้นที่เป็นสีแดงมีการชะล้างพังทลายอยู่ในระดับรุนแรงมาก มีขนาดใกล้เคียงกับพื้นที่สีส้ม และเป็นพื้นที่ส่วนน้อยที่สุด โดยกระจายอยู่ทางเหนือ และทางฝั่งตะวันออกของกลุ่มน้ำ พื้นที่เป็นสภาพพื้นที่เป็นเทือกเขามีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชันและภูเขา เป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม ปลูกพืชไร่ พืชผัก ไม้ มีปริมาณดินสูญเสีย 25,912 ตัน มีขนาดพื้นที่เท่ากับ 1.69 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,054 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 0.15 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด

7. การวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม

การวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารพืช ได้จากข้อมูลการชะล้างพังทลายของดิน ข้อมูลชุดดินในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลธาตุอาหารในดิน โดยค่าอินทรีย์คาร์บอน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ได้จากตารางบัญชีธาตุอาหารในดิน สำหรับค่า ไนโตรเจน (N) คำนวณได้จากเปอร์เซ็นต์ของอินทรีย์คาร์บอน ผลการวิเคราะห์ค่าไนโตรเจน คำนวณได้จาก เปอร์เซ็นต์ของอินทรีย์คาร์บอน และข้อมูลฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

การคำนวณการสูญเสียธาตุอาหารในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน มีพื้นที่ซึ่งเป็น พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (Slope Complex) อยู่มาก ทำให้ไม่มีข้อมูลชุดดิน และข้อมูลธาตุอาหาร จึงเป็นพื้นที่ก้นออก (รวมกับพื้นที่แหล่งน้ำและหมู่บ้าน) ไม่สามารถนำมาคำนวณการสูญเสียธาตุอาหาร มีเนื้อที่ประมาณ 578.33 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 51.10 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด การจัดระดับความรุนแรงของธาตุอาหารที่สูญเสียจากการชะล้างพังทลายของดินได้นำเกณฑ์การประเมินความอุดมสมบูรณ์ในดิน ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินได้ประเมินไว้ (ดังตารางในภาคผนวก ก) การวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหาร แบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็นแต่ละธาตุอาหารดังนี้

7.1 การวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหาร ไนโตรเจน

การวิเคราะห์การสูญเสียธาตุไนโตรเจน ได้จากข้อมูลการชะล้างพังทลายของดิน ข้อมูลชุดดินในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลค่าความลึกของดินที่สูญเสีย ข้อมูลธาตุอาหารในดิน ซึ่ง ค่าไนโตรเจน ได้จากเปอร์เซ็นต์ของอินทรีย์คาร์บอน

ผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุไนโตรเจน พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน ปี พ.ศ. 2550 มีการสูญเสียไนโตรเจน ประมาณ 283.43 ตัน หรือ 283,427 กิโลกรัม ซึ่งพื้นที่สูญเสียไนโตรเจนมากอยู่บริเวณตอนกลาง ฝั่งตะวันตก และตะวันออกของลุ่มน้ำ โดยฝั่งตะวันตกเป็นบริเวณพื้นที่ของชุดดินเพชรบุรี ส่วนตอนกลาง และตะวันออกเป็นบริเวณพื้นที่ของชุดดินกำแพงแสน ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ และสวนผลไม้ ดังภาพประกอบ 12

7.2 ผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารฟอสฟอรัส

การวิเคราะห์การสูญเสียธาตุฟอสฟอรัส ได้จากข้อมูลการชะล้างพังทลายของดิน ข้อมูลชุดดินในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลค่าความลึกของดินที่สูญเสีย ข้อมูลธาตุอาหารในดิน

ผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุฟอสฟอรัส พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน ปี พ.ศ. 2550 มีการสูญเสียฟอสฟอรัส ประมาณ 3.55 ตัน หรือ 3,554 กิโลกรัม ซึ่งพื้นที่สูญเสียฟอสฟอรัส มากอยู่บริเวณตอนกลางของลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่ของชุดดินกำแพงแสน ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ และสวนผลไม้ ดังภาพประกอบ 13

7.3 การวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหารโพแทสเซียม

การวิเคราะห์การสูญเสียธาตุโพแทสเซียม ได้จากข้อมูลการชะล้างพังทลายของดิน ข้อมูลชุดดินในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลค่าความลึกของดินที่สูญเสีย ข้อมูลธาตุอาหารในดิน

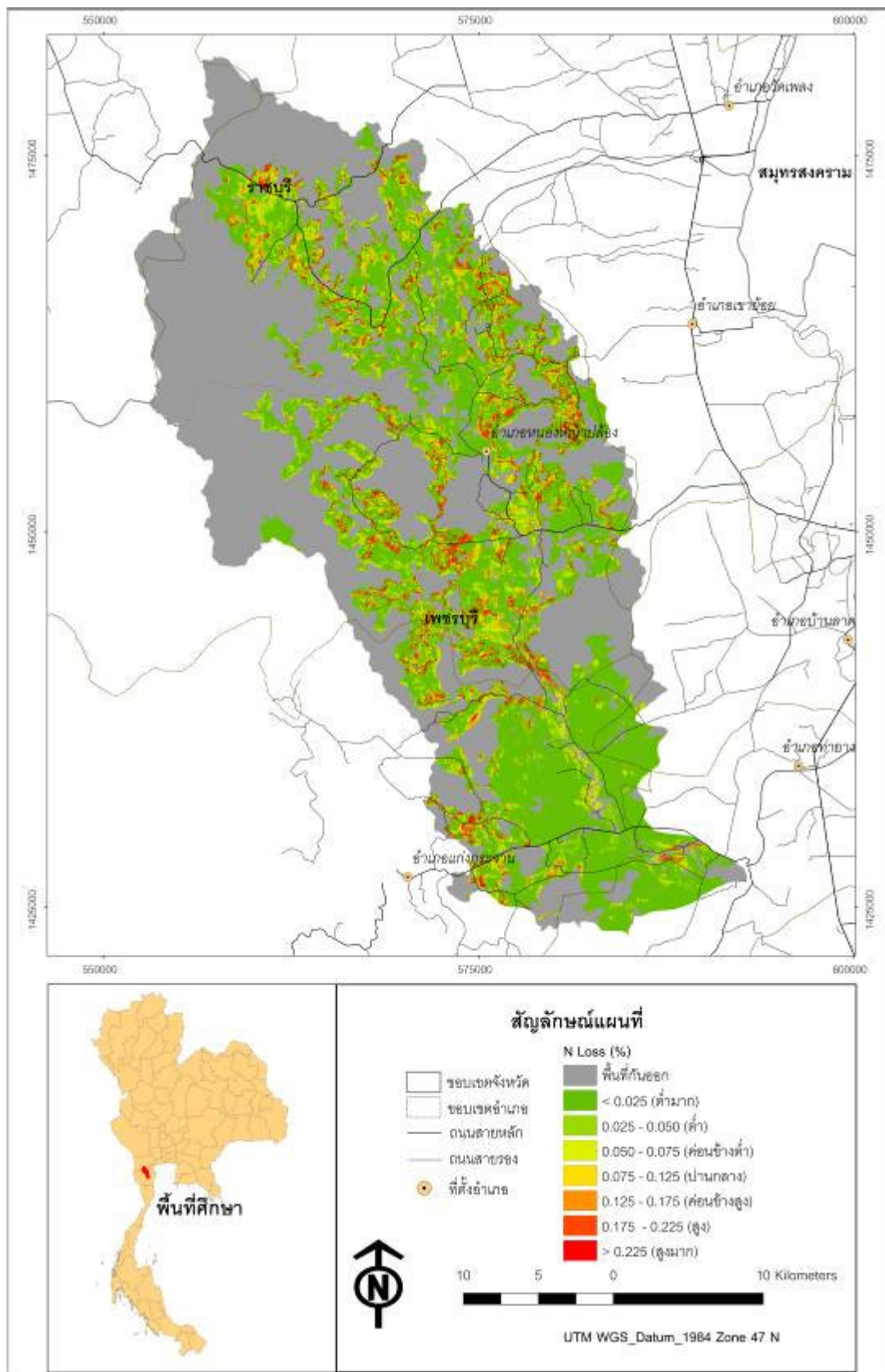
ผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุโพแทสเซียม พบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน ปี พ.ศ. 2550 มีการสูญเสียโพแทสเซียม ประมาณ 34.64 ตัน หรือ 34,642 กิโลกรัม ซึ่งพื้นที่สูญเสียโพแทสเซียม มากอยู่บริเวณตอนกลาง และตอนล่างฝั่งตะวันตกของลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นบริเวณพื้นที่ของชุดดินกำแพงแสน และชุดดินตาคีตามลำดับ ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ และสวนผลไม้ ดังภาพประกอบ 14

ผลการศึกษาการสูญเสียธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม จากการพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน สามารถสรุปได้ดังตาราง 13

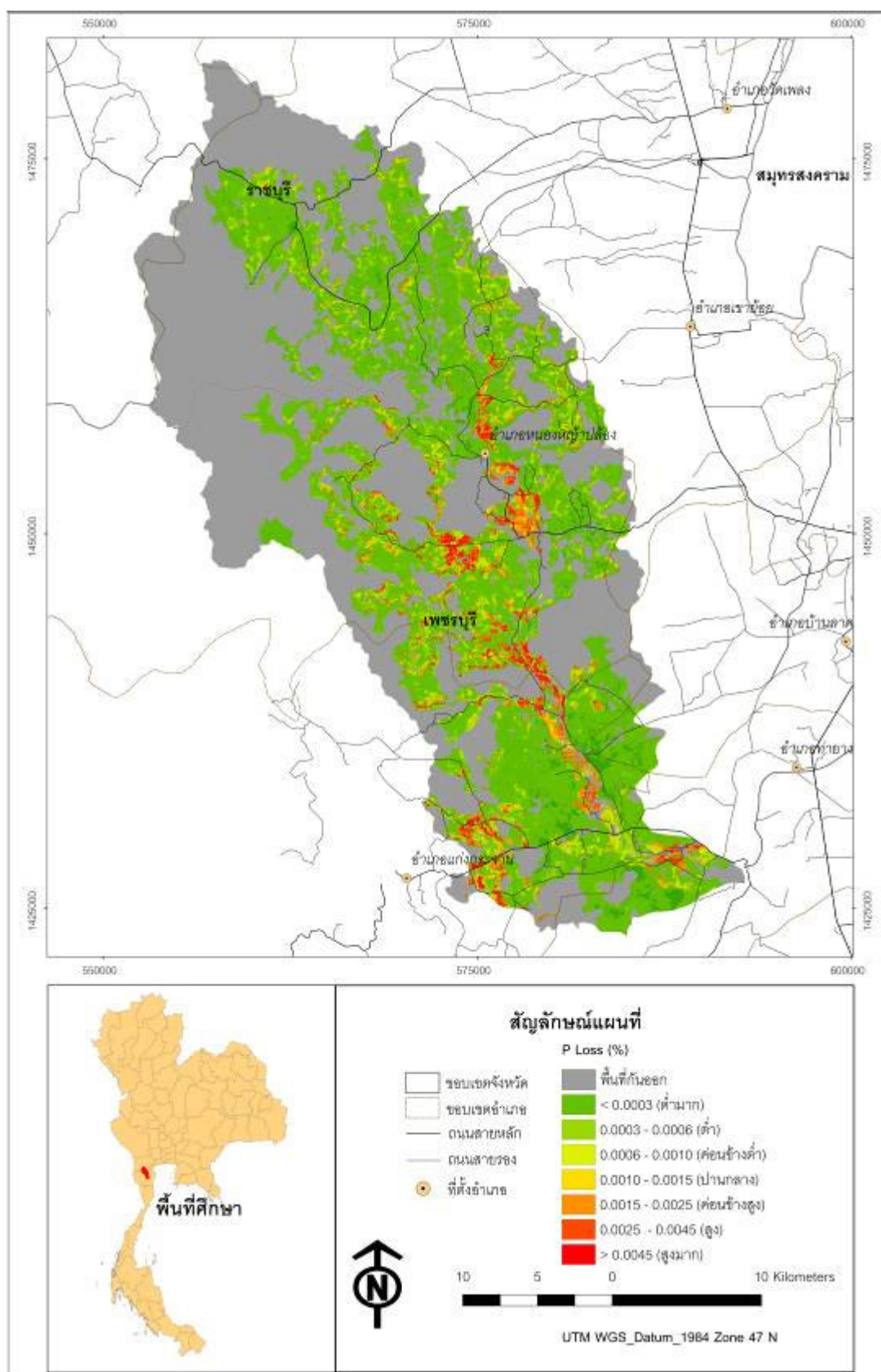
ตาราง 13 ปริมาณสูญเสียธาตุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

ธาตุอาหาร	ปริมาณ	
	ตัน	กิโลกรัม
ไนโตรเจน (N)	283.43	283,427
ฟอสฟอรัส (P)	3.55	3,554
โพแทสเซียม (K)	34.64	34,642

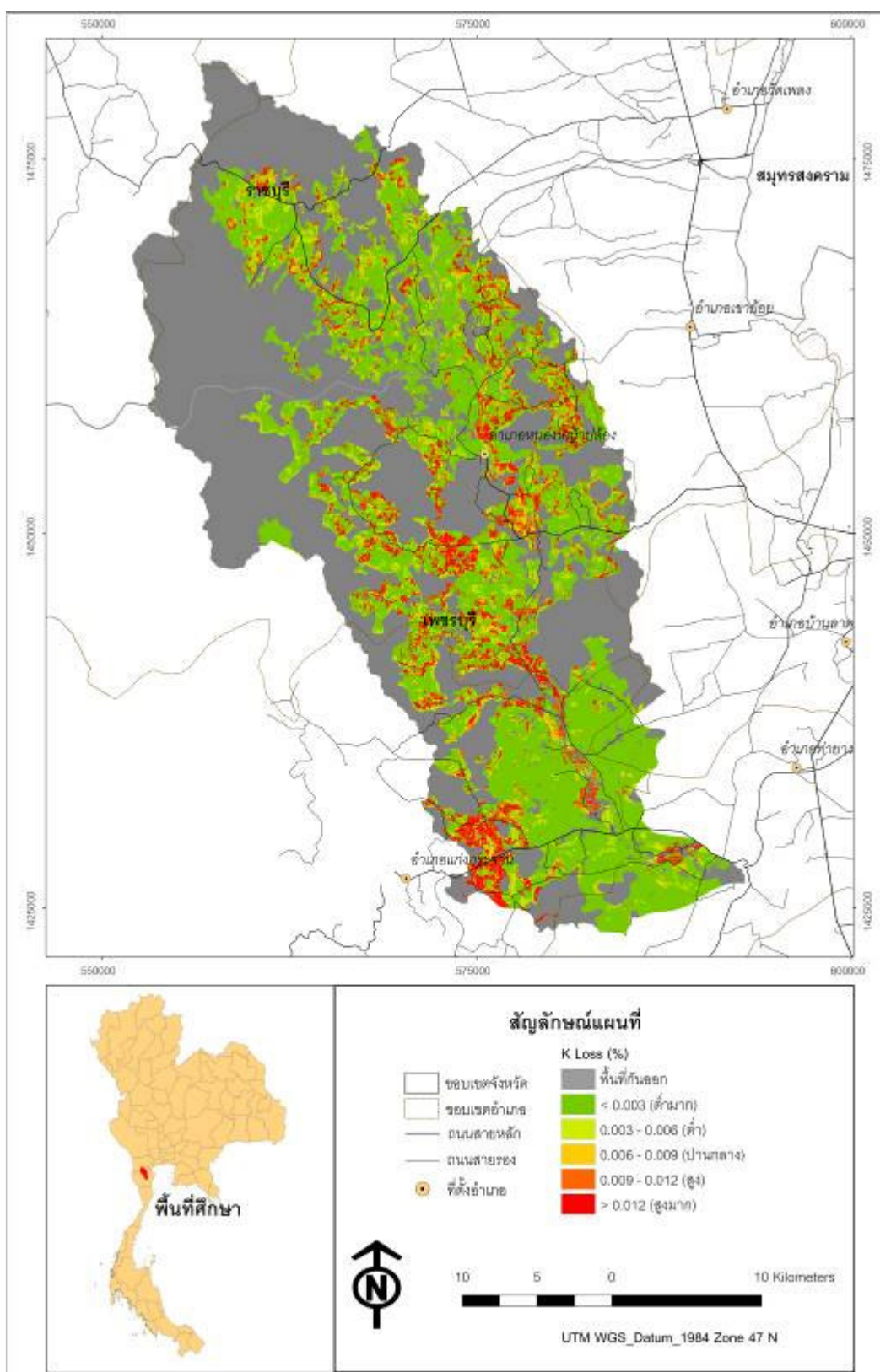
ที่มา: จากการคำนวณ.



ภาพประกอบ 12 แผนที่แสดงค่าการสูญเสียธาตุไนโตรเจนจากการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน



ภาพประกอบ 13 แผนที่แสดงค่าการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสจากการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน



ภาพประกอบ 14 แผนที่แสดงค่าการสูญเสียโพแทสเซียมจากการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่
ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

8. การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ย

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ย เป็นการประเมินปริมาณธาตุอาหารที่คำนวณได้จากข้อมูลการสูญเสียธาตุอาหาร ในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในปุ๋ยเดี่ยวที่กำหนด โดยปุ๋ยเดี่ยวที่เหมาะสมที่ใช้ในการคำนวณการคืนธาตุอาหารในรูปปุ๋ย คือ ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ผลการศึกษาการคำนวณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในรูปปุ๋ยยูเรีย ซูเปอร์ฟอสเฟต โพแทสเซียมคลอไรด์ จากการพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน สามารถสรุปได้ดังตาราง 14

ตาราง 14 ปริมาณปุ๋ยเปรียบเทียบที่คำนวณได้จากการสูญเสียธาตุอาหารในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

ปุ๋ยเปรียบเทียบ	ปริมาณ	
	ตัน	กิโลกรัม
ยูเรีย	616.15	616,146
ซูเปอร์ฟอสเฟต	16.97	16,967
โพแทสเซียมคลอไรด์	69.55	69,551

ที่มา: จากการคำนวณ.

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในรูปปุ๋ย เพื่อให้เกิดการนำไปใช้ประโยชน์ จึงจัดทำแผนที่แสดงความต้องการใช้ปุ๋ย ในโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม โดยแบ่งเป็นความต้องการเพิ่มปุ๋ยกลับลงสู่ดิน เป็น 5 ระดับ ได้แก่ 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 และ มากกว่า 25 กิโลกรัม สำหรับการคำนวณใส่ปุ๋ยกลับคืนสู่ดิน สามารถแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นแต่ละชนิดของปุ๋ยได้ดังนี้

9.1 การวิเคราะห์ไนโตรเจนในรูปปุ๋ยยูเรีย

การวิเคราะห์การสูญเสียปุ๋ยยูเรียได้จากการประเมินธาตุไนโตรเจน ในรูปปุ๋ยยูเรีย โดยปุ๋ยยูเรียมีสัดส่วนของธาตุไนโตรเจน 46%

ผลการวิเคราะห์การสูญเสียปุ๋ยยูเรีย พบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน (ยกเว้นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน) มีปริมาณไนโตรเจนในรูปปุ๋ยยูเรียประมาณ 616.15 ตัน หรือ 616,146 กิโลกรัม ดังภาพประกอบ 15

9.2 การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต

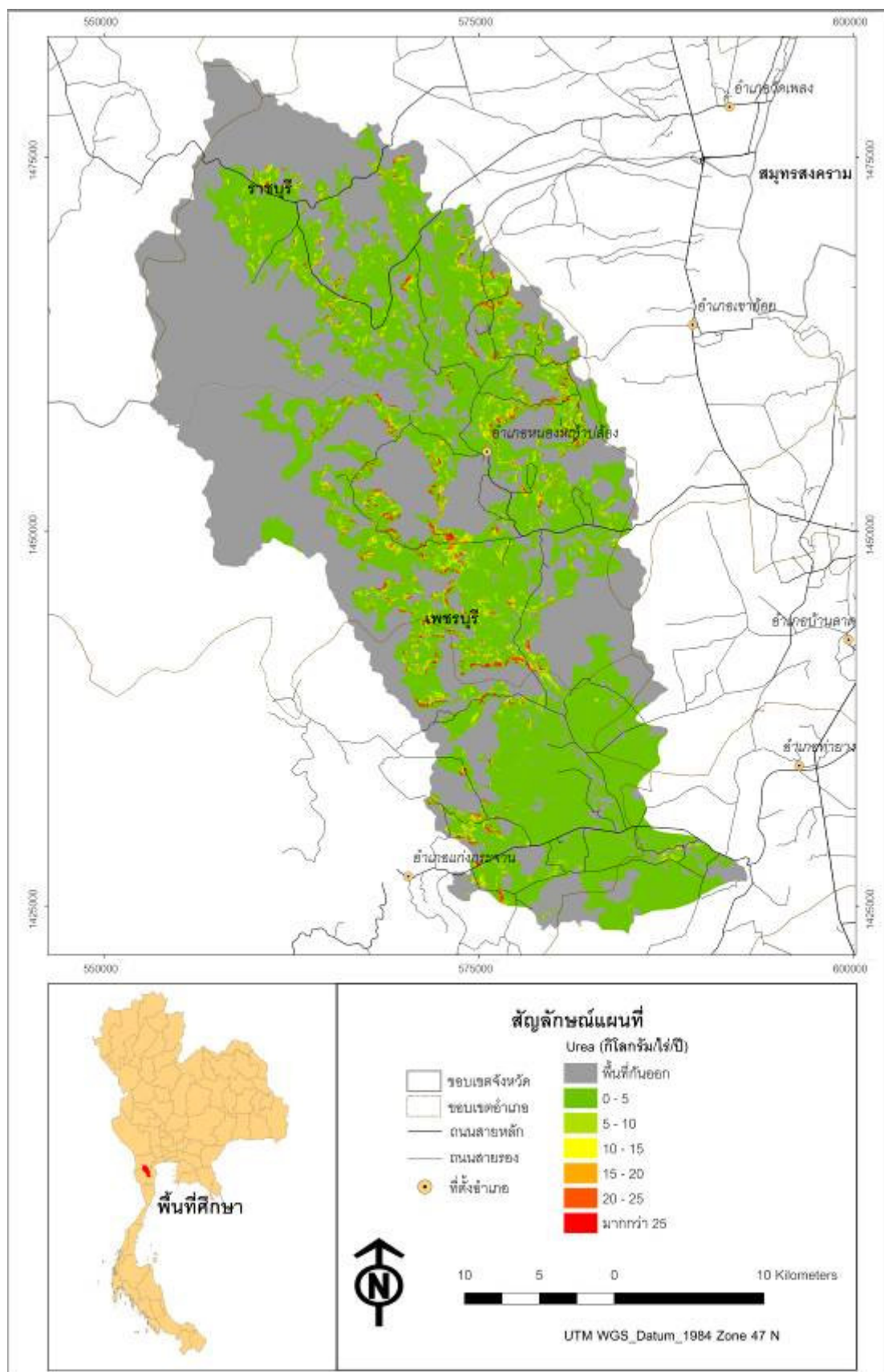
การวิเคราะห์การสูญเสียปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต ได้จากการประเมินธาตุฟอสฟอรัส ในรูปปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต ฟอสฟอรัสที่ใช้ในการประเมินต้องอยู่ในรูป P_2O_5 โดยปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต มีสัดส่วนของธาตุฟอสฟอรัส 48%

ผลการวิเคราะห์การสูญเสียปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต พบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน (ยกเว้นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน) มีปริมาณฟอสฟอรัสในรูปปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต ประมาณ 16.97 ตัน หรือ 16,967 กิโลกรัม ดังภาพประกอบ 16

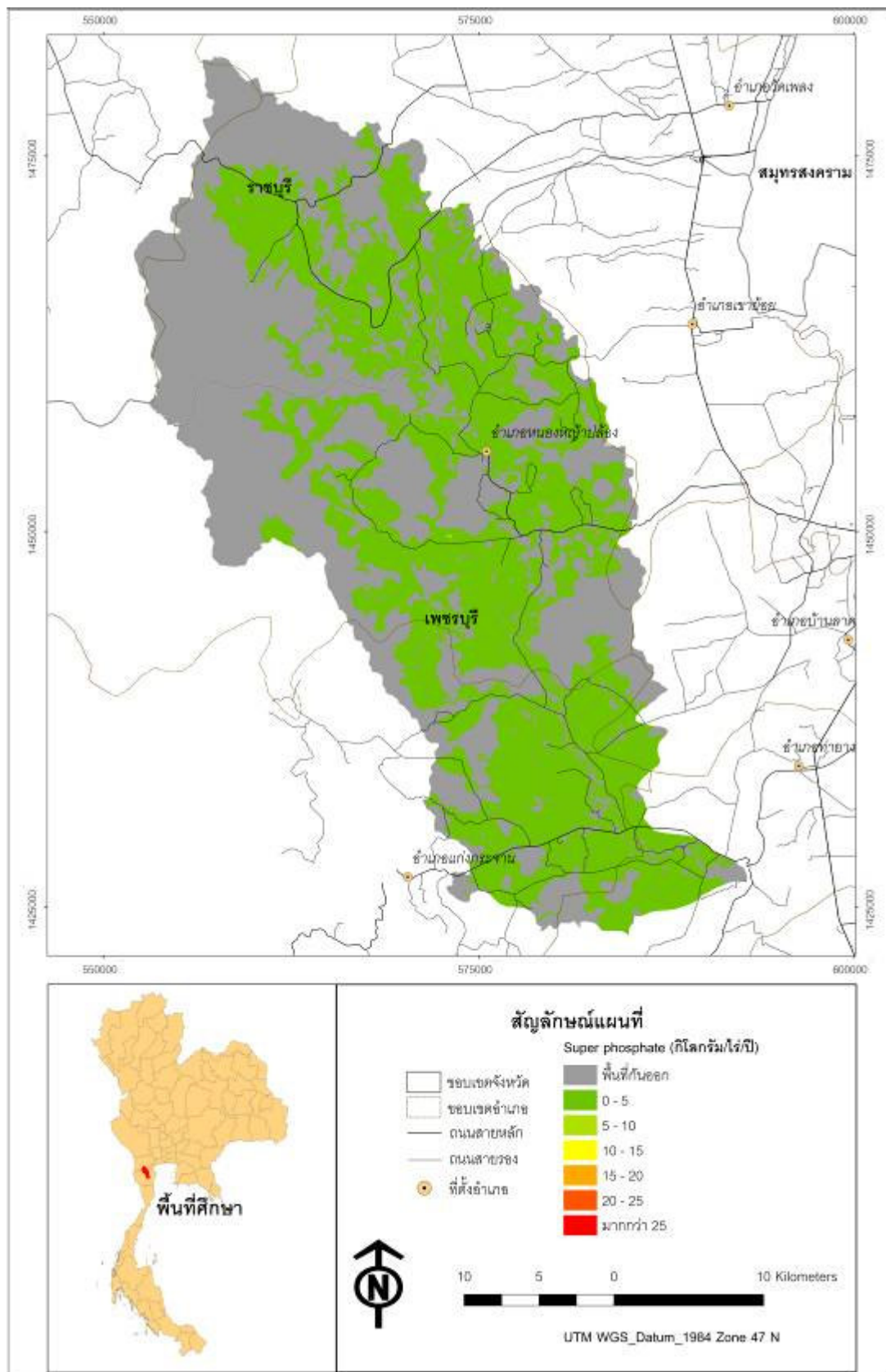
9.3 การวิเคราะห์โพแทสเซียมในรูปปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์

การวิเคราะห์การสูญเสียโพแทสเซียมคลอไรด์ ได้จากการประเมินธาตุโพแทสเซียมในรูปปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ โพแทสเซียมที่ใช้ในการประเมินต้องอยู่ในรูป K_2O โดยปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ มีสัดส่วนของธาตุฟอสฟอรัส 60%

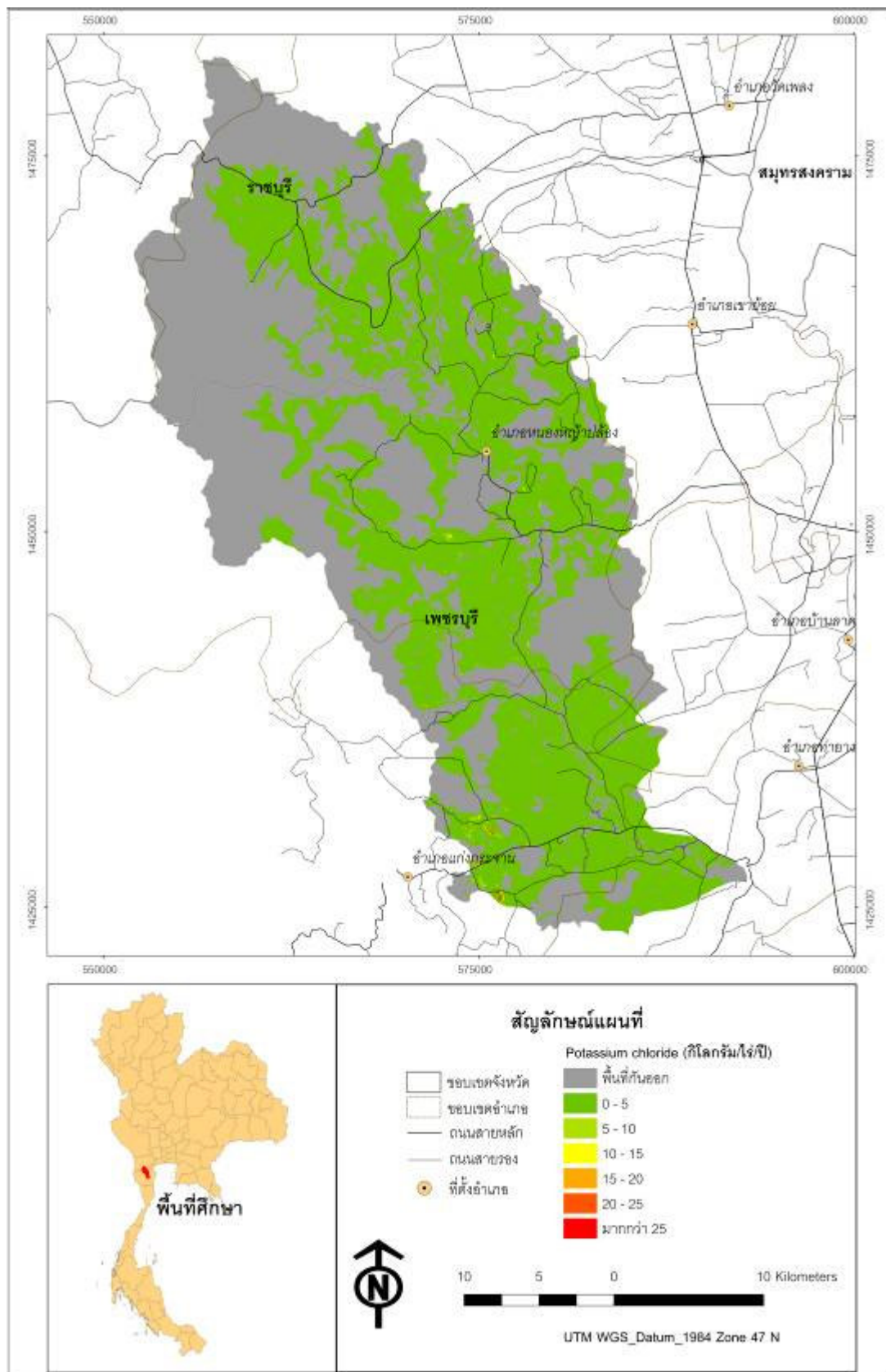
ผลการวิเคราะห์การสูญเสียปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ พบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน (ยกเว้นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน) มีปริมาณโพแทสเซียมในรูปปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ ประมาณ 69.55 ตัน หรือ 69,551 กิโลกรัม ดังภาพประกอบ 17



ภาพประกอบ 15 แผนที่แสดงปริมาณปุ๋ยยูเรียที่คำนวณได้จากการสูญเสียธาตุไนโตรเจนในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน



ภาพประกอบ 16 แผนที่แสดงปริมาณปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตที่คำนวณได้จากการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน



ภาพประกอบ 17 แผนที่แสดงปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่คำนวณได้จากการสูญเสียธาตุโพแทสเซียมในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การใช้สมการสูญเสียดินสากลเพื่อประเมินการสูญเสียธาตุอาหารพืช ในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน โดยได้นำปัจจัยที่เกี่ยวข้องมาคำนวณ วิเคราะห์ เพื่อให้ตรงกับความต้องการในงานวิจัย และพิสูจน์สมมติฐานการวิจัย ซึ่งความมุ่งหมายในการวิจัย ได้แก่

1. เพื่อศึกษาสภาพความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล
2. เพื่อประเมินการสูญเสียดินในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล
3. เพื่อประเมินการสูญเสียธาตุอาหารหลัก ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ในรูปปุ๋ย ในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

และสมมติฐานการวิจัย คือ ธาตุอาหารหลักในดินที่สูญเสียไปสามารถคำนวณได้จากสมการสูญเสียดินสากล

จากความมุ่งหมายในการวิจัย และสมมติฐานการวิจัย ทำให้ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานราชการต่าง ๆ ที่ได้มีการจัดเก็บข้อมูลบางส่วนไว้แล้ว และสร้างฐานข้อมูลใหม่จากข้อมูลของหน่วยงานราชการ ประกอบด้วย

- แผนที่ภูมิประเทศประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 จากกรมแผนที่ทหาร จำนวน 8 ระวัง ลำดับชุด L7018 ระวังที่ 4835I 4835II 4934I 4934IV 4935I 4935II 4935III และ 4935IV
- ข้อมูลลุ่มน้ำ มาตราส่วน 1:50,000 ปี พ.ศ. 2543 จากสำนักนโยบายและแผนคุณภาพสิ่งแวดล้อม รูปแบบดิจิทัล
- ข้อมูลชุดดิน จังหวัดราชบุรี และจังหวัดเพชรบุรี ปี พ.ศ. 2535 มาตราส่วน 1:50,000 จากกรมพัฒนาที่ดิน รูปแบบดิจิทัล
- ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาห้วยแม่ประจัน ปี พ.ศ. 2550 มาตราส่วน 1:25,000 จากกรมพัฒนาที่ดิน รูปแบบดิจิทัล
- ข้อมูลตำแหน่งสถานีน้ำฝนและสถิติปริมาณน้ำฝน รายปี พ.ศ. 2550 จากกรมอุตุนิยมวิทยา รูปแบบดิจิทัล จำนวน 11 สถานี เลขที่สถานี 424004, 424008, 424011, 424013, 424301, 465001, 465003, 465004, 465005, 465007 และ 465012
- ข้อมูลธาตุอาหารในดิน จากบัญชีธาตุอาหารในดินตามชุดดินของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2550 สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน
- ข้อมูลสารสนเทศจังหวัดราชบุรีและจังหวัดเพชรบุรี ปี พ.ศ. 2541 มาตราส่วน 1:50,000 จากกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม รูปแบบดิจิทัล

การวิจัยเริ่มโดยการนำข้อมูลต่าง ๆ มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. คำนวณปริมาณการชะล้างพังทลายของดินตามสมการสูญเสียดินสากล (USLE)
2. คำนวณความลึกของดินที่สูญเสียจากการชะล้างพังทลายของดิน
3. คำนวณปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ที่สูญเสียตามความลึก จากการชะล้างพังทลายของดิน
4. คำนวณปริมาณธาตุอาหารเปรียบเทียบในรูปปุ๋ย จากธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ที่สูญเสียจากการชะล้างพังทลายของดิน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับสมการสูญเสียดินสากล (USLE) เพื่อประเมินหาธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และคำนวณธาตุอาหารในรูปปุ๋ย ยูเรีย ซูเปอร์ฟอสเฟต โพแทสเซียมคลอไรด์ ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน ได้ผลการศึกษา ดังนี้

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณการพังทลายดินในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) พบว่าปริมาณการพังทลายของดินคิดเป็น 513,994 ตัน/ปี โดยมีพื้นที่กันออก 57.14 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 5.05 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด และสภาพความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน สามารถแบ่งชั้นความรุนแรงเป็น 5 ระดับได้แก่

1. ชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายดินในระดับน้อยมาก ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเทือกเขาสูง แต่มีสภาพการใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ป่า มีขนาดพื้นที่เท่ากับ 899.58 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 79.48 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำ
2. ชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายอยู่ในระดับน้อย มีสภาพพื้นที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดถึงราบ มีสภาพการใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ป่าบางส่วน หมู่บ้าน และปลูกไม้ยืนต้น พื้นที่การชะล้างพังทลายอยู่ในระดับน้อย มีขนาดพื้นที่เท่ากับ 148.33 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 13.11 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด
3. ชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายอยู่ในระดับปานกลาง มีสภาพพื้นที่เป็นเทือกเขามีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาด พื้นที่ที่เป็นที่ราบมีสภาพการใช้ที่ดินพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม หมู่บ้าน ปลูกสวน มีขนาดพื้นที่เท่ากับ 22.36 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 1.97 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด
4. ชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายอยู่ในระดับรุนแรง มีสภาพพื้นที่เป็นเทือกเขามีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชัน เป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม ปลูกสวนผลไม้ พืชไร่ มีขนาดพื้นที่เท่ากับ 2.68 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.24 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด

5. ชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลายอยู่ในระดับรุนแรงมาก มีสภาพพื้นที่เป็นเทือกเขามีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชันและภูเขา เป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม ปุ่มพีชไร่ พืชผัก ไม้ดอก พื้นที่ มีขนาดพื้นที่เท่ากับ 1.69 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.15 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์สภาพความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินสามารถสรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจันมีสภาพการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับน้อยมาก โดยคิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 79.48 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหาร ในโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน พบว่าปริมาณการสูญเสียธาตุไนโตรเจน ประมาณ 283.43 ตัน/ปี และคำนวณเป็นปริมาณปุ๋ยยูเรียได้เท่ากับ 616.15 ตัน/ปี การสูญเสียธาตุฟอสฟอรัส ประมาณ 3.55 ตัน/ปี และคำนวณเป็นปริมาณปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตได้เท่ากับ 16.97 ตัน/ปี การสูญเสียธาตุโพแทสเซียมประมาณ 34.64 ตัน/ปี และคำนวณเป็นปริมาณปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ได้เท่ากับ 69.55 ตัน/ปี

จากสรุปผลการวิจัยสามารถพิสูจน์สมมติฐานการวิจัยได้ว่า ธาตุอาหารหลักในดินที่สูญเสียไปสามารถคำนวณได้จากสมการสูญเสียดินสากล

อภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยของสมการที่มีผลต่อปริมาณการพังทลายของดินและปริมาณการพังทลายของดินในพื้นที่ศึกษา โดยใช้ข้อมูลและโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของฝน (R) จากการศึกษาพบว่า ค่าปริมาณน้ำฝนใน ปี พ.ศ. 2550 ของสถานีแวดล้อมพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าสถานีภายในลุ่มน้ำ โดยเฉพาะสถานีที่ว่าการอำเภอสนมั่ง มีค่าปริมาณน้ำฝนเพียง 65.7 มิลลิเมตร ทำให้เส้นเท่าน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำมีลักษณะเป็นวงลดระดับลงไป ส่งผลให้ค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของฝนจะมีมากทางตอนกลางของลุ่มน้ำ ทำให้ผิวหน้าของดินเกิดการพังทลายได้ง่ายกว่าบริเวณส่วนอื่นของลุ่มน้ำ

2. การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดิน (K) ข้อมูลชุดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำมีบริเวณพื้นที่ซึ่งมีข้อมูลอยู่น้อย ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (Slope Complex) ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 57.40 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ทำให้ต้องใช้ค่าหน่วยทางธรณีวิทยา ซึ่งค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดิน จากค่าหน่วยทางธรณีวิทยาส่วนใหญ่จะสูงกว่าค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดินที่ได้จากชุดดิน โดยเฉพาะหน่วยทางธรณีวิทยาในหมวดตะกอนตะกอนน้ำ ยุคควอเตอร์นารี (Qt) มีค่าสูงถึง 0.56 ซึ่งอยู่บริเวณตอนกลางของลุ่มน้ำ

3. การวิเคราะห์ค่าความยาวและความชันของความลาดเท (LS) ในการประเมินค่าปัจจัยความลาดชันของพื้นที่ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน พบว่าพื้นที่ทางเหนือ ทางตะวันออก และตะวันตกของพื้นที่ลุ่มน้ำ มีค่าปัจจัยความลาดชันของพื้นที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากลักษณะทาง

ธรณีวิทยาเป็นเทือกเขาทอดเป็นแนวจากเหนือจรดใต้ สลับภูเขาลอนลาด ระหว่างเทือกเขาทั้งสองด้านจะเป็นที่ราบลระดับลงมาจากทางพื้นที่ตอนกลางค่อนลงมาทางใต้ จึงมีค่าปัจจัยความลาดชันของพื้นที่ลดลงตามลำดับ

4. การวิเคราะห์ค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการ (C) ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่รอบพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นพื้นที่ป่า มีค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการ เท่ากับ 0.015 ซึ่งมีค่าต่ำ และจะสูงมากในพื้นที่ปลูกพืชไร่ สวนผลไม้ พืชผัก ไม้ดอก ซึ่งจะพบตอนกลางตลอดทางเหนือจรดใต้ ของพื้นที่ลุ่มน้ำ เมื่อนำข้อมูลถนนมาซ้อนทับ จะพบว่าค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการซึ่งเกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน จะเปลี่ยนไปตามแนวถนนพาดผ่าน ดังภาพประกอบในภาคผนวก ข

5. การวิเคราะห์ค่าวิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดิน (P) ผลการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินในภาคสนามพบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจันมีการทำนาข้าวอยู่บ้าง ทางตอนใต้ของลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการอนุรักษ์ดิน จึงให้ค่าวิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดิน เท่ากับ 0.1 มีเนื้อที่อยู่ประมาณร้อยละ 3.58 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ สำหรับการเพาะปลูกพืชไร่ในพื้นที่ศึกษาไม่มีวิธีการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินที่จะเกิดขึ้น พื้นที่ส่วนใหญ่ทำการเกษตรหรือมีการจัดการแบบธรรมชาติ ไม่ได้นำหลักการในการอนุรักษ์ดินและน้ำมาใช้ ดังนั้นจึงให้ค่าปัจจัยตามรูปแบบการใช้ที่ดินที่พบ จึงให้ค่าวิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดิน เท่ากับ 1.0 ส่วนแหล่งน้ำและหมู่บ้านให้เป็นพื้นที่กั้นออก ข้อกำหนดของกรมพัฒนาที่ดิน

6. วิเคราะห์ค่าปริมาณการพังทลายของดิน ในลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน จากการศึกษาการชะล้างพังทลายพบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน มีค่าปริมาณการพังทลายของดินอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากค่าปัจจัยสมการสูญเสียดินสากล (USLE) เมื่อนำมาวิเคราะห์แล้ว ส่วนใหญ่จะพบว่า ในพื้นที่หนึ่งหน่วยของการวิเคราะห์ ค่าที่สูงของแต่ละปัจจัย จะไม่ได้อยู่ในหน่วยพื้นที่เดียวกัน แต่ในหน่วยพื้นที่นั้น จะมีค่าที่สูง และต่ำของแต่ละปัจจัยอยู่รวมกัน เช่นพื้นที่ทางฝั่งตะวันตกของลุ่มน้ำ เป็นพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันสูง แต่เป็นพื้นที่ของป่า และมีค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของดินอยู่ในระดับต่ำ ทำให้บริเวณส่วนใหญ่ทางฝั่งตะวันตกของพื้นที่ลุ่มน้ำ มีค่าการชะล้างพังทลายดินอยู่ระดับน้อยมาก

7. การวิเคราะห์การสูญเสียธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และการประเมินหาธาตุอาหารที่สูญเสียจากการชะล้างพังทลายของดิน จะใช้ข้อมูลชุดดินเป็นตัวกำหนดค่าปริมาณธาตุอาหารในดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน ซึ่งเป็นพื้นที่ไม่มีค่าปริมาณธาตุอาหารในดิน ทำให้พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนเป็นพื้นที่กั้นออก ไม่นำมาวิเคราะห์ร่วมกับพื้นที่การสูญเสียดิน การสูญเสียธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เท่ากับ 283.43, 3.55, 34.64 ตัน/ปี ตามลำดับ จึงไม่ใช่ค่าการสูญเสียธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำ

8. การวิเคราะห์ธาตุอาหารในรูปปุ๋ย เป็นการคำนวณหาธาตุอาหารเปรียบเทียบในรูปปุ๋ยเคมี คือ ปุ๋ยยูเรียได้จากการสูญเสียธาตุไนโตรเจน ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟตเปรียบเทียบได้จาก

การสูญเสียธาตุฟอสฟอรัส ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์เปรียบเทียบได้จากการสูญเสียธาตุโพแทสเซียม ซึ่งต้องสอดคล้องกับการสูญเสียธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ฉะนั้น การสูญเสียธาตุอาหารเปรียบเทียบในรูปปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ เท่ากับ 616.15, 16.97 และ 69.55 ตัน/ปี ตามลำดับ จึงไม่ใช่ค่าการสูญเสียธาตุอาหารในรูปปุ๋ย ทั้งหมดในพื้นที่ลุ่มน้ำ

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. การวิเคราะห์ค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของฝน ควรใช้ข้อมูลสถานีวัดน้ำฝนจากกรมชลประทานนำมาวิเคราะห์ด้วย เพื่อให้สถานีเวดล้อมเพิ่มขึ้นพื้นที่ศึกษา และค่าความถี่ของข้อมูลเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ดัชนีการชะล้างพังทลายของฝนมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2. การวิเคราะห์ค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดิน ควรเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษานำมาวิเคราะห์ ทำให้ข้อมูลมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น และขจัดปัญหาการใช้ค่าทางธรณีวิทยาที่นำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดิน รวมถึงปัญหาของพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน ที่ไม่สามารถนำมาคำนวณหาธาตุอาหารที่สูญเสียได้

3. การวิเคราะห์ค่าการเพาะปลูกพืช การจัดการ ค่าวิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดิน อาจใช้ภาพถ่ายดาวเทียม มาทำการวิเคราะห์ร่วมกับการข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

4. การวิเคราะห์ค่าปริมาณการพังทลายของดิน ควรประเมินหาสัดส่วนของตะกอนที่เกิดจากการพังทลายของดิน เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์แบบราสเตอร์ (Raster Base) ข้อมูลการสูญเสียดินจากพื้นที่หน่วยหนึ่ง อาจไปรวมกับหน่วยข้างเคียง การวิเคราะห์ค่าปริมาณการพังทลายของดินโดยไม่ประเมินสัดส่วนของตะกอนร่วมด้วย ทำให้ข้อมูลการสูญเสียดินไม่ใช่ข้อมูลที่แท้จริงของปริมาณดินที่สูญเสียออกจากพื้นที่

5. การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาโดยใช้ข้อมูลน้ำฝน ปี พ.ศ. 2550 ปีเดียว จึงควรทำการศึกษาปีอื่นย้อนหลัง รวมถึงลุ่มน้ำอื่น ๆ เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการเกษตร. (2536). เอกสารวิชาการความรู้เรื่องดิน. กองปฐพีวิทยา กรมฯ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2550). ธรณีวิทยาประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรมฯ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2528). การป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน. กรุงเทพฯ: กรมฯ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- , (2542). ร่างรายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2542. กรุงเทพฯ: กรมฯ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- , (2543). การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กรมฯ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- , (2543). ระบบเรียกใช้ข้อมูลการพังทลายของดิน EROSVIEW 1.0. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สืบค้นจากห้องสมุดกรมพัฒนาที่ดิน.
- , (2545). การประเมินการสูญเสียดินในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กรมฯ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- , (2547). คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย ปืช วัสดุปรับปรุงดินและการวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: กรมฯ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- , (2550). บัญชีธาตุอาหารในดินตามชุดดินของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมฯ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (2552). อากาศประจำวันของจังหวัดต่าง ๆ. (เอกสารเผยแพร่). กลุ่มภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา กรมฯ.
- กิตติมา ศิวอาทิตย์กุล; และคณะ. (2542). ศึกษาอัตราส่วนของตะกอนและธาตุอาหารหลักของพืชที่ถูกพัดพา จากพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแกแล อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง. รายงานวิจัย. กรุงเทพฯ: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- , (2545). การวิเคราะห์การสูญเสียตะกอนและธาตุอาหารหลักของพืชจากพื้นที่ลุ่มน้ำกรณีศึกษาลุ่มน้ำห้วยแกแล อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง. รายงานวิจัย. กรุงเทพฯ: กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2548). ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- จักรชัย ชุ่มจิตต์. (2542). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และสมการสูญเสียดินสากลเพื่อกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิง. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีบริหารสิ่งแวดล้อม).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- จันทร์เพ็ญ ชุตินาเทรินทร์. (2541). ผลกระทบจากการปลูกข้าวไร่ของชาวกะเหรี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดินกรณีศึกษา: บ้านแม่ริตป่าแก อำเภอมะเข่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีบริหารสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชนบท) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- ชาติรี มากนวล. (2534). การประมาณค่าประสิทธิภาพการควบคุมการพังทลายของดินในสมการการสูญเสียดินสากลของสวนป่าไม้โตเร็ว อายุ 7 ปี บนชั้นดินไคดิน บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การจัดการลุ่มน้ำ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ชาลี นาวานเคราะห์. (2549). ที่ดินเสื่อมโทรม. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- เดชา สัมฤทธิ์; และคณะ. (2540). การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินและการพัฒนาอาหารพืชจากชุดดินต่าง ๆ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.
- ดุสิต มานะจุติ. (2535). ปลูกพืชไร่ทั่วไป. เชียงใหม่: งานส่งเสริมการวิจัยและตำรา กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ดวงตา ไฉ่เจริญรัตน์. (2528). การเปรียบเทียบการสูญเสียดินจากแปลงทดลองและจากการใช้สมการการสูญเสียดินสากลในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคตะวันออก: พื้นที่ลุ่มน้ำแกแล อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ปลูกพืชไร่). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ถวิล ครุฑกุล. (2540). เกษตรยั่งยืน การใช้ดิน-ปุ๋ย. กรุงเทพฯ. ไร่เขียว.
- ถวิล โกศลอนันตวงศ์. (2528). การประมาณค่าการควบคุมการพังทลายของดินในสมการการสูญเสียดินสากล (USLE) สำหรับป่าดิบเขาที่มีเปอร์เซ็นต์เรือนยอดปกคลุมในระดับต่าง ๆ กัน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การจัดการลุ่มน้ำ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- นวรรตน์ ไกรพานนท์; และ ศิวัช แก้วเจริญ. (2550, สิงหาคม). ศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในดินเป็นแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจก. วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ. 22(3): 50-55
- นารี สุทธิปริดา. (2527). การอนุรักษ์ดิน. ปทุมธานี: แผนกปลูกพืชไร่ ศูนย์ฝึกอบรมวิศวกรรมเกษตร.
- นิพนธ์ ตั้งธรรม. (2527). การควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิวัติ เรืองพานิช. (2514). รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 13. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ประพจน์ เกิดสืบ. (2538). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และสมการสูญเสียดิน
สากลในการประเมินการชะล้างพังทลายของดิน เพื่อการวางแผนอนุรักษ์ดินและน้ำ
บริเวณอำเภอเมืองน่าน และอำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยี
บริหารสิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- ประพิชิต วายุอัคคี. (2547). ดินและปุ๋ย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ฐานเกษตรกรรม.
- ประกาศศรี จงประดิษฐ์นันท์; และคณะ. (2549, สิงหาคม). การสูญเสียดินจากการพังทลาย
ของดินในพื้นที่ปลูกสับปะรด. วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ. 21(3): 41-51.
- ปราโมทย์ ยาใจ. (2536). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการคาดคะเนปริมาณ การชะ
ล้างพังทลายของดินในบริเวณพื้นที่โครงการพัฒนาโดยตุง. วิทยานิพนธ์ วท.ม.
(ปฐพีวิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ปวิธ สนั่นเมือง. (2550). การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน
เพื่อประเมินสัดส่วนการตกตะกอนที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงในจังหวัด
นครราชสีมา. ปริญญาานิพนธ์ วท.ม. (ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- พจนีย์ มอญเจริญ. (2544). การใช้ข้อมูลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปรับปรุงบำรุงดินและการใช้ปุ๋ย.
กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- พวงเพชร ธนสิน. (2543). ภูมิศาสตร์กายภาพแนวบูรณาการ. (เอกสารประกอบคำสอน). เชียงใหม่:
ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. อัดสำเนา.
- พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์. (2536). การศึกษาเปรียบเทียบการสูญเสียดินระหว่างสมการการสูญเสียดิน
สากล (USLE) กับแปลงทดลองในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยี
บริหารสิ่งแวดล้อม) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- ไพฑูรย์ ปิยะปกรณ. (2524). การวิเคราะห์เชิงปริมาณการพังทลายของดินในจังหวัดบุรีรัมย์ โดยใช้
สมการสากลของการสูญเสียดิน. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ไพบุลย์ ภูริเวทย์. (2542). ชีวิตและระบบนิเวศวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ภักสิริ ตลาภา. (2548). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการคาดคะเนปริมาณการชะ
ล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยน้ำซุ่น อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้
แบบจำลอง Morgan-Morgan and Finney. วิทยานิพนธ์ วท.ม.(เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- มุกดา สุขสวัสดิ์. (2544). ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- มนู ศรีขจร. (2529). การชะล้างพังทลายของดินและแนวทางการอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรุงเทพฯ: กอง
อนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน.
- ยงยุทธ โอสดสภา. (2528). หลักการผลิตและการใช้ปุ๋ย. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

- ยงยุทธ โอสดสภา; อรรถดิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์; และชวลิต ฮงประยูร. (2551). *ปุ๋ยเพื่อการเกษตร* ยั่งยืน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน.
- ยุทธชัย อนุรักษพันธ์; กิตติพงศ์ ทรงรักษ์เกรียติ; และอรรถ สมร่าง. (2547). *แบบจำลองการชะล้างพังทลายของดิน*. กรุงเทพฯ: กลุ่มวิจัยการจัดการดินและน้ำในพื้นที่เสี่ยงภัยทางเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ยุพาพร ทิพย์จริยาอุดม. (2546). การแทรกซึมน้ำของดินมีผลกระทบต่อระบบโลกอย่างไร. *วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี*. 31(126): 35-42.
- วิเชียร ฝอยพิกุล. (2536). *ความอุดมสมบูรณ์ของดิน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสุรินทร์.
- วินิตา เผื่อนาค. (2532). *ภูมิศาสตร์ดิน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วัฒนชัย ดำรงหาญวิทย์. (2528). *การคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายของดินในจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้สมการการสูญเสียดินสากล*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (ปฐพีวิทยา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- วันเลิศ วรรณปิยะรัตน์. (2529). *การประเมินค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน โสธร และปัจจัยการจัดการพืช สำหรับปอแก้วไทยต้นเขียว ในสมการการสูญเสียดินสากล ที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น*. วิทยานิพนธ์ วท.ม.(วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา; และคณะ (2523). *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศุภรัตน์ สาราญ. (2527). *ดัชนีพลังงานของน้ำฝนในสมการการสูญเสียดินสากลบนพื้นที่ภูเขาภาคเหนือของประเทศไทย*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การจัดการลุ่มน้ำ) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- สมเจตน์ จันทวัฒน์. (2522). *การอนุรักษ์ดินและน้ำ เล่มที่หนึ่ง: การพังทลายของดิน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- สายัณห์ สิงหกละ. (2530). *การศึกษาและวิจัยการชะล้างพังทลายของชุดดินต่าง ๆ จังหวัดแพร่*. เอกสารทางวิชาการฉบับที่ 69. กรุงเทพฯ: ฝ่ายมาตรฐาน กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- เสนห์ โรจนดิษฐ์. (2538). *อุทกภูมิศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สาราญ สมบูรณ์ผล. (2541). *ทรัพยากรดิน*. ใน *การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*. คณะอาจารย์ภาควิชาภูมิศาสตร์. หน้า 17-45. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

- องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ: เอฟเอโอ. (2538). *การอนุรักษ์ดินในประเทศที่กำลังพัฒนา*. แปลโดย ถนอมนวล ณ ป้อมเพชร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- อรรถ สมร่าง; และคณะ. (2548). *ดินเพื่อประชาชน*. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อุดม พนมเรีงศักดิ์; และคณะ. (2543). *แผนการใช้ที่ดิน ลุ่มน้ำสาขาห้วยแม่ประจัน*. กรุงเทพฯ: กองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- เอิบ เขียววันมย์. (2548). *การสำรวจดิน*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อำนาจ สุวรรณฤทธิ์. (2551). *ปัญหาการเกษตรและสิ่งแวดล้อม*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- Apai, Buncha. (2003). *An Integrative Agricultural Land Evaluation and Classification for Sustainable Land-Use in Uthai thani Province*. D.Sc. (Technology of Environmental Management). Bangkok: Mahidol University. Photocopied.
- Burwell, R. E; et al. (1975). Nutrient Transport in Surface Runoff as Influenced by Soil Cover and Seasonal Periods. In *Soil Science Society of America*. pp. 523-528. Madison: Soil Sci Soc Am J.
- Chinnamani, S; et al. (1982). Applicability of the Universal Soil Loss Equation in mountain watersheds in semiarid and humid regions. In *Proceedings of the Exeter Symposium*. pp. 229-237. Madras: IAHS.
- Firth, Carolyn; Hill, Twyla; & Nadgwick, Thomas. (2006). *Raft River Watershed Total Maximum Daily Load Implementation Plan for Agriculture*. Idaho: East Cassia Soil and Water Conservation District.
- Gupta, R. K. (1980). Consequences of deforestation and overgrazing on the hydrological regime of some experimental basins in India. In *Proceedings of the Helsinki Symposium*. pp.81-87. Helsinki: IAHS-AISH.
- Gustafson, A.F. (1937). *Conservation of The Soil*. New York: New York State College of Agriculture, Cornell University.
- Kirkby , M.J. (1977). Erosion by Water on Hillslopes. In *Introduction to Fluvial Processes*. by Richard J. Chorley. pp.98-107. Suffolk: Methuen.
- Langdale, G. W; et al. (1979). Nitrogen and Chloride Movement in Small Upland Piedmont Watersheds: II. Nitrogen and Chloride Transport in Runoff. In *Journal of Environmental Quality*. pp. 57-63. Madison: J Environ Qual.

- Liu, B.Y.; et al. (2000, September). Slope Length Effects on Soil Loss for Steep Slopes. In *Soil Science Society of America Journal*. 2000(64): 1759. Retrieved March 8, 2010 from <http://soil.scijsournals.org/cgi/reprint/64/5/1759.pdf>
- Lu, Hua.; et al. (2001). *Prediction of Sheet and Rill Erosion over the Australian Continent, Incorporating Monthly Soil Loss Distribution*. Technical Report 13/01. Canberra: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) Land and Water.
- Morgan, R.P.C. (1986). *Soil erosion and conservation*. Hong Kong: Longman.
- Morgan, R.P.C.; & Rickson, R.J. (1995). Water Erosion Control. In *Slop Stabilization and Erosion Control*. Morgan, R.P.C.; & Rickson, R.J. pp.134-186. London: E & FN SPON.
- Slack, A.V. (1976). Fertilizer Products. In *The Fertilizer Handbook*. William, C. White.; & Donald, N. Collins. pp. 47-63. Washington, D.C.: The Fertilizer Institute.
- Tisdale, L.Samuel; et al. (1993). *Soil Fertility and Fertilizers*. New York: Mcmillan Publishing Company.
- Tippayachan, Haruthai. (2006). *The Determination of Carbon Loss by Erosion and Sediment Transport Processes in Mea Thang Watershed, Rong Kwang District, Phrae Province*. M.Sc. (Technology of Environmental Management). Bangkok: Mahidol University. Photocopied.
- Terrence, J. Toy.; & Renard, K. G. (1997). *Guidelines for the use of the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. Denver: The Office of Technology Transfer Western Regional Coordinating Center Office of Surface Mining.
- Ullman, W.J.; et al. (2002). *Nutrient Transport and Cycling in an Agriculturally Impacted Coastal Watershed: Multidisciplinary Approaches to Interdisciplinary Environmental Problems*. Newark: College of Marine Studies. University of Delaware.
- Wendt, R. C.; & Corey, R. B. (1980). Phosphorus Variations in Surface Runoff from Agricultural Lands as a Function of Land Use. In *Journal of Environmental Quality*. pp. 130-134. Madison: J Environ Qual.
- Wischmeier, W.H.; & Smith, D.D. (1954). Rainfall Erosion. *Advances in agronomy*. Norman, Arthur Geoffrey. 109-144. Amsterdam: Academic Press.
- Wischmeier, W.H.; & Smith, D.D. (1978). *Predicting Rainfall- Erosion Losses A Guide to Conservation Planning*. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture (USDA).

Yu, Bofu. (2003). Erosion and Precipitation. *Encyclopedia of water science*. Stewart, B.A.; & Howell, A. Terry. pp. 214-217. New York: Marcel Dekker.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางค่าปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับคำนวณหาการสูญเสียดิน และธาตุอาหารในดิน

ตารางรายชื่อสถานีและค่าปริมาณน้ำฝนปี พ.ศ. 2550

หมายเลขสถานี	ชื่อสถานี	ปริมาณน้ำฝนปี พ.ศ. 2550 (มิลลิเมตร)
424004	ที่ว่าการอำเภอปากท่อ	2273.2
424008	ที่ว่าการอำเภอสวนผึ้ง	65.7
424011	สวนรุกชาติถ้ำจอมพล อ.จอมบึง	1274.1
424013	เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่น้ำภาชี	1065.7
424001	สภ.จังหวัดราชบุรี	1130.1
465001	สภ.จังหวัดเพชรบุรี	1131.9
465003	สำนักงานเกษตรอำเภอเขาย้อย	559.6
465004	สำนักงานเกษตรอำเภอบ้านลาด	1005.6
465005	สำนักงานเกษตรอำเภอท่ายาง	1064.9
465007	ที่ว่าการอำเภอหนองหญ้าปล้อง	1534.0
465012	สวนสมเด็จพระศรีนครินทร์	1328.3

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา. (2552).

ตารางค่า K factor ตามชุดดินของจังหวัดเพชรบุรี

ชุดดิน	สัญลักษณ์	ค่า K
ตาคลี	Tk	0.27
หนองแก	Nk	0.26
หนองแก-1	Nk-1	0.29
ท่าม่วง	Tm	0.26
เพชรบุรี	Pb	0.21
นครปฐม	Np	0.29
กำแพงแสน	Ks	0.50
ปราณบุรี	Pr	0.26
ท่ายาง	Ty	0.18

ที่มา: เตชะ สัมฤทธิ์; และคณะ. (2540). การศึกษาการชะล้างพังทลายของดินและการพัฒนาอาหารพืชจากชุดดินต่าง ๆ. กองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน. ภาคผนวก ก.-ก-9.

ตารางค่า K factor ภาคกลาง ตามหน่วยธรณีวิทยาในประเทศไทย

หน่วยธรณีวิทยา	สัญลักษณ์	เนื้อดินบน ⁽¹⁾	ค่า K
ตะกอนธารน้ำพา ยุคควอเตอร์เทอร์นารี	Qa	sil, sl, l, silcl, sic	0.30
ตะกอนตะพักลำน้ำ ยุคควอเตอร์เทอร์นารี	Qt	sl, scl, cl (g)	0.56
หินแกรนิต ยุคครีเทเชียส	Kgr	scl, cl, c	0.20
หมวดหินห้วยพุน้อย ยุคคาร์บอนิเฟอรัส	Chp	sl, scl, c (g)	0.30
หมวดหินเขาพระ ยุคคาร์บอนิเฟอรัส	Ckp	sl, scl, c (g)	0.30
หมวดหินเขาวังกระดาด ยุคคาร์บอนิเฟอรัส	Ckw	sl, scl, c (g)	0.30

เนื้อดินบน⁽¹⁾ : c คือ clay, cl คือ clay loam, l คือ loam, (g) คือ gravelly, ls คือ loamy sand, scl คือ sandy clay loam, sil คือ silt loam, silcl คือ silty clay loam, sl คือ sandy loam

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน. (2545). การประเมินการสูญเสียดินในประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 13.

ตารางค่า C-factor และ P-factor จำแนกตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำเพชรบุรี

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	C	P
ป่าเลน	0.003	1.000
ทุ่งหญ้า ไม้ละเมาะ ไร่ ป่าผลัดใบสมบูรณ์	0.015	1.000
นา นาไร่	0.028	0.100
ป่าผลัดใบเสื่อมโทรม	0.048	1.000
กระถิน ยางพารา ยูคาลิปตัส สนประดิพัทธ์ สะเดา สัก กฤษณา	0.088	1.000
ประดู่		
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ โรงเรือนเลี้ยงสัตว์	0.100	1.000
ปาล์มน้ำมัน ไม้ยืนต้นผสม	0.150	1.000
กล้วย มะนาว มะม่วง มะม่วงหิมพานต์ มะละกอ ส้ม ไม้ผลผสม	0.300	1.000
ข้าวโพด ปอแก้ว ปอกระเจา มันสำปะหลัง สับปะรด อ้อย พืชไร่	0.485	1.000
ผสม ไร่ร้าง		
พืชผัก ไม้ดอก	0.600	1.000
หมู่บ้าน ตัวเมืองและย่านการค้า สถานที่ราชการและสถาบันต่างๆ		
สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ โรงงานอุตสาหกรรม เหมืองแร่ บ่อขุด		พื้นที่กันออก
สุสานป่าช้า พื้นที่ลุ่ม ถนน แม่น้ำลำคลอง อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ บึง		

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน. (2543). ระบบเรียกใช้ข้อมูลการพังทลายของดิน EROSVIEW 1.0. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ตารางธาตุอาหาร อินทรีย์คาร์บอน (C), ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K)
ตามชุดดิน จากความลึกของดิน 0-25 เซนติเมตร

ชุดดิน	สัญลักษณ์	C (%)	N (%) ⁽¹⁾	P (มก. /กก.)	K (มก. /กก.)
ตาคลี	Tk	1.56	0.134	15.01	157.76
หนองแก	Nk	0.24	0.021	4.22	70.96
ท่าม่วง	Tm	0.79	0.068	2.28	106.72
เพชรบุรี	Pb	0.89	0.077	5.60	101.60
นครปฐม	Np	1.38	0.119	42.96	130.80
กำแพงแสน	Ks	2.16	0.186	85.46	325.28
ปรางค์บุรี	Pr	2.39	0.206	10.80	166.48
ท่ายาง	Ty	1.42	0.122	3.94	84.72

N (%)⁽¹⁾ ได้จากการคำนวณ

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน. (2550). *บัญชีธาตุอาหารในดินตามชุดดินของประเทศไทย*.
สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

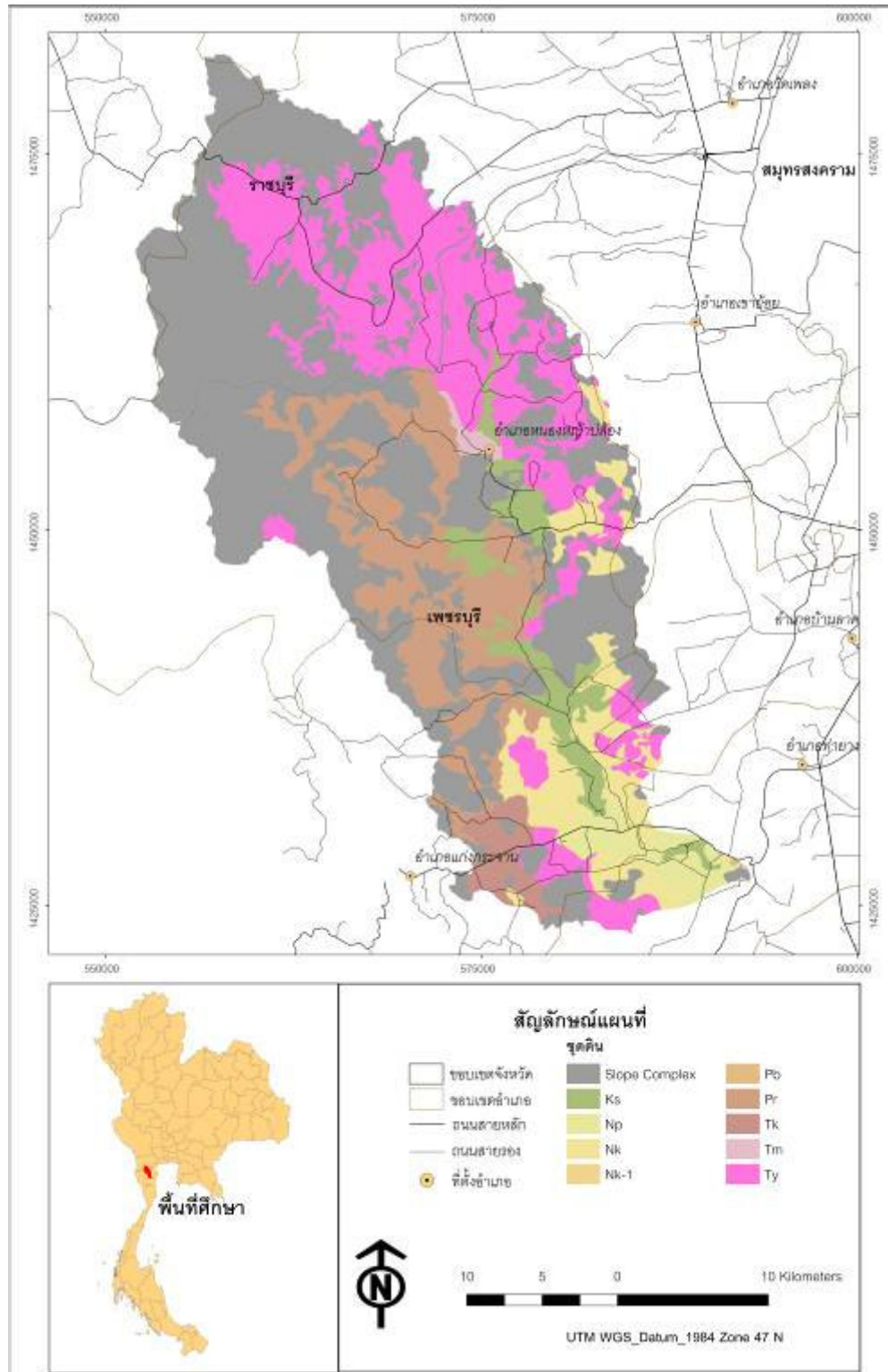
ตารางระดับอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมในดิน

ระดับ	ปริมาณ		
	อินทรีย์วัตถุ (%)	ฟอสฟอรัส (ppm)	โพแทสเซียม (ppm)
ต่ำมาก	น้อยกว่า 0.5	น้อยกว่า 3	น้อยกว่า 30
ต่ำ	0.5 - 1.0	3 - 6	30 - 60
ค่อนข้างต่ำ	1.0 - 1.5	6 - 10	
ปานกลาง	1.5 - 2.5	10 - 15	60 - 90
ค่อนข้างสูง	2.5 - 3.5	15 - 25	
สูง	3.5 - 4.5	25 - 45	90 - 120
สูงมาก	มากกว่า 4.5	มากกว่า 45	มากกว่า 120

ที่มา: พงนิย์ มอญเจริญ. (2544). *การใช้ข้อมูลผลการวิเคราะห์ดินเพื่อการปรับปรุงบำรุงดินและการใช้ปุ๋ย*. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

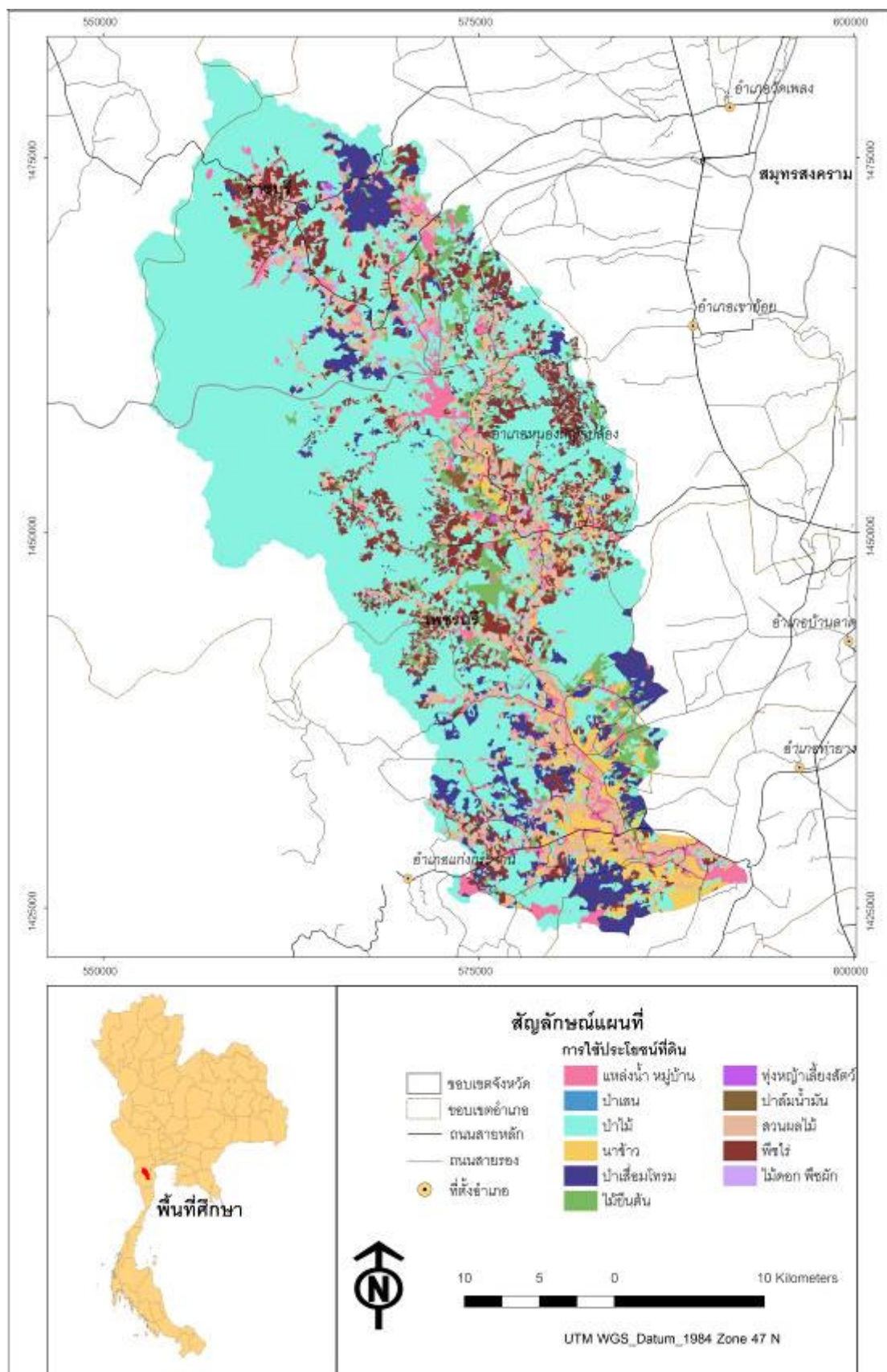
ภาคผนวก ข

แผนที่แสดงชุดดิน พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน, หน่วยทางธรณีวิทยา, และการใช้ประโยชน์ที่ดิน



ภาพประกอบ แผนที่แสดงชุดดิน และพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน

ภาพประกอบ แผนที่แสดงหน่วยทางธรณีวิทยา ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน



ภาพประกอบ แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจัน ปี พ.ศ. 2550

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายเสวต ประกายรุ่งรศมี
วันเดือนปีเกิด	13 มีนาคม 2524
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลมิชชั่น เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	66/480 หมู่บ้านนิศาชล ซอยบางแวก79 ถนนบางแวก แขวง คลองขวาง เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร 10160
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2542	มัธยมศึกษา (วิทยุ-คณิต)
	จากโรงเรียนวัดประดู่ในทรงธรรม
พ.ศ. 2547	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ. ภูมิศาสตร์)
	จากมหาวิทยาลัยรามคำแหง
พ.ศ. 2553	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม. ภูมิศาสตร์)
	จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ