การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน
เพื่อประเมินสัดส่วนการตกตะกอนที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงในจังหวัดนครราชสีมา

ปริญญานิพนธ์

ของ

ปวิช สนั่นเมือง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

พฤศจิกายน 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน
เพื่อประเมินสัดส่วนการตกตะกอนที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงในจังหวัดนครราชสีมา

บทคัดย่อ
ของ
ปวิช สนั่นเมือง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์
พฤศจิกายน 2550

นายปวิช สนั่นเมือง (2550). *การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินเพื่อประเมินสัดส่วนการตกตะกอนที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงในจังหวัดนครราชสีมา.* ปริญญานิพนธ์ วท.ม.(ภูมิศาสตร์).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ เศวตฉัตร ศรีสุรัตน์, อาจารย์ โฆสิต ล้อศิริรัตน์, อาจารย์ อุบล มุสิกวัตร กรรมการ.

การประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินเพื่อประเมินสัดส่วนการตกตะกอนที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงในจังหวัดนครราชสีมาโดยใช้การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับสมการการสูญเสียดินสากล (USLE) มีจุดมุ่งหมาย เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดิน โดยการศึกษาทางอุทกวิทยาจาก Hydrological Model จากจุด Outlet ของทางน้ำแล้วนำมาเข้าสมการประเมินหาผลิตตะกอน (ss) โดยใช้หลักเกณฑ์ SDR (Sediment Delivery Ratio : SDR) ในการหาประเมินการชะล้างพังทลายของตะกอนเป็นรายปี ในปี พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546 ได้ผลการศึกษาดังนี้

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณการชะล้างพังทลายดินของลุ่มน้ำลำพระเพลิงเฉลี่ยโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) พบว่าใน พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ. 2546 ปริมาณการพังทลายของดินเฉลี่ยคิดเป็น 147,160,000.00 109,506,000.00 129,663,000.00 123,629,000.00 และ 119,487,000.00 ตันต่อปีตามลำดับ ผลการวิเคราะห์หาผลผลิตตะกอน (ss) ใน พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546 มีปริมาณตะกอนทั้งปีที่ลงเขื่อนคิดเป็น 275,339.00 213,696.00 271,376.00 259,586.00 และ 238,313.00 ตันต่อปีตามลำดับ

ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีความสัมพันธ์ต่อปริมาณตะกอนที่ตกในอ่างเก็บน้ำมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (R^2 = 0.90)

GEOINFORMATIC APPLICATION FOR ANALYSIS OF SOIL EROSION ON RESERVOIR SEDIMENTATION RATIO OF LAM PHRAPLOENG IN CHANGWAT NAKHONRATCHASIMA

AN ABSTRACT

BY

PAVIT SANANMUANG

Presented in partial fulfillment of the requirements

For the Master of Science degree in Geography

At Srinakharinwirot University

November 2007

Pavit Sananmuang. (2007). *Geoinformatic Application for Analysis of Soil Erosion on Reservoir Sedimentation Ratio in Lam Phraploeng in Changwat* Nakhonratchasima. Master thesis (Geography). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Lect. Sawettachat Srisurat, Lect. Khosit Lorsirirat, Lect. Ubon Musekawat.

The application of geographical information and The Universal Soil Loss Equation (USLE) in analyzing soil erosion is useful for assessing the proportion of sediment which ran temporally into Lam Phraploeng Reservior of Changwat Nakhonratchasima. The assessment of soil erosion was determined by Hydrological Model at the outlet. The mathematical formula of sediment assessment was then generated based on Sediment Delivery Ratio (SDR) in order to figure out the soil erosion in 1990, 1993, 1999, 2000, and 2003.

The result revealed that the average of soil erosion in Lam Phraploeng Watershed was 147,160,000.00, 109,506,000.00, 129,663,000.00, 123,629,000.00 and 119,487,000.00 ton per year respectively. The quantity of yield sediment settled of reservoir were 275,339.00, 213,696.00, 271,376.00, 259,586.00 and 238,313.00 ton per year in 1990, 1993, 1999, 2000, and 2003, respectively.

Mean rainfall merit correlated with the deposited of lam Phraploeng in reservoir (R^2 = 0.90)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้สำเร็จได้ไปด้วยดี ทั้งนี้เพราะได้รับกำลังใจและ การสนับสนุนจาก คุณยาย และคุณแม่ และได้รับความเมตตาและความกรุณาอย่างสูงในการให้คำแนะนำคำปรึกษาจาก อาจารย์เศวตฉัตร ศรีสุรัตน์ อาจารย์โฆสิต ล้อศิริรัตน์ และ อาจารย์ อุบล มุสิกวัตร ที่ได้รับความอนุเคราะห์และช่วยเหลือในการวิจัย อีกทั้งจากเพื่อนร่วมงาน ณ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม รวมทั้งขอ ผศ. วิชัย พันธนะหิรัญ และ รศ. สุรภี อิงคากุล ที่เป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์
ผู้เขียนจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ปวิช สนั่นเมือง

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

1 บทนำ 1
ภูมิหลัง 1
ความมุ่งหมายในการวิจัย 4
ความสำคัญของการวิจัย 4
ขอบเขตของการศึกษา 4
นิยามศัพท์เฉพาะ 5
ข้อตกลงในการศึกษา 6
กรอบแนวคิดในการวิจัย 6
สมมุติฐานของการวิจัย 7

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8
ลักษณะพื้นที่ทำการศึกษา 8
การชะล้างพังทลายของดิน 12
ตะกอน 27
ภูมิสารสนเทศ 31
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 36

3 วิธีดำเนินการวิจัย 40
ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย 40
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 43
การเก็บรวบรวมข้อมูล 43
การจัดทำข้อมูล 44
การวิเคราะห์ข้อมูล 45

4 ผลการศึกษา 53
วิเคราะห์ค่าดรรชนีการชะล้างพังทลายของฝน (R) 53
วิเคราะห์ค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดิน (K) 56
วิเคราะห์ค่าความยาวและความชันของความลาดเท (LS) 58
วิเคราะห์ค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการ (C) 60
วิเคราะห์ค่าวิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดิน (P) 64

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4 (ต่อ) ผลการศึกษา	
วิเคราะห์ปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปี (A)...............................	65
วิเคราะห์ปริมาณประเมินสัดส่วนตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง...........	71
วิเคราะห์หาความสัมพันธ์โดยตรงของปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำ ลำพระเพลิงกับปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง.....................................	73
วิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณตะกอนใน ลุ่มน้ำลำพระเพลิง..	75
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ..	76
สรุปผลการศึกษา..	77
อภิปรายผล...	79
ข้อเสนอแนะ..	82
บรรณานุกรม...	83
ภาคผนวก..	90
ภาคผนวก ก ตารางแสดงค่า ปัจจัยที่ใช้ในสมการการสูญเสียดินสากล และ ข้อมูลน้ำฝน..	91
ภาคผนวก ข กระบวนการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพา ลงลำน้ำและปริมาณตะกอนผลรวมของลุ่มน้ำ...	97
ภาคผนวก ค กราฟแสดงแนวโน้มของการใช้ที่ดินแต่ละประเภท ในลุ่มน้ำลำพระเพลิง...	103
ประวัติย่อผู้วิจัย...	106

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงค่าสมรรถนะการชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ..........	21
2	แสดงค่า P-Factor ของการอนุรักษ์ดินแบบต่าง ๆ..	25
3	เกณฑ์การจำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย................................	26
4	แสดงช่วงคลื่น ความยาวคลื่น และการใช้ประโยชน์ของดาวเทียม LANDSAT.....	34
5	ระวางแผนที่ทหาร L7018..	40
6	ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดปริมาณน้ำฝน..	41
7	แสดงรายการข้อมูลและรูปแบบข้อมูล..	44
8	เกณฑ์การจำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย................................	50
9	ค่าดรรชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝน (R-Factor)..........................	54
10	แสดงค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง...	56
11	ค่าความยาวและความชันของความลาดเท(LS)..	58
12	พื้นที่แสดงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงในแต่ละปี................................	60
13	ปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปี...	65
14	ปริมาณผลผลิตตะกอน (ss) (ตัน/ปี)...	72
15	ความสัมพันธ์โดยตรงของปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงกับ ปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง..	73
16	พื้นที่แสดงประเภทรูปแบบการใช้ที่ดิน..	75
17	ค่า K ของกลุ่มชุดดิน...	92
18	หน่วยธรณีวิทยาจำแนกตามภูมิภาคของประเทศ..	94
19	การกำหนดค่า C – Factor และ P – Factor สำหรับหน่วยในแผนที่การใช้ที่ดิน 1 : 50,000……………………………………………………………………..	96
20	ปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง	96

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	พื้นที่ศึกษา	3
2	กรอบแนวความคิด	6
3	แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำลำพระเพลิง	9
4	แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำ	11
5	แผนที่ชุดดิน	12
6	แผนภาพการประเมินค่า K – Factor (Nomograph)	20
7	การวิเคราะห์ เปอร์เซ็นต์ของความลาดเท	22
8	แสดงกราฟค่าการสะท้อนเชิงคลื่นของ พืช ดิน และน้ำ	32
9	แสดงที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝน	42
10	แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยสมการสูญเสียดิน	46
11	แสดงขั้นตอนวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม	49
12	แสดงการหาพื้นที่รับน้ำจากภูมิประเทศ	52
13	ค่าดรรชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝน (R – Factor)	55
14	ค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดินในลุ่มน้ำลำพระเพลิง	57
15	ค่าความยาวและความชันของความลาดเท (LS)	59
16	ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT	62
17	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	63
18	แผนที่แสดงค่าวิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดิน (P) ในแต่ละปี	64
19	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง เป็นรายปี	65
20	ปริมาณความรุนแรงของการชะล้างพังทลายในลุ่มน้ำลำพระเพลิง ปี พ.ศ. 2533	66
21	ปริมาณความรุนแรงของการชะล้างพังทลายในลุ่มน้ำลำพระเพลิง ปี พ.ศ. 2536	67
22	ปริมาณความรุนแรงของการชะล้างพังทลายในลุ่มน้ำลำพระเพลิง ปี พ.ศ. 2542	68
23	ปริมาณความรุนแรงของการชะล้างพังทลายในลุ่มน้ำลำพระเพลิง ปี พ.ศ. 2543	69

บัญชีภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

24 ปริมาณความรุนแรงของการชะล้างพังทลายในลุ่มน้ำลำพระเพลิง
ปี พ.ศ. 2546.. 70

25 ปริมาณผลผลิตตะกอน (ss) ตัน/ปี.. 72

26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณตะกอน
ที่ลงเขื่อน.. 73

27 การหาพื้นที่รับน้ำฝนโดยวิธี Thiessen Polygons ………………………………. 74

28 แสดงกลุ่มชุดดินของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง.. 93

29 แสดงลักษณะของ Digital Elevation Model (DEM)……………………………..… 99

30 แสดงการวิเคราะห์การไหลของน้ำเข้าด้วยกัน (Flow Accumulation)................ 100

31 การหาค่าความยาวของความลาดเท (L)... 101

32 แสดงข้อมูลสัดส่วนการตกตะกอน(Sediment Delivery Ratio)………................ 101

33 แสดงกราฟกลุ่มการใช้ที่ดิน.. 105

บทที่ 1
บทนำ

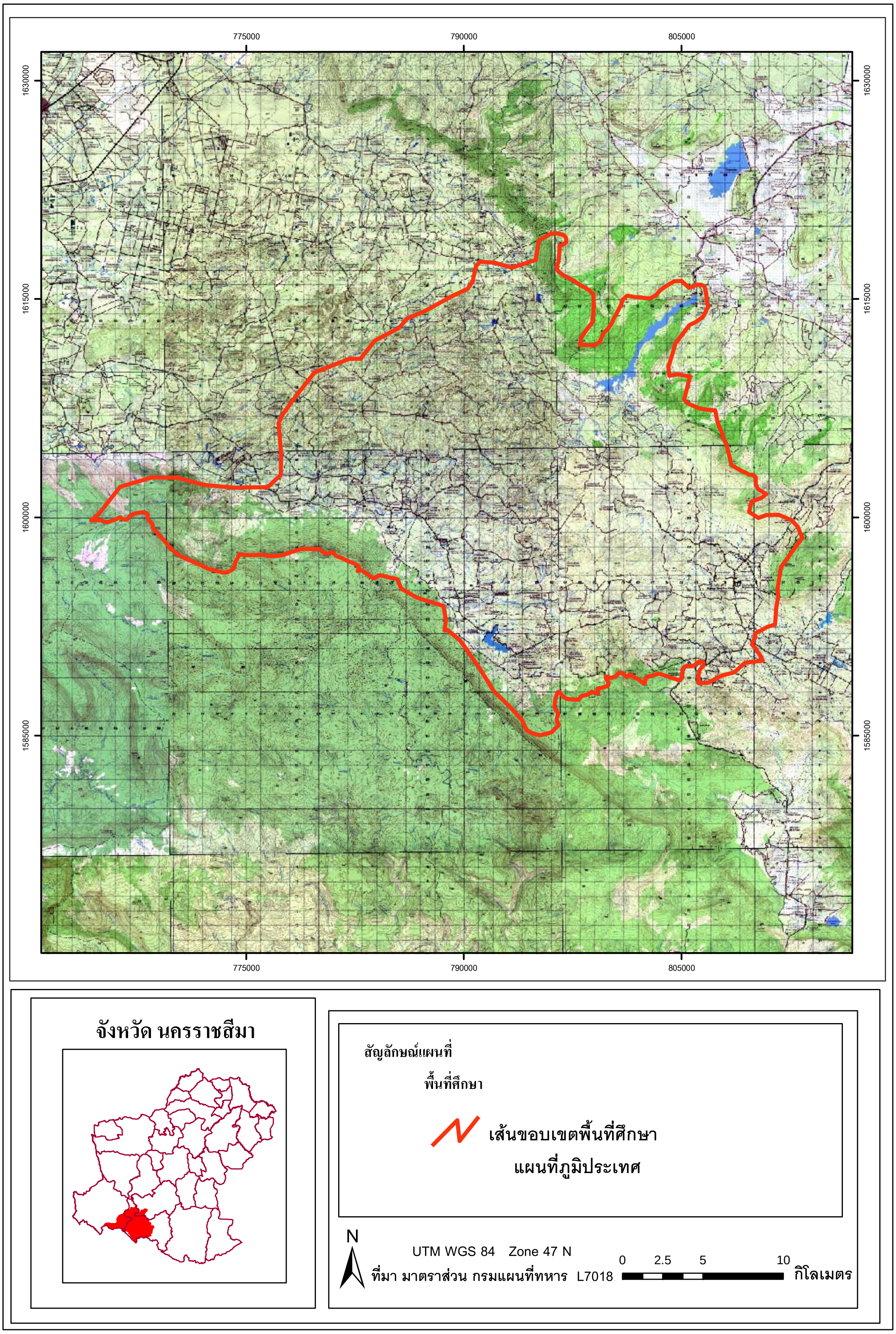
ภูมิหลัง

ป่าไม้ ดิน และน้ำ เป็นทรัพยากรธรรมชาติ ที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อมนุษย์ในด้านการอำนวยประโยชน์ขั้นพื้นฐานที่สำคัญหลายประการ เช่น การนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้เพื่อการเกษตรกรรม การอุตสาหกรรม การชลประทาน การอุปโภคบริโภค การผลิตพลังงานทุกรูปแบบ การประมง การคมนาคม และเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ ทั้งนี้เนื่องจากทรัพยากรธรรมชาติล้วนเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์และเอื้อประโยชน์ต่อกันอย่างมีดุลยภาพ จากความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี และการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรที่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง เป็นผลให้ทรัพยากรธรรมชาติถูกนำมาใช้ในกระบวนการผลิตมากขึ้น เพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการบริโภคทรัพยากรของมนุษย์ที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณความต้องการทรัพยากรที่มีอยู่เป็นไปอย่างไม่สมดุลกัน อันจะก่อให้เกิดปัญหาการลดลงอย่างต่อเนื่องของทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาความเสื่อมโทรมของแหล่งทรัพยากร รวมถึงการก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ที่สามารถส่งผลกระทบต่อมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ได้ตามลำดับ

ปัจจุบันปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน เป็นปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งที่ประเทศไทยกำลังประสบ โดยส่งผลกระทบโดยตรงต่อการทำการเกษตรกรรม รวมไปถึงผลผลิตทางการเกษตร ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากการตัดไม้ทำลายป่าส่งผลให้พื้นที่ป่าลดลงอย่างต่อเนื่องจึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดภัยธรรมชาติ โดยเฉพาะการเกิดภาวะน้ำท่วม ที่ก่อให้เกิดการชะล้างและพัดพาเอาหน้าดินมากับกระแสน้ำจนเกิดเป็นตะกอนทับถมทั้งแหล่งน้ำธรรมชาติ และอ่างเก็บน้ำ (นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545 : 108) สำหรับลุ่มน้ำลำพระเพลิงมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมได้ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลาย (ธงชัย จารุพพัฒน์. 2545 : 3) ทั้งนี้เนื่องมาจากมีปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดการพังทลายของหน้าดินอยู่หลายประการ ปัจจัยหลัก ๆ ที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดิน อาทิเช่น สภาพภูมิประเทศ ความแรงของกระแสน้ำ และปริมาณน้ำฝน ในจังหวัดนครราชสีมานั้น พบว่ามีสภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปเดิมเป็นพื้นที่ป่าดงพญาเย็นที่เต็มไปด้วยพื้นที่ป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วยเทือกเขาที่มีความสูงชัน ลักษณะเป็นเทือกเขาลูกฟูกลอนลาด ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้ต่อปีมีปริมาณที่ค่อนข้างสูง ในระยะ 50 ปีที่ผ่านมามีการบุกรุกทำลายป่าไม้อย่างต่อเนื่อง ประกอบกับมีการทำการเกษตรที่ไม่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ รวมถึงการขาดการวางแผนการใช้ที่ดิน จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ป่าไม้ที่เคยอุดมสมบูรณ์อยู่เดิมต้องถูกแปรสภาพไปเป็นหน้าดินถูกเปิดโล่ง รวมถึงเกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ความเข้าใจต่อการทำเกษตรกรรมที่ถูกต้อง สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุที่ทำให้พื้นที่ส่วนใหญ่ใน

ลุ่มน้ำลำพระเพลิง ประสบกับปัญหาการชะล้างพังทลายของหน้าดิน และเกิดการทับถมของตะกอน (Sedimentation) ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน และเกิดปัญหาน้ำขุ่น ซึ่งเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศแหล่งน้ำ ดังจะเห็นได้จากการที่กรมชลประทาน ซึ่งมีอำนาจหน้าที่โดยตรงต้องใช้งบประมาณส่วนหนึ่งในการขุดลอกตะกอนที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง ในจังหวัดนครราชสีมา พบว่าได้รับผลกระทบจากปริมาณการทับถมของตะกอนที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องซึ่งสาเหตุสำคัญมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำโดยขาดการอนุรักษ์ดิน และการใช้น้ำที่ถูกต้อง

ด้วยเหตุดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงปริมาณตะกอนที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดินที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง พิจารณาจากกระบวนการชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ศึกษากระบวนการพัดพาของตะกอน และนำเอาปัจจัยทางธรรมชาติและรูปแบบการใช้ที่ดิน มาเชื่อมโยงกันอย่างมีระบบและมีขั้นตอน ดังที่กระบวนการพัดพาของดินตะกอนที่เกิดขึ้นนั้นมีความสัมพันธ์กับเวลา (Temporal) และลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ (Spatial) ด้วยเหตุนี้จำเป็นต้องนำเทคโนโลยีการสำรวจสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) กับข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing) มาประยุกต์ร่วมกับระบบเครื่องวัดพิกัดตำแหน่งโลก (Global Positioning System) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำ และทำการศึกษาสภาพการเปลี่ยนแปลงของความรุนแรงในการชะล้างพังทลายของดินอันนำมาสู่กระบวนการ เพื่อเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการนำไปใช้ในการตัดสินใจด้านการวางแผนการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ต้นน้ำให้เป็นไปอย่างยั่งยืน และเครื่องมือดังกล่าวยังสามารถนำมาตรวจสอบถึงสภาพปัญหาที่ประสบในพื้นที่จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ การประเมินการสูญเสียดินนั้น ผู้วิจัยได้นำสมการสูญเสียดินสากล (The Universal Soil Loss Equation) ดังที่ วิชไมเออร์และ สมิท (Wischmeier W.H.;& Smith,DD.) เป็นผู้พัฒนาปรับปรุงให้สามารถนำสมการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับสถานที่ต่าง ๆ ได้ รวมถึงในการประเมินปริมาณตะกอนรายปีของพื้นที่ลุ่มน้ำในแบบจำลอง WSCERO ผู้วิจัยได้ใช้หลักเกณฑ์ SDR (Sediment Delivery Ratio : SDR) (นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545 : 25) มาใช้ในการศึกษาครั้งนี้จะเป็นประโยชน์กับส่วนราชการต่างๆ ที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ ที่จะได้นำเอาผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการใช้ทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงให้ยั่งยืน ลดการสูญเสียความสมบูรณ์ของหน้าดิน จากการใช้พื้นที่ไม่เหมาะสมกับลักษณะทางกายภาพของพื้นที่



ภาพประกอบ 1 พื้นที่ศึกษา

ความมุ่งหมายในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงความรุนแรงในการชะล้างพังทลายในพื้นที่ต้นน้ำลำพระเพลิง
2. เพื่อศึกษาสภาพความเปลี่ยนแปลงความรุนแรงในการชะล้างพังทลายของดิน
3. เพื่อประเมินสัดส่วนตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง

ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อให้ทราบสถานการณ์ การชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ต้นน้ำลำพระเพลิง
2. เพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียดินในต้นน้ำลำพระเพลิง
3. เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางภูมิสารสนเทศในการประเมินการสูญเสียหน้าดิน ในพื้นที่ต้นน้ำลำพระเพลิง

ขอบเขตของการศึกษา

1. พื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง มีเนื้อที่ประมาณ 2,269 ตารางกิโลเมตร ส่วนพื้นที่รับน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงมีเนื้อที่ 780.64 ตารางกิโลเมตรซึ่งเป็นลุ่มน้ำที่ได้จาก Hydrology Modeling เพื่อหาพื้นที่รักน้ำ
2. อ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงที่ตั้งหัวงานตั้งอยู่ที่พิกัด ละติจูด 15°30'34" เหนือ ลองจิจูด 101°50'28” ตะวันออก แผนที่ภูมิประเทศ ชุด L 7018 มาตราส่วน 1: 50,000 ระวาง 5438 IV ที่บ้านบุหัวช้าง ตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา
3. ข้อมูลที่ศึกษา

3.1 ตำแหน่งที่ตั้งพร้อมทั้งขอบเขตการปกครองและขอบเขตพื้นที่ตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม (Political Boundary) ประกอบด้วยรายละเอียด ขอบเขตการปกครอง แสดงเส้นแบ่งเขตประเทศ ขอบเขตจังหวัด ขอบเขตอำเภอ ขอบเขตตำบล ตำแหน่งหมู่บ้าน

3.2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา (Meteorological and Hydrological Data) แสดงจุดตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา และข้อมูลประกอบ ปริมาณน้ำฝน แสดงขอบเขตลุ่มน้ำ แหล่งน้ำธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น

3.3 ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ (Topographical Data) แสดงเส้นชั้นความสูงและจุดอ้างอิงระดับความสูง พื้นที่ทิศทางความลาดเอียง ระดับความสูงและความลาดชันของพื้นที่

3.4 ข้อมูลทรัพยากรดิน (Soil) แสดงขอบเขต ประเภท และลักษณะดินชนิดต่าง ๆ

3.5 ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศใน ปี พ.ศ.2542

4. ข้อมูลดาวเทียม

ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 5 TM Path 128 Row 50 บันทึกเมื่อวันที่ 8 เดือน มกราคม พ.ศ. 2533

ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 5 TM Path 128 Row 50 บันทึกเมื่อวันที่ 1 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2536

ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ Path 128 Row 50 บันทึกเมื่อวันที่ 45 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2542

ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ Path 128 Row 50 บันทึกเมื่อวันที่ 20 เดือนมกราคม พ.ศ. 2543

ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ Path 128 Row 50 บันทึกเมื่อวันที่ 20 เดือนมกราคม พ.ศ. 2546

5. นำข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศ มาสร้างฐานข้อมูลในบริเวณลุ่มน้ำลำพระเพลิงโดยมีพื้นที่ศึกษาเฉพาะส่วนที่อยู่เหนืออ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงขึ้นไปจนถึงสันเขาบริเวณที่เป็นส่วนที่กำหนดเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ

นิยามศัพท์เฉพาะ

ลุ่มน้ำลำพระเพลิง หมายถึง บริเวณที่มีขอบเขตสันปันน้ำล้อมรอบลุ่มน้ำลำพระเพลิง

การชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erosion) หมายถึง กระบวนการที่ดินถูกเม็ดฝนที่ตกลงมาและน้ำไหลบ่าหน้าผิวดิน กัดเซาะ พัดพาไป เป็นแบบแผ่น (Sheet) ร่องน้ำขนาดเล็ก (Rill) หรือร่องน้ำขนาดใหญ่ (Gully) โดยจะมีอัตราการพังทลายมากน้อยขึ้นอยู่กับ ความหนักเบาของฝนที่ตก ลักษณะของพื้นที่ พืชพรรณที่ขึ้นปกคลุม ตลอดจนธรรมชาติของดิน

สมการสูญเสียดิน (Soil Loss Equation) หมายถึง สมการคณิตศาสตร์ที่แสดงปริมาณการพังทลายของดินในพื้นที่ ผันแปรโดยตรงกับผลคูณของค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝน ค่าความยากง่ายในการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน ค่าความยาวและความชันของความลาดเท ค่าการจัดการพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุม และค่าวิธีการปฏิบัติด้านการอนุรักษ์ดิน

ปริมาณน้ำท่า (Discharge) คือปริมาณน้ำที่ไหลอยู่ในแม่น้ำลำธารต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากน้ำฝนที่ตกลงมา หน่วย ลูกบาศก์เมตร

พื้นที่รับน้ำ (Watershed) คือ พื้นที่ซึ่งเมื่อฝนตกลงมาแล้วน้ำจะไหลลงสู่ลุ่มน้ำนั้น

ความยาวของความลาดเท (Slope Length) หมายถึงระยะทางตามความลาดเทจากจุดสูงสุดถึงต่ำสุดของพื้นที่ แต่ละบริเวณที่มีความต่างระดับอย่างสม่ำเสมอเป็นแบบเดียวกัน

ความชันของความลาดเท (Slope Steepness) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความสูงต่อระยะทางแนวราบระหว่างจุดสูงสุดถึงต่ำสุด ของพื้นที่แต่ละบริเวณที่มีความต่างระดับอย่างสม่ำเสมอเป็นแบบเดียวกันคิดเป็นแบบเดียวกัน คิดเป็นเปอร์เซ็นต์

การปกคลุมดินของพืช (Crop Cover) หมายถึง การปกคลุมดินของพืชที่ทำการเพาะปลูกในแต่ละเดือนตั้งแต่เริ่มทำการเพาะปลูก ถึงระยะเก็บเกี่ยวผล

วิธีปฏิบัติด้านการอนุรักษ์ (Conservation Practice) หมายถึง เทคนิควิธีการใช้พื้นที่ดินที่เป็นการป้องกันการพังทลายของดิน เช่น การทำการเพาะปลูกตามแนวระดับ การเพาะปลูกพืชสลับเป็นแถบ และการปลูกพืชแบบขั้นบันได

สัดส่วนของปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ (Sediment Delivery Ratio : SDR) คือ การประเมินค่าปริมาณการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ แล้วใช้อัตราส่วนการถูกพัดพาเป็นตะกอนในลำน้ำที่จุดทางน้ำออก (Outlet) หน่วย ตัน/ปี

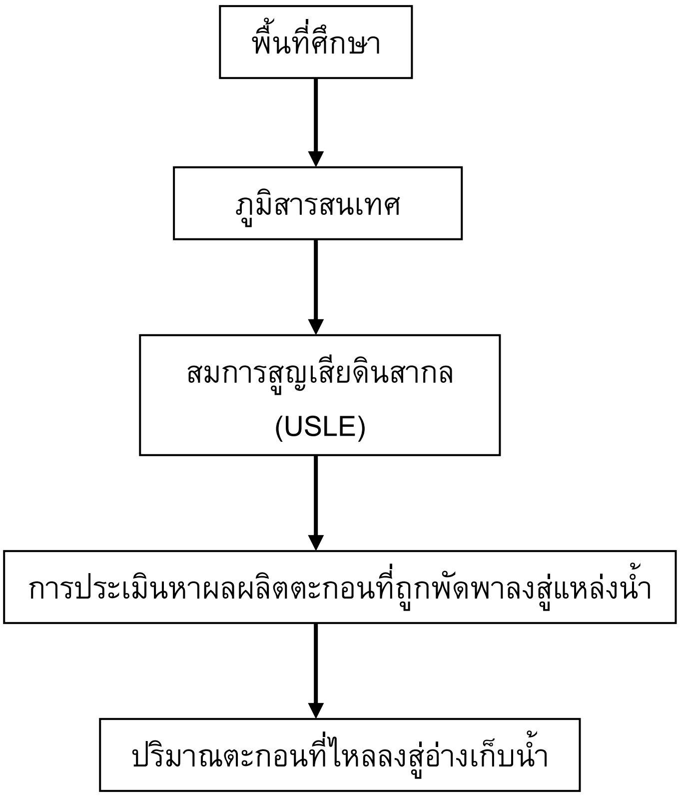
ปริมาณสัดส่วนตะกอนรายปี หมายถึง ค่าความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างพังทลายของดินกับปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่อ่างเก็บน้ำ หน่วย ตัน/ปี

ข้อตกลงในการศึกษา

1. ปัจจัยทางกายภาพลุ่มน้ำที่ทำการศึกษาในครั้งนี้คือ ปริมาณสัดส่วนตะกอนรายปีที่ถูกพัดพาลงอ่างเก็บน้ำ ไม่รวมถึงตะกอนแขวนลอยที่ออกจากอ่างเก็บน้ำ
2. ยอมรับสมการสูญเสียดินสากล (USLE: The Universal Soil Loss Equation)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศเป็นเครื่องมือที่จำลองแบบกระบวนการชะล้างพังทลายของดินเพื่อประเมินสัดส่วนตะกอนที่ไหลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวความคิด

สมมุติฐานการวิจัย

1. ปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำ
2. รูปแบบการใช้ที่ดินที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณตะกอนที่ต่างกัน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. พื้นที่ศึกษา
2. การชะล้างพังทลายของดิน
3. ตะกอน
4. ภูมิสารสนเทศ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

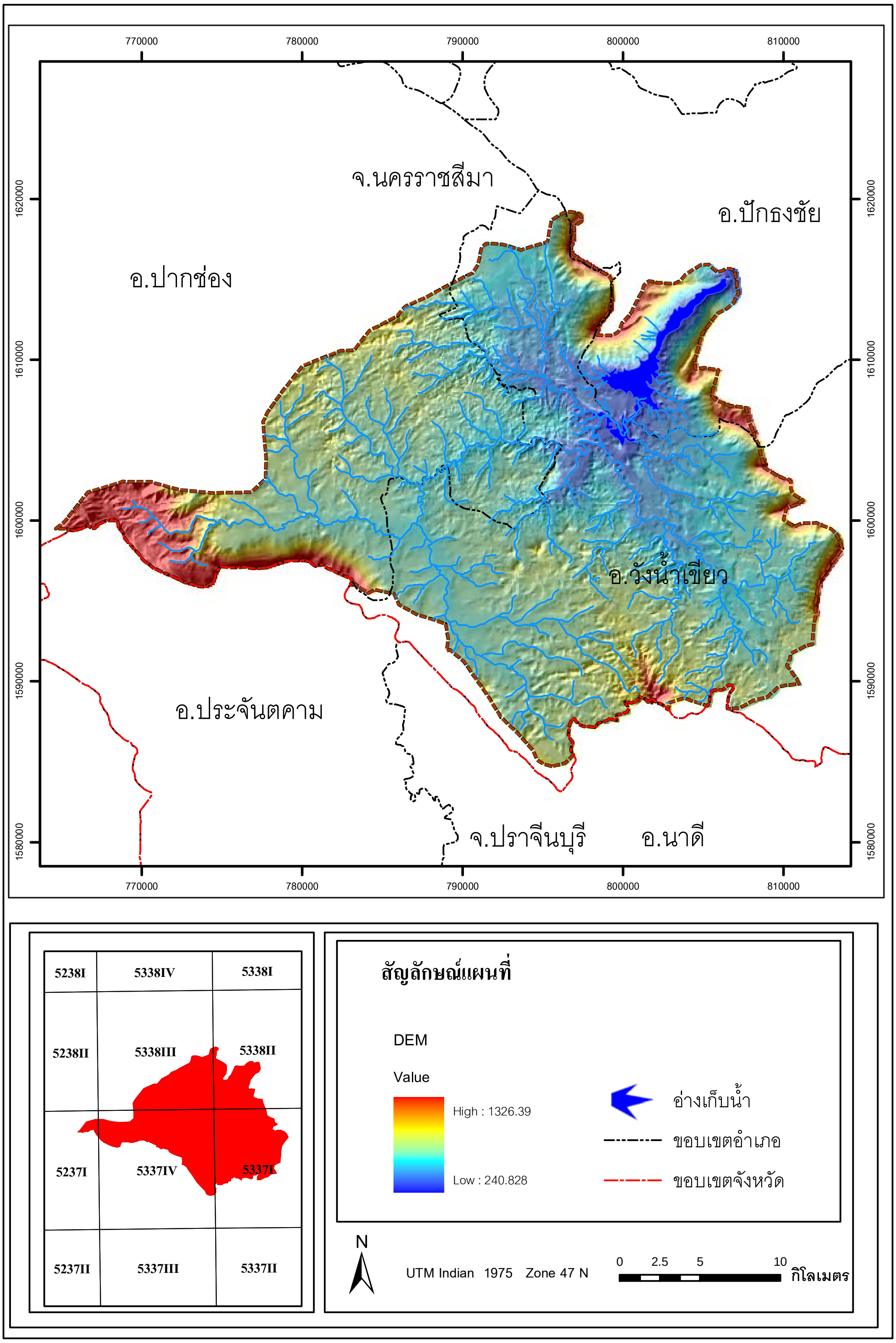
1. ลักษณะพื้นที่ทำการศึกษา

1.1 พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำลำพระเพลิงมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาสันกำแพงด้านทิศใต้ฝั่งตะวันออก ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่รับน้ำฝน 780 ตารางกิโลเมตร เป็นลุ่มน้ำขนาดกลางประกอบด้วยลุ่มน้ำสายหลัก 4 สาย คือ เขื่อนลำพระเพลิง คลองกี่ คลองไทรและห้วยจอก ไหลผ่านชุมชนบ้านวังหมี และชุมชนต่างๆ เรื่อยลงมาจนถึงเขตชลประทานที่บ้านโคกสำราญ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา มีความยาวจากต้นน้ำถึงคันดินเขื่อนลำพระเพลิงประมาณ 60 กิโลเมตร พื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงตั้งแต่บริเวณเหนือบ้านโคกสำราญขึ้นไป การใช้พื้นที่ของเกษตรกรจะใช้เพาะปลูกพืชตามฤดูการ เช่น ข้าวโพด อ้อยและไม้ยืนต้น เช่น มะขาม มะม่วง เป็นต้น ในลุ่มน้ำลำพระเพลิงนี้มีโครงการเขื่อนลำพระเพลิงที่ทำคลองส่งน้ำเพื่อประโยชน์การชลประทาน เกษตรกรรม

เขื่อนลำพระเพลิงเป็นโครงการชลประทานประเภทเก็บกักน้ำและเป็นโครงการขนาดใหญ่ เริ่มก่อสร้างเมื่อปี พ.ศ.2507 แล้วเสร็จและเริ่มเก็บกักน้ำปี พ.ศ.2513 โดยสร้างปิดกั้นลำน้ำลำพระเพลิงบริเวณเขาภูหลวง ตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา อยู่ห่างจากตัวจังหวัดไปทางทิศตะวันออก ตามทางหลวงสาย 304 (กบินทร์บุรี – นครราชสีมา) ประมาณ 30 กิโลเมตร ที่ กม. + 30.00 แยกเข้าไปตามถนนเข้าโครงการประมาณ 30 กิโลเมตรหรือละติจูด 15°30'34" องศาเหนือ ลองจิจูด101°50'28" องศาตะวันออก จะเป็นที่ตั้งหัวงานโดยมีอาณาเขตติดต่อดังนี้

- ทิศเหนือ ตำบลตะขบ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา
- ทิศใต้ ตำบลสะพานหิน อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี
- ทิศตะวันออก ตำบลไทยสามัคคี อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา
- ทิศตะวันตก ตำบลหมูสี อำเภอปากช่อง จังหวัด นครราชสีมา



ภาพประกอบ 3 แผนที่แสดงพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำลำพระเพลิง

โครงการชลประทานประเภทเก็บกักน้ำ ความยาวของอ่างเก็บน้ำประมาณ 21 กิโลเมตร ปริมาณน้ำที่ระดับสูงสุด (+273.00 เมตร รทก.) 320 ล้านลูกบาศก์เมตร และที่ระดับเก็บกักน้ำ (+263. 00 เมตร รทก.) 152 ล้านลูกบาศก์เมตร พื้นที่น้ำท่วมที่ระดับสูงสุดประมาณ 19 ตารางกิโลเมตร สำหรับตัวเขื่อนลำพระเพลิงมีระบบการจัดส่งน้ำดังนี้

1.1.1 เขื่อนดินสูงจากท้องน้ำ 50 เมตร สันเขื่อนอยู่ที่ระดับ (+275.00 เมตร รทก.) มีความยาว 575 เมตร กว้าง 8 เมตร ฐานกว้าง 320 เมตร

1.1.2 ทางระบายน้ำล้น เป็นท่อคอนกรีตขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.50 เมตร อยู่ในตัวเขื่อนทางฝั่งขวา มีความยาว 160 เมตร ปากท่อตั้งตรง ระดับปากท่อเท่ากับระดับ เก็บกัก คือ (+263.00 เมตร รทก.). ระบายน้ำมากที่สุดได้ 450 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

1.1.3 ทางระบายน้ำล้นฉุกเฉิน อยู่ทางปีกขวาถัดจากทางระบายน้ำล้นระบายยาว 47 เมตร ระดับสันทางระบาย (+268.00 เมตร.รทก.) ระบายน้ำได้สูงสุด 1,130 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

1.1.4 ทางส่งน้ำลงด้านท้ายน้ำ เป็นท่อคอนกรีตขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เมตร อยู่ในตัวเขื่อนทางฝั่งซ้าย มีความยาว 274 เมตร ระดับปากท่อ (+240.00 เมตร รทก.) ในตอนปลายของท่อส่งน้ำ มีท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.50 เมตร แยกออกไปเป็นท่อปากคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย เพื่อส่งน้ำให้พื้นที่ (ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารทรัพยากรน้ำ. 2549 : 1 - 3)

1.2 ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำลำพระเพลิง โดยทั่วไปจัดอยู่ในเขตร้อนชื้นสลับแล้ง รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูหนาว ยังได้รับอิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อน โดยจะมีฝนตกหนักระหว่างเดือนสิงหาคมถึงตุลาคมของทุกปี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยที่ 1,174 มิลลิเมตร (ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารทรัพยากรน้ำ. 2549 : 3)

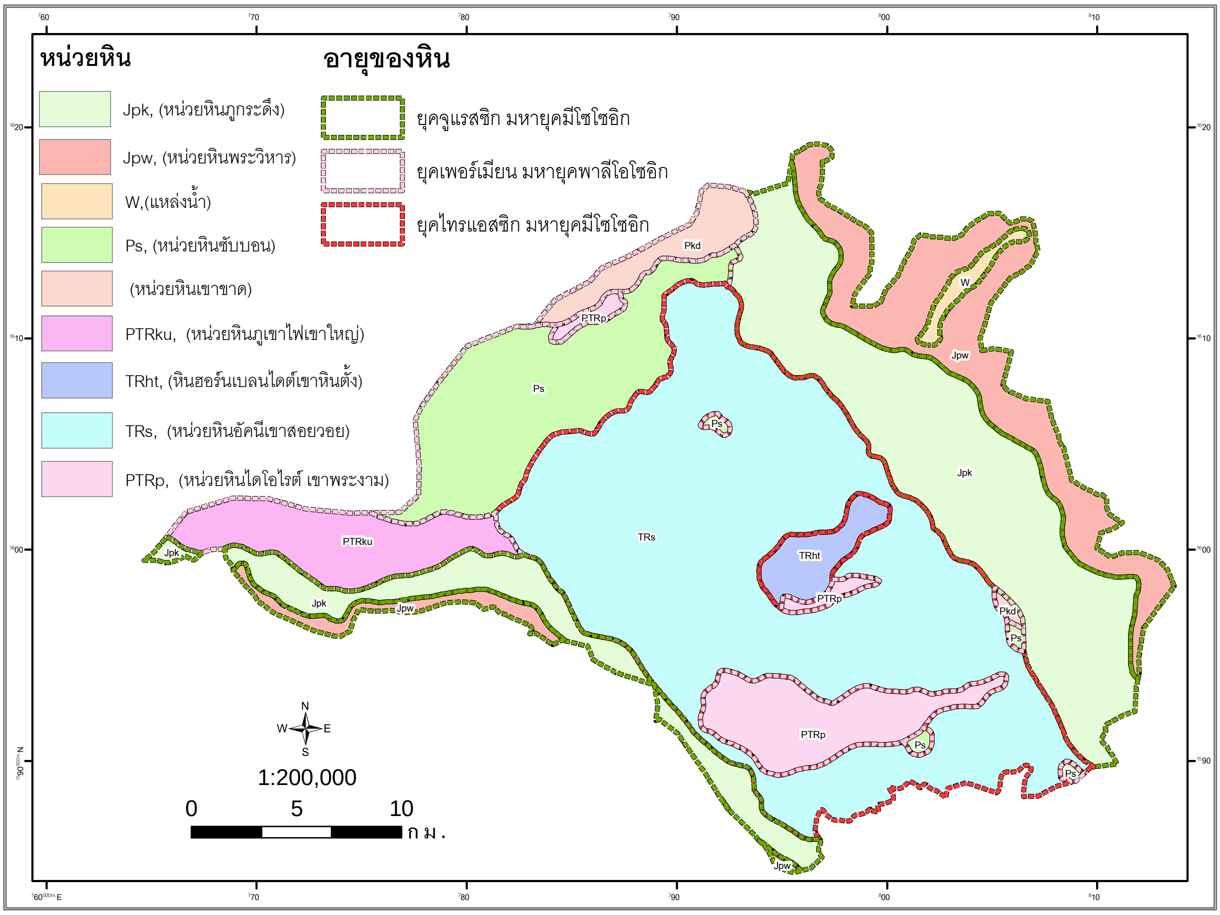
ภูมิอากาศในจังหวัดนครราชสีมาแบ่งออกเป็น 3 ช่วงฤดูกาล ดังนี้

- ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม
- ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม ระยะนี้ได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดจากประเทศจีน
- ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน

1.3 ธรณีวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำ

เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำมีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขา สภาพทางธรณีวิทยาที่รองรับอยู่ส่วนใหญ่เป็นหินอัคนี ซึ่งเป็นหินในยุคไทรแอสซิก มหายุคมีโซโซอิก พบบริเวณตอนกลางของ ลุ่มน้ำ ประกอบด้วยหินแกรโนไดโอไรต์ หินฮอร์นแบรนด์แกรนิต หินไบโอไทต์แกรนิต หินควอตไซต์ไดโอไรต์ และหินไซโนไดโอไรต์ บางแห่งเป็นหินแกรนิต รองลงมาเป็นหินดินดาน หินทรายแป้ง หินทราย และมีชั้นหินกรวดมนเม็ดปูนแทรกสลับบ้าง ซึ่งเป็นหินในยุคจูแรสซิก มหายุคมีโซโซอิก โดยพบบริเวณทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และยังพบหินในยุคเพอร์เมียน มหายุคพาลีโอโซอิก หินที่พบเป็นหินปูนสีดำ จากแผนที่

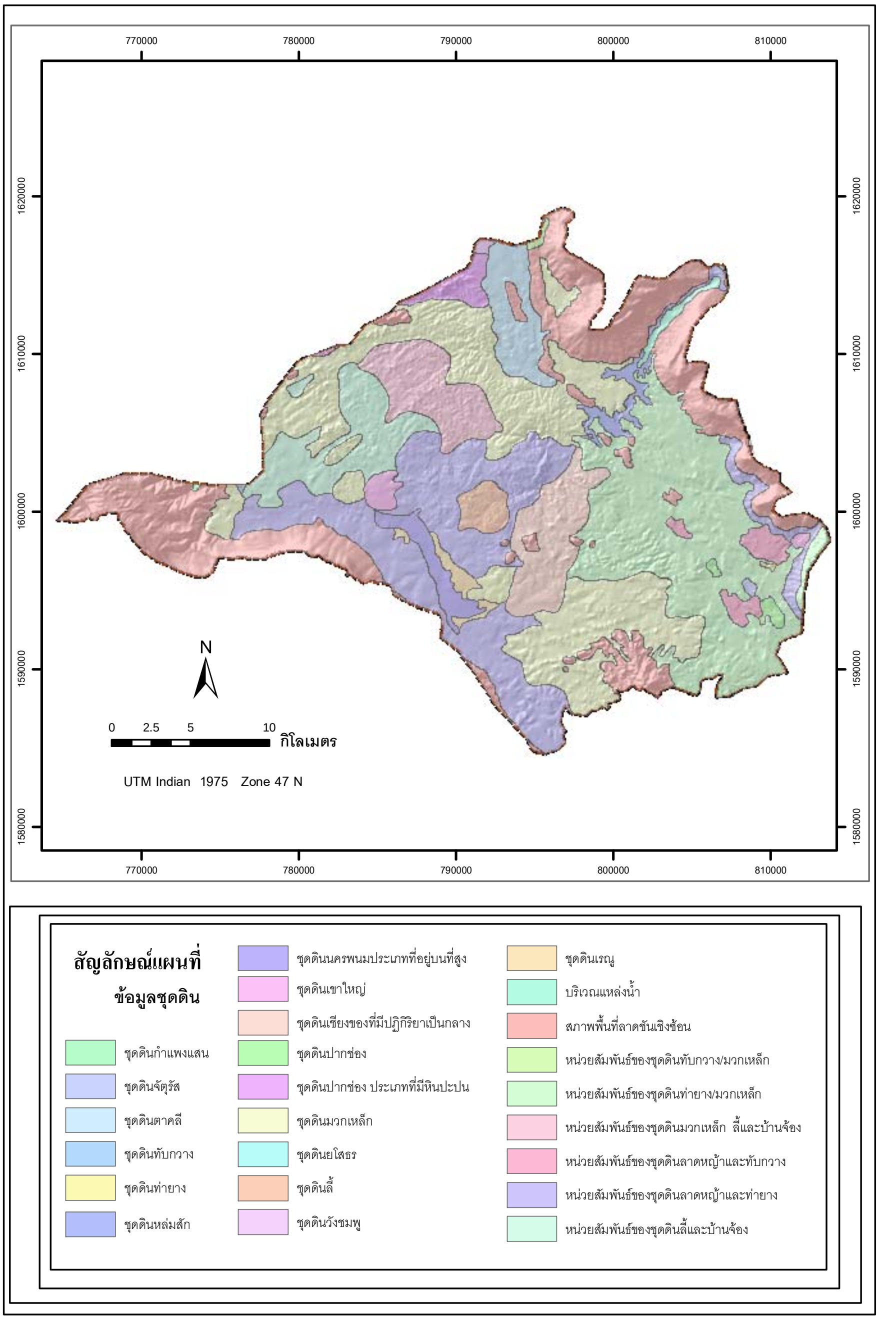
กรมทรัพยากรธรณีโดยกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมรวบรวมเป็นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ระดับจังหวัด (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2545 : 30 - 32)



ภาพประกอบ 4 แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำ

1.4 ลักษณะทางปฐพีวิทยา

ลุ่มลำพระเพลิงมีลักษณะ กลุ่มชุดดินที่พบในบริเวณดินร่วนปนทราย จะมีดินเหนียวปนดินร่วนบ้างเล็กน้อย ส่วนบริเวณต้นน้ำซึ่งมีลักษณะเป็นภูเขา เทือกเขาหินที่เป็นต้นกำเนิดดินคือ หินทราย หินชนวน หินทรายแป้ง ซึ่งทำให้ดินที่มีเนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วน และมีหินกรวดปะปน ซึ่งเป็นโครงสร้างที่ง่ายต่อการชะล้างพังทลาย ถ้าหน้าดินปราศจากสิ่งปกคลุม จากแผนที่กรมพัฒนาที่ดินโดยกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมรวบรวมเป็นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ระดับจังหวัด (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2545 : 30 - 32)



ภาพประกอบ 5 แผนที่ชุดดิน

2. การชะล้างพังทลายของดิน

การชะล้างพังทลายของดิน (Soil erosion) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการที่มีแรงน้ำ แรงลม หรือแรงโน้มถ่วงของโลกมากระทำ ทำให้อนุภาคบนผิวดินแตกแยกออกจากกัน แล้วเคลื่อนย้ายอนุภาคดังกล่าวไปทับถมยังอีกที่หนึ่ง (นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545 : 2) ซึ่งสอดคล้องกับการชะล้างพังทลายของดินจึงเป็นการขัดถูทำลายพื้นผิวดินและเคลื่อนย้ายดิน กรวด หิน หรือ ทราย จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งด้วย น้ำ ลม และแรงตกของวัตถุ (Gravity) (สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522 : 37- 40) อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ กล่าวถึง การชะล้างพังทลายหรือกษัยการ (Erosion) เพิ่มเติมว่า การ

กัดกร่อนที่ผิวหน้าดินทำให้ดินหรือองค์ประกอบของดินถูกพัดพาออกไปตามความลาดเทหรือพื้นผิวดินตัวกษัยการที่สำคัญคือ น้ำฝน ธารน้ำไหล ลม ธารน้ำแข็ง (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. 2523 : 116 –117)

พจนานุกรมธรณีวิทยาฉบับราชบัณฑิตยสถาน ให้คำนิยามของ การกร่อนของดิน (Soil erosion) หมายถึง การที่ ดิน ฝน และแม่น้ำลำธารถูกกัดเซาะไป หรือถูกลมพัดพาไปจนกร่อนบางลงหรือหมดไปในที่สุด (พจนานุกรมธรณีวิทยาฉบับราชบัณฑิตยสถาน. 2544: 273) ส่วนคำว่าการตกทับถมของตะกอน (Sedimentation) หมายถึง อนุภาคดิน สาร หรือวัตถุต่างๆ ที่ถูกชะล้างพังทลายลงมา ตัวสารหรือวัตถุที่ถูกเคลื่อนย้ายมานั้น เรียกว่า ตะกอน (Sediment) สารหรือวัตถุธาตุต่าง ๆ ที่ถูกเคลื่อนย้ายอาจเป็นอินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ซึ่งมีขนาดตั้งแต่เป็นคอลลอยด์ จนถึงหินขนาดใหญ่ (นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545 : 26)

การชะล้างพังทลายของดินเริ่มจากการที่น้ำฝน (Detaching Agent) ตกลงมาทำให้อนุภาคของดินแตกกระจาย แล้วอนุภาคของดินที่แตกกระจายจะถูกเคลื่อนย้ายไปจากที่เดิม (Transporting Process) ซึ่งทั้งสองขบวนการนี้เกิดขึ้นจากตัวการที่เรียกโดยรวมว่า ตัวการที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลาย (Erosive Agent) ตัวการที่สำคัญในกรณีนี้คือ น้ำฝน ส่วนออสบอร์น (Osborn) ได้อธิบายว่า การกระทำของน้ำประกอบด้วยกระบวนการที่กระทำในแนวตั้ง (Vertical) เกิดจากเม็ดฝนที่ตกกระแทกพื้นผิวหน้าดิน ทำให้อนุภาคของดินแตกกระเซ็น (Splash erosion) และกระบวนการที่กระทำในแนวระนาบ (Horizontal) ขนานกับพื้นผิวดินเกิดจากการไหลบ่าของน้ำทำให้เกิดการพังทลายแบบอัดถูผิวหน้าดิน (Scour erosion) (Smith ; & Wischmeier. 1957 : 889 ; & Osborn.1955 :126)

การเกิดการชะล้างพังทลายของดินเกิดได้หลายปัจจัยทั้งปัจจัยทางธรรมชาติ และการกระทำของมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่ง เกษม จันทร์แก้ว กล่าวว่า การพังทลายของดินที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการพังทลาย คือ น้ำ ลม แรงโน้มถ่วงของโลก และความผิดปกติของธรรมชาติ ส่วนการพังทลายของดินอันเนื่องมาจากมนุษย์ คือ กิจกรรมทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพพื้นที่อาจมีผลทำให้เกิดการพังทลายของดินได้ (เกษม จันทร์แก้ว. 2539 : 411)

สมเจตน์ จันทวัฒน์ อธิบายความหมายของขบวนการชะล้างพังทลายของดินในลักษณะกายภาพหมายถึง งาน (Work) จำนวนหนึ่งซึ่งเกิดจากการที่อนุภาคของดินถูกทำให้แตกกระจายออกจากกันและอนุภาคดินที่ถูกทำให้แตกกระจายที่ถูกทำให้เคลื่อนที่เดิม และจะไปทับถมในที่ใหม่ (สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522 : 48)

จากการให้คำนิยามของนักวิชาการพอจะสรุปได้ว่าการชะล้างพังทลายของดิน หมายถึง ขบวนการที่อนุภาคของดินถูกทำให้เคลื่อนที่ไปจากที่เดิม การกัดกร่อนที่ผิวหน้าดินทำให้ดินหรือองค์ประกอบของดินถูกพัดพาออกไปตามความลาดเทหรือพื้นผิวดิน

การชะล้างพังทลายของดิน เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเกิดการพังทลายของดินอย่างซับซ้อนเพื่อการแก้ปัญหาความซับซ้อนที่เกิดขึ้นได้มีการพยายามศึกษาและทดลอง นำปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเกิดการพังทลายของดิน มาสรุปเป็นหลักเกณฑ์ในรูปของโมเดลคณิตศาสตร์ สำหรับการศึกษาการพังทลายของดิน ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลง

พัฒนาประเมินการพังทลายของดิน เป็นสมการการสูญเสียดินสากลนี้ (Wishmeier and Smith.1965 : 282) ได้พัฒนาปรับปรุงและเสนอเป็นรูปแบบของสมการโดยอาศัยข้อมูลจากแปลงทดลองต่าง ๆ ทั่วประเทศสหรัฐอเมริกามากกว่า 10,000 แปลงต่อปี ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในสมการก็เป็นค่าที่ได้จากข้อมูลทางสถิติจากแปลงทดลองเหล่านี้ การปรับปรุงสมการการสูญเสียดินใหม่นี้ ทำให้สามารถนำสมการใหม่ไปใช้ในสถานที่ต่าง ๆ ได้ทั่วไป จึงเรียกสมการนี้ว่า The Universal Soil Loss Equation (USLE)

A = RKLSCP

ซึ่ง นิพนธ์ ตั้งธรรม ได้อธิบายค่าปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

A = ปริมาณดินที่สูญเสียต่อหน่วยพื้นที่ (ตัน/เฮกตาร์/ปี)

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

K = ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erodibility Factor) เป็นค่าที่ประเมินได้จากการทดลอง โดยคิดจาก อัตราการสูญเสียดินต่อหน่วยดัชนีการชะล้างพังทลาย (Erosion Index) จากแปลงทดลองมาตรฐานที่มีความยาว 72.6 ฟุต บนพื้นที่ความลาดเทสม่ำเสมอ 9 เปอร์เซ็นต์ มีการไถพรวน ขึ้นลงตามแนวความลาดเทอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เพื่อมิให้พืชขึ้นไม่น้อยกว่า 2 ปี ในช่วงเวลาที่ทำการวัดปริมาณการสูญเสียดินในลักษณะดังกล่าวของแปลง ทดลองนี้ ค่าของ L,S,C และ P ถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 และค่าของ K ก็จะประเมินได้จาก K = A/R

L = ปัจจัยความยาวความลาดเท (Slope Length Factor) เป็นค่าที่ได้จากอัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดจากสภาพความยาว ความลาดเทในสนามกับการสูญเสียดินที่เกิดจากความยาวความลาดเท 72.6 ฟุต ซึ่งเป็นดินชนิดเดียวกัน มีความลาดเท และมีสภาพอื่น ๆ เหมือนกัน

S = ปัจจัยความลาดเท (Slope Gradient Factor) เป็นค่าที่ได้จากอัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดจากสภาพความลาดเทในสนามกับการสูญเสียดินที่เกิดจากความลาดเท 9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นดินชนิดเท่ากัน มีความยาวความลาดเท และสภาพอื่น ๆ เหมือนกัน

C = ปัจจัยการจัดการพืช (Cropping Management Factor) เป็นค่าที่ประเมินได้จากอัตราส่วนการสูญเสียดินระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดขึ้นในสนาม โดยมีพืชและการจัดการอย่างหนึ่งอย่างใดโดยเฉพาะ กับการสูญเสียดินจากแปลงที่มีการไถพรวนขึ้นลงตามความลาดเทแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้ว่างเปล่า ซึ่งเป็นดินชนิดเดียวกัน และมีสภาพอื่น ๆ เหมือนกัน

P = ปัจจัยการปฏิบัติการควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน (Conservation Practice Factor) เป็นค่าที่ประเมินได้จากอัตราส่วนการสูญเสียดินระหว่างการสูญเสียดินที่เกิดจากแปลงที่ทำการอนุรักษ์ดิน เช่น การไถพรวนตามแนวระดับ การปลูกพืชสลับเป็นแถบตามแนวระดับหรือการแบบขั้นบันได กับการสูญเสียดินที่เกิดจากการไถพรวนและปลูกพืชขนานไปกับทิศทางของความลาดเท และเป็นดินชนิดเดียวกันภายใต้สภาพแวดล้อมเหมือน ๆ กัน (นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545 : 6)

ในปัจจุบันวิธีการคาดคะเนการสูญเสียดินโดยใช้สมการสูญเสียดินสากลเป็นที่ยอมรับ ว่าเป็นวิธีการที่ดีที่สุด (สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2526) แม้ว่าจะไม่ถูกต้องสมบูรณ์ก็ตาม โดยที่สมการนี้ได้ใช้กันอย่างกว้างขวางในการวางแผนการใช้ที่ดินและการคาดคะเนจากพื้นที่ที่มีความลาดเท แต่ก็จะมีประโยชน์เฉพาะในพื้นที่ที่มีข้อมูลต่าง ๆ สมบูรณ์เท่านั้น (นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2527)

ในอดีตที่ผ่านมาได้มีการใช้สมการการสูญเสียดินหลายแห่งด้วยกัน คือ บรูค (Brook.1977) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในฮาวาย ส่วนอีแวนและกัลกานีส (Evan and Kalkanis.1977) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในคาลิฟอร์เนีย นอกจากนั้นออสบอร์นและคณะ (Osborn and et al.1977) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในอัฟริกาตะวันตก อีกทั้งวัฒนศักดิ์ (Watanasak.1978) ใช้คาดคะเนการสูญเสียดินในจังหวัดระยองและชลบุรี และไพฑูรย์ ปิยะปกรณ์ (2524) นำไปใช้ในจังหวัดบุรีรัมย์ วัฒนชัย ดำรงหาญวิทย์ (2528) ประเมินในจังหวัดเชียงใหม่ รวมถึงณรงค์ ผลวงษ์ (2530) เลือกจังหวัดลำปางเป็นพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้กรมพัฒนาที่ดิน โดยพิชัย วิชัยดิษฐ์และไพบูลย์ ประโมจนีย์ นำสมการมาใช้เพื่อทำแผนที่แสดงการชะล้างพังทลายในจังหวัดขอนแก่น (พิชัย วิชัยดิษฐ์และไพบูลย์ ประโมจนีย์. 2535)

ซึ่งประเทศไทยนั้นหน่วยงานที่ได้มีการนำเอาสมการนี้ไปใช้อย่างแพร่หลายที่สุดคือกรมพัฒนาที่ดิน ได้เริ่มใช้สมการนี้ในการคาดคะเนการสูญเสียดินของประเทศไทยมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2524 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน ตลอดจนได้มีการนำเอาสมการนี้ไปประยุกต์ใช้กับโปรแกรม WSCERO เพื่อใช้ในการคาดคะเนการสูญเสียดินโดยได้มีการนำเอาสมการนี้ไปประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อคาดคะเนปริมาณการชะล้างพังทลายของดินบริเวณพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง จังหวัดเชียงราย และการวางแผนอนุรักษ์ดินและน้ำบริเวณอำเภอเมืองและอำเภอเวียงสา จังหวัดน่านและการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และสมการสูญเสียดินสากลเพื่อกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ (จักรชัย ชุ่มจิตต์. 2542)

2.1 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน

ปัจจัยที่ก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน สามารถกำหนดเป็นปัจจัยหลัก ๆ ซึ่งสมเจตน์ จันทวัฒน์ และ มนู ศรีขจร ได้กล่าวถึง ดังนี้

1) หยาดน้ำฟ้า (Precipitation) หมายถึง การตกลงมาของน้ำในรูปของของแข็งหรือของเหลว เช่น หิมะ ลูกเห็บ หมอก น้ำค้าง หรือฝนโดยทั่วๆ ไปแล้วถือว่าฝนเป็นตัวการใหญ่ที่ทำให้เกิดการพังทลาย ซึ่งจะมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับลักษณะของฝน ความมากน้อยที่ตกครั้งหนึ่งๆ ระยะเวลาจำนวนน้ำฝนทั้งหมด ขนาดของเม็ดฝน ความเร็วในการตกของฝน รูปร่างของเม็ดฝน ความหนักเบาของฝน (Intensity) การกระจายของฝนในแต่ละฤดู ทิศทางลม และความเร็วลม เป็นต้น

2) การไหลบ่า (Runoff, Surface Runoff) หมายถึง พลังงานน้ำที่ไหลบ่า ขึ้นอยู่กับปริมาณของการไหลของน้ำที่ถูกควบคุมโดยธรรมชาติของฝน การซึม และความยาวของน้ำไหลบ่า ความลาด ความขรุขระของพื้นผิว และความเชี่ยวของน้ำ

3) ความสูงต่ำของภูมิประเทศมีความสัมพันธ์อย่างมากกับน้ำไหลบ่า จะมีอิทธิพลแค่ไหนขึ้นอยู่กับความลาด ความยาวของความลาด และความไม่สม่ำเสมอของผิวความลาดโดยในแต่ละสภาพความลาด ก่อให้เกิดลักษณะการพังทลายที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่โดยมีสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันเป็นปัจจัยควบคุม ความลาดของพื้นที่นี้ องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ได้กำหนดในหนังสือ Soil Interpretation Handbook for Thailand ได้แบ่งไว้ 6 ชั้น ตามลักษณะทางธรณีสัณฐาน ดังนี้

1. ที่ราบ (Flat ถึง almost flat) ความลาด ไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์
2. ที่ลูกคลื่นลอนลาด (Underlating) ความลาด ไม่เกิน 2 – 8 เปอร์เซ็นต์
3. ที่ลูกคลื่นลอนชัน (Rolling) ความลาด ไม่เกิน 8 – 16 เปอร์เซ็นต์
4. ที่เนินเขา (Hilly) ความลาด ไม่เกิน 16 – 30 เปอร์เซ็นต์
5. ที่เนินเขาลาดสูง (Steeply Dissected) ความลาด ไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์

(มนู ศรีขจร ; และคณะ 2526: 13)

นอกจากนี้ ปัจจัยพื้นฐานที่มีผลต่ออัตราการชะล้างพังทลายของดิน คือ สภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ ดิน พืชพรรณ และมนุษย์ โดยสิ่งดังกล่าวจะมีปัจจัยที่เป็นตัวเร่งที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินอย่างรุนแรงคือ

1) ปริมาณฝนที่ตกผิดปกติ นอกจากสภาพฝนที่ตกตามฤดูกาลแล้ว ฝนในลักษณะของไต้ฝุ่นหรือหย่อมความกดอากาศต่ำ ก่อให้เกิดฝนตกมากผิดปกติ ฝนในลักษณะเช่นนี้จะก่อให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินและน้ำไหลบ่าหน้าดินอย่างรุนแรง โดยมีปัจจัยสำคัญที่สุดของการชะล้างพังทลายของดิน โดยน้ำคือปริมาณฝนรวมเฉลี่ยรายปี เนื่องจากฝนที่ตกลงมาเป็นปัจจัยแรกที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน และเป็นตัวพัดพาให้ตะกอนเคลื่อนที่ ตะกอนหรืออนุภาคดินที่เคลื่อนย้ายนี้อาจเป็นทั้งอินทรียวัตถุ และอนินทรียวัตถุซึ่งเป็นปรากฏการณ์สำคัญที่ทำให้ดินเสื่อมความอุดมสมบูรณ์และเกิดมลพิษของน้ำในแม่น้ำลำคลอง

2) การบุกรุกทำลายป่าเพื่อทำไร่เลื่อนลอย สภาพการขาดแคลนที่ทำกินและประชากรเพิ่มขึ้นในอัตราสูงก่อให้เกิดปัญหาการบุกรุกทำลายป่าเพื่อทำไร่เลื่อนลอย ซึ่งเป็นสาเหตุของการชะล้างพังทลายของดินอย่างรุนแรงโดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนา

3) การก่อสร้างต่าง ๆ การบุกเบิกพื้นที่เพื่อสร้างเป็นแหล่งชุมชน หรือแหล่งอุตสาหกรรมใด ๆ ย่อมส่งผลให้ธรรมชาติเสียสมดุลย์ ทั้งนี้เพราะการเปิดหน้าดินและรบกวนความมั่นคงของพื้นที่ โดยเฉพาะในบริเวณที่มีความลาดเทสูง เช่น การสร้างแหล่งชุมชนชาวเขาบนที่สูง การสร้างนิคมอุตสาหกรรม เป็นต้น เมื่อฝนตกลงมาก็จะเกิดการชะล้างพังทลายของดินอย่างรุนแรง จนกว่าพื้นที่ที่ถูกรบกวนจะถูกปกคลุมด้วยหญ้าหรือพืชพรรณธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้น เพื่อป้องกันการพังทลายของดินก็จะเป็นการลดความรุนแรงของการชะล้างพังทลายได้

4) การตัดถนนและเส้นทางคมนาคม ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศจะต้องอาศัยเส้นทางคมนาคมขนส่งเป็นสำคัญ ลักษณะการตัดถนนหรือเส้นทางรถไฟไปตามพื้นที่มีความลาดเทเป็นเรื่องปกติที่ต้องดำเนินการ ซึ่งจะต้องผ่านภูมิประเทศต่าง ๆ ทั้งที่ราบ และที่ลาดชันบนภูเขา การรบกวนพื้นที่ต่าง ๆ จะต้องใช้เวลานานนับปี ๆ ในการสร้างดุลย์ธรรมชาติให้ถูกทำลายน้อยที่สุด ซึ่งจะต้องมีมาตรการป้องกันด้านความลาเทของถนนที่เปิดออกไป

5) การไถพรวน ขึ้นลงตามความลาดเทของการพัฒนา เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้มีการนำเครื่องทุ่นแรงมาใช้โดยเฉพาะอย่างยิ่งรถไถ และระบบการไถขึ้นลงตามความลาดเทเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยาก เพราะเป็นความถนัดของเอกชนที่รับจ้าง อีกทั้งความไม่เข้าใจถึงปัญหาการชะล้างพังทลาย ของดินของเจ้าของกิจการรถไถและเจ้าของที่ดิน ระบบการไถขึ้นลงเร่งให้เกิดการไหลบ่าของน้ำได้รุนแรงและรวดเร็วยิ่งขึ้น ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินสูงขึ้น

6) การเลี้ยงสัตว์บนที่ภูเขา ในพื้นที่ลาดชันสูง ซึ่งมนุษย์ได้บุกเบิกพื้นที่ป่าไม้เพื่อทำไร่เลื่อนลอยและวิวัฒนาการต่าง ๆ ค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงไปจากการเพาะปลูกอย่างเดียวก็จะมีการเลี้ยงสัตว์เพื่อใช้เป็นอาหาร พื้นที่เกษตรบนภูเขามีช่วงจำกัดในการทำการเกษตรที่จะต้องอยู่ในรอบหมุนเวียนของการทำไร่เลื่อนลอย ดังนั้นพืชพรรณธรรมชาติในพื้นที่ที่ปล่อยทิ้งไว้จะใช้สำหรับเป็นแหล่งหากินของสัตว์ เช่น แพะ แกะ ก่อให้เกิดการสูญเสียดินมากยิ่งขึ้น เพราะพื้นดินถูกรบกวนตลอดเวลาจากการเหยียบย่ำของสัตว์ และพืชที่พอจะช่วยยับยั้งการพังทลายของดินได้อยู่นั้นก็สูญเสียไปหมดจากการเป็นอาหารของสัตว์นั่นเอง (สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522 : 146 - 147)

สรุปได้ว่า การชะล้างพังทลายของดิน ตัวการใหญ่ที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายขึ้นอยู่กับ ลักษณะของฝนความหนักเบาของระยะเวลาที่ฝนตกองค์ประกอบต่อมาที่จะส่งผลให้เกิดการพังทลายคือ ภูมิประเทศ อันเป็นผลการมนุษย์ดัดแปลงคือเป็นปัจจัยที่เป็นตัวเร่าทำให้เกิดการชะล้างพังทลาย

2.1.1 ปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (Rainfall Erosivity Factor,R)

ปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน เกิดจากขึ้นจากฝน ซึ่งมีความสำคัญต่อการเกิดการพังทลายของดิน สมเจตน์ จันทวัฒน์ ระบุว่า การเกิดการชะล้างพังทลายมีสัมพันธ์กับพลังงานของเม็ดฝนที่ตกปะทะกับความหนักเบาของฝน ความหนักเบาเฉลี่ยของฝนที่ตกในช่วงเวลาสั้น ๆ จะมีค่าสูงกว่าฝนที่ตกเป็นระยะเวลานานนับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับนักอุทกวิทยาและวิศวกรในการที่จะพยากรณ์การเกิดอุทกภัยและป้องกันการพังทลายของดิน เมื่อความหนักเบาของฝนมีมากกว่าอัตราการซึมน้ำของดินจะเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินขึ้น (สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522 : 121) ซึ่งสรุปก็คือค่าปัจจัยของฝนต้องคิดมาจากผลของการปะทะของเม็ดฝนที่กระทำต่อดิน รวมถึงปริมาณและอัตราของน้ำที่ไหลบ่าซึ่งเกิดขึ้นในขณะที่มีฝนตกด้วย

เม็ดฝนที่มีขนาดรัศมี 2 มิลลิเมตร จะมีพลังงานจลน์ถึง 10,000 เออร์ก ดังนั้นเม็ดฝนที่มีขนาดรัศมี 2.5 มิลลิเมตร จะมีพลังงานจลน์สามารถยกดินหนัก 46 กรัมสูงขึ้นจากผิวดินได้ประมาณหนึ่งเซนติเมตร และเมื่อความหนาแน่นของฝนเพิ่มขึ้นจะทำให้พลังงานจลน์เพิ่มขึ้นใน

อัตรา 1.2 เท่า ของความหนาแน่นที่ฝนตก (สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522 :60) สำหรับความหนาแน่นของฝนที่ตกหนึ่งนิ้วต่อชั่วโมง บนพื้นที่หนึ่งเอเคอร์ ออสบอร์น กล่าวว่า จะมีกำลังแรงเท่ากับ 100 แรงม้า และมีน้ำหนักมากกว่า 100 ตัน (Osborn. 1955 :126 -127)

จากการศึกษาค่าความสัมพันธ์ในการก่อให้เกิดการพังทลายของดินจากฝนนั้น วิสไมเออร์และสมิทได้พบว่า ตัวพลังงานสูงสุด คือ พลังงานจลน์ของฝนกับความหนักเบาของฝนสูงสุดใน 30 นาที (Wischmeier W.H.;& Smith.1958 :460) จึงกล่าวได้ว่าการสูญเสียดินมีความสัมพันธ์ที่ผันแปรโดยตรงกับผลคูณของพลังงานจลน์ของฝน กับความหนักเบาสูงสุดในช่วงเวลา 30 นาที ผลดังกล่าวนี้ เป็นค่าดัชนีความสามารถที่ก่อให้เกิดการพังทลายของดินจากฝน ซึ่งค่าดัชนี EI_{30} เป็นผลคูณของพลังงานของฝนที่ตกกับความหนักเบา 30 นาทีสูงสุดที่เกิดขึ้น (Wischmeir.1958: 246-248)ได้กล่าวถึงพัฒนาขึ้นโดยการตรวจสอบลักษณะของฝนหลายลักษณะและพบว่าลักษณะที่มีอิทธิพลต่อการชะล้างพังทลายของดินคือดัชนี EI_{30} ซึ่งจะมีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินอันเนื่องมาจากฝนตกครั้งหนึ่ง ๆ ประมาณ 72 – 90 เปอร์เซ็นต์ นอกนั้นเป็นอิทธิพลของปัจจัยอื่นๆอย่างเช่น การศึกษาพลังงานของเม็ดฝนที่กระทำบนพื้นดินที่มีการไถพรวนขนานกับความลาดชันในดินชนิดต่างๆ กัน พลังงานจลน์ของเม็ดฝนขึ้นอยู่กับอัตราความเร็วของเม็ดฝนและปริมาณที่ตก ส่วนค่าความหนักเบา 30 นาทีสูงสุด เป็นตัวกำหนดว่าจะมีน้ำไหลบ่ามากน้อยเพียงใด ในกรณีที่มีปริมาณฝนตกไม่มากนัก แต่ความหนักเบาสูงสุดในช่วง 30 นาทีสูงมาก ก็จะทำให้ค่าดัชนี EI_{30} สูงได้ ดัชนีนี้จึงสะท้อนให้เห็นอัตราการสูญเสียดินอย่างเด่นชัด (วีรชาติ เทพพิพิธ. 2524)

ดัชนี EI_{30} มีอิทธิพลต่อการสูญเสียดินมากกว่าปัจจัยตัวอื่น ๆ เนื่องจากพลังงานที่รุนแรง เกิดช่องว่างของรูดินจนอัตราการซึมน้ำลดลงอย่างรวดเร็วในขณะที่ฝนกำลังตกอยู่ทำให้มีน้ำไหลบ่าหน้าดินเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วถึงแม้ว่าดัชนีดังกล่าวจะมีผลต่อการเคลื่อนย้ายตะกอนอย่างมาก แต่เมื่อปริมาณของน้ำไหลบ่าหน้าดินเพิ่มมากขึ้น ปริมาณของดินที่ถูกทำให้แตกโดยเม็ดฝนก็จะลดลง เพราะผิวหน้าน้ำที่เคลือบอยู่บนผิวดินช่วยลดแรงตกกระทบหน้าดินของเม็ดฝน

การศึกษาพลังงานฝนในประเทศไทยมี การใช้ดัชนี EI_{30} แตกต่างกันไปตามพื้นที่สถานีอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่บริเวณอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งพื้นที่ใช้ค่าดัชนีของฝน

การคำนวณค่า ปัจจัยของฝน (R-factor) ใช้สมการ

$$Y = 0.7577x-158.94 \quad (R^2 = 0.9562)$$

เมื่อ Y = ปัจจัยของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน

x = ปริมาณของฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปี (มม.) (วันเลิศ วรรณปิยะรัตน์ ม.ป.ป)

การนำค่าดัชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝน (R) ไปใช้กับสมการสูญเสียดินสากลนั้นนิยมสร้างเป็นแผนที่เพื่อความสะดวกในการใช้งาน เรียกว่า Iso-Erodent Map โดยลากเส้น ผ่านการสร้าง Isoline ขึ้นสำหรับใช้ในจุดหรือบริเวณที่ไม่มีข้อมูล ซึ่งความละเอียดถูกต้อง

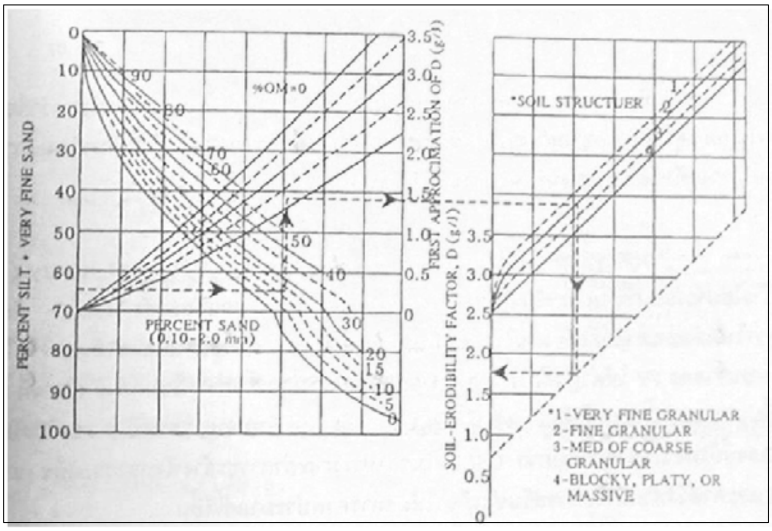
ใน การวิเคราะห์ข้อมูลขึ้นอยู่กับความน่าเชื่อถือและความแม่นยำของจุดที่มีข้อมูลถูกต้องในระยะยาว (กรมพัฒนาที่ดิน 2543: 4-5)

2.1.2 ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างทลายของดิน (Soil Erodibility Factor,K)

ความคงทนต่อการถูกชะล้างทลายของดินของ วิสไมเออร์ และสมิทได้กล่าวถึงความแตกต่างกันไว้คือ การพังทลายของดินนั้นส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับอิทธิพลของความลาดเท ลักษณะของฝน พืชพรรณที่ปกคลุม และการจัดการมากกว่าคุณสมบัติของดิน แต่บางที่บริเวณที่ดินนั้นมีความลาดเท ลักษณะของฝน พืชพรรณที่ปกคลุม และการจัดการที่เหมือนกัน การพังทลายของดิน ก็มีมากน้อยแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากดินนั้นมีคุณสมบัติแตกต่างกัน และมีคุณสมบัติที่ทำให้ดินเกิดความยากง่ายในการพังทลายแตกต่างกัน (Wischmeier W.H.;& Smith 1965:4)

ปัจจัยความคงทนของดินชนิดหนึ่งถูกชะล้างพังทลายง่ายกว่าดินอีกชนิดหนึ่ง ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากสมบัติเฉพาะตัวของดินเรียกว่า ความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (Soil Erodibility) การวัดค่าความคงทนของดินหรือปัจจัย ค่า K (Wischmeier W.H.;& Smith. 1978 : 58)

จากคุณสมบัติของดินที่แตกต่างกัน เช่น ดินเหนียว ดินทราย และดินร่วน จะมีความคงทนที่แตกต่างกัน ซึ่งจะส่งผลต่อความคงทนของดิน เป็นการประเมินค่าดัชนีความคงทนต่อการถูกชะล้างของดิน (K-Factor) ความหมายของคำว่า ความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดินด้วยวิธีการหาค่าดัชนีมาตรฐาน และการแยกสมบัติของดินบางประการออกมาวิเคราะห์นั้นเป็นวิธีที่ต้องใช้เวลาและใช้ทุนมาก ดังนั้น วิสไมเออร์ จอห์นสัน และ ครอสส์ จึงได้คิดวิธีการหาค่าดัชนีความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดินที่สะดวกและไม่ซับซ้อนด้วยการใช้สมบัติของดินที่สำคัญ 5 ชนิด เปอร์เซ็นต์ดินโคลนบวกกับเปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดมาก เปอร์เซ็นต์ทราย เปอร์เซ็นต์อินทรียวัตถุในดิน โครงสร้างของดิน และการดูดซึมน้ำและดิน ซึ่งสมบัติของดินดังกล่าวนี้ เป็นสมบัติของดินที่มีความสัมพันธ์ร่วมกันกับความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน จึงเป็นคุณสมบัติของดินและได้นำมาสร้างเป็นแผนภาพ เรียกว่า โนโมกราฟ (Nomograph) ดังภาพ (Wischmeier ; Johnson ; & Cross.1971:190 -199)



ภาพประกอบ 6 แผนภาพการประเมินค่า K-Factor (Nomograph)

สมเจตน์ จันทวัฒน์ กล่าวว่าค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดินมี 3 วิธีการคือ

1) ค่าดัดแปลงมาจากค่าที่วัดการสูญเสียดิน ซึ่งตั้งโดยกระทรวงเกษตรของกระทรวงเกษตรของสหรัฐ (USDA)

2) ค่าที่ได้จากการวัดปริมาณการสูญเสียดิน ในสภาพไร่นาแล้วนำมาคำนวณหาค่า K-factor ค่าที่ได้จากการใช้ Nomograph ซึ่งทำขึ้นโดยวิชไมเออร์

3) จากการเปรียบเทียบค่าปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดินทั้ง 3 วิธี พบว่า ค่าจากวิธีการของกระทรวงเกษตร สหรัฐอเมริกาให้ค่าสูงกว่าค่าจากแผนภาพโนโมกราฟและค่าจากการวัดปริมาณตะกอนจริงในสภาพไร่นา ค่า K จากแผนภาพ Nomograph ก็ให้ค่า K สูงกว่าค่า Kจากการวัดปริมาณตะกอนจริงในสภาพไร่นา (สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522: 200)

กรมพัฒนาที่ดินได้ศึกษาและประเมินค่าดัชนีความคงทนต่อการถูกชะล้างของประเทศไทย (K –factor) ได้กำหนดพื้นบริเวณที่สูงและบริเวณที่ลุ่มต่ำ (ดังแสดงที่ตาราง 1)

1) พื้นที่ราบ มีความหมายรวมถึง ที่ราบลำน้ำ ที่ความลาดน้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ส่วนนี้ประเมินค่า K ของกลุ่มชุดดินโดยใช้แผนที่กลุ่มดิน ระดับจังหวัด มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดค่า K ของพื้นที่ดังแสดงในภาคผนวก ก

2) พื้นที่สูง ครอบคลุมถึงพื้นที่ภูเขา และที่ลาดหุบเขาความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจำแนกเป็นกลุ่มชุดดิน 62 ตามแผนที่กลุ่มชุดดิน มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน พื้นที่ส่วนนี้ใช้ธรณีวิทยาระดับภาค มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมทรัพยากรธรณีเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจำแนกค่า K ในภาคผนวก ก

ตาราง 1 แสดงค่าสมรรถนะการชะล้างพังทลายของดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เนื้อดิน	ค่า K – Factor ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	
	บริเวณที่สูง	บริเวณที่ลุ่มต่ำ
Sand	-	-
Loamy sand	0.04	0.05
Sandy loam	0.29	0.26
Loam	0.29	0.35
Silt loam	0.37	0.34
Silt	-	-
Sandy clay loam	0.24	0.20
Clay loam	0.25	0.36
Silty clay loam	0.46	0.43
Sandy clay	-	-
Silty clay	0.23	0.27
clay	0.13	0.15

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน. (2543). *การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย*. หน้า10.

2.1.3 ปัจจัยความยาวของความลาดเทและความลาดเท (Slope Length and Slope Gradient Factor ,LS)

ปัจจัยความยาวของความลาดเทและความลาดเท มีผลต่อการเกิดการพังทลายของดิน กล่าวคือ

1) ความลาดเท หมายถึง เปอร์เซ็นต์ หรือ องศา เมื่อความลาดเทเพิ่มขึ้นปริมาณและอัตราของน้ำที่ไหลบ่าก็เพิ่มขึ้น การเพิ่มครั้งแรกจะเพิ่มอย่างรวดเร็ว ต่อมาอัตราการเพิ่มจะลดลง บนพื้นที่ราบนั้นจะมีน้ำไหลบ่าน้อย เพราะส่วนมากน้ำบนผิวดินจะขังอยู่ตามที่ต่ำ จากการทดลองการพังทลายของดินเป็น 2.5 เท่า ถ้าหากว่าความลาดเทเพิ่มเป็น 2 เท่า

2) ความยาวของความลาดเท (Slope length) หมายถึงระยะทางจากจุดที่น้ำบนผิวดินเริ่มไหลไปยังจุดที่น้ำไหลเป็นร่องอย่างชัดเจนหรือเป็นจุดที่มีความลาดเทน้อยที่สุด นั้นคือการทับถมเกิดขึ้น ระหว่างน้ำที่มีน้ำไหลบ่าบนผิวดินเกิดขึ้นนั้นปริมาณน้ำจะมารวมกันมากขึ้นขณะที่ไหลลงสู่ปลายที่ลาดเพราะฉะนั้น น้ำจะไหลบนส่วนล่างของที่ลาดเทมีปริมาณมากและไหลเร็วกว่าที่ไหลอยู่ตอนส่วนบนของที่ลาดเท จากการศึกษาและทดลองพบว่าการสูญเสียดิน จะเพิ่มเป็น 1.5 เท่า ถ้าหากว่าความยาวของความลาดเทเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า(สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522 : 78 - 79)

ความลาดเทและความยาว ซึ่งในสมการการสูญเสียดินสากล (USLE) จะพิจารณาร่วมกันเป็นปัจจัยความลาดเท (LS-factor) โดยปัจจัยเหล่านี้สามารถประเมินได้ตามสูตรดังนี้ (Wischmeier W.H.;& Smith.1965:8 - 9)

$$L = (\lambda/22.13)m$$

$$S = (0.43+0.30S+0.043S^2)/6.613$$

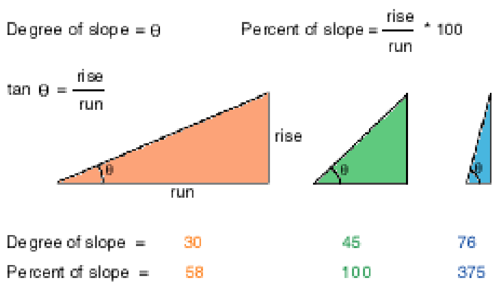
โดยที่ λ = ความยาวความลาดเท (เมตร)

s = ความลาดเท (เปอร์เซ็นต์)

m = เป็นค่ายกกำลัง ซึ่งมีค่า 0.5 เมื่อความลาดเท> 5%

จากการศึกษาความลาดเทเป็นผลต่อการคำนวณหาค่าการสูญเสียดิน การศึกษาของ บรรเจิด พลางกูร พบว่าการพังทลายของดินบนพื้นที่ซึ่งมีความลาด 3 – 12 เปอร์เซ็นต์ ความรุนแรงของน้ำไหลบ่าทำให้เกิดการสูญเสียชั้นดินบน ประมาณ 5 ตัน/ไร่ (บรรเจิด พลางกูร 2523 : 1 – 4)

ปัจจุบันการหาความยาวของความลาดเทและความลาดเทในทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คำนวณหาได้จากการใช้ค่าต่างระดับ Digital Elevation model (DEM) และมาหาค่าเปอร์เซ็นต์ของความลาดเท (Burrough :1986 .50)



ภาพประกอบ 7 การวิเคราะห์ เปอร์เซ็นต์ของความลาดเท

2.1.4 ปัจจัยการจัดการพืช (Cropping Management Factor , C)

ปัจจัยในการจัดการพืช คือการปลูกพืชและมีการจัดการที่มีการอนุรักษ์ดินและน้ำปัจจัยการจัดการพืช วิสไมเออร์ และสมิธ ระบุว่า ผลจากการจัดการปลูกพืชและการจัดการ จะมีผลผันแปรมากไม่สามารถคำนวณเป็นตัวแปรอิสระได้ เนื่องจากมีความสัมพันธ์ร่วมกับปัจจัยอื่น ทำให้การเปลี่ยนแปลงของพืชที่ปลูกระหว่างฤดู และที่ปลูกหมุนเวียนระหว่างช่วงระยะเวลา มีผลต่อการสูญเสียดินที่แตกต่างกัน (Wischmeier W.H.;& Smith 1965 :10) การปลูกพืชเพื่อปกคลุมบนพื้นดินนั้นมีต่อการพังทลายของดิน และการไหลบ่าของน้ำอย่างมากนั้น ได้แก่ ระบบการเพาะปลูก

พืช และ วิธีการจัดการ กล่าวคือเป็นสิ่งที่ต้านทานทางธรรมชาติของกระบวนการที่ทำให้ดินแตกกระจาย (Osborn. 1955 : 128)

ปัจจัยเกี่ยวกับการจัดการพืช (C-factor) ในสมการสูญเสียดินสากล สมเจตน์ จันทวัฒน์ ระบุว่า สมการสูญเสียดินจากปัจจัยการจัดการพืชคืออัตราส่วนของการสูญเสียดินระหว่างดินที่มีการปลูกพืชนั้นภายใต้สภาพที่จำกัดกับดินที่มีการไถพรวนโดยไม่มีเศษของพืชและปล่อยทิ้งไว้ว่างเปล่า ปัจจัยนี้เป็นการวัดผลรวม (Combined Effect) ของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งกันและกันในการปกคลุมดิน และการจัดการต่างๆ มีสภาพปล่อยทิ้งไว้ให้ว่างเปล่าติดต่อกัน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสภาพการเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืชที่ขึ้นปกคลุมในขณะที่มีฝนตก ด้วยเหตุนี้การปรับค่า C ในการประเมินการสูญเสียดินจะต้องปรับให้เหมาะสมกับสภาพต่าง ๆ ในพื้นที่ (สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2526 :473 - 475)

สำหรับประสิทธิภาพการคลุมดินของพืชนั้น จะมีสัดส่วนที่แตกต่างกันตามชนิดของพืชและวิธีการวัฒนธรรมในการเพาะปลูก ซึ่ง ออสบอร์น ได้ทำการศึกษาไว้

1. พืชที่มีการปกคลุมดินมากที่สุด ได้แก่ พืชที่มีการปกคลุมดิน ตั้งแต่ 75 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์
2. พืชที่มีการปกคลุมดินดี ได้แก่ พืชที่มีการปกคลุมดิน ตั้งแต่ 50 ถึง 75 เปอร์เซ็นต์
3. พืชที่มีการปกคลุมดินปานกลาง ได้แก่ พืชที่มีการปกคลุมดิน ตั้งแต่ 25 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์
4. พืชที่มีการปกคลุมดินน้อย ได้แก่ พืชที่มีการปกคลุมดิน ตั้งแต่ 0 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ (Battawar ; & Rao. 1969 : 40 ; Citing Osborn. 1954)

ในส่วนที่เกี่ยวกับลำดับการเจริญเติบโตของพืชที่ทำการเพาะปลูกนั้น วิสไมเออร์ กล่าวว่าการคลุมดินหนาแน่นแตกต่างกัน จะเกิดการพังทลายของดินที่แตกต่างกัน ด้วยเหตุนี้การคำนวณค่า C จึงได้ทำการแบ่งความตากต่างของพืชคือ

ช่วงระยะ P เรียกว่า ช่วงว่างเว้นจากการปลูกพืช (Rough fallow) เป็นช่วงที่เริ่มตั้งแต่การไถ พื้นที่ จนถึงการหว่านเมล็ดทำการเพาะปลูก

ช่วงระยะที่ 1 เรียกว่า ช่วงการเจริญเติบโตของพืชจากเมล็ดระยะแรกเป็นช่วงที่เริ่มตั้งแต่หว่านเมล็ดทำการเพาะปลูก ถึงระยะ 1 เดือน

ช่วงระยะที่ 2 เรียกว่า ช่วงการเจริญเติบโตลำต้นระยะกลางพืชงอกจากเมล็ด 1- 2 เดือน

ช่วงระยะที่ 3 เรียกว่า ช่วงการเจริญเติบโตของเต็มที่ของพืช ระยะปลาย เป็นช่วงตั้งแต่หลังจากที่พืชงอกจากเมล็ดสองเดือนถึงเก็บเกี่ยวผล

ช่วงระยะที่ 4 เรียกว่า ช่วงสิ่งตกค้างที่เป็นเศษเหลือหลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิตเป็นช่วงตั้งแต่เก็บเกี่ยวผลแล้วเริ่มทำการไถพื้นที่ใหม่

การปลูกพืชตามลำดับการเจริญเติบโตกับการสูญเสียดิน เป็นผลเนื่องมาจากเมื่อพืชเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นตามลำดับนั้น รากพืชจะทำให้ดินร่วนดูดซับน้ำได้ดีขึ้น การปกคลุมของร่มใบช่วยปะทะต้านทานพลังงานจากเม็ดฝนได้ดีขึ้น ส่วนประกอบจากพืชที่ตกปกคลุมดินทำให้ดินมีสิ่งปกคลุมป้องกันผิวหน้าดิน และอัตราการใช้น้ำของพืชในระหว่างการเจริญเติบโตมีมากขึ้นตามลำดับทำให้ดินดูดซับน้ำได้เพิ่มขึ้น การชะล้างพังทลายของดินก็ลดลง (Wischmeier.1960 : 323 – 324)

แต่อย่างไรก็ตามการจัดการระบบการปลูกพืชในพื้นที่ ทำให้สามารถที่จะศึกษาเพื่อลดการสูญเสียดินได้ และนำไปสู่การหาสมการปัจจัยการจัดการพืชได้

2.1.5 ปัจจัยการปฏิบัติการควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน (Conservation Practice Factor ,P)

การชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นในพื้นที่เกษตรกรรมนั้น วิธีการปฏิบัติที่เป็นการอนุรักษ์ดิน เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอัตราส่วนจำกัดขอบเขตการสูญเสียดินรายปีที่สำคัญ (Wischmeier W.H.;& Smith. 1960 : 418) เพราะถ้าพื้นที่ทำการเกษตรมีความลาดเท มากกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปและ ดินมีปริมาณฝนเฉลี่ยประมาณ 2,000 มิลลิเมตรต่อปี ดินจะถูกชะล้างได้ง่ายและมีปริมาณที่มากหากใช้วิธีการปฏิบัติที่เป็นการควบคุมการพังทลายของดินไม่ถูกต้อง (ฤดี ณ ถลาง และ สุธัม ปลัดสงคราม. 2522 : 5)

การปฏิบัติการควบคุมการพังทลายของดิน คือ สัดส่วนระหว่างปริมาณการสูญเสียดินที่ได้จากแปลงทดลองที่มีการใช้วิธีอนุรักษ์ประเภทใดประเภทหนึ่งกับปริมาณการสูญเสียดินจากแปลงทดลองในสภาพพื้นที่ซึ่งทำการไถพรวนขึ้นลงตามความลาดชัน ในสภาพการณ์อย่างอื่นที่เหมือนกัน และจะมีค่าแตกต่างกันไปตามเทคนิคการปฏิบัติ (กรมพัฒนาที่ดิน. 2543 : 20) ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

1) การไถพรวนตามแนวระดับ (Contour Cultivation)
2) การปลูกพืชเป็นแถบสลับกัน (Strip Cropping)
3) การไถพรวนตามแนวระดับร่วมกับการปลูกพืชเป็นแถบสลับ (Contour Strip Cropping)
4) การทำแบบขั้นบันได (Terracing)

วิธีการควบคุม การชะล้างพังทลายของดินเป็นวิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดินนั้น จะเกี่ยวกับความชันและความยาวของความลาดเทมากที่สุด รวมทั้งความแตกต่างของพืชแต่ละชนิดที่ทำการเพาะปลูกด้วย วิธีการอนุรักษ์ที่นำมาพิจารณามี 3 ระบบ คือ การปลูกพืชตามแนวระดับ เป็นการไถและปลูกพืชขนานไปตามระดับเดียวกัน ขวางความลาดเทของพื้นที่ ประสิทธิภาพของวิธีการนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ที่มีความลาดเท 3 ถึง 7 เปอร์เซ็นต์ และมีความยาวของความลาดเทไม่เกิน 100 เมตร นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับลักษณะของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และสภาพความหนักเบาของฝนในแต่ละครั้ง ถ้ามีพายุฝนเกิดขึ้นหลายครั้งก็อาจจะเกินขีดความสามารถของการป้องกันแบบการปลูกพืชตามแนวระดับได้เช่นกัน การปลูกพืชสลับเป็นแถบ หมายถึง การปลูก

พืชต่างชนิดกันสลับกันเป็นแถบขวางความลาดเทของพื้นที่ จากพื้นที่ที่มีความลาดเทไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ โดยทั่วไปแล้วการปลูกพืชแบบนี้แบ่งได้ 3 ชนิด คือ

1) การปลูกพืชสลับเป็นแถบตามแนวระดับ เป็นการปลูกพืชหลายชนิดเป็นแถบสลับกันไปตามแนวระดับ ส่วนชนิดของพืชที่นำมาปลูกสลับนั้นระบบการปลูกพืชหมุนเวียน

2) การปลูกพืชสลับเป็นแถบอย่างมีระเบียบ เป็นการปลูกพืชเช่นเดียวกับชนิดแรก แต่เนื่องจากพื้นที่ไม่สม่ำเสมอ ตัดขวางความลาดเทโดยไม่คดเคี้ยวไปตามเส้นระดับ

3) การปลูกพืชสลับเป็นแถบป้องกัน เป็นการปลูกพืชสลับเป็นแถบโดยมีการปลูกพืชพวกหญ้าหรือพวกตระกูลถั่วเป็นแนวป้องกันกันระหว่างแถบความกว้างของแนวป้องกันไม่จำเป็นต้องเป็นระเบียบ ทั้งนี้เพื่อให้แถบของการปลูกพืชขนานกันอย่างมีระเบียบ เพื่อสะดวกในการใช้เครื่องมือไถพรวนวิธีการนี้ค่าคำนวณของปัจจัย P จะมีค่าน้อยกว่าวิธีการปลูกพืชตามแนวระดับครึ่งหนึ่งเกิดปัจจัยชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากปฏิบัติการควบคุมการพังทลายของดิน (Smith ; & Wischmeier.1978) ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินได้แสดงค่าการอนุรักษ์ดินดังนี้

ตาราง 2 แสดงค่า P-Factor ของการอนุรักษ์ดินแบบต่าง ๆ

การปฏิบัติ	ค่า P
การปลูกขึ้นลงหรือไม่มีระบบอนุรักษ์ใด ๆ	1.0
การไถพรวนขึ้นลง	1.0
ไม่ไถพรวน	0.12
การปลูกพืชตามแนวระดับ	
ความลาดชัน 1 - 2 %	0.60
ความลาดชัน 2 – 7 %	0.50
ความลาดชัน 2 – 7 % ให้น้ำแบบเป็นร่อง	0.25
การปลูกพืชเป็นแถบตามแนวระดับ	
ความลาดชัน 1 – 2 % ให้น้ำแบบร่อง	0.30
ความลาดชัน 2 – 8 % ให้น้ำแบบร่อง	0.25
การทำคันดิน (Graded terrace)	0.10

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน (2526). *การชะล้างพังทลายของดินในประเทศ.* หน้า 226.

นอกจากนี้ มนู ศรีขจร ได้ชี้ให้เห็นสถานการณ์ของลุ่มน้ำว่า ปัญหาความเสื่อมโทรมของพื้นที่ลุ่มน้ำในหนึ่งถึงสองทศวรรษที่ผ่านมา ก่อให้เกิดการสูญเสียหน้าดินในรูปตะกอนและธาตุอาหารที่ถูกชะล้างจากแหล่งเดิม ปัจจัยที่ทำให้เกิดการพังทลายของดิน คือ การบุกรุกทำลายป่า การทำไร่เลื่อนลอย และการใช้ที่ดินโดยขาดการอนุรักษ์ดิน และน้ำ (มนู ศรีขจร 2525 : 4 – 6) เช่นเดียวกับที่ อภิสิทธิ์ ได้กล่าวถึงงานวิจัยของเบนเนตต์ที่ทำการศึกษา เบนเนตต์ (Bennett) ได้ศึกษาในอเมริกาว่าการที่จะทำให้หน้าดินหนา 7 นิ้ว บนความลาด 16

เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเนื้อดินร่วมหมดไป โดยไม่มีพืชปกคลุมดินใช้เวลาเพียง 5 ปี แต่ถ้าหากมีทุ่งหญ้าปกคลุมอยู่จะใช้เวลานานถึง 10,000 ปี เมื่อมีปริมาณฝนเท่ากัน (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ 2525 : 356)

2.2 ผลของการชะล้างพังทลายของดิน

การชะล้างพังทลายของดินจะเกิดขึ้นอยู่เสมอในธรรมชาติ ซึ่งเป็นขบวนการหนึ่งของการปรับระดับของผิวโลก แต่มักเป็นไปในอัตราต่ำ แต่ถ้าหากว่าขบวนการชะล้างพังทลายนี้ ถูกเร่งโดยการกระทำของมนุษย์ไม่ว่าจะด้วยเหตุผลประการใดก็ตามความเสียหายก็จะเริ่มตามมาโดยมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจและคุณภาพชีวิตของประชากรในประเทศ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การสูญเสียหน้าดินมีผลต่อการลดลงของความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความสามารถในการเก็บความชื้น ความเหมาะสมต่อการทำการเกษตรกรรม และลักษณะการซึมน้ำผ่านผิวดิน

2. ทำให้น้ำในลำน้ำมีสมบัติมีคุณสมบัติชีวะเคมี ชีวะกายภาพเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมและคุณสมบัติของดินเสื่อม ตะกอนทรายที่ลงไปทับถมที่ราบต่ำเป็นผลทำให้ดินเสียโครงสร้างทางกายภาพ ความเหมาะสมต่อการปลูกพืชเกษตรลดน้อยลง ในลำน้ำ

3. ทำให้มีการสูญเสียน้ำในลักษณะน้ำไหลบ่าหน้าดินออกจากพื้นที่มากขึ้นเนื่องมาจากการแน่นของผิวหน้าดินและอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินน้อยลง โอกาสที่ดินจะเก็บน้ำไว้ให้พืชใช้ได้นานจะลดน้อยลงด้วย

4. สารเคมีเป็นพิษ เช่น โลหะหนัก ยาฆ่าแมลง ตลอดจนปุ๋ย ธาตุอาหารของพืช ลงสู่แหล่งน้ำมากขึ้นจนทำให้เกิดมลพิษในแหล่งน้ำได้

5. ปริมาณตะกอนพัดพาไปทับถมตามอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนจะสูงขึ้น มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้า ปัญหาเศรษฐกิจและสังคมของสาธารณชนก็จะส่งผลอย่างต่อเนื่อง จะเห็นได้ว่าน้ำไหลบ่าเป็นตัวการสำคัญทำให้เกิดการพังทลายของดิน (นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545 : 27 - 28) ได้แบ่งความรุนแรงของการพังทลายของดินออกเป็น 5 กลุ่ม

ตาราง 3 เกณฑ์การจำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย

กลุ่ม	การสูญเสียดิน(ตัน/เฮกแตร์/ปี)	การสูญเสียดิน(ตัน/ไร่/ปี)
น้อยมาก (Very Slight)	6.25	<2.00
น้อย (Slight)	6.25 – 31.25	2.01 – 5.00
ปานกลาง (Moderate)	31.25 – 125	5.01 – 20.00
รุนแรง (Severe)	125 – 625	20.01 – 100.00
รุนแรงมาก (Very Severe)	>625	>100.00

ที่มา : จักรชัย ชุ่มจิตต์. (2542). *การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และสมการสูญเสียดินสากล*. หน้า 122

3. ตะกอน

ตะกอนในลุ่มน้ำ มีบทบาทกับชีวิตประจำวันของมนุษย์มาตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ น้ำในแม่น้ำลำคลองธรรมชาติก็จะมีตะกอนไหลมากับน้ำมากบ้างน้อยบ้างขึ้นอยู่กับปริมาณและความรุนแรงของฝนที่ตกลงมาชะล้างหน้าดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีความแตกต่างของความลาดชันของผิวหน้าดิน พืชปกคลุมดินและชนิดของดิน ขณะที่น้ำไหลบ่าลงสู่แม่น้ำลำธาร จะมีแรงกัดเซาะทางน้ำให้กลายเป็นร่องน้ำ และแม่น้ำในที่สุด พร้อมกันนั้นก็พัดพาตะกอนที่เกิดจากการกัดเซาะระหว่างทางติดตัวไป เช่นในฤดูฝนที่มีน้ำหลากจะเกิดการกัดเซาะท้องน้ำมาก แต่เมื่อใดความเร็วลดลงหลังฤดูฝน คือหน้าแล้งตะกอนก็จะตกทับถมอยู่บริเวณท้องน้ำ และความเร็วกระแสน้ำใกล้ศูนย์ บริเวณนั้นจะมีตะกอนตกสะสมมาก

สำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำนั้น ต้องทำการศึกษาและประเมินปริมาณตะกอนที่ไหลมาตกสะสม ซึ่งเป็นผลทำให้ประสิทธิภาพและอายุใช้งานของโครงการลดน้อยลง ถ้าไม่มีการวางแผนและแนวทางการป้องกันการเกิดตะกอนของลุ่มน้ำล่วงหน้า ในที่สุดโครงการเหล่านั้นก็จะใช้งานไม่ได้ตลอดจนถึงคูคลองทั้งคลองส่งน้ำและคลองระบายน้ำก็ต้องออกแบบให้มีปริมาณน้ำไหลไปได้เร็วตามความต้องการของผู้ใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกและสามารถระบายน้ำให้ออกจากพื้นที่เพาะปลูกหรือเขตชุมชน ไม่ให้ได้รับความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วม (นพคุณ โสมสิน.2528)

3.1 นิยามตะกอนและลักษณะของตะกอน

พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยาได้ให้คำนิยามตะกอนในลำน้ำว่า วัตถุที่ถูกน้ำพัดพาเคลื่อนที่ไปในลำน้ำ ในรูปของการแขวนลอย การกระแทก การกลิ้ง และในรูปของสารละลาย (พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา. 2530 :115)

วีระพล แต้สมบัติ ได้ให้ความหมายตะกอนในลำน้ำว่าตะกอนเป็นวัสดุที่เคลื่อนที่หรือแขวนลอยหรือตกตะกอนโดยน้ำเป็นตัวการ (วีระพล แต้สมบัติ. 2531 : 139)

ณรงค์ ผลวงษ์ ได้ให้ความหมายว่า ตะกอน หมายถึง ปริมาณอนุภาคของดินที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ (ณรงค์ ผลวงษ์. 2530 : 36) ซึ่งสอดคล้องกับ ชาญชัย วงษ์ไทย หมายถึง สสารที่เป็นเม็ดแข็ง เคลื่อนที่โดยการลอยไปในน้ำหรือไหลไปตามท้องน้ำ (ชาญชัย วงษ์ไทย. 2512 : 1)

สุกัญญา กุลแก้ว ได้ให้ความหมายว่า สารหรือวัตถุ ที่ถูกเคลื่อนย้ายมากับน้ำโดยกระบวนการที่เกิดขึ้นจากน้ำฝน (สุกัญญา กุลแก้ว. 2547 : 6)

ซึ่งพอสรุปได้ว่าเป็นสารหรือวัตถุต่าง ๆ ที่ถูกเคลื่อนย้ายมากับน้ำโดยกระบวนการที่เกิดขึ้นจากน้ำฝน ลมและแรงโน้มถ่วงของโลก โดยจะทำอนุภาคดินแตกกระจายออกจากกันและเคลื่อนที่ย้าย โดยพลังงาน ไหลบ่าของน้ำป่าหน้าดินแล้วไหลลงสู่ลำธาร

3.2 ชนิดของตะกอน

กรมชลประทาน ได้กล่าวเกี่ยวกับชนิดของตะกอนโดยสรุปว่า เป็นการยากที่จะแบ่งแยกชนิดของตะกอน แต่โดยทั่วไปจะแบ่งแยกตามลักษณะการเคลื่อนที่ของตะกอนไปตามลำน้ำซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

3.2.1 ตะกอนแขวนลอยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

ตะกอนลอย ตะกอนนี้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 ไมครอน (0.002 มิลลิเมตร) เป็นตะกอนที่ไม่ค่อยจะตกจมซึ่งเราเรียกอีกอย่างว่า ตะกอนทรายแขวน (Colloidal) ตะกอนชนิดนี้เป็นตะกอนกึ่งลอยกึ่งจมเหตุที่ลอยได้ก็เพราะน้ำไหลปั่นป่วนจึงอาจจะปรากฏว่าบางทีตะกอนอาจจะนอนก้น แต่บางครั้งตะกอนเดียวกันนี้ก็ลอยตามกระแสน้ำที่ไหลแรงกระแสน้ำที่ไหลวนในแนวดิ่งจะมีอิทธิพลต่อตะกอนชนิดนี้มาก

3.2.2 ตะกอนโดด เป็นตะกอนที่อยู่ในระหว่างตะกอนแขวนลอยและตะกอนท้องน้ำ ตะกอนชนิดนี้เป็นตะกอนชั่วคราว คือเป็นตะกอนที่ไม่ลอยและเคลื่อนที่ไปโดยกระโดดไปตามท้องน้ำสูงประมาณ 50 ซม.

3.2.3 ตะกอนท้องน้ำ มีขนาด 1 มม. เป็นตะกอนชนิดใหญ่ ที่เคลื่อนที่ไปตามท้องแม่น้ำ ผู้สำรวจการเคลื่อนที่ของตะกอนชนิดนี้ ลงความเห็นว่าเป็นการยาก ที่จะหาค่าที่แท้จริงได้ ถ้าตะกอนก้อนใหญ่ผลของการเก็บตะกอนได้ผลค่อนข้างดี แต่ถ้าเป็นตะกอนชนิดเล็กเท่าขนาดของซี่กรงของเครื่องเก็บตะกอน จะทำให้ตัวอย่างที่เก็บได้ไม่แน่นอน เพราะจะเกิดน้ำวนขึ้นทำให้การเคลื่อนที่ของตะกอนไม่เป็นไปตามธรรมชาติ

ขนาดของตะกอนเหล่านี้จะค่อย ๆ เล็กลงไปทางท้ายน้ำ โดยมีสาเหตุเกิดหลายประการเช่น

1. เกิดจากการขัดสีเนื่องจากก้อนตะกอนจะกลิ้งไปในท้องน้ำกระโดดหรือกระแทกกับตะกอนก้อนอื่น ๆ ในขณะเคลื่อนที่ไป

2. เกิดจากปฏิกิริยาเคมี เนื่องจากน้ำมีฤทธิ์เป็นกรดหรือด่าง จึงทำให้ตะกอนถูกกัดกร่อน

3. เกิดจากการพาไป เนื่องจากขณะที่น้ำพัดพาตะกอนไปนั้นตะกอนที่มีขนาดใหญ่จะตกตะกอนก่อน ในขณะเดียวกันตะกอนขนาดเล็กจะถูกพัดพาลอยไปตามกระแสน้ำ ซึ่งการพาไปนี้จะมีทั้งในแนวนอนและในแนวดิ่ง โดยการพาไปในแนวนอนเกิดได้จากลักษณะแม่น้ำที่คดเคี้ยว ส่วนการพาไปในแนวดิ่งเกิดลำน้ำมีท้องน้ำไม่ราบเรียบหรือท้องน้ำที่มีการเปลี่ยนระดับ (กรมชลประทาน. 2538 : 190-208)

3.3 กระบวนการตกตะกอน

กระบวนการตกตะกอนคือกระบวนการเกิดปริมาณตะกอนนั้นจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการกัดเซาะอนุภาคของดินจะผิวหน้าของดินและมีการเคลื่อนย้ายอนุภาคเหล่านี้ลงสู่ที่ลาดต่ำและเกิดตะกอน (สุกัญญา กุลแก้ว. 2547 : 8) โดยกระบวนการตกตะกอนทับถม (Deposition) เป็นกระบวนการขั้นสุดท้ายของการพังทลายของดิน การแตกกระจายของดินและการพัดพาอนุภาคของดินโดยตกตะกอนตามที่ลุ่มน้ำแอ่งน้ำหรือลำธาร สาเหตุของการตกตะกอน คือ อัตราความเร็วของน้ำไหลบ่าลดลง ทำให้อนุภาพของดินตะกอนตกลงด้วยแรงดึงดูดของโลก(Osborn.1955 : 126 - 134)

3.4 ผลของการตกตะกอน

เซลลี่ กล่าวถึงการตกตะกอนเป็นการนอนก้นแยกตัวออกจากของเหลวของพวกชิ้นส่วนที่เป็นของแข็ง ซึ่งการตกตะกอนที่เกิดขึ้นในพื้นที่นั้น มีผลกระทบที่ตามมาหลายประการ เช่น ผลที่เกิดขึ้นในลำน้ำตะกอนที่ตกในลำน้ำจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก่ลำน้ำนั้น ๆ เมื่อท้องน้ำตื้นเขิน ก็จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเดินของกระแสน้ำผลที่เกิดจากตะกอน (Selley. 1976 : 408) มีดังนี้

3.4.1 การตกตะกอนในที่ที่มีสันคลอง (Embankments)เมื่อมีตะกอนตกในที่ที่มีสันคลอง จะทำให้น้ำท่วมสูงขึ้น ความจุของลำน้ำน้อยลงจึงต้องเสริมสันคลองให้สูงตาม ซึ่งจะทำให้สภาวะแวดล้อมเปลี่ยนไปด้วย

3.4.2 ผลผลิตที่เกิดในอ่างเก็บน้ำผลกระทบเกี่ยวกับความปลอดภัยของโครงสร้าง โดยมีผลต่อท่อระบายก้นอ่างเก็บน้ำ ผลกระทบต่อความมั่นคงของโครงสร้างของส่วนประกอบของอ่างเก็บน้ำ ผลกระทบต่อความมั่นคงของโครงสร้างของตัวเขื่อน ทั้งแรงดันเนื่องจากตะกอนและการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้มีการกัดกร่อนในวัสดุของการก่อสร้าง ซึ่งควรจะมีการตรวจสอบความจุอ่างเก็บน้ำ เมื่อถึงฤดูแล้ง อ่างเก็บน้ำเกือบแห้งเพราะมีตะกอนตกทับถม บริเวณก้นและขอบอ่างเก็บน้ำทุกปีผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม ทำให้ความจุของอ่างเก็บน้ำลดลง ทำให้ประสิทธิภาพในการใช้งานลดลงด้วย การลดพื้นที่ผิวน้ำ และระดับน้ำในอ่างฯ จะมีผลกระทบต่อชีวิตสัตว์น้ำ วัชพืชน้ำ

3.4.3 การเปลี่ยนแปลงของท้องน้ำ ท้องน้ำเดิม เมื่อน้ำมีตะกอนมาก ตะกอนก็จะทับถมทำให้ความลาดชันของท้องน้ำเปลี่ยนและท้องน้ำก็จะพยายามปรับตัวให้อยู่ในสภาพสมดุล ตะกอนก็จะตกเพิ่มขึ้น ตะกอนที่ตกหลังเขื่อนในอ่างเก็บน้ำก็ทำให้ท้องน้ำเปลี่ยนไป โดยตรงหลังเขื่อนจะมีตะกอนเล็ก (Suspension Load) ตกมาทับถมก่อน ภายหลังตะกอนท้องน้ำจะค่อย ๆ เคลื่อนที่มาจนมารวมทับถมกันในอ่างเก็บน้ำ (นพคุณ โสมสิน. 2538)

3.5 การประเมินผลผลิตตะกอน (Sediment yield)

การหาค่าความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน กับปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ (Sediment Delivery Ratio หรือ SDR) อิทธิพลของปัจจัยที่ทำให้เกิดการสูญเสียดินในรูปของการกัดเซาะหน้าดินและกัดเซาะเป็นร่องเล็กเมื่อรวมกับการสูญเสียจากร่องลึก (Gully) และการพังทลายริมฝั่งน้ำแล้วนำมาลบด้วยส่วนที่ตกตะกอนในตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำก่อนถูก พัดพาลงสู่ลำน้ำคือปริมาณตะกอนรวม (Total sediment yield) ตามทฤษฎีแล้วการพังทลายของดินจะไม่ถูกพัดพาไปยังตอนล่างทั้งหมด แต่บางส่วนจะตกอยู่ในพื้นที่ สัดส่วนของการชะล้างพังทลายของดินกับปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ในลำน้ำ ที่จุดตรวจวัด ปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ ผลของการชะล้างพังทลายของดิน น้ำตะกอนจะถูกน้ำพัดพาลงสู่ลำห้วย ลำน้ำ โดยวัตถุขนาดเล็กจะถูกพัดพาไปโดยแขวนลอยไปกับน้ำในขณะที่วัตถุขนาดใหญ่จะเป็นส่วนของตะกอนเคลื่อนที่ไปตามท้องน้ำ น้ำจะพัดพาตะกอนไปมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำ ทั้ง

รูปร่างและความรุนแรงของฝน การไหลของน้ำและประสิทธิภาพของการพัดพาตะกอน (นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545 :1 - 10)

การประเมินปริมาณตะกอนรายปีของพื้นที่ลุ่มน้ำ ในแบบจำลอง WSCERO ใช้หลักเกณฑ์ SDR (Sediment Delivery Ratio :SDR) การประเมินการชะล้างพังทลายและตะกอนด้วย (นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545 : 25)

$$SS = \frac{SDR}{100}\left[\sum_{I=1}^{N_g} A_i / N_g\right].WA$$

SS คือ ปริมาณตะกอนทั้งปี (ตัน/ปี)

$SDR/100$ คือ อัตราที่ดินถูกกัดเซาะถูกพัดพาสู่ปากทางน้ำออก

A_i คือ อัตราการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละกริด (ตัน/ เฮคตาร์)

N_g คือ จำนวนกริดทั้งหมดภายในลุ่มน้ำ

WA คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ(เฮคตาร์)

การประยุกต์แนวคิดของ บอยส์ (Boyce 1979:65) ได้กล่าวถึงการที่ Hession และ Shanholz (1988) ใช้ภูมิสารสนเทศเพื่อหาค่า SDR จากลักษณะกายภาพของแต่ละตารางกริด โดยใช้สมการ

$$\text{SDR} = 10\left(\frac{r}{L}\right)$$

โดยที่ r คือ ค่าความต่างระดับที่ได้จากระดับความสูงระหว่างตารางกริดกับจุดทางออกของน้ำ (outlet) (เมตร)

และ L คือ ความยาวของความลาดเท (เมตร)

มนู ศรีขจร และเล็ก มอญเจริญ ได้ทำการประมาณค่าตะกอนแขวนลอย และธาตุอาหารที่ถูกกัดเซาะและพัดพามาจากพื้นที่ลุ่มน้ำในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย สำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือสามารถกำหนดได้ในรูปสมการปริมาณตะกอน ดังนี้

Y = 0.0061 x – 0.000012

โดย Y = ปริมาณอำนวยน้ำของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ม^3/วินาที)

X = พื้นที่ลุ่มน้ำ (กม^2)

แปลงค่า Y จาก ม^3/วินาที เป็น ล้าน ม^3/ปี (z)

Z = Y + 60+60+24+365/1,000,000 หาค่าปริมาณตะกอนค่า z

(มนู ศรีขจร ; และเล็ก มอญเจริญ 2525 : 60)

ในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำเขื่อนลำน้ำพุง จังหวัดสกลนคร การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้คำนวณหาปริมาณตะกอนแขวนลอยโดยใช้ข้อมูลการสำรวจจากพื้นที่ลุ่มน้ำสายต่าง ๆ ของประเทศไทย จากกราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีกับพื้นที่ลุ่มน้ำได้สมการคือ

$$Q_S = 436.592\ A^{-0.19}$$

โดย Q_S = ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี (ตัน/กม^2)

A = พื้นที่ลุ่มน้ำ (กม^2)

(การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 2520 : 25)

การหาปริมาณตะกอนแขวนลอยยังได้จากสมการที่แสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลของน้ำเป็นรายเดือนกับปริมาณตะกอนได้อีกเช่นดังที่ นิพนธ์ หล่อนิล ได้กล่าวถึงการหาปริมาณตะกอนแขวนลอย โดยใช้ความสัมพันธ์ของปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือนกับอัตราการไหลของน้ำเป็นรายเดือน นำไปแสดงเป็นกราฟล๊อก ซึ่งได้สมการ

$$Q_S = XQ^n$$

โดย Q_S = ปริมาณตะกอนแขวนเป็นตันต่อเดือน

K = ค่า Intercept เมื่อ Q เท่ากับ 1

Q = ค่าอัตราไหลของน้ำ ม^3/วินาที

N = ค่าโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 2 – 3 เมื่อ Q_S มีหน่วยเป็นตัน/วัน

(นิพนธ์ หล่อนิล รท. 2521 : 2 - 3)

4. ภูมิสารสนเทศ

ความหมายของระบบภูมิสารสนเทศ

ภูมิสารสนเทศ (Geoinformatic) ประกอบด้วยเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing) ,ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(Geographic Information System) และระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (Global Positioning System) (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. 2547 : 1)

การสำรวจข้อมูลระยะไกล

การสำรวจข้อมูลระยะไกลหรือรีโมทเซนซิ่ง (Remote Sensing) เป็นทั้งศิลป์และศาสตร์ของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุสิ่งของหรือวัตถุเป้าหมาย หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยการใช้เครื่องมือในการบันทึกข้อมูล โดยที่เครื่องมือดังกล่าวไม่สัมผัสกับวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้ต้องอาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อนำในการส่งผ่านข้อมูลดังกล่าว ข้อมูลที่บันทึกได้จะแตกต่างกันออกไป และขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Spectral variations) ความแตกต่างหรือการเปลี่ยนแปลงของรูปลักษณะของวัตถุ (Spatial Variations) และการเปลี่ยนแปลงการเวลา (Temporal Variations) (แก้ว นวลฉวี. 2541 : 37)

รีโมทเซนซิ่ง ประกอบด้วยคำ 2 คำ คือ “Remote” หมายถึงระยะไกล และ Sensing หมายถึง การสัมผัส การรับรู้ ถ้าตีความตามศัพท์ หมายถึงการรับรู้ข้อมูลในระยะไกลโดยผ่านเครื่องมือซึ่งผู้รับรู้ไม่ได้สัมผัส กับข้อมูลนั้น ๆ ได้โดยตรง (ศุทธินี ดนตรี. 2544 : 1)

เครเมอร์ (Kramer. 1992 : 200) ได้กล่าวไว้ว่า การสำรวจข้อมูลระยะไกลเป็นการวัดหรือการได้มาซึ่งข้อมูลตามคุณสมบัติของวัตถุหรือปรากฏการณ์โดยไม่ต้องสัมผัสกับวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นๆ ในขณะที่ทำการศึกษา

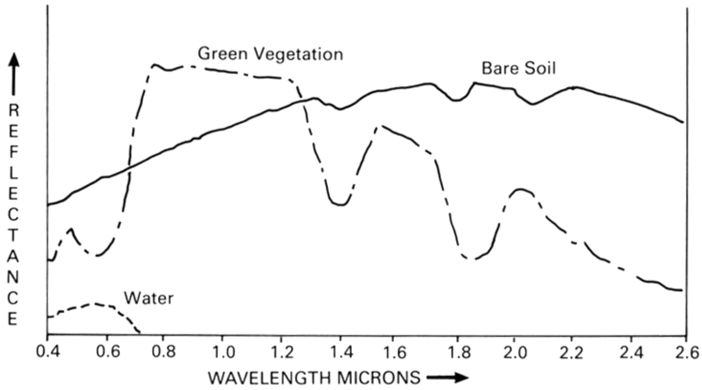
ไลล์เลแซนด์; คีฟเฟอร์; และชิพแมน (Lillesand; Kiefer ; & Chipman. 2004 : 1) กล่าวไว้ว่า การสำรวจข้อมูลระยะไกล คือ ข้อมูลที่มีทั้งศาสตร์และศิลป์เกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาโดยปราศจากการสัมผัสโดยตรงกับวัตถุพื้นที่หรือปรากฏการณ์

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศองค์กรมหาชน (2540 : 2) ได้กล่าวถึงความหมายของการสำรวจระยะไกลหรือรีโมทเซนซิ่ง (Remote Sensing) ว่าเป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแขนงหนึ่งที่ใช้ในการ บ่งบอก จำแนก หรือวิเคราะห์คุณลักษณะของวัตถุต่างๆโดยปราศจากการสัมผัสโดยตรง

สรุปได้ว่าการสำรวจระยะไกลหรือรีโมทเซนซิ่งคือ การสัมผัส การรับรู้ โดยอาศัยคุณสมบัติการดูดกลืน การสะท้อน และการแผ่รังสีของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อจำแนกประเภทและสภาพแวดล้อมต่างๆของวัตถุโดยปราศจากการสัมผัสโดยตรง

การแปลความหมายของภาพถ่ายดาวเทียม

ในการแปลความหมายของวัตถุในภาพถ่ายดาวเทียมจำเป็นต้องศึกษาค่าการสะท้อนเชิงคลื่นและค่าการแผ่รังสีเชิงคลื่นจากพื้นผิวของวัตถุที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดของสิ่งปกคลุมดินซึ่งทำให้สามารถจำแนกประเภทของสิ่งปกคลุมดินนั้นได้ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2540 : 18 - 19)



ภาพประกอบ 8 แสดงกราฟค่าการสะท้อนเชิงคลื่นของ พืช ดิน และน้ำ

ที่มา : Lillesand; Kiefer;&Chipman. (2004). Remote Sensing and Image Interpretation. หน้า 17

พืชพรรณ ในช่วงคลื่นมองเห็น ได้แก่ความยาวในช่วงคลื่นแสดงความสำพันธ์ระหว่างช่วงคลื่นของแสงกับการสะท้อนแสงของวัตถุต่าง ๆ ช่วงคลื่นที่ตามนุษย์มองเห็นจะอยู่ในช่วงความยางคลื่น 0.45 – 0.65 ไมครอน ดังนั้นมนุษย์จึงมองเห็นใบพืชเป็นสีเขียว ถ้าใบพืชมี

อาการผิดปกติ เช่น แห้ง เหี่ยว ทำให้คลอโรฟิลล์ลดลงก็จะทำให้การสะท้อนที่คลื่นสีแดงสูงขึ้น ในช่วงคลื่นอินฟราเรดสะท้อน (Reflected Infrared) (0.7-1.3 ไมครอน) การสะท้อนพลังงานของใบพืชจะสูง คือ จะสะท้อนพลังงานประมาณร้อยละ 50 ของพลังงานที่ตกกระทบ ซึ่งลักษณะของการสะท้อน พลังงานนี้เป็นผลเนื่องมาจากโครงสร้างภายในของพืช (Cell Structure) เนื่องจากพืชก็จะสามารถแยกชนิดจะมีลักษณะโครงสร้างภายในที่แตกต่างกัน ดังนั้นถ้าวัดการสะท้อนพลังงานในช่วงนี้ก็จะสามารถแยกชนิดของพืชได้ แม้ว่าการสะท้อนพลังงานของพืชในช่วงคลื่นเห็นได้จะใกล้เคียงกัน

ดิน ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการสะท้อนพลังงานของดิน คือ ความชื้นในดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เนื้อดิน ปริมาณเหล็กออกไซด์ และความขรุขระของผิวดิน ปัจจัยดังกล่าวมีสัมพันธ์กัน เช่น ลักษณะเนื้อดิน มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดิน ดินทรายหยาบจะสะท้อนพลังงานสูง ดินละเอียดมีการระบายน้ำเลวจะสะท้อนพลังงานต่ำ ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงจะมีสีคล้ำดูดกลืนพลังงานสูงในช่วงสายตามองเห็น ดินที่มีผิวขรุขระมากก็จะทำให้การสะท้อนของพลังงานลดลง

น้ำ การสะท้อนพลังงานของน้ำมีลักษณะต่างจากวัตถุอื่นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในช่วงคลื่น อินฟราเรด ทำให้สามารถเขียนขอบเขตของน้ำได้ (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศองค์กรมหาชน. 2542 : 146 - 156)

ขั้นตอนการจำแนกประเภทข้อมูล (Classification) ได้ 2 ลักษณะ คือ

1. UnSupervised Classification เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลโดยอาศัยค่าทางสถิติของการสะท้อนแสงช่วงคลื่นแสงวัตถุต่าง ๆ สามารถกำหนดจำนวนกลุ่มประเภทข้อมูลที่จะแยกได้ โปรแกรมจะคำนวณหาค่าเฉลี่ยและจัดประเภทของกลุ่มข้อมูล การจำแนกวิธีนี้มักใช้กับพื้นที่ที่ผู้ศึกษาไม่รู้สภาพพื้นที่จริง

2. Supervised Classification เป็นการจำแนกประเภทข้อมูลโดยอาศัยพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ของพื้นที่ศึกษาเป็นตัวแทนของกลุ่มประเภทข้อมูลของพื้นที่ในภาพจากดาวเทียมเพื่อคำนวณทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่า Covariance Matrix ของแต่ละประเภทข้อมูล ค่าสถิติดังกล่าวเป็นตัวแทนสำหรับการจำแนกประเภทข้อมูลของพื้นที่ทั้งหมด การจำแนกประเภทข้อมูลแบบ Supervised Classification ที่นิยมใช้คือ

- Minimum Distance to Means Classification การจำแนกประเภทข้อมูล โดยพิจารณาค่าสะท้อนช่วงคลื่นของแต่ละจุดภาพว่ามีความห่างน้อยที่สุดจากค่าจุดศูนย์กลาง (ค่าเฉลี่ย) ของประเภทข้อมูล
- Pararellepiped Classification การจำแนกประเภทข้อมูลโดยกำหนดช่วงผันแปร (Varriance) ของประเภทข้อมูล จากค่าสะท้อนช่วงคลื่นต่ำสุดและสูงสุดภายในพื้นที่ข้อมูล
- Maximum Likelihood Classification การจำแนกประเภทข้อมูลโดยพิจารณาค่า Mean Vector และ Covarriance Matrix ของข้อมูลแต่ละประเภท โดยตั้งสมมติฐานว่าแต่ละประเภทข้อมูลมีการกระจายแบบปกติ (Normal Distribution) แล้วคำนวณค่าความน่าจะเป็น (Probability) ของแต่ละจุดภาพ ว่าถูกจำแนกในประเภทข้อมูลใด โดยทั่วไปวิธีนี้ให้ความถูกต้องมากที่สุดและใช้เวลาคอมพิวเตอร์มากด้วย (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2536 : 174 - 178)

ข้อมูลดาวเทียม Landsat

เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของสหรัฐอเมริกา โดยมีหน่วยงานทำหน้าที่รับผิดชอบ 3 หน่วยงาน คือ NASA, NOAA, และ USGS ปัจจุบันมีการส่งขึ้นไปบนอวกาศแล้ว 7 ดวง ในการศึกษาครั้งนี้มีการใช้ข้อมูลของดาวเทียมเพื่อแปลสภาพการใช้ที่ดินและการปรับปรุงข้อมูลการใช้ที่ดิน โดยใช้ข้อมูลของดาวเทียม Landsat 5 ระบบ TM (Thematic Mapper) และ Landsat 7 เป็นระบบ ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) มีอุปกรณ์บันทึกข้อมูลหลายช่วงคลื่น (Multispectral) มีค่าระดับสีเทา 256 ระดับ (8 Bit ต่อ 1 Pixels)

ตาราง 4 แสดงช่วงคลื่น ความยาวคลื่น และการใช้ประโยชน์ของดาวเทียม LANDSAT

ช่วงคลื่น (Chanel)	**ความยาวคลื่น** (Wavelength Band) **(ไมครอน)**	**การใช้ประโยชน์** (Potential Application)
1	0.45 - 0.52 น้ำเงิน	ใช้ตรวจสอบลักษณะน้ำตามชายฝั่ง วิเคราะห์ความแตกต่าง หรือใช้แยกประเภทต้นไม้ชนิดผลัดใบ
2	0.52 - 0.60 เขียว	แสดงการละท้อนพลังงานสีเขียวจากพืชพันธุ์ที่เจริญเติบโตแล้ว
3	0.63 - 0.69 แดง	ใช้แยกความแตกต่างของการดูดกลืนคลอโรฟิลล์ในพืชพันธุ์ชนิดต่างๆ กัน
4	0.76 - 0.90 อินฟราเรดใกล้	ใช้ตรวจวัดปริมาณมวลชีวะ วิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำและส่วนไม่ใช่น้ำ
5	1.55 - 1.75 อินฟราเรดคลื่นสั้น	ใช้ตรวจความชื้นในพืชวิเคราะห์ความแตกต่างของหิมะกับเมฆ
6	10.40 - 12.50 อินฟราเรดความร้อน	ใช้ตรวจการเหี่ยวเฉาอันเนื่องจากความร้อนในพืช ใช้ดูความแตกต่างของความร้อนบริเวณที่ศึกษา และใช้วิเคราะห์ความแตกต่างของความชื้นของดิน
7	2.08 - 2.35 อินฟราเรดกลาง	ใช้ตรวจความร้อนในน้ำ ใช้แยกประเภทแร่ธาตุและดินชนิดต่างๆ

ที่มา: Lillesand; Kiefer;&Chipman. (2004). Remote Sensing and Image Interpretation. หน้า 458

4.2 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) คือระบบสารสนเทศ (Information system) ระบบสารสนเทศเป็นการปฏิบัติ การรวบรวมจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นขั้นตอน สามารถสืบค้นข้อมูลที่ต้องการได้รวดเร็ว อีกทั้งสามารถนำข้อสารสนเทศที่เป็นผลจากการวิเคราะห์ไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจของผู้บริหาร ในการปฏิบัติงาน ส่วนคำว่า ภูมิศาสตร์ (Geographic, Geography) หมายถึง ศาสตร์ที่ศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับโลก ดังนั้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงเป็นระบบสารสนเทศที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้รวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์ข้อมูลภูมิศาสตร์ รวบทั้งสืบค้นข้อมูล และจัดแสดงผลข้อมูลสนเทศอย่างเป็นระบบ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2540 : 247-250)

ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้มีผู้ให้คำจำกัดความหรือนิยามความหมายไว้ต่างๆ กัน ดังนี้ เบอร์โรช์และแมคดอนเนลล์ (Burrough; & McDonnell. 1998 : 11) กล่าวว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อรวบรวม จัดเก็บ นำสารสนเทศนั้นกลับมาใช้ได้ และถ้าต้องการก็ยังสามารถแปลงระบบการจัดเก็บ รวมทั้งสามารถแสดงสารสนเทศเชิงพื้นที่ตามลักษณะที่ต้องการได้

ชาง (Chang. 2002 : 2) ได้กล่าวไว้ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ ระบบคอมพิวเตอร์ที่บันทึก จัดเก็บ สอบถาม วิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลทางภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบไปด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ระบบโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์และบุคลากร ซึ่งมีหน้าที่จัดการในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมสารสนเทศที่ต้องการ เพื่อทำการแปลงเข้าจัดเก็บในระบบ การปรับปรุง การจัดการ การวิเคราะห์และการแสดงสารสนเทศภูมิศาสตร์เหล่านั้นในรูปแบบที่มีการอ้างอิงพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้ตามต้องการ (Environmental Systems Research Institute. 1997:1)

โดยสรุปแล้ว ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ ระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถจัดการในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรวบรวมสารสนเทศที่ต้องการ เพื่อทำการจัดเก็บ การปรับปรุงการจัดการ การวิเคราะห์ และในการแสดงสารสนเทศภูมิศาสตร์เหล่านั้นมีรูปแบบการอ้างอิงพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้ตามต้องการ

แบบจำลองฐานข้อมูล (Model) คือ ลักษณะข้อมูลที่แสดงเป็นตาราง (Attribute Data) แบ่งได้ 3 ประเภท (อรนุช ศิลป์มณีพันธ์.2547 : 52 อ้างอิงจาก NCGIA. 1990)

แบบจำลองเชิงลำดับ (Hierarchical Data Model) คือ โครงสร้างข้อมูลจะมีลักษณะโดยมีความสำพันธ์เป็นแบบหนึ่งต่อหลาย (One - to – Many) วิธีการจัดแบบลำดับขั้นเป็นการจัดกลุ่มของข้อมูลที่มีความสำพันธ์กัน

แบบจำลองเชิงเครือข่าย (Network data model) คือ ฐานข้อมูลแบบเครือข่ายมีความคล้ายคลึงกับฐานข้อมูลแบบลำดับชั้นต่างกันที่มีโครงสร้างแบบเครือข่ายอาจจะมีการติดต่อหลายต่อหนึ่ง (One - to – Many) หรือ หลายต่อหลาย (Many - to –Many)

แบบจำลองเชิงสัมพันธ์ (Relation Data Model) คือ ลักษณะการออกแบบฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์ของตาราง โดยมีข้อมูลแต่ละแถว (Row)

4.3 ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก

ระบบกำหนดตำแหน่งพิกัดบนผิวโลก (Global Positioning System :GPS) มีใช้ได้หลายระบบแต่เนื่องจากการหาพิกัดที่ใช้ในระบบแผนที่ของราชการในประเทศไทยของกรมแผนที่ทหารใช้ระบบของประเทศสหรัฐอเมริกาโดยใช้ระบบ NAVSTAR อาศัยคลื่นวิทยุ และรหัสที่ส่งมาจากดาวเทียม จำนวน 24 ดวง ที่โคจรอยู่รอบโลกวันละ 2 รอบมีความสูง 20,000 กิโลเมตร

การหาพิกัดตำแหน่งโดยใช้ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกเครื่องรับแบบรังวัดเป็นการวัดเฟสของคลื่นส่งที่ต้องนำมาประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งสัมพันธ์นั้น วิธีการทำงานคือ นำเครื่องรับแบบรังวัดไปวางที่หมุดที่ต้องการหาตำแหน่งเปรียบเทียบกันเป็นเวลาตั้งแต่ 30 นาทีขึ้นไป จากนั้นนำข้อมูลมาประมวลผลได้เป็นเส้นฐานระหว่างหมุดที่วางเครื่องรับนั้น ซึ่งสามารถนำมาหาพิกัดที่ถูกต้องที่สุด (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. 2546 : 550)

5. งานวิจัยเกี่ยวข้อง

เศวตฉัตร ศรีสุรัตน์ (2533) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบกษัยการดินบริเวณจังหวัดลำปาง บริเวณของอำเภอห้างฉัตร โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล และ การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจข้อมูลระยะไกล ในปี พ.ศ. 2525 และ พ.ศ. 2532 พบว่าบริเวณพื้นที่ที่มีส่วนประกอบของดินทรายสูงจะเกิดกษัยการดินสูง และบริเวณพื้นที่ถูกบุกรุกแผ้วถางป่าจะเกิดกษัยการดินสูงกว่าพื้นที่ป่าไม้

สุเพชร จิรขจรกุล ได้ศึกษา การสำรวจข้อมูลระยะไกลร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ตรวจหาพื้นที่เสียงต่อการชะล้างพังทลายของดินที่ลุ่มน้ำแม่อาว จังหวัดลำพูน โดยการใช้แบบจำลองสมการสูญเสียดินสากล (USLE) จากผลการศึกษาได้ทราบว่าสภาพการใช้ที่ดินประเภทเนื้อที่ป่าไม้มีการเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2539 จากปี พ.ศ.2535 คือเมื่อพื้นที่ป่าเพิ่มขึ้นก็ช่วยให้ลดอัตราการสูญเสียดินลงได้ (สุเพชร จิรขจรกุล.2545 : 81)

สุรภี เปลี่ยนอนุกูล ได้ศึกษาตะกอนแขวนลอยในแม่น้ำเจ้าพระยาตั้งแต่บางไทรถึงสันดอนปากลุ่มแม่น้ำ โดยใช้วิธีการสถิติ จากปริมาณตะกอนที่ตรวจพบ พบว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอยในลำน้ำจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ เพราะตะกอนแขวนลอยต้องไหลมากับน้ำในลำน้ำ (สุรภี เปลี่ยนอนุกูล .2518 : 36 - 37)

วีระ ศรีสนธิ ได้ศึกษา ปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำหนองหาน จังหวัดสกลนคร พบว่า ปริมาณตะกอนรวมทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำ มีค่าสหสัมพันธ์ 0.7 แสดงว่าปริมาณน้ำฝนมีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนทั้งหมด เนื่องจากเม็ดฝนนอกจากจะทำให้อนุภาคของดินแตกกระจาย และ เม็ดน้ำฝนยังไหลรวมกันเป็นน้ำไหลบ่าหน้าดินจะพัดพาเอาอนุภาคของดินจนกลายเป็นตะกอนในลำน้ำ (วีระ ศรีสนธิ. 2527 : 85)

พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์ และ สุพจน์ เจริญสุข ได้ศึกษา เรื่องค่าปัจจัยชะล้างพังทลายฝนที่เหมาะสมในสมการสูญเสียดินสากล (USLE) ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนจากกระดาษกราฟของเครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติ และปริมาณตะกอนดินจากแปลงทดลองที่เก็บติดต่อกันเป็นเวลา 3 ปี (พ.ศ. 2533 – 2535) บริเวณสถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน โดยหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยชะล้างพังทลายของฝนชนิดต่าง ๆ (EI_{30},KE>1 และ AI_m) กับการสูญเสียดินที่เกิดจากฝน และหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย ชะล้างพังทลายของฝนกับปริมาณน้ำฝน ผลการศึกษาพบว่า ดัชนี EI_{30} มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่า ดัชนีอื่น (r = 0.653,0.607 และ 0.470) และเมื่อวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของปัจจัยชะล้างพังทลายของฝนกับปริมาณน้ำฝนรายสตอร์ม ดัชนีทั้งสามมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนอย่างมีนัยสำคัญ EI_{30} มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนมากที่สุด (r = 0.8626) โดยมีรูปแบบสมการ EI_{30} = 1.85 Rain – 24.11 ลองลงมา (r = 0.7961 ,0.7473) (พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์ และ สุพจน์ เจริญสุข .2539: 200)

ชาญชัย ธนาวุฒิ , เชาวน์ ยงเฉลิมขัย ,ชาลี นาวนุเคราะห์ ,อับดลเหลาะ เบ็ญนุ้ย ได้ศึกษาเรื่องการประเมินโอกาสในการเกิดการชะล้างพังทลายของดินในภาคใต้ของประเทศไทย ผลการศึกษาโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) แสดงให้เห็นว่าอัตราการเกิดการชะล้างพังทลายของดินในภาคใต้อยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง 191 ตันต่อไร่ต่อปี โดยพบว่าจะมีดินประมาณ 125,720,000 ตันได้สูญเสียไปจากพื้นที่ทุกปีคิดเป็นประมาณการสูญเสียดิน 2.86 ตันต่อไรต่อปี นอกจากมีการบุกรุกทำลายป่าไม้ในเขตลุ่มน้ำชั้น1 กันมาก (วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมศาสตร์. 2546 :1)

วัชรีพร ศิวเสน (2540) ได้ศึกษาปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบต่าง ๆ กันบริเวณลุ่มน้ำลิ่มถิ่น จังหวัดกาญจนบุรี พบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำมีค่าเฉลี่ยตลอดปีมากที่สุดในพื้นที่เลี้ยงสัตว์ รองลงมาคือพื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่เกษตรกรรมในที่ราบตอนบน พื้นที่ทำไร่เลื่อนลอยบริเวณจุดรวม พื้นที่ป่าธรรมชาติและพื้นที่อยู่อาศัยและทำการเกษตรในที่ราบลุ่ม เท่ากับ 21.27 10.44 7.96 6.96 6.88 และ 6.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ถาวร คงแป้น (2535) ได้ศึกษา การวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำชะอุ่น จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยอาศัยข้อมูลรายปีของปริมาณน้ำฝน และปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนแขวนลอย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2516 ถึง พ.ศ. 2529 ร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม และแผนที่ป่าไม้ในช่วงเวลาเดียวกัน นำมาสร้างสมการปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายปี จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำฝนรายปี และปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยรายเดือน จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (ถาวร คงแป้น. 2535:79-81)

โฆสิต ล้อศิริรัตน์ (2535) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของลักษณะกายภาพและพื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำต่อการทับถมตะกอนในอ่างเก็บน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เพื่อพยากรณ์ปริมาณตะกอนโดยใช้ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ถดถอยได้สมการที่ชี้ให้เห็นว่าเมื่อพื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำลดลงทุก 10 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำเพิ่มขึ้นประมาณ 4-5 เปอร์เซ็นต์ ในภาวะปัจจุบันพบว่าอ่างเก็บน้ำเกือบทุกแห่งอยู่ในระดับวิกฤติคือ มีอัตราการกัดเซาะตะกอนในลุ่มน้ำ

มากกว่า 0.2 มิลลิเมตร/ปี ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานของระดับการกัดเซาะตามธรรมชาติ พบว่า ผลกระทบของลักษณะกายภาพและพื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำต่อปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำประเมินโดยโมเดลที่ได้จากการใช้ข้อมูลการทับถมของปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำ 11 แห่ง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2496 – 2528 พบว่าปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำ (Sed) มีค่าระหว่าง 0.0030 ถึง 1.8235 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี คิดเป็นค่าเฉลี่ยทั้งหมด 0.3759 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

สมคิด แก้วไทรหงวน (2526) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ต่อปริมาณและการเคลื่อนที่ของตะกอนในลำน้ำจากลุ่มน้ำขนาดเล็ก บริเวณทุ่งจ๊อ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ในพื้นที่เป็นที่อยู่อาศัยและพื้นที่เกษตรกรรมมีการทับถมของตะกอนมากขึ้น 343.1 และ 19.1 เซนติเมตร ตามลำดับ และในพื้นที่ป่าปลูกผสมป่าธรรมชาติและพื้นที่ไร่ร้างท้องลำน้ำถูกกัดชะล้างไป 61.1 ,10.8 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนพื้นที่ป่าดิบเขาธรรมชาติ เป็นพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่อยู่อาศัยจะทำให้เกิดตะกอนทับถมหน้าเขื่อนเพิ่มมากขึ้น 23.5 และ 3.2 เท่าตามลำดับ ในทางตรงข้ามถ้าเปลี่ยนเป็นพื้นที่ไร่ร้าง และพื้นที่ป่าปลูกผสมป่าธรรมชาติจะเกิดตะกอนทับถมหน้าเขื่อนลดน้อยลง 2.7 และ 6.8 ตามลำดับ

สุพัฒน์ ปักษาจันทร์ (2533) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของปัจจัยทางชีวภาพต่อปริมาณน้ำท่า และตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำชี พบว่าปัจจัยด้านชีวภาพ ที่มีต่อปริมาณน้ำท่า และตะกอนแขวนลอย ซึ่งประกอบด้วย ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ เปอร์เซ็นต์ความลาดชันเฉลี่ยของลุ่มน้ำ อัตราส่วนความสูงของลำน้ำ เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำ ปริมาณน้ำฝนรายปี และเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1-5 เมื่อศึกษาถึงอิทธิพลของการทดลองของพื้นที่ป่าไม้ต่อปริมาณน้ำท่าและตะกอนแขวนลอย ในกรณีที่มีและไม่มีอ่างเก็บน้ำของเขื่อน พบว่า ในกรณีที่มีอ่างเก็บน้ำเมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลงปริมาณน้ำท่าจะเพิ่มขึ้นทั้งในช่วงฤดูแล้ง และฤดูฝน ส่วนลุ่มน้ำที่ไม่มีอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำท่าจะเพิ่มขึ้นเฉพาะในฤดูฝนเท่านั้น ส่วนในฤดูแล้งการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ไม่แสดงอิทธิพลต่อการเพิ่มหรือลดปริมาณน้ำท่า ดังนั้นปริมาณน้ำท่าที่เพิ่มในฤดูแล้งของกรณีแรกน่าจะมาจากการระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำนั่นเอง การศึกษาใช้วิธีการ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและปริมาณตะกอนแขวนลอยกับปัจจัยทางชีวภาพ โดยมี ปริมาณน้ำฝน พื้นที่ป่า พื้นที่ลุ่มน้ำ ความลาดชัน อัตราส่วนของความสูงของลำธารสายหลัก ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ และตะกอนในลำธาร โดยใช้สมการเป็นเส้นตรงในการวิเคราะห์

แอนด์เดอร์สัน (Anderson .1980 : 356 – 357) ได้ศึกษาปริมาณตะกอนแขวนลอยใน 61 ลุ่มน้ำทางชายฝั่งทะเลตอนเหนือของแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา ปรากฏว่าในสภาพป่าธรรมชาติมีปริมาณตะกอนแขวนลอย 69 ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี และเมื่อสภาพป่าธรรมชาติถูกทำลายลงไปมีปริมาณตะกอนแขวนลอย 454 ตันต่อตารางกิโลเมตร

เซอบี (Selby. 1985 :203) ได้ศึกษาอัตราการชะล้างพังทลายของดินจากการใช้ที่ดินในสหรัฐอเมริกา พบว่าในพื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติพบตะกอน 8.5 ตันต่อตารางกิโลเมตรต่อปี และป่าถูกทำลายพบ มีปริมาณตะกอนแขวนลอย 4,250

หัว ลู ;และคณะ(Hua Lu ;& Others. 2003 : 1037 - 1062) ได้ศึกษาการชะล้างพังทลายในทวีปออสเตรเลีย โดยมีวิธีการศึกษาโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (RUSLE) โดยมีวัตถุประสงค์ศึกษาถึงระดับผลกระทบของการพังทลายของดิน เพื่อการควบคุมการพังทลายของดิน และการศึกษาเปรียบเทียบการพังทลายของดินในแต่ละทวีปและภูมิอากาศ ซึ่งผลการศึกษาสรุปได้ว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินในทวีปออสเตรเลีย คือปริมาณน้ำฝน (rain fall) , การไหลบ่าของน้ำผิวดิน (Surface runoff) , ความยาวของความลาดเอียง (Slope length) และความชัน (Steepness)

อแมนโด บราท ;และคณะ (Armando Brath ;& Others. 2002 : 255 - 265) ได้ศึกษาการประเมินผลกระทบของการชะล้างที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในพื้นที่ในพื้นที่ภาคเหนือตอนกลางของประเทศอิตาลีโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (RUSLE) พบว่า การเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์มีผลดินมีผลต่อการพังทลายของดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่สูงหากมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจะมีผลต่อการพังทลายของดินสูงขึ้น

ดา อูยัง ;และคณะ (Da Ouyang ;& Others. 2005 : 14-22) ได้ศึกษาการประเมินการทับถมของตะกอนในพื้นที่เกษตรกรรมของลุ่มน้ำเกรตเลค โดยมีวิธีการศึกษาโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (RUSLE) และ การประเมินสัดส่วนของปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ Sediment deliver Model (SEDMOD) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเมินเปรียบเทียบก่อนและหลังจากการป้องกันอนุรักษ์ดินและน้ำโดยศึกษาก่อนและหลัง ผลที่ได้เป็นการป้องกันการปนเปื้อนการชะล้างของน้ำและสารเคมีในแปลงเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำ

เบนเนดิก เอ็ม มิวตัว ;และ อังเดร คริก (Benedict M.Mutua ;& Andreas Klik. 2006 : 64 - 80) ได้ศึกษาเพื่อประเมินสัดส่วนการตกตะกอนที่ไหลลงลุ่มน้ำ ในประเทศเคนยา วิธีการศึกษาของเบนเนดิก ใช้ Hillslope Sediment Distributed Delivery (HSDD) วัตถุประสงค์ ลักษณะทางกายภาพที่มีผลต่อสัดส่วนของตะกอนที่ไหลลงสู่พื้นที่รับน้ำ ได้แก่ การระบายน้ำ ความลาดชันของพื้นที่อัตราส่วนความยาวของพื้นที่การใช้ที่ดิน คุณสมบัติของดิน ปริมาณน้ำฝนและการไหลบ่าของน้ำผิวดินจากการศึกษาเบเนดิก พบว่า ลักษณะทางกายภาพได้แก่การระบายน้ำ ความลาดชันของภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน และการไหลบ่าของน้ำฝนกับการใช้ที่ดิน และคุณสมบัติของดิน มีผลต่อสัดส่วนของตะกอนที่ไหลสงสู่พื้นที่รับน้ำ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

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

1. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

1.1 แผนที่ภูมิประเทศ L7018 มาตราส่วน 1:50,000 จากกรมแผนที่ทหาร จำนวน 5 ระวาง คือ

ตาราง 5 ระวางแผนที่ทหาร L7018

ลำดับที่	ระวางที่	ชื่อระวางภาษาอังกฤษ	ชื่อระวางภาษาไทย
1	5338II	Ban Su Khang	บ้านสุขัง
2	5338III	Ban Sap Noi	บ้านซับน้อย
3	5337I	Ban Sap Bon	บ้านซับบอน
4	5337IV	Ban Tha Esom	บ้านท่าอี่ซอม
5	5237I	Ban Salika	บ้านสาลิกา

ที่มา : กรมแผนที่ทหาร

1.2 ข้อมูลลุ่มน้ำ มาตราส่วน 1:50,000 ปี จากสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2540 ในรูปแบบ Digital

1.3 ข้อมูลกลุ่มชุดดิน จังหวัดนครราชสีมา มาตราส่วน 1:50,000 พ.ศ.2545 จากกรมพัฒนาที่ดิน ในรูปแบบ Digital

1.4 ข้อมูลดาวเทียม จากกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลดาวเทียม Landsat 5 TM Path 128 Row 50 บันทึกเมื่อวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ.2533

ข้อมูลดาวเทียม Landsat 5 TM Path 128 Row 50 บันทึกเมื่อวันที่1 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2536

ข้อมูลดาวเทียม Landsat 7 ETM+ Path 128 Row 50 บันทึกเมื่อวันที่ 27 เดือนธันวาคม พ.ศ.2542

ข้อมูลดาวเทียม Landsat 7 ETM+ Path 128 Row 50 บันทึกเมื่อวันที่ 20 เดือนมกราคม พ.ศ.2543

ข้อมูลดาวเทียม Landsat 7 ETM+ Path 128 Row 50 บันทึกเมื่อวันที่ 20 เดือนมกราคม พ.ศ.2546

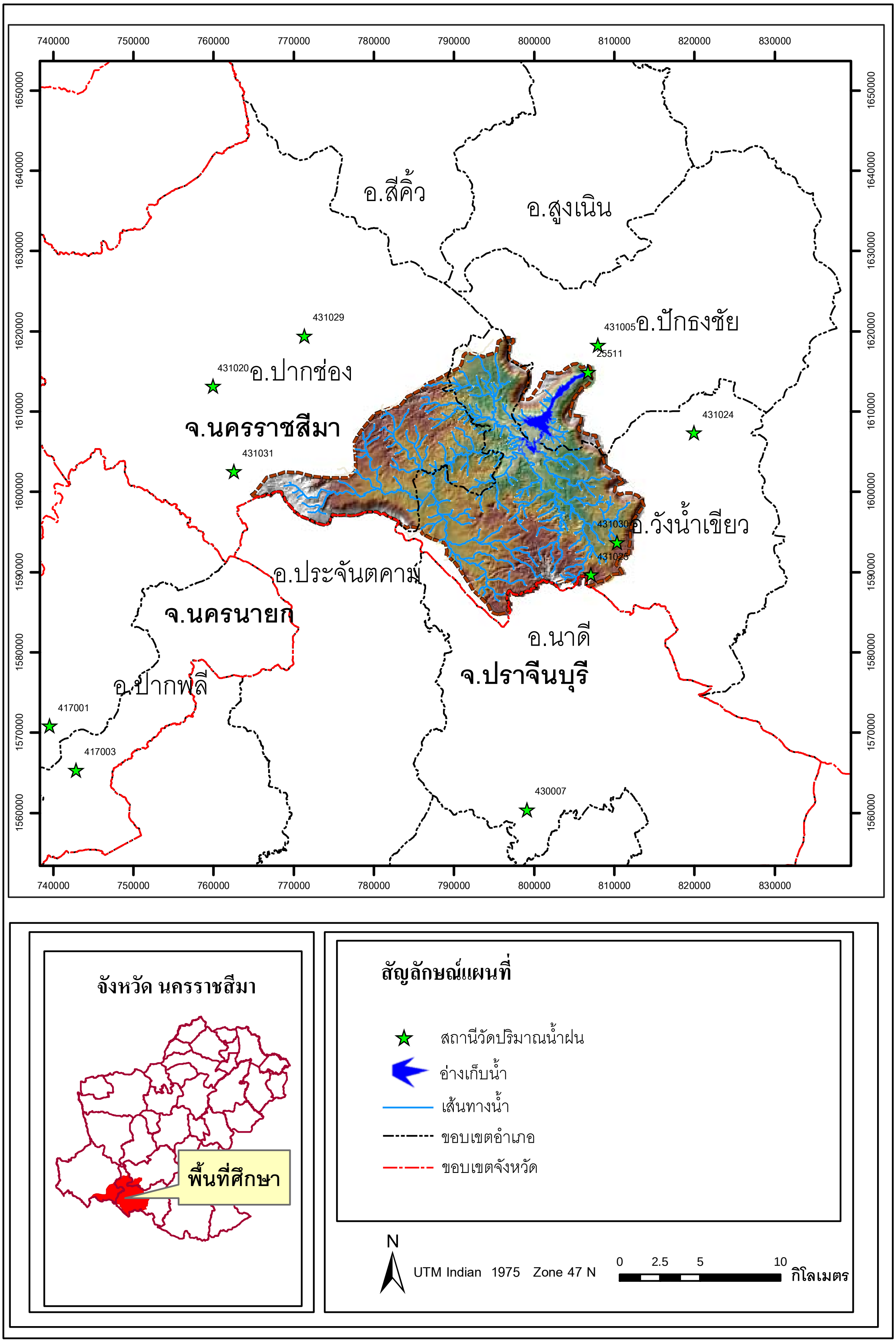
ข้อมูลดาวเทียม IRS – 1D Path 124 Row 63 ระบบ Panchromatic วันที่ 18 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2546

1.5 สถิติปริมาณน้ำฝน รายปี พ.ศ.2513 ถึง พ.ศ.2546 จากฝ่ายสำรวจอุตุนิยมวิทยา กองอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา และสำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน

ตาราง 6 ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดปริมาณน้ำฝน

	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน	จังหวัด
431005	ปักธงชัย	นครราชสีมา
431020	สวนป่ากลางดง อ.ปากช่อง	นครราชสีมา
431029	สถานีวิจัยผลผลิตของป่า อ.ปากช่อง	นครราชสีมา
431030	สถานีวัดปริมาณน้ำฝนวังน้ำเขียว	นครราชสีมา
431031	อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่	นครราชสีมา
431024	หน่วยป้องกันรักษาป่าที่ นม.3 ปักธงชัย	นครราชสีมา
431025	โรงเรียนบ้านศาลเจ้าพ่อ	นครราชสีมา
430023	บ้านทับลาน อ.นาดี	ปราจีนบุรี
417003	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน ปากพลี	นครนายก
25511	ลำพระเพลิง	นครราชสีมา

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยาและ สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน



ภาพประกอบ 9 แสดงที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝน

1.6 ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศจากแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1 : 50,000 ประกอบด้วย เส้นชั้นความสูง เส้นทางน้ำ เส้นทางคมนาคม ตำแหน่งที่ตั้งหมู่บ้าน

1.7 ข้อมูลภาคสนามและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลการใช้ที่ดินที่ได้จากการแปลและตีความภาพถ่ายทางอากาศกระทรวงเกษตร และกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ พ.ศ.2542 และ พ.ศ.2546

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์	-	ไมโครคอมพิวเตอร์ (PC)
	-	เครื่องพิมพ์ (Printer)
	-	กล้องถ่ายภาพดิจิตอล
	-	เครื่องระบุตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์ (Global Positioning System)
โปรแกรม	-	โปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(ARC GIS)
	-	โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลสำรวจระยะไกล (ERDAS)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานราชการต่าง ๆ และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ในภาคสนาม ซึ่งรายละเอียดของข้อมูลมีดังนี้

3.1 ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data)

ข้อมูลจากการสำรวจและเก็บรวบรวมจากพื้นที่ศึกษาได้แก่ ข้อมูลสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา และการใช้ประโยชน์ที่ดิน

3.2 ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากการรวบรวมฐานข้อมูลจากหน่วยงานราชการและสร้างฐานข้อมูลใหม่จากข้อมูลของหน่วยงานราชการ ประกอบด้วย

3.2.1 ข้อมูลลุ่มน้ำ มาตราส่วน 1:50,000 จากสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2543

3.2.2 ข้อมูลกลุ่มชุดดิน จังหวัด นครราชสีมา มาตราส่วน 1:50,000 พ.ศ.2545 จากกรมพัฒนาที่ดิน

3.2.3 ข้อมูลดาวเทียม จากกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 5 TM Path 128 Row 50 บันทึกเมื่อวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ.2533

ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 5 TM Path 128 Row 50 บันทึกเมื่อวันที่ 1 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2536

ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ Path 128 Row 50บันทึกเมื่อวันที่ 27 เดือน ธันวาคม พ.ศ.2542

ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ Path 128 Row 50 บันทึกเมื่อวันที่ 20 เดือน มกราคม พ.ศ.2543

ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 7 ETM+ Path 128 Row 50บันทึกเมื่อวันที่ 20 เดือนมกราคม พ.ศ.2546

ข้อมูลดาวเทียม IRS – 1D Path 124 Row 63 ระบบ Panchromatic วันที่ 18 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ.2546

3.2.4 ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งสถานีตรวจวัดน้ำฝน สถิติปริมาณน้ำฝน รายปี ตั้งแต่ พ.ศ.2513 ถึง พ.ศ.2546 จากกองอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา และสำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน

3.2.5 ข้อมูลชั้นความสูงจากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ระวาง L7018 ได้จากกรมแผนที่ทหาร

3.2.6 ข้อมูลขอบเขตจังหวัด อำเภอ ตำบล มาตราส่วน 1: 50,000 จากกรมการปกครอง พ.ศ.2546

4. การจัดทำข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ได้จัดทำข้อมูล ในรูปแบบของสารสนเทศภูมิศาสตร์ จำนวน16 ชั้นข้อมูล ดังนี้

ตาราง 7 แสดงรายการข้อมูลและรูปแบบข้อมูล

ชื่อชั้นข้อมูล (Coverage)	ลักษณะข้อมูล	รายการข้อมูล
แสดงตำแหน่งที่ตั้งพร้อมทั้งขอบเขตการปกครอง (Political Boundary)		
1. AMPHOE	Polygon, Arc,	ขอบเขตพื้นที่การปกครองระดับอำเภอ
2. PROVINCE	Polygon, Arc,	ขอบเขตพื้นที่การปกครอง
3. VILLAGE	Point, Attribute	ตำแหน่งหมู่บ้าน และรายละเอียด
ลักษณะภูมิอากาศและอุตุนิยมวิทยา (Meteorology and Climate)		
4. WEATHER	Point, Attribute	ตำแหน่งสถานีอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
ลักษณะทางภูมิประเทศประเทศ (Topography)		
5.CONTOUR	Arc, Point, Attribute	เส้นชั้นความสูง
6 SLOPE	Polygon, Attribute	ความลาดชันของพื้นที่
ทรัพยากรน้ำ (Water)		
7 BASIN	Polygon, Attribute	ขอบเขตลุ่มน้ำ
8. WATER_BODY	Polygon, Attribute	ขอบเขตพื้นที่แหล่งน้ำผิวดิน

ตาราง 7 (ต่อ)

ชื่อชั้นข้อมูล (Coverage)	ลักษณะข้อมูล	รายการข้อมูล
9. STREAM	Arc, Attribute	แนวเส้นทางน้ำ และแม่น้ำ
ทรัพยากรดิน (Soil)		
10. SOIL	Polygon, Attribute	ขอบเขตกลุ่มดิน
โครงสร้างพื้นฐาน(Infrastructure)		
11.TRANS	Arc, Attribute	เส้นทางคมนาคม
การใช้ที่ดิน (Land Use) จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม		
12. LU_2533	Polygon, Attribute	การใช้ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2533
13. LU_2536	Polygon, Attribute	การใช้ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2536
14. LU_2542	Polygon, Attribute	การใช้ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2542
15. LU_2543	Polygon, Attribute	การใช้ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2543
16.LU_2546	Polygon, Attribute	การใช้ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2546

ที่มา : กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2548).

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษากระทำข้อมูลนั้นกระทำโดย การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับสมการการสูญเสียดินสากล (USLE) เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดิน มาพิจารณาร่วมกัน โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละปัจจัย ตลอดจนวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อประเมินการชะล้างพังทลายของดินและหาพื้นที่รับน้ำ จาก Hydrological Model จากจุด Outlet ของทางน้ำแล้วนำมาเข้าสมการประเมินหาผลิตตะกอนโดยใช้แบบจำลอง WSCERO ใช้หลักเกณฑ์ SDR (Sediment Delivery Ratio : SDR).ในการประเมินการชะล้างพังทลายของตะกอนจัดกระทำเป็นรายปี มีทั้งหมด 5 ช่วงปีแล้ววิเคราะห์ เพื่อหาค่าการตกตะกอนจำนวนตะกอนที่ตกลงอ่างเก็บน้ำ

การประเมินการถูกชะล้างพังทลายของดิน ทำการศึกษาโดยการใช้สมการสูญเสียดินสากล ซึ่งสามารถแสดงเป็นภาพประกอบอธิบายได้ดังนี้ คือ

สมการสูญเสียดินสากล (USLE The Universal Soil Loss Equation)

$$A = RKLSCP$$

เมื่อ A = ค่าการสูญเสียดินจากการคำนวณต่อหน่วยพื้นที่ (ตัน/ไร่/ปี)

R = ค่าดัชนีการพังทลายของดินที่เกิดจากฝนชะล้างไปในช่วงหน้าฝนและการไหลบ่าซึ่งเป็นค่าเฉพาะแห่ง ตามปกติค่า R แสดงความหมายถึง

ค่ารายปีต่อหน่วยดัชนี การชะล้างพังทลาย (The Erosion Factor)

K = ปัจจัยสมรรถนะการพังทลายของดินในอัตราการพังทลายต่อหน่วยการกัดเซาะของฝนสำหรับดินชนิดหนึ่ง ในการปลูกพืชบนพื้นที่ลาดชัน 9 เปอร์เซ็นต์ ที่มีความยาวของความลาดชัน 72.6 ฟุต

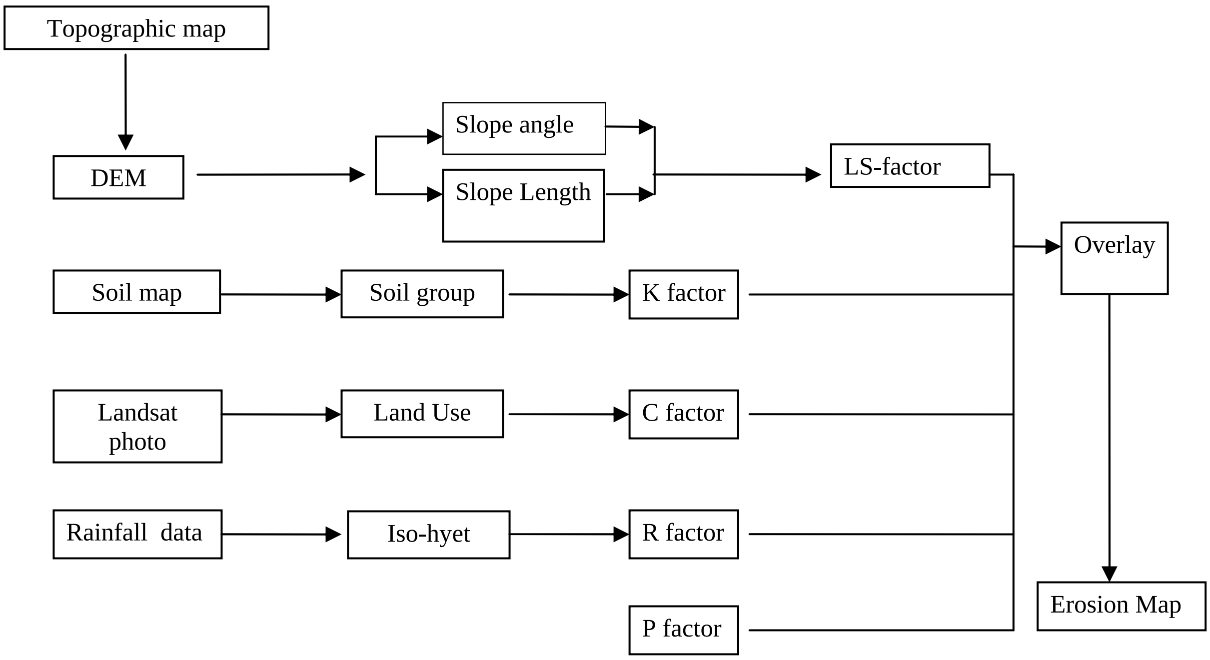
L = ปัจจัยความยาวของความลาดชัน คืออัตราส่วนของการสูญเสียดินจากพื้นที่นั้น ๆ กับพื้นที่ที่มีความลาดชัน 72.6 ฟุต ในดินและความลาดชันเดียว

S = ปัจจัยความลาดชันต่ออัตราส่วนการสูญเสียดินในพื้นที่ที่มีความลาดชัน 9 เปอร์เซ็นต์

C = ปัจจัยการจัดการพืชหรืออัตราส่วนของการสูญเสียดินในพื้นที่ซึ่งมีระบบการปลูกพืชและการจัดการพืชเฉพาะกับระบบเดียวกันที่ได้ประเมินค่าไว้แล้ว

P = ปัจจัยการควบคุมการพังทลายของดินหรือปัจจัยระบบอนุรักษ์คืออัตราส่วนของการสูญเสียดินในพื้นที่ที่ทำการปลูกพืชตามแนวระดับหรือทำคันดินและพื้นที่ปลูกพืชเป็นแนวขึ้นลงตามความลาดชันของพื้นที่

โดยในการศึกษาการชะล้างพังทลายสามารถเขียนขั้นตอนได้ดังนี้ภาพประกอบ



ภาพประกอบ 10 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยสมการสูญเสียดิน

สามารถแยกเป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์ได้ หลังจากได้รวบรวมข้อมูลพื้นฐานทั้งหมด ก่อนที่จะทำการนำเข้าและบันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ต้องมีการจัดการข้อมูลให้อยู่ในลักษณะที่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ ซึ่งก็คือการนำเอาข้อมูลต่างๆ มาหาค่าปัจจัยพื้นฐานของสมการสูญเสียดินสากล (USLE) ดังนี้

5.1 ปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (R) เริ่มจากการคำนวณค่าดัชนีการพังทลายของฝน โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงและบริเวณใกล้เคียงของกรมอุตุนิยมวิทยาและสำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน นำมาคำนวณหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตามขั้นตอนต่อไปนี้นำข้อมูลปริมาณน้ำฝน มาคำนวณหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (มิลลิเมตร) ของแต่ละสถานี นำผลที่ได้ในแต่ละสถานี มาทำการวิเคราะห์สร้างเส้นปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (Iso-hyetal) โดยใช้ Module Spatial Analysis ของ Arc Gis โดยการทำเส้นชั้นน้ำฝน Iso-hyetal Line Method จากเส้นชั้นแสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย นำมาคำนวณโดยใช้สูตรคำนวณค่าปัจจัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

$$Y = 0.7577x-158.94 \qquad (R^2 = 0.95)$$

เมื่อ Y = ปัจจัยของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน (เมตร - ตัน - เซนติเมตร/เฮกตาร์ - ช.ม.)

X = ปริมาณของฝนเฉลี่ยตลอดทั้งปี (มม.)

ผลที่ได้คือได้ค่าปัจจัยของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน (R) และนำมาแทนค่าลงในแผนที่ทำในปี พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 พ.ศ.2546

5.2 ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K)

ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K) ได้จากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ.2543 เป็นกลุ่มชุดดิน 62 ชุดดินดังตารางที่ 10 ในภาคผนวก

5.3 ปัจจัยความยาวของความลาดเทและความลาดเท (LS) การหาค่าความยาวของความลาดเท สามารถหาได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามาจัดทำโดยการนำเข้าข้อมูล (Digitize) เส้นชั้นความสูงทุก ๆ ระยะ 20 เมตร จากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร

2) ทำการแปลงข้อมูลเข้าสู่ Module Spatial Analysis ของโปรแกรม Arc GIS เพื่อหาค่าความลาดเท (Slope)

3) ใช้การจำแนกความลาดเทของกรมพัฒนาที่ดิน LS - factor

5.4 ปัจจัยการจัดการพืช (C)

การหาค่าปัจจัยการจัดการพืช คือ การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ.2523 พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 พ.ศ.2546 มีวิธีการและขั้นตอนดังต่อไปนี้

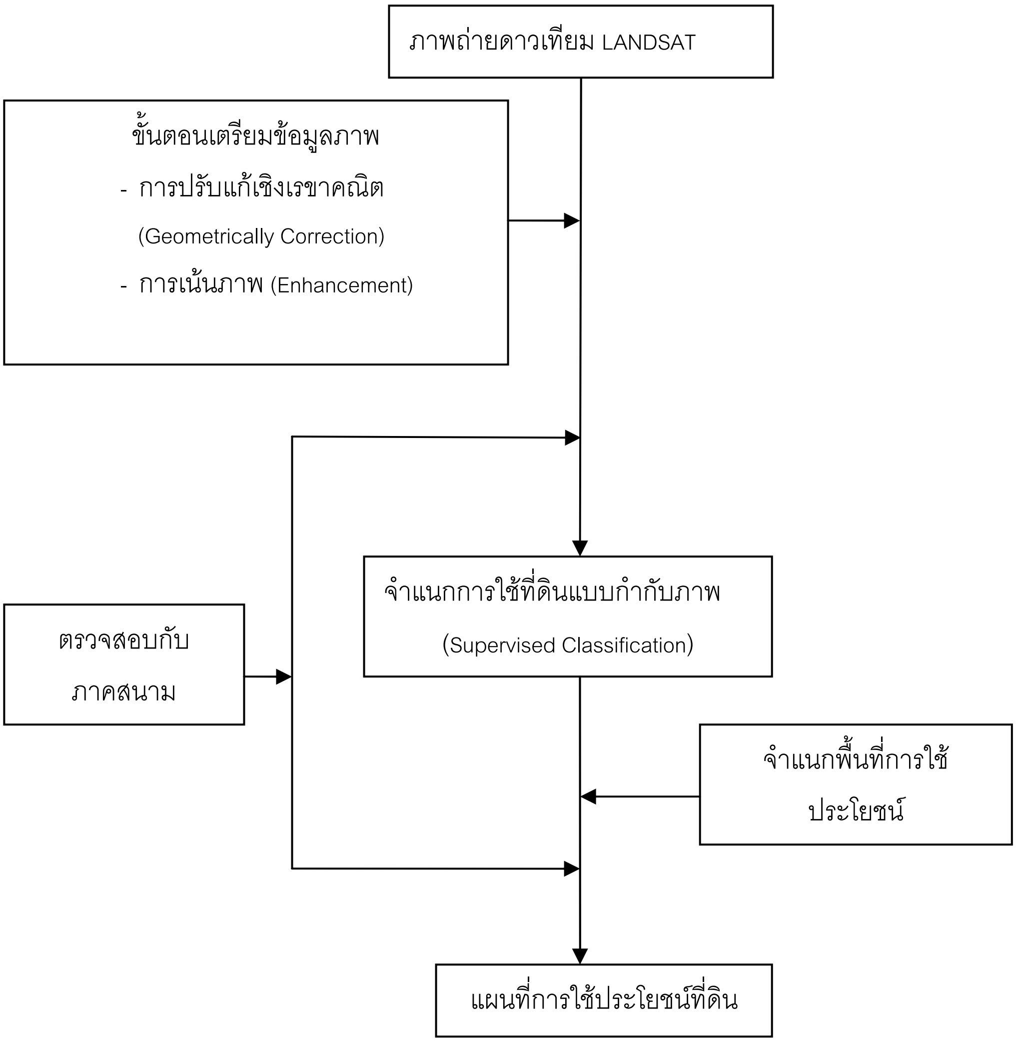
1) ทำการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT และการแปลและตีความจากภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1 : 50,000

2) ทำการสำรวจตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากพื้นที่จริง โดยการออกสำรวจภาคสนาม และทำการปรับแก้ข้อมูลให้ถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

3) นำประเภทการใช้ที่ดินที่ได้ มาเปรียบเทียบกับค่า C ที่รวบรวมได้จากเอกสารข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน

4) นำปัจจัยการจัดการพืชไปซ้อนทับเพื่อต้องการทราบว่าบริเวณใดบ้างที่มีการใช้ที่ดินผิดแล้วไปทำการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT โดยการจำแนกภาพแบบกำกับ Supervised Classification

การจำแนกแบบกำกับเป็นการจำแนกที่ผู้วิเคราะห์ทำการเปรียบเทียบค่า DN ของประเภททรัพยากรหรือการใช้ที่ดินที่ได้คำนวณค่าไว้ล่วงหน้าแล้วโดยอาศัยพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) จากภาคสนาม การวิเคราะห์ภาพถ่ายทางอากาศ หรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ โดยใช้วิธีการจำแนกแบบกำกับภาพเลือกใช้วิธี Spectral Signature ที่มีซอฟท์แวร์ ERDAS Imagine 8.7 โมดูล Classifier ในการสร้าง Spectral Signature ของแต่ละ Class โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้ กำหนดจำนวนประเภท (Class) ของกรมพัฒนาที่ดินและกำหนด Training Area สำหรับแต่ละประเภทการใช้ที่ดิน



ภาพประกอบ 11 แสดงขั้นตอนวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม

5.5 ปัจจัยการปฏิบัติการป้องกันการพังทลายของดิน (P)

การหาค่าปัจจัยการจัดการพืช คือการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 พ.ศ.2546

มีวิธีการและขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ทำการจำแนกประเภทการใช้ที่ดินปัจจุบันจากการแปลและตีความจากภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร และภาพถ่ายดาวเทียม

2) ทำการสำรวจตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากพื้นที่จริง โดยการออกสำรวจภาคสนาม และทำการปรับแก้ข้อมูลให้ถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

3) นำประเภทการใช้ที่ดินที่ได้ มาเปรียบเทียบกับค่า (P) ตามเอกสารข้อมูลจากกรมพัฒนาที่ดิน ดังตารางในภาคผนวก

เมื่อได้ค่าปัจจัยต่าง ๆ ครบทั้ง 5 ปัจจัยแล้ว จะทำการนำเข้าข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ทำการวิเคราะห์การชะล้างพังทลาย

ทำการซ้อนทับข้อมูล โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อจำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย โดยใช้ปัจจัยหลัก 4 ชนิดคือ ปัจจัยการชะล้างพังทลายของฝน (R) ปัจจัยความคงทนต่อการถูกชะล้างพังทลายของดิน (K) ปัจจัยการจัดการพืช (C) และปัจจัยลักษณะภูมิประเทศ (LS) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นค่าการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละพื้นที่แล้วจึงนำค่าจำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย มาประยุกต์ร่วมกับของกรมพัฒนาที่ดิน

ตาราง 8 เกณฑ์การจำแนกชั้นความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย

กลุ่ม	การสูญเสียดิน (ตัน/เฮกแตร์/ปี)	การสูญเสียดิน (ตัน/ไร่/ปี)
น้อยมาก (Very Slight)	6.25	<2.00
น้อย (Slight)	6.25 – 31.25	2.01 – 5.00
ปานกลาง (Moderate)	31.25 – 125	5.01 – 20.00
รุนแรง (Severe)	125 – 625	20.01 – 100.00
รุนแรงมาก (Very Severe)	>625	>100.00

ที่มา : จักรชัย ชุ่มจิตต์. (2542). *การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และสมการสูญเสียดินสากล*. หน้า 122

5.6 การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำ การบูรณาการแบบจำลองคณิตศาสตร์เข้ากับภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินเพื่อประเมินสัดส่วนตะกอนที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ ข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการหาค่าความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างพังทลายของดิน กับปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ ซึ่ง การพังทลายริมฝั่งน้ำแล้วนำมาลบด้วยส่วนที่ตกตะกอนในตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำก่อนถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำคือปริมาณตะกอนรวม (Total Sediment Yield) ตามทฤษฎีแล้วการพังทลายของดินจะไม่ถูกพัดพาไปยังตอนล่างทั้งหมดแต่บางส่วนจะตกอยู่ในพื้นที่สัดส่วนของการชะล้างพังทลายของดินกับปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ในลำน้ำ ที่จุดตรวจวัด เรียกว่า Sediment Delivery Ratio ผลของการชะล้างพังทลายของดิน น้ำตะกอนจะถูกน้ำพัดพาลงสู่ลำน้ำ โดยวัตถุขนาดเล็กจะถูกพัดพาไปโดยแขวนลอยไปกับน้ำในขณะที่วัตถุขนาดใหญ่จะเป็นส่วนของตะกอนจม (Bed Load) การประเมินหาผลผลิตตะกอน (Sediment Yield) ในปี พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546 โดยใช้การประเมินปริมาณตะกอนรายปีของพื้นที่ลุ่ม

น้ำ ในแบบจำลอง WSCERO ใช้หลักเกณฑ์ SDR การประเมินการชะล้างพังทลายและตะกอนด้วย USLE (WSCERO)(นิพนธ์ ตั้งธรรม.2545:25)

$$SS = \frac{SDR}{100}\left[\sum_{I=1}^{N_g} A_i / N_g\right].WA$$

SS	คือ	ปริมาณตะกอนทั้งปี (ตัน/ปี)
$SDR/100$	คือ	อัตราที่ดินถูกกัดเซาะถูกพัดพาสู่ปากทางน้ำออก
A_i	คือ	อัตราการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละกริด (ตัน/ เฮคตาร์)
N_g	คือ	จำนวนกริดทั้งหมดภายในลุ่มน้ำ
WA	คือ	พื้นที่ลุ่มน้ำ(เฮคตาร์)

การประยุกต์แนวคิดของ (Boyce 1979:61-65) การใช้ภูมิสารสนเทศ ที่หา SDR จากลักษณะกายภาพของแต่ละกริด โดยใช้สมการ

$$\text{SDR} = 10\left(\frac{r}{L}\right)$$

โดยที่ r คือ ค่าความต่างระดับที่ได้จากระดับความสูงระหว่างกริดกับจุดทางออกของน้ำ (outlet) (เมตร)

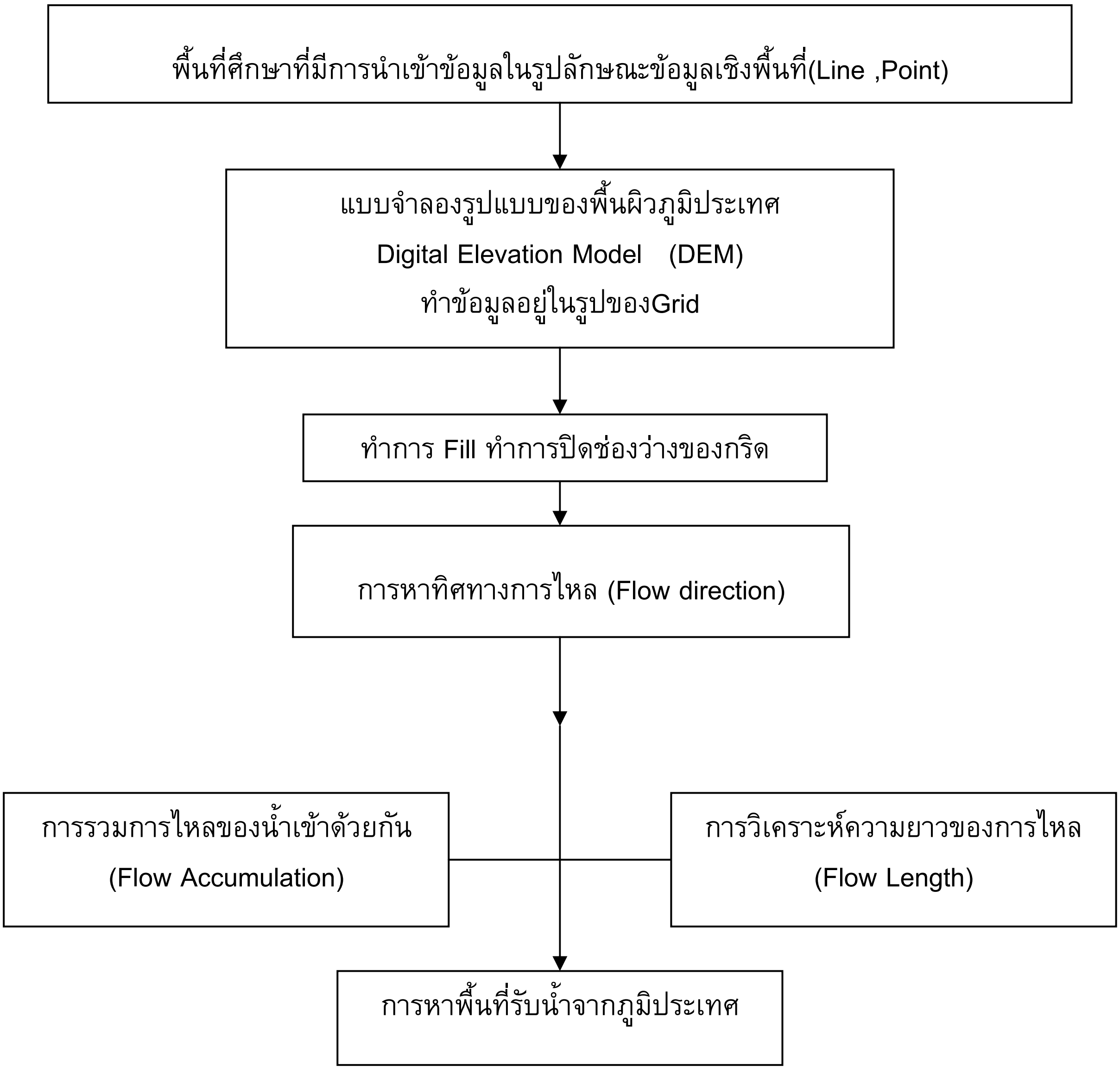
และ L คือ ความยาวของความลาดเท (เมตร)

5.7 การหาพื้นที่รับน้ำจริงจากภูมิประเทศ โดยใช้โปรแกรมในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในโปรแกรม Arc GIS หาพื้นที่รับน้ำจริงการเครื่องมือ Hydrology Modeling เพื่อหาพื้นที่รับน้ำ โดยมีหลักเกณฑ์ในการกำหนด หาค่า ของจุด Watershed Area จาก จุดทางระบายน้ำใต้เขื่อนจุดทางออกของน้ำ ทำการวิเคราะห์ที่ กริด 20 มาจากความความสูงช่วงละ 20 เมตร

5.8 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณตะกอน จากสมการหาค่าสัมประสิทธิ์ของเพียร์สัน (Correlation Coefficients of Pearson) มีสูตรดังนี้

$$R = \frac{n\sum(XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[\ n(\sum X^2) - (\sum X)^2\ ][\ n(\sum Y^2) - (\sum Y^3)\ ]}}$$

เมื่อ	R	=	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	n	=	จำนวนตัวอย่าง
	x	=	ตัวแปรต้น
	Y	=	ตัวแปรตาม



ภาพประกอบ 12 แสดงการหาพื้นที่รับน้ำจากภูมิประเทศ

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้สมการสากลของการสูญเสียดิน (USLE) มาวิเคราะห์หาปริมาณการพังทลายของดินในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงร่วมกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็นปัจจัยต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าดรรชนีการชะล้างพังทลายของฝน
2. วิเคราะห์ค่าความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดิน
3. วิเคราะห์ค่าความยาวและความชันของความลาดเท
4. วิเคราะห์ค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการ
5. วิเคราะห์ค่าวิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดิน
6. วิเคราะห์ปริมาณการพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปี
7. วิเคราะห์ปริมาณประเมินสัดส่วนตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ
8. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงกับปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง
9. วิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินต่างกันที่มีผลต่อปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำพระเพลิง

1. วิเคราะห์ค่าดรรชนีการชะล้างพังทลายของฝน (R)

จากการวิเคราะห์ดรรชนีการชะล้างพังทลายของฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง โดยใช้ค่าปริมาณน้ำฝนรายปีของสถานีน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ในพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ข้างเคียง โดยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ใช้วิธี Spatial Analysis ในการวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลน้ำฝนมาทำการ Interpolate โดยใช้การคำนวณ และแสดงผลข้อมูลออกมาในรูปแบบของข้อมูล กริด (Raster) ซึ่งน้ำฝนดังกล่าวได้มาจากการแทนค่าดรรชนีการชะล้างพังทลายของฝนในสมการคำนวณของ วันเลิศ วรรณปิยะรัตน์ ซึ่งเคยศึกษาในพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำลำพระเพลิงนำค่าปริมาณน้ำฝนมาแทนลงในสมการ เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงในแต่ละปีดังสมการต่อไปนี้

$$Y = 0.7577x - 158.94$$

เมื่อ Y = ปัจจัยของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน

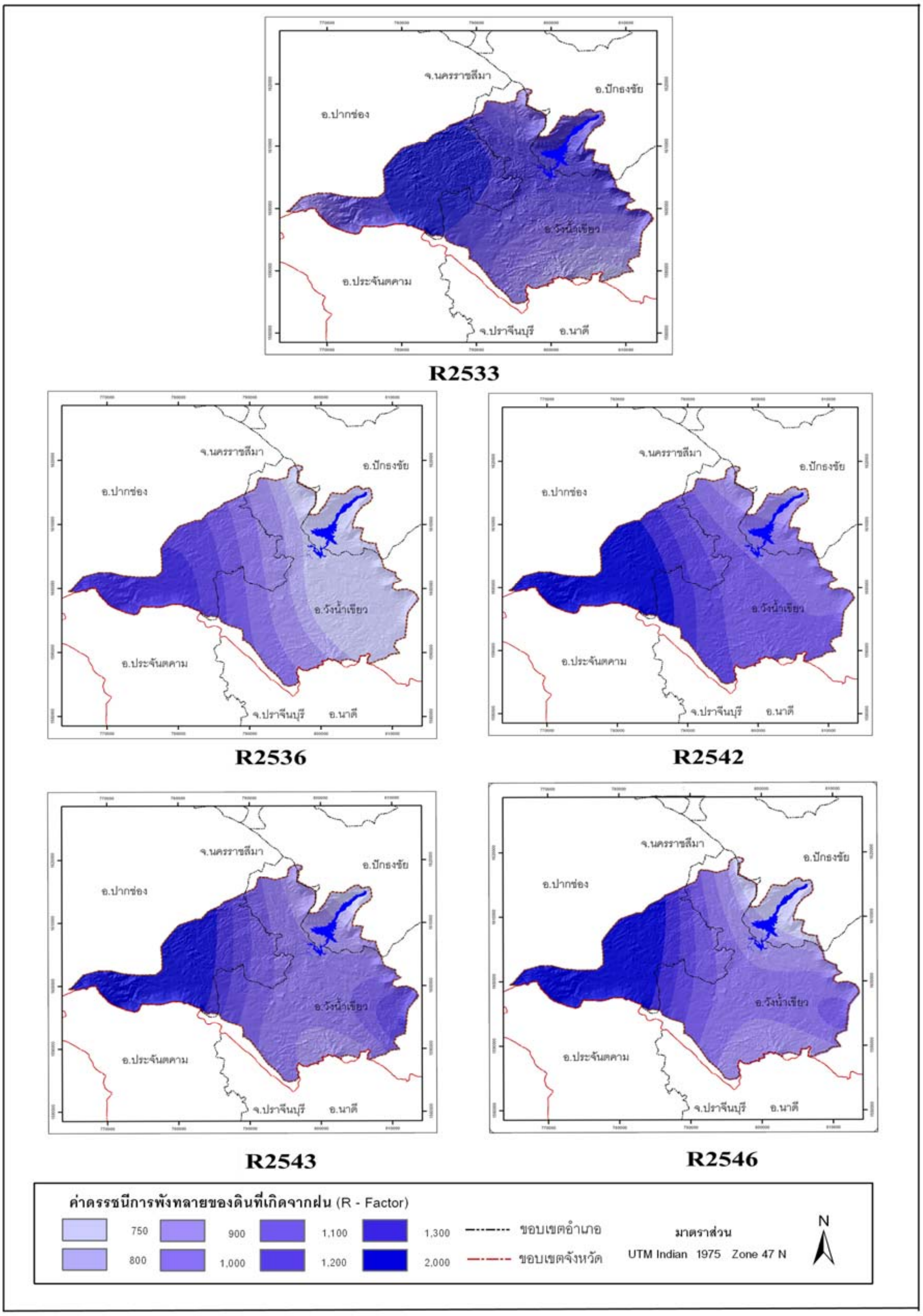
x = ปริมาณของฝนเฉลี่ยรายปี (มม.)

ในการวิเคราะห์ค่าดรรชนีของฝนต่อการชะล้างพังทลายของดิน (R) และนำมาแทนค่าตามที่กำหนดไว้ 5 ช่วงปี คือ พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 พ.ศ.2546 ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ ดังตาราง 9

ตาราง 9 ค่าดรรชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝน R- Factor

สถานีวัดปริมาณน้ำฝน		ค่าดรรชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝน R - Factor				
		พ.ศ. 2533	พ.ศ. 2536	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2546
431005	ปักธงชัย	489.7	526	519	510	274
431020	สวนป่ากลางดง อ.ปากช่อง	605	664	848	869	766
431029	สถานีวิจัยผลผลิตของป่า อ.ปากช่อง	1203	938	1,137	1,441	1,556
431030	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน วังน้ำเขียว	874	486	941	1,152	989
431031	อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่	710	1,091	1,389	1,443	1,210
431024	หน่วยป้องกันรักษาป่าที่ นม.3	1,152	687	820	573	437
431025	โรงเรียนบ้านศาลเจ้าพ่อ	727	651	984	872	789
430023	บ้านทับลาน อ.นาดี	812	860	1,175	1,308	561
417003	สถานีวัดปริมาณน้ำฝน ปากพลี	1,239	856	1,332	1,075	1,057
25511	ลำพระเพลิง	951	619	703	596	397

พบว่าในพื้นที่ลุ่มลำน้ำพระเพลิง มีการชะล้างพังทลายของฝนสูงในพื้นที่ต้นน้ำบริเวณพื้นที่อำเภอปากช่อง และพื้นที่ติดกับ เขาใหญ่ และมีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝน R - Factor ลดลงมาทางตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ในเขตอำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมาในบริเวณศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช (ดังภาพประกอบ 13)



ภาพประกอบ 13 ค่าดรรชนีการชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากฝน (R – Factor)

2. วิเคราะห์ค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดิน (K)

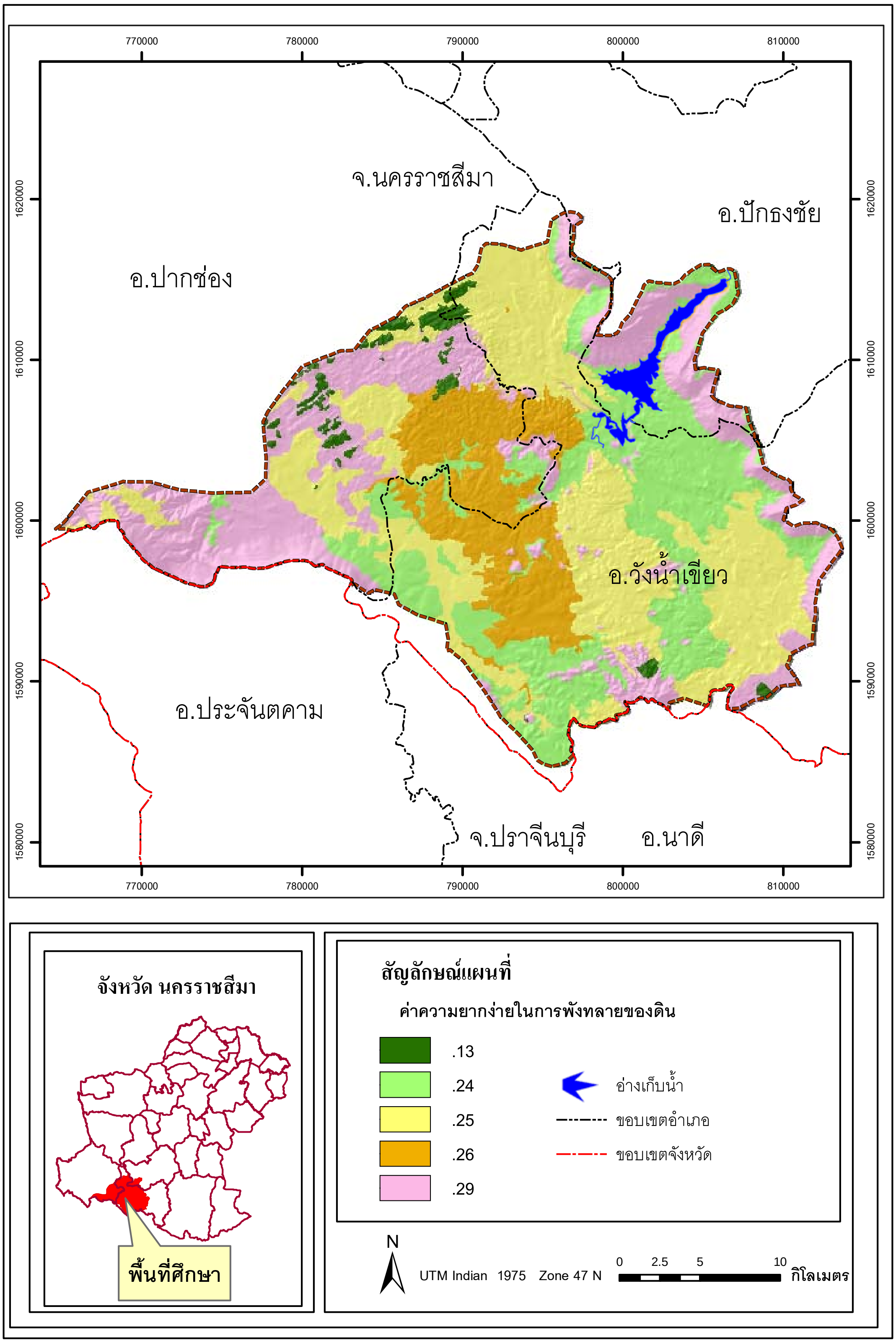
การชะล้างพังทลายของดินที่เกิดจากคุณสมบัติของดินที่ต่างกันส่งผลให้ความยากง่ายในการพังทลายแตกต่างกัน สำหรับประเทศไทยกรมพัฒนาที่ดิน ได้ศึกษาค่าความคงทนต่อการชะล้างพังทลายของดินแต่ละกลุ่ม จะมีตั้งแต่การซึมซับน้ำเร็วถึงช้าและค่าความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดินตามโนโมกราฟ มีพิสัยต่างกันระหว่าง 0.13 – 0.29 ดังตารางในภาคผนวก

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายในการพังทลายของดินของพื้นที่ศึกษา มีค่าความยากง่ายในการพังทลายของดินเท่ากับ 0.25 โดยครอบคลุมพื้นที่ ร้อยละ 32.23 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ซึ่งในภาพประกอบ 18 ค่าความยากง่ายการพังทลายของของลุ่มน้ำลำพระเพลิง

ตาราง 10 พื้นที่ค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง

ค่าความยากง่ายในการพังทลายของดิน	พื้นที่ ไร่	 ตารางกิโลเมตร	 ร้อยละ
0.13	10,681.00	17.09	2
0.24	119,715.41	191.54	25
0.25	157,226.76	251.56	32
0.26	73,376.79	117.40	15
0.29	126,900.04	203.04	26
พื้นที่รวม	487,900.00	780.64	100

จากภาพประกอบ 14 พบว่าดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงที่มีค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายอยู่ที่ 0.29 หรือคิดเป็นร้อยละ 26 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งมีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินอยู่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่น ซึ่งมีขนาดพื้นที่อยู่ที่ 203.04 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 126,900 ไร่ และค่าความยากง่ายในการพังทลายของดินที่ 0.13 หรือคิดเป็นร้อยละ 2.19 ของพื้นที่ทั้งหมด มีผลต่อการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่น้อยที่สุด ซึ่งมีขนาดพื้นที่อยู่ที่ 17.09 ตารางกิโลเมตรหรือคิดเป็น 10,681 ไร่



ภาพประกอบ 14 ค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดินบริเวณลุ่มน้ำลำพระเพลิง

3. วิเคราะห์ค่าความยาวและความชันของความลาดเท (LS)

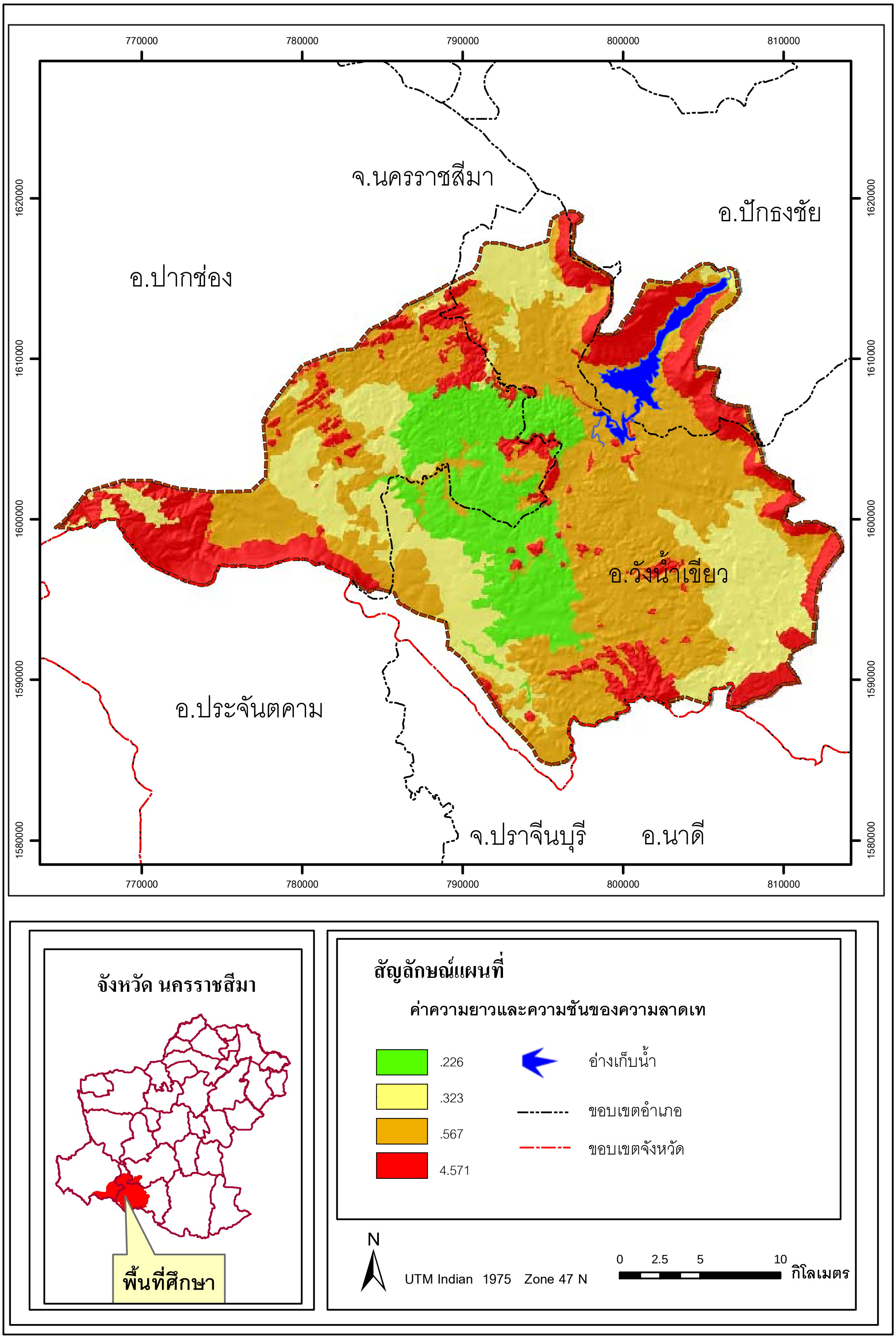
กรมพัฒนาที่ดินได้จำแนกค่าการวิเคราะห์ค่าความยาวและความชันของความลาดเท ตามสูตร $L = (\lambda/22.13)m$ ที่กำหนดให้เป็นกลุ่มตัวแปรค่าคงที่ของการผันแปร ที่มีผลต่อปริมาณการพังทลายของดินในสมการสากลของการสูญเสียดินโดยกรมพัฒนาที่ดินได้กำหนดค่าพิสัยไว้ที่ 0.226 – 4.571 (ดังตารางในภาคผนวก ก) ได้นำมาแปลงในรูปกริด ขนาด 20 x 20 เมตร

ผลการวิเคราะห์ในพื้นศึกษาพบว่า ค่าความยาวและความชันของความลาดเท ในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ มีค่า 0.567 คิดเป็นร้อยละ 43.16 ของพื้นที่ศึกษาซึ่ง พื้นที่เหล่านี้กระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ราบลูกฟูก ส่วนที่มีค่าความชันของความลาดเท มากที่สุด คือ 4.571 เป็นพื้นที่อยู่ในภูเขาสูงชันผลการวิเคราะห์แสดงไว้เป็นสีแดง พื้นที่เหล่านี้จะเป็นสันเขาอยู่บริเวณรอบ ๆ พื้นศึกษา ส่วนผลการวิเคราะห์ที่เป็นพื้นที่สีเขียวอยู่ตอนกลางของพื้นที่ศึกษา มีค่าความชันของความลาดเท 0.226 บริเวณเหล่านี้เป็นพื้นที่ลูกฟูกลอนตื้น ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีบริเวณน้อยที่สุดของผลการวิเคราะห์ค่าความยาวและความชันของความลาดเท

ตาราง 11 ค่าความยาวและความชันของความลาดเท

ค่าความยาวและความชันของความลาดเท	พื้นที่		
	ไร่	ตารางกิโลเมตร	ร้อยละ
0.226	73,435.00	117.50	15
0.323	105,973.59	169.56	22
0.567	210,600.60	336.96	43
4.571	97,890.81	156.63	20
รวม	487,900.00	780.64	100

จากภาพประกอบ 15 พบว่าดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงที่มีค่าความยาวและความชันของความลาดเท จากภาพจะเห็นได้ว่าพื้นที่มีค่าสูงจะอยู่ในพื้นที่มีความสูงมาก คือ อยู่ที่ 4.571 ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่จะเป็นหน้าผาสูงชันมาก ซึ่งมีขนาดพื้นที่อยู่ที่ 156.63 ตารากิโลเมตรหรือคิดเป็น 97,890.81 ไร่ และพื้นที่ในรูปที่เป็นสีเขียวจะมีลักษณะพื้นที่มีความสูงน้อยมีค่าอยู่ที่ .226 มีผลต่อการพังทลายของดินในพื้นที่น้อยที่สุด ซึ่งมีขนาดพื้นที่อยู่ที่ 117.50 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 73,435 ไร่



ภาพประกอบ 15 ค่าความยาวและความชันของความลาดเท (LS)

4. วิเคราะห์ค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการ (C)

การหาค่าปัจจัยการจัดการพืช คือการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 พ.ศ.2546 ที่ได้จากการแปลตีความภาพจากดาวเทียม Landsat ดังตาราง ที่ 12 ประเภทของพืชเป็นกลุ่มตามกรมพัฒนาที่ดินและแทนค่าลงในแผนที่จัดกลุ่มตามกรมพัฒนาที่ดิน แทนค่า C - Factors ตามค่ากำหนดกรมพัฒนาที่ดินได้จำแนกค่าการวิเคราะห์ดังในแผนที่มีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน แปลงให้อยู่ในรูปกริด ขนาด 20 เมตร ต่อกริดและตารางค่าจะอยู่ในภาคผนวกในส่วนของวิเคราะห์ค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการ (C)

จากผลการวิเคราะห์พบว่าค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการ (C) ของพื้นที่ศึกษามีดังนี้ พื้นที่ที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างเด่นชัดคือ หมู่บ้าน และ แหล่งน้ำ หมู่บ้าน ส่งผลให้มีความต้องการที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แหล่งที่อยู่อาศัยที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอวังน้ำเขียว

พื้นที่ลดลง คือ พื้นที่การปลูกข้าวโพด เนื่องจากดินเสื่อมโทรม และความต้องการแหล่งที่อยู่อาศัยเพิ่มขึ้น อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เป็นการสร้างรีสอร์ท อยู่ในบริเวณเขาแผงม้า ในพื้นที่วังน้ำเขียว ส่วน พืชไร่ผสม อ้อย ส่วนผสม และมันสำปะหลัง ซึ่งพื้นที่เหล่านี้มีบริเวณเพิ่มขึ้น เนื่องจากผลผลิตข้าวโพดอาหารสัตว์มีราคาตกต่ำ จึงทำให้เกษตรกรมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่มาเป็นการปลูกพืชแบบผสมผสานมากขึ้น พื้นที่เกษตรดังกล่าวจึงมีบริเวณเพิ่มขึ้นด้วย (ดังตาราง 12 และภาพประกอบ 16 –17) พื้นที่ป่าดิบแล้ง และป่าแดงหรือป่าเต็งรัง มีบริเวณเพิ่มขึ้นใน พ.ศ.2533 – 2542 และมีการลดลงในปี พ.ศ.2543 ถึง ปีที่ศึกษา พ.ศ.2546 เนื่องจากโครงการปลูกป่าตามพระราชดำริ และการส่งเสริมเกษตรกรให้มีการปลูกป่ายูคาลิปตัสเพิ่มขึ้น จึงทำให้พื้นที่ป่ามีการเปลี่ยนแปลงไป

ตาราง 12 พื้นที่แสดงการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงในแต่ละปี

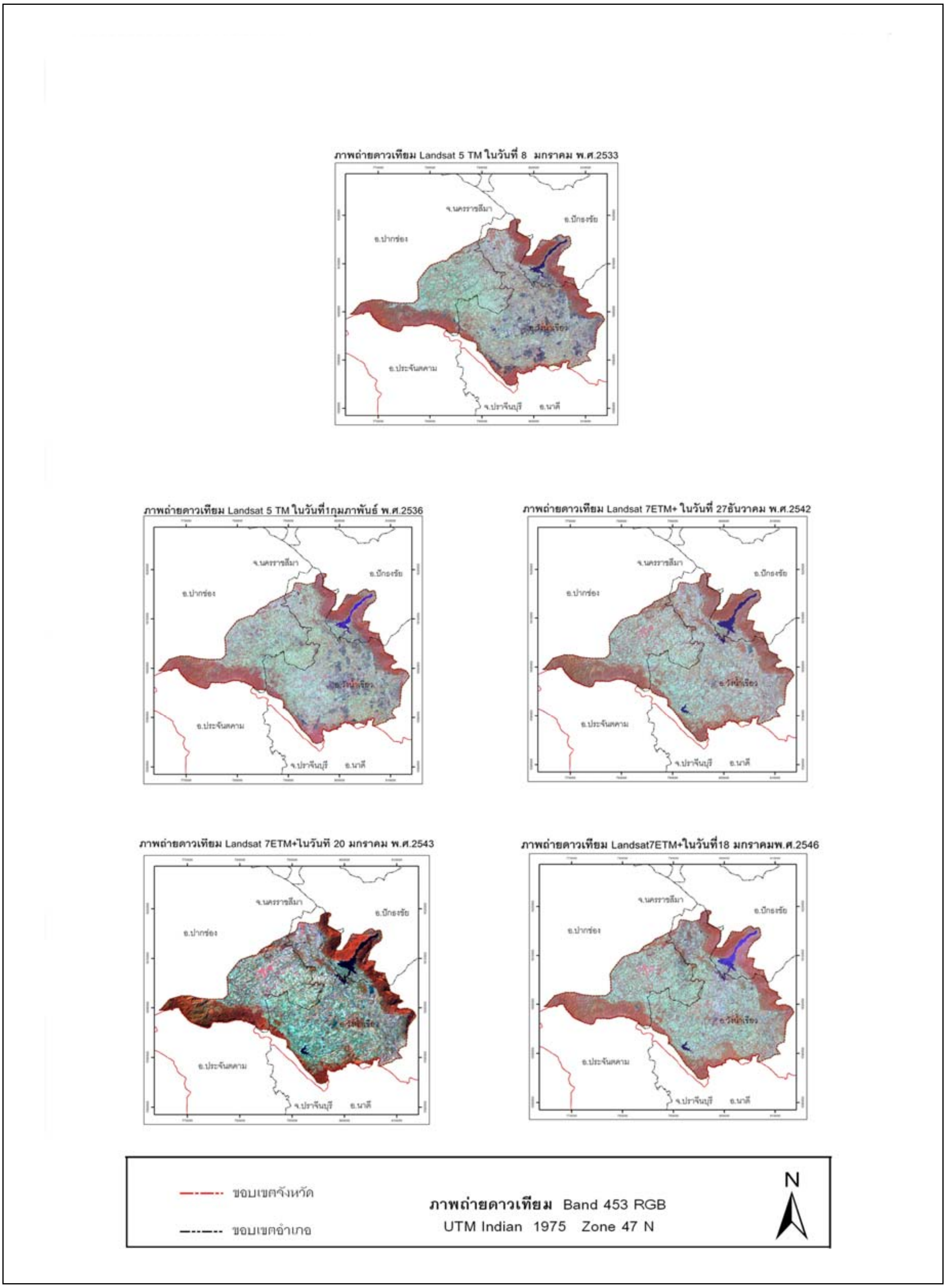
หน่วย : ไร่

ประเภทการใช้ที่ดิน	ปีที่ศึกษา				
	พ.ศ.2533	พ.ศ.2536	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2546
ป่าดิบแล้ง	99,020.2	100,533.0	116,957.0	114,529.8	109,776.6
ป่าแดงหรือป่าเต็งรัง	3,176.2	4,986.8	9,383.5	9,307.0	8,342.4
ป่าเสื่อมโทรม	37,962.2	27,261.4	23,141.4	23,248.9	25,614.1
ข้าวโพด	277,735.4	315,675.9	272,192.1	272,197.4	265,875.7
พืชไร่ผสม	44,016.8	15,850.7	12,490.5	13,431.8	18,812.8
ยูคาลิปตัส	6,442.0	8,214.6	9,318.1	9,317.1	11,786.7
อ้อย	3,262.3	4,564.7	8,266.0	8,672.2	10,986.5
สวนผสม	5,263.0	3,613.8	13,116.5	12,948.9	14,716.0

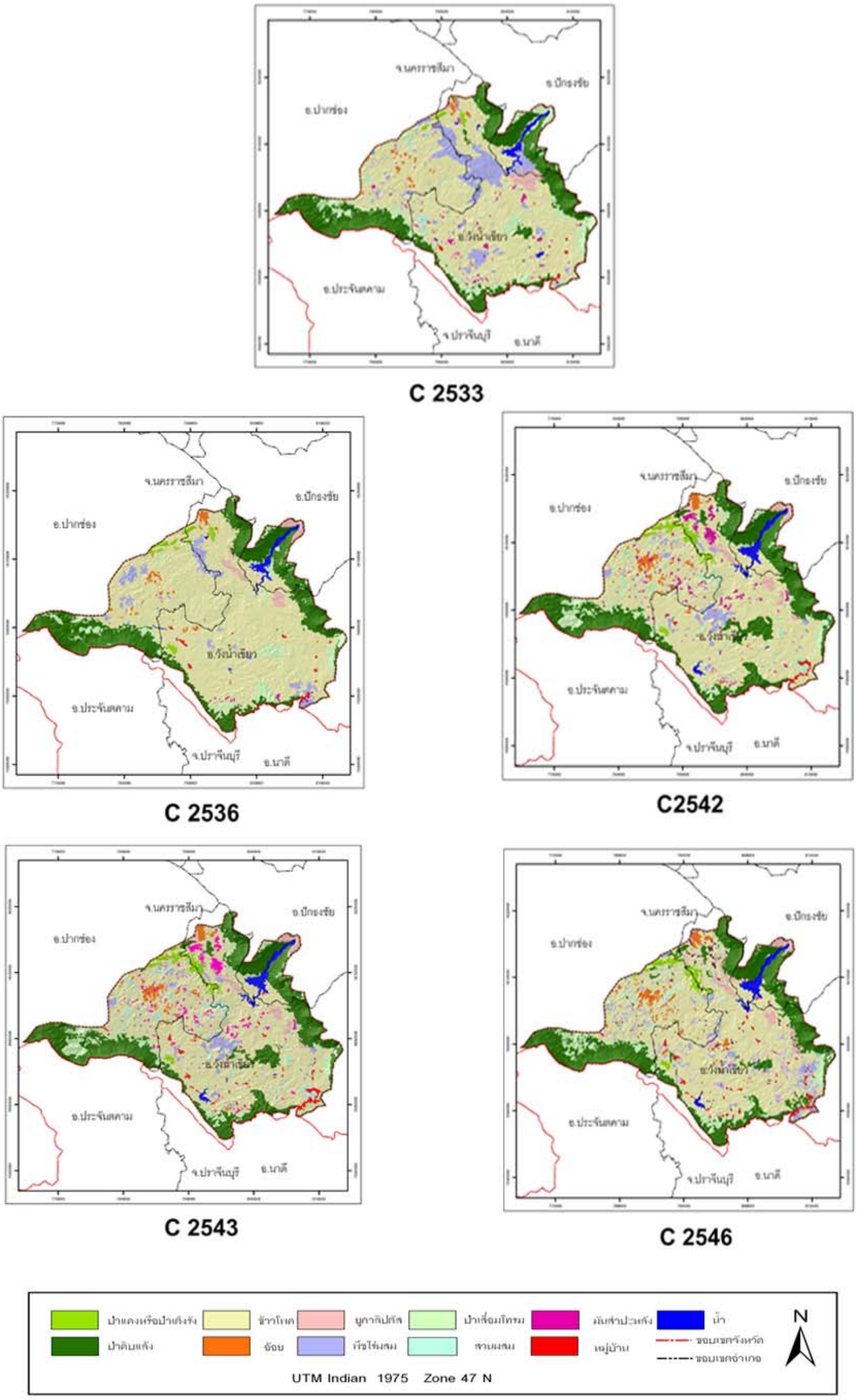
ตาราง 12 (ต่อ)

ประเภทการใช้ที่ดิน	ปีที่ศึกษา				
	พ.ศ.2533	พ.ศ.2536	พ.ศ.2542	พ.ศ.2543	พ.ศ.2546
มันสำปะหลัง	4,462.1	639.1	11,254.2	11,271.7	8,689.5
หมู่บ้าน	1,047.9	1,057.2	3,072.0	4,278.0	4,311.8
น้ำ	5,511.9	5,502.8	8,708.7	8,697.2	8,987.9
พื้นที่รวม	487,900.0	487,900.0	487,900.0	487,900.0	487,900.0

ที่มา : จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ในปี พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546



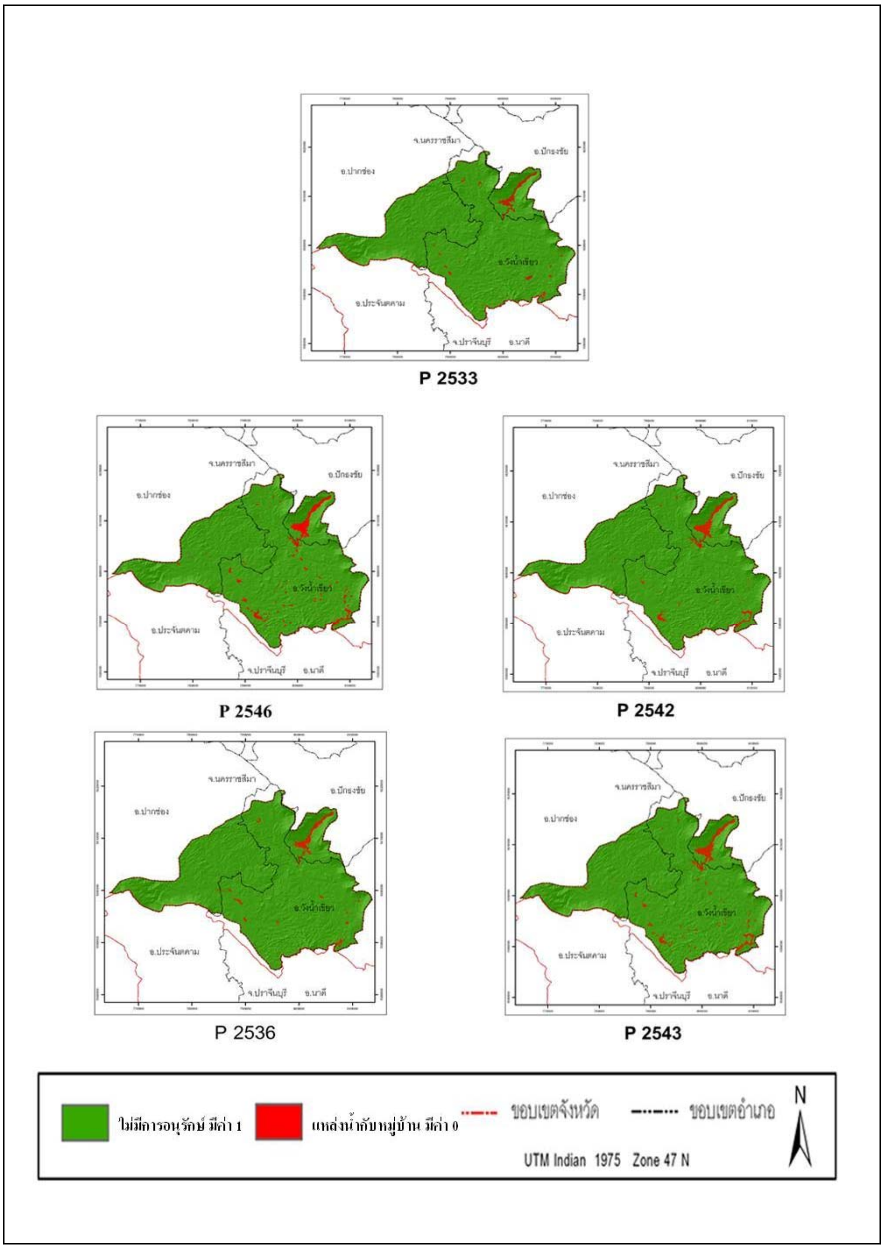
ภาพประกอบ 16 ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT



ภาพประกอบ 17 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

5. วิเคราะห์ค่าวิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดิน (P)

ในการประเมินค่า P – factor ซึ่งเป็นปัจจัยที่แสดงสมรรถนะในการควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน ในหลักเกณฑ์ของกรมพัฒนาที่ดิน ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง พบว่า พื้นที่ตอนกลางมีการใช้ที่ดิน เพื่อทำการเกษตรจำพวก พืชไร่ ไม่มีการอนุรักษ์ดิน จึงทำให้ค่า P เท่ากับ 1.0 หมู่บ้านกับแหล่งน้ำให้มีค่า P เท่ากับ 0 การวิเคราะห์ข้อมูลทำโดยนำค่า P ที่ได้มาแทนค่าลงในปี พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546 ผลการวิเคราะห์ดังภาพ 18



ภาพประกอบ 18 แผนที่แสดงค่าวิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดิน (P) ในแต่ละปี

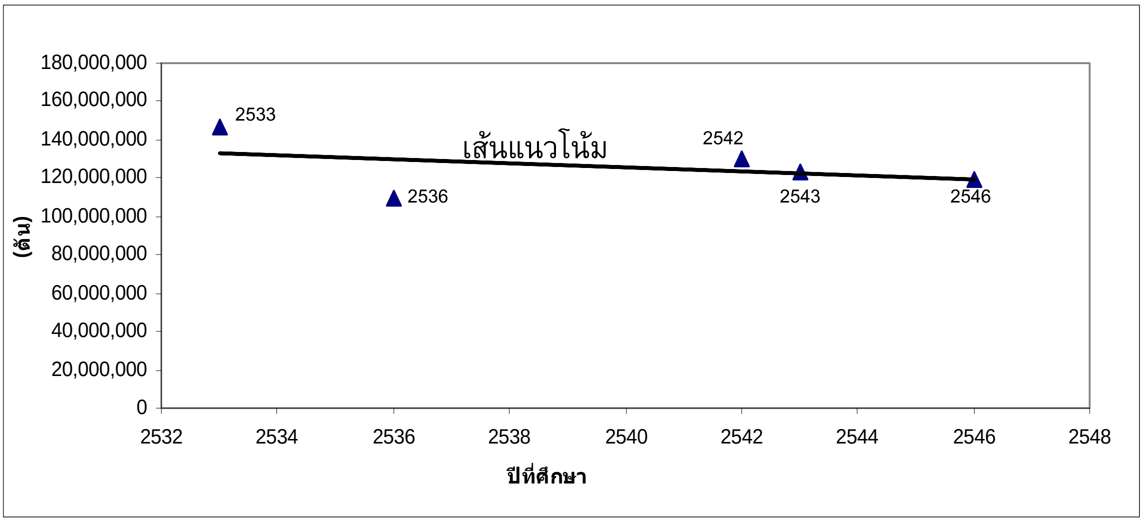
6. วิเคราะห์ปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปี (A)

การวิเคราะห์หาปริมาณการพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปี ได้จากผลคูณของค่าดรรชนีการพังทลายของดินที่เกิดจากฝน (R) ค่าความยากง่ายในการพังทลายของดิน (K) ค่าความยาวและความชันของความลาดเท (LS) ค่าการเพาะปลูกและการจัดการ (C) และค่าวิธีการปฏิบัติในด้านการอนุรักษ์ดิน (P) (A = RKLSCP)

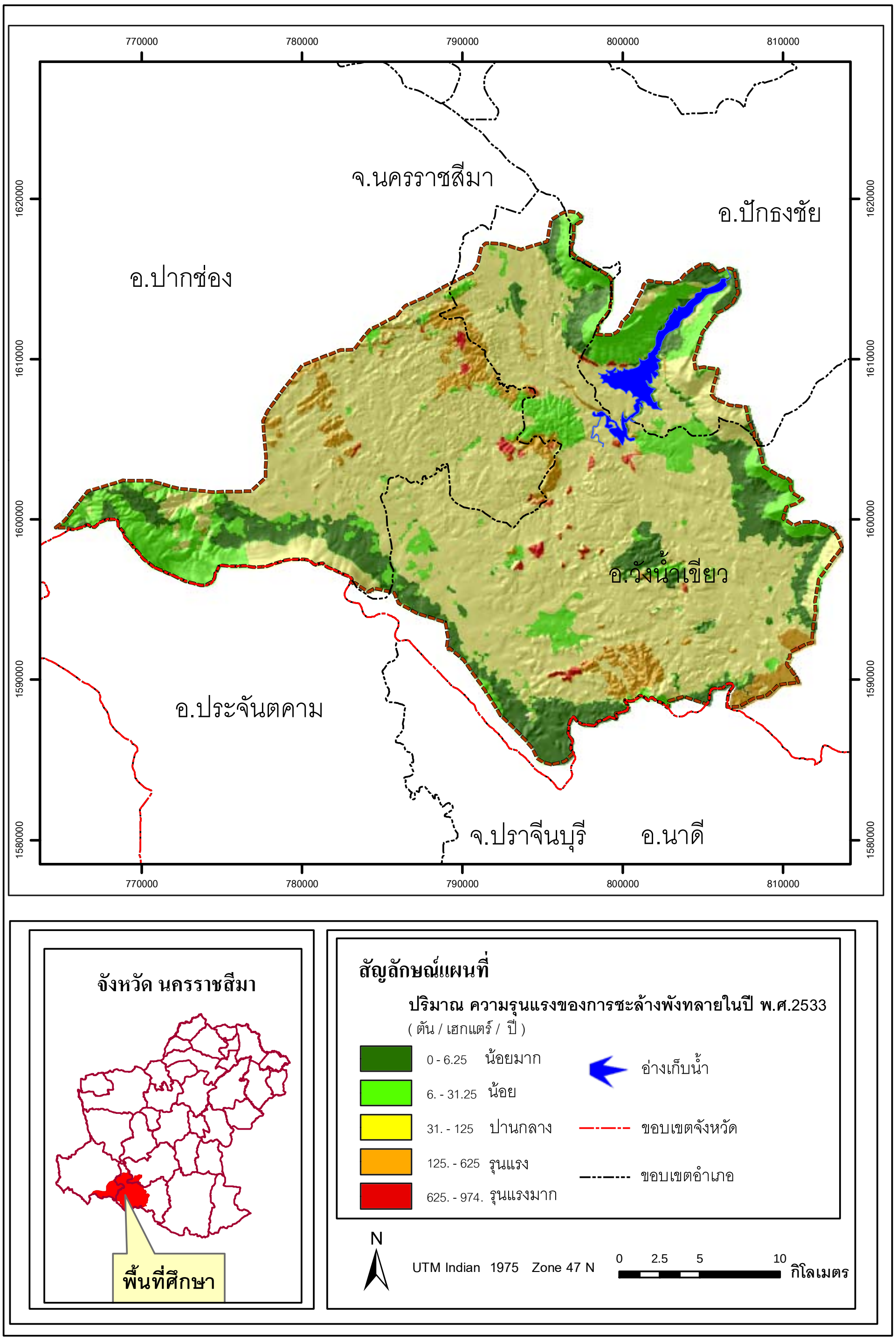
ผลการวิเคราะห์หาปริมาณการพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปีในปี พ.ศ.2533 มีแนวโน้มการพังทลายของดินเมื่อเทียบกับปี พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546 ทุกปีมีแนวโน้มที่ลดลง และเมื่อมาในปี พ.ศ.2536 เทียบกับในปี พ.ศ.2542 มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ในปี พ.ศ. 2543 และ พ.ศ.2546 มีแนวโน้มที่ลดลง โดยเฉลี่ยจากข้อมูลผลการศึกษา 5 ปี มีแนวโน้มที่มีการปริมาณการพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปีที่ลดลง ดังกราฟ ที่ 19 กราฟแสดงปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

ตาราง 13 ปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปี

ปีที่ศึกษา	ปริมาณการพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปี (ตันต่อปี)
2533	147,160,000.00
2536	109,506,000.00
2542	129,663,000.00
2543	123,629,000.00
2546	119,487,000.00

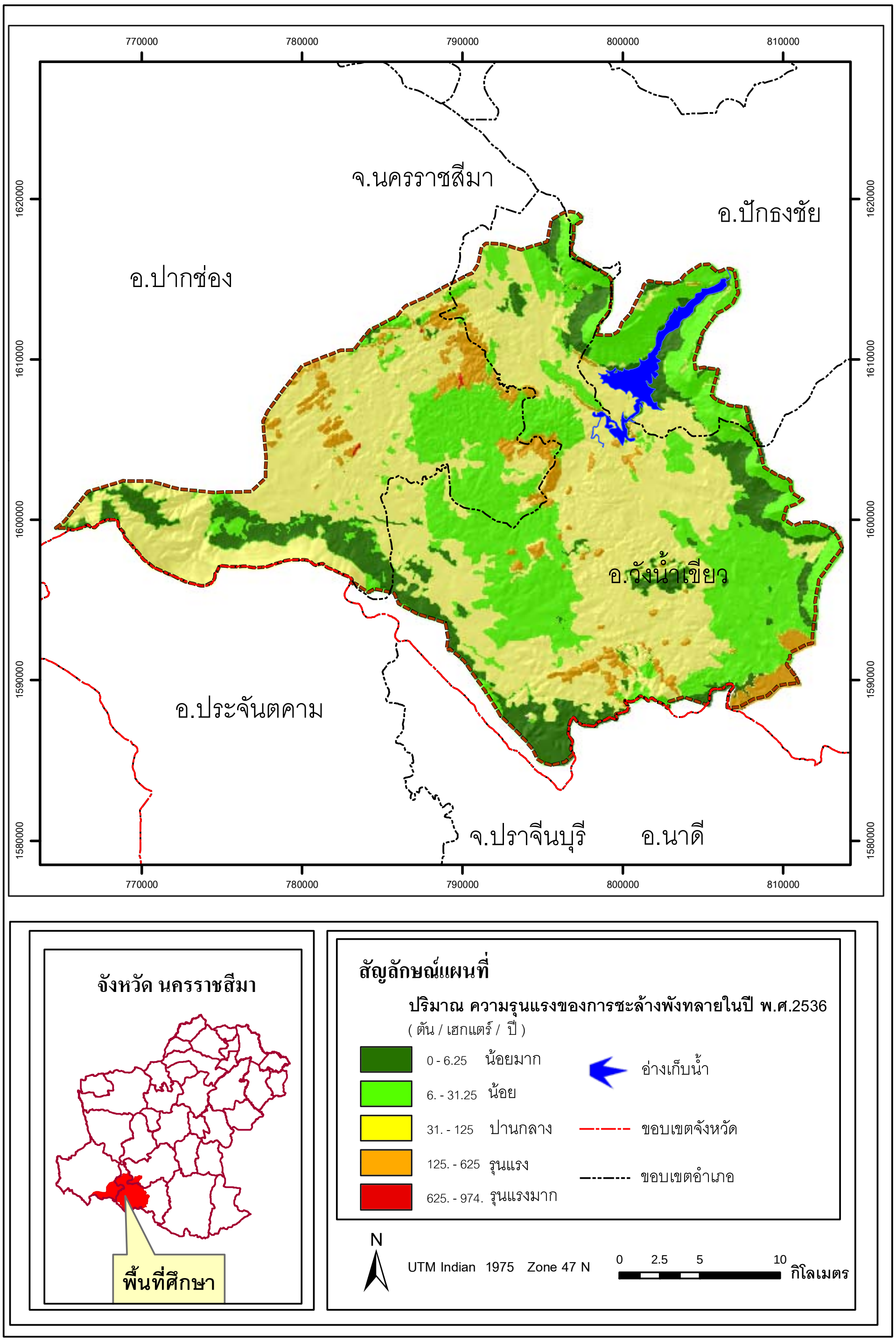


ภาพประกอบ 19 กราฟแสดงปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำลำพระเพลิงเป็นรายปี



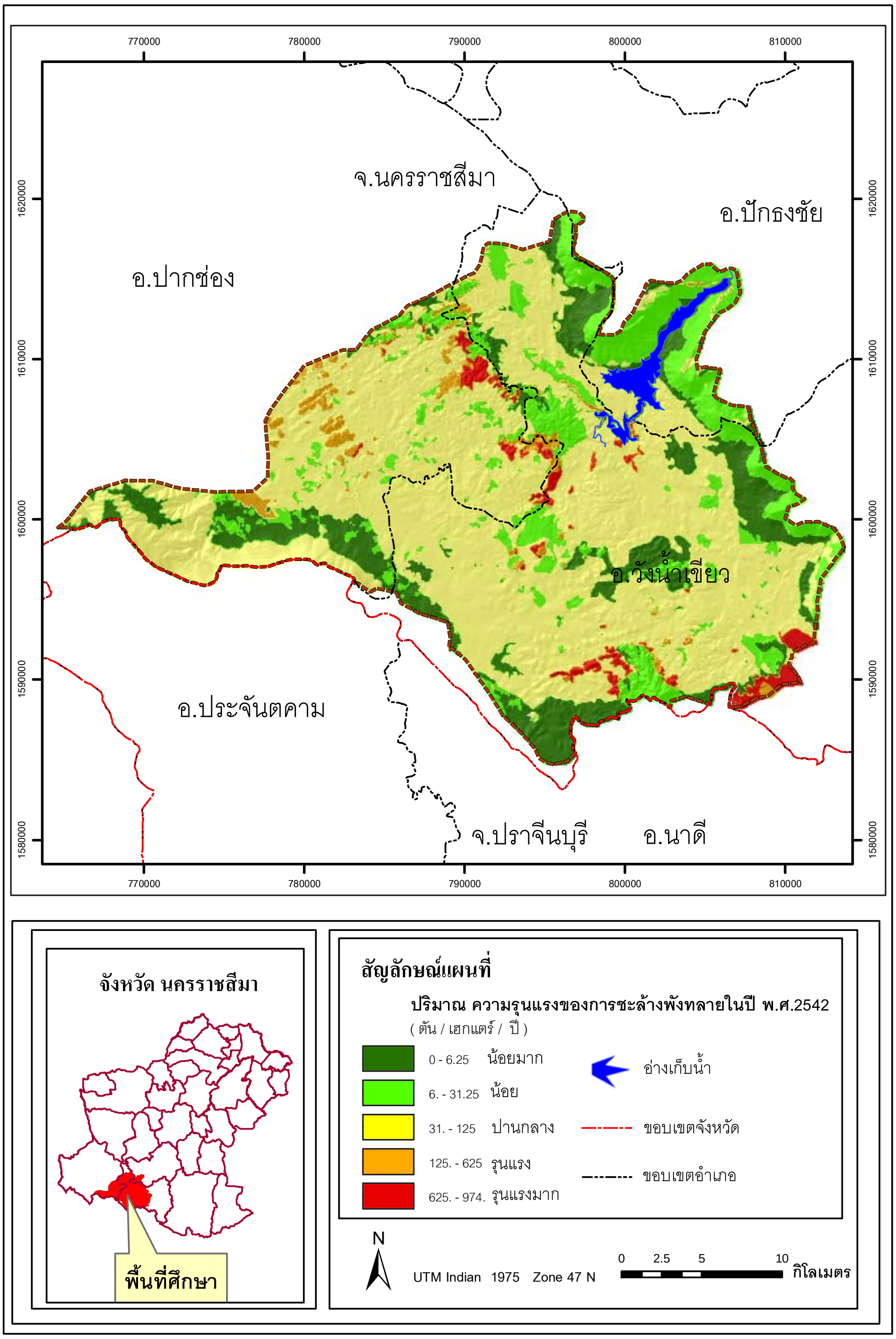
ภาพประกอบ 20 ปริมาณความรุนแรงของการชะล้างพังทลายในลุ่มน้ำลำพระเพลิงปี พ.ศ.2533

จากภาพประกอบ 20 พื้นที่ส่วนใหญ่ที่มีสีเหลืองซึ่งมีระดับการชะล้างพังทลายอยู่ในระดับรุนแรงปานกลางและพื้นที่เป็นสีแดงซึ่งมี ความรุนแรงมากจะมีบางส่วนกระจายในบริเวณที่เป็นเขาและพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ ส่วนที่เป็นพื้นที่ป่ามีการชะล้างพังทลายในระดับน้อยถึงน้อยมาก



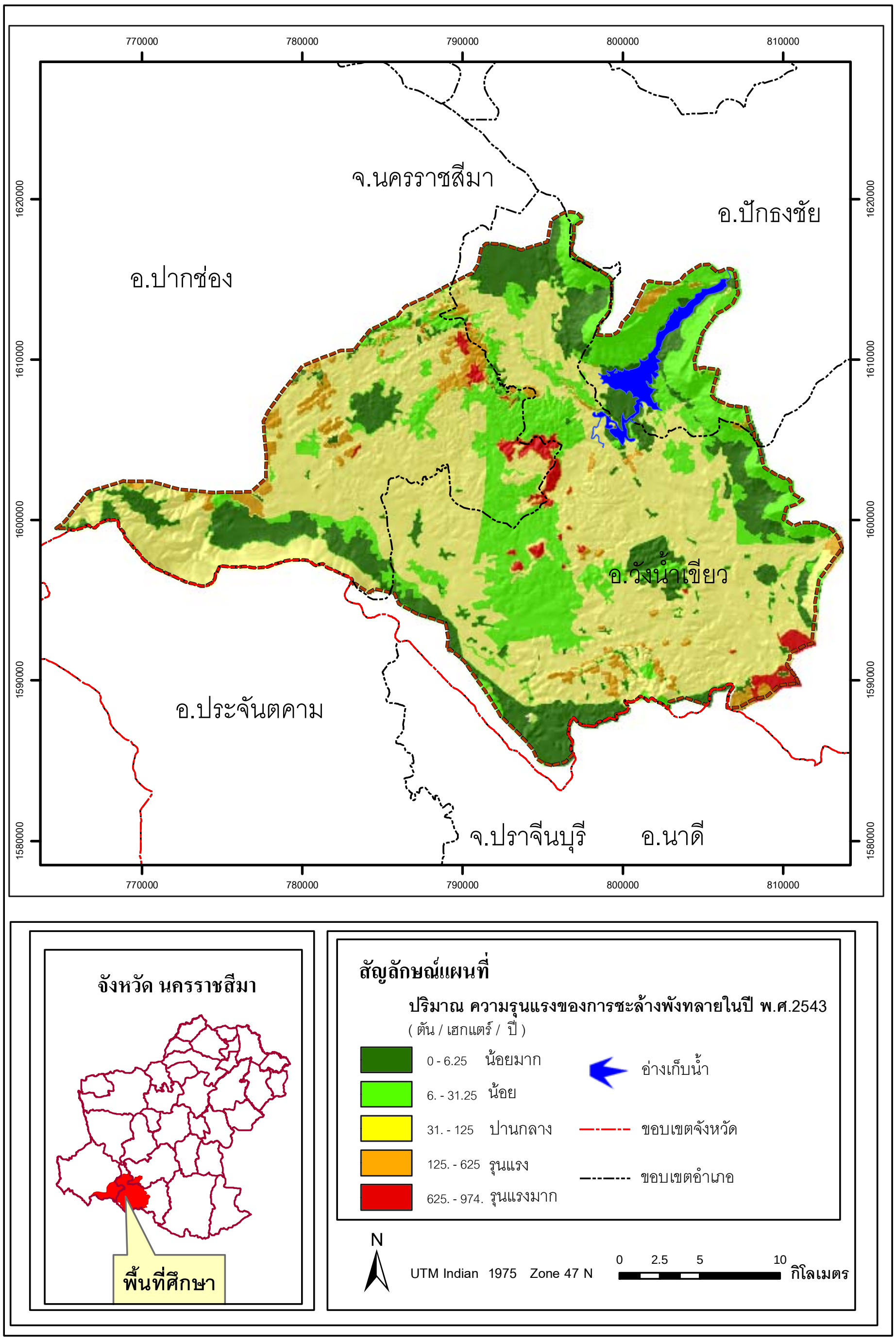
ภาพประกอบ 21 ปริมาณความรุนแรงของการชะล้างพังทลายในลุ่มน้ำลำพระเพลิงปี พ.ศ.2536

จากภาพประกอบ 21 จะเห็นได้ว่าค่าการพังทลายจะมีความรุนแรงน้อยเพราะมีปริมาณฝนที่ตกตอนบนของอำเภอวังน้ำเขียวมีปริมาณน้อยซึ่งแสดงในภาพ 13 จะเห็นว่าตอนกลางของพื้นที่เป็นสีเขียวอ่อนและในบริเวณที่เป็นป่ามีการชะล้างพังทลายน้อยถึงน้อยมาก พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นสีเหลืองมีระดับความรุนแรงปานกลาง



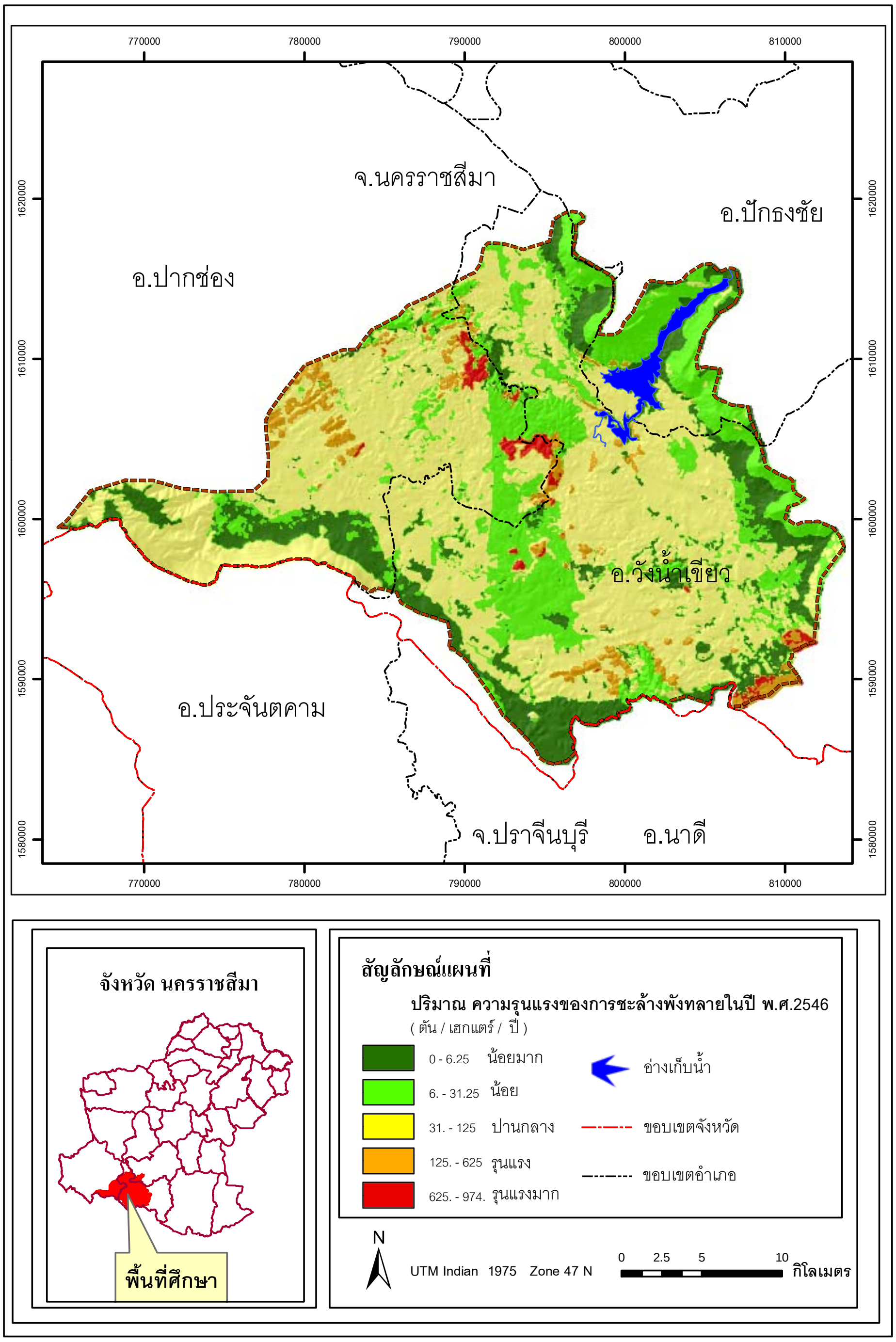
ภาพประกอบ 22 ปริมาณความรุนแรงของการชะล้างพังทลายในลุ่มน้ำลำพระเพลิงปี พ.ศ.2542

จากภาพประกอบ 22 พื้นที่ส่วนใหญ่มีสีเหลืองซึ่งมีระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายอยู่ใน ระดับปานกลาง และพื้นที่เป็นสีแดง มีในพื้นที่น้อยมีบ่างส่วนกระจายในบริเวณที่เป็นเขาและพื้นที่เพาะปลูกเป็นพืชไร่ ส่วนที่เป็นพื้นที่ป่ามีการชะล้างพังทลายในระดับปานกลางและน้อยถึงน้อยมาก



ภาพประกอบ 23 ปริมาณความรุนแรงของการชะล้างพังทลายในลุ่มน้ำลำพระเพลิงปี พ.ศ.2543

จากภาพประกอบ 23 พื้นที่ส่วนใหญ่มีสีเหลืองซึ่งมีระดับการชะล้างพังทลายในระดับความรุนแรงระดับปานกลางและตอนกลางของพื้นที่ลุ่มน้ำจะเป็นสีเขียวคือมีระดับการชะล้างพังทลายน้อย และพื้นที่เป็นสีแดง มีในพื้นที่น้อยมีบางส่วนกระจายในบริเวณที่เป็นเขาซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ ส่วนที่เป็นพื้นที่ป่ามีการพังทลายในระดับปานกลางในบริเวณเขาใหญ่ในเขตอำเภอปากช่องและน้อยถึงน้อยมากส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าในบริเวณอำเภอปักธงชัย



ภาพประกอบ 24 ปริมาณความรุนแรงของการชะล้างพังทลายในลุ่มน้ำลำพระเพลิงปี พ.ศ.2546

จากภาพประกอบ 24 พื้นที่ส่วนใหญ่มีสีเหลืองซึ่งมีระดับการชะล้างพังทลายในระดับความรุนแรงระดับปานกลางและตอนกลางของพื้นที่ลุ่มน้ำจะเป็นสีเขียวมีระดับการชะล้างพังทลายน้อย และพื้นที่เป็น สีแดง มีพื้นที่ในส่วนที่เป็นเขาซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ และพื้นที่เป็นป่ามีการพังทลายในระดับปานกลางในบริเวณเขาใหญ่เขตอำเภอปากช่องและค่าความรุนแรงน้อยถึงน้อยมากส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าในบริเวณอำเภอปักธงชัย

7. วิเคราะห์ปริมาณประเมินสัดส่วนตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง

การประเมินปริมาณตะกอนที่สะสมในอ่างเก็บน้ำ ศึกษาโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เข้ากับภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดินเพื่อประเมินสัดส่วนตะกอนที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ ข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศเพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างพังทลายของดินกับปริมาณตะกอน ที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ (Sediment Delivery Ratio หรือ SDR) ในปี, พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546 โดยใช้การประเมินปริมาณตะกอนรายปี ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ใช้หลักเกณฑ์การประเมินสัดส่วนตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำ SDR (Sediment Delivery Ratio :SDR) การประเมินการชะล้างพังทลายและตะกอนด้วย USLE (WSCERO) (นิพนธ์ ตั้งธรรม.2545:25)

$$SS = \frac{SDR}{100}\left[\sum_{I=1}^{N_g} A_i / N_g\right].WA$$

SS คือ ปริมาณตะกอนทั้งปี (ตัน/ปี)

$SDR/100$ คือ อัตราที่ดินถูกกัดเซาะถูกพัดพาสู่ปากทางน้ำออก

A_i คือ อัตราการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละกริด (ตัน/ เฮคตาร์)

N_g คือ จำนวนกริดทั้งหมดภายในลุ่มน้ำ

WA คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ(เฮคตาร์)

ภูมิสารสนเทศเพื่อหาค่า SDR จากลักษณะกายภาพของแต่ละตารางกริด โดยใช้สมการ

$$\text{SDR} = 10\left(\frac{r}{L}\right)$$

โดยที่ r คือ ค่าความต่างระดับที่ได้จากระดับความสูงระหว่างตารางกริดกับจุดทางออกของน้ำ (outlet) (เมตร)

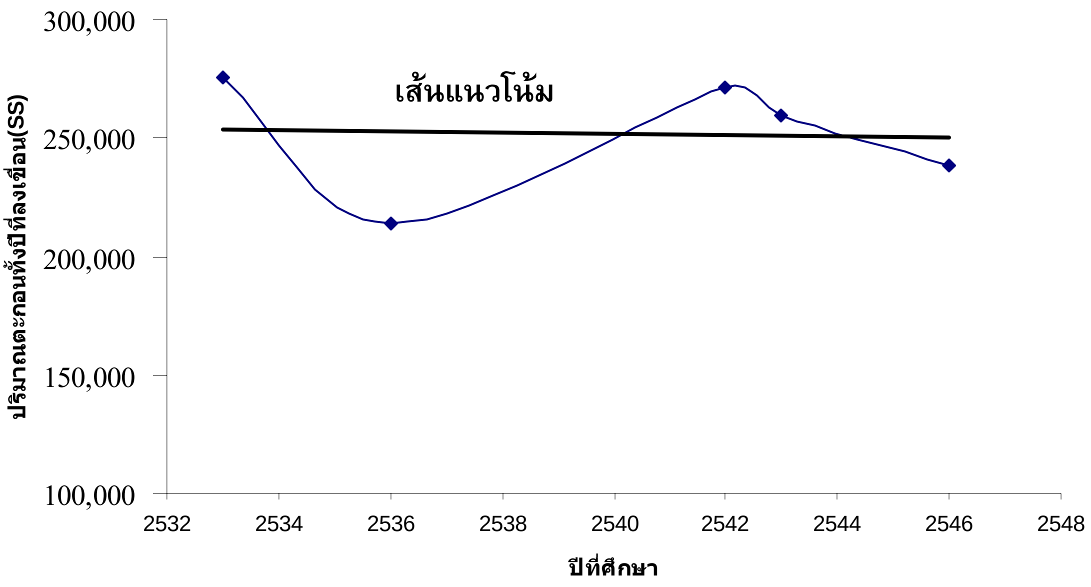
และ L คือ ความยาวของความลาดเท (เมตร)

โดยมีขั้นตอนวิธีในการวิเคราะห์ในภาคผนวก

ตาราง 14 ปริมาณผลผลิตตะกอน (ss) ตัน/ปี

ปีที่ศึกษา	ปริมาณตะกอนทั้งปีที่ลงเขื่อน(ss) ตัน/ปี
2533	275,339
2536	213,696
2542	271,376
2543	259,586
2546	238,313

ผลการวิเคราะห์หาผลผลิตตะกอน (ss) ใน พ.ศ.2533 พ.ศ. 2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546 ปริมาณตะกอนทั้งปีที่ลงเขื่อน 275,339.00 213,696.00 271,376.00 259,586.00 และ 238,313.00 ตันต่อปีตามลำดับ และ เฉลี่ยได้ 251,662.00 ตันต่อปี

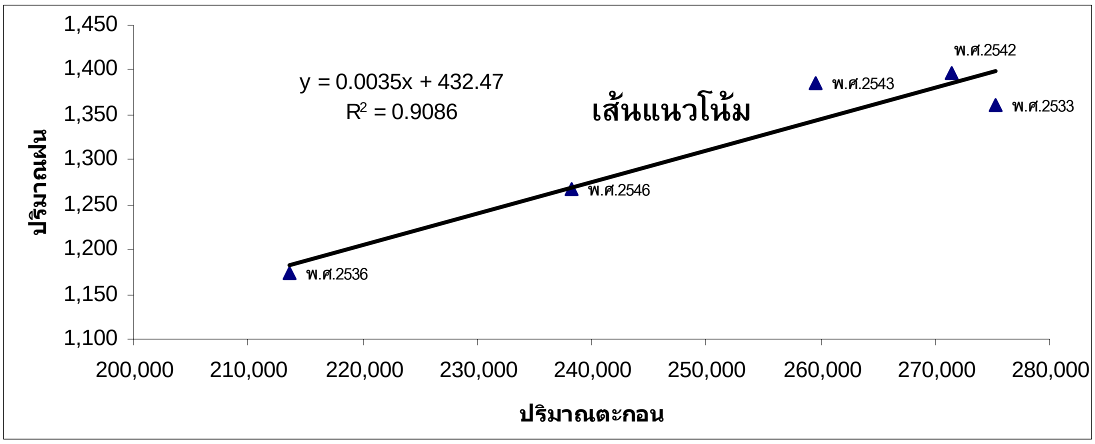


ภาพประกอบ 25 ปริมาณผลผลิตตะกอน(ss) (ตัน/ปี)

ผลการวิเคราะห์หาผลผลิตตะกอน (ss) ตันต่อปี พ.ศ.2533 มีแนวโน้มการชะล้างพังทลายของดินที่ลดลงเมื่อเทียบในปี พ.ศ.2536 และในปี พ.ศ.2542 มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในปี พ.ศ.2543 มีแนวโน้มที่ลดลง โดยเฉลี่ยจากข้อมูลผลการศึกษา มีแนวโน้มที่มีปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปีที่ลดลง ดังตาราง 14 และภาพประกอบที่ 25 ปริมาณผลผลิตตะกอน(ss) ตันต่อปี

8. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงกับปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

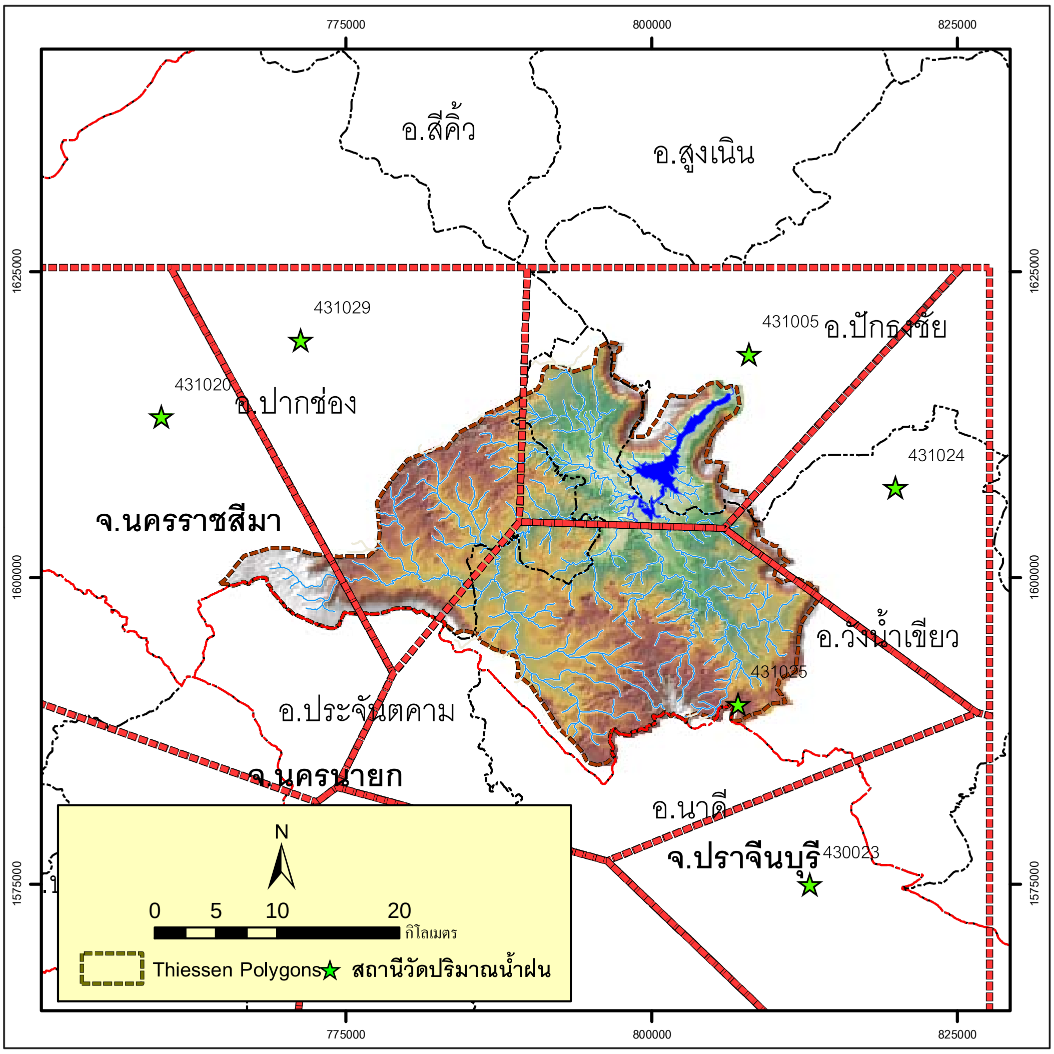
ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยตรงของปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงกับปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำ พบว่า ความสัมพันธ์ของปริมาณการชะล้างพังทลายของดินกับปริมาณตะกอน ที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ (Sediment Delivery Ratio หรือ SDR) ใน พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546 ปริมาณตะกอนทั้งปีที่ลงเขื่อน 275,339.00 213,696.00 271,376.00 259,586.00 และ 238,313.00 ตันต่อปีตามลำดับ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีทั้งลุ่มน้ำ 1,361.44 1,173.74 1,396.16 1,384.38และ1,390.10 มิลิเมตร ตามลำดับโดยสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่มีความสัมพันธ์กับลุ่มน้ำโดยใช้วิธีการทางพื้นที่ปริมาณน้ำฝน Thiessen Method เพื่อหาสถานีน้ำฝนที่มีต่อลุ่มน้ำลำพระเพลิง



ภาพประกอบ 26 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณตะกอนที่ลงเขื่อน

ตาราง 15 ความสัมพันธ์โดยตรงของปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงกับปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

ปี พ.ศ.	2533	2536	2542	2543	2546
ปริมาณตะกอนทั้งปีที่ลงเขื่อน	275,339	213,696	271,376	259,586	238,313
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีทั้งลุ่มน้ำ	1,361.44	1,173.74	1,396.16	1,384.38	1,267.54



ภาพประกอบ 27 การหาพื้นที่รับน้ำฝนโดยวิธี Thiessen Polygons

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณตะกอน พบว่าเมื่อปริมาณน้ำฝนความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอน หมายความว่าเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มีปริมาณตะกอนเพิ่มตามไปด้วย เมื่อปริมาณน้ำฝนลดลงจะทำให้ปริมาณตะกอนลดลงด้วย ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปริมาณตะกอนที่ตกในอ่างเก็บน้ำมี ค่า R^2 = 0.90 ตะกอนเฉลี่ย 5 ปี 251,662 ตันต่อปี และน้ำฝนเฉลี่ย 1,316.65 มม.

9. วิเคราะห์รูปแบบการใช้ที่ดินที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546 ที่ได้จากการแปลตีความภาพจากดาวเทียม LANDSAT โดยแบ่ง กลุ่มตามกรมพัฒนาที่ดิน และแทนค่าลงในแผนที่จัดกลุ่มตามกรมพัฒนาที่ดิน แทนค่า C - Factors ตามค่ากำหนดกรมพัฒนาที่ดินได้ แผนที่มีการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนี้ ป่าดิบแล้ง ป่าแดงหรือป่าเต็งรัง ป่าเสื่อมโทรม ข้าวโพดพืชไร่ผสม ยูคาลิปตัส อ้อย สวนผสม มันสำปะหลัง หมู่บ้าน น้ำ และมาทำการจำแนกประเภทรูปแบบการใช้ที่ดินเป็นกลุ่มได้ 4 กลุ่ม (การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย.2543:24)

ตาราง 16 พื้นที่แสดงประเภทรูปแบบการใช้ที่ดิน

ประเภทรูปแบบการใช้ที่ดิน	คิดเป็นสัดส่วนร้อยละของพื้นที่				
	พ.ศ. 2533	พ.ศ. 2536	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2546
ป่า	28.73	27.22	30.64	30.15	29.46
พืชไร่	67.53	69	62.35	62.63	62.38
พืชสวน	2.40	2.43	4.60	4.56	5.43
เมืองและแหล่งน้ำ	1.34	1.35	2.41	2.66	2.73
รวมพื้นที่	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
ปริมาณตะกอนทั้งปีที่ลงเขื่อน	275,339	213,696	271,376	259,586	238,313

การใช้ที่ดินประเภท กลุ่ม ป่า พบว่าในพ.ศ.2533 พ.ศ. 2536 พ.ศ. 2542 พ.ศ. 2543 และ พ.ศ.2546 มีค่าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละของพื้นที่คิดเป็น 28.73 27.22 30.64 30.15 29.46 และมีทิศทางที่เพิ่มขึ้น การใช้ที่ดินประเภท กลุ่ม พืชไร่ พบว่าใน พ.ศ.2533 พ.ศ. 2536 พ.ศ. 2542 พ.ศ.2543และ พ.ศ.2546 มีค่าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละของพื้นที่คิดเป็น 67.53 69,62.35 62.63 62.38 และมีทิศทางที่ลดลง การใช้ที่ดินประเภท กลุ่ม พืชสวน พบว่าใน พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ. 2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546 มีค่าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละของพื้นที่คิดเป็น 1.34 1.35 2.41 2.66 2.73 และมีทิศทางที่เพิ่มขึ้น การใช้ที่ดินประเภท กลุ่ม เมืองและแหล่งน้ำ พบว่าในพ.ศ.2533 พ.ศ. 2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546 มีค่าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละของพื้นที่คิดเป็น 1.34 1.35 2.41 2.66 2.73 และมีทิศทางที่เพิ่มขึ้น(จากตารางได้แสดงผลเป็นทิศทางแนวโน้มในภาคผนวน ค)

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงความรุนแรงในการชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ต้นน้ำลำพระเพลิง
2. เพื่อศึกษาสภาพความเปลี่ยนแปลงความรุนแรงในการชะล้างพังทลายของดิน
3. เพื่อประเมินสัดส่วนตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง

สมมุติฐานการวิจัย

1. ปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำ
2. รูปแบบการใช้ที่ดินที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณตะกอนที่ต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานราชการต่างๆ ที่ได้มีการจัดเก็บข้อมูลบางส่วนไว้แล้ว ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ประกอบด้วย

ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บรวบรวมจากพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ข้อมูลสภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษาจากการออกภาคสนาม

2. ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ได้จากการรวบรวมฐานข้อมูลจากหน่วยงานราชการ และสร้างฐานข้อมูลใหม่จากข้อมูลของหน่วยงานราชการ ประกอบด้วย

- แผนที่ภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ลุ่มลำพระเพลิง มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ลำดับชุด L7018 ระวางที่ 5338 II 5338III 5337I 5337IV และ 5237I
- ข้อมูลเชิงตัวเลข เช่น ขอบเขตการปกครอง เส้นทางคมนาคม เส้นทางน้ำ เป็นต้น จากกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม มาตราส่วน 1 : 50,000
- ข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT ในปี พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546
- ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ของกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน เลขที่สถานี 431005 431020 431029 431030 431031 431024 431025 430023 417003 และ 25511
- ข้อมูลชุดดิน ในรูปแบบดิจิตอล มาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน

การวิจัยเริ่มโดยการนำข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ ได้ดังนี้

1. ข้อมูลการใช้ที่ดินของพื้นที่ศึกษา ในปี พ.ศ. 2533 พ.ศ. 2536 พ.ศ. 2542 พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2546 ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT

2. ใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ คำนวณการชะล้างพังทลายของดินตามสมการสูญเสียดินสากล (USLE) ทำการประเมินสัดส่วนการตกตะกอนที่ไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ (SDR) เพื่อสร้างแผนที่การชะล้างพังทลายของดินและแผนที่ผลผลิตตะกอนในพื้นที่ลุ่มลำพระเพลิง

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและวิเคราะห์ การจำแนกประเภทการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง จากการวิเคราะห์ประเภทการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มลำพระเพลิง จากข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT ในปี พ.ศ.2533 พ.ศ.2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546 มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับสมการสูญเสียดินสากล (USLE) โดยการศึกษาทางอุทกวิทยาจาก Hydrological Model จากจุด Outlet ของทางน้ำแล้วนำมาเข้าสมการประเมินหาปริมาณตะกอน (SS) โดยใช้หลักเกณฑ์ SDR (Sediment Delivery Ratio : SDR) ในการหาประเมินการชะล้างพังทลายของตะกอนรายปี ในปี พ.ศ.2533 พ.ศ. 2536 พ.ศ. 2542 พ.ศ. 2543 และ พ.ศ.2546 ได้ผลการศึกษาดังนี้

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณการพังทลายดินของลุ่มน้ำลำพระเพลิงเฉลี่ยโดยใช้สมการสูญเสียดินสากล (USLE) พบว่าในพ.ศ.2533 พ.ศ. 2536 พ.ศ. 2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546 ปริมาณการพังทลายของดินคิดเป็น 147,160,000 109,506,000 129,663,000 123,629,000 และ119,487,000 ตันต่อปีตามลำดับ ผลการวิเคราะห์หาผลผลิตตะกอน (SS) ในพ.ศ.2533 พ.ศ. 2536 พ.ศ. 2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546 ปริมาณตะกอนทั้งปีที่ลงเขื่อน 275,339 213,696 271,376 259,586 และ 238,313 ตันต่อปีตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณตะกอน พบว่าเมื่อปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอน หมายความว่าเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นจะส่งให้มีปริมาณตะกอนเพิ่มตามไปด้วย เมื่อปริมาณน้ำฝนลดลงจะทำให้ปริมาณตะกอนลดลงด้วยเช่นกัน ซึ่งอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงมีเส้นแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณตะกอนที่ลงเขื่อนลดลง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ $R^2 = 0.90$

รูปแบบการใช้ที่ดินที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง การใช้ที่ดินประเภทกลุ่ม ป่า พบว่าใน พ.ศ.2533 พ.ศ. 2536 พ.ศ. 2542 พ.ศ. 2543 และ พ.ศ.2546 มีค่าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละของพื้นที่คิดเป็น 28.73 27.22 30.64 30.15 29.46 และมีทิศทางที่เพิ่มขึ้น การใช้ที่ดินประเภท กลุ่ม พืชไร่ พบว่าใน พ.ศ.2533 พ.ศ. 2536 พ.ศ. 2542 พ.ศ. 2543 และ พ.ศ.2546 มีค่าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละของพื้นที่คิดเป็น 67.53 69 62.35 62.63 62.38 และมีทิศทางที่ลดลง การใช้ที่ดินประเภท กลุ่ม พืชสวน พบว่าใน พ.ศ.2533 พ.ศ. 2536 พ.ศ. 2542 พ.ศ. 2543 และ พ.ศ.2546 มีค่าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละของพื้นที่คิดเป็น 1.34 1.35 2.41 2.66 2.73 และมีทิศทางที่เพิ่มขึ้น การใช้ที่ดินประเภทกลุ่ม เมืองและแหล่งน้ำ พบว่าใน พ.ศ.2533 พ.ศ. 2536 พ.ศ. 2542 พ.ศ. 2543 และ พ.ศ.2546 มีค่าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละของพื้นที่คิดเป็น 1.34 1.35 2.41 2.66 2.73 และมีทิศทาง

ที่เพิ่มขึ้น และ การชะล้างพังทลายของดินในพื้นที่ต้นน้ำลำพระเพลิงทิศทางแนวโน้มที่ลดลงและของผลผลิตตะกอนมีทิศทางที่ลดลง จากการศึกษา 5 ปี

จากการศึกษาปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำลำพระเพลิงในจังหวัดนครราชสีมา พบว่าผลผลิตที่ลงสู่เขื่อนลำพระเพลิง ปริมาณตะกอน เฉลี่ย 5 ปี 251,662 ตันต่อปี และน้ำฝนเฉลี่ย 1,316.65 มม.ซึ่ง 1 ตารางกิโลเมตร มีการพัดพาลงสู่เขื่อน 322.37 ตันต่อปี ต่อ 1 ไร่ คือ 0.2 ตันต่อปี จากการศึกษากลุ่มการใช้ที่ดินประโยชน์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณตะกอนที่เกิดจากพื้นที่ เกษตรกรรม กับพื้นที่ป่า ป่าจะเก็บตะกอนได้มากกว่า ซึ่งบทบาทของพืชคลุมดินที่มีอิทธิพลต่อการลดอัตราการชะล้างพังทลายของดินได้สอดคล้องกับ สมคิด แก้วไทรงาม ที่ศึกษา ผลการกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ต่อปริมาณและการเคลื่อนที่ของตะกอนในลำน้ำ จากลุ่มน้ำขนาดเล็กบริเวณทุ่งจ๊อ จังหวัดเชียงใหม่ ดังที่ว่าป่าจะเป็นตัวเก็บตะกอน (สมคิด แก้วไทรหงวน. 2526 : 37)

ตัวแปรน้ำฝน เป็นตัวการที่สำคัญ แต่ปริมาณน้ำฝนเป็นตัวแปรที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ที่ควบคุมไม่ได้ ส่วนปริมาณการดูดซึมน้ำ นั้นมนุษย์สามารถทำให้เปลี่ยนแปลงได้บ้าง จะเห็นได้ว่ามีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในช่วงตั้งแต่ ปี พ.ศ.2533 ถึง พ.ศ.2546 มีการปลูกพืชเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของมนุษย์ แต่การที่จะป้องกันและรักษาดินและน้ำ นั้นจะต้องมีการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดความสมดุลกับธรรมชาติ เช่น การปลูกพืชคลุมดิน การรักษาหรือ ปลูกป่าไม้เพิ่มขึ้น การปลูกพืชตามแนวระดับ การปลูกพืชสลับ ดังนั้นจึงเป็นการควบคุมปริมาณการดูดซึมน้ำของดินก็จะลดปริมาณการไหลบ่าของน้ำผิวดิน ทำให้การชะล้างผิวหน้าดินในรูปต่าง ๆ จนกลายเป็นตะกอนตามลำน้ำ นอกจากน้ำฝนปริมาณในพื้นที่ และความลาดชันลักษณะดิน ล้วนแต่มีผลต่อปริมาตะกอนกล่าวคือถ้ามีปริมาณน้ำมากกระแสน้ำมีความเชี่ยวลำน้ำยังได้จากการพังทลายของสองฝั่งลำน้ำด้วย (Stream bank erosion) โดยน้ำที่ไหลแรงจะช่วยให้เกิดการพังทลายการกัดเซาะริมตลิ่ง และการขัดถูด้วยวัตถุที่มากับน้ำ ทำให้ปริมาณตะกอนเพิ่มมากขึ้น ดังที่ สมเจตน์ จันทวัฒน์ กล่าวไว้ว่า การพังทลายของดินสองฝั่งน้ำเป็นขบวนการพังทลายของดินที่ ทำให้ปริมาณตะกอนในลำน้ำเพิ่มมากขึ้น (สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522 : 75) มนู ศรีขจร และศึกษาไว้ว่าขั้นตอนการพังทลายของดินจะเกิดเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับการกระทำของมนุษย์มากกว่าธรรมชาติ ความสมดุลของการพังทลายเป็นไปตามอัตราที่สามารถทดแทนได้โดยธรรมชาติ แต่เมื่อมนุษย์เปลี่ยนแปลงธรรมชาติ ความสมดุลจะสูญเสียไปตามสัดส่วนของการรบกวนสมดุล(มนู ศรีขจร และคณะ. 2526 : 63) และยังสอดคล้อง กับการศึกษาของ เบนเนดิก เอ็ม มิวตัว และ อังเดร คริก ได้ศึกษาเพื่อประเมินสัดส่วนการตกตะกอนที่ไหลลงลุ่มน้ำที่ใช้ Hillslope Sediment Distributed Delivery (HSDD) ลักษณะทางกายภาพที่มีผลต่อสัดส่วนของตะกอนที่ไหลลงสู่พื้นที่รับน้ำ การระบายน้ำ ความลาดชันของภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน และการไหลบ่าของน้ำฝนกับการใช้ที่ดินและคุณสมบัติของดิน มีผลต่อสัดส่วนของตะกอนที่ไหลสงสู่พื้นที่รับน้ำ (Benedict M. Mutua ;& Andreas Klik. 2006: 64 - 80).

อภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยของสมการที่มีผลต่อปริมาณการพังทลายของดินและปริมาณการพังทลายของดินในพื้นที่ศึกษา โดยใช้ข้อมูลและโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ค่าดรรชนีการชะล้างพังทลายของฝน (R)

จากการศึกษาพบว่า ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีใน ปี พ.ศ. 2536 พ.ศ. 2542 พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2546 เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ปริมาณฝนจะมีมากทางตะวันตกของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงในเขตอำเภอปากช่อง แล้วค่อยลดลงไปทางตะวันออกของพื้นที่ลุ่มน้ำในอำเภอปักธงชัย ซึ่งอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่ผัดผ่านอ่าวไทยระหว่างเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม มีอิทธิพลต่อพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง โดยเฉพาะช่วงเดือนสิงหาคม – กันยายน จะมีฝนตกชุก ดังนั้นค่าการชะล้างพังทลายจะมีมาก การใช้ที่ดินโดยทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบการเกษตรกรรมเป็นพื้นที่เพาะปลูกพืชไร่ ทำให้ผิวหน้าของดินเกิดการพังทลายได้ง่าย (ประเสริฐ วิทยารัฐ. 2545 : 98 -111) พบว่าเมื่อปริมาณน้ำฝนความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอน หมายความว่าเมื่อปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นจะส่งให้มีปริมาณตะกอนเพิ่มตามไปด้วย เมื่อปริมาณน้ำฝนลดลงจะทำให้ปริมาณตะกอนลดลงด้วยเช่นกัน ซึ่งอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงมีเส้นแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณตะกอนที่ลงเขื่อนเพิ่มขึ้น โดยใช้สมการเส้นตรงซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ $R^2 = 0.90$ แสดงว่าปริมาณน้ำฝนรายปีมีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปี คือ เมื่อปริมาณน้ำฝนรายปีเพิ่มขึ้น ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีย่อมเพิ่มขึ้นด้วย หรือเมื่อปริมาณน้ำฝนรายปีลดลง ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีย่อมลดลงด้วย ที่เป็นเช่นนี้เพราะฝนที่ตกลงมาสู่พื้นผิวดินเป็นปัจจัยของการกัดเซาะ ภูมิประเทศ เป็นตัวการแรกที่ทำให้อนุภาคของดินเกิดการแตกกระจายออกจากกันแล้วถูกน้ำไหลบ่าหน้าดินพัดพาเอาตะกอนเหล่านั้นลงสู่ลำน้ำ ด้วยสาเหตุนี้หากปริมาณน้ำฝนรายปีมากจะก่อให้เกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินมากขึ้น ความรุนแรกของกระแสน้ำไหลบ่าหน้าดินก็จะถูกกัดเซาะ อนุภาคตะกอนจะมีมากขึ้น ตะกอนแขวนลอยจึงเพิ่มมากขึ้นด้วย ผลจากการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของ (ถาวร คงแป้น. 2535 : 75)และ(วีระ ศรีสนธิ. 2527 : 107)

2. วิเคราะห์ค่าความยากง่ายในการชะล้างพังทลายของดิน (K)

ในพื้นที่ทางตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำมีค่าปัจจัยความคงทนต่อการสูญเสียดินสูงโดยเป็นหน่วยโครงสร้างของหินพระวิหาร ในยุคจูแรสซิก หินแกรนิตมหายุคมีโซโซอิก โดยพบบริเวณทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และยังพบหินในยุคเพอร์เมียน มหายุคพาลีโอโซอิก ซึ่งถูกพัดพามาจากพื้นที่ต้นน้ำ อีกทั้งยังไม่แข็งตัวอายุยังน้อย จึงมีโครงสร้างในการจับตัวกันของเม็ดดินหลวม ๆ ประกอบด้วยชั้นทรายแป้ง ดินเหนียวและกรวด ซึ่งอยู่ในภูมิประเทศที่เป็นเขาสูง มีค่าความยากง่ายในการพังทลายของดินเท่ากับ 0.29 คิดเป็นร้อยละ26.01 ของพื้นที่ และส่วนตอนกลางของพื้นที่เป็นบริเวณตอนกลางของลุ่มน้ำ ประกอบด้วยหิน

แกรโนไดโอไรต์ หินฮอร์นแบรนด์แกรนิต หินไบโอไทต์แกรนิต หินควอตไซต์ไดโอไรต์ และหินไซโนไดโอไรต์ บางแห่งเป็นหินแกรนิต รองลงมาเป็นหินดินดาน หินทรายแป้ง หินทราย และมีชั้นหินกรวดมนเม็ดปูนแทรกสลับบ้าง มีการพังทลายของดินเท่ากับ 0.13 – 0.25 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายในการพังทลายของดินของพื้นที่ศึกษา สามารถอธิบายได้ว่าลุ่มน้ำพระเพลิงส่วนใหญ่มีค่าความยากง่ายในการพังทลายของดินเท่ากับ 0.25 คิด เป็นร้อยละ 32.23 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ค่าความยากง่ายการพังทลายของของลุ่มน้ำลำพระเพลิง สามารถเรียงจากค่าน้อยไปหามากได้ดังนี้ 0.13 0.24 0.25 0.26 และ 0.29 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 0.19 24.54 32.23 15.04 และ 26.01 ตามลำดับ ซึ่งตอนกลางของพื้นที่ เป็นดินทรายแป้ง ดังนั้น อนุภาคทรายจึงมีขนาดและความคงทนของเม็ดดินมาก คือ ทนต่ออำนาจแรงปะทะจากเม็ดฝน และการพัดพาของน้ำไหลบ่าผิวหน้าดินได้ดีจึงมีผลทำให้มีความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดินต่ำ ดินที่มีความยากง่ายในการเกิดการพังทลายของดินต่ำ จะมีเปอร์เซนต์อนุภาคดินซิลท์ต่ำ และมีเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียว หรือ เปอร์เซ็นต์อนุภาคทรายสูง (ไพฑูรย์ ปิยะกรณ์.2524 : 93)

3. วิเคราะห์ค่าความยาวและความชันของความลาดเท (LS)

ในการประเมินค่าปัจจัยความลาดชันของพื้นที่ (LS) ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง พบว่าพื้นที่ทางตะวันออกและตะวันตกของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง มีค่าปัจจัยความลาดชันของพื้นที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นภูเขาสูงชัน สลับภูเขาลอนลาด ส่วนทางพื้นที่ตอนกลางค่อนมาทางตอนใต้จะมีความสูงลดระดับลงมาแต่ยังคงมีความลาดชันอยู่มากให้เกิดการพังทลายของดินสูง จึงมีค่าปัจจัยความลาดชันของพื้นที่ลดลงตามลำดับจนถึงจุดทางน้ำออกของพื้นที่ลุ่มน้ำ เนื่องจากมีลักษณะภูมิประเทศค่อนข้างลาดลง มีกำหนดค่าพิสัยไว้ที่ 0.226 – 4.571 จากผลการศึกษาค่าความยาวและความชันของความลาดเท พบว่า เมื่อเปอร์เซ็นต์ของความชันของความลาดเทมาก ค่า LS ที่ได้จะสูงขึ้น ซึ่งจากผลการศึกษาของ ซิงก์ ได้พบว่า เมื่อ ความชันของความลาดเทเพิ่มขึ้น การพังทลายของดินรวมและการไหลบ่าของน้ำรวมก็จะเพิ่มขึ้น (Zingg. 1940 : 64) และสอดคล้องกับงานวิจัยของสมเจตต์ จันทวัฒน์ ที่พบว่า ถ้าความชันของความลาดเทเพิ่มขึ้นสองเท่า ปริมาณการพังทลายของดินจะเพิ่มขึ้น 2.5 เท่า (สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522 : 79)

4. วิเคราะห์ค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการ (C)

ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิงพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ทางตอนใต้ของพื้นที่ลุ่มน้ำ (เขาใหญ่) มีค่า C อยู่ระหว่าง 0 - 0.60 ซึ่งมีค่าต่ำ เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่า โดยเป็นพื้นที่ทางตะวันตกต่อเนื่องไปของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยมีพืชพรรณที่ปกคลุมถือเป็นสิ่งที่ปกคลุมดินซึ่งสามารถลดหรือป้องกันการชะล้างพังทลายของดินได้ โดยพืชคลุมดินจะช่วยรองรับเม็ดฝนที่ตกลงมาซึ่งเป็นการลดพลังงานที่เม็ดฝนจะตกกระทบหน้าดินโดยตรง นอกจากนี้ พืชยังมีส่วนในการช่วยเพิ่มการซึมซับน้ำ ลดการไหลบ่าและอัตราเร็วของน้ำบนผิวดิน ทั้งนี้อัตราการสูญเสียดินจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อปริมาณพืชคลุมดินลดลง ดังนั้นในพื้นที่ต้นน้ำ ทีมีป่าไม้ขึ้นหนาแน่น จะสัมพันธ์กับเรือนยอดที่หนาแน่นช่วยปกคลุมพื้นดินได้มากกว่า พื้นที่ที่มีพืชพรรณเบาบาง ป่าไม้ เป็นพืชพรรณธรรมชาติยืนต้นที่มีความหนาแน่นของเรือนยอด มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับประมาณการพังทลายของดิน เพราะเมื่อฝนตกลงมา

เรือนยอดของต้นไม้จะสกัดกั้นลดแรงของเม็ดฝนที่ตกได้ถึงประมาณ 30 – 35 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมดที่ตกส่วนที่เหลือ 65 – 70 เปอร์เซ็นต์จะผ่านเรือนยอดลงสู่ผิวดินและจะถูกพืชชั้นล่าง เศษไม้ใบไม้ทับถมผิวหน้าดินดูดซับไว้ไม่ต่ำกว่าครึ่งหนึ่งปริมาณตัวเอง (ไพฑูรย์ ปิยะกรณ์. 2524 : 101 อ้างถึง อุทัย จันผกา. 2517 : 31) ส่วนใหญ่มีค่า C ค่อนข้างสูงจะอยู่ในทางตอนกลางค่อนมาทางตอนล่างของพื้นที่ เนื่องจากมีการตัดไม้ทำลายป่า ปลูกพืชไร่แทนที่ ซึ่งมีเรือนยอดไม่หนาแน่น ทำให้ความสามารถในการปกคลุมดินมีน้อยกว่า จึงไม่สามารถป้องกันน้ำฝนที่จะตกลงสู่พื้นดินได้ ป่าไม้จึงมีความสำคัญต่อการพังทลายของดิน

5. วิเคราะห์ค่าวิธีการปฏิบัติในการอนุรักษ์ดิน (P)

การชะล้างพังทลายของดินที่เกิดขึ้นในพื้นที่เกษตรกรรมนั้น วิธีการปฏิบัติการป้องกันการชะล้างพังทลาย เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอัตราส่วนจำกัดขอบเขตการสูญเสียดินรายปีที่สำคัญ (Wishmeier and Smith. 1960 : 418) ผลการศึกษาการใช้ที่ดินในภาคสนาม พบว่า การเพาะปลูกพืชไร่ในพื้นที่ศึกษาไม่มีวิธีการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินที่จะเกิดขึ้น พื้นที่ส่วนใหญ่ทำการเกษตรหรือมีการจัดการแบบธรรมชาติ ไม่ได้นำหลักการในการอนุรักษ์ดินและน้ำมาใช้ ดังนั้นจึงให้ค่าปัจจัยตามรูปแบบการใช้ที่ดินที่พบ ส่วนพื้นที่ตอนล่างซึ่งทำการเกษตร ไม่มีการอนุรักษ์ดิน จึงให้ค่า P เท่ากับ 1.000 ส่วนแหล่งน้ำและหมู่บ้าน จึงให้ค่า P เท่ากับ 0 ข้อกำหนดของกรมพัฒนาที่ดิน

6. วิเคราะห์ปริมาณประเมินสัดส่วนตะกอนที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิง

ในการศึกษาการชะล้างพังทลายพบว่า ปริมาณผลผลิตตะกอน (ss) ใน พ.ศ.2533 พ.ศ. 2536 พ.ศ.2542 พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2546 ปริมาณตะกอนทั้งปีที่ลงเขื่อน 275,339.00 213,696.00 271,376.00 259,586.00 และ 238,313.00 ตันต่อปีตามลำดับ และเฉลี่ยได้ 251,662.00 ตันต่อปี ซึ่งพ.ศ.2533 มีแนวโน้มการชะล้างพังทลายของดินที่ลดลงเมื่อเทียบในปี พ.ศ.2536 และในปี พ.ศ.2542 มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในปี พ.ศ.2543 มีแนวโน้มที่ลดลง โดยเฉลี่ยจากข้อมูลผลการศึกษา มีแนวโน้มที่มีปริมาณการชะล้างพังทลายของดินเฉลี่ยต่อปีที่ลดลง

7. รูปแบบการใช้ที่ดินที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำพระเพลิง

ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ปริมาณตะกอนทั้งหมดจะมีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์พื้นที่ป่าไม้ในลักษณะผกผัน โดยที่เปอร์เซ็นต์พื้นที่ป่าไม้ลดลง ปริมาณตะกอนจะเพิ่มขึ้น เพราะว่าป่าไม้นับว่าเป็นพืชคลุมดินที่ช่วยลดแรงปะทะของเม็ดน้ำฝนที่กระทำต่อดินจนทำให้อนุภาคดินแตกกระจาย เมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดลง โอกาสที่เม็ดน้ำฝนจะกระทบถึงพื้นดินและก่อให้เกิดการสูญเสียดินจนกลายเป็นตะกอน ดังสอดคล้องกับ (วีระ ศรีสนธิ์. 2527 : 106) ซึ่ง เกษม จันทร์แก้ว และคณะ กล่าวถึงการที่พื้นที่ป่าไม้เมื่อถูกทำลายโดยการตัดต้นไม้ย่อมเกิดการพังทะลายของดินจากการกัดเซาะของน้ำที่มีต่อผิว หน้าดิน (เกษม จันทร์แก้ว.2519 :15) เนื่องจากป่าไม้ช่วยยับยั้งการไหลบ่าของน้ำได้มากที่สุดแล้ว ปริมาณและความรุนแรงในการไหลของน้ำลดลงย่อมทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดินลดลงอีกด้วย ดังที่ ชัยทัศน์ ไพรินทร์ และคณะ ศึกษาการไหลบ่าของน้ำและการสูญเสียดิน ภายใต้สภาพไร่เลื่อนลอย ณ จังหวัดสกลนคร พบว่า ในป่าธรรมชาติสามารถยับยั้งการไหลบ่าของน้ำได้มากที่สุด (ชัยทัศน์ ไพรินทร์ และคณะ 2525 : 296) รูปแบบการใช้ที่ดินที่ต่างกันมี

ผลต่อปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำพระเพลิงและสอดคล้อง อแมนโด บราท ได้ศึกษาการประเมินผลกระทบของการชะล้างที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในพื้นที่ภาคเหนือตอนกลางของประเทศอิตาลี พบว่า การเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินมีผลต่อการพังทลายของดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่สูงหากมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจะมีผลต่อการพังทลายของดินสูงขึ้น (Armando brath. 2000 : 255 – 265)

8. ความสัมพันธ์โดยตรงของปริมาณตะกอนในอ่างเก็บน้ำลำพระเพลิงกับปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

จากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำฝนมีผลต่อปริมาณตะกอนโดยการศึกษาครั้งนี้โดยใช้ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีความสัมพันธ์ต่อปริมาณตะกอนที่ตกในอ่างเก็บน้ำมีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (R^2 = 0.90) ซึ่งแสดงว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอน เมื่อปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยปริมาณตะกอนก็มีทิศทางเพิ่มขึ้น ฉะนั้น เมื่อปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีสูงขึ้น ย่อมทำให้ปริมาณตะกอนในลำน้ำสูงเพิ่มขึ้น เช่นกันและในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ สุวิทย์ กังสดาล ซึ่งศึกษาอิทธิพลของน้ำฝนที่มีต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำห้วยแม่ไนต้องมีปริมาณน้ำฝน 1,200 มม.เป็นอย่างน้อย (สุวิทย์ กังสดาล. 2525 : 51-53)และสอดคล้อง หัว ลู ได้ศึกษาการการพังทลายของดิน สรุปได้ว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของดิน คือ ปริมาณน้ำฝน (Rain Fall) , การไหลบ่าของน้ำผิวดิน (Surface Runoff) , ความยาวของความลาดเอียง (Slope length) และความชัน(Steepness) (Hua La. 2003 : 1037-1062)

ข้อเสนอแนะ

1. การวิเคราะห์ค่าการเพาะปลูกพืชและการจัดการ (C) มีการใช้ข้อมูลในระดับ 1:50,000 คือ ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT มีความละเอียดอยู่ที่ 1 ต่อจุดภาพ ที่ 30 เมตร ไม่สามารถไปวิเคราะห์ได้ละเอียดในระดับชุมชน ที่ควรใช้คือในระดับ 1:4,000 และขีดจำกัดของภาพทำให้ไม่สามารถแยกบางประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินได้

2. การศึกษาค่าความยากง่ายในการพังทลายของดิน (K) จะต้องใช้ชุดดิน (Soil Series)ในระดับ 1: 50,000

3. ควรได้มีการศึกษาเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำอื่นด้วย

4. ช่วงเวลาที่ศึกษาของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมควรมีระยะที่ยาวกว่านี้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดิน. (2523). *การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย.* กรุงเทพ ฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

-------------.(2526). *การชะล้างพังทลายของดินในประเทศ.* กรุงเทพ ฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

-------------.(2543). *การชะล้างพังทลายของดินในประเทศ.* กรุงเทพ ฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2545). *ข้อมูลสารสนเทศจังหวัดนครราชสีมา.* กรุงเทพ ฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมชลประทาน. (2538). *รายงานการสำรวจตะกอน.* กรุงเทพ ฯ: กรมชลประทาน.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.(2520) พฤษภาคม *รายงานการสำรวจตะกอนเขื่อนน้ำพุง.* รายงานเลขที่ 842 ฝ่ายวางโครงการและแผนงาน

เกษม จันทร์แก้ว. (2519). *การวิจัยลุ่มน้ำที่ห้วยคอกม้า* เล่มที่28. กรุงเทพ ฯ : ภาควิชาอนุรักษ์วิทยาคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

-------------.(2539). *หลักการจัดการลุ่มน้ำ.* กรุงเทพ ฯ ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แก้ว นวลฉวี. (2541). *Gis กับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ* พิมพ์ครั้งที่1 กรุงเทพฯ

ข้อมูลสารสนเทศระดับจังหวัด มาตราส่วน 1:50,000. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

โฆษิต ล้อศิริรัตน์. (2535). *ผลกระทบของลักษณะทางกายภาพและพื้นที่ป่าไม้ในลุ่มน้ำต่อการตกทับทมตะกอนในอ่างเก็บน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย.*วิทยานิพนธ์ วท.ม.(วนศาสตร์).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

จักรชัย ชุ่มจิตต์. (2542). *การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และสมการสูญเสียดินสากลเพื่อกำหนดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเชิญ.* วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.

ชัยทัศน์ ไพรินทร์ ;และคณะ. (2525). *การไหลบ่าของน้ำและการสูญเสียดินภายใต้สภาพไร่เลื่อนลอย อนุรักษ์ดินและน้ำ*

ณรงค์ ผลวงษ์. (2530). *การประเมินการชะล้างพังทลายของดินในจังหวัดลำปางโดยใช้สมการสูญเสียดิน.* วิทยานิพนธ์ วท.ม.(ภูมิศาสตร์) เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. อัดสำเนา.

ฤดี ณ ถลาง ;และ สุธัม. (2522). *ปลัดสงคราม อิทธิพลของวิธีการอนุรักษ์ดินและน้ำปางประการที่มีต่อการสูญเสียดิน.* สรุปรายงายความก้าวหน้าผลการค้นคว้าทดลองและวิจัยประจำปี 2519 – 2520 กองบริรักษ์ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

ถาวร คงแป้น. (2535). *การวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำ ชะอุ่น จังหวัดสุราษฎร์ธานี*.ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(ภูมิศาสตร์) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

ธงชัย จารุพพัฒน์. (2545). *การตรวจวัดความเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน การประเมินค่าที่ดินและการวางแผนการใช้ที่ดินในบริเวณลุ่มน้ำลำพระเพลิง.* วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิต (สาขาปฐพีศาสตร์) คณะวนศาสตร์ กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.ถ่ายเอกสาร.

นพคุณ โสมสิน. (2538). *บทบาทของตะกอน*. อุทกวิทยา 48 ปี. กรุงเทพ ฯ:กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. (2545) *แบบจำลองคณิตศาสตร์การชะล้างพังทลายของดินและมลพิษตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

-------------.(2527). *การควบคุมการชะล้างพังทลายของดิน.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิพนธ์ หล่อนิล. (2521). *การศึกษาถึงตะกอนและเทคนิคในการวิเคราะห์เพื่อการทำนายอายุการใช้งานของเขื่อนลุ่มน้ำหลังสวน*. การสัมมนาวิชาการ Seminar in Environment คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล หน้า 31 อัดสำเนา.

ประเสริฐ วิทยารัฐ. (2545). *ภูมิศาสตร์กายภาพประเทศไทย* .กรุงเทพ ฯ: บริษัท พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด

พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา. (2530). ฉบับราชบัณฑิตยสถาน กรุงเทพ ฯ: ราชบัณฑิตยสถาน

---------------.(2544). ฉบับราชบัณฑิตยสถาน กรุงเทพ ฯ: ราชบัณฑิตยสถาน

พิชัย วิชัยดิษฐ์ ;และ ไพบูลย์ ประโมจนีย์. (2535). *การสำรวจศึกษาและนำแผนที่แสดงสภาพการชะล้างพังทลายของดินในจังหวัดขอนแก่น การสัมมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การวิจัยและพัฒนาการเกษตรของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 13-16 มกราคม 2535 ศูนย์ศึกษาค้นคว้า และพัฒนาเกษตรกรรมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.ขอนแก่น*

พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์ ;และ สุพจน์เจริญ เจริญสุข. (2539). *เรื่องค่าปัจจัยชะล้างพังทลายฝนที่เหมาะสมในสมการสูญเสียดินสากล เอกสารสมทบการประชุมการป่าไม้แห่งชาติประจำปี 2538* กรมป่าไม้

ไพฑูรย์ ปิยะกรณ์. (2524). *เรื่องการวิเคราะห์เชิงปริมาณการพังทลายของดินในจังหวัดบุรีรัมย์โดยสมการสากลของการสูญเสียดิน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(ภูมิศาสตร) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร

มนู ศรีขจร ;และเล็ก มอญเจริญ. (2525). *การประเมินค่าตะกอนแขวนลอยและธาตุอาหารที่ถูกกัดกร่อนและพัดพามาจากพื้นที่ลุ่มน้ำภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย.* โครงการอนุรักษ์ดินและน้ำ ปี พ.ศ. 2525 – 2529 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 52.

มนู ศรีขจร. (2525) *สภาวะปัจจัยของลุ่มน้ำประเทศไทย,*"จดหมายข่าวสิ่งแวดล้อมสำนักงาน 1(2) คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

วัชรีพร ศิวเสน. (2540). *ศึกษาปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบต่าง ๆกัน บริเวณลุ่มน้ำลิ่มถิ่น จังหวัดกาญจนบุรี.* วิทยานิพนธ์ วท.ม.(วนศาสตร์).กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

วันเลิศ วรรณปิยะรัตน์. ม.ป.ป แผนภาพการประเมินค่า Factor-R กองอนุรักษ์ดินและน้ำ

วีรชาติ เทพพิพิช. (2524). การใช้แปลงขนาดเล็กและค่าดัชนีการพังทลายและประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายตะกอนของป่าบริเวณดอยปุย จ.เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ วท.ม.(วนศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

วีระ ศรีสนธิ. (2527). การศึกษาปริมาณตะกอนแลผลกระทบของตะกอนต่อการเก็บกักน้ำของหนองหาร สกลนคร. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(ภูมิศาสตร์) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

วีระพล แต้สมบัติ. (2531). *อุทกวิทยาประยุกต์.* กรุงเทพ ฯ :ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศุทธินี ดนตรี. (2544). ความรู้พื้นฐานด้านการสำรวจจากระยะไกล ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารทรัพยากรน้ำ. (2549). *ผลการสำรวจความจุเขื่อนลำพระเพลิง . ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ.* จังหวัดนครราชสีมา: กรมชลประทาน.

เศวตฉัตร ศรีสุรัตน์ (2533) *การศึกษาเปรียบเทียบกษัยการดินบริเวณจังหวัดลำปางบริเวณของอำเภอห้างฉัตร โดยใช้สมการสูญเสียดินสากล.* ปริญญานิพนธ์ วท.ม. (ภูมิศาสตร์) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง. ถ่ายเอกสาร.

สมคิด แก้วไทรหงวน. (2526). *ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆต่อปริมาณและการเคลื่อนที่ของตะกอนในลำน้ำจากกลุ่มน้ำขนาดเล็ก บริเวณทุ่งจ๊อ จังหวัดเชียงใหม่.* วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วนศาสตร์).กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

สมเจตน์ จันทวัฒน์. (2522). *การอนุรักษ์ดินและน้ำ.* กรุงเทพ ฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

-------------.(2526). *การอนุรักษ์ดินและน้ำ.* กรุงเทพ ฯ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2536). *การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม.* กรุงเทพ ฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

--------------.(2540). *การสำรวจจากระยะไกล.* กรุงเทพ ฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

--------------.(2542). *การสำรวจจากระยะไกล.* กรุงเทพ ฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2546). *จากห้วงอวกาศสู่พื้นแผ่นดินไทย.* กรุงเทพ ฯ:กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

-----------------. (2547). *ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ.* กรุงเทพ ฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สุกัญญา กุลแก้ว. (2547). *การคาดการณ์ตะกอนแขวนลอยในแม่น้ำป่าสักโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์.* วิทยานิพนธ์ วท.ม. กรุงเทพฯ:ถ่ายเอกสาร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

สุพัฒน์ ปักษาจันทร์. (2533). *ผลกระทบของปัจจัยทางชีวกายภาพต่อปริมาณน้ำท่า และตะกอนแขวนลอยในลุ่มน้ำชี.* วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วนศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

สุเพชร จิรขจรกุล. 2545 ม.ค.- ธ.ค. การศึกษาการใช้รีโมตเซนซิงร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ตรวจหาพื้นที่เสี่ยงต่อการชะล้างพังทลายของดิน. พัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. วารสาร *สนง.* เทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ . ปี1 เล่มที่ 1 หน้า 81.

สุรภี เปลี่ยนอนุกูล. (2518). *การศึกษาการตะกอนของแม่น้ำเจ้าพระยาจากบางไทรจึงสันดอนโดยพิจารณา จากตะกอนน้ำพา อัตราความเร็ว ปริมาณน้ำและความเค็ม.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สุวิทย์ กังสดาล. (2518). *อิทธิพลของน้ำฝน น้ำท่า และการเปลี่ยนสภาพป่าที่มีต่อตะกอนแขวนลอยของลุ่มน้ำ ห้วยแม่ไน อำเภอ แม่ริม จังหวัดเชียงใหม่.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

อรนุชิ ศิลป์มณีพันธ์. (2547).*ลักษณะชายฝั่งทะเลที่พึงประสงค์ของนักท่องเที่ยว บริเวณชายฝั่งทะเลประเทศไทย.* ปริญญานิพนธ์ วท.ม. (ภูมิศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถ่ายเอกสาร.

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. (2523). *การกำเนิดและจำแนกดิน.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

-----------------. (2525). *ธรณีสัณฐานวิทยา.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Anderson Herry W. (1980) Suspended Sediment Discharge at Related to Steramfolw Topography Soil and Land use. *Journal of Hydrology* . 35 ; 268- 281 ;198

Armando Brath, Attilio Castellarin ;& Alberto Montanari. (2002). *Hydrology and Earth System Sciences*. Università di Bologna: Italy.

Battawar (1969) July-December. Effectiveness of Crop-Cover for Reducing Runoff and Soil Loss, *Journal of Soil and Water Conservation in India*. 17(384) : pp39-50

Benedict M. Mutua ;& Andreas Klik. (2006). *Estimating Spatial Sediment Delivery Ratio on a Large Rural Catchment.* University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU). Vienna, Austria

Boyce. R. (1975). *Sediment Routing and Sediment-Delivery Ratios. In Present and* Prospective Technology for Predicting Sediment Yields and Sources*,* *USADOARS- S-40.* pp. 61-65,

Brook (1977). *Use of the Universal soil Loss Equation in Hawaii, in G.E. Foster (ed.) Soil Erosion : Prediction and Control*. p. 22-30, Soil Conservation Society of America.

Burrough, Peter A.; & McDonnell, Rachael A. (1998). *Principles of Geographic Information Systems.* Oxford: Oxford University Press.

Chang, Kang-Tsung. (2002). *Introduction to Geographic Information Systems*. Boston: McGraw-Hill.

Da Ouyang , Jon Bartholic , James Selegean. (2005) *The Journal of American Science. Institute of Water Research:* Michigan State. United State.

Environmental systems Research Institute. (1992). *Understandig GIS The arc / Info method.* New York

Evans , W. R. ;& G. Kalkanis. (1977). "*Use of the Universal Soil Loss Equation in California, in G. E. Foster (ed.) Soil Erosion: Prediction and control.* p.31 – 40 ,Soil Conservation Society of America

Goudie, Andrew. (1984). *The nature of the Environnment : An advanced Phycical Geography*.New York : Grat Britain by Billing and Sons Ltd

Hua Lu, ;*et al*. (2003). *Predicting sheetwash and rill erosion over the Australian continent.* Canberra: Csiro Publishig. Retrieved September,25,2007, from www.publish .csriro.au/journals/ajsr

Kramer, Herbert J. (1992). *Earth Observation Remote Sensing : Survey of Missions and Sensers*. Berlin: Springer – Varlag.

Lillesand, Thomas M, ;*et al.* (2004). *Remote Sensing and Image Interpretation*. 5th ed. New York: Wiley.

Osborn, B. (1955). "How Rainfall and Runoff Erode Soil". In : Water ,*Yearbook of Agriculture*, pp:126 – 135

Selley, R.C. 1976. *An Introduction to Sedimentology*. Academic Press London, N.Y. San Francisco. p.408

Watanasak, Manas. (1978) *A Preliminary Study on the Evaluation of Soil Erosion Status Using Universal Soil Loss Equation and Landsat imagery Techniques in Chonburi and Rayong Provinces*. Master's Thesis, Mahidol University, 231P.

Wischmeier, W.H. ;& Smith. (1957). December Factors Affecing Sheet and Rill Erosion*,* *Transactions American Geophysical Union*. 38 : 889-896,

---------------.(1958) Rainfall Energy and Its Relationship to Soil Loss. *American Geophysical Union Transactions*. 39: 246-248

---------------.(1960). *A Universal Soil Loss Equation to Guide Conservation Farm Planning, Inter. Congress of Soil Science Trans. 7th*.,Madison Wisconsin , 1: 418 - 424

---------------.(1965). December. Prediction rainfall- erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains*. Agricultural Handbook no*. 282 : 8 - 9

---------------. (1978). December. Predicting Rainfall- Erosion losses. A Guide to Conservation Planning. US Department of Agriculture, *Agriculture Handbook No*. 537 : 58

Wischmeier, W.H. Johnson, C.B. ;& Cross, B.V.(1971). *A Soil Erodibility Nomograph for Farmland and Construction Sites. Jour*. Of Soil and Water Conservation.

Zingg. (1940),A.W. *Degree and Length of Land Slope as it Affects Soil Loss in Runoff " Agricultural Engineering* " 21 : 59 - 64 ,February .

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตารางแสดงค่า ปัจจัยที่ใช้ในสมการสูญเสียดินสากล และข้อมูลน้ำฝน

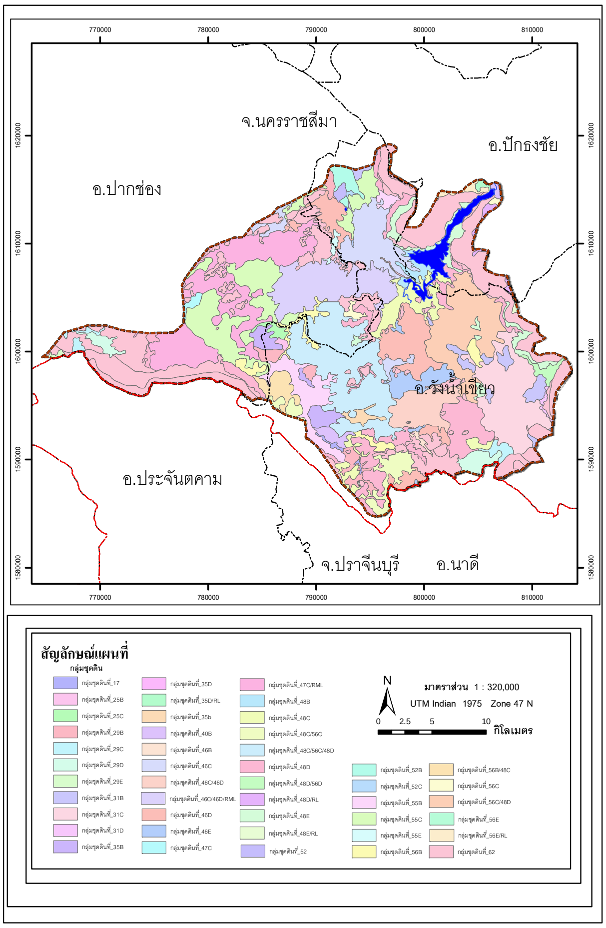
ค่า K ของกลุ่มของชุดดินจำแนกตามภูมิภาคของประเทศไทยตามกรมพัฒนาที่ดิน

ตาราง 17 ค่า K ของกลุ่มชุดดิน

กลุ่มชุดดิน	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
1-5	0.15
6-7	0.36
8	0.15
9	0.21
10-14	0.15
15	0.36
16	0.34
17-20	0.26
21	0.35
22	0.05
23	0.16
24	0.05
25	0.26
26	0.18
27	0.18
28	0.13
29-31	0.25
32	0.26
33	0.37
34	0.26
35-40	0.24
41	0.04
42	0.14
43	0.04
44	0.04
45	0.18
46	0.25
47	0.29
48-49	0.24

ตาราง 17 (ต่อ)

กลุ่มชุดดิน	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
50	0.26
51	0.26
52	0.25
53	0.18
54-55	0.25
56	0.24
57-58	0.30
59	0.35
60	0.29
61	0.29
62	การพิจารณาตามหน่วยธรณีวิทยา



ภาพประกอบ 28 แสดงกลุ่มชุดดินของพื้นที่ลุ่มน้ำลำพระเพลิง

ตาราง 18 หน่วยธรณีวิทยาจำแนกตามภูมิภาคของประเทศ

ธรณีวิทยา	เนื้อดินบน	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
Qa	sil,sl,sicl	0.37
Qt	sl,scl,cl(g)	0.29
T,K	sl,scl,cl	0.29
J,P	c,cl	0.13
R_	cl	0.25
C	sl,scl,c(g)	0.29
D	cl,c	0.25
S	scl,cl,c(g)	0.24
O	scl,cl,c	0.24
E	cl,scl(g)	0.25
PE	scl,cl,c(g)	0.24
JK	sl,ls,scl	0.29
R_J	scl,c(g)	0.24
P_R	sl,scl,sc	0.29
DC	scl,cl(g)	0.24
CP	scl,sc,c(g)	0.24
SD	scl,cl,c(g)	0.24
EO,P3	cl,c(g)	0.25
P1-2,P2	c	0.13
P1-2,P2	c,scl(g)	0.13
P2-3	c,sc	0.13
CPk	scl,sc(g)	0.24
C2-3	sl,scl (g)	0.29
C1-2,C2	sl,scl (g)	0.29
C1	cl,sl,scl (g)	0.25
Kms	l,cl,c	0.29
Kkk	ls,sl	0.04
Kpp	sl,ls,l	0.29
Jsk	l,sl	0.29
Jpw	sl,ls,l	0.29

ตาราง 18 (ต่อ)

ธรณีวิทยา	เนื้อดินบน	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
Jpk	l,cl,c	0.29
R_hl	l,cl,c	0.29
R_np	scl,cl (g)	0.24
C1-2	scl,sc (g)	0.24
Cki	gcl,gc	0.25
Cih	scl,sl,sc(g)	0.25
Ckk	gcl,gc	0.25
Sd	gscl,gcl	0.24
K	l,cl,c	0.25
J	sl,scl (g)	0.29
R_pd	sl,scl,sc	0.29
R_d	cl,c(g)	0.25
R_h	scl,cl,c	0.24
R_p	c	0.13
R_pt	sl,scl(g)	0.29
R_?	sl,ls	0.29
R_i	cl,scl,sc(g)	0.25
Bs	c	0.13
R_Jgr	scl,sl,cl	0.24
R_gr และ p+Rgr	scl,cl,c	0.24
Cgr	scl,cl,c	0.24
u	c	0.13
KTgn และ Kgr	scl,cl,c	0.24
Mzv	scl,cl,c(g)	0.24
PR_v	c(g)	0.13
CPv	cl,c(g)	0.25

ที่มา : (กรมพัฒนาที่ดิน. 2543 : 21-23)

ตาราง 19 การกำหนดค่า C-Factor และ P-Facor สำหรับหน่วยในแผนที่การใช้ที่ดิน 1:50,000

ชนิดพืช	ค่า C	ค่า P
ข้าวโพด	0.502	1.000
ไม้ยืนต้น ไม้ยืนต้นผสม ยูคาลิปตัส สนประดิพัทธ์	0.150	1.000
ป่าดิบเขา	0.003	1.000
ป่าดิบแล้ง	0.019	1.000
พื้นที่ป่าไม้ ป่าเบญจพรรณ ป่าแดงหรือป่าเต็งรัง ป่าผลัดใบ	0.020	1.000
พืชไรผสม	0.34	1.000
ป่าไม่ผลัดใบเสื่อมโทรม ป่าดิบชื้นถูกทำลาย	0.040	1.000
สวนป่ายูคาลิปตัส	0.088	1.000
อ้อย	0.400	1.000
มันสำปะหลัง	0.600	1.000
ตัวเหมืองและย่านการค้า หมู่บ้าน	0.000	0.000
ไม้ผลผสม สวนผลไม้ สวนผสม	0.150	1.000
แหล่งน้ำ	0.000	0.000

ที่มา : (กรมพัฒนาที่ดิน. 2543 : 21-23)

ตาราง 20 ปริมาณน้ำฝนในลุ่มน้ำลำพระเพลิง

ปี พ.ศ.	2533	2536	2542	2543	2546
431005 ปักธงชัย	907.2	953.2	944.2	932.2	622
431020 สวนป่ากลางดง อ.ปากช่อง	1,056.7	1,134.3	1,378.1	1,404.3	1,268.8
431029 สถานีวิจัยผลผลิตของป่า	1,845.2	1,496.6	1,759.4	2,160	2,311.9
431024 หน่วยป้องกันรักษาป่าที่ นม3	1,779	1,166.2	1,340.8	1,014.7	835.4
431025 โรงเรียนบ้านศาลเจ้าพ่อ	1,219.1	1,118.4	1,558.3	1,410.7	1,299.6
น้ำฝนเฉลี่ยรายปีทั้งลุ่มน้ำ	1,361.4	1,173.7	1,396.1	1,384.3	1,267.5

ภาคผนวก ข
กระบวนการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงลำน้ำ และปริมาณตะกอนผลรวมของลุ่มน้ำ

กระบวนการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพาลงสู่ลำน้ำ Sediment Delivery Ratio :(SDR)

การวิเคราะห์ค่าตะกอนที่มีการพังทลาย Sediment Delivery Ratio (SDR) ดำเนินการโดยใช้โปรแกรม Arc view 3.3 ในส่วนของ การวิเคราะห์ข้อมูลทางพื้นที่(Spatial Analyst)กับการวิเคราะห์พื้นผิวสามมิติ 3D Analyst ร่วมกับการใช้โปรแกรม Arc gis 9.2

โดยหลักการวิเคราะห์หาค่าปริมาณตะกอนที่มีการพังทลาย Sediment Delivery Ratio (SDR) ของที่ได้มี การวิเคราะห์ของการประยุกต์แนวคิดของ บอยส์ (Boyce 1979 : 65) ได้คิดถึงการที่ Hession และ Shanholz เพื่อหาค่า SDR จากลักษณะกายภาพของแต่ละตารางกริด โดยใช้สมการ

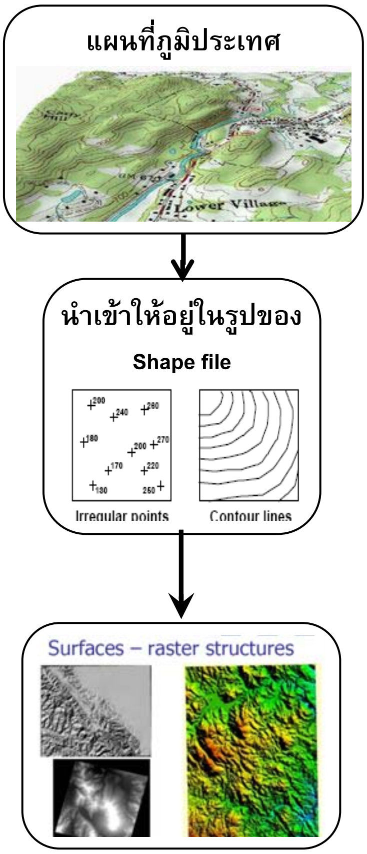
$$\text{SDR} = 10\left(\frac{r}{L}\right)$$

โดยที่ r คือ ค่าความต่างระดับที่ได้จากระดับความสูงระหว่างตารางกริดกับจุดทางออกของน้ำ(outlet)(เมตร)

L คือ ความยาวของความลาดเท (เมตร)

การหาค่า r ได้จากข้อมูล

การวิเคราะห์ค่าความต่างระดับที่ได้จากระดับความสูงระหว่างตารางกริดกับจุดทางน้ำออกของน้ำ (outlet) คำนวณได้จากการใช้ค่าต่างระดับของ กรมแผนที่ทหารมาตราส่วน 1: 50,000 ในแผนที่ภูมิประเทศชุด L 7018 ในส่วนของค่าเส้นชั้นความสูงมัธยันตร์ (Intermediate Contour)มีช่วงชั้นความสูงเส้นละ 20 เมตร โดยนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ในรูป Shape File ที่มีค่าตารางความสูง แล้วนำมาแปลงให้อยู่ในรูปของตารางกริด (Grid) ขนาด 20x20 เมตร (Grid cell size) แล้วใช้โปรแกรม Arc Info ในคำสั่ง Topogridtool ทำให้เป็นข้อมูลแผนที่ในลักษณะของ Raster Grid หรือ Digital Elevation Model (DEM)



ภาพประกอบ 29 แสดงลักษณะของ Digital Elevation Model (DEM)

ค่า R คือค่าความต่างระดับที่ได้จากระดับความสูงระหว่างกริดกับจุดทางออกของน้ำ (outlet) เมตร ก็คือ ใช้ DEM นำมาลบกับความสูงของระดับเก็บกักของน้ำในเขื่อนที่ 263 เมตร

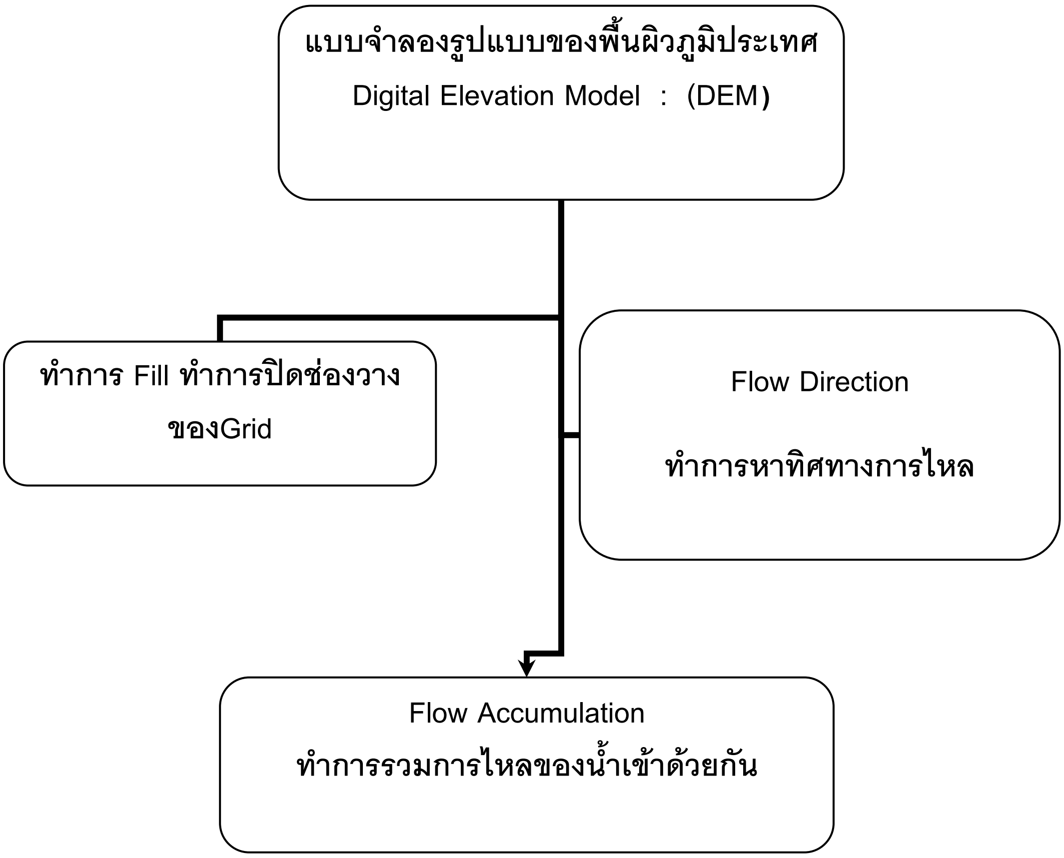
การวิเคราะห์ความยาวของความลาดเท (เมตร)

ในการกัดกร่อนการทำรูปแบบขอระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถคำนวนได้ดังนี้ คำนวณการรวมกันใช้สูตร

สูตร ของ L = (Flow Accumulation * Cellsize /22.13)^ 0.4*(sin slope /0.0896)^ 1.3

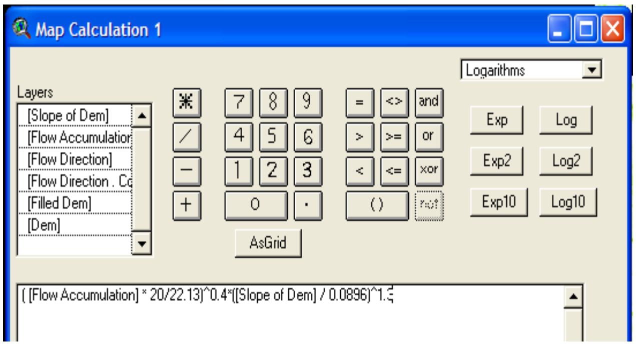
การคำนวณการไหล คือ จำนวนของเซลล์สามารถส่งกำลัง เป็นของ สูตร (Moore และ Burch 1986: 50)

เมื่อ Flow Accumulation หมายถึง การหาทิศทางการไหลของน้ำ
Cell Size หมายถึง ขนาดของกริด เมตร
Sine Slope หมายถึง ทิศทางความลาดชัน วิเคราะห์โดยการใช้โปรแกรมarc view ในส่วนของ 3D analyst หา Derive Slope จากข้อมูล Digital Elevation Model (DEM)



ภาพประกอบ 30 แสดงการวิเคราะห์การไหลของน้ำเข้าด้วยกัน (Flow Accumulation)

ใช้โปรแกรม Arc View ในส่วนของ Map Calculation เป็นตัวคำนวณหาค่า ความยาวของความลาดเท

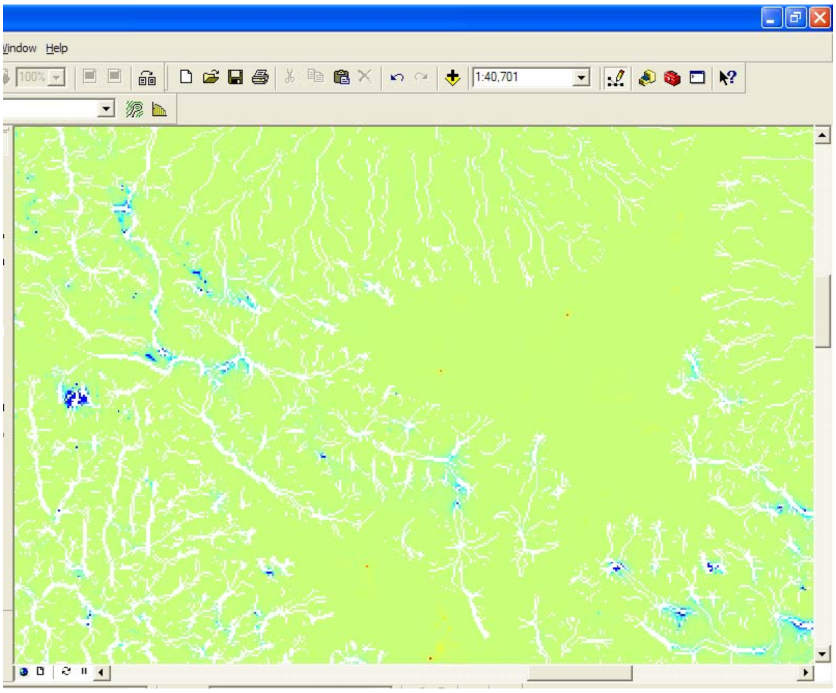


ภาพประกอบ 31 การหาค่าความยาวของความลาดเท(L)

การวิเคราะห์ค่า SDR แทนค่าในสูตรโดยในข้อมูลใน

$$\text{SDR} = 10\left(\frac{r}{L}\right)$$

จากภาพเป็นผลการวิเคราะห์หาค่าของสมการ Sediment Delivery Ratio :(SDR)



ภาพประกอบ 32 แสดงข้อมูลสัดส่วนการตกตะกอน (Sediment delivery ratio :SDR)

การประเมินปริมาณตะกอนรายปีของพื้นที่ลุ่มน้ำ ในแบบจำลอง WSCERO ใช้หลักเกณฑ์ SDR (Sediment Delivery Ratio :SDR) การประเมินการชะล้างพังทลายและตะกอนด้วยUSLE (WSCERO)(นิพนธ์ ตั้งธรรม.2545:25)

$$SS = \frac{SDR}{100}\left[\sum_{I=1}^{N_g} A_i / N_g\right].WA$$

SS คือ ปริมาณตะกอนทั้งปี (ตัน/ปี)

$SDR/100$ คือ อัตราที่ดินถูกกัดซะถูกพัดพาสู่ปากทางน้ำออก

A_i คือ อัตราการชะล้างพังทลายของดินในแต่ละกริด (ตัน/ เฮคตาร์)

N_g คือ จำนวนกริดทั้งหมดภายในลุ่มน้ำ

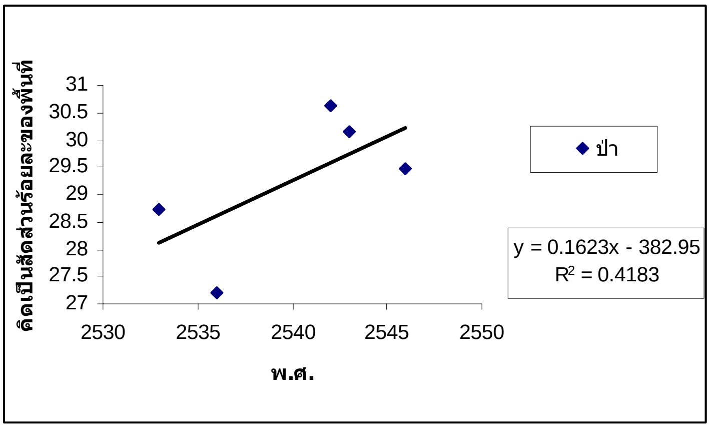
WA คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ(เฮคตาร์)

เป็นผลการวิเคราะห์การประเมินปริมาณตะกอนรายปีของพื้นที่ลุ่มน้ำและนำมาสู่การคิดคำนวณหาปริมาณตะกอนทั้งลุ่มน้ำ ที่ทั้งหมดจะต้อง ใช้ฟังชัน Spatial Analyst ส่วน Zonal Statistics เป็นการรวมตะกอนทั้งลุ่มน้ำ

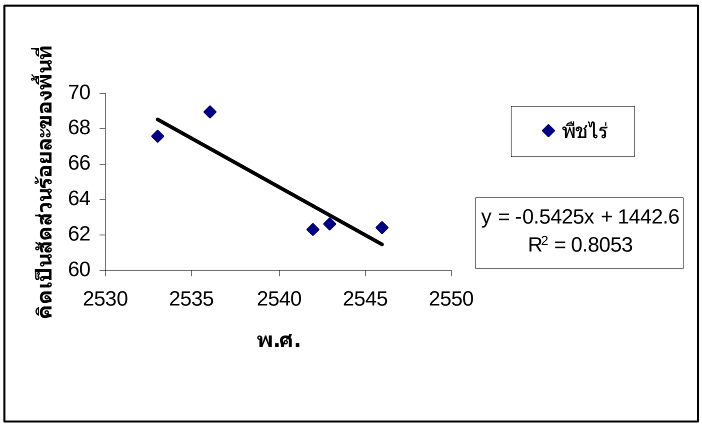
ภาคผนวก ค
กราฟแสดงแนวโน้มของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทในลุ่มลำพระเพลิง

รูปแบบการใช้ที่ดินที่ต่างกันมีผลต่อปริมาณตะกอนในลุ่มน้ำพระเพลิง

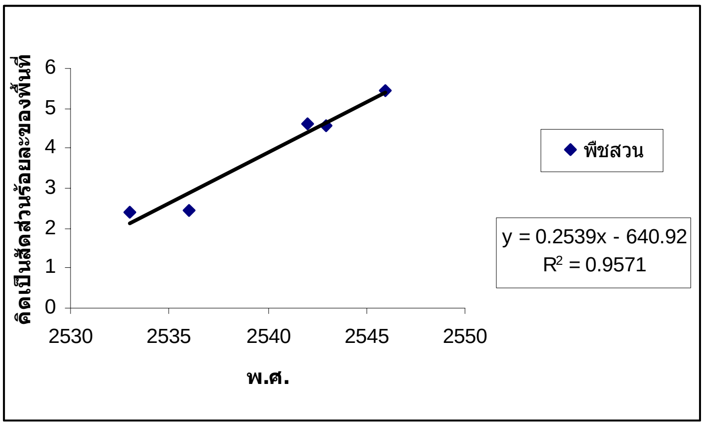
กลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดิน



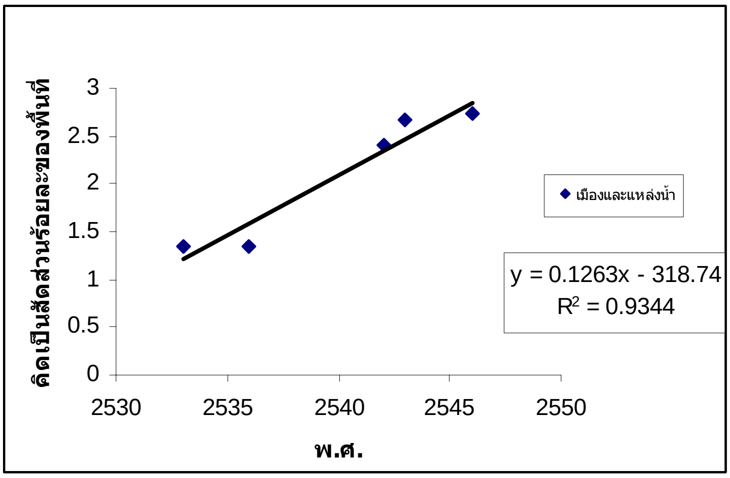
การใช้ที่ดินประเภท กลุ่ม ป่า



การใช้ที่ดินประเภท กลุ่มพืชไร่



การใช้ที่ดินประเภท กลุ่มพืชสวน



การใช้ที่ดินประเภท เมืองและแหล่งน้ำ

ภาพประกอบ 33 กราฟแสดงกลุ่มการใช้ที่ดิน

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นาย ปวิช สนั่นเมือง
วันเดือนปีเกิด	1 มิถุนายน 2523
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลรามาธิบดี เขตพญาไท กรุงเทพฯ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	502/317 ซอย เลิศแก้ว ถนนอโศกดินแดง เขต ดินแดง กทม.
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการสิ่งแวดล้อม
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ศูนย์ สารสนเทศสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ประวิติการศึกษา

พ.ศ. 2544	วิทยาศาสตรบัณฑิต(วิทย์ – สิ่งแวดล้อม) วท.บ. จากสถาบันราชภัฏจันทรเกษม
พ.ศ. 2550	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ภูมิศาสตร์) วท.ม. จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ประสานมิตร)